

Mendelova univerzita v Brně

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav zakládání a pěstění lesů

Možnosti a limity uplatnění prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu
při obnově vybraných stanovišť středních a nižších lesních vegetačních stupňů

Bakalářská práce

Rok odevzdání

Brno 2017

Autor

Pavel Bastl

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

Možnosti a limity uplatnění prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu při obnově vybraných stanovišť středních a nižších lesních vegetačních stupňů, vypracoval/a 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/a, 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.

V.....dne

.....

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce prof. Ing. Oldřichu Mauerovi, DrSc, za obětavou pomoc a přínosné poznatky a zkušenosti a dále za možnost využití jím založených výzkumných ploch. Poděkování patří také Ing. Václavu Hurtovi a Karlu Kohoutovi za pomoc při zpracování dat. Také mým kolegům, kteří mi pomohli při získávání dat v terénu a to Michalovi Máchovi, Janě Souchové a Vlastimilu Brachovi. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině za celkovou podporu a trpělivost během mého studia i v době tvorby této závěrečné práce.

Autor: Pavel Bastl

Název závěrečné práce: Možnosti a limity uplatnění prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu při obnově vybraných stanovišť středních a nižších lesních vegetačních stupňů.

Abstrakt:

Cílem bakalářské práce bylo komplexní vyhodnocení a porovnání uplatnění výsadby a růstu prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu, které by měly vést ke zlepšení a větší úspěšnosti při obnově lesa. Pro vyhodnocení a zjištění byly speciálně založeny výzkumné plochy s vhodnými stanovištními a výškovými rozdíly, jež byly důležité pro naše porovnání. Jedná se o stanoviště na souborech lesních typů 4K, 4S, 3K, 3S, 3M. Na každé z ploch bylo vysazeno 200 ks prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu smrku ztepilého (*Picea abies* L. Karst.), douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.) a buku lesního (*Fagus sylvatica* L.). Rok po zalesnění byla jako prvotní hodnota zjišťována mortalita. Nadále po skončení vegetačního období bylo provedeno měření u 100 jedinců z každé varianty a druhu dřeviny. K hlavním hodnotám patřila tloušťka kořenového krčku, výška nadzemní části, mortalita, délka přírůstu a další hodnoty, které napomohly k co nejpřesnějšímu a nejobjektivnějšímu porovnání. Veškeré tyto naměřené hodnoty byly vyhodnoceny a statisticky porovnány pro každou variantu a druh dřeviny.

Klíčová slova: Obnova lesa, prostokořenný sadební materiál, krytokořenný sadební materiál, soubor lesních typů

Author: Pavel Bastl

The title of the thesis: The possibilities and limits of using bare-root and container-grown planting material in restoration of chosen habitats in middle and lower forest vegetation levels.

Abstract

The aim of the bachelor thesis is a complex evaluation and comparison of the use of bare-root and container-grown planting material, with respect to planting and growth, so that the forest restoration would be more successful and effective.

For this survey we set specific areas with suitable conditions related to habitat and altitude. The areas were located in particular forest types sets, specifically 4K, 4S, 3K, 3S, 3M. In each area we planted 200 bare-root and container-grown plants of European spruce (*Picea abies* L. Karst.), Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.).

The first finding in the following year after the forestation was a mortality. After the end of the vegetation period we evaluated 100 plants of each type and variety. The main measuring features included: the thickness of root neck, the height of above ground part, the mortality, the length of growth and other features that helped for the most accurate and objective comparison. Each variety and type of plants were measured, the data were evaluated and statistically compared.

Key words: forest restoration, bare root plants, container-grown plants, planting material, forest types set

Obsah

1. Úvod	8
2. Cíl práce.....	10
3. Rozbor problematiky	11
3.1 Charakteristika sadebního materiálu	11
3.2 Rozdělení sadebního materiálu.....	11
3.3 Prostokořenný sadební materiál.....	12
3.4 Krytokořenný sadební materiál a jeho historie.....	12
3.5 Klady a zápory krytokořenného sadebního materiálu	14
3.6 Způsoby pěstování sadebních materiálů	14
3.7 Obaly krytokořenného sadebního materiálu	15
3.8 Netvárnost a vícečetnost nadzemních částí sadebního materiálu	16
3.9 Deformace kořenového systému	17
3.10 Popis zkoumaných dřevin	19
3.10.1 Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i> L. Karst.).....	19
3.10.2 Douglaska tisolistá (<i>Pseudotsuga menziesii</i> Mirb.)	20
3.10.3 Buk lesní (<i>Fagus sylvatica</i> L.).....	22
4. Metodika a použitý materiál	23
5. Výsledky	27
5.1 Zhodnocení mortality.....	27
5.2 Grafické zhodnocení výšek nadzemní části v roce 2015.....	27
5.3 Zhodnocení délky terminálního přírůstu	31
5.4 Zhodnocení tloušťky kořenového krčku.....	34
5.5 Zhodnocení asimilačního aparátu	36
5.6 Zhodnocení tvaru koruny sazenic	39
5.7 Zhodnocení vitality sazenic	39
5.8 Zhodnocení zastoupení vícečetných kmínků/vrcholů.....	40
5.9 Zhodnocení poškození abiotickými a biotickými činiteli.....	41
5.10 Zhodnocení odklonu kmínků od svislé osy.....	41
5.11 Klimatické vlivy na stanovištích.....	43
5.12 Celkové vyhodnocení	45
5.12.1 Porovnání možností a limitů po výsadbě PK a KK SAMA buku lesního	46
5.12.2 Porovnání možností a limitů po výsadbě PK a KK SAMA smrku ztepilého.....	46
5.12.3 Porovnání možností a limitů po výsadbě PK a KK SAMA douglasky tisolisté.....	46
6. Diskuze	47
7. Závěr.....	49

8. Summary	50
9. Seznam literatury	51
10. Internetové zdroje.....	52
11. Seznam tabulek a obrázků	53
12. Seznam příloh.....	55

1. Úvod

Lesy jsou s ohledem na svou rozlohu významnou složkou naší krajiny. Zákon č. 289/1995 Sb. o lesích hovoří již ve svém prvním paragrafu jako o národním bohatství, které tvoří nenahraditelnou složku životního prostředí, a které plní všechny své funkce – produkční i mimoprodukční.

Proto má pro nás pěstování lesů dvojí význam. Praktický význam spočívá v odborné lidské činnosti zabývající se produkcí biomasy v lesích včetně užitků z této organické produkce vyplývajících. Kromě toho má pěstování lesů i význam teoretický, který představuje vědecko-výzkumnou činnost, řešící úkoly a problémy spojené s praktickou činností (Poleno, Vacek et al. 2007). Společnost potřebuje a vyžaduje ve stále rostoucí míře i všechny ochranné, sociální a ostatní obecně prospěšné funkce lesů. Pěstování lesů musí tyto společenské požadavky převést do reality, musí přitom spojovat ekologii a ekonomiku a vhodně o lesy pečovat (Poleno, Vacek et al. 2007).

Při produkci sadebního materiálu lesních dřevin se v současné době, v souladu se světovým trendem, stále více uplatňují intenzivní postupy jeho pěstování a stále více se též přihlíží na zvyšování kvality produkovaného sadebního materiálu uváděného do tržního oběhu. Těmto požadavkům se přizpůsobuje potřebná technologie pěstování sadebního materiálu, zejména pak v případě produkce sadebního materiálu krytokořenného. Zejména jeho intenzivní a specializovaná produkce zcela mění dosavadní tradiční systém prováděných prací v lesních školkách (zaměřených dosud především na produkci prostokořenného sadebního materiálu lesních dřevin) a zcela též mění charakter těchto školek, včetně způsobu využívání obhospodařované půdy (Mauer et al. 2006).

Hlavním cílem lesního školkařství je zabezpečit dostatečnou produkci kvalitního sadebního materiálu pro umělou obnovu lesa. Ačkoliv se znalosti a technologie v tomto odvětví lesního hospodářství rychle vyvíjejí, základní principy, které jsou uvedeny v souhrnných příručkách pro tento obor, jsou stále platné (Dušek et al. 1970, Dušek 1997). Zejména moderní technologie obaleného sadebního materiálu jsou novým směrem, který začíná výrazně ovlivňovat i naše domácí lesní školkařství (Jurásek et al. 2004).

Vzhledem k současnému trendu zvyšování procentuálního zastoupení využívání krytokořenného sadebního materiálu k zalesnění a umělé obnově lesa jsem se rozhodl zpracovat tuto práci, ve které se budu zabývat právě porovnáním prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu po výsadbě a jejich následným možnostem, limitům a uplatnění.

2. Cíl práce

Cílem práce bylo porovnání a zhodnocení možností, limitů, uplatnění a ujmavosti prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu po výsadbě v závislosti na různých soubory lesních typů. Vše bylo hodnoceno na třech druzích lesních dřevin, k nimž patřil: smrk ztepilý (*Picea abies* L. Karst.), douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.) a buk lesní (*Fagus sylvatica* L.). Porovnávání proběhlo na různých plochách s částečnou typologickou a geografickou (horizontální) odlišností. Plochy byly založeny Ústavem zakládání a pěstování lesa lesnické a dřevařské fakulty Mendelovy Univerzity v Brně. Jednalo se o plochy Borotín, Jevíčko, Kochov, U kaluže, Nad přehradou. Založení a vysázení zkoumaných ploch proběhlo s ročním předstihem před měřením a to v letech 2014 a 2015. Hlavními hledisky hodnocení a porovnávání byly: mortalita, výška nadzemní části, roční přírůst, tloušťka kořenového krčku, odklon kmínku od osy, délka a šířka listů, vitalita, nasazení vícečetných kmínků, tvar koruny, poškození abiotickými a biotickými činiteli. Práce je součástí grantu KUS QJ 1520080.

3. Rozbor problematiky

V této kapitole bude blíže popisována problematika zalesnění pomocí prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu smrku ztepilého, douglasky tisolisté a buku lesního.

3.1 Charakteristika sadebního materiálu

Sadební materiál jsou rostliny získané ze semenného materiálu, z částí rostlin, nebo z přirozeného zmlazení (Neznajová et al. 2014). Dále pak Mauer (2009) popisuje, že sadební materiál jsou rostliny nebo jejich části určené pro zakládání nových porostů. Jak popisují Poleno, Vacek et al. (2009), tak standardní sadební materiál je materiál, který svými rozměry a uvedenými jakostními znaky odpovídá příslušnému závaznému předpisu (normě). K obchodování, obnově lesa i k zalesňování pozemků prohlášených za určené k plnění funkci lesa může být použit pouze sadební materiál pocházející ze zdrojů uvedených ve vyhlášce MZe č. 29/2004 Sb.

3.2 Rozdělení sadebního materiálu

Sadební materiál lze dělit podle mnoha kritérií, k základním patří dělení podle původu, ochrany kořenového systému, morfologických parametrů a technologií pěstování.

Podle původu dělíme sadební materiál na: generativní – byl vypěstován ze semene a vegetativní – byl vypěstován z části rostliny (řízky, rouby, očka, explantáty...). Dále podle ochrany kořenového systému dělíme sadební materiál na: prostokořenný – kořenový systém rostliny není nijak chráněn, je „nahý“ a krytokořenný – kořenový systém je obalen substrátem nebo zeminou (je v kořenovém balu). Při výsadbě se užívají rostliny celistvé (mají nadzemní část i kořenový systém), bezkořenné (nemají kořenový systém) a pahýlové (nemají nadzemní část) (Mauer 2009).

Neznajová et al. (2014) doplňují, že za sadební materiál lesních dřevin považujeme: semenáčky – rostliny vyrostlé ze semene, u nichž v průběhu pěstování nebyl upravován kořenový systém (přepichováním, školkováním, podřezáváním kořenů, přesazováním do obalů, zakořeňováním). Sazenice – rostliny vypěstované ze semenáčku nebo vegetativním množením, u nichž byl kořenový systém upravován (přepichováním, školkováním, podřezáváním kořenů, přesazováním do obalů, zakořeňováním náletových

semenáčků) s nadzemní částí do 70 cm. Poloodrostky – rostliny vypěstované z pravidla dvojnásobným školkováním, podřezáváním kořenů, nebo přesazování do obalu, popřípadě kombinací těchto operací, s nadzemní částí u jehličnatých dřevin o výšce od 51 cm do 120 cm a u listnatých dřevin o výšce od 81 cm do 120 cm. Odrostky – rostliny vypěstované minimálně dvojnásobným školkováním, podřezáváním kořenů, nebo přesazování do obalu, popřípadě kombinací těchto operací s nadzemní částí o výšce od 121 cm do 250 cm a s tvarovanou korunou.

3.3 Prostokořenný sadební materiál

Prostokořenný sadební materiál se v lesních školkách pěstuje na záhonech a z nich se i vyzvedává (Neznajová et al. 2014 in ČSN 48 2115, 1998). Kořenový systém rostliny není nijak chráněn, je „nahý“ (Mauer 2009). Dále pak Poleno, Vacek et al. (2009) dodávají, že obnažený kořenový systém je po vyzvednutí velmi citlivý na ztrátu vody, a proto vyžaduje zvýšenou ochranu před vysycháním během uskladnění, dopravy i výsadby. Poté pak Vlková et al. (1994) uvádí, že prostokořenný sadební materiál jsou semenáčky, sazenice, poloodrostky a odrostky generativního a vegetativního původu, které se pěstují v různých substrátech na záhonech a pro potřeby obnovy lesa a zalesňování se vyzvedávají s obnaženými kořeny.

3.4 Krytokořenný sadební materiál a jeho historie

Kořenový systém je obalen substrátem nebo zeminou (je v kořenovém balu). Kořenový bal chrání kořenový systém proti mechanickému poškození a vyschnutí. V kořenovém balu je zásoba živin a vody, proto krytokořenné rostliny po výsadbě netrpí šokem z přesazení, rychle odrůstají a tím je i dříve dosaženo zajištění kultury (Mauer et al. 2009). Krytokořenný sadební materiál je v praxi i literatuře často označován i jako obalený sadební materiál (Mauer et al. 2006)

Důležitými znaky kvality krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin jsou velikost, tvar a větvení kořenového systému. Není třeba zdůrazňovat ověřenou zkušenost, že tvorbu kořenového systému lesních dřevin významným způsobem ovlivňuje volba technologie pěstování krytokořenného sadebního materiálu. Primární význam pro tvar a fyziologickou funkčnost vytvářejícího se kořenového systému má pak obal, ve kterém je krytokořenný sadební materiál pěstován.

Ačkoliv člověk ve svém kulturním vývoji využíval pěstování rostlin v různých typech obalů (květináče, truhlíky apod.) od nepaměti, je využití obalů pro pěstování lesních dřevin podstatně mladšího data. Jedna z prvních zmínek o využití sadebního materiálu vypěstovaného v obalech a použitého ve větší míře při obnovách lesa pochází ze Severní Ameriky (Mauer et al. 2006). Tyto sazenice v obalech (kontejnerech) se začaly pěstovat asi od roku 1960 v Severní Americe a ve Skandinávii a odtud se jejich pěstování rozšířilo i do střední Evropy (Poleno, Vacek et al. 2009).

V Severní Americe a Skandinávii se pěstováním obalených sazenic sleduje zvládnutí náročných úkolů obnovy lesa i nového zalesňování na velkých plochách. Avšak ve střední Evropě produkce obalených sazenic sledovala jiný cíl. Zde jde v první řadě o zlepšení vývoje těch dřevin, které mají dosud velké ztráty po výsadbě. Zavádění obalených sazenic bylo i ve střední Evropě doprovázeno velkými nadějemi na zlepšení výsledků výsadeb (Poleno, Vacek et al. 2009).

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 et al. 2006). První detailně ověřované obaly, které se úspěšně používají do současnosti, byly rašelinocelulózové kelímky Jiffy pots. Jejich dovoz k nám byl uskutečněn již v roce 1961 a vzhledem k dobrým výsledkům s jejich použitím (Lokvenc 1990) se těchto obalů v letech 1985 – 1990 dováželo ročně více než 10 milionů kusů (Vařejka 1990).

K největšímu rozmachu používání krytokořenného sadebního materiálu u nás došlo v osmdesátých letech (Poleno, Vacek et al. 2009). Přičemž Mauer et al. (2009) dodává, že hlavní produkce té doby byla soustředěna na pěstování rostlin v obalech středního objemu. Zájem o krytokořenný sadební materiál v obalech středního objemu však postupně klesal. Důvodem byla jednak náročná doprava, obtížná roznáška na plochu (velký objem), dále deformace kořenového systému a v neposlední řadě skutečnost, že po odstranění obalu se kořenový bal většinou rozpadal a sadební materiál se stal poloobaleným (klesla kvalita vypěstovaného sadebního materiálu). Po útlumu využívání krytokořenného sadebního materiálu koncem osmdesátých let došlo koncem let devadesátých opět k jeho postupnému širšímu používání. V tomto případě byly již většinou využívány nové typy obalů vyvinuté v zahraničí a byly plně využívány plastové sadbovače.

Pěstování krytokořenného sadebního materiálu má tedy v podmínkách České republiky již dlouhodobou tradici (Jurásek, Martincová 2000, Nárovcová 2004 aj.).

3.5 Klady a zápory krytokořenného sadebního materiálu

Kořenový bal chrání kořenový systém proti mechanickému poškození a vyschnutí. V kořenovém balu je zásoba živin a vody, proto krytokořenné rostliny po výsadbě netrpí šokem z přesazení, rychle odrůstají a tím je i dříve dosaženo zajištění kultury. Krytokořenný sadební materiál lze použít i do horších stanovištních podmínek a při výsadbě snížit až o 20 % počet vysazovaných rostlin. Krytokořenný sadební materiál lze sázet od 1. 1. do 31. 12. (Mauer 2009). Poleno a Vacek (2009) dodávají, že hlavní přednosti této metody jsou ochrana výsevů a semenáčků před nepříznivými vlivy počasí, umožnění častějšího výsevu, čímž se prodlužuje vegetační doba, zkracuje se produkční období na vypěstování semenáčků, odpadá kypření a pletí.

Nevýhodami krytokořenného sadebního materiálu oproti sadebnímu materiálu prostokořennému je vyšší cena, nákladnější doprava (na přepravní prostředek se naloží méně rostlin) a při nevhodném pěstování mohou vzniknout nejzávažnější deformace kořenového systému do strboulu (Mauer 2006).

Podle Lokvence (1990) hrozí nebezpečí omezeného rozrůstání kořenů z prostoru obalu do okolního půdního prostředí.

3.6 Způsoby pěstování sadebních materiálů

Klasická technologie - sadební materiál je celou dobu pěstován pod „širým nebem“ v minerální půdě. Částečná regulace výživy a vody, téměř žádná regulace počasí.

Fóliovníky, skleníky, pařeniště - sadební materiál je pěstován v umělém organickém substrátu. Podle technického vybavení těchto zařízení může jít o střední až plnou regulaci výživy, vody a faktorů prostředí. Jistým přechodem mezi klasickou technologií a pěstováním ve fóliovnících je pěstování rostlin pod širým nebem v nekrytých umělých organických substrátech anebo v tzv. polosubstrátech – na povrch půdy je rozložena slabá vrstva (cca 4 cm) organického substrátu.

Hydroponie - sadební materiál je pěstován ve vodě s živinami a v řízených podmínkách skleníků (fóliovníků). Plná regulace výživy a vody, střední až plná regulace faktorů prostředí.

In vitro (explantátové kultury) - sadební materiál je zcela vypěstován v umělých a řízených podmínkách laboratoře „ve zkumavce“. Plná regulace všech faktorů růstu a prostředí.

Kombinací technologií - např. semenáčky jsou vypěstovány ve fóliovnicích nebo v hydroponii, sazenice z nich klasickou technologií. Se vzrůstající intenzitou technologie mohou být rostliny zejména fyziologicky méně kvalitní. Není vhodné je používat pro přímé zalesnění, ale dopěstovat klasickou technologií, nebo minimálně 2 měsíce před výsadbou (nejlépe přes 1 zimu) otužit uložením „pod širým nebem“ (Mauer 2009).

3.7 Obaly krytokořenného sadebnímu materiálu

Perspektivnost obalené sadby potvrzuje i skutečnost, že ve vyspělých zemích má podíl jejího používání stoupající trend. Mimo osvědčené obaly se na našem trhu objevují i obaly nové, s nimiž není z biologického hlediska dostatek zkušeností.

Obaly lze rozdělit na dva základní typy podle možnosti prorůstání kořenů:

- rozpadavé (měkké, prorůstavé) obaly umožňují prorůstání kořenů stěnami i dnem; sazenice se proto vysazují s obaly s předpokladem úplného rozpadu po výsadbě (typickým příkladem je obal RCK).
- pevné (neprorůstavé) obaly, u nichž prorůstání kořenů stěnami i dnem není možné; sadební materiál je nutno z obalů před výsadbou vyjmát, resp. semenáčky či sazenice se z těchto obalů (sadbovačů) vyjmají už ve školce a jen s kořenovým balem (jako tzv. plugy) se dopravují do lesa k výsadbě.

Mezi základní bezpečnostní prvky pevných obalů patří:

- tvar buněk, který má tvar komolého jehlanu, takže v jeho rozích jsou kořeny vedeny svisle dolů a nemohou se stáčet.
- buňky obsahují další vnitřní žebra, jež vedou kořeny svisle dolů, aby se nemohly stáčet.
- buňky bez dna (na spodní straně buňky je jen mřížka, která zabraňuje propadání substrátu). Tím se zabrání spirálovitému stáčení hlavního kořene – tzv. metoda pěstování na vzduchovém polštáři.
- buňky, které mají postranní podélné otvory, jež zajišťují technologii stříhu vzduchem (Poleno, Vacek et al. 2009).

3.8 Netvárnost a vícečetnost nadzemních částí sadebního materiálu

Užití sadebního materiálu s nepovoleně zvlněným kmínkem nemá žádný negativní vliv na odrůstání a tvar kmene založených porostů. I odchylka 45 stupňů osy kmínku od svislice se rychle vyrovnává bez negativní odezvy v růstu. Zvlnění kmínku je třeba spíše posuzovat jako estetický parametr zboží (sadební materiál je zbožím), i když je jasné, že zvlnění často vyvolává nevhodný způsob pěstování sadebního materiálu (viz. obrázek 1), (zejména přehoustlé, řídké a nehomogenní výsevy) (Mauer, Mauerová 2010).


Užití sadebního materiálu s vícečetnými kmínky je naprosto nevhodné. I když tato odchylka nevyvolává ztráty, prodlužuje dobu zajištění, retarduje růst nadzemní části a jen malé procento stromů vytváří dominantní kmen. Legislativa povoluje užití sadebního materiálu s vícečetnými kmínky za předpokladu, že jeden z nich zaujal dominantní postavení. Takovýto sadební materiál sice normálně odrůstá, ale až 30 % tvorba dvojáků není úplně vhodná. Problém je i v tom, že vícečetné kmeny jsou nasazeny velmi nízko.

2. Tvar nadzemní části

Neprůběžnost (zvlnění) kmínku

Odchyly od průběžné osy u sadebního materiálu listnatých dřevin


Výška sazenice	odchyly od pomyslné osy kmínku	
	oboustranné zvlnění	jednostranné zvlnění
do 25 cm	± 2 cm	3 cm
26–50 cm	± 4 cm	6 cm
nad 50 cm	+6 cm	12 cm
poloodrostky	± 4 cm	6 cm



oboustranné – jednostranné zvlnění

Odchyly od průběžné osy u sadebního materiálu jehličnatých dřevin

Výška sazenice	odchyly od pomyslné osy kmínku	
	oboustranné zvlnění	jednostranné zvlnění
do 15 cm	není povoleno	
nad 15 cm	± 1 cm	3 cm
nad 15 cm MD	± 2cm	5 cm




Rostliny s více kmínky vytvořenými v posledním roce

Vícečetné letorosty jsou buď všechny letošní výhony, vyrůstající z letošního dřeva nebo vrcholové části loňského dřeva.

Přípustné jsou

- vícečetné letorosty u sadebního materiálu listnatých dřevin

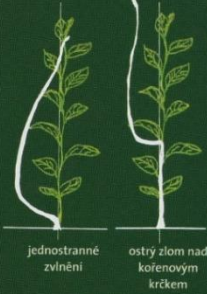


Rostliny s více kmínky vytvořenými v předcházejících letech

Vícekmenný sadební materiál je pro obnovu lesa nepřipustný.

U listnatých dřevin se toleruje sadební materiál

- se zesíleným vývojem větví s výraznou dominancí jednoho výhonu (vertikálně rostoucí výhon, který převyšuje ostatní výhony nejméně o 20 % svoji výškou (vzdálenost od rozvětvení svislým směrem),
- s jedním výhonem nejméně o 50 % silnějším než ostatní výhony




jednostranné zvlnění ostrý zlom nad kořenovým krčkem

Rostliny s více kmínky vytvořenými v předcházejících letech

Pokud tvoří vícečetné letorosty převážně dvojíky a trojčky a není zjevná dominance jednoho výhonu, je nutné posouzení odborným pracovníkem

- u sadebního materiálu jehličnatých dřevin jásně přirůstá bez dominantního terminálního výhonu až do 20 % jedinců v dodávce.



Při vyšším zastoupení těchto jedinců je nutné posouzení odborným pracovníkem

Obr. 1. Tvary nadzemních částí (Neznajová et al. 2014)

3.9 Deformace kořenového systému

Deformace kořenů je nenormální stav růstu kořenů, který se nemusí vždy projevit na růstu nadzemní části, ale v jehož důsledku je již strom oslaben. Takto oslabené stromy jsou častěji napadeny hmyzími škůdci (Mauer et al. 2013).

I když nejčastěji vznikají deformace při pěstování rostlin v obalech (způsobí je obal), deformace (a to i ty nejzávažnější) mohou vyvolat i jiné skutečnosti. Kořenový systém musí být v prostoru obalu rozložen do přirozené polohy (tzn., že po umístění rostliny do obalu je třeba substrát několikrát zhutňovat – ne umístit kořenový systém do obalu, nasypat substrát a potom jednorázově zhutnit; naprosto nevhodné je nasypat do obalu substrát a teprve následně osazovat rostlinu) (viz. obrázek 2). Větší nebo částečně deformovaný kořenový systém lze před ručním osazením upravit řezem (max. tloušťka v místě zkrácení kořene 6 mm, řez hladký a kolmo na osu kořene, max. velikost odstraněné části – 50 % objemu celého kořenového systému, i po tomto zkrácení musí na části kořenového systému rostliny zůstat jemné kořeny – min. 10 % objemu zbylé části kořenového systému). Je-li do obalu přesazována krytokořená rostlina, nesmí být narušen nebo deformován její kořenový bal, který je třeba řádně utěsnit a povrch balu překrýt vrstvou (cca 1 cm) substrátu (Mauer 2006).

Hlavní typy deformací kořenového systému:

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

Nejnebezpečnější typy deformací:

- strboul – touto deformací jsou ohroženy všechny dřeviny. Základem pro vytvoření strboulu je iniciace růstu kořenů do spirály. Kořeny vzájemně prorůstají v prostoru vytvořených spirál a vytvářejí spleť kořenů – strboul.
- absence kulového kořene nebo pozitivně geotropicky rostoucích panoh. S výjimkou smrku všechny naše hlavní dřeviny (v juvenilní fázi) přirozeně vytvářejí

pro zajištění své mechanické stability křivočár (nebo hlavní) kořen, který vždy roste pozitivně geotropicky (Mauer et al. 2006).

Deformace kořenového systému při vlastní výsadbě v porostu:

- ohlazené stěny otvorů při výsadbě. Často je krytokořenný sadební materiál vysazován pomocí dutých rýčů. Vytvořením ohlazených stěn vytvoříme podmínky, kdy kořeny nejsou schopny tyto stěny prorazit. Výsledkem je stáčení a proplétání kořenů v kořenovém balu. Navíc ohlazené stěny odnímají vodu z kořenového balu.
- „nacpání“ kořenového balu vysazovaných rostlin do otvoru v půdě. Často se stává, že u krytokořenného sadebního materiálu není zachován půdní tvar kořenového balu až do výsadby.
- opad substrátu z kořenového balu před výsadbou. Při nezodpovědné práci, je-li příliš suchý substrát, nejde-li kořenový bal z obalu vyjmout, nebo není-li kořenový bal dostatečně prokořeněn je často vysazován nikoliv krytokořenný sadební materiál, ale sadební materiál prostokořenný s chůdovitou deformací kořenového systému.
- výsadba krytokořenného sadebního materiálu šterbinovou sadbou. Šterbinové sadbě je vždy inherentní výrazné zploštění kořenů do vertikální roviny, možné je jejich zlomení.
- nedostatečné narušení obalu. Některé obaly lze vysazovat s kořenovým balem po jejich výrazném mechanickém narušení (Mauer et al. 2006).

Legislativa připouští užití sadebního materiálu s ne zcela pozitivně geotropicky rostoucím hlavním kořenem za předpokladu, že jeho osa svírá s povrchem půdy úhel větší než 45 stupňů. Je-li tento úhel menší (deformace hlavního kořene do tvaru písmene L a J), sadební materiál z hlediska délky nadzemní části a ztrát odrůstá stejně jako sadební materiál standardní, významné rozdíly jsou však v růstu kořenového systému. Takový sadební materiál vytváří pouze povrchový, jednostranný a velmi slabý kořenový systém. Tím jsou vytvořeny všechny předpoklady pro mechanickou nestabilitu a ztrátu vitality stromu (Mauer, Mauerová 2010).



Obr. 2. Přípustnosti růstu kořenů (Neznajová et al. 2014)

3.10 Popis zkoumaných dřevin

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

Podle Musila a Hamerníka (2007) se jedná o celkově nejdůležitější hospodářskou dřevinu střední a severní Evropy, je také oporou jejich dřevařského průmyslu, pěstovaný dosti i mimo areál svého přirozeného rozšíření. Současné zastoupení smrku v lesích ČR činí 53 %. Přirozené zastoupení by tvořilo pouze 11 %. Stromy dosahují výšky 20 – 69 m, $d_{1,3}$ 1 – 1,8m. Smrk má až do vysokého věku štíhlý, kuželovitý vrchol. Větve hlavních přeslenů bývají nejčastěji mírně níci a na konci často nahoru srpovitě zahnuté. Větvení druhého řádu bývá velmi rozmanité, někdy je zcela převislé, jindy zase deskovitě ploché (Úradníček 2003). Kmen je štíhlý až válcovitý, často se značně vyvinutými kořenovými náběhy. Kůru má zpočátku světle hnědou, tenkou, šupinatou, později se mění v šedou, odlučující se v plochých tenkých šupinách, ve spodní části kmene bývá borka podélně

rozpraskaná. Obecně je smrk považován za druh s plochým kořenovým systémem, nedostatečně zakotvený v půdě, nejsnadněji z našich dřevin podléhající bořivým větrům (Musil, Hamerník 2007). Také Konopka (2001) považuje smrk za nejvíce větrem ohrožený taxon. Kvetení smrku probíhá IV. – VI. měsíc, semena jsou malá 2 – 5 mm dlouhá, tmavě- až černohnědá; „lžičkovité“ křídlo je 2 – 5x delší než semeno. V porostech začíná smrk plodit obvykle kolem 60 roků. Plodné roky se opakují po 4 - 5 letech.

Semenáčky mají 5 – 11 děloh či děložních lístků, následovaných několika primárními jehlicemi. Dělohy odpadávají ve 2. roce. Ve 3. roce se začínají tvořit přesleny. smrk dobře klíčí na rozkládajících se pařezech a padlých kmenech. Sníh na nich dříve taje, což je výhodné zvláště v horách (Musil, Hamerník 2007).

Smrku ztepilý se rozšířil do severní, střední a jihovýchodní Evropy až téměř k Uralu. I když se předpokládá, že v minulosti existoval jeden společný areál (evropského) smrku ztepilého, je účelné jej dnes rozdělit na 2 oblasti středoevropsko-balkánskou a severoevropskou, oddělené jsou pouze tzv. vnitropolskou či středopolskou disjunkcí. Vertikální rozložení je 0 – 2300 (2450) m. n. m.; od hladiny moře až po horní hranici lesa – a dokonce i po horní hranici stromovou na větší části areálu smrku.

Smrk bývá považován za polostinný (až stinný) druh (heliosciofyt) se střední (až vyšší) tolerancí k zástinu. Někteří autoři jej však charakterizují jako slunnou dřevinu (heliofyt), snášející v mládí zástin. Jako optimální hodnoty se pro smrk ve střední Evropě udávají; průměrná roční teplota přes 6°C, srážky ve vegetační době 490 – 580 mm, teplotní amplituda nejchladnějšího měsíce přes 19°C. U nás smrk vyhovuje spíše krátká vegetační perioda a krátké a chladné léto (Musil, Hamerník 2007). Dále Úradníček et al. (2009) ještě dodávají, že je velmi choulostivý vůči imisím.

3.10.2 Douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* Mirb.)

Americký taxon úspěšně introdukovaný do mnoha lesních oblastí mírného pásu celého světa. Patří k nejvýznamnějším severoamerickým koniferám, produkujícím jedno z nejlepších užitkových dříví, především v územích laděných více oceánicky. Po sekvojích nejvyšší americký druh, nazývaný „monarchou lesů Pacifického severozápadu“. V lesích střední a západní Evropy, včetně ČR, je douglaska zajisté nejčastěji pěstovanou i nejlépe osvědčenou cizí (alochtonní, introdukovanou) jehličnatou dřevinou, u nás je vysazena na ploše asi 4 tisíc ha (0,2 % rozlohy našich lesů). V pralesích 55 – 100 m vysoký strom, při tloušťce měřené v prsní výšce 1,2 – 3,05 m. Douglasky se

dožívají vysokého stáří, v pralesích obecně 500 – 1000 (i více) let (Musil, Hamerník 2007).

Koruna je zprvu kuželovitá; ve stáří zaokrouhlená, nahoře až nepravidelně zploštělá. Staré stromy (asi 80 roků a výše) mívají mimořádně čisté dlouhé, válcovité kmeny (Musil, Hamerník 2007). Dále pak Úradníček (2014) dodává, že větve vyrůstají téměř horizontálně. V mládí se však čistí od větví špatně. Borka mladých jedinců bývá hladká, často s pryskyřičnými puchýřky. Na starých stromech narůstá do tloušťky 15 – 30 cm i více; obvykle je rozbrázděna na silné, červenohnědé podélné hřebeny, oddělené hlubokými, nepravidelnými prasklinami. I když z počátku se vyvíjí kulový kořen, brzy převládají silné boční, daleko sahající kořeny, dobře ukotvující nadzemní část. Dosti časté je srůstání kořenů. Již přibližně od 25. roku plodí; větší úrody jsou nepravidelné.

Růst je poměrně rychlý; v 10 letech dosahuje výšky 3,6 – 4,6 m. Výškový přírůst kulminuje ve věku 20 – 30 roků; může však zůstat zachován asi až do 200 let. V rámci poměrně velkého areálu je taxon značně proměnlivý jak ve směru horizontálním, tak i vertikálním. Vysloveně přímořské provenience rostou sice nejlépe, jsou však u nás příliš choulostivé; trpí v zimě vysycháním, vytranspirováním jehlic (Musil, Hamerník 2007).

Douglaska se rozšířila do oblastí západní části Severní Ameriky, na západní okraj USA a jihozápadní část Kanady. Vertikální rozložení je 0 – 1830 (2300) m. n. m (Musil, Hamerník 2007).

Douglaska je k zastínění zprvu poměrně tolerantní, v době dospívání je však na světlo středně náročná. Při obnově lze použít clonnou seč. V mládí vytváří ve své domovině rozsáhlé, stejnověké porosty. Později jsou tyto přirozené monokultury doplňovány náletem druhů, které jsou k zastínění ještě o něco tolerantnější než douglaska. Klima vyhovující douglasce je přímořské klima s mírnou, vlhkou zimou, s chladným, relativně suchým létem, s malým kolísáním teplot a s krátkým, mrazivým obdobím. Srážky jsou soustředěny na zimní měsíce (Musil, Hamerník 2007).

Musil a Hamerník (2007) ještě doplňují, že nejlépe douglaska roste na hlubokých hlinitých půdách, živinami dobře zásobených, propustných a dobře provzdušených, s pH 5 – 6 v oblastech s hojnou vláhou (půdní i atmosférickou).

3.10.3 Buk lesní (*Fagus sylvatica* L.)

Významná dřevina evropských klimaxových opadavých lesů vyšších poloh, v mnoha zemích jsou dodnes zachovány zbytky téměř netknutých pralesů s dominantním bukem, zvláště cenné jsou karpatské bučiny (<http://databaze.dendrologie.cz>). Dále Lohmann (2005) říká, že dříve než zasáhl člověk, byla celá Evropa porostlá rozsáhlými bučinami. Nebyly to přirozeně čisté stejnověké porosty, jako dnešní lesy. Buk je statný strom s rovným válcovitým kmenem a s nápadně hladkou, tenkou, šedou kůrou. Ve výjimečných případech se vyskytují buky s rozpraskanou kůrou (tzv. kamenné buky), (Úradníček a Chmelař, 1998). Je to nejdůležitější hospodářská listnatá dřevina. Dřevo má nerozlišené na jádro a běl, cenné sortimenty dává obyčejně jen hladká část kmene, dřevo má všestranné použití, z bukvic se kdysi lisoval olej. Dožívá se 200–400 let, největší exempláře mají objem až 30 kubických metrů. Na volném prostranství začínají buky plodit ve věku 20–40 let, vysoký 25–45 m. V evropských lesích je *Fagus sylvatica* zastoupen asi 10 %. V ČR je v současnosti zastoupen 6,1 %, většina původních bučin byla proměněna ve smrkové monokultury. Přirozené zastoupení činí 40,2 % (Musil, Hamerník 2007).

Štíhlý válcovitý kmen s kuželovitou, později rozložitě vyklenutou korunou. Kořenový systém srdcovitý, se silnými všestrannými kořeny. Kůra hladká, šedá až bělošedá, zřídka rozpukaná. Listy krátce řapíkaté, čepel eliptická až vejčité eliptická, 3–12 cm dlouhá, celokrajná až mělce zubatá, na okraji zvlňená, na líci lysá, lesklá, na rubu světlejší (Úradníček a Chmelař 1998).

Na volném prostranství začínají buky plodit ve věku 20–40 let. Plodná období se vyskytují nepravidelně ve víceletých intervalech. V půdě bývají buky velmi dobře zakotveny, na živných půdách však může kořenit dost mělce. Na mladých výsadbách vznikají škody v důsledku okusu zvěří (<http://databaze.dendrologie.cz>).

Roste na propustných, na živiny bohatých půdách, dostatečně vlhkých i vápenitých, nevhodné jsou suché a zamokřené půdy. Vyžaduje stanoviště plně osluněné až stinné, je citlivý na pozdní mrazy, obnažené kmeny mohou být poškozeny sluncem, vhodné jsou polohy s vyšší vzdušnou vlhkostí, vysazuje se pouze do větších travnatých ploch, velmi citlivý je na zasolení, kořeny mohou poškozovat podpovrchové konstrukce (<http://databaze.dendrologie.cz>).

4. Metodika a použitý materiál

Veškeré měření bylo realizováno na 5 výzkumných plochách založených Ústavem zakládání a pěstování lesa, lesnické a dřevařské fakulty Mendelovy Univerzity v Brně. Konkrétně se jedná o plochy U kaluže, Nad přehradou, Kochov, Borotín a Jevíčko.

- Plocha U kaluže se nachází na SLT 3K, plocha byla vysazena na jaře v roce 2015 a je otevřena ze všech 4 stran (viz příloha 9).
- Plocha Nad přehradou se nachází na SLT 3M, plocha byla vysazena na jaře v roce 2015. Tato plocha je cloněna z SZ, V a J strany okolním porostem (viz příloha 8).
- Plocha Kochov se nachází na SLT 3S, plocha byla vysazena na jaře v roce 2015. Na této ploše je tvořena clona z V a Z strany (viz příloha 7).
- Plocha Borotín se nachází na SLT 4S, plocha byla vysazena na jaře v roce 2014 a je ze všech 4 světových stran cloněná okolními porosty (viz příloha 2).
- Plocha Jevíčko se nachází na SLT 4K, byla vysazena na jaře v roce 2015 a je cloněna okolními porosty z J a Z strany (viz příloha 3).

Jednotlivá stanoviště zkoumaných ploch jsou charakterizovány SLT (Soubory lesních typů), což podle Polena, Vacka et al. (2009) jsou základní jednotky lesnického typologického systému. V ekologické síti jsou vymezeny lesními vegetačními stupni, které jsou označeny čísly (0 – 9) (viz. tabulka 1) a edafickými (stanovištními) kategoriemi, které jsou označeny velkými písmeny abecedy (A – Z); (viz tabulka 2.). Celkem UHÚL vylíčil 183 souborů lesních typů. Základní charakteristiku souboru lesních typů je většinou možno odvodit z charakteristiky odpovídajícího lesního vegetačního stupně a z charakteristiky dané ekologické řady a edafické kategorie.

= 3K – 3 Lesní vegetační stupeň (dubobukový), edafická kategorie K – (kyselá)

= 3M – 3 Lesní vegetační stupeň (dubobukový), edafická kategorie M – (chudá)

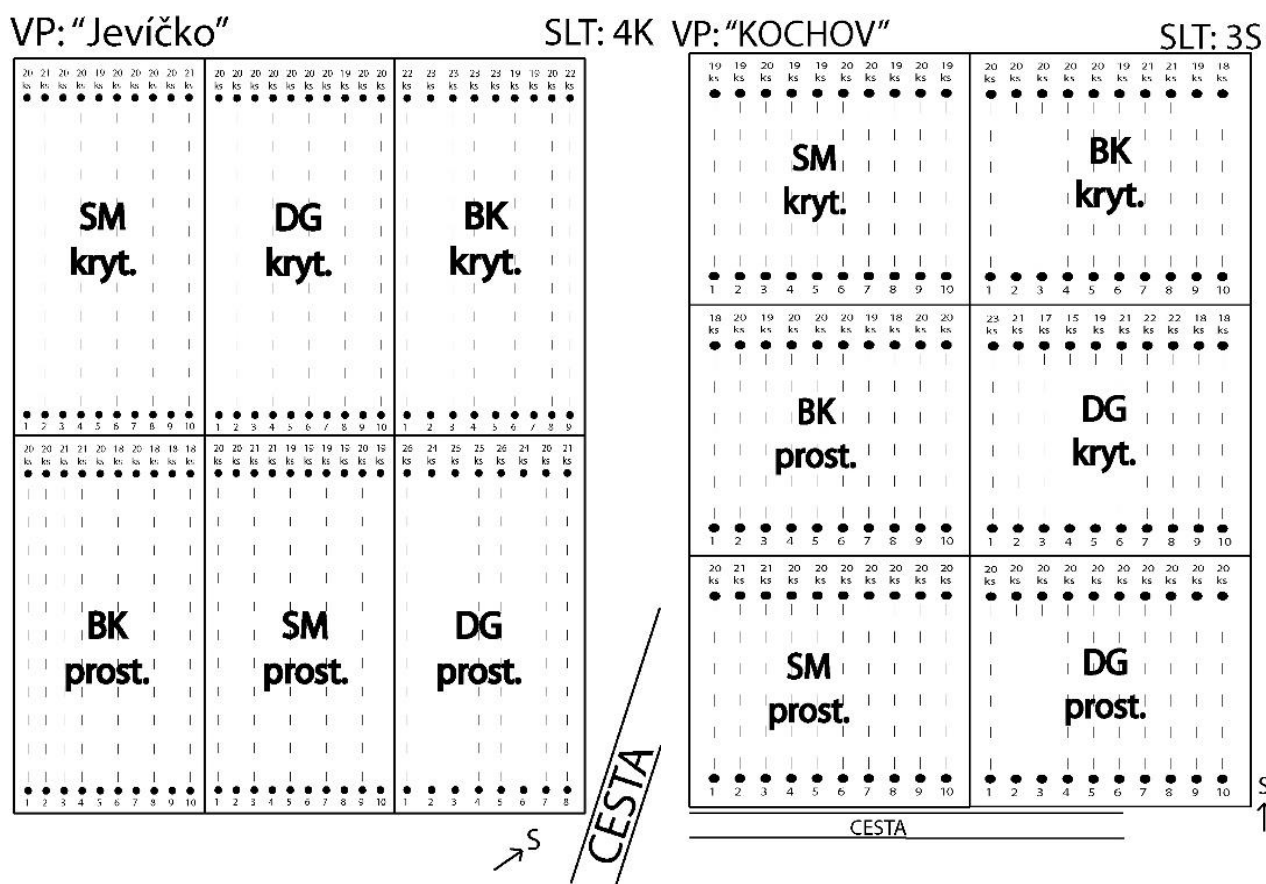
= 3S – 3 Lesní vegetační stupeň (dubobukový), edafická kategorie S – (středně bohatá)

= 4S – 4 Lesní vegetační stupeň (bukový), edafická kategorie S – (středně bohatá)

= 4K – 4 Lesní vegetační stupeň (bukový), edafická kategorie K – (kyselá)

Na každém z těchto stanovišť bylo vysazeno 200 jedinců prostokořenné a krytokořenné varianty sadebního materiálu třech druhů dřevin. Jednalo se o smrk ztepilý

krytokořenný fv1+ v1 a prostokořenný 2+2, douglaska tisolistá krytokořenná fv1+ v1 a prostokořenná 1+2, a buk lesní krytokořenný fv1 a prostokořenný 1-1. Přičemž na každé ploše, od každé varianty a dřeviny bylo provedeno šetření na 100 jedincích. Všichni jedinci byli rozmístěni na ploše v pravidelném sponu dle druhu dřeviny a stanoviště. U každé plochy byl vypracován přesný plán rozmístění (viz. obrázek 3.). Všechny plochy jsou ochráněny proti tlaku zvěří oplocením. Během roku bylo na plochách prováděno jarní a letní ožínání buřeně.



Obr. 3. Příklad plánek rozmístění výzkumných ploch Jevíčko a Kochov

S měřeními bylo započato po skončení vegetační doby v období od 31. 8. 2015 do 3. 9. 2015. Na každé ploše bylo celkem od každé dřeviny a varianty změřeno několik parametrů potřebných pro zhodnocení stávajícího stavu

Samotné měření a hodnocení stavu sadebního materiálu bylo prováděno takto:

Ztráty (mortalita): procentuální zhodnocení ztrát.

Výška sazenic v roce 2014: výška jedince v cm měřená od povrchu půdy, po poslední přeslen, popř. po jizvu značící přechod posledního přírůstu.

Výška sazenic po skončení vegetačního období v roce 2015: výška jedince v cm měřená od povrchu půdy po vrchol terminálního pupenu. V případě suchého vrcholu bylo měřeno až po jeho horní hranici a bylo zaznamenána hodnota suchého vrcholu.

Roční přírůst za rok 2015: rozdíl v cm mezi jizvou značící hranici posledního přírůstu popř. přeslenu a terminálním pupenem při aktuálním měření. Tato charakteristika se dopočítá z rozdílu dvou předchozích hodnot.

Tloušťka kořenového krčku: hodnota měřená v mm posuvným měřítkem ve výšce cca 2 cm nad povrchem půdy.

Odklon kmínku od osy: měřeno ve výšce terminálního pupenu v cm jako vzdálenost mezi prodlouženou osou ideálního kmínku od kořenového krčku a skutečným odklonem kmínku.

Přímost (zvlnění) kmínku: jedná se o zhodnocení míry přímosti (zvlněnosti) a průměru kmínku a to v podobě třech tříd – 1. přímý, 2. zvlněný (do 3 průměrů kmínků), 3. zvlněný (nad 3 průměry kmínků).

Délka a šířka listů: bylo měřeno rozdílně u jehličnanů a listnáčů. U listnáčů byl měřen 1 průměrný list a u jehličnanů 3 průměrné jehlice. Měření šíře listů probíhá v nejširší části čepele stejného listu, který je vybrán pro měření délky. U jehličnanů probíhá měření pouze délky jehlice a to uprostřed letošního přírůstu větve na 1. přeslenu. Délka je měřena od vrcholu po bázi čepele listu (bez řapíku), či jehlice v mm.

Vitalita: byla hodnocena dle barvy listů a jehlic - 1. tmavě zelená, 2. světle zelená, 3. žlutá, 4. fialová – poškození ozónem. V případě jiného zbarvení byla použita širší škála barev.

Nasazení vícečetných kmínků: bylo hodnoceno dle četnosti kmínků a zaznamenáváno do 4 tříd - jednočetný, dvoják, troják, 4 a vícečetný kmínek.

Vícečetný vrchol: zaznamenáváno, pokud se na jedinci vyskytovalo 2 a více vrcholů.

Délka bočního přírůstu: měřeno ve všech případech u všech jedinců. I pokud byl suchý, nebo ukousnutý vrchol. U takto poškozených jedinců byl měřen nejdelší boční přírůst, nebo boční větev, která s nejvyšší pravděpodobností převezme funkci terminálu.

Šířka koruny: měřena (v cm) jako průměrný půdorys koruny sazenice, tj. změříme metrem průměrnou šířku koruny jedince.

Tvar koruny: hodnocen dle následujících tříd: kulovitá, válcová (vespodu širší než nahoře), vejčitá, opak vejčitá, trojúhelníkovitá a jednoduchá.

Poškození okusem: okulárně zaznamenané poškození, v procentuálním zhodnocení množství sazenic poškozených okusem. Toto poškození bylo zapsáno, pokud byl na jedinci zjištěn okus terminálního výhonu, nebo bočního výhonu (větve).

Poškození klikorohem: procentuální zhodnocení množství sazenic poškozených klikorohem borovým (*Hylobius abietis Linnaeus*).

Výskyt bejломorky: procentuální zhodnocení počtu sazenic poškozených bejломorkou bukovou (*Mikiola fagi Hartig*).

Poškození mrazem: procentuální zhodnocení množství sazenic poškozených v jarním období mrazem.

Suchý vrchol: procentuální zhodnocení počtu sazenic, u nichž byl zaznamenán suchý vrchol.

Výše uvedené měření a hodnocení sazenic bylo prováděno u obou variant a všech druhů dřevin, na všech zkoumaných plochách.

Jako další zjišťované hodnoty byli meteorologická data. Které byly poríženy z nejbližších meteorologických stanic (dále jen met. stan.): met. stan. Jevíčko - hodnoty průměrných měsíčních teplot a průměrné měsíční vlhkosti vzduchu. Met. stan. Letovice - hodnoty průměrného měsíčního úhrnu srážek.

Meteorologická stanice Jevíčko je vzdálena od plochy Borotín 8 km, od plochy Kochov 15 km, od plochy Jevíčko 1,5 km. A od ploch U kaluže a Nad přehradou je meteorologická stanice vzdálená 18 km.

Meteorologická stanice Letovice je vzdálena od plochy Borotín 13 km, od plochy Kochov 6 km, od plochy Jevíčko 19 km. A od ploch U kaluže a Nad přehradou je meteorologická stanice vzdálená 2 km.

K zaznamenání hodnot a parametrů na plochách napomohly předem speciálně připravené deníky, k vyhodnocování výsledků byly použity počítačové programy Excel a Statistika 12.

5. Výsledky

Vyhodnocovány budou veškeré naměřené hodnoty u prostokořenného a křtyokořenného sadebního materiálu (dále jen PK SAMA a KK SAMA).

5.1 Zhodnocení mortality

První subkapitola výsledků pojednává o mortalitě neboli ztrátovosti sazenic po jejich vysazení. Je to jeden z hlavních a nejdůležitějších zjišťovaných parametrů.

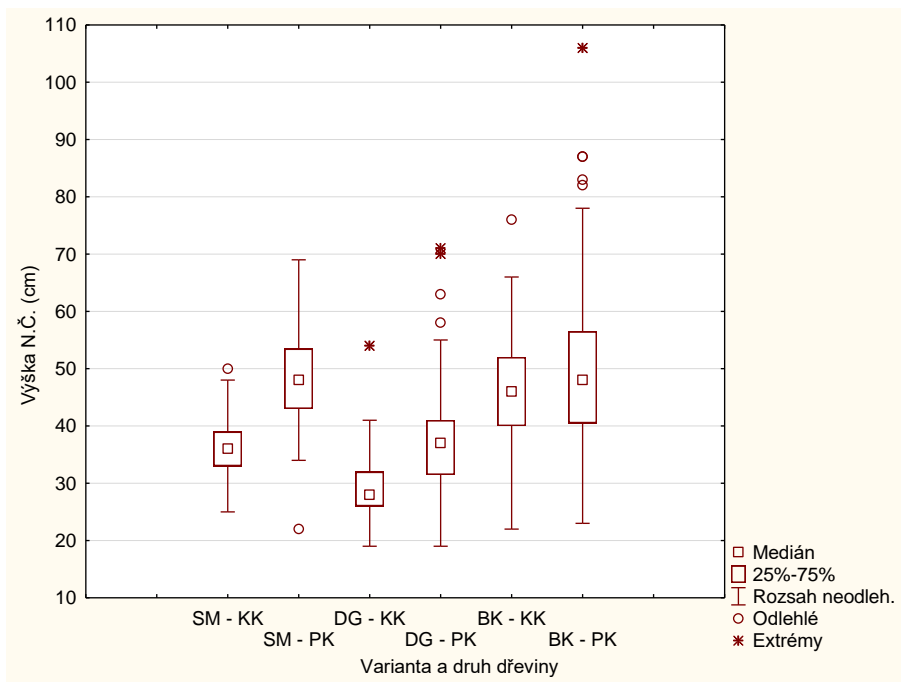
Tab. 1. Vyhodnocení mortality

Plocha	Měř. Hodnoty	BOROTÍN (4S)		JEVIČKO (4K)		KOCHOV (3S)		NAD PŘEHRADOU (3M)		U KALUŽE (3K)	
		PK	KK	PK	KK	PK	KK	PK	KK	PK	KK
SM	ztráty (%)	2	5	6	5	5	2	4	8	5	58
	počet měř. ks	100	100	100	100	100	100	100	100	100	84
DG	ztráty (%)	7	12	6	3	8	8	22	43	57	60
	počet měř. ks	100	100	100	100	100	100	100	100	86	80
BK	ztráty (%)	8	56	12	8	10	16	31	83	56	99
	počet měř. ks	100	89	100	100	100	100	100	35	89	2

Z tabulky 1. je patrné že k největším ztrátám došlo na ploše 3K (U kaluže) a to přesně u KK SAMA buku 99%, kde bohužel jako důvod ztrát v podstatné míře zasáhl lidský faktor, neboť zde došlo ke značné mortalitě při jarním a letním ožínání viz příloha 6. Nejlepší výsledky na této ploše vykazuje PK SAMA smrku. U ploch 4K (Jevíčko) a 3S (Kochov) byly ze všech zkoumaných ploch v celku nejmenší ztráty a to jak u KK a PK SAMA smrku a douglasky, které vyšly téměř vyrovnaně. Buk na těchto dvou plochách vyšel jen nepatrně hůř. Ovšem dle varianty byl u buku téměř vždy méně ztrátovitý PK SAMA. Vysokou morálnítu buku rovněž zobrazuje příloha 10.

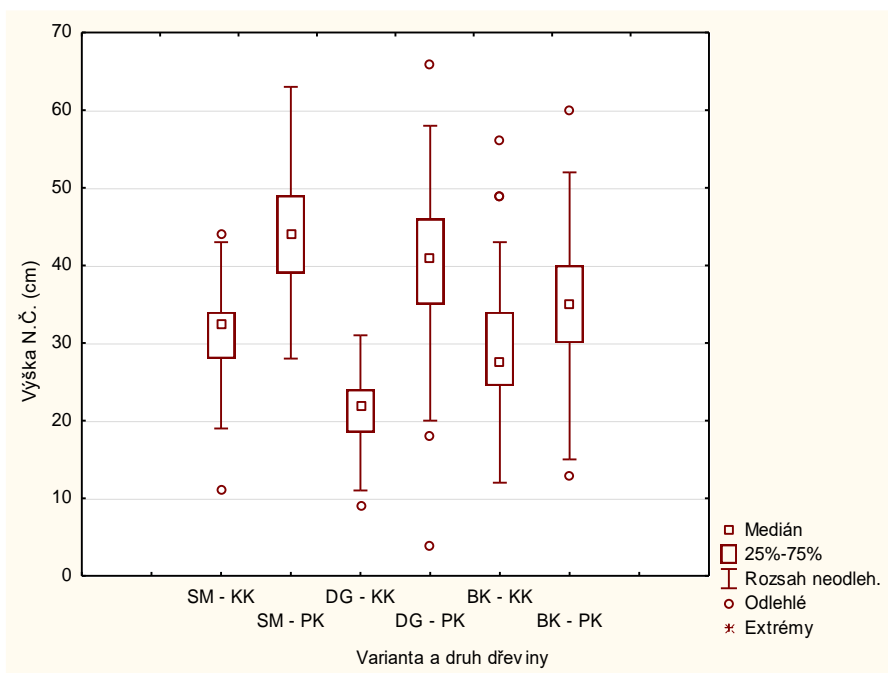
5.2 Grafické zhodnocení výšek nadzemní části v roce 2015

V této subkapitole budou graficky vyhodnocena data udávající výšku nadzemní části za rok 2015. V grafu osa X udává varianty (PK a KK SAMA) a druhy dřevin a osa Y udává výšky nadzemní části (dále jen N. Č.) uváděnou v centimetrech.



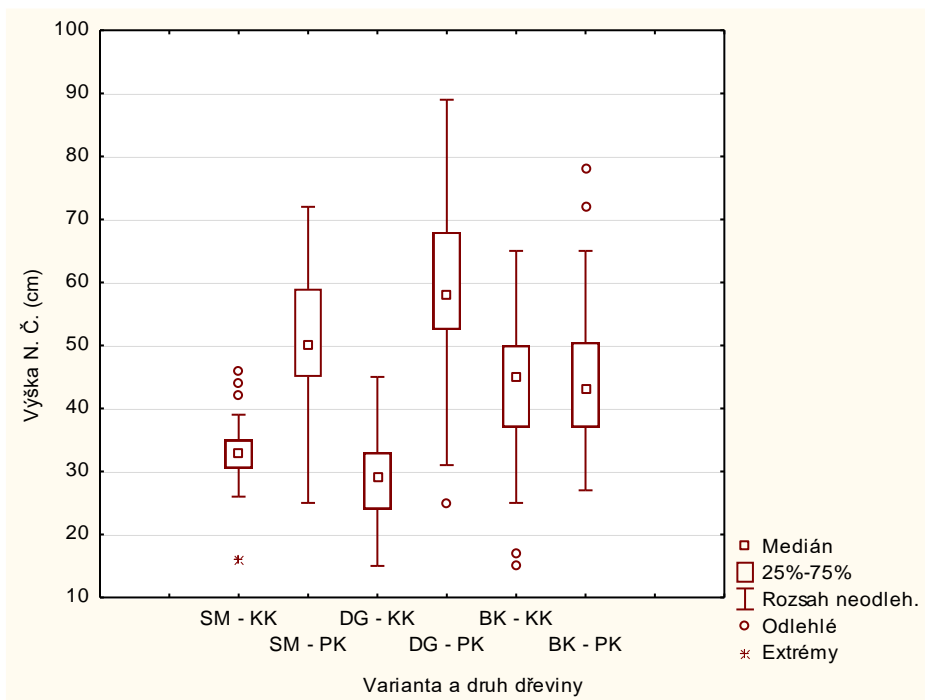
Obr. 4 Vyhodnocení N. Č. na ploše 4S (Borotín)

Na obrázku 4 je patrné, že u PK a KK SAMA smrku je rozdíl v nadzemní části 10 cm. Mezi PK SAMA a KK SAMA douglasky je rozdíl také roven necelým 10 cm. Kdežto u PK SAMA a KK SAMA buku je jen nepatrný rozdíl nadzemních částí.



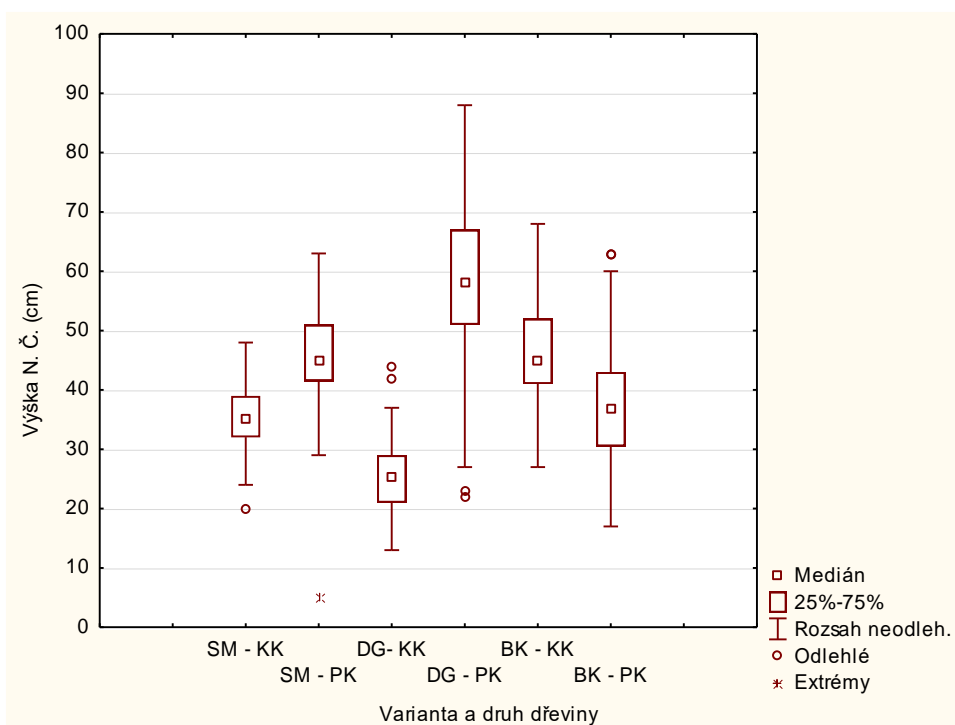
Obr. 5 Vyhodnocení N. Č. na ploše 4K (Jevíčko)

Na obrázku 5 je velmi patrná rozdílnost mezi PK SAMA a KK SAMA u všech druhů dřevin a to tak, že ve všech případech má PK SAMA větší nadzemní část. Nejmenší vzrůstová rozdílnost je patrná u buku. Největší rozdíl můžeme sledovat u douglasky a to o 20 cm.



Obr. 6 Vyhodnocení N. Č. na ploše 3S (Kochov)

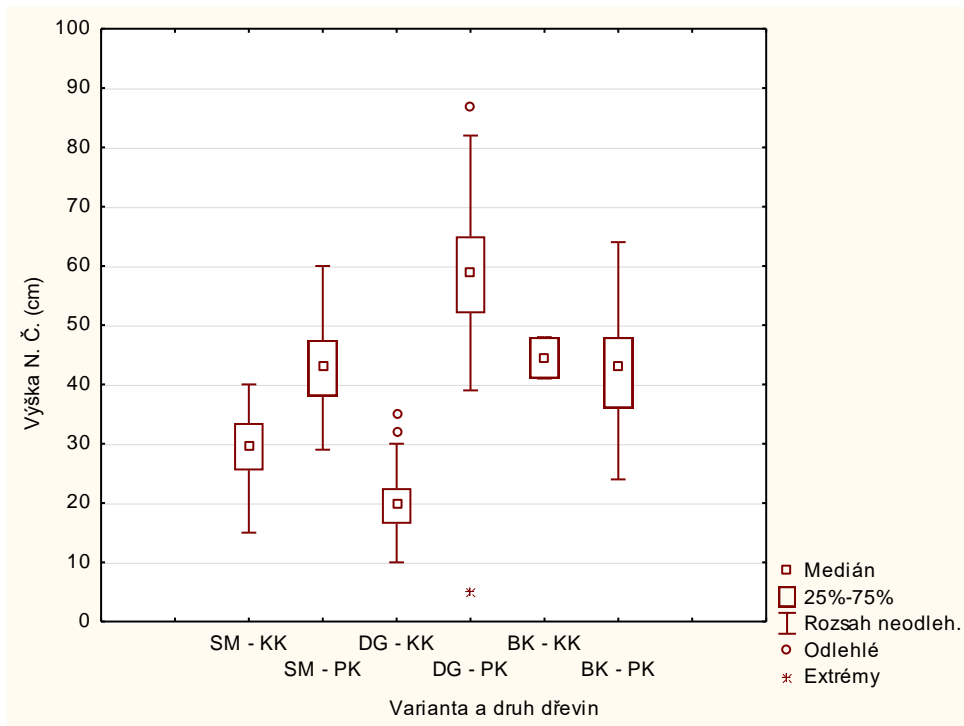
Na obrázku 6 je patrná velká variabilita výšek nadzemních částí u PK SAMA a KK SAMA smrku a douglasky. Kdy vyšší hodnoty u obou dřevin ukazují prostokořenné varianty. U buku je patrná minimální vzrůstová odlišnost mezi oběma variantami SAMA.



Obr. 7 Vyhodnocení N. Č. na ploše 3M (Nad přehradou)

Na obrázku 7 je patrný deseti centimetrový rozdíl PK a KK SAMA smrku, kdy vyšší hodnoty ukazuje PK SAMA. U buku je patrný stejný výškový rozdíl, s vyššími

hodnotami u KK SAMA. Největší rozdíl je vidět mezi PK A KK SAMA douglasky a to 32 cm.



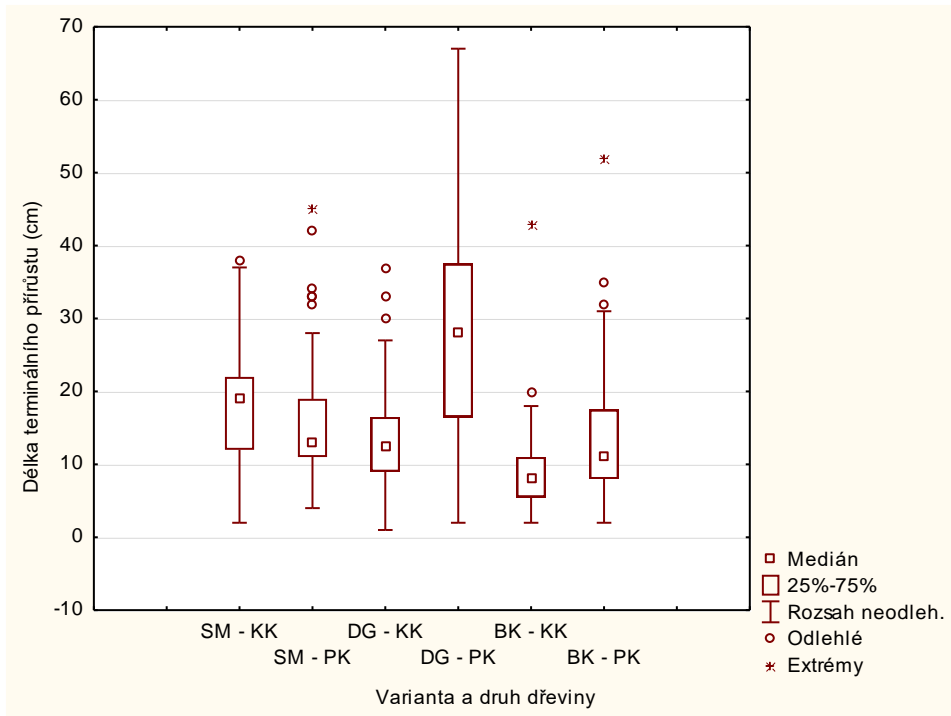
Obr. 8 Vyhodnocení N. Č. na ploše 3K (U kaluže)

Na obrázku 8 je patrná výšková vyrovnanost mezi PK a KK SAMA buku. Největší vzrůstový rozdíl je u PK A KK SAMA douglasky, který činí téměř 40 cm, což je největší diference ze všech 5 zkoumaných ploch. Rozdíl NČ smrku činí 13 cm, kdy vyšší hodnoty ukazuje PK SAMA.

U všech výše uvedených grafů je nejvíce patrný rozdíl nadzemní části u douglasky. Nejmenší diference jsou na ploše 4S a největší na ploše 3K. Ve všech 5 případech PK SAMA douglasky převyšoval KK SAMA. Co se týče SAMA buku, byla výška N. Č. na většině plochách vyrovnaná, pouze na ploše Nad přehradou je rozdíl necelých 10 cm. U smrku na všech 5 zkoumaných plochách, byla výšková rozdílnost patrná ve prospěch PK SAMA, v rozmezí 8 – 15 cm.

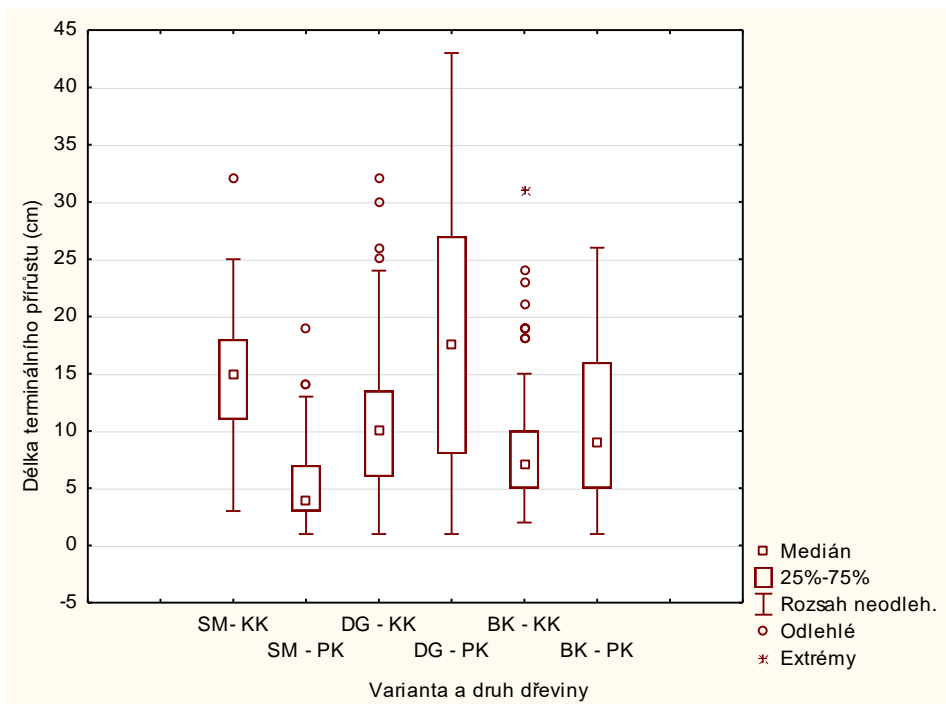
Hlavní příčinou výškové variability N. Č. zkoumaných ploch byla hlavně dána vyspělostí užitého sadebního materiálu při výsadbě.

5.3 Zhodnocení délky terminálního přírůstu



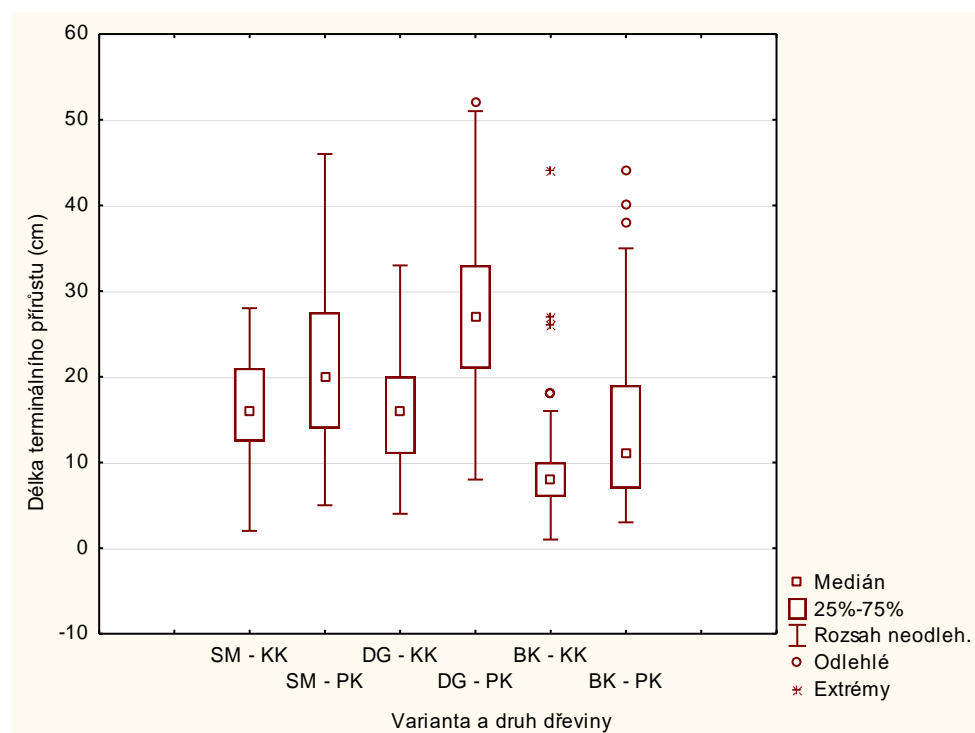
Obr. 9 Vyhodnocení přírůstů na ploše 4S (Borotín)

Na obrázku 9 je patrná extremita přírůstů PK SAMA douglasky, u kterých se roční terminální přírůst přiblížil hranici 30 cm, kdežto KK SAMA douglasky zde vykazoval jedny z nejmenších přírůstových hodnot ze všech na této ploše zkoumaných dřevin. U KK SAMA smrku je patrné vzrůstové převýšení PK SAMA o 7 cm. U bukových KK sazenic byly zjištěny o 3 cm nižší hodnoty než u PK sazenic.



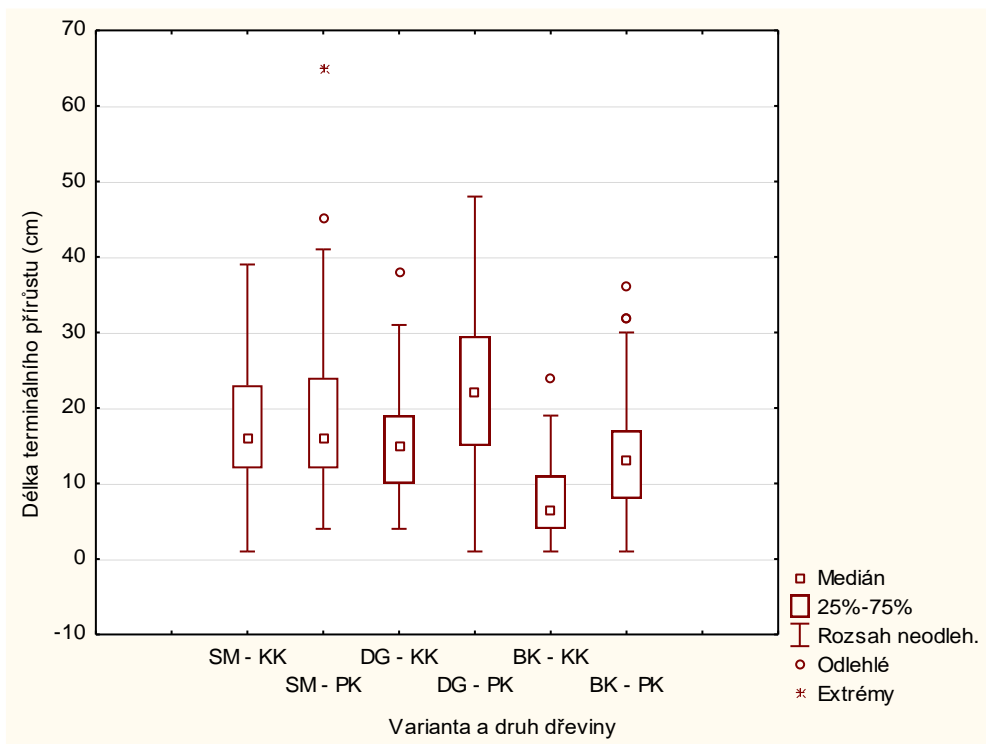
Obr. 10 Vyhodnocení přírůstů na ploše 4K (Jevíčko)

Na obrázku 10 jsou patrné hodnoty přírůstů plochy Jevíčko, kde byl SAMA buku u obou variant téměř totožný, kdežto u smrku a douglasky je patrný markantní rozdíl v KK a PK SAMA. Smrkový KK SAMA zde zcela dominoval, co se týče rozdílnosti terminálního přírůstu, oproti PK SAMA, kde rozdíl činil téměř 13 cm. PK SAMA douglasky vykazoval lepší přírůstové vlastnosti cca o 7 cm oproti KK SAMA.



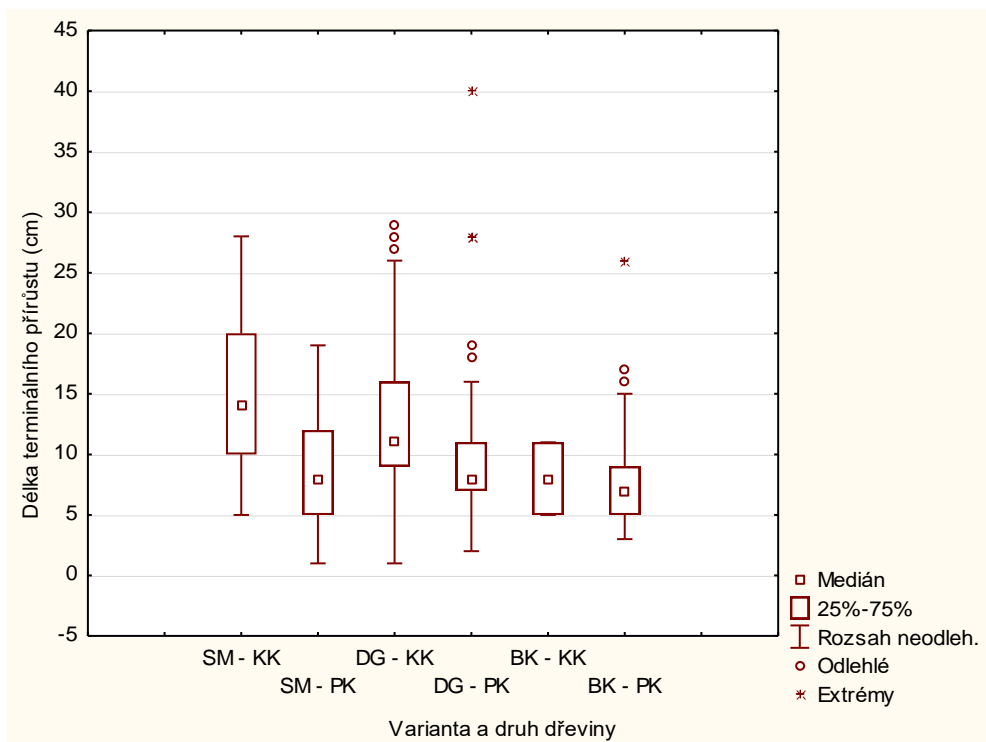
Obr. 11 Vyhodnocení přírůstů na ploše 3S (Kochov)

Na obrázku 11 je patrné, že varianty SAMA smrku byly téměř vyrovnané. Délka terminálního přírůstu u KK SAMA douglasky byla o 10 cm nižší než u PK. Rovněž i u KK SAMA buku byl přírůst o několik cm nižší než u PK SAMA, ovšem v několika případech dosahoval v extrémech až 44 cm.



Obr. 12 Vyhodnocení přírůstů na ploše 3M (Nad přehradou)

Na obrázku 12 je patrné, že SAMA smrku byl zde téměř srovnatelný u obou variant. Ani u KK a PK SAMA buku a douglasky nebyly zjištěny nějaké markantní rozdíly. V obou případech však PK SAMA vykazoval větší terminální přírůsty zhruba o 6-8 cm.



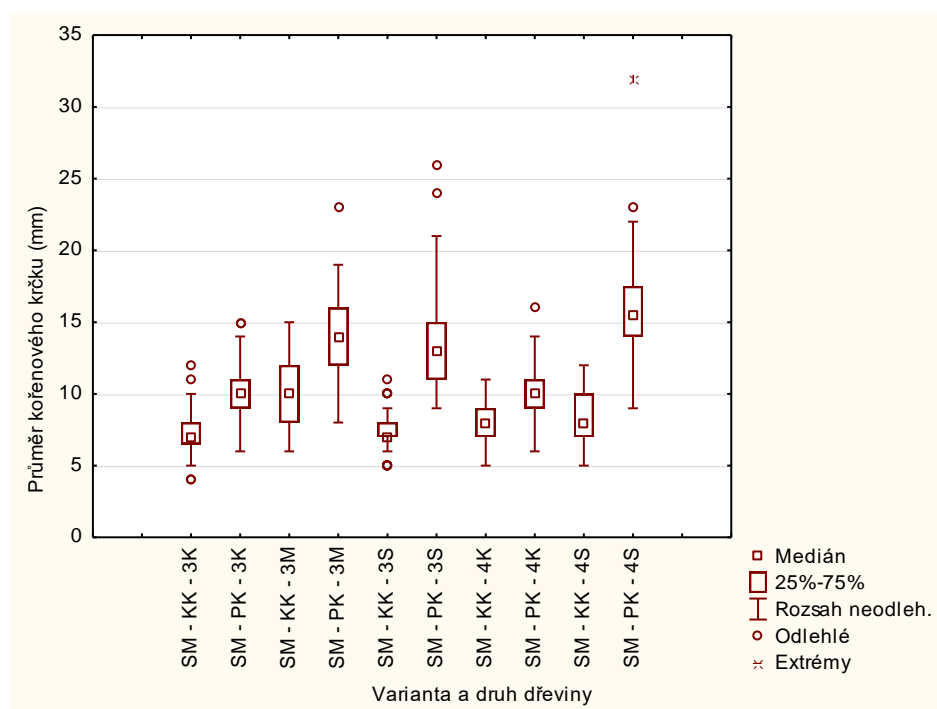
Obr. 13 Vyhodnocení přírůstů na ploše 3K (U kaluže)

Na obrázku 13 je patrné, že byly zjištěny u všech třech druhů dřevin vyšší přírůstové hodnoty u KK SAMA. Největšího přírůstu zde dosáhly KK sazenice smrku, který činil 7 cm. SAMA buku byl na této ploše téměř totožný.

KK SAMA smrku na všech stanovištích vykazoval větší přírůstové hodnoty oproti PK SAMA, pouze v případě stanoviště 3S, kde PK SAMA nepatrně přesáhl hodnoty KK SAMA. Co se týče buku a douglasky u všech ploch vycházejí hodnoty lépe u PK SAMA, pouze na stanovišti 3K vyšli nepatrně lépe hodnoty KK SAMA.

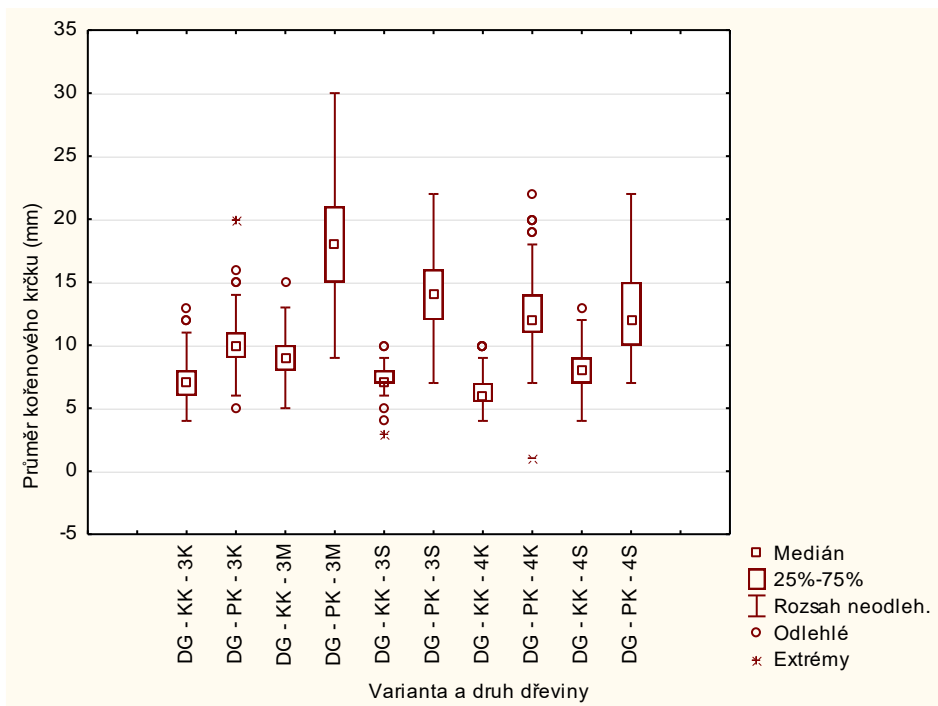
5.4 Zhodnocení tloušťky kořenového krčku

V této subkapitole byla pozornost věnována tloušťce (šírce) kořenového krčku (dále jen K. K.). Vyhodnocení těchto naměřených hodnot bylo provedeno pro jeden druh dřeviny obou variant.



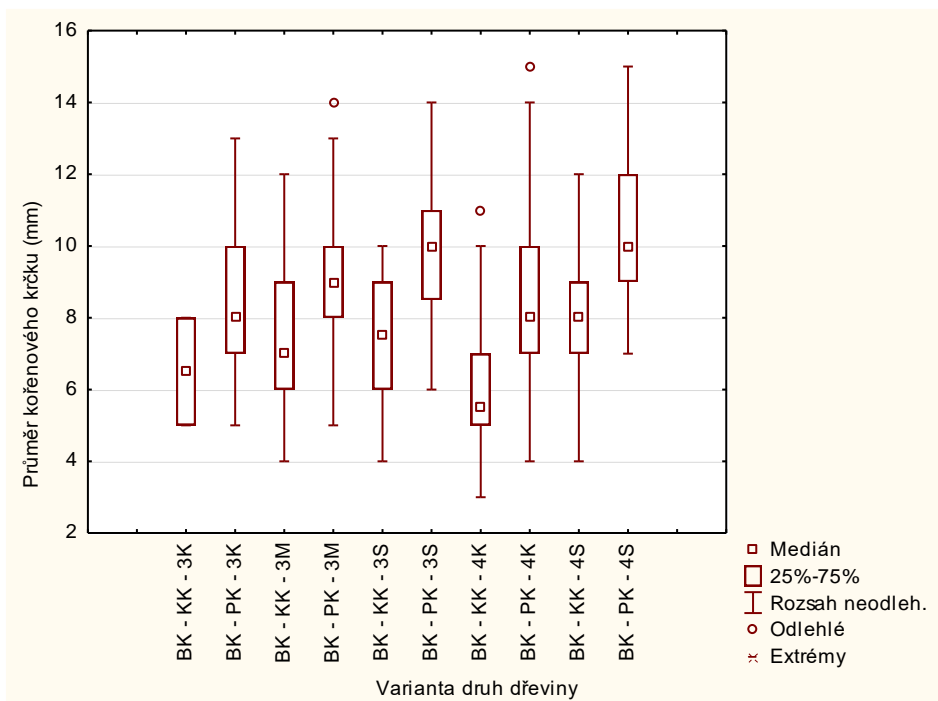
Obr. 14 Vyhodnocení průměru K. K. u smrku ztepilého

Obrázek 14 ukazuje, že nejpozorovatelnější hodnoty jsou u PK SAMA na ploše 4S, kde tloušťka kořenových krčků činila rozdíl oproti KK SAMA 9 mm. Na žádné ploše však KK SAMA smrku nevykazoval větší hodnoty než PK SAMA.



Obr. 15 Vyhodnocení průměru K. K. u douglasky tisolisté

Na obrázku 15 je patrné převýšení hodnot PK SAMA na úkor KK SAMA. Nejvýraznější rozdíl byl však na ploše 3M, který činil 9 mm. Nejmenší rozdíl v průměru kořenového krčku byl zaznamenán na ploše 3K.



Obr. 16 Vyhodnocení průměru K. K. u buku lesního

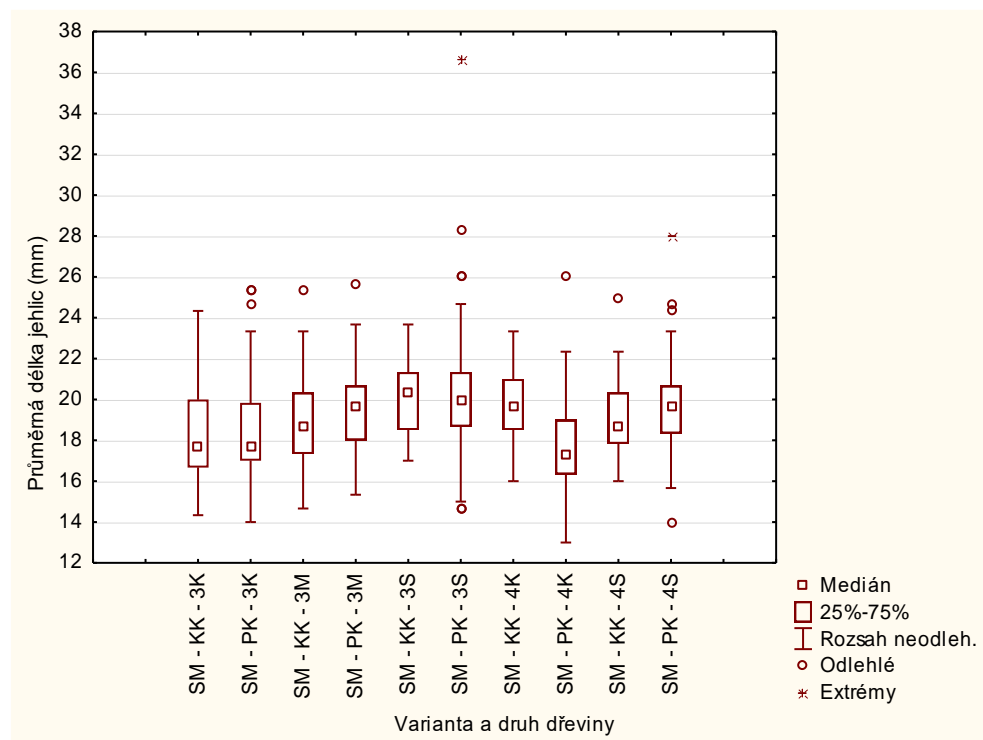
Na obrázku 16 je patrné, že u buku byl na všech stanovištích zjištěn v celku velký rozsah variability průměrů kořenových krčků. A opětovně byly na všech pěti plochách

zaznamenány hodnoty s lepšími výsledky u PK SAMA, neboť ve všech případech u něj byly naměřeny vyšší hodnoty a to o 1 – 4 mm.

Ze všech třech výše uvedených grafů je zcela patrné a jednoznačné, že PK SAMA vykazuje na všech stanovištích a u všech druhů dřevin širší kořenové krčky než KK SAMA.

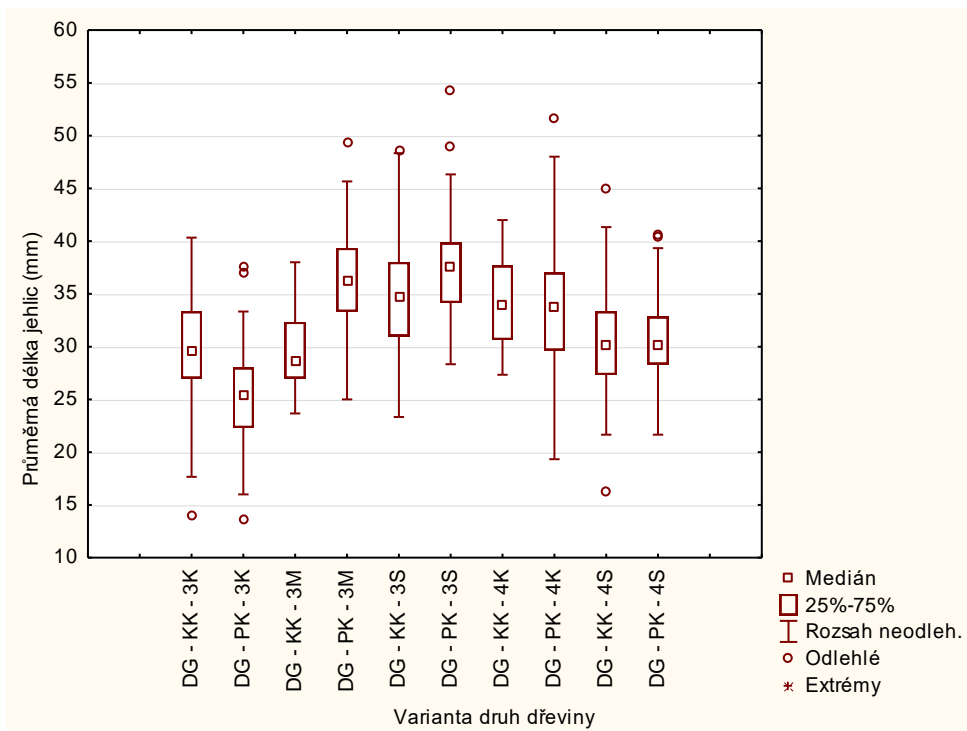
5.5 Zhodnocení asimilačního aparátu

V této kapitole budou porovnávány rozměry asimilačního aparátu. Délky jehlic a délky a šířky listů. Každá dřevina a varianta je vyhodnocena zvlášť. Zobrazení je provedeno v grafech dle druhu dřeviny.



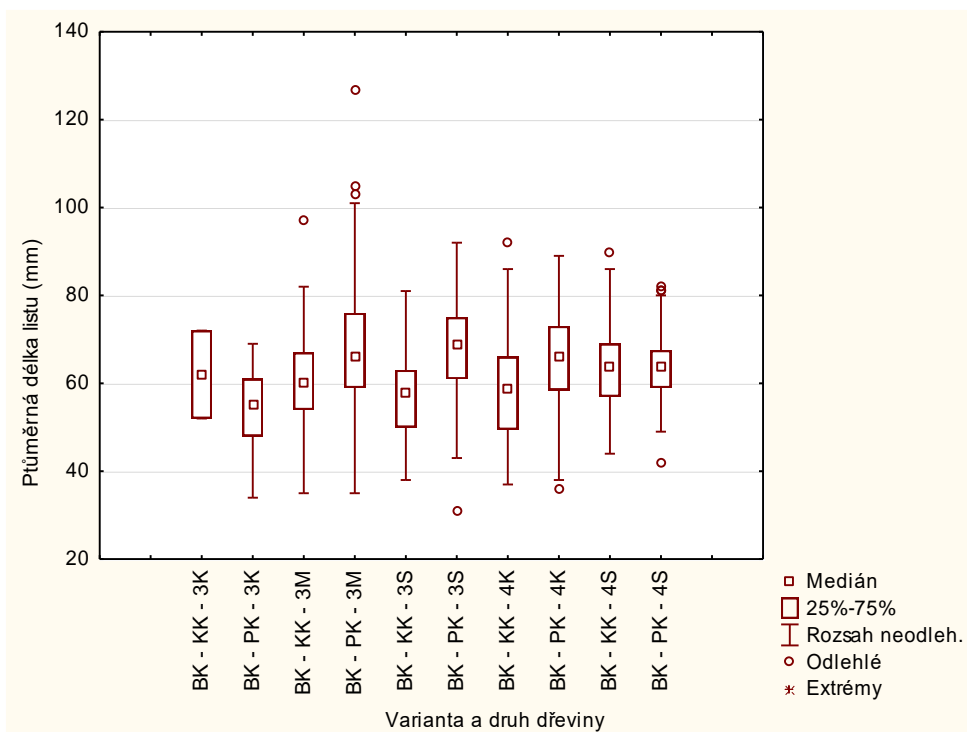
Obr. 17 Vyhodnocení průměrné délky jehlic u smrku ztepilého

Na obrázku 17 je patrná minimální odchylka u délek jehlic smrku mezi PK a KK SAMA. Pouze vyšší patrný rozdíl je na ploše 4K, který činil 2 cm, s vyššími hodnotami u KK SAMA.



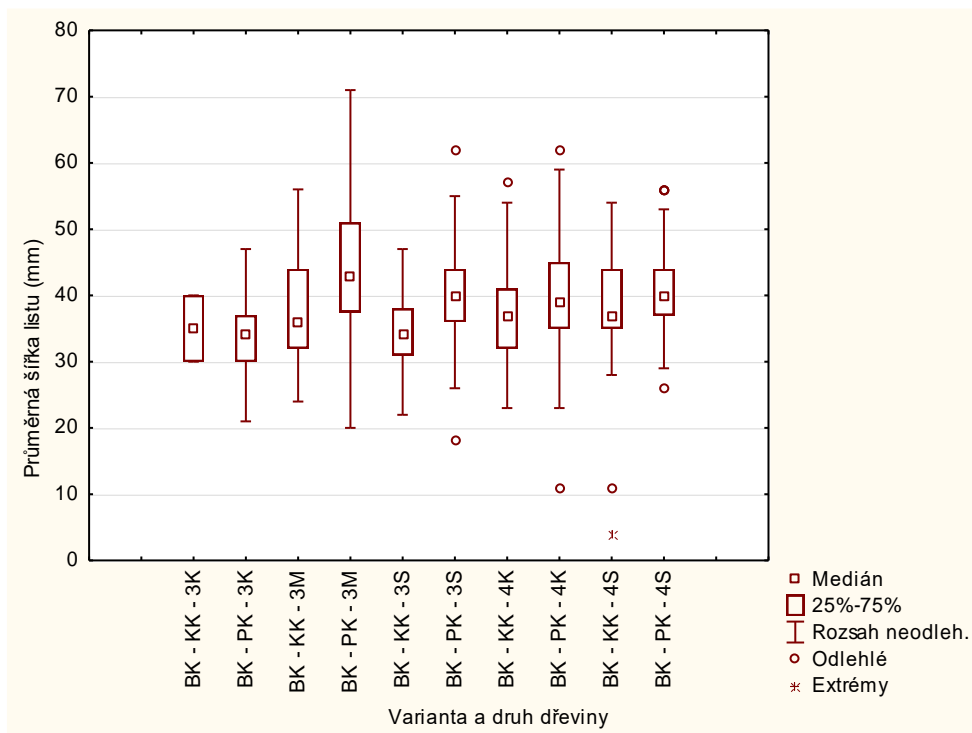
Obr. 18 Vyhodnocení průměrné délky jehlic u douglasky tisolisté

Na obrázku 18 je patrné, že u douglasky byl zjištěn rozdíl 5 cm na ploše 3K. Kde KK SAMA měl větší délky jehlic. Na ostatních plochách byly zjištěny vyšší hodnoty u PK SAMA.



Obr. 19 Vyhodnocení průměrné délky listů u buku lesního

Na obrázku 19 je patrné, že u délek listů buku na ploše 3K, vykazovaly větší rozměry KK sazenice. Na ostatních plochách ovšem vykazoval větší délky listů PK SAMA.



Obr. 20 Vyhodnocení průměrné šířky listů u buku lesního

Na obrázku 20 je patrná šířka listů, která je vyhodnocována pouze u buku lesního. Na všech plochách byla zjištěna větší šíře listů u PK SAMA oproti KK SAMA. Největší rozdíl šíře je patrný na stanovišti 3M a 3S, kde se rozdíl šířek rovná bezmála 9 mm.

Na výše uvedených čtyřech grafech můžeme pozorovat, že větší délky i šířky listů na většině ploch byly zjištěny u PK SAMA všech druhů dřevin.

5.6 Zhodnocení tvaru koruny sazenic

K vyhodnocení tvaru koruny sazenic bylo zvoleno jako nejobektivnější a nejpřehlednější zanesení výsledných hodnot do jednotné tabulky, zobrazující veškeré zkoumané plochy, druhy dřevin i variant SAMA.

Tab. 2 Vyhodnocení tvaru korun sazenic

Dřevina	Tvar koruny	BOROTÍN (4S)		JEVÍČKO (4K)		KOCHOV (3S)		NAD PŘEHRADOU (3M)		U KALUŽE (3K)	
		Počet jedinců určitého tvaru (%)									
		PK	KK	PK	KK	PK	KK	PK	KK	PK	KK
SM	Kulovitá			6	2	5	1		2	9	6
	Válcová		3	6	1		4			1	
	Vejitá	50	85	11	18	14	30	19	10	10	12
	Opak vejčitá	2		2	1			3	1	2	4
	Trojúhelníkovitá	48	11	67	77	76	62	77	85	76	72
	Jednoduchá		1	10	1	5	3	1	2	2	6
DG	Kulovitá	1	24	13	21	8	16	9	19	23	16
	Válcová	1	2	4	3		11				
	Vejitá	39	6	4	12	15	14	22	12	13	9
	Opak vejčitá	2	1	10	4	5	2	4	3	5	14
	Trojúhelníkovitá	57	63	60	60	69	55	64	65	59	61
	Jednoduchá		4	11		3	2	1	1		
BK	Kulovitá	8	1	24	3	31	11	38	36	28	
	Válcová	37	5	15	10	9	1			4	
	Vejitá	10	47	4	10	2	11	4	4	4	
	Opak vejčitá	10	21	20	15	21	18	13	9	18	
	Trojúhelníkovitá	1	2	13	25	30	35	29	15	35	50
	Jednoduchá	34	13	24	37	7	24	16	36	11	50

V tabulce 2 je patrné u všech ploch, druhů dřevin i variant, že jako nejčastější a nejzastoupenější tvar je trojúhelníkovitý. Nejméně zastoupeným tvarem je válcový. Ve většině případech se však tvary SAMA KK A PK shodují, co se týče stanoviště i druhu dřeviny.

5.7 Zhodnocení vitality sazenic

Důraz v této subkapitole byl kladen na porovnání vitality (zbarvení) sazenic po zalesnění mezi jednotlivými variantami. Zbarvení je uvedeno v celkovém přehledu v níže uvedené tabulce.

Tab. 3 Vyhodnocení vitality sazenic

Dřevina	Barva sazenic	BOROTÍN (4S)		JEVÍČKO (4K)		KOCHOV (3S)		NAD PŘEHRADOU (3M)		U KALUŽE (3K)	
		Počet jedinců (%)									
		PK	KK	PK	KK	PK	KK	PK	KK	PK	KK
SM	TMZ	93	94	74	96	98	97	99	99	97	98
	SZ	7	6	24	4	2	3	1	1	3	2
	Z			2							
DG	TMZ	92	82	82	93	96	89	92	91	84	89
	SZ	8	12	14	5	4	10	8	9	12	11
	Z		6	4	2		1			4	
BK	TMZ	94	94	92	93	99	94	91	28	61	
	SZ	2	3	8	3	1	4	9	7	30	100
	Z	4	3		4		2			9	

V tabulce 3 je patrné, že se na všech plochách a stanovištích vitalitní posouzení a jejich hodnoty podobají. V ohledu na porovnání PK a KK SAMA. Na ploše Jevíčko (4K) bylo ovšem zjištěno vyšší zastoupení jedinců zhodnocených barvou SZ (světle zelená) u PK SAMA. Zažloutnutí sazenic je patrné také v příloze 11.

5.8 Zhodnocení zastoupení vícečetných kmínků/vrcholů

Další subkapitolou je porovnání a vyhodnocení zastoupení vícečetných kmínků či vícečetných vrcholů (terminálů) u námi zkoumaných druhů dřevin a variant. Všechny plochy byly vyhodnoceny samostatně. Zobrazeny jsou v jedné souhrnné tabulce pro zjednodušení.

Tab. 4 Vyhodnocení zastoupení vícečetných kmínků/vrcholů

Dřevina	kmínky/vrcholy	BOROTÍN (4S)		JEVÍČKO (4K)		KOCHOV (3S)		NAD PŘEHRADOU (3M)		U KALUŽE (3K)	
		Počet jedinců (%)									
		PK	KK	PK	KK	PK	KK	PK	KK	PK	KK
SM	Jednočetný	92	96	86	98	96	96	85	86	86	79
	Dvoják	5	4	13	2	2	4	14	12	9	13
	Troják	3				2			2	2	5
	4 a více kmínků			1				1		3	3
	Vícečetný vrchol										
DG	Jednočetný	89	74	67	80	67	76	55	49	72	31
	Dvoják	9	22	22	14	28	21	31	36	16	39
	Troják	2	1	8	4	3	2	9	11	9	18
	4 a více		3	5	2	2		5	4	3	12
	Vícečetný vrchol	2		2			1				
BK	Jednočetný	58	44	43	54	38	54	30	56	27	50
	Dvoják	35	44	52	43	51	44	51	44	65	50
	Troják	7	1	1	3	7	2	11		4	
	4 a více			4		4		8		4	
	Vícečetný vrchol										

V tabulce 4 je patrné, že vícečetné vrcholy byly zaznamenány pouze u douglasky a to ve většině případů u PK SAMA na plochách 4S, 4K a 3S. Co se týče více četnosti kmínků, největší zastoupení má jednočetný kmínek, poté dvoják. Trojáky a více kmínků byly zaznamenány vzhledem na množství měření v nižších mírách. SAMA smrku, ať už KK, nebo PK nevykazoval žádný exaktní rozdíl v počtech zastoupení vícečetných kmínků. Největších rozdílů PK a KK SAMA dosahovaly však sazenice douglasky. Více četnost kmínků u buku byly hodnoty porovnávající SAMA na ploše 3S a 4K vyšší u jednočetných kmínku krytokořenných sazenic. U ploch 4S, 3M a 3K byly vyšší hodnoty jednočetných kmínků u PK SAMA buku.

5.9 Zhodnocení poškození abiotickými a biotickými činiteli

Vyhodnocování poškození abiotickými a biotickými činiteli bylo rovněž řešeno u všech druhů dřevin a obou variant způsobu ochrany kořenového systému. Hlavními biotickými nepříznivými činiteli byl klikoroh borový (*Hylobius abietis* Linnaeus), bejlmorka buková (*Mikiola fagi* Hartig) a v neposlední řadě člověk. Hlavním abiotickým činitelem bylo výrazné sucho, které je vyhodnoceno v kapitole zhodnocení mortality, dále pak je patrné viz příloha 1.

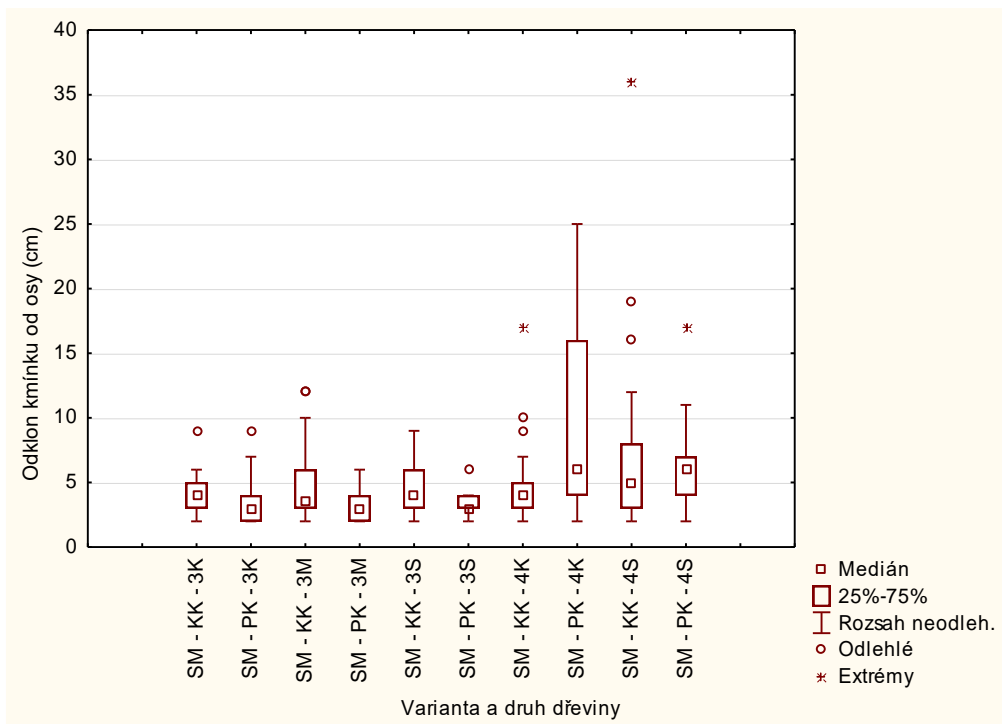
Tab. 5 Vyhodnocení poškození biotickými a abiotickými činiteli

Dřevina	Způsob poškození	BOROTÍN (4S)		JEVÍČKO (4K)		KOCHOV (3S)		NAD PŘEHRADOU (3M)		U KALUŽE (3K)	
		Počet jedinců určitého poškození (ks) ze 100 měřených									
		PK	KK	PK	KK	PK	KK	PK	KK	PK	KK
SM	Klikoroh			66	31					6	2
	Bejlmorka										
	Sucho										
	Mráz										
	Okus/vytloukání										
	Člověk (ožínání)		1	1					1	3	
DG	Klikoroh			74	63						
	Bejlmorka										
	Sucho										
	Mráz										
	Okus/vytloukání										
	Člověk (ožínání)	1	5		4	1	1		7		1
BK	Klikoroh										
	Bejlmorka	6	5				1				
	Sucho										
	Mráz										
	Okus/vytloukání										
	Člověk (ožínání)	1	1	19	8	2	17	3	6	1	

V tabulce 5 je patrné, že největší míra poškození klikorohem byla zjištěna na ploše Jevíčko u smrku i douglasky viz příloha 4 a příloha 5. Vyšší zastoupení poškození ovšem bylo u prostokořenného sadebního materiálu. Poškození bejlmorkou bylo nejpatrnější na ploše Borotín. Míra poškození biotickými činiteli byla způsobena převážně lidským faktorem, zejména při ožínání ploch. Nejvyšší procento poškození ovšem způsobili abiotičtí činitelé, přesněji sucho, což je důkladněji vyhodnoceno v kapitole mortalita.

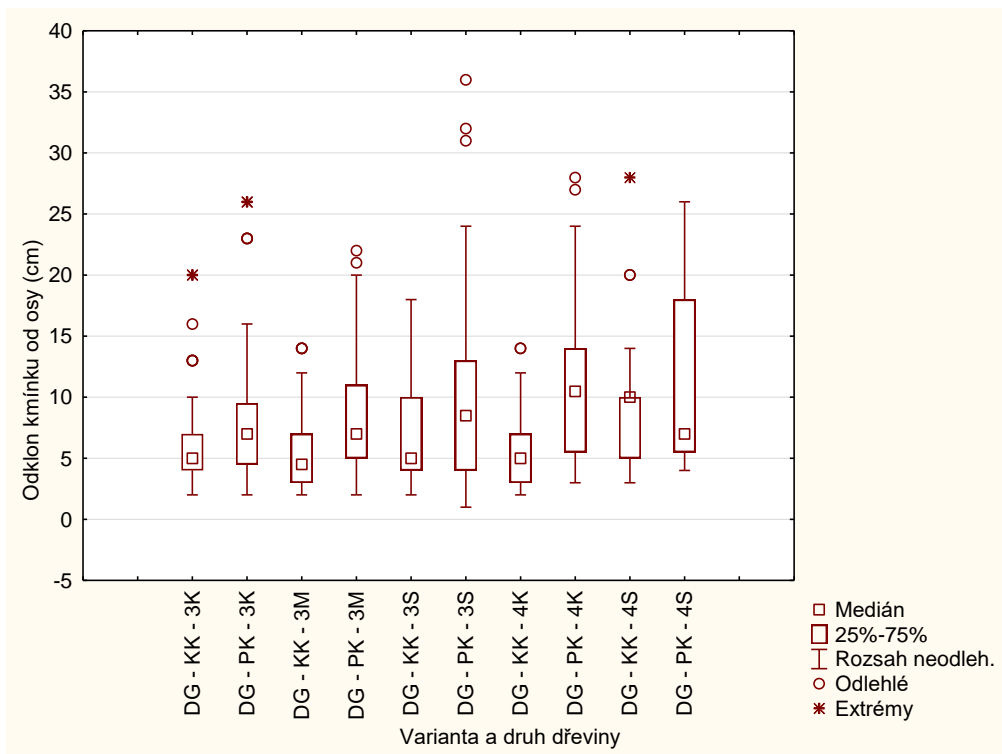
5.10 Zhodnocení odklonu kmínků od svislé osy

V této subkapitole je zhodnocován odklonu kmínku od své „ideální“ svislé osy. Porovnání je uvedeno ve třech grafech pro obě varianty dle druhu dřeviny. Hodnoty odklonu byly zjišťovány pomocí vzdálenosti v centimetrech od pomyslné „ideální“ svislé osy.



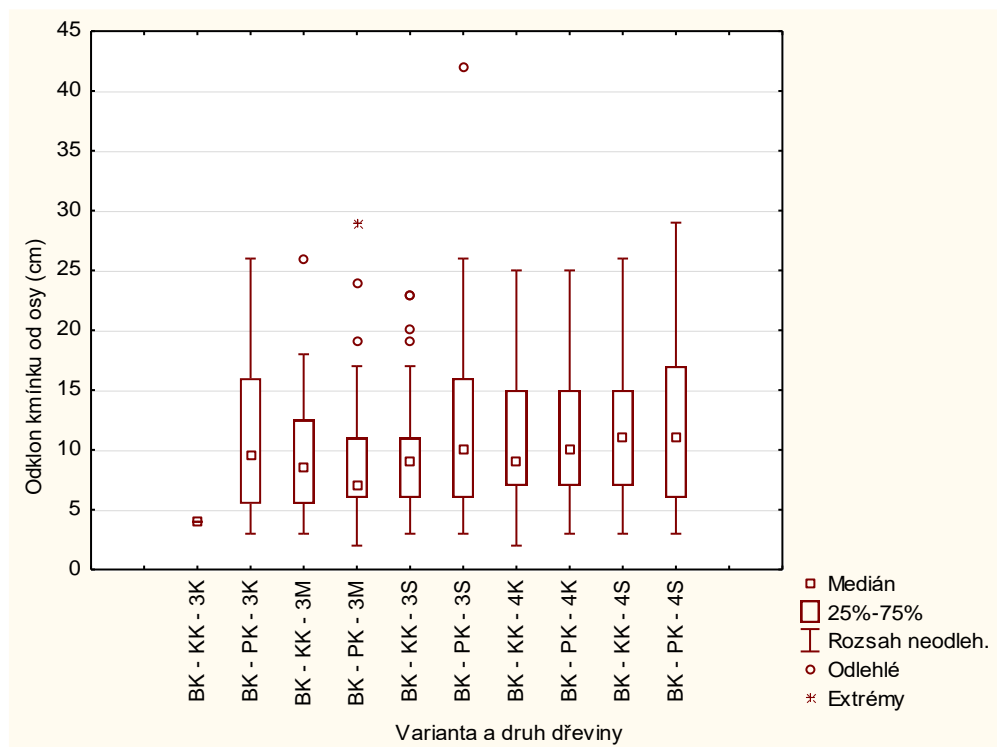
Obr. 21 Vyhodnocení odklonu kmínku u smrku ztepilého

Na obrázku 21 je patrné, že u smrku byl nejmarkantnější odklon zjištěn u PK SAMA na ploše 4K, kde se průměrná hodnota změřených jedinců rovnala 6 cm a extrémy zasahovaly až do vzdálenosti 36 cm od osy, kdežto u KK SAMA smrku na ploše 4K byla zjištěna hodnota 4 cm. Na ostatních plochách nebyly zjištěny obzvláště vysoké rozdíly mezi užitým sadebním materiálem.



Obr. 22 Vyhodnocení odklonu kmínku u douglasky tisolisté

Na obrázku 22 je patrné, že odklony naměřené u douglasky u PK sazenic mají větší odklon od svislé osy kmene než KK SAMA. V nejextrémnějších případech jako třeba na ploše 4K, rozdíl činil 5 – 6 centimetrů odklonu.



Obr. 23 Vyhodnocení odklonu kmínku u buku lesního

Na obrázku 23 jsou patrné rozdílné hodnoty SAMA buku na ploše 3K. Ty jsou způsobeny extrémní mortalitou sazenic, tudíž je nelze brát v potaz. Bukové sazenice byly, co se týče porovnání PK a KK SAMA celkem vyrovnané. Všechny odklony se pohybovaly okolo hranice 10 cm. Největší rozdíl mezi PK a KK SAMA buku na ploše 3M činil 2cm.

5.11 Klimatické vlivy na stanovištích

V této subkapitole budou uvedeny přesné meteorologické hodnoty zjištěných na nejbližších meteorologických stanic, veškeré meteorologické hodnoty jsou patrné v tabulkách 6. - 9.

Tab. 6. Průměrné měsíčními teploty a vlhkosti vzduchu za rok 2014

Rok	2014	
Měsíc	T (°C)	H (%)
Leden	0,6	91
Únor	2,0	87
Březen	5,5	76
Duben	9,2	80
Květen	12,3	81
Červen	15,6	75
Červenec	19,4	78
Srpen	15,7	88
Září	14,1	89
Říjen	9,7	92
Listopad	6,8	88
Prosinec	1,6	83
Roční průměr	9,4	84

Tab. 7. Průměrné měsíčními teploty a vlhkosti vzduchu za rok 2015

Rok	2015	
Měsíc	T (°C)	H (%)
Leden	1,1	82
Únor	0,3	81
Březen	3,6	74
Duben	7,4	70
Květen	12,1	75
Červen	16,5	69
Červenec	19,8	64
Srpen	20,5	67

Tab. 8. Měsíční úhrn srážek (mm) za rok 2014

Rok	2014
Měsíc	SRA (mm)
Leden	23,2
Únor	12,5
Březen	23,1
Duben	38,7
Květen	93,4
Červen	26,9
Červenec	103,8
Srpen	77,1
Září	99,8
Říjen	28,3
Listopad	26,1
Prosinec	33,1
Roční úhrn srážek	586,0

Tab. 9. Měsíční úhrn srážek (mm) za rok 2015

Rok	2015
Měsíc	SRA (mm)
Leden	32,8
Únor	10,3
Březen	50,2
Duben	12,8
Květen	47,9
Červen	34,4
Červenec	42,8
Srpen	100,9

(ČHMÚ Meteorologická stanice Jevíčko, Meteorologická Letovice, 2016)

Nejvyšší průměrné teploty za rok 2014 byly naměřeny v červenci a to 19,4 °C. Rovněž tak byl v červenci naměřen nejvyšší průměr úhrnu srážek za rok 2014 a to 103,8 mm. Nejnižší průměrné teploty za rok 2014 byly naměřené v lednu 0,6 °C. Nejnižší úhrn srážek za rok 2014 byl naměřen v únoru a to 12,5 mm. Největší průměrná vlhkost vzduchu byla za rok 2014 naměřena v lednu a to 91 %.

Nejvyšší průměrné teploty za rok 2015 byly naměřeny v srpnu 20,5 °C . Nejnižší byly naměřeny v únoru, kdy teploty klesly průměrem k 0,3 °C. Nejbohatší měsíc na průměrný úhrn srážek v roce 2015 byl srpen a to 100,9 mm. Nejvyšší průměrná měsíční vlhkost vzduchu byla za rok 2015 naměřena v lednu a to 82%.

5.12 Celkové vyhodnocení

Pro celkové zhodnocení a porovnání možností a limitů uplatnění prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu při obnově vybraných stanovišť středních a nižších lesních vegetačních stupňů byl zvolen k porovnání váhový test. Ve váhovém testu byla použita k porovnání hlavní měření (výška nadzemní části v roce 2015, délka ročního přírůstu, průměr kořenového krčku, a mortalita). Přičemž nejnižší naměřená hodnota v závislosti na druh dřeviny a variantu SAMA dostala váhu 5 a nejvyšší 30. Tudíž hodnoty byly odstupňovány od nejmenší po největší po pěti. Pouze u porovnání mortalit, byla nejvyššímu počtu ztrát na ploše přidělena hodnota 5 a nejnižšímu 30.

Tab. 10 Celkové vyhodnocení váhovým testem

Lokalita	Parametr	Varianata a druh dřeviny					
		buk lesní		smrk ztepilý		douglaska tisolistá	
		krytokořenný	prostokořenný	krytokořenný	prostokořenný	krytokořenný	prostokořenný
Jevíčko (4K)	Výška nadzemní části v roce 2015	10	20	15	30	5	25
	Délka ročního přírůstu	10	15	25	5	20	30
	Průměr kořenového krčku	10	20	15	25	5	30
	Mortalita	10	5	25	20	30	20
	Celkem	40	60	80	80	60	105
Kochov (3S)	Výška nadzemní části v roce 2015	20	15	10	25	5	30
	Délka ročního přírůstu	5	10	20	25	20	30
	Průměr kořenového krčku	15	20	5	25	10	30
	Mortalita	5	10	30	25	20	20
	Celkem	45	55	65	100	55	110
Borotín (4S)	Výška nadzemní části v roce 2015	20	30	10	30	5	15
	Délka ročního přírůstu	5	10	25	20	15	30
	Průměr kořenového krčku	15	20	5	30	15	25
	Mortalita	5	15	25	30	10	20
	Celkem	45	75	65	110	45	90
U kaluže (3K)	Výška nadzemní části v roce 2015	25	20	10	20	5	30
	Délka ročního přírůstu	10	5	30	15	25	20
	Průměr kořenového krčku	5	20	15	30	15	30
	Mortalita	5	25	15	30	10	20
	Celkem	45	70	70	95	55	100
Nad přehradou (3M)	Výška nadzemní části v roce 2015	25	15	10	25	5	30
	Délka ročního přírůstu	5	10	20	25	15	30
	Průměr kořenového krčku	5	10	20	25	15	30
	Mortalita	5	15	25	30	10	20
	Celkem	40	50	75	105	45	110

5.12.1 Porovnání možností a limitů po výsadbě PK a KK SAMA buku lesního

Co se týče porovnání prostokořenných a krytokořenných sazenic buku, je zcela patrné z tabulky 10, že u porovnání mezi všemi pěti výzkumnými plochami (v závislosti na střední a nižší lesní vegetační stupně) vyšly vždy prostokořenné sazenice lépe, než krytokořený sadební materiál. Nejvýraznější rozdíl je patrný na ploše Borotín (4S), kde ve všech zkoumaných parametrech vyšel prostokořenný sadební materiál lépe. Nejmenší rozdíl mezi PK a KK SAMA byl zjištěn na ploše Nad přehradou (3M).

5.12.2 Porovnání možností a limitů po výsadbě PK a KK SAMA smrku ztepilého

Z tabulky 10 je patrné, že porovnání mezi všemi pěti výzkumnými plochami (v závislosti na střední a nižší lesní vegetační stupně) u smrku, nevyšlo zcela tak jednoznačně, jako u buku. Plocha Jevíčko (4K) vyšla naprosto vyrovnaně, co se týče porovnání PK a KK SAMA. U ploch Kochov (3S), Borotín (4S), U kaluže (3K) a Nad přehradou (3M) vyšel opět prostokořenný sadební materiál lépe než krytokořenný sadební materiál. Nejvýraznější rozdíly mezi všemi porovnávacími hodnotami byly zaznamenány na ploše Borotín (4S).

5.12.3 Porovnání možností a limitů po výsadbě PK a KK SAMA douglasky tisolisté

Z tabulky 10 je patrné naprostá preference prostokořenného sadebního materiálu v porovnání s krytokořenným sadebním materiálem douglasky tisolisté (v závislosti na střední a nižší lesní vegetační stupně). Neboť na všech pěti výzkumných plochách vyšly výsledky v porovnání téměř o 50% lépe pro prostokořenný sadební materiál. Největší rozdíly byly zaznamenány na ploše Nad přehradou (3M). Nejmenší rozdíly byly zjištěny na ploše Jevíčko (4K).

Na závěr tedy lze říci, že na všech pěti výzkumných plochách (3S, 4K, 4S, 3K, 3M) vyšel jednoznačně prostokořenný sadební materiál lépe v porovnání s krytokořenným sadebním materiálem.

V ohledu na porovnání možností a limitů uplatnění vybraných stanovišť středních a nižších lesních vegetačních stupňů lze říci, že nejméně rozdílnou plochou v ohledu druhu dřevin a variant SAMA byla plocha Jevíčko (4K). Nejlepší výsledky a hodnoty variant sadebních materiálů a druhů dřevin vyšly na ploše Borotín (4S), kde prostokořenné sazenice zcela excelovaly, hlavně u smrku a douglasky.

6. Diskuze

Mnoho odborných prací se zabývá porovnáváním krytokořenného a prostokořenného sadebního materiálu z hlediska dalšího růstu založených kultur. Tato srovnání přinášejí velmi nejednoznačné výsledky, což odpovídá velké variabilitě jak použitého sadebního materiálu (a typů pěstebních obalů), tak velké rozdílnosti přírodních podmínek, kam byl vysazován (Menes et al. 1996, Tučeková 2004). Toto je tvrzení, s kterým se dá naprosto souhlasit, protože veliká variabilita přírodních podmínek velmi ovlivnila zkoumané možnosti a limity uplatnění prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu. Byla zjištěna velká rozdílnost v ujímání PK a KK SAMA, dle odlišných druhů stanovišť (4K, 4S, 3K, 3S, 3M).

Nejvýraznější ztráty byly zjištěny na ploše 3K (U kaluže), přesněji u buku lesního, u obou variant. Hlavním negativním faktorem zde bylo sucho. Paseka výzkumné plochy není kryta ani z jedné strany okolním starším porostem a je zde celodenní tlak slunečního záření, což způsobilo vysoké ztráty. Ve větší míře se ovšem projevíly ztráty u krytokořenného sadebního materiálu. Nejméně ovlivněnou dřevinou zde byly prostokořenné sazenice smrku. Další tvrzení Polena Z., Vacka S. et al. (2009), kteří popisují nebezpečí ztrát v důsledku „šoku sazenic výsadby“, kterým rozumíme obtíže mladých stromků spojené s regenerací kořenového systému i asimilačních orgánů a dalším přizpůsobováním novému prostředí. Velikost těchto ztrát je ovlivněna především mírou poškození kořenů při výsadbě, ztrátou vlhkosti při dopravě a eventuálně přisuškem po vysazení.

Mnozí autoři uvádějí zkušenost, že počáteční velikostní rozdíly sadebního materiálu přetrvávají ještě mnoho let po výsadbě. To se týká i porovnání menších krytokořenných semenáčků s většími prostokořennými sazenicemi (Alm 1983, Duddles, Owston 1990, Gardner 1982, Mattice 1982, Wood 1990 in Mácha 2016). S tímto tvrzením nelze úplně souhlasit, neboť jak ukázaly výsledky výzkumu, tak na ploše 4S menší vysazovaný KK SAMA smrku vykazoval o necelých 10 cm větší roční přírůst terminálu, než PK SAMA, který byl vysazovaný i jako vyspělejší sazenice. Ještě markantnější rozdíly byli zjištěny u smrku na ploše 4K, kde přírůsty přesahovaly hranici 10 cm, kdy KK SAMA vykazoval vyšší hodnoty. Zajímavé je, že u douglasky a buku byl zjištěn větší přírůst u PK sazenic, než u KK SAMA a to na všech typech zkoumaných souborech lesních typů. Takže s tvrzením (Alm 1983, Duddles, Owston 1990, Gardner

1982, Mattice 1982, Wood 1990 in Mácha 2016), nelze zcela souhlasit, neboť záleží na druhu vysazované dřeviny a na rozdílnosti přírodních podmínek (SLT).

Sazenice vytváří po přesazení zpravidla kratší výhony, často i s menším a drobnějším jehličím, než jaké měly o rok dříve ve školce. Často dochází i k tomu, že místo terminálního pupenu vyraší pouze několik bočních (Poleno Z., Vacek S. et al. 2009). Toto tvrzení (Polena Z. a Vacka S. et al. 2009) se neshoduje se zjištěnými výsledky, neboť na všech pěti zkoumaných plochách, nebyly zaznamenány hodnoty s kratšími výhony, nebo drobnějšími jehlicemi u sazenic. Nebyl zaznamenán ani jeden případ, kdy by vyrašily pouze boční pupeny na úkor terminálního. Vždy byl terminální pupen vyrašen a vykazoval i největší přírůst.

Poleno Z. s Vackem S. et al. (2009) dále popisují rozdílnost ujímání sazenic krytokořenného a prostokořenného sadebního materiálu po výsadbě, neboť jak bylo v průběhu jejich výzkumu zjištěno, tak dochází u rostlin z krytokořenného sadebního materiálu často během jejich následného růstu k tomu, že jejich kořeny neochotně opouštějí kořenový bal dostatečně bohatý na živiny. Naopak u rostlin z prostokořenného sadebního materiálu je možno pozorovat větší snahu rozrůstat se do okolního prostředí. Toto se potvrdilo po vytažení několika jedinců ze země, kdy byly prostokořenné sazenice rozkořeněné ve větší míře než KK SAMA. Největší míra prokořenění byla zaznamenána u PK SAMA douglasky tisolisté na ploše 3S (Kochov).

Lze jen částečně souhlasit s výsledky Juráska a Bartoše (2004), kteří upozorňují na velmi dobrou ujímavost sadebního materiálu buku lesního (*Fagus sylvatica* L.) z intenzivních technologií, neboť pouze na plochách Borotín a U Kaluže se buk vyrovnal hodnocenými výsledky douglasce a smrku. Není ovšem možné souhlasit s tvrzením ohledně smrku, které uvádí Tučková (2004) kdy ujímavost obalovaných sazenic dosáhla po první vegetační sezoně 97-98 % oproti 75 % u prostokořenných sazenic.

Na stanovišti 3S (Kochov) bylo v celku zjištěno nejméně ztrát. Sazenice obou typů (KK SAMA, PK SAMA) zde vykazovaly až extrémní roční přírůsty, hlavně u prostokořenné douglasky. Tyto hodnoty ale mohly být ovlivněny rozdílnou vyspělostí sazenic prostokořenného a krytokořenného SAMA. Hlavní rozdíly tedy byly pozorovány více v rámci různosti zkoumaných ploch než dle druhů dřevin.

7. Závěr

Důvodem zpracování této závěrečné práce bylo zjistit limity a možnosti uplatnění prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu při obnově vybraných stanovišť středních a nižších lesních vegetačních stupňů.

Výsledky jsou vskutku velice překvapivé, neboť vyšla veliká převaha vyšších hodnot prostokořenného sadebního materiálu dle druhu dřevin a variant sadebního materiálu. Největší rozdíly pak ukázala douglaska tisolistá v ročním terminálním přírůstu na ploše 4S (Borotín), kde prostokořenné sazenice ukazovaly až 30 centimetrové rozdíly vůči krytokořennému, mortalita zde byla u prostokořenných sazenic

Očekávání rozdílnosti zkoumaných ploch se jen potvrdilo. U ploch 4S a 4K byly mortalitní hodnoty v rámci dřevin i typu sadebního materiálu velice shodné, ovšem u níže položených zkoumaných ploch 3S, 3K a 3M byly již rozdíly ztrát markantnější a to vždy s hodnotami vyššími u KK SAMA.

Věřím, že tato práce by mohla mít určité přínosy pro další lesnickou praxi, zvláště pokud se v těchto výzkumech bude nadále pokračovat. Rozdílnost zde ovšem bude dle mého názoru nadále přetrvávat z několika důvodů a to z rozdílnosti druhů dřevin, typů sadebního materiálu a i vzhledem na výškové, půdní i mikroklimatické nároky. Další rozdílnost můžeme bohužel sledovat v dnešní době, také z hlediska ceny různých variant a druhů dřevin sadebních materiálů. Dále zde bude vysoká rozdílnost, co se týče ovlivnění zalesněných ploch okolními porosty, tlaku buřeně a zvěře.

8. Summary

The aim of my work is to investigate the possibilities and the limits of application of plowed and cryopreserved material for restoration of selected habitats of medium and lower forest vegetation stages.

For this work, 5 research areas were determined according to the forest vegetation stages, namely 4K, 4S, 3S, 3K and 3M. In these areas, 200 pieces of cryopreserved and 200 pieces of planted seedlings of three tree species were planted. These were spruce pine (*Picea abies L. Karst.*), (*Fagus sylvatica L.*) and (*Pseudotsuga menziesii Mirb.*). The main comparative values were: mortality, height of the ground, annual growth, thickness of the root neck, deviation of the stem from the axis, leaf length and width, vitality, multiple stems, Crown shape, abiotic and biotic factors. Another factor of comparison was the average annual temperature, rainfall and air humidity. Approximately 100 individuals were counted for each type of woody species and variety of planting material. The measured values were then statistically compared and evaluated.

The results showed that all the trimmed material of the examined tree species showed better values than the cryopreserved seedlings on all five research areas. However, the most optimal results of selected tree species were spruce (*Picea abies L. Karst.*). The most obvious area was 4S (Borotín), where the greatest differences were found between the plowed and topped mowing material, and both variants showed quite satisfactory and positive values in terms of forest renewal.

9. Seznam literatury

- ČHMÚ Meteorologická stanice Jevíčko, Meteorologická Letovice, 2016
- ČSN 48 2115 (482115) 2012 Sadební materiál lesních dřevin : Forest reproductive material. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 24 s.
- ČSN 48 2116 (482116) 2015 Umělá obnova lesa a zalesňování : Artificial reforestation and afforestation. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.
- Jurásek, A., Martincová, J., Nárovcová, J., 2004. Problematika použití krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin z intenzivních školkařských technologií v podmínkách ČR. In: Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník přednášek z mezinárodního semináře. Opočno, 3. a 4. 6. 2004. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. 6 - 15.
- Konopka A., 2001, Analysis of interspecific differences in tree root system cardinality. Journal. of Forest. Science, 44 s.
- Lokvenc, T., Michalec, M., Pařez, J., Šindelář, J., Remiš, J., Filip, P., 1990.: Zalesňování a péče o kultury a mlaziny. ON 48 2410. Jiloviště-Strnady, Odvětvové normalizační středisko pro lesní hospodářství a myslivosti při VÚLHM. 25 [32] s.
- Lohmann M., 2005. Stromy a keře., průvodce naší přírodou, BETA, Praha 4, ISBN 80-7306-220-8, 94s.
- Lesnický naučný slovník. Praha: Agrospoj, 1994. ISBN 80-7084-111-7.
- Mácha M., 2016. Růst a vitalita prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu při obnově stanovišť středních a vyšších poloh. MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ Lesnická a dřevařská fakulta Ústav zakládání a pěstění lesů, bakalářská práce, 75 s.
- Mauer, O. 2009. *ZAKLÁDÁNÍ LESŮ I*: učební text [online]. Listopad 2009. v Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně Lesnická a dřevařská fakulta Ústav zakládání a pěstění lesů, [cit. 2016-04-18].
- Mauer O., Mauerová P., 2010. Vliv kvality užitého sadebního materiálu na následnou kvalitu a stabilitu založených porostů, In Zborník referátov z mezinárodního seminára – Liptovský J.

- Mauer O. a kol., 2006. Produkce krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 2006, 136 s.
- Musil I., Hamerník J., 2007. Jehličnaté dřeviny: Přehled nahosemenných i výtrusných dřevin: dendrologie I. Vyd. 1. – Praha Academia, 352s. il., ISBN 978-80-200-1567-9.
- Nárovcová J., 2004. : Zkušenosti s hodnocením kvality kořenového systému sadebního materiálu lesních dřevin. [Experience of root system of forest tree nursery stock's quality control]. In: *Kořenový systém - základ stromu*. Sborník referátů z konference. [Křtiny u Brna, 25. 8.]. Sest.
- Neznajová Z., Dohnanský T., Foltánek V., 2014. : Reprodukční materiál lesních dřevin. Lesy české republiky s.p.
- Poleno Z., Vacek, S., a kol., 2007. Pěstování lesů. 1. vyd. Ekologické základy pěstování lesů, Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 315 s. ISBN 978-80-87154-07-6.
- Poleno Z., Vacek S. a kol., 2007. Pěstování lesů. 2. vyd. Teoretická východiska pěstování lesů, Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 687 s. ISBN 978-80-87154-09-0.
- Poleno Z., Vacek S. a kol., V., 2009. Pěstování lesů. 3. vyd. Praktické postupy pěstování lesů, Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 951 s. ISBN 978-80-87154-34-2.
- Úradníček, L., 2003. Lesnická dendrologie I.: (Gymnospermae). Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 70 s. ISBN 80-7157-643-3.

10. Internetové zdroje

- <https://lesy.cz/pece-o-les/pestovani-lesu/Documents/seminar-genetika-prispevek-lcr-sz-tyliste.pdf>
- <http://vulhm.opocno.cz/homepages/narovcova/jumana04.html>
- <http://databaze.dendrologie.cz/index.php?menu=5&id=482>
- <http://botany.cz/cs/fagus-sylvatica/>
- <http://vulhm.opocno.cz/on-line/jn040719.html>

11. Seznam tabulek a obrázků

Tabulky

Tab. 1 Vyhodnocení mortality.....	27
Tab. 2 Vyhodnocení tvaru korun sazenic.....	38
Tab. 3 Vyhodnocení vitality sazenic.....	39
Tab. 4 Vyhodnocení zastoupení vícečetných kmínků/vrcholů.....	39
Tab. 5 Vyhodnocení poškození biotickými a abiotickými činiteli.....	40
Tab. 6 Průměrný měsíční teploty (°C) a vlhkosti vzduchu (%) za rok 2014.....	43
Tab. 7 Průměrné měsíční teploty (°C) a vlhkosti vzduchu (%) za rok 2015.....	43
Tab. 8 Měsíční úhrn srážek (mm) za rok 2014.....	44
Tab. 9 Měsíční úhrn srážek (mm) za rok 2015.....	44
Tab. 10 Celkové vyhodnocení váhovým testem.....	45

Obrázky

Obr. 1 Tvary nadzemních částí (Neznajová et al. 2014).....	16
Obr. 2 Přípustnosti růstu kořenů (Neznajová et al. 2014).....	19
Obr. 3 Příklad plánek rozmístění výzkumných ploch Jevíčko a Kochov.....	24
Obr. 4 Vyhodnocení N. Č. na ploše 4S (Borotín).....	28
Obr. 5 Vyhodnocení N. Č. na ploše 4K (Jevíčko).....	28
Obr. 6 Vyhodnocení N. Č. na ploše 3S (Kochov).....	29
Obr. 7 Vyhodnocení N. Č. na ploše 3M (Nad přehradou).....	29
Obr. 8 Vyhodnocení N. Č. na ploše 3K (U kaluže).....	30
Obr. 9 Vyhodnocení přírůstků na ploše 4S (Borotín).....	31
Obr. 10 Vyhodnocení přírůstků na ploše 4K (Jevíčko).....	31
Obr. 11 Vyhodnocení přírůstků na ploše 3S (Kochov).....	32
Obr. 12 Vyhodnocení přírůstků na ploše 3M (Nad přehradou).....	33
Obr. 13 Vyhodnocení přírůstků na ploše 3K (U kaluže).....	33
Obr. 14 Vyhodnocení průměru K. K. u smrku ztepilého.....	34
Obr. 15 Vyhodnocení průměru K. K. u douglasky tisolisté.....	35
Obr. 16 Vyhodnocení průměru K. K. u buku lesního.....	35
Obr. 17 Vyhodnocení průměrné délky jehlic u smrku ztepilého	36

Obr. 18 Vyhodnocení průměrné délky jehlic u douglasky tisolisté.....	37
Obr. 19 Vyhodnocení průměrné délky listů u buku lesního.....	37
Obr. 20 Vyhodnocení průměrné šířky listů u buku lesního.....	38
Obr. 21 Vyhodnocení odklonu kmínku u smrku ztepilého.....	42
Obr. 22 Vyhodnocení odklonu kmínku u douglasky tisolisté.....	42
Obr. 23 Vyhodnocení odklonu kmínku u buku lesního.....	43

12. Seznam příloh

Příloha 1 Zaslá KK smrková sazenice z plochy Nad přehradou (3M).....	56
Příloha 2 Plocha Borotín (4S).....	57
Příloha 3 Plocha Jevíčko (4K).....	57
Příloha 4 Detail poškození prostokořenné sazenice douglasky klikorohem z plochy (4K)....	58
Příloha 5 Uchlá krytokořenná sazenice smrku, způsobená napadením klikoroha.....	58
Příloha 6 Detail mechanické poškození prostokořenné bukové sazenice.....	59
Příloha 7 Plocha Kochov (3S).....	59
Příloha 8 Plocha Nad přehradou (3M) zarostlá buření.....	60
Příloha 9 Plocha U kaluže (3K).....	60
Příloha 10 Plocha U kaluže (3K) vysoká mortalita krytokořenných sazenic buku lesního...	61
Příloha 11 Plocha U kaluže (3K) detail zažloutlé prostokořenné sazenice douglasky.....	61



Příloha 1 Zaschlá KK smrková sazenice z plochy Nad přehradou (3M)



Příloha 2 Plocha Borotín (4S)



Příloha 3 Plocha Jevíčko (4K)



Příloha 4 Detail poškození prostokořenné sazenice douglasky klikorohem z plochy Jevíčko (4K)



Příloha 5 Uschlá krytokořenná sazenice smrku, způsobená napadením klikorooha



Příloha 6 Detail mechanické poškození prostokořenné bukové sazenice z plochy Kochov



Příloha 7 Plocha Kochov (3S)



Příloha 8 Plocha Nad přehradou (3M)



Příloha 9 Plocha U kaluže (3K)



Příloha 10 Plocha U kaluže (3K) vysoká mortalita krytokořenných sazenic buku lesního



Příloha 11 Plocha U kaluže (3K) detail zažloutlé prostokořenné sazenice douglasky