

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ
LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA
ÚSTAV ZAKLÁDÁNÍ A PĚSTĚNÍ LESŮ

**Vliv způsobů sadby krytokořenného
sadebního materiálu smrku ztepilého
a buku lesního na odrůstání kultur
a vývin jejich kořenového systému
v 7. lesním vegetačním stupni**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

Vliv způsobů sadby krytokořenného sadebního materiálu smrku ztepilého a buku lesního na odrůstání kultur a vývin jejich kořenového systému v 7. lesním vegetačním stupni vypracoval 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 a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon 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. 121/2000 Sb., 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 nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

Vdne

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu práce prof. Ing. Oldřichu Mauerovi, DrSc., za odborné rady a cenné připomínky při zpracování diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat lesnímu správci Ing. Pavlu Koždoňovi, který svolil založení výzkumných ploch a mé rodině a přátelům, za pomoc při sběru dat v terénu, podporu a trpělivost spojenou s mým studiem.

Abstrakt

Autor práce: Bc. Jiří Macek

Název tématu: Vliv způsobů sadby krytokořenného sadebního materiálu smrku ztepilého a buku lesního na odrůstání kultur a vývin kořenového systému v 7. lesním vegetačním stupni

Cílem práce bylo zjistit, jaký vliv mají rozdílné biotechniky sadby na odrůstání kultur a vývin kořenového systému krytokořenného sadebního materiálu smrku ztepilého a buku lesního v 7. lesním vegetačním stupni. Měření bylo realizováno na dvou založených výzkumných plochách – LS LČR Janovice, revír Hubert na souboru lesních typů 7P a 7K. Testovány byly tyto biotechniky sadby: jamková sadba, sadba sázecí holí, sázecí rourou, sadba sazečem, sázecím trnem, sázecími vidlemi a sázecím výkrojem. Bylo sledováno i překrývání kořenového balu při sadbě. Měřeny byly tyto parametry a znaky: ztráty, výška nadzemní části, přírůst, tloušťka kořenového krčku, podíl prorostlých kořenů z kořenového balu, vitalita, poškození abiotickými a biotickými činiteli. Z výsledků je patrné, že rozdílná biotechnika sadby má vliv na odrůstání kultur a vývin kořenového systému krytokořenného sadebního materiálu smrku ztepilého a buku lesního. Obě dřeviny na ploše 7K nejlépe odrůstaly a měly bohatší kořenový systém u jamkové sadby. Na ploše 7P dopadly nejlépe z celkového hodnocení sazenice smrku, sadbou sázecím výkrojem s překrytím a u buku sazečem bez překrytí. Ztráty sazenic smrku i buku byly na obou plochách nejmenší u jamkové sadby.

Klíčová slova: smrk ztepilý, buk lesní, krytokořenný sadební materiál, biotechnika sadby.

Abstract

Author: Bc. Jiří Macek

Title of the work: Effect of plantation technique of container-grown and balled seedlings of Norway spruce and European beech on growth and development of root system in 7. forest vegetation tier

The aim of the work was to determine the effect of different seeding biotechniques on overall plant growth and root system development of container seedlings of Norway spruce and European beech in 7. forest vegetation tier. The measurements were performed on two established experimental plots – Forest Management Complex Janovice, district Hubert on forest types 7P and 7K. The tested techniques were as follows: centre hole planting, planting stick, planting tube, planting spade, planting thorn, planting prong and planting cutter. Soil overlapping during planting was also observed. The parameters measured were: losses, height of above – round part, increments, root collar thickness, ratio of roots growing out from root package, vitality and biotic and abiotic damages. The results clearly show that the differing biotechnique of planting has influence on Norway spruce and European beech growth and root system development. Both species on plot 7K grew better and had more expansive root system when center planting method was used. On plot 7P the best results for Norway spruce were achieved with planting cutter with overlapping and for European beech with planting spade without overlapping. The center planting method had the lowest losses for both species.

Key words: Norway spruce, European beech, balled planting stock, planting biotechniques

Obsah

1 Úvod a cíl práce	8
2 Rozbor problematiky	9
2.1 Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i> (L.) Karst.)	9
2.1.1 Popis a vlastnosti	9
2.1.2 Rozšíření a zastoupení	9
2.1.3 Ekologické vlastnosti	10
2.1.4 Škodliví činitelé ve smrkových kulturách	11
2.2 Buk lesní (<i>Fagus sylvatica</i> L.)	11
2.2.1 Popis a vlastnosti	11
2.2.2 Rozšíření a zastoupení	12
2.2.3 Ekologické vlastnosti	13
2.2.4 Škodliví činitelé v bukových kulturách	14
2.3 Krytokořenný sadební materiál	14
2.3.1 Historie	14
2.3.2 Rozdělení krytokořenného sadebního materiálu	15
2.3.3 Výhody a nevýhody používání krytokořenného sadebního materiálu	16
2.3.4 Kořenový systém krytokořenného sadebního materiálu	17
2.3.5 Ekonomické aspekty využití krytokořenného sadebního materiálu	19
2.3.6 Zásady správné výsadby	20
2.3.7 Způsoby výsadby	21
3 Metody a použitý materiál	25
3.1 Lokalizace a popis oblasti	25
3.2 Širší územní vztahy a přírodní poměry	25
3.2.1 Přírodní lesní oblast	25
3.2.2 Geomorfologické poměry	26
3.2.3 Geologické poměry	26
3.2.4 Pedologické poměry	26
3.2.5 Klimatické poměry	27
3.2.6 Hydrologické poměry	27
3.3 Charakteristika výzkumných ploch	28
3.3.1 Výzkumná plocha Hubert (7K)	28
3.3.2 Výzkumná plocha Skřítek (7P)	28
3.4 Použitý sadební materiál a doba výsadby	29
3.5 Biotechniky sadby krytokořenného sadebního materiálu	29
3.6 Postup při zalesňování	30

3.7 Postup při měření a vyhodnocování výsledků	33
4 Výsledky	36
4.1 Vliv biotechniky sadby na odrůstání krytokořenného sadebního materiálu	36
4.1.1 Smrk ztepilý plocha Hubert (7K).....	36
4.1.2 Smrk ztepilý plocha Skřítek (7P).....	41
4.1.3 Buk lesní plocha Hubert (7K).....	46
4.1.4 Buk lesní plocha Skřítek (7P)	51
4.2 Vliv stanoviště na odrůstání krytokořenného sadebního materiálu	57
4.2.1 Smrk ztepilý.....	57
4.2.2 Buk lesní	62
4.3 Poškození a ztráty	67
4.3.1 Poškození a ztráty smrku ztepilého	67
4.3.2 Poškození a ztráty buku lesního.....	68
4.4 Celkové zhodnocení parametrů.....	68
4.4.1 Zhodnocení smrku ztepilého.....	69
4.4.2 Zhodnocení buku lesního.....	70
5 Diskuse.....	71
5.1 Vliv biotechniky sadby na odrůstání nadzemní a podzemní části krytokořenného sadebního materiálu.....	71
5.1.1 Přírůst 2016.....	71
5.1.2 Tloušťka kořenového krčku.....	71
5.1.3 Asimilační aparát (vitalita)	72
5.1.4 Podíl prorostlých kořenů z kořenového balu	72
5.1.5 Poškození a ztráty	80
5.1.6 Souhrn vlivu biotechniky sadby	81
5.2 Vliv stanoviště na odrůstání nadzemní a podzemní části krytokořenného sadebního materiálu.....	82
6 Závěr a doporučení pro praxi.....	84
7 Summary	86
8 Použitá literatura	87
8.1 Internetové zdroje	89
9 Přílohy.....	90

1 Úvod a cíl práce

Pěstování a výsadba krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin není v České republice žádnou novinkou, přesto je rozsah jeho využívání stále relativně malý. V souladu se světovým trendem lze ale počítat s postoupným nárůstem používání kvalitního krytokořenného sadebního materiálu, a to zejména z intenzivních školkařských technologií. Systémová řešení jeho kvality pro podmínky České republiky, která již pověřené organizace výzkumu po řadu let připravují a realizují ve spolupráci se Sdružením lesních školkařů i vlastníky lesa (zejména státních lesů), by měla zaručit vysokou morfologickou a fyziologickou kvalitu krytokořenného sadebního materiálu, který je v našich školkách pěstován. Právě kvalita sadebního materiálu a výhody jeho použití (včetně ekonomických) by měly vlastníky lesa přesvědčit o výhodnosti jeho použití na řadě obnovovaných stanovišť.

Způsob výsadby krytokořenného sadebního materiálu závisí zejména na velikosti a typu použitých obalů, na použití ručního zalesňovacího náradí či různých typů sázecích strojů a v neposlední řadě na půdních podmínkách obnovovaného stanoviště, včetně přípravy půdy.

Každý způsob výsadby pomocí různých technologií, ať už ručního náradí nebo mechanických strojů, má své výhody a nevýhody.

Cílem práce bylo na základě dat získaných sledováním některých parametrů a znaků vyhodnotit, jaký vliv mají rozdílné biotechniky sadby na odrůstání kultur a vývin kořenového systému krytokořenného sadebního materiálu smrku ztepilého a buku lesního v 7. lesním vegetačním stupni. Sledování bylo realizováno na LS LČR Janovice – na SLT 7P a 7K. Hodnoceny byly tyto biotechniky sadby: jamková sadba, sadba sázecí holí, sázecí rourou, sadba sazečem, sázecím trnem, sázecími vidlemi a sázecím výkrojem. Bylo sledováno i překrývání kořenového balu při sadbě. Hodnoceny byly zejména tyto parametry a znaky: ztráty, výška nadzemní části, přírůst, tloušťka kořenového krčku, podíl prorostlých kořenů z kořenového balu, vitalita, poškození abiotickými a biotickými činiteli.

Práce je součástí grantu č. KUS QJ1520080.

2 Rozbor problematiky

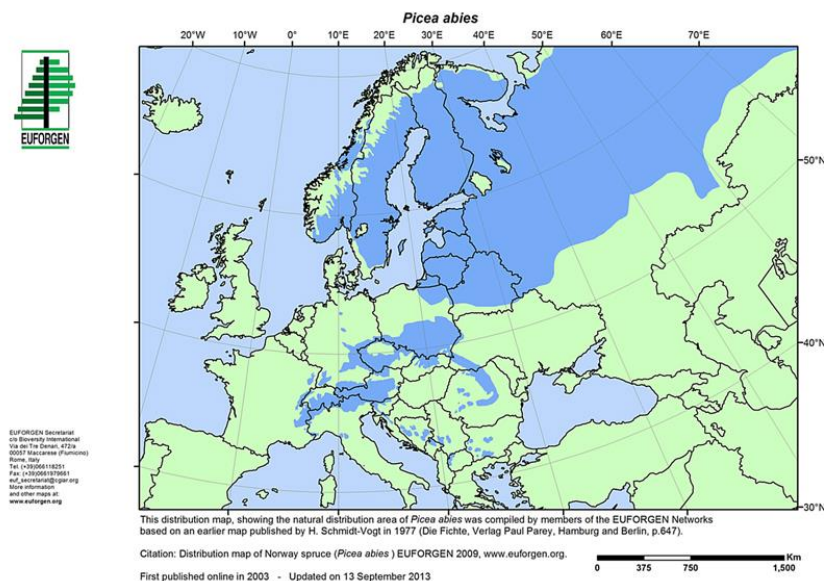
2.1 Smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) Karst.)

2.1.1 Popis a vlastnosti

Strom velkých rozměrů s průběžným, přímým kmenem a pravidelným, přeslenitým větvením. Dožívá se stáří 350–400 let, výšky kolem 50 m, průměru kmene až 1,5 m a objemu přes 30 m³. Borka červenohnědá až šedá, i ve stáří poměrně slabá a v tenkých šupinách se odlupující, dřevo žlutobílé, se zřetelnými letokruhy. Koruna je kuželovitá, někdy štíhlá, s jemným větvením, jindy zase široká, se silnými větvemi. Kořenový systém je rozvinut do plochy, bývá proto v půdě slabě zakotven a snadno dochází k vývratům. V horách jsou časté chůdovité kořeny. Letorosty červenožluté až hnědé, lysé nebo řídce chlupaté, větvičky po opadu jehlic drsné. Jehlice čtyřhranné, leskle zelené, zašpičatělé, 1–3 cm dlouhé. Samčí šištice rozmístěné po celé koruně v paždí jehlic na loňských větvíčkách jsou drobné, červené, po rozkvětu žluté, samičí šištice v horní části koruny na koncích loňských větvíček zelené nebo červené, vzpřímené. Plody jsou převislé, válcovité, nerozpadavé šišky, 10–16 cm dlouhé, opadávající druhým rokem (Úradníček a kol., 2001).

2.1.2 Rozšíření a zastoupení

Smrk ztepilý má rozlehlý euroasijský areál, zasahující přes celou Sibiř na východ až k Ochotskému moři (Obr. 1). Dělicí čára evropského a sibiřského smrku probíhá zhruba od Kolského poloostrova k jižním výběžkům Uralu (Úradníček, 2003).



Obr. 1 Areál rozšíření *Picea abies* (L.) Karst. (zdroj: <http://euforgen.org>)

Souvislý výskyt je v severní a severovýchodní Evropě, ostrůvkovitý v horách střední a jižní Evropy. Na celém našem území je zastoupen horský smrk hercynsko-karpatské oblasti, vyskytuje se téměř ve všech nižších i vyšších pohořích (300–1350 m n. m.). Těžištěm rozšíření jsou okrajová příhraniční horstva. Řidší je přirozené zastoupení smrku ve vnitrozemských horských skupinách, např. na Českomoravské a Dražanské vrchovině, v Brdech, Slavkovském lese a Oderských vrších. Bez smrku jsou teplé úvaly velkých řek. V posledních 200 letech byl druhotně rozšířen všude ve střední Evropě. Smrk tak vytlačil většinu původních dřevin (Úradníček a kol., 2001).

Smrk je ve střední Evropě převážně dřevinou horských poloh, kde většinou vytváří horní lesní i stromovou vegetaci. Umělou kulturou (převážně v 19. století) se jeho rozšíření silně zvětšilo, takže nyní je zastoupen ve všech lesních vegetačních stupních. Diskuse se vedly a vedou o tom, do jakých nejnižších poloh přirozeně zasahoval (Poleno, Vacek, 2009).

Zastoupení smrku v českých lesích od roku 2000 do roku 2015 včetně přirozeného zastoupení uvádí ÚHÚL (2016). Z Tab. 1 je patrné, že se podíl této dřeviny v průběhu posledních patnácti let postupně snížil.

Tab. 1 Vývoj zastoupení smrku v ČR v období 2000 - 2015 (upraveno dle ÚHÚL 2016)

		Přirozené	Roky					
			2000	2010	2012	2013	2014	2015
Zastoupení	ha	-	1 397 012	1 347 239	1 334 417	1 327 398	1 319 733	1 315 487
	%	11,2	54,1	51,9	51,4	51,1	50,7	50,6

2.1.3 Ekologické vlastnosti

Smrk je světlomilná dřevina, snášejíci v mládí zástin, takže snadno vniká do porostů jiných dřevin a postupně zaujímá jejich místo. Smrkové porosty bývají značně semknuté a silně zastiňují půdní povrch. Poněvadž má povrchovou kořenovou soustavu, je smrk značně náročný na půdní vlhkost. Snese dobře nadbytečnou vlhkost a vydrží i stagnující vodu bažin a rašelinišť. Nedostatek vláhy se stává limitujícím faktorem dobrého růstu smrku (Úradníček a kol., 2001). Autoři Mráček, Pařez (1986) a Musil, Hamerník (2004) ve svých pracích uvádějí, že na stanovištích zásobovaných dodatečnou vodou, např. v pánvích, kotlinách nebo na úpatích hor vykazuje smrk obecně mohutnější přírůst – a v době sucha bývá méně ohrožen. Na vodou ovlivněných (těžkých) půdách dle Polomského a Kuhna (1998) vytváří smrk vysloveně plochý kořenový systém.

Jako optimální klimatické hodnoty se pro smrk ve střední Evropě udávají: průměrná roční teplota přes 6 °C, srážky ve vegetační době 490–580 mm, teplotní amplituda nejchladnějšího a nejteplejšího měsíce přes 19 °C. K vysokým teplotám je smrk citlivější než k nízkým. I když ani pozdními mrazy netrpí tolik jako jedle, může opakované odmrazání prýtů značně podržet vývoj smrkových kultur, např. v mrazových kotlinách (Musil, Hamerník, 2003).

2.1.4 Škodliví činitelé ve smrkových kulturách

Smrk je choulostivý na okus, vytloukání a vyrývání sazenic zvěří. Smrk sice proto neuhyne, ale rány jsou vstupní branou hniloby, která má za následek zlomy. V mládí je smrk méně ohrožen pozdními mrazy než např. jedle a hodí se proto ke zmlazování na holé ploše (Úradníček, 2003).

Hlavní hmyzí škůdci v podhorských kulturách dle Křístka a Urbana (2013):

- ❖ Klikoroh borový (*Hylobius abietis* L.) – 6–14 mm dlouhý brouk, tmavě hnědé barvy z čeledi nosatcovitých. Škodí dospělci, kteří intenzivně okusují jemnou kůru a lýko mladých jehličnanů. Poraněné kmínky zapříčiňují jejich křivení, ronění pryskyřice, vstupu houbových chorob anebo hynutí. Zalesněné kultury ohrožují do 3 let od vzniku paseky.
- ❖ Lalokonosec černý (*Otiorrhynchus niger* F.) – 8–12 mm dlouhý brouk, leskle černé barvy z čeledi nosatcovitých. Dospělci ožírají kůru jehličnatých semenáčků a sazenic nad kořenovým krčkem, později i výše. Velké ztráty způsobují larvy na mladých kulturách dřevin především na smrkových sazenicích. Žerou na kořenech.

2.2 Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.)

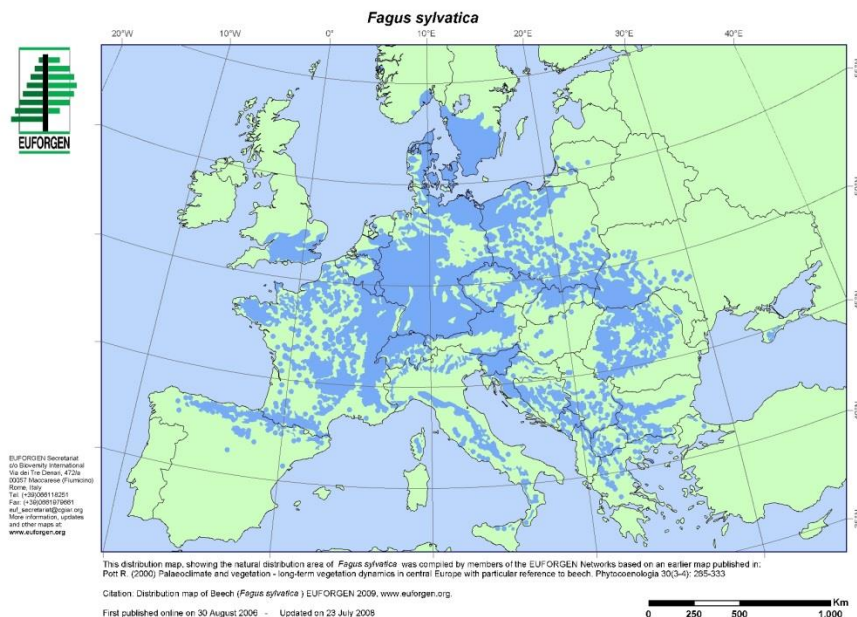
2.2.1 Popis a vlastnosti

Strom velkých rozměrů, s rovným válcovitým kmenem, s nápadně hladkou, šedou borkou. Koruna je u volně rostoucích exemplářů kulovitá, v porostu metlovitá. Buk dosahuje výšek kolem 35–45 m a výčetní tloušťky 1,5 m. Dožívá se maximálního věku 200–400 let. Největší exempláře dosahují objemu kmene až 25–30 m³. Kmen bývá vysoko do koruny průběžný a větve odstávají v ostrém úhlu. Střídavé listy eliptické, celokrajné, 5–10 cm dlouhé, na okraji zvlněné, zašpicatělé, na bázi zaokrouhlené až klínovité, v paždí žilek a na okraji listů (hlavně z jara) dlouze bělavě pýřité. Listy jsou

ve stínu ploše rozložené, s tenkou čepelí, listy vystavené slunci jsou pevné s čepelí k okraji zdviženou. Samčí květy v paždí listů v dlouze stopkatých nících svazečcích, samičí květy po dvou v červenavé číšce zevně porostlé dlouze chlupatými, později dřevnatíci výrůstky. Jedná se o dřevinu jednodomou. Plodem jsou trojboké nažky (bukvice) uzavřené po dvou v dřevnaté číšce otvírající se čtyřmi chlopněmi. Plodná období se vyskytují nepravidelně ve víceletých intervalech (5–10 let). Kořenový systém můžeme označit za srdčitý. Z mohutného kořenového uzlu pod povrchem vyhání buk do půdy silné kořeny všemi směry. Bývá proto velmi dobře zakotven (Úradníček a kol., 2001).

2.2.2 Rozšíření a zastoupení

Buk je dřevina evropského areálu s těžištěm rozšíření v západní, střední a jihovýchodní části kontinentu (Obr. 2). Chybí úplně ve východní Evropě. Severní hranice probíhá z Anglie do jižní části Skandinávského poloostrova. Východní hranice postupuje od Pobaltí přes Polsko ke Karpatům a na Balkánský poloostrov. Buk je rozšířen v horách celého Apeninského poloostrova a zasahuje až do pohoří Sicílie (Úradníček, 2004).



Obr. 2 Areál rozšíření *Fagus sylvatica* L. (zdroj: <http://euforgen.org>)

Celé naše území leží uvnitř areálu buku, proto tuto dřevinu nalezneme ve všech středohořích a horských oblastech hercynské i karpatské části státu. Buk vytváří v našich podmínkách v nadmořských výškách cca od 400–800 m často nesmíšené porosty.

Na spodní hranici rozšíření se mísí s dubem a na horní se smrkem a jedlí (Úradníček a kol., 2001).

Buk je v přirozených lesích rozšířen ve 2. – 7. lesním vegetačním stupni na rozličných stanovištích. Jeho podíl v lesích jednotlivých vegetačních stupňů je různý. Ovládá 4. bukový stupeň, kde vytváří porosty s nejvyšším zastoupením. V 7. bukosmrkovém stupni zastoupení buku silně klesá, představuje nejvýše 20 % porostu. Buk zde nedorůstá úrovně smrku, ale vytváří nižší stromové patro (Mráček, 1989).

Zastoupení buku na našem území od roku 2000 do roku 2015 včetně přirozeného zastoupení uvádí ÚHÚL (2016). Z Tab. 2 je patrné, že se podíl této dřeviny v průběhu posledních patnácti let postupně zvýšil.

Tab. 2 Vývoj zastoupení buku v ČR v období 2000 - 2015 (upraveno dle ÚHÚL 2016)

		Přirozené	Roky					
			2000	2010	2012	2013	2014	2015
Zastoupení	ha		154 791	189 998	198 652	202 638	207 595	211 835
	%	40,2	6,0	7,3	7,7	7,8	8,0	8,2

2.2.3 Ekologické vlastnosti

Buk je dřevina snášejší i silný zástin. Pro tuto schopnost mohou mít i čisté bučiny několik pater, protože potlačení jedinci vydrží dlouho v podrostu. Proto také na příznivých stanovištích vytlačuje buk většinu ostatních dřevin, což vede ke vzniku čistých bučin. Buk má střední nároky na vláhu v půdě. Vyžaduje dostatek srážek a zvláště v letním období musí mít dostatečnou relativní vlhkost vzduchu (Úradníček a kol., 2001). Optimální úhrn srážek je pro buk okolo 1000 mm za rok. V chladných oblastech přirozeného výskytu buku mu vyhovují i srážky okolo 500 mm (Mráček, 1989). Úradníček (2004) uvádí, že se buk vyhýbá oběma extrémům a chybí jak na půdách vysychavých, tak na půdách zamokřených. Nesnáší vysokou hladinu spodní vody, proto chybí všude v lužních lesích, neboť nesnese záplavy.

Buk patří mezi dřeviny, jejichž kořenový systém reaguje na změny stanoviště mimořádně silně. Zatímco hluboko provzdušněné půdy umožňují hluboký vertikální vývoj kořenů, koření buk na těžkých a především málo provzdušněných půdách vyloženě plošně (Köstler a kol., 1968).

Stručně lze nároky buku na teplo vyjádřit požadavkem vyrovnaných tepelných podmínek, jaké panují především v oblastech s oceánickým podnebím. Kolísání průměrné měsíční teploty v rozmezí 15–25 °C mezi nejteplejším a nejchladnějším

měsícem, průměrná roční teplota okolo 10 °C, v nejchladnějším měsíci kolem 0 °C a v nejteplejším měsíci kolem 18 °C je považováno za optimální pro výskyt buku ve střední Evropě (Mráček, 1989).

2.2.4 Škodliví činitelé v bukových kulturách

Zvěř okusuje buk s oblibou, takže na výsadbách vznikají velké škody. Buk brzy z jara raší, a tak se čerstvé letorosty často stávají obětí pozdních mrazů (Úradníček, 2004).

Hlavní hmyzí škůdci v horských kulturách dle Křístka a Urbana (2013):

- ❖ Bejlmorka buková (*Mikiola fagi* H.) – 3,4–5,6 mm dlouhý zástupce čeledi bejlmorkovitých. Škody způsobují larvy, které sají rostlinné šťávy na rubové straně listů poblíž žilek. Následně se na listech objevují vejcovité háčky, kvůli nimž mohou listy krnět a předčasně usychat. Podstatné snížení asimilační plochy může způsobit nejen snížení přírůstu, ale i sporadické hynutí dřevin.

2.3 Krytokořenný sadební materiál

Krytokořenný (obalený) sadební materiál jsou rostliny vypěstované v obalech naplněných substrátem (Jurásek a kol., 2002).

2.3.1 Historie

Jedna z prvních zmínek o využití sadebního materiálu, vypěstovaného v obalech a použitého ve větší míře při obnovách lesa, pochází ze Severní Ameriky. Krytokořenný sadební materiál zde byl uplatněn v průběhu třicátých let minulého století v rámci projektu „The Great Plains Forestry Project“ (Mauer a kol., 2006).

V České republice byly obaly určené pro pěstování krytokořenného sadebního materiálu výzkumně i provozně využívány až od druhé poloviny šedesátých let a jednalo se především o obaly typů sáčků z polyetylénu nebo různých textilií (Mauer a kol., 2006).

Podle Juráska a kol. (2004) se hlavní podíl produkce obaleného sadebního materiálu v minulosti soustřeďoval na obaly středního objemu pohybující se od 0,5 do 1,0 litru. V polovině osmdesátých let byl při obnově lesů ČR využíván krytokořenný sadební materiál z více než 20 % celkové potřeby a předpokládalo se jeho rozšíření na 50 % (Mauer a kol., 2006).

Optimální podíl krytokořenných semenáčků a sazenic lesních dřevin z celkového množství na našem území produkovaného a při obnově lesa vysazovaného sadebního materiálu je odhadován na 30 % (Jurásek a kol., 1999). V roce 2004 se tento ukazatel pohyboval na úrovni kolem 10 %, přičemž u Lesů České republiky, s.p., tvořil 5,66 % (Zezula 2004). Mauer a kol. (2006) odhadují, že krytokořenný sadební materiál by v průměru mohl dosahovat až 40 % z počtu uplatňovaného sadebního materiálu v podmínkách ČR, přičemž jeho úplné odmítnutí při obnově lesa je stejně chybné a biologicky a ekonomicky nepodložené, jako je jeho až 100 % preference.

2.3.2 Rozdělení krytokořenného sadebního materiálu

Rozdělení podle technologie vytvoření kořenového balu dle Mauera a kol. (2006):

- ❖ Hroudový – získává se vyzvednutím semenáčků nebo sazenic s kořenovým balem (hroudou půdy) přímo z produkční plochy školky nebo z lesního porostu. Vyzvedává se dutým rýčem. Sadební materiál se užívá pro obnovu v bezprostřední blízkosti vyzvednutí,
- ❖ Balíčkový – získává se mechanickým natlačením (lisováním) substrátu na kořenový systém rostliny. Vzhledem k tomu, že kořenový bal se velmi rychle rozpadá a dochází k velkým deformacím kořenů, není tento postup v lesnictví uplatňován (je užíván v zelinářství),
- ❖ Krytokořenný – rostlina je pěstována ve více či méně trvalém obalu, který je naplněn substrátem. Jde o nejčastěji používaný postup pěstování, v lesních školkách prakticky jediný.

Rozdělení podle úprav kořenového systému (Mauer a kol., 2006):

- ❖ Krytokořenný semenáček – do obalu je vyséváno semeno, výslednou rostlinou je semenáček (bez mechanické úpravy kořenového systému),
- ❖ Krytokořenná sazenice – přesazení prostokořenného nebo krytokořenného semenáčku do obalu, výslednou rostlinou je sazenic (jedna mechanická úprava kořenového systému v průběhu pěstování),
- ❖ Krytokořenný poloodrostek – přesazení prostokořenné nebo krytokořenné sazenice do obalu, výslednou rostlinou je poloodrostek (dvě mechanické úpravy kořenového systému v průběhu pěstování).

Rozdělení podle možnosti prorůstání kořenů sadbovačem (Jurásek a kol., 2006):

- ❖ Rozpadavé obaly (prorůstavé) – umožňují prorůstání kořenů stěnami a dnem (sazenice jsou vysazovány s obaly, úplný rozpad obalu po výsadbě),
- ❖ Pevné obaly (neprorůstavé) – neumožňují prorůstání kořenů stěnami a dnem (sadební materiál je před výsadbou z obalů vyjímán). Příkladem pevných obalů jsou typy sadbovačů *Hiko* či *Kopparfors*, které ve své práci popisuje Mauer (2011b). Tyto sadbovače jsou tvaru kužele bez dna a na vnitřních stranách obalu mají žebra.

2.3.3 Výhody a nevýhody používání krytokořenného sadebního materiálu

Mauer a kol. (2006) a Jurásek a kol. (2004) 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 ujmavost a rychlejší obnovu růstu po výsadbě. Za další kladnou vlastností považují výrazné prodloužení časového úseku, kdy je možné zalesňovat. Mauer (2009) uvádí, že je možné realizovat 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 krytokořenného sadebního materiálu je možnost snížení počtu vysazovaných jedinců oproti počtům prostokořenných sazenic udávaných ve vyhlášce č. 139/2004 Sb. až o 20 %.

Jako hlavní nevýhody krytokořenného sadebního materiálu zmiňují (Mauer a kol., 2006; Jurásek a kol., 2004) 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. Uvedené nevýhody, kromě vyšší pořizovací ceny a vyšším nákladům na dopravu, mohou nastat i u prostokořenného sadebního materiálu.

2.3.4 Kořenový systém krytokořenného sadebního materiálu

Kořenový systém dřevin je tvořen velkým množstvím kořenů různé tloušťky, délky a funkce, rostoucích různými směry, které vytvářejí v půdě spleť sítí. Podle tloušťky se kořeny obvykle člení na hrubé kořeny (tloušťka kořene > 2 mm) a jemné kořeny (tloušťka kořene ≤ 2 mm). Pro upevnění stromu v půdě mají největší význam hrubé kořeny. Jemné kořeny mají rozhodující význam v příjmu živin a vody. Kromě toho žijí jemné kořeny většiny dřevin mírného pásma v symbióze s houbami a vytváří tzv. mykorhizy. Jemné kořeny jsou fyziologicky nejdůležitější částí kořenového systému. Do jisté míry přispívají ke stabilitě stromu, zvláště vykazují-li velkou hustotu a vyskytují-li se ve velkém množství. Protože jsou v přímém kontaktu s půdou, odrážejí citlivě všechny změny v půdě a mohou být i citlivým indikátorem přirozeného a antropogenního stresu (Mauer, Palátová, 2013b). U krytokořenného sadebního materiálu je větší část jemných kořenů téměř vždy soustředěna na povrchu kořenového balu (Mauer a kol., 2006).

