

# Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Posouzení vlivu štěrbínové technologie výsadby na  
stav a vývoj kořenové soustavy smrku (*Picea abies* L.)  
v oblasti Litovle**

Bakalářská práce

Autor: Adam Navrátil

Vedoucí práce: prof. Ing. Ivo Kupka, CSc.

2018

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Adam Navrátil

Lesnictví

Název práce

**Posouzení vlivu štěrbinové technologie výsadby na stav a vývoj kořenové soustavy smrku (*Picea abies* L.) v oblasti Litovle**

Název anglicky

**Split technology artificial regeneration influence on Norway spruce (*Picea abies* L.) root system in the region Litovel**

### Cíle práce

Cílem je posoudit stav a vývoj kořenových systémů smrku po výsadbě štěrbinovou technologií v porovnání s vývojem kořenové soustavy obalené sadby provedené jamkovou technologií. Srovnání provést na dvou párech zkusných ploch krátce po výsadbě a po delším časovém intervalu

### Metodika

- shromáždění a studium odborné literatury o kořenových systémech (vypracování všeobecné části práce),
- volba 2 párů ploch (štěrbinová a jamková technologie) krátce po výsadbě (1-2 roky) a delší dobu po výsadbě (3-5 let),
- provedení dendrometrických šetření na vytyčených výzkumných plochách (min. 100 ks):
  - Výška sazenice,
  - Výškový přírůst,
  - Tloušťka kořenového krčku,
  - Zdravotní stav a vitalita sazenice,
  - Objem kořenového systému u vybraných jedinců,
  - Podíl jemných kořenů v kořenovém systému,
  - Stav a deformace kořenového systému,
- provedení základních výpočtů a zhodnocení získaných dat,
- vypracování pracovní verze práce a předložení vedoucímu,
- zpracování čistopisu práce

**Doporučený rozsah práce**

min 50 stran

**Klíčová slova**

technologie výsadby, štěrbinová výsadba, jamková výsadba, smrk

---

**Doporučené zdroje informací**

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA, – KUPKA, I. *Pěstování lesů I.* V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2008. ISBN 978-80-213-1782-6.

ČESKO. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. ÚSEK LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ, – POLENO, Z. – PODRÁZSKÝ, V. – VACEK, S. *Pěstování lesů. II., Teoretická východiska pěstování lesů.* Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007. ISBN 978-80-7084-656-8.

KUPKA, I. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA PĚSTOVÁNÍ LESŮ. *Základy pěstování lesa.* Praha: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a environmentální, 2005. ISBN 80-213-1308-0.

KUPKA, I. *Fundamentals of silviculture.* Praha: Česká zemědělská univerzita, Lesnická fakulta, 2002. ISBN 80-213-0986-5.

MAUER, O. *Produkce krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin.* Brno: LESNICKÁ PRÁCE, 2006. ISBN 80-86386-72-4.

POLENO, Z. *Trvale udržitelné obhospodařování lesů.* Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 1997.

SARVAŠ, M. – KUPKA, I. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA. *Pěstování a výsadba krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin.* Praha: Česká zemědělská univerzita, 2011. ISBN 978-80-213-2166-3.

VACEK, S. – POLENO, Z. *Pěstování lesů. III.; Praktické postupy pěstování lesů.* Kostelec nad Černými lesy: lesnická práce, 2009. ISBN 978-80-87154-34-2.

VACEK, S. – POLENO, Z. – PODRÁZSKÝ, V. *Pěstování lesů. I., Ekologické základy pěstování lesů.* Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007. ISBN 978-80-87154-07-6.

VACEK, Z. – REMEŠ, J. – BÍLEK, L. – BLANCO ROMERO, I. – KUPKA, I. – PODRÁZSKÝ, V. – NOVÁK, J. – BALÁŠ, M. – SLODIČÁK, M. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA.

*Introduction to silviculture.* Prague: Czech University of Life Sciences, Faculty of Forestry and Wood Sciences, Department of Silviculture, 2016. ISBN 978-80-213-2701-6.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2017/18 LS – FLD

**Vedoucí práce**

prof. Ing. Ivo Kupka, CSc.

**Garantující pracoviště**

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 21. 12. 2017

**prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2018

**prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.**

Děkan

V Praze dne 02. 04. 2018

---

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „Posouzení vlivu štěrbinové technologie výsadby na stav a vývoj kořenové soustavy smrku (*Picea abies* L.) v oblasti Litovle“ vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Ivo Kupka, CSc. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne .....

.....

Podpis autora

## **Abstrakt**

Cílem této bakalářské práce bylo posoudit stav a vývoj kořenových systémů smrku po výsadbě štěrbinovou technologií v porovnání s vývojem kořenové soustavy obalované sadby provedené jamkovou technologií v oblasti Litovle. V dané studii byly na páru dvouletých a na páru pětiletých kultur posuzovány především tyto znaky a parametry – výška nadzemní části, roční výškový přírůst, průměr kořenového krčku, objem nadzemní části, objem kořenového systému, objem jemných kořenů, hmotnost nadzemní části, hmotnost kořenového systému, hmotnost jemných kořenů, stav kořenového systému, vitalita sazenic a okus zvěří.

Z práce vyplývá, že kořenový systém dvouletých kultur byl vyvinutější s menším procentem výskytu deformací u štěrbinové sadby. Naopak u pětiletých kultur byl kořenový systém vyvinutější s menším procentem výskytu deformací u jamkové obalované sadby. Vitalita sazenic byla vyšší u ploch zalesněných jamkovou technologií. Okus zvěří byl větší u dvouleté jamkově zasazené kultury než u dvouleté štěrbinově zasazené kultury, v pětiletých kulturách se okus zvěří nevyskytoval.

**Klíčová slova:** smrk ztepilý, jamková sadba, štěrbinová sadba, kořenový systém

## **Abstract**

The aim of the thesis is to assess the state and development of spruce root system after slit planting and compare it with the development of root system after pit planting of covered-rooted material. The following characteristics and parameters were assessed on two two-year-old cultures and two five-year-old cultures planted in the area of Litovel: height of the above-ground part of seedlings, annual height gain per year, root system volume soft roots volume, fine root volume, weight of the above-ground part, weight of the root system, weight of the soft roots, root system status, vitality of the seedlings and game pressure.

The thesis shows that for the two-year-old cultures, the root system was more developed and with lower deformation occurrence after slit planting; however, as for the five-year-old cultures, there were fewer deformations and the root system was more developed in plants that were planted covered-rooted using pit planting technique. Vitality of seedlings was higher in areas when was wood harvested out (wooded holes technology). The damage made by biting the buds was bigger in a two-year pit-planted culture than in two-year pit-planted culture in, and in five-year-old cultures there was no game pressure.

**Key words:** Norway spruce, pit planting, slit planting, root system

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	14
<b>2</b>	<b>Smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>)</b> .....	14
2.1	Rod <i>Picea</i> – smrk .....	14
2.2	Popis stromu .....	15
2.3	Ekologie a rozšíření .....	16
2.4	Upotřebení.....	16
<b>3</b>	<b>Umělá obnova lesa</b> .....	16
3.1	Jamková sadba.....	17
3.2	Štěrbínová sadba .....	18
<b>4</b>	<b>Sadební materiál</b> .....	19
4.1	Kvalita sadebního materiálu .....	19
4.2	Dělení sadebního materiálu lesních dřevin dle ČSN 482115.....	19
4.3	Dělení sadebního materiálu podle způsobu pěstování .....	20
4.3.1	Prostokořenný sadební materiál .....	20
4.3.2	Obalovaný sadební materiál .....	21
<b>5</b>	<b>Kořenový systém</b> .....	21
5.1	Deformace kořenového systému .....	22
<b>6</b>	<b>Ukazatele vitality</b> .....	24
<b>7</b>	<b>Zhodnocení přírodních poměrů LHC Libavá</b> .....	25
7.1	Hydrografie.....	25
7.2	Geologické poměry .....	25
7.3	Pedologické poměry .....	26
7.4	Klimatické poměry.....	26
<b>8</b>	<b>Metodika</b> .....	28
8.1	Výběr zkusných ploch.....	28
8.2	Popis zkusných ploch .....	28
8.3	Sadební materiál .....	31
8.4	Zdravotní stav sazenic.....	32

8.5	Terénní měření .....	33
8.5.1	Měření výšky nadzemní části, výškového přírůstu a průměru kořenového krčku .....	33
8.6	Laboratorní měření.....	34
8.6.1	Měření objemu nadzemní části, kořenového systému a jemných kořenů .....	34
8.6.2	Měření hmotnosti nadzemní části, kořenového systému a jemných kořenů .....	35
<b>9</b>	<b>Výsledky</b> .....	<b>36</b>
9.1	Dvouletá kultura smrku zalesněná jamkovou sadbou 35x35 cm, obalovaným sadebním materiálem.....	36
9.2	Dvouletá kultura smrku zalesněná štěrbínovou sadbou, prostokořenným sadebním materiálem .....	37
9.3	Pětiletá kultura smrku zalesněná jamkovou sadbou 35x35 cm, obalovaným sadebním materiálem.....	39
9.4	Pětiletá kultura smrku zalesněná štěrbínovou sadbou, prostokořenným sadebním materiálem .....	40
9.5	Porovnání výsadeb .....	42
9.5.1	Kultury zalesněné v roce 2016.....	42
9.5.2	Kultury zalesněné v roce 2013.....	51
9.6	Deformace kořenových systémů sazenic.....	60
<b>10</b>	<b>Diskuze</b> .....	<b>61</b>
<b>11</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>63</b>
<b>12</b>	<b>Seznam použité literatury</b> .....	<b>65</b>
<b>13</b>	<b>Seznam norem</b> .....	<b>67</b>
<b>14</b>	<b>Seznam příloh</b> .....	<b>68</b>
<b>15</b>	<b>Přílohy</b> .....	<b>69</b>



## Seznam obrázků

<b>Obrázek č. 1:</b> Mapa LHC Libavá .....	27
<b>Obrázek č. 2:</b> Mapa umístění zkusné plochy ve dvouleté kultuře zasazené obalovanou jamkovou sadbou .....	29
<b>Obrázek č. 3:</b> Mapa umístění zkusné plochy ve dvouleté kultuře zasazené prostokořennou štěrbinovou sadbou .....	30
<b>Obrázek č. 4:</b> Mapa umístění zkusných ploch v pětiletých kulturách zasazené obalovanou jamkovou sadbou a prostokořennou štěrbinovou sadbou .....	31

## Seznam tabulek

<b>Tabulka č. 1:</b> Přehled porostních údajů dvouletých kultur .....	29
<b>Tabulka č. 2:</b> Přehled porostních údajů pětiletých kultur .....	30
<b>Tabulka č. 3:</b> Průměrné, maximální a minimální hodnoty dvouleté jamkové obalované sadby .....	36
<b>Tabulka č. 4:</b> Naměřené objemy u dvouleté jamkové obalované sadby	36
<b>Tabulka č. 5:</b> Naměřené hmotnosti u dvouleté jamkové obalované sadby .....	37
<b>Tabulka č. 6:</b> Průměrné, maximální a minimální hodnoty dvouleté šterbinové prostokořenné sadby .....	37
<b>Tabulka č. 7:</b> Naměřené objemy u dvouleté šterbinové prostokořenné sadby .....	38
<b>Tabulka č. 8:</b> Naměřené hmotnosti u dvouleté šterbinové prostokořenné sadby .....	38
<b>Tabulka č. 9:</b> Průměrné, maximální a minimální hodnoty pětileté jamkové obalované sadby .....	39
<b>Tabulka č. 10:</b> Naměřené objemy u pětileté jamkové obalované sadby	39
<b>Tabulka č. 11:</b> Naměřené hmotnosti u pětileté jamkové obalované sadby .....	40
<b>Tabulka č. 12:</b> Průměrné, maximální a minimální hodnoty pětileté šterbinové prostokořenné sadby .....	40
<b>Tabulka č. 13:</b> Naměřené objemy u pětileté šterbinové prostokořenné sadby .....	41
<b>Tabulka č. 14:</b> Naměřené hmotnosti u pětileté šterbinové prostokořenné sadby .....	41

<b>Tabulka č. 15:</b> Srovnání poměrů objemu kořenového systému k objemu nadzemní části a srovnání podílů objemu jemných kořenů v objemu celého kořenového systému u dvouletých sazenic .....	49
<b>Tabulka č. 16:</b> Srovnání poměrů objemu kořenového systému k objemu nadzemní části a srovnání podílů objemu jemných kořenů v objemu celého kořenového systému u pětiletých sazenic .....	57
<b>Tabulka č. 17:</b> Přehled deformací kořenových systémů u dvouletých kultur .....	60
<b>Tabulka č. 18:</b> Přehled deformací kořenových systémů u pětiletých kultur .....	60

## Seznam grafů

<b>Graf č. 1:</b> Srovnání vitality dvouletých kultur .....	42
<b>Graf č. 2:</b> Srovnání škod zvěří okusem terminálního výhonu sazenic u dvouleté obalované jamkové sadby a dvouleté štěrbínové prostokořenné .....	42
<b>Graf č. 3:</b> Srovnání škod zvěří bočním okusem sazenic u dvouleté obalované jamkové sadby a dvouleté štěrbínové prostokořenné sadby ..	43
<b>Graf č. 4:</b> Srovnání výšek nadzemních částí dvouletých kultur .....	43
<b>Graf č. 5:</b> Srovnání výškových přírůstků dvouletých kultur .....	44
<b>Graf č. 6:</b> Srovnání průměrů kořenových krčků dvouletých kultur .....	44
<b>Graf č. 7:</b> Srovnání průměrných výšek nadzemních částí obalované dvouleté jamkové sadby a prostokořenné dvouleté štěrbínové sadby .....	45
<b>Graf č. 8:</b> Srovnání průměrných výškových přírůstků obalované dvouleté jamkové sadby a prostokořenné dvouleté štěrbínové sadby .....	46
<b>Graf č. 9:</b> Srovnání průměrných hodnot tloušťky kořenových krčků obalované dvouleté jamkové sadby a prostokořenné dvouleté štěrbínové sadby .....	46
<b>Graf č. 10:</b> Srovnání objemů nadzemních částí dva roky zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbínové sadby .....	47
<b>Graf č. 11:</b> Srovnání objemů kořenových systémů dva roky zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbínové sadby .....	47
<b>Graf č. 12:</b> Srovnání objemů jemných kořenů dva roky zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbínové sadby .....	48
<b>Graf č. 13:</b> Srovnání hmotností nadzemních částí dva roky zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbínové sadby .....	49
<b>Graf č. 14:</b> Srovnání hmotností kořenových systémů dva roky zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbínové sadby .....	50

<b>Graf č. 15:</b> Srovnání hmotností jemných kořenů dva roky zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbínové sadby....	50
<b>Graf č. 16:</b> Srovnání vitality pětiletých kultur.....	51
<b>Graf č. 17:</b> Srovnání výšek nadzemních částí pětiletých kultur .....	51
<b>Graf č. 18:</b> Srovnání výškových přírůstků pětiletých kultur .....	52
<b>Graf č. 19:</b> Srovnání průměrů kořenových krčků pětiletých kultur .....	52
<b>Graf č. 20:</b> Srovnání průměrných výšek nadzemních částí pětileté obalované jamkové sadby a pětileté prostokořenné štěrbínové sadby ....	53
<b>Graf č. 21:</b> Srovnání průměrných výškových přírůstků pětileté obalované jamkové sadby a pětileté prostokořenné štěrbínové sadby.....	53
<b>Graf č. 22:</b> Srovnání průměrných hodnot tloušťky kořenových krčků pětileté obalované jamkové sadby a pětileté prostokořenné štěrbínové sadby .....	54
<b>Graf č. 23:</b> Srovnání objemů nadzemních částí pět let zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbínové sadby....	55
<b>Graf č. 24:</b> Srovnání kořenových systémů pět let zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbínové sadby.....	56
<b>Graf č. 25:</b> Srovnání objemů jemných kořenů pět let zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbínové sadby.....	56
<b>Graf č. 26:</b> Srovnání hmotností nadzemních částí pět let zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbínové sadby....	58
<b>Graf č. 27:</b> Srovnání hmotností kořenových systémů pět let zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbínové sadby....	58
<b>Graf č. 28:</b> Srovnání hmotností jemných kořenů pět let zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbínové sadby....	59

## 1 Úvod

Lesy patří mezi přirozeně stárnoucí organismy. V pralesích obnova lesa probíhá přirozeně, samovolně oproti lesům hospodářským, kde je nutné obnovu zajistit. MAUER (2011) uvádí, že obnova je základním kamenem ke vzniku lesa. Pokud máme možnost využít přirozenou obnovu, měli bychom ji upřednostnit před obnovou umělou. V České republice je podíl umělé obnovy při zalesňování 80 %. Při umělé obnově porostů vznikají ztráty sazenic, které se v dnešní době pohybují kolem 17-19 %. Ztráty jsou zapříčiněny především špatnou morfoloickou a fyziologickou kvalitou sazenic, a také biotechnikou sadby. Kultura nemusí na první pohled vykazovat žádné viditelné známky poškození, ale kořenový systém u sazenic může být značně poškozen. Právě poškození a malá velikost kořenového systému vedou ke snížení odolnosti proti stresu, mechanické stability porostů vůči sněhu, námraze, větru a zpomalují růst nadzemní části sazenice.

Výzkumů kořenových systémů je oproti studiím nadzemních částí daleko méně, a to především kvůli náročnosti při vyzvedávání zkoumaných rostlin a použití destruktivních metod, které jsou časově dosti náročné (PALÁTOVÁ a MAUER, 2004).

## 2 Smrk ztepilý (*Picea abies*)

### 2.1 Rod *Picea* – smrk

Počátek vývoje rodu *Picea* zasahuje nejméně do konce druhohor. Rozlišujeme 34-40 druhů, rostou jen v chladnějších územích severní polokoule, ve výškovém rozmezí 0-4800 m n. m. V Evropě rostou původně pouze tři druhy, v České republice jenom jeden. Rod *Picea* obsahuje jednodomé, vždyzelené stromy až do vysokého stáří. Má výrazně monopodiální vzpřímenou stavbu výhonu s přeslenitým větvením. Od jedlí se odlišuje špičatou válcovitou až kuželovitou korunou, nepravidelně rozmístěnými pupeny a relativně tenkou borkou, která je později šupinovitá až štítkovitá. Jehlice smrku rozdělujeme na dva typy: typ A,

který je častějším typem, má jehlice ± 4hranné, na průřezu ± kosočtvercové a na každé straně s jedním nezřetelným podélným proužkem průduchových řad, typ B má jehlice ± zploštělé s dvěma bílými proužky průduchů na dolní straně jehlice. Šišťice vyrůstají na výhonech. Samičí šišťice na konci výhonů a samčí v paždí jehlic. Šišky jsou vejcovito-válcového tvaru, dřevnatí a dozrávají v prvním roce. Semena jdou lehce oddělit od křídla. Semenáčky mají 5-10 děloh (MUSIL a HAMERNÍK, 2007).

## 2.2 Popis stromu

MUSIL a HAMERNÍK (2007) uvádějí, že je smrk ztepilý hospodářsky nejvýznamnější dřevina střední a severní Evropy a je oporou jejího dřevařského průmyslu. Současné zastoupení smrku činí v České republice 53 %. Často je pěstovaný mimo svůj přirozený areál výskytu.

Strom dosahuje velkých rozměrů, kmen je přímý s pravidelným přeslenitým větvením a dosahuje věku až 650 let. Výška se pohybuje kolem 50 m a průměr kmene až 1,5 m. Objem kmene může přesáhnout i 30 m<sup>3</sup>. Borka je červenohnědá až šedá v tenkých šupinkách se odlupující, relativně slabá. Koruna bývá jak kuželovitého, tak štíhlého tvaru s jemným větvením, někdy zase široká, se silnými větvemi. Kořenový systém je plošně rozvinutý, z toho důvodu bývá slabě zakotven v půdě a dochází tak lehce k vývrátům. Letorosty jsou červenožluté až hnědé barvy, lysé nebo řídce chlupaté. Samčí šišťice jsou rozmístěny celoplošně po koruně, jsou drobné a červené. Samičí šišťice se nacházejí v horní části koruny, jsou zelené nebo červené barvy, vzpřímené. Šišky jsou nerozpadavé, válcovité, převislé, 10-16 cm dlouhé opadávající jednou za dva roky. Semeno je tmavohnědé, vejcovité, s blanitým lehce oddělitelným křídlem. Semenný rok smrku nastává jednou za 5-8 let (ÚRADNÍČEK, 2009).

### **2.3 Ekologie a rozšíření**

Ke zdárnému vzrůstu vyžaduje smrk velkou půdní i vzdušnou vlhkost. Nejvíce mu vyhovují vyšší polohy s bohatými srážkami. Roste i na mělkých půdách a na druhu horniny není moc závislý. Je to dřevina polostinná, ve vyšších nadmořských výškách jeho nároky na světlo rostou. V mladém věku snese i kratší zastínění (LANDA a PROCHÁZKA, 1963). Smrk je málo odolný proti působení větru, poškozován bývá i sněhem a námrazou. Je citlivý na znečištěné ovzduší. Na území České republiky se vyskytuje smrk hercynsko – karpatské oblasti. Hlavní rozšíření smrku v ČR je v okrajových příhraničních horstvech. Smrk se vyskytuje v současné době po celé střední Evropě (ÚRADNÍČEK, 2009).

### **2.4 Upotřebení**

Smrk je v České republice nejdůležitější dřevina z hlediska užitnosti. Jeho dřevo slouží především pro stavební, truhlářský a nástrojářský průmysl. Vlákna smrku se řadí mezi nejlepší suroviny pro papírenské zpracování. Dále se dřevo velmi kvalitních horských smrků využívá na výrobu hudebních nástrojů. Pryskyřice se dříve zpracovávala na smůlu, kalafunu a terpentýn (MUSIL a HAMERNÍK 2007).

## **3 Umělá obnova lesa**

Hlavním cílem lesního hospodářství je trvale udržovat produktivitu lesa a zvyšovat tvorbu dřeva. Splnění tohoto úkolu je přímo závislé na včasné a poctivě provedené obnově porostů a zároveň je možné zabezpečit ochranu půdy a omezit ztráty na přírůstku. Předpokladem úspěchu pro umělou obnovu lesa je volba správné dřevinné skladby, způsobu obnovy a její pečlivé provedení při co nejmenších nákladech (LANDA a PROCHÁZKA, 1963).

Umělá obnova lesa vzniká výhradně záměrnou činností lesního hospodáře. Jedná se o způsob tvorby následného porostu pomocí sadby semenáčků nebo sazenic vypěstovaných v lesních školkách nebo vyzvednutých z náletu, případně siji semen a plodů na danou



obnovovanou plochu. Umělá obnova dominuje na holosečných obnovních prvcích (KUPKA, 2005).

Základem zdárné umělé obnovy je použití kvalitního sadebního materiálu, díky kterému je kultura schopná vykazovat vysokou ujímavost a úspěšně se vyvíjet (HOLEN et al. in POLENO, VACEK et al., 2009). Kvalita sadebního materiálu se odvíjí od stavu a architektiky kořenového systému (MAUER et al. in POLENO, VACEK et al., 2009), dále od podílu jemných kořenů, který je důležitý pro ujímavost a dobré odrůstání sazenic (KUPKA, SKRZISZOWSKI in POLENO, VACEK et al., 2009).

Umělou obnovu rozdělujeme na síji a sadbu, která je buď generativního, nebo vegetativního původu. Síje se u nás příliš nepoužívá kvůli ekonomické nevýhodnosti. Sadba semenáčků a sazenic vypěstovaných v lesních školkách je v naší republice hlavním způsobem umělé obnovy lesa (KUPKA, 2008). Dále se může vyskytovat ve formě podsadeb a podsíjí, které využívají clonu mateřského porostu. Podsadbou rozumíme umělé vytváření nového porostu pod clonou matečného obnovovaného porostu pomocí výsadby semenáčků nebo sazenic. Podsíje je umělé zakládání nového porostu pomocí semen nebo plodů pod clonou staršího obnovovaného porostu (POLENO a VACEK et al., 2009).

### **3.1 Jamková sadba**

Tato sadba je u nás nejběžněji využívaná a nejvíce rozšířená. Jamková sadba má pro ujetí a růst kultury dva hlavní požadavky. V prvním případě je to dobrý kontakt kořenů s půdou a v druhém pak příprava prostředí pro kořeny sazenice (KANTOR et al., 1965). KUPKA (2008) popisuje, že jamková sadba je vhodná pro dobře vyvinuté sazenice s kvalitním kořenovým systémem a využívá se i pro rozměrné sazenice případně poloodrostky a odrostky.

Velikost jamky závisí na velikosti sazenice, tvaru kořenového systému, vlastnostech půdy a druhu dřeviny. U dřevin se srdčítým a

panohovitým kořenovým systémem vytváříme jamky prosté, u dřevin s plochým kořenovým systémem volíme jamku s kopečkem na jejím dně (LANDA a PROCHÁZKA, 1963). Sazenice se nasadí tak, aby kořenový systém byl pečlivě rozmístěn v prostoru jamky podle přirozené skladby. Hloubka zasazení se odvíjí od kořenového krčku, buď se sadí tak, aby byl kořenový krček v úrovni terénu nebo mírně nad úrovní v případě lehkých půd. Obalované sazenice se do jamky usazují tak, aby povrch obalu byl mírně pod úrovní povrchu s následným překrytím zeminou (POLENO, VACEK et al., 2009). Kontrolu kvalitního zasazení sazenice provádíme pomocí mírného tahu za terminální pupen sazenice. Pokud sazenici povytáhneme, jedná se o nekvalitní zasazení sazenice, u které je velká pravděpodobnost uschnutí.

### **3.2 Štěrbínová sadba**

Druhá nejvíce rozšířená sadba v praxi je sadba štěrbinová. V letech 1950 až 1955 došlo k velkému rozvoji štěrbinové sadby díky velké zalesňovací povinnosti a vysazování slabých sazenic, pro které je tato sadba vhodná. Dnes se štěrbinová sadba uplatňuje při vysazování jednoletých až dvouletých sazenic nebo semenáčků, a to pouze ve vhodných podmínkách pro tuto sadbu (KANTOR et al., 1965). LANDA a PROCHÁZKA (1963) uvádí, že sadba štěrbinová je vhodná na kyprých, neuléhavých půdách s nízkým obsahem skeletu a dále na svazích, kde nemůžeme porušovat půdní kryt. Tato sadba se nehodí na těžké, podmáčené, bahnité půdy, a naopak na půdy příliš sypké. Jedná se o úspornou a rychlou metodu, kterou lze využít jen ve vybraných případech kvůli velmi časté deformaci kořenového systému (KUPKA, 2008).

Štěrbínová sadba se provádí vytvořením štěrbin za pomoci sazeče, do které obvykle druhý pracovník vloží semenáček. Jeho kořenový systém srovná mírným povytažením, tím zabrání jeho ohnutí ve štěrbině. Následuje další vpich sazeče vedle původní štěrbin, kterým se štěrbinu, v níž je umístěný semenáček, uzavře (KUPKA, 2008).

## **4 Sadební materiál**

### **4.1 Kvalita sadebního materiálu**

Kvalita sadebního materiálu rozhoduje o úspěšnosti umělé obnovy a o vícenákladech při vylepšování kultur, proto jí vždy byla věnována velká pozornost (JURÁSEK et al., 2000). Kvalitu sadebního materiálu posuzuje státní norma ČSN 482115 - Sadební materiál lesních dřevin (2012). Tato norma určuje základní kvalitativní i kvantitativní charakteristiky sadebního materiálu z hlediska genetických, fyziologických a morfologických znaků (POLENO a VACEK et al., 2009).

### **4.2 Dělení sadebního materiálu lesních dřevin dle ČSN 482115**

Semenáček – rostlina vypěstovaná ze semene, u které v průběhu pěstování nebyl žádným způsobem upravován kořenový systém.

Sazenice – rostlina, která je vypěstovaná ze semenáčku nebo pochází z vegetativního množení. Abychom rostlinu mohli označit za sazenici, musí proběhnout úprava kořenového systému, a to buď školkováním, přepichováním, přesazováním do obalů, podřezáváním kořenů nebo zakořeňováním náletových semenáčků. Výška nadzemní části sazenice nesmí přesahovat 70 cm.

Poloodrostek – rostlina, u které v průběhu pěstování proběhla úprava kořenového systému, obvykle dvojnásobným školkováním, podřezáním kořenů nebo přesazením do obalu, případně jejich kombinací. Výška nadzemní části rostlin se pohybuje u jehličnatých dřevin od 51 cm do 120 cm a u listnatých dřevin od 81 cm do 120 cm s možným i výskytem tvarované koruny.

Odrostek – rostlina s výškovým rozmezím nadzemní části od 121 cm do 250 cm. Odrostek je během pěstování alespoň dvakrát školkovaný, podřezávaný nebo přesazený do obalu, případně je kombinací těchto operací. Je nutný výskyt tvarované koruny.

Krytokořenný sadební materiál, obalený sadební materiál – rostliny vypěstovány v umělých obalech. Obaly musí být zaplněny substrátem.

Vícekmenný sadební materiál – rostliny s nežádoucím větvením na dvouletém a starším dřevě.

Vícečetné letorosty – všechny letošní výhony vyrůstající z letošního dřeva nebo z vrcholové části dřeva loňského.

Osní řízek topolů a stromových vrb – plně zdřevnatělá část jednoletého nebo dvouletého prýtu, která se odebírá v období vegetačního klidu.

Technologie stříhu vzduchem (pěstování na „vzduchovém polštáři“) – pěstební postup, při kterém jsou využity pěstební obaly s odkrytým dnem, případně i štěrbinami v bočních stěnách obalů. Tyto pěstební obaly jsou umístěny na vzduchovém polštáři, který nevytváří kompaktní podložku a umožňuje volné proudění vzduchu pod i mezi obaly (ČSN 48 2115, 2012).

### **4.3 Dělení sadebního materiálu podle způsobu pěstování**

#### **4.3.1 Prostokořenný sadební materiál**

LOKVENC (1994) uvádí, že do prostokořenného sadebního materiálu patří semenáčky a sazenice, které mají původ generativní nebo vegetativní. Tyto semenáčky a sazenice se pěstují na záhonech v různých substrátech. Pro potřebu zalesňování se vyzvedávají s obnaženými kořeny nebo jsou semenáčky vyzvedávány z náletu, jejich kořenový systém je narušen a více či méně mechanicky i fyziologicky poškozen. Prostokořenný sadební materiál vyžaduje zvýšenou ochranu před dalším poškozením během uskladnění, transportu i vlastní výsadby. Pro omezení škod vysycháním kořenů se využívá různých ochranných opatření. Například kalení sazenic a ošetření antidesikanty. Kořenový systém prostokořenných sazenic bývá před výsadbou upravován.

### 4.3.2 Obalovaný sadební materiál

K prvnímu využití krytokořenného sadebního materiálu při obnově lesa došlo ve třicátých letech dvanáctého století v USA, v České republice proběhlo největší rozšíření tohoto sadebního materiálu v souvislosti s imisní kalamitou v osmdesátých letech dvacátého století (ŠARVAŠ a KUBKA, 2011).

Ujímavost a rychlejší odrůstání kultur lze zajistit použitím krytokořenného sadebního materiálu, který však musí být pěstován vhodnými technologickými postupy. Základem úspěchu pro zdárné vypěstování je použití kvalitního osiva a správný termín výsevu v závislosti na teplotě a délce fotoperiody. Pro jeho pěstování je dále nezbytná správná volba rozměrů obalu, který přímým způsobem ovlivňuje růst a vývoj kořenového systému rostlin. Případným nevhodně zvoleným obalem může dojít ke vzniku deformací kořenového systému. Podle kvality materiálu se obaly dělí na měkké a pevné, měkké umožňují prorůstání kořenů, naopak pevné prorůstání neumožňují. V obalech se nachází substrát, který pro pěstování krytokořenného sadebního materiálu musí zabezpečovat dostatečnou výměnu  $O_2$  a  $CO_2$ , dostatek živin, vody a dále zajišťuje rostlině mechanickou stabilitu. Pro pěstování tohoto materiálu neexistuje jeden universální substrát. Růst sazenic bývá pozitivně ovlivňován hnojením, pro stanovení režimu hnojení je potřeba zjišťovat koncentraci živin, poměr mezi živinami a brát v úvahu růstovou fázi. Mezi znaky kvality vypěstovaného obalovaného sadebního materiálu řadíme odolnost vůči mrazu (ŠARVAŠ a KUBKA, 2011).

## 5 Kořenový systém

MARTINKOVÁ, (1994) píše, že kořen je zpravidla podzemní, bezlistý orgán rostlin. Funkce kořenů spočívá v upevnování rostliny, příjmu a vedení živných roztoků, syntéze aminokyselin a růstových látek, ukládání rezerv. Dále kořen narušuje matečnou horninu a brání erozi půdy, té dodává organické látky a provzdušnění. Vytváří se pokračováním radikuly v růstu a rozvětvováním pomocí postranních kořenů. Postranní

kořeny jsou děleny na dlouhé pevné s funkcí rychle dosáhnout prostoru s vodou a živinami, a krátké jemné s nasávací funkcí.

Kořenový systém je souborem všech kořenů jedince, bez ohledu na jejich ontogenetický původ. Podle směru růstu se kořeny rozdělují na vertikální a horizontální, přičemž vertikální rostou geotropickým směrem a horizontální souběžně se zemským povrchem a vyrůstají z báze kmene. Dále se vyskytují kořeny kosterní, které jsou dominantní a zajišťují mechanickou stabilitu, mohou být jak vertikální, tak horizontální (MAUER et. al., 2013). Ideální architektura kořenového systému je tvořena čtyřmi kosterními kořeny rostoucími z báze kmene a vodorovně s povrchem půdy, přičemž maximální úhel mezi nimi činí 90°. Povolené odchylky jsou: kořenový systém je tvořen minimálně třemi kosterními kořeny a jejich maximální úhel mezi dvěma je ve vodorovné poloze 180°, minimální úhel mezi dalšími dvěma dosahuje 45°. Když se jedná o pozitivně geotropicky rostoucí kořen (kulový) je nutná přítomnost minimálně jednoho povrchově rostoucího kosterního kořene. Dále si tyto kořeny uchovávají neustále stejný směr růstu a vzájemně se neobtáčejí, neproplétají. Při pěstování krytokořenného sadebního materiálu v obalech s nepropustnými stěnami je přípustné vytváření panoh, což je změna z povrchově rostoucího kořene na pozitivně geotropicky rostoucí kořen, ale ani v tomto případě se nesmí panohy obtáčet, proplétat a vytvářet spirály (POLENO, VACEK et al., 2009).

MAUER et. al. (2013) popisuje adventivní kořeny, což jsou kořeny vyrůstající po výsadbě nad kořenovým krčkem z nadzemní části stromu s horizontálním charakterem růstu.

### **5.1 Deformace kořenového systému**

Dobrý vývoj sazenic po výsadbě z velké části závisí na kvalitním kořenovém systému. Případné deformace kořenového systému ovlivňují stabilitu budoucích porostů, nedostatečné využívání půdních živin kořeny k tvorbě dřeva, dále působí negativně i na celkový zdravotní stav rostlin.

KOLÍN (2001) uvádí, že mezi hlavní typy deformací kořenového systému se řadí strboul, zploštění do vertikální roviny, zploštění do horizontální roviny, deformace typu J a U a jednostranné formy kořene. V zásadě největším problémem deformací je strboul, což je růst kořenů do spirály, kde dojde k vytvoření spleti. Při tloustnutí kořenů ve spirále dochází k poruše přirozené architektiky a zaškrcování kořenů, to vede k narušení výživy stromu. Jako jediným přípustným typem deformace je vytvoření chůdovitých kořenů. Chůdovité kořeny znamenají stočení kořene do pozitivně geotropického směru růstu v případě, že kořen narazí na nějakou překážku (MAUER et. al., 2006).

Deformace kořenového systému u krytokořenného sadebního materiálu mohou nastat při jeho špatném pěstování, vysazení takového sadebního materiálu pak vede ke značnému ohrožení takto založených porostů. Nicméně zásadními změnami v technologii pěstování, zejména v konstrukci obalů, byla minimalizována možnost vzniku deformací vyvolaných vlastní technologií na minimum.

Změny nastaly především:

- ve zvětšení obalu s možností přizpůsobit jeho tvar normální architektice kořenového systému pěstovaných rostlin,
- v odstranění dna obalů a následné pěstování rostlin na vzduchovém polštáři,
- proděravění bočních stěn obalu,
- doplnění žeber na vnitřní strany obalu, které mají vliv na správné usměrnění kořenu v pozitivně geotropickém směru růstu,
- zkrácení doby, kdy jsou rostliny pěstovány v obalech,
- využití chemických látek na bázi mědi na vnitřní stěny obalu, tyto látky způsobují snížení aktivity růstu kořenů při přímém kontaktu se stěnou obalu (MAUER et. al., 2013).

KOLÍN (2001) píše, že dochází i k poškození kořenů prostokořenných sazenic, a to ve školkách při nesprávném školkování nebo podřezávání. Pokud u kořenů před školkováním nebyla provedena

úprava krácením (u dřevin s kúlovým kořenem) nebo upravováním a stroj je špatně seřízen, dochází tak k ohybu kúlového kořene ve směru brázdy. Tímto způsobem vzniklé deformace při dalším růstu sazenice samozřejmě přetrvávají. Sazenice s deformací kořenového systému mají ohrožený samotný růst, kvalitu vývoje mladých porostů a jsou náchylnější k houbovým infekcím. Mezi další negativní jev vlivem deformací kořenů se řadí malá stabilita v půdě, kvůli které hrozí vyvrácení stromu při sebemenší zátěži koruny.

Poškození kořenového systému rostlin lze do jisté míry eliminovat bezprostředně před výsadbou vyřazením nebo úpravou kořenového systému. Vyřazováním by docházelo k velkým ztrátám na produkci, proto se nabízí druhá možnost – upravit kořeny pomocí zahradnických nůžek. Upravit lze jak kúlové kořeny, tak i jemné kořeny. Takovou úpravu musí vykonávat pouze odborně zkušený pracovník tak, aby nedošlo k porušení poměru kořenů vůči nadzemní části sazenice. Dalším důležitým faktorem ovlivňujícím kořenový systém je správný způsob výsadby, který se rovněž podílí na deformacích kořenového systému.

## **6 Ukazatele vitality**

Vitalitu lze definovat jako schopnost dřeviny asimilovat uhlík, odolávat stresu, adaptovat se na měnící podmínky a rozmnožovat se. Z této definice je patrné, že optimální vitalita stromu je prakticky nezjistitelná, můžeme pouze sledovat její změny pomocí vhodných indikátorů. Mezi tyto indikátory patří například elektrický odpor v kambiu, ovšem tento ukazatel patří mezi velmi náročné šetření a je nevhodný k plošnému výzkumu, dalším indikátorem je růst dřeviny, který je oproti měření elektrického odporu v kambiu snadno zjistitelným parametrem. Růst dřeviny jako ukazatel vitality musí být využitý pro delší časová období, protože reakce na krátkodobý stres nemusí odpovídat dlouhodobým změnám vitality stromu. U růstu stromu sledujeme především defoliaci a radiální růst. Výhodou sledování těchto dvou identifikátorů je mimo jiné možnost přesnější identifikace stresorů, na které



dřevina reaguje, protože reakce těchto obou hodnot se objevují v různých časových horizontech (ČERMÁK, 2007).

## **7 Zhodnocení přírodních poměrů LHC Libavá**

### **7.1 Hydrografie**

Hydrograficky celé území lesního hospodářského celku patří do úmoří Baltického a Černého moře a současně náleží do povodí Odry a povodí Dunaje. Východní a střední část lesního hospodářského celku je odvodňována řekou Odrou a jejími přítoky. V západní a severozápadní části je oblast odvodňována řekou Bystřičkou, střední část celku Libavským potokem, který je pravostranným přítokem řeky Odry (ANONYMOUS, 2010).

### **7.2 Geologické poměry**

Lesní hospodářský celek Libavá se nachází na území Přírodní lesní oblasti 29 – Nízký Jeseník na relativně jednoduchých geologických strukturách.

V přírodní lesní oblasti Nízký Jeseník je geologické podloží tvořeno paleozoickými flyšovými sedimenty nazývanými kulmem. Převážně jde o sedimenty spodního karbonu. Velmi plošně rozšířené podloží jsou moravické vrstvy. Ty se vyskytují východně od linie Krnov-Šternberk až po linii Krnov-Cvilín-Velké Heraldice–Stěbořice–Vítkov–Střítež, výjimečně východněji. Je to flyšovitě souvrství s velmi zastoupenou břidlicí. Břidlice se zde vyskytují v černošedém, černém, na odlučných plochách matném nebo mdle lesklém zbarvení. Místa jsou slabě vápenitá, proměnlivě písčité. Složení břidlic je převážně z chloridu, sericitu a křemence. Vzácně se vyskytuje biotit a živce. Břidlice jsou často vyvinuty jako pokrývačské. Psamity moravických vrstev jsou šedomodré nebo šedo-zeleno-modré, jsou to droby nebo drobové pískovce středně nebo jemně zrnité, místy hrubozrnné až drobně slepencové. Poměr psamitů k pelitům je 1:4, při přechodu do hradeckých vrstev 1:1. Mocnost souvrství je od 1200 metrů do 2000 metrů (ANONYMOUS, 2010).

### **7.3 Pedologické poměry**

Geologické podloží a mikroklimatické poměry měly a mají jasný vliv na tvorbu a výskyt půdních typů a půdních druhů. Největší zastoupení má na území lesního hospodářského celku skupina hnědých půd (kambisoly), a to typ a subtyp kambizem typická varieta mezotrofní a oligotrofní. Mezi další variety se řadí kambizem oglejená. Jako další typy a subtypy, které jsou značně zastoupeny, jsou zejména luvizemě, pseudogleje a gleje.

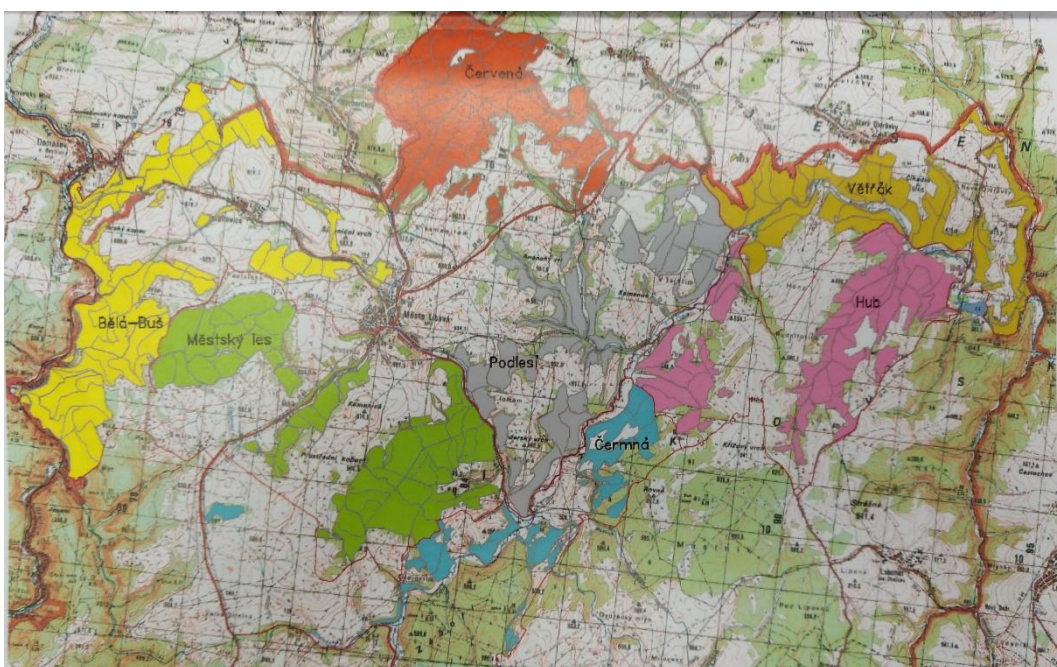
### **7.4 Klimatické poměry**

Podle Atlasu podnebí ČSSR (1958) se území lesního hospodářského celku dělí na tři klimatické oblasti. Oblast MT3 – krátké léto, mírné až mírně chladné, suché až mírně suché, přechodné období normální až dlouhé s mírným jarem a podzimem. Zima je normálně dlouhá, mírná až mírně chladná, suchá až mírně suchá s normálním až krátkým trváním sněhové pokrývky. Oblast MT7 – normálně dlouhé mírné až mírně suché léto. Přechodné období je krátké, s mírným jarem a mírně teplým podzimem. Zima je normálně dlouhá, mírně teplá, suchá až mírně suchá s krátkým trváním sněhové pokrývky. Oblast CH7 – velmi krátké až krátké léto, mírně chladné a vlhké. Přechodné období je dlouhé, mírně chladné jaro a mírný podzim, zima je dlouhá, mírná, mírně vlhká s dlouhou sněhovou pokrývkou.

Průměrná roční teplota se pohybuje okolo šesti až sedmi stupňů Celsia. Většina území lesního hospodářského celku leží v ročním úhrnu kolem 750 milimetrů srážek, tyto údaje však musíme brát jako orientační a platné v minulosti. V současné době se na území objevuje velký srážkový deficit, především jde o značnou nevyrovnanost v rozložení srážek. Průměrná délka vegetačního období je 137 dní.

Podle údajů poskytnutých z okolních správ jsou na území lesního hospodářského celku v posledních letech patrné značné změny v klimatu. Jedná se především o nárůst průměrných ročních teplot, pokles ročního srážkového úhrnu a vydatnosti srážek, nárůst roční délky slunečního svitu. Vodní režim v oblasti lesní správy Libavá postupně přechází v posledním

desetiletí do režimu výparného, to je stav, kdy atmosférické srážky jsou nižší než výpar. Všechny tyto charakteristiky mají negativní vliv na zdravotní stav smrku a jsou spolu s dalšími vlivy jednou z příčin jeho chřadnutí na celém území lesního hospodářského celku (ANONYMOUS, 2010).



Obrázek č. 1: Mapa LHC Libavá

## **8 Metodika**

### **8.1 Výběr zkusných ploch**

Jako první krok pro zvolení správných ploch byla zvolena různá kritéria, která byla velmi důležitá pro správný výběr. Mezi tato kritéria byly zařazeny: pospolnost zkusných ploch v jednom lesním úseku, druh dřeviny, věk kultur, způsob výsadby, druh sadebního materiálu, lesní vegetační stupeň a lesní typ. Poté byly vyhledány plochy zahrnující všechna výše uvedená kritéria.

### **8.2 Popis zkusných ploch**

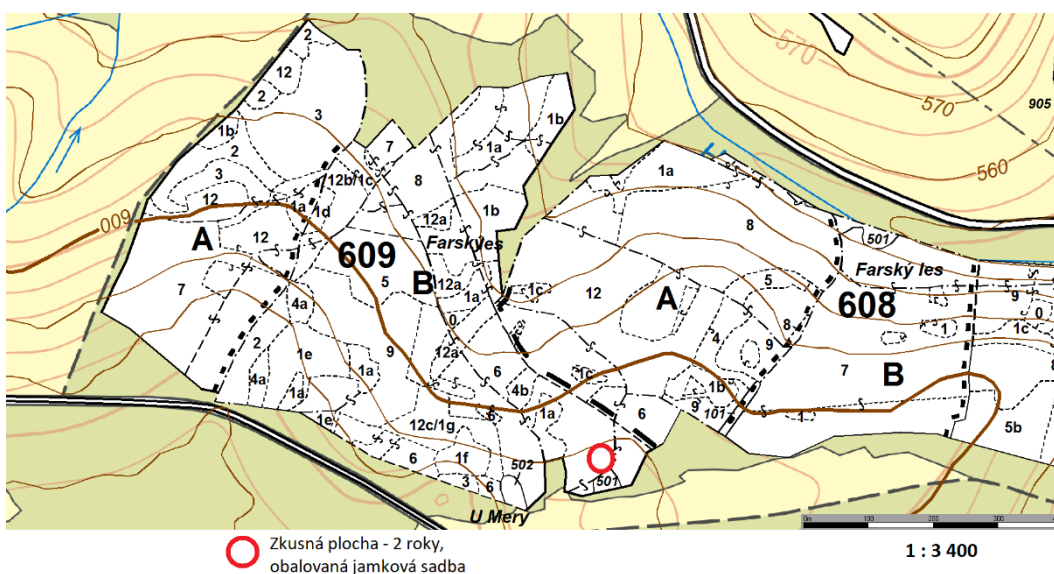
Zvolené plochy jsou ve správě Vojenských lesů a statků ČR. Všechny vybrané plochy se nacházejí v přírodní lesní oblasti č. 29 – Nízký Jeseník. Zkusné plochy leží asi 5,5 km severozápadně od Města Libavá v lesním úseku Bělá-Buš, který spravuje Divize Lipník nad Bečvou. Město Libavá je obcí v oblasti Oderských vrchů spadající pod Olomoucký kraj v okrese Olomouc. Zvolené plochy leží v pátém lesním vegetačním stupni jedlo-bukový, v nadmořské výšce 530 m n. m. se stejným lesním typem 5S1 – svěží jedlová bučina. Hospodářský soubor je 9541 – smrkové hospodářství živných stanovišť vyšších poloh, les zvláštního určení, ve kterém probíhá odlišný způsob hospodaření kvůli jinému důležitému veřejnému zájmu. Minimální podíl melioračních a zpevňujících dřevin ve zvolené oblasti je 25 %. Doba obmýtlí je stanovena na 110 let, obnovní doba na 40 let.

Podle zadání byly zvoleny čtyři zkusné plochy – dvě plochy zalesněné v dubnu v roce 2016 a dvě plochy zalesněné v květnu v roce 2013. První plocha zalesněna v roce 2016 se nachází v porostu č. 609 B6 (obr. 2) a je velká 0,18 hektarů. Na tuto plochu bylo zasazeno 900 kusů smrku. Druhá plocha byla zalesněna 1150 kusy smrku, vznikla v roce 2016 a je umístěna v porostu č. 611 A7 (obr. 3). Tato plocha má výměru 0,25 hektarů (tab. 1). Plocha č. 3, která byla zalesněna v roce 2013, a to 1000 kusy smrku, se nachází v porostu č. 625 A9b (obr. 4), její velikost je 0,20 hektarů. Plocha č. 4 byla zalesněna v roce 2013 a nachází v porostu

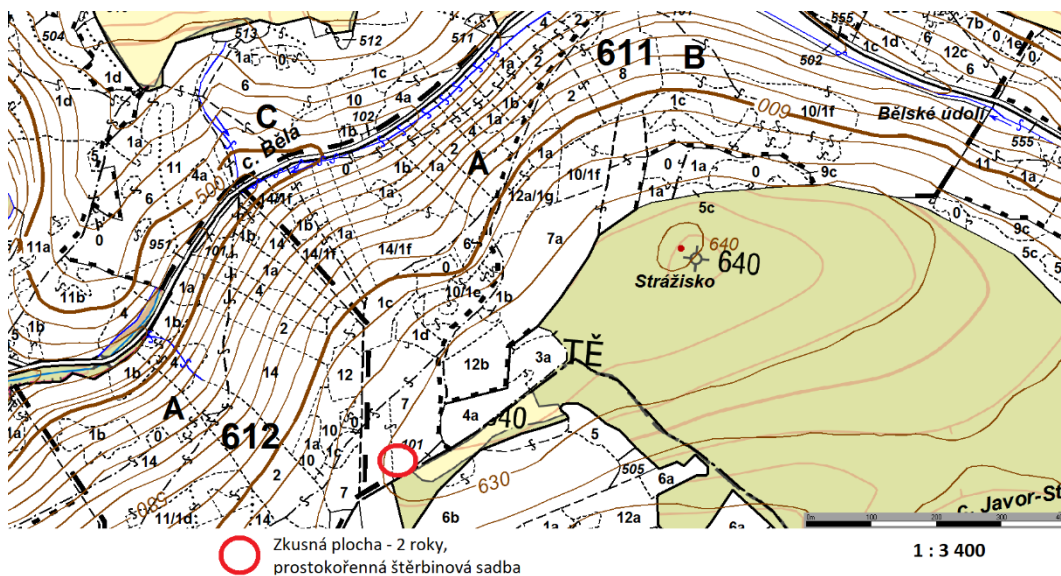
č. 622 A12 (obr. 4), její výměra činí 0,27 hektarů. Na ploše č. 4 bylo vysazeno 1380 kusů sazenic smrku (tab. 2).

**Tabulka č. 1:** Přehled porostních údajů dvouletých kultur

	Plocha (ha)	Rok výsadby	Vysazené sazenice (ks)	Lesní typ	Lesní vegetační stupeň	Hospodářský soubor
Jamková sadba, obalovaný sadební materiál	0,18	2016	900	5S1	5	9541
Štěrbínová sadba, prostokořenný sadební materiál	0,25	2016	1150	5S1	5	9541



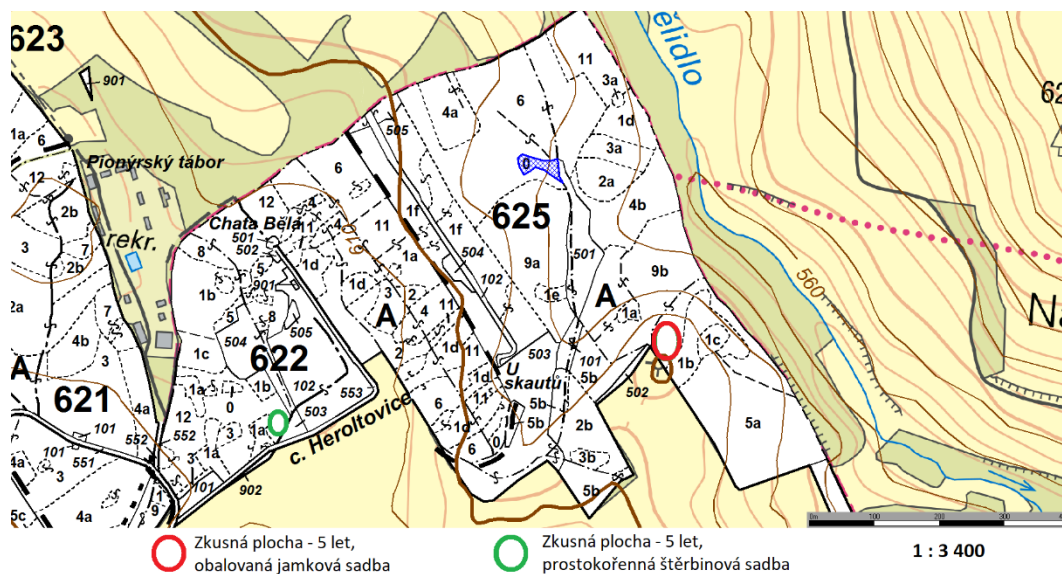
**Obrázek č. 2:** Mapa umístění zkusné plochy ve dvouleté kultuře zasazené obalovanou jamkovou sadbou



**Obrázek č. 3:** Mapa umístění zkusné plochy ve dvouleté kultuře zasazené prostokořenou štěrbínovou sadbou

**Tabulka č. 2:** Přehled porostních údajů pětiletých kultur

	Plocha (ha)	Rok výsadby	Vysazené sazenice (ks)	Lesní typ	Lesní vegetační stupeň	Hospodářský soubor
Jamková sadba, obalovaný sadební materiál	0,20	2013	1000	5S1	5	9541
Štěrbínová sadba, prostokořený sadební materiál	0,27	2013	1380	5S1	5	9541



**Obrázek č. 4:** Mapa umístění zkusných ploch v pětiletých kulturách zasazené obalovanou jamkovou sadbou a prostokořennou štěrbinovou sadbou

### 8.3 Sadební materiál

Na první dvouleté ploše zalesněné jamkovou sadbou byl použit obalovaný selektovaný reprodukční materiál generativního původu. Reprodukční materiál pochází z porostu fenotypové třídy B. Tento porost je v přírodní lesní oblasti 27 – Hrubý Jeseník, v pátém lesním vegetačním stupni jedlo – bukový. Tyto informace byly zjištěny z evidenčního čísla uznané jednotky: CZ-2-2B-SM-3164-27-5-M. Pěstební vzorec sazenic byl  $fv0,5 + v0,5$ . Tento vzorec vyjadřuje, že vysazené sazenice byly ve školce pěstovány půl roku v umělém krytu (fóliovník, skleník, pařeniště) na vzduchovém polštáři, a poté byly přesazeny do obalů, ve kterých se pěstovaly dalšího půl roku na vzduchovém polštáři. Celkový věk sazenic byl 1 rok. Výšky nadzemních částí sazenic byly 26–35 cm. Na druhé dvouleté ploše zalesněné štěrbinovou sadbou byl použit prostokořenný selektovaný reprodukční materiál generativního původu. Reprodukční materiál pochází taktéž z porostu fenotypové třídy B. Porost leží v přírodní lesní oblasti 26 – Předhoří Orlických hor, ve čtvrtém lesním vegetačním stupni bukový. Výše uvedené informace byly vyčteny z evidenčního čísla uznané jednotky: CZ-2-2B-SM-3640-26-4-E. Pěstební vzorec sazenic byl  $2 + 2$ , z tohoto vzorce vyplývá, že vysazované prostokořenné sazenice

byly ve školce pěstované 4 roky v nekryté minerální půdě, u kterých bylo po dvou letech provedeno přeškolkování. Výšky nadzemních částí sazenic se pohybovaly od 36 cm do 50 cm.

Pětiletá plocha byla zalesněna jamkovou sadbou obalovaným sadebním materiálem z kategorie selektovaného reprodukčního materiálu generativního původu. Reprodukční materiál byl posbírán z porostu fenotypové klasifikace třídy B z přírodní lesní oblasti 29 – Nízký Jeseník, který leží ve čtvrtém vegetačním lesním stupni bukový. Informace byly zjištěny z evidenčního čísla uznané jednotky: CZ-2-2B-SM-233-29-4-V. Pěstební vzorec sazenic byl 1 + k1, který vyjadřuje, že sazenice byly ve školce pěstované 2 roky. Po prvním roce pěstování byly sazenice přesazeny do obalů, ve kterých se pěstovaly další rok. Výšky nadzemních částí sazenic byly v rozmezí 26-35 cm. Druhá pětiletá plocha byla zalesněna šterbinově prostokořenným sadebním materiálem z kategorie selektovaného reprodukčního materiálu generativního původu. Reprodukční materiál byl získán z porostu fenotypové klasifikace třídy B z přírodní lesní oblasti 29 – Nízký Jeseník. Tento porost leží ve čtvrtém vegetačním lesním stupni bukový. Informace byly opět zjištěny z evidenčního čísla uznané jednotky: CZ-2-2B-SM-235-29-4-V. Pěstební vzorec sazenic byl 2 + 1. Z tohoto vzorce vyplývá, že vysazované prostokořenné sazenice byly ve školce pěstované 3 roky v nekryté minerální půdě, u kterých bylo po jednom roce provedeno přeškolkování. Výšky nadzemních částí sazenic se pohybovaly od 26 cm do 35 cm.

#### **8.4 Zdravotní stav sazenic**

Do zdravotního stavu sazenic byla zahrnuta vitalita sazenic a škody zvěří. Vitalita sazenic byla zjišťována okulárně na všech měřených sazenicích, většinou se projevovala žloutnutím asimilačního aparátu. Škody zvěří byly rozděleny na okus terminálního výhonu a okus boční, taktéž byly posuzovány okulárně při měření sazenic. Všechny zjištěné údaje byly zapsány. Sazenice, které byly nějakým způsobem poškozeny jak z hlediska vitality, tak z hlediska okusu terminálního výhonu, nebyly zahrnuty do průměrů hodnot, aby nevznikl zkreslený výsledek.



## 8.5 Terénní měření

### 8.5.1 Měření výšky nadzemní části, výškového přírůstu a průměru kořenového krčku

Před začátkem samotného měření byla zorganizována měřičská skupina ve složení měřič a zapisovatel. Vedoucí skupiny byl měřič, autor práce. Poté byl vytvořený pomocí počítačového programu Excel 2016 měřičský zápisník ve formě tabulek. U všech měřičských pomůcek byla překontrolována přesnost a funkčnost.

Měření 100 kusů sazenic na všech čtyřech plochách probíhalo systematicky po jednotlivých řadách na vybraných reprezentativních plochách kultur. Všechna tři potřebná měření byla u každé sazenice prováděna najednou a naměřené údaje byly ihned hlášeny zapisovateli. Pro měření výšek nadzemní části byla použita kalibrovaná měřičská lať. K měření výškového přírůstu byl využit kalibrovaný svinovací metr. K měření průměru kořenového krčku bylo použito kalibrované posuvné měřítko.

Měření výšek nadzemních částí probíhalo přiložením měřičské kalibrované latě ke kořenovému krčku sazenice a následovalo vyčtení výšky z měřičské latě v místě špičky terminálního pupenu sazenice. Naměřené hodnoty byly zaokrouhlovány dle matematických pravidel na celé centimetry.

Výškové přírůsty sazenic byly měřeny kalibrovaným svinovacím metrem, a to od začátku až po konec poslední roční růstové periody zakončené terminálním pupenem. Naměřené hodnoty byly zaokrouhlovány dle matematických pravidel na celé centimetry.

K měření průměrů kořenových krčků bylo využito posuvné měřítko, které bylo přikládáno k barevnému přechodu podzemní a nadzemní části. Důraz byl kladen na správné přiložení posuvného měřítka, a to tak, aby se kořenový krček dotýkal všech tří bodů při sevření posuvného měřítka. Data jsou uvedena v centimetrech a byla zaokrouhlována na jedno desetinné číslo.

## **8.6 Laboratorní měření**

Pro laboratorní měření byla vykopána z každé plochy pomocí rýče a motyky každá dvacátá sazenice ze sazenic, které byly měřeny při terénním měření. Kořenový systém vykopaných sazenic byl důkladně zbaven hlíny pomocí tlakového čističe, který byl nastaven na takový tlak, aby kořenový systém nepoškodil. Pro zapisování naměřených hodnot byl v počítačovém programu Excel 2016 vytvořen zápisník v tabulkové podobě.

### **8.6.1 Měření objemu nadzemní části, kořenového systému a jemných kořenů**

Měření bylo realizováno pomocí odměrného válce cejchovaného v mililitrech a dvou nádob o objemu 10 l a 25 l. V jednom odměrném válci byla vždy nalita voda přesně po rysku 300 ml, následně byla vnořena daná část sazenice a od nově vzniklé hodnoty bylo odečteno 300 ml. Všechny naměřené hodnoty byly zapsány do příslušné předem vytvořené tabulky.

Měření objemu nadzemní části, kořenového systému a jemných kořenů dvouletých sazenic bylo prováděno oddělením kořenového systému od nadzemní části, která byla následně rozdělena na třetiny. Všechny třetiny nadzemní části byly ponořeny do 300 ml vody v odměrném válci a následně byl zjištěn objem nadzemní části sazenice vyčtením nově vzniklé hladiny ve válci. Od nově vzniklé hodnoty bylo odečteno původních 300 ml. Objem kořenového systému byl měřen opět vnořením kořenového systému do odměrného válce o objemu 300 ml, jen bez jeho dělení. Měření jemných kořenů probíhalo po zjištění objemu kořenového systému, jelikož bylo nutno všechny jemné kořeny oddělit od kořenového systému. Objem jemných kořenů byl následně změřen ponořením do odměrného válce a vyčtením hodnoty, na kterou se zvedla hladina vody v odměrném válci, následovalo odečtení 300 ml od vzniklé hodnoty.

U pětiletých sazenic byl objem nadzemní části a kořenového systému zjišťován ve větších nádobách, a to vložením 10 l nádoby do 25 l nádoby, nádoba o objemu 10 l byla naplněna vodou až po okraj, následně do ní byly vkládány jednotlivé části sazenic. Nadzemní část bylo nutno opět rozdělit na více dílů, aby se do 10 l nádoby vnořila celá. Všechna přebytečná voda se přelila do 25 l nádoby, ze které byla následně přelita do odměrného válce, a tím byl zjištěn objem ponořené části sazenice. Objem jemných kořenů pětiletých sazenic byl měřen v odměrném válci ponořením do 300 ml vody jako u dvouletých sazenic.

#### **8.6.2 Měření hmotnosti nadzemní části, kořenového systému a jemných kořenů**

Hmotnost nadzemní části, kořenového systému a jemných kořenů byla vážena na digitální kuchyňské váze v gramech a zapisována do formuláře.

## 9 Výsledky

### 9.1 Dvouletá kultura smrku zalesněná jamkovou sadbou 35x35 cm, obalovaným sadebním materiálem

Z hlediska zdravotního stavu na této ploše bylo zjištěno 96 kusů vitálních sazenic, 4 kusy nažloutlých sazenic a 11 kusů sazenic, které byly poškozeny okusem terminálního výhonu. Bočním okusem bylo poškozeno 60 % sazenic.

**Tabulka č. 3:** Průměrné, maximální a minimální hodnoty dvouleté jamkové obalované sadby

	Výška nadzemní části (cm)	Výškový přírůst (cm)	Průměr kořenového krčku (cm)
Průměr	56,42	18,71	1
Maximální hodnoty	84	22	1,6
Minimální hodnoty	36	5	0,6

V tabulce č. 3 je znázorněn výsledek terénního měření. Výška nadzemní části, která dosahovala průměru 56,42 cm, dále výškový přírůst za rok 2017, který v průměru činil 18,71 cm a tloušťka kořenového krčku, která byla v průměru 1 centimetr.

**Tabulka č. 4:** Naměřené objemy u dvouleté jamkové obalované sadby

Pořadí sazenice	Objem nadzemní části (ml)	Objem K.S. (ml)	Objem jemných kořenů (ml)
1	65	20	10
2	80	30	10
3	90	28	8
4	82	31	12
5	36	6	4
Průměr	70,6	23	8,8

Tabulka č. 4 znázorňuje zjištěné objemy. Průměrný objem u nadzemní části sazenic činil 70,6 ml, u kořenového systému 23 ml a u jemných kořenů 8,8 ml.

**Tabulka č. 5:** Naměřené hmotnosti u dvouleté jamkové obalované sadby

Pořadí sazenice	Hmotnost nadzemní části (g)	Hmotnost K.S. (g)	Hmotnost jemných kořenů (g)
1	61	22	12
2	69	34	15
3	89	26	13
4	73	33	17
5	34	8	5
Průměr	65,2	24,6	12,4

Z tabulky číslo 5 lze vidět výsledek naměřených hmotností, pro jednotlivé části sazenic byly vypočítány následující průměry. Průměrná hmotnost nadzemní části byla 65,2 g, průměrná hmotnost kořenového systému činila 24,6 g a průměrná hmotnost jemných kořenů vycházela 12,4 g.

## **9.2 Dvouletá kultura smrku zalesněná štěrbinovou sadbou, prostokořenným sadebním materiálem**

Na této ploše, bylo z hlediska zdravotního stavu zjištěno 92 vitálních sazenic, 8 zažloutlých sazenic a okus terminálního výhonu byl zjištěn u 3 kusů sazenic. V této kultuře se vyskytoval boční okus zvěří u 5 % stromků.

**Tabulka č. 6:** Průměrné, maximální a minimální hodnoty dvouleté štěrbinové prostokořenné sadby

	Výška nadzemní části (cm)	Výškový přírůst (cm)	Průměr kořenového krčku (cm)
Průměr	57,57	14,48	1,81
Maximální hodnoty	79	40	2,9
Minimální hodnoty	40	3	1,1

Tabulka č. 6 vyjadřuje, že při terénním měření byla zjištěna průměrná výška nadzemní části, která činila 57,57 cm, roční průměrný

přírůst za rok 2017, který byl 14,48 cm a tloušťka kořenového krčku, která průměrně dosahovala 1,81 cm.

**Tabulka č. 7:** Naměřené objemy u dvouleté štěrbínové prostokořenné sadby

Pořadí sazenice	Objem nadzemní části (ml)	Objem K.S. (ml)	Objem jemných kořenů (ml)
1	120	67	18
2	210	76	28
3	180	36	9
4	230	100	38
5	290	129	51
Průměr	206	81,6	28,8

Tabulka č. 7 ukazuje výsledek měření objemu nadzemní části. Objem nadzemní části na této ploše vyšel průměrně 206 ml, průměrný objem kořenového systému byl 81,6 ml. Objem jemných kořenů průměrně činil 28,8 ml.

**Tabulka č. 8:** Naměřené hmotnosti u dvouleté štěrbínové prostokořenné sadby

Pořadí sazenice	Hmotnost nadzemní části (g)	Hmotnost K.S. (g)	Hmotnost jemných kořenů (g)
1	127	61	19
2	154	63	28
3	152	34	10
4	209	91	46
5	252	150	52
Průměr	178,8	79,8	31

Tabulka č. 8 vyjadřuje změřenou hmotnost nadzemní části vykopaných sazenic. Hmotnost nadzemní části byla průměrně 178,8 g, hmotnost kořenového systému byla průměrně 79,8 g a jemné kořeny vážily v průměru 31 g.

### 9.3 Pětiletá kultura smrku zalesněná jamkovou sadbou 35x35 cm, obalovaným sadebním materiálem

Z hlediska zdravotního stavu bylo na této ploše zjištěno 98 ks vitálních sazenic a 2 ks zažloutlých sazenic. V této kultuře se nevyskytoval okus terminálních výhonů ani okus boční.

**Tabulka č. 9:** Průměrné, maximální a minimální hodnoty pětileté jamkové obalované sadby

	Výška nadzemní části (cm)	Výškový přírůst (cm)	Průměr kořenového krčku (cm)
Průměr	135,03	43,43	2,48
Maximální hodnoty	175	69	4,1
Minimální hodnoty	93	17	1,9

Tabulka č. 9 vyjadřuje naměřené výšky nadzemní části, která zde byla průměrně 135,03 cm. Jako další byl hodnocen průměrný výškový přírůst za rok 2017, který dosahoval 43,43 cm. Tloušťka kořenového krčku byla v průměru 2,48 cm.

**Tabulka č. 10:** Naměřené objemy u pětileté jamkové obalované sadby

Pořadí sazenice	Objem nadzemní části (ml)	Objem K.S. (ml)	Objem jemných kořenů (ml)
1	998	160	22
2	840	127	26
3	481	99	30
4	455	85	16
5	1510	355	11
Průměr	856,8	165,2	21

Tabulka č. 10 uvádí průměrné objemy částí sazenic. Objem nadzemní části sazenic byl průměrně 856,8 ml, objem kořenového systému vyšel v průměru 165,2 ml. Objem jemných kořenů průměrně činil 21 ml.

**Tabulka č. 11:** Naměřené hmotnosti u pětileté jamkové obalované sadby

Pořadí sazenice	Hmotnost nadzemní části (g)	Hmotnost K.S. (g)	Hmotnost jemných kořenů (g)
1	850	177	25
2	630	127	29
3	460	85	36
4	394	91	21
5	1270	350	18
Průměr	720,8	166	25,6

V tabulce č. 11 lze vidět, že měřená průměrná hmotnost nadzemní části zde byla 720,8 g, u kořenového systému průměrně 166 g a u jemných kořenů průměrně 25,6 g.

#### **9.4 Pětiletá kultura smrku zalesněná štěrbinovou sadbou, prostokořenným sadebním materiálem**

Výsledkem posouzení zdravotního stavu sazenic na této ploše je, že se zde nachází 94 ks vitálních sazenic a 6 ks zažloutlých. Okus terminálního výhonu, ani boční okus se na této ploše nevyskytuje.

**Tabulka č. 12:** Průměrné, maximální a minimální hodnoty pětileté štěrbinové prostokořenné sadby

	Výška nadzemní části (cm)	Výškový přírůst (cm)	Průměr kořenového krčku (cm)
Průměr	118,86	35,37	2,58
Maximální hodnoty	159	53	3,9
Minimální hodnoty	80	12	1,5

Tabulka č. 12 znázorňuje průměrnou výšku nadzemní části, která byla 118,86 cm. Dále průměrný výškový přírůst za rok 2017 byl 35,37 cm a kořenový krček, který dosahoval v průměru 2,58 cm.



**Tabulka č. 13:** Naměřené objemy u pětileté štěrbínové prostokořenné sadby

Pořadí sazenice	Objem nadzemní části (ml)	Objem K.S. (ml)	Objem jemných kořenů (ml)
1	725	110	21
2	680	105	32
3	790	130	41
4	570	115	18
5	410	60	10
Průměr	635	104	24,4

Tabulka č. 13 vyjadřuje průměrnou hodnotu objemu nadzemní části, která byla na této ploše v průměru 635 ml, průměrná hodnota objemu kořenového systému vychází 104 ml. Objem jemných kořenů zde průměrně činil 24,4 ml.

**Tabulka č. 14:** Naměřené hmotnosti u pětileté štěrbínové prostokořenné sadby

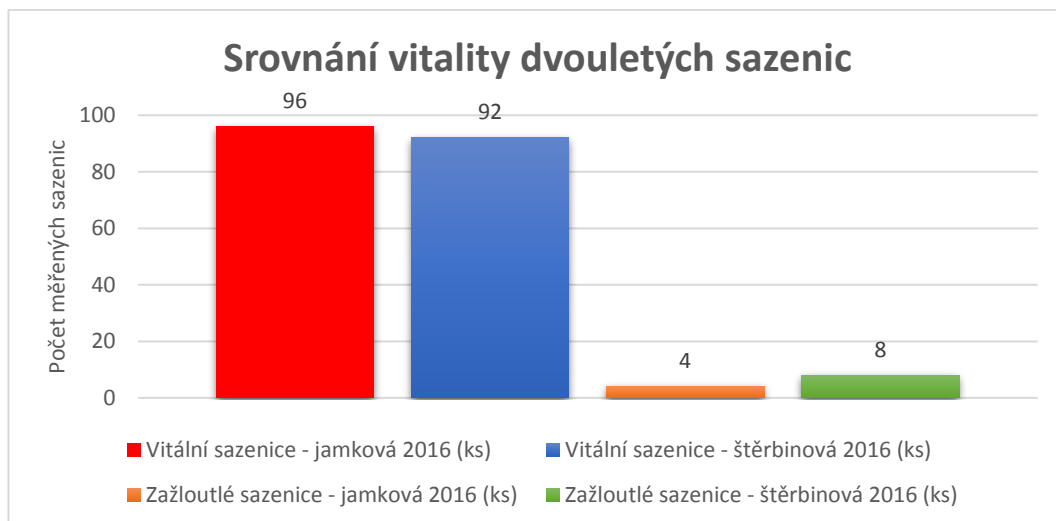
Pořadí sazenice	Hmotnost nadzemní části (g)	Hmotnost K.S. (g)	Hmotnost jemných kořenů (g)
1	560	99	25
2	570	110	33
3	650	140	37
4	510	117	21
5	330	63	15
Průměr	524	105,8	26,2

Tabulka č. 14 uvádí průměrné hmotnosti nadzemní části sazenic, která byla v této kultuře 524 g. U kořenového systému byla zjištěna průměrná hmotnost 105,8 g a jemné kořeny vážily v průměru 26,2 g.

## 9.5 Porovnání výsadeb

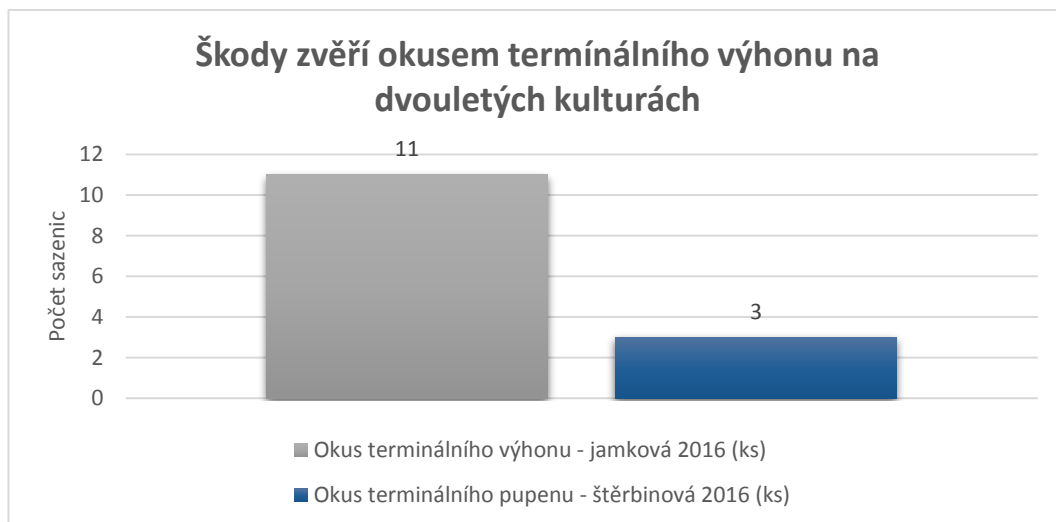
### 9.5.1 Kultury zalesněné v roce 2016

#### 9.5.1.1 Srovnání údajů získaných z terénního měření u dvouletých kultur



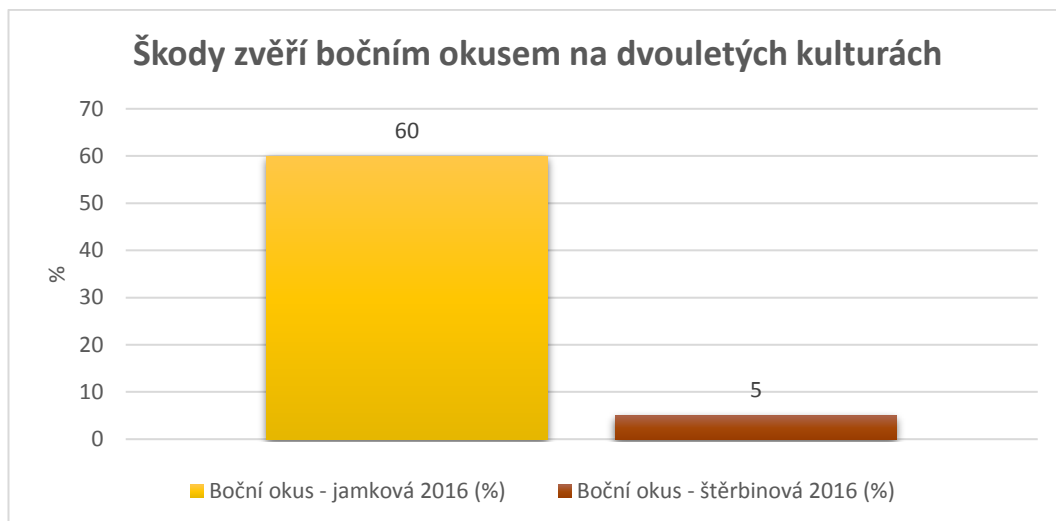
**Graf č. 1:** Srovnání vitality dvouletých kultur

Z grafů č. 1 vyplývá, že vitalita sazenic se liší o 4 kusy vitálních sazenic ve prospěch jamkové obalované sadby.



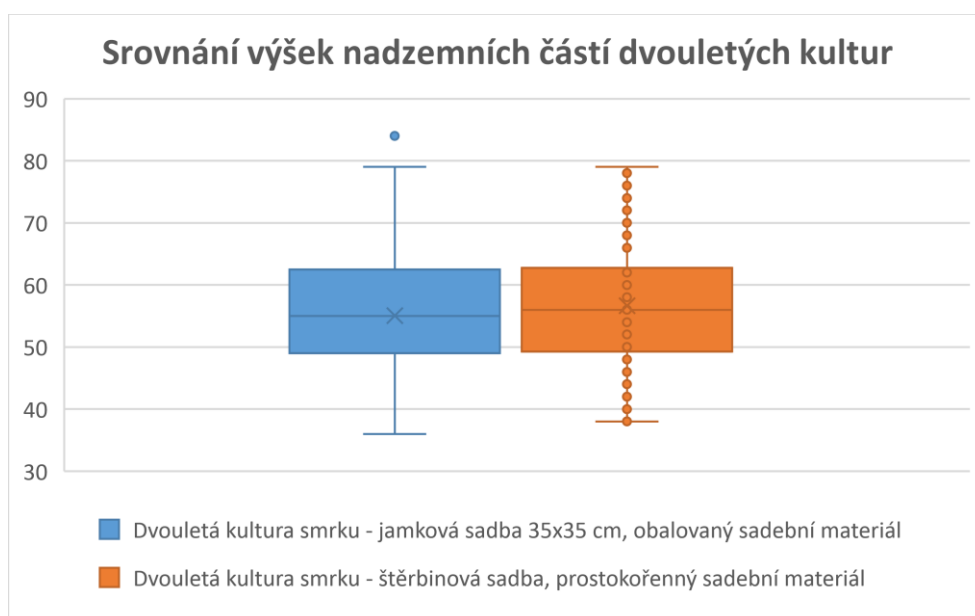
**Graf č. 2:** Srovnání škod zvěří okusem terminálního výhonu sazenic u dvouleté obalované jamkové sadby a dvouleté štěrbinové prostokořenné

Graf č. 2 znázorňuje výsledek škod způsobených zvěří okusem terminálního výhonu, tímto okusem bylo poškozeno u jamkové sadby 11 kusů sazenic, u štěrbinové sadby 3 kusy sazenic.



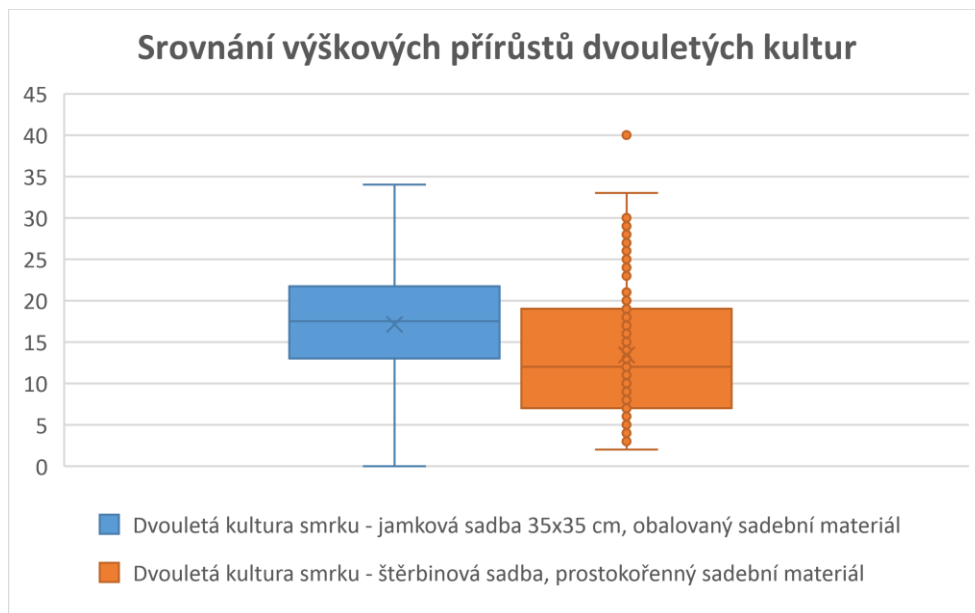
**Graf č. 3:** Srovnání škod zvěří bočním okusem sazenic u dvouleté obalované jamkové sadby a dvouleté štěrbinové prostokořenné sadby

Graf č. 3 vyjadřuje škody způsobené bočním okusem sazenic. Boční okus u jamkové sadby se vyskytoval u 60 % sazenic, což je o 55 % více než u štěrbinové sadby.



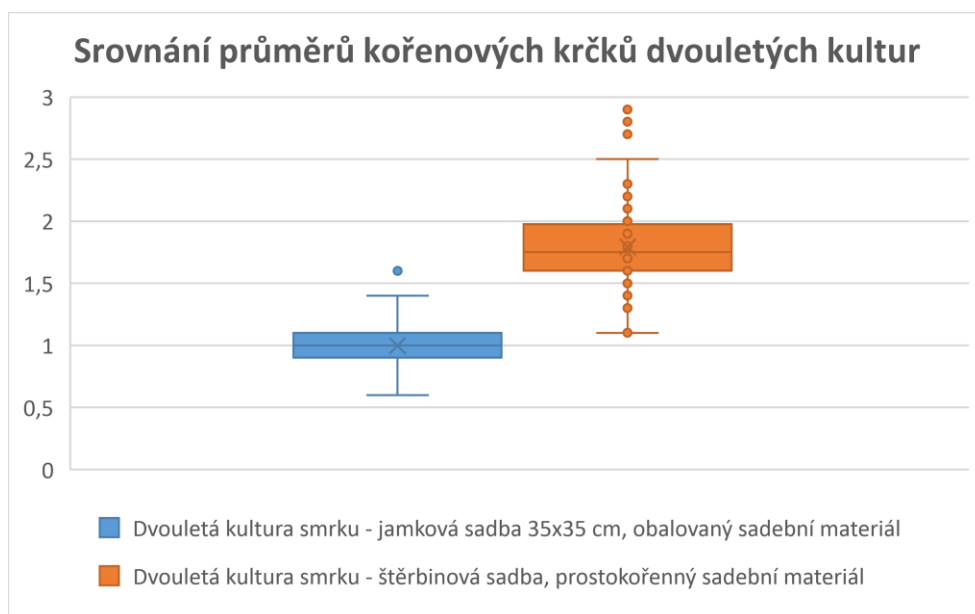
**Graf č. 4:** Srovnání výšek nadzemních částí dvouletých kultur

Z grafu č. 4 vyplývá, že výšky nadzemních částí obou kultur jsou velice podobné. Dále je z grafu patrná statistická nevýznamnost dat, to znamená, že typ obnovy nemá vliv na výšku nadzemní části.



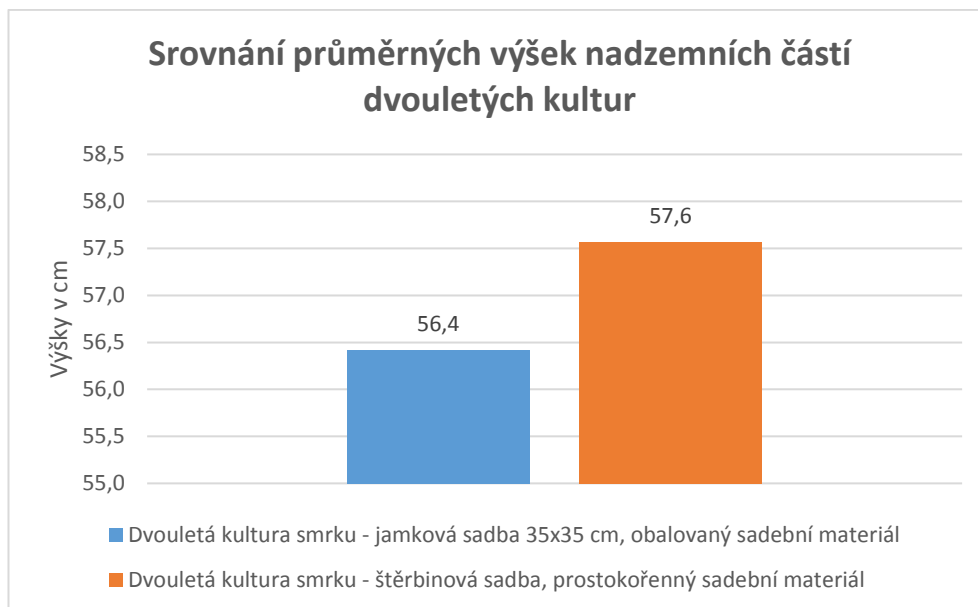
**Graf č. 5:** Srovnání výškových přírůstků dvouletých kultur

Na grafu č. 5 je vidět, že výškové přírůsty byly vyšší u jamkové obalované sadby než u štěrbinové prostokořenné sadby. Opět lze sledovat, že porovnaná data jsou statisticky nevýznamná.



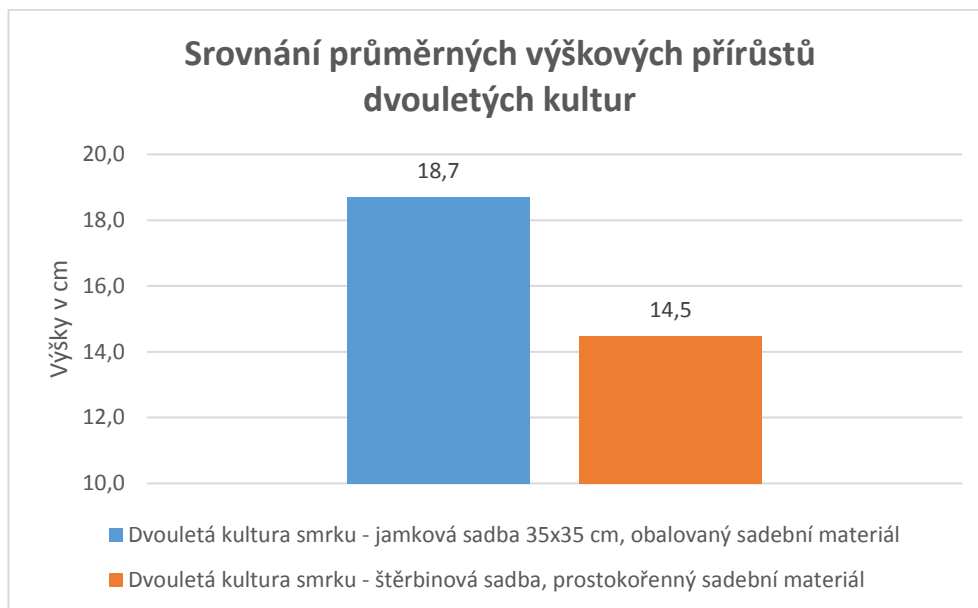
**Graf č. 6:** Srovnání průměrů kořenových krčků dvouletých kultur

Z grafu č. 6 je patrné, že průměry kořenových krčků byly tlustší u štěrbinové prostokořenné sadby. Opět jsou tato data statisticky nevýznamná.



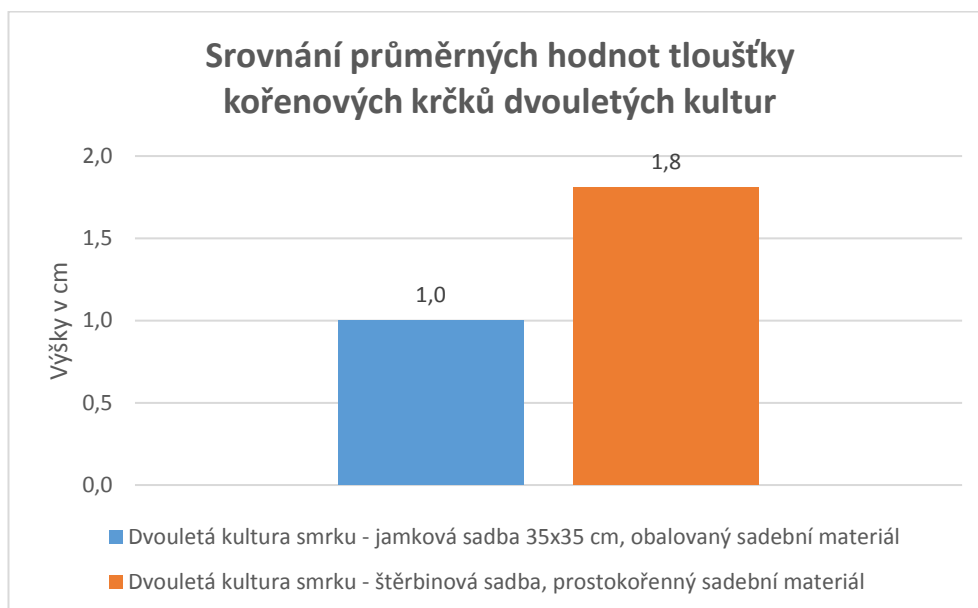
**Graf č. 7:** Srovnání průměrných výšek nadzemních částí obalované dvouleté jamkové sadby a prostokořenné dvouleté štěrbinové sadby

Graf č. 7 znázorňuje, že výšky nadzemních částí byly vyšší u štěrbinové prostokořenné sadby průměrně o 1,2 cm než u jamkové obalované sadby.



**Graf č. 8:** Srovnání průměrných výškových přírůstů obalované dvouleté jamkové sadby a prostokořenné dvouleté štěrbinové sadby

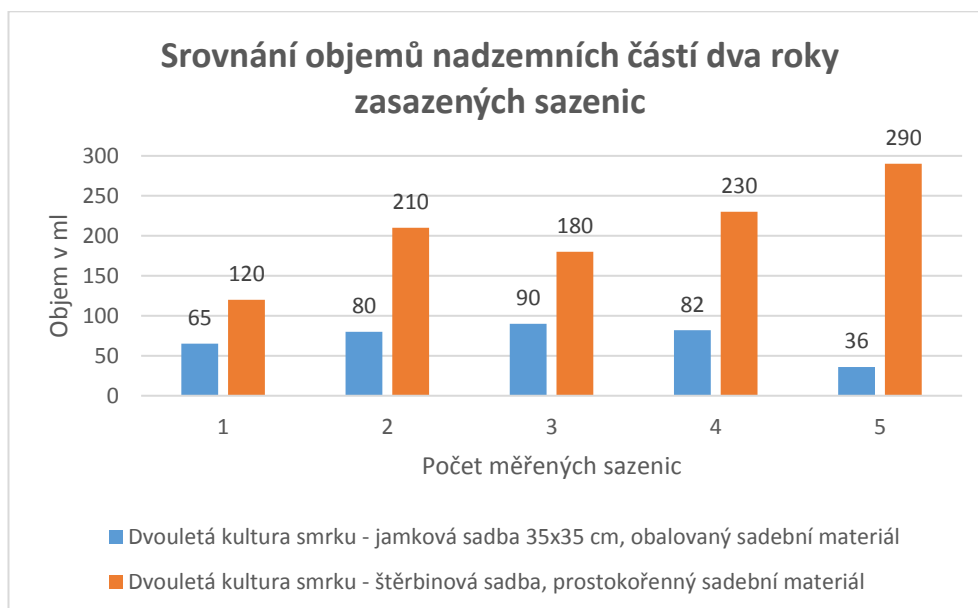
Z grafu č. 8 vyplývá, že výškové přírůsty byly vyšší u jamkové obalované sadby v průměru o 4,2 cm.



**Graf č. 9:** Srovnání průměrných hodnot tloušťky kořenových krčků obalované dvouleté jamkové sadby a prostokořenné dvouleté štěrbinové sadby

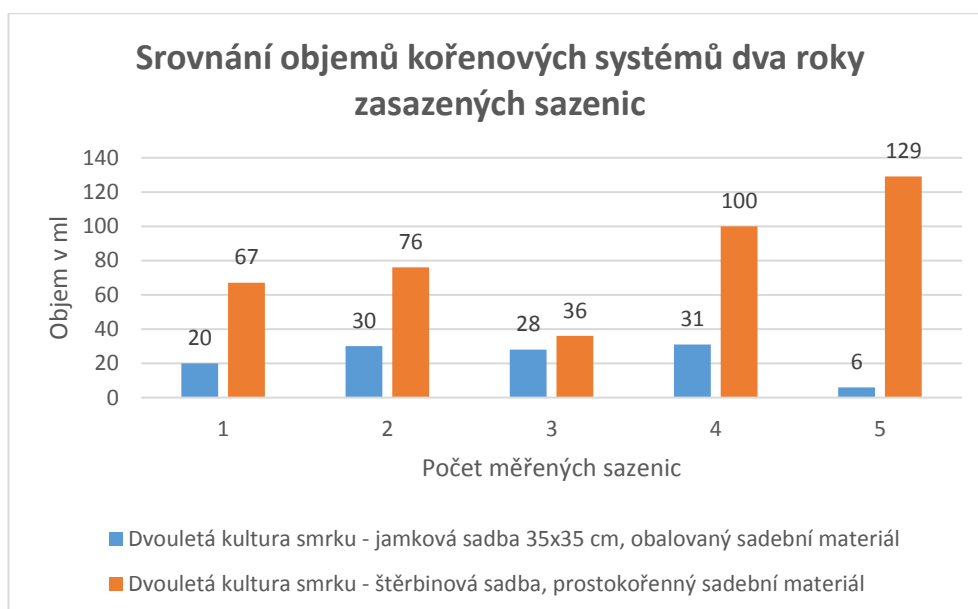
Graf č. 9 vyjadřuje průměry kořenových krčků, které byly tlustší u štěrbinové prostokořenné sadby o 0,8 cm.

### 9.5.1.2 Srovnání údajů získaných z laboratorního měření u dvouletých kultur



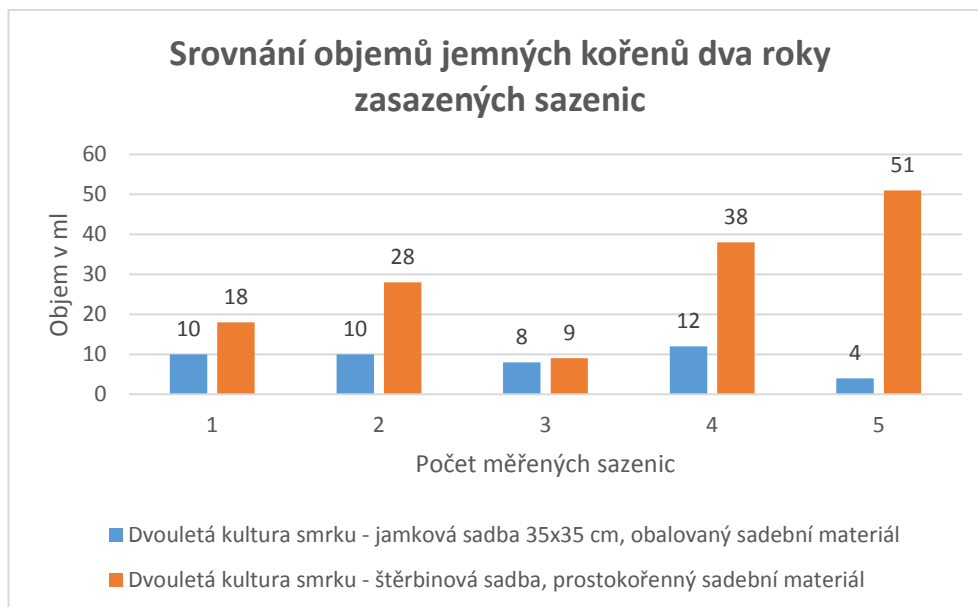
**Graf č. 10:** Srovnání objemů nadzemních částí dva roky zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbinové sadby

Graf č. 10 vyjadřuje objemy nadzemních částí sazenic. Tyto objemy byly větší u sazenic zalesněných štěrbinovou sadbou, a to u všech měřených sazenic.



**Graf č. 11:** Srovnání objemů kořenových systémů dva roky zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbinové sadby

Z grafu č. 11 vyplývá, že větší objem kořenových systémů byl u všech měřených prostokořenných štěrbinově zalesněných sazenic než u obalované jamkové sadby.



**Graf č. 12:** Srovnání objemů jemných kořenů dva roky zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbinové sadby

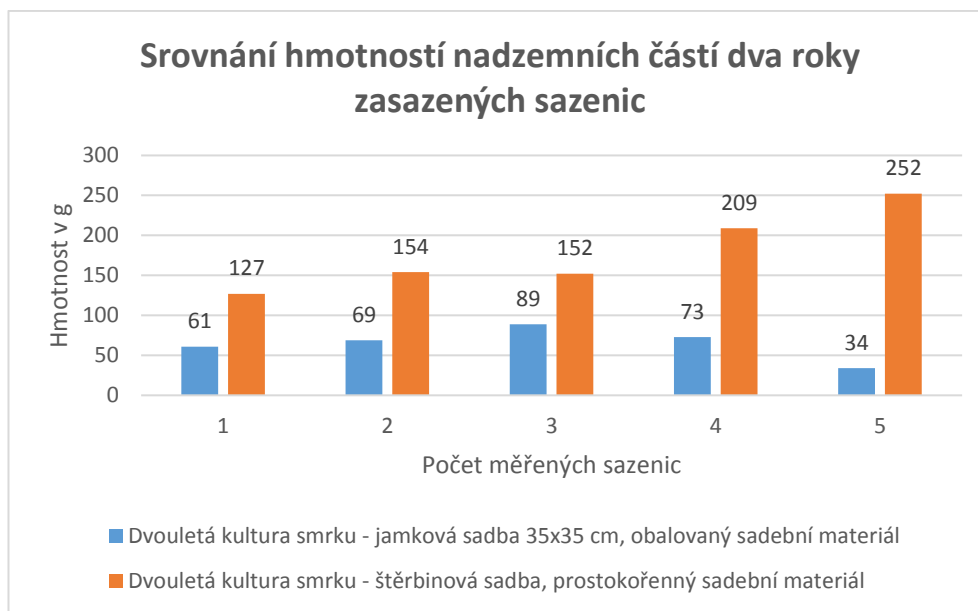
Graf č. 12 vyjadřuje, že objem jemných kořenů u měřených sazenic byl vyšší u štěrbinové prostokořenné sadby než u sadby obalované jamkové.



**Tabulka č. 15:** Srovnání poměrů objemu kořenového systému k objemu nadzemní části a srovnání podílů objemu jemných kořenů v objemu celého kořenového systému u dvouletých sazenic

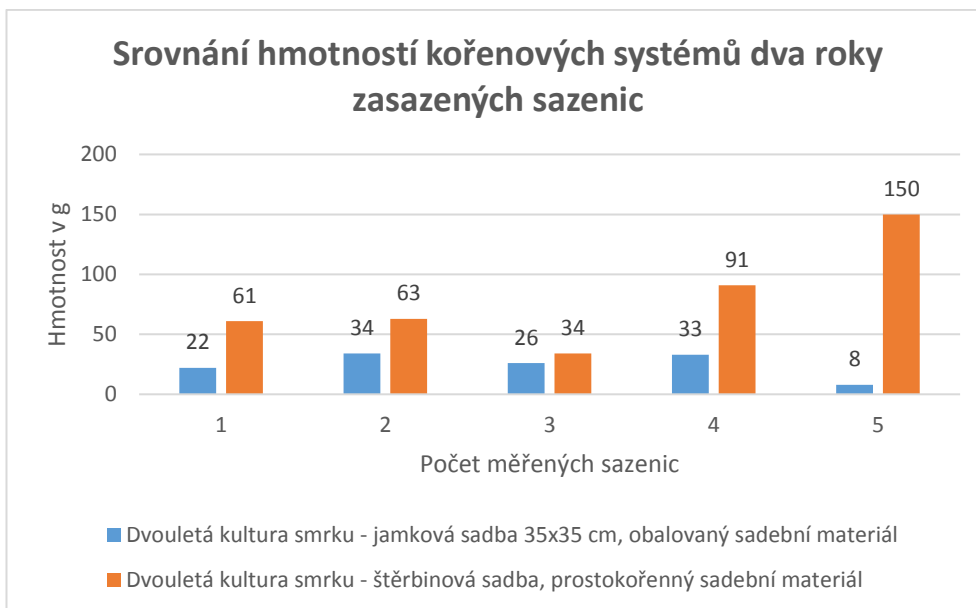
Kultura 2016 - obalovaná jamková sadba			Kultura 2016 - prostokořenná štěrbinová sadba		
Pořadí sazenice	Poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemní části	Podíl objemu jemných kořenů v objemu celého kořen. systému (v %)	Pořadí sazenice	Poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemní části	Podíl objemu jemných kořenů v objemu celého kořen. systému (v %)
1	1:3,25	50	1	1:1,79	27
2	1:2,67	34	2	1:2,76	37
3	1:3,21	29	3	1:5	25
4	1:2,65	39	4	1:2,3	38
5	1:6	67	5	1:2,25	40
Průměr	1:3,56	43,8	Průměr	1:2,82	33,4

Tabulka č. 15 znázorňuje, že poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemní části vychází lépe u prostokořenné štěrbinové sadby, podíl jemných kořenů je vyšší u obalované jamkové sadby.



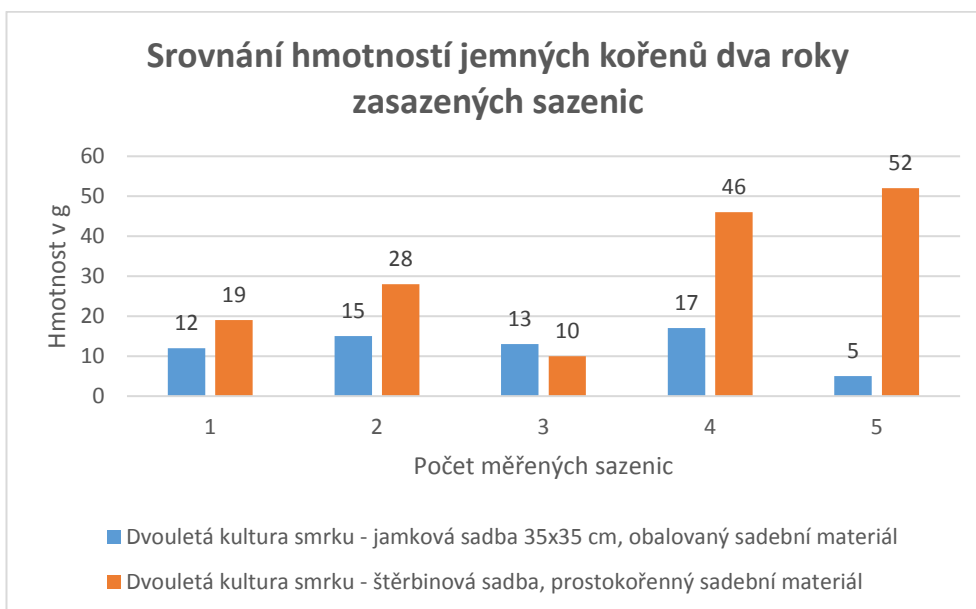
**Graf č. 13:** Srovnání hmotností nadzemních částí dva roky zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbinové sadby

Graf č. 13 znázorňuje, že hmotnosti nadzemních částí měřených sazenic štěrbinové sadby byly vyšší než hmotnosti měřených nadzemních částí sazenic jamkové sadby.



**Graf č. 14:** Srovnání hmotností kořenových systémů dva roky zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbinové sadby

Z grafu č. 14 vyplývá, že větší hmotnost kořenových systémů byla u všech měřených prostokořenných štěrbinově zalesněných sazenic než u obalované jamkové sadby.

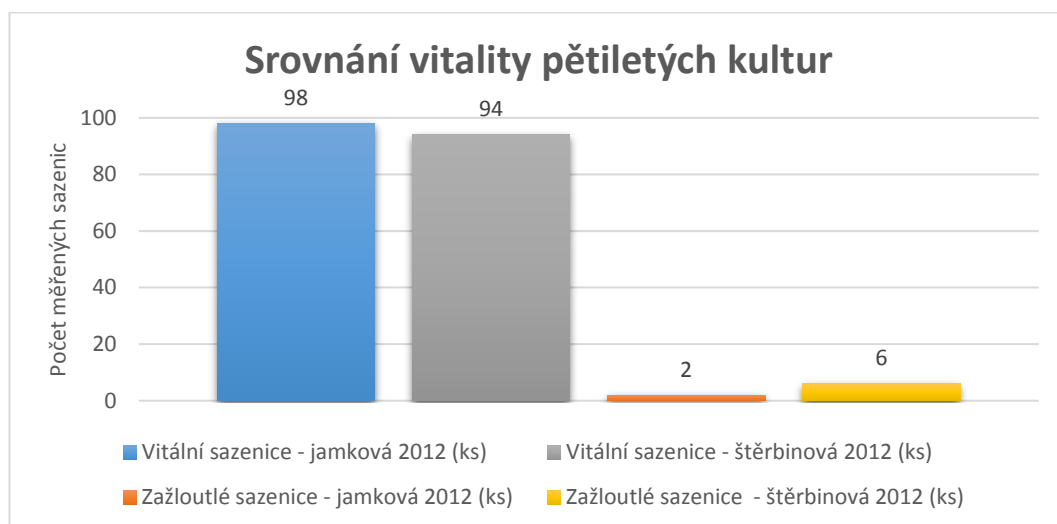


**Graf č. 15:** Srovnání hmotností jemných kořenů dva roky zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbinové sadby

Z grafu č. 15 lze vidět, že hmotnost jemných kořenů byla vyšší u čtyř sazenic prostokořenné štěrbínové sadby, pouze u jedné sazenice obalované jamkové sadby byla hmotnost jemných kořenů vyšší.

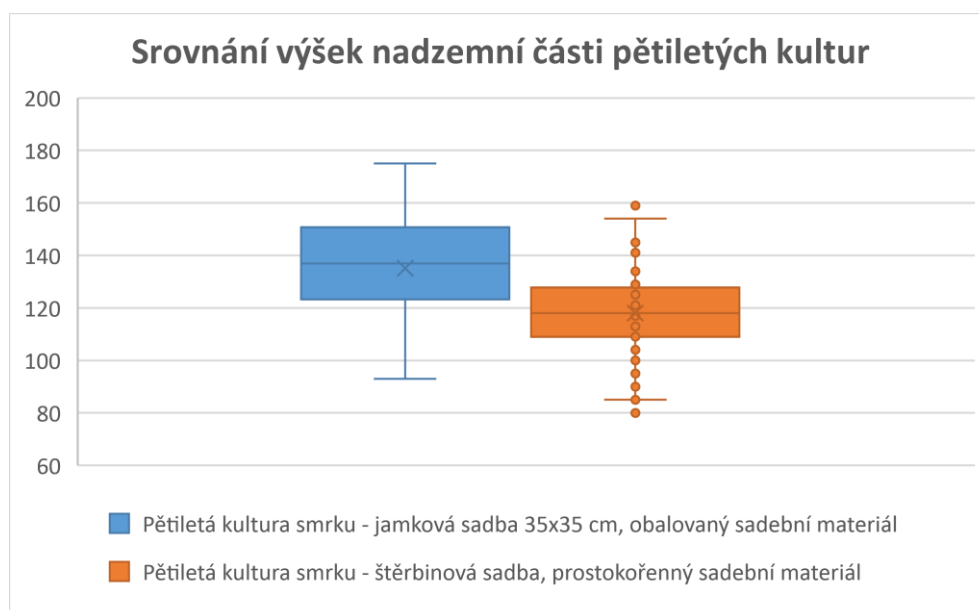
## 9.5.2 Kultury zalesněné v roce 2013

### 9.5.2.1 Srovnání údajů získaných z terénního měření u pětiletých kultur



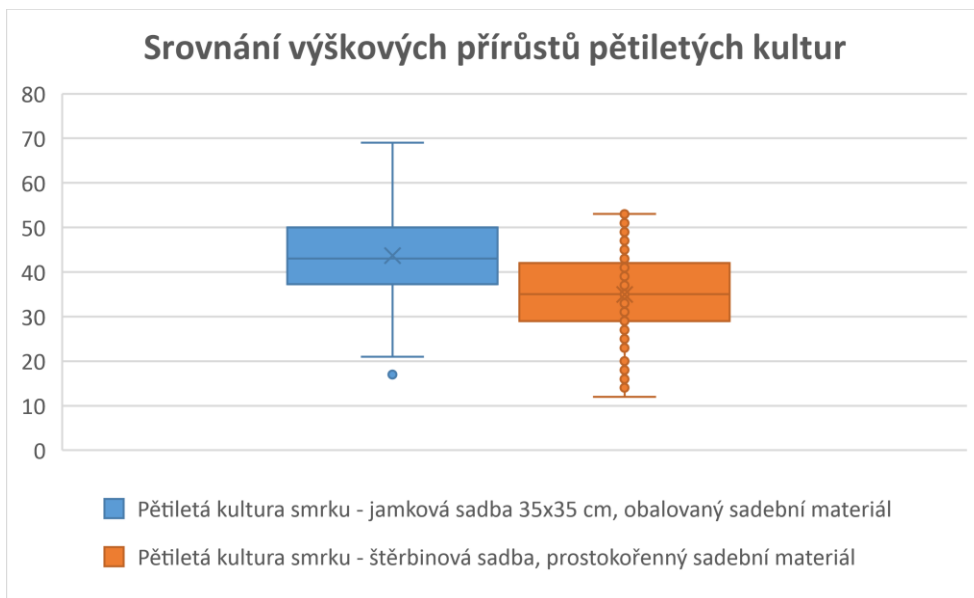
**Graf č. 16:** Srovnání vitality pětiletých kultur

Graf č. 16 znázorňuje, že u pětiletých sazenic byla vitalita lepší u jamkové sadby než u štěrbínové, a to o 4 ks sazenic.



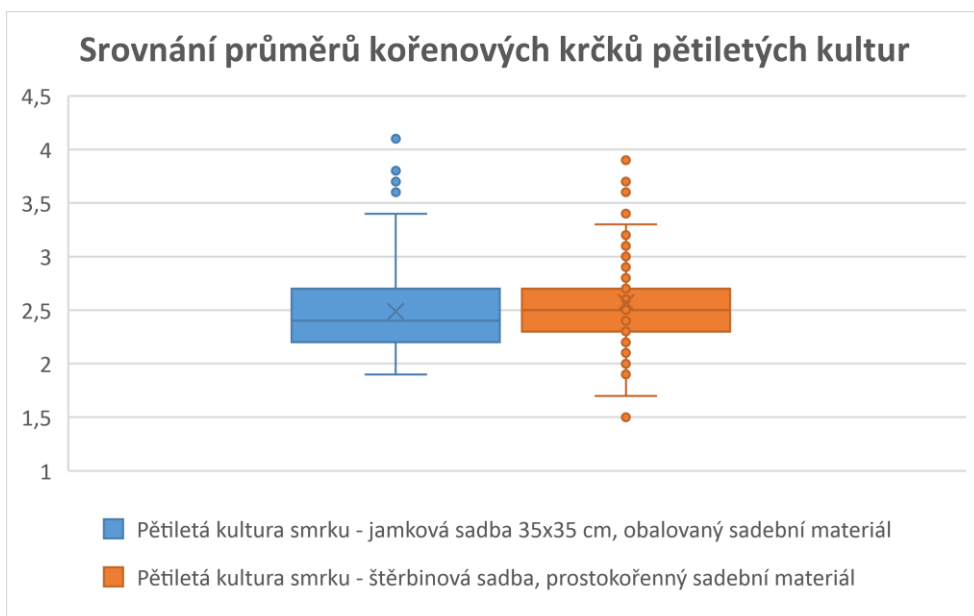
**Graf č. 17:** Srovnání výšek nadzemních částí pětiletých kultur

Graf č. 17 znázorňuje výšky nadzemních částí kultur. Vyšší hodnoty byly naměřeny u jamkové obalované sadby. Dále je z grafu patrná statistická nevýznamnost dat.



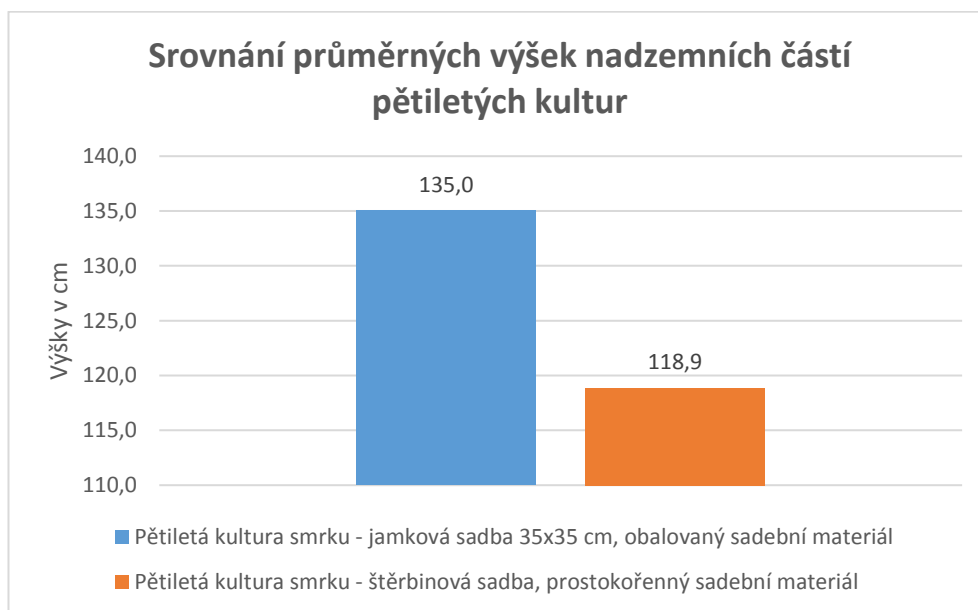
**Graf č. 18:** Srovnání výškových přírůstů pětiletých kultur

Z grafu č. 18 vyplývá, že výškové přírůsty byly delší u jamkové obalované sadby. Porovnaná data jsou opět statisticky nevýznamná.



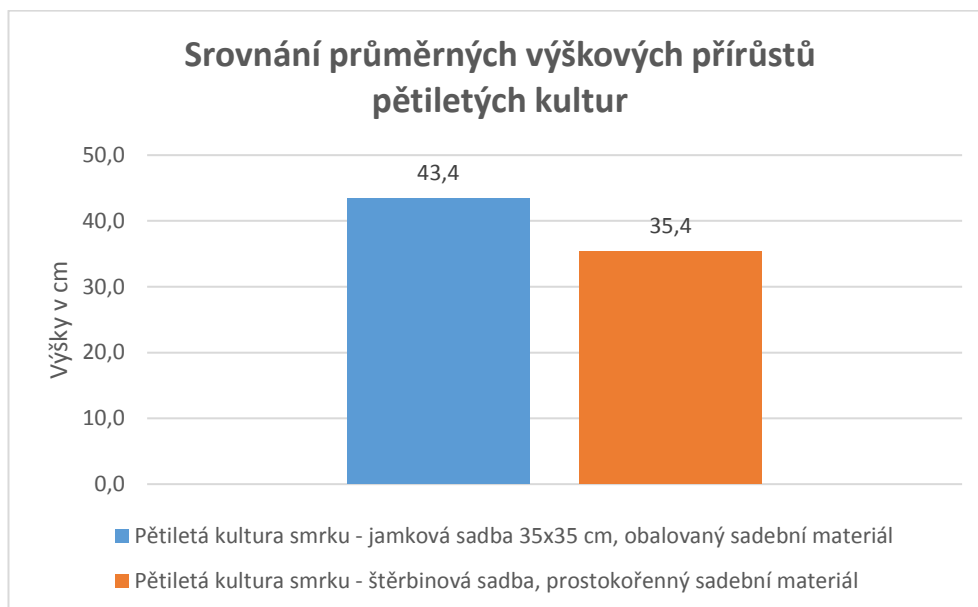
**Graf č. 19:** Srovnání průměrů kořenových krčků pětiletých kultur

Graf č. 19 znázorňuje průměr kořenových krčků, které jsou velmi podobné u obou sadeb. Tato data jsou opět statisticky nevýznamná.



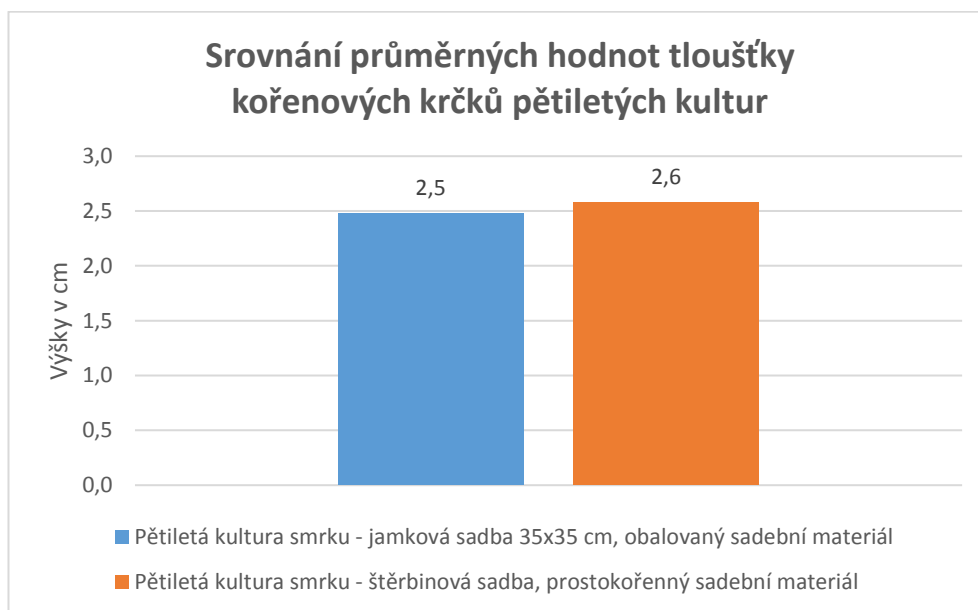
**Graf č. 20:** Srovnání průměrných výšek nadzemních částí pětileté obalované jamkové sadby a pětileté prostokořenné štěrbinové sadby

Graf č. 20 znázorňuje, že průměrné výšky nadzemních částí byly vyšší u jamkové obalované sadby průměrně o 16,1 cm.



**Graf č. 21:** Srovnání průměrných výškových přírůstků pětileté obalované jamkové sadby a pětileté prostokořenné štěrbinové sadby

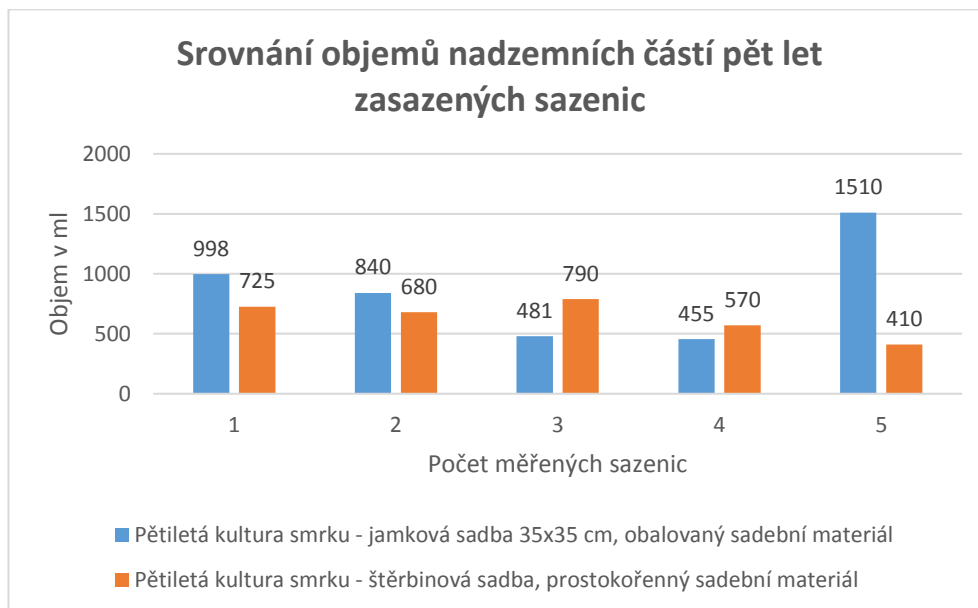
Z grafu č. 21 vyplývá, že průměrné výškové přírůsty byly vyšší u jamkové obalované sadby průměrně o 8 cm.



**Graf č. 22:** Srovnání průměrných hodnot tloušťky kořenových krčků pětileté obalované jamkové sadby a pětileté prostokořenné štěrbínové sadby

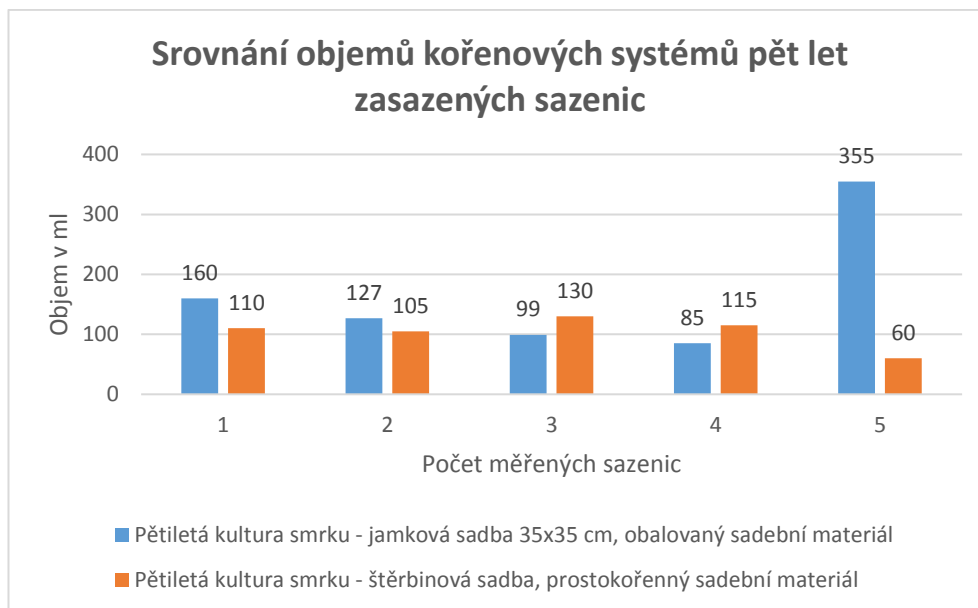
Graf č. 22 vyjadřuje průměry kořenových krčků. Tyto průměry byly u těchto dvou výsadeb velmi podobné, lišily se v průměru pouze o 0,1 cm ve prospěch štěrbínové prostokořenné sadby.

### 9.5.2.2 Srovnání údajů získaných z laboratorního měření u pětiletých kultur



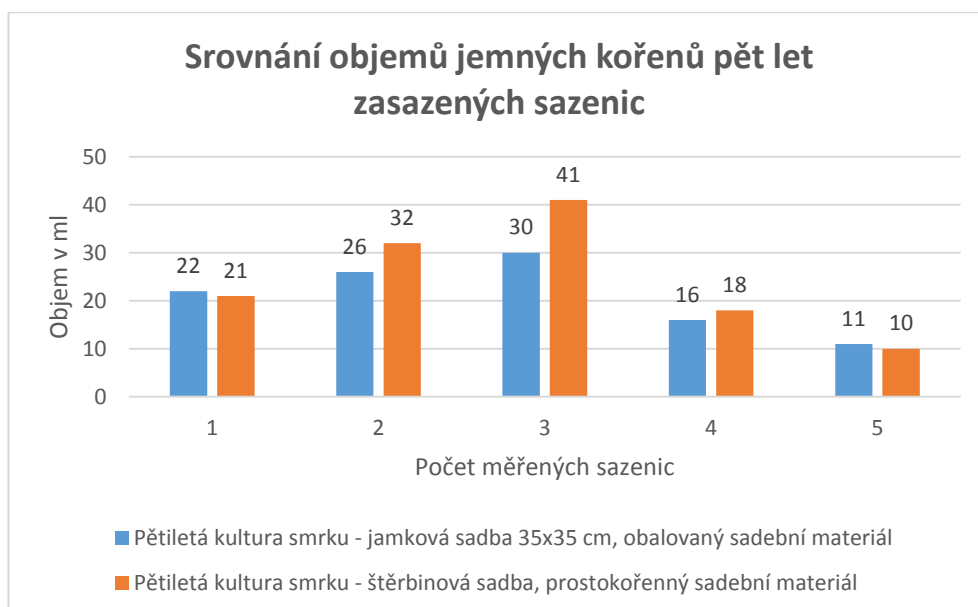
**Graf č. 23:** Srovnání objemů nadzemních částí pět let zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbinové sadby

Graf č. 23 znázorňuje, že tři sazenice zasazené jamkovou obalovanou sadbou mají větší objem nadzemní části než sazenice zasazené štěrbinově, prostokořenným sadebním materiálem. Další dvě sazenice mají objem nadzemní části sazenice vyšší u štěrbinové prostokořenné sadby než u jamkové obalované sadby.



**Graf č. 24:** Srovnání kořenových systémů pět let zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbinové sadby

Z grafu č. 24 plyne, že objem kořenového systému byl vyšší u třech měřených sazenic jamkové obalované sadby a u zbývajících dvou sazenic byl objem kořenového systému vyšší pro štěrbinovou prostokořennou sadbu.



**Graf č. 25:** Srovnání objemů jemných kořenů pět let zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbinové sadby

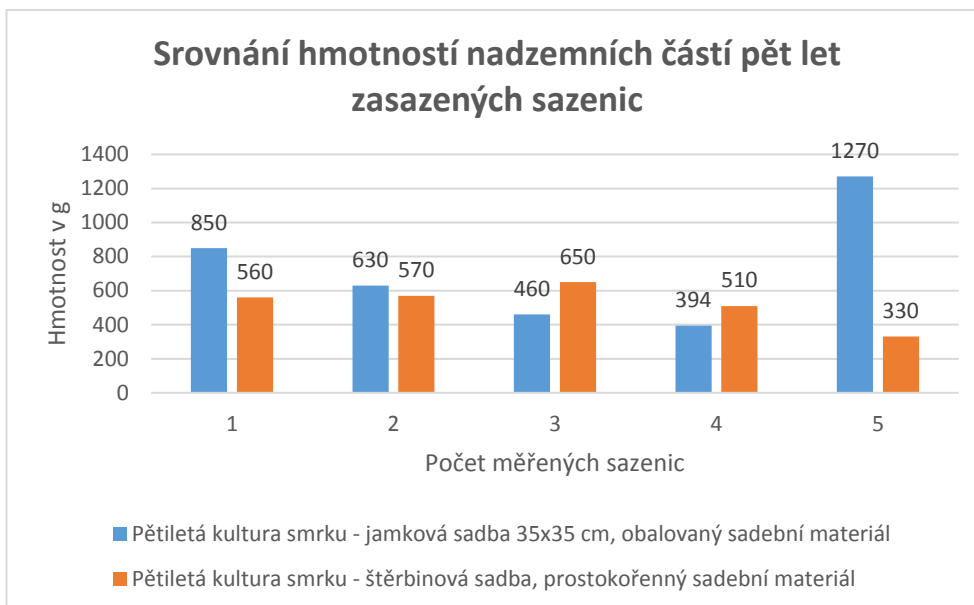


Z grafu č. 25 vyplývá, že objem jemných kořenů byl vyšší u tří měřených sazenic štěrbínové prostokořenné sadby. Zbývající dvě sazenice vykazovaly větší objem jemných kořenů pro jamkovou obalovanou sadbu.

**Tabulka č. 16:** Srovnání poměrů objemu kořenového systému k objemu nadzemní části a srovnání podílů objemu jemných kořenů v objemu celého kořenového systému u pětiletých sazenic

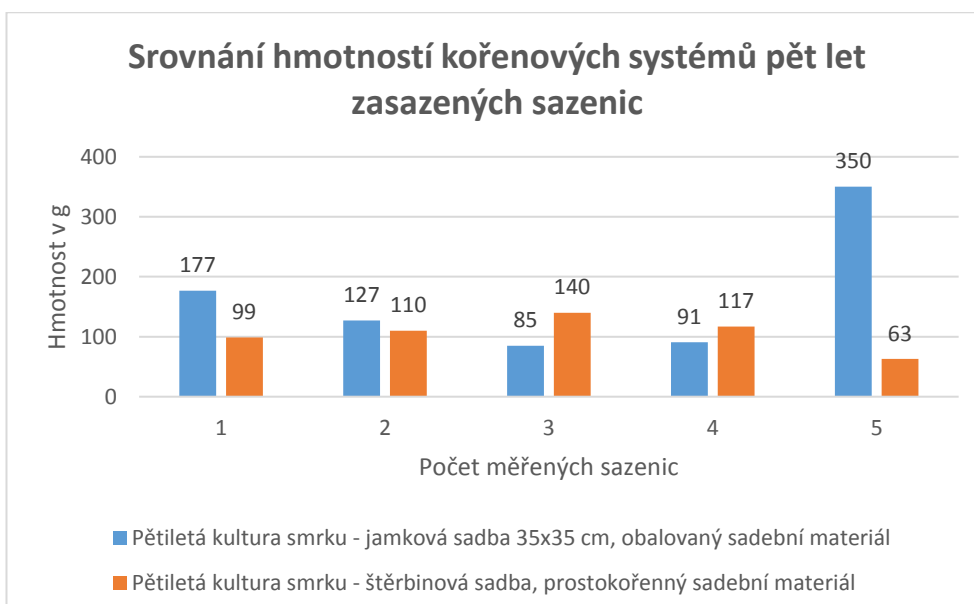
Kultura 2012 - obalovaná jamková sadba			Kultura 2012 - prostokořenná štěrbínová sadba		
Pořadí sazenice	Poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemní části	Podíl objemu jemných kořenů v objemu celého kořen. systému (v %)	Pořadí sazenice	Poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemní části	Podíl objemu jemných kořenů v objemu celého kořen. systému (v %)
1	1:6,24	14	1	1:6,59	19
2	1:6,61	20	2	1:6,48	30
3	1:4,86	30	3	1:6,08	32
4	1:5,35	19	4	1:4,96	16
5	1:4,25	3	5	1:6,84	17
Průměr	1:5,46	17,2	Průměr	1:6,19	22,8

Tabulka č. 16 znázorňuje, že poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemní části v průměru vychází lépe u obalované jamkové sadby. Naopak podíl objemu jemných kořenů v objemu celého kořenového systému je vyšší u prostokořenné štěrbínové sadby.



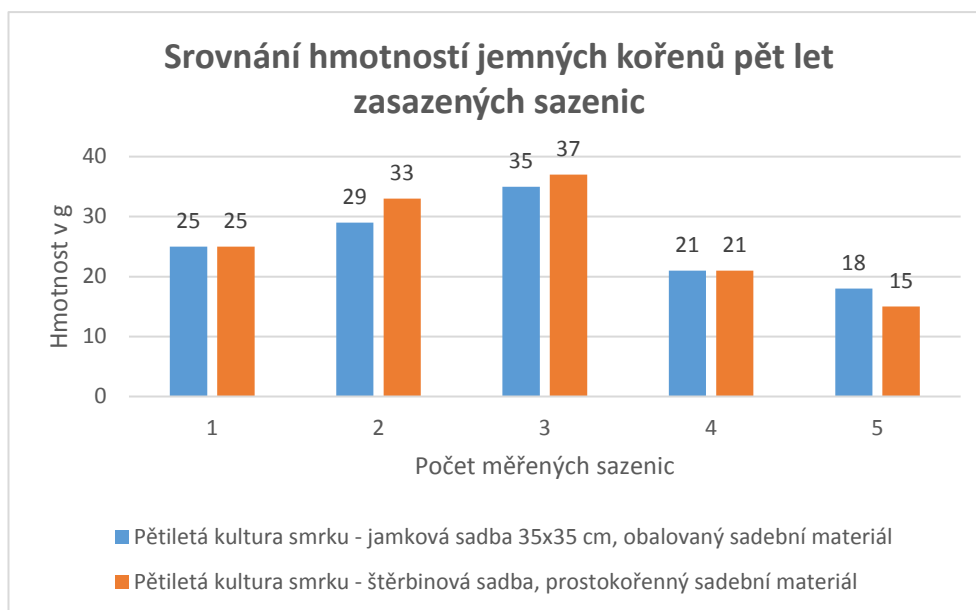
**Graf č. 26:** Srovnání hmotností nadzemních částí pět let zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbinové sadby

Graf č. 26 znázorňuje, že tři hmotnosti nadzemních částí měřených sazenic jamkové obalované sadby byly vyšší než u štěrbinové prostokořenné sadby, zbývající dvě měřené sazenice vykazovaly větší hmotnost nadzemních částí pro štěrbinovou prostokořennou sadbu.



**Graf č. 27:** Srovnání hmotností kořenových systémů pět let zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbinové sadby

Z grafu č. 27 plyne, že hmotnost kořenových systémů je vyšší u jamkové obalované sadby, a to u tří měřených sazenic, u zbývajících dvou měřených sazenic byla hmotnost kořenových systémů větší ve prospěch štěrbinové prostokořenné sadby.



**Graf č. 28:** Srovnání hmotností jemných kořenů pět let zasazených sazenic obalované jamkové sadby a prostokořenné štěrbinové sadby

Z grafu č. 28 lze vidět, že hmotnosti jemných kořenů obou výsadeb byly velice podobné, dvě měřené sazenice různých výsadeb měly tuto hmotnost úplně stejnou. U dalších dvou měřených sazenic byly hmotnosti jemných kořenů mírně vyšší pro štěrbinovou prostokořennou sadbu a u poslední sazenice byla hmotnost mírně větší pro jamkovou obalovanou sadbu.

## 9.6 Deformace kořenových systémů sazenic

**Tabulka č. 17:** Přehled deformací kořenových systémů u dvouletých kultur

Dvouleté kultury	Bez deformace	Deformace do písmene L	Strboul	Jiné poškození
Jamková sadba 35x35 cm, obalovaný sadební materiál	1	0	3	1
Štěrbínová sadba, prostokořenný sadební materiál	2	0	2	1

Tabulka č. 15 znázorňuje, že z pěti měřených sazenic se u jamkové obalované sadby vyskytuje jedna sazenice bez deformace kořenového systému, tři sazenice s deformací kořenového systému typu strboul a jedna sazenice, která měla jiné poškození kořenového systému. U štěrbinové protoskořenné sadby se vyskytují dvě sazenice bez deformace kořenového systému, dvě sazenice s deformací kořenového systému typu strboul a jedna sazenice s jiným typem poškození kořenového systému.

**Tabulka č. 18:** Přehled deformací kořenových systémů u pětiletých kultur

Pětileté kultury	Bez deformace	Deformace do písmene L	Strboul	Jiné poškození
Jamková sadba 35x35 cm, obalovaný sadební materiál	3	1	1	1
Štěrbínová sadba, prostokořenný sadební materiál	0	0	5	0

Tabulka č. 16 vyjadřuje, že z pěti měřených sazenic se u jamkové obalované sadby vyskytují tři sazenice bez deformace kořenového systému, jedna sazenice s jiným typem poškození kořenového systému a jedna sazenice u níž byla jednak deformace do písmene L, tak i výskyt

deformace typu strboul. U štěrbinové prostokořenné sadby jsou všechny měřené kořenové systémy sazenic deformovány do strboulu.

## 10 Diskuze

Protože deformace kořenového systému není na první pohled po výsadbě vidět, nabízí se otázka, zda lze na deformace kořenového systému přijít podle růstové funkce nadzemní části stromu. Pokud není sadební materiál nějak oslaben a vyskytuje se u něj deformace kořenového systému, odrůstá v normálních podmínkách dobře, pouze šok z přesazení může trvat o něco déle. Tudíž odpověď na výše položenou otázku je jasná – nelze (MAUER, 2011).

Výše uvedený text moje studium v této práci potvrzuje, protože všechny vykopané sazenice byly zařazeny do vitálních sazenic, které vykazovaly normální výškové přírůsty. Při laboratorním šetření se u nich ukázalo, že 14 z 20 sazenic trpělo vážnými deformacemi kořenových systémů.

Co se týče celkového procenta deformovaných kořenových systémů stromků na zvolených plochách, tak deformacemi trpělo 70 % vykopaných jedinců, což je ještě více než uvádí MAUER (2011), ale méně, než popisuje JANOUŠEK (2013). MAUER (2011) píše, že za poslední tři roky vyzvedl celkem 660 stromků ze 41 porostů ve stáří 4 až 6 let po výsadbě a těžkými deformacemi bylo poškozeno 420 stromů, to odpovídá 63 % deformovaných stromků. U porostů založených krytokořenným sadebním materiálem byl podíl deformovaných kořenových systémů až 85 %. V porovnání s mým výzkumem v této práci je jeho procento deformovaných krytokořenných jedinců vyšší. V mém výzkumu se u vykopaných krytokořenných stromků vyskytovalo 60 % deformovaných kořenových systémů. JANOUŠEK (2013) ve svém výzkumu vykopal 90 jedinců smrku ztepilého ze 3 porostů ve věku 5-6 let po výsadbě. Deformace kořenového systému se vyskytovala u 85 jedinců tudíž u 94 % stromků.

HLADÍK (2011) ve své bakalářské práci porovnával přirozenou a umělou obnovu smrku. Jeho výzkum probíhal i na jedné ploše s pětiletou výsadbou. Tato plocha je věkově shodná s mými kulturami, které byly zalesněny v roce 2013. HLADÍK (2011) na výše uvedené ploše měřil průměrné výšky nadzemních částí sazenic, které činily 213,2 cm, dále průměrné přírůsty, které byly 54,8 cm a průměry kořenových krčků, které dosahovaly průměrné hodnoty 3,9 cm. Dále hodnotil okus terminálního výhonu, který mu vyšel 0,7 % a boční okus, který dosahoval 1,3 % z celkového počtu posuzovaných sazenic na pětileté ploše.

V porovnání s mým výsledkem u pětileté obalované jamkové sadby měl průměrnou výšku nadzemních částí vyšší o 78,17 cm. Co se týče průměrných přírůstů, tak jeho hodnoty byly vyšší průměrně o 11,37 cm a průměr kořenových krčků byl v jeho výzkumu vyšší průměrně o 1,42 cm. V porovnání s naměřenými daty u pětileté štěrbínové prostokořenné sadby měl průměrnou výšku nadzemních částí vyšší o 94,34 cm a průměrné přírůsty sazenic vyšší průměrně o 19,43 cm. Průměr kořenových krčků měl průměrně větší o 1,32 cm. Okus terminálního výhonu se nevyskytoval ani na jedné mnou studované pětileté ploše, totéž platí i pro okus boční, tudíž jeho plochy tímto poškozením trpěly více.

HLADÍK (2011) mimo jiné zkoumal vitalitu sazenic, ty řadil do vytvořené stupnice A, B, C, z nichž je kategorie A nejlepší – nejzdravější, kde je nažloutlých jedinců do 25 %, a kategorie C je nejhorší. Pětiletou kulturu zařadil do kategorie A.

V mém výzkumu se v pětileté kultuře, zalesněné jamkovou obalovanou sadbou vyskytovaly pouze 2 % nažloutlých jedinců a v kultuře, zalesněné štěrbínovou prostokořennou sadbou 6 %. Tudíž by obě kultury spadaly do kategorie A.

JELÍNEK (2014) ve své práci vyhodnocoval i škody zvěří a dospěl k výsledku, že u umělé tři roky staré obnovy bylo okusem poškozeno 6,6 % sazenic smrku.

V porovnání s dvouletou kulturou zalesněnou obalovaným sadebním materiálem jamkově bylo jeho procento poškozených sazenic nižší o 4,4 %. Ve srovnání s dvouletou kulturou zalesněnou prostokořenným sadebním materiálem štěrbinově bylo jeho procento vyšší o 3,6 %.

## 11 Závěr

Cílem této práce bylo posoudit stav a vývoj kořenových systémů smrku po výsadbě štěrbinovou technologií v porovnání s vývojem kořenové soustavy obalované sadby provedené jamkovou technologií v oblasti Litovle.

Po vyhodnocení výsledků u dvouletých kultur jsem dospěl k závěru, že kořenový systém sazenic zasazených štěrbinově prostokořenným sadebním materiálem byl vyvinutější s menším procentem výskytu deformací. Objem kořenového systému této sadby byl oproti jamkové obalované sadbě v průměru větší o 58,6 ml na jednu sazenici a deformací trpělo „pouze“ 60 % sazenic. Průměrné výšky nadzemních částí sazenic obou kultur byly velice podobné, roční průměrné přírůsty byly vyšší u jamkové obalované sadby o 4,23 cm, průměrná tloušťka kořenových krčků byla naopak vyšší u štěrbinové prostokořenné sadby o 0,81 cm. Vitalita sazenic byla lepší o 4 % u jamkové obalované sadby. Sazenice vysazené jamkově obalovaným sadebním materiálem byly poškozeny okusem terminálního výhonu o 8 % více než u štěrbinové prostokořenné sadby. Boční okus se u jamkové sadby vyskytoval též větší, a to o 55 % více než u štěrbinové prostokořenné sadby.

Po vyhodnocení výsledků u pětiletých kultur byly téměř všechny posuzované parametry lepší u jamkové obalované sadby, u které byl kořenový systém sazenic vyvinutější s menším procentem výskytu deformací. Obalovaná jamková sadba zde měla v průměru o 61,2 ml větší objem kořenového systému na jednu sazenici než štěrbinová prostokořenná sadba. Deformace kořenového systému byly přítomny „jen“ u 40 % sazenic oproti štěrbinové prostokořenné sadbě, kde bylo deformováno 100 % kořenových systémů. Průměrná výška nadzemních

částí sazenic byla vyšší u jamkové obalované sadby o 16,17 cm a přírůsty byly vyšší o 8,06 cm. Průměrná tloušťka kořenových krčků byla u obou typů výsadeb velmi podobná. Vitalita sazenic byla opět lepší u jamkové obalované sadby, a to o 4 %. Okus zvěří se nevyskytoval ani v jedné pětileté kultuře.

Závěrem lze tedy říci, že při výzkumu na lokalitách s dvouletými sazenicemi byla lepší štěrbinová technologie a prostokořenný typ sadebního materiálu a u lokalit s pětiletými sazenicemi byla lepší jamková technologie a obalovaný typ sadebního materiálu. Tudíž by chtělo provést větší obsáhlejší šetření, které by nám jednoznačně ukázalo, která technologie zalesnění a typ sadebního materiálu je pro danou oblast vhodnější. Velký vliv na sazenice může mít i kvalita provedené výsadby, která nejspíš na studovaných plochách nebyla provedena v optimální kvalitě.



## 12 Seznam použité literatury

ANONYMOUS. *LHC Libavá, LHP 2011–2020, Lesprojekt východní Čechy*, s. r. o., 2010.

ČERMÁK, Petr. Defoliace a radiální růst: ukazatelé vitality smrku ztepilého. *Lesnická práce : ochrana lesa*. 2007, vol. 86, no. 11, s. 14-15. ISSN 0322-9254.

HLADÍK, Jan. *Vyhodnocení přirozené a umělé obnovy smrku ztepilého (Picea abies/L./KARST.) na majetku Dr. Kinského*. Brno, 2011. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav zakládání a pěstění lesů.

JANOUSEK, Zdeněk. *Vliv biotechniky na deformace kořenového systému lesních dřevin*. Brno, 2013. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav zakládání a pěstění lesů.

JELÍNEK, Richard. *Vývoj smrkových výsadeb založených různou technologií v oblasti Brd*. Praha, 2014. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů.

JURÁSEK, Antonín; MARTINCOVÁ, Jarmila; LEUGNER, Jan. *Manipulace se sadebním materiálem lesních dřevin od vyzvednutí ve školce až po výsadbu*. Strnady : Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2010. 34 s. ISBN 978-80-741-7035-5.

KANTOR, Josef et al. *Zakládání lesů*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1965. 486 s.

KOLÍN, Stanislav. Deformace kořenového systému : stabilita budoucích porostů. *Lesnická práce : lesní školkařství*. 2001, vol. 80, no. 4, s. 155. ISSN 0322-9254.

KUPKA, Ivo. *Pěstování lesů I*. V Praze : Česká zemědělská univerzita, 2008. 150 s. ISBN 978-80-213-1782-6.

KUPKA, Ivo. *Základy pěstování lesa*. Praha : Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a environmentální, 2005. 175 s. ISBN 80-213-1308-0.

LANDA, Arnošt; PROCHÁZKA, Stanislav. *Pěstování lesů*. 2. přepracované vyd. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1963. 421 s.

LOKVENC. *Materiál sadební prostokořenný : Lesnický naučný slovník I*. Praha : Agrospoj, 1994. 522 s. ISBN 80-7084-111-7.

MARTINKOVÁ. *Kořen : Lesnický naučný slovník I*. Praha : Agrospoj, 1994. 415 s. ISBN 80-7084-111-7.

MAUER, Oldřich et al. *Rhizologie lesních dřevin*. Brno : Mendelova univerzita v Brně, 2013. 259 s. ISBN: 978-80-7375-697-0.

MAUER, Oldřich et al. *Zakládání lesů II*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, učební text, 2011. 216 s.

MAUER, Oldřich. *Vliv kvality obnovních prací na následnou kvalitu a stabilitu založených lesních porostů*. In: *Doprava, manipulace a sazení sadebního materiálu lesních dřevin*. Sborník referátů Řečany nad Labem a Sdružení vlastníků obecních a soukromých lesů v ČR 18. 8. 2011, s. 15–24.

MAUER, Oldřich; PALÁTOVÁ, Eva. *Deformace kořenového systému a stabilita lesních porostů*. [Root systém deformations and stability of forest stands]. 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 ISBN 80-86386-51-1.

MAUER, Oldřich; PALÁTOVÁ, Eva; BÁRTOVÁ, Anna; JURÁSEK, Antonín; NÁROVCOVÁ, Jarmila; SZABLA, Kazimierz. *Průvodce krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin*. Zlín. Lesnická práce, 2006. 136 s.

MUSIL, Ivan; HAMERNÍK Jan. *Jehličnaté dřeviny : přehled nahosemenných i výtrusných dřevin: lesnická dendrologie* 1. Praha: Academia, 2007. 352 s. ISBN 978-80-200-1567-9.

POLENO, Zdeněk; VACEK, Stanislav et al. *Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů*. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 2009. 951 s. ISBN 978-80-87154-34-2.

SARVAŠ, Milan; KUPKA, Ivo. *Pěstování a výsadba krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin*. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2011. 61 s. ISBN 97880-213-2166-3.

ÚRADNÍČEK, Luboš. *Dřeviny České republiky*. 2., přeprac. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 2009. 367 s. ISBN 978-80-87154-62-5.

### **13 Seznam norem**

ČSN 48 2115. *Sadební materiál lesních dřevin*. Praha : Český normalizační institut, 2012. 23 s.

## 14 Seznam příloh

<b>Příloha č. 1:</b> Naměřené hodnoty u dvouleté jamkové obalované sadby	69
<b>Příloha č. 2:</b> Naměřené hodnoty u dvouleté štěrbinové prostokořenné sadby .....	71
<b>Příloha č. 3:</b> Naměřené hodnoty u pětileté jamkové obalované sadby...	74
<b>Příloha č. 4:</b> Naměřené hodnoty u pětileté štěrbinové prostokořenné sadby .....	77
<b>Příloha č. 5:</b> Vykopané sazenice dvouleté jamkové obalované sadby ...	80
<b>Příloha č. 6:</b> Detail na kořenové systémy vykopaných sazenic dvouleté jamkové obalované sadby .....	80
<b>Příloha č. 7:</b> Vykopané sazenice dvouleté štěrbinové prostokořenné sadby .....	81
<b>Příloha č. 8:</b> Detail na kořenové systémy vykopaných sazenic dvouleté štěrbinové prostokořenné sadby .....	81
<b>Příloha č. 9:</b> Nadzemní části vykopaných sazenic pětileté jamkové obalované sadby .....	82
<b>Příloha č. 10:</b> Kořenové systémy vykopaných sazenic pětileté jamkové obalované sadby .....	82
<b>Příloha č. 11:</b> Vykopané sazenice pětileté štěrbinové prostokořenné sadby .....	83
<b>Příloha č. 12:</b> Detail na kořenové systémy vykopaných sazenic pětileté štěrbinové prostokořenné sadby .....	83
<b>Příloha č. 13:</b> Detail na kořenové systémy vykopaných sazenic štěrbinové prostokořenné sadby .....	84
<b>Příloha č. 14:</b> Měření nadzemních částí sazenic.....	84

## 15 Přílohy

Příloha č. 1: Naměřené hodnoty u dvouleté jamkové obalované sadby

Číslo sazenice	Výška nadzemní části (cm)	Roční výškový přírůst (cm)	Průměr kořen. krčku (cm)	Zdravotní stav
1	56	25	1	vitální
2	76	25	1,1	vitální
3	48	19	0,8	vitální
4	66	17	1	vitální
5	57	19	1	vitální
6	63	25	1	vitální
7	64	34	1	vitální
8	70	20	1	vitální
9	78	25	1,1	vitální
10	65	27	1,1	vitální
11	60	23	1	vitální
12	56	12	1,2	vitální
13	57	17	0,9	vitální
14	50	18	0,9	vitální
15	58	22	1,2	vitální
16	41	18	0,9	vitální
17	40	14	0,9	vitální
18	52	11	0,9	vitální
19	43	8	0,9	vitální
20	37	11	0,6	vitální
21	52	13	1	vitální
22	61	17	1,1	vitální
23	50	19	0,8	vitální
24	56	20	1	vitální
25	48	13	0,9	vitální
26	39	12	1	vitální
27	55	18	1	vitální
28	36	5	0,8	vitální
29	42	14	0,9	vitální
30	53	17	1,1	vitální
31	54	15	1,1	vitální
32	50	18	0,8	vitální
33	60	23	0,9	vitální
34	37	9	0,7	vitální
35	40	12	0,7	vitální

36	51	13	1	vitální
37	63	18	0,9	vitální
38	61	23	1,1	vitální
39	64	27	0,9	vitální
40	67	29	1,1	vitální
41	50	22	1	vitální
42	79	20	1	vitální
43	53	15	0,8	vitální
44	65	24	1,3	vitální
45	70	27	1	vitální
46	63	21	1	vitální
47	84	22	1,4	vitální
48	57	19	1,1	vitální
49	58	15	0,8	vitální
50	53	20	0,8	vitální
51	54	15	0,9	vitální
52	61	28	1	vitální
53	78	28	1,2	vitální
54	66	20	1	vitální
55	60	14	1	vitální
56	77	29	1,4	vitální
57	49	18	0,8	vitální
58	50	19	0,9	vitální
59	69	24	1,1	vitální
60	55	20	1	vitální
61	57	17	0,8	vitální
62	55	20	1,2	vitální
63	50	23	1,2	vitální
64	49	20	0,9	vitální
65	52	18	1,1	vitální
66	63	24	1,2	vitální
67	58	17	1,4	vitální
68	51	17	1,1	vitální
69	67	24	1	vitální
70	42	14	0,9	vitální
71	63	20	1,2	vitální
72	54	15	0,9	vitální
73	48	14	0,9	vitální
74	60	24	1	vitální
75	55	21	1	vitální
76	40	12	0,8	vitální

77	53	14	1	vitální
78	72	29	1,1	vitální
79	59	14	1	vitální
80	58	14	1	vitální
81	50	11	0,9	vitální
82	55	14	0,9	vitální
83	41	13	0,8	vitální
84	61	19	1,2	vitální
85	56	17	1,6	vitální
<b>Průměr</b>	<b>56,42</b>	<b>18,71</b>	<b>1,00</b>	
86	40	8	1,1	nažloutlý
87	42	9	0,7	nažloutlý
88	43	6	0,8	nažloutlý
89	50	12	0,9	nažloutlý
90	42	0	0,9	okus
91	50	7	0,9	okus
92	46	8	1	okus
93	37	4	0,7	okus
94	46	9	0,9	okus
95	40	3	0,8	okus
96	65	20	1,1	okus
97	65	16	1,4	okus
98	50	11	1,6	okus
99	45	3	1	okus
100	49	6	0,9	okus

**Příloha č. 2:** Naměřené hodnoty u dvouleté štěrbínové prostokořenné sadby

Číslo sazenice	Výška nadzemní části (cm)	Roční výškový přírůst (cm)	Průměr kořen. krčku (cm)	Zdravotní stav
1	40	5	1,5	vitální
2	42	6	1,7	vitální
3	45	18	1,8	vitální
4	54	11	1,8	vitální
5	54	9	1,9	vitální
6	53	11	2,9	vitální
7	57	23	1,4	vitální
8	48	6	1,5	vitální
9	55	26	1,8	vitální
10	53	10	1,8	vitální

11	68	21	1,4	vitální
12	58	9	1,3	vitální
13	55	16	1,6	vitální
14	60	14	1,6	vitální
15	70	19	1,6	vitální
16	61	11	1,6	vitální
17	74	30	1,9	vitální
18	57	12	1,6	vitální
19	51	6	1,7	vitální
20	51	13	1,9	vitální
21	57	8	2,1	vitální
22	51	16	2	vitální
23	59	21	1,9	vitální
24	69	24	2,1	vitální
25	72	29	2	vitální
26	51	14	2,3	vitální
27	54	7	1,5	vitální
28	47	7	1,6	vitální
29	74	14	2,2	vitální
30	40	7	1,9	vitální
31	45	9	1,1	vitální
32	44	8	1,8	vitální
33	48	12	1,1	vitální
34	56	20	1,4	vitální
35	70	13	1,7	vitální
36	63	19	1,7	vitální
37	76	27	1,8	vitální
38	52	12	1,6	vitální
39	56	23	2,1	vitální
40	58	25	1,6	vitální
41	70	14	2	vitální
42	68	12	1,7	vitální
43	62	19	1,7	vitální
44	78	14	2,5	vitální
45	58	10	1,9	vitální
46	60	27	1,7	vitální
47	79	12	2	vitální
48	71	12	1,9	vitální
49	72	3	2,1	vitální
50	56	19	1,4	vitální
51	75	28	1,5	vitální



52	52	19	1,7	vitální
53	60	4	2,7	vitální
54	63	10	2,1	vitální
55	60	9	2,1	vitální
56	56	8	1,6	vitální
57	57	5	1,8	vitální
58	77	40	1,9	vitální
59	66	7	1,7	vitální
60	49	16	1,8	vitální
61	52	5	1,8	vitální
62	59	17	1,7	vitální
63	70	9	2,8	vitální
64	68	20	2	vitální
65	49	3	2,1	vitální
66	57	24	1,8	vitální
67	63	12	1,7	vitální
68	71	26	2,2	vitální
69	40	14	1,5	vitální
70	42	7	1,9	vitální
71	46	9	1,7	vitální
72	47	11	1,7	vitální
73	53	19	1,8	vitální
74	59	15	1,7	vitální
75	62	12	2	vitální
76	48	16	1,6	vitální
77	57	9	1,8	vitální
78	44	9	1,7	vitální
79	51	7	1,7	vitální
80	59	21	1,6	vitální
81	50	12	1,7	vitální
82	43	8	1,9	vitální
83	54	7	1,6	vitální
84	70	33	2,1	vitální
85	62	17	1,7	vitální
86	45	10	1,8	vitální
87	56	21	2,2	vitální
88	52	13	1,6	vitální
89	58	24	1,9	vitální
<b>Průměr</b>	<b>57,57</b>	<b>14,48</b>	<b>1,81</b>	
90	43	7	1,1	nažloutlý
91	40	3	1,7	nažloutlý

92	38	6	1,3	nažloutlý
93	57	10	1,8	nažloutlý
94	52	4	1,7	nažloutlý
95	67	3	2	nažloutlý
96	48	5	1,7	nažloutlý
97	38	7	1,4	nažloutlý
98	60	2	2,1	okus
99	54	4	2	okus
100	42	5	1,5	okus

**Příloha č. 3:** Naměřené hodnoty u pětileté jamkové obalované sadby

Číslo sazenice	Výška nadzemní části (cm)	Roční výškový přírůst (cm)	Průměr kořen. krčku (cm)	Zdravotní stav
1	162	48	2,8	vitální
2	135	29	2,1	vitální
3	124	25	2,3	vitální
4	138	42	1,9	vitální
5	150	47	3,6	vitální
6	157	37	4,1	vitální
7	96	33	2,7	vitální
8	107	24	3,1	vitální
9	151	26	3,3	vitální
10	170	63	3,3	vitální
11	175	63	3	vitální
12	153	69	3,7	vitální
13	156	56	2,4	vitální
14	105	17	2,2	vitální
15	146	59	2,7	vitální
16	135	42	2,6	vitální
17	160	62	3,2	vitální
18	158	32	2,7	vitální
19	154	52	3	vitální
20	112	51	2,2	vitální
21	153	30	2,6	vitální
22	139	42	2,1	vitální
23	130	41	2	vitální
24	125	55	2,1	vitální
25	112	37	2,4	vitální
26	137	45	2,4	vitální

27	110	38	1,9	vitální
28	98	32	2,1	vitální
29	123	50	2,7	vitální
30	121	45	2,5	vitální
31	137	48	2,6	vitální
32	145	46	2,7	vitální
33	109	41	2,4	vitální
34	144	57	2,3	vitální
35	142	54	2,4	vitální
36	106	40	2,4	vitální
37	151	57	2,7	vitální
38	112	50	2,6	vitální
39	138	39	2,3	vitální
40	141	47	2,4	vitální
41	155	65	2,5	vitální
42	141	46	2,2	vitální
43	149	52	2,7	vitální
44	145	47	2,8	vitální
45	130	42	2,3	vitální
46	138	43	2,1	vitální
47	154	57	2,4	vitální
48	109	28	2,1	vitální
49	114	45	2,3	vitální
50	136	42	2,2	vitální
51	140	45	2,4	vitální
52	134	37	2,5	vitální
53	118	40	2,1	vitální
54	126	39	2,3	vitální
55	123	43	2,7	vitální
56	160	56	3,2	vitální
57	152	60	3	vitální
58	138	42	2,3	vitální
59	124	32	2,1	vitální
60	135	49	2,6	vitální
61	155	57	2,9	vitální
62	102	31	2,3	vitální
63	140	46	2,4	vitální
64	133	40	2,2	vitální
65	141	48	2,4	vitální
66	107	24	2,1	vitální
67	93	29	2	vitální

68	174	66	3,8	vitální
69	151	56	2,6	vitální
70	129	41	2,2	vitální
71	135	43	2,2	vitální
72	163	50	2,7	vitální
73	144	50	2,3	vitální
74	124	28	2,1	vitální
75	135	45	2,2	vitální
76	107	21	2,1	vitální
77	125	32	2,2	vitální
78	159	54	2,9	vitální
79	137	42	2,2	vitální
80	154	40	2,4	vitální
81	128	33	2	vitální
82	146	46	2,7	vitální
83	150	49	2,4	vitální
84	100	21	1,9	vitální
85	114	46	2,1	vitální
86	130	42	2,4	vitální
87	134	48	2,6	vitální
88	142	51	2,5	vitální
89	157	50	2,5	vitální
90	139	31	2,2	vitální
91	112	38	2,1	vitální
92	105	26	2	vitální
93	140	44	2,6	vitální
94	136	39	2,4	vitální
95	154	51	2,6	vitální
96	145	41	2,3	vitální
97	131	40	2,2	vitální
98	124	36	2,1	vitální
<b>Průměr</b>	<b>135,03</b>	<b>43,43</b>	<b>2,48</b>	
99	122	42	2,2	nažloutlý
100	162	67	3,4	nažloutlý

**Příloha č. 4:** Naměřené hodnoty u pětileté šterbinové prostokořenné sadby

Číslo sazenice	Výška nadzemní části (cm)	Roční výškový přírůst (cm)	Průměr kořen. krčku (cm)	Zdravotní stav
1	110	32	2,4	vitální
2	118	21	2,3	vitální
3	110	24	2,3	vitální
4	110	17	2,2	vitální
5	87	28	2	vitální
6	97	12	2,1	vitální
7	110	29	3,1	vitální
8	110	32	3,9	vitální
9	125	43	2,4	vitální
10	105	20	2,2	vitální
11	115	26	2,1	vitální
12	85	20	1,5	vitální
13	118	30	2,1	vitální
14	143	53	2,6	vitální
15	118	39	2,5	vitální
16	131	30	3,6	vitální
17	90	33	2,6	vitální
18	125	48	2,7	vitální
19	106	43	2,5	vitální
20	119	28	2,3	vitální
21	147	46	2,7	vitální
22	106	31	2,9	vitální
23	159	32	3,7	vitální
24	126	36	2,6	vitální
25	124	52	2,5	vitální
26	106	25	1,7	vitální
27	118	40	3	vitální
28	119	45	2,4	vitální
29	92	19	2,9	vitální
30	145	52	3,2	vitální
31	141	53	3	vitální
32	145	41	2,9	vitální
33	117	30	2,2	vitální
34	128	37	2,3	vitální
35	136	49	2,6	vitální
36	106	40	2,4	vitální
37	112	47	2,4	vitální

38	102	30	2,6	vitální
39	125	34	2,3	vitální
40	116	39	2,2	vitální
41	141	52	2,4	vitální
42	119	51	2,3	vitální
43	111	45	1,9	vitální
44	121	38	2,5	vitální
45	115	47	2,3	vitální
46	117	50	2,2	vitální
47	100	32	2,6	vitální
48	115	46	2,7	vitální
49	131	44	2,6	vitální
50	115	52	2,5	vitální
51	124	35	2,7	vitální
52	110	36	3,2	vitální
53	125	38	2,6	vitální
54	124	47	2,7	vitální
55	112	35	2,5	vitální
56	134	46	3	vitální
57	112	30	2,4	vitální
58	135	38	3,1	vitální
59	104	27	2,2	vitální
60	119	40	2,5	vitální
61	85	16	2,9	vitální
62	80	14	2,3	vitální
63	124	41	2,7	vitální
64	136	42	3	vitální
65	137	44	2,7	vitální
66	134	35	2,6	vitální
67	126	32	2,5	vitální
68	124	24	2	vitální
69	117	31	2,6	vitální
70	105	27	2,4	vitální
71	109	23	2,1	vitální
72	135	34	2,7	vitální
73	121	26	2,5	vitální
74	137	31	2,4	vitální
75	120	27	2,7	vitální
76	131	29	2,8	vitální
77	109	28	2,2	vitální
78	116	31	2,6	vitální

79	124	30	2,7	vitální
80	137	30	3,1	vitální
81	120	38	2,8	vitální
82	105	34	2,3	vitální
83	101	29	2,4	vitální
84	112	44	2,6	vitální
85	136	41	3,2	vitální
86	129	35	2,7	vitální
87	102	36	2,2	vitální
88	115	44	2,6	vitální
89	127	35	2,6	vitální
90	110	27	2,4	vitální
91	131	32	3,4	vitální
92	125	41	2,9	vitální
93	154	39	3,3	vitální
94	113	40	2,5	vitální
<b>Průměr</b>	<b>118,86</b>	<b>35,37</b>	<b>2,58</b>	
95	107	42	3,2	nažloutlý
96	90	30	2	nažloutlý
97	130	40	2,9	nažloutlý
98	109	20	1,9	nažloutlý
99	95	18	2,5	nažloutlý
100	93	19	2,4	nažloutlý

**Příloha č. 5:** Vykopané sazenice dvouleté jamkové obalované sadby



**Příloha č. 6:** Detail na kořenové systémy vykopaných sazenic dvouleté jamkové obalované sadby





**Příloha č. 7:** Vykopané sazenice dvouleté štěrbinové prostokořenné sadby



**Příloha č. 8:** Detail na kořenové systémy vykopaných sazenic dvouleté štěrbinové prostokořenné sadby



**Příloha č. 9:** Nadzemní části vykopaných sazenic pětileté jamkové obalované sadby



**Příloha č. 10:** Kořenové systémy vykopaných sazenic pětileté jamkové obalované sadby



**Příloha č. 11:** Vykopané sazenice pětileté štěrbinové prostokořenné sadby



**Příloha č. 12:** Detail na kořenové systémy vykopaných sazenic pětileté štěrbinové prostokořenné sadby



**Příloha č. 13:** Detail na kořenové systémy vykopaných sazenic štěrbinové prostokořenné sadby



**Příloha č. 14:** Měření nadzemních částí sazenic

