

MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA

Ústav zakládání a pěstění lesů

**Vliv biotechniky sadby na odrůstání krytokořenného
sadebního materiálu**

Diplomová práce

2016/2017

Bc. Daniel Nedomanský

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci: ***Vliv biotechniky sadby na odrůstání krytokořenného sadebního materiálu*** 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.

V Brně dne 10. 4. 2017

.....

Daniel Nedomanský

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu diplomové práce panu prof. Ing. Oldřichu Mauerovi, DrSc., za odborné vedení, připomínky a věnovaný čas. Dále bych rád poděkoval paní Evě Nedomanské za pomoc při terénním šetření, své rodině a přátelům za morální podporu a v neposlední řadě Správě lesů Kristiny Colloredo-Mansfeldové za poskytnutí výzkumných ploch.

Abstrakt

Jméno a příjmení: Daniel Nedomanský

Název práce: Vliv biotechniky sadby na odrůstání krytokořenného sadebního materiálu

Cílem této práce bylo zjistit, jaký vliv mají rozdílné biotechniky sadby na odrůstání krytokořenného sadebního materiálu borovice lesní a dubu letního. Oba druhy sadebního materiálu byly pěstovány stejnou technologií s použitým typem sadbovače QUICK POT D 60 T/12 a T/15. Sledování bylo realizováno u dvou výzkumných ploch, které měly rozdílné půdní podmínky. Jednalo se o půdy písčité a půdy ovlivněné vodou. Výzkumné plochy se nacházely v Královehradeckém kraji. Testovány byly tyto biotechniky sadby: jamková sadba, sadba sazečem, sázecími vidlemi, sázecím trnem a sázecí holí. Bylo sledováno i překrývání kořenového balu vrstvou minerální půdy. Hodnocení bylo realizováno jedno vegetační období po výsadbě, byly sledovány zejména ztráty, parametry nadzemní části rostlin, poškození biotickými a abiotickými činiteli, vitalita rostlin, a především stav kořenového systému. Na základě vyhodnocení těchto pozorování a měření bylo zjištěno, jaká biotechnika sadby je vhodná, nebo naopak nevhodná pro výsadbu daného sadebního materiálu v závislosti na půdních podmínkách stanoviště. Výstupem práce je celkové zhodnocení jednotlivých biotechnik výsadby a doporučení, že nejvhodnější biotechnika výsadby pro zalesnění určitým, výše zmíněným sadebním materiálem je sadba jamková.

Klíčová slova: borovice lesní, dub letní, krytokořenný sadební materiál, biotechnika výsadby, kořenový systém

Abstract

Name: Daniel Nedomanský

Title of thesis: The effect of plantation biotechnic on container-grown and balled planting stock.

The aim of this study was to determine the effect of different plantation biotechnics on growth of Scots pine and pedunculate oak containerized planting stock. Both types of planting stock were grown to the same technology type used plantpot QUICK POT D 60 T/12 and 15. Monitoring was carried out by two research areas that have different soil conditions. It was a sandy soil and ground water affected. These areas were located in the Hradec Králové region. We tested following plantation biotechnics: hole planting, planting spade, planting fork, planting thorn and planting stick. It was also monitored overlaps the root ball of a layer of mineral soil. The evaluation was carried out by one growing season after planting. Plant mortality, parameters of above-ground plants part, damage of biotic and abiotic factors, plants vitality and especially root system were monitored. Based on the evaluation of these observations and measurements it has been found which plantation biotechnics are appropriate or not unsuitable for the growing of planting stocks, depending on site soil conditions. The outcome of this work is an overall assessment of individual planting biotechnics and recommendations that the most suitable planting biotechnics for reforestation from above-mentioned planting stock is planting hole.

Keywords: Scots pine, pedunculate oak, balled planting stock, planting biotechnic, root system

Obsah

1. Úvod	9
2. Cíl práce	10
3. Rozbor problematiky	11
3.1 Borovice lesní – <i>Pinus sylvestris</i> L.	11
3.1.1 Popis dřeviny	11
3.1.2 Ekologické nároky	11
3.1.3 Poškození, choroby a škůdci borovice	12
3.1.4 Areál rozšíření	13
3.1.5 Využití	13
3.2 Dub letní – <i>Quercus robur</i> L.	14
3.2.1 Popis dřeviny	14
3.2.2 Ekologické nároky	14
3.2.3 Poškození, choroby a škůdci dubu letního	14
3.2.4 Areál rozšíření	15
3.2.5 Využití	15
3.3 Kořenový systém	16
3.4 Deformace kořenového systému	18
3.4.1 Deformace kořenového systému dle doby vzniku	19
3.5 Krytokořenný sadební materiál	21
3.5.1 Pěstování krytokořenných semenáčků	22
3.6 Eliminace kořenových deformací krytokořenného sadebního materiálu při pěstování v lesních školkách	22
3.7 Sadbovač QUICK POT D 60 T	24
3.8 Zásady pro dopravu a manipulaci s krytokořenným sadebním materiálem	24
3.9 Výsadba krytokořenného sadebního materiálu	25
4. Metody a použitý materiál	27
4.1 Kritéria výběru výzkumných ploch	27
4.2 Administrativně správně zařazení oblasti	27
4.2.1 Lokace plochy č. 1 – Krňovice	27
4.2.2 Lokace plochy č. 2 – Librantice	28
4.3. Přírodní podmínky	28
4.3.1 Přírodní lesní oblast	28

4.3.2 Klimatické poměry	28
4.3.3 Geologické poměry	29
4.3.4 Pedologické poměry	29
4.4 Charakteristika výzkumných ploch	29
4.4.1 Výzkumná plocha Krňovice	29
4.4.2 Výzkumná plocha Librantice	30
4.5 Použitý sadební materiál	30
4.6 Doprava sadebního materiálu a doba výsadby	31
4.7 Technika výsadby	31
4.7.1 Jednotlivé způsoby výsadby	32
4.7.2 Výsadba	34
4.8 Postup při měření	35
4.8.1 Hodnocení sadebního materiálu	36
4.8.2 Postup při měření nadzemních částí rostlin a posouzení znaků	37
4.8.3 Postup při měření a posouzení podzemní části rostlin	39
4.9. Vyhodnocení získaných dat	40
5. Výsledky	42
5.1 Prvotní údaje sadebního materiálu	43
5.2 Meteorologická data	44
5.3 Vyhodnocení parametrů a znaků jednotlivých dřevin a ploch	46
5.3.1 Plocha Krňovice	46
5.3.2 Plocha Librantice	64
5.4 Souhrnné vyhodnocení plochy Krňovice a Librantice	82
5.4.1 Statistické vyhodnocení nadzemní části	82
5.4.2 Vyhodnocení kořenů	86
5.5 Celkové zhodnocení dle důležitých parametrů váhovým testem	92
6. Diskuze a zhodnocení výsledků	94
6.1 Zhodnocení ztrát	95
6.2 Zhodnocení nadzemní části rostlin	96
6.2.1 zhodnocení přírůstu	96
6.2.2 Zhodnocení průměru kořenového krčku	97
6.2.3 Zaschlý terminální výhon u dubu	98
6.3 Zhodnocení kořenové části rostlin	99

6.3.1	Zhodnocení kořenové části dle počtu prorostlých kořenů kořenovým balem.....	99
6.3.2	Zhodnocení kořenové části dle biotechniky výsadby	100
6.4	Celkové zhodnocení.....	102
7.	Závěr.....	103
8.	Conclusion.....	105
9.	Seznam použité literatury	107

1. Úvod

Umělá obnova sadbou je v České republice stále nejrozšířenějším způsobem obnovy lesních porostů. V roce 2015 bylo uměle obnoveno 18 797 ha lesních porostů. V tomto roce bylo vyprodukováno celkem 168 mil kusů sadebního materiálu, z toho 24,5 mil kusů sadebního materiálu borovice lesní a 16,5 mil kusů sadebního materiálu dubu letního (MZE, 2016).

Jedním z nejdůležitějších základů úspěšné umělé obnovy lesa je použití kvalitního sadebního materiálu, díky kterému založená kultura vykazuje vysokou ujímavost a zdárný pozdější vývoj. Kvalitu sadebního materiálu lze mimo jiné posoudit podle stavu a architektoniky kořenového systému. Důležitým ukazatelem ujímavosti sazenic a jejich dobrého odrůstání je zejména podíl jemných kořenů (Poleno a kol., 2009).

Jelikož, jak uvádí Mauer (2011), kořenový systém je všestranným základem stromu, který zajišťuje mechanickou stabilitu, příjem vody a výživu stromu. Pokud není kořenový systém přirozeně rozvinut, může dojít nejen k mechanické nestabilitě, ale může se stát významným predispozičním faktorem chřadnutí a odumírání stromů i celých porostů.

Významný vliv na růst a architektoniku kořenového systému má způsob a kvalita provedené výsadby. Dalším důležitým faktorem, který může ovlivnit zalesňování lesních či nelesních půd, je stav mykorhizy (Poleno a kol., 2009).

Nepečlivou sadbou, která vyvolává deformace kořenového systému, nebo užitím sadebního materiálu s deformovaným kořenovým systémem strom vždy vytváří pouze malý kořenový systém s nepřirozenou architektonikou. Deformace kořenového systému jsou ireverzibilní, v dalším růstu je potom strom málo vitální, je negativně ovlivňován téměř jakýmkoliv stresem, napadán parazitickými houbami a je mechanicky velmi nestabilní. I když deformace kořenového systému mohou být vyvolány i po pečlivé výsadbě, ve většině případů jsou způsobeny nevhodnou biotechnikou výsadby (Mauer, Vaněk, 2013).

Největší úskalí je takové, že kořenové deformace, u již zasazeného sadebního materiálu nelze na první pohled rozeznat. V prvních letech rostliny mohou vykazovat normální vitální přírůst, nemusí se projevit zvýšená mortalita. Je tedy možné, že při kontrole parametrů zajištěné kultury se zdá, že je vše v pořádku a budoucnost porostu není zjevně ohrožena. Pokud se ke kořenovým deformacím způsobeným pěstováním krytokořeného sadebního materiálu v lesní školce přidá ještě zasazení nevhodnou biotechnikou sadby, může to mít v budoucnu pro porost fatální následky. Jak bylo zjištěno rostlina je schopná po výsadbě normálně odrůstat, ale nerozvíjet kořenový systém a dá se říci, že takto živoří pouze v původním kořenovém balu a kořenové deformace se tím násobí.

Práce je součástí grantu KUS OJ 1520080.

2. Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo zjistit, jaký vliv má biotechnika výsadby, tedy způsob sadby, na další odrůstání krytokořenného sadebního materiálu. Byl sledován vývin nadzemních částí a ztráty vzniklé po výsadbě, ale pozornost byla především věnována kořenovému systému, byla sledována jeho architektonika a deformace po výsadbě. Také byly sledovány rozdíly mezi překrytím kořenového balu zhruba dvoucentimetrovou vrstvou zeminy a bez ní. Tyto parametry byly sledovány u dvou typů půd: 1) půdy lehčí písčité a 2) půdy těžší ovlivněné vodou. Na jaře v roce 2016 byly k tomuto účelu založeny dvě výzkumné plochy, které byly zalesněny krytokořenným sadebním materiálem borovice lesní a dubem letním. Tato výsada byla provedena jamkovou sadou – motykou, sazečem, sázecí holí, sázecím trnem a sázecími vidlemi. Výzkumné plochy byly založeny s dostatečným počtem rostlin, aby mohlo pozorování probíhat v následujících letech, jelikož se předpokládá, že kořenové deformace, které budou mít vliv i na nadzemní část, se projeví až později, a nejenom v prvním vegetačním období po výsadbě.

3. Rozbor problematiky

3.1 Borovice lesní – *Pinus sylvestris* L.

3.1.1 Popis dřeviny

Borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) – čeleď *Pinaceae* (borovicovité) je strom středních rozměrů dosahující na příznivých stanovištích maximální výšky 40 m s průměrem kmene až 100 cm. Na extrémních stanovištích však dosahuje i podstatně nižší výšky, v některých případech může být jen keřovitého vzrůstu, především na hranici tundry a lesotundry. Objem středního kmene ve sto letech na nejpříznivějších stanovištích může dosáhnout až 1,4 m³, porostní zásoba se může pohybovat okolo 550 m³. ha⁻¹ hroubí s kůrou (Musil, 2007).

Koruna je v mládí pravidelně kuželovitá s přeslenovitým postavením větví. Ve stáří je tvar koruny špičatý, a je tvořen jemnými větvemi, nebo následkem zpoždění růstu terminálu a zmožnění vrchních větví kopulovitě vyklenutý. Dalším tvarem koruny může být deštníkovitě zploštělý nebo nepravidelný tvar, jehož tlusté, křivolaké hlavní větve tvoří na obvodě tenké asimilační větévky. Zastoupení těchto tvarů korun je v zeměpisných oblastech různé. Všeobecně jsou borovice na západě širokokorunné a mají méně přímé kmeny oproti borovicím východním a severovýchodním, které mají úzkou korunu, přímé kmeny a jemné větve. Horské borovice se podobají svým habitem spíše smrkům (Svoboda, 1953).

Kmen je u většiny forem přímý, větvený až v horní čtvrtině. Na extrémních stanovištích bývá často křivolaký. V dolní části je krytý silnou rozbrázděnou borkou, naopak v horní části nalezneme slabou borku, která se odlupuje v tenkých páskách, lístcích a je rezavě červená či oranžová. Hrubší borka bývá úzce šupinovitá, lasturovitá či široce deskovitá. Dřevo je poměrně měkké a jádrové (Musil, 2007).

Kořenový systém borovice je charakterizován hluboko sahajícím hlavním kořenem kúlovým s bočními tenčími kořeny, které taktéž pronikají poměrně hluboko. Proto je borovice v půdě velmi dobře ukotvena a velice málo trpí vývraty. Pokud borovice roste na stanovišti silně ovlivněném vodou, až na bažinaté půdě, tak nevytváří kúlový kořen, ale je zakořeněna pouze mělce. Dokáže se dobře uchytit i na skalnatém podkladu, kde kořeny vedou po povrchu balvanů a zarůstají do puklin. Na pohyblivých písčích může dojít k obnažení kořenů odnosem materiálu, což má za následek vytvoření chůdovitých kořenů (Úradníček, 2003).

3.1.2 Ekologické nároky

Borovice je dřevinou světlomilnou, která je intolerantní k zástinu. Proto není schopná dobře růst a zmlazovat se v zástinu. Výborně se hodí k zakládání porostů na holé ploše. Přes krajní světlomilnost dochází v některých oblastech ke vzniku souvislých porostů nejčastěji zapříčiněném devastací lesů, intenzivním hospodařením nebo působením požárů. Borovice je schopna čerpat vodu z mnohem větší hloubky než jiné dřeviny, vyskytuje se proto na extrémně suchých stanovištích, kde ostatní dřeviny nemají šanci na přežití, dokáže vyklíčit a růst i ve štěrbinách holých skal. Druh se vyskytuje na územích s velkými srážkovými rozdíly, od suchých oblastí s ročním úhrnem srážek 400 mm po horské lokality s ročním úhrnem srážek nad

1 000 mm. Borovice roste na poměrně rozmanité škále půd, což dokazuje její nenáročnost a přizpůsobivost. Roste s úspěchem na suchých písčích, dunách, na šterku, také na sutích a skalních útvarech z nejrůznějších hornin. V některých případech je borovice vytlačována z lepších stanovišť náročnějšími, stín více snázejícími druhy, proto jsou pro borovici typická půdní stanovitě, jako jsou suché písky, rašeliny, vápencové skály. Na těchto stanovištích nemá borovice konkurenta. Dokáže také velice dobře snášet extrémní klimatické podmínky. Dobře odolává mrazu i horku. Dokáže se přizpůsobit rozdílné délce vegetační doby. Při působení imisí je odolnější než smrk, ale také reaguje na silnější znečištění ovzduší ztrátou jehličí a posléze odumřením. Souhrn těchto vlastností ukazuje na to, že borovice je dřevina pionýrských vlastností, schopná osídlvat volné plochy nejrůznějšího druhu (Úradníček, 2003).

3.1.3 Poškození, choroby a škůdci borovice

V následujícím textu je uveden výčet nejvýznamnějších škodlivých abiotických a biotických činitelů borovice, které se mohou vyskytovat na území řešené práce a jejich stručný popis.

Mechanické poškození sněhem a námrazou – Při tomto druhu poškození se mladé stromy v kultuře ohýbají, deformují nebo i lámou. Starší jedinci se lámou v různých částech koruny nebo v kmenové části. Příčinou této mechanické deformace je přetížení koruny mohutnou námrazou nebo těžkým mokřým sněhem. Účinek přetížení může být násobený silným větrem. Při poškození zlomem v kmenové části stromu může také způsobit i oslabení dřevokaznými houbami. Poškození se vyskytuje především v oblastech s dostatkem vodních srážek a déle trvajících teplotami pod bodem mrazu (Uhlířová, Kapitola, 2004).

Poškození extrémním suchem – Toto poškození se projevuje prosycháním koruny, jehličí se zbarvuje do rezava a postupně opadávají všechny ročníky jehlic. Poškození se vyskytuje na suchých stanovištích při extrémně dlouhém suchém období. Symptomy jsou v případě blízkosti komunikací podobné působení posypových solí. Mimo dosah komunikací jsou poškození zaměnitelná se silným napadením kůrovci (Uhlířová, Kapitola, 2004).

Prosychání borovic napadených sypavkou borovou (*Lophodermium pinastri* Chevall.) – Živé, zdravé jehlice mohou být infikovány od časného léta až do začátku podzimu. Na podzim se na jehlicích začínají objevovat první žlutavé skvrny, během zimního období se rozšiřují, postupně hnědnou a jehlice získávají skvrnitý vzhled. Na jaře se silně napadené jehlice zbarvují do rezavohnědé barvy, zasychají a začínají opadávat. Na odumírajících jehlicích se začnou tvořit anamorfní plodničky, které se nazývají pyknidy s konidii. Teleomorfní plodničky hysterothecia s askosporami dozrávají zpravidla až na opadaných jehlicích ležících na zemi. Pro infekci je příznivá relativně vysoká vzdušná vlhkost. Zvýšený výskyt poškození tedy lze očekávat především v letech s vlhkým počasím v době infekce, dále v přehoustlých sýjích, v lesních školkách, v mlazinách a nárostech. Poměrně velkou roli ve výskytu onemocnění hraje také stanoviště, na chudých písčitých půdách bývají borovice poškozovány sypavkou daleko významněji. Méně trpí sypavkou nezastíněné kultury na větších plochách. V poslední době se na našem území stále častěji vyskytuje další, makroskopicky obtížně odlišitelný původce sypavky *Lophodermium seditiosum* Minter, Staley & Millar (Uhlířová, Kapitola 2004).

Klikoroh borový (*Hylobius abietis* L.) – Je brouk z čeledi nosatcovitých (*Curculionidae*), jehož larvy, které přímo nezpůsobují škody, se vyvíjejí v kořenech čerstvých pařezů, kde vyžírají dlouhé, drtinkami vycpané chodby. Mladí brouci začínají provádět zralostní žír v červenci až srpnu. Hlavní nápor ale přichází až na jaře následujícího roku, po přezimování. Imaga brouků ohryzávají jemnou kůru na mladých borovicových, smrkových, modřínových a douglaskových sazenicích, a to hlavně v oblasti kořenového krčku a na kmínku těsně nad zemí. Kůru ohlodávají v hlubokých jamkách až na běl, což je příčinou silného výronu pryskyřice. Při silnějším napadení jsou plošky po celém obvodu kmínku a sazenice hyne. V červenci poškozují brouci podobným způsobem i výhony a větévky v korunách starších borovic v blízkém okolí. Největší škody tento brouk působí v jehličnatých kulturách vysázených na čerstvých pasekách, kam je přiláká vůně pryskyřice z čerstvých pařezů. K napadení dochází u dřevin v různém stádiu, napadá semenáčky, sazenice a víceleté stromky. Často jsou také poškozovány jehličnany v nárostu. Klikoroh se vyskytuje od nížin po horské polohy (Gregorová a kol., 2006).

Poškození okusem a ohryzem spárkatou zvěří – Při poškození okusem mají borovice nepravidelně skousané výhony. Kromě terminálního výhonu jsou často okusovány i výhony na spodních přeslenech, což znemožňuje zdárný růst sazenice. Mnohdy dojde i k úplnému zničení výsadby. Poškození je specifické pro všechny oblasti s vyšší koncentrací spárkaté zvěře a nedokonalým zabezpečením ochrany stromků před zvěří, hlavně v zimním období (Uhlířová, Kapitola, 2004).

3.1.4 Areál rozšíření

Areál rozšíření borovice zaujímá větší část Evropy a severní Asie, jako původní dřevina chybí v nížinách západní Evropy s oceánickým klimatem. Naše území leží celé uvnitř areálu borovice – ekotypu hercynského. Hercynská borovice se přirozeně vyskytovala jen ostrůvkovitě v lesní oblasti pahorkatin a nižších pohoří na extrémních stanovištích skalních ostrohů a sutí. Hojně se vyskytují typy se silnými větvemi a deštníkovitou korunou. V nejnižších polohách byla přimíšena v doubravách, na písčích a mělkých, suchých půdách. Takové reliktní bory najdeme v Čechách, např. na hadcích Slavkovského lesa, na pískovcových skalách severovýchodních Čech, na chudých písčích v Polabí, na balvanitých svazích podhůří Šumavy nebo na písčích a zrašeliněných půdách Třeboňské pánve. Na Moravě jsou rozšířeny reliktní borovice na skalnatých výspách Drahanské a Českomoravské vrchoviny, na příkrých stráních zaříznutých údolí řek (Jihlava, Oslava, Rokytná, Dyje) nebo na vápencových skalách a písčitéch půdách na jihu území. Z mnoha sort českých zemí měla dobrou pověst zejména třeboňská borovice, v posledních letech jsou dobré výsledky s borovicí východočeskou (Úradníček, 2003).

3.1.5 Využití

Význam borovice leží mezi jehličnatými dřevinami hned za smrkem. Na extrémních stanovištích je schopna plnit půdoochranné a rekultivační úlohy. Využívá se i v sadovnictví a k výsadbám podél komunikací. Dřevo je trvanlivé ve vodě, ale poněkud méně na suchu. Zpracovává se podobně jako smrk na vláknu a pilařskou kulatinu, také na telegrafní sloupy,

pražce apod. Velice žádané jsou borové vánoční stromky. Speciálním využitím je smolaření (Musil, 2007).

3.2 Dub letní – *Quercus robur* L.

3.2.1 Popis dřeviny

Je to strom se silným kmenem, dosahující výšek až 40 m, průměr kmene bývá v dospělosti okolo 1,5 m, ale může dosáhnout více než 4 m. Dub má rozložitou korunu, tvořenou silnými, odstálými a často zprohýbanými větvemi. Patří k našim nejmohutnějším dřevinám, dožívá se asi 500 let. Je typický svou hrubě rozpraskanou borkou. Kořenový systém je charakterizován silným, hluboko zasahujícím křivým kořenem, díky tomu u dubu nedochází k vývrátům. Má velice dobrou pařezovou výmladnost, která vytrvává do pozdního věku. Výmladky se také snadno tvoří všude na kmeni, hlavně při dostatku světla. Přítomnost často se vyskytujících spících pupenů zajišťuje snadnou regeneraci při poškození. Letorosty jsou lysé, hnědošedé, s drobnými lenticelami. Listy jsou laločnaté, poměrně tuhé, lysé, střídavé, 6–15 cm dlouhé s krátkým řapíkem a srdčitou bází. Je to jednodomá dřevina, samčí květy jsou v nicích jehnědách a samičí květy v chudokvětých klasech se po opylení vyvíjejí v plody (nažky). Plodství jsou dlouze stopkatá. Až 4 cm dlouhý žalud je tvořen dvěma dělohami naplněnými zásobními látkami, které jsou obaleny hnědým blanitým osemením a kožovitým oplodím. Žalud je uložen spodní částí v miskovité čišce. Klíčení probíhá v zemi (Úradníček a kol., 2009).

3.2.2 Ekologické nároky

Dub letní je také dřevina poměrně dosti světlomilná, avšak o něco méně náročná než dub zimní. V požadavcích na vláhu musíme u dubu letního rozlišovat dva ekotypy. Běžně rozšířený ekotyp, který nalezneme zejména v lužních lesích, má značné nároky na vláhu, snáší i jarní záplavy. Druhý ekotyp se vyznačuje schopností růst na mělkých, v létě silně vysychavých půdách a najdeme jej na lesostepních lokalitách. Spodní voda musí být v dosahu kořenů. Dub je poměrně náročný na půdní podmínky. Roste nejlépe na hlubokých, hlinitých půdách, jaké nacházíme v lužních lesích nebo na spraších. Odolává do jisté míry i solím v půdě. Ke klimatickým podmínkám je v celku tolerantní, citlivý je však na pozdní mrazy. Tento druh je dosti tolerantní k imisím a daří se mu i v podmínkách větších měst (Úradníček a kol., 2009).

3.2.3 Poškození, choroby a škůdci dubu letního

V následujícím textu jsou popsány choroby a škůdci dubů, kteří se vyskytují v řešeném území práce.

Odumírání dubu s tracheomykózními příznaky – Příčinami vzniku tohoto onemocnění jsou abiotické vlivy (dlouhotrvající suché periody spojené s poklesem spodní vody, zhoršení výživy atd.), které se podílejí na celkovém oslabení dubů. Významná je také role biotických činitelů, např.: hub schopných působit tracheomykózní onemocnění (z rodu *Ceratocystis* s. l.

= *Ophiostoma* Syd.), či václavek napadajících kořenové systémy oslabených dubů, nebo opakovaných žírů listožravého hmyzu. Toto onemocnění mělo v ČR koncem 80. a začátkem 90. let kalamitní charakter rozšíření. Vyskytovalo se na stanovištích pro dub vhodných i nevhodných. Toto onemocnění se projevuje opožděným rašením listů, které bývá drobnější a někdy nažloutlé. Během vegetační sezóny dochází k prosychání větví, poškozené stromy se snaží regenerovat tvorbou vlků. Napadení může vést v krátké době k úplnému odumření jedince (Uhlířová, Kapitola, 2004).

Padlí působené houbou *Microsphaera alphitoides* Griff. Et Maubl. – Běžně se vyskytující padlí je zavlečené ze Severní Ameriky, je to houba značně teplomilná, proto také působí větší škody v teplejších oblastech a v teplejších obdobích. Napadení se projevuje koncem jara až začátkem léta, kdy se na dubových listech objevují bledé skvrny, z nichž se začne rozrůstat bílé, povrchové, moučnaté podhoubí. Takto napadené listy, popř. celé výhony zastavují růst a postupně hnědnou. Obzvláště často a masivně bývají napadány jánské výhony, ty pak špatně vyzrají, nedřevnatí a jsou poškozovány prvními mrazy. Parazit přezimuje v pupenech a napadených větévkách. K šíření infekce dochází především konidii (Uhlířová, Kapitola, 2004).

Poškození žírem chroustů (*Melolontha* spp.) – Poškození dubů působí žír dospělců chrousta obecného, *Melolontha melolontha* L. a *M. hippocastani* F. Napadány jsou především okraje porostů a největší poškození vznikají v teplejších oblastech na písčitých půdách. Poškození vzniká na jaře po vyrašení listů, které jsou ožrány až k řapíku. Krom dospělců působí škody i larvy chroustů – ponravy, ty působí škody v lesních školkách a výsadbách, kde ožírají kořeny rostlin, u kterých dochází následně k usychání. Takto poškozeny jsou sazenice i vzrostlejší stromky (Uhlířová, Kapitola, 2004).

3.2.4 Areál rozšíření

Má rozsáhlý areál, téměř v celé Evropě s výjimkou chladnějšího severovýchodu, jižní poloviny Pyrenejského poloostrova a téměř celého Řecka. Těžiště rozšíření leží v nižších polohách, především v 1. lesním vegetačním stupni. Souvislejší a téměř čisté porosty tvoří u nás převážně v lužních lesích (Polabí, moravské úvaly) a také v Jihočeské pánvi. Je vysazován častěji než dub zimní. V lužních oblastech je někdy pěstován kvalitní ekotyp s mohutným vzrůstem známý jako dub slavonský, pocházející z povodí řeky Sávy v Chorvatsku. Výškové maximum výskytu v České republice je 950 m n. m. (Uhlířová, Kapitola, 2004).

3.2.5 Využití

Dub letní je lesnický velice významná dřevina, stavba jeho dřeva je kruhovitě pórovitá, má tmavé jádro a výrazné dřeňové paprsky. Jeho dřevo má mnohostranné využití, používá se při výrobě dřív, jako stavební dříví, v lodním stavitelství a také k výrobě pražců, parket, sudů a nábytku. Dřevo je dosti trvanlivé pod vodou. Kůra se používá k výrobě třísila na zpracování kůží. Kůra z mladých kmenů nebo větví se používala k přípravě odvarů proti žaludečnímu a střevnímu kataru, nebo ke koupelím. Dub je často v parkovnictví vysazován jako soliterní

dřevina v přírodní formě i šlechtěných kultivarech. V naší krajině představují staré duby významný prvek (Uhlířová, Kapitola, 2004).

3.3 Kořenový systém

Kořenový systém je nejdůležitějším základem stromu, je to soubor všech kořenů jedince. Zajišťuje jeho mechanickou stabilitu, výživu a příjem vody. Většina stresorů, které působí na strom, ale i nevhodných biotechnických opatření se často nejdříve a nejvíce projeví na kořenovém systému (Mauer a kol., 2013).

Kořenový systém je dle Mauera a Palátové (2013) tvořen poměrně velkým množstvím kořenů, které se od sebe liší různou tloušťkou, délkou a funkcí. Jednotlivé kořeny rostou různými směry a vytvářejí v půdě spleť síť.

Mauer a Palátová (2013) rozlišili kořeny v kořenovém systému podle směru růstu a jejich postavení na:

- Horizontální kořeny – vyrůstají z báze kmene a rostou vodorovně, to znamená, že rostou souběžně s povrchem půdy.
- Vertikální kořeny – jsou to kořeny s pozitivně geotropickým směrem růstu. Vyrůstají kolmo, nebo šikmo pod úhlem větším než 45° z bazální části kmene.
- Kosterní kořeny – jsou silné a dominantní kořeny, které zajišťují mechanickou stabilitu. Mohou to být vertikální i horizontální kořeny.
- Adventivní kořeny – vyrůstají po výsadbě na nadzemní části stromu v oblasti nad kořenovým krčkem. Jsou to kořeny náhradní a charakter růstu je horizontální.
- Kůl – silný a dominantní nezaměnitelný kořen, který vyrůstá geotropicky pozitivně z báze kmene.
- Panohy – tyto kořeny vyrůstají z báze kůlu, když je jeho růst přirozeně nebo mechanicky zastaven, v tomto místě vyrůstá několik pozitivně geotropicky rostoucích kořenů (panoh).
- Kotvy – tyto kořeny vyrůstají buď z báze kmene nebo z horizontálních kořenů, mají pozitivně geotropický charakter růstu
- Kolenovité kořeny – jedná se o kořeny horizontální, které náhle změni svůj směr růstu na pozitivně geotropický. V menší hloubce půdy se však stočí opět do původního horizontálního směru.
- Deskovité kořeny – jsou to horizontální kořeny, které mají různý tvar svých příčných průřezů (kulovitý, elipsovité a nepravidelný). Pro zajištění mechanické stability stromu mohou na kořenových náběžích vytvářet deskovité kořeny, které mají mnohonásobně větší výšku než svoji šířku.
- Hřebenovité kořeny – z vrchní části kotvy nebo panoh začne růst kořen, který se okamžitě stočí do stejného směru růstu jako kotva nebo panoha, tento růst může být i opakovaný, v tom případě kořeny rostou blízko sebe a vytváří charakter hřebene.

Dalším důležitým faktorem pro rozdělení a poznání kořenového systému je jeho architektura, to je viditelný morfologický způsob jeho uspořádání, který je dle Hallého a kol. (1978) dán především diferenciací, větvením, orientací a lokalizací kořenů. Jedná se o statický pojem, který v sobě neobsahuje dynamiku výstavby.

Nejčastěji používaná klasifikace vychází z charakteru kostry kořenového systému v jeho centrální části, ale pro typizaci kořenového systému jako celku se lépe hodí kategorizace dle prostorového rozdělení kořenové hmoty dle Kutschera a Lichteneggera (Pejchal, 2008).

V následujícím textu jsou uvedeny základní typy kořenového systému podle Kutschera a Lichteneggera (2002):

- **Kulový** – zde dominuje hlavně silný kulový kořen a poté kořeny horizontální, z nichž později vyrůstá různé množství kořenů kotevních. Tento typ kořenového systému se vyskytuje v mládí u semenáčků prakticky všech druhů stromů. Teprve v pozdějším věku u mnohých stromů kulový kořen krní, až odumírá.
- **Srdčitý** – jeho tvar určují především kořeny srdčité. Kulový kořen zde chybí nebo je jen málo vyvinutý. Horizontální kořeny bývají většinou méně výrazné a brzy se větví. Jelikož brzké větvení je typické i pro kořeny srdčité, je prokořenění půdy většinou intenzivnější než u ostatních typů kořenových systémů.
- **Kotevní (talířovitý)** – u tohoto kořenového typu mají dominantní postavení kořeny horizontální, ze kterých s přibývajícím stářím vyrůstají pozitivně geotropicky rostoucí kotevní kořeny. Tento typ kořenového systému nezasahuje do větší hloubky silnějšími kořeny.

K výše uvedeným typům kořenových systémů uvádějí Mauer a Pejchala (2013), výběr jednotlivých základních druhů dřevin:

- **Kořenový systém kulový:** *Aies alba, Carya, Juglans regia, Pinus nigra, Pinus sylvestris, Pyrus communis.*
- **Kořenový systém kulový až srdčitý:** *Castanea sativa, Quercus petraea, Quercus robur, Quercus rubra, Robinia pseudoacacia, Ulmus glabra, Ulmus laevis, Ulmus minor.*
- **Kořenový systém srdčitý:** *Alnus glutinosa, Carpinus betulus, Corylus colurna, Fagus sylvatica, Liliodendron tulipifera, Larix decidua, Prunus avium, Pseudotsuga menziesii, Tilia cordata, Tilia platyphyllos, Tilia tomentosa.*
- **Kořenový systém srdčitý až kotevní:** *Acer campestre, Acer platanooides, Acer pseudoplatanus, Aesculus hippocastanum, Betula pendula, Pinus strobus.*
- **Kořenový systém kotevní:** *Acer negundo, Alnus incana, Fraxinus exelsior, Picea abies, Picea sitkaensis, Populus, Salix alba, Salix fragilis, Sorbus aucuparia.*

3.4 Deformace kořenového systému

Jak již bylo napsáno v předešlém textu, tak kořenový systém je všestranným základem stromu (zajišťuje stabilitu, příjem vody a výživu stromu). Pokud není kořenový systém přirozeně rozvinut, znamená to, že je deformován, 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 faktorem chřadnutí a odumírání stromů (Mauer, Palátová, 2013).

Deformace kořenového systému jsou odbornou lesnickou veřejností nejčastěji dávány do souvislosti s užitím krytokořeného sadebního materiálu. Je ale jasné, že i při pěstování prostokořeného sadebního materiálu může dojít k nejzávažnějším deformacím kořenového systému a tím i významnému ohrožení takto založených porostů. Můžeme ale říct, že pokud sadební materiál není dobře pěstován, je krytokořený sadební materiál nejnebezpečnějším typem sadebního materiálu z hlediska vzniku možných deformací kořenového systému (Mauer a kol., 2013).

Deformace kořenů je nenormální stav, který se nemusí vizuálně projevit na růstu nadzemní části, ale strom je již oslaben. Většina stromů s deformovaným kořenovým systémem jsou proto napadeny parazitickými houbami, nejvíce se u nich vyskytuje václavka, outkovka a kořenovník. Stromy s deformovaným kořenovým systémem jsou také náchylnější k napadení hmyzími škůdci (Mauer a kol., 2013).

U krytokořeného sadebního materiálu, který je již v lesní školce pěstován v pro kořeny nepropustných a pevných obalech, je riziko deformace kořenového systému vysoké. Po výsadbě takovýchto rostlin s deformovaným kořenovým systémem do lesních porostů může již po 20 letech dojít k jejich rozvrácení. Velice málo druhů dřevin dokáže vytvořit náhradní kořenový systém (adventivní kořeny). Dokáže to např. smrk ztepilý, ten je schopný adventivními kořeny nahradit celý původní kořenový systém již do 15 let po výsadbě. Další dřeviny, které dokáží vytvářet adventivní kořeny, jsou např. modřín opadavý a douglaska tisolistá, oproti smrku však znatelně pomaleji a ne v takové míře. Aby se vytvořily zmíněné adventivní kořeny, musejí se při výsadbě rostliny utápět, protože tvorba adventivních kořenů probíhá z nadzemní části osy kmene. Nejčastěji vyskytující se typy deformací kořenového systému je zploštění systému do horizontální roviny, zploštění do vertikální roviny, jednostranné (vlajkové) formy, dále deformace ve tvaru písmen (U, J, L), chůdovitá deformace a strboul (Mauer a kol., 2006).

Mauer a kol. 2006 uvádějí rozdělení kořenových deformací dle akceptovatelnosti:

Nejnebezpečnější – nepřijatelné deformace

- Strboul: u této deformace dochází k vzájemnému propletení kořenů v obalu a později tím dochází k zaškrcování kořenů navzájem.
- Absence kúlového kořene nebo panoh: Kromě smrku postupem času vytvářejí všechny naše hlavní dřeviny kvůli svojí stabilitě kúlový kořen nebo panohy. Ten vždy roste pozitivně geotropicky, ale jestliže je tento kořen deformován, vedlejší kořeny tvoří jen jednostranný nebo povrchový kořenový systém.

- Nepravidelné rozložení horizontálních kořenů v kruhové síti – extrémem této kořenové deformace je vytvoření jednostranné formy kořenového systému.

Přijatelné deformace:

- Vcelku přijatelná, ne však ideální je chůdovitá deformace kořenového systému, ke které dochází při naražení kořene do stěny obalu a jeho otočení do pozitivně geotropického směru růstu. Při tom však nesmí dojít k vytvoření spirály, nebo k obtáčení i proplétání kořenů.

Výše uvedené kořenové deformace se mohou vyskytovat jednotlivě, tzn. pouze jeden typ deformace na kořenovém systému, ale je také možné že na kořenovém systému jedné dřeviny se budou vyskytovat všechny tři nejhorší typy deformací současně. Deformace kořenového systému zapříčiňuje celá řada faktorů. Mohou vznikat při pěstování sadebního materiálu, při výsadbě a také dalším kořenovým růstem i při zdánlivě vhodně a pečlivě provedené výsadbě (Mauer, Palátová, 2004).

3.4.1 Deformace kořenového systému dle doby vzniku

K deformaci kořenového systému dochází především v mládí rostliny, ale v různém časovém období. Deformace nejčastěji vznikají při pěstování sadebního materiálu v lesních školkách, dále to jsou deformace vzniklé při výsadbě a v řádu několika málo let po výsadbě. S přibývajícím věkem stromu se riziko deformací kořenového systému zmenšuje (Mauer a kol., 2013).

První deformace kořenového systému mohou být vyvolány při pěstování v lesní školce. Mauer a kol., (2013) uvádějí důvody, kterými může být způsobena kořenová deformace rostliny:

- Nevhodnými a nehomogenními fyzikálními a chemickými vlastnostmi půd ve školce, velká pozornost musí být věnována i vlastnostem zásyvky semen. Tím může být způsobené povrchové a nepravidelné rozložení kořenů, dále také deformace v oblasti kořenového krčku.
- Nesprávným školkováním a nedodržením postupů může být způsoben strboul, nepravidelně rozložené kořeny (nejčastěji do tvaru písmene L) a absence kůlu.
- Špatná přesadba do obalu je příčinou vzniku strboulu a absence kůlu.
- Nevhodným hnojením může být způsoben nepoměr mezi velikostí kořenového systému a nadzemní části.
- Výsev semen s nepřiměřeně dlouhým klíčkem způsobuje deformace v oblasti kořenového krčku.
- Nedodržení technologie při pěstování krytokořeného sadebního materiálu je velice závažné a způsobuje všechny druhy deformací kořenového systému.

Dalším obdobím, kdy dochází k deformacím, je výsadba sadebního materiálu, při ní mohou také vznikat velice závažné deformace kořenového systému.

Mauer a kol., (2013) uvádějí tyto možné příčiny vzniku deformací kořenového systému u krytokořeného sadebního materiálu při výsadbě:

- Násilné umístění kořenového balu do otvoru vytvořeného sázecí rourou, čímž dochází k deformaci kořenového balu stlačením a ve spodní části otvoru často vzniká vzduchová kapsa.
- Výsadba pomocí sázecích rour a tvarovaných dutých rýčů přináší zrychlení práce, ale způsobuje vážné deformace kořenového systému a také může vyvolat stagnaci růstu, v krajním případě i úhyn. U těchto způsobů sadby dochází stlačením zeminy k vytvoření ohlazených a zhutněných stěn, tím jsou vytvořeny podmínky, kdy kořeny nejsou schopny tyto stěny prorazit a dochází tak k stáčení a proplétání kořenů pouze v kořenovém balu. Dalším negativní vliv ohlazených stěn je, že odebírají vodu z kořenového balu.
- Nepřekrytím povrchu kořenového balu zeminou může docházet k vysychání balu, jelikož rašelina vysychá rychleji než okolní půda. Také v zimním období může docházet k vymrznání vlhké rašeliny a tím k povytahování kořenového balu.
- Další chybou je zmáčknutí nebo nešetrná manipulace s kořenovým balem, která vede k jeho deformaci ještě před výsadbou. Také je chybou násilně upravovat kořenový bal před umístěním do sázecí pomůcky, anebo do vytvořeného otvoru.

Absolutně nevhodná je výsadba krytokořeného sadebního materiálu pomocí štěrbinové sadby. Vždy dochází k inherentnímu výraznému zploštění kořenů do vertikální roviny a také je možné zlomení kořenů. Takovouto deformaci může způsobit i špatné seřízení nebo neodborná obsluha rýhového sázecího stroje a nedostatečné narušení pro kořeny prorůstového obalu (Mauer a kol., 2013).

Posledním obdobím, kdy může dojít k deformaci kořenového systému, je po výsadbě. Mauer a kol. (2013) uvádějí, že i při vysoké pečlivosti práce může dojít k deformacím po výsadbě. Mohou za to především tyto důvody:

- Nerespektování stanovištních podmínek druhu vysazované dřeviny. U většiny našich dřevin se nepodařilo prokázat, že architektura kořenů je podmíněna geneticky, ale je značně specifikována podmínkami stanoviště. Pokud rostoucí kořen narazí na překážku (nepropustnou půdní vrstvu, vodu, nebo vrstvu s výraznou chemickou změnou), stáčí se do horizontálního směru. Proto i dřeviny s jasným kúlovým kořenovým systémem mohou mít v některých podmínkách kořenový systém povrchový s nepravidelně rozloženými horizontálními kořeny.
- Hraje zde roli i nevhodná příprava stanoviště. Například kořenový systém smrku ztepilého roste pouze v humusových horizontech a jsou-li při výsadbě humusové horizonty odstraněny, tím pádem je smrk sázen do minerální půdy. Reakce je taková, že smrk své kořeny stáčí směrem k nejbližším humusovým horizontům.
- Nevhodně umístěné a použité startovací a udržovací hnojení. Pokud je startovací hnojení provedeno bodově malým množstvím table, kořeny se stáčí směrem k hnojivu, a proto je zde důležité rovnoměrné rozložení těchto tablet. Dalším podobným případem je hnojit pouze ploškově v blízkosti rostliny. Tím dochází k tomu,

že kořeny rostliny vytrvávají pouze v dobře vyhnojené oblasti a neprorůstají do chudší půdy.

- Značným problémem může být velký rozdíl mezi chemickým složením kořenového balu a chemickým složením okolní půdy. Tím, že okolní půda je výrazněji chudší na živiny než kořenový bal krytokořenného sadebního materiálu, tak kořeny z kořenového balu neprorůstají a neustále se stáčí a rostou pouze v tomto balu.
- Výsadba krytokořenného sadebního materiálu v obalech umožňujících prorůstání kořenů. Pokud je takováto výsadba provedena do suchých a chudých stanovišť, nedochází k rozkladu obalu a tím se stává pro kořeny nepropustným.

3.5 Krytokořenný sadební materiál

Obecně je krytokořenný sadební materiál takový, který má kořenový systém chráněn, substrátem nebo zeminou, to znamená, že jeho kořeny jsou umístěny v kořenovém balu. Kořenový systém je tak chráněn proti mechanickému poškození a do jisté míry i proti osychání kořenů, substrát je zásobárnou živin a vody pro rostlinu po výsadbě, díky čemuž netrpí krytokořenný sadební materiál šokem z přesazení. Sazenice odrůstají rychleji než prostokořenný sadební materiál, mají nižší mortalitu a díky tomu lze rychleji dosáhnout zajištění kultury. Krytokořenný sadební materiál se používá i při zhoršených stanovištních podmínkách, ty však nesmějí být extrémní. Legislativa umožňuje snížit minimální hektarové počty až o 20 %. Tento sadební materiál lze sázet celoročně mimo období, kdy je půda zamrzlá nebo nadměrně rozbahněná. Dále pak není vhodná výsadba v době intenzivních přírůstků (Mauer, 2009).

Pěstování krytokořenného sadebního materiálu má v našem lesním hospodářství dlouhodobou tradici. Ve výzkumu, ale i v provozních podmínkách byla proto již od roku 1958 ověřována celá řada typů obalů a technologických postupů pěstování obalených sazenic. Některé méně vhodné obaly vymizely, ale s některými typy obalů se pracuje dodnes a jsou s nimi dlouhodobé pozitivní zkušenosti, a také se staly součástí zalesňování u nás (Jurásek, Martincová, Nárovcová, 2004).

Při pěstování krytokořenného sadebního materiálu mohou přijít v úvahu tři technologie vzniku kořenového balu, které popsali Mauer a kol., (2006) a to:

- Sadební materiál hroudový – technologie spočívá v tom, že rostlina je obryta nebo vyzvednuta speciálním dutým rýčem i se zeminou, která přirozeně obklopuje kořeny. Při transportu je však zapotřebí zajistit, aby se bal nerozpadl, to se děje nejčastěji jutou a pletivem z páleného drátu. Tento sadební materiál se v lesnictví nejvíce používá při doplňování nebo vylepšování náletem.
- Sadební materiál balíčkový – kořenový bal se vytvoří mechanickým natlačením substrátu na kořenový systém rostliny. U tohoto způsobu vznikají velice vážné deformace kořenového systému a pro pěstování sadebního materiálu lesních dřevin je nepřijatelný.
- Sadební materiál krytokořenný – sadební materiál je pěstován v pevném obalu, který je naplněn živým substrátem. Tento způsob pěstování je nerozšířenější jak v ČR, tak i ve světě.

Technologie pěstování krytokořenného sadebního materiálu dle Mauera a kol., (2011):

- Krytokořenné semenáčky – výsev je proveden již do obalů, které jsou umístěny v umělých krytech (u intenzivního školkařství mohou být v krytech ovlivňovány všechny růstové podmínky). Po době strávené v umělých krytech se semenáčky vyvezou na uložistiště, kde probíhá jejich aklimatizace, která by měla trvat min. 2 měsíce. Po aklimatizaci může být provedena buď přímo výsadba, nebo přesazení do větších obalů, nebo školkování do minerální půdy.
- Krytokořenné sazenice – vznikají tak, že do obalu se přesadí buď prostokořenný sadební materiál, nebo krytokořenný semenáček. Po nějaké době zakořenění na uložistišti může probíhat výsadba, nebo další přesazení do většího obalu.
- Krytokořenný poloodrostek – vznikne osázením obalu prostokořennou, nebo krytokořennou sazenicí, po nějaké době na uložistišti může být provedena výsadba.

3.5.1 Pěstování krytokořenných semenáčků

Krytokořenné semenáčky se nejčastěji pěstují v sadbovačích různých typů, buňky těchto sadbovačů se mohou osévat již v zimním období a poté se umísťují do vytápěných fóliovníků, nebo je možné jejich skladování v klimatizovaných skladech. Pokud se obaly osévají ve vegetačním období, ihned po výsevu se umísťují do fóliovníků. Pro osévání je nutné užívat jen nejkvalitnější osivo, s co nejlepší klíčivostí a čistotou. Při nejkvalitnějším osivu se dává do jedné buňky jedno semeno, v případě, že kvalita osiva je horší, umísťuje se do buňky více semen. Pokud ale vyklíčí několik rostlin v jedné buňce, musejí se přebytečné rostliny ručně vystřihnout odstranit. Drobná semena se vysévají nenaklíčená, ale velká semena (např. dub, buk) lze vysévat naklíčená do buněk ručně, klíčkem do substrátu. Semena se nezasypávají a do substrátu jsou umístěna pouze svojí polovinou. Před osetím je nutné substrát v obalech ztuhnout, tím pádem se do obalu umísťuje zhruba o 10 % více volně sypaného substrátu, aby po stlačení buňky byly vyplněné. Naopak velké ztuhnutí substrátu zhoršuje jeho fyzikální vlastnosti. V moderních školkách používají k osévání plně automatické osévací linky, ale vysévat jde samozřejmě i ručně pomocí jednoduchých forem, které usměrňují pád semene do buňky. Semeno musí být umístěno do středu obalu, jelikož jeho umístění u kraje způsobuje pozdější deformaci kořenového systému rostliny (Mauer a kol., 2011).

3.6 Eliminace kořenových deformací krytokořenného sadebního materiálu při pěstování v lesních školkách

Krytokořenný sadební materiál lesních dřevin se v České republice začal vysazovat zhruba před 40 lety. Základním předpokladem úspěchu je dodržování daných technologických postupů ve školkařských provozech, ale také při zalesňování. Hlavním limitujícím faktorem je to, aby v budoucnu nedocházelo k narušení stability a zdravotního stavu zakládaných porostů. Jelikož velký problém může vzniknout od zasetí semene, proto každý nový obal a technologie musí být z tohoto hlediska důkladně prověřeny. Velmi důležitý je vliv různých typů obalů

a pěstebních technologií na utváření kořenového systému a na následný rozvoj kořenů po výsadbě (Nárovcová, 2004).

Při pěstování krytokořeného sadebního materiálu celkově, nejvíce však v pevných obalech, jsou deformace kořenového systému velmi vážným problémem. Byla proto vyvinuta řada konstrukčních modifikací obalů, které mají vznik deformací buď zamezit, nebo jej významně eliminovat. Je trendem, že u jednoho druhu obalu se využívá několik takovýchto prvků. Většina řešení byla vyvinuta právě pro pevné, pro kořeny nepropustné obaly. U obalů, které umožňují prorůstání kořenů, by k deformacím nemělo docházet, jelikož kořeny po prostoupení stěny obalu na vzduchu zasychají, dá se říci, že jde o provedení stříhu kořenů vzduchem. Kořenové deformace však jde minimalizovat i úpravou technologického postupu pěstování (Mauer a kol., 2006).

Mauer a kol. (2006) uvádějí konstrukční a technologická řešení k zamezení vzniku deformací kořenového systému krytokořeného sadebního materiálu:

- Zvětšování objemu obalu – Tento způsob eliminace je vcelku biologicky vhodný, ale jsou s ním spojené spíše praktické problémy a ekonomické limity. Pořízením větších obalů stoupá cena jak samotných obalů, substrátů, tak i dopravy a manipulace, také se tím zvětšuje produkční plocha školky s menší výtěžností.
- Zkracování doby pěstování v obalech – jako prevence vzniku kořenových deformací je vhodné co nejvíce minimalizovat dobu rostlin v obalech. Existuje i takový postup, že se výsadby schopné prostokořenné rostliny umístí do obalu a nechají se pouze 4 až 8 týdnů zakořenit. To lze realizovat pouze u prorůstových obalů, jelikož kdyby se rostlina z neprorůstavého obalu vyjmula, došlo by u většiny případů k rozpadnutí kořenového balu, protože za tak krátké období kořenový bal není dokonale prokořeněn.
- Modifikace tvaru obalu – Hlavní příčina deformace kořenů je taková, že když rostoucí kořen narazí na hladkou stěnu, reaguje tvorbou spirál. Jedním ze způsobů, kterým lze tvorbě spirál předejít, je uzpůsobení tvaru obalu tak, aby jeho průřez měl hrany, které usměrňují růst kořenů do pozitivně geotropického směru. Bylo vyvinuto několik tvarů obalů, např.: původní kruhovitý průřez byl nahrazen čtvercovým, obdélníkovým, šestiúhelníkovým průřezem, a také tvarem hvězdy nebo kapky. Aby měla takováto modifikace smysl, je důležité, aby byla ve spojení s volným dnem.
- Přidávání přepážek na vnitřní stěny obalů – Tento prvek využívá stejný princip jako předchozí popsaná modifikace tvaru. Zde se jedná o přidání dalších vertikálních hran, žeber, nebo rýh tak, aby každý obal měl co nejvíc svodnic pro kořeny. Důležitým parametrem, aby měla modifikace smysl, je výška žeber, jelikož u nedostatečně vystouplých žeber hrozí, že budou působit jako směrové svodnice pouze pro první kořen, který nerovnost vnitřní strany obalu a žeber vyrovná, a tak žebro pro zbývající kořeny ztratí smysl. V dnešní době je přidávání žeber samozřejmostí, počet vytvořených žeber se pohybuje v rozmezí 4–12 ks na jednu buňku.
- Odstranění dna obalu – technologie stříh vzduchem a pěstování na vzduchovém polštáři. Tato technologie spočívá v tom, že jakmile proroste jakýkoliv kořen, dostává se do prostoru, kde dochází k většímu proudění vzduchu, a tedy ke zhoršení podmínek pro růst kořene, tím pádem kořen zasychá. Na zaschlém místě se vytvoří kalus, ze

kteřého po přesazení sadebního materiálu nebo výsadbě začíná vyrůstat několik dalších kořenů vyšších řádů. Tato technologie umožňuje prorůstání kořenů dnem i bokem obalu, tím pádem probíhá střih kořenů vzduchem, pro omezení deformací kořenů.

- Aplikace chemických látek inhibiční povahy (chemický střih) – další možností k zabránění vzniku kořenových deformací je aplikace růstových inhibitorů na vnitřní stěnu obalů určených k pěstování krytokořenného sadebního materiálu. Princip je takový, že když kořen proroste k nanesené vrstvě inhibitoru, zastaví svůj růst a současně je stimulována tvorba a růst kořenů vyšších řádů. Po vyjmutí rostliny z obalu již inhibitor nepůsobí, kosterní kořeny obnoví svůj původní růst a je vytvořen kořenový systém s přirozenou architektonikou. Tento způsob je zatím jediný, který 100% eliminuje deformace kořenového systému. Sadební materiál však nesmí být pěstován v inhibitory ošetřeném obalu příliš dlouho.

3.7 Sadbovač QUICK POT D 60 T

V následujícím textu se budu zabývat druhem obalu pro pěstování krytokořenného sadebního materiálu, který byl použit k vypěstování sadebního materiálu, který byl použit pro účely této práce.

QUICK POT D 60 T je pevný neprorůstavý sadbovač s vnějšími rozměry 31 x 53 x 17 cm. Horní průřez je čtvercový, tvar buněk je kónický, každá stěna buňky je tvořena jedním vodícím vertikálním žebrem po celé její výšce, profil buněk je bez dna, mezibuněčné spoje jsou plné a barva je černá. Tento sadbovač se používá k intenzivní technologii pěstování sadebního materiálu v umělých krytech, na vzduchovém polštáři, s řízenými podmínkami růstu (substrát, zavlažování, výživa, ochrana rostlin). Standartní doba pěstování sadebního materiálu v obalu je jeden rok. Sadební materiál vypěstovaný v těchto obalech odpovídá požadavkům normy ČSN 482115 a splňuje stanovené znaky výsadby schopného sadebního materiálu. Tento obal byl podroben testu v školce 3 roky po výsadbě. Během testování nebyly zjištěny nežádoucí odchylky růstu a nepřipustné deformace kořenů (Kolektiv Opočno, 2003).

3.8 Zásady pro dopravu a manipulaci s krytokořenným sadebním materiálem

Doprava a manipulace se sadebním materiálem může velice ovlivnit jeho následnou kvalitu a ujmavost. Je zapotřebí dodržovat stanovené zásady, a uvědomit si, že přepravovaná rostlina je živý organismus, který má své limity.

Základní zásadou je používání uzavřených dopravních prostředků nebo prostředků vybavených plachtou kvůli zamezení proudícího vzduchu, aby nedocházelo k nadměrnému osychání. Mezi sadebním materiálem a plachtou musí být vzduchová mezera. Při přepravě na delší vzdálenosti musí být sadební materiál v uzavřených, nepropustných, nejlépe uvnitř temných obalech kvůli ochraně kořenového systému. Sadební materiál nesmí být ukládán do vysokých vrstev, maximální výška jedné vrstvy je 60 cm. Ideální je rozdělení do několika menších kontejnerů, boxů, nebo uložení do polic. Přeprava sadebního materiálu by měla

probíhat v přijatelných klimatických podmínkách, nejlépe v noci nebo za chladného počasí, což v provozu není mnohokrát možná realizovat. Pokud sadební materiál musí být převezen za slunečního svitu, je důležité vozidlo na slunci nechávat co nejméně. Také při nakládce a vykládce sadebního materiálu je zapotřebí šetrná manipulace, aby nedošlo k mechanickému poškození. Okamžitě po vyložení sadebního materiálu musí následovat jejich správné založení na založisti nebo ve vyhovujících skladovacích prostorách. K přepravě může být využito i vozu s chladiřenskou nástavbou, ve kterém může být sadební materiál uložen poblíž zalesňované plochy (Kolektiv, 2011).

Zásady pro manipulaci s krytokořenným sadebním materiálem jsou díky kořenovému balu méně náročné než zásady pro přepravu prostokořenného sadebního materiálu. Sadební materiál je expedován v obalech nebo po vyjmutí z obalů jako tzv. plugy. Kořenový systém je chráněn substrátem, ale i tak může dojít k jeho vyschnutí. Proto musí být před expedicí dobře zavlažený, bal musí být vlhký v celém profilu. Skladování krytokořenných semenáčků se provádí ve skladech s teplotou $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ v krabicích z voskovaného papíru, v plných přepravech, které mají dno vystlané např. vlhkým mechem, je možné i krátkodobé skladování při teplotách těsně pod bodem mrazu. U krytokořenného sadebního materiálu je dormance regulována výživou. V polovině léta omezíme dávky N a hnojíme P a K, následuje sejmutí fólie do poloviny srpna. Urychlit nástup dormance ve skleníku nebo fóliovníku jde také provést změnou osvětlení a navozením kratšího dne. Krátkodobé uložení u místa výsadby je proveditelné. Sadba se musí uložit ve stínu, nejlépe s možností závlahy, kořenové baly v žádném případě nesmějí vyschnout (Kolektiv, 2011).

3.9 Výsadba krytokořenného sadebního materiálu

Krytokořenný sadební materiál je v zásadě možno vysazovat ve všech ročních obdobích, krom období výskytu mrazů. To umožňuje lesnímu hospodáři větší volnost v organizaci a řízení pěstebních prací. Praxe však ukazuje, že při výsadbě v teplém letním období dochází k větším ztrátám, poněvadž obaly rychle vysychají a rostliny svým kořenovým systémem nedosáhnou dostatečně rychle kontaktu s okolní půdou. Také dochází k poškození terminálních výhonů, jelikož v létě ještě nejsou zdřevnatělé (Poleno a kol., 2009).

Pro zdárnou výsadbu krytokořenného sadebního materiálu je třeba dodržovat několik zásad. Při výsadbě je důležité, aby kořenový bal byl dostatečně vlhký a vyhnojený správným poměrem živin. Jak již bylo psáno, při výsadbě nesmí docházet k jakékoliv deformaci kořenového balu, nebo dokonce kořenů samotných. Při vkládání rostlin do vytvořených otvorů v půdě nesmí být kořenový systém nijak deformován a musí být umístěn do pozitivně geotropického směru. Do těchto otvorů musí být kořenový bal umístěn v minerální půdě celý, nesmí docházet k jakémukoliv obnažení, ba i malé části kořenového balu. Je žádoucí, aby zasazená rostlina byla překryta ještě min. 2 cm minerální půdy tak, aby nedocházelo k nadměrnému vysychání rašelinového obalu a aby v zimním období nebyly kořenové baly vytahovány mrazem. Překrytí v oblasti kořenového krčku je žádoucí k vytvoření adventivních kořenů, čímž se zvětší celkový kořenový systém. Při výsadbě jakýmkoliv pomůckami by nemělo docházet k vytvoření ohlazených a ztuhlých stěn otvorů pro výsadbu v půdě. Také

by se neměly tvořit prázdné otvory mezi kořenovým balem rostliny a okolní půdou, to znamená, že je žádoucí kolem kořenového balu umístit nejlepší kyprou zeminu a dobře jej utěsnit (Mauer, 2009).

Výsadba krytokořenného sadního materiálu byla pro tuto práci provedena ručně, tedy při výsadbě nebyly použity žádné složitější stroje. Poleno a kol. (2009) rozdělují techniku ruční výsadby do tří základních skupin, a to:

- Sadba štěrbinová – při tomto způsobu se půda otevře jen do té míry, aby bylo možné vložit kořeny nebo kořenový bal rostlin, byť i v poněkud zúženém stavu.
- Sadba jamková – u tohoto způsobu se vykope do půdy jamka o takovém rozměru, aby mohla pojmout kořenový systém v jeho normálním objemu.
- Sadba vyvýšená – při níž se sazenice vysazují do zeminy uměle navršené do tvaru kopečků nebo záhrobců.

Mauer (2009) uvádí, že při výsadbě krytokořenného sadebního materiálu není vhodné, dokonce i výrazně doporučuje, nepoužívat způsob sadby štěrbinové, jelikož velikost vytvořené štěrbiny je vždy nedostatečná. Naopak jako biologicky nejvhodnější způsob krytokořenného sadebního materiálu uvádí sadbu jamkovou, s minimálními rozměry jamky 3násobku horního průměr kořenového balu s hloubkou 1,5násobku výšky kořenového balu. Dalšími způsoby sadby krytokořenného sadebního materiálu mohou být např. speciální sázecí roury, duté rýče a sázecí hole. Výsadba sázecí rourou probíhá tak, že je zatlačena do půdy, ve které vytvoří otvor kruhového nebo čtvercového průřezu, který má shodnou velikost jako kořenový bal vysazovaných rostlin. Celá rostlina je pak dále vložena do horní části sázecí roury a gravitačně propadne do vytvořeného otvoru v půdě. Po vyjmutí sázecí roury je kořenový bal rostliny utužen ušlapáním. Toto je velmi rychlý způsob, ale z biologického hlediska nevhodný, jelikož dochází k tvorbě ohlazených stěn a nedostatečnému utužení kořenového balu, navíc vršek kořenového balu není přikryt zeminou, tudíž na něj přímo působí klimatické vlivy. Při použití dutých rýčů nebo sázecích holí je technologie a s tím spojené problémy takřka stejné. Rozdíl je v tom, že se rostlina do otvoru v půdě vkládá přímo. Dále se používají sázecí hole, které jsou duté, anebo sázecí trny, které jsou plné. Sázecí hole a sázecí trny po zašlápnutí do půdy vytváří prostor pro umístění rostliny.

4. Metody a použitý materiál

4.1 Kritéria výběru výzkumných ploch

Pro tuto diplomovou práci bylo zapotřebí zajistit dvě výzkumné plochy vhodné pro zalesnění požadovaným sadebním materiálem dubu a borovice. Bylo potřebné, aby výzkumné plochy byly situovány v podobných klimatických podmínkách a nadmořských výškách, dále bylo nutné zajistit dostatečnou plochu pro výsadbu požadovaného počtu dřevin, aby bylo možné provedení statistického vyhodnocení a dostatečný počet rostlin kvůli vyhodnocení kořenů v následujících letech. Bylo zde však zapotřebí nalézt plochy s rozdílnými půdními podmínkami, byla hledána jedna plocha s lehčí, písčitou půdou a druhá plocha s těžší půdou, nejlépe středně bohatou oglejenou půdou.

4.2 Administrativně správní zařazení oblasti

Obě plochy se nacházejí v Královéhradeckém kraji, bývalý okres Hradec Králové, v okolí města Třebechovice pod Orebem, jednotlivé plochy jsou orientačně zobrazeny na obr. 1.



Obr. 1 Orientační lokace výzkumných ploch

4.2.1 Lokace plochy č. 1 – Krňovice

Plocha Krňovice se nalézá ve vzdálenosti 2 056 m jihozápadně od středu náměstí města Třebechovice pod Orebem na levé straně břehu řeky Orlice. V katastrálním území Krňovice [769410] na parcele č. 142/1, GPS souřadnice středu plochy: 50°11'37.38"N, 15°57'58.95"E. Výměra plochy je 0,075 ha.

4.2.2 Lokace plochy č. 2 – Librantice

Plocha Librantice je situována na pravé straně břehu řeky Orlice, ve vzdálenosti 2 710 m severozápadně od středu náměstí města Třebechovice pod Orebem, v katastrálním území Nepasice [703371] na parcele č. 407/1, GPS souřadnice přibližného středu plochy: 50°13'16.39"N, 15°58'20.88"E. Výměra této plochy je 0,089 ha.

4.3. Přírodní podmínky

4.3.1 Přírodní lesní oblast

Obě výzkumné plochy se nachází u východní hranice přírodní lesní oblasti (PLO) č. 17 – Polabí. PLO Polabí je rozsáhlou nížinnou oblastí, která se rozprostírá podél toku řeky Labe, celková výměra PLO činí 713 145 ha, patří tedy k nejrozsáhlejší PLO na území České republiky, lesnatost ale i přes tuto rozlohu dosahuje pouze 14 % (ÚHÚL, 2017). Klimatické podmínky jsou zde velice podobné. Na území převažuje dubový a dubobukový lesní vegetační stupeň, hlavní dřevinou v cílových porostech je borovice a dub.

4.3.2 Klimatické poměry

Výzkumné plochy se nacházejí v oblasti, která se podle klimatické klasifikace dle Quitta (1971) řadí do klimatické oblasti T2 – klimatické oblasti teplé. Tato oblast je charakterizována teplým, suchým a dlouhotrvajícím létem, dále pak mírně teplými, krátkými zimami se suchým až velmi suchým charakterem. Sněhová pokrývka má v této oblasti velice krátké trvání. Bližší charakteristika oblasti je uvedena v tab. 1.

Tab. 1 Charakteristika teplé klimatické oblasti T2 (Quitt, 1971)

počet letních dnů	50 - 60
počet dnů s průměrnou teplotou 10° a více	160 - 170
počet mrazových dnů	100 - 120
počet ledových dnů	30 - 40
průměrná teplota v lednu	-2 až -3
průměrná teplota v červenci	18 - 19
průměrná teplota v dubnu	8 - 9
průměrná teplota v říjnu	7 - 9
průměrný počet dnů se srážkami 1mm a více	90 - 100
srážkový úhrn ve vegetačním období	350 - 400
počet dnů se sněhovou pokrývkou	40 - 50
počet dnů zamračených	120 - 140
počet dnů jasných	40 - 50

Pro účely této diplomové práce byly také sledovány klimatické podmínky ve vegetačním období roku 2016. Pro sledování byla použita automatická meteorologická stanice ve vlastnictví Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti – výzkumná stanice Opočno, umístěná na kraji lesního porostu 7 300 m od středu náměstí v Třebechovicích pod Orebem. Pro tuto práci byly převážně použity údaje o denních teplotách a srážkách. Z těchto údajů bylo charakterizováno vegetační období jako teplotně průměrné s porovnáním dlouhodobých průměrných měsíčních teplot. Přehledy teplot ve vegetačním období v roce 2016 jsou uvedeny v kapitole 5. 2.

4.3.3 Geologické poměry

Výzkumné plochy se nalézají na okraji rozsáhlé nížinné oblasti. Polabí je erozně nejnižší částí České tabule. Tektonickými pohyby byla původně jednotná tabule rozlámána a vznikly rozdílné vyvýšené plošiny. Současný povrch terénu se tvořil v mladších třetihorách a starších čtvrtohorách (v pleistocénu) erozními a akumulačními procesy. Vznikly plošiny, říční terasy i hluboká a mělká údolí. Zahlubováním vodních toků se tvořily terasy, z nichž nejstarší jsou v současné době v nejvyšších polohách a nejmladší jsou v nejnižších polohách. Kromě převažující činnosti solifunkční, která dodala největší část štěrkopísčitého materiálu k vytvoření teras, přispívala i říční eroze štěrku a písků dále i eolická činnost přemísťováním jemného písčitého materiálu (přesypy, vyvýšeniny). V místech bez třetihorního a čtvrtohorního akumulačního nánosu se nacházejí křídové sedimenty v podobě slínovců, slinitých pískovců (opuk) a jílovců. (ČGS, 2017)

4.3.4 Pedologické poměry

V říční nivě převládá typická fluvizem. Na terasových štěrkopísčích vystupují chudé arenické kambizemě, na vátých píscích méně vyvinuté půdy typu kyselých rankerů. V plochých, špatně drenovaných okrscích se vyskytují černice, obvykle oglejené, na výchozech křídy se vyvinuly pararendziny. Nejvíce jsou zastoupeny fluvizemě, glejové kambizemě až gleje. Na nivních náplavech arenické podzoly, dystrické oligotrofní arenické kambizemě, luvizemě. Na pleistocénních říčních štěrkopískových terasách a hnědozemě, černozemě, luvické, mezotrofní až eutrofní kambizemě a pararendziny na různě zvlněných svazích až plošinách.

4.4 Charakteristika výzkumných ploch

Vzdušná vzdálenost mezi příbližnými středy ploch je 3 110 m, nachází se v přírodní lesní oblasti č. 17 – Polabí.

4.4.1 Výzkumná plocha Krňovice

Tato plocha se nachází v nadmořské výšce 240 m n. m., čemuž odpovídá 2. bukodubový lesní vegetační stupeň. Půdní typ a ploše je glej (těžší půda ovlivněna činností vody). Je zde určen soubor lesních typů 2G, lesní typ 2G₁ – Podmáčená jedlodubina bezkolencová. Cílový

hospodářský soubor 59 - Hospodářství podmáčených stanovišť vyšších a středních poloh a také 29 - Hospodářství olšových stanovišť na podmáčených půdách. Tato plocha vznikla domýcením dospělého smrkodubového porostu v zimním období na přelomu roku 2015/2016. Před sadbou nebyla provedena žádná úprava půdy a příprava stanoviště.

4.4.2 Výzkumná plocha Librantice

Nadmořská výška výzkumné plochy je 266 m n. m. Nalézá se ve druhém bukodubovém lesním vegetačním stupni. Půdní typ je kambizem, půdní subtyp – arenická (lehká půda, v profilu písčité textura, fyzikální jíl do 15 %, zbytek písek). Výzkumná plocha se dle typologické mapy nalézá na hranici dvou souborů lesních typů a to: 2K, který převládá, a v menší míře zastoupený 2S, lesní typ: 2k₅ – kyselá bukodubina borůvková a dále lesní typ 2S₈ – svěží bukodubina ochuzená (ostružinová). Na celé ploše je určen cílový hospodářský soubor 23 - Hospodářství kyselých stanovišť nižších poloh. Plocha vznikla zmýcením dubového porostu s příměsí borovice, vznikla úzká podlouhlá holá seč, výzkumná plocha je umístěna zhruba uprostřed této seče na vrcholku mírného svahu. Příprava půdy byla provedena naoráním brázd.

4.5 Použitý sadební materiál

Pro obě výzkumné plochy byl použit stejný sadební materiál dřevin borovice lesní a dubu letního. Tento sadební materiál pochází z lesní školky firmy LESOŠKOLKY s. r. o. ze střediska 350 - Řečany nad Labem středisko obalované sadby. Tato lesní školka se nachází v nadmořské výšce 210 m n. m. zhruba 500 jižně od nádraží v Řečanech nad Labem, GPS souřadnice: 50°1'43.936"N, 15°28'55.312"E.

Sadební materiál dřevin má shodný pěstební vzorec fv1, což znamená, že se jedná o jednoletý krytokořenný semenáček pěstovaný v umělém krytu technologií "vzduchového polštáře".

Při pěstování byla použita technologie na vzduchovém polštáři s použitím sadbovačů typu QUICK POT, aby byla při pěstování možná maniplace, musí být sadbovače uloženy na pěstebně manipulační rámy. Tyto rámy zajistí, že jsou sadbovače nad zemí a volně pod nimi proudí vzduch. Rostliny v sadbovačích začínají svůj růst ve fóliových krytech, kde jsou pěstovány v optimálních podmínkách pro jejich růst, dále z fóliových krytů jsou rostliny vyvezeny na venkovní úložiště, kde se aklimatizují a vyzrají.

U borovice lesní byl použit typ sadbovače QUICK POT D 60 T/12 s vnitřními rozměry buňky 48x48x120 mm a objemem buňky 170 cm³.

U dubu letního byl použit typ sadbovače QUICK POT D 60 T/15 s vnitřními rozměry buňky 48x48x150 mm a objemem buňky 200 cm³.

4.6 Doprava sadebního materiálu a doba výsadby

Sadební materiál byl dodán lesní školkou v balících po patnácti kusech, s kořenovým balem převázaným smršťovací folií. Sadební materiál byl převzat jeden den před výsadbou, byl převezen a umístěn do blízkosti výzkumné plochy. Sadební materiál byl umístěn do stínu pod kryt vedlejší jehličnaté mlaziny. Při přepravě byly dodrženy všechny postupy a zásady s manipulací sadebního materiálu.

Výsadba proběhla dne 2. 4. 2016, ráno v den výsadby byl mírný přímrazek, v 6.00 byla teplota - 6,2 °C, teplota ve 13.00 byla 15 °C. Celý den bylo jasné a slunečné počasí, odpoledne byl velice mírný vítr. Půda a kořenový bal sadebního materiálu byly vlhké.

4.7 Technika výsadby

U obou výzkumných ploch byla řešena problematika vlivu biotechniky sadby na odrůstání krytokořenného sadebního materiálu, to znamená, že k výsadbě krytokořenného sadebního materiálu bylo použito pět rozdílných způsobů sadby. U každého způsobu sadby byla také provedena varianta s překrytím kořenového balu asi 2cm vrstvou půdy a varianta bez překrytí kořenového balu, tato varianta je zobrazena na obr. 2. To znamená, že bylo pro porovnání provedeno celkem deset variant způsobů výsadby na ploše Krňovice. Na výzkumné ploše Librantice byl přidán ještě jeden způsob výsadby, to znamená, že u této plochy bylo provedeno 11 variant způsobů výsadby. U obou dřevin byly použity stejné způsoby výsadby.



Obr. 2 Způsob výsadby bez překrytí

4.7.1 Jednotlivé způsoby výsadby

1. Sazeč – tento způsob sadby byl proveden speciálním sázecím rýčem, tzv. sazečem zobrazeným na obr. 3. Nejprve bylo provedeno stržení svrchní vrstvy hrabanky, poté bylo provedeno zašlápnutí celé čepele až po nášlapné části do půdy. Pohybem rukojeti směrem dopředu od osy sazeče a zpětným pohybem za osu sazeče se v půdě vytvořila dostatečně velká štěrbina, do které byl vsunut kořenový bal sadebního materiálu (dále SAMA). Po vsunutí SAMA se sazeč znovu zapravil do půdy asi 5 cm od původní štěrbiny, a proběhlo utážení kořenového balu nejprve směrem zpět od osy sazeče a poté dopředu od osy sazeče. Následně bylo provedeno lehké ušlápnutí a zahrnutí nově vzniklé štěrbiny. Při vyhodnocení byl tento způsob označen zkratkou SBP (sazeč bez překrytí), pokud byl kořenový bal překryt asi 2cm vrstvou půdy, zkratka způsobu byla SSP (sazeč s překrytím).



Obr. 3 Sázecí rýč (sazeč)

2. Sázecí vidle – k tomuto způsobu sadby bylo za potřebí speciálně konstruovaných sázecích vidlí, které jsou vyobrazeny na obr. 4. Po odhrnutí svrchní vrstvy hrabanky se hroty vidlí zašláply do půdy až po nášlapné části. Sešlápnutím pedálu se hroty zaražené v půdě od sebe oddálily a vytvořily prostor pro vsunutí kořenového balu SAMA. Po vytažení sázecích vidlí se do vzniklého otvoru vsunul kořenový bal SAMA, který se poté obuví přihrnul a nakypřená zemina se utužila ušlapáním. Při vyhodnocení byl tento způsob označen zkratkou VBP (vidle bez překrytí), pokud byl kořenový bal překryt asi 2cm vrstvou půdy, zkratka způsobu byla VSP (vidle s překrytím).



Obr. 4 Sázecí vidle

3. Jamka – jamková sadba byla provedena pomocí speciálně upravené motyky, která je nazývána sekeromotyka (obr. 5), tento nástroj má dvě pracovní části: a) část sekací, b) část prokopávací. Při sadbě se nejprve sekací částí nasekla půda (drn) a tím naznačila ploška čtvercového tvaru o délce stran zhruba 20 cm. Poté se prokopávací částí sejmula svrchní hrabanka až na minerální zeminu, která se dále do potřebné hloubky prokopala (prokypřila). Následovalo ruční vyhloubení patřičného prostoru pro vsunutí kořenového balu SAMA, po vsunutí se přihrnula minerální zemina, tak aby nebyl kořenový bal nijak obnažen. Následovalo utužení ušlapáním nakypřené zeminy obuví. U tohoto způsobu byl kořenový bal vždy překryt asi 2cm vrstvou zeminy. Při vyhodnocení byl tento způsob označen zkratkou JAM (jamka).



Obr. 5 Sekeromotyka

4. Sázcí trn – K tomuto způsobu sadby bylo za potřebí sázcího trnu (obr. 6). Při sadbě se obuví odstraní svrchní hrabanka a do půdy se zašlápne hrot trnu, svým objemem trn vytlačí v půdě otvor přesně pro vložení kořenového balu SAMA, po vytažení trnu se do otvoru vloží kořenový bal SAMA a obuví se sešlapáním v okolí otvoru utuží půda do požadované pevnosti. Při vyhodnocení byl tento způsob označen zkratkou TBP (trn bez překrytí), pokud byl kořenový bal překryt asi 2cm vrstvou půdy, zkratka způsobu byla TSP (trn s překrytím).



Obr. 6 Sázcí trn

5. Sázezí hůl – pro provedení tohoto způsobu sadby byla použita sázezí hůl (obr. 7). Tento způsob je velice podobný sázezímu trnu a postup je totožný, s tím rozdílem, že sázezí hůl je dutá a při zaražení do půdy se otvor pro vložení kořenového balu SAMA nevytvoří jen vytlačáním, ale také vyříznutím a vytažením zeminy, která se nachází v dutém prostoru sázezí hole. Při vyhodnocení byl tento způsob označen zkratkou HBP (hůl bez překrytí), pokud byl kořenový bal překryt asi 2cm vrstvou půdy, zkratka způsobu byla HSP (hůl s překrytím). U plochy Librantice je navíc způsob sadby hůl s překrytím do minerální půdy, u této varianty proběhlo nejprve pomocí sekeromotyky odstranění svrchní hrabanky a humusové vrstvy, a poté do minerální půdy proběhla výsadba sázezí holí a kořenový bal byl překryt 2cm vrstvou půdy. Tento způsob je označen zkratkou HSPDM.



Obr. 7 Sázezí hůl

U každého způsobu sadby bylo provedeno ušlapání a zhutnění okolní zeminy, tak aby SAMA při pokusu o vytáhnutí za terminální pupen držel v zemi, a při použití větší síly se terminální pupen přetrhl a SAMA nebyl vytažen.

4.7.2 Výsadba

Výsadba SAMA na výzkumných plochách byla provedena podél nataženého provázku do řad v obdélníkovém sponu. Vzdálenost řad od sebe byla u obou ploch 1 m. Vzdálenost SAMA v řadě byla na ploše Krňovice 60 cm a na ploše Librantice 70 cm. Každá varianta sadby byla použita ve dvou řadách. Ani jedna výzkumná plocha do doby provedení měření nebyla oplocena. Výsadby byly ošetřovány proti vlivu buření kosením křovinořezem. Schéma plochy Krňovice je vyobrazena na obr. 8, schéma plochy Librantice je vyobrazena na obr. 9.

SBPBO1
SSPBO1
VBPO1
VSPBO1
JAMBO1
TBPBO1
TSPBO1
HBPBO1
HSPBO1
SBPDB1
SSPDB1
VBPDB1
VSPDB1
JAMDB1
TBPDB1
TSPDB1
HBPDB1
HSPDB1

Obr. 8 Schéma výsadby – plocha Krňovice

SBPBO2
SSPBO2
VBPO2
VSPBO2
JAMBO2
TBPBO2
TSPBO2
HBPBO2
HSPBO2
HSPDMBO2
SBPDB2
SSPDB2
VBPDB2
VSPDB2
JAMDB2
TBPDB2
TSPDB2
HBPDB2
HSPDB2

Obr. 9 Schéma výsadby – plocha Librantice

4.8 Postup při měření

Měření SAMA bylo rozděleno do tří fází a to: 1) Hodnocení použitého SAMA. 2) Měření parametrů nadzemních částí rostlin a posouzení znaků po výsadbě. 3) Měření a posouzení podzemní části rostlin po výsadbě. U obou výzkumných ploch měření parametrů a posuzování znaků probíhalo dle stejných postupů. Data z terénního šetření byla zapsána do předtištěného formuláře. V průběhu měření byla průběžně pořizována fotodokumentace.

4.8.1 Hodnocení sadebního materiálu

Po výsadbě bylo odebráno 30 ks od každé dřeviny reprezentativních vzorků. Tyto rostliny byly založeny v lesní školce a v laboratoři na Ústavu zakládání a pěstění lesů dne 20. 4. 2016 změřeny. Byly změřeny parametry nadzemní části:

- 1) Délka nadzemní části – Měřeno v cm pravítkem od kořenového krčku, po konec terminálního výhonu s přesností na 1 cm.
- 2) Průměr kořenového krčku – Měřeno v mm v oblasti kořenového krčku, posuvným měřidlem s přesností 0,1 mm.
- 3) Objem nadzemní části – nadzemní část (od kořenového krčku po konec terminálního výhonu) byla rozstříhána a ponořena do odměrného válce s vodou, při odečtení výtlačku byl zjištěn objem nadzemní části, měřeno v ml s přesností 0,5 ml. Objem nadzemní části byl měřen pouze u 10 ks od každé dřeviny.

Kořenovou část bylo nutné pod vodou zbavit zbytků substrátu tak, aby zbyl pouze kořenový systém rostliny. Dále byly vylišeny kořeny s průměrem do 1 mm, které byly ostříhány na podložku, ostatní kořeny byly dále také rozstříhány a uloženy na druhou podložku viz obr. 10, 11. U kořenové části byly měřeny tyto parametry:

- 1) Objem kořenů s průměrem menším 1 mm – byly vzaty odpovídající kořeny a vloženy do odměrného válce, při odečtení výtlačku byl zjištěn objem kořenů s průměrem do 1 mm, bylo měřeno v ml s přesností na 0,5 ml. Tento parametr byl měřen pouze u 10 ks rostlin od každé dřeviny.
- 2) Objem zbylých kořenů – jednalo se o kořeny s průměrem větším jak 1 mm, tyto nastříhané kořeny byly vzaty a ponořeny do odměrného válce, při odečtení výtlačku byl zjištěn objem zbylých kořenů, bylo měřeno v ml s přesností na 0,5 ml. Tento parametr byl měřen pouze u 10 ks rostlin od každé dřeviny.



Obr. 10 Kořeny s průměrem nad 1 mm připraveny k měření objemu



Obr. 11 Kořeny s průměrem menším jak 1 mm připraveny k měření objemu

4.8.2 Postup při měření nadzemních částí rostlin a posouzení znaků

Měření a posuzování znaků nadzemních částí rostlin proběhlo v měsíci říjnu a listopadu v roce 2016. Byly hodnoceny všechny vysázené, životaschopné rostliny, stejným směrem, postupně v řadě od způsobu sadby SBPBO do HSPDB (viz schéma výsadby). Pokud rostlina v řadě chyběla nebo byla odumřelá, byla tato skutečnost zapsána do formuláře jako ztráta a pokud to bylo možné, byla zapsána předpokládaná příčina této ztráty.

Měření parametrů a posuzování znaků u borovice:

- 1) Délka nadzemní části – Měřeno v cm od povrchu terénu po konec terminálního výhonu. Měřeno skládacím metrem s přesností na 1 cm.
- 2) Délka přírůstu 2016 – Měření posledního přírůstu, který vyrostl ve vegetačním období po výsadbě. Měřeno od zřetelně vylišeného místa začátku přírůstu až po konec terminálního výhonu. Měřeno v cm provedeno skládacím metrem s přesností na 1 cm.
- 3) Průměr kořenového krčku – Měřeno v mm ve vzdálenosti zhruba 2 cm od povrchu terénu. Měřeno digitálním posuvným měřítkem s přesností na 0,1 mm.
- 4) Délka jehlic – Na rostlině byly odhadem vyhledány tři nejdelší jehlice, které byly utrženy, změřeny a jednotlivě zapsány do formuláře. Toto měření bylo provedeno pravítkem v mm s přesností na 1 mm. Pro další vyhodnocení byl z těchto tří hodnot vypočítán aritmetický průměr, který byl dále použit reprezentativně.

- 5) Povytažený kořenový bal – Tento znak byl sledován pouze vizuálně, bylo zde posuzováno, zda je či není povytažený kořenový bal zhruba 1 cm nad úroveň terénu.
- 6) Barva jehlic – Pro vyhodnocení byly vylíšeny dvě základní barvy: zelená a nažloutlá, posouzení proběhlo vizuálně.
- 7) Poškození – Bylo vylíšeno pět základních poškození: klikoroh slabě (poškození kmínku v oblasti kořenového krčku klikorohem borovým v rozsahu, že poškozené plošky zasahují nejvýše jednu čtvrtinu obvodu kmínku, sazenice není žírem výrazně oslabena ani ohrožena), klikoroh silně (poškození kmínku v oblasti kořenového krčku klikorohem borovým v rozsahu, že poškozené plošky zasahují více než jednu čtvrtinu obvodu kmínku), zvěř (poškození, které způsobuje zvěř jakoukoliv činností), mechanicky (jakékoliv poškození způsobené mechanicky, nejčastěji činností člověka), defoliace (silný úbytek jehlic způsobený defoliátory).
- 8) Ztráty – U borovice bylo vylíšeno pět základních příčin ztrát: sucho (nedostatek vláhy, nebo přebytek tepla, který zapříčinil úhyn rostliny), zvěř (jakákoliv činnost zvěře, která zapříčinila úhyn rostliny), klikoroh (poškození klikorohem borovým tak veliké, že zapříčinilo odumření rostliny), mechanicky (jakékoliv mechanické poškození tak markantní, že zapříčinilo úhyn rostliny, např.: useknutí části rostliny křovinořezem), neurčeno (ztráta, u které nebylo možné rozeznat příčinu).

Měření parametrů a posuzování znaků u dubu:

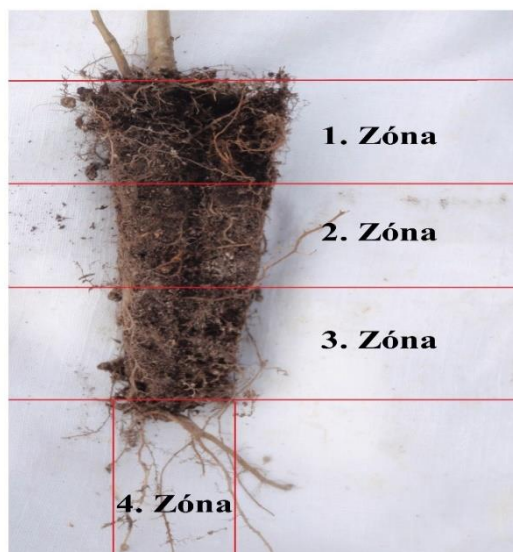
- a) Délka nadzemní části – Měřeno v cm od povrchu terénu po konec nejdelšího terminálního výhonu. Měřeno skládacím metrem s přesností na 1 cm.
- b) Délka přírůstu 2016 – Měření posledního nejdelšího hlavního přírůstu, který vyrostl ve vegetačním období po výsadbě. Měřeno od zřetelně vylíšeného místa začátku přírůstu až po konec terminálního pupene. Měřeno v cm skládacím metrem s přesností na 1 cm.
- c) Průměr kořenového krčku – Měřeno v mm ve vzdálenosti zhruba 2 cm od povrchu terénu. Měřeno digitálním posuvným měřítkem s přesností na 0,1 mm.
- d) Délka a šířka listů dubu – Na rostlině byly odhadem vyhledány tři největší listy, které byly utrženy, u nich byla změřena délka a šířka, tyto hodnoty byly jednotlivě zapsány do formuláře. Měřeno pravítkem v mm s přesností na 1 mm. Pro další vyhodnocení byl z tří hodnot délky a tří hodnot šířky vypočítán samostatně aritmetický průměr, který byl dále použit reprezentativně pro zobrazení průměrné délky listů a průměrné šířky listů.

- e) Povytažený kořenový bal – Tento znak byl sledován pouze vizuálně, byl zde posuzován, zda je či není povytažený kořenový bal zhruba 1 cm nad úroveň terénu.
- f) Tvar kmene – Posuzován jako: normální (normální přímá osa a jeden terminální výhon), dvoják (osa kmene rozdvojená, vyskytují se dva terminální výhony), troják (osa kmene rozdělena do tří terminálních výhonů).
- g) Počet bočních větví – U rostliny byl sledován výskyt nasazení bočních větví, byl sledován a zapsán počet 0 až 5 kusů, více větví se nevyskytovalo.
- h) Zaschlý terminální výhon – Druh poškození, které bylo tak významné, že muselo být sledováno zvlášť. Jednalo se o zaschlý (odumřelý) terminální pupen a část terminálního výhonu, nerozhodovala zde délka odumřelé části.
- i) Poškození – Byly zde vylišeny tři příčiny poškození: zvěř (poškození, které způsobuje zvěř jakoukoliv činností, v tomto případě nejčastější výskyt ukousnutí terminálního výhonu), sucho (nedostatek vláhy, nebo přebytek tepla, který zapříčinil poškození rostliny jinačí než je popsáno u bodu h), mechanicky (jakékoliv poškození způsobené mechanicky nejčastěji činností člověka).
- j) Ztráty – U dubu byly vylišeny 4 základní příčiny ztrát: sucho (nedostatek vláhy, nebo přebytek tepla, který zapříčinil úhyn rostliny), zvěř (jakákoliv činnost zvěře, která zapříčinila úhyn rostliny), mechanicky (jakékoliv mechanické poškození tak markantní, že zapříčinilo úhyn rostliny, např. useknutí části rostliny křovinořezem), neurčeno (ztráta, u které nebylo možné rozeznat příčinu).

4.8.3 Postup při měření a posouzení podzemní části rostlin.

Doba měření listopad 2016, u všech dřevin byl použit stejný postup. Měření a posuzování podzemní části bylo provedeno u každé varianty způsobu sadby (dvě řady) a dřeviny. Postup byl takový, že u každé první řady varianty bylo od začátku řady napočteno šest kusů životaschopných rostlin. Pokud byla u varianty vysoká mortalita, došlo ke snížení tohoto stanoveného počtu, nejvýše však o dva kusy. U tyto rostliny se šetrně obryly rýčem z každé strany tak, aby nebyl porušen prorůstající kořenový systém. Po obrytí vznikl obal zeminy, který obklopoval kořenový bal rostliny (Obr. 13), tento obal zeminy se opatrně rozebral, až zbyl původní kořenový bal (obr. 12). Bylo zde za potřebí dávat pozor, aby nedocházelo k přetrhání a narovnání prorůstajících kořenů. Po odstranění zeminy se přistoupilo k samotnému hodnocení. Nejprve byla znovu změřena délka nadzemní části (v cm), délka posledního přírůstu (v cm) a průměr kořenového krčku (v mm), po zapsání těchto hodnot do předtištěného formuláře následovalo samotné hodnocení kořenového systému. Kořenový bal rostlin byl rozdělen do čtyř zón, došlo k pomyslnému horizontálnímu rozdělení částí kořenového balu viz obr. 12, v těchto zónách byly počítány kořeny, které prorostly původní kořenový bal. Tyto kořeny byly ještě rozděleny do tloušťkových tříd podle průměru kořenů: kořeny do 2,0 mm; 2,1–4,0 mm; 4,1 mm a více. Do předtištěného formuláře se k příslušné

rostlině zapisoval počet prorůstajících kořenů rozdělených dle tloušťkových tříd kořenů a zón v jakém místě byly pozorovány.



Obr. 12 Rozdělení kořenového balu do zón



Obr. 13 Vyzvednutá rostlina s obalem zeminy

4.9. Vyhodnocení získaných dat

Všechny hodnoty získané měřením a posouzením byly nejprve v terénu zapsány do příslušných předtištěných formulářů a poté přepsány do stejných formulářů v elektronické podobě vypracovaných v programu Microsoft EXCEL. Pro vyhodnocení bylo použito zkratk jednotlivých variant způsobů sadby. U grafů bylo použito označení např.: **SBPBO1** – to znamená první tři pozice tvoří zkratku použité varianty (SBP – sazeč bez překrytí, SSP – sazeč s překrytím, VBP – vidle bez překrytí, VSP – vidle s překrytím, JAM – jamka, TBP – trn bez překrytí, TSP – trn s překrytím, HBP – hůl bez překrytí, HSP – hůl s překrytím. Výjimku tvoří varianta HSPDM – hůl s překrytím do minerální půdy a HBPDm – hůl bez překrytí do minerální půdy, kde zkratku tvoří 4 písmena). Druhé dvě pozice tvoří zkratku dřeviny (BO – borovice lesní, DB – dub letní), poslední číselné označení vyjadřuje výzkumnou plochu (1 – výzkumná plocha Krňovice, 2 – výzkumná plocha Librantice). Zmiňované označení SBPBO1 tedy znamená: sazeč bez překrytí u dřeviny borovice na výzkumné ploše Krňovice.

1. Vyhodnocení měřených parametrů nadzemní části: Po přepsání z předtištěných formulářů se data uspořádala v programu Microsoft EXCEL, prvotní vyhodnocení bylo provedeno popisnou statistikou tímto softwarem. Dále se data upravila pro další vyhodnocení, které bylo provedeno v programu STATISTICA 12.0, v tomto programu byly jako výstupy vytvořeny grafy a statistické vyhodnocení bylo provedeno funkcí ANOVA.

2. Vyhodnocení posouzených znaků: Toto celkové vyhodnocení proběhlo pouze v programu Microsoft EXCEL, kde zjištěné hodnoty byly procentuálně vyjádřeny a transponovány do výstupů. Jako výstupy byly použity výsečové grafy a přehledně uspořádané tabulky.
3. Vyhodnocení podzemní části rostliny: Z přepsaných formulářů byl v programu Microsoft EXCEL nejprve vyhodnocen index prorůstavosti kořenů – tato hodnota byla použita pro lepší a jasné porovnání, protože znázorňuje celkový počet prorostlých kořenů z kořenového balu bez závislosti na tloušťkové třídě a zóně. Vyšší hodnota značí větší počet prorostlých kořenů kořenovým balem. Hodnota byla získána použitím funkce – průměr, to znamená, že byl vypočten aritmetický průměr ze všech počtů prorostlých kořenů a prázdných míst, všech měřených rostlin u jedné varianty, tam kde kořeny neprorostly, byla doplněna 0. Výsledná hodnota tzv. indexu prorůstavosti je tedy aritmetický průměr všech prorostlých kořenů a prázdných míst v kořenovém balu rostlin. Tato hodnota byla graficky vyobrazena ve sloupcových grafech, které byly výstupem.

Dalším výstupem jsou tabulky s celkovým hodnocením prorostlých kořenů. V těchto tabulkách jsou uvedeny počty sazenic, u kterých prorostly kořeny a aritmetický průměr z jejich počtů, tyto hodnoty jsou vedeny zvlášť pro každou variantu způsobu sadby, pro tloušťkovou třídu kořenů a pro zónu výskytu kořenů, pro každou variantu jsou také uvedeny celkové součty a nakonec jsou tyto celkové hodnoty jednotlivých způsobů sadby porovnány s hodnotami jamkové sadby, toto porovnání je vyjádřeno procentuálně, viz obr. 14. Tyto tabulky sloužily k celkovému a závěrečnému hodnocení v kapitole 6.3.

Počet rostlin (kořenových balů), u kterých kořeny prorostly

Aritmetický průměr z celkového počtu prorostlých kořenů

Procentuálně vyjádřený průměr celkového počtu kořenů vztahený k součtu ze všech zón

Celkové procentuální vyjádření varianty způsobu sadby vztahené ke kontrolnímu způsobu - jamková sadba

Křňovice DB												
Způsob sadby	Tloušťka kořenů [mm]	1. zóna		2. zóna		3. zóna		4. zóna		Celkem		v % jamkové sadby
		ks	v % celkem	ks	v % celkem	ks	v % celkem	ks	v % celkem	ks	v % celkem	
Sazeč s překrytím	do 2,0	2/1,5	29	0/0,0	0	1/1,0	20	5/2,6	51	5,1	100	71
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	3/1,0	100	1	100	100
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	2/1,5	25	0/0,0	0	1/1,0	16	5/3,6	59	6,1	100	74

Součet aritmetických průměrů z celkového počtu prorostlých kořenů do 2,0 mm ve všech zónách

Obr. 14 Vysvětlivky k tabulce s celkovým hodnocením prorostlých kořenů

4. Celkové vyhodnocení způsobů sadby bylo provedeno váhovým testem, výstupem je tabulka pro každou dřevinu a výzkumnou plochu, kde je barevně znázorněné pořadí nejlepších a nejhorších výsledků.

5. Výsledky

V kapitole výsledky jsou uvedeny vyhodnocené, naměřené a posuzované hodnoty jednotlivých pozorování a měření. Tato kapitola je rozdělena do několika částí.

Na úvod byl vyhodnocen sadební materiál v době výsadby. Naměřená data byla vyhodnocena popisnou statistikou a výsledky byly znázorněny v tabulkách za jednotlivé dřeviny

V druhé části jsou uvedena meteorologická data z automatických stanic, které byly umístěny v blízkosti zkoumaných ploch. Je zde uvedena průměrná teplota měsíců vegetačního období a průměrná denní teplota 14 dnů po výsadbě.

Ve třetí části bylo provedeno vyhodnocení jednotlivých měřených parametrů, posuzovaných znaků a ztrát. Vyhodnocená data jsou v této části uvedena pro každou plochu a dřevinu zvlášť. Měřené parametry jsou zde znázorněny graficky, pomocí grafů, kde je zobrazen průměr a medián, rozsahem svorek je znázorněna směrodatná odchylka od průměru. Statistické vyhodnocení proběhlo F testem a jednofaktorovou anovou. Posuzované znaky jsou vyjádřeny procentuálně v tabulkách. Vyhodnocené ztráty jsou zde nejprve znázorněny pomocí výškových grafů za celou plochu a dřevinu, dále jsou pak ztráty podrobněji procentuálně vyjádřeny v tabulkách pro dřevinu a způsob sadby. Dále jsou zde u každého způsobu sadby uvedeny fotografie dvou reprezentativně vyzvednutých rostlin s tabulkou, která znázorňuje počty prorůstajících kořenů, které jsou zařazeny do tloušťkových tříd a zón kořenového balu.

V poslední, čtvrté části bylo provedeno celkové vyhodnocení a porovnání. U měřených parametrů byla data vyjádřena v grafech stejně jako v předchozí části, ale jsou zde uvedeny obě plochy – Krňovice a Librantice pro dřevinu v jednom zobrazení. Vyhodnocení kořenů nejprve proběhlo pomocí indexu prorůstavosti kořenů, tento index označuje celkové prorůstání kořenů, větší hodnota indexu znázorňuje větší celkový počet prorostlých kořenů. Tyto hodnoty byly znázorněny ve sloupcových grafech pro dřevinu, obě plochy jsou vyobrazeny pro lepší porovnání v jednom grafu. Dále jsou uvedeny tabulky s celkovým vyhodnocením kořenů pro jednotlivou dřevinu a plochu. A jako poslední jsou uvedeny tabulky, které zobrazují provedení váhový test a celkové zhodnocení biotechnik výsadby.

5.1 Prvotní údaje sadebního materiálu

Tab. 2 Prvotní měření BO – popisná statistika

dřevina: BO	měření provedeno: 20. 4. 2016				
	stř. hodnota	medián	směr. odchylka	minimum	maximum
délka nadzemní části [cm]	15,1	15,0	1,8	11,0	19,0
tloušťka koř. Krčku [mm]	3,3	3,2	0,5	2,4	4,4
objem nadzemní části [ml]	5,7	6,0	0,8	4,0	7,0
objem kořenů s průměrem menším 1 mm [ml]	2,3	2,3	0,7	1,5	3,5
objem zbylých kořenů [ml]	0,7	0,5	0,2	0,5	1,0

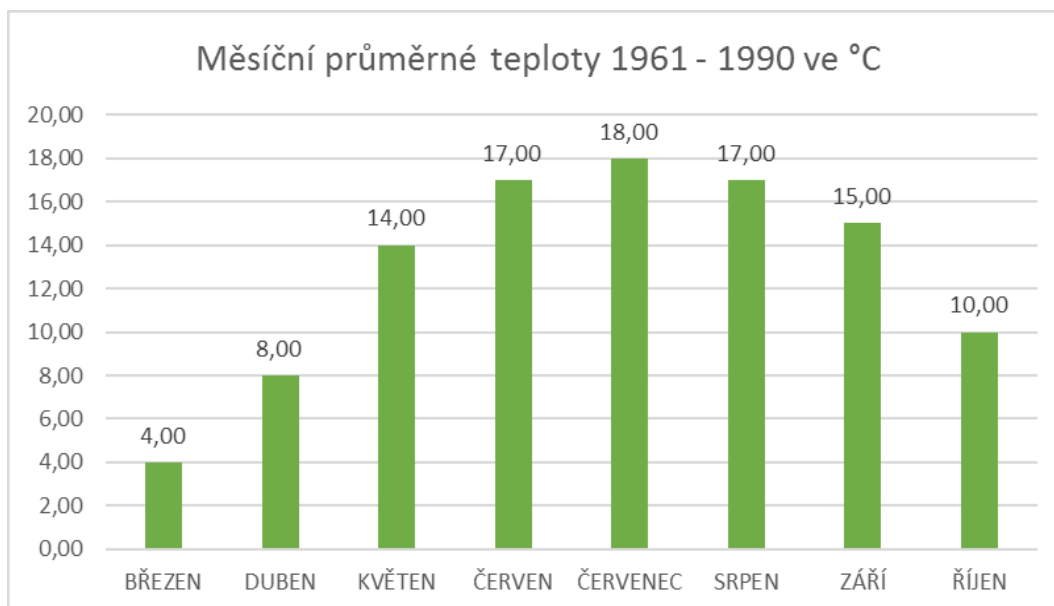
Z tab. 2 je zřejmé, že použitý sadební materiál borovice měl průměrnou délku nadzemní části okolo 15 cm a její objem se pohyboval okolo 5,7 ml, průměr kořenového krčku se pohyboval mezi 2,4 až 4,4 mm. Objem kořenů s průměrem do 1 mm se pohyboval okolo 2,3 ml a střední hodnota objemu zbylých kořenů je 0,7, u tohoto parametru byla zjištěna také nejmenší směrodatná odchylka, naopak nejvyšší směrodatná odchylka byla zjištěna u hodnot délky nadzemní části.

Tab. 3 Prvotní měření DB – popisná statistika

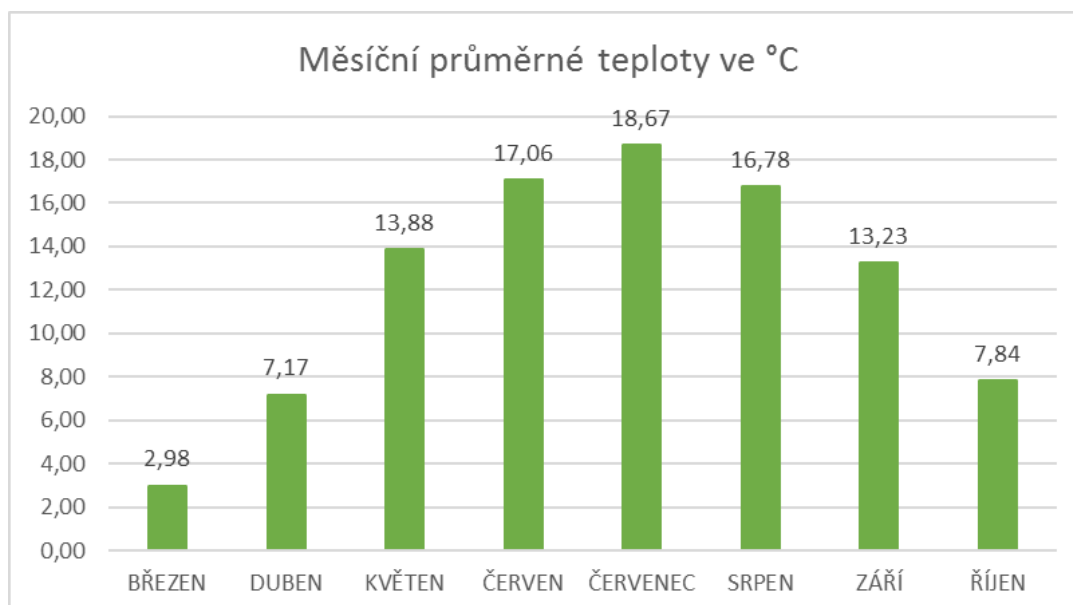
dřevina: DB	měření provedeno: 20. 4. 2016				
	stř. hodnota	medián	směr. odchylka	minimum	maximum
délka nadzemní části [cm]	44,2	43,5	4,8	35,8	58,0
tloušťka koř. krčku [mm]	6,2	6,1	0,6	4,7	7,4
objem nadzemní části [ml]	6,5	6,5	0,6	5,5	7,0
objem kořenů s průměrem menším 1 mm [ml]	2,2	2,0	0,6	1,5	3,0
objem zbylých kořenů [ml]	7,2	6,8	1,7	5,0	9,5

V tab. 3 je uvedena popisná statistika prvotních naměřených hodnot sadebního materiálu dubu. Délka nadzemní části je poměrně variabilní, dosahuje hodnot od 36 do 58 cm, průměr se pohybuje okolo 44 cm, je zde také zjištěna nejvyšší směrodatná odchylka. Střední hodnota průměru kořenového krčku se pohybuje okolo 6,2 mm. Průměrná hodnota objemu nadzemní části je 6,5 ml, u tohoto znaku byla také zjištěna nejmenší směrodatná odchylka. Objem kořenů s průměrem pod 1 mm se pohybuje v rozmezí od 1,5 do 3 ml, střední hodnota je 2,2 ml, objem ostatních kořenů má střední hodnotu 7,2 ml s hodnotou směrodatné odchylky 1,7.

5.2 Meteorologická data

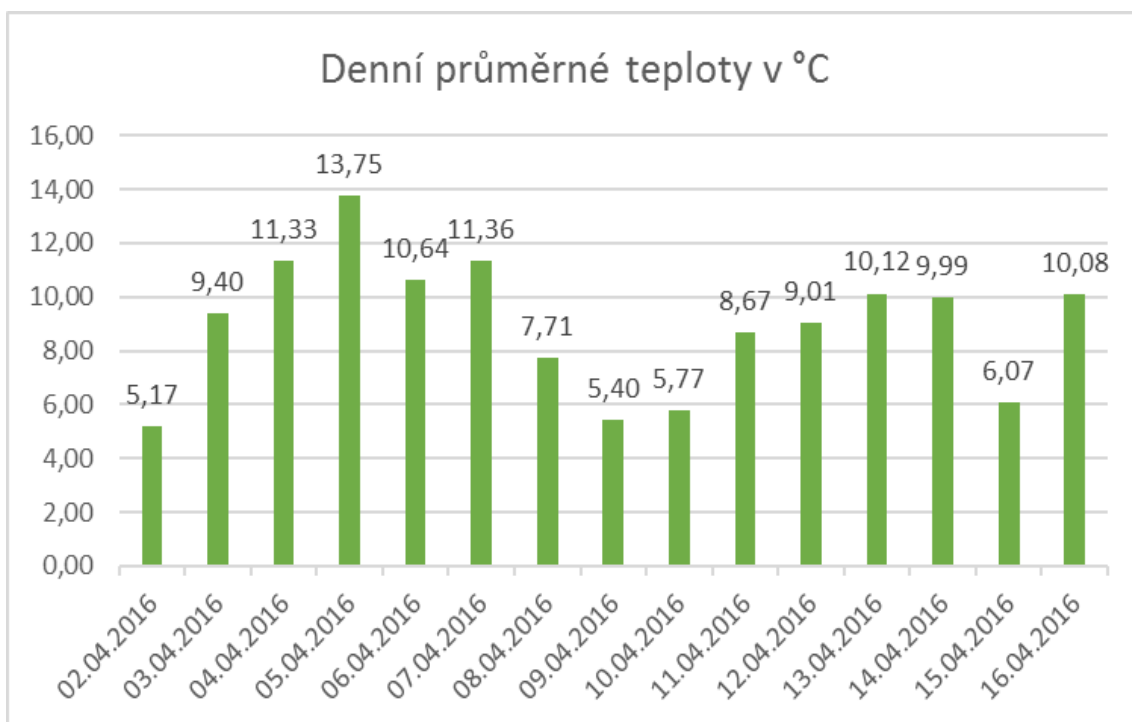


Obr. 15 Průměrné měsíční teploty měřené v období 1961–1990 v Hradci Králové (CHMI, 2017)



Obr. 16 Graf měsíčních průměrných teplot v roce 2016

Z grafů průměrných měsíčních teplot (obr. 15, 16) lze usoudit, že rok 2016 v oblasti, kde byla meteorologická stanice umístěna, byl v celku pro danou oblast průměrný, až na měsíce červen a červenec se pohybovaly teploty pod dlouhodobým průměrem. V měsíci dubnu, kdy byla provedena výsadba, byla průměrná teplota 7,17 °C, nejteplejší měsíc byl červenec s teplotou 18,67 °C, což je 0,67 °C nad dlouhodobým průměrem v tomto měsíci.



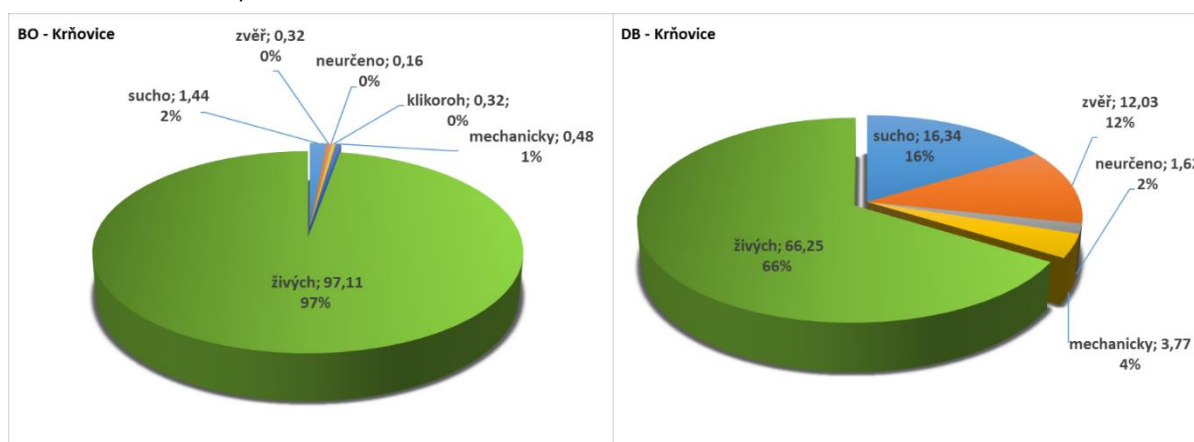
Obr. 17 Graf průměrných denních teplot v období po výsadbě

Na obr. 17 jsou vyobrazeny průměrné denní teploty 14 dnů po provedené výsadbě na výzkumných plochách. Dlouhodobý průměr teplot v měsíci dubnu je 8 °C a průměrná teplota v dubnu v roce 2016 byla 7,17 °C. Je patrné, že denní teploty po výsadbě začaly stoupat a následujících 5 dnů se držely nad dlouhodobým průměrem. Nejtepleji bylo třetí den po provedené výsadbě. Celkově lze říci, že období po výsadbě bylo teplotně nadprůměrné.

5.3 Vyhodnocení parametrů a znaků jednotlivých dřevin a ploch

5.3.1 Plocha Krňovice

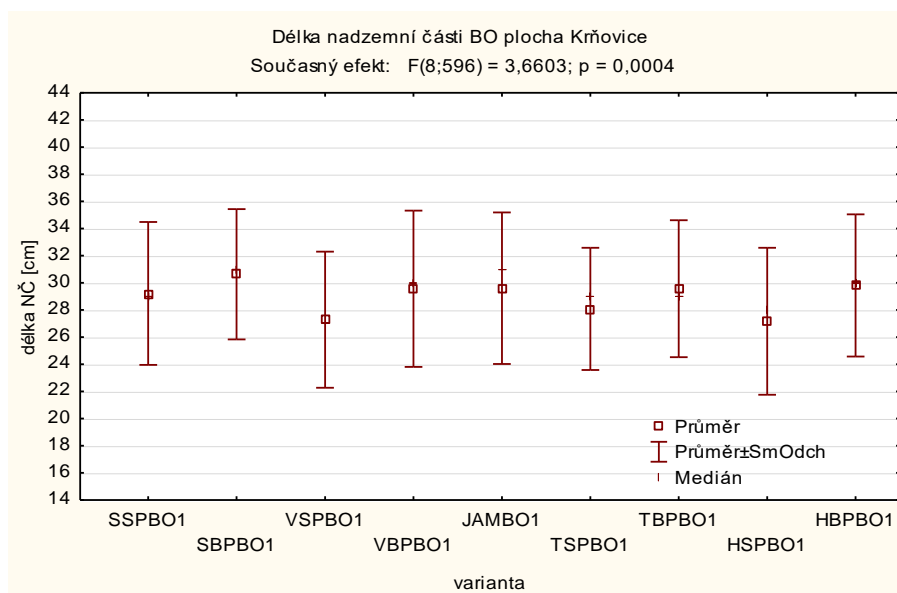
5.3.1.1 Vyhodnocení ztrát



Obr. 18 Procentuálně vyjádřené příčiny ztrát BO a DB plocha Krňovice

U grafu na obrázku č. 18 jsou uvedeny procentuálně vyjádřené ztráty na ploše Krňovice, u borovice jsou celkové ztráty 2,7 %, největší ztráty byly způsobeny nedostatkem vláhy, na ploše tedy zbylo 97,0 % životaschopných jedinců. U dubu byly celkové ztráty 33,0 %, největší ztráty byly také způsobeny suchem, ale v poměrně větší míře, a to 16,3 %.

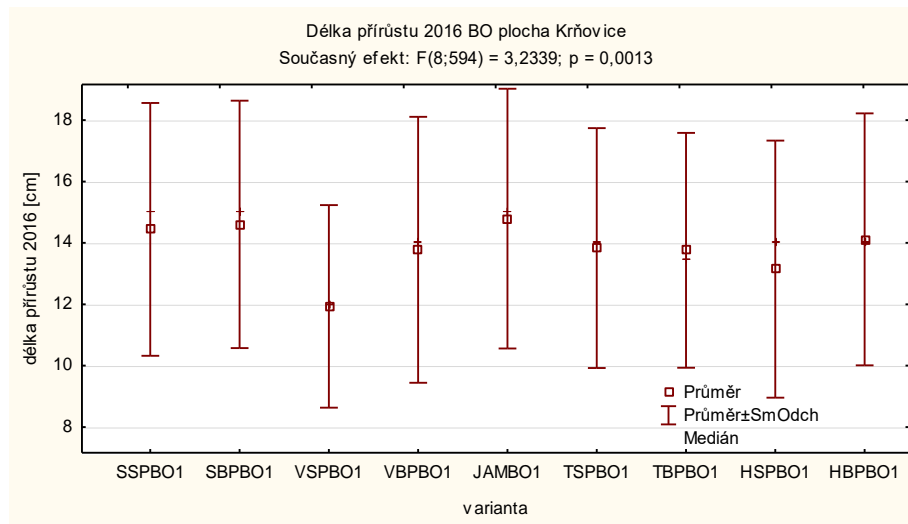
5.3.1.2. Statistické vyhodnocení měřených parametrů BO nadzemní část



Obr. 19 Statistické vyhodnocení délky nadzemní části BO – Krňovice

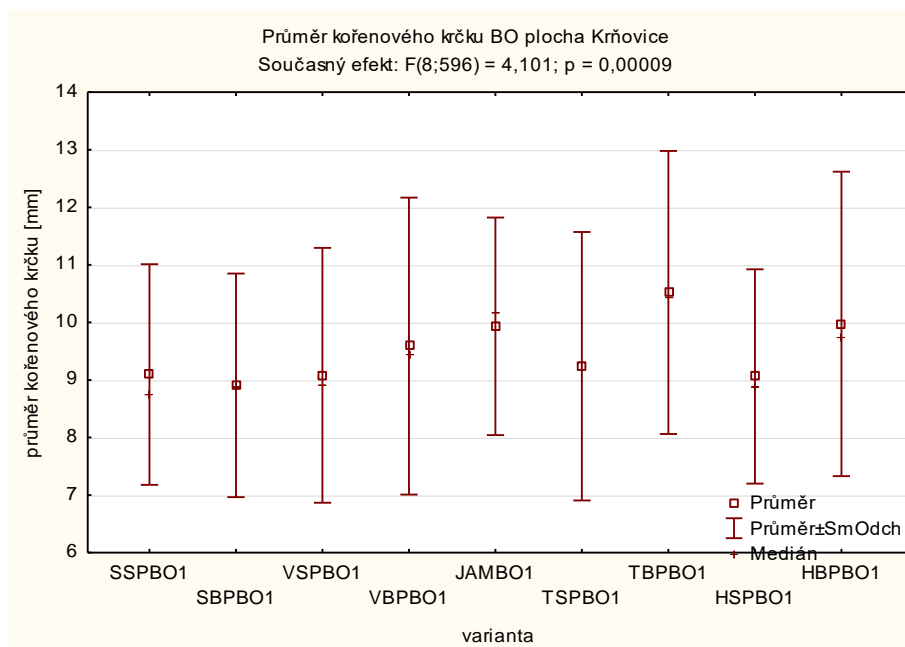
Vyhodnocené délky nadzemních částí borovice jsou patrné na obr. 19. Je zde vidět, že se průměrné hodnoty délky nacházely od 27 cm do 31 cm, jamková sadba se pohybovala

v lepším průměru, nejdelší nadzemní část byla naměřena u způsobu SBP, naopak nejmenší u HSP, měřené délky nadzemních částí byly poměrně vyrovnané.



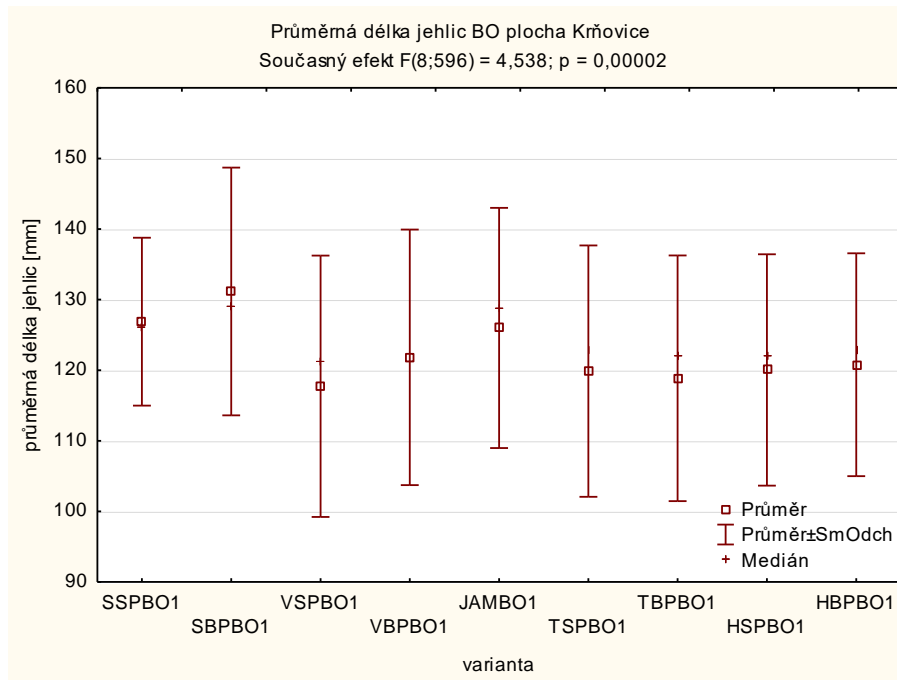
Obr. 20 Statistické vyhodnocení délky přírůstu z roku 2016 – BO Krňovice

Na obr. 20 lze pozorovat rozdíl délky přírůstu u způsobu VSP, jehož průměr se nachází pod hranicí 12 cm, nejlepší průměrná hodnota byla pozorována u jamkové sadby s hodnotou průměru okolo 15 cm, zbylé střední hodnoty se pohybovaly okolo 14 cm v rozpětí $\pm 0,5$ cm. Směrodatné odchylky jsou si u všech způsobů velice podobné. U způsobu HSP se vyskytovaly extrémní nižší než střední hodnota.



Obr. 21 Statistické vyhodnocení průměrů kořenových krčků BO - Krňovice

Statisticky vyhodnocené průměry kořenových krčků jsou uvedeny na obr. 21, u prvních třech způsobů sadby jsou hodnoty velice podobné, nejvyšší střední hodnota byla pozorována u způsobu TBP a nejmenší směrodatná odchylka u způsobu HSB. Jamková sadba dosahuje třetí nejvyšší střední hodnoty.



Obr. 22 Statistické vyhodnocení průměrné délky jehlic BO – Krňovice

Podle obr. 22 nejvyšší střední hodnoty délky jehlic byly naměřeny u způsobu sadby SBP, vyhodnocení jamkové sadby bylo na druhém místě. Hodnoty délky jehlic borovice si byly poměrně podobné, nejmenší směrodatná odchylka byla vyhodnocena u způsobu SSP.

5.3.1.2 Posuzované znaky a ztráty BO

Tab. 4 Posuzované znaky a ztráty vyjádřeny procentuálně BO – Krňovice

Krňovice BO													
způsob sadby	ztráty [%]					povytažený kořenový bal [%]	barva jehlic [%]		poškození [%]				
	sucho	zvěř	neurčeno	klikoroh	mech.		zelená	nažloutlá	klikoroh slabě	klikoroh silně	zvěř	mech.	defoliace
SBPBO	2	0	0	0	0	32	98	2	22	5	0	0	0
SSPBO	0	0	0	0	0	2	98	2	41	7	0	0	0
VBPBO	3	0	0	1	0	0	99	1	52	18	0	0	0
VSPBO	0	0	0	0	1	0	99	1	36	14	0	1	0
JAMBO	3	0	0	0	1	2	92	8	34	3	3	0	0
TBPBO	1	0	0	3	0	3	99	1	29	6	0	0	0
TSPBO	0	0	0	0	1	0	99	1	25	10	1	0	0
HBPBO	3	1	1	0	0	0	93	7	35	7	1	0	0
HSPBO	1	1	0	0	0	1	100	0	35	14	3	0	0

Posuzované znaky procentuálně vyhodnocené v tab. 4 vypovídají, že u borovice byl povytažený kořenový bal pozorován nejvíce u způsobu sadby SBP, a to u 32 % rostlin, u zbylých způsobů bylo procento povytažených kořenových balů zanedbatelné. U rostlin převládala zelená barva jehlic, jen výjimečně se vyskytovala barva nažloutlá. Největší příčina poškození sazenic byla způsobena klikorohem, převažovalo slabé poškození, a to nejvíce u způsobu sadby VBP a SSP, nejčtenější silné poškození klikorohem bylo také pozorováno u způsobu – VBP. Další poškození bylo způsobeno zvěří v celkem malé míře, u způsobu sadby JAM a HSP toto poškození dosahovalo 3 %. Ostatní poškození je zanedbatelné. Největší ztráty byly pozorovány u způsobu – HBP a to 5 %, u způsobu VBP, JAM a TBP ztráty dosahovaly 4 %.

5.3.1.3 Vyhodnocení kořenů



plocha: Krňovice BO					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
SBPBO	28	14	9,6	A	1	0	0	4	0	0	2	0	0	14	2	0
	31	17	10,2	A	2	0	0	2	0	0	3	0	0	9	3	0
	30	15	11,0	A	0	0	0	3	0	0	4	0	0	13	1	0
	32	17	12,1	A	2	0	0	2	0	0	4	0	0	19	1	0
	28	12	11,1	A	0	0	0	1	0	0	2	0	0	23	0	0
	28	14	8,7	A	1	0	0	0	0	0	2	0	0	22	1	0

Obr. 22 Hodnocení kořenového systému u způsobu SBP BO – Krňovice



plocha: Krňovice BO					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
SSPBO	35	19	9,9	A	2	0	0	1	0	0	2	0	0	12	0	0
	29	14	12,2	A	2	0	0	2	0	0	4	0	0	6	1	0
	28	14	11,3	A	2	0	0	1	0	0	1	0	0	15	1	0
	32	17	10,5	A	5	0	0	2	0	0	0	0	0	5	0	0
	29	12	11,6	A	2	0	1	2	0	0	1	0	0	10	0	0
	44	25	12,0	A	13	0	0	3	0	0	2	0	0	6	1	0

Obr. 23 Hodnocení kořenového systému u způsobu SSP BO – Krňovice



plocha: Krňovice BO					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
VBPBO	31	17	9,2	N	3	0	0	1	0	0	2	0	0	9	0	0
	37	20	8,3	N	2	0	0	0	0	0	2	0	0	10	0	0
	34	18	9,1	A	2	0	0	3	0	0	1	0	0	8	1	0
	31	16	8,2	N	2	0	0	1	0	0	2	0	0	4	0	0
	30	15	12,0	N	7	0	0	5	0	0	2	1	0	4	2	0
	28	13	11,9	N	0	0	0	4	0	0	1	0	0	9	0	0

Obr. 24 Hodnocení kořenového systému u způsobu VBP BO – Krňovice



plocha: Krňovice BO					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
VSPBO	26	10	9,0	N	3	0	0	1	0	0	0	0	0	13	0	0
	27	11	10,8	A	6	0	0	2	1	0	4	0	0	10	0	0
	30	13	11,8	A	1	1	0	2	0	0	3	0	0	3	1	1
	24	11	8,7	N	1	0	0	0	0	0	1	0	0	12	1	0
	25	10	9,3	A	3	0	0	2	0	0	2	0	0	15	0	0
	33	15	13,5	A	0	0	0	3	0	0	3	0	0	25	0	0

Obr. 25 Hodnocení kořenového systému u způsobu VSP BO – Krňovice



plocha: Krňovice BO					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
JAMBO	39	26	8,4	A	7	0	0	0	0	0	7	0	0	15	1	0
	36	19	11,5	N	9	0	0	1	0	0	4	0	0	14	1	0
	26	9	8,7	N	7	0	0	2	0	0	3	0	0	15	2	0
	31	19	12,2	A	9	0	0	0	0	0	5	0	0	12	3	0
	24	11	9,5	N	9	0	0	0	0	0	2	0	0	10	0	0
	29	14	10,2	N	12	0	0	1	0	0	3	0	0	14	0	0

Obr. 26 Hodnocení kořenového systému u způsobu JAM BO – Krňovice



plocha: Krňovice BO					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
TBPBO	36	18	12,8	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	1	0
	33	17	11,7	A	2	0	0	2	0	0	1	0	0	10	1	0
	29	17	13,1	A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	10	0	0
	32	17	9,5	A	2	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0
	32	17	9,6	A	4	0	0	0	0	0	1	0	0	5	1	0

Obr. 27 Hodnocení kořenového systému u způsobu TBP BO – Krňovice



plocha: Krňovice BO					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
TSPBO	28	14	9,9	A	6	0	0	1	0	0	1	0	0	9	0	0
	28	15	13,3	A	9	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0
	33	20	12,0	A	2	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	1
	19	8	9,7	A	7	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0
	31	14	14,4	A	0	0	0	1	0	0	0	0	0	13	1	0
	28	16	11,6	A	3	0	0	1	0	0	3	0	0	8	1	0

Obr. 28 Hodnocení kořenového systému u způsobu TSP BO – Krňovice



plocha: Krňovice BO					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
HBPBO	33	14	5,4	A	2	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
	30	15	7,6	A	2	0	0	0	0	0	2	0	0	6	1	0
	29	14	9,1	A	0	0	0	0	0	0	1	0	0	8	0	0
	31	16	13,2	A	4	0	0	3	0	0	1	0	0	6	2	0
	29	13	10,9	A	1	0	0	1	1	0	1	0	0	7	1	0
	37	19	8,6	A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0

Obr. 29 Hodnocení kořenového systému u způsobu HBP BO – Krňovice

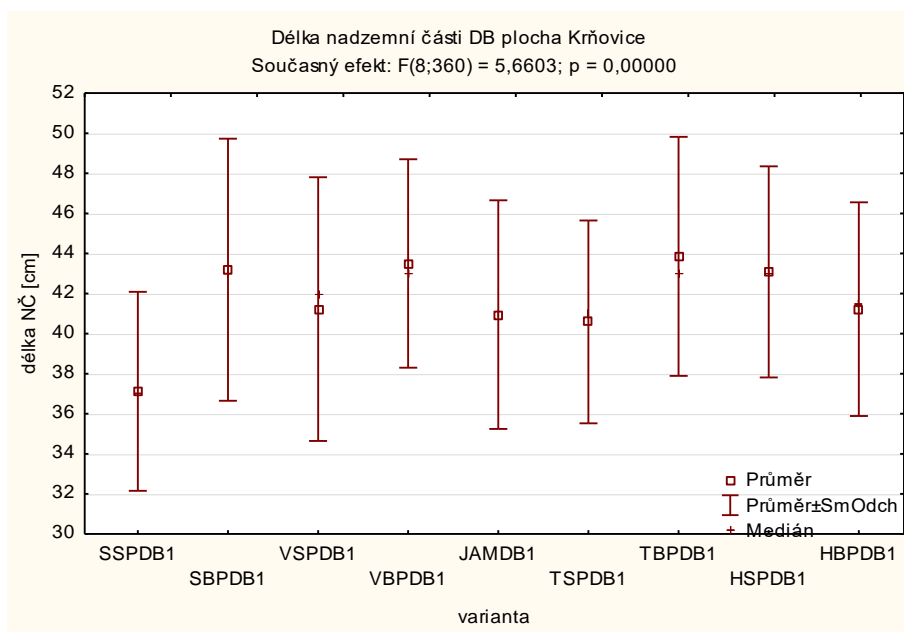


plocha: Krňovice BO					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přirůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
HSPBO	30	14	8,2	A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11	2	0
	31	15	7,0	A	0	0	0	1	0	0	2	0	0	5	0	0
	24	12	7,1	A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	4	1	1
	32	14	8,4	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	0
	31	16	9,3	A	2	0	0	1	0	0	0	0	0	5	0	0
	23	10	7,6	A	3	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0

Obr. 30 Hodnocení kořenového systému u způsobu HSP BO – Krňovice

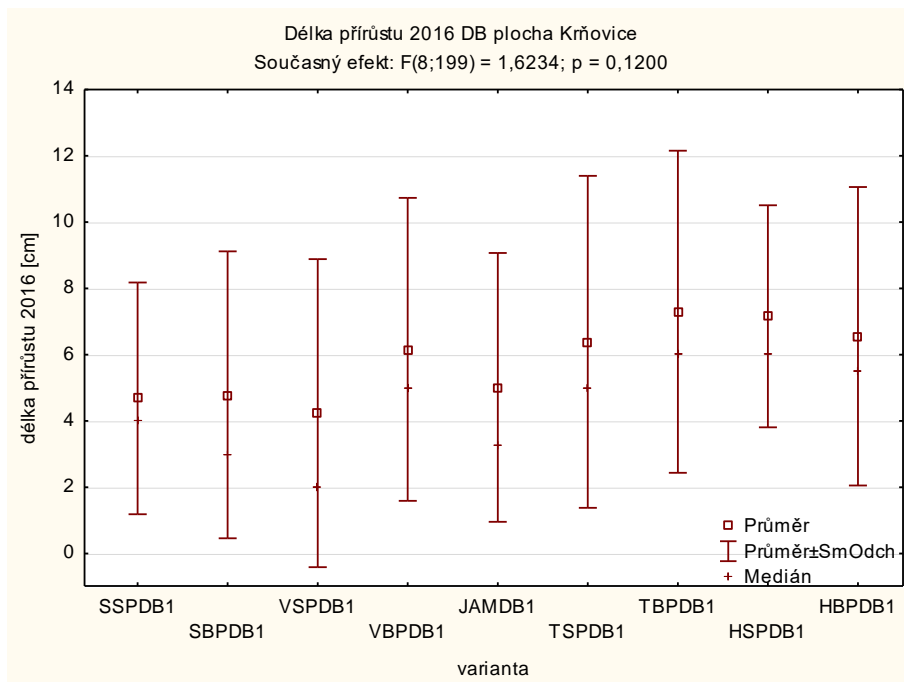
Zhodnocení obr. 22 až 30. Na výzkumné ploše Krňovice u borovice průměrně prorostlo z kořenového balu rostlin 99 ks kořenů všech tloušťkových tříd. Největší četnost prorůstových kořenů byla pozorována u tloušťkové třídy do 2 mm. Minimálně se vyskytovaly kořeny v tloušťkové třídě 2–4 mm. U všech způsobů sadby převládaly viditelné kořenové deformace silnějších kořenů, které tvořili spletnce v kořenovém balu, způsobené pravděpodobně již při pěstování v obalu, v lesní školce. Největší počet prorostlých kořenů byl pozorován u způsobu sadby JAM, dále u způsobu sadby SBP a VSP. Nejméně kořenů prorostlo u způsobu HSP a HBP. Kořeny do 2 mm prorůstaly v zónách kořenového balu vcelku rovnoměrně, nejvyšší výskyt těchto kořenů byl pozorován v 4. zóně, dále pak v zóně 1.

5.3.1.4 Statistické vyhodnocení měřených parametrů DB nadzemní část



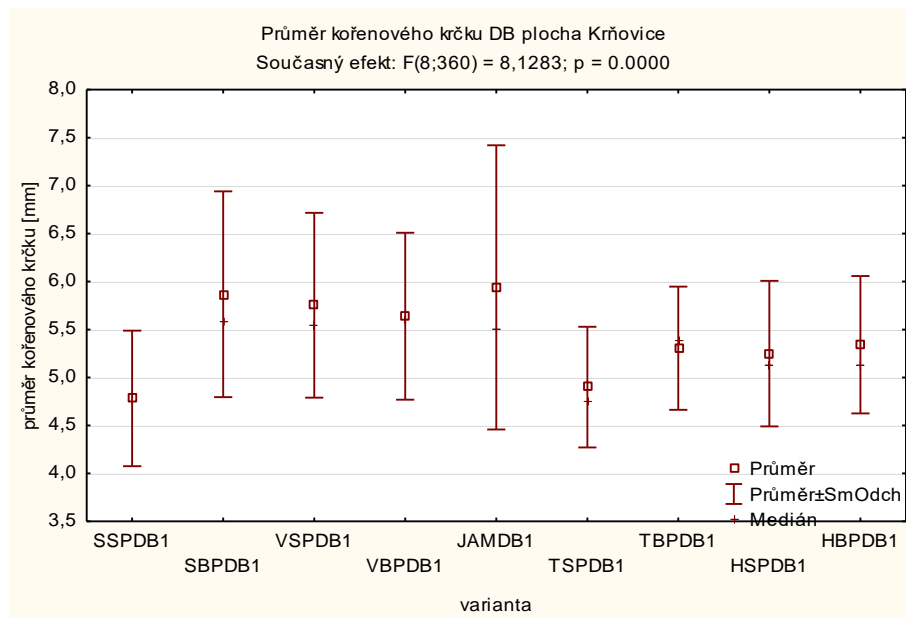
Obr. 30 Statistické vyhodnocení délk nadzemní části DB – Krňovice

Ze statistického vyhodnocení délek nadzemní části dubu na obr. 30 je zřejmé, že byl pozorován rozdíl mezi způsobem sadby SSP a ostatními způsoby, které jsou poměrně vyrovnané, jejichž střední hodnoty se pohybují v rozmezí 4 cm. Nejvyšší střední hodnotu pozorujeme u způsobu TBP, vyskytují se tu však v souboru odlehlé hodnoty několika vyšších jedinců. Střední hodnota jamkové sadby se pohybuje mezi nejnižšími.



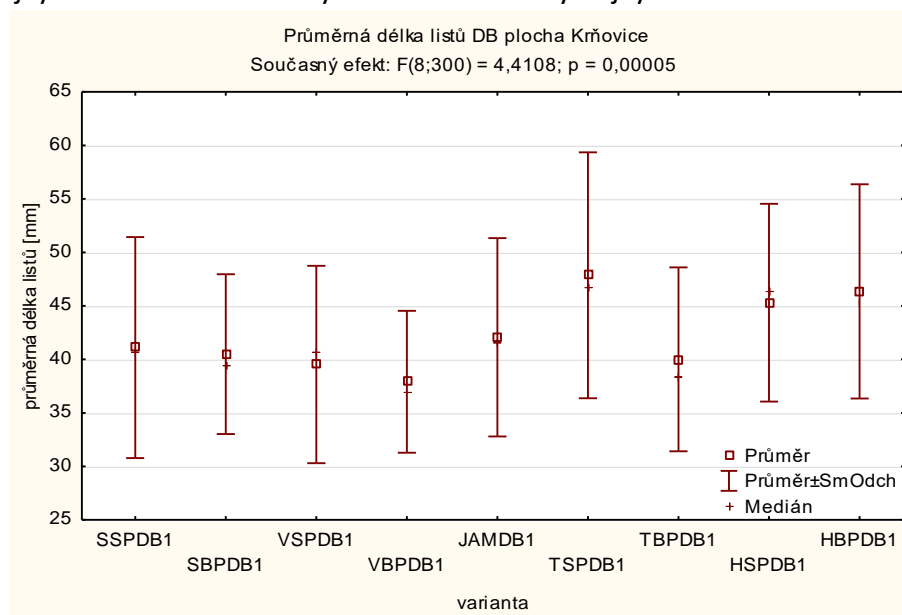
Obr. 31 Statistické vyhodnocení délk přírůstu z roku 2016 DB – Krňovice

Délka přírůstu v roce 2016 byla poměrně variabilní, u většiny způsobů sadby se vyskytují odlehle extrémní hodnoty, největší střední hodnota se nachází u způsobu TBP, naopak nejnižší u způsobu VSP, zde byly také naměřeny největší extrémní hodnoty. Tyto hodnoty jsou uvedeny v obr. 31.

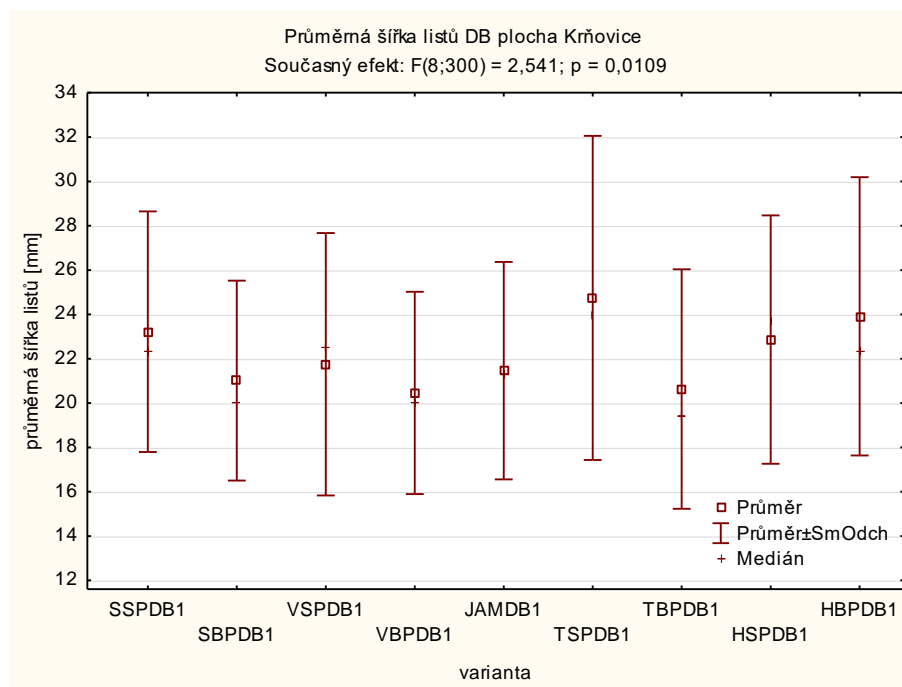


Obr. 32 Statistické vyhodnocení průměrů kořenových krčků DB – Krňovice

Ze statistického vyhodnocení na obr. 32 je zřejmé, že je jasný rozdíl mezi způsobem SSP, TSP a ostatními způsoby sadby, jejichž střední hodnoty se nacházejí mezi 5 až 6 mm. Nejvyšší střední hodnota byla vyhodnocena u způsobu JAM, u tohoto způsobu se také vyskytuje nejvyšší směrodatná odchylka a také extrémní nejvyšších hodnot.



Obr. 33 Statistické vyhodnocení průměrné délky listů DB – Krňovice



Obr. 34 Statistické vyhodnocení průměrné šířky listů DB – Krňovice

Na obr. 33 a 34 je uvedeno statistické vyhodnocení průměrné délky a šířky listů dubu. Střední hodnoty délky listu se pohybují okolo 40 mm, nejvyšší střední hodnota u způsobu TSP se pohybuje okolo 47 mm, je zde také vyhodnocena nejvyšší směrodatná odchylka. Střední hodnoty šířky listu se pohybují mezi 20 až 27 mm. Nejvyšší hodnoty se také vyskytují u způsobu TSP taktéž s nevyšší směrodatnou odchylkou, dá se říct, že trend průběhu hodnot šířky listů je velice podobný trendu průběhu hodnot délky listů.

5.3.1.5 Posuzované znaky a ztráty DB

Tab. 5 Posuzované znaky a ztráty vyjádřeny procentuálně DB - Krňovice

Krňovice DB																		
způsob sadby	ztráty [%]				povytažený kořenový bal [%]	tvar [%]			počet bočních větví [%]						zaschlý terminál [%]	poškození [%]		
	sucho	zvěř	neurčeno	mech.		normal	dvoják	troják	0	1	2	3	4	5		zvěř	sucho	mech.
SBPDB	10	10	0	0	23	96	4	0	33	21	25	19	2	0	65	63	0	0
SSPDB	9	15	0	0	0	93	5	2	34	27	5	24	5	5	76	34	0	0
VBPDDB	11	30	0	0	10	84	14	0	71	17	2	10	0	0	69	74	0	0
VSPDB	31	13	0	0	6	86	14	0	53	22	8	14	0	3	67	61	0	0
JAMDB	11	5	0	0	0	87	13	0	37	26	13	15	9	0	54	56	0	0
TBPDB	11	13	0	7	0	86	12	2	43	24	26	5	0	2	83	95	0	0
TSPDB	18	9	0	11	0	94	6	0	47	11	19	11	6	6	75	83	0	0
HBPDB	25	8	11	6	6	97	3	0	50	9	13	22	6	0	75	78	0	0
HSPDB	20	3	3	11	3	92	8	0	39	18	21	18	3	0	66	82	0	0

Tabulka č. 5 znázorňuje, že u dubu na ploše Krňovice byl největší úhyn sazenic způsoben suchem, a to nejvíce u způsobu VSP 31 %, nejmenší ztráty se pohybovaly okolo 10 %. Další nejčastější příčinou ztrát byla zvěř, u zhruba 14 % ztrát nebyla příčina zjištěna a asi 35 % bylo zničeno mechanicky, tyto příčiny ale nejspíše neměly spojitost se způsobem sadby. U rostlin převažoval nepovytažený kořenový bal, pouze u způsobu SBP bylo povytaženo 23 % rostlin. Převažoval jeden terminální výhon, průměrně u 8 % se vyskytl dvoják, troják se vyskytoval minimálně. Převažoval hlavní kmínek bez větví, nejvíce se dále vyskytovala jedna boční větev a poté dvě boční větve. Důležitým faktorem byl zaschlý terminál, který se vyskytoval u každého způsobu sadby v nadpoloviční většině hodnocených rostlin, nejvíce však u způsobu TBP a dále u SSP, nejméně se tento jev vyskytoval u způsobu sadby JAM. Dále se zde velice hojně vyskytovalo poškození zvěří, a to u drtivé většiny vysázených rostlin.

5.3.1.6. Vyhodnocení kořenů



plocha: Krňovice DB					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
SBPDB	46	2	7,3	N	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0
	50	3	4,5	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0
	48	13	5,3	N	1	0	0	1	0	0	0	0	0	3	1	0
	60	18	7,0	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0
	40	1	6,4	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	39	2	6,9	N	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	0

Obr. 35 Hodnocení kořenového systému u způsobu SBP DB – Krňovice



plocha: Krňovice DB					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
SSPDB	35	1	4,9	N	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	43	3	4,6	N	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0
	37	2	5,9	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0
	36	1	5,4	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	43	5	4,9	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0

Obr. 36 Hodnocení kořenového systému u způsobu SSP DB – Krňovice



plocha: Krňovice DB					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
VBPDB	41	1	6,7	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	44	1	6,6	N	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	1	0
	42	3	7,3	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0
	37	1	5,3	N	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
	52	4	6,0	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0

Obr. 37 Hodnocení kořenového systému u způsobu VBP DB – Krňovice



plocha: Krňovice DB					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
VSPDB	45	6	5,3	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	36	1	9,9	N	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	2	0
	48	3	6,1	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0
	45	1	6,1	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	50	10	5,8	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
	37	1	5,1	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0

Obr. 38 Hodnocení kořenového systému u způsobu VSP DB – Krňovice



plocha: Krňovice DB					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
JAMDB	47	8	6,2	N	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
	43	4	7,1	N	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	45	4	7,1	N	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0
	45	7	6,5	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0
	44	9	7,0	N	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0
	45	3	6,3	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

Obr. 39 Hodnocení kořenového systému u způsobu JAM DB – Krňovice



plocha: Krňovice DB					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
TBPDB	43	4	6,6	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	48	6	6,1	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	41	4	5,8	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	29	2	6,0	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	42	6	6,8	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Obr. 40 Hodnocení kořenového systému u způsobu TBP DB – Krňovice



plocha: Krňovice DB					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
TSPDB	37	1	4,2	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1
	46	10	5,9	N	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	2	0
	40	1	5,4	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	41	1	5,7	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0
	41	1	5,0	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0

Obr. 41 Hodnocení kořenového systému u způsobu TSP BO – Krňovice



plocha: Krňovice DB					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
HBPDB	40	1	5,1	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	36	1	5,0	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	43	4	5,3	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	41	3	6,9	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0
	41	2	5,8	N	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0

Obr. 42 Hodnocení kořenového systému u způsobu HBP DB – Krňovice



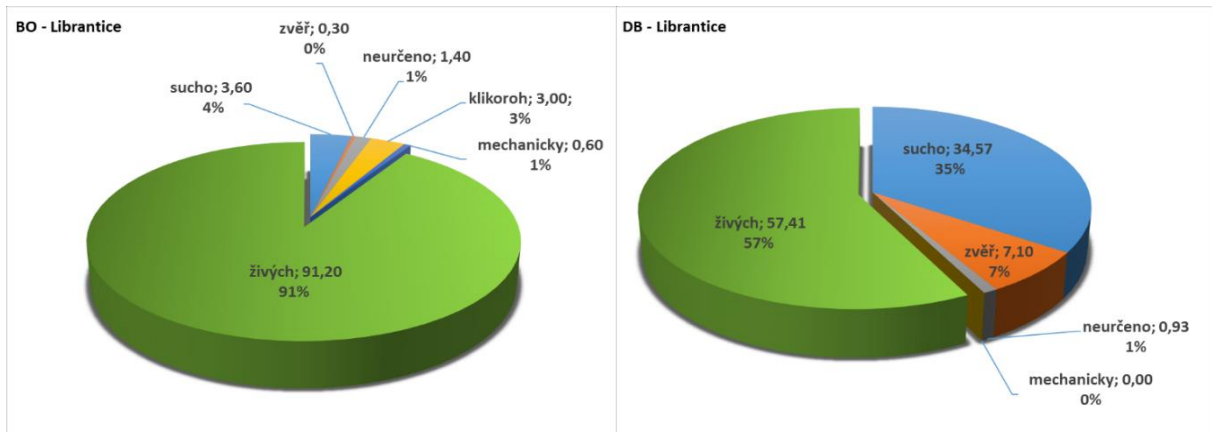
plocha: Krňovice DB					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
HSPDB	46	10	5,7	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0
	38	2	5,6	N	2	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0	1
	42	1	5,0	N	1	0	0	2	0	0	0	0	0	6	0	0
	43	1	5,4	N	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	46	9	4,1	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0
	42	3	6,2	N	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

Obr. 43 Hodnocení kořenového systému u způsobu HSP DB – Krňovice

Hodnocení k obr. 35 až 43. Na výzkumné ploše Krňovice u dubu byla situace o poznání horší, průměrně prorostlo z kořenového balu rostlin pouze 22 ks kořenů všech tloušťkových tříd. Největší četnost prorůstavých kořenů byla pozorována u tloušťkové třídy do 2 mm. Kořeny tloušťkové třídy 2–4 mm se vyskytovaly pouze ve velice omezené míře a jenom ve 4. zóně. Největší počet prorostlých kořenů byl pozorován u způsobu sadby HSP, dále u způsobu sadby JAM. Nejméně kořenů prorostlo u způsobu TBP a HBP. Kořeny do 2 mm prorůstaly v zónách kořenového balu převážně jen v 1. a 4. zóně, nejvyšší výskyt těchto kořenů byl pozorován v 4. zóně. Nejhorší situace byla pozorována u způsobu TBP, kde prorostly kořeny pouze u dvou z pěti pozorovaných rostlin, u každé rostliny to byl 1 kořen do 2 mm ve 4. zóně.

5.3.2 Plocha Librantice

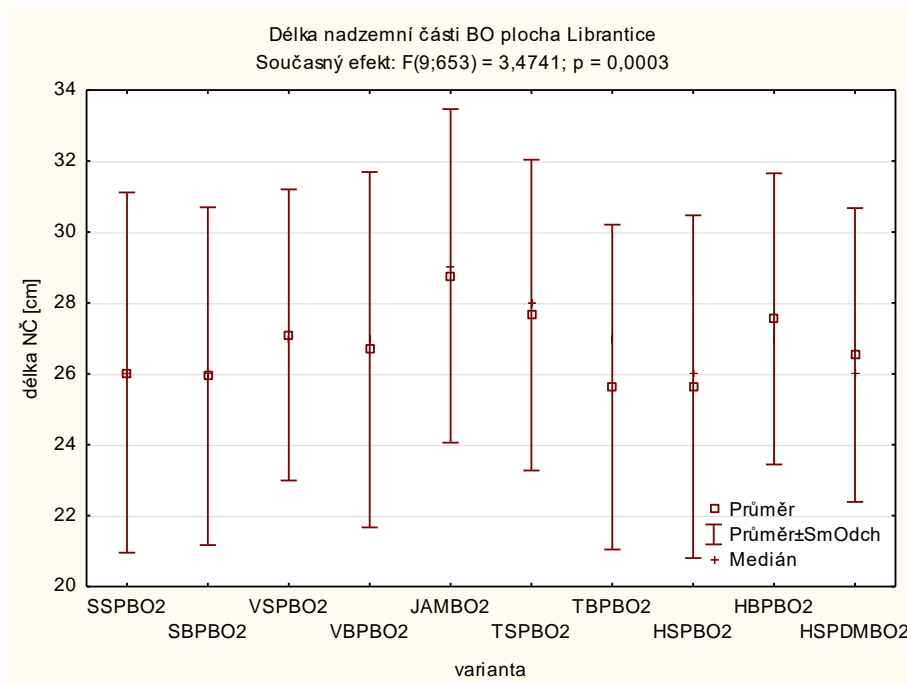
5.3.2.1 Vyhodnocení ztrát



Obr. 44 Procentuálně vyjádřené ztráty a jejich příčiny BO a DB – Librantice

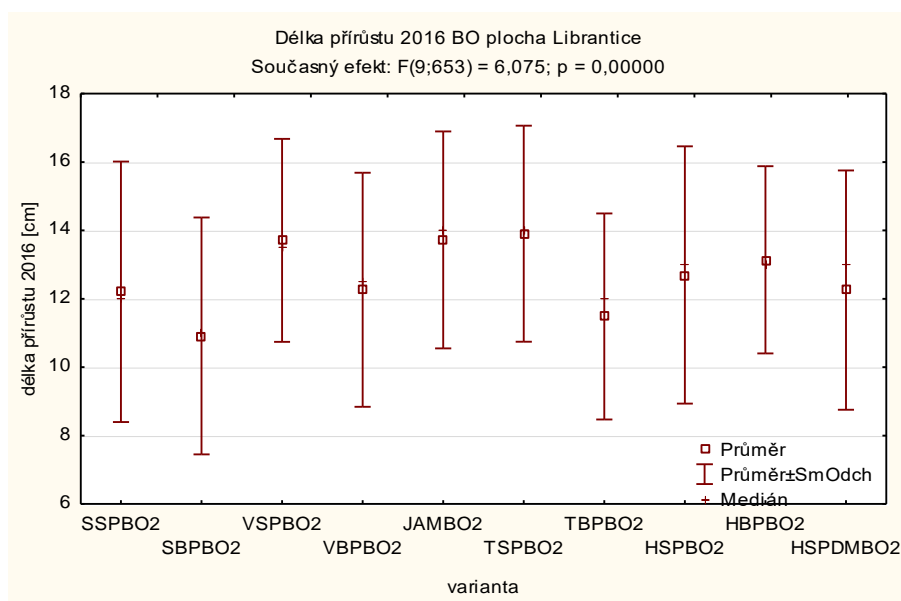
Jak je vidět na obr. 44, celkové ztráty u borovice na ploše Librantice dosahují necelých 9 %, tyto ztráty byly nejvíce způsobeny suchem a klíkoroň borovým. U dubu je situace o poznání horší, ztráty způsobené suchem dosahují necelých 35 %, následují 7% ztráty způsobené zvěří, celkové ztráty u dubu na ploše Librantice jsou 43 % z celkového počtu vysázených rostlin.

5.3.2.2 Statistické vyhodnocení měřených parametrů BO nadzemní část



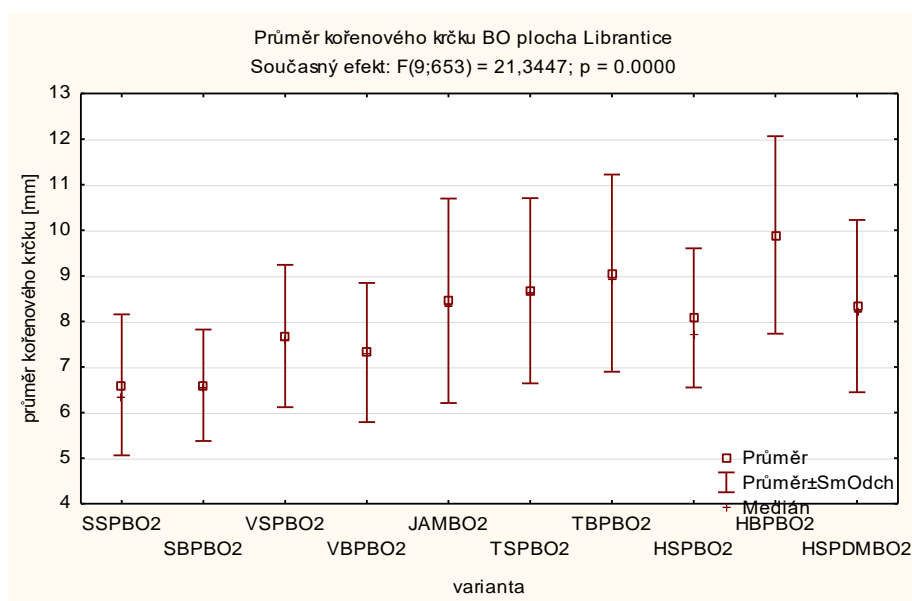
Obr. 45 Statistické vyhodnocení délky nadzemní části BO – Librantice

Podle obr. 45 je střední hodnota délky nadzemní části borovice nejvyšší u jamkové sadby s hodnotou necelých 29 cm a vyskytují se u ní menší extrémní nejnižších hodnot. Nejnižší střední hodnoty byly určeny u způsobů TBP a HSP, nejmenší směrodatná odchylka se vyskytuje u způsobu VSP.



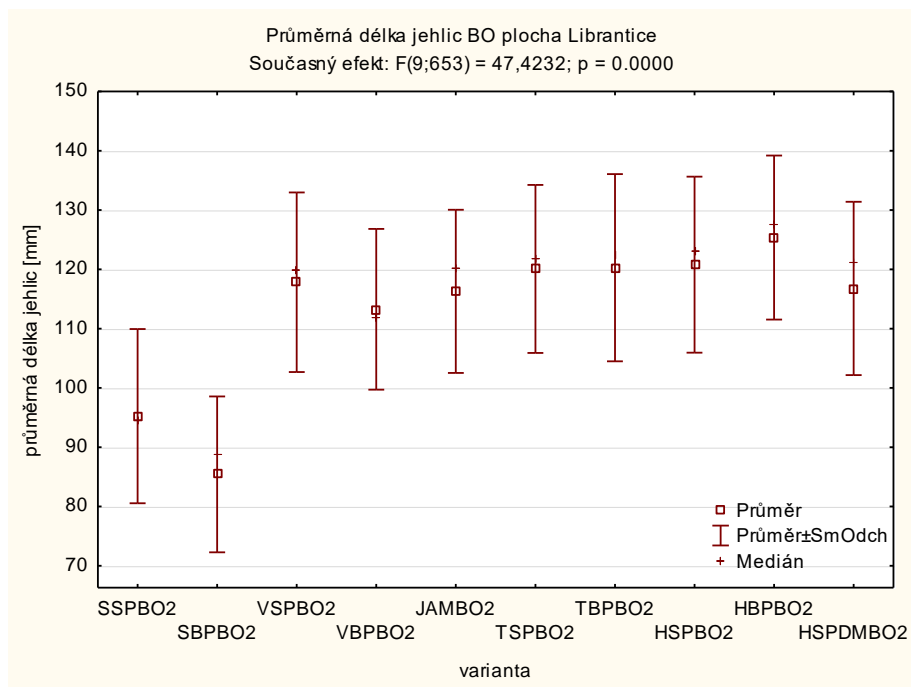
Obr. 46 Statistické vyhodnocení délky přírůstu z roku 2016 BO – Librantice

Statistické vyhodnocení délky nadzemní části v roce 2016 na obr 46 ukazuje, že měřená data byla vcelku variabilní, nejmenší střední hodnota dosahuje 11 cm a nalézá se u způsobu sadby SBP, největších středních hodnot okolo 14 cm dosahují způsoby JAM a TSP, směrodatné odchylky jsou si u všech způsobů velice podobné.



Obr. 47 Statistické vyhodnocení průměrů kořenových krčku BO – Librantice

U obr. 47 statistické vyhodnocení průměrů kořenových krčků, můžeme také říci, že se jedná o poměrně variabilní hodnoty. U prvních dvou způsobů SSP a SBP jsou střední hodnoty nejnižší. Nejvyšších hodnot dosahuje způsob HBP, zbylé způsoby se pohybují v rozmezí od 7 do 9 mm. Nejmenší směrodatná odchylka byla vyhodnocena u způsobu SBP.



Obr. 48 Statistické vyhodnocení průměrné délky jehlic BO – Librantice

U průměrné délky jehlic na obr. 48 je vidět rozdíl mezi způsoby SSP a SBP, jejich střední hodnoty se pohybují poměrně nízko, oproti zbytku hodnocených způsobů. Nejnižší střední hodnota je pozorována u způsobu sadby SBP s hodnotou přibližně 85 mm. Nejvyšší střední hodnota je u způsobu HBP, ostatní průměrné hodnoty se pohybují v rozmezí 110 až 125 mm. Směrodatné odchylky jsou si poměrně podobné a vyrovnané.

5.3.2.3 Posuzované znaky a ztráty BO

Tab. 6 Posuzované znaky a ztráty vyjádřeny procentuálně BO – Librantice

Librantice BO													
způsob sadby	ztráty [%]					povytažený kořenový bal [%]	barva jehlic [%]		poškození [%]				
	sucho	zvěř	neurčeno	klikoroh	mech.		zelená	nažloutlá	klikoroh slabě	klikoroh silně	zvěř	mech.	defoliace
SBPBO	6	0	7	4	0	12	81	19	14	2	0	0	2
SSPBO	7	1	6	1	3	2	90	10	17	10	0	0	0
VBPBO	6	0	0	1	0	0	88	12	18	15	1	1	
VSPBO	0	0	0	3	0	0	80	20	18	12	0	0	2
JAMBO	1	0	0	0	0	0	96	4	16	4	4	0	0
TBPBO	3	0	0	6	3	14	97	3	28	8	2	0	0
TSPBO	0	0	0	1	0	1	99	1	23	8	3	0	3
HBPBO	1	1	0	1	0	1	99	1	32	10	0	0	0
HSPBO	4	0	0	1	0	0	100	0	30	7	0	0	0
HSPDMBO	8	0	8	12	0	0	98	2	23	60	0	0	0

Z tab. 6 je patrné, že ztráty borovice na ploše Librantice nejvíce způsobuje sucho a poté klikoroh borový. Nejvíce postižen byl způsob sadby HSPDM, kde ztráty způsobené klikorohem borovým dosahují 12 % a ztráty způsobené suchem dosahují 8 %. Povytažený kořenový bal u většiny způsobů nebyl výrazně zjištěn, pouze u způsobu sadby TBP dosahuje podíl povytaženého balu 14 % a u způsobu SBP to je 12 %. Nažloutlá barva jehlic byla nejvíce pozorována u způsobu VSP a u SBP, u zbytku byla převážně pozorována zelená barva jehlic. Slabé poškození klikorohem borovým se vyskytovalo nejvíce, a to především u způsobu HBP, kde četnost výskytu dosahovala 32 %, naopak nejméně se toto poškození vyskytovalo u způsobu JAM, kde bylo poškození pozorováno u 16 % jedinců. Silné poškození klikorohem borovým bylo nejvíce u způsobu HSPDM, kde toto poškození dosahovalo až 60 %, druhý nejvyšší výskyt byl u způsobu VBP, a to pouze 15 %.

5.3.2.4 Vyhodnocení kořenů BO



plocha: Librantice BO					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
SBPBO	33	17	7,7	A	0	0	0	4	0	0	3	0	0	16	2	0
	31	12	8,4	A	1	0	0	2	0	0	1	0	0	10	0	0
	34	17	7,1	A	0	0	0	2	0	0	2	0	0	8	1	0
	27	11	6,0	A	0	0	0	1	0	0	2	0	0	15	0	0
	24	11	8,8	A	0	0	0	0	0	0	2	0	0	10	0	0
	37	17	6,1	A	4	0	0	1	0	0	1	0	0	19	0	0

Obr. 49 Hodnocení kořenového systému u způsobu SBP BO – Librantice



plocha: Librantice BO					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
SSPBO	30	15	7,3	A	5	0	0	0	0	0	0	0	0	15	1	0
	28	11	6,5	A	1	0	0	0	0	0	1	0	0	13	2	0
	32	16	6,6	A	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0
	31	15	8,5	A	2	0	0	1	0	0	0	0	0	9	1	0
	16	7	7,3	A	1	0	0	0	0	0	2	0	0	7	0	0
	32	16	10,4	A	3	0	0	2	0	0	1	0	0	14	1	0

Obr. 50 Hodnocení kořenového systému u způsobu SSP BO – Librantice



plocha: Librantice BO					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
VBPBO	26	10	8,2	A	1	0	0	3	0	0	2	0	0	12	0	0
	26	11	6,4	A	1	0	0	3	0	0	1	0	0	14	1	0
	24	12	5,6	A	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12	0	0
	29	13	8,6	A	1	0	0	2	0	0	2	0	0	12	0	0
	24	13	6,0	A	3	0	0	1	0	0	0	0	0	8	0	0
	29	15	7,8	A	3	0	0	2	0	0	2	0	0	8	0	0

Obr. 51 Hodnocení kořenového systému u způsobu VBP BO – Librantice



plocha: Librantice BO					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
VSPBO	33	19	7,8	A	2	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0
	31	17	8,5	A	4	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0
	26	14	8,0	A	3	0	0	2	0	0	0	0	0	9	1	0
	26	15	8,0	A	8	0	0	1	0	0	0	0	0	9	1	0
	33	18	6,3	A	1	2	0	2	0	0	0	0	0	20	0	0
	27	16	6,2	A	2	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0

Obr. 52 Hodnocení kořenového systému u způsobu VSP BO – Librantice



plocha: Librantice BO					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
JAMBO	18	7	5,1	A	3	0	0	4	0	0	2	0	0	8	0	0
	30	15	5,6	A	4	0	0	0	0	0	2	0	0	14	0	0
	23	10	6,8	A	5	0	0	6	0	0	4	0	0	17	0	0
	31	16	7,0	A	7	1	0	3	0	0	0	0	0	9	0	0
	28	16	6,9	A	5	0	0	1	0	0	0	0	0	13	0	0
	20	7	8,0	A	5	0	0	3	0	0	2	0	0	8	1	0

Obr. 53 Hodnocení kořenového systému u způsobu JAM BO – Librantice



plocha: Librantice BO					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
TBPBO	25	11	6,0	A	0	0	0	2	0	0	2	0	0	11	0	0
	23	13	7,0	A	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0
	33	15	8,1	A	0	0	0	3	0	0	2	0	0	6	1	0
	19	6	7,0	A	3	0	0	2	0	0	2	0	0	9	0	0
	35	20	8,1	A	3	0	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0
	26	14	9,7	A	0	0	0	1	0	0	0	0	0	12	2	0

Obr. 54 Hodnocení kořenového systému u způsobu TBP BO – Librantice



plocha: Librantice BO					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
TSPBO	35	19	5,9	A	5	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
	24	13	5,9	N	4	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0
	31	16	8,8	A	6	0	0	0	0	0	2	0	0	7	1	0
	25	12	7,6	N	3	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0
	31	14	8,1	A	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7	1	0
	27	16	6,8	A	8	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0

Obr. 55 Hodnocení kořenového systému u způsobu TSP BO – Librantice



plocha: Librantice BO					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
HBPBO	20	4	6,8	A	0	0	0	1	0	0	3	0	0	4	0	0
	39	14	5,9	A	6	0	0	2	0	0	1	0	0	9	0	0
	29	15	8,5	A	2	0	0	6	0	0	1	0	0	10	0	0
	36	17	11,4	A	7	0	0	1	0	0	3	0	0	14	1	0
	28	11	9,4	A	0	0	0	4	0	0	0	0	0	22	0	0
	37	18	8,3	A	2	0	0	2	1	0	0	0	0	13	0	0

Obr. 56 Hodnocení kořenového systému borovice u způsobu HBP BO – Librantice



plocha: Librantice BO					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
HSPBO	24	11	7,6	N	3	0	0	0	0	0	3	0	0	7	0	0
	35	19	7,9	A	1	0	0	1	0	0	0	0	0	6	1	0
	31	15	6,5	A	6	0	0	0	0	0	0	0	8	2	0	
	32	17	5,0	N	4	1	0	2	0	0	0	0	6	1	0	
	37	17	7,2	A	3	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	0
	23	10	7,9	A	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0

Obr. 57 Hodnocení kořenového systému u způsobu HSP BO – Librantice

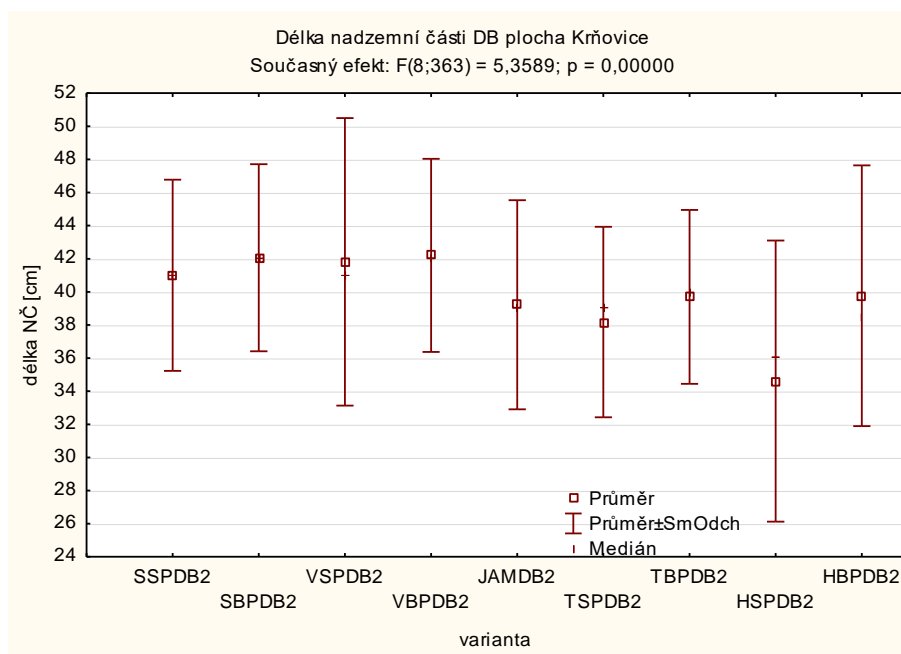


plocha: Librantice BO					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
HSPDMBO	21	6	6,8	A	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0
	25	11	7,5	A	8	0	0	2	0	0	1	0	0	13	1	0
	20	6	6,6	N	2	0	0	1	0	0	0	0	0	5	1	0
	37	24	10,0	N	4	0	0	3	6	0	2	0	0	4	1	0
	30	15	12,2	A	5	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0
	18	7	7,7	A	3	0	0	1	0	0	0	0	0	6	0	0

Obr. 58 Hodnocení kořenového systému u způsobu HSPDM DB – Librantice

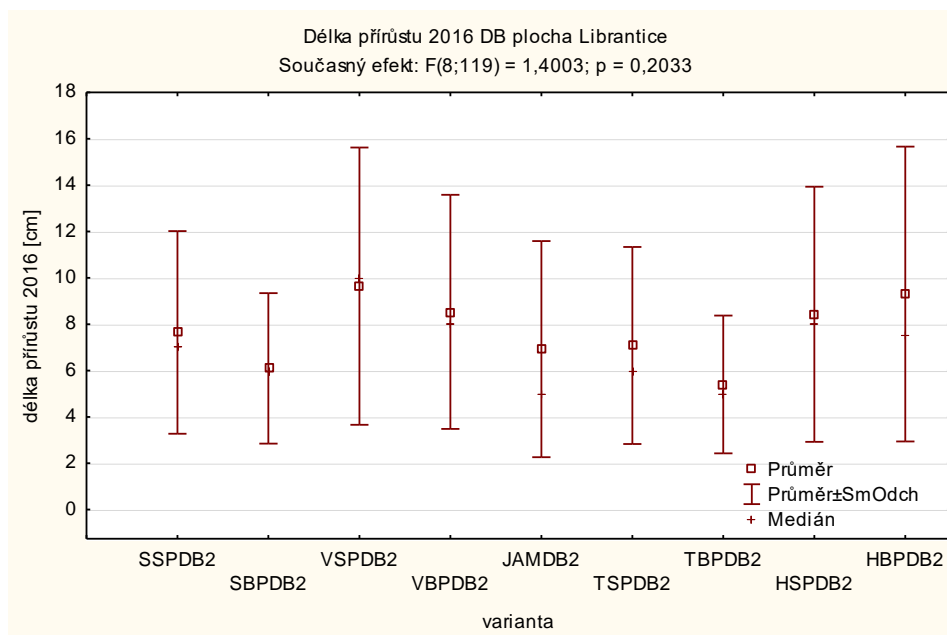
Celkové hodnocení podzemní části borovice na ploše Librantice je takové, že průměrný počet prorostlých kořenů kořenovým balem všech tloušťkových tříd je 91 ks. Největší četnost prorůstových kořenů byla pozorována u tloušťkové třídy do 2 mm. Kořeny s tloušťkou 2-4 mm se vyskytovaly velice omezeně a pouze ve 4. zóně kořenového balu. Prakticky u všech pozorovaných rostlin převládaly viditelné kořenové deformace silnějších kořenů, které tvořily spletnice v kořenovém balu způsobené pravděpodobně již při pěstování v obalu, v lesní školce. Největší počet prorostlých kořenů byl pozorován u způsobu sadby JAM, dále u způsobu SBP a SSP. Nejmenší celkový počet kořenů prorostl z kořenového balu u způsobu sadby TSP a HSP. Největší počet prorostlých kořenů s tloušťkou do 2 mm byl pozorován ve 4 zóně kořenového balu, dále druhý největší výskyt těchto kořenů byl pozorován v 1. a 3. zóně, ve 2. zóně kořenového balu prorůstaly kořeny nejméně. Toto hodnocení je patrné z obr. 49 až 58.

5.3.2.5 Statistické vyhodnocení měřených parametrů DB nadzemní část



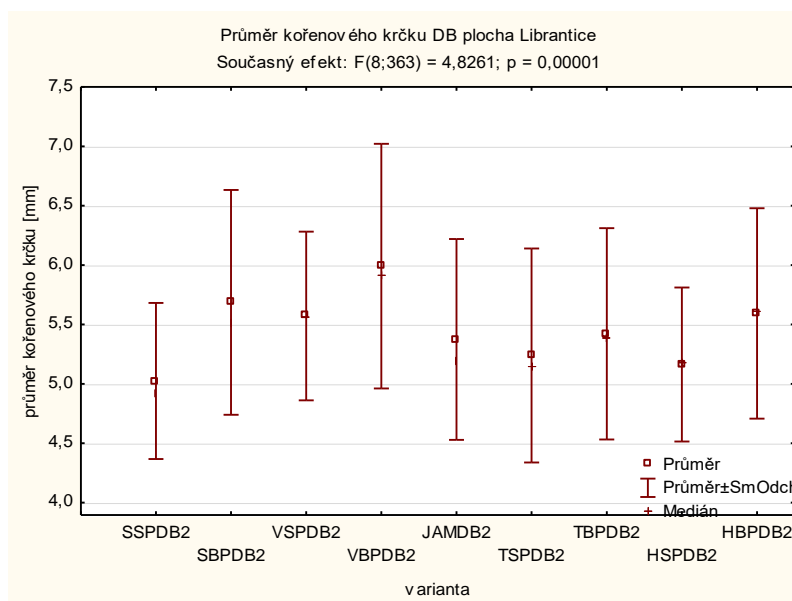
Obr. 59 Statistické vyhodnocení délky nadzemní části DB – Librantice

Délky nadzemních částí dubu na ploše Krňovice jsou znázorněny na obr. 59, střední hodnoty délek se u většiny způsobů sadby pohybovaly v rozmezí od 38 do 42,5 cm. Největší průkazný rozdíl se projevil u způsobu HSP, zde je nejmenší střední hodnota, vyskytují se extrémní nejmenších hodnot a je zde vyhodnocena poměrně velká směrodatná odchylka. Nejvyšší střední hodnota se nachází u způsobu VBP a dále nejmenší směrodatnou odchylku nalezneme u způsobu sadby TBP.



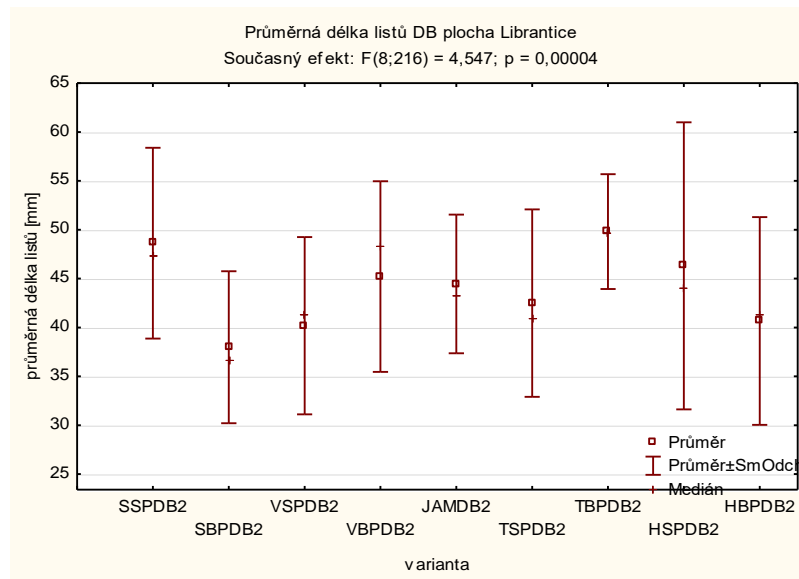
Obr. 60 Statistické vyhodnocení délky přírůstu z roku 2016 DB – Librantice

Z obr. 60 je patrné, že měřená data délek přírůstů byla poměrně různá, je zde vcelku velká variabilita. Nejmenší střední hodnota byla určena u způsobu sadby TBP, a to okolo 5 cm, zde také byla určena nejmenší směrodatná odchylka. Nejvyšší střední hodnota a druhá nejvyšší směrodatná odchylka se nachází u způsobu VSP. Výskyt extrémů nejvyšších hodnot je pozorován u způsobu JAM a HBP.



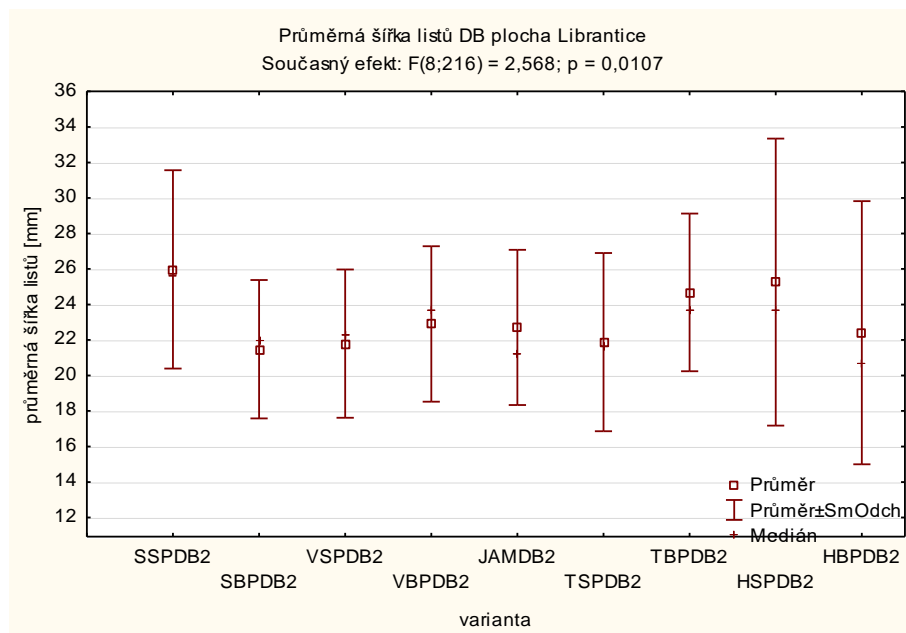
Obr. 61 Statistické vyhodnocení průměrů kořenových krčků DB – Librantice

Rozdíl mezi nejmenší a největší střední hodnotou průměrů kořenových krčků na obr. 61 je zhruba 1 mm. Výskyt extrémů nejvyšších hodnot je pozorován u způsobu JAM. Nejmenší směrodatná odchylka byla určena u způsobu SSP, zde se také vyskytuje nejmenší střední hodnota, která se pohybuje okolo 5,1 mm.



Obr. 62 Statistické vyhodnocení průměrné délky listů DB – Librantice

Střední hodnoty průměrné délky listů dubu jsou zobrazeny na obr. 62. Nejmenší směrodatná odchylka byla vyhodnocena u způsobu sadby TBP, zde je také největší střední hodnota, která dosahuje 50 mm. Nejnižší střední hodnota s výskytem nejvyšších extrémních hodnot nalezneme u způsobu SBP. Nejvyšší směrodatná odchylka byla vyhodnocena u způsobu HSP. Střední hodnoty šířky listů se pohybují od 38 do 50 mm.



Obr. 63 Statistické vyhodnocení průměrné šířky listů DB – Librantice

Z obr. 63 je patrné, že střední hodnoty průměrné délky listů dubu jsou poměrně podobné. Až na nejvyšší, která dosahuje 26 mm, zbylé hodnoty se pohybují přibližně od 21 mm do 25 mm. Největší směrodatná odchylka byla vyhodnocena u způsobu HBP a způsobu HSP, u těchto dvou způsobů jsou také pozorovány výskyty extrémů nejvyšších hodnot. Nejmenší směrodatná odchylka byla vyhodnocena u způsobu SBP.

5.3.2.6 Posuzované znaky a ztráty

Tab. 7 Posuzované znaky a ztráty vyjádřeny procentuálně DB – Librantice

Librantice DB																		
způsob sadby	ztráty [%]				povytažený kořenový bal [%]	tvar [%]			počet bočních větví [%]						zaschlý terminál [%]	poškození [%]		
	sucho	zvěř	neurčeno	mech.		normal	dvoják	troják	0	1	2	3	4	5		zvěř	sucho	mech.
SBPDB	24	3	1	0	31	96	4	0	51	24	10	10	2	2	82	94	0	0
SSPDB	32	7	0	0	2	90	10	0	52	26	14	5	2	0	83	86	0	0
VBPDDB	43	8	1	0	20	100	0	0	54	34	6	3	3	0	83	89	0	0
VSPDB	38	9	1	0	18	100	0	0	42	26	11	11	11	0	84	68	0	0
JAMDB	39	1	1	0	0	100	0	0	22	31	24	16	4	2	78	93	0	0
TBPDB	29	5	0	0	2	86	9	5	51	19	19	9	2	0	93	81	0	0
TSPDB	29	7	1	0	0	100	0	0	38	33	11	11	2	4	87	41	0	0
HBPDB	32	12	1	0	29	91	9	0	53	24	12	6	3	3	82	88	6	0
HSPDB	33	10	0	0	2	98	2	0	32	22	24	7	5	10	71	98	0	0

U dubu na ploše Librantice, jak znázorňuje tab. 7, je největší příčinu ztrát sucho, nejvíce u způsobu VBP, naopak nejméně u způsobu SBP. Zvěř zapříčinila největší 12% ztráty u způsobu sadby HBP. Největší četnost povytaženého kořenového balu se vyskytovala u způsobu SBP, a to 31 %, většinou ale převažoval nepovytažený kořenový bal. Co se týče tvaru kmene, vyskytoval se převážně jeden hlavní terminální výhon, tři terminální výhony byly pozorovány pouze u 3 % z celkového počtu vysázených dubů na této ploše. Nejvíce se vyskytuje přímý kmínek bez větví, častý je také výskyt jedné až tří bočních větví, nejméně se vyskytovalo pět bočních větví. U všech sazenic převažoval zaschlý terminální výhon, nejvíce u způsobu TBP, a to až u 93 % jedinců, nejméně se tento jev vyskytoval u způsobu JAM a u způsobu HSP. Největší a téměř jediné poškození u dubu na ploše Librantice způsobovala zvěř, toto poškození u většiny vysázených rostlin převyšovalo 80 %.

5.3.2.7 Vyhodnocení kořenů DB



plocha: Librantice DB					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Anz/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
SBPDB	41	1	5,0	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
	34	1	6,0	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	36	2	4,7	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	38	5	4,7	N	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	1	0
	45	11	5,7	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0

Obr. 64 Hodnocení kořenového systému u způsobu SBP DB – Librantice



plocha: Librantice DB					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Anz/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
SSPDB	38	2	4,5	N	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	1	0
	43	3	5,7	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
	52	8	4,7	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	57	2	5,7	N	3	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0
	25	1	5,0	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Obr. 65 Hodnocení kořenového systému u způsobu SSP DB – Librantice



plocha: Librantice DB					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
VBPDB	39	1	4,8	N	2	0	0	0	0	0	2	0	0	1	1	0
	39	1	5,7	N	1	0	0	0	0	0	1	0	0	6	0	0
	41	2	5,2	N	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	34	1	5,4	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	47	8	5,8	N	0	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0

Obr. 66 Hodnocení kořenového systému u způsobu VBP DB – Librantice



plocha: Librantice DB					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
VSPDB	39	1	5,8	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0
	42	1	5,4	N	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	0
	47	6	6,0	N	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	0
	43	9	5,2	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Obr. 67 Hodnocení kořenového systému u způsobu VSP DB – Librantice



plocha: Librantice DB					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
JAMDB	44	3	5,8	N	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0
	46	1	5,6	N	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
	42	2	7,1	N	0	0	0	1	0	0	2	0	0	2	1	0
	35	4	4,1	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	44	1	4,9	N	1	0	0	2	0	0	1	0	0	3	1	0

Obr. 68 Hodnocení kořenového systému u způsobu JAM DB – Librantice



plocha: Librantice DB					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
TBPDB	41	1	4,9	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
	45	3	6,3	N	1	0	0	0	0	0	1	0	0	5	0	0
	39	1	5,9	N	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
	32	1	5,8	N	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0

Obr. 69 Hodnocení kořenového systému u způsobu TBP DB – Librantice



plocha: Librantice DB					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
TSPDB	40	1	5,8	N	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0
	34	1	5,7	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	33	1	4,6	N	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	1	0
	37	1	4,6	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	43	4	5,7	N	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Obr. 70 Hodnocení kořenového systému u způsobu TSP DB – Librantice



plocha: Librantice DB					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
HBPDB	36	1	7,1	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	38	1	7,0	N	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	1	0
	35	1	3,3	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	32	1	4,4	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	37	3	4,8	N	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0
	43	1	6,6	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Obr. 71 Hodnocení kořenového systému u způsobu HBP DB – Librantice



plocha: Librantice DB					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
HSP DB	43	4	4,9	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	29	1	5,7	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	35	1	5,1	N	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0
	36	1	5,4	N	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0
	34	1	6,3	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	31	1	5,5	N	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0

Obr. 72 Hodnocení kořenového systému u způsobu HSP DB – Librantice



plocha: Librantice DB					počty prorůstajících kořenů [ks] v tloušťkových tř. kořenů [mm] jednotlivých zón											
způsob sadby	délka N.Č. [cm]	délka přírůstu 2016 [cm]	tloušťka K.K. [mm]	deformace Ano/Ne	1. zóna			2. zóna			3. zóna			4. zóna		
					do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4	do 2	2-4	nad 4
HSPDM DB	43	4	6,4	N	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0
	41	5	6,8	N	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	43	1	5,4	N	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0
	36	1	5,2	N	2	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0
	46	5	4,4	N	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
	39	1	5,4	N	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

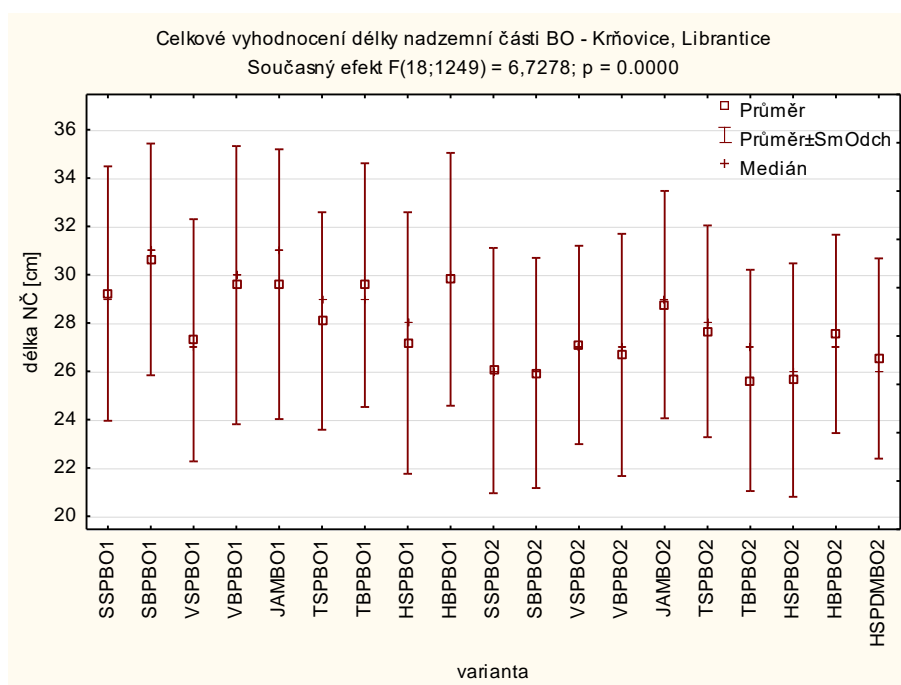
Obr. 73 Hodnocení kořenového systému u způsobu HSPDM DB – Librantice

Na ploše Librantice u dubu, jak je patrné z obr. 64 až 73, byl výskyt prorůstajících kořenů nejmenší, průměrný počet těchto kořenů byl pouze 16 ks prorostlých kořenů všech tloušťkových tříd ve všech zónách kořenového balu. Nejvyšší počet prorostlých kořenů byl pozorován u způsobu sadby VBP a JAM, naopak nejméně kořenů prorostlo kořenovým balem u způsobu sadby TSP a HBP. Nejvíce prorostlo kořenů v tloušťkové třídě do 2 mm, kořeny v tloušťkové třídě 2–4 mm byly pozorovány velice omezeně a pouze ve 4. zóně kořenového balu. V 2. a 3. zóně kořenového balu kořeny takřka neprorostly.

5.4 Souhrnné vyhodnocení plochy Krňovice a Librantice

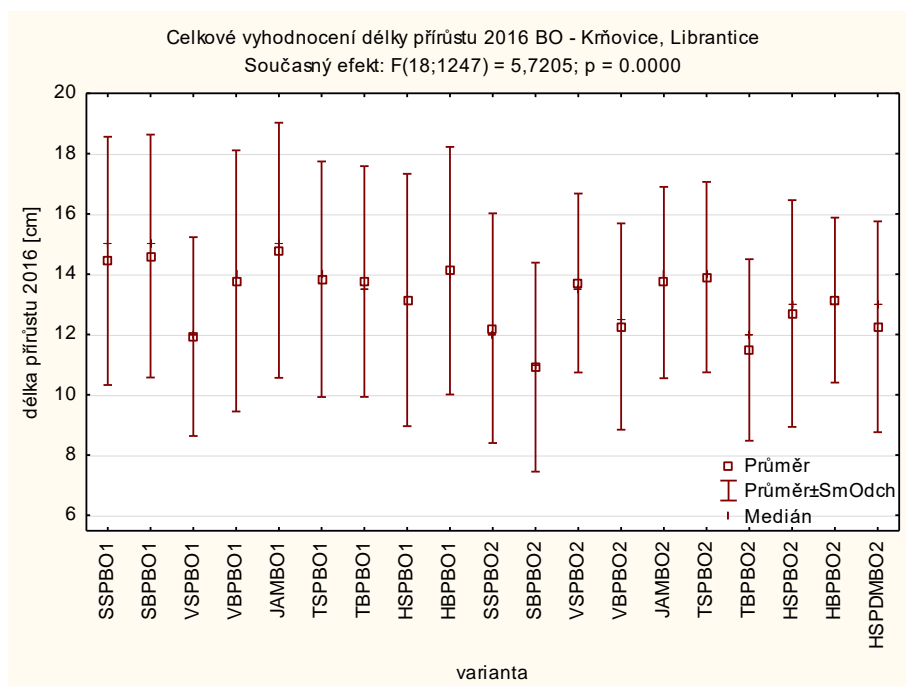
5.4.1 Statistické vyhodnocení nadzemní části

5.4.1.1 Statistické vyhodnocení nadzemní části BO



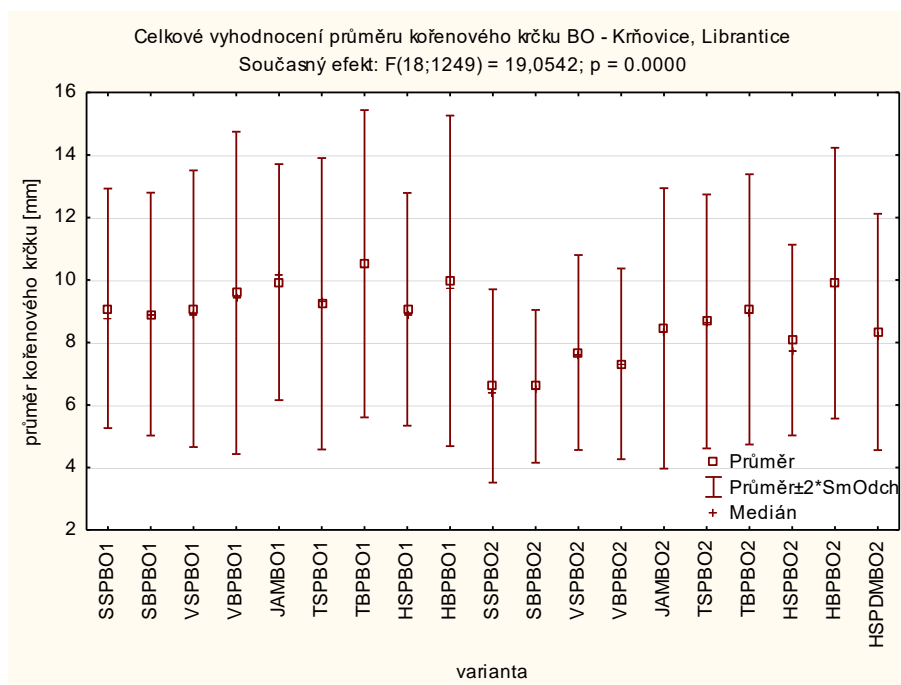
Obr. 74 Statistické vyhodnocení délky nadzemní části BO – porovnání ploch Krňovice, Librantice

Z obr. 74 lze usoudit, že nadzemní části na ploše Krňovice dosahovaly větších délek než na ploše Librantice. Z uvedeného obrázku nelze jednoznačně porovnat jaký, způsob sadby má prokazatelný vliv na celkovou délku nadzemní části borovice, např. u plochy Krňovice je střední hodnota způsobu SBP nejvyšší, ale střední hodnota téhož způsobu sadby je u plochy Librantice téměř nejnižší. Hodnoty směrodatných odchylek jsou si u obou výzkumných ploch vcelku podobné. U plochy Krňovice se více vyskytovaly extrémní nejnižších hodnot.



Obr. 75 Statistické vyhodnocení délky přírůstu 2016 BO – porovnání ploch Krňovice, Librantice

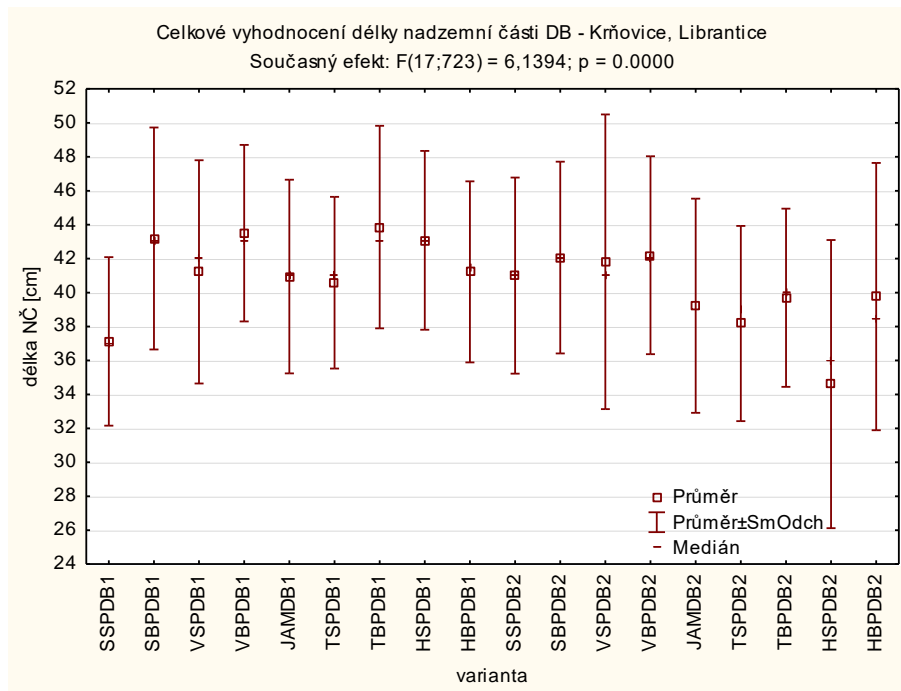
Také z obr. 75 je patrné, že délky přírůstů v roce 2016 jsou nepatrně větší na ploše Krňovice. Lze usuzovat, že nejlepší přírůsty byly pozorovány u jamkové sadby. Směrodatné odchylky jsou menší u plochy Librantice. U obou ploch se vcelku vyrovnaně u některých způsobu sadby vyskytují extrémní nejmenších hodnot.



Obr. 76 Statistické vyhodnocení průměru kořenového krčku BO – porovnání ploch Krňovice, Librantice

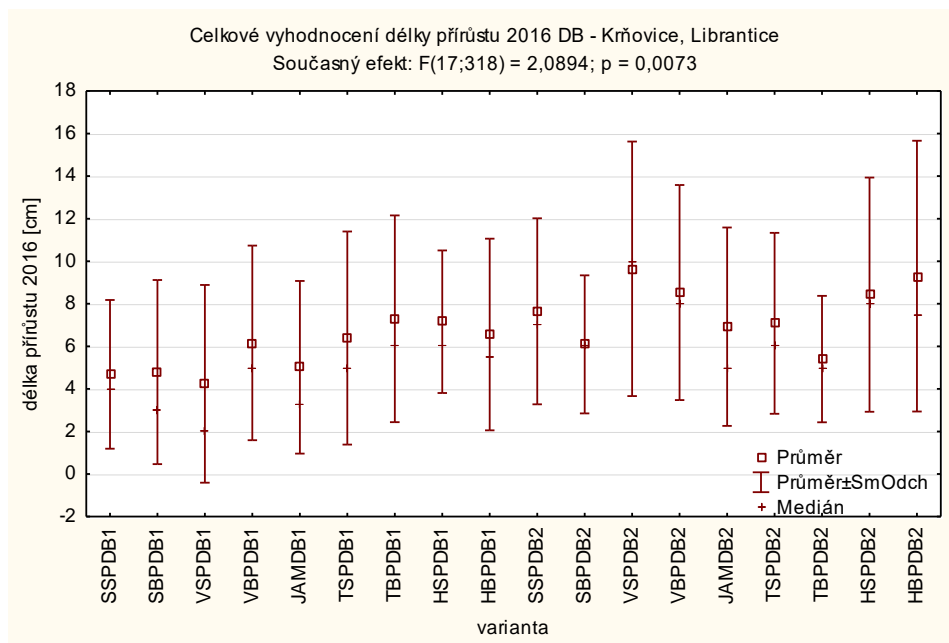
Na obr. 76 je jasně vidět rozdíl v průměru kořenového krčku, střední hodnoty na ploše Krňovice dosahují vyšších hodnot než na ploše Librantice. Střední hodnoty na ploše Krňovice jsou si taky u všech způsobů sadby více podobné. Směrodatné odchylky jsou však menší na výzkumné ploše Librantice. Není zde pozorován významný výskyt extrémních hodnot. Vývin středních hodnot je velice podobný, je zde vidět náznak postupného nárůstu od způsobu sadby SSP → HBP.

5.4.1.2 Statistické vyhodnocení nadzemní části DB



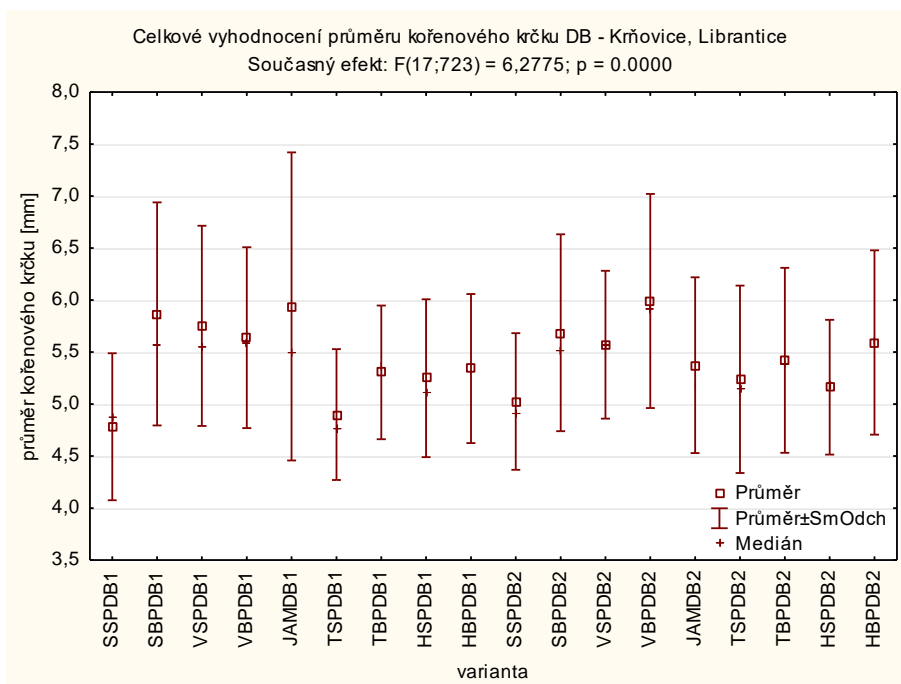
Obr. 77 Statistické vyhodnocení délky nadzemní části DB – porovnání ploch Krňovice, Librantice

Na obr. 77 je uvedeno statistické porovnání délky nadzemních částí dubu, je zde nepatrný rozdíl, vyšších středních hodnot dosahuje plocha Krňovice. Na ploše Librantice je pozorován větší výskyt extrémních hodnot a také větší směrodatné odchylky. Jako u borovice zde nejde s jistotou říct, že způsob sadby má vliv na délku nadzemní části.



Obr. 78 Statistické vyhodnocení délky přírůstu 2016 DB – porovnání ploch Krňovice, Librantice

U délky přírůstu na obr. 78 lze pozorovat častý výskyt extrémů nejvyšších hodnot u obou výzkumných ploch. Na ploše Krňovice jsou pozorovány menší směrodatné odchylky a střední hodnoty mají menší rozptyl. U plochy Librantice je častý výskyt poměrně vysokých směrodatných odchylek, je zde také patrná větší variabilita dat, střední hodnoty zde nabývají nepatrně vyšších hodnot.

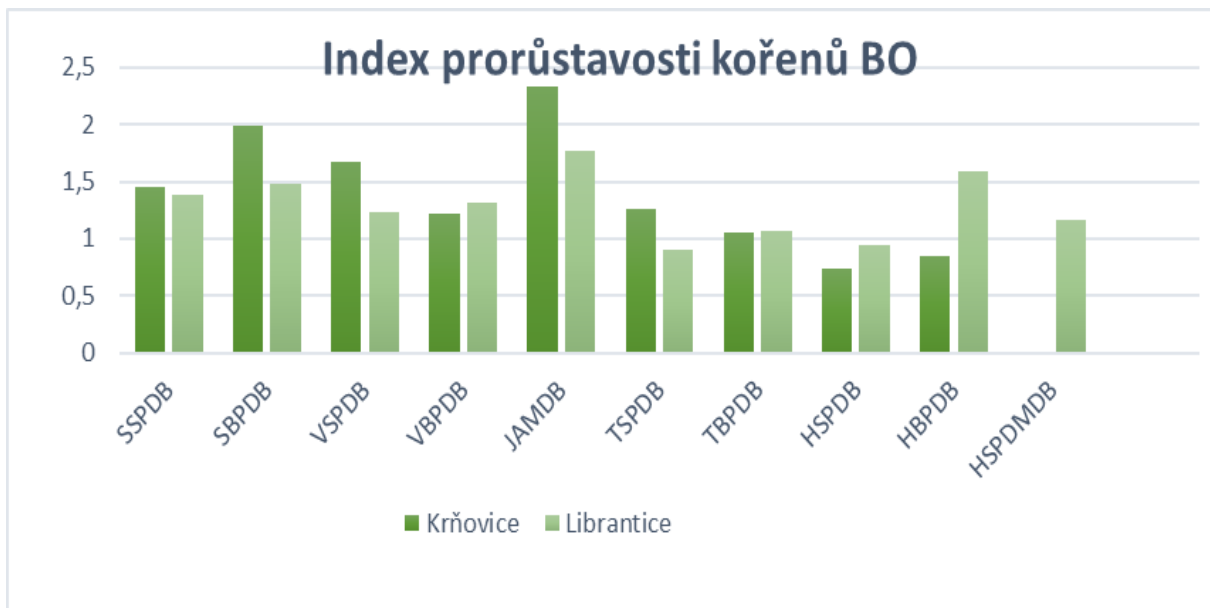


Obr. 79 Statistické vyhodnocení průměru kořenového krčku DB – porovnání ploch Krňovice, Librantice

Obr. 79 ukazuje, že u obou ploch se nejmenší střední hodnoty průměru kořenového krčku nalézají u způsobu sadby SSP. Vyšší směrodatné odchytku jsou pozorovány u plochy Krňovice. Střední hodnoty jsou si u obou ploch v průměru velice podobné. Na ploše Krňovice je pozorován vyšší výskyt extrémů nejvyšších hodnot.

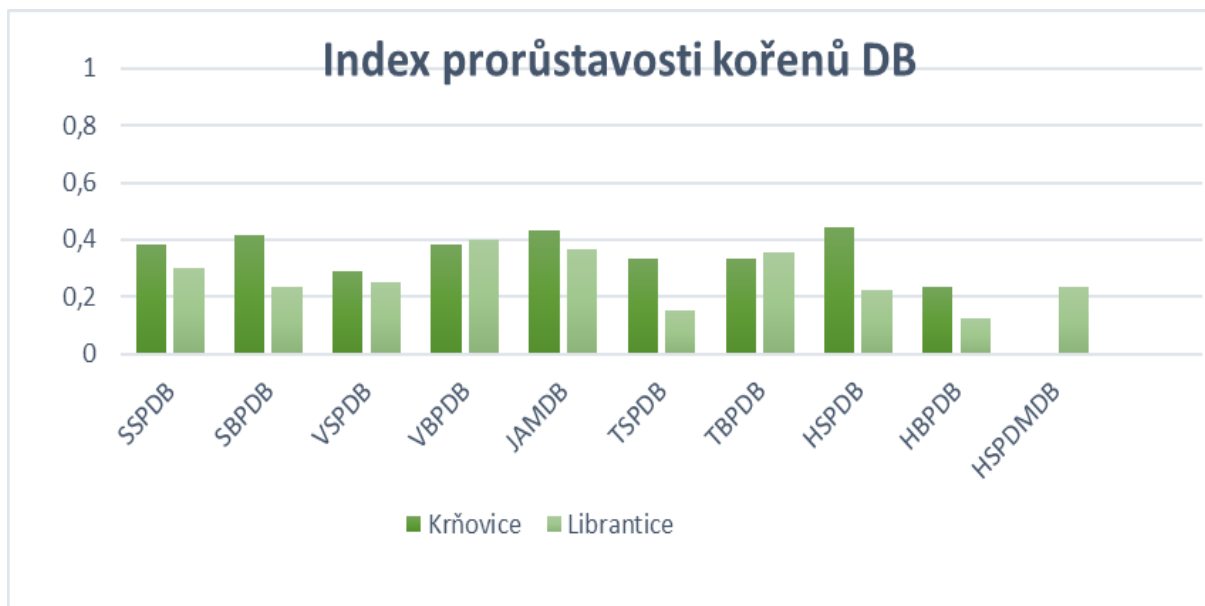
5.4.2 Vyhodnocení kořenů

5.4.2.1 Celkové porovnání variant a ploch dle indexu prorůstavosti kořenů



Obr. 80 Grafické znázornění indexu prorůstavosti kořenů BO – Krňovice, Librantice

Obr. 80 znázorňuje, že nejvíc kořenů u borovice prorostlo z kořenového balu u způsobu sadby JAM, a to u obou výzkumných ploch. Dále poměrně velké množství kořenů prorůstá u způsobu SSP, SBP, VSP. Nejméně prorůstajících kořenů bylo pozorováno u způsobu HSP. Hodnoty indexu však dosahují poměrně velkých hodnot, oproti dubu je u všech způsobů sadby poměrně velký počet prorůstajících kořenů.



Obr. 81 Grafické znázornění indexu prorůstavosti kořenů DB – Krňovice, Librantice

Na obr. 81 je graficky znázorněn index prorůstavosti kořenů dubu. Je patrné, že na ploše Krňovice u většiny způsobů sadby kořeny prorůstaly více než u plochy Librantice. Na ploše Krňovice je jako nejlepší vyhodnocen způsob sadby hůl s překrytím a jamka, u plochy Librantice to je způsob vidle bez překrytí a také jamka. Celkově výsledky nedosahují větších hodnot, to znamená že kořeny dubu prorůstaly z kořenového balu velice málo, u některých způsobů jen výjimečně.

4.4.2.2 Vyhodnocení kořenů jednotlivých dřevin a ploch

Tab. 8 Celkové vyhodnocení kořenů BO – Krňovice

Krňovice BO												
způsob sadby	tloušťka kořenů [mm]	1. zóna		2. zóna		3. zóna		4. zóna		celkem		v % jamkové sadby
		ks	v % celkem	ks	v % celkem	ks	v % celkem	ks	v % celkem	ks	v % celkem	
SSP	do 2,0	6/2,7	17	6/1,8	12	5/2,0	13	6/9,0	58	15,5	100	57
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	3/1,0	100	1	100	56
	4,1 +	1/1,0	1	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	1	100	200
	celkem	6/3,7	21	6/1,8	10	5/2,0	12	6/10,0	57	17	100	60
SBP	do 2,0	3/1,3	7	5/2,4	13	6/2,8	15	6/12,0	65	18,5	100	68
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	5/1,2	100	1,2	100	67
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	3/1,3	7	5/2,4	12	6/2,8	14	6/13,2	67	19,7	100	67
VSP	do 2,0	6/2,7	15	5/2,0	11	5/2,6	14	6/11,3	60	18,6	100	68
	2,1 - 4,0	1/1,0	33	1/1,0	33	0/0,0	0	2/1,0	34	3	100	167
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	1/1,0	100	1	100	200
	celkem	6/3,7	16	5/3,0	13	5/2,6	12	6/13,3	59	22,6	100	77
VBP	do 2,0	4/2,3	16	5/2,8	20	6/1,7	12	6/7,3	52	14,1	100	51
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	1/1,0	40	2/1,5	60	2,5	100	139
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	4/2,3	14	5/2,8	6	6/2,7	16	6/8,8	54	16,6	100	57
JAM	do 2,0	6/8,8	32	3/1,3	5	6/4,0	15	6/13,3	48	27,4	100	100
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	4/1,8	100	1,8	100	100
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	100
	celkem	6/8,8	30	3/1,3	4	6/4,0	14	6/15,1	52	29,2	100	100
TSP	do 2,0	5/5,4	37	3/1,0	7	3/1,7	12	5/6,4	44	14,5	100	53
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	3/1,0	100	1	100	56
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	1/1,0	100	1	100	200
	celkem	5/5,4	33	3/1,0	6	37/1,7	10	5/8,4	51	16,5	100	57
TBP	do 2,0	4/2,3	18	2/1,5	12	3/1,0	8	5/7,8	62	12,6	100	46
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	3/1,0	100	1	100	56
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	4/2,3	17	2/1,5	11	3/1,0	7	5/8,8	65	13,6	100	47
HSP	do 2,0	5/1,8	18	3/1,0	10	2/1,5	15	6/5,7	57	10	100	36
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	3/1,7	100	1,7	100	94
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	1/1,0	100	1	100	200
	celkem	5/1,8	14	3/1,0	8	2/1,5	12	6/8,4	66	12,7	100	43
HBP	do 2,0	5/1,6	14	2/2,0	18	4/1,3	12	6/6,2	56	11,1	100	41
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	1/1,0	50	0/0,0	0	3/1,0	50	2	100	111
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	1/1,0	100	1	100	200
	celkem	5/1,6	12	2/3,0	21	4/1,3	9	6/8,2	58	14,1	100	48

Tab. 9 Celkové vyhodnocení kořenů DB – Krňovice

Krňovice DB												
způsob sadby	tloušťka kořenů [mm]	1. zóna		2. zóna		3. zóna		4. zóna		celkem		v % jamkové sadby
		ks	v % celkem	ks	v % celkem	ks	v % celkem	ks	v % celkem	ks	v % celkem	
SSP	do 2,0	2/1,5	29	0/0,0	0	1/1,0	20	5/2,6	51	5,1	100	71
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	3/1,0	100	1	100	100
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	2/1,5	25	0/0,0	0	1/1,0	16	5/3,6	59	6,1	100	74
SBP	do 2,0	4/1,0	19	1/1,0	19	2/1,0	19	6/2,3	43	5,3	100	74
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	5/1,0	100	1	100	100
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	4/1,0	16	1/1,0	16	2/0	16	6/3,3	52	6,3	100	77
VSP	do 2,0	3/1,0	21	1/2,0	43	0/0,0	0	6/1,7	36	4,7	100	65
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	3/2,3	100	2,3	100	230
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	1/1,0	100	1	100	200
	celkem	3/1,0	13	1/2,0	25	0/0,0	0	6/5,0	62	8	100	98
VBP	do 2,0	0/0,0	0	1/1,0	19	1/1,0	19	5/3,2	62	5,2	100	72
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	3/1,0	100	1	100	100
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	0/0,0	0	1/1,0	16	1/1,0	16	5/4,2	68	6,2	100	76
JAM	do 2,0	5/2,2	31	0/0,0	0	0/0,0	0	6/5,0	69	7,2	100	100
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	3/1,0	100	1	100	100
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	100
	celkem	5/2,2	21	0/0,0	0	0/0,0	0	6/6,0	73	8,2	100	100
TSP	do 2,0	0/0,0	0	1/3,0	63	0/0,0	0	5/1,8	37	4,8	100	67
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	3/1,0	100	1	100	100
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	1/1,0	100	1	100	200
	celkem	0/0,0	0	1/3,0	44	0/0,0	0	5/3,8	56	6,8	100	83
TBP	do 2,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	2/1,0	100	1	100	14
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	4,1 +	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	2/1,0	100	1	100	12
HSP	do 2,0	5/1,8	28	2/1,5	23	0/0,0	0	6/3,2	49	6,5	100	90
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	2/1,0	100	1	100	100
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	1/1,0	100	1	100	200
	celkem	5/1,8	21	2/1,5	18	0/0,0	0	6/5,2	61	8,5	100	104
HBP	do 2,0	2/1,0	26	0/0,0	0	1/1,0	26	5/1,8	48	3,8	100	53
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	2/1,0	100	1	100	100
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	2/1,0	21	0/0,0	0	1/1,0	21	5/2,8	58	4,8	100	59

Tab. 10 Celkové vyhodnocení kořenů BO – Librantice

Librantice BO												
způsob sadby	tloušťka kořenů [mm]	1. zóna		2. zóna		3. zóna		4. zóna		celkem		v % jamkové sadby
		ks	v % celkem	ks	v % celkem	ks	v % celkem	ks	v % celkem	ks	v % celkem	
SSP	do 2,0	6/2,5	15	2/1,5	9	3/1,3	8	6/11,0	68	13,3	100	60
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	4/1,3	100	1,3	100	46
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	6/2,5	14	2/1,5	9	3/1,3	7	6/12,3	70	17,6	100	59
SBP	do 2,0	2/2,5	13	5/2,0	10	6/1,8	9	6/13,0	68	19,3	100	71
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	2/1,5	100	1,5	100	54
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	2/2,5	12	5/2,0	10	6/1,8	9	6/14,5	69	20,8	100	70
VSP	do 2,0	6/3,3	25	4/1,5	12	0/0,0	0	6/8,2	63	13	100	48
	2,1 - 4,0	1/2,0	67	0/0,0	0	0/0,0	0	2/1,0	33	3	100	107
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	6/5,3	33	4/1,5	9	0/0,0	0	6/9,2	58	16	100	54
VBP	do 2,0	5/1,8	11	6/2,0	12	4/1,8	11	6/11,0	66	1,6	100	61
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	1/1,0	100	1	100	36
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	5/1,8	10	6/2,0	11	4/1,8	10	6/12,0	69	17,6	100	59
JAM	do 2,0	6/4,8	18	5/4,2	16	5/3,2	12	6/14,8	54	27	100	100
	2,1 - 4,0	1/1,0	36	0/0,0	0	0/0,0	0	4/1,8	64	2,8	100	100
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	100
	celkem	6/5,8	19	5/4,2	14	5/3,2	11	6/16,6	56	29,8	100	100
TSP	do 2,0	6/4,8	40	2/1,0	8	2/1,5	13	6/4,7	39	12	100	44
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	3/1,0	100	1	100	36
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	6/4,8	36	2/1,0	8	2/1,5	12	6/5,7	44	13	100	44
TBP	do 2,0	3/2,7	32	0/0,0	0	3/2,0	24	6/3,8	44	8,5	100	31
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	3/1,3	100	1,3	100	46
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	3/2,7	28	0/0,0	0	3/2,0	20	6/5,1	52	9,8	100	33
HSP	do 2,0	6/3,3	26	2/1,5	12	2/2,0	16	6/6,0	46	12,8	100	47
	2,1 - 4,0	1/1,0	43	0/0,0	0	0/0,0	0	3/1,3	57	2,3	100	82
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	6/4,3	28	2/1,5	10	2/2,0	13	6/7,3	49	15,1	100	51
HBP	do 2,0	4/4,3	20	6/2,7	13	4/2,0	10	6/12,0	57	21	100	78
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	1/1,0	50	0/0,0	0	1/1,0	50	2	100	71
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	4/4,3	19	6/3,7	16	4/2,0	9	6/13,0	56	23	100	77
HSPDM	do 2,0	6/4,0	33	4/8	15	2/1,5	12	6/5,0	40	12,3	100	46
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	1/6,0	86	0/0,0	0	4/1,0	14	7	100	250
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	6/4,0	21	4/7,8	40	2/1,5	8	6/0	31	19,3	100	65

Tab. 11 Celkové vyhodnocení kořenů DB – Librantice

Librantice DB												
způsob sadby	tloušťka kořenů [mm]	1. zóna		2. zóna		3. zóna		4. zóna		celkem		v % jamkové sadby
		ks	v % celkem	ks	v % celkem	ks	v % celkem	ks	v % celkem	ks	v % celkem	
SSP	do 2,0	2/2,0	32	1/2,0	32	0/0,0	0	4/2,3	36	6,3	100	113
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	1/1,0	100	1	100	100
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	2/2,0	27	1/2,0	27	0/0,0	0	4/3,3	46	7,3	100	111
SBP	do 2,0	2/1,0	26	0/0,0	0	1/1,0	26	6/1,8	48	3,8	100	68
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	1/1,0	100	1	100	100
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	2/1,0	21	0/0,0	0	1/1,0	21	6/2,8	58	4,8	100	73
VSP	do 2,0	2/1,0	25	0/0,0	0	2/1,0	25	3/2,0	50	4	100	71
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	2/1,5	100	1,5	100	150
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	2/1,0	18	0/0,0	0	2/1,0	18	3/3,5	64	5,5	100	83
VBP	do 2,0	3/1,3	22	0/0,0	0	4/1,8	31	4/2,8	47	5,9	100	105
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	2/1,0	100	1	100	100
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	3/1,3	19	0/0,0	0	4/1,8	26	4/3,8	55	6,9	100	105
JAM	do 2,0	2/1,0	18	2/1,5	27	4/1,3	23	4/1,8	32	5,6	100	100
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	5/1,0	100	1	100	100
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	100
	celkem	2/1,0	15	2/1,5	23	4/1,3	20	5/2,8	42	6,6	100	100
TSP	do 2,0	0/0,0	0	0/0,0	0	3/2,0	50	1/2,0	50	4	100	71
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	1/1,0	100	1	100	100
	4,1 +	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	3/2,0	40	1/3,0	60	5	100	7,6
TBP	do 2,0	3/1,0	20	1/1,0	20	1/1,0	20	3/2,0	40	5	100	89
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	3/1,0	20	1/1,0	20	1/1,0	20	3/2,0	40	5	100	76
HSP	do 2,0	4/1,3	34	2/1,0	26	0/0,0	0	4/1,5	40	3,8	100	68
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	2/1,5	100	1,5	100	15
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	4/1,3	25	2/1,0	19	0/0,0	0	4/3,0	56	5,3	100	80
HBP	do 2,0	2/1,0	20	1/2,0	40	1/1,0	20	1/1,0	20	5	100	89
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	2/1,5	100	1,5	100	150
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	2/1,0	15	1/2,0	31	1/1,0	15	2/2,5	39	6,5	100	98
HSPDM	do 2,0	3/1,3	23	1/1,0	18	3/2,0	36	3/1,3	23	5,6	100	100
	2,1 - 4,0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	2/1,0	100	1	100	100
	4,1 +	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0/0,0	0	0	100	0
	celkem	3/1,3	20	1/1,0	15	3/2,0	30	3/2,3	35	6,6	100	100

Tab. 8 až 11 slouží k celkovému zhodnocení kořenové části v kapitole 6.2. V těchto tabulkách je znázorněn počet prorostlých kořenů kořenovým balem. Tyto kořeny jsou zařazeny v tloušťkové třídě v a zóně kořenového balu kde, prorostly. Z těchto vyobrazených hodnot bylo možné usoudit, u kterého způsobu sadby prorostlo nejvíce kořenů, ale hlavně bylo důležité určit zónu, kde kořeny prorostly. Počty prorostlých kořenů jsou vyobrazeny jak počtem, tak jsou vyjádřeny procentuálně. V pravé části tabulky, jsou způsoby sadby porovnány se způsobem sadby JAM, který je považován za nejlepší a kontrolní způsob sadby. Z těchto tabulek bylo možné zjistit, v jaké části kořenového balu působí různé způsoby sadby deformace prorůstajících kořenů, nebo v jaké části kořenového balu kořeny neprorůstají vůbec. Tyto poznatky jsou zohledněny v konečném vyhodnocení výsledků.

5.5 Celkové zhodnocení dle důležitých parametrů váhovým testem

Pro celkové zhodnocení a porovnání způsobů sadeb byl použit váhový test. Jednotlivé průměrné hodnoty byly seřazeny od nejlepších výsledků pro daný parametr po nejhorší. Nejlepší výsledek byl ohodnocen číslem 1, ke každému horšímu výsledku byla připočtena 1, takže u hodnocení s devíti způsoby sadby byl nejlepší výsledek ohodnocen 1, a nejhorší výsledek byl ohodnocen 9. Takto ohodnocené výsledky byly vynásobeny indexem důležitosti pro daný parametr. Pro průměrnou délku nadzemní části, průměrnou délku jehlic, průměrnou šířku a délku listů to byl index 1, pro průměrnou délku přírůstu, tloušťku kořenového krčku, ztrátu způsobenou suchem a zaschlý terminál byla hodnota indexu 2, pro celkový počet prorostlých kořenů to byl index s hodnotou 3. Dále byl u každého způsobu proveden součet takto získaných čísel a dále vyhodnocen. Nejmenší hodnota celkového součtu značí nejvíce prosperující způsob sadby.

Tab. 12 Zhodnocení parametrů váhovým testem – BO plocha Krňovice, Librantice

Krňovice BO								
způsob sadby	průměrná délka nadzemní části	Průměrná délka přírůstu 2016	průměrná tloušťka kořenového krčku	průměrná délka jehlic	ztráta způsobená suchem	celkový počet prorostlých kořenů	celkový součet	hodnocení
SBPBO	1	4	18	1	4	6	34	2
SSPBO	6	6	12	2	0	12	38	3
VBPBO	5	12	8	4	6	18	53	7
VSPBO	8	18	14	9	0	9	58	8
JAMBO	3	2	6	3	6	3	23	1
TBPBO	4	14	2	8	2	21	51	6
TSPBO	7	10	10	7	0	15	49	4
HBPBO	2	8	4	5	6	24	49	4
HSPBO	9	16	16	6	2	27	76	9
Librantice BO								
způsob sadby	průměrná délka nadzemní části	průměrná délka přírůstu 2016	průměrná tloušťka kořenového krčku	průměrná délka jehlic	ztráta způsobená suchem	celkový počet prorostlých kořenů	celkový součet	hodnocení
SBPBO	8	20	20	11	12	9	80	10
SSPBO	7	16	18	10	14	12	77	9
VBPBO	5	12	16	8	12	15	68	6
VSPBO	4	6	14	5	0	18	47	3
JAMBO	1	4	8	7	2	3	25	2
TBPBO	10	18	4	3	6	24	65	5
TSPBO	2	2	6	4	0	33	47	3
HBPBO	3	8	2	1	2	6	22	1
HSPBO	9	10	12	2	8	30	71	7
HSPDMBO	6	14	10	6	16	21	73	8

U celkového hodnocení (tab. 12) je jasné, že na ploše Krňovice dopadl nejlépe způsob sadby JAM, u plochy Librantice to byl způsob sadby HBP, ale sadba jamková se zde umístila hned na druhém místě. Nejlépe hodnocené způsoby sadby jsou zvýrazněny zeleně, nejhorší pak červenou barvou. Nejhuře dopadl u plochy Krňovice způsob sadby HSP, u plochy Librantice to byl způsob SBP.

Tab. 13 Zhodnocení parametrů váhovým testem – DB plocha Krňovice, Librantice

Krňovice DB										
způsob sadby	průměrná délka nadzemní části	průměrná délka přírůstu 2016	průměrná tloušťka kořenového krčku	průměrná délka listů	průměrná šířka listů	ztráta působená suchem	zaschlý terminál	celkový počet prorostlých kořenů	celkový součet	hodnocení
SBPDB	3	4	4	6	7	4	4	9	41	1
SSPDB	9	16	18	5	3	2	16	12	81	6
VPDB	2	12	8	9	9	6	10	12	68	4
VSPDB	5	18	6	8	5	18	8	18	86	9
JAMDB	7	14	2	4	6	6	2	6	47	2
TBPDB	1	4	12	7	8	6	18	27	83	8
TSPDB	8	10	16	1	1	12	12	21	81	6
HBPDB	6	8	10	2	2	16	12	24	80	5
HSPDB	4	6	14	3	4	14	6	3	54	3
Librantice DB										
způsob sadby	průměrná délka nadzemní části	průměrná délka přírůstu 2016	průměrná tloušťka kořenového krčku	průměrná délka listů	průměrná šířka listů	ztráta působená suchem	zaschlý terminál	celkový počet prorostlých kořenů	celkový součet	hodnocení
SBPDB	2	16	4	9	9	2	6	18	66	3
SSPDB	4	10	18	2	1	8	10	9	62	2
VPDB	1	6	2	4	4	18	10	3	48	1
VSPDB	3	2	8	8	8	14	14	21	78	8
JAMDB	6	14	12	5	5	16	4	6	68	5
TBPDB	5	18	10	1	3	4	18	12	71	7
TSPDB	8	12	14	6	7	4	16	24	91	9
HBPDB	7	4	6	7	6	8	6	24	68	5
HSPDB	9	8	16	3	2	12	2	15	67	4

Váhový test u pozorovaných parametrů dubu na ploše Krňovice (tab. 13) ukázal, že nejlepší výsledky jsou u způsobu sadby SBP, způsob sadby JAM je vyhodnocen jako druhý nejlepší, nejhůře dopadl způsob sadby VSP. U způsobů sadby sázcím trnem a sázcí holí jsou dosaženy lepší výsledky u variant s překrytím. Na ploše Librantice byl vyhodnocen nejlepší způsob sadby VBP, naopak nejhůře to byl způsob TSP. Sadba jamková je umístěna jako 5. nejlepší.

6. Diskuze a zhodnocení výsledků

Deformace kořenového systému dlouho nebyly lesnickou veřejností brány v potaz. Pokud ano, tak byly nejčastěji dávány do souvislosti s užitím krytokořenného sadebního materiálu. Podle Mauera a Palátové (2004) je jasné, že při nevhodném pěstování krytokořenného sadebního materiálu dochází k nejzávažnějším deformacím kořenového systému a tím i k významnému ohrožení založených porostů tímto sadebním materiálem.

I když každá technologie pěstování krytokořenného sadebního materiálu, a hlavně použité nepropustné obaly kořenových systémů jsou, podrobeny dlouhodobému testování, aby nedošlo k budoucímu narušení stability a zdravotního stavu zakládaných porostů (Nárovcová, 2004). Dle pozorování se ale stále nedaří zajisti uspokojující výsledek, což bylo možno ověřit hned při sadbě a vyhodnocení použitého sadebního materiálu. Při porovnání poměru objemu nadzemní části a objemu kořenového systému byly u borovice výsledky celkem uspokojivé. Střední hodnota objemu nadzemní části byla 5,7 ml objem kořenů s průměrem do 1 mm byl 2,3 ml a objem zbylých kořenů 0,7 ml. Po odstranění substrátu byly však zjištěny začínající deformace silnějších kořenů, které tvořily spletnice v obalu. Při vyhodnocení kořenů po jednom vegetačním období byla u 85 % vyzvednutých rostlin pozorována takováto deformace pravděpodobně vzniklá již při pěstování v lesní školce. Jelikož tyto deformace byly pozorovány u všech způsobů sadby, je zde předpoklad, že deformace opravdu vznikly při pěstování v obalech již v lesní školce. Tato deformace v kořenovém balu byla pozorována pouze u borovice.

U sadebního materiálu dubu při měření sadebního materiálu bylo zjištěno, že střední hodnota objemu nadzemní částí je 6,6 ml, převažovaly silnější kořeny, jejichž objem byl 7,2 ml a objem kořenů s průměrem do 1 mm byl pouze 2,2 ml. Kořenové deformace silnějších kořenů nebyly pozorovány jak při měření sadebního materiálu, tak ani při vyhodnocení po vegetačním období.

Není jednoduché určit, který sadební materiál je pro obnovu lesa vhodnější. Jak prostokořenný sadební materiál, tak krytokořenný sadební materiál má své výhody a zápory. Je nesporné, že na mnohých nepříznivých stanovištích je hlavně z biologického hlediska určitě nejvhodnější používat krytokořenný sadební materiál. V podmínkách České republiky by jeho využití mělo dosahovat alespoň 50 % z počtu vysazovaného sadebního materiálu. Úplně přestat používat krytokořenný sadební materiál je stejně chybné rozhodnutí, jako jeho absolutní propagace (Mauer, 2009). Dle zkušeností lze lépe rozeznat počáteční kořenové deformace způsobené v lesní školce u prostokořenného sadebního materiálu, je zde možnost výběru, jelikož kořenový systém můžeme vizuálně kontrolovat, a při spojení s určenými postupy a jamkovou výsadbou se dají kořenové deformace snížit na minimum.

Mauer a Palátová (2013) uvádějí, že výsadba jamkovou sadbou je pro krytokořenný sadební materiál, jehož kořenový bal je ve vytvořené jamce správně a nenásilně umístěn, dále překryt zhruba 2cm vrstvou zeminy, nejsprávnější. To bylo ověřeno při pozorování i touto prací, jamkový způsob výsadby měl většinou nejlepší vliv na kořenový systém rostlin, tedy kořenovým balem prorostlo nejvíce kořenů.

Při hodnocení nadzemní části lze souhlasit s Mauerem a Palátovou (2013), kteří uvádějí, že nelze v brzké době po výsadbě rozeznat na nadzemní části rostliny problém s jejím kořenovým systémem. Pokud rostlina v době výsadby není nijak oslabena, v normálních stanovištních podmínkách odrůstá přirozeně a vykazuje stejné, podobné parametry nadzemní části jako ostatní rostliny. To se projevilo nejvíce u dubu, kdy bylo několikrát pozorováno, že rostlina, která má nejmenší počet prorostlých kořenů z kořenového balu, nebo prakticky žádné, má delší nadzemní část a silnější kořenový krček, než rostliny, u kterých kořeny z kořenového balu prorostly.

Práce se zabývala prvním vyhodnocením vlivu biotechniky výsadby na odrůstání krytokořenného sadebního materiálu, změřené parametry a výsledky budou sloužit k dalšímu vyhodnocení v následujících letech. Po jedné vegetační sezóně je brzo dělat závěry, jaká je nejlepší biotechnika výsadby, v následujících letech se stav kořenových systémů může u těch nejlépe hodnocených zhoršit a naopak. Ale již v tak brzké době můžeme alespoň předpokládat další vývin, který potvrdí následující vyhodnocení. Teprve po několikaletém růstu a následném opakovaném vyhodnocování budou zjištěny uspokojivé výsledky vlivu biotechniky výsadby na odrůstání krytokořenného sadebního materiálu.

6.1 Zhodnocení ztrát

Ztráty měly u obou výzkumných ploch podobný charakter, nejmenší ztráty byly pozorovány u borovice.

- Na ploše Krňovice to byly pouze 3 % z celkového vysázeného počtu. Nejvíce ztrát bylo pravděpodobně způsobeno uschnutím, 3% ztráty suchem byly pozorovány u způsobu výsadby VBP, JAM, HBP. Pouze u způsobu výsadby TBP byly 3% ztráty způsobené poškozením klikorohem borovým. Nelze zde s určitostí říci, že způsob výsadby měl v tomto případě vliv na ztráty borovice, jelikož u způsobu JAM, který je považován za nejvhodnější, byly pozorovány jedny z nejvyšších ztrát.
- Na ploše Librantice byly ztráty u borovice o něco vyšší, ale také pouze jen 9 % z celkových vysázených počtů. Také jako u předešlé plochy nejvyšší ztráty byly způsobené pravděpodobně suchem, u způsobu výsadby TSP a VSP nebyly ztráty žádné. U JAM a HBP dosahovaly ztráty suchem pouze 1 %, nejhůře dopadl způsob HSPDM a SSP, SBP. Z toho je možné usoudit, že z hlediska ztrát způsobených suchem není vhodná výsadba sazečem, a dále sázecí holí do minerální půdy. Další výraznou příčinou ztrát byl klikoroh borový, jednoznačně nejhorší ztráty byly způsobeny u způsobu HSPDM, kde ztráty dosahují 16 %. Je možné se domnívat, že to zapříčinilo utopení sadebního materiálu pod úroveň okolního terénu, které vzniklo strhnutím humusové vrstvy na minerální půdu. Tím se vytvořily vhodné podmínky pro žír tohoto škůdce.
- Ztráty u dubu byly také u obou ploch velice podobné, největší ztráty byly zapříčiněny suchem, a poté zvěří. Na ploše Krňovice dosahovaly ztráty způsobené suchem 16 % a ztráty způsobené zvěří 12 % z celkového vysázeného počtu. Ztráty způsobené zvěří

ale pravděpodobně nemají vztah k biotechnice výsadby. Ztráty způsobené suchem byly největší u způsobu sadby VSP – 31 %, naopak u varianty VBP byly tyto ztráty pouze 11 %, takže v tomto případě se neprojevovalo příznivě hodnocené překrytí kořenového balu 2cm vrstvou minerální půdy. Další nejvyšší ztráty byly pozorovány u způsobu HBP – 25 % a HSP – 20 %, jelikož se vysoké ztráty potvrdily u obou variant, nedoporučoval bych z hlediska ztrát způsobených suchem používat výsadbu pomocí sázecí hole. U ostatních způsobů se ztráty způsobené suchem pohybovaly od 9 do 11 %.

- U plochy Librantice byly ztráty způsobené suchem o poznání vyšší, což bylo pravděpodobně způsobeno lehčí písčitou půdou a expozicí plochy. Nejvyšší ztráty byly u způsobu sadby VBP, a to 43 % a u VSP 38 %. Lze předpokládat, že se projevilo v tomto případě překrytí kořenového balu 2cm vrstvou zeminy, ale vzhledem k vysokým ztrátám by v těchto podmínkách neměly používat sázecí vidle. Překvapivě druhých největších ztrát dosahoval způsob JAM, a to 39 %. U ostatních způsobů sadby se ztráty způsobené suchem pohybovaly okolo 30 %.

Z těchto výsledků je možné usoudit, že u lehkých písčitých půd, které snadno a rychle vysychají, krytokořený sadební materiál trpí nedostatkem vláhy, jeho kořenový bal rychleji vysychá, jelikož vodu odvádí okolní zemina, proto dochází k častému úhynu. Na celkový úhyn měl možná vliv výkyv vyšších teplot v několika dnech po výsadbě.

6.2 Zhodnocení nadzemní části rostlin

V následujících podkapitolách je zhodnocení nadzemní části rostlin u těch parametrů, které by mohly mít vztah k biotechnice výsadby. Bude to zhodnocení přírůstu a zhodnocení průměru kořenového krčku, u těchto parametrů jsou porovnány střední hodnoty, dále u dubu poškození – zaschlý terminál.

6.2.1 zhodnocení přírůstu

U borovice byl přírůst poměrně kvalitní, vyšší přírůst byl pozorován na ploše Krňovice s průměrnou délkou 13,8 cm, na ploše Librantice byl průměrný přírůst 12,1 cm.

- Na výzkumné ploše Krňovice byl nejvyšší přírůst naměřen u způsobu sadby JAM – 14,8 cm, což potvrzuje vhodnost tohoto způsobu. Nejmenší přírůst byl u způsobu VSP – 11,9 cm.
- Na výzkumné ploše Librantice dosahoval nejvyššího přírůstu způsob sadby TSP – 13,9 cm a druhý nejlepší přírůst byl pozorován u způsobu JAM – 13,8 cm. Nejmenší střední hodnota přírůstu byla u způsobu sadby SBP – 10,9 cm.

Střední hodnoty přírůstů borovice se pohybovaly v rozmezí 3 cm shodně jak u plochy Krňovice, tak Librantice, nebyly pozorovány žádné výrazné rozdíly, tudíž nelze říct, že biotechnika sadby měla vliv na přírůst v roce 2016. Nepatrný rozdíl je však mezi plochami celkově, na těžších půdách byl pozorován vyšší přírůst, ale jen o necelé 2 cm, což není podstatný rozdíl.

U dubu byl přírůst o něco menší, byl značně ovlivněn okusem zvěře a také často se vyskytujícím zasycháním terminálního výhonu. Naopak, než u borovice byl u dubu vyšší přírůst pozorován u plochy Librantice se střední hodnotou 7,7 cm, u plochy Krňovice byla celková střední hodnota přírůstu 6,2 cm.

- Nejvyššího přírůstu v Krňovicích dosahoval způsob sadby SBP – 7,8 cm, nejmenších středních hodnot dosahoval způsob VSP – 4,3 cm, u většiny způsobů až na sázecí hůl se ukázal, že vyšších středních hodnot dosahují varianty bez překrytí.
- Na ploše Librantice byl nejvyšší přírůst pozorován u způsobu sadby VSP s hodnotou 9,6 cm. V podstatě nejlépe z hlediska přírůstu dopadly způsoby sadby provedené sázecí holí a sázecími vidlemi. Nejmenší přírůst byl zjištěn u způsobu TBP – 5,4 cm. Zde naopak lepších přírůstů dosahovaly varianty s překrytím.

U středních hodnot přírůstů dubu jsou o něco vyšší rozdíly než u borovice, na ploše Librantice je celková střední hodnota přírůstu o 1,5 cm vyšší než na ploše Krňovice, což není podstatný rozdíl. Nejvyšší rozdíl se mezi způsoby sadby se projevil na ploše Librantice mezi VSP a TBP, tento rozdíl byl 4,2 cm.

6.2.2 Zhodnocení průměru kořenového krčku

U průměru kořenového krčku jsou u obou dřevin jen nepatrné rozdíly. U borovice nalezneme menší rozdíl mezi plochou Krňovice, kde celková střední hodnota průměru kořenových krčků je 9,5 mm, u plochy Librantice je tato hodnota 8,1 mm.

- Na ploše Krňovice nejvyššího průměru kořenového krčku dosahuje způsob sadby TBP – 15,2 mm, u ostatních způsobů jsou pouze nepatrné rozdíly v 0,1 mm. Nejmenší střední hodnota je pozorována u SBP – 8,9 mm.
- Na ploše Librantice je u borovice nejvyšší střední hodnota průměru kořenového krčku u způsobu sadby HBP – 9,9 mm a nejmenší hodnota je pozorována u způsobu SBP – 6,6 mm.

Celkově z toho vyplývá, že u borovice jsou nejmenší průměry kořenových krčků pozorovány u způsobu sadby sazečem u varianty s i bez překrytí. Kořenové krčky měly větší průměr na těžší půdě.

U dubu je průměr kořenového krčku poměrně rozdílný. Na ploše Krňovice je celková střední hodnota 9,5 mm a u plochy Librantice je tato hodnota 5,4 mm, je zde tedy celkem prokazatelný rozdíl.

- Na Ploše Krňovice je u dubu největší průměr kořenového krčku pozorován u způsobu sadby TBP s hodnotou 10,5 mm, střední hodnoty ostatních způsobů sadby se pohybují okolo 9,5 mm a nejmenší tuto hodnotu nalezneme u způsobu sadby SBP – 8,9 mm.

- Na ploše Librantice jsou rozdíly mezi průměry kořenových krčků nepatrné, nejvyšší hodnoty dosahuje průměr krčku u způsobu sadby VBP – 5,9 mm, nejmenší hodnota je pozorována u způsobu SBP – 5,0 mm. Ostatní způsoby se tedy pohybují v rozptylu 0,9 mm, což je poměrně malý rozdíl a nedá se s jistotou určit nějaký průkazný rozdíl spojený s biotechnikou výsadby.

Celkově je zřejmé, že na výzkumné ploše Krňovice, tedy na těžší půdě, dosahují průměry kořenových krčků vyšších hodnot, a to u obou dřevin. Dále se podařilo zjistit, že nejmenší střední hodnoty průměrů kořenových krčků byly pozorovány u štěrbinové sadby sazečem. Nepodařil se prokázat vliv překrytí kořenového balu vrstvou zeminy na průměr kořenového krčku.

6.2.3 Zaslý terminální výhon u dubu

U všech vysázených dubů na výzkumné ploše Krňovice i Librantice převládal výskyt zaslého terminálního výhonu, a to vždy v nadpoloviční většině z celkového počtu vysázených rostlin.

- Na ploše Krňovice je největší výskyt zaslého terminálního výhonu pozorován u způsobu sadby TBP, a to u 83 % jedinců z celkového počtu. Nejmenší výskyt zaslého terminálního výhonu je pozorován u způsobu JAM, ale i vcelku velké míře, 54 % z celkového počtu. Na této ploše můžeme konstatovat, že menší výskyt zaslých terminálních výhonů byl pozorován u variant s překrytím kořenového balu vrstvou zeminy.
- Na ploše Librantice je situace o něco horší, celkově je zde výskyt zaslého terminálního výhonu pozorován u 83 % rostlin z celkového vysázeného počtu dubů. Naprosto nejhorší situace je u způsobu sadby TBP, kde zaslý terminál byl pozorován u 93 % rostlin. U způsobu sadby HSP byl zaslý terminál pozorován nejméně, a to u 71 % rostlin. Rozdíl mezi variantami s a bez překrytí kořenového balu zeminou není tak veliký, ale převládá trend, že u rostlin, které mají překrytý kořenový bal vrstvou zeminy, je menší výskyt zaslého terminálního výhonu.

Po celkovém zhodnocení vyplývá, že výskyt zaslého terminálního výhonu je jednoznačně vyšší na lehčí písčité půdě u plochy Librantice. Toto poškození se nejvíce vyskytovalo u způsobu sadby TBP, a na jeho menší výskyt mělo nepatrný vliv překrytí kořenového balu vrstvou minerální půdy.

6.3 Zhodnocení kořenové části rostlin

6.3.1 Zhodnocení kořenové části dle počtu prorostlých kořenů kořenovým balem

Průměrný počet všech kořenů prorostlých kořenovým balem a všech způsobů sadby u borovice na ploše Krňovice je 99 ks, na ploše Librantice jen tento průměrný počet 91 ks. U tohoto hodnocení, není pozorován větší rozdíl mezi lehkou písčitou a těžší půdou.

- Na ploše Krňovice nejvíce kořenů prorostlo u způsobu sadby JAM, tento počet byl 168 ks všech kořenů. Dále následovaly způsoby sadby SBP – 143 ks a VSP – 120 ks prorostlých kořenů. Nejméně kořenů prorostlo kořenovým balem u způsobu HSP – 53ks a dále u způsobu HBP – 61 ks.
- U plochy Librantice, také nejvíce kořenů prorostlo u způsobu sadby JAM – 120 ks a také poměrně hodně kořenů prorostlo u způsobů SBP – 107 ks a SSP – 100 ks, Nejméně kořenu prorostlo u způsobu TSP – 65 ks a HSP – 68 ks kořenů. Je zajímavé, že zde byl pozorován vyšší počet prorostlých kořenů u variant bez překrytí kořenového balu.

Z tohoto hodnocení vyplývá, že nejlépe kořeny kořenovým balem prorůstaly u způsobu JAM, dále vcelku vysoké počty kořenů byly pozorovány u způsobu SBP a SSP. Na lehčí písčité půdě neprosperovala výsadba provedená sázecí holí a na těžší půdě to byla výsadba provedená sázecím trnem. Kořeny více prorůstaly u varianty bez překrytí kořenového balu vrstvou minerální půdy pouze na lehčí písčité půdě, jakákoliv závislost na překrytí kořenového balu se nepodařila prokázat u plochy krňovice s těžší půdou.

U dubu byla situace s prorostlými kořeny z kořenového balu o poznání horší, na ploše Krňovice byl průměrný počet u všech způsobů sadby 22 ks a u plochy Librantice to bylo pouze 16 ks prorostlých kořenů.

- Na ploše Krňovice nejvíce kořenů prorostlo u způsobu HSP – 32 ks, u způsobu JAM to bylo 31 ks, takže tyto způsoby, ještě se SBP – 30 ks lze řadit v rámci počtu prorostlých kořenů na stejnou úroveň, rozdíly jsou minimální. Opravdu špatná situace byla u způsobu sadby TBP, kde prorostly pouze 2 kořeny. Další nejhorší způsob byl HBP se 14 ks prorostlých kořenů.
- U plochy Librantice byl nejvyšší výskyt prorostlých kořenů pozorován u způsobů VBP – 24 ks a JAM – 22 ks. Nejméně kořenů prorostlo u způsobů TSP a HBP se shodným počtem 9 ks prorostlých kořenů.

U dubu se nepodařila prokázat závislost překrytí kořenového balu vrstvou minerální půdy na vliv prorůstání kořenů z kořenového balu. Větší počet kořenů prorostl na ploše s těžší půdou. Kořeny nejlépe prorůstaly u obou ploch u způsobů sadby JAM, nejhorší situace byla pozorována u způsobů výsadby sázecím trnem a sázecí holí.

Celkově lze hodnotit, že nejlepší způsob výsadby je způsobem JAM. Na ploše Krňovice byly pozorovány větší počty prorostlých kořenů z kořenového balu, a to u obou dřevin.

Nejhorší výsledky byly u způsobů sadby sázecí holí a sázecím trnem. Výsledky u překrytí kořenového balu vrstvou minerální půdy byly rozdílné, nepodařil se prokázat vliv na celkový počet prorostlých kořenů kořenovým balem.

6.3.2 Zhodnocení kořenové části dle biotechniky výsadby

- **SBP, SSP – BO:** Na ploše Krňovice kořeny prorůstaly převážně v tloušťkové třídě do 2 mm, největší počet byl pozorován ve 4. zóně. Byly zde pozorovány časté deformace silných kořenů, které neprorostly, ale tvořily pouze spleť v kořenovém balu. U plochy Librantice byl také největší výskyt kořenů do 2 mm, a to ve 2. a 4. zóně. U obou ploch docházelo k deformaci kořenového balu zploštěním a kořeny prorůstaly nejvíce na užší straně. U způsobu SSP byl trend naprosto stejný, jen v 1. zóně přibýlo kořenů do 2 mm.
- **VBP, VSP – BO:** Na ploše Krňovice se vyskytovalo méně viditelných kořenových deformací, kořeny do 2 mm v zónách prorůstaly vcelku rovnoměrně. Kořeny s průměrem 2–4 mm se vyskytovaly pouze ve 4. zóně. U plochy Librantice se kořenové deformace vyskytovaly u všech hodnocených rostlin, byl zde menší výskyt kořenů do 2 mm v 1. zóně, nejvyšší výskyt těchto kořenů je pozorován ve 4. zóně. Varianta s překrytím je rozdílná pouze v tom, že zde byly pozorovány kořeny 2–4 mm v 1. zóně. Kořenový bal nebyl nijak závažně deformován.
- **JAM – BO:** U plochy Krňovice nebyly pozorovány tak časté kořenové deformace, největší výskyt kořenů do 2 mm byl pozorován v 4. zóně, zde byl také pozorován jediný výskyt kořenů 2–4 mm. V 2. zóně byl výskyt kořenů nejmenší. Na ploše Librantice takřka chyběl výskyt kořenů silných 2–4 mm, největší výskyt kořenů do 2 mm byl ve 4. zóně. Kořenový bal nebyl nijak deformován a rozložení kořenů bylo nejlepší ze všech způsobů sadby.
- **TBP, TSP – BO:** U obou ploch převládá výskyt kořenů do 2 mm, a to v 4. zóně, dále je na ploše Librantice pozorován i výskyt menšího počtu kořenů 2–4 mm také ve 4. zóně. Výskyt prorůstajících kořenů ve 2. a 3. zóně je v celku nedostatečný, kořeny spíše rostou podél stěn vytvořených trnem, anebo vrůstají zpět do kořenového balu. Kořenový bal není nijak deformován, drží svůj původní tvar. U varianty s překrytím je pouze pozorován větší výskyt kořenů do 2 mm v 1. zóně.
- **HBP, HSP – BO:** U tohoto způsobu sadby je vývoj podobný jako u předešlého, Na ploše Krňovice je nejvyšší výskyt kořenů do 2 cm ve 4. zóně, zde se také vyskytuje několik kořenů 2–4 mm. Ve 4. zóně dochází k spirálovitému stáčení kořenů, což tvoří kořenové chomáče ve špičce otvoru, kde byla vytvořena sázecí holí vzduchová kapsa. Na ploše Librantice prorostlo o něco více kořenů, jejich rozložení je rovnoměrnější, ale převažuje výskyt v 4. zóně. Kořeny v 2. a 3. zóně mají také tendenci růst podél ohlazené stěny, nebo vrůstat do kořenového balu. Rozdíl mezi variantami s a bez překrytí není nijak výrazný.

- **HSPDM – BO:** U tohoto způsobu sadby se nejvíce vyskytují kořeny do 2 mm, a to v 1. a 4. zóně. Kořenový bal nebyl deformovaný, ale po vyjmutí nedržel svůj původní tvar, docházelo také k tvoření spirál v 4. zóně.
- **SBP, SSP – DB:** U tohoto způsobu sadby je poměrně silně deformován kořenový bal stlačením, kořeny prakticky neprorůstají a rostou podél ohlazených a zhutněných stěn. Na ploše Krňovice několik kořenů do 2 mm prorostlo v 1. zóně, ve 2. a 3. zóně takřka žádný a několik těchto kořenů prorostlo až ve 4. zóně, kde se u každé rostliny vyskytl i jeden kořen s tloušťkou 2–4 mm. Na ploše Libratice prorostl malý počet kořenů do 2 mm pouze ve 4. zóně. U varianty s překrytím je situace takřka stejná.
- **VBP, VSP – DB:** Na ploše Krňovice prorůstají kořeny do 2 mm až v 4. zóně, zde je také minimální výskyt kořenů silných 2–4 mm. Na ploše Librantice se ke 4. zóně přidala ještě 3. zóna, kde je minimální výskyt kořenů do 2 mm, kořenový bal není deformován, kořeny špatně prorůstají, prakticky rostou pouze v původním kořenovém balu. Varianta s překrytím je naprosto stejná.
- **JAM – DB:** Na ploše Krňovice se vyskytují až na dva případy jenom kořeny do 2 mm, nejvíce jsou ve 4. zóně a o něco méně v zóně první. Na ploše Librantice se vyskytují ve 4. zóně i kořeny 2–4 mm, ale pouze u každé rostliny jeden. Kořenový bal drží svůj tvar, i když u tohoto způsobu prorostlo kořenovým balem nejvíce kořenů, stále tento počet není zdaleka dostačující.
- **TBP, TSP – DB:** Na ploše Krňovice u tohoto způsobu sadby neprorostl prakticky žádný kořen, kořenový bal drží svůj tvar, kořeny rostou pouze uvnitř balu anebo podél ohlazených a zhutněných stěn vytvořených při výsadbě. U plochy Librantice je to naprosto stejné, kořenovým balem prorostl minimální počet kořenů. Není zde rozdíl ani mezi variantou s a bez překrytí kořenového balu minerální půdou.
- **HSP, HBP – DB:** Kořeny u obou ploch prorůstají prakticky pouze v 1. a 4. zóně, jsou to kořeny do 2 mm a vyskytují se ve velmi malém počtu, ve čtvrté zóně je pozorován výskyt kořenů s tloušťkou 2–4 mm, ale pouze u dvou rostlin po jednom kuse. Varianta s překrytím na ploše Krňovice je na tom s počtem prorostlých kořenů o něco lépe, nejvíce se vyskytují kořeny do 2 mm ve 4. zóně, menší počet těchto kořenů je ale pozorován i v 1. zóně. Kořenový bal není deformován, ale vypadá prakticky stejně jako v době výsadby.
- **HSPDM – DB:** Stav je prakticky stejný jako u způsobu sadby HSP a HBP, kořeny prorůstají minimálně, nejvíce ale ve 3. zóně. Je to ale pouze 5 ks prorostlých kořenů z kořenového balu na 5 ks rostlin. Kořenový bal není deformovaný.

6.4 Celkové zhodnocení

Celkové shrnutí všech hodnocených parametrů a znaků ukázalo, že dub prosperoval jedno vegetační období po výsadbě mnohem méně, a to u všech způsobů sadby. Lze předpokládat, že pro zalesnění takovýchto ploch je použití krytokořenného sadebního materiálu dubu nevhodné. K zalesnění těchto ploch by bylo zřejmě vhodnější použít vyspělejší prostokořenný sadební materiál.

U borovice byly výsledky v celku uspokojivé. Pozorování v následujících letech ukáže, jestli biotechniky výsadby mají větší vliv na deformaci kořenového systému, než bylo popsáno v této práci. Zhutnění a ohlazení stěn vzniklých při použití jednotlivých sázecích pomůcek se může v budoucnu zlepšit a kořeny z kořenového balu budou lépe prorůstat. V této době však nelze říct, že kořenový systém nebude již na tolik deformovaný, aby působil závažnější problémy při růstu rostlin. Vzhledem k vysokým ztrátám, které byly způsobeny klikorohem borovým u způsobu sadby HSPDM, je důležité, aby se rostlina neutápěla pod okolní terén, protože tím že kořenový krček je pod úrovní terénu a není v kontaktu se zemínou, vznikají pravděpodobně vhodné podmínky pro žír tohoto škůdce, což razantně zvyšuje mortalitu takto vysázených rostlin.

V některých případech bylo pozorováno, že celkově lepších výsledků bylo dosaženo u variant způsobů sadeb bez překrytí kořenového balu 2cm vrstvou minerální půdy, což je v rozporu s Mauerem a Palátovou (2013), kteří uvádějí, že je vhodné kořenový bal překrýt vrstvou minerální půdy. Jelikož u většiny způsobů sadby bylo toto tvrzení potvrzeno, je možné že původní obnažený kořenový bal zarostl buřením, nebo došlo k naplavení vrstvy hrabanky na kořenový bal z okolí při vydatném dešti.

Pro výsadbu krytokořenného sadebního materiálu a následný rozvoj kořenového systému je limitující vznik zhutněných a ohlazených stěn otvoru, který je vytvořen sázecími pomůckami pro umístění kořenového balu rostlin. Největší zhutnění a ohlazení působí sázecí trn a sázecí hůl, u těchto způsobů je navíc důležité správné použití. Hrot je třeba zašlápnout v kolmém směru do půdy, jakýkoliv pohyb vykláním směrem od pracovníka a zpět, aby bylo možné hrot zapravit lépe do půdy, zhutnění ještě násobí. Dalším nevhodným způsobem je sazeč. Hrotem sazeče se nevytvoří požadovaný otvor pro kořenový bal, a násilným umístěním kořenového balu do vytvořeného otvoru, dochází k silné deformaci tohoto balu, které se navíc násobí utážením, které se provede opět sazečem po vložení kořenového balu do vytvořeného otvoru, tím dojde ještě ke zploštění původního kořenového balu. U tohoto způsobu sadby sice kořeny prorostly v celku dobře, ale pouze v těch zónách kořenového balu, které nebyly deformovány. Došlo tedy k tomu, že kořeny prorostly převážně jen ve 4 zóně a vyrůstly z užších stran zploštělého kořenového balu.

7. Závěr

Tato práce měla za cíl vyhodnotit, jaký vliv mají rozdílné biotechniky sadby na odrůstání krytokořenného sadebního materiálu borovice lesní a dubu letního. Tato problematika byla pozorována u dvou druhů půdy, a to: půda lehká písčité a půda těžší ovlivněná vodou. Pro zalesnění těchto výzkumných ploch byl použit stejný krytokořenný sadební materiál. Výsadba proběhla na jaře v roce 2016, měření a pozorování bylo realizováno v měsíci říjnu a listopadu téhož roku. Z toho vyplývá, že pro účely této práce byl sadební materiál vyhodnocen pouze jedno vegetační období po výsadbě, což je poměrně krátká doba k vyvození přesvědčujících závěrů. Tato problematika si zaslouží mnohem delší pozorování. Nicméně i při takto krátké době se dá rozeznat několik důležitých poznatků.

Celkové vyhodnocení vlivu biotechniky sadby bylo provedeno váhovým testem, kde byly zohledněny nejdůležitější parametry. Výsledky jsou následující:

- Na těžší půdě ovlivněné vodou (Krňovice) u borovice vyšel jako nejlepší způsob výsadby jamkovou sadbou, na druhém místě se umístil způsob sadby sazečem, lépe dopadla varianta bez překrytí. Nejhůře dopadl způsob sadby hůl s překrytím.
- Na lehčí písčité půdě (Librantice) u borovice nejlépe dopadl způsob sadby hůl bez překrytí a na druhém místě jamková sadba, vcelku dobře dopadl i způsob výsadby sázecími vidlemi s překrytím. Nejhůře se umístily obě varianty způsobu výsadby sazečem.
- U dubu, který byl vysázen na těžší půdě ovlivněné vodou (Krňovice), byl vyhodnocen nejlepší způsob sadby sazeč bez překrytí a na druhém místě sadba jamková. Jako nejhorší způsob sadby byla určena výsadba sázecími vidlemi s překrytím a dále výsadba trnem bez překrytí.
- Na lehčí písčité půdě (Librantice) u dubu byla jako nejlepší způsob vyhodnocena výsadba sázecími vidlemi bez překrytí a jako druhý nejlepší byl určen způsob výsadby sazečem bez překrytí. K mému údivu se sadba jamková umístila až na pátém místě. Nejhůře ze všech způsobů dopadl trn s překrytím.

Tímto váhovým testem byly zhodnoceny výsledky měření a pozorování jak z nadzemní, tak i z podzemní (kořenové) části rostlin. Takto byly objektivně vyhodnoceny naměřené výsledky v danou dobu, kdy proběhlo měření.

Jelikož po tak krátké době růstu rostlin po výsadbě se nemusejí projevit problémy s kořenovým systémem na nadzemní části, což také touto prací bylo potvrzeno, proto bych nejlepší biotechniky výsadby hodnotil podle prorostlých kořenů a jejich směrových deformací. Nejlépe samozřejmě dopadla výsadba jamkovou sadbou, což je již potvrzeno několika pracemi, které se věnovali této problematice. U výsadby sazečem sice prorůstá dostatek kořenů z kořenového balu, ale tento bal je deformován stlačením a kořeny prorůstají pouze z užších stran, což by mohl být do budoucna problém. Výsadba sázecími vidlemi je použitelná

pouze tehdy, když se jimi dá vytvořit dostatečně velký otvor pro kořenový bal sadebního materiálu, jinak dochází hned při výsadbě k deformaci tohoto kořenového balu, u tohoto způsobu výsadby hodně záleží na stanovišti. Rozhodně nevhodný pro výsadbu je sázecí trn, u něho v některých případech sice kořeny prorostly, ale bylo zřejmé, že ohlazené a ztuhlé stěny působí závažné deformace a kořeny spíše rostou pouze v původním kořenovém balu, což bude do budoucna pro porost značný problém. Podobný případ je i se sázecí holí, která vytváří o něco menší ztuhlé stěny, ale výsledky jsou téměř totožné, navíc u borovice, u které by silnější kořeny měly růst pozitivně geotropicky, se místo toho vytvářejí z těchto kořenů spirály, které rostou pouze ve vzduchové bublině mezi dnem vytvořeného otvoru sázecí holí a 4. zónou kořenového balu. U každého typu výsadeb by vršek kořenového balu měl být překryt alespoň dvoucentimetrovou vrstvou minerální půdy, jelikož pak nedochází k zvýšenému vysychání kořenového balu, který má rozdílnou strukturu než ostatní zemina, a také v zimním období nemusí docházet k vytažení sadebního materiálu mrazem. Je zde navíc předpoklad k vytvoření adventivních kořenů, které zvětší celkový objem kořenového systému rostliny.

Závěrem bych chtěl říci, že problematika deformací kořenových systémů je závažný problém, je potřeba jí věnovat o hodně větší pozornost. Již v lesních školkách by měl být brán ohled hlavně na kvalitu, a ne na kvantitu sadebního materiálu, jak se v mnohých případech děje. Mnoho kořenových deformací může vznikat právě již ve školkách špatnými postupy pěstování. Stejně tak by se mělo postupovat i při zakládání porostů. Při použití rychlejších a výkonnějších způsobů sadby, jako je např. sázecí trn nebo sázecí hůl, se sice ušetří náklady na zalesnění, ale v budoucnu to může přinést problémy se stabilitou porostu a v konečném případě i snížení výtěžku což, se ale může projevit až za několik desítek let. Stav kořenového systému a kontrola deformací by se měla stát jedním z kritérií pro uznání zajištěné kultury.

8. Conclusion

This work aimed to evaluate the influence of different planting biotechnics on growth of Scots pine and pedunculate oak balled planting stock. This problem has been observed in two soil types, concretely: light sandy soil and heavier soil affected by water. The same balled planting stock was used for afforestation above mentioned research plots. The planting was conducted during spring in 2016. Measurements and observing was realized in October in 2016. It follows that for the purpose of this work was evaluated planting stock only one growing season after planting, which is a relatively short time to state conclusions persuasion. This issue deserves a much longer observation. Nevertheless, even in such a short time period we can indicate several important findings.

The overall evaluation of the impact of planting stock was performed by weighing test, where the most important parameters were taken into account. Results are as follows:

- On heavier soils affected by water (Krňovice) in Scots pine stands, the hole planting is the best way, the second best way is planting spade (better variant without overlapping). The worst way is planting stick with overlapping on this site.
- On lighter sandy soil (Librantice) in Scots pine stands, the best way of planting is planting stick without overlapping, on the second place is hole planting. Rather good biotechnic on mentioned site are planting forks method. The worst method is both variants of planting spade.
- For pedunculate oak stands, which were planted on heavier soils affected by water (Krňovice), the best way of planting is planting spade without overlapping, the second place is the hole planting. The worst way of planting are planting forks with overlapping and thorn planting without overlapping.
- On lighter sandy soil (Librantice) for pedunculate oak stands, the best way of planting are planting forks without overlapping and the second best way is planting spade without overlapping. The hole planting placed in fifth place. The worst of all ways is planting thorns with overlapping.

A root system problems may not show on above-ground parts with regards to such short period of plant growth after planting, which also was confirmed in presented study. Therefore, the best planting biotechnic was evaluated according root penetration and their directional deformation. The hole planting was detected as the best way of planting. The roots of spade planting plants grows sufficiently, although the rootball is deformed by compression and roots penetrates merely from the narrow sides, which it could be a problem in the future. Planting by forks is applicable only if they can create a sufficiently large space for the balled planting stock. Otherwise, root system deformations are present immediately upon planting. In mentioned method depends on the planting site. The planting thorn is not definitely

suitable for planting, in some cases roots penetrated the loam but it was obvious that smoothed and compacted loam walls causes serious deformation and roots grows merely in the original rootball, which it will a significant problem within future stand development. A similar case is the planting stick, which it produces slightly less compaction of the loam walls, but the results are almost identical. Instead of this fact, a spiral roots creates in Scots pine stands. The spirals grows only in the hollow between bottom of hole created by planting stick and fourth rootball zone. The top of the rootball should be covered with at least two centimetres layer of mineral soils for each type of planting, because then there is no increase in drying of the rootball, which rootball has a different structure than the other soil and planting stock does not have to be pull out of frost within winter period. In addition, there is a precondition to the creation of adventitious roots. The adventitious roots increases the total volume of the plant root system.

9. Seznam použité literatury

ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA: ČGS, 2017. [online], [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: http://mapy.geology.cz/geocr_50/

ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA: ČGS, 2017. [online], [cit. 2017-03-10]. Dostupné z: <http://mapy.geology.cz/pudy/>

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV: CHMI, 2017. *Průběh průměrné měsíční teploty vzduchu 1961-1990* [online]. Hradec Králové, [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://portal.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data#>

HALLÉ, F. a kol., 1978. *Tropical Trees and Forests :an Architectural Analysis*, Berlin – Heidelberg – New York : Springer Verlag, 441 s.

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 2004, s. 6–15.

KOLEKTIV Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Výzkumná stanice Opočno, 2003. *Katalog biologicky ověřených obalů pro pěstování sadebního materiálu lesních dřevin: Název obalu: QUICK POT D 60 T/15* [online]. Opočno, 2003 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: http://vulhm.opocno.cz/download/katalog4/kl6_quick_pot_60T15_2002_20122010.pdf

KOLEKTIV, 2011. *Doprava manipulace a sázení sadebního materiálu lesních dřevin*. Řečany nad Labem: SVOL, 30 s.

KUTSCHERA, L. a LICHTENEGGER, E., 2002. *Wurzelatlas mitteleuropäischer Waldbäume und Sträucher*, Graz : Leopold Stocker Verlag, 604 s.

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

MAUER, O. a kol., 2013. *Rhizologie lesních dřevin*, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně učební text, 260 s.

MAUER, O. a PALÁTOVÁ E., *Metody studia kořenového systému lesních dřevin*. In: MAUER, O. *Rhizologie lesních dřevin*. Mendelova univerzita v Brně: učební text, 2013. s. 7-18.

MAUER, O. a PALÁTOVÁ, E., 2004. *Deformace kořenového systému a stabilita lesních porostů*. 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 2004, s. 22–26.

MAUER, O. a PEJCHAL M., *Architektura kořenového systému stromů*. In: MAUER, O. *Rhizologie lesních dřevin*. Mendelova univerzita v Brně: učební text, 2013, s. 19-28.

- MAUER, O. a VANĚK, P., 2013. *Stav lesních kultur v době zajištění porostů*. Lesnická práce [online]. 2013, 92(8), 15-18 [cit. 2017-03-11]. Dostupné z: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-92-2013/lesnicka-prace-c-8-13/stav-lesnich-kultur-v-dobe-zajisteni-porostu>
- MAUER, O., 2009. *Zakládání lesů I*, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, učební text, 172 s.
- MAUER, O., 2011. *Zakládání lesů II*, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, učební text, 216 s.
- MINISTERSTVO zemědělství, 2016. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2015*. Praha: MZE ČR.
- MUSIL, I. a HAMERNÍK, J., 2007. *Jehličnaté dřeviny: Lesnická dendrologie 1*. Praha Academia, 352 s. ISBN 978-80-200-1567-9.
- NÁROVCOVÁ, J., 2004. *Systém testování biologické vhodnosti obalů pro pěstování krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin a poznatky s jeho uplatněním v praxi*. 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 2004, s. 40-48.
- PEJCHAL, M., 2008. *Architektura kořenového systému stromu a její vztah k možnému poškození staveb*, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, středisko Opava, 13 s.
- POLENO, Z. a VACEK, S., 2009. *Pěstování lesů III.: Praktické postupy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. 951 s. ISBN 978-80-87154-34-2.
- QUITT, E., 1971. *Klimatické oblasti Československa*. Praha: Academia, 73 s., 5 s. obr. příl.
- SVOBODA, P., 1953. *Lesní dřeviny a jejich porosty: Část 1*, 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 411 s., Lesnická knihovna.
- UHLÍŘOVÁ, H. a KAPITOLA, P., 2004. *Poškození lesních dřevin*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2004. ISBN 80-86386-56-2.
- ÚRADNÍČEK, L., 2003. *Lesnická dendrologie I. (Gymnospermae)*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 70 s., 102 s. obr. Příl. ISBN 80-7157-643-3.
- ÚRADNÍČEK, L., a kol., 2009. *Dřeviny České republiky. 2.*, přeprac. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, ISBN 978-80-87154-62-5.
- ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ: ÚHÚL, 2017. [online], [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://www.uhul.cz/nase-cinnost/oblastni-plany-rozvoje-lesu/prirodni-lesni-oblasti-plo/175-prirodni-lesni-oblast-c-17-polabi>.