Dle Finéra a kol. (2007) je biomasa kořenů listnatých dřevin obecně vyšší než je tomu u jehličnanů.

Šíření kořenů podle Mauera a Pejchala (2013) významně ovlivňuje obsah vody v půdě. Jeho nedostatkem omezuje šíření kořenů jak ve vodorovném, tak i svislém směru. Nadbytek, především ve formě vysoké hladiny stojaté podzemní vody omezuje hloubku prokořenitelného prostoru.

Mauer a Pejchal (2013) uvádějí, že díky zastíněné koruně sazenic, ať už z důvodu nízkého sociálního postavení v porostu, či důsledkem jiných příčin, způsobuje u všech stromů redukci podílu kořenového systému.

2.3.4.1 Deformace kořenového systému

Pokud není kořenový systém přirozeně rozvinut (je-li deformován, je-li v poměru k výšce nadzemní části malý nebo nemá-li přirozenou architekturu), může to vést nejen k mechanické nestabilitě stromu, ale kořenový systém se může stát i významným predispozičním faktorem chřadnutí a odumírání stromů. Odchylek od přirozené architektury kořenového systému může být celá řada, za nejzávažnější je třeba považovat následující (Mauer, Palátová, 2013a):

- ❖ Strboul – je vyvolán tvorbou spirál a dalším vzájemným proplétáním kořenů. Jeho vznikem dochází nejenom k narušení přirozené architektury, ale dalším tloušťnutím kořenů i k jejich zaškrfování, čímž

může být narušena i výživa stromu; kořenový systém je i výrazně napadán parazitickými houbami.

- ❖ Dle Mauera a kol. (2006) patří mezi další nejnebezpečnější typy deformací absence kůlového kořene nebo pozitivně geotropicky rostoucích panoh. S výjimkou smrku všechny naše hlavní dřeviny (v juvenilní fázi) přirozeně vytváří pro zajištění své mechanické stability kůlový (nebo hlavní) kořen, který vždy roste pozitivně geotropicky. Jestliže je tento kůlový (hlavní) kořen deformován, stromy vytvářejí pouze povrchový systém, a to ještě velmi často jednostranný (kořeny rostou ve směru deformace kůlového kořene).
- ❖ Nepravidelné rozložení horizontálních kořenů v kruhové síti. Extrémním případem této odchylky jsou až jednostranné formy kořenového systému (Mauer, Palátová, 2013a).

I při pečlivé práci může k nejzávažnějším deformacím kořenového systému dojít až po výsadbě. Jde zejména o tyto aspekty (Mauer, Palátová, 2013a):

- ❖ Nerespektování stanovištních podmínek a druhu vysazované dřeviny. Narazí-li kořen na nepropustnou půdní vrstvu, vodu nebo vrstvu s výraznou chemickou změnou, stáčí se do horizontálního směru. Proto i borovice, jedle, modřín, buk aj. vytváří naprosto povrchový kořenový systém s nepravidelně rozloženými horizontálními kořeny.
- ❖ Kořenový systém smrku ztepilého roste pouze v humusových horizontech. Jsou-li při výsadbě humusové horizonty strženy a smrk je vysazován do minerální půdy, všechny kořeny se stočí směrem k nejbližším humusovým horizontům.

2.3.4.2 Řešení k zamezení vzniku deformací

Mezi konstrukční a technologická řešení k zamezení vzniku deformací krytokořenného sadebního materiálu patří dle Mauera a kol. (2006):

- ❖ Zvětšování objemu obalu (ekonomické limity).
- ❖ Zkracování doby pěstování v obalech.
- ❖ Modifikace tvaru obalu tak, aby průřez měl hrany, které působí jako svodnice kořenů. Modifikace je účinná pouze ve spojení s volným dnem.

- ❖ Přidávání přepážek na vnitřní straně pevných obalů. Počet vlisovaných žeber se pohybuje v rozmezí 4–12 na každý obal. Důležitým parametrem je výška žeber. U nedostatečně vystouplých žeber hrozí nebezpečí, že budou působit jako svodnice pouze pro první kořen rostoucí podél žebra, čímž se nerovnost mezi povrchem obalu a výškou žebra vyrovná a žebro ztratí svoji funkci.
- ❖ Odstranění dna obalu. Kořeny prorostou volným dnem a na vzduchu zasychají. Na místě zaschlého kořene se vytvoří kalus, který po přesazení sadebního materiálu iniciuje tvorbu většího počtu kořenů vyšších řádů. Rozvinutá je nejen technologie spodního stříhu vzduchem („pěstování na vzduchovém polštáři“), ale i bočního stříhu (perforace bočních stěn obalu).

2.3.5 Ekonomické aspekty využití krytokořenného sadebního materiálu

Využití krytokořenného sadebního materiálu v lesním hospodářství snižuje náklady na založení a následnou péči o kultury, neboť oproti sadebnímu materiálu prostokořenného umožňuje (Mauer a kol., 2006):

- ❖ snížení nákladů na výsadbu o 30–50 % (je dáno využitím speciálních sázecích holí),
- ❖ snížení počtu sazenic vysazovaných na hektar na spodní hranici počtů dle zásad pěstování lesa,
- ❖ významné snížení nákladů na vylepšování (vysoká ujímavost – přes 95 %),
- ❖ zkrácení doby péče o kultury o 1 rok; velká dynamika růstu krytokořenných rostlin již v prvním roce po výsadbě,
- ❖ ochranu sadebního materiálu před škodami klikorohem borovým, již ve školce. Ochrana proti klikorohům spočívá v dodání systémových insekticidů do substrátu. Jedná se o nezanedbatelný vliv na náklady v péči o kultury, kdy náklady na ochranu kultur před klikorohem u řady lesnických firem činí více jak 50 % veškerých nákladů na ochranu lesa,
- ❖ ochranu sadebního materiálu proti škodám zvěří již ve školce. Nátěr repelenty se realizuje těsně před zalesněním (expedicí ze školky). V závislosti na ošetřovaném druhu rostlin lze použít kartáče, postřikovače,

nebo zvláštní rohože nasycené repelentem. Náklady na ošetření tímto způsobem činí cca 30 % nákladů obdobného ošetření na pasece po výsadbě,

- ❖ možnost rychlé reakce (většina druhů je pěstována v jednoletém cyklu) na neočekávané zvýšení potřeb sazenic, např. v důsledku kalamity,
- ❖ prodloužení doby výsadby z několika týdnů na několik měsíců; zvláště důležité ve vyšších polohách hor nebo při delším období nepříznivého počasí,
- ❖ vypěstovat sazenice s kvalitní mykorhizou, se zárukou přežití mykorhizy a jejím následným rozvojem v založené kultuře,
- ❖ obecně velká vitalita krytokořenného sadebního materiálu, příkladem je neporovnatelně vyšší regenerační schopnost po poškození hmyzem nebo zvěří.

2.3.6 Zásady správné výsadby

Kořenový bal musí být vlhký a dostatečně vyhnojený. Při výsadbě nesmí dojít k poškození kořenového balu nebo kořenů. Kořenový systém nesmí být deformován a musí být umístěn v přirozené poloze (pozitivně geotropicky). Celý kořenový bal musí být umístěn do minerální půdy a vrch balu překryt cca 2 cm půdy. Není-li povrch kořenového balu překryt, substrát v balu velmi rychle vysychá (rychleji než minerální půda). Nepřekryté kořenové baly jsou často vytahovány mrazem. Případná tvorba nových kořenů, které minimalizují již vzniklé deformace kořenů nebo zvětšují kořenový systém, je z nadzemní části osy (nové adventivní kořeny vyrůstají z části nad kořenovým krčkem). V půdě nesmí být tvořeny ohlazené (hladké) stěny. Ohlazené stěny jsou ve většině případů pro kořeny nepropustné, tzn., mohou vyvolat deformace kořenů; ohlazená stěna odebírá vodu z kořenového balu. Při výsadbě nesmí být kolem kořenového balu vytvořeny „vzduchové kapsy“. Kolem kořenového balu umístit nejlepší zeminu a kořenový bal dobře utěsnit. Na výrazně kamenitých stanovištích a v místech s nekvalitní půdou je žádoucí donáška kvalitní zeminy. Nevysazovat do suché půdy. Při výsadbě nesmí být odstraněn substrát z kořenového balu. Při manipulaci s rostlinami, které byly vyjmuty z obalů ve školce, je nutno věnovat zvýšenou péči ochraně kořenového balu před vyschnutím – větší část jemných kořenů je soustředěna na vnější straně kořenového balu (Mauer, 2009).

2.3.7 Způsoby výsadby

- ❖ Ruční jamková výsadba. Autoři Jurásek a kol. (1999) a Mauer a kol. (2006) uvádějí, že jde o biologicky nejvhodnější způsob výsadby. Lze ji použít na všech stanovištích, pro všechny druhy dřevin a typy sadebního materiálu. Minimální velikost jamky: šířka - 3x horní průměr kořenového balu, hloubka - 1,5x výška kořenového balu. Nejdříve nasekneme a strhneme drn. Dále na zvláštní hromádku shrneme organické horizonty. Prokopeme jamku v požadované velikosti, hloubce a tvaru, promísíme půdu, ručně vybereme skelet a promísenou půdu vyhrneme z jamky. Kořenový bal vkládáme ručně doprostřed volného prostoru a teprve následně zasypáváme zeminou cca 2 cm nad kořenový krček. V neposlední fázi zhutníme jamku tak, když vytahujeme rostlinu za terminální pupen – pupen utrheme, ale při silnějším tažení za terminál rostlinu z jamky vytáhneme (malé zhutnění má za následek, že všechny kořeny nejsou v kontaktu s půdou, velké zhutnění vyvolává nedostatek kyslíku pro kořeny). Ve finální fázi se nakopaný drn pokládá na okrajích jamky kořeny vzhůru, aby bránil prorůstání buřene v okolí jamky. Mauer (2009) vylišuje tyto výhody jamkové sadby: nevytvářejí se ohlazené stěny, dojde k prokypření a jejímu promísení s organickými částmi zeminy, nedojde k jejímu zhutnění. Mauer (2011a) ve své další práci ještě doplňuje, že jamková sadba minimalizuje všechna negativa užití pracovních pomůcek. Navíc krátkodobě omezuje růst buřene v bezprostředním sousedství sazenic. Nevýhodou je podstatně vyšší pracnost a tedy i vyšší náklady než u následujících způsobů výsadby (Jurásek a kol., 1999). Mauer (2009) uvádí i další nevýhodu této sadby, kterou je přerušování vztlínání (kapilár) spodní vody při prokopání jamky. V období sucha rostlina nedostává vodu ani shora, ani zdola.
- ❖ Ruční výsadba speciálními sázecími rourami. Po zatlačení vytvoří sázecí roura v půdě otvor kruhového nebo čtvercového průřezu, který má stejnou velikost jako kořenový bal vysazovaných rostlin. Rostlina je vložena do horní části roury a vlastní hmotností propadne do vytvořeného otvoru v půdě. Po vytažení sázecí roury je kořenový bal utěsněn přišlápnutím. Technologii lze použít pouze při výsadbě obalů menších rozměrů a na

lehčích půdách bez skeletu (Mauer, 2009). I když jde o velmi rychlý způsob výsadby, z biologického hlediska je málo vhodný - ohlazené stěny, jednostranné zhutnění půdy, nepřekrytí povrchu kořenového balu (Mauer, 2011a). V případě, že při pěstování a transportu byl kořenový bal i málo deformován, nebo změnil svoji velikost, při výsadbě se nevejde do otvoru, který je sázečí rourou vytvořen (Mauer, 2009). Nejznámější speciální sázečí rourou dle Juráska a kol. (1999) je finská sázečí roura *Puttiputki* (dále jen sázečí roura).

- ❖ Ruční výsadba sázečí holí – spodní část duté hole se zatlačí do zeminy, čímž se vytvoří otvor pro kořenový bal. Díky vyříznutému otvoru ve spodní části hole nedochází k tak velkému zhutnění zeminy jako u sázečího trnu. Kořenový bal se vkládá přímo do otvoru a překryje se 2 cm zeminy. Hlavní nevýhodou jsou ohlazené stěny (Mauer, 2009).
- ❖ Ruční výsadby sázečím trnem – obdobný způsob jako sázečí hůl, pevný trn je zašlápnut do půdy. Má však víc negativ, které uvádí Mauer (2011a): ohlazené stěny, výrazné zhutnění půdy na všechny strany, nepřekrytí povrchu kořenového balu. Mauer a Palátová (2013a) došli k závěru, že sadba krytokořeného sadebního materiálu pomocí sázečích rour, dutých rýčů nebo trnů (byť je ekonomicky výhodnější) vyvolává tak velké negativní reakce stromů, že jeho predispozice pro další zdárný růst jsou výrazně omezeny.
- ❖ Ruční výsadba pomocí sázečí hole – výkroj (dále jen výkroj). Tento ruční zalesňovací nástroj vyvinula rakouská společnost LIECO. Nástroj je podobný jako sázečí hůl s tím rozdílem, že násada je půlkulatého a dutého tvaru. Postup výsadby pomocí výkroje je stejný jako u sázečí hole. Liší se však tím, že při zatlačení do půdy se nástroj pootočí o 45° doleva či doprava a následně se vytáhne i s minerální půdou. Výhodou je vysoká produktivita práce. Naopak hlavní nevýhodou je tvorba ohlazených stěn (waldwissen.net, 2017).
- ❖ Ruční výsadby pomocí sazeče (speciálního rýče). Před sadbou (je-li to nutné) strhneme drn, odstraníme humusové horizonty. Zašlápneme celou pracovní část sazeče do půdy a tahem od sebe a k sobě vytvoříme v půdě štěrbinu a sazeč vytáhneme. Následně umístíme kořenový bal do štěrbiny

co nejniž a potom povytáhneme tak, aby kořenový krček byl cca 1 cm pod půdním povrchem. Dále zarazíme celý sazeč cca 6 až 8 cm od štěrbinu a tahem k sobě a od sebe štěrbinu zatáhneme. První tah je k sobě, aby byla zatažena spodní část štěrbinu (při nedbalé práci se často stává, že spodní část štěrbinu není zatažena – je vytvořena vzduchová kapsa a rostliny hynou). Výhody oproti sadbě jamkové: je rychlejší a méně pracná, není tak narušeno vzlínání spodní vody (rostlina má v době přísušku více vláhy), je zajištěn větší kontakt kořenů s půdou. Nedostatky oproti sadbě jamkové: nedá se použít na všech stanovištích, při nesprávném utěsnění zeminy vniká kolem obal „vzduchová kapsa“, neomezený růst buřeně v těsné blízkosti sazenic při výsadbě do nepřipravené půdy, omezení rozrůstání kořenů zhutněním těžších půd při vytváření štěrbinu, deformace kořenového balu zploštěním s následným rozrůstáním kořenů převážně ve směru štěrbinu, deformace kořenů prorůstajících stěnami a dnem a ohyb spodní části balu při malé hloubce štěrbinu (Jurásek a kol., 1999). Štěrbínovou sadbu lze použít na půdách, na kterých lze bez větších problémů zašlápnout celý sazeč do půdy. Pro sadbu sazečem jsou nevhodné půdy těžké, kde se vytváří ohlazené stěny a dochází k nepřijatelnému zhutnění půdy (Mauer, 2009).

- ❖ Ruční výsadba pomocí sázecích vidlí. Nejprve zašlápneme hroty sázecích vidlí do země, a poté přišlápneme páku na jejich boku směrem k zemi, čímž se rozevřením dvou protisměrných hrotů vytvoří otvor. Po vyjmutí vidlí vložíme do vzniklého otvoru kořenový bal, následně překryjeme 2 cm vrstvou zeminy a zhutníme ušlápnutím.
- ❖ Ruční výsadba do otvorů vytvořených půdními vrtáky. I když principiálně jde o sadbu jamkovou, z biologického hlediska může mít celou řadu stejných nevýhod jako výsadba sázecími rourami (obzvláště tvorba ohlazených stěn).
- ❖ Mechanizovaná výsadba rýhovým zalesňovacím strojem a klínovým půdním bagrem. Oba tyto stroje vytváří v půdě štěrbinu, což umožňuje tvorbu ohlazených stěn (při použití klínu i zhutněných).
- ❖ Pro výsadbu lze použít i zcela speciální zalesňovací stroje. Do zásobníků těchto strojů jsou ručně vkládány krytokořenné rostliny a stroj sám,

na principu štěrbínové nebo jamkové sadby, rostliny vysazuje (Mauer, 2009).

3 Metody a použitý materiál

3.1 Lokalizace a popis oblasti

Výzkumné plochy se nacházejí v Moravskoslezském kraji v okrese Bruntál zhruba na půl cesty mezi městy Bruntál a Šumperk (Obr. 3). Obě výzkumné plochy náleží do stejného katastrálního území Žďárský Potok. Výzkum byl realizován u Lesů ČR, s. p. na území lesní správy Janovice, revír Hubert.



Obr. 3 Obecná mapa (lokalizace výzkumných ploch) - zdroj: <http://mapy.cz>

3.2 Širší územní vztahy a přírodní poměry

3.2.1 Přírodní lesní oblast

Zájmové území se nachází v přírodní lesní oblasti 27 – Hrubý Jeseník. Byl horotvornými pochody v třetihorách vyzdvižen vysoko nad Hornomoravský úval. Má výrazně horský ráz s úzkými rozvodnými částmi terénu a hluboko zařiznutými údolími, jejichž hloubka často přesahuje 300 m. Horský ráz reliéfu dokreslují široká, přitom značně hluboká sedla a velké spády potoků a řek. Hrubý Jeseník tvoří nejvyšší horstvo Moravy (Průša, 2001).

3.2.2 Geomorfologické poměry

- ❖ Systém: Hercynský
 - ❖ Provincie: Česká vysočina
 - ❖ Subprovincie: IV Krkonošsko – jesenická soustava
 - ❖ Oblast: IVC Jesenická podsoustava
 - ❖ Celek: IVC – 7 Hrubý Jeseník
 - ❖ Podcelek: IVC – 7C Pradědská hornatina
 - ❖ Okrsek: IVC – 7C – 2 Vysokoholský hřbet

Vysokoholský hřbet (IVC – 7C – 2)

Je okrsek ve střední části Pradědské hornatiny. Tvoří jej členitá hornatina až velehornatina o celkové rozloze 56,19 km². Nejvyšším bodem je Vysoká Hole 1463,9 m. Dalšími významnými vyššími body jsou Břidličná hora 1358,0 m, Jelení hřbet 1367,0 m, Pecný 1328,3 m a Ztracené skály 1151,3 m. Svahy v tomto území jsou zalesněné smrkovými porosty ve vyšších polohách a v nižších pak porosty smrku, buku, případně jedlí a modřínem (Demek a kol. 2006).

3.2.3 Geologické poměry

Území severní části budují velmi složité komplexy krystalinika soustavy Lužicko – Slezské, tvořené úzkými pruhy hornin a protažené ve směru od severu až severovýchodu k jihu až jihozápadu. Jedná se o tektonicky zdviženou hornatinu, tvořenou víceméně oddělenými horskými skupinami, mezi nimiž se nacházejí hluboká sedla a kotlinovité sníženiny. Ledovcové kary jsou vyvinuty nedokonale a v malém počtu, Malá a Velká kotlina. Podloží je tvořeno horninami spodního až středního devonu, převážně seritickými a grafitickými fylity, metamorfovanými tufy, zelenými břidlicemi a metamorfovanými diabasy (Kolektiv, 2011b).

3.2.4 Pedologické poměry

V nižších horských polohách 800–1150 m n. m. se vytvořily kryptopodzoly – rezivě horské hnědé půdy. U kryptopodzolů se vedle procesu podzolizace významně uplatňuje i proces hnědnutí. Bvs – horizont je zbarven rezivě okrově až rezivě hnědě,

shora je tmavší. Formou nadložního humusu je převážně morový moder až moder (Kolektiv, 2011b).

3.2.5 Klimatické poměry

Dle Quitta (1971) leží celé řešené území v chladné oblasti CH6. Ta je charakteristická velmi krátkým, mírně chladným, vlhkým létem. Má dlouhé přechodné období s chladným jarem a mírně chladným podzimem. Zima je velmi dlouhá, mírně chladná a vlhká, s dlouhým trváním sněhové pokrývky. Charakteristika klimatické oblasti CH6 je uvedena v Tab. 3.

Tab. 3 Klimatické charakteristiky dle Quitta pro oblast CH6

Klimatické charakteristiky	CH6
Počet letních dnů	10 – 30
Počet dnů s průměrnou teplotou 10 °C a více	120 – 140
Počet mrazových dnů	140 – 160
Počet ledových dnů	60 – 70
Průměrná teplota v lednu (°C)	- 4 – (- 5)
Průměrná teplota v červenci (°C)	14 – 15
Průměrná teplota v dubnu (°C)	2 – 4
Průměrná teplota v říjnu (°C)	5 – 6
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	140 – 160
Srážkový úhrn ve vegetačním období v mm	600 – 700
Srážkový úhrn v zimním období v mm	400 – 500
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	120 – 140
Počet dnů zamračených	150 – 160
Počet dnů jasných	40 – 50

3.2.6 Hydrologické poměry

Oblastí LHC prochází hlavní evropské rozvodí Odra – Dunaj, přičemž k úmoří Baltského moře patří severní a střední část LHC (Kolektiv, 2011b).

Jižní část vymezeného území je odvodňována Žlutým potokem. Ten se vlévá do Podolského potoka. Severní část odvodňuje Podolský potok (mapy.cz, 2016).

Podolský potok pramení na jižních svazích Jeleního hřbetu ve výšce 1345 m n. m. a ústí zprava do Moravice u Velké Štáhle v 540 m n. m. Plocha povodí 81,1 km². Délka toku 20,5 km a průměrný průtok u ústí 1,20 m³ * s⁻¹. Vodohospodářský významný tok, pstruhová voda na celém toku. Horní část potoka je na území CHKO Jeseníky (Vlček, 1984).

3.3 Charakteristika výzkumných ploch

V souladu s cílem práce jsme se při výběru výzkumných ploch zaměřili na 7. lesní vegetační stupeň. Celkem byly založeny 2 výzkumné plochy s názvem Hubert a Skřítek. Tyto plochy se mezi sebou liší z hlediska stanovištních poměrů, a to konkrétně rozdílnými soubory lesních typů. Plochy jsou od sebe vzdálené 4 km vzdušnou čarou.

3.3.1 Výzkumná plocha Hubert (7K)

Na jaře roku 2014 vznikla v porostu 511C13 nahodilou těžbou po větrné kalamitě na ploše 5 ha holina. Na části (0,15 ha) vzniklé holiny byla v dubnu roku 2016 založena výzkumná plocha Hubert. Oplocena byla již před zalesněním. Půdorys oplocenky je obdélníkový o rozměrech stran cca 30x50 m. Plocha má nehomogenní podmínky kvůli 7 ks hromad klestu a 6 ks špatně vrácených pařezů („koláčů“). Plocha je kryta z jedné strany stěnou porostu (Obr. 8 v přílohách).

Z typologického hlediska plocha spadá do hospodářského souboru 731 – smrkové hospodářství kyselých stanovišť horských poloh. Lesním typem je 7K2 – kyselá buková smrčina borůvková. Nadmořská výška výzkumné plochy se pohybuje od 1010 do 1020 m n. m. o sklonu cca 20 % s východní expozicí (Kolektiv, 2010a). Půdním typem je kryptopodzol oglejený (mapy.geology.cz, 2017). Dle lesního typu se výzkumná plocha Hubert nenachází na vodou ovlivněném stanovišti (dále jen 7K).

3.3.2 Výzkumná plocha Skřítek (7P)

V létě roku 2014 vznikla v porostu 519B08 nahodilou těžbou po kůrovcovém ohnisku na ploše 0,15 ha holina. Na této holině byla v dubnu roku 2016 založena výzkumná plocha Skřítek. Oplocena byla již před zalesněním. Půdorys oplocenky je obdélníkový o rozměrech stran cca 30x50 m. Plocha má nehomogenní podmínky kvůli 21 ks špatně vrácených pařezů („koláčů“). Plocha je kryta ze všech stran stěnou porostu (Obr. 9 v přílohách).

Z typologického hlediska plocha spadá do hospodářského souboru 771 – smrkové hospodářství podmáčených stanovišť horských poloh. Lesním typem je 7P2 – kyselá jedlová smrčina třtinová s rašeliníkem. Nadmořská výška výzkumné plochy se pohybuje kolem 870 m n. m. o sklonu cca 5 % se severovýchodní expozicí (Kolektiv, 2010a). Půdním typem je kryptopodzol modální (mapy.geology.cz, 2017). Dle lesního typu se výzkumná plocha Skřítek nachází na vodou ovlivněném stanovišti (dále jen 7P).

3.4 Použitý sadební materiál a doba výsadby

Veškerý sadební materiál pochází z lesní školky LESCUS Cetkovice, s.r.o. Na obou plochách byl u smrku a buku použit jeden druh krytokořenného sadebního materiálu. Celkem bylo dodáno 1 000 sazenic smrku a 1 000 sazenic buku.

Smrk ztepilý 2letý (výška nadzemní části 26–35 cm), druh obalu HIKO 350 a způsob pěstování fv0,5+v1,5 (dvouletá krytokořenná sazenice; půl roční krytokořenný semenáček vypěstovaný v umělém krytu technologií stříhu vzduchem a byl přemístěn ve stejném sadbovači na jeden a půl roku na uložště, kde znovu došlo k technologii stříhu vzduchem). Semenáčky měly průměrnou tloušťku kořenového krčku 5 mm. Sadbovač HIKO 350 byl neprorůstavý a pevný obal s perforovaným dnem. Buňky byly kónického tvaru kruhového průřezu s pravidelně rozmístěnými 8 vnitřními vodícími žebry po obvodu. Rozměry buňky: výška – 125 mm, horní průměr – 66 mm, dolní průměr – 50 mm.

Buk lesní 1letý (výška nadzemní části 26–35 cm), druh obalu HIKO 265 a způsob pěstování fv1 (jednoletý krytokořenný semenáček vypěstovaný v umělém krytu technologií stříhu vzduchem po dobu jednoho roku). Semenáčky měly velmi slabý kořenový krček – 3 mm. Sadbovač HIKO 265 byl neprorůstavý a pevný obal s perforovaným dnem. Buňky byly kónického tvaru s čtvercovým průřezem. Na každé stěně buňky byly na vnitřní straně dvě vertikální žebra po celé její výšce. Rozměry buňky: výška – 150 mm, horní strana – 48 mm, dolní strana – 35 mm.

Osivo pro vypěstování sadebního materiálu smrku ztepilého bylo získáno z uznané jednotky číslo CZ-3-3-SM-81-27-7-M, pro materiál buku lesního z uznané jednotky číslo CZ-2-2B-BK-3354-16-6-J.

Obě plochy byly zalesněny dne 23. 4. 2016 při teplotě vzduchu + 6°C. Toho roku byly 1x ručně vyžnuty v pásech a 1x ošetřeny insekticidem proti klikorohu borovém.

3.5 Biotechniky sadby krytokořenného sadebního materiálu

Každá sadba smrku a buku byla realizována s překrytím a bez překrytí kořenového balu. U způsobu s překrytím kořenového balu byl bal přehrnut cca 2 cm půdy, kdežto u druhého způsobu nebyl bal překryt vůbec. Výjimkou byla jamková sadba, která byla provedena pouze s překrytím kořenového balu. Výsadba obou dřevin na obou plochách byla realizována ve sponu 90 x 150–200 cm. V každé řadě bylo vysázeno 17–19 ks sazenic. Podrobný náčrt, jak se postupovalo při zalesňování na obou plochách, je na Obr. 6 a Obr. 7 v přílohách.

U smrku ztepilého bylo použito 9 způsobů výsadby: jamka s překrytím (dále označováno jako varianta JSP), sázecí hůl bez překrytí (dále označováno jako varianta HBP), sázecí hůl s překrytím (dále označováno jako varianta HSP), sázecí roura bez překrytí (dále označováno jako varianta RBP), sázecí roura s překrytím (dále označováno jako varianta RSP), sázecí trn bez překrytí (dále označováno jako varianta TBP), sázecí trn s překrytím (dále označováno jako varianta TSP), sázecí hole – výkroj bez překrytí (dále označováno jako varianta VBP), sázecí hole – výkroj s překrytím (dále označováno jako varianta VSP).

U buku lesního bylo použito taktéž 9 způsobů výsadby: jamková s překrytím (JSP), sázecí hůl bez překrytí (HBP), sázecí hůl s překrytím (HSP), sazeč bez překrytí (dále označováno jako varianta SBP), sazeč s překrytím (dále označováno jako varianta SSP), sázecí trn bez překrytí (TBP), sázecí trn s překrytím (TSP), sázecí vidle bez překrytí (dále označováno jako varianta VBP), sázecí vidle s překrytím (dále označováno jako varianta VSP).

3.6 Postup při zalesňování

Zalesňování buku lesního:

- ❖ Jamka s překrytím (JSP) – nejdříve jsme pomocí sekeromotyky nasekli a strhli plošku (25 x 25 cm) drnu (hrabanky) bokem na hromádku. Následně jsme prokopali jamku v dostatečné velikosti a hloubce a prokypřenou minerální půdu vyhrnuli vedle jamky. Kořeny v jamce jsme přesekali a společně se skeletem ručně vybrali z jamky. V dalším kroku jsme vložili kořenový bal do jamky a překryli jej minerální půdou tak, aby byla překryta jeho vrchní část minimálně 2 cm. Dále jsme zhutnili jamku tak, aby při pokusu vytáhnutí sazenice za terminální pupen, tento pupen utrhne. Nakonec jsme na místo jamky rozmístili hrabanku nebo drn tak, aby kořeny směřovaly vzhůru. Pokud bylo v jamce hodně skeletu a málo minerální půdy, museli jsme tuto půdu donést odjinud.
- ❖ Sázecí hůl bez překrytí (HBP) – hrot sázecí hole jsme zašlápli do země a po vytažení jsme do vytvořeného otvoru ručně vložili kořenový bal. Na závěr jsme ho ušlápli.

- ❖ Sázečí hůl s překrytím (HSP) – hrot sázečí hole jsme zašlápli do země, po vytažení jsme ručně vložili do vytvořeného otvoru kořenový bal. Na závěr jsme ho ušlápli a překryli vrstvou 2 cm zeminy.
- ❖ Sazeč bez překrytí (RBP) – pomocí sazeče jsme strhnuli drn nebo organickou půdu, poté celou čepel sazeče zašlápli do země a pomocí rukojeti s ním tahem od sebe a k sobě vytvořili v půdě štěrbinu. Po vytažení nástroje z vytvořené štěrbiny jsme do ní vložili kořenový bal, štěrbinu zašlápli sazečem a zhutnili ušlápnutím.
- ❖ Sazeč s překrytím (RSP) – pomocí sazeče jsme strhnuli drn nebo organickou půdu, poté celou čepel sazeče zašlápli do země a pomocí rukojeti s ním tahem od sebe a k sobě vytvořili v půdě štěrbinu. Po vytažení nástroje z vytvořené štěrbiny jsme do ní vložili kořenový bal, štěrbinu zašlápli, překryli vrstvou 2 cm zeminy a zhutnili ušlápnutím.
- ❖ Sázečí trn bez překrytí (TBP) – hrot sázečího trnu jsme zašlápli do země, díky němuž vznikl otvor. Do vytvořeného otvoru jsme vložili kořenový bal a ušlápli jej.
- ❖ Sázečí trn s překrytím (TSP) – hrot sázečího trnu jsme celý zašlápli do země a po vytažení jsme do vzniklého otvoru vložili kořenový bal. Na závěr byl překryt 2 cm vrstvou zeminy a ušlápnut.
- ❖ Sázečí vidle bez překrytí (VBP) – hroty sázečích vidlí jsme zašlápli do země a poté přišlápli páku na jejich boku směrem k zemi, čímž se rozevřením dvou protisměrných hrotů vytvořili otvor. Po vyjmutí vidlí jsme do vzniklého otvoru vložili kořenový bal a zhutnili ušlápnutím.
- ❖ Sázečí vidle s překrytím (VSP) – hroty sázečích vidlí jsme zašlápli do země, a poté přišlápli páku na jejich boku směrem k zemi, čímž se rozevřením dvou protisměrných hrotů vytvořili otvor. Po vyjmutí vidlí jsme do vzniklého otvoru vložili kořenový bal, následně překryli 2 cm vrstvou zeminy a zhutnili ušlápnutím.

Zalesňování smrku ztepilého:

- ❖ Jamka s překrytím (JSP) – stejný postup jako u buku.
- ❖ Sázeční hůl bez překrytí (HBP) – stejný postup jako u buku
- ❖ Sázeční hůl s překrytím (HSP) – stejný postup jako u buku
- ❖ Sázeční roura bez překrytí (RBP) – hrot sázeční roury jsme zašlápli do země, a poté přišlápli páku na jejím boku směrem k zemi, čímž se rozevřením hrotu v zemi vytvořili válcovitý otvor. Potom jsme sazenici vložili do horní části roury, a ta vlastní hmotností propadla do vytvořeného otvoru. Po vyjmutí nástroje z půdy jsme zeminu kolem balu zhutnili přišlápnutím.
- ❖ Sázeční roura s překrytím (RSP) – hrot sázeční roury jsme zašlápli do země, poté jsme přišlápli páku na boku roury směrem k zemi, čímž se rozevřel hrot v zemi, který vytvořil válcovitý otvor. Následně jsme vložili sazenici do roury, která gravitační silou propadla do vytvořeného otvoru. Po vytažení roury jsme překryli povrch kořenového balu 2 cm vrstvou zeminy. Nakonec jsme povrch zhutnili ušlápnutím.
- ❖ Sázeční trn bez překrytí (TBP) – stejný postup jako u buku
- ❖ Sázeční trn s překrytím (TSP) – stejný postup jako u buku
- ❖ Sázeční výkroj bez překrytí (VBP) – hrot sázečního výkroje jsme zatlačili do půdy a následně s ním o 45° pootočili doleva či doprava. Tím jsme pomocí hrotu vykrojili část minerální půdy. Do vzniklého otvoru jsme vložili kořenový bal a ušlápli jej.
- ❖ Sázeční výkroj s překrytím (VSP) – hrot sázečního výkroje jsme zarazili do země, a poté s ním pootočili o 45° doleva nebo doprava. Tím jsme pomocí hrotu vykrojili část minerální půdy. Do vzniklého otvoru jsme vložili kořenový bal, překryli jej 2 cm vrstvou zeminy a přišlápli.

Náradí k jednotlivým způsobům sadby jsou zachyceny na Obr. 4, schéma rozložení výsadeb na obou plochách jsou v přílohách na Obr. 6 a 7.



Obr. 4 Použité nářadí k jednotlivým způsobům výsadby (foto prof. O. Mauer)

3.7 Postup při měření a vyhodnocování výsledků

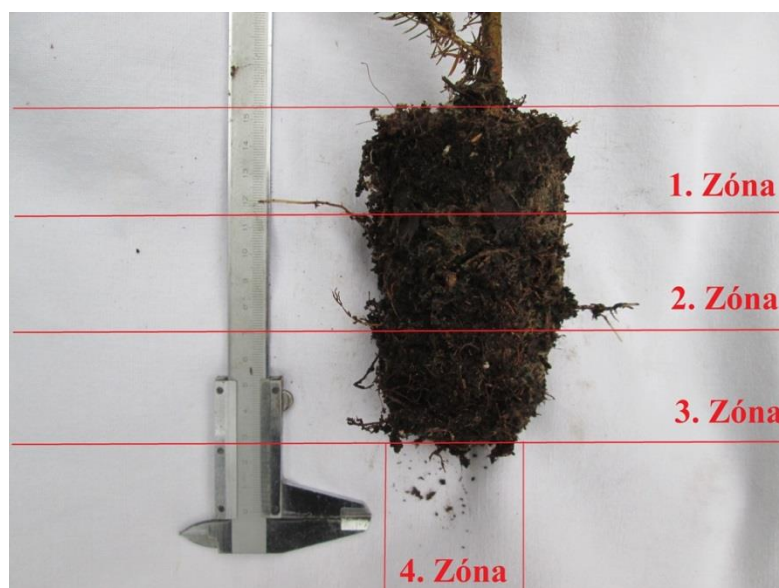
Měření nadzemní části sazenic probíhalo na přelomu srpna a září roku 2016. Bylo to z toho důvodu, aby se mohl změřit asimilační aparát u buku. Měření podzemní části sazenic se uskutečnilo v druhé půli října. Zápis byl zaznamenán do předem připravených zápisníků, které jsme později převedli do elektronické podoby. Na obou výzkumných plochách jsme měřili všechny vysázené sazenice.

Hodnoceny byly tyto parametry a znaky:

- ❖ Výška nadzemní části (dále označováno NČ) u smrku i buku byla měřena pomocí skládacího metru přiloženého k sazenici od půdního povrchu až po špičku terminálního pupenu s přesností na 1 cm.
- ❖ Výškový přírůst 2016 u smrku i buku byl změřen pomocí skládacího metru jako vzdálenost terminálního pupenu od nejbližšího přeslenu s přesností na 1 cm.

- ❖ Tloušťka kořenového krčku (dále označováno KK) u smrku i buku byla měřena ve výšce 1 cm nad půdním povrchem pomocí posuvného měřítka s přesností na 1 mm.
- ❖ Délka jehlic u smrku byla měřena posuvným měřidlem s přesností na 1 mm. Z každé sazenice jsme odejmuli bez ohledu na měření tři nejdelší jehlice na posledním přírůstu a změřili každou zvlášť. Délka a šířka listů u buku byla měřena stejným způsobem jako u jehlic smrku s tím rozdílem, že u šířky listů jsme měřili v jeho nejširší části.
- ❖ Barva jehlic byla vizuálně hodnocena do 4 stupňů (Obr. 10 v přílohách), z čehož každý stupeň byl vyhodnocen v % z celkového počtu měřených sazenic. Stejně tak jsme hodnotili i buk (Obr. 10 v přílohách):
 - 1 – tmavě zelená barva
 - 2 – zelená barva
 - 3 – světle zelená barva
 - 4 – žlutá barva
- ❖ Povytažený kořenový bal nad úroveň půdního povrchu byl u všech sazenic smrku i buku vizuálně hodnocen jako ano/ne. Výsledek byl vyhodnocen v %. Povytažený kořenový bal je zobrazen na Obr. 16 v přílohách.
- ❖ Počet bočních větví jsme hodnotili vizuálně pouze u buku, a to jejich spočítáním v ks. Výsledek byl vyhodnocen v %.
- ❖ Poškození sazenic (u smrku – mrazem a klikorohem; u buku – mrazem, štetconošem bukovým a bejlomorkou bukovou) bylo hodnoceno vizuálně na poškozeno/nepoškozeno. Výsledek byl vyhodnocen v %.
- ❖ Ztráty byly spočítány a vyjádřeny v %.
- ❖ Vyhodnocení podzemní části smrku i buku. Od každého způsobu výsadby jsme opatrně vyzvedli 6 rostlin tak, aby nebyly poškozeny prorůstající kořeny. Poté jsme bal opatrně očistili a okulárně rozdělili na 4 zóny (Obr. 5). Výšku kořenového balu jsme rozdělili na třetiny, 4. zónu tvořilo dno balu. Následně jsme spočítali počet kořenů v jednotlivých zónách a zařazovali je do tloušťkových stupňů: do 2 mm, 2,1–4,0 mm, 4,1 mm a více. Vyhodnocení kořenového systému jsme provedli tak, že jsme

spočítali celkový počet kořenů jednotlivých variant u dané dřeviny, a poté jsme zjistili, jaké procentuální zastoupení prorostlých kořenů kořenovým balem mají jednotlivé varianty v porovnání s jamkovou sadbou.



Obr. 5 Rozdělení kořenového balu do jednotlivých zón

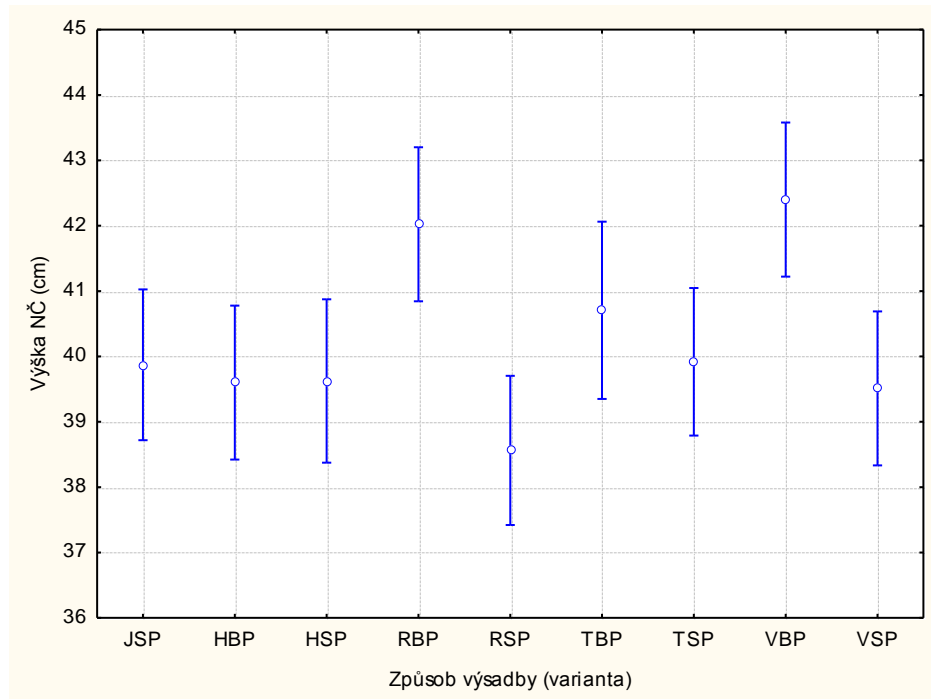
Po naměření hodnot a znaků v terénu a zapsání do zápisníku, následoval jejich přepis do elektronického sešitu MICROSOFT EXCEL 2010. V tomto programu byla vyhodnocena popisná statistika a vypočteny relativní hodnoty v %. Tyto výsledky byly uspořádány do tabulek a grafů. Z popisné statistiky se použil aritmetický průměr a směrodatná odchylka. Další statistická analýza naměřených hodnot byla provedena v programu STATISTICA 7.0 CZ, pomocí analytického nástroje jednofaktorové parametrické ANOVY. Celkové hodnocení bylo realizováno váhovým testem vypočítaným a uspořádaným do dvou tabulek pomocí EXCELU 2010.

4 Výsledky

4.1 Vliv biotechniky sadby na odrůstání krytokořenného sadebního materiálu

4.1.1 Smrk ztepilý plocha Hubert (7K)

4.1.1.1 Výška nadzemní části

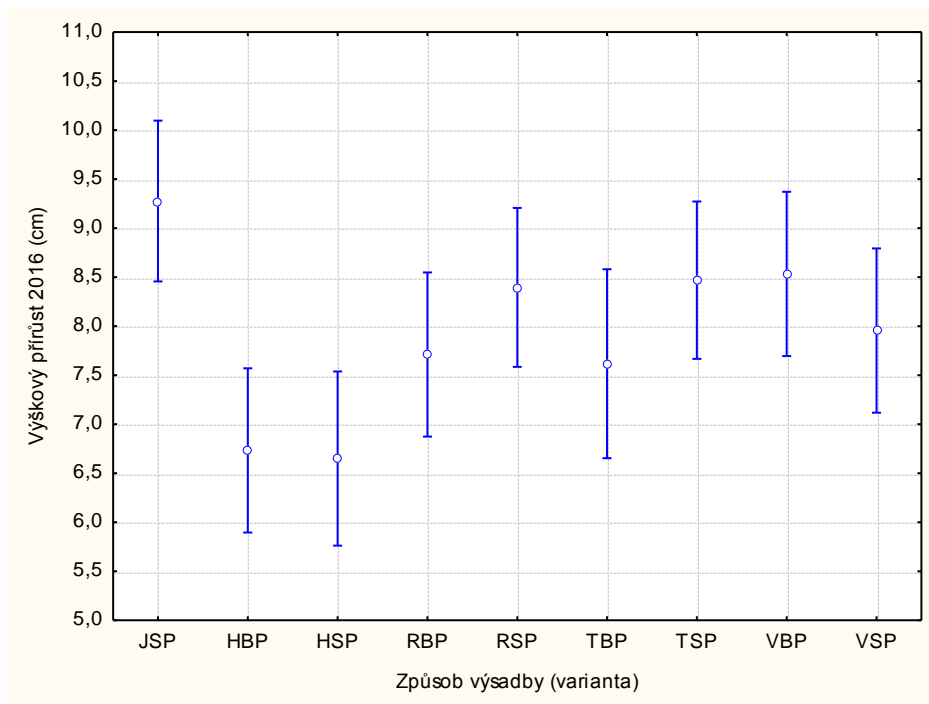


Graf 1 Výšky NČ SM na ploše Hubert (7K)

Při analýze středních hodnot výšek NČ jednofaktorovou anovou byly nalezeny statisticky významné rozdíly mezi variantami RBP, VBP a variantami RSP a VSP (Graf 1). Největší rozdíl průměrných hodnot výšek NČ je mezi variantou RSP a variantou VBP. Rozdíly průměrných hodnot mezi těmito a dalšími variantami jsou uvedeny v Tab. 4 na str. 58.

4.1.1.2 Přírůst 2016

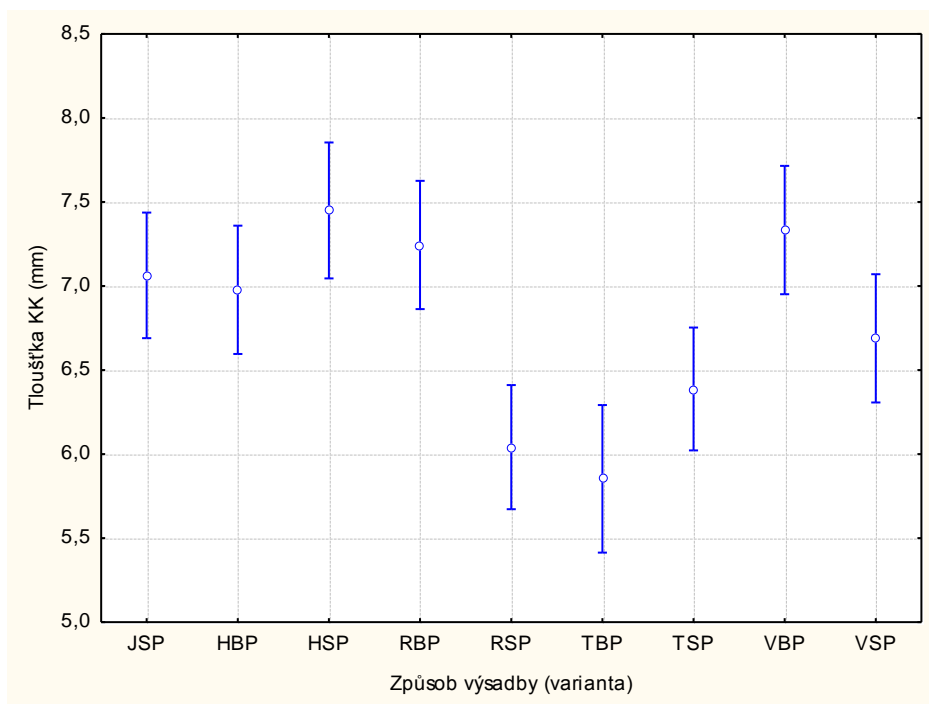
Z Grafu 2 lze vyčíst, že statisticky významné rozdíly průměrných výškových přírůstů je mezi variantami JSP, TSP a VBP a variantami HBP a HSP. Varianta JSP vykazuje větší průměrný přírůst než varianta HBP a HSP. V Tab. 4 na str. 58 vidíme, že průměrný rozdíl mezi těmito dvěma variantami je 2,6 cm. Varianta JSP dopadla nejlépe ze všech variant, její průměrný přírůst byl 9,3 cm.



Graf 2 Příkladový přírůst 2016 SM na ploše Hubert (7K)

4.1.1.3 Tloušťka kořenového krčku

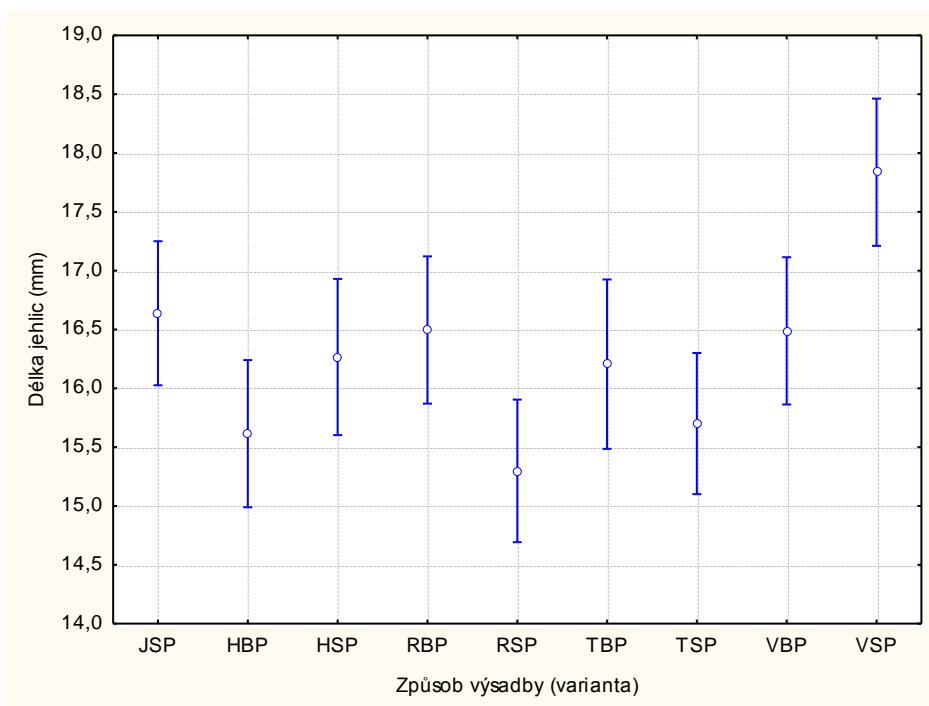
Z Grafu 3 vyplývá, že mezi variantami JSP, HBP, HSP, RBP a VBP a variantami RSP a TBP jsou průkazné statistické rozdíly. Průměrná hodnota tloušťky KK u varianty HSP je větší než u varianty TBP. Průměrný rozdíl mezi těmito variantami je 1,6 mm, který je uveden v Tab. 4 na str. 58.



Graf 3 Tloušťky KK SM na ploše Hubert (7K)

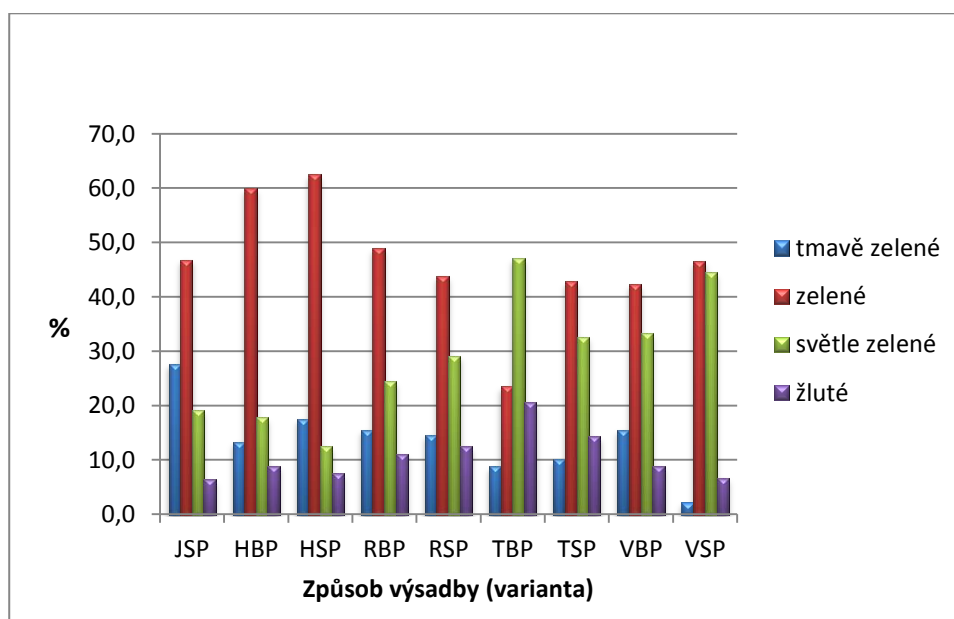
4.1.1.4 Délka jehlic

Při analýze středních hodnot délek jehlic jednofaktorovou anovou byly nalezeny statisticky významné rozdíly mezi variantou VSP a ostatními variantami (Graf 4). Varianta VSP dopadla ze všech variant nejlépe, její průměrná délka jehlic byla 17,8 mm. Naopak nejkratší průměrná délka jehlic byla u varianty RSP a to 15,3 mm. Průměrné délky jehlic všech variant jsou uvedeny v Tab. 5 na str. 59.



Graf 4 Délky jehlic SM na ploše Hubert (7K)

4.1.1.5 Zbarvení jehlic

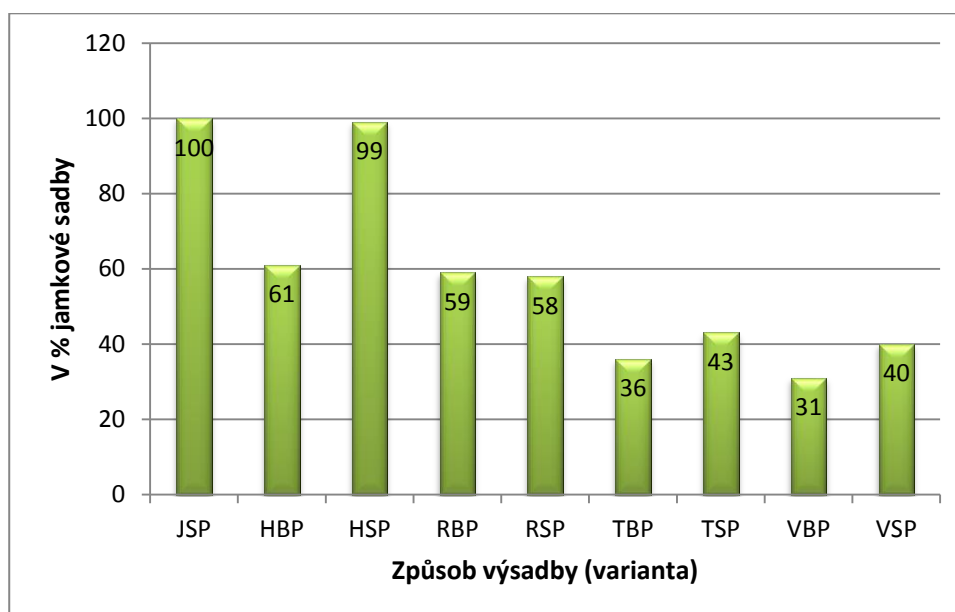


Graf 5 Zbarvení jehlic SM na ploše Hubert (7K)

V Grafu 5 lze vidět, že nejvyšší podíl tmavě zelených jehlic byl u varianty JSP. Naproti tomu nejnižší podíl tmavě zelených jehlic byl u varianty VSP. U každé varianty byly zaznamenány všechny typy zbarvení jehlic. Podíl zbarvených jehlic u všech variant je v Tab. 5 na str. 59.

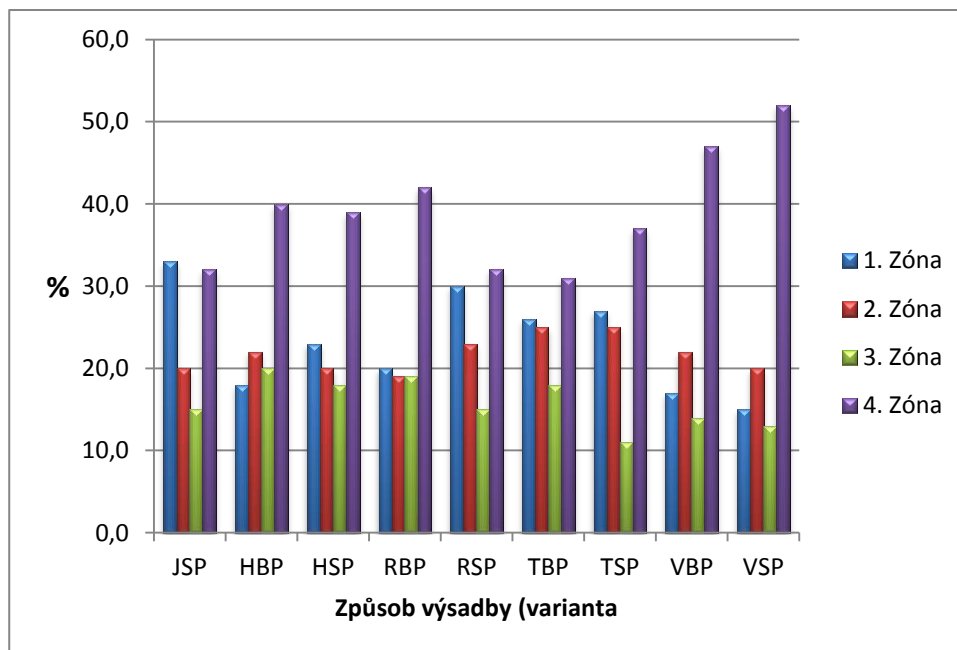
4.1.1.6 Podíl prorostlých kořenů z kořenového balu

Při grafickém porovnávání podílu prorostlých kořenů z balu jsou z Grafu 6 průkazné rozdíly mezi variantami s překrytím kořenových balů a variantami bez překrytí kořenových balů. Lépe dopadly varianty s překrytým kořenovým balem. Nejlépe však dopadla varianta JSP, která měla nejvyšší podíl prorostlých kořenů balem. Hned za ní byla varianta HSP, která měla prorostlých kořenů balem 99 % z varianty JSP. Nejnižší podíl prorostlých kořenů balem měla varianta VBP 31 % z varianty JSP. Podíly prorostlých kořenů balem u dalších variant je uveden v Tab. 6 na str. 60.



Graf 6 Podíl prorostlých kořenů SM na ploše Hubert (7K)

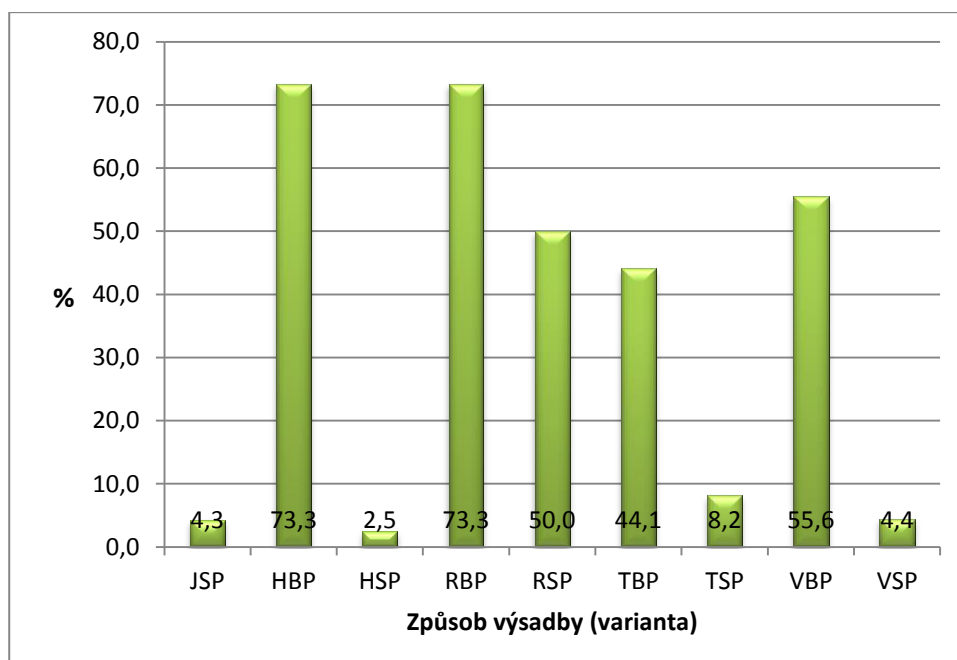
Graf 7 znázorňuje, jaký podíl kořenů z celkového množství prorostlo v jednotlivých zónách. Jde vidět, že nejvíce prorostlých kořenů u všech variant kromě varianty JSP bylo ve 4. zóně. U varianty RBP je znatelné, že u 1., 2. a 3. zóny byl podíl prorostlých kořenů přibližně stejný. Procentuální podíl prorostlých kořenů balem u jednotlivých zón všech variant je uveden v Tab. 6 na str. 60.



Graf 7 Podíl prorostlých kořenů SM jednotlivými zónami na ploše Hubert (7K)

4.1.1.7 Podíl povytažených kořenových balů

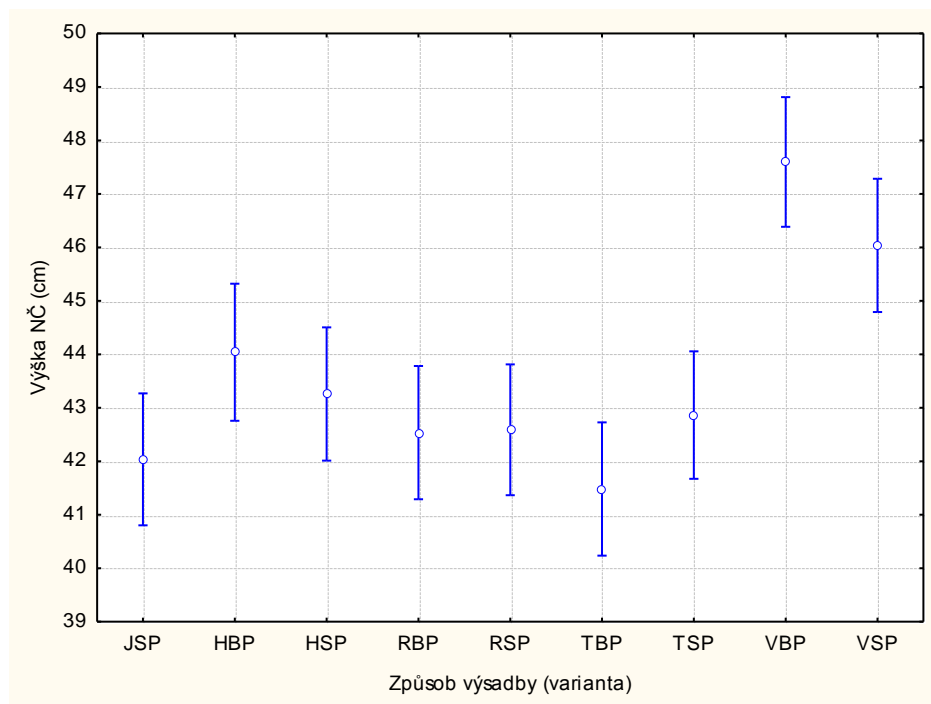
Z Grafu 8 vyplývá, jaký podíl kořenových balů bylo při měření v terénu povytažených. I varianty s překrytím kořenových balů vykazují podíl nepřekrytých kořenových balů, a to hlavně u varianty RSP.



Graf 8 Podíl povytažených kořenových balů SM na ploše Hubert (7K)

4.1.2 Smrk ztepilý plocha Skřítek (7P)

4.1.2.1 Výška nadzemní části

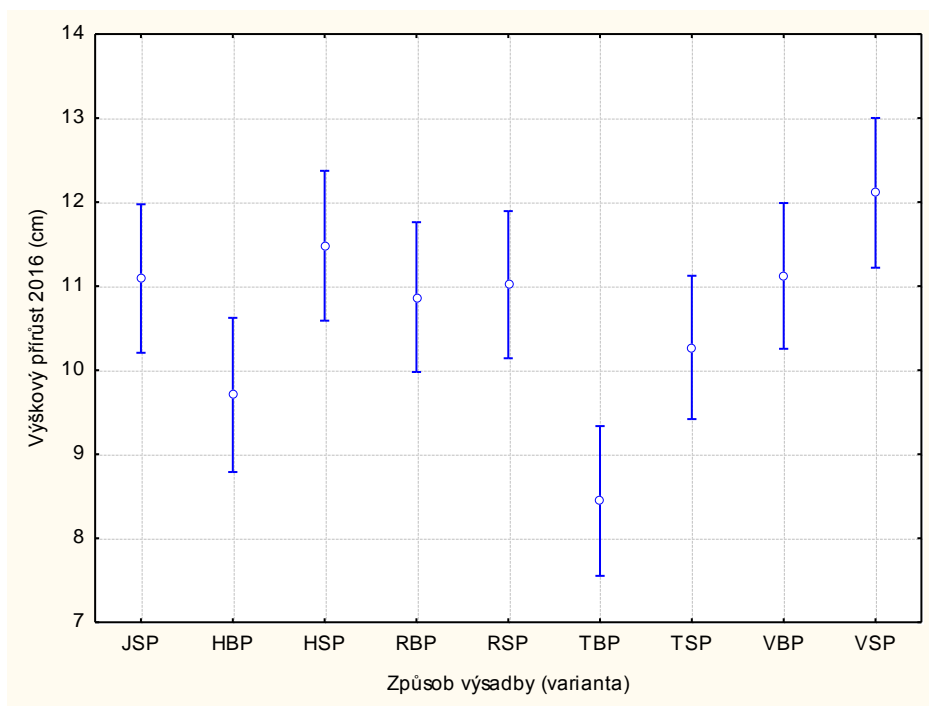


Graf 9 Výšky NČ SM na ploše Skřítek (7P)

Z Grafu 9 lze vyčíst, že statisticky významné rozdíly průměrných výšek NČ je mezi variantami VBP, VSP a ostatními variantami, kromě varianty HBP. Největší rozdíl průměrných hodnot výšek NČ je mezi variantami RSP, VBP a variantou TBP 6,1 cm. Rozdíly průměrných hodnot mezi těmito a dalšími variantami jsou uvedeny v Tab. 4 na str. 58.

4.1.2.2 Přírůst 2016

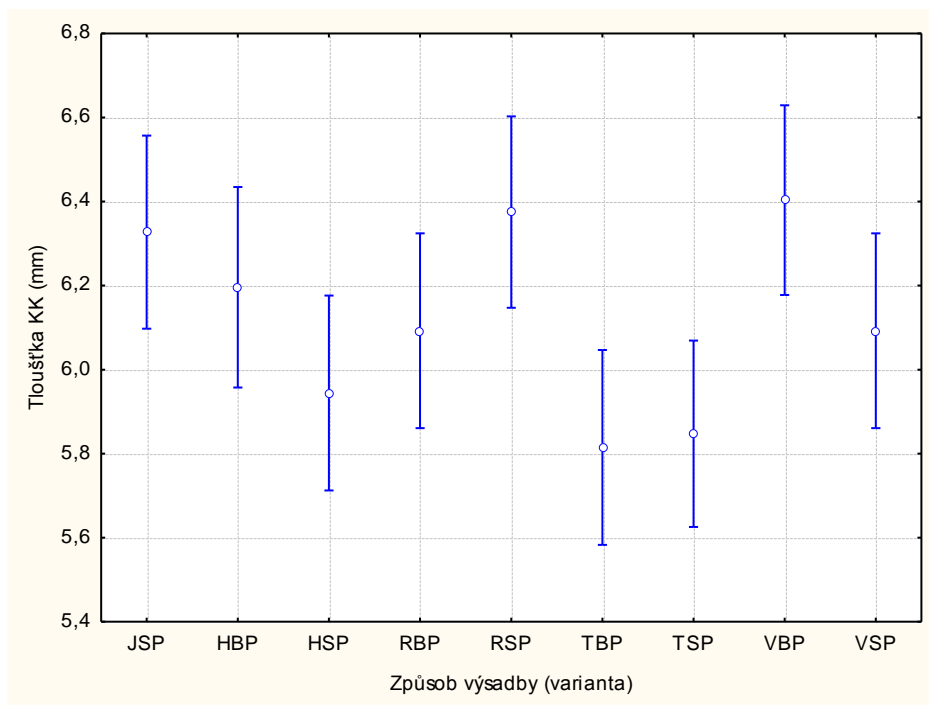
Při analýze středních hodnot výškových přírůstů jednofaktorovou anovou byly nalezeny statisticky významné rozdíly mezi variantou TBP a ostatními variantami, kromě varianty HBP (Graf 10). Varianta VSP vykazuje větší průměrný přírůst než varianta TBP. V Tab. 4 na str. 58 vidíme, že průměrný rozdíl mezi těmito dvěma variantami je 3,7 cm. Varianta VSP dopadla nejlépe ze všech variant, její průměrný přírůst byl 12,1 cm. Na této ploše byl naměřen největší přírůst SM z obou ploch, a to 26 cm u varianty TSP (Obr. 11 v přílohách)



Graf 10 Přírůsty 2016 SM na ploše Skřitek (7P)

4.1.2.3 Tloušťka kořenového krčku

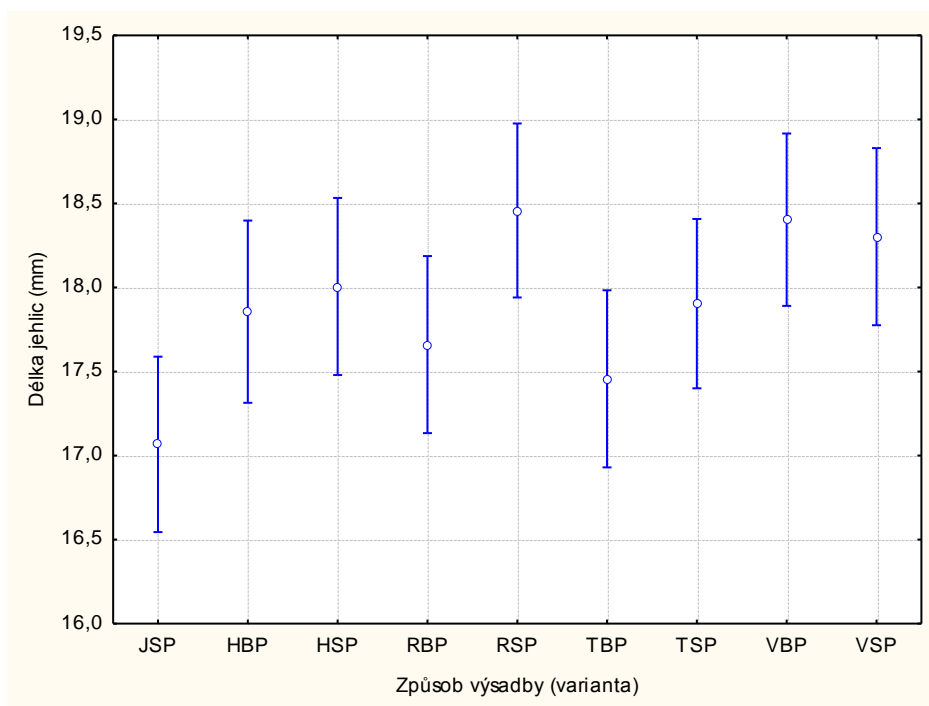
Z Grafu 11 vyplývají statisticky významné rozdíly mezi variantami RSP, VBP a variantami TBP a TSP. Průměrná hodnota tloušťky KK u variant RSP a VBP je větší než u varianty TBP. Průměrný rozdíl mezi těmito variantami je 0,6 mm, který je uveden v Tab. 4 na str. 58.



Graf 11 Tloušťky KK SM na ploše Skřitek (7P)

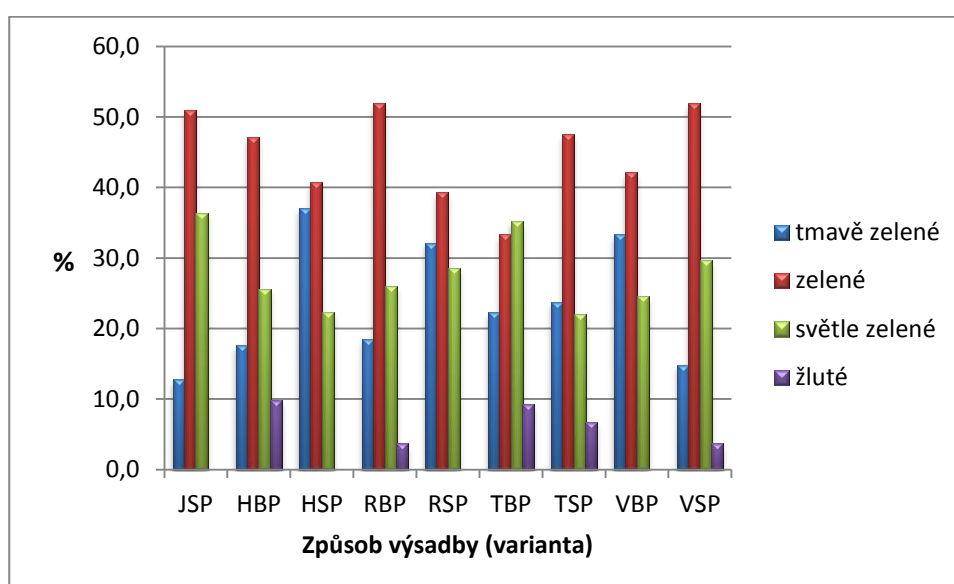
4.1.2.4 Délka jehlic

Z Grafu 12 lze vyčíst statisticky významné rozdíly mezi variantou JSP a variantami RSP, VBP a VSP. Nejlépe ze všech variant dopadla varianta RSP dopadla, u které průměrná délka jehlic byla 18,5 mm. Naopak nejkratší průměrná délka jehlic byla u varianty JSP a to 17,1 mm. Průměrné délky jehlic všech variant najdeme v Tab. 5 na str. 59.



Graf 12 Délky jehlic SM na ploše Skřitek (7P)

4.1.2.5 Zbarvení jehlic

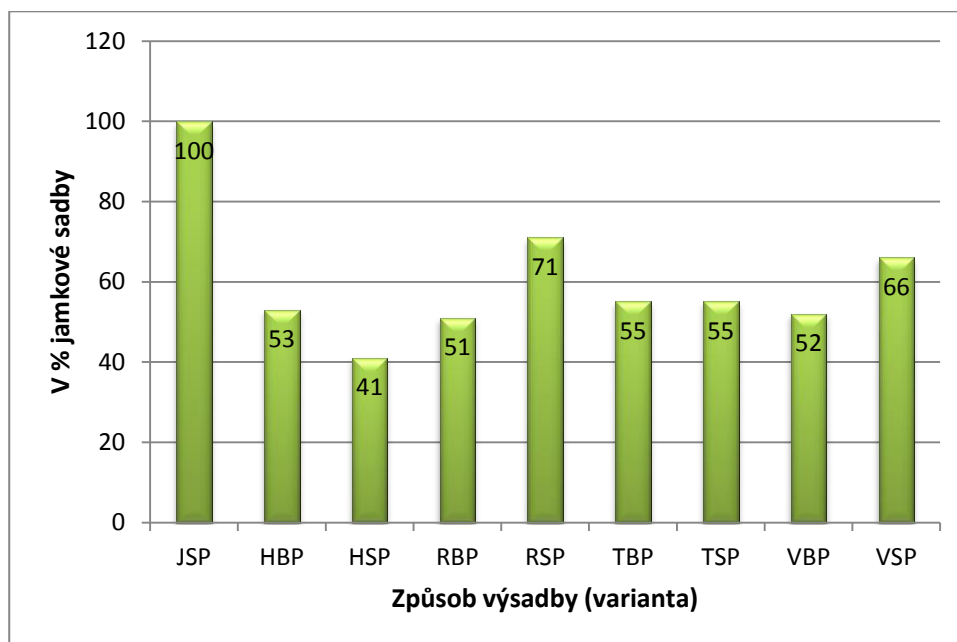


Graf 13 Zbarvení jehlic SM na ploše Skřitek (7P)

V Grafu 13 lze vidět, že nejvyšší podíl tmavě zelených jehlic byl u varianty HSP. Naproti tomu nejnižší podíl tmavě zelených jehlic byl u varianty JSP. U každé varianty byly zaznamenány všechny typy zbarvení jehlic. Podíl zbarvených jehlic u všech variant je v Tab. 5 na str. 59.

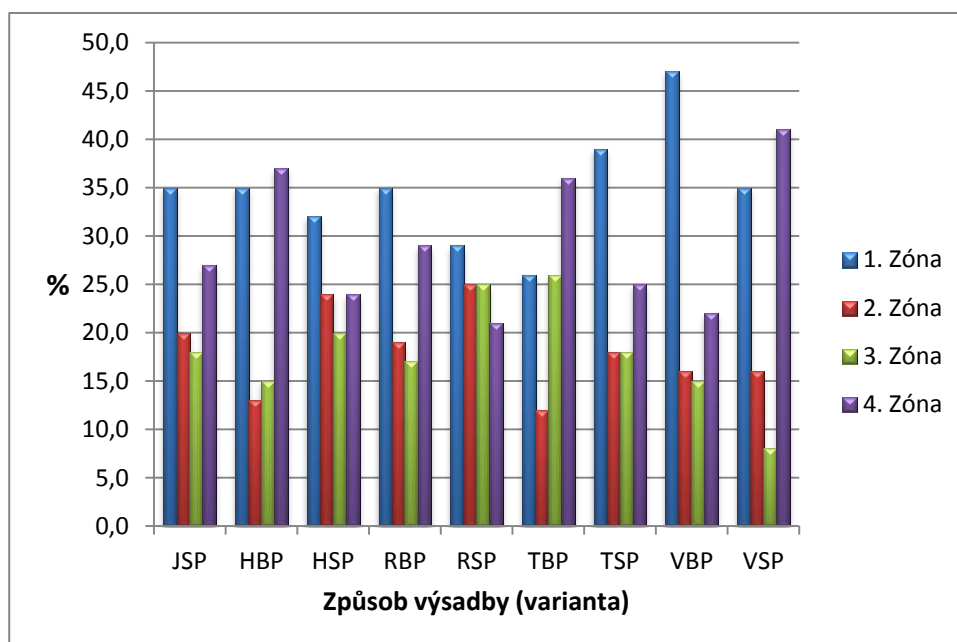
4.1.2.6 Podíl prorostlých kořenů z kořenového balu

Při grafickém porovnávání podílu prorostlých kořenů z balu jsou z Grafu 14 průkazné rozdíly mezi variantami s překrytím kořenových balů a variantami bez překrytí kořenových balů. Ve většině případů dopadly lépe varianty s překrytým kořenovým balem. Nejlépe však dopadla varianta JSP, která měla nejvyšší podíl prorostlých kořenů balem. Nejnižší podíl prorostlých kořenů balem měla varianta HSP 41 % z varianty JSP. Podíly prorostlých kořenů balem u dalších variant je uveden v Tab. 7 na str. 61.



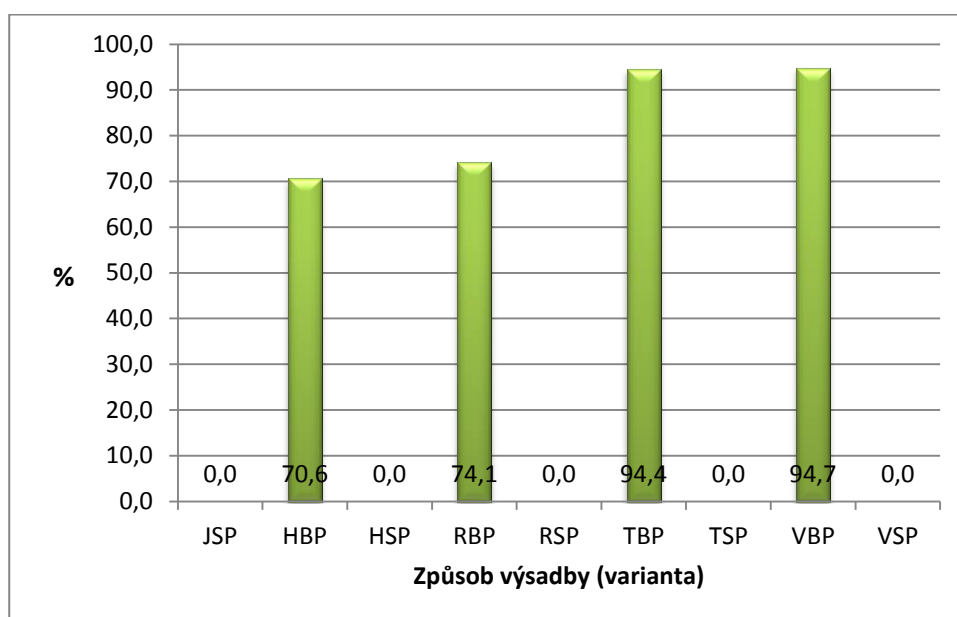
Graf 14 Podíl prorostlých kořenů SM na ploše Skřítek (7P)

Graf 15 znázorňuje, jaký podíl kořenů z celkového množství prorostlo v jednotlivých zónách. Jde vidět, že nejvíce prorostlých kořenů u všech variant kromě variant HBP, TBP a VSP bylo v 1. zóně. U varianty HSP i RSP je znatelné, že podíly prorostlých kořenů jednotlivých zón jsou téměř vyrovnané. Procentuální podíl prorostlých kořenů balem u jednotlivých zón všech variant je uveden v Tab. 7 na str. 61.



Graf 15 Podíl prorostlých kořenů SM jednotlivými zónami na ploše Skřítek (7P)

4.1.2.7 Podíl povytažených kořenových balů

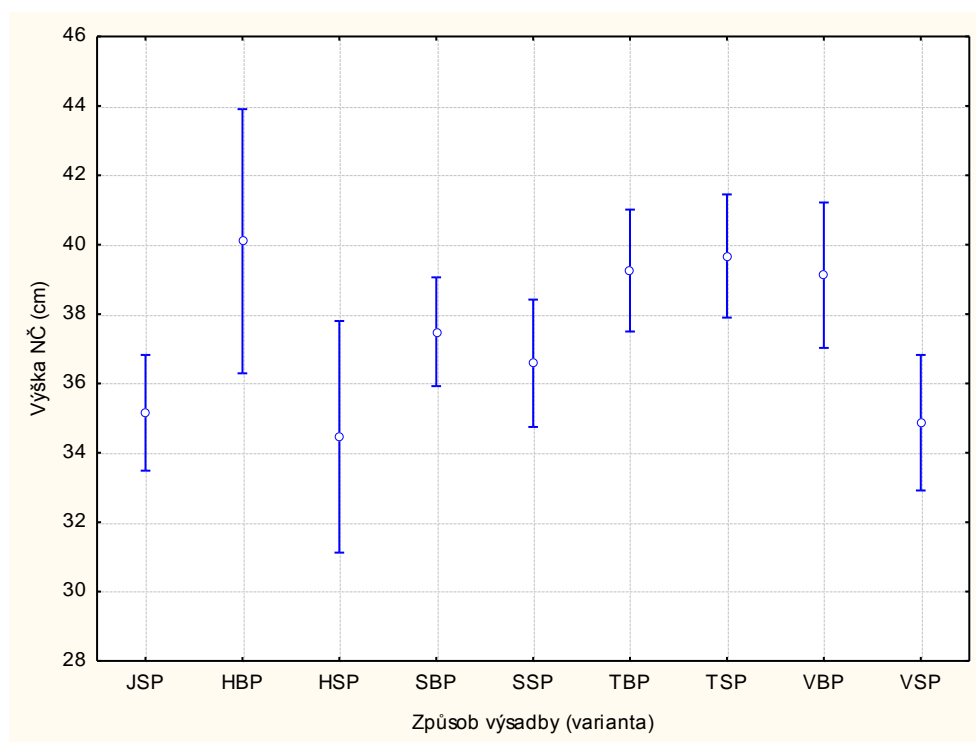


Graf 16 Podíl povytažených kořenových balů SM na ploše Skřítek (7P)

Z Grafu 16 vyplývá, jaký podíl kořenových balů bylo při měření v terénu povytažených. Největší podíl povytažených kořenových balů má varianta VBP a hned za ní TBP. U všech kořenových balů s překrytím nebylo zaznamenáno povytažení kořenového balu, jak tomu bylo na ploše Hubert (7K).

4.1.3 Buk lesní plocha Hubert (7K)

4.1.3.1 Výška nadzemní části

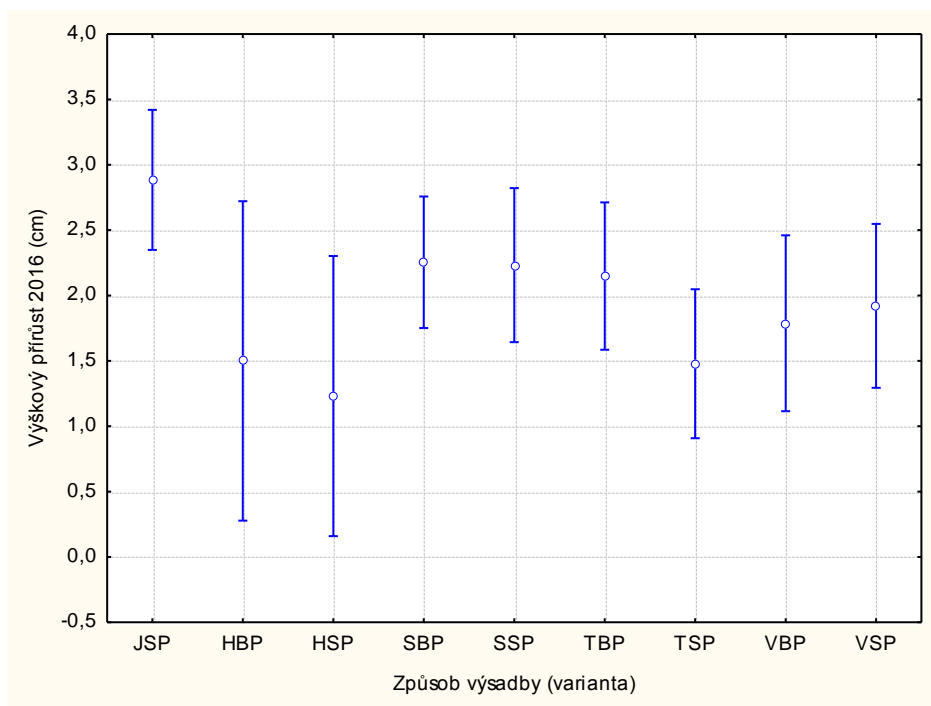


Graf 17 Výšky NČ BK na ploše Hubert (7K)

Při analýze průměrných výšek NČ byla opět použita jednofaktorová anova, která prokázala statisticky významné rozdíly mezi variantami JSP, VSP a variantami TBP, TSP (Graf 17). Největší rozdíl průměrných hodnot výšek NČ je mezi variantou HBP a variantou HSP 5,6 cm. Rozdíly průměrných hodnot mezi těmito a dalšími variantami jsou uvedeny v Tab. 8 na str. 62.

4.1.3.2 Přírůst 2016

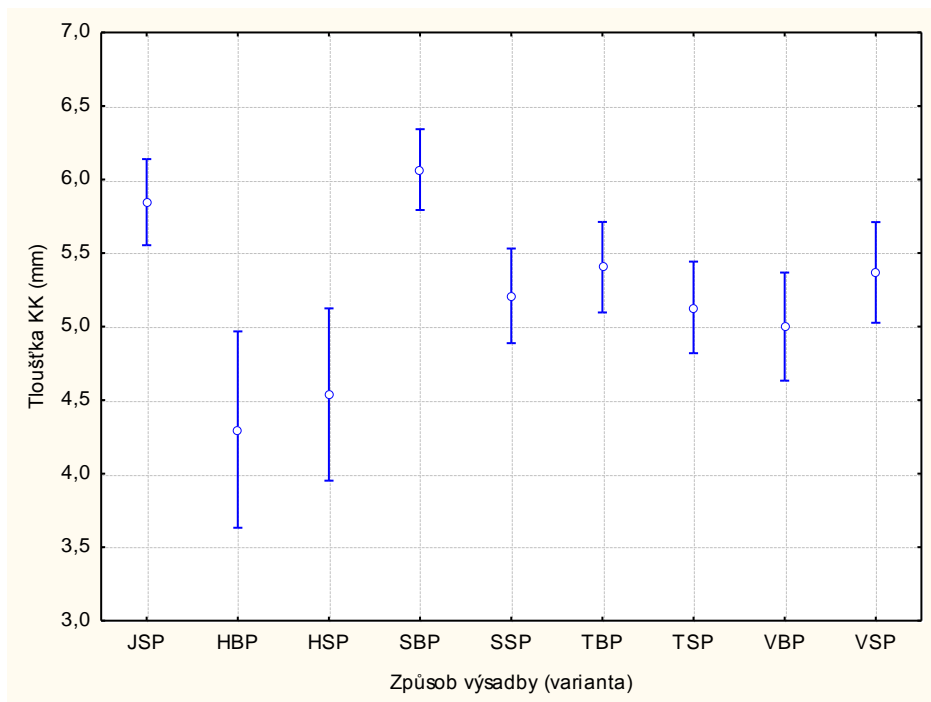
Z Grafu 18 lze vyčíst, že statisticky významný rozdíl je mezi variantami JSP a TSP. Varianta JSP vykazuje největší průměrný přírůst než ostatní varianty. V Tab. 8 na str. 62 vidíme, že průměrný rozdíl mezi variantou JSP a variantou s nejmenším průměrným přírůstem HSP je 1,7 cm.



Graf 18 Výškové přírůsty BK na ploše Hubert (7K)

4.1.3.3 Tloušťka kořenového krčku

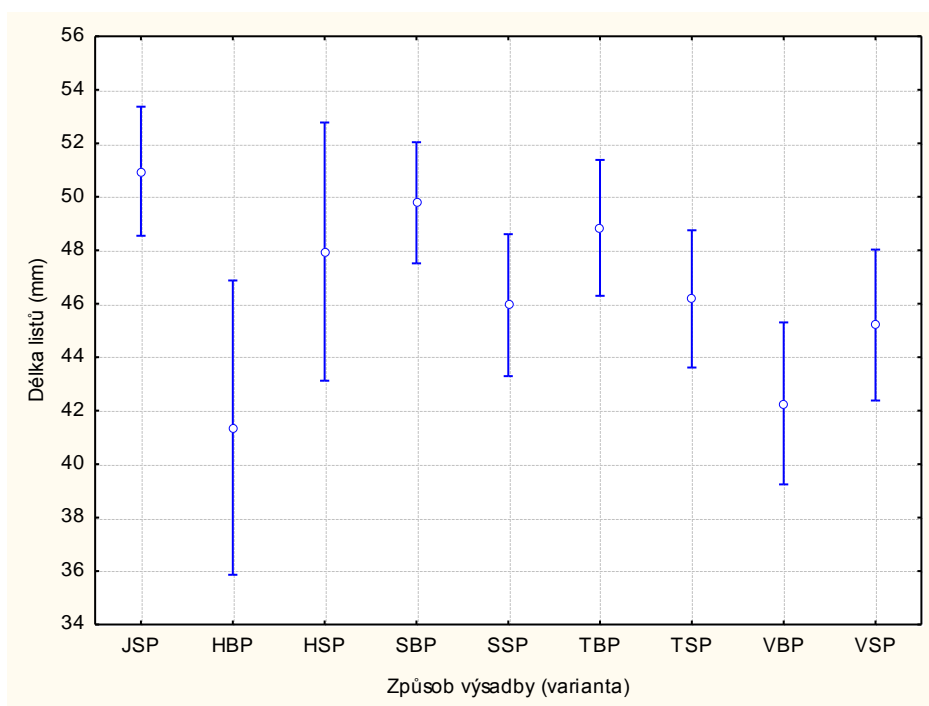
Z Grafu 19 vyplývají statisticky významné rozdíly mezi variantou SBP a ostatními variantami kromě varianty JSP. Průměrná hodnota tloušťky KK u varianty SBP je větší než u varianty HBP. Průměrný rozdíl mezi těmito variantami je 1,8 mm, který je uveden v Tab. 8 na str. 62.



Graf 19 Tloušťky KK BK na ploše Hubert (7K)

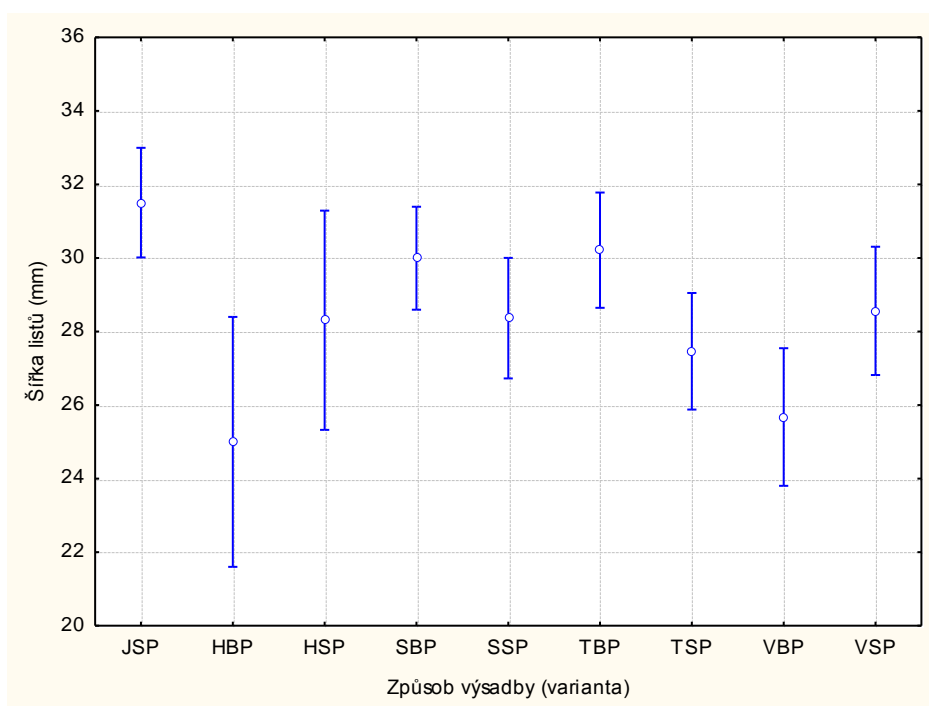
4.1.3.4 Délka listů

Z Grafu 20 vidíme statisticky významné rozdíly mezi variantou JSP a variantami HBP, VBP, VSP. Varianta JSP dopadla ze všech variant nejlépe, její průměrná délka listů byla 51,0 mm. Naopak nejkratší průměrná délka listů byla u varianty HBP, a to 41,4 mm. Průměrné délky listů najdeme v Tab. 9 na str. 63.



Graf 20 Délky listů BK na ploše Hubert (7K)

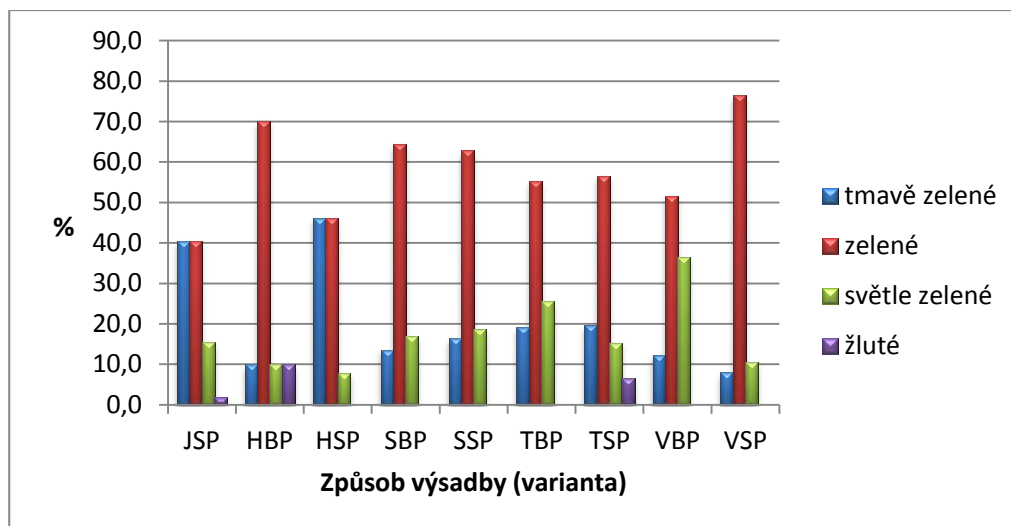
4.1.3.5 Šířka listů



Graf 21 Šířky listů BK na ploše Hubert (7K)

Při analýze jednofaktorové anovy vyšly statisticky významné rozdíly mezi variantou JSP a variantami HBP, TSP, VBP (Graf 21). Největší průměrná šířka listu byla u varianty JSP a naopak nejmenší u varianty HBP. Průměrný rozdíl mezi těmito variantami je 6,5 mm, který je uveden v Tab. 9 na str. 63.

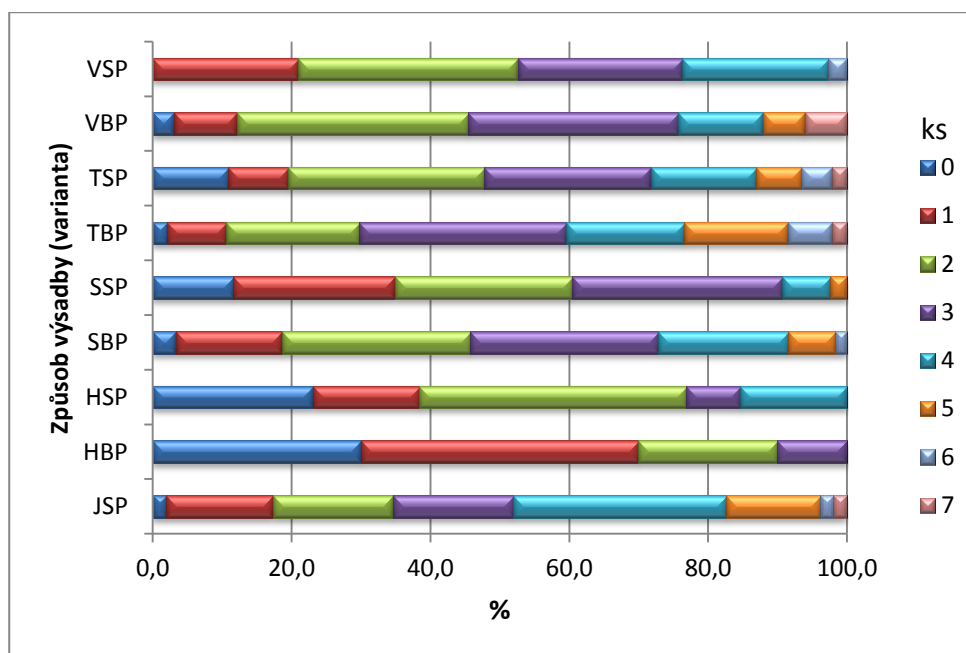
4.1.3.6 Zbarvení listů



Graf 22 Zbarvení listů BK na ploše Hubert (7K)

V Grafu 22 lze vidět, že nejvyšší podíl tmavě zelených listů byl u varianty HSP. Naproti tomu nejnižší podíl tmavě zelených jehlic byl u varianty VSP. Podíl zbarvených listů u všech variant je v Tab. 9 na str. 63.

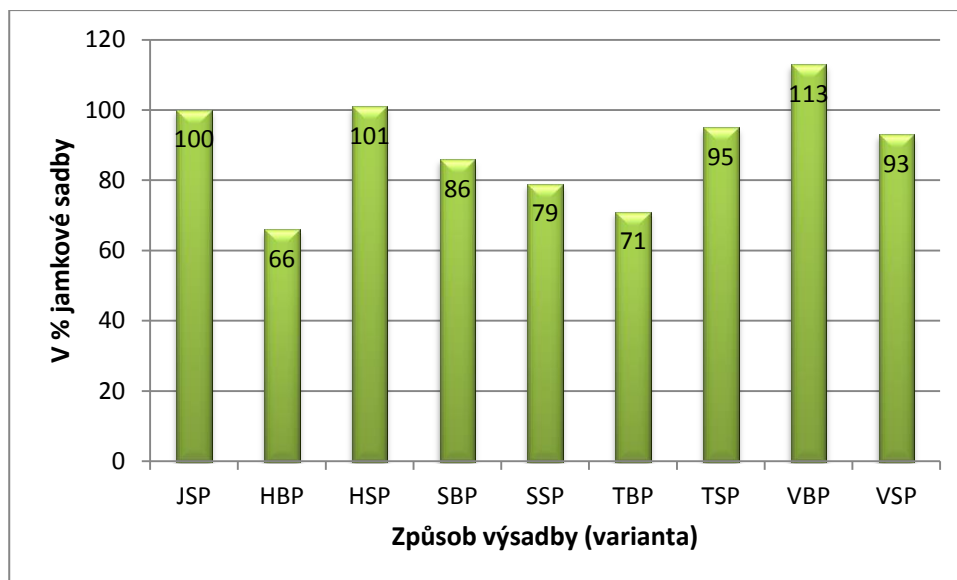
4.1.3.7 Počet bočních větví na kmeni



Graf 23 Počet bočních větví na kmeni BK na ploše Hubert (7K)

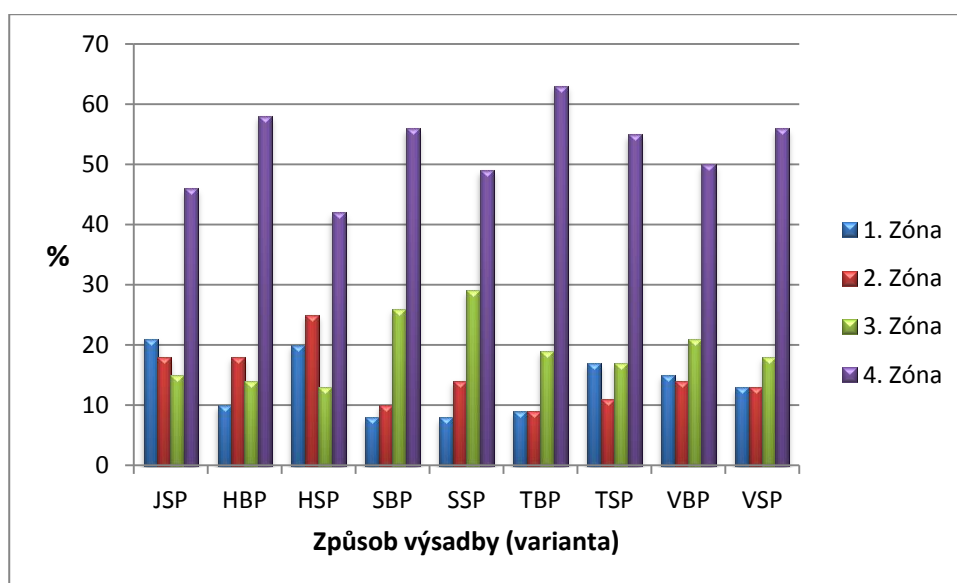
Z Grafu 23 lze vyčíst, že u všech variant se nejvíce vyskytovaly jedinci s 1, 2 a 3 bočními větvemi na kmeni. Vůbec nejvíce bočních větví na kmeni bylo zaznamenáno u jedinců varianty VBP, a to až 7 ks. Naopak u varianty HSP a především HBP bylo nejvíce jedinců bez bočních větví.

4.1.3.8 Podíl prorostlých kořenů z kořenového balu



Graf 24 Podíl prorostlých kořenů BK na ploše Hubert (7K)

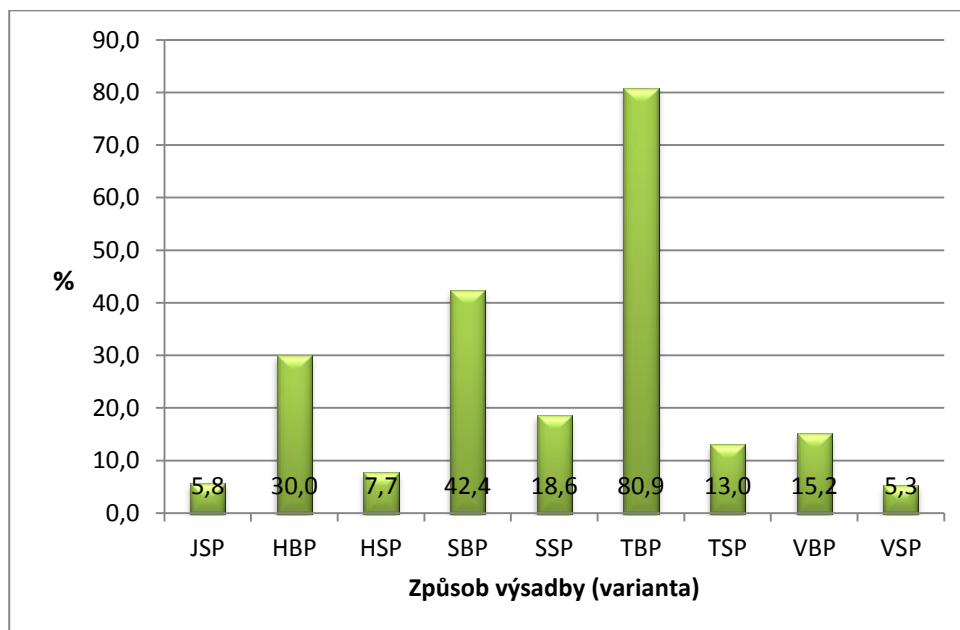
Při grafickém porovnávání podílu prorostlých kořenů z balu je z Grafu 24 vidět, že varianta VBP dopadla nejlépe ze všech variant. Nejnižší podíl prorostlých kořenů balem měla varianta HBP 66 % z varianty JSP. Podíly prorostlých kořenů balem u dalších variant je uveden v Tab. 11 na str. 65.



Graf 25 Podíl prorostlých kořenů BK jednotlivými zónami na ploše Hubert (7K)

Graf 25 znázorňuje, jaký podíl kořenů z celkového množství prorostlo v jednotlivých zónách. Jde vidět, že nejvíce prorostlých kořenů u všech variant bylo ve 4. zóně. Nejvyšší podíl prorostlých kořenů v 1. zóně byl u varianty JSP. Procentuální podíl prorostlých kořenů balem u jednotlivých zón všech variant je uveden v Tab. 11 na str. 65.

4.1.3.9 Podíl povytažených kořenových balů



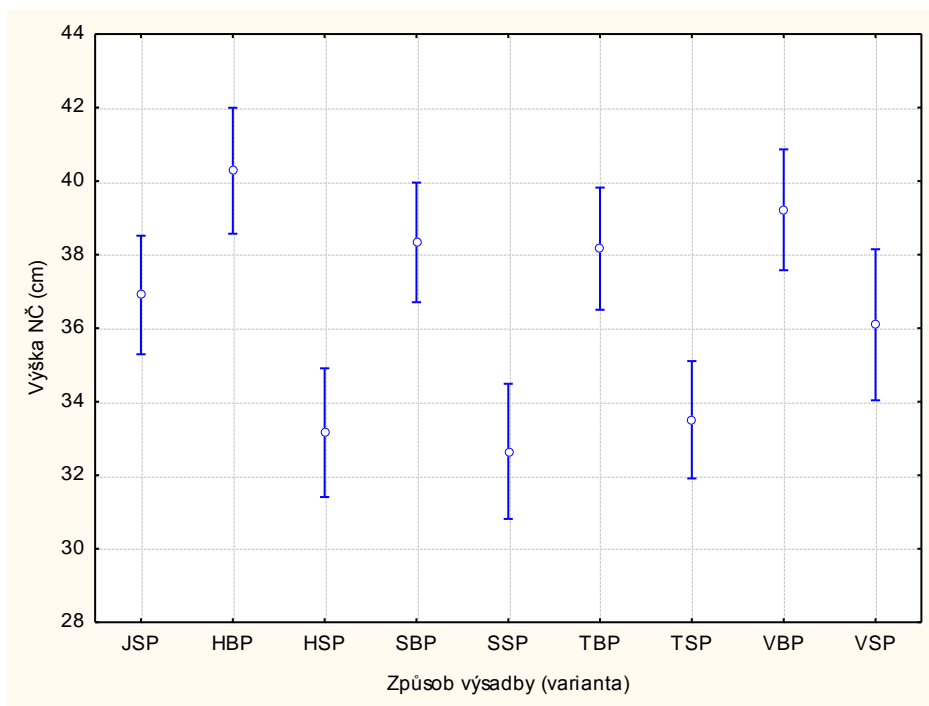
Graf 26 Podíl povytažených kořenových balů BK na ploše Hubert (7K)

Z Grafu 26 vyplývá, jaký podíl kořenových balů bylo při měření v terénu povytažených. Největší podíl povytažených kořenových balů má varianta TBP. Naopak nejnižší podíl povytažených kořenových balů z variant bez překrytí má varianta VBP. I varianty s překrytím kořenových balů vykazují podíl nepřekrytých kořenových balů, a to hlavně u varianty SSP.

4.1.4 Buk lesní plocha Skřítek (7P)

4.1.4.1 Výška nadzemní části

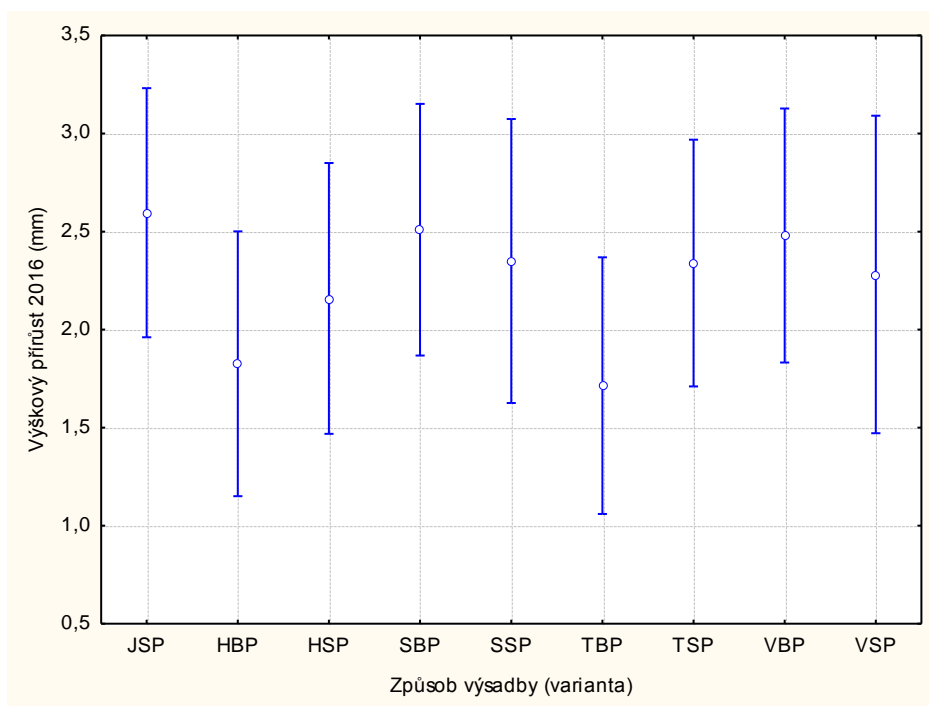
Z Grafu 27 vyplývá, že mezi variantami JSP, HBP, SBP, TBP, VBP a variantami HSP, SSP, TSP jsou statisticky významné rozdíly středních hodnot NČ (Graf 24). Největší rozdíl průměrných hodnot výšek NČ je mezi variantou HBP a variantou SSP 7,6 cm. Rozdíly průměrných hodnot mezi těmito a dalšími variantami jsou uvedeny v Tab. 8 na str. 62.



Graf 27 Výšky NČ BK na ploše Skříttek (7P)

4.1.4.2 Přírůst 2016

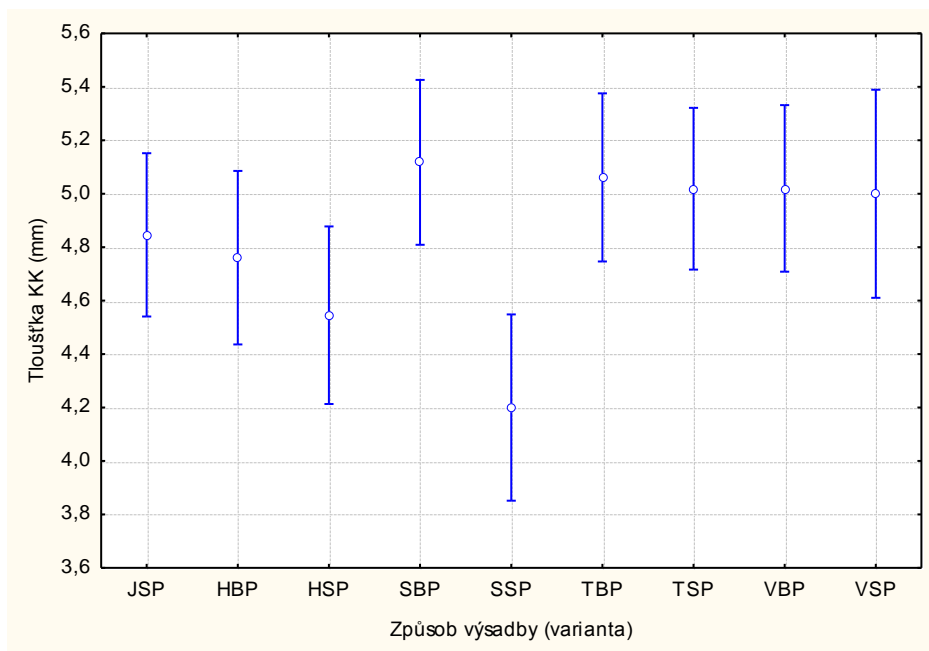
Z Grafu 28 po analýze průměrných výškových přírůstků nevyplývají prokazatelné statistické rozdíly mezi variantami. Varianta JSP vykazuje největší průměrný přírůst než ostatní varianty. V Tab. 8 na str. 62 vidíme, že průměrný rozdíl mezi variantou JSP a variantou s nejmenším průměrným přírůstem TBP je 0,9 cm.



Graf 28 Výškové přírůsty BK na ploše Skříttek (7P)

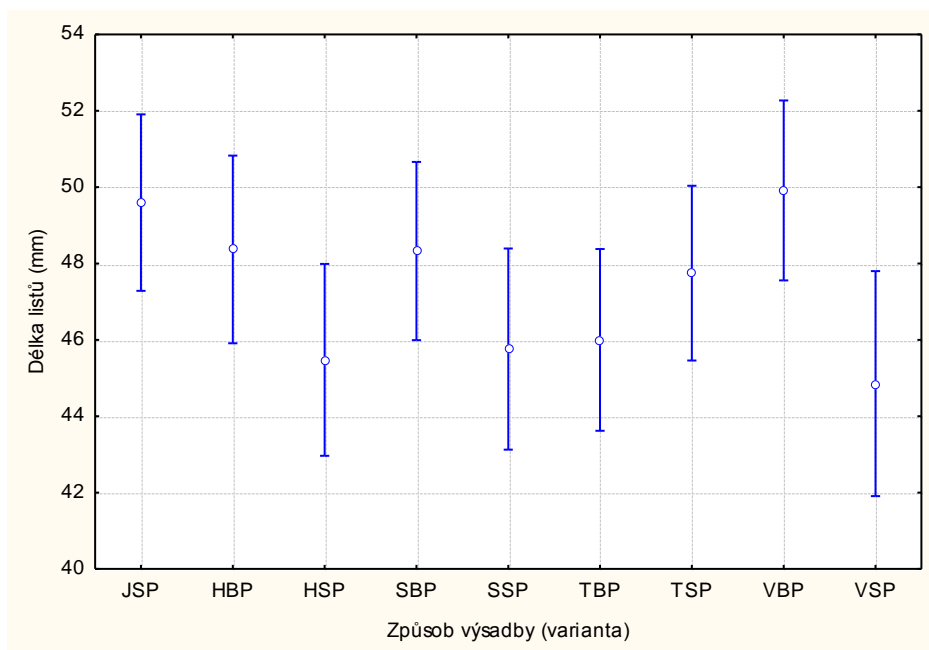
4.1.4.3 Tloušťka kořenového krčku

Při analýze středních hodnot tloušťky KK jednofaktorovou anovou byly nalezeny statisticky významné rozdíly mezi variantou SSP a variantami JSP, SBP, TBP, TSP, VBP, VSP (Graf 29). Průměrná hodnota tloušťky KK u variant SBP a TBP je větší než u varianty SSP. Průměrný rozdíl mezi těmito variantami je 0,9 mm, který je uveden v Tab. 8 na str. 62.



Graf 29 Tloušťky KK BK na ploše Skřítěk (7P)

4.1.4.4 Délka listů

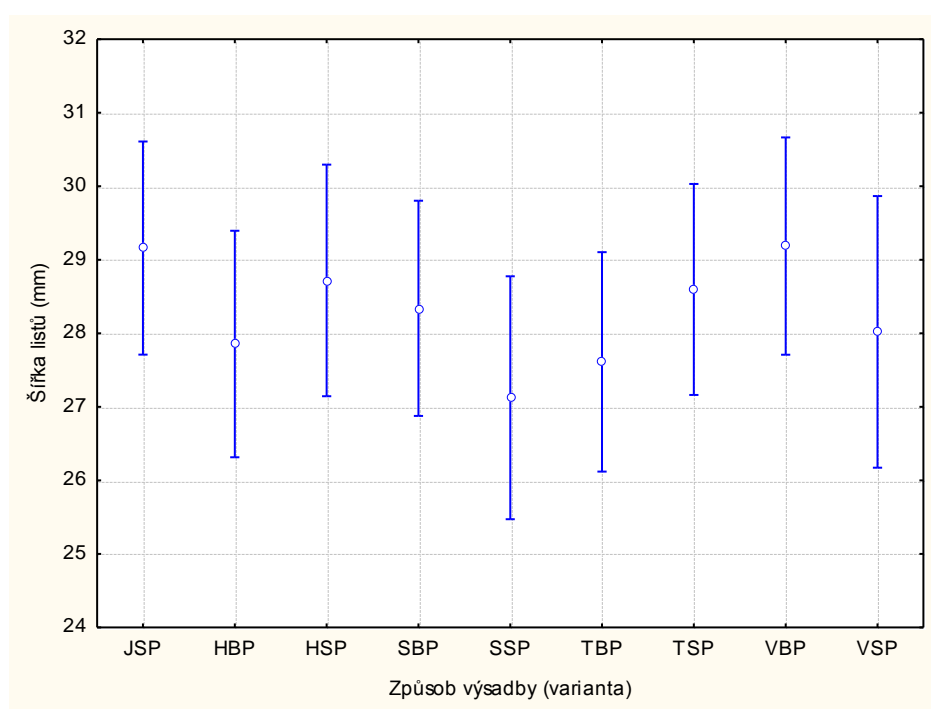


Graf 30 Délky listů BK na ploše Skřítěk (7P)

Po statistickém porovnávání délek listů nevyplývají z Grafu 30 žádné významné rozdíly mezi jednotlivými variantami. Varianta VBP dopadla ze všech variant nejlépe, její průměrná délka listů byla 49,9 mm. Naopak nejkratší průměrná délka listů byla u varianty VSP, a to 44,9 mm. Průměrné délky listů najdeme v Tab. 9 na str. 63.

4.1.4.5 Šířka listů

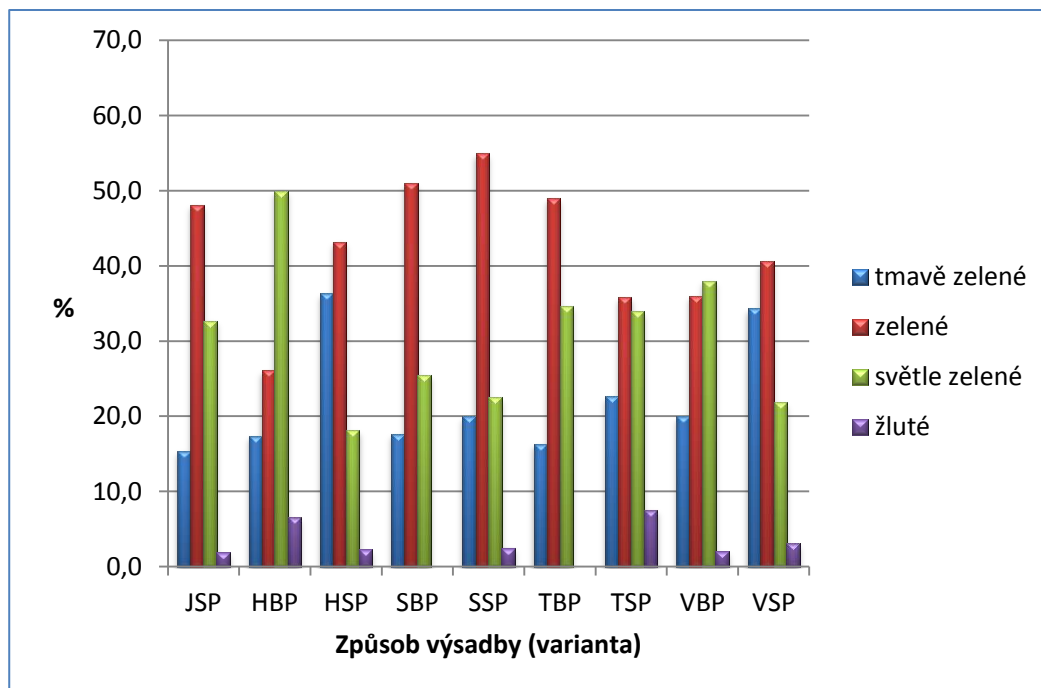
Po statistickém porovnání šířky listů nevyplývají z Grafu 31 žádné významné rozdíly mezi jednotlivými variantami. Největší průměrná šířka listu byla u variant JSP a VPB a naopak nejmenší u varianty SSP. Průměrný rozdíl mezi těmito variantami je 2,1 mm, který je uveden v Tab. 9 na str. 63.



Graf 31 Šířky listů BK na ploše Skřítek (7P)

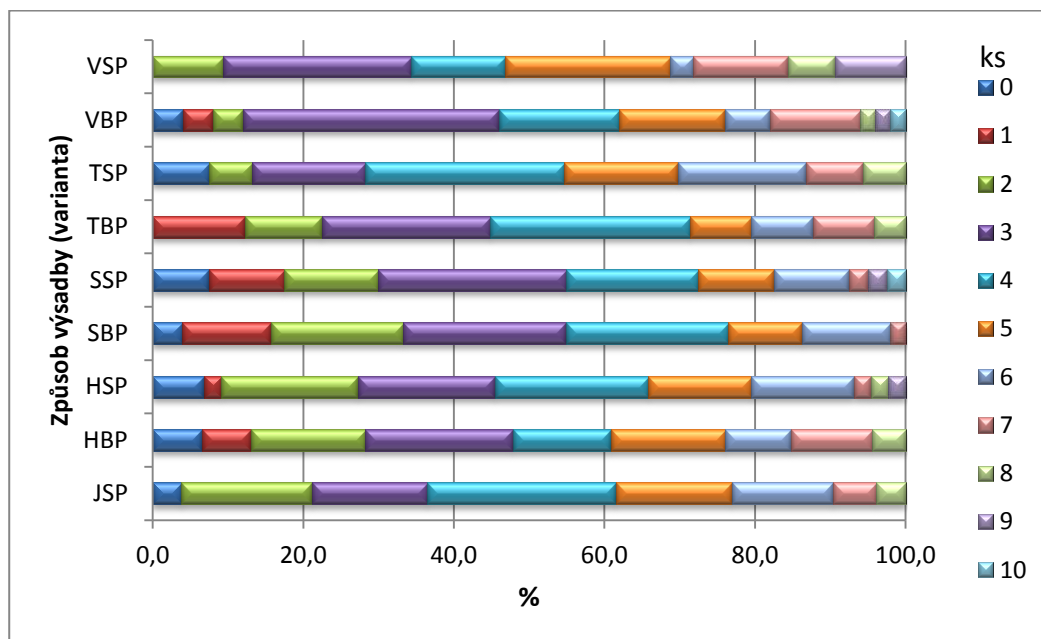
4.1.4.6 Zbarvení listů

V Grafu 32 lze vidět, že nejvyšší podíl tmavě zelených listů byl u varianty HSP. Naproti tomu nejnižší podíl tmavě zelených jehlic byl u varianty JSP. Podíl zbarvených listů u všech variant je v Tab. 9 na str. 63.



Graf 32 Zbarvení listů BK na ploše Skřítek (7P)

4.1.4.7 Počet bočních větví na kmeni

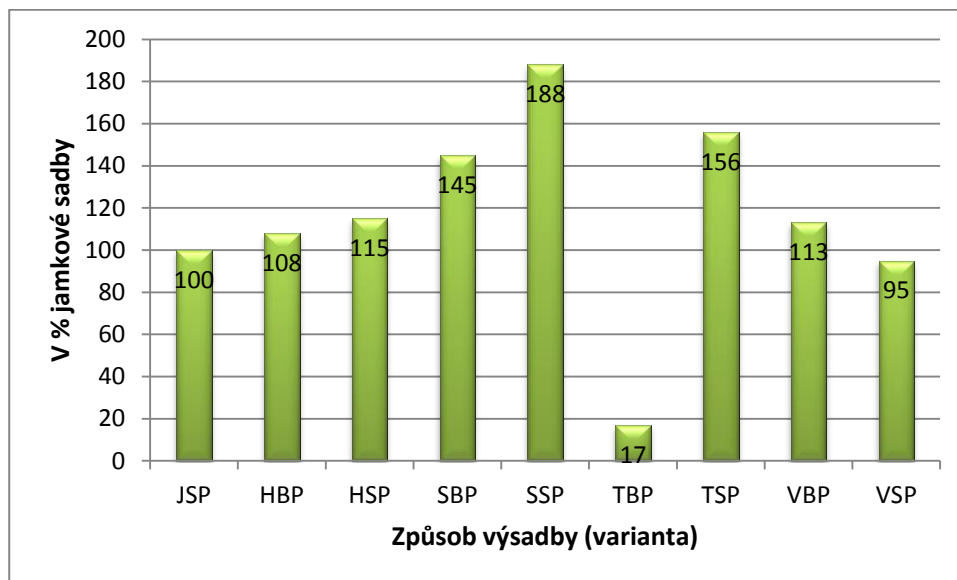


Graf 33 Počet bočních větví na kmeni BK na ploše Skřítek (7P)

Z Grafu 33 lze vyčíst, že u všech variant se nejvíce vyskytovaly jedinci s 3, 4 a 5 bočními větvemi na kmeni. Vůbec nejvíce bočních větví na kmeni byly zaznamenány u jedinců variant VBP a SSP, a to až 10 ks. Naopak u varianty TSP bylo nejvíce jedinců bez bočních větví.

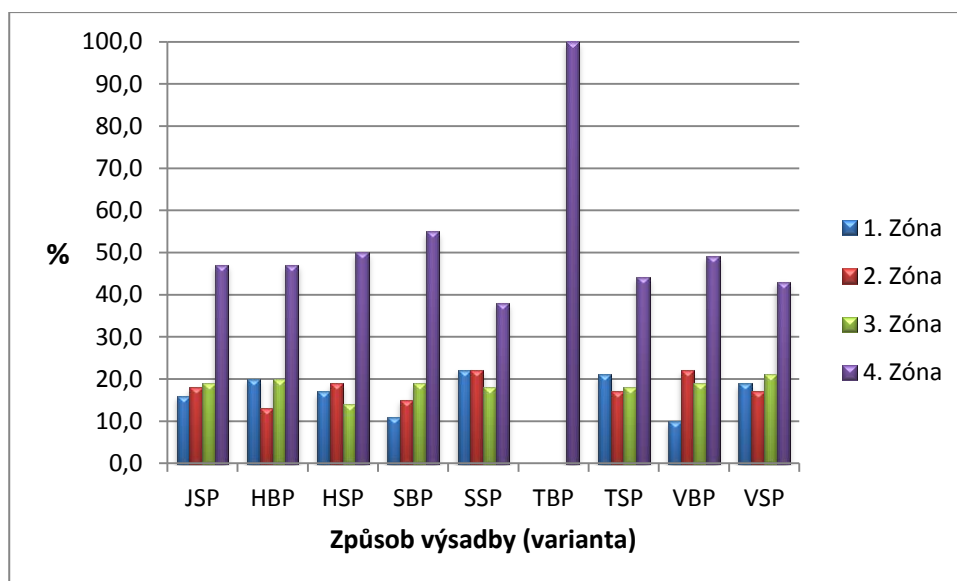
4.1.4.8 Podíl prorostlých kořenů z kořenového balu

Při grafickém porovnávání podílu prorostlých kořenů z balu je z Grafu 34 vidět, že varianta SSP dopadla nejlépe ze všech variant se 188 % z varianty JSP. Nejhůře dopadla varianta TBP, která měla prorostlých kořenů 17 % z varianty JSP. Podíly prorostlých kořenů balem u dalších variant jsou uvedeny v Tab. 12 na str. 66.



Graf 34 Podíl prorůstajících kořenů BK na ploše Skříttek (7P)

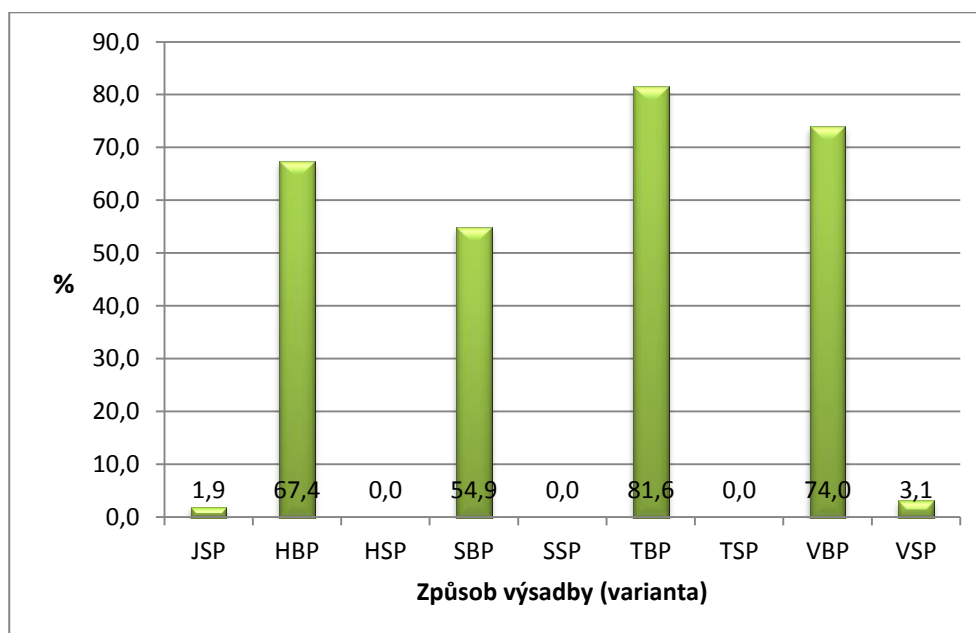
Graf 35 znázorňuje, jaký podíl kořenů z celkového množství prorostlo v jednotlivých zónách. Jde vidět, že nejvíce prorostlých kořenů u všech variant bylo ve 4. zóně. Nejvyšší podíl prorostlých kořenů ve 4. zóně byl u varianty TBP. Procentuální podíly prorostlých kořenů balem u jednotlivých zón všech variant jsou uvedeny v Tab. 12 na str. 66.



Graf 35 Podíl prorostlých kořenů BK jednotlivými zónami na ploše Skříttek (7P)

4.1.4.9 Podíl povytažených kořenových balů

Z Grafu 36 vyplývá, jaký podíl kořenových balů bylo při měření v terénu povytažených. Největší podíl povytažených kořenových balů má varianta TBP. Naopak nejnižší podíl povytažených kořenových balů z variant bez překrytí má varianta SBP. I varianty s překrytím kořenových balů vykazují podíl nepřekrytých kořenových balů, a to hlavně u varianty SSP.



Graf 36 Podíl povytažených kořenových balů BK na ploše Skřítek (7P)

4.2 Vliv stanoviště na odrůstání krytokořenného sadebního materiálu

4.2.1 Smrk ztepilý

4.2.1.1 Přírůst 2016

Z Tab. 4 vyplývá, že průměrný přírůst SM byl největší na ploše 7K u varianty JSP, na ploše 7P byl o 1,8 cm větší. Naproti tomu největší přírůst na ploše 7P byl u varianty VSP, který byl o 4,1 cm větší než na ploše s 7K. Vůbec největší rozdíl mezi plochami 7K a 7P byl u varianty HSP, který činil 4,8 cm ve prospěch plochy 7P. Celkově varianty na ploše 7P dopadly lépe než varianty na ploše 7K.

Tab. 4 Průměrné výšky NČ, přírůsty 2016 a tloušťky KK

Dřevina Plocha půda	Způsob výsadby	Výška NČ (cm)	Přírůst 2016 (cm)	Tloušťka KK (mm)
SM – Hubert – 7K	Jamka s překrytím (JSP)	39,9±4,6	9,3±3,9	7,1±1,3
	Hůl bez překrytí (HBP)	39,6±3,7	6,7±2,2	7,0±1,1
	Hůl s překrytím (HSP)	39,6±5,1	6,7±2,7	7,5±1,3
	Sázecí roura bez překrytí (RBP)	42,0±4,2	7,7±2,5	7,2±1,4
	Sázecí roura s překrytím (RSP)	38,6±3,6	8,4±2,8	6,0±1,4
	Trn bez překrytí (TBP)	40,7±4,0	7,6±2,5	5,9±1,3
	Trn s překrytím (TSP)	39,9±3,6	8,5±2,8	6,4±1,5
	Výkroj bez překrytí (VBP)	42,4±4,2	8,5±3,4	7,3±1,3
Výkroj s překrytím (VSP)	39,5±3,2	8,0±2,5	6,7±1,1	
SM – Skřítek – 7P	Jamka s překrytím (JSP)	42,0±3,7	11,1±3,4	6,3±1,4
	Hůl bez překrytí (HBP)	44,0±4,2	9,7±3,3	6,2±0,8
	Hůl s překrytím (HSP)	43,3±5,4	11,5±3,3	5,9±0,6
	Sázecí roura bez překrytí (RBP)	42,5±5,0	10,9±3,3	6,1±0,9
	Sázecí roura s překrytím (RSP)	42,6±4,9	11,0±3,4	6,4±0,7
	Trn bez překrytí (TBP)	41,5±2,8	8,4±2,3	5,8±0,7
	Trn s překrytím (TSP)	42,9±5,4	10,3±3,7	5,9±0,9
	Výkroj bez překrytí (VBP)	47,6±5,6	11,1±3,2	6,4±0,8
	Výkroj s překrytím (VSP)	46,0±4,4	12,1±3,9	6,1±0,8

4.2.1.2 Tloušťka kořenového krčku

V Tab. 4 můžeme vidět, že průměrná tloušťka KK SM byla největší na ploše 7K u varianty HSP, která byla vůbec největší ze všech variant na obou plochách. Varianta HSP na ploše 7P měla průměrnou tloušťku KK 5,9 mm a mezi stejnou variantou na ploše 7K měla největší rozdíl 1,6 mm. Ve většině případů dopadly lépe varianty na ploše 7K, až na variantu RSP, která byla na ploše 7P větší o 0,4 mm.

4.2.1.3 Délka jehlic

V Tab. 5 lze vyčíst, že nejdelší jehlice byly u varianty RSP na ploše 7P, které převyšovaly stejnou variantu na ploše 7K o 3,2 mm. Rozdíl této varianty mezi plochami 7K a 7P byl ze všech největší. Celkově varianty na ploše 7P dopadly lépe než varianty na ploše 7K.

Tab. 5 Průměrná délka jehlic a jejich zbarvení

Dřevina Plocha půda	Způsob výsadby (varianta)	Délka jehlic (mm)	Zbarvení jehlic (%)			
			1	2	3	4
SM – Hubert – 7K	Jamka s překrytím (JSP)	16,6±2,2	27,7	46,8	19,2	6,4
	Hůl bez překrytí (HBP)	15,6±1,7	13,3	60,0	17,8	8,9
	Hůl s překrytím (HSP)	16,3±2,7	17,5	62,5	12,5	7,5
	Sázecí roura bez překrytí (RBP)	16,5±2,0	15,6	48,9	24,4	11,1
	Sázecí roura s překrytím (RSP)	15,3±2,0	14,6	43,8	29,2	12,5
	Trn bez překrytí (TBP)	16,2±1,7	8,8	23,5	47,1	20,6
	Trn s překrytím (TSP)	15,7±2,0	10,2	42,9	32,7	14,3
	Výkroj bez překrytí (VBP)	16,5±2,0	15,6	42,2	33,3	8,9
	Výkroj s překrytím (VSP)	17,8±2,7	2,2	46,5	44,4	6,7
SM – Skřítek – 7P	Jamka s překrytím (JSP)	17,1±1,8	12,7	50,9	36,4	0,0
	Hůl bez překrytí (HBP)	17,9±1,5	17,7	47,1	25,5	9,8
	Hůl s překrytím (HSP)	18,0±2,2	37,0	40,7	22,2	0,0
	Sázecí roura bez překrytí (RBP)	17,7±2,0	18,5	51,9	25,9	3,7
	Sázecí roura s překrytím (RSP)	18,5±2,4	32,1	39,3	28,6	0,0
	Trn bez překrytí (TBP)	17,5±1,9	22,2	33,3	35,2	9,3
	Trn s překrytím (TSP)	17,9±2,1	23,7	47,5	22,0	6,8
	Výkroj bez překrytí (VBP)	18,4±1,8	33,3	42,1	24,6	0,0
	Výkroj s překrytím (VSP)	18,3±1,7	14,8	51,9	29,6	3,7
Vysvětlivky:		Zbarvení jehlic:	1	tmavě zelené		
			2	zelené		
			3	světle zelené		
			4	žluté		

4.2.1.4 Zbarvení jehlic

Z Tab. 5 lze vyčíst, že největší podíl jehlic zbarvených do tmavě zelena byl na ploše 7P, kde některé z variant dosahovaly i 37 %. Výjimkou byla varianta JSP, která na ploše 7K měla o 15 % větší podíl tmavě zelených jehlic než na ploše 7P.

4.2.1.5 Podíl prorostlých kořenů z kořenového balu

Tab. 6 Podíl prorostlých kořenů z kořenového balu SM na ploše Hubert (7K)

SM – Hubert – 7K												
Způsob výsadby (varianta)	Tloušťka kořenů (mm)	1. Zóna		2. Zóna		3. Zóna		4. Zóna		Celkem		v % jamkové sadby
		ks	%	ks	%	ks	%	ks	%	ks	v % celkem	
Jamka s překrytím (JSP)	do 2,0	6/17,5	33	6/10,7	20	6/8,0	15	6/16,7	32	52,9	100	100
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	100
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	100
	celkem	6/17,5	33	6/10,7	20	6/8,0	15	6/16,7	32	52,9	100	100
Hůl bez překrytí (HBP)	do 2,0	6/5,7	18	6/7,0	22	6/6,7	20	6/13,0	40	32,4	100	61
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	6/5,7	18	6/7,0	22	6/6,7	20	6/13,0	40	32,4	100	61
Hůl s překrytím (HSP)	do 2,0	6/10,0	20	6/10,7	21	6/9,2	18	6/20,3	41	50,2	100	95
	2,1 - 4,0	1/2,0	100	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	2,0	100	200
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	6/12,0	23	6/10,7	20	6/9,2	18	6/20,3	39	52,4	100	99
Sázecí roura bez překrytí (RBP)	do 2,0	6/5,3	18	6/6,2	20	6/5,8	19	6/13,0	43	30,3	100	57
	2,1 - 4,0	1/2,0	100	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	1,0	100	200
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	6/6,3	20	6/6,2	19	6/5,8	19	6/13,0	42	31,3	100	59
Sázecí roura s překrytím (RSP)	do 2,0	6/9,2	30	6/7,0	23	6/4,7	15	6/9,7	32	30,6	100	58
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	6/9,2	30	6/7,0	23	6/4,7	15	6/9,7	32	30,6	100	58
Trn bez překrytí (TBP)	do 2,0	6/5,0	26	6/4,8	25	6/3,5	18	6/6,0	31	19,3	100	36
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	6/5,0	26	6/4,8	25	6/3,5	18	6/6,0	31	19,3	100	36
Trn s překrytím (TSP)	do 2,0	6/6,2	27	6/5,8	25	6/2,5	11	6/8,3	37	22,8	100	43
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	6/6,2	27	6/5,8	25	6/2,5	11	6/8,3	37	22,8	100	43
Výkroj bez překrytí (VBP)	do 2,0	6/2,7	17	5/3,6	22	5/2,2	14	6/7,7	47	16,2	100	31
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	6/2,7	17	5/3,6	22	5/2,2	14	6/7,7	47	16,2	100	31
Výkroj s překrytím (VSP)	do 2,0	6/3,3	15	6/4,3	20	5/2,8	13	6/11,0	52	21,4	100	40
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	6/3,3	15	6/4,3	20	5/2,8	13	6/11,0	52	21,4	100	40

Z Tab. 6 a 7 můžeme vyčíst, že kořeny kořenovým balem nejpočetněji prorostly u všech variant na ploše 7K. Na této ploše dopadla nejlépe varianta JSP s celkovým počtem prorostlých kořenů 52,9 ks. U variant HSP a RBP na ploše 7K byly dokonce kořeny spadající do vyšší tloušťkové třídy 2,1–4,0 mm (viz. Tab. 6).

Tab. 7 Podíl prorostlých kořenů z kořenového balu SM na ploše Skřítek (7P)

SM – Skřítek – 7P												
Způsob výsadby (varianta)	Tloušťka kořenů (mm)	1. Zóna		2. Zóna		3. Zóna		4. Zóna		Celkem		v % jamkové sadby
		ks	%	ks	%	ks	%	ks	%	ks	v % celkem	
Jamka s překrytím (JSP)	do 2,0	6/10,0	35	6/5,7	20	6/5,0	18	6/7,5	27	28,2	100	100
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	100
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	100
	celkem	6/10,0	35	6/5,7	20	6/5,0	18	6/7,5	27	28,2	100	100
Hůl bez překrytí (HBP)	do 2,0	6/5,3	35	6/2,0	13	4/2,2	15	6/5,5	37	15,0	100	53
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	6/5,3	35	6/2,0	13	4/2,2	15	6/5,5	37	15,0	100	53
Hůl s překrytím (HSP)	do 2,0	6/3,8	32	5/2,8	24	4/2,3	20	6/2,8	24	11,7	100	41
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	6/3,8	32	5/2,8	24	4/2,3	20	6/2,8	24	11,7	100	41
Sázecí roura bez překrytí (RBP)	do 2,0	6/5,0	35	6/2,7	19	4/2,5	17	5/4,2	29	14,4	100	51
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	6/5,0	35	6/2,7	19	4/2,5	17	5/4,2	29	14,4	100	51
Sázecí roura s překrytím (RSP)	do 2,0	6/5,8	29	5/5,0	25	5/5,0	25	6/4,3	21	20,1	100	71
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	6/5,8	29	5/5,0	25	5/5,0	25	6/4,3	21	20,1	100	71
Trn bez překrytí (TBP)	do 2,0	3/4,0	26	2/2,0	12	1/4,0	26	6/5,5	36	15,5	100	55
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	3/4,0	26	2/2,0	12	1/4,0	26	6/5,5	36	15,5	100	55
Trn s překrytím (TSP)	do 2,0	6/6,0	39	6/2,8	18	4/2,8	18	6/3,8	25	15,4	100	55
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	6/6,0	39	6/2,8	18	4/2,8	18	6/3,8	25	15,4	100	55
Výkroj bez překrytí (VBP)	do 2,0	6/6,8	47	6/2,3	16	5/2,2	15	6/3,3	22	14,6	100	52
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	6/6,8	47	6/2,3	16	5/2,2	15	6/3,3	22	14,6	100	52
Výkroj s překrytím (VSP)	do 2,0	6/6,5	35	6/3,0	16	5/1,4	8	6/7,7	41	18,6	100	66
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	6/6,5	35	6/3,0	16	5/1,4	8	6/7,7	41	18,6	100	66

4.2.2 Buk lesní

4.2.2.1 Přírůst 2016

Z Tab. 8 vyplývá, že průměrný přírůst BK dopadl lépe na ploše 7P u většiny variant kromě variant JSP a TBP. Nejlépe z obou ploch dopadla varianta JSP na ploše 7K, kde byl průměrný přírůst 2,9 cm. Na ploše 7P byl průměrný přírůst u stejné varianty 2,6 cm. Vůbec největší rozdíl mezi plochami 7K a 7P byl u varianty HSP, který činil 1,0 cm ve prospěch plochy 7P.

Tab. 8 Průměrné výšky NČ, přírůst 2016 a tloušťka KK

Dřevina Plocha půda	Způsob výsadby	Výška NČ (cm)	Přírůst 2016 (cm)	Tloušťka KK (mm)
BK – Hubert – 7K	Jamka s překrytím (JSP)	35,2±5,8	2,9±2,1	5,9±1,1
	Hůl bez překrytí (HBP)	40,1±4,4	1,5±1,6	4,3±1,1
	Hůl s překrytím (HSP)	34,5±6,0	1,2±1,3	4,5±1,3
	Sazeč bez překrytí (SBP)	37,5±6,3	2,3±1,9	6,1±1,1
	Sazeč s překrytím (SSP)	36,6±7,1	2,2±2,6	5,2±1,0
	Trn bez překrytí (TBP)	39,3±7,4	2,2±2,0	5,4±1,2
	Trn s překrytím (TSP)	39,7±4,9	1,5±1,7	5,1±1,1
	Vidle bez překrytí (VBP)	39,1±5,5	1,8±1,7	5,1±0,7
	Vidle s překrytím (VSP)	34,9±5,4	1,9±1,9	5,4±1,0
BK – Skřítek – 7P	Jamka s překrytím (JSP)	36,9±5,7	2,6±2,5	4,9±1,3
	Hůl bez překrytí (HBP)	40,3±5,9	1,8±2,0	4,8±1,1
	Hůl s překrytím (HSP)	33,2±6,7	2,2±2,0	4,6±1,2
	Sazeč bez překrytí (SBP)	38,3±5,3	2,5±2,5	5,1±1,0
	Sazeč s překrytím (SSP)	32,7±5,0	2,4±2,8	4,2±1,0
	Trn bez překrytí (TBP)	38,2±7,0	1,7±2,4	5,1±1,1
	Trn s překrytím (TSP)	33,5±4,6	2,3±2,3	5,0±1,2
	Vidle bez překrytí (VBP)	39,2±6,5	2,5±2,1	5,0±1,0
	Vidle s překrytím (VSP)	36,1±6,4	2,3±2,4	5,0±1,2

4.2.2.2 Tloušťka kořenového krčku

V Tab. 8 můžeme vidět, že průměrná tloušťka KK BK byla největší na ploše 7K u varianty SBP, která byla vůbec největší ze všech variant na obou plochách. U variant JSP, SBP a SSP na ploše 7K byly průměrné hodnoty KK o 1 mm větší než stejné varianty na ploše 7P. Ve většině případů dopadly lépe varianty na ploše 7K, až na varianty HBP a HSP.

4.2.2.3 Délka listů

V Tab. 9 lze vyčíst, že nejdelší listy byly u varianty JSP na ploše 7K, které převyšovaly stejnou variantu na ploše 7P o 0,4 mm. Největší rozdíl mezi plochami 7K a 7P byl u varianty VBP, který činil 7,6 mm ve prospěch plochy 7P. Celkově varianty na ploše 7K dopadly lépe než varianty na ploše 7P.

Tab. 9 Průměrná délka a šířka listů a jejich zbarvení

Dřevina Plocha půda	Způsob výsadby	Listy		Zbarvení listů (%)					
		Délka (mm)	Šířka (mm)	1	2	3	4	5	
BK – Hubert – 7K	Jamka s překrytím (JSP)	51,0±8,4	31,5±5,4	40,4	40,4	15,4	1,9	1,9	
	Hůl bez překrytí (HBP)	41,4±8,4	25,0±5,9	10,0	70,0	10,0	10,0	0,0	
	Hůl s překrytím (HSP)	48,0±10,0	28,3±4,3	46,2	46,2	7,7	0,0	0,0	
	Sazeč bez překrytí (SBP)	49,8±8,7	30,0±5,5	13,6	64,4	17,0	0,0	5,1	
	Sazeč s překrytím (SSP)	46,0±8,9	28,4±5,6	16,3	62,8	18,6	0,0	2,3	
	Trn bez překrytí (TBP)	48,8±10,3	30,2±6,3	19,2	55,3	25,5	0,0	0,0	
	Trn s překrytím (TSP)	46,2±8,5	27,5±5,2	19,6	56,5	15,2	6,5	2,2	
	Vidle bez překrytí (VBP)	42,3±7,2	25,7±4,5	12,1	51,5	36,4	0,0	0,0	
	Vidle s překrytím (VSP)	45,2±9,2	28,6±5,4	7,9	76,3	10,5	0,0	5,3	
BK – Skřítek – 7P	Jamka s překrytím (JSP)	49,6±8,5	29,2±4,5	15,4	48,1	32,7	1,9	1,9	
	Hůl bez překrytí (HBP)	48,4±8,5	27,9±5,6	17,4	26,1	50,0	6,5	0,0	
	Hůl s překrytím (HSP)	45,5±8,8	28,7±5,6	36,4	43,2	18,2	2,3	0,0	
	Sazeč bez překrytí (SBP)	48,3±6,8	28,3±3,8	17,7	51,0	25,5	0,0	5,9	
	Sazeč s překrytím (SSP)	45,8±9,4	27,1±6,0	20,0	55,0	22,5	2,5	0,0	
	Trn bez překrytí (TBP)	46,0±10,3	27,6±6,4	16,3	49,0	34,7	0,0	0,0	
	Trn s překrytím (TSP)	47,8±8,4	28,6±5,6	22,6	35,9	34,0	7,6	0,0	
	Vidle bez překrytí (VBP)	49,9±8,6	29,2±5,5	20,0	36,0	38,0	2,0	4,0	
	Vidle s překrytím (VSP)	44,9±5,7	28,0±3,9	34,4	40,6	21,9	3,1	0,0	
Vysvětlivky:		Zbarvení listů:		1	tmavě zelené				
				2	zelené				
				3	světle zelené				
				4	žluté				
				5	červené				

4.2.2.4 Šířka listů

Největší průměrná šířka listů byla u varianty JSP na ploše 7K, která převyšovala o 2,3 mm průměrnou šířku listů stejné varianty na ploše 7P (viz. Tab. 9). Největší rozdíl byl u varianty HBP 2,9 mm, a to ve prospěch plochy 7P. Nejlépe dopadly varianty na ploše 7K.

4.2.2.5 Zbarvení listů

Z Tab. 9 lze vyčíst, že největší podíl listů zbarvených do tmavě zelena byl u varianty HSP na ploše 7K, který dosahoval 46,2 %. Z hlediska podílu tmavě zelených listů celkově dopadly varianty na ploše 7P lépe, výjimkou jsou varianty JSP, HSP a TBP.

4.2.2.6 Počet bočních větví na kmeni

V Tab. 10 vidíme, že největší počet bočních větví se vyskytoval u BK na ploše 7P, a to až 10 ks na kmeni. Naopak u variant na ploše 7K bylo maximálně 7 ks bočních větví na kmeni. Z toho vyplývá, že varianty na ploše 7P dopadly lépe z hlediska počtu bočních větví na kmeni.

Tab. 10 Počet bočních větví na kmeni

Dřevina Plocha půda	Způsob výsadby	Počet bočních větví (%)										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
BK – Hubert – 7K	Jamka s překrytím (JSP)	1,9	15,4	17,3	17,3	30,8	13,5	1,9	1,9	0,0	0,0	0,0
	Hůl bez překrytí (HBP)	30,0	40,0	20,0	10,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Hůl s překrytím (HSP)	23,1	15,4	38,5	7,7	15,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sazeč bez překrytí (SBP)	3,4	15,3	27,1	27,1	18,6	6,8	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0
	Sazeč s překrytím (SSP)	11,6	23,3	25,6	30,2	7,0	2,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Trn bez překrytí (TBP)	2,1	8,5	19,2	29,8	17,0	14,9	6,4	2,1	0,0	0,0	0,0
	Trn s překrytím (TSP)	10,9	8,7	28,3	23,9	15,2	6,5	4,4	2,2	0,0	0,0	0,0
	Vidle bez překrytí (VBP)	3,0	9,1	33,3	30,3	12,1	6,1	0,0	6,1	0,0	0,0	0,0
	Vidle s překrytím (VSP)	0,0	21,1	31,6	23,7	21,1	0,0	2,6	0,0	0,0	0,0	0,0
BK – Skřítek – 7P	Jamka s překrytím (JSP)	3,9	0,0	17,3	15,4	25,0	15,4	13,5	5,8	3,9	0,0	0,0
	Hůl bez překrytí (HBP)	6,5	6,5	15,2	19,6	13,0	15,2	8,7	10,9	4,4	0,0	0,0
	Hůl s překrytím (HSP)	6,8	2,3	18,2	18,2	20,5	13,6	13,6	2,3	2,3	2,3	0,0
	Sazeč bez překrytí (SBP)	3,9	11,8	17,7	21,6	21,6	9,8	11,8	2,0	0,0	0,0	0,0
	Sazeč s překrytím (SSP)	7,5	10,0	12,5	25,0	17,5	10,0	10,0	2,5	0,0	2,5	2,5
	Trn bez překrytí (TBP)	0,0	12,2	10,2	22,5	26,5	8,2	8,2	8,2	4,1	0,0	0,0
	Trn s překrytím (TSP)	7,6	0,0	5,7	15,1	26,4	15,1	17,0	7,6	5,7	0,0	0,0
	Vidle bez překrytí (VBP)	4,0	4,0	4,0	34,0	16,0	14,0	6,0	12,0	2,0	2,0	2,0
	Vidle s překrytím (VSP)	0,0	0,0	9,4	25,0	12,5	21,9	3,1	12,5	6,3	9,4	0,0

4.2.2.7 Podíl prorostlých kořenů z kořenového balu

Tab. 11 Podíl prorostlých kořenů z kořenového balu BK na ploše Hubert (7K)

BK – Hubert – 7K												
Způsob výsadby (varianta)	Tloušťka kořenů (mm)	1. Zóna		2. Zóna		3. Zóna		4. Zóna		Celkem		v % jamkové sadby
		ks	%	ks	%	ks	%	ks	%	ks	v % celkem	
Jamka s překrytím (JSP)	do 2,0	6/3,2	21	6/2,7	18	6/2,3	15	6/6,8	46	15,0	100	100
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	100
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	100
	celkem	6/3,2	21	6/2,7	18	6/2,3	15	6/6,8	46	15,0	100	100
Hůl bez překrytí (HBP)	do 2,0	3/1,0	10	5/1,8	18	5/1,4	14	6/5,7	58	9,9	100	66
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	3/1,0	10	5/1,8	18	5/1,4	14	6/5,7	58	9,9	100	66
Hůl s překrytím (HSP)	do 2,0	5/3,0	20	4/3,8	25	6/2,0	13	6/6,3	42	15,1	100	101
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	5/3,0	20	4/3,8	25	6/2,0	13	6/6,3	42	15,1	100	101
Sazeč bez překrytí (SBP)	do 2,0	1/1,0	9	4/1,3	12	6/2,3	21	6/6,3	58	10,9	100	73
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	2/1,0	50	2/1,0	50	2,0	100	200
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	1/1,0	8	4/1,3	10	6/3,3	26	6/7,3	56	12,9	100	86
Sazeč s překrytím (SSP)	do 2,0	2/1,0	8	5/1,7	14	6/3,5	29	6/5,7	49	11,9	100	79
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	2/1,0	8	5/1,7	14	6/3,5	29	6/5,7	49	11,9	100	79
Trn bez překrytí (TBP)	do 2,0	2/1,0	9	1/1,0	9	6/2,0	19	6/6,7	63	10,7	100	71
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	2/1,0	9	1/1,0	9	6/2,0	19	6/6,7	63	10,7	100	71
Trn s překrytím (TSP)	do 2,0	6/2,5	17	6/1,5	11	4/2,5	17	5/7,8	55	14,3	100	95
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	6/2,5	17	6/1,5	11	4/2,5	17	5/7,8	55	14,3	100	95
Vidle bez překrytí (VBP)	do 2,0	2/2,5	15	4/2,3	14	4/3,5	21	6/8,7	50	17,0	100	113
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	2/2,5	15	4/2,3	14	4/3,5	21	6/8,7	50	17,0	100	113
Vidle s překrytím (VSP)	do 2,0	4/1,8	13	5/1,8	13	6/2,5	18	6/7,8	56	13,9	100	93
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	4/1,8	13	5/1,8	13	6/2,5	18	6/7,8	56	13,9	100	93

Z Tab. 11 a 12 můžeme vyčíst, že kořeny kořenovým balem nejpočetněji prorostly u varianty SSP na ploše 7P, a to 17,1 ks. Na ploše 7K dopadla nejlépe varianta VBP s celkovým počtem prorostlých kořenů 17,0 ks. U varianty SBP na ploše 7K byly dokonce kořeny spadající do vyšší tloušťkové třídy 2,1–4,0 mm (viz. Tab. 11). Téměř všechny varianty na ploše 7K, kromě variant SBP a SSP, dopadly lépe než na ploše 7P.

Tab. 12 Podíl prorostlých kořenů z kořenového balu BK na ploše Skřitek (7P)

BK – Skřitek – 7P												
Způsob výsadby (varianta)	Tloušťka kořenů (mm)	1. Zóna		2. Zóna		3. Zóna		4. Zóna		Celkem		v % jamkové sadby
		ks	%	ks	%	ks	%	ks	%	ks	v % celkem	
Jamka s překrytím (JSP)	do 2,0	6/1,5	16	5/1,6	18	7/1,7	19	6/4,3	47	9,1	100	100
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	100
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	100
	celkem	6/1,5	16	5/1,6	18	7/1,7	19	6/4,3	47	9,1	100	100
Hůl bez překrytí (HBP)	do 2,0	1/2,0	20	3/1,3	13	5/2,0	20	6/4,5	47	9,8	100	108
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	1/2,0	20	3/1,3	13	5/2,0	20	6/4,5	47	9,8	100	108
Hůl s překrytím (HSP)	do 2,0	4/1,8	17	2/2,0	19	6/4,3	14	6/5,2	50	10,5	100	115
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	4/1,8	17	2/2,0	19	6/4,3	14	6/5,2	50	10,5	100	115
Sazeč bez překrytí (SBP)	do 2,0	4/1,5	11	5/2,0	15	6/2,5	19	6/7,2	55	13,2	100	145
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	4/1,5	11	5/2,0	15	6/2,5	19	6/7,2	55	13,2	100	145
Sazeč s překrytím (SSP)	do 2,0	6/3,7	22	6/3,7	22	6/3,0	18	6/6,7	38	17,1	100	188
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	6/3,7	22	6/3,7	22	6/3,0	18	6/6,7	38	17,1	100	188
Trn bez překrytí (TBP)	do 2,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	4/1,5	100	1,5	100	17
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	4/1,5	100	1,5	100	17
Trn s překrytím (TSP)	do 2,0	3/3,0	21	5/2,4	17	5/2,6	18	5/6,2	44	14,2	100	156
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	3/3,0	21	5/2,4	17	5/2,6	18	5/6,2	44	14,2	100	156
Vidle bez překrytí (VBP)	do 2,0	1/1,0	10	4/2,3	22	6/2,0	19	6/5,0	49	10,3	100	113
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	1/1,0	10	4/2,3	22	6/2,0	19	6/5,0	49	10,3	100	113
Vidle s překrytím (VSP)	do 2,0	5/1,6	19	2/1,5	17	4/1,8	21	6/3,7	43	8,6	100	95
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	nad 4,1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0,0	100	0
	celkem	5/1,6	19	2/1,5	17	4/1,8	21	6/3,7	43	8,6	100	95

4.3 Poškození a ztráty

4.3.1 Poškození a ztráty smrku ztepilého

Tab. 13 Poškození a ztráty SM

Dřevina Plocha půda	Způsob výsadby	Poškození (%)		Ztráty (%)
		Mrazem	Klikorohem	
SM – Hubert – 7K	Jamka s překrytím (JSP)	2,1	23,4	4,1
	Hůl bez překrytí (HBP)	4,4	33,3	6,3
	Hůl s překrytím (HSP)	10,0	52,5	14,9
	Sázecí roura bez překrytí (RBP)	4,4	44,4	13,5
	Sázecí roura s překrytím (RSP)	2,1	56,3	17,2
	Trn bez překrytí (TBP)	2,9	79,4	32,0
	Trn s překrytím (TSP)	0,0	57,1	7,6
	Výkroj bez překrytí (VBP)	0,0	62,2	4,3
	Výkroj s překrytím (VSP)	0,0	55,6	4,3
SM – Skřítek – 7P	Jamka s překrytím (JSP)	7,3	5,5	0,0
	Hůl bez překrytí (HBP)	7,8	7,8	0,0
	Hůl s překrytím (HSP)	7,4	13,0	0,0
	Sázecí roura bez překrytí (RBP)	3,7	16,7	0,0
	Sázecí roura s překrytím (RSP)	5,4	23,2	1,8
	Trn bez překrytí (TBP)	9,3	38,9	1,9
	Trn s překrytím (TSP)	3,4	37,3	1,7
	Výkroj bez překrytí (VBP)	1,8	12,3	0,0
	Výkroj s překrytím (VSP)	0,0	0,0	0,0

V Tab. 13 vidíme, jak se na obou plochách vyvíjelo poškození a ztráty SM vlivem klikoroha, mrazu a dalších faktorů. Nejvyšší škody byly způsobené klikorohem na ploše s lehčí půdou, a to 79,4 % u varianty TBP. Mrazem bylo poškozeno nejvíce sazenic na ploše s těžší půdou. Vyšší ztráty byly na ploše s lehkými půdami, a to hlavně u varianty TBP. Naopak nejnižší ztráty byly na obou plochách u varianty JSP. Ztráty u SM byly způsobeny především klikorohem borovým. V rámci celkového hodnocení poškození a ztrát na tom byly lépe SM na těžších půdách.

4.3.2 Poškození a ztráty buku lesního

Tab. 14 Poškození a ztráty BK

Dřevina Plocha půda	Způsob výsadby	Poškození (%)		Ztráty (%)
		Mrazem	Jiné	
BK – Hubert – 7K	Jamka s překrytím (JSP)	15,4	3,9	1,9
	Hůl bez překrytí (HBP)	40,0	10,0	44,4
	Hůl s překrytím (HSP)	15,4	7,7	31,6
	Sazeč bez překrytí (SBP)	28,8	1,7	6,4
	Sazeč s překrytím (SSP)	41,9	0,0	12,2
	Trn bez překrytí (TBP)	34,0	2,1	20,3
	Trn s překrytím (TSP)	39,1	2,2	25,8
	Vidle bez překrytí (VBP)	33,3	0,0	45,0
	Vidle s překrytím (VSP)	29,0	0,0	25,5
BK – Skřítek – 7P	Jamka s překrytím (JSP)	36,5	38,0	5,5
	Hůl bez překrytí (HBP)	45,7	45,7	13,2
	Hůl s překrytím (HSP)	34,1	70,5	24,1
	Sazeč bez překrytí (SBP)	37,3	13,7	5,6
	Sazeč s překrytím (SSP)	47,5	25,0	25,9
	Trn bez překrytí (TBP)	57,1	46,9	21,0
	Trn s překrytím (TSP)	34,0	34,0	10,2
	Vidle bez překrytí (VBP)	26,0	24,0	12,3
	Vidle s překrytím (VSP)	34,4	21,9	34,7

V Tab. 14 vidíme, jak se na obou plochách vyvíjelo poškození a ztráty BK vlivem mrazu a dalších faktorů. Nejvyšší škody byly způsobeny jiným poškozením, a to vyskeletovanými listy štětconošem bukovým (*Calliteara pudibunda L.*) a částečně i hálkami bejlomorky bukové (*Mikiola fagi H.*). Na ploše 7P tato poškození dosahovaly až 70,5 % u varianty HSP. Mrazem bylo poškozeno nejvíce sazenic na ploše 7P, kromě variant TSP a VBP. Vyšší ztráty byly na ploše 7K, a to hlavně u varianty VBP 45,0 %.

4.4 Celkové zhodnocení parametrů

Celkové zhodnocení parametrů bylo provedeno pomocí váhového testu. U každého parametru byla varianta označena vahou, která byla vynásobena zvoleným koeficientem podle důležitosti daného parametru. Tyto výsledky ze všech parametrů pro danou variantu byly sečteny a zapsány do sloupce celkový součet. Varianta s nejnižší celkovou hodnotou byla nejlepší a varianta s nejvyšší celkovou hodnotou byla nejhorší.

Koeficienty jsme zvolili takto: pro průměrnou délku jehlic a průměrnou délku a šířku listů byl zvolen koeficient 1. Pro průměrnou tloušťku kořenového krčku byl zvolen koeficient 2. Pro průměrný přírůst, celkový počet prorostlých kořenů kořenovým balem a ztráty byl zvolen koeficient 3.

4.4.1 Zhodnocení smrku ztepilého

Tab. 15 Celkové zhodnocení SM

Dřevina Plocha půda	Způsob výsadby	Přírůst 2016	Tloušťka KK	Délka jehlic	Celkový počet kořenů	Ztráty	Celkový součet	Celková známka
SM – Hubert – 7K	Jamka s překrytím (JSP)	3	8	2	3	3	19	1
	Hůl bez překrytí (HBP)	24	10	8	9	9	60	7
	Hůl s překrytím (HSP)	27	2	5	6	18	58	6
	Sázecí roura bez překrytí (RBP)	18	6	3	12	15	54	3
	Sázecí roura s překrytím (RSP)	12	16	9	15	21	73	8
	Trn bez překrytí (TBP)	21	18	6	24	24	93	9
	Trn s překrytím (TSP)	6	14	7	18	12	57	5
	Výkroj bez překrytí (VBP)	9	4	4	27	6	50	2
	Výkroj s překrytím (VSP)	15	12	1	21	6	55	4
SM – Skřítek – 7P	Jamka s překrytím (JSP)	9	6	9	3	3	30	2
	Hůl bez překrytí (HBP)	24	8	6	18	3	59	6
	Hůl s překrytím (HSP)	6	14	4	27	3	54	5
	Sázecí roura bez překrytí (RBP)	18	12	7	24	3	64	8
	Sázecí roura s překrytím (RSP)	15	2	1	6	9	33	3
	Trn bez překrytí (TBP)	27	18	8	12	12	77	9
	Trn s překrytím (TSP)	21	16	5	15	6	63	7
	Výkroj bez překrytí (VBP)	12	4	2	21	3	42	4
	Výkroj s překrytím (VSP)	3	10	3	9	3	28	1

V Tab. 15 můžeme vidět, jak dopadly jednotlivé varianty SM po celkovém zhodnocení měřených veličin na obou plochách. Zeleně je zvýrazněna nejlepší varianta a červeně je zvýrazněna ta nejhorší. V tomto případě dopadla nejlépe varianta JSP na ploše 7K a varianta RSP na ploše 7P. Nejhuře dopadla varianta TBP na obou plochách.

4.4.2 Zhodnocení buku lesního

Tab. 16 Celkové zhodnocení BK

Dřevina Plocha půda	Způsob výsadby	Přírůst 2016	Tloušťka KK	Délka listů	Šířka listů	Celkový počet kořenů	Ztráty	Celkový součet	Celková známka
BK – Hubert – 7K	Jamka s překrytím (JSP)	3	4	1	1	9	3	21	1
	Hůl bez překrytí (HBP)	24	18	9	9	27	24	111	9
	Hůl s překrytím (HSP)	27	16	4	6	6	21	80	8
	Sazeč bez překrytí (SBP)	6	2	2	3	18	6	37	2
	Sazeč s překrytím (SSP)	12	10	6	5	21	9	63	4
	Trn bez překrytí (TBP)	9	6	3	2	24	12	56	3
	Trn s překrytím (TSP)	21	12	5	7	12	18	75	6
	Vidle bez překrytí (VBP)	18	14	8	8	3	27	78	7
	Vidle s překrytím (VSP)	15	8	7	4	15	15	64	5
BK – Skřítek – 7P	Jamka s překrytím (JSP)	3	12	2	1	21	3	42	2
	Hůl bez překrytí (HBP)	24	14	3	7	18	15	81	7
	Hůl s překrytím (HSP)	18	16	8	3	12	21	78	6
	Sazeč bez překrytí (SBP)	6	2	4	5	9	6	32	1
	Sazeč s překrytím (SSP)	12	18	7	9	3	24	73	5
	Trn bez překrytí (TBP)	27	4	6	8	27	18	90	9
	Trn s překrytím (TSP)	21	10	5	4	6	9	55	4
	Vidle bez překrytí (VBP)	9	6	1	2	15	12	45	3
	Vidle s překrytím (VSP)	15	8	9	6	24	27	89	8

V Tab. 16 můžeme vidět, jak dopadly jednotlivé varianty BK po celkovém zhodnocení měřených veličin na obou plochách. Zeleně je zvýrazněna nejlepší varianta a červeně je zvýrazněna ta nejhorší. V tomto případě dopadla nejlépe varianta JSP na ploše 7K a varianta SBP na ploše 7P. Nejhuře dopadla varianta HBP na ploše 7K a na ploše 7P varianta TBP.

5 Diskuse

5.1 Vliv biotechniky sadby na odrůstání nadzemní a podzemní části krytokořenného sadebního materiálu

5.1.1 Přírůst 2016

- ❖ U smrku na ploše 7K nejvíce přirůstaly sazenice vysázené variantou JSP, a to s průměrným přírůstem 9,3 cm. Naopak nejméně přirůstaly sazenice u variant HBP a HSP, které byly s průměrnými přírůsty 2,6 cm menší než u varianty JSP. Na ploše 7P dopadla nejlépe varianta VSP s přírůstem 12,1 cm. Naopak nejhůře přirůstala varianta TBP s 8,4 cm.
- ❖ U buku na ploše 7K nejlépe dopadla varianta JSP s přírůstem 2,9 cm. Naopak nejhůře na tom byla varianta HSP s přírůstem 1,2 cm. Na ploše 7P také dopadla nejlépe varianta JSP s přírůstem 2,6 cm. Nejhůře na tom byla varianta TBP s přírůstem 1,7 cm. Přírůsty buku byly ve srovnání se smrkem mnohem menší, protože sadební materiál buku byl velmi slabý – 3 mm

Jak uvádějí Mauer a kol. (2006), že výhodou krytokořenného sadebního materiálu je velká dynamika růstu již v prvním roce po výsadbě, a tím i zkrácení doby péče o kulturu o 1 rok. S tímto faktem se ztotožňují velmi vysoké přírůsty smrku, často převyšující 20 cm hranici. Nejvyšší přírůst 26 cm byl zaznamenán na ploše 7P u varianty TSP (Obr. 11 v přílohách). U buku to byl přírůst 14 cm rovněž na ploše 7P u varianty SSP.

5.1.2 Tloušťka kořenového krčku

- ❖ U smrku na ploše 7K nejlépe dopadla varianta HSP s tloušťkou KK 7,5 mm. Nejhůře dopadla varianta TBP s tloušťkou KK 5,9 mm. Na ploše 7P nejlépe dopadly varianty RSP a VBP s tloušťkou KK 6,4 mm, kdežto nejhůř dopadla varianta TBP s 5,8 mm.
- ❖ U buku na ploše 7K nejlépe dopadla varianta SBP s tloušťkou KK 6,1 mm. Nejhůře dopadla varianta HBP se 4,3 mm. Na ploše 7P byla největší tloušťka KK 5,1 mm u variant SBP a TBP. Naopak nejmenší tloušťka KK 4,6 mm byla u varianty HSP.

5.1.3 Asimilační aparát (vitalita)

- ❖ Smrk na ploše 7K u varianty JSP měl druhou nejdelší průměrnou délku jehlic, za to vykazoval nejvyšší podíl tmavě zelených jehlic, z čehož vyplývá, že sazenice této varianty byly nejvitálnější. Nejdelší jehlice sice byly u varianty VSP, ale podíl tmavě zelených jehlic u této varianty byl nejmenší. Na ploše 7P dopadla varianta JSP úplně obráceně, kdy vykazovala nejmenší průměrnou délku jehlic a nejnižší podíl tmavě zelených jehlic, tudíž sazenice této varianty byly nejméně vitální. Tento fakt mohl být zapříčiněn jednou z nevýhod jamkové sadby, kterou je, jak píše Mauer (2009) ve své práci, přerušeni vzlínání (kapilár) spodní vody při prokopávání jamky. V období sucha nedostává sazenice vodu ani shora, ani zdola.
- ❖ Buk na ploše 7K měl u varianty JSP nejdelší a nejširší listy. K tomu ještě vykazoval druhý nejvyšší podíl tmavě zelených asimilačních aparátů, z čehož vyplývá, že sazenice této varianty byly nejvitálnější. Nejvyšší podíl tmavě zelených listů byl sice u varianty HSP, ale jejich délka a šířka nebyla tak markantní jako u varianty JSP. Na ploše 7P dopadl buk u varianty JSP s nejnižším podílem tmavě zelených jehlic, ale rozměry asimilačního aparátu měl druhé nejvyšší.

5.1.4 Podíl prorostlých kořenů z kořenového balu

Smrk ztepilý

U všech variant, kromě varianty JSP, lze předpokládat negativní vliv ohlazených stěn a dalších nedostatků, neboť podíl prorostlých kořenů kořenovým balem není tak značný jak u varianty JSP. To platí pro obě plochy. Jednotlivé varianty vycházeli velmi variabilně, proto jsou níže dopodrobna rozepsány.

- ❖ JSP – na obou plochách měla nejvíce prorostlých kořenů z kořenového balu ze všech variant. Kořeny kořenovým balem prorůstaly nerovnoměrně ve všech čtyřech zónách. Nejvíce jich prorůstalo v 1. zóně (Obr. 12 v přílohách). To potvrzuje tvrzení Mauera a Palátové (2013a), že kořenový systém smrku ztepilého roste přirozeně převážně v humusových horizontech (1. a 2. zóna). Na ploše 7K varianta JSP vykazovala nejhustší síť jemných kořenů ze všech variant (Obr. 12 v přílohách). Po 1. roce

zalesnění vzniká u sazenic varianty JSP na obou stanovištích přirozená architektura kořenového systému. Z toho vyplývá, že výsadba JSP nemá negativní vliv na růst kořenového systému u smrku ztepilého na ploše 7K nebo 7P.

- ❖ HBP – na obou plochách prorůstaly kořeny kořenovým balem vcelku nerovnoměrně ve všech čtyřech zónách, nejvíce ve 4. zóně (Obr. 12 v přílohách). Oproti variantě JSP celkově prorůstaly méně. Je tedy zřejmé, že u této varianty se projevovala absence překrytí kořenového balu vrstvou organické hmoty. Dále zde mohla hrát, jak uvádí Mauer (2009), roli tvorba ohlazených stěn v 1. – 3. zóně, ve kterých byl podíl prorostlých kořenů menší.
- ❖ HSP – na ploše 7K prorůstaly kořeny kořenovým balem celkem rovnoměrně v prvních třech zónách. Ve 4. zóně podíl prorůstajících kořenů byl nejvyšší. Oproti variantě HBP na ploše 7K prorůstalo víc kořenů balem. Tento fakt poukazuje na to, že překrytí kořenového balu tímto způsobem zalesnění na ploše 7K má pozitivní vliv na tvorbu kořenového systému. Na ploše 7K touto variantou nedocházelo ke tvorbě ohlazených stěn, neboť kořeny kořenovým balem bohatě prorůstaly ve všech zónách (Obr. 12 v přílohách). Navíc se u této varianty na ploše 7K ve dvou případech objevily silnější kořeny tloušťkového stupně 2,1–4,0 mm v 1. zóně. Na ploše 7P prorůstaly kořeny balem celkem rovnoměrně ve všech zónách, nejvíce však v 1. zóně. Zde bylo méně prorostlých kořenů balem než na ploše 7K, kvůli tvorbě ohlazených stěn na těchto půdách (Obr. 12 v přílohách). Z hlediska překrytí kořenového balu vyšla varianta HSP mnohem lépe na ploše 7K než varianta HBP. Naopak na ploše 7P byla na tom lépe varianta HBP než varianta HSP. Lze se domnívat, že na ploše 7P, kde je k dispozici více vody, nedochází tolik k vysychání kořenových balů u varianty HBP. Pokud by tomu tak bylo, mělo by překrytí kořenového balu při výsadbě sázecí holí kladný vliv na růst kořenového systému.
- ❖ RBP – na ploše 7K prorůstaly kořeny kořenovým balem celkem rovnoměrně v prvních třech zónách. Ve 4. zóně podíl prorůstajících kořenů byl nejvyšší. Na ploše 7K se ve dvou případech objevily silnější

kořeny tloušťkového stupně 2,1–4,0 mm v 1. zóně. Na ploše 7P prorůstaly kořeny balem nerovnoměrně v 1. a 4. zóně, kdežto v 2. a 3. zóně prorůstaly rovnoměrně. V 1. zóně byl nejvyšší podíl prorůstajících kořenů. U této varianty na ploše 7P docházelo ve většině případů k jednostrannému prorůstání kořenového balu (Obr. 12 v přílohách). Nejspíš za to může negativní vliv tohoto způsobu výsadby. Jak uvádí Mauer (2011a), že z biologického hlediska je tento způsob výsadby málo vhodný kvůli vzniku ohlazených stěn a jednostrannému zhutnění půdy.

- ❖ RSP – na ploše 7K prorůstaly kořeny kořenovým balem nerovnoměrně v 2. a 3. zóně, kdežto poměrně rovnoměrně v 1. a 4. zóně. Ve 4. zóně podíl prorůstajících kořenů byl nejvyšší. Na ploše 7P prorůstaly kořeny balem poměrně rovnoměrně ve všech zónách. V 1. zóně však byl podíl prorůstajících kořenů balem nejvyšší (Obr. 12 v přílohách). I u této varianty na ploše 7P docházelo k jednostrannému prorůstání kořenů kořenovým balem (Obr. 12 v přílohách). Opět zde platí tvrzení Mauera (2011a), že díky způsobu sadby pomocí sázecí roury dochází k tvorbě ohlazených stěn a jednostrannému zhutnění půdy. Z hlediska překrytí kořenového balu vyšla varianta RSP o něco hůř na ploše 7K než varianta RBP. Dá se to vysvětlit tím, že i když byly sazenice varianty RSP při výsadbě překryty, při měření již bylo napočítáno u 50 % sazenic nepřekrytí kořenového balu (Graf 8 na str. 40). Naopak na ploše 7P byla na tom lépe varianta RSP než varianta RBP. Z výše uvedeného vyplývá, že překrytí kořenového balu při zalesňování smrku pomocí sázecí roury, má kladný vliv na růst kořenového systému.
- ❖ TBP – na ploše 7K prorůstaly kořeny kořenovým balem nerovnoměrně v 3. a 4. zóně, kdežto rovnoměrně v 1. a 2. zóně. Ve 4. zóně byl podíl prorůstajících kořenů nejvyšší (Obr. 13 v přílohách). Na ploše 7P prorůstaly kořeny balem ve 2. a 4. zóně nerovnoměrně, naproti tomu v 1. a 3. zóně rovnoměrně. Ve 4. zóně byl podíl prorůstajících kořenů balem nejvyšší. Na ploše 7K i 7P, byl celkový podíl prorůstajících kořenů kořenovým balem mnohem nižší než u varianty JSP (Obr. 13 v přílohách). Nejpravděpodobněji je to způsobené tím, jak uvádí Mauer a Palátová

(2013a), že při výsadbě sázecím trnem dochází k ohlazeným stěnám a výraznému zhutnění půdy na všechny strany.

- ❖ TSP – na ploše 7K prorůstaly kořeny kořenovým balem nerovnoměrně v 3. a 4. zóně, kdežto rovnoměrně v 1. a 2. zóně. Ve 4. zóně byl podíl prorůstajících kořenů nejvyšší. Na ploše 7P prorůstaly kořeny balem v 1. a 4. zóně nerovnoměrně, naproti tomu v 2. a 3. zóně rovnoměrně. V 1. zóně byl podíl prorůstajících kořenů balem nejvyšší. Na ploše 7K i 7P, byl celkový podíl prorůstajících kořenů kořenovým balem mnohem nižší než varianty JSP (Obr. 13 v přílohách). Tímto se opět ztotožňuje s tvrzením Mauera a Palátové (2013a), že při výsadbě sázecím trnem dochází k ohlazeným stěnám a výraznému zhutnění půdy. Z hlediska překrytí kořenového balu vyšla varianta TSP lépe na ploše 7K než varianta TBP. Na ploše 7P byly obě varianty na tom přibližně stejně. Lze se domnívat, že na ploše 7P, kde je k dispozici více vody, nedochází tolik k vysychání kořenových balů u varianty TBP. Pokud by tomu tak bylo, mělo by překrytí kořenového balu při výsadbě sázecím trnem kladný vliv na růst kořenového systému.
- ❖ VBP – na ploše 7K prorůstaly kořeny kořenovým balem nerovnoměrně v 2. a 4. zóně, kdežto rovnoměrně v 1. a 3. zóně. Ve 4. zóně byl podíl prorůstajících kořenů nejvyšší. Na ploše 7P prorůstaly kořeny balem v 1. a 4. zóně nerovnoměrně, naproti tomu v 2. a 3. zóně rovnoměrně. V 1. zóně byl podíl prorůstajících kořenů balem nejvyšší. Na obou plochách byl celkový podíl prorůstajících kořenů kořenovým balem mnohem nižší než u varianty JSP (Obr. 13 v přílohách). Lze to vysvětlit tím, co popisují na webových stránkách waldwissen.net (2017), že při výsadbě sázecím výkrojem dochází k tvorbě ohlazených stěn, tudíž pro kořeny se stávají hůře prorůstavými.
- ❖ VSP – na ploše 7K prorůstaly kořeny kořenovým balem nerovnoměrně v 2. a 4. zóně, kdežto rovnoměrně v 1. a 3. zóně. Ve 4. zóně byl podíl prorůstajících kořenů nejvyšší. Na ploše 7P prorůstaly kořeny balem ve všech zónách nerovnoměrně. Ve 4. zóně byl podíl prorůstajících kořenů balem nejvyšší. Na obou plochách, byl celkový podíl prorůstajících kořenů kořenovým balem mnohem nižší než u varianty JSP (Obr. 13 v přílohách). Opět to lze přičíst

tomu, co popisuje na webových stránkách waldwissen.net (2017), že při výsadbě sázecím výkrojem dochází k tvorbě ohlazených stěn, tudíž pro kořeny se stávají hůře prorůstavými. Z hlediska překrytí kořenového balu vyšla varianta VSP na obou plochách lépe než varianta VBP. To poukazuje na kladný vliv výsadby pomocí sázecího výkroje s překrytím balu.

Buk lesní

Jak popisuje Mauer a kol. (2006), že všechny naše hlavní dřeviny kromě smrku (v juvenilní fázi) přirozeně vytváří pro zajištění své mechanické stability kůlový (nebo hlavní) kořen, který vždy roste pozitivně geotropicky. Jestliže je tento kůlový (hlavní) kořen deformován, stromy vytvářejí pouze povrchový systém, a to ještě velmi často jednostranný (kořeny rostou ve směru deformace kůlového kořene).

V této práci zatím v 1. roce po výsadbě neprorostl kůlový (hlavní) kořen. Prozatím ve většině případů prorostly jemné kořeny, u nichž se analyzovala četnost v jednotlivých zónách kořenového balu. U všech variant na obou plochách prorůstaly jemné kořeny z kořenového balu nejpočetněji ve 4. zóně, což dává předpoklad ke zdárnému vytvoření přirozeného kořenového systému.

- ❖ JSP – na obou plochách prorůstaly kořeny v prvních třech zónách rovnoměrně. Na ploše 7K vykazovala varianta JSP třetí nejvyšší podíl prorůstajících kořenů kořenovým balem. Celkový počet prorůstajících jemných kořenů na ploše 7P patřil k třetímu nejnižšímu ze všech variant (Obr. 14 v přílohách). Teoreticky by se dalo říct, že se projevila jedna z nevýhod jamkové sadby, kterou uvádí Mauer (2009). Popisuje, že může dojít k přerušení vztlínání (kapilár) spodní vody při prokopání jamky. V období sucha rostlina nedostává vodu ani shora, ani zdola. To však vyvrací fakt, že na ploše 7P je dostatek spodní vody celoročně. Další možností je, že kořenové baly u všech ostatních variant byly převážně zasazeny do organické hmoty, která způsobila vyšší prorůstání jemných kořenů balem. Kdežto kořenové baly varianty JSP byly zasazeny do minerální půdy, kde došlo k menšímu prorůstání kořenů balem.
- ❖ HBP – na ploše 7K prorůstaly kořeny v prvních třech zónách nerovnoměrně. Celkově zde bylo nejméně prorostlých kořenů balem ze všech variant, což by vypovídalo o tvorbě ohlazených stěn (Obr. 14

v přílohách). Na ploše 7P prorůstaly kořeny v 1. a 3. zóně rovnoměrně, kdežto z 2. zóny oproti ostatním zónám nerovnoměrně. Celkově zde bylo víc prorostlých kořenů balem než u varianty JSP (Obr. 14 v přílohách). V tomto případě lze vyvodit absenci vzniku ohlazených stěn, jak uvádí Mauer (2009).

- ❖ HSP – na ploše 7K prorůstaly kořeny v prvních třech zónách nerovnoměrně. Celkově zde bylo víc prorostlých kořenů balem než u varianty JSP. Tvzení Mauera (2009) o tvorbě ohlazených stěn, by v tomto případě nehrálo roli. Na ploše 7P prorůstaly kořeny více méně v prvních třech zónách rovnoměrně. Celkově zde bylo víc prorostlých kořenů balem než u varianty JSP (Obr. 14 v přílohách). Opět lze vyvodit absenci vzniku ohlazených stěn, jak uvádí Mauer (2009). Z hlediska překrytí kořenového balu vyšla varianta HSP lépe jak na ploše 7K, tak i na ploše 7P než varianta HBP. To poukazuje na kladný vliv sadby pomocí sázecí hole s překrytím balu.
- ❖ SBP – na ploše 7K prorůstaly kořeny v 1. a 2. zóně rovnoměrně, kdežto z 3. zóny oproti ostatním zónám nerovnoměrně. Celkově zde bylo méně prorostlých kořenů balem než u varianty JSP (Obr. 14 v přílohách). Jak uvádějí Jurásek a kol. (1999), že při nesprávném postupu výsadby sazečem může dojít k omezení rozrůstání kořenů zhutněním a ohlazením stěn při vytváření šterbiny. Na této ploše se u dvou sazenic objevily silnější kořeny tloušťkového stupně 2,1–4,0 mm ve 4. zóně, což dává předpoklad k tvorbě přirozeného kúlového kořenu rostoucího pozitivně geotropicky, jak píše Mauer a kol. (2006). Na ploše 7P prorůstaly kořeny v prvních třech zónách nerovnoměrně. Celkově zde bylo víc prorostlých kořenů balem než na ploše 7K a varianty JSP (Obr. 14 v přílohách). Ve svém závěru Mauer (2009) uvádí, že pro sadbu sazečem jsou nevhodné těžké půdy (plocha 7P), kde se vytváří ohlazené stěny a dochází k nepříjemnému zhutnění půdy. S tímto závěrem nelze tedy v našem případě souhlasit. Dá se to vysvětlit tím, že na ploše 7P je vysoký podíl organické hmoty ve svrchní vrstvě půdy, u které nedochází tolik ke zhutnění jak u minerální půdy.
- ❖ SSP – na ploše 7K prorůstaly kořeny v prvních třech zónách nerovnoměrně. Celkově zde bylo méně prorostlých kořenů balem než

u varianty JSP. Docházelo tedy opět k omezení prorůstání kořenů kořenovým balem kvůli zhutněným a ohlazeným stěnám při tvorbě štěrbin (Jurásek a kol., 1999). Na ploše 7P prorůstaly kořeny v prvních třech zónách poměrně rovnoměrně. Celkově zde bylo nejvíce prorostlých kořenů balem než u ostatních variant (Obr. 14 v přílohách). Opět se zde neztotožňují závěry publikací Mauera (2009) a Juráska a kol., (1999). Z hlediska překrytí kořenového balu vyšla varianta SSP o něco hůř na ploše 7K než varianta SBP. Dá se to vysvětlit tím, že i když nebyly sazenice varianty SBP při výsadbě překryty, při měření již bylo napočítáno u 58 % sazenic překrytí kořenového balu (Graf 26 na str. 51). Naopak na ploše 7P byla na tom lépe varianta SSP než varianta SBP. Z výše popisovaného vyplývá, že překrytí kořenového balu při zalesňování buku pomocí sazeče, má kladný vliv na růst kořenového systému.

- ❖ TBP – na ploše 7K prorůstaly kořeny v 1. a 2. zóně rovnoměrně, kdežto z 3. zóny oproti ostatním zónám nerovnoměrně. Celkově zde bylo méně prorostlých kořenů balem než u varianty JSP, což lze přičíst ohlazeným stěnám a výraznému zhutnění půdy na všechny strany, které vznikly při výsadbě. Na ploše 7P v prvních třech zónách vůbec neprorůstaly kořeny balem, což poukazuje na ukázkový příklad toho, co popisují ve své práci Mauer a Palátová (2013a), že tímto způsobem sadby vznikají ohlazené stěny a výrazné zhutnění půdy na všechny strany (Obr. 15 v přílohách). Navíc zde bylo celkově nejméně prorostlých kořenů balem než u ostatních variant.
- ❖ TSP – na ploše 7K prorůstaly kořeny v 1. a 3. zóně rovnoměrně, kdežto z 2. zóny oproti ostatním zónám nerovnoměrně. Celkově zde bylo o něco méně prorostlých kořenů balem než u varianty JSP, což lze rovněž přičíst k ohlazeným stěnám a výraznému zhutnění půdy na všechny strany, které vznikly při výsadbě. Na ploše 7P prorůstaly kořeny v prvních třech zónách poměrně rovnoměrně. Celkově zde bylo více prorostlých kořenů balem než na ploše 7K a u varianty JSP, z čehož vyplývá, že nedošlo ke vzniku ohlazených stěn a zhutnění půdy na všechny strany (Obr. 15 v přílohách). Z hlediska překrytí kořenového balu vyšla varianta TSP lépe jak na ploše

7K, tak i na ploše 7P než varianta TBP. To poukazuje na kladný vliv sadby pomocí sázecího trnu s překrytím balu.

- ❖ VBP – na ploše 7K prorůstaly kořeny v 1. a 2. zóně rovnoměrně, kdežto z 3. zóny oproti ostatním zónám nerovnoměrně. Celkově zde bylo více prorostlých kořenů balem než u varianty JSP. Na ploše 7P prorůstaly kořeny v 2. a 3. zóně rovnoměrně, kdežto z 1. zóny oproti ostatním zónám nerovnoměrně. Celkově zde bylo více prorostlých kořenů balem než u varianty JSP. Jelikož není žádná publikace, kde by se popisovala negativa či pozitiva sadby pomocí sázecích vidlí, domnívám se, že hlavním negativem je ohlazení a zhutnění stěn na dvou stranách otvoru. Dochází tak jednostrannému prorůstání kořenů kořenovým balem, které je patrné na Obr. 15 v přílohách.
- ❖ VSP – na ploše 7K prorůstaly kořeny v 1. a 2. zóně rovnoměrně, kdežto z 3. zóny oproti ostatním zónám nerovnoměrně. Celkově zde bylo méně prorostlých kořenů balem než u varianty JSP. Na ploše 7P prorůstaly kořeny v prvních třech zónách poměrně rovnoměrně. Celkově zde bylo méně prorostlých kořenů balem než u varianty JSP. Z hlediska překrytí kořenového balu vyšla varianta VSP na obou plochách hůř než varianta VBP. Dá se to vysvětlit tím, že i když nebyly sazenice varianty VBP při výsadbě překryty, při měření již bylo napočítáno u 85 % (na ploše 7K) a 26 % (na ploše 7P) sazenic překrytí kořenového balu (Graf 26 na str. 51 a Graf 36 na str. 57). Naopak na ploše 7P byla na tom lépe varianta SSP než varianta SBP. Z výše popisovaného vyplývá, že překrytí kořenového balu při zalesňování buku pomocí sázecích vidlí, má kladný vliv na růst kořenového systému. Jak už bylo zmíněno u varianty VBP, že docházelo k ohlazení a zhutnění stěn otvoru, způsobovalo to u varianty VSP v některých případech neprorůstání kořenů balem na ploše 7P a na ploše 7K jednostranné prorůstání kořenů balem (Obr. 15 v přílohách).

Způsoby výsadby byly pro každé sázecí nářadí ve dvou variantách, a to s překrytím a bez překrytí. Avšak při měření se kolikrát zjistilo, že varianty zalesněné s překrytím byly bez překrytí a naopak. Příčinou toho bylo, že docházelo k transportu organické hmoty srážkovou vodou, která buďto zakryla nebo odkryla kořenový bal.

Výraznějšímu transportu organické hmoty docházelo na ploše 7K, kde byl sklon terénu v porovnání s plochou 7P větší.

Dle Finéra a kol. (2007) je biomasa kořenů listnatých dřevin obecně vyšší než je tomu u jehličnanů. Při vyhodnocení v 1. roce po zalesnění nelze s tímto závěrem souhlasit, neboť v našem případě vyšla biomasa jemných kořenů menší u buku než u smrku.

5.1.5 Poškození a ztráty

Smrk ztepilý

Nejvíce poškozených sazenic smrku mrazem bylo na ploše 7K u varianty HSP a na ploše 7P u varianty TBP. Naopak u varianty VSP nebylo žádné poškození mrazem, a to na obou plochách. Celkově bylo poškození mrazem zanedbatelné, protože způsoboval velmi malé škody na jednotlivých sazenicích, které se projeví odumřením výhonů nebo v tvorbě dvojáků.

K výraznějšímu poškození docházelo kvůli klikorohu borovému, vůči němuž se aplikoval insekticid pozdě. Nejvíce poškozených sazenic bylo u varianty TBP na obou plochách, kde byly kvůli tomu i nejvyšší ztráty. Nejméně poškozených sazenic na ploše 7K bylo u varianty JSP, kde byly nejmenší ztráty. Na ploše 7P bylo poškození klikorohem u varianty VSP nulové. Na druhém místě byla varianta JSP která měla minimální poškození a ztráty nulové. Dá se říct, že smrk zalesněný jamkovou sadbou, je nejméně atraktivní ze všech způsobů výsadby pro klikoroha borového. Mauer a kol. (2006) došli k závěru, že vysoká vitalita krytokořenného sadebního materiálu má vliv na vyšší regenerační schopnost po poškození hmyzem. V našem případě lze s tímto závěrem souhlasit (Obr. 16 v přílohách).

Buk lesní

Nejvíce poškozených sazenic buku mrazem bylo na ploše 7K u varianty SSP a na ploše 7P u varianty TBP. Naopak u varianty JSP na ploše 7K a u varianty VBP na ploše 7P bylo nejméně poškozených sazenic. Ve většině případů se poškození projevilo „spálením“ terminálního přírůstu mrazem.

Jako jiná poškození byly evidovány vyskeletované listy způsobené štětconošem bukovým a v mnohem menší míře háčky puklice bukové. Na obou plochách bylo nejvíce poškozených sazenic u varianty HBP. Spojitost mezi způsoby výsadby a těmito poškozeními je velmi málo pravděpodobná.

Nejnižší ztráty byly na obou plochách u varianty JSP. Naopak nejvyšší ztráty na ploše 7K byly u varianty HBP a na ploše 7P byly u varianty VSP.

5.1.6 Souhrn vlivu biotechniky sadby

Většina autorů, jako například Jurásek a kol. (1999) a Mauer a kol. (2006), se shodují, že biologicky nejvhodnějším způsobem výsadby je sadba JSP. S tímto tvrzením nelze v našem případě zcela souhlasit, neboť na ploše 7P u smrku i buku odrůstaly lépe a byly vitálnější sazenice u jiných způsobů výsadby.

U smrku na ploše 7P na tom byly z celkového hodnocení i z hlediska vitality lépe varianty VSP a JSP. Varianta RSP byla na 3. místě. Nejvitálnější sazenice, co se týče délkou jehlic a jejich zbarvení, byly u varianty HSP. Naopak nejhůře dopadla varianta TBP, a to na obou plochách v celkovém hodnocení růstu, vitality, poškození a ztrát.

U buku na ploše 7P dopadly lépe z celkového hodnocení i vitality varianta SBP než varianta JSP, která byla na 2. místě. Varianta JSP však oproti této variantě vykazovala nejméně ztrát. Na 3. místě dopadla varianta VBP. Nejhůře dopadla varianta TBP.

Výše uvedené tvrzení Jurásk a kol. (1999) a Mauera a kol. (2006) platí v případě sazenic na ploše 7K, kde u smrku i buku byla celkově vyhodnocena nejlepší varianta JSP, která také vykazovala nejnižší mortalitu a nejlepší vitalitu ze všech variant (Tab. 15 na str. 69 a Tab. 16 na str. 70). Navíc sazenice smrku varianty JSP na této ploše byly nejméně poškozovány klikorohem borovým. V případě smrku na ploše 7K dopadla nejhůře varianta TBP, u které sazenice byly nejméně vitální, nejhůře odrůstaly, vykazovaly nejvyšší poškození klikorohem a nejvyšší ztráty.

Paradoxem je, když se podíváme na Tab. 15 na str. 69 a Tab. 16 na str. 70, že některé varianty bez překrytí vyšly lépe než varianty s překrytím. Příkladem je u buku v Tab. 16 na str. 70 varianta SSP, která je teoreticky lepší než varianta SBP, ale ve výsledku dopadla hůř, a to na obou plochách. Lze to vysvětlit tím, jak už bylo zmíněno v podkapitole 5.1.4, že varianty vysázené s překrytím kořenového balu byly v době měření bez překrytí a v opačném případě varianty vysázené bez překrytí kořenového balu byly s překrytím. Důvodem toho byl transport organické hmoty srážkovou vodou. Zároveň varianty bez překrytí do doby měření zarostly buření.

Nejvýznamnějším faktorem dokazujícím vhodnost způsobu výsadby v 1. roce po zalesnění je ujímavost (respektive ztráty sazenic) a prorůstání kořenů kořenovým balem. Ostatní parametry a znaky, které byly v této práci hodnoceny, nemohou zcela

jednoznačně zhodnotit rozdíly v odrůstání a vitalitě mezi způsoby sadby. Důvodem je krátké období, za které byla data získána, kdy se sazenice vyrovnávají se šokem z přesazení a změnou prostředí.

5.2 Vliv stanoviště na odrůstání nadzemní a podzemní části krytokořenného sadebního materiálu

Autoři Mráček, Pařez (1986) a Musil, Hamerník (2004) ve svých pracích uvádějí, že na stanovištích zásobovaných dodatečnou vodou (na těžších půdách), např. v pánvích, kotlinách nebo na úpatích hor vykazuje smrk obecně mohutnější přírůst a v době sucha bývá méně ohrožen. S tímto tvrzením lze zcela souhlasit. Podíváme-li se na Tab. 4 na str. 58 vidíme, že všechny varianty smrku na ploše 7P (na těžších půdách) vykazují vyšší průměrné přírůsty než varianty na ploše 7K. Rovněž to platí i pro buk, který kromě varianty JSP a TBP vykazoval vyšší přírůsty na ploše 7P (Tab. 8 na str. 62). Navíc plocha 7P je kryta ze všech stran stěnou porostu, což významně ovlivňuje rozdíl výškových přírůstů (u obou dřevin) mezi plochami ve prospěch plochy 7P.

Z hlediska tloušťkového přírůstu kořenového krčku byly ve většině případů vyšší přírůsty na ploše 7K, a to u obou dřevin. Výjimkou u smrku byla varianta RSP a u buku varianty HBP a HSP. Plocha 7K měla pozitivní vliv na tloušťkový přírůst u obou dřevin.

Délka jehlic smrku byla u všech variant na ploše 7K vyšší než na ploše 7P. Avšak podíl tmavě zelených jehlic byl vyšší na ploše 7P u všech variant, kromě varianty JSP. Souhrnně se dá říct, že vliv stanoviště nemá vliv na vitalitu smrkových sazenic. Výjimkou je pouze varianta JSP, kde plocha 7K má příznivý vliv na vitalitu smrkových sazenic.

Délka, šířka a barva listů byla u všech variant u obou ploch rozdílná. Vliv stanoviště nemá v 1. roce po zalesnění na vitalitu buku. Výjimkou byla pouze varianta JSP, kde plocha 7K má příznivý vliv na vitalitu bukových sazenic.

Počet bočních větví bylo víc u variant na ploše 7P, z čehož vyplývá, že těžší půdy na této ploše mají kladný vliv na růst bočních větví u sazenic buku.

Na těžkých půdách dle Polomského a Kuhna (1998) vytváří smrk vysloveně plochý kořenový systém. Se stejným závěrem, pouze u buku, přišli i Köstler a kol. (1968), kteří tvrdí, že buk koření na těžkých půdách vyloženě plošně. Z našich výsledků je však patrné, že kořeny smrku a buku na těžkých půdách (plocha 7P) prorůstají ve všech čtyřech zónách, tudíž v prvním roce nevytvářejí plochý kořenový systém (Tab. 7

na str. 61 a Tab. 12 na str. 66). Otázkou však je, jak vysoko stoupá hladina spodní vody na této ploše. Na ploše 7K je celkový podíl prorůstajících u všech variant vyšší, kromě variant SBP a SSP u buku. To potvrzuje, že šíření kořenů podle Mauera a Pejchala (2013) významně ovlivňuje obsah vody v půdě. Jeho nadbytek, především ve formě vysoké hladiny stojaté podzemní vody omezuje hloubku prokořenitelného prostoru. Plocha 7K má tedy pozitivní vliv na prorůstání kořenů kořenovým balem.

Ztráty u smrku byly v menším měřítku na ploše 7P. Mohla za to nízká poškození klikorohem borovým. I přes vyšší poškození mrazem na ploše 7P byly u buku ztráty o něco menší než na ploše 7K. Nižším ztrátám na ploše 7P, lze přičíst krytím plochy ze všech stran stěnou porostu. Plocha 7K je kryta pouze z jedné strany stěnou porostu. Navíc na ploše 7P je vyšší dispozice spodní vody, která vyrovnávala vysoký deficit srážek v roce 2016.

6 Závěr a doporučení pro praxi

Předkládaná diplomová práce pojednává o vlivu způsobu sadby na odrůstání kultur a vývin kořenového systému krytokořenného sadebního materiálu smrku ztepilého a buku lesního v 7. lesním vegetačním stupni. Šetření proběhlo na LS LČR Janovice, revír Hubert. Byly založeny dvě výzkumné plochy, na kterých byly obě dřeviny zalesněny stejnými způsoby sadby. Jedna na SLT 7K (plocha Hubert) a druhá na SLT 7P (plocha Skřítek). Hodnoceny byly po jednom vegetačním období tyto biotechniky sadby: jamková sadba, sadba sázecí holí, sázecí rourou, sadba sazečem, sázecím trnem, sázecími vidlemi a sázecím výkrojem. Bylo sledováno i překrývání kořenového balu při sadbě. Měřeny a vyhodnocovány byly zejména tyto parametry a znaky: ztráty, výška nadzemní části, přírůst, tloušťka kořenového krčku, podíl prorostlých kořenů z kořenového balu, vitalita, poškození abiotickými a biotickými činiteli.

Z provedeného šetření je patrné, že na odrůstání kultur a vývin krytokořenného sadebního materiálu smrku ztepilého a buku lesního má rozdílná biotechnika sadby vliv.

Z výsledku práce vyplývá:

- ❖ Nejlepším způsobem výsadby smrku na SLT 7K je sadba jamková s překrytím kořenového balu. Druhé místo obsadil sázecí výkroj bez překrytí, třetí sázecí roura bez překrytí, čtvrté sázecí výkroj s překrytím, páté sázecí trn s překrytím, šesté sázecí hůl s překrytím, sedmé sázecí hůl bez překrytí, osmé sázecí roura s překrytím a deváté místo sázecí trn bez překrytí.
- ❖ Nejlepším způsobem výsadby smrku na SLT 7P je sadba sázecím výkrojem s překrytím kořenového balu. Druhé místo obsadila jamková sadba s překrytím, třetí místo sázecí roura s překrytím, čtvrté sázecí výkroj bez překrytí, páté sázecí hůl s překrytím, šesté sázecí hůl bez překrytí, sedmé sázecí trn s překrytím, osmé sázecí roura bez překrytí a deváté místo sázecí trn bez překrytí.
- ❖ Nejlepším způsobem výsadby buku na SLT 7K je sadba jamková s překrytím kořenového balu. Druhé místo obsadil sazeč bez překrytí, třetí sázecí trn bez překrytí, čtvrté sazeč s překrytím, páté sázecí vidle s překrytím, šesté sázecí trn s překrytím, sedmé sázecí vidle bez překrytí, osmé sázecí hůl s překrytím a deváté místo sázecí hůl bez překrytí.

- ❖ Nejlepším způsobem výsadby buku na SLT 7P je sadba sazečem bez překrytí kořenového balu. Druhé místo obsadila sadba jamková překrytím, třetí místo vidle bez překrytí, čtvrté sázecí trn s překrytím, páté sazeč s překrytím, šesté sázecí hůl s překrytím, sedmé sázecí hůl bez překrytí, osmé sázecí vidle s překrytím a deváté místo sázecí trn bez překrytí.

Doporučení pro praxi:

- ❖ Při zalesňování krytokořenného sadebního materiálu smrku i buku v 7. lesním vegetačním stupni preferovat nejvíce jamkovou sadbu na různých typech stanovišť, a to hlavně na lehčích půdách (př. SLT 7K).
- ❖ Na lehčích půdách lze dále používat způsoby výsadby: sázecí holí s překrytím a sázecí rourou bez překrytí u smrku.
- ❖ Při zalesňování stanovišť s těžšími půdami (př. SLT 7P) lze uplatňovat u smrku sadbu pomocí sázecí roury s překrytím kořenového balu nebo pomocí sázecího výkroje s překrytím kořenového balu.
- ❖ Nepoužívat zalesňování krytokořenného sadebního materiálu pomocí sázecího trnu s překrytím i bez překrytí kořenového balu a sadbu sázecí holí bez překrytí.
- ❖ Kořenový bal je vždy lepší překryt vrstvou zeminy.

7 Summary

This diploma thesis deals with effect of planting method on growth and roots system development of balled planting stock of Norway spruce and European beech in 7. forest vegetation tier. The field measurements were performed in LS LČR Janovice, district Hubert. Two experimental plots were established. Both species were planted with identical planting methods. One on forest type 7K (lighter soil) and the other on forest type 7P (heavier soil). After one vegetation period these planting methods were reviewed: center hole planting, planting stick, planting tube, planting spade, planting thorn, planting prong and planting cutter. Soil overlapping was observed as well. The parameters measured were: losses, height of above-ground part, increments, root collar thickness, ratio of roots growing out from root package, vitality and biotic and abiotic damages.

When using both Norway spruce and European beech balled planting stock in 7. forest vegetation tier it was determined that center hole planting is preferrable on various types of locations, especially on lighter soils (7K).

Further methods for Norway spruce to be used on light soils are: planting cutter both with and without overlapping and planting tube without overlapping. When reforesting areas with heavier soils (7P) it is also possible to use planting tube with overlapping or planting cutter with overlapping.

It is better to avoid methods of planting thorn with and without overlapping and planting stick without overlapping when using balled planting stock. It is always preferrable to cover the root ball with layer of soil.

8 Použitá literatura

DEMEK, J., P. MACKOVČIN a KOL., 2006. *Hory a nížiny: Zeměpisný lexikon ČR*. Brno: AOPK ČR, 582 s. ISBN 80-86064-99-9.

FINÉR, L., a kol., 2007. *Variation in fine root biomass of three European tree species: Beech (*Fagus sylvatica* L.), Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.), and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.)*. Plant Biosystems, s. 394-405.

JURÁSEK, A., MARTINCOVÁ, J., LOKVENC, T., 1999. *Krytokořenný sadební materiál a úspěšnost obnovy lesa*. In Sborník referátů mezinárodní konference: „Pěstování a užití krytokořenného sadebního materiálu“, Trutnov, 26. – 28.5.1999. Brno, MZLU, s. 5-23. ISBN 80-7157-361-2.

JURÁSEK, A. a kol., 2002. ČSN 48 2115. *Sadební materiál lesních dřevin*. Praha, Český normalizační institut, s. 27. ISBN 80-7283-089-9.

JURÁSEK, A., MARTINCOVÁ, J., LOKVENC, T., 2004. *Problematika použití krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin z intenzivních školkařských technologií v podmínkách ČR*. In Sborník přednášek z mezinárodního semináře: „Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa“, Opočno, 3-4. 6. 2004, Lesnická práce, 2004, s. 6-15.

KOLEKTIV TAXONIA CZ., 2010a. *LHP LHC Janovice pro období 1.1.2011 – 31.12.2020*: Hospodářská kniha LHP. Olomouc.

KOLEKTIV TAXONIA CZ., 2010b. *LHP LHC Janovice pro období 1.1.2011 – 31.12.2020*: Textová část LHP. Olomouc.

KÖSTLER, J. N., BRÜCKNER, E., BIEBELRHIETER, H., 1968. *Die Wurzeln der Waldbäume*. Verlag Paul Parey Hamburg und Berlin, 282 s.

KŘÍSTEK, J., URBAN, J., 2013. *Lesnická entomologie*. Praha: Academia, 445 s. ISBN 978-80-200-2237-0.

MAUER, O. a kol., 2006. *Produkce krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s.r.o., 136 s. ISBN 80-86386-72-4.

MAUER, O., 2009. *Zakládání lesa I*. Brno. MZLU v Brně. 189 s.

MAUER, O., 2011a. *Vliv kvality obnovních prací na následnou kvalitu a stabilitu založených lesních porostů*. In Sborník referátů: „Doprava, manipulace a sázení sadebního materiálu lesních dřevin“, Řečany nad Labem, SVOL, 18.8.2011, 30 s.

MAUER, O. a kol., 2011b. *Zakládání lesa II*. Brno. MZLU v Brně. 216 s.

MAUER, O., PALÁTOVÁ, E., 2013a. *Deformace kořenového systému a jejich vliv na stabilitu a vitalitu dřevin* In: Rhizologie lesních dřevin. Mendelova univerzita v Brně, 2013, 259 s. ISBN: 978-80-7375-697-0.

MAUER, O., PALÁTOVÁ, E., 2013b. *Metody studia kořenového systému lesních dřevin* In: Rhizologie lesních dřevin. Mendelova univerzita v Brně, 2013, 259 s. ISBN: 978-80-7375-697-0.

MAUER, O., PEJCHAL, M., 2013. *Architektura kořenového systému stromů* In: Rhizologie lesních dřevin. Mendelova univerzita v Brně, 2013, 259 s. ISBN: 978-80-7375-697-0.

MRÁČEK, Z., PAŘEZ, J., 1986. *Pěstování smrku*. Praha. SZN, 203 s.

MRÁČEK, Z., 1989. *Pěstování buku*. Praha: SZN, 223 s. ISBN 80-209-0003-9.

MUSIL, I., HAMERNÍK, J., 2003. *Lesnická dendrologie 1. Jehličnaté dřeviny*. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, 177 s. ISBN 80-213-0992-X – 2. ed.

POLENO, Z., VACEK, S. a kol., 2009. *Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů*. Lesnická práce, 951 s. ISBN 978-80-87154-34-2.

POLOMSKI, J., KUHN, N., 1998. *Wurzelsysteme*. Verlag Paul Haupt, Bern, Stuttgart, Wien, 290 s.

PRŮŠA, E., 2001. *Pěstování lesů na typologických základech*. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 593 s. ISBN 80-86386-10-4.

QUITT, E., 1971. *Klimatické oblasti Československa*. ČSAV – Brno, Studia geografica 16, 74 s.

ÚHÚL, 2016. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky 2015*. Praha, Ministerstvo zemědělství, 134 s. ISBN 978-80-7434-324-7.

ÚRADNÍČEK, L.; MADĚRA, P. a kol., 2001. *Dřeviny České republiky*. Písek: Matice lesnická, 333 s. ISBN 80-86271-09-9.

ÚRADNÍČEK, L., 2003. *Lesnická dendrologie I. (Gymnospermae)*. Brno, MZLU v Brně, 102 s. ISBN 80-7157-643-3.

ÚRADNÍČEK, L., 2004. *Lesnická dendrologie II. (Angiospermae)*. Brno, MZLU v Brně, 102 s. ISBN 80-7157-760-X.

VLČEK, V. a kol., 1984. *Zeměpisný lexikon ČSR: Vodní toky a nádrže*. Praha: Academia, 315 s.

ZEZULA, J., 2004. *Strategie použití krytokořenného sadebního materiálu u státního podniku Lesy České republiky*. In Sborník přednášek z mezinárodního semináře: „Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa“, Opočno, 3.-4. 6. 2004, Lesnická práce, s. 97-102. ISBN 80-86386-51-1.

Vyhláška č. 139/2004 Sb., ze dne 23. března 2004, o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa.

8.1 Internetové zdroje

EUFORGEN. EUROPEAN FOREST GENETIC RESOURCES PROGRAMME [online]. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z WWW: <<http://euforgen.org>>

MAPY. MAPY.GEOLOGY.CZ [online]. Česká geologická služba [cit. 2016-16-12]. Dostupné z WWW: <<http://mapy.gelogy.cz>>

MAPY. MAPY.CZ [online]. Seznam.cz, a. s., *Mapy.cz*, s. r. o. [cit. 2016-12-12]. Dostupné z WWW: <<http://mapy.cz>>

WALDWISSEN. INFORMATIONEN FÜR DIE FORSTPRAXIS [online]. [cit. 2017-26-2]. Dostupné z WWW: <<http://waldwissen.net>>

9 Přílohy

		směr po svahu →		
		→		
MÝTNÍ POROST (výška cca 28 m; zakmenění 6)	Řada: BK	1	sazeč bez překrytí (SBP)	
		2	sazeč bez překrytí (SBP)	
		3	sazeč bez překrytí (SBP)	
		4	sazeč s překrytím (SSP)	
		5	sazeč s překrytím (SSP)	
		6	sazeč s překrytím (SSP)	
	směr výsadby a měření ↓		7	sázeči vidle bez překrytí (VBP)
			8	sázeči vidle bez překrytí (VBP)
			9	sázeči vidle bez překrytí (VBP)
			10	sázeči vidle s překrytím (VSP)
			11	sázeči vidle s překrytím (VSP)
			12	sázeči vidle s překrytím (VSP)
			13	jamka s překrytím (JSP)
			14	jamka s překrytím (JSP)
			15	jamka s překrytím (JSP)
			16	sázeči trn bez překrytí (TBP)
			17	sázeči trn bez překrytí (TBP)
		18	sázeči trn bez překrytí (TBP)	
		19	sázeči trn s překrytím (TSP)	
		20	sázeči trn s překrytím (TSP)	
		21	sázeči trn s překrytím (TSP)	
		22	sázeči hůl bez překrytí (HBP)	
		23	sázeči hůl s překrytím (HSP)	
		Řada: SM	1	jamka s překrytím (JSP)
			2	jamka s překrytím (JSP)
			3	jamka s překrytím (JSP)
			4	sázeči hůl bez překrytí (HBP)
		5	sázeči hůl bez překrytí (HBP)	
		6	sázeči hůl bez překrytí (HBP)	
		7	sázeči hůl s překrytím (HSP)	
		8	sázeči hůl s překrytím (HSP)	
		9	sázeči hůl s překrytím (HSP)	
		10	sázeči roura bez překrytí (RBP)	
		11	sázeči roura bez překrytí (RBP)	
		12	sázeči roura bez překrytí (RBP)	
		13	sázeči roura s překrytím (RSP)	
		14	sázeči roura s překrytím (RSP)	
		15	sázeči roura s překrytím (RSP)	
		16	sázeči trn bez překrytí (TBP)	
		17	sázeči trn bez překrytí (TBP)	
		18	sázeči trn bez překrytí (TBP)	
		19	sázeči trn s překrytím (TSP)	
		20	sázeči trn s překrytím (TSP)	
		21	sázeči trn s překrytím (TSP)	
		22	sázeči výkroj bez překrytí (VBP)	
		23	sázeči výkroj bez překrytí (VBP)	
		24	sázeči výkroj bez překrytí (VBP)	
		25	sázeči výkroj s překrytím (VSP)	
		26	sázeči výkroj s překrytím (VSP)	
		27	sázeči výkroj s překrytím (VSP)	
		Přelez	směr po svahu →	

Obr. 6 Schéma rozložení výsadby na ploše Hubert (7K)

Přelez → směr po svahu

PŘEDMÝTNÍ POROST (výška cca 23 m; zakmenění 7)

směr výsadby a měření ↓

Řada: BK	1	sazeč bez překrytí (SBP)
	2	sazeč bez překrytí (SBP)
	3	sazeč bez překrytí (SBP)
	4	sazeč s překrytím (SSP)
	5	sazeč s překrytím (SSP)
	6	sazeč s překrytím (SSP)
	7	sázecí vidle bez překrytí (VBP)
	8	sázecí vidle bez překrytí (VBP)
	9	sázecí vidle bez překrytí (VBP)
	10	sázecí vidle s překrytím (VSP)
	11	sázecí vidle s překrytím (VSP)
	12	sázecí vidle s překrytím (VSP)
	13	jamka s překrytím (JSP)
	14	jamka s překrytím (JSP)
	15	jamka s překrytím (JSP)
	16	sázecí trn bez překrytí (TBP)
	17	sázecí trn bez překrytí (TBP)
	18	sázecí trn bez překrytí (TBP)
	19	sázecí trn s překrytím (TSP)
	20	sázecí trn s překrytím (TSP)
	21	sázecí trn s překrytím (TSP)
	22	sázecí hůl bez překrytí (HBP)
	23	sázecí hůl bez překrytí (HBP)
	24	sázecí hůl bez překrytí (HBP)
	25	sázecí hůl s překrytím (HSP)
	26	sázecí hůl s překrytím (HSP)
	27	sázecí hůl s překrytím (HSP)
Řada: SM	1	jamka s překrytím (JSP)
	2	jamka s překrytím (JSP)
	3	jamka s překrytím (JSP)
	4	sázecí hůl bez překrytí (HBP)
	5	sázecí hůl bez překrytí (HBP)
	6	sázecí hůl bez překrytí (HBP)
	7	sázecí hůl s překrytím (HSP)
	8	sázecí hůl s překrytím (HSP)
	9	sázecí hůl s překrytím (HSP)
	10	sázecí roura bez překrytí (RBP)
	11	sázecí roura bez překrytí (RBP)
	12	sázecí roura bez překrytí (RBP)
	13	sázecí roura s překrytím (RSP)
	14	sázecí roura s překrytím (RSP)
	15	sázecí roura s překrytím (RSP)
	16	sázecí trn bez překrytí (TBP)
	17	sázecí trn bez překrytí (TBP)
	18	sázecí trn bez překrytí (TBP)
	19	sázecí trn s překrytím (TSP)
	20	sázecí trn s překrytím (TSP)
	21	sázecí trn s překrytím (TSP)
	22	sázecí výkroj bez překrytí (VBP)
	23	sázecí výkroj bez překrytí (VBP)
	24	sázecí výkroj bez překrytí (VBP)
	25	sázecí výkroj s překrytím (VSP)
	26	sázecí výkroj s překrytím (VSP)
	27	sázecí výkroj s překrytím (VSP)

→ směr po svahu

Obr. 7 Schéma rozložení výsadby na ploše Skřítek (7P)



Obr. 8 Výzkumná plocha Hubert (7K)



Obr. 9 Výzkumná plocha Skřítek (7P)



Obr. 10 Stupně barev jehlic a listů



Obr. 11 Nejvyšší přírůst smrku



JSP

HBP

HSP

RBP

RSP



Obr. 12 Prorůstající kořeny SM u jednotlivých variant na ploše 7K (nahore) a na ploše 7P (dole)



TBP

TSP

VBP

VSP



95

Obr. 13 Prorůstající kořeny SM u jednotlivých variant na ploše 7K (nahore) a na ploše 7P (dole)



JSP

HBP

HSP

SBP

SSP



Obr. 14 Prorůstající kořeny BK u jednotlivých variant na ploše 7K (nahore) a na ploše 7P (dole)



TBP

TSP

VBP

VSP



Obr. 15 Prorůstající kořeny BK u jednotlivých variant na ploše 7K (nahore) a na ploše 7P (dole)



Obr. 16 Povytažený kořenový bal; zacelení kmene smrku po poškození klikorohem