

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Vliv technologie výsadby na stav kořenových systémů smrku  
(*Picea abies* (L.) Karst.) v oblasti Semilska**

Diplomová práce

Autor: Bc. Petr Sýkora

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

2018

**zadání práce 1/2**

**zadání práce 2/2**

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Vliv technologie výsadby na stav kořenových systémů smrku (*Picea abies* (L.) Karst.) v oblasti Semilska vypracoval samostatně pod vedením Prof. Ing. Iva Kupky, CSc. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové 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 Roztokách u Semil dne 16. 03. 2018.

---

Podpis autora

## **Poděkování**

Na tomto místě bych rád poděkoval panu Prof. Ing. Ivo Kupkovi, CSc., vedoucímu diplomové práce, za odborné vedení, cenné rady a připomínky.

Děkuji mé rodině za pomoc a toleranci při zpracování diplomové práce.

## ABSTRAKT

SÝKORA, Petr. *Vliv technologie výsadby na stav kořenových systémů smrku (Picea abies (L.) Karst.) v oblasti Semilska: Česká zemědělská univerzita v Praze, Lesnická a dřevařská fakulta.*

Cílem práce bylo posouzení stavu a vývoje kořenových systémů sazenic smrku ztepilého v průběhu několika let sázených různými technologiemi výsadby (jamkovou a štěrbínovou). Vývoj kořenových systémů a celkový zdravotní stav sazenic, ale i nového porostu byl sledován v obdobích 1 rok, 5 let a 8 let od výsadby. Celkem bylo založeno v oblasti Semilska 6 zkusných ploch, na kterých bylo u sazenic provedeno měření celkové výšky, přírůstu a síly kořenového krčku. Na všech zkusných plochách bylo ze země vyzvednuto 10 ks sazenic u kterých byla posouzena kvalita architektiky kořenového systému, zjištěny jeho případné deformace, změřen objem kořenového systému a zjištěn podíl jemných kořenů v celkovém jeho objemu. Zjištěné parametry byly posouzeny zejména z hlediska vlivu technologie výsadby.

Výsledkem bylo vzájemné porovnání uvedených technologií, kdy jednoznačně lépe dopadla výsadba jamková. Štěrbínovou technologii jako způsob výsadby smrku ztepilého ve sledovaných podmínkách nelze doporučit. Dále pak byly shrnuty důležité faktory, které kromě způsobu výsadby mohou ovlivnit vývoj kořenového systému a celého jedince a poukázat na možná další opatření, která by deformace kořenů snížila.

**Klíčová slova:** technologie zalesňování, smrk, kořenový systém

## **ABSTRACT**

SÝKORA, Petr: *Spruce tree root system and how its affected by planting technologies in Semily region. Czech University of Life Sciences in Prague, Faculty of Forestry and Wood Sciences.*

The aim of the thesis was to evaluate the status and progress of spruce spruce seedlings planted by two different technolgies – the hole and the slit one. Root system progress and the over all health status of the seedlings, incl. the youngest ones, were monitored in the time frames of 1, 5 and 8 years from planting. In the region of Semily, altogether 6 test areas were founded. Seedlings were measured for their height, expansion and root neck strenght. In each area, 10 pieces of seedlings were extracted and compared by the quality of their root system architecture, possible deformations were documented, root volumes were measured incl. the share of fine roots. All these were linked to the method of planting.

As a result of this comparison, clearly the hole technology was proved to be better. In the given circumstances, the slit technology failed for spruce spruce. In addition, other important factors and possible measures for reducing root system deformations were defined in the thesis.

**Key words:** forestry technology, spruce, root systém.

# Obsah

Seznam obrázků.....	11
Seznam grafů .....	12
Seznam tabulek .....	14
1 Úvod.....	16
2 Literární rešerše – Smrk ztepilý ( <i>Picea abies</i> ).....	17
2.1 Zařazení smrku ztepilého .....	17
2.2 Smrk ztepilý ( <i>Picea abies</i> ).....	17
2.2.1 Význam.....	17
2.2.2 Areál rozšíření.....	18
2.2.3 Ekologie .....	18
2.2.4 Popis.....	19
2.3 Kořenový systém.....	19
2.3.1 Dělení kořenového systému.....	20
2.3.2 Architektura kořenového systému .....	21
2.3.3 Metody studia kořenového systému .....	22
2.3.4 Kořenový systém smrku ztepilého.....	23
2.3.5 Poškození kořenového systému .....	24
2.4 Škůdci smrku – biotičtí činitelé.....	25
2.4.1 Václavka smrková ( <i>Armillaria ostoyae</i> ).....	25
2.4.2 Pevník krvácející ( <i>Stereum sanguinolentum</i> ).....	25
2.4.3 Kořenovník vrstevnatý ( <i>Heterobasidion annosus</i> ).....	26
2.4.4 Klikoroh borový ( <i>Hylobius abietis</i> ).....	26
2.5 Obnova lesa.....	27
2.5.1 Umělá obnova lesa.....	27
2.6 Lesní semenářství – reprodukční materiál .....	29
2.6.1 Uznávání a označování zdrojů reprodukčního materiálu .....	30



2.7	Sadební materiál a lesní školkařství.....	31
2.8	Pěstování prostokořenných semenáčků.....	32
2.8.1	Školkování sazenic .....	32
2.8.2	Podřezávání kořenového systému.....	33
2.8.3	Vyzvedávání dřevin ve školce .....	33
2.9	Výsadba sazenic .....	34
2.9.1	Zásady pro výsadbu sazenic .....	34
2.9.2	Doba výsadby sazenic.....	35
3	Metody výsadby.....	36
3.1	Štěrbínová výsadba .....	36
3.2	Jamková výsadba .....	37
3.3	Vyvýšená výsadba.....	37
4	Metodika praktické části .....	39
4.1	Úvod do metodické části.....	39
4.2	Popis lokalit.....	39
4.2.1	Výsadba 2016 (stáří výsadby 1 rok) .....	40
4.2.2	Výsadba 2012 (stáří výsadby 5 let).....	41
4.2.3	Výsadba 2009 (stáří výsadby 8 let).....	42
4.3	Popis získání dat.....	44
5	Výsledky .....	46
5.1	Výsadba v roce 2016 (stáří výsadby 1 rok).....	46
5.1.1	Jamková výsadba .....	46
5.1.2	Štěrbínová výsadba .....	49
5.1.3	Porovnání štěrbinové a jamkové výsadby z roku 2016 .....	53
5.2	Výsadba v roce 2012 (stáří výsadby 5 let).....	57
5.2.1	Jamková výsadba .....	57
5.2.2	Štěrbínová výsadba .....	60

5.2.3	Porovnání jamkové a štěrbínové výsadby z roku 2012 .....	65
5.3	Výsadba v roce 2009 (stáří výsadby 8 let) .....	70
5.3.1	Jamková výsadba .....	70
5.3.2	Štěrbínová výsadba .....	73
5.3.3	Porovnání jamkové a štěrbínové výsadby z roku 2009 .....	76
5.4	Celkové srovnání jamkové a štěrbínové výsadby .....	80
5.5	Finanční zhodnocení .....	85
6	Diskuze .....	86
7	Závěr .....	89
8	Použitá literatura .....	92
	Seznam příloh .....	96
	Přílohy.....	97

## Seznam obrázků

Obrázek 1	Areál rozšíření Picea Abies .....	18
Obrázek 2	Schéma jednotlivých etap manipulace se sadebním materiálem.....	33
Obrázek 3	Porost po orkánu Herwart .....	43
Obrázek 4	Mapa a souřadnice zkusných ploch.....	44
Obrázek 5	Kořenové deformace u výsadby z roku 2016 - stáří výsadby 1 rok.....	53
Obrázek 6	Kořenové deformace u výsadby z roku 2012 - stáří výsadby 5let .....	65
Obrázek 7	Kořenové deformace u výsadby z roku 2009 - stáří výsadby 8 let .....	76

## Seznam grafů

### Grafy pro výsadbu z roku 2016 (stáří výsadby 1 rok)

Graf 1	Mortalita u jamkové sadby 1 rok po výsadbě.....	46
Graf 2	Počet jedinců na hodnotu přírůstu u jamkové výsadby.....	47
Graf 3	Hodnota výškového přírůstu ke zjištěnému objemu kořenového systému .....	49
Graf 4	Mortalita u šterbinové sadby 1 rok po výsadbě.....	49
Graf 5	Počet jedinců na hodnotu přírůstu u šterbinové výsadby .....	50
Graf 6	Výška stromků + přírůsty v porovnání s objemem kořenů .....	52
Graf 7	Porovnání výšky stromků, přírůstů a objemu kořenů u jamkové a šterbinové výsadby .....	55
Graf 8	Výška stromků u jamkové a šterbinové výsadby se směrodatnou odchylkou .	55
Graf 9	Krabicový graf (boxplot) výšk. přírůstů u jamkové a šterbinové výsadby .....	56
Graf 10	Porovnání průměrných, maximálních a minimálních hodnot u objemu kořenů jamkové a šterbinové výsadby s vyznačenými směrodatnými odchylkami ....	56

### Grafy pro výsadbu z roku 2012 (stáří výsadby 5 let)

Graf 11	Mortalita u jamkové sadby 5 let po výsadbě .....	57
Graf 12	Počet jedinců na hodnotu výškového přírůstu u jamkové výsadby.....	58
Graf 13	Výška stromků + přírůsty v porovnání s objemem kořenů .....	60
Graf 14	Mortalita u šterbinové sadby 5 let po výsadbě .....	61
Graf 15	Počet jedinců na hodnotu výškového přírůstu u šterbinové výsadby.....	62
Graf 16	Výška stromků + přírůsty v porovnání s objemem kořenů .....	64
Graf 17	Porovnání výšky stromků, přírůstů a objemu kořenů u jamkové a šterbinové výsadby .....	67
Graf 18	Výška stromků u jamkové a šterbinové výsadby se směrodatnou odchylkou .	67
Graf 19	Krabicový graf (boxplot) výšk. přírůstů u jamkové a šterbinové výsadby .....	68
Graf 20	Parametry objemu kořenů pro jamkovou a šterbinovou výsadbu .....	69
Graf 21	Porovnání průměrných, maximálních a minimálních hodnot u objemu kořenů jamkové a šterbinové výsadby s vyznačenými směrodatnými odchylkami ....	70

### **Grafy pro výsadbu z roku 2009 (stáří výsadby 8 let)**

Graf 22	Počet jedinců na hodnotu výškového přírůstu u jamkové výsadby.....	71
Graf 23	Výška stromků + přírůsty v porovnání s objemem kořenů .....	72
Graf 24	Počet jedinců na hodnotu výškového přírůstu u štěrbínové výsadby.....	74
Graf 25	Výška stromků + přírůsty v porovnání s objemem kořenů .....	76
Graf 26	Porovnání výšky stromků, přírůstů a objemu kořenů u jamkové a štěrbínové výsadby .....	78
Graf 27	Výška stromků u jamkové a štěrbínové výsadby se směrodatnou odchylkou .	78
Graf 28	Krabicový graf (boxplot) výšk. přírůstů u jamkové a štěrbínové výsadby .....	79
Graf 29	Porovnání průměrných, maximálních a minimálních hodnot u objemu kořenů jamkové a štěrbínové výsadby s vyznačenými směrodatnými odchylkami ....	79
Graf 30	Posouzení tloušťky kořenového krčku u jamkové a štěrbínové výsadby.....	80

### **Grafy pro celkové srovnání jamkové a štěrbínové výsadby**

Graf 31	Průměrné výšky sazenic ve sledovaných obdobích u jamkové a štěrbínové výsadby .....	81
Graf 32	Průměrné výškové přírůsty sazenic ve sledovaných obdobích u jamkové a štěrbínové výsadby.....	82
Graf 33	Porovnání průměrných výškových přírůstů k celkové výšce stromku u jamkové a štěrbínové výsadby.....	82
Graf 34	Průměrné tloušťky kořenového krčku ve sledovaných obdobích u jamkové a štěrbínové výsadby.....	83
Graf 35	Průměrný objem kořenů u roční, pětileté a osmileté jamkové a štěrbínové výsadby .....	84

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Celkové srovnání porostních údajů pro všechny zkoumané plochy.....	40
Tabulka 2 Údaje o porostech založených v roce 2016 .....	40
Tabulka 3 Údaje o porostech založených v roce 2012 (Zdroj: autor DP) .....	41
Tabulka 4 Údaje o porostech založených v roce 2009 (Zdroj: autor DP) .....	42

### Tabulky pro výsadbu z roku 2016 (stáří výsadby 1 rok)

Tabulka 5 Zjištěné hodnoty a statistické údaje u jamkové výsadby.....	46
Tabulka 6 Zjištěné parametry u vykopaných sazenic včetně statistických údajů.....	48
Tabulka 7 Zjištěné hodnoty a statistické údaje u šterbinové výsadby.....	50
Tabulka 8 Zjištěné parametry u vykopaných sazenic včetně statistických údajů.....	51
Tabulka 9 Porovnání jedinců bez zjištěných deformací a s deformacemi u šterbinové výsadby .....	52
Tabulka 10 Porovnání zjištěných údajů pro roční sazenice u jamkové a šterbinové výsadby .....	54

### Tabulky pro výsadbu z roku 2012 (stáří výsadby 5 let)

Tabulka 11 Zjištěné hodnoty a statistické údaje u jamkové výsadby.....	58
Tabulka 12 Zjištěné parametry u vykopaných sazenic včetně statistických údajů.....	59
Tabulka 13 Zjištěné hodnoty a statistické údaje u šterbinové výsadby.....	61
Tabulka 14 Zjištěné parametry u vykopaných sazenic včetně statistických údajů.....	63
Tabulka 15 Porovnání jedinců bez zjištěných deformací a s deformacemi u šterbinové výsadby .....	64
Tabulka 16 Porovnání zjištěných údajů u pěti letých sazenic jamkové a šterbinové výsadby .....	66

### Tabulky pro výsadbu z roku 2009 (stáří výsadby 8 let)

Tabulka 17 Zjištěné hodnoty a statistické údaje u jamkové výsadby.....	71
Tabulka 18 Zjištěné parametry u vykopaných sazenic včetně statistických údajů.....	72
Tabulka 19 Zjištěné hodnoty a statistické údaje u šterbinové výsadby.....	73
Tabulka 20 Zjištěné parametry u vykopaných sazenic včetně statistických údajů.....	75
Tabulka 21 Porovnání zjištěných údajů u pěti letých sazenic jamkové a šterbinové výsadby .....	77

## **Tabulky pro celkové srovnání jamkové a štěrbínové výsadby**

Tabulka 22 Celkové srovnání zjištěných hodnot u jamkové a štěrbínové metody.....	80
Tabulka 23 Zjištěné deformace v jednotlivých letech výsadby.....	84
Tabulka 24 Výdělky při výsadbě 4000ks sazenic smrku/ha.....	85

# 1 Úvod

Ve své diplomové práci na téma „Vliv technologie výsadby na stav kořenových systémů smrku (*Picea abies* (L.) Karst.) v oblasti Semilská“ řeším vhodnost způsobu výsadby pro naši nejrozšířenější dřevinu – smrk ztepilý, zejména pak vliv způsobu výsadby na její kořenový systém. Vzhledem k umístění kořenového systému a jeho velikosti je toto zkoumání poměrně obtížné a časově náročné. V případě použití nových technologií také finančně nákladné. To jsou zřejmě důvody, proč se tímto tématem zabývá jen malý okruh lidí, a to i přesto, jak zásadní vliv má zdravý a funkční kořen na samotnou rostlinu, potažmo i na celý porost.

Přestože je u nás snaha o podporu přirozené obnovy lesa, ve velké míře převládá obnova umělá. U umělé obnovy, v případě použití prostokořenných sazenic, je pak nejrizikovější fází výsadba sazenic. Právě při chybně provedené výsadbě, zejména pak při špatně zvolené technologii výsadby, může dojít k největším škodám na kořenovém systému rostliny. Jsou zde i další faktory, na které je třeba brát zřetel a u výsadby je zohlednit, jako např. stanovištní a půdní podmínky.

Vliv deformovaného kořene se na rostlině nemusí projevit ihned, rostlina může běžným způsobem odrůstat a k vnějšímu projevu pak dojde až v době, kdy se na stanovišti začnou projevovat nepříznivé podmínky v podobě sucha, mokra, mrazu apod.

Diplomová práce porovnává dva nejčastější způsoby výsadby - všeobecně uznávanější, vhodnější pro výsadbu smrku, metodu jamkovou a v poslední době více prosazovanou, zejména pak z důvodů ekonomických, výsadbu štěrbínovou. Výzkum byl prováděn v úpatí krkonošských hor.

Teoretická část diplomové práce se zabývá významem, ekologií, popisem a rozšířením smrku ztepilého, se zaměřením na možné způsoby jeho výsadby v umělé obnově lesa. Pozornost je dále věnována kořenovému systému a možnostem jeho zkoumání.

Praktická část práce uvádí informace, jakým způsobem probíhalo měření nadzemních a podzemních částí rostlin. Je zde uveden popis vybraných lokalit a na nich vytyčených zkusných ploch. Dále jsou zde zaznamenány zjištěné hodnoty pro každou technologii výsadby a pro každé zvolené stáří výsadby. Tyto hodnoty jsou pak navzájem porovnány.



## 2 Literární rešerše – Smrk ztepilý (*Picea abies*)

### 2.1 Zařazení smrku ztepilého

Jehličnaté dřeviny zahrnují skupinu čeledí nahosemenných rostlin a jsou charakterizovány asimilačními orgány ve tvaru jehlic, šupin a zřídka i opadavými listy.

- **Čeď:** Borovicovitá – Pinaceae Lindl

Tato čeď je zastoupena zástupci z rodů **smrk (Picea)**, jedle (*Abies*), borovice (*Pinus*), modřín (*Larix*) a douglaska (*Pseudotsuga*), (Krüssmann, 1968).

- **Rod:** Smrk – *Picea* A.

Rod obsahuje přes 40 druhů na evropském, asijském a americkém území. Na našem území je domácí pouze **Smrk ztepilý – Picea abies**. Uvedený rod se vyznačuje stromy s průběžným kmenem, kuželovitou korunou a přeslenitým větvením. Jehlice jsou vždy zelené, na průřezu čtyřhranné popřípadě ploché, na prýtech přirostlé pomocí odstávajících listových „polštářků“. Šišky jsou převislé, dozrávající téhož roku, rozmístěny jednotlivě (Slavík, 2004).

Musil (2002) označuje tento rod za dřevařsky nejvýznamnější pro boreální lesy studeného ale i mírného klimatu. Tyto lesy se vyskytují pouze na chladnějším území severní polokoule (23. stupeň – 72. stupeň s. š.), ve výškovém rozmezí 0 – 4800 m n. m. Rozšíření je koncentrováno do jehličnatých lesů boreální (severské) až mírně klimatické květenské oblasti, která zasahuje až do hor severní části subtropů. Původně vyskytující se (tj. vzniklé) druhy v Evropě byly pouze 3, z toho na našem území pouze 1.

### 2.2 Smrk ztepilý (*Picea abies*)

Smrk ztepilý se řadí mezi nejdůležitější hospodářské dřeviny střední a severní Evropy. V dřevařském průmyslu je považován za oporu. Současné zastoupení na našem území tvoří přibližně 54 %, ovšem přirozený výskyt by tvořilo pouze 11 % (Musil, 2002).

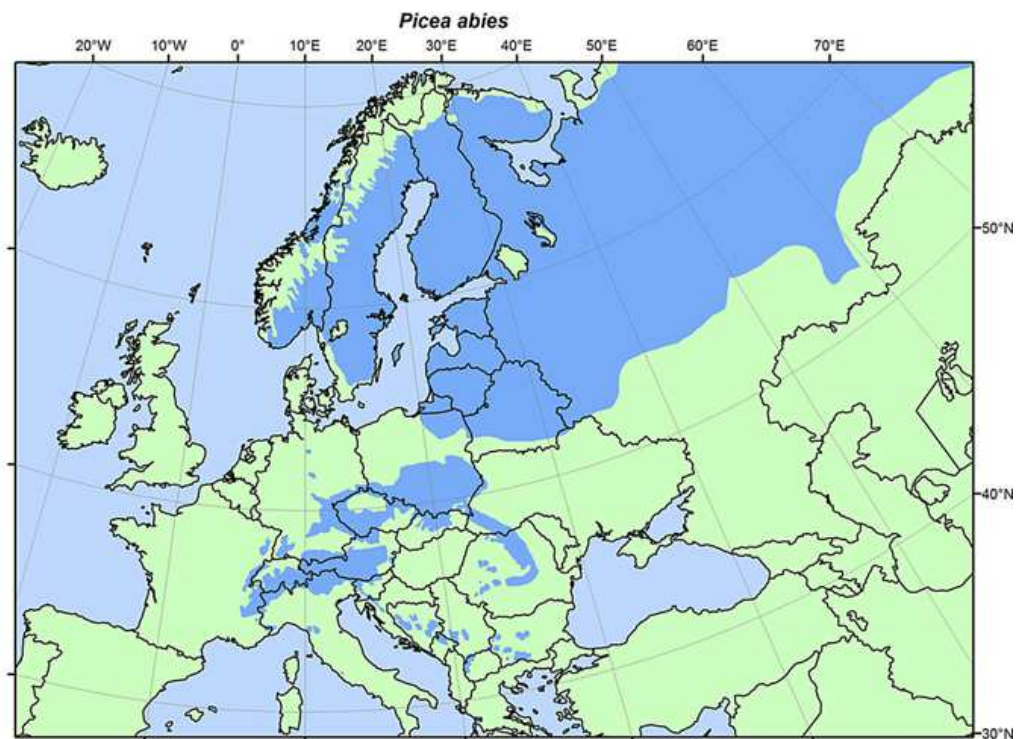
#### 2.2.1 Význam

Řadí se mezi hlavní hospodářskou dřevinu především díky technické přednosti dřeva a rychlému růstu. Poskytuje bezjaderné stejnorodé dřevo stavební, truhlářské,

nástrojářské, ale i rezonanční dřevo pro hudební nástroje, dále se dřevo zpracovává na papír i palivo. V oblibě jsou též vánoční stromky, používá se i v léčitelství (Úradníček a kol., 2009).

### 2.2.2 Areál rozšíření

„Srnk ztepilý má euroasijský areál zasahující přes celou Sibiř na východ k Ochotskému moři. Evropský areál dělíme na dvě části. Severská oblast zabírá téměř celou Skandinávii, prochází Pobaltím a odtud k východu přes evropskou část Ruska k Uralu. Středoeropsko-karpatská oblast se rozprostírá v horských oblastech střední a jihovýchodní Evropy.“ (Slavík, 2004)



Obrázek 1 Areál rozšíření Picea Abies

Zdroj: Euforgen, 2009, online.

### 2.2.3 Ekologie

Tento smrk bývá považován za polostinný (až stinný) druh, který má střední toleranci k zástině. Oproti tomu Slavík (2004) uvádí, že se jedná o světlomilnou až polostinnou dřevinu, která v mládí snáší zástin. Za optimální teplotu pro střední Evropu se považuje průměrná teplota přes 6 °C a srážky během vegetační doby 490 až 580 mm, tepelné nároky jsou nízké. Při vyšších teplotách jsou přírůstky vyšší, ovšem s podmínkou dostatečné vlhkosti. Neklade velké nároky na půdu, jež může být výživově chudá.

Důležitým faktorem je ovšem vlhkost půdy, její nedostatek vede ke sníženému růstu, tato dřevina naopak snese i nadbytečnou vlhkost. Hlavní část kořenového systému bývá soustředěna v půdním horizontu s pH 4-5, jenž je považován za optimální hodnotu (Úradníček a kol, 2009).

#### 2.2.4 Popis

Smrk ztepilý patří mezi nejrozšířenější jehličnan na našem území. Je všeobecně dobře znám, proto níže uvádím pouze obecný popis, detailněji se budu věnovat kořenovému systému, jenž tvoří důležitou součást mé práce.

Stromy dosahují výšky kolem 30 – 50 m, průměru kmene až 1,5 m a objemu kmene i přes 30 m<sup>3</sup> (dle věku). Mají přímý sloupovitý kmen s červenohnědou až šedou borkou, která se odlupuje v tenkých šupinách. Zpočátku bývá světle hnědá a s postupným věkem šedne. Koruna má tvar úzce jehlanovitý s větvemi vodorovně odstávajícími nebo prohnutými jako luk směrem dolů se vztyčenými špičkami. V horských oblastech, kde jsou koruny vystaveny častým větrům vanoucím z jednoho směru či obrusu sněhem, vznikají na závětrné straně kmene jednostranné vlajkové koruny. Jehlice mají tvar čtyřhranný o délce 1-2 cm, barvy tmavozelené, na koncích zvolna přišpičatělé. Na stromě vytrvávají 6-9 let (Krusmann, 1968; Pikula a kol, 2003; Musil, 2002). V měsíci dubnu až červnu dochází ke kvetení. Rozlišuje se samčí a samičí květ (Slavík, 2004).

Plodit začíná smrk ztepilý cca od 60 let a semenné roky se opakují po 4 – 5 letech. Šišky jsou tvaru válcovitého o velikosti 10 - 20 cm a s šířkou 3 - 4,5 cm. Na podzim prvního roku se otevřou a po vypadnutí semene odpadávají celé. Šiška obsahuje velké množství semen. Semena jsou malá, cca 2,5 mm dlouhá, barvy tmavě hnědé až červenohnědé, opatřena křídly. Klíčivost semene je až několik let (Musil, 2002; Slavík, 2004).

### 2.3 Kořenový systém

***Kořen** je podzemní orgán bez listů, nodů a pravidelně postavených pupenů. Upevňuje rostlinu v zemi, přijímá vodu s živinami, slouží jako zásobní orgán, produkuje některé rostlinné hormony a je i místem symbiosy dřevin s mikroorganismy. Je to orgán heterotrofní povahy, odkázán na přesun asimilátů z nadzemní části rostliny. Vzhledem k umístění se jedná o orgán, který se těžko zkoumá, proti nadzemní části, závisí i na jeho velikosti (Pejchal in Prokop, 2004, s. 21).*

Kořenový systém dřevin je tvořen velkým množstvím kořenů různé tloušťky, délky, rostoucími různými směry, které vytvářejí v půdě spleť sítí.

Vzhledem k tomu, že u kořenového systému neexistuje obecně platné názvosloví a kategorizace, uvádím přehled vycházející z publikace Jeník (1957, 1960, 1974) a částečně doplněn Köstler et al. (1968) z publikace (Pejchal in Prokop, 2004).

### 2.3.1 Dělení kořenového systému

#### a) Kosterní kořeny

Jedná se o pokročilé, druhotně ztloustlé, kořeny nižších řádů, jež ztratily schopnost aktivní sorpce a jejich převažující funkcí je statické zakotvení stromu, vedení živin a asimilátů a shromažďování zásobních látek.

Kořeny se rozlišují na horizontální a vertikální, a to především podle směru růstu kořenů (jejich postavení).

- **Horizontální kořeny** - povrchové kořeny vyrůstající bočně z pařezové části kmene a rostoucí vodorovně, paralelně s povrchem půdy.
- **Vertikální kořeny** - kořeny s pozitivně geotropickým směrem růstu, jež vyrůstají většinou kolmo nebo šikmo pod úhlem větším než 45° z pařezové části.
  - **Kulový kořen** - vertikálně směřující hlavní kořen, který vyrůstá z báze kmene.
  - **Srdčité kořeny** - šikmo dolů probíhající kořeny.
  - **Kotevní kořeny** - kořeny odbočující z horizontálních kořenů a probíhající vertikálně dolů.
- **Adventivní kořeny** - kořenový systém bývá doplněn o tzv. adventivními kořeny, které se zakládají na podzemních stoncích a mají stejný charakter růstu i funkce jako horizontální kořeny (Palátová, Mauer in Prokop, 2004).

#### b) Koncové kořínky

Jedná se o kořenové větvičky nejvyšších tj. posledních řádů, jež jsou doposud ve stádiu primární anatomické stavby, nebo právě v počátcích druhotného tloustnutí (mají přítomnou živou primární kůru). Jejich hlavním úkolem je sorpce. Dělíme je na:

- **Ztloustlé koncové kořínky (tj. prodlužovací kořínky)** - jsou umístěny na periferii kořenového systému. Jsou velice cenné, přizpůsobí se i nepříznivé

části půdního prostoru (zamokření, nedostatek živin či kyslíku). Jsou schopné dlouhodobé existence, druhotným tloustnutím vytváření kosterní kořeny.

- **Koncové kořínky omezeného růstu (tj. vyživovací, sací kořínky)** - nachází se v horních vrstvách půdy, většinou v celé ploše kořenového systému. Životnost je omezena na jeden rok až několik málo let. Pouze na těchto místech nalezneme mykorhizy.

### 2.3.2 Architektura kořenového systému

**Kořenový systém** je soubor všech kořenů, bez ohledu na jejich ontogenetický původ. Architektura kořenového systému spadá mezi obory, kde se zkoumá především vnější stavba, tedy tvar, nikoli funkce. U kořenového systému se zkoumá především diference, větvení, orientace a lokalizace kořenů. Pejchar in Prokop, 2004 ve své práci uvádí několik druhů třídění architektury, které ve zkratce uvádím:

- **Dle charakteru kostry kořenového systému v jeho centrální části:**
  - kulový,
  - srdčitý,
  - kotevní (talířovitý).
- **Dle hustoty kořenového systému** - používají se relativní kategorie: *hustší – řidší*, nebo *intenzivnější – extenzivnější*. Obecně platí pro koncové kořínky, že hustota u jehličnanů je nižší než u listnáčů.
- **Dle prostorového rozdělení kořenové masy:**
  - válcovitý,
  - obráceně kuželovitý,
  - talířovitý (diskovitý),
  - činkovitý,
  - houbovitý (typ ve tvaru písmena T).
- **Dle vzniku kořenů:**
  - z primárního kořene a jeho rozvětvení,
  - z primárního stonku a jeho rozvětvení,
  - ze stonku kořenových výmladků,
  - mohou existovat jedinci s kořeny kombinovaného původu.

### 2.3.3 Metody studia kořenového systému

Studium kořenového systému je velice náročné z pohledu časového a finančního. Oproti nadzemní části zatím o kořenovém systému není známo tolik poznatků. Metody studia kořenového systému můžeme rozdělit na:

- a) **Destruktivní metody kořenového systému** - podstatou těchto metod je odstraňování půdních vrstev a horizontů, kdy se postupně dostáváme ke kořenovému systému. Zeminu lze odstranit trojím způsobem:

- **Ručním odstraňováním půdních vrstev**

Touto metodou je možno pozorovat detailní rozložení kořene, zapotřebí je kopácké náradí. Nejprve se odstraní nadzemní část stromu, v dostatečné vzdálenosti se vykope kruhový příkop a postupně se ručně uvolňují kořeny. V případě zkoumání typu kořenového systému se vyzvedávají systémové kořeny celé, většinou s balem o poloměru 60 cm od kmene, ze kterého jsou vypreparovány jednotlivé kořeny. Alternativou je ruční odkrývání od kořenových náběhů směrem ven. Měří-li se dosah horizontálních kořenů, sledují se v celé délce. Dalším způsobem je ruční vytrhávání kořenového systému. Tento způsob je racionálnější a rychlejší, ovšem v důsledku narušení půdních horizontů je dostatečná rekonstrukce přirozené polohy kořenů většinou nemožná. Tato metoda se používá v době nasycení půdy vodou a mimo vegetační období. Další možností je vykopávání kořenových systémů v podobě tzv. profilových stěn, tato metoda je vhodná především pro studium kořenových systémů u starých stromů. U této metody se vykopává pouze polovina nebo část kořenového systému, druhá zůstává intaktní. Zjišťujeme-li architekturu hrubých kořenů v oblasti kolem pařezu, využijeme blokovou metodu. Podstatou je vytvoření kruhového příkopu kolem stromu a postupné odkrývání půdních horizontů.

- **Vymýváním proudem tlakové vody**

K uvolňování kořenového systému se používá proud vody z hasičské stříkačky. Tato metoda není moc využívána. Je omezena dopravní přístupností, realizovatelná v mírném svahu a vysoký tlak vody může způsobit poškození na zkoumané části.

- **Odstraňování půdy supersonickým proudem vzduchu (vzdušný rýč – air spade)**

Nejnovější účinná metoda uvolňování kořenů z půdy (vhodná pro půdy písčité). Jemné kořínky při zásahu nezůstávají zcela intaktní, část je odfouknuta, ale pro hodnocení architektiky, popř. srůstu, je vhodná. Metoda se dá popsat jako preparace supersonickým proudem vzduchu tj. proud vzduchu odtrhává od rostlé země částičky zeminy. Využívá se na místech, kam, je možné dopravit kompresor, vyvarovat se musíme vlhkých a skeletnatých půd.

#### **b) Nedestruktivní metody kořenového systému**

- **Měření půdním georadarem**

Georadar je umístěný na půdním povrchu a vysílá do země elektromagnetické vlny, které jsou po odrazu od tělesa zpětně přijímány přijímačem na přístroji a dále zpracovávány. Pomocí tohoto programového vybavení je zachycen řez půdním profilem. Ovšem ten může být zkreslený o určité objekty (kameny, kořeny). Tento program umožňuje vykreslit rozložení kořenů v ploše (v půdorysu), dále se dá získat prostřednictvím programu řada cenných informací o kořenovém systému, např. hloubku prokořenění.

- **Ostatní nedestruktivní metody**

Kořeny jsou posuzovány v jejich přirozené poloze, ovšem tyto nové a slibné metody jsou ještě nedostatečně odzkoušeny a vyžadují další technický vývoj, pro jejich praktické posouzení.

#### **2.3.4 Kořenový systém smrku ztepilého**

Smrk ztepilý je považován za druh s plochým kořenovým systémem, nedostatečně zakotvený v půdě. I z tohoto důvodu se považuje za dřevinu, která snáze podléhá bořivým větrům. Vliv na vývraty má především podmáčená půda, naopak v případě promrznutí půdy dochází spíše ke zlomům.

Kořenový systém je značně variabilní, vliv na tvorbu mají především půdní podmínky (obsah kyslíku, vodní poměr) a obsah živin. (Musil, 2002).

V normálních hlubokých a propustných půdách smrk vytváří povrchový, pravidelně rozložený kotevní kořenový systém se zřetelně rozloženými horizontálními a vertikálními kořeny. Z horizontálních vyrůstají vertikálně orientované kořeny kotevní, které prokořeňují i minerální půdní horizonty. Horizontální dosahují daleko za oblast koruny, kde se intenzivně větví (Slodičák a kol., 2005).

Půdy bohatší na živiny jsou hustěji prokořeněné, naopak půdy chudší mají kořenový dosah i délku delší, jedná se o tzv. provazovité (vyhledávací) kořeny, stejně je tomu i u půd sušších. Obsahují-li nejsvrchnější humusové horizonty dostatek živin, jsou nejvíce prokořeněny právě tam, vytváří se tak plochý kořenový systém bez svisle dolu rostoucích kořenů. Nej hustěji bývá prokořeněn obvod půdorysu koruny stromu, oproti vnitřní části, jelikož voda stéká po větvích právě tam. Srůstání kořenu je běžné v případě vzájemného dotyku (Musil, 2002).

Smrk má zároveň schopnost vytvářet tzv. adventivní (náhradní) kořeny, jejichž tvorba může být vyvolána např. poraněním, nedostatkem kyslíku v půdě, disproporcí mezi nadzemní částí a kořenovým systémem nebo v případě, že kořenový systém je v růstu značně omezen (Slodičák a kol., 2005).

Kořenový systém se liší i podle stáří stromku. U 1-2 letých semenáčků rozlišujeme dva typy kořenového systému. Kuželovitý, který má krátký hlavní kořen a silné, směrem dospodu rostoucí, kratší kořínky boční. Válcovitý typ, jenž má hlavní kořen dlouhý a četné tenké kořínky boční (Musil, 2002).

Kořenový systém je nedílnou součástí dřeviny, z tohoto důvodu by neměl být opomíjen. Ovšem vzhledem k tomu, že zkoumání je velice časově i fyzicky náročné, dochází v mnoha případech k situacím, kdy se tomuto odvětví nevěnuje náležitá pozornost a to i přesto, že se v kořenovém systému odráží mnoho faktorů, jako je vitalita, zdravotní stav či posuzování růstu (Slodičák a kol., 2005).

### **2.3.5 Poškození kořenového systému**

K poškození kořenového systému dochází především dvěma činiteli. Jedná se o škůdce, kteří parazitují na kořenovém systému a dále pak poničení při vývratech.

- **Vyvrácení větrem – abiotický činitel**

Pevnost kořenů (především na závětrné straně) je důležitá vlastnost kořenového systému. Ohroženy jsou zejména stromy s plochým a mělkým kořenovým



systemem, který se vyskytuje především u smrků. Vliv mají i další faktory, jako je tloušťka kmene (nejméně ohroženy jsou stromy s tloušťkou kmene do 15 cm) a typ půdy. Stav půdy a její zamokření významně ovlivňují vývraty. Na odolnost stromu má také vliv jeho celková stavba a umístění (Poleno, Vacek a kol., 2007). K vývrátům může docházet i na základě poškození kořenového systému právě biotickými činiteli, kteří oslabí dřevinu a dojde tak ke snadnému vývratu.

## 2.4 Škůdci smrku – biotičtí činitelé

### 2.4.1 Václavka smrková (*Armillaria ostoyae*)

Plodnice vyrůstají v průběhu měsíce září až října, objevují se na kořenech a bázích kmenů mrtvých i živých dřevin, buď jednotlivě, nebo v trsech. Tato houba způsobuje rozklad dřeva spodní části kořenů a plamencovitě proniká do vnitřní pařezové části kmene. Příznaky napadení u semenáčků se projeví až při odumírání. Kořínky jsou uhnílé a pod kůrou na bázi kmínku jsou bílé blanky syrovce, na krčku semenáčků či sazenic se objevují kapénky vyrobené pryskyřice. V mlazinách, tyčkovinách a ve starších porostech nalezneme pryskyřici na povrchu kůry báze kmene. V dospívajících, mýtních a přestárlých porostech je nejčastějším příznakem pryskyřice na bázi kmene, také zpravidla mezi kořenovými náběhy a na kořenech v úrovni hrabanky spolu s růstem plodnic. K infikaci obvodových kořenů stromu václavkou dochází především v období, kdy jsou stromy oslabeny jinými škodlivými činiteli (např. suchem), k odumření pak dojde, aniž by vznikla rozsáhlejší hniloba dřeva v pařezové části kmene. V místech, kde se tato houba vyskytuje, se omezí výsadba smrku, popř. se obmění za např. listnaté dřeviny, obdobně je tomu i v předmýtních těžbách, kde se primárně odstraňují napadené stromy (Černý, 1989).

### 2.4.2 Pevník krvácející (*Stereum sanguinolentum*)

Tato houba se vyskytuje v jehličnatých lesích. Jedná se o saprofytickou dřevokaznou houbu, která svým působením zapříčiňuje rozklad dřeva. V místech, kde je dřevina poraněna, jsou způsobeny značné škody, které se projevují hnilobou dřeva na živých stromech. U každého poranění kořene, kořenového náběhu a kmene je velice pravděpodobné, že bude poškození infikováno pevníkem krvácejícím. U smrku se poškozená část obalí pryskyřicí, ovšem plodnice zmíněné houby jsou tak malé, že je nutné povrch poraněné části velmi detailně zkoumat. Hniloba dřeva způsobena

pevníkem krvavějícím se v kmenech živých smrků šíří velmi rychle. Omezením vzniku poranění popř. natřením poškozených částí fungicidními látkami, předcházíme zanesení houby do dřeviny (Černý, 1989).

#### **2.4.3 Kořenovník vrstevnatý (*Heterobasidion annosus*)**

Jedná se o dřevokaznou houbu, která se vyskytuje především na jehličnatých dřevinách. Kořenovník vrstevnatý proniká do sousedních stromů v místech dotyku a srůstu kořenů, na delší vzdálenosti se šíří větrem kromě období velkého sucha a v době, kdy teplota klesne pod 0° C. Výtrusy osídlují povrch pařezů a kořenů a do půdy je splachuje déšť, který může spory přenášet pomocí písku a hlíny až 50 cm pod zem. Do zdravých porostů se nejčastěji dostává až po prvních prořezávkách, kdy za pomoci řezných ploch čerstvých pařezů proniká podhoubí postupně dolů do kořenového systému a tím infikuje své nejbližší okolí. Vše je podmíněno ročním obdobím, vzdáleností nejbližšího zamořeného prostoru a směrem větru. V lokalitách, kde se tato houba vyskytuje, je nutné omezit výsadbu a upřednostňovat sazenice listnaté. Pokud dochází k výsadbě, zohledníme spon, aby nemuselo docházet k probírce.

V předmytních těžbách přednostně odstraňujeme dřeviny napadené houbou a v lese nezanecháváme zbytky kmenů (Černý, 1989).

#### **2.4.4 Klikoroh borový (*Hylobius abietis*)**

Klikoroh borový je označován jako nejvýraznější primární hmyzí škůdce čerstvých výsadeb jehličnanů. Na našem území se vyskytuje všude, kde jsou jehličnaté porosty, dle zákona je považován za kalamitního škůdce. Hlavní zdroj ekonomických škod je žír dospělých brouků na sazenicích jehličnatých dřevin, především smrku a borovice, silný žír dále můžeme nalézt v korunách a kořenech dospělých stromů. Nejvíce ohrožené jsou poškozené sazenice, bez ohledu na vospělost a zdravotní stav jsou ohroženy výsadbou na holosečích. Škody bývají nejvýznamnější ve vegetační sezoně následující po mýcení porostu. Odkladem zalesnění o jeden rok lze tyto škody snížit. Důležitou součástí preventivní ochrany je výběr sazenic pro výsadbu (vhodné jsou větší sazenice v dobré fyziologické kondici). Nejběžnějším způsobem, který je používán, jsou chemické přípravky (Soukup, 2008, online).

## 2.5 Obnova lesa

Mezi základní pěstební úkony řadíme právě obnovu lesa, které se správce či majitel musí věnovat, tento fakt je uložen i zákonem (Kupka, 2008). Realizovanou těžbou dřeva vzniká v porostech produktivní holina, která musí být podle lesního zákona č. 289/1995 Sb. (§ 31, odst. 6) zalesněna nejpozději do dvou let. V ojedinělých případech může orgán státní správy na základě žádosti povolit i lhůtu delší než 2 roky (Poleno, Vacek a kol., 2007).

Obnovu lesa můžeme popsat jako proces, kde se jedná o nahrazování stávajícího, tj. mytného (dospělého) lesa novým pokolením lesních dřevin. Způsob, jakým dochází k základní obnově hospodářských lesů, členíme na dvě základní formy, obnovu přirozenou a obnovu umělou. V případě jejich kombinací, můžeme hovořit o obnově kombinované.

- **Přirozená obnova lesa**

Tato obnova lesa využívá pro vznik nové generace lesa vlastní reprodukční schopnosti mateřského porostu, tj. opad semen, popř. výmladnosti. V přirozeném lese probíhá přirozená obnova samovolně, v lese hospodářském je spojena s cílevědomou činností lesního hospodáře. Úspěšnost je podmíněna mnoha faktory.

- **Umělá obnova lesa**

Nový porost je založen sítí, sadbou sadebního materiálu generativního původu a sadbou sadebního materiálu vegetativního původu (Kupka, 2007).

Oba základní způsoby mají své klady a zápory. I přesto, že je právě přirozené obnově lesa v posledních letech věnována velká pozornost a péče, umělá obnova se řadí mezi hlavní a převládající typ nejen v České republice ale i v evropských zemích (Kupka, 2008).

### 2.5.1 Umělá obnova lesa

Umělá obnova lesa vzniká výlučně záměrnou činností. Nejčastěji používanou je sadba semenáčků a sazenic vypěstovaných v lesních školkách. Sadbou sadebního materiálu vzniká nový porost, který nazýváme kultura. Tento typ obnovy lesa zcela převládá na holosečných obnovních prvcích, dále pod clonou mateřských porostů a uplatňuje se převážně ve formě podsadeb a podsíjí (Kupka, 2008).

Tato forma patří mezi nejnákladnější práce v lesním hospodářství. Bylo by proto žádoucí používat v co největší možné míře právě metodu přirozené obnovy lesa, ovšem v mnoha případech to není možné (Sarváš, Kupka, 2011).

Dle Kupky (2008) uvádím klady a zápory pro výše uvedenou obnovu lesa:

- **Klady umělé obnovy lesa**
  - Volba druhové skladby nového porostu.
  - Možnost zlepšování genetické kvality nového porostu.
  - Nezávislost na semenných rocích mateřského porostu.
  - Jednodušší provedení všech pěstebních prací.
- **Zápory umělé obnovy lesa**
  - Již zmíněná finanční nákladnost.
  - Poškození výsadeb zvěří (počet sazenic je omezen).
  - Poškození a deformace kořenového systému, které v pozdějším věku mohou vést k destabilizaci mladých porostů.
  - Nebezpečí vzniku ekotypově nevhodných porostů, tj. chyby v dodržování pravidel o přenosu reprodukčního materiálu.

Umělá obnova lesa je až na konci celého procesu, který je velmi složitý. Počíná **semenářstvím – školkařstvím – vyzvedáváním (třídění, balení, uložení) – dopravou – založením místa výsadby – výsadbou**. Celý tento proces je velice náročný a každá etapa v sobě skrývá mnoho rizik, kdy může dojít k celkovému poškození. V práci nastíním tento koloběh a současně se budu snažit poukázat na problematiku spojenou s kořenovým systémem.

Vzhledem k tématu diplomové práce, která se týká kořenového systému, považuji za důležité věnovat se tématům o umělé obnově lesa a sadebním materiálu. Domnívám se, že tyto faktory spolu úzce souvisí a mají vliv na kořenový systém dřevin. Pro úspěšnou obnovu lesa je zapotřebí zabezpečit kvalitní sadební materiál, který vykazuje vysokou ujmavost a zdravý vývoj.

## 2.6 Lesní semenářství – reprodukční materiál

Reprodukčnímu materiálu je věnována velká pozornost, jelikož rozhoduje o úspěšnosti umělé obnovy lesa, popř. se podílí na vylepšování lesního porostu. Dbá se především na kvalitní materiál po stránce genetické, fyziologické a morfologické.

Lesní semenářství je součástí pěstování lesů, jeho vývoj probíhá současně s potřebami lesního hospodářství. V současné době jsou platné následující zákony a prováděcí vyhlášky:

- Zákon č. 149/2003 Sb. a jeho novela č. 387/2005 Sb. o uvádění do oběhu reprodukčního materiálu lesních dřevin lesnický významných druhů a umělých kříženců, určeného k obnově lesa a k zalesňování.
- Prováděcí vyhláška č. 29/2004 Sb. o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin, kde jsou uvedeny zásady uznávání, kontroly, sběru a evidence reprodukčního materiálu a minimální požadavky na kvalitu reprodukčního materiálu.
- Zákon č. 149/2003 Sb. doplňuje ČSN 48 1211 – Lesní semenářství. Sběr, kvalita a zkoušky kvality semenného materiálu lesních dřevin (2006).
- Prováděcí vyhláška 139/2004 Sb. zásady přenosu reprodukčního materiálu. Řeší podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci a původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa (Poleno, Vacek a kol., 2009).

Reprodukčním materiálem lesních dřevin se rozumí:

- Semenný materiál, tj. šišky, plodenství, plody a semena.
- Části rostlin, jimiž jsou oddenkové, listové a kořenové řízky, explantáty a embrya pro mikrovegetativní rozmnožování, očka, hříženci, kořeny, rouby, pruty a další části rostlin.
- Sadební materiál, kterým jsou rostliny získané ze semenného materiálu, z částí rostlin nebo z přirozeného zmlazení (Kupka, 2005).

Z výše uvedeného je patrné, že odvětví lesního semenářství je velice obsáhlá problematika. Zahrnuje mnoho důležitých podkategorií jako např. uznávání zdrojů reprodukčního materiálu, sběr lesních semen a plodů, zpracování plodů a semen lesních

dřevin, uskladňování lesního osiva, kvalita a zkoušky lesního osiva, předosevní příprava osiva. Výběr vhodného sadebního materiálu zařazují mezi důležité mezníky pro obnovu lesa. Dále bych se chtěl ve stručnosti zmínit o označování zdrojů reprodukčního materiálu, a to především z důvodu, že tyto informace mám uvedené v praktické části.

### 2.6.1 Uznávání a označování zdrojů reprodukčního materiálu

O uznání zdroje reprodukčního materiálu rozhoduje orgán veřejné správy na základě vlastní žádosti. Je prováděn u všech dřevin. Samostatné uznávání probíhá dle zákona na základě pevně stanoveného procesu. Sledují se následující kritéria: genetická a morfologická kvalita, poloha, rozloha, věk, struktura, zdravotní stav a vhodnost stanoviště. Odborný posudek vydává pověřená osoba. Každý uznaný zdroj dostává evidenční číslo uznané jednotky. Tento kód má předem danou strukturu a označuje všechny podstatné informace, které potřebujeme znát.

- a) CZ – označení České republiky (**místo**).
- b) Číselný **kód kategorie** reprodukčního materiálu (hodnoty znaku: 1 - identifikovaný, 2 - selektovaný, 3 - kvalifikovaný, 4 - testovaný).
- c) Číselný **kód typu zdroje** (hodnoty znaku: 1 - zdroj semen, 2A - porost fenotypové třídy A, 2B - porost fenotypové třídy B, 2C - porost fenotypové třídy C, 3 - semenný sad, 4 - rodičovský strom, 5 - klon, 6 - směs klonů).
- d) **Zkratka dřeviny** (třímístná).
- e) **Pořadové číslo zdroje**.
- f) Číselný **kód oblasti** provenience.
- g) Číselný **kód výškového pásma** (lesní vegetační stupeň, určuje vyhláška).
- h) **Označení orgánu veřejné správy** – číselný kód kraje.
- i) **Označení uznaných jednotek nacházejících se v genové základně** (Poleno, Vacek a kol., 2009; Kupka, 2008).

Pro smrk ztepilý pocházející z vyšších nadmořských výšek je typická snazší adaptace na nepříznivé podmínky a kratší vegetační období na lokalitách umístěných ve vyšších polohách. Obdobně se přizpůsobí i semenáčky, které pocházejí ze severních zeměpisných šířek v porovnání s jižnějšími populacemi. Navenek se tyto adaptace projevují především

nižším délkovým růstem (Mauer 1985, Popov 1990, Kotrla 1998) a odlišným rytmem růstu (Westin et al. 1999, Hannerz, Westin 2000, Westin et al. 2000b, Modrzyński 2002).

## 2.7 Sadební materiál a lesní školkařství

V předcházejícím textu byla nastíněna informace k lesnímu semenářství. Jehož prioritou je získat co nejkvalitnější materiál, který bude použit pro pěstování sadebního materiálu.

Odvětví lesního školkařství má u nás dlouholetou tradici, počátky jsou zaznamenány již na konci 18. století. Původně se nasbírané semeno vysévalo v lese, ovšem tato práce byla velice neefektivní a postupně se přešlo k pěstování sadebního materiálu v lesní školce. Lesní školka je pozemek, který dlouhodobě slouží k pěstování sadebního materiálu pro umělou obnovu lesa (Kupka, 2008).

Hlavním cílem lesního školkařství je tedy zabezpečit dostatečnou produkci kvalitního sadebního materiálu pro umělou obnovu lesa. Sadebním materiálem se rozumí semenáčky, sazenice, poloodrostky a odrostky generativního i vegetativního původu.

**ČSN 48 2115 - Sadební materiál lesních dřevin** (rozděluje a popisuje zalesňovací materiál):

- **Semenáček** - rostlina vypěstována ze semene, v průběhu pěstování u ní nebyl upravován kořenový systém (přepichováním, školkováním, podřezáváním kořene, přesazováním do obalů, zakořeňováním).
- **Sazenice** - rostlina vypěstována ze semenáčků nebo vegetativním množením, kořenový systém byl u ní upravován (přepichováním, školkováním, podřezáváním kořenů, přesazováním do obalů nebo zakořeňováním náletových semenáčků), s nadzemní částí o výšce do 70 cm.
- **Poloodrostek** - rostlina vypěstována obvykle dvojnásobným školkováním, podřezáváním kořenů nebo přesazením do obalu, popřípadě kombinací těchto operací, s nadzemní částí o výšce od 51 cm do 120 cm, popřípadě s tvarovanou korunou.
- **Odrostek** - rostlina vypěstovaná minimálně dvojnásobným školkováním, podřezáváním kořenů nebo přesazením do obalu, popřípadě kombinací těchto operací, s nadzemní částí o výšce od 121 cm do 250 cm a s tvarovanou korunou (Sarváš, Kupka, 2011).

Dle způsobu pěstování se tento materiál rozděluje na prostokořenný a krytokořenný (Poleno, Vacek a kol., 2009).

- **Krytokořenný sadební materiál** - kořenový systém je chráněn substrátem, tj. jedná se o dřeviny vypěstované v umělých obalech naplněných substrátem. Tyto obaly je možno rozdělit na dva základní typy. **Rožpadavé obaly** (umožňují prorůstání kořenů stěnami a dnem, sazenice jsou vysazovány s obaly). **Pevné obaly** (neumožňují prorůstání kořenů, pro výsadbu musíme obal odstranit). Jurásek a kol. (2004) uvádí, že nadměrně dlouhé pěstování v obalech může zapříčinit deformaci kořenového systému a vést k dalším nepříznivým jevům, a to i u obalů, které jsou označeny pro pěstování sadebního materiálu lesních dřevin jako vhodné.
- **Prostokořenný sadební materiál** - v lesních školkách se vyzvedává ze záhonů. Vzhledem k tomu, že obnažený kořenový systém je po vyzvednutí velmi citlivý na ztrátu vody, vyžaduje zvýšenou ochranu před vysycháním během uskladnění, dopravy a výsadby. (Jurásek a kol., 2004).

V následující kapitole se zaměřím na prostokořenný sadební materiál, který patří do výzkumného vzorku mé práce.

## 2.8 Pěstování prostokořenných semenáčků

### 2.8.1 Školkování sazenic

Příprava půdy se řadí mezi základní úkony, které jsou podstatné u prostokořenného sadebního materiálu. Jedná se o úpravu fyzikálních, chemických a vláhových vlastností půdy. Půda se upravuje běžnými agrotechnickými postupy, tj. orbou, hnojením, předosevní přípravou půdy (desinfekce půdy a odplevelení), přípravou záhonů pro výsev (Poleno, Vacek a kol., 2009).

Termínem školkování označujeme přesazování semenáčků (popř. sazenic) do minerální půdy. Hlavním účelem je vytvoření dostatečného růstového prostoru pro rostoucí semenáčky a vypěstování silné sazenice s dobře vyvinutým kořenovým systémem. Zpravidla se školkují jednoleté nebo dvouleté semenáčky, které mají zdřevnatělý stonek (Kupka, 2008; Poleno, Vacek a kol., 2009).

Pro kvalitně provedené školkování musíme dodržet určité zásady. Použít kvalitně výtříděný materiál, který se uloží do vhodné půdy za příznivých klimatických podmínek.



Vysazovat ve svislé poloze, dostatečně hluboko. Kořeny náležitě upevnit v půdě a zajistit tak kontakt s půdou a půdní vláhou.

Způsoby školkování:

- **Ruční** (pomocí školkovacího prkna a pomocí sazečů).
- **Částečně mechanizované** (vytvoření rýh – rýhovací kotouče, vytvoření brázd – pluhy pro školkování).
- **Mechanizované školkovacími stroji** (Kupka, 2008).

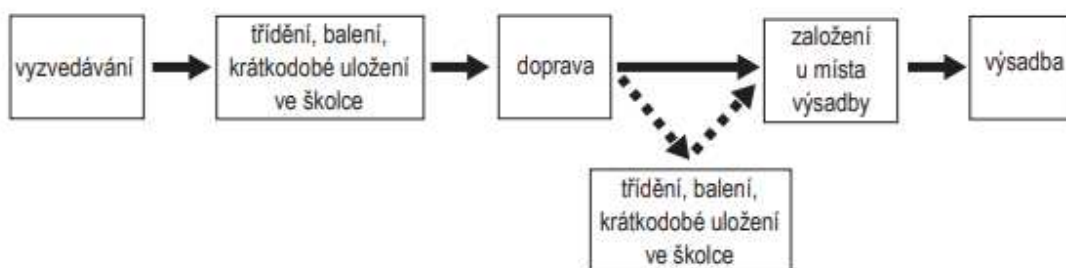
### 2.8.2 Podřezávání kořenového systému

Školkování, lze do určité míry nahradit právě podřezáváním kořenového systému. Jedná se o mechanickou úpravu (zkracování) kořenového systému semenáčků a sazenic přímo v půdě záhonu. Účelem je zmnožit kořeny a vytvořit tak svazčitý kořenový systém, bohatý na koncové kořeny. Síla kořenů v místě podřezávání by neměla být větší než 6 mm. V případě zvolení této metody, je nutné po zákroku utěsnit půdu kolem rostlin a zajistit zavlažování. S přihnojováním by se mělo počkat až do doby, než dojde k zahojení řezných ran, tedy nejdříve po 2 týdnech. (Kupka, 2008; Poleno, Vacek a kol., 2009).

### 2.8.3 Vyzvedávání dřevin ve školce

Po vyzvednutí dřevin z lesní školky dochází ke značné manipulaci s dřevinami, během níž může dojít k poškození. Obrázek níže zobrazuje průběh, dle kterého dále uvedu základní hrozby s tím související.

Manipulace - nakládání se sadebním materiálem lesních dřevin od vyzvednutí ve školce po výsadbu – se skládá z řady etap představujících větší či menší rizika pro narušení jeho fyziologické kvality.



Obrázek 2 Schéma jednotlivých etap manipulace se sadebním materiálem

Zdroj: Jurásek, 2010

## 2.9 Výsadba sazenic

### 2.9.1 Zásady pro výsadbu sazenic

Přesazování ze školky do porostu (zejména na holou plochu) s sebou nese, především u prostokořenných sazenic, velká rizika, jedná se o zásah do fyziologických životních procesů. Během vyzvedávání se značná část kořenového systému zničí či poškodí, nepříjemné je především poškození kořenového vlásení, jež má funkci nasávací. Během vyzvedávání, třídění, dopravy a vlastní výsadby na zalesňovanou plochu jsou sazenice vystaveny procesu vysoušení, aniž by měly možnost tuto ztrátu vody nahradit. Během výsadby se dostávají mladé sazeničky do jiných, méně příznivých půdních poměrů, nepříznivé změny souvisí i s polohou kořenů. Tyto uvedené vlivy vedou k odumření sazenic, popř. dochází k šoku z výsadby, jehož intenzita závisí na druhu dřeviny, poškození, velikosti sazenice, způsobu zacházení se sazenicí a na ekologických poměrech půdního porostu. Šok z výsadby se u našich domácích dřevin nejvíce projevuje u smrku ztepilého. Podstatný vliv mají i vlivy vnitřní, a to především látkové složení sazenic (živiny, rezervní látky, škrob) a některé další faktory jako je mykorhiza (symbióza mezi vyššími rostlinami a houbami) (Poleno, Vacek, 2009).

Ztrátě vody v době mezi vyzvednutím až po výsadbu se dá zabránit bezprostřední výsadbou. Ovšem to v mnoha případech není zcela možné. Proto jsou sazenice založeny do vlhké a stinné půdy. Stav sazenic se průběžně kontroluje, popř. musí být zavlhčeny.

Před samotnou výsadbou by měla proběhnout příprava půdy (tj. odstranění těžebních zbytků, klestů, popř. narušení či odstranění drnů). Lesní plán určuje druhové složení, spon, smíšení nově zakládáného porostu, technologii sadby. Minimální počty sazenic jsou určeny zákonem, musí se však počítat se ztrátami a navýšit tak očekávaný počet sazenic (Kupka, 2008).

Klady a zápory u výsadby sazenic dle Poleno, Vacek (2009):

- **Klady**
  - Nezávislost na stavu obnovovaného porostu a zralosti půdy (výsadba sazenic představuje nejmenší riziko nezdaru).
  - Nezávislost na výskytu semenných roků.
  - Zvyšování genetické kvality porostů.

- Snazší překonávání všech nebezpečí v juvenilním stádiu (věkový a výškový nárok).
- **Zápory**
  - Vysoký kapitálový vklad.
  - Obtíže mladých stromků spojené s regenerací kořenového systému (poškození kořenů při výsadbě, ztrátou vlhkosti při dopravě), tj. povýsadbový šok.
  - Výběr místa sadby na kamenitých půdách.

### 2.9.2 Doba výsadby sazenic

Prostokořenné sazenice se vysazují převážně na jaře. V potaz se bere aktuální počasí a podmínky v místě výsadby. Výsadbu je možno provádět i v jiných termínech během vegetační doby, zejména pak na podzim.

- **Jarní výsadba** se považuje za přednostní vzhledem k vhodné zimní vláze a nižším teplotám, ty jsou příznivé pro dopravu, skladování i vysazování sazenic. Z fyziologického hlediska je pro sazenice výhodou výsadba před začátkem intenzivního růstu kořenů. Za nevýhody považujeme nevyklizené plochy po zimní těžbě, kumulace pěstebních prací, zvýšené nebezpečí klikoroha borového a často se vyskytující periodu sucha.
- **Podzimní výsadba** je druhým nejvýznamnějším obdobím (začátek října až polovina listopadu). Důležitou roli hraje počasí, hrozí zde potenciální nebezpečí sypavky, holomrazů, vymrzání sazenic (opakované tání a promrzání). Podzimní výsadba je spíše vhodná pro listnaté dřeviny a modříny.

### 3 Metody výsadby

Metody výsadby můžeme rozdělit na ruční a mechanizované. Vzhledem k tématu diplomové práce se budu věnovat technikám ručním (štěrbínová, jamková, vyvýšená), které jsou vhodné pro výsadbu prostokořenného sadebního materiálu.

#### 3.1 Štěrbínová výsadba

U výsadby štěrbínové nedochází k narušení půdní struktury, neovlivní se tedy vodní režim půd. Výsadba se uskutečňuje prostřednictvím sazeče, který se skládá ze zašpičaté čepě (nahore opatřené šlapkou), upevněné na násadě dlouhé asi 1 m, opatřené dvoustrannou rukojetí. Tvary čepelí sazeče jsou různě upravené – jednostranné, oboustranné, vypouklé, klínovité, ve spodní části přihnuté apod. Mají také různé rozměry, kdy šířka čepě se řídí druhem zpracovávané půdy. Písčité půdy vyžadují čepel širší, naopak pro těžší půdy je vhodnější užší čepel.

Při štěrbínové výsadbě spolupracuje dvojice dělníků. První pracovník zabodne sazeč do zeminy a výkyvem k sobě nebo od sebe vytvoří v půdě štěrbínu. Do ní druhý pracovník zasune kořeny a jejich uložení upraví malou lopatkou, dbá na to, aby kořeny nebyly směrem vzhůru. Následně první pracovník uzavře štěrbínu za semenáčkem šikmým vpichem v jejich blízkosti a výkyvem zatlačí půdu k sazenici. Zbývající otvor uzavře zašlápnutím tak, aby kolem kořenového systému nevznikla vzduchová mezera.

Štěrbínová metoda se považuje za méně náročnou. Je vhodná téměř do všech typů půd kromě kamenitých a zamokřených, nejlépe se hodí pro půdy lehké. Vysazují se semenáčky a sazenice menších rozměrů s vertikálně rozloženým kořenovým systémem, dle autorů je tato metoda nevhodná pro smrk (Poleno, Vacek a kol. 2009).

Dle Kupky (2008) je tato metoda vhodná spíše pro semenáčky, než sazenice s kulovým kořenem. Jedná se o rychlou a úspornou metodu, ovšem téměř vždy dochází k deformacím kořenového systému.

### 3.2 Jamková výsadba

Nejběžnější způsob výsadby sazenic, při které je povrch připravené půdy (v pruzích nebo ploškách) i kořenový krček sazenice v úrovni okolního půdního povrchu. Při kopání jamky se půda prokope a do nakypřené půdy se sazenice nasadí tak, aby kořenový krček byl v úrovni, na lehkých půdách mírně pod úrovní, terénu. Kořenový systém se pečlivě rozmístí v prostoru jamky dle jeho přirozené skladby. U sazenic s plošným kořenovým systémem se používá jamkokopečková modifikace. Na dně jamky se vytvoří 5 až 6 cm vysoký kopeček z humusové zeminy a kořínky se rozloží po kopečku. Jednou rukou se sazenice přidržuje a druhou se přihrnuje humusová půda, navrch se nahrne méně úrodná zemina, která se rukama na povrchu zhutní. Pro výsadbu dřevin s kulovým kořenem se střed jamky prohloubí.

Velikost jamek se volí podle velikosti sazenic a semenáčků, nejčastěji je používána 40x40x40 cm. Dle potřeby se půda v jamce zlepšuje zapracováním humusu, kompostu, vápence apod. (Poleno, Vacek a kol. 2009).

Tato metoda je vhodná pro vyspělé sazenice s dobře vyvinutým kořenovým systémem. Používá se pro velké sazenice, poloodrostky a odrostky. Dbát se musí na to, aby vykopaná jamka byla dostatečně velká a hluboká, aby kořenový systém nebyl po vložení deformován. Toto je důležité především pro hlavní kořen, který nesmí být ohnut. Lepší variantou je kořen zkrátit než připustit jeho ohnutí. Sazenice je vždy ve svislé poloze a kořenový krček musí být mírně pod povrchem půdy. Sazenice musí být v půdě dobře utěsněna (průběžné utěsnění). Pokud by po výsadbě šla tahem povytáhnout z půdy, je velká pravděpodobnost, že uschne, jelikož kořenový systém nemá vhodný kontakt s půdou (Kupka, 2008).

### 3.3 Vyvýšená výsadba

Sazenice se vysazují do uměle navršených kopečků nebo valů (záhrobců). Kopečky se vytvářejí ručně ze zeminy a záhrobců se vytvářejí záhrobcovou orbou (pluhem). Kořenový systém je umístěn nad úrovní povrchu. Tato metoda by se dala popsat jako jamková výsadba do vyvýšených kopečků či záhrobců, místo do rostlého terénu jako je u klasické jamkové výsadby. Tento způsob využíváme na silně podmáčených půdách. Lindström, Troeng (1995), Bassman (1989) uvádějí, že problémem u kopečkové sadby

může být promrzání nebo prosychání kopečku a následný negativní vliv těchto jevů na samotnou sazenici.

## **4 Metodika praktické části**

### **4.1 Úvod do metodické části**

Při řešení této problematiky byly čerpány informace od různých autorů odborné literatury, v praktických otázkách spolupracoval autor práce s místními živnostníky, kteří se zabývají pracemi v lese, zejména pak samotnou výsadbou, dále se obracel na majitele lesní školky Jesenný, který je zároveň lesním hospodářem a do této lokality dodává sadební materiál.

### **4.2 Popis lokalit**

Vybrané zkusné plochy se nacházejí v úpatí Krkonošských hor Libereckého kraje, okresech Semily a Jablonec nad Nisou. Lesy v Libereckém kraji zaujímají 140 tisíc hektarů, což činí 44,1 % z celkové rozlohy kraje. Této hodnoty nedosahuje žádný jiný kraj u nás, celorepublikový průměr činí 33 %.

Přírodní lesní oblast 23 – Podkrkonoší, kam spadá výše popsané území, je rozsáhlá lesní oblast, která do Libereckého kraje zasahuje svou menší, západní částí. Reliéf této oblasti je pahorkatinný až vrchovinný s převažujícím 3-5 lesním vegetačním stupněm. Lesnatost PLO 23 činí 30 % (Hromek, 2014, online).

V rámci diplomové práce bylo v LHC Návárov a LHC Plchov vybráno celkem šest porostů zalesněných v letech 2009, 2012 a 2016 jamkovou a štěrbínovou metodou.

Zkusné plochy jsou umístěny v mírném klimatickém pásu, mírně teplé oblasti, v nadmořských výškách od 450 do 500 m. n. m. Průměrná roční teplota se zde pohybuje v rozmezí od 6 - 8 °C, s vyšší ročních srážek 700 mm. (Odpadové hospodářství Libereckého kraje, 2016, online). Všechny zkusné plochy se nacházejí na hospodářském souboru 55. Plochy byly osázeny nejrozšířenějším jehličnanem na našem území – smrkem ztepilým (*Picea abies*). Podíl melioračních a zpevňujících dřevin je na zkoumaných plochách 25 %, obmýtí porostů stanoveno na 110 let. Pro účely diplomové práce byly vybrány plochy, které byly zalesněny v letech 2009, 2012 a 2016. Plochy zalesněné v roce 2009 vznikly v důsledku kalamit po ničivém orkánu Kyrill. K zalesnění ploch byly v každém roce použity dvě různé technologie výsadby, a to štěrbínová a jamková. Pro každý rok výsadby a pro každou její technologii byla založena zkusná

plocha, celkem tedy bylo v porostech založeno 6 zkusných ploch. Všechny plochy se nacházejí na pozemcích určených k plnění funkcí lesa.

Tabulka 1 Celkové srovnání porostních údajů pro všechny zkoumané plochy

celkové srovnání	stáří výsadby	celková plocha [ha]	nadmořská výška [m. n. m.]	porost	hospodářský soubor	soubor lesních typů
jamková výsadba	Výsadba 2016 (stáří 1 rok)	0,33	470	8A9	551	5S6
	Výsadba 2012 (stáří 5 let)	0,30	485	6D9	551	5H1
	Výsadba 2009 (stáří 8 let)	0,38	500	3B10	551	5H1
šterbinová výsadba	Výsadba 2016 (stáří 1 rok)	0,56	480	6C10	551	5H1
	Výsadba 2012 (stáří 5 let)	0,24	480	6B0	551	5H1
	Výsadba 2009 (stáří 8 let)	0,33	490	4C1	551	5H1

Zdroj: autor DP

#### 4.2.1 Výsadba 2016 (stáří výsadby 1 rok)

Tabulka 2 Údaje o porostech založených v roce 2016

2016	Celková plocha [ha]	Nadmořská výška [m. n. m.]	Porost	HS	SLT
Jamková výsadba	0,33	470	8A9	551	5S6
Šterbinová výsadba	0,56	480	6C10	551	5H1

Zdroj: autor DP

- **Jamková výsadba**

V porostu 8A9 v LHC Plchov bylo na ploše 0,33 ha vysázeno v roce 2016 celkem 1350 ks sazenic smrku ztepilého. Byla založena plocha o velikosti cca 1,5 aru, která obsahovala 100 ks sazenic.



Číslo uznané jednotky: CZ-2-2B-SM-1007-23-5-L. Na plochu byly vysázeny prostokořenné sazenice vypěstované dle vzorce 2+3. Výška sazenic byla v rozmezí 36-50 cm a tloušťka kořenového krčku činila 6 a více mm.

- **Štěrbínová výsadba**

V porostu 6C10, který se nachází v LHC Návarov, se nachází plocha o velikosti 0,56 ha, která byla v roce 2016 osázena za pomoci rýče 2250 ks sazenicemi smrku ztepilého. V porostu byla založena zkusná plocha v počtu 100 ks sazenic.

Číslo uznané jednotky: CZ-2-2B-SM-1007-23-5-L. Na plochu byly vysázeny prostokořenné sazenice vypěstované podle vzorce 2+3, výška těchto sazenic byla v rozmezí 36-50 cm s tloušťkou kořenového krčku 7 a více mm.

#### 4.2.2 Výsadba 2012 (stáří výsadby 5 let)

Níže uvedená tabulka porovnává údaje k jamkové a štěrbinové výsadbě z roku 2012. Obě tyto metody se nacházejí v LHC Návarov. Podmínky jsou dle těchto údajů prakticky identické.

Tabulka 3 Údaje o porostech založených v roce 2012

2012	Celková plocha [ha]	Nadmořská výška [m. n. m.]	Porost	HS	SLT
Jamková výsadba	0,30	485	6D9	551	5H1
Štěrbínová výsadba	0,24	480	6B0	551	5H1

*Zdroj: autor DP*

- **Jamková výsadba**

V LHC Návarov se dále nachází porost 6D9, kde na ploše 0,30 ha bylo v roce 2012 vysázeno 1230 ks sazenic smrku ztepilého. Také zde byla založena zkusná plocha a provedeno měření na 100 ks sazenic.

Číslo uznané jednotky: CZ-2-2B-SM-1007-23-5-L. Sazenice vypěstovány podle vzorce 2+2, byly to tedy 4leté prostokořenné sazenice, které byly ve dvou letech školkovány. Výška sazenic 26-35 cm s tloušťkou kořenového krčku 6 a více mm.

- **Štěrbínová výsadba**

V LHC Návarov v porostu 6B0 na ploše 0,24 ha v roce 2012 vysázeno za pomoci rýče 1000 ks sazenic smrku ztepilého. Opět založena zkusná plocha o 100 ks sazenic.

Číslo uznané jednotky: CZ-2-2B-SM-1007-23-5-L. Dle průvodního listu se jednalo o sazenice, které byly vypěstovány stejným způsobem jako v případě jamkové výsadby, tzn. 4leté prostokořenné sazenice, ve dvou letech školkované, vypěstované dle vzorce 2+2 o velikosti nadzemní části 26-35 cm a tloušťkou kořenového krčku 6 a více mm.

#### 4.2.3 Výsadba 2009 (stáří výsadby 8 let)

V níže uvedené tabulce jsou porovnány údaje k jamkové a štěrbinové výsadbě z roku 2009. Obě tyto metody se nacházejí v LHC Návarov. Z tabulky lze vyčíst, že podmínky jsou prakticky identické.

Tabulka 4 Údaje o porostech založených v roce 2009

2009	Celková plocha [ha]	Nadmořská výška [m. n. m.]	Porost	HS	SLT
Jamková výsadba	0,38	500	3B10	551	5H1
Štěrbínová výsadba	0,33	490	4C1	551	5H1

*Zdroj: autor DP*

- **Jamková výsadba**

Plocha zalesněná v roce 2009 jamkovou metodou se nachází v LHC Návarov v porostu 3B10. Velikost zalesněné plochy je 0,38 ha a vysázeno zde bylo 1550 ks sazenic smrku ztepilého. Také na této ploše byla založena zkusná plocha, která obsahovala 100 ks jedinců, velikost této plochy byla opět cca 1,5 aru.

Plocha, na které se porost nachází je dobře zásobena živinami a situována tak, že je téměř po celý den osluněna a smrku se na tomto místě vyloženě daří. Nevýhodou této lokality je, že většina z těžby, která se zde provede, je těžba kalamitní, neboť zde poměrně často dochází k rozsáhlým vývrátům v důsledku silných větrů. V minulosti to byl již zmíněný orkán Kyrill a naposledy, v době zpracování této práce, orkán Herwart.



Obrázek 3 Porost po orkánu Herwart

*Zdroj: autor DP*

Z průvodního listu můžeme vyčíst číslo uznané jednotky: CZ-2-2B-SM-1007-23-5-L. Toto číslo je stejné pro všechny další, níže popsané výsadby. Dále se zde dočteme, že na uvedenou plochu byly vysázeny prostokořenné sazenice vypěstované dle vzorce 2+3. Jde tedy o 5leté sazenice, které byly ve dvou letech školkovány, výška nadzemní části sazenic byla 36-50 cm a tloušťka kořenového krčku 7 a více mm.

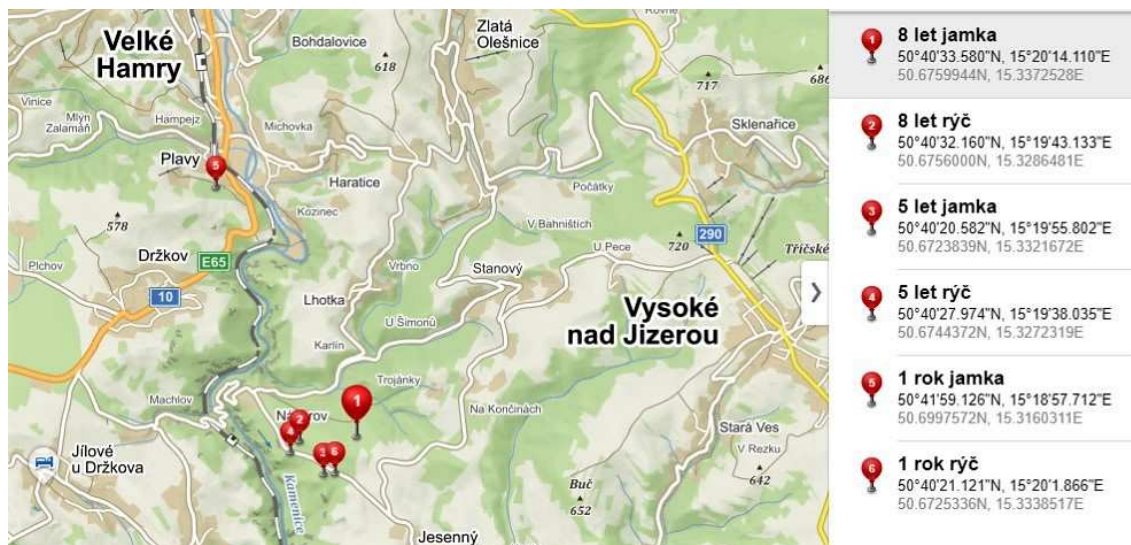
- **Štěrbínová výsadba**

V porostu 4C1, který se nachází v LHC Návarov nacházíme plochu o velikosti 0,33 ha, která byla zalesněna štěrbínovou metodou. Na plochu bylo vysázeno 1350 ks sazenic smrku ztepilého. Na této ploše byla vyznačena menší plocha, tak aby obsahovala 100 ks jedinců, kteří byli následně podrobeni měření.

Číslo uznané jednotky je stejné: CZ-2-2B-SM-1007-23-5-L, stejně jako vzorec, podle kterého byly vypěstované sazenice, tzn. 2+3. Jednalo se tedy o 5leté prostokořenné sazenice, které byly ve dvou letech školkovány. Výška nadzemní části 36-50 cm a tloušťka kořenového krčku 6 a více mm.

Všechny výše popsané plochy byly osázeny sazenicemi, které dodala Lesní školka Jesenný, IČO: 65193962.

Všechny popsané plochy se nacházely, s jednou výjimkou, velmi blízko u sebe (viz. Obrázek 4), na totožném HS i SLT a v podstatě stejné nadmořské výšce.



Obrázek 4 Mapa a souřadnice zkusných ploch

Zdroj: *Mapy.cz, online, 2018*

### 4.3 Popis získání dat

Data byla získána provedeným měřením na vybraných lokalitách a v nich vytyčených zkusných plochách. Měření nadzemních částí stromků proběhlo za účasti dvou osob, kdy jsem prováděl potřebná měření a pomocník tato data zapisoval. Na zkusných plochách byl následně vyzvednut potřebný počet jedinců a u nich změřen a posouzen jejich kořenový systém.

- **Způsoby měření nadzemní části**

Na založených zkusných plochách bylo provedeno měření sazenic a to tím způsobem, že za pomoci svinovacího metru byla sazenice změřena od povrchu půdy až po terminální pupen. Dále byl změřen na vrcholovém výhonu přírůst stromku v posledním roce a za pomoci posuvného měřítka v místě kořenového krčku i jeho tloušťka.

- **Způsoby měření podzemní části**

Měření objemu kořenového systému proběhlo xylometrickou metodou, kořenový systém byl ponořen do odměrného válce s vodou, kdy hodnota, o kterou se hladina vody v odměrném válci zvedla, byla odečtena od původní hodnoty a výsledek v cm<sup>3</sup> zapsán. K ověření výsledků bylo použito metody, kdy kořenový systém byl

ponořen do nádoby po okraj naplněné vodou a voda, která přetekla po ponoření kořenového systému, byla zachycena a změřena. Tato hodnota byla ještě ověřena dolitím vody po okraj nádoby z kalibrovaného objemového válce, kdy dolitý objem vody se rovnal objemu vody vytlačené a tedy objemu měřeného kořene.

- **Posouzení zjištěných parametrů u vyzvednutých jedinců dle ČN 48 2115**

Pro posouzení kvality vyzvednutých jedinců byla využita norma, kterou se určuje kvalita sadebního materiálu po jeho vyzvednutí v lesních školkách před tím, než jím bude založen nový porost. Tato norma posuzuje, v případě smrku ztepilého, parametry u semenáčků, sazenic a poloodrostků. Těmi parametry jsou kromě požadovaného vzrůstu také minimální poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemní části, podíl objemu jemných kořenů v objemu celého kořenového systému a dále rozpětí délky kúlového, v případě smrku horizontálního, kořene. Vyzvednutí jedinci byli rozříděni dle vzrůstu a následně posouzeni ve všech parametrech normy.

- **Výpočet významnosti rozdílů – statistická hypotéza**

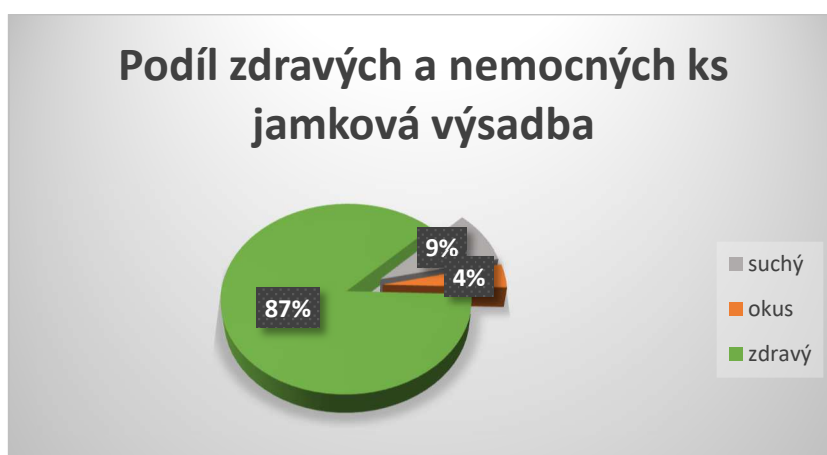
Statistická hypotéza je tvrzení, které se týká neznámé vlastnosti rozdělení pravděpodobnosti náhodné proměnné (i vícerozměrné) nebo jejích parametrů. Pro ověření významnosti rozdílů u sledovaných parametrů bylo využito programu Microsoft Excel 2016, kde byla provedena analýza dat pomocí analytického nástroje „Dvouvýběrový F-test pro rozptyl“. Za pomoci této funkce byla zjištěna kritická hodnota a hodnota testovacího kritéria. Posouzením těchto dvou hodnot zjistíme, zda je rozdíl v parametrech statisticky významný, či nikoli. Hladina významnosti byla zvolena  $p = 0,05$ . Máme tedy 95% jistotu správného rozhodnutí.

## 5 Výsledky

### 5.1 Výsadba v roce 2016 (stáří výsadby 1 rok)

#### 5.1.1 Jamková výsadba

Porost 8A9 založený v roce 2016 za pomoci jamkové metody se jako jediný nachází v LHC Plchov. V porostu, jehož terén je značně svažité, byla založena zkusná plocha, která obsahovala 100 ks sazenic. Na zkoumané ploše byl u několika jedinců zaznamenán boční okus a mortalita dosáhla 9 %. Celkový zdravotní stav porostu rok po jeho výsadbě lze označit za velmi dobrý.



Graf 1 Mortalita u jamkové sadby 1 rok po výsadbě

Zdroj: autor DP

Výška sazenic dosáhla v průměru 75 cm, průměrný přírůst činil 31 cm a síla kořenového krčku byla 1,8 cm.

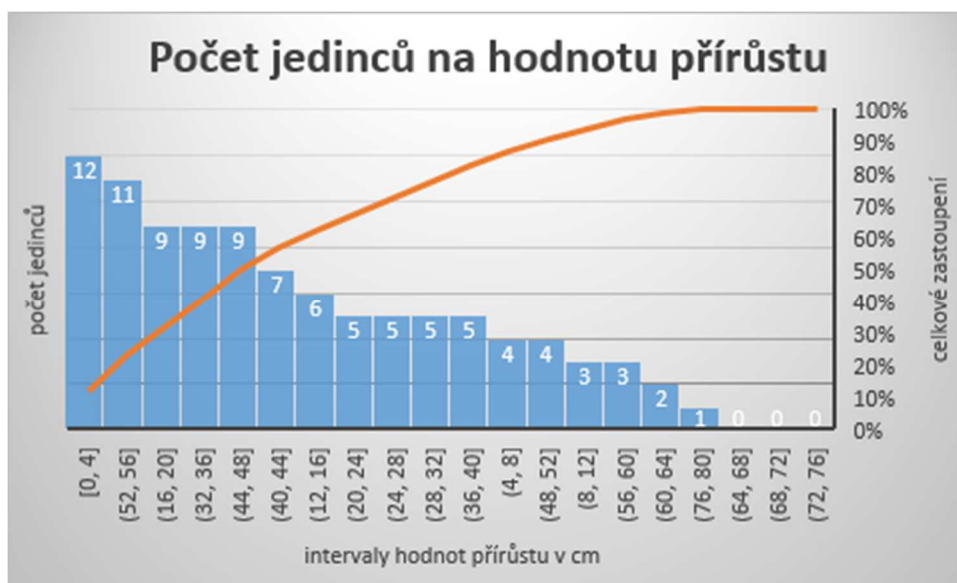
Tabulka 5 Zjištěné hodnoty a statistické údaje u jamkové výsadby

1 rok	výška stromku [cm]	hlavní přírůst [cm]	síla koř. krčku [cm]	přírůst k výšce [%]
průměr	75,3	31,3	1,8	36
směrodatná odchylka	31,9	19	0,8	
max.	138	79	4,5	64
min.	0	0	0	

Zdroj: autor DP

Průměrný % přírůst k celkové výšce stromku činil 36 %, tedy více než 1/3 z celkové výšky stromku. Maximální zjištěná hodnota přírůstu stromku k jeho celkové výšce byla 64 %.

Nejčastějším hlavním přírůstem jsou hodnoty v intervalu 52-56 cm, které byly zjištěny u 11 živých jedinců. Další zastoupení jedinců na hodnotu přírůstu znázorňuje následující graf.



Graf 2 Počet jedinců na hodnotu přírůstu u jamkové výsadby

Zdroj: autor DP

Tabulka 6 Zjištěné parametry u vykopaných sazenic včetně statistických údajů

číslo stromku	výška stromku [cm]	hlavní přírůst [cm]	síla koř. krčku [cm]	objem kořenů [cm <sup>3</sup> ]	1 min. poměr	2 podíl [%]	3 rozpětí [cm]
1	75	27	1,8	175	1:2	55	21
2	65	29	2	98	1:2	65	26
3	93	49	2,1	92	1:3	60	62
4	70	29	1,4	133	1:3	35	22
5	42	8	1,4	143	1:2	60	19
6	63	27	1,8	242	1:3	65	48
7	77	9	1,1	125	1:3	60	64
8	76	36	2,1	109	1:3	35	45
9	49	11	1,6	69	1:3	50	63
10	75	28	1,6	120	1:3	30	83
průměr	68,5	25,3	1,7	131			
směrodatná odchylka	14,7	12,8	0,3	48,9			
max.	93	49	2,1	242			
min.	42	8	1,1	69			

1 - minimální poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemní části

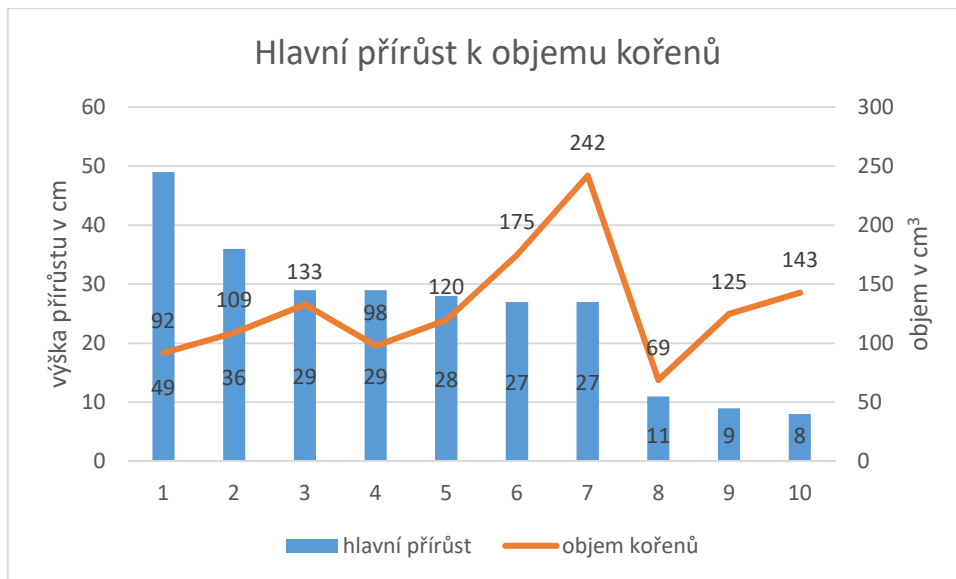
2 - podíl objemu jemných kořenů v objemu celého kořenového systému

3 - rozpětí délky horizontálního kořene

*Zdroj: autor DP*

Přestože některé stromky byly svým parametrem na hranici minimálních požadavků normy, tak všechny vykopané stromky normě ve všech parametrech vyhověly. U vykopaných stromků nebyly zjištěny žádné výrazné deformace kořenového systému.



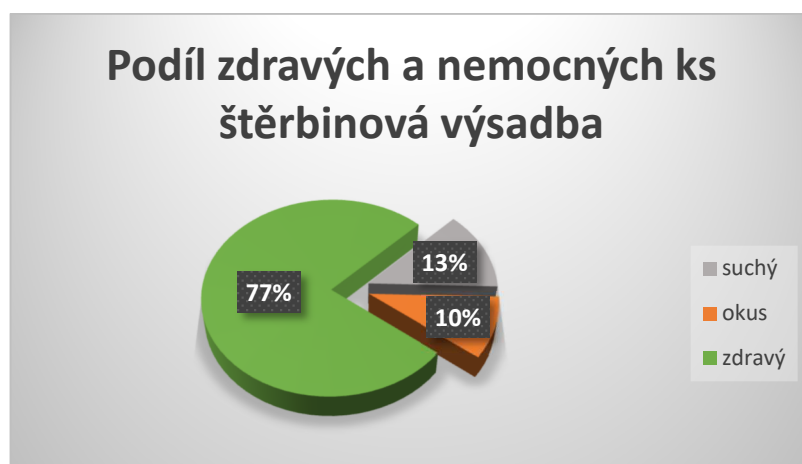


Graf 3 Hodnota výškového přírůstu ke zjištěnému objemu kořenového systému

Zdroj: autor DP

### 5.1.2 Štěrbínová výsadba

V LHC Návarov se nachází porost 6C10 založený v roce 2016 za pomoci rýče, tzn. štěrbinovou metodou. V porostu byla vytyčena zkusná plocha, která obsahovala 100 ks sazenic. U některých jedinců byl na zkoumané ploše zaznamenán okus zvířít a mortalita dosáhla 13 %. Vizuálně lze zdravotní stav porostu rok po výsadbě označit jako dobrý.



Graf 4 Mortalita u štěrbinové sadby 1 rok po výsadbě

Zdroj: autor DP

Průměrná výška sazenic u štěrbinové výsadby dosáhla 54,6 cm, hlavní přírůst byl v průměru 12 cm a síla kořenového krčku 1,2cm.

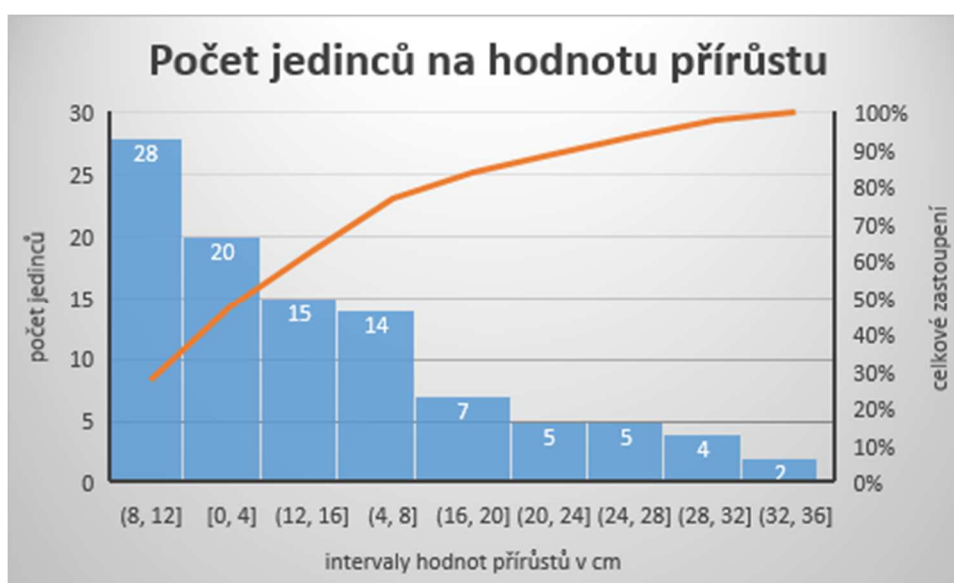
Tabulka 7 Zjištěné hodnoty a statistické údaje u štěrbínové výsadby

1 rok	výška stromku [cm]	hlavní přírůst [cm]	síla koř. krčku [cm]	přírůst k výšce [%]
průměr	54,6	11,9	1,2	19
směrodatná odchylka	20,7	7,4	0,2	
max.	86	35	2,7	45
min.	0	0	0	

Zdroj: autor DP

Průměrný přírůst k celkové výšce stromku činil 19 %, jedná se tedy o 1/5 z celkové výšky stromku. Maximální zjištěná hodnota přírůstu stromku k jeho celkové výšce byla 45 %.

Nejčastějších hodnot dosahovaly přírůsty v intervalech 8-12 cm, které byly zjištěny u 28 životaschopných jedinců. Další zastoupení jedinců na hodnotu přírůstu znázorňuje následující graf.



Graf 5 Počet jedinců na hodnotu přírůstu u štěrbínové výsadby

Zdroj: autor DP

Následující tabulka č. 8 znázorňuje zjištěné hodnoty u vykopaných sazenic. Hodnoty v tabulce byly seřazeny sestupně dle výšky, proto je pořadí stromků proházeno. Sazenice, které nevyhovují některým parametrům normy, nebo u nich byla zjištěna deformace kořenového systému, byly označeny červeně.

Tabulka 8 Zjištěné parametry u vykopaných sazenic včetně statistických údajů

číslo stromku	výška stromku [cm]	hlavní přírůst [cm]	síla koř. krčku [cm]	objem kořenů [cm <sup>3</sup> ]	1 min poměr	2 podíl [%]	3 rozpětí [cm]
7	71	26	1,5	71	1:3	30	31
1	70	16	1,3	72	1:2	65	19
3	64	26	1,5	66	1:3	30	28
6	58	17	1,2	77	1:3	30	43
8	49	11	1,3	55	1:4	15	19
2	48	10	1	34	1:3	45	21
10	46	18	1,3	30	1:3	25	19
9	43	8	1,4	51	1:3	20	27
5	42	6	1,4	65	1:3	30	33
4	39	7	1	57	1:2	40	21
průměr	53	14,5	1,3	58			
směrodatná odchylna	11,9	7,4	0,2	15,8			
max	71	26	1,5	77			
min	39	6	1	30			

- 1 - minimální poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemní části
- 2 - podíl objemu jemných kořenů v objemu celého kořenového systému
- 3 - rozpětí délky horizontálního kořene

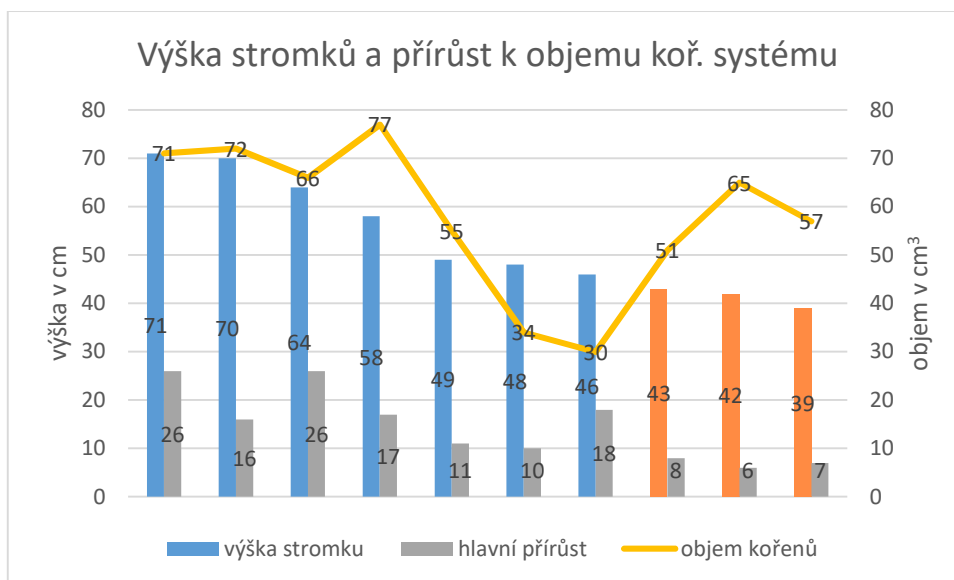
*Zdroj: autor DP*

Polovina z vykopaných jedinců vykazovala některý z nedostatků. U stromků s pořadovým číslem 4, 5 a 9 byly zjištěny kořenové deformace, spočívající převážně ve zploštění/zmáčknutí kořene v důsledku jeho přimáčknutí ve štěrbině za pomoci rýče. Stromek č. 8 nevyhovuje v porovnání s normou ČN 48 2115 podílem objemu jemných kořenů k celému objemu kořenového systému, ani minimálním poměrem objemu kořenového systému k objemu nadzemní části. Stromek č. 10 nevyhovuje v porovnání s normou podílem objemu jemných kořenů k objemu celého kořenového systému.

U stromků, kde byly zjištěny kořenové deformace, tzn. u stromků s pořadovým číslem 4, 5 a 9, byly také naměřeny nejnižší přírůsty, a zároveň tito jedinci dosáhli nejnižší výšky.

Z tabulky je také patrné, že stromky, které nevyhovovaly některým parametrem normě, dosahují také podprůměrného vzrůstu.

Následující graf zobrazuje výšky stromků s přírůsty a zjištěným objemem kořenových systémů.



Graf 6 Výška stromků + přírůsty v porovnání s objemem kořenů

Zdroj: autor DP

Z grafu můžeme vyčíst, že stromky s nejmenším vzrůstem mají zároveň nejmenší přírůsty. U stromků s nejmenším přírůstem byly zjištěny kořenové deformace, tyto stromky jsou v grafu vyznačeny oranžově. U jedinců s deformovanými kořeny dosahoval objem jejich kořenů průměru vykopaných sazenic.

Tabulka 9 Porovnání jedinců bez zjištěných deformací a s deformacemi u šterbinové výsadby

stáří výsadby 1 rok	průměrná výška sazenic [cm]	průměrný přírůst [cm]	průměrná síla kořen. krčku [cm]	průměrný objem kořenů [cm <sup>3</sup> ]	průměrný přírůst k výšce [%]
Bez deformací	58	17,7	1,3	57,9	31
S deformacemi	41,3	7	1,3	57,7	17

Zdroj: autor DP

U jedinců, kde byly zjištěny kořenové deformace, byl zaznamenán o 29 % menší přírůst, než u jedinců bez deformací. Přírůst u deformovaných jedinců byl menší o 60 %. Rozdíly v těchto sledovaných hodnotách jsou na hladině 5 % chybovosti statisticky významné.

Naopak prakticky žádný rozdíl nebyl nalezen mezi průměrnou silou kořenového krčku a průměrným objemem kořenů.

Zjištěné kořenové deformace vidíme na níže uvedených fotografiích.



Obrázek 5 Kořenové deformace u výsadby z roku 2016 - stáří výsadby 1 rok

*Zdroj: autor DP*

Kompletní fotogalerii nalezneme v příloze II – štěrbinová výsadba 2016.

### **5.1.3 Porovnání štěrbinové a jamkové výsadby z roku 2016**

V následující tabulce jsou porovnány hodnoty 100 ks jedinců zasázených jamkovou a štěrbinovou metodou s výjimkou průměrného objemu kořenů, který je vypočten z 10 ks vykopaných sazenic.

Tabulka 10 Porovnání zjištěných údajů pro roční sazenice u jamkové a štěrbínové výsadby

stáří výsadby 1 rok	průměrná výška sazenic [cm]	průměrný přírůst [cm]	průměrná síla kořen. krčku [cm]	průměrný objem kořenů [cm <sup>3</sup> ]	průměrný přírůst k výšce [%]	úmrtnost [%]
jamková výsadba	75,3	31,3	1,8	131	36	9
štěrbínová výsadba	54,6	11,9	1,2	58	19	13

*Zdroj: autor DP*

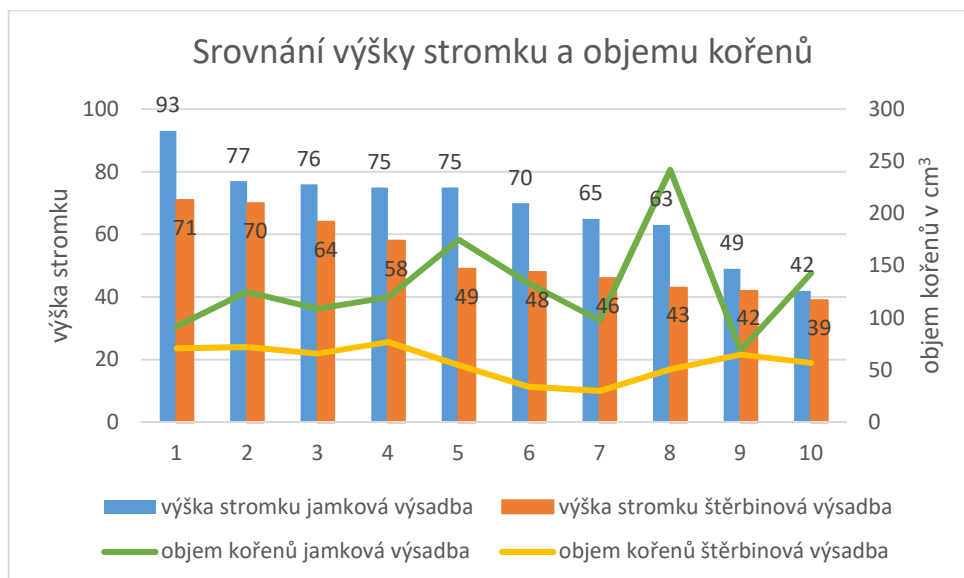
Provedeným měřením bylo zjištěno, že průměrná výška sazenic je u jamkové výsadby o 38 % větší než u výsadby štěrbínové. Průměrné přírůsty jsou u štěrbínové výsadby menší o 62 %, síla kořenové krčku je u štěrbínové výsadby menší v průměru o 32 % a objem kořenů u štěrbínové výsadby je menší o 56 %. U štěrbínové výsadby je pak na zkoumané ploše o 4 % vyšší úmrtnost.

Zatímco u vyzvednutých sazenic jamkové výsadby nebyly zjištěny kořenové deformace, u štěrbínové výsadby byly zjištěny ve třech případech.

U jamkové výsadby činil průměrný přírůst k výšce stromku více než 1/3 z celkové výšky, zatímco u štěrbínové výsadby dosahovala tato hodnota 1/5.

Nejčastější hlavní přírůst u jamkové výsadby byl zjištěn v intervalu 52-56 cm, a to u 11 jedinců. U štěrbínové výsadby byla nejčastější hodnota přírůstu v intervalu 8-12cm, a to u 28 jedinců.

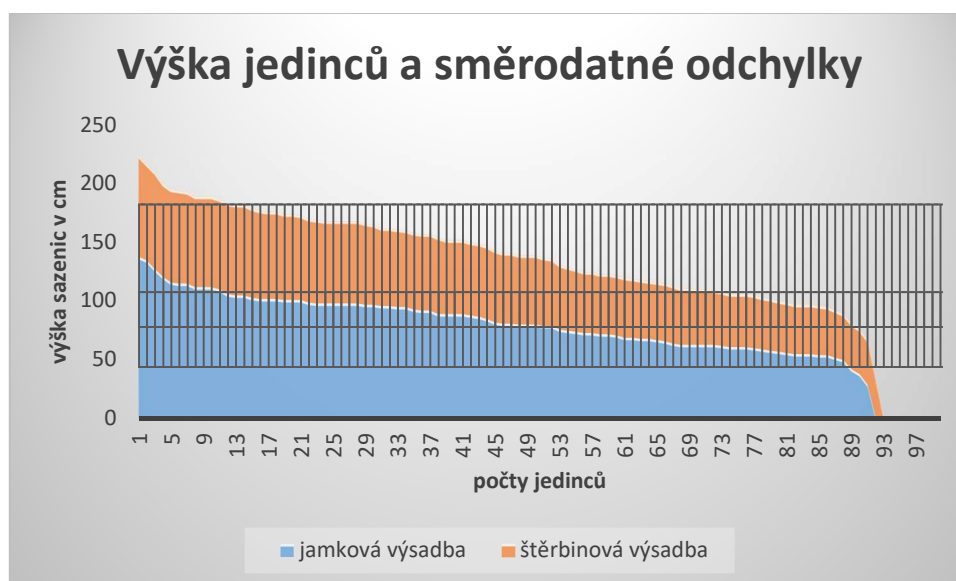
Rozdíly ve výšce sazenic a objemu kořenů u jamkové a štěrbínové výsadby znázorňuje následující graf č. 7.



Graf 7 Porovnání výšky stromků, přírůstků a objemu kořenů u jamkové a štěrbinové výsadby

Zdroj: autor DP

Pro hodnoty uvedené v grafu č. 7 můžeme na základě provedeného výpočtu významnosti rozdílů s 95% jistotou tvrdit, že rozdíly ve sledovaných parametrech jsou statisticky významné.



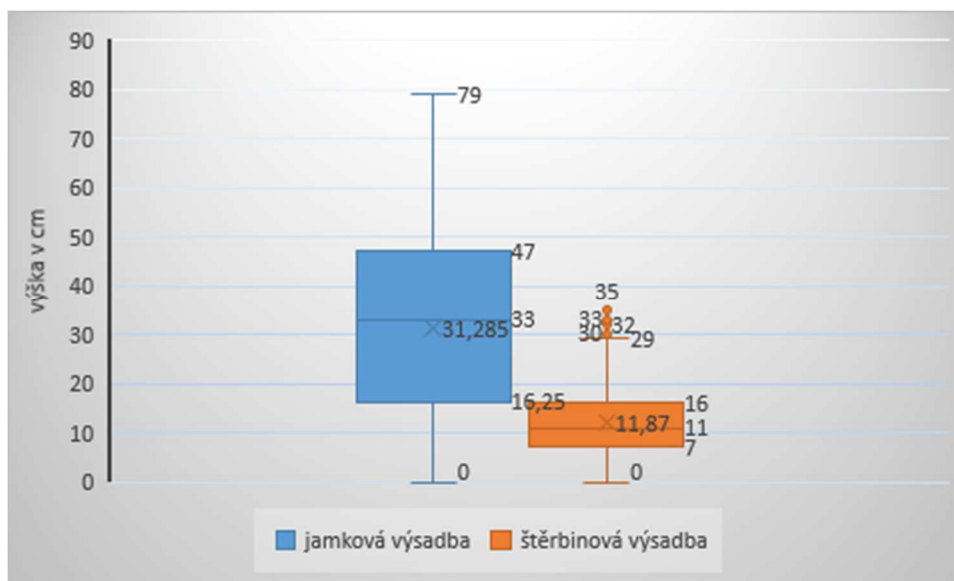
Graf 8 Výška stromků u jamkové a štěrbinové výsadby se směrodatnou odchylkou

Zdroj: autor DP

Parametry uvedené v tomto grafu jsou zachyceny již v grafu předcházejícím, platí tedy i zde, že rozdíly ve sledovaných parametrech jsou statisticky významné.

Graf č. 9 zobrazuje rozdíly hlavních přírůstků u jamkové a štěrbinové metody, jejich rozptyl, průměrné hodnoty, medián, odlehlé body a dále maximální a minimální hodnoty.

Z grafu můžeme vyčíst, že spodní hranice rozptylu u jamkové výsadby je na úrovni horní hranice rozptylu štěrbinové výsadby.

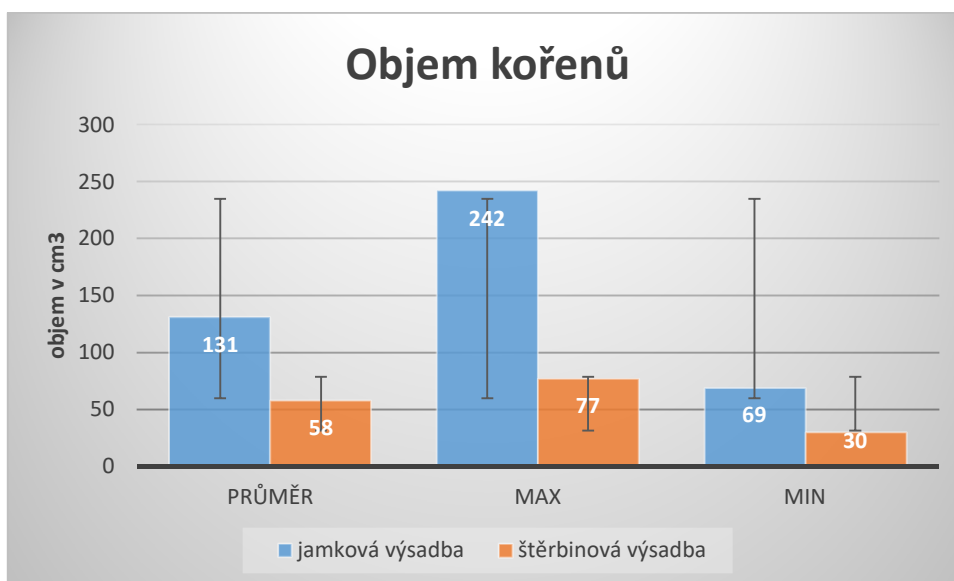


Graf 9 Krabicový graf (boxplot) výšk. přírůstů u jamkové a štěrbinové výsadby

Zdroj: autor DP

Také zde platí s 95% pravděpodobností, že rozdíly ve zjištěných parametrech jsou statisticky významné.

V dalším grafu vidíme porovnání průměrného objemu kořenů, maximálních a minimálních hodnot u jamkové a štěrbinové výsadby se zaznamenanými směrodatnými odchylkami.



Graf 10 Porovnání průměrných, maximálních a minimálních hodnot u objemu kořenů jamkové a štěrbinové výsadby s vyznačenými směrodatnými odchylkami

Zdroj: autor DP

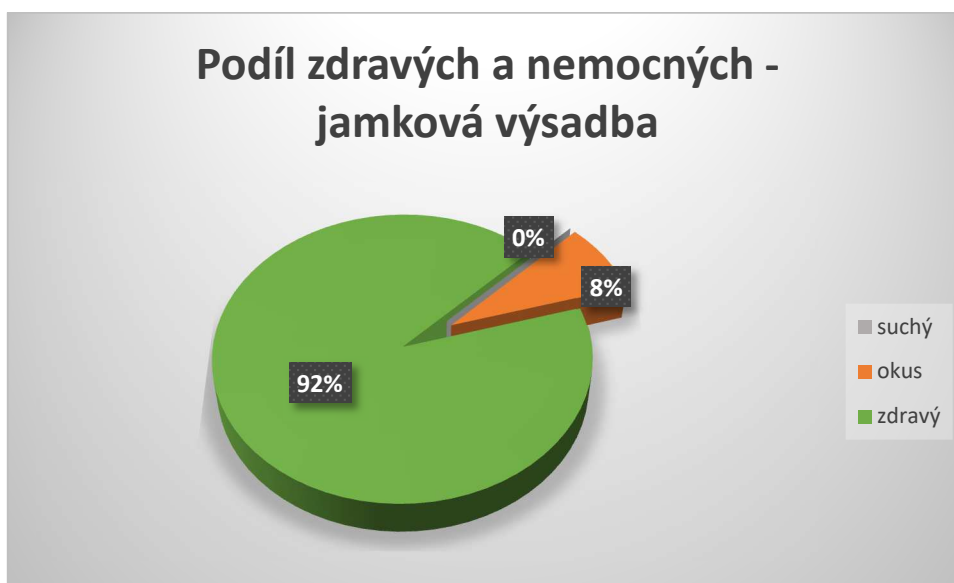


Pro všechny sledované parametry (výška stromku, přírůst, síla kořenové krčku, objem kořenů) jamkové a šterbinové výsadby byl proveden výpočet pro ověření významnosti rozdílů. Na základě zjištěné kritické hodnoty a hodnoty testovacího kritéria můžeme na hladině významnosti  $p = 0,05$ , tedy s 95% jistotou, tvrdit, že zjištěné rozdíly jsou statisticky významné.

## 5.2 Výsadba v roce 2012 (stáří výsadby 5 let)

### 5.2.1 Jamková výsadba

V roce 2012 byla v porostu 6D9 patřící do LHC Návarov použita při výsadbě jamková metoda. Na založené zkusné ploše bylo změřeno 100 ks jedinců. Zkoumaný porost je sice značně zarostlý buřením, avšak stromy jsou již tomuto nepříznivému vlivu odrostlé. Okus na ploše byl zjištěn u 8 jedinců, uhynulý jedinec nebyl nalezen žádný. Celkový zdravotní stav porostu na uvedené ploše lze označit za velmi dobrý (viz. graf č. 11).



Graf 11 Mortalita u jamkové sadby 5 let po výsadbě

*Zdroj: autor DP*

Průměrná výška stromu byla 216 cm s průměrným hlavním přírůstem 55,6 cm a silou kořenového krčku 4,3 cm. Dále byla vypočítána směrodatná odchylka, zaznamenány min a max hodnoty a vypočítán přírůst k celkové výšce stromku, který byl vyjádřen v % (viz. tabulka č. 11).

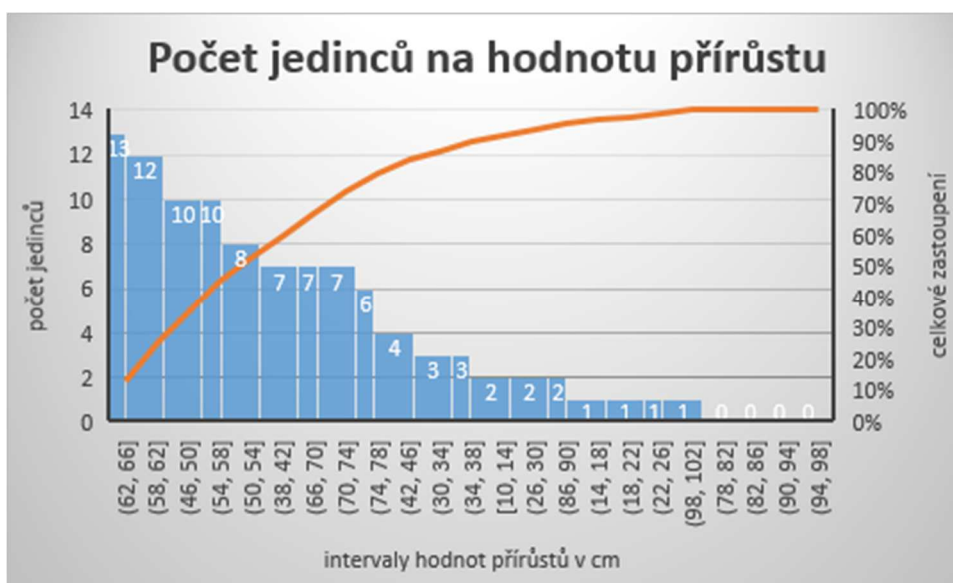
Tabulka 11 Zjištěné hodnoty a statistické údaje u jamkové výsadby

5 let	výška stromku [cm]	hlavní přírůst [cm]	síla koř. krčku [cm]	přírůst k výšce [%]
průměr	216	55,6	4,3	26
směrodatná odchylka	64,6	16,1	1,4	
max.	358	100	7,9	36
min.	70	10	1,5	

Zdroj: autor DP

Průměrný % přírůst k celkové výšce stromku činil 26 %, tedy 1/4 z celkové výšky stromku. Maximální zjištěná hodnota přírůstu stromku k jeho celkové výšce byla 36 %.

Nejčastějším hlavním přírůstem jsou hodnoty v intervalu 62-66 cm, které byly zjištěny u 13 živých jedinců. U více než poloviny měřených jedinců byl zjištěn přírůst vyšší než 50 cm. Další zastoupení jedinců na hodnotu přírůstu znázorňuje graf č. 12.



Graf 12 Počet jedinců na hodnotu výškového přírůstu u jamkové výsadby

Zdroj: autor DP

U vyzvednutých sazenic byla naměřena průměrná výška 219 cm s přírůstem v průměru 62,6 cm a objemem koř. systému 1095 cm<sup>3</sup>. Zjištěné parametry u vykopaných sazenic znázorňuje tabulka č. 12.

Tabulka 12 Zjištěné parametry u vykopaných sazenic včetně statistických údajů

číslo stromku	výška stromku [cm]	hlavní přírůst [cm]	síla koř. krčku [cm]	objem kořenů [cm <sup>3</sup> ]	1 min. poměr	2 podíl [%]	3 rozpětí [cm]
1	209	64	3,9	961		25	71
2	225	71	5,9	1324		30	53
3	214	51	6,1	1147		40	72
4	211	59	5,3	389		20	56
5	227	70	4,9	1400		25	39
6	210	61	4,2	931		20	63
7	217	55	4,7	412		30	62
8	223	54	5,6	1353		20	68
9	231	68	6,2	1527		35	56
10	224	73	5,2	1510		30	58
průměr	219,1	62,6	5,2	1095			
směrodatná odchylka	7,9	7,8	0,8	419,4			
max.	231	73	6,2	1527			
min.	209	51	3,9	389			

1 - minimální poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemní části

2 - podíl objemu jemných kořenů v objemu celého kořenového systému

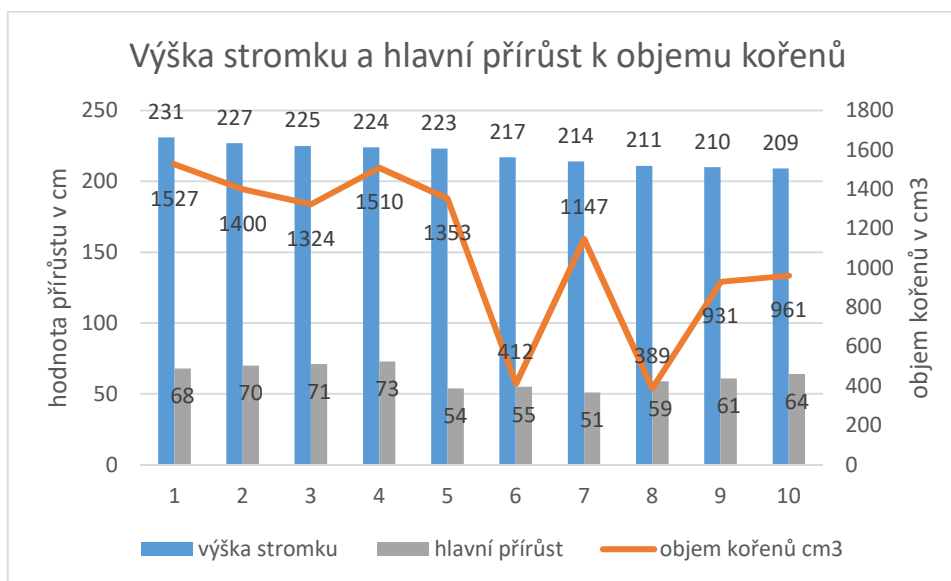
3 - rozpětí délky horizontálního kořene

*Zdroj: autor DP*

Jedinci ve výše uvedené tabulce svou výškou přesahovali meze hodnot uvedené normou a nebylo tak již v tomto případě možné objektivně tyto hodnoty s normou ČN 48 2115 porovnat.

Vzhledem k velikosti objemu nadzemní části by v poměru k objemu koř. systému nevyhovoval téměř žádný vyzvednutý jedinec. Požadavkům normy v tomto parametru by se blížili jedinci menšího vzrůstu. Tento parametr již v našem porovnání nemá vypovídající hodnotu, norma hodnotí sadební materiál, a proto nebyl v tomto případě tento parametr uvažován a v tabulce není zanesen.

V následujícím grafu je sestupně uvedena velikost sazenic, hodnota jejich přírůstů a objem kořenového systému.



Graf 13 Výška stromků + přírůsty v porovnání s objemem kořenů

Zdroj: autor DP

Z grafu lze odvodit, že jedinci s nadprůměrnou hodnotou objemu koř. systému jsou též nadprůměrně vysocí (v grafu jedinci na 1. - 5. pozici) a také mají nadprůměrné přírůsty. Naopak jedinci s podprůměrnou hodnotou objemu koř. systému dosahují podprůměrné výšky a podprůměrného až průměrného přírůstu.

U stromků, které byly zasázeny v roce 2012 jamkovou metodou, nebyla nalezena žádná výrazná deformace kořenové systému (viz. příloha - fotografie vyzvednutých jedinců zasazených jamkovou metodou v roce 2012).

### 5.2.2 Štěrbinová výsadba

V porostu 6B0 v LHC Návarov se nachází plocha, která byla v roce 2012 zalesněna štěrbinovou metodou. V porostu byla opět založena zkusná plocha, tak aby obsahovala 100 ks jedinců, kteří byli podrobeni měření. Přestože s předchozí plochou, tzn. s výsadbou jamkovou z roku 2012, je stejný HS i SLT a velmi podobná je i nadmořská výška, umístění této plochy je rozdílné v přístupu slunečního svitu. Tato plocha je obklopena ze tří stran sousedním porostem a domnívám se, že na naměřené hodnoty má tato poloha významný vliv. Na této ploše, na rozdíl od předchozí, je stále nutné provádět vyžínání. Dále zde byl zjištěn poměrně vysoký podíl bočního okusu. Na ploše bylo zjištěno 6 ks suchých sazenic (viz graf č. 14).



Graf 14 Mortalita u štěrbínové sadby 5 let po výsadbě

*Zdroj: autor DP*

Průměrná výška stromu na měřené zkusné ploše byla 115,5 cm s průměrným hlavním přírůstem 30,6 cm a silou kořenového krčku 2,1 cm. Vypočítána byla směrodatná odchylka, min a max hodnoty a v procentech byl vyjádřen průměrný a maximální přírůst k celkové výšce (viz. tabulka č. 13).

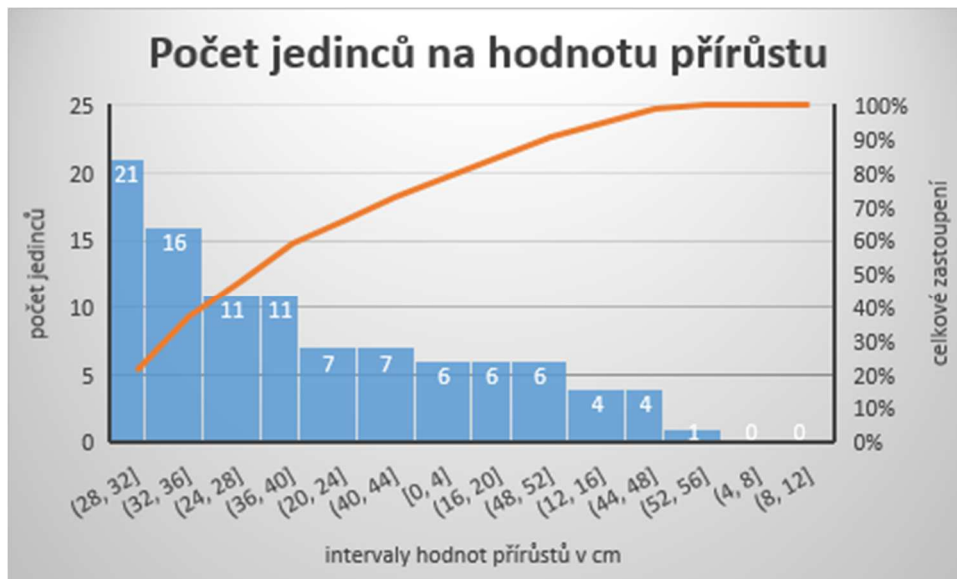
Tabulka 13 Zjištěné hodnoty a statistické údaje u štěrbínové výsadby

5 let	výška stromku [cm]	hlavní přírůst [cm]	síla koř. krčku [cm]	přírůst k výšce [%]
průměr	115,5	30,6	2,1	25
směrodatná odchylka	36,5	11,8	0,7	
max	187	55	3,8	41
min	0	0	0	

*Zdroj: autor DP*

Průměrný přírůst k celkové výšce stromku vyjádřený v % byl 25 %, jde tedy o 1/4 z celkové výšky stromku. Maximální hodnota přírůstu stromku k jeho celkové výšce byla 41 %.

Z grafu č. 15 zjistíme, že nejčastějším přírůstem je hodnota v intervalu 28-32 cm, která byla naměřena u 21 ks životaschopných jedinců. Dále zde můžeme zjistit, že přírůst do 40 cm byl naměřen u 3/4 jedinců.



Graf 15 Počet jedinců na hodnotu výškového přírůstu u štěrbínové výsadby

Zdroj: autor DP

V níže uvedené tabulce č. 14 jsou zaznamenány zjištěné hodnoty u vyzvednutých jedinců. Hodnoty jsou seřazeny sestupně dle výšky, červeně jsou označeni jedinci, u kterých byla zjištěna deformace koř. systému.

Tabulka 14 Zjištěné parametry u vykopaných sazenic včetně statistických údajů

číslo stromku	výška stromku [cm]	hlavní přírůst [cm]	síla koř. krčku [cm]	objem kořenů [cm <sup>3</sup> ]	1 min. poměr	2 podíl [%]	3 rozpětí [cm]
2	122	24	2,1	190	1:4	40	78
7	107	13	1,9	127	1:4	35	38
10	102	20	2,2	112	1:4	25	41
3	101	24	1,9	148	1:3	35	38
4	99	21	2	107	1:3	35	112
6	96	23	2,1	297	1:4	25	120
1	87	31	2	116	1:4	25	36
9	82	26	1,6	68	1:4	20	36
5	80	17	1,7	127	1:5	30	21
8	76	19	1,1	67	1:4	20	21
průměr	95,2	21,8	1,86	136			
směrodatná odchylka	14,1	5,0	0,3	67,0			
max	122	31	2,2	297			
min	76	13	1,1	67			

1 - minimální poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemní části

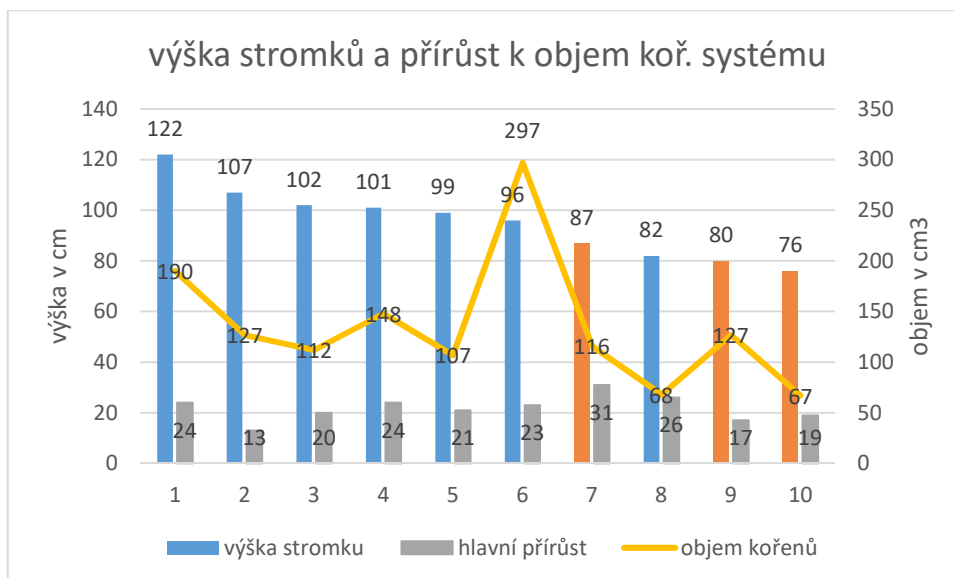
2 - podíl objemu jemných kořenů v objemu celého kořenového systému

3 - rozpětí délky horizontálního kořene

*Zdroj: autor DP*

U jedinců s pořadovým číslem 1, 5 a 8 byly zjištěny kořenové deformace. Jedinci s pořadovým číslem 5 a 8 navíc nevyhovovali normě min. poměrem objemu koř. systému k objemu nadzemní části a rozpětím délky horizontálního kořene. Další jedinci se nacházeli svými hodnotami na spodní hranici požadavku normy.

U stromků, kde byly zjištěny kořenové deformace, byly naměřeny nejnižší výšky, u sazenic s pořadovým číslem 5 a 8 (v grafu na 9. a 10. pozici) byly podprůměrné přírůsty i síly kořenových krčků. Objem u deformovaných kořenů nedosahoval naměřeného průměru.



Graf 16 Výška stromků + přírůsty v porovnání s objemem kořenů

Zdroj: autor DP

Tabulka 15 Porovnání jedinců bez zjištěných deformací a s deformacemi u štěrbínové výsadby

stáří výsadby 5 let	průměrná výška sazenic [cm]	průměrný přírůst [cm]	průměrná síla kořenového krčku [cm]	průměrný objem kořenů [cm <sup>3</sup> ]	průměrný přírůst k výšce [%]
Bez deformací	101,3	21,6	2,0	150	21
S deformacemi	81	22,3	1,6	103	28

Zdroj: autor DP

U jedinců s kořenovými deformacemi, byl zjištěn o 20 % menší přírůst, než u jedinců bez deformací. Přírůst jedinců s deformovanými kořeny byl prakticky stejný. Rozdíly u hodnot uvedených v tabulce na hladině 5% chybovosti nebyly statisticky významné.



Ukázka zjištěných deformací kořenového systému u štěrbinového způsobu výsadby z roku 2012.



Obrázek 6 Kořenové deformace u výsadby z roku 2012 - stáří výsadby 5let

*Zdroj: autor DP*

### **5.2.3 Porovnání jamkové a štěrbinové výsadby z roku 2012**

Tabulka č. 16 porovnává hodnoty naměřené u 100 ks jedinců vysázených jamkovou a štěrbinovou metodou. Uvedený průměrný objem kořenů byl získán z 10 ks vyzvednutých sazenic.

Tabulka 16 Porovnání zjištěných údajů u pěti letých sazenic jamkové a štěrbinové výsadby

stáří výsadby 5 let	průměrná výška sazenic [cm]	průměrný přírůst [cm]	průměrná síla kořen. krčku [cm]	průměrný objem kořenů [cm <sup>3</sup> ]	průměrný přírůst k výšce [%]	úmrtnost [%]
jamková výsadba	216	55,6	4,3	1095	26	0
štěrbinová výsadba	115,5	30,6	2,1	136	25	6

*Zdroj: autor DP*

Průměrná výška stromků u štěrbinové výsadby je menší o 47 %. Průměrný přírůst u štěrbinové výsadby je menší o 45 % a síla kořenového krčku o 52 %. Z uvedeného vyplývá, že hodnoty naměřené u štěrbinové výsadby dosahují zhruba polovičních hodnot oproti výsadbě jamkové.

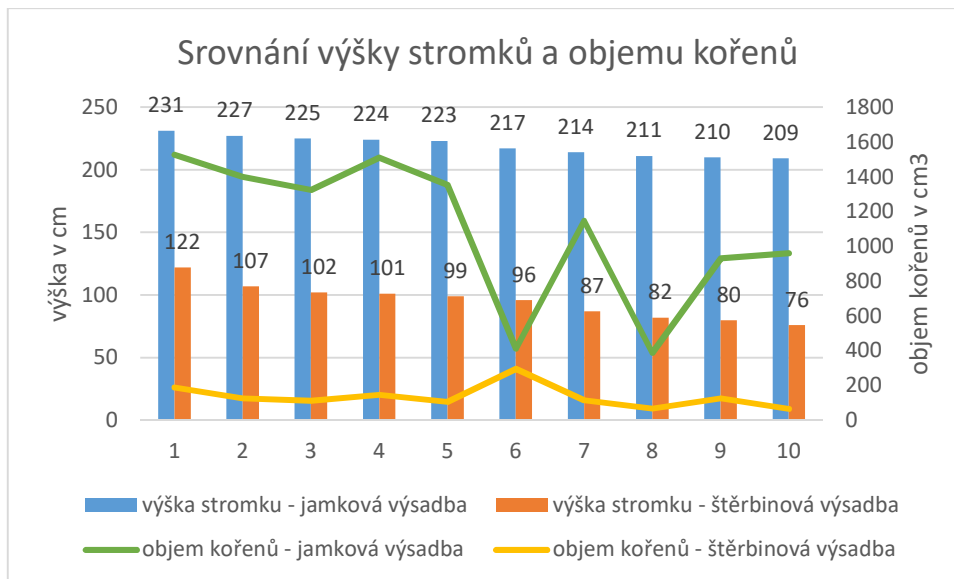
Největší rozdíl byl naměřen u objemu kořenů, kde u štěrbinové výsadby byla tato hodnota oproti jamkové výsadbě nižší o 88 %.

Dále z tabulky můžeme vyčíst, že jedinci mají v poměru ke své výšce stejné přírůsty. Z celkové výšky stromků činil jejich přírůst v obou případech 1/4.

Nejčastější přírůst u jamkové výsadby se pohyboval v intervalu 62-66 cm. Tato hodnota byla zjištěna u 13 jedinců. Více než polovina jedinců pak dosahovala přírůstu většího než 50 cm.

U štěrbinové výsadby byl zjištěn nejčastější přírůst v intervalu 28-32 cm a to u 21 jedinců. Více než 3/4 jedinců na zkusné ploše nepřesáhlo svým přírůstem 40 cm.

U jamkové výsadby nebyly zjištěny žádné výrazné deformace kořenového systému, u štěrbinové výsadby byly ve třech případech.

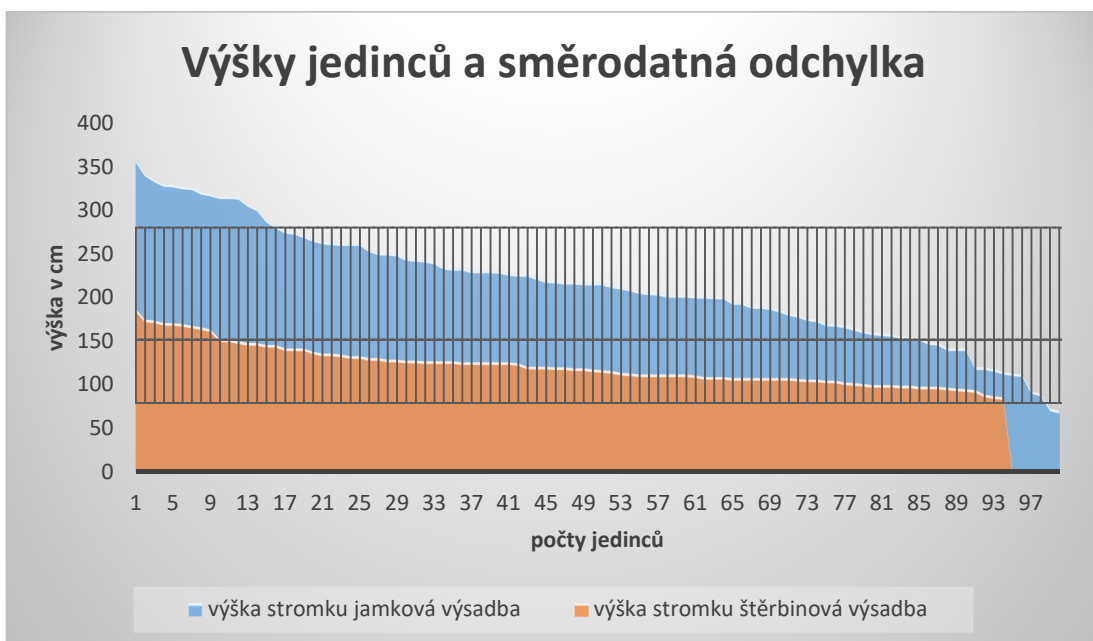


Graf 17 Porovnání výšky stromků, přírůstků a objemu kořenů u jamkové a štěrbinové výsadby

*Zdroj: autor DP*

Dle provedeného výpočtu významnosti rozdílů můžeme s 95% jistotou tvrdit, že rozdíly ve sledovaných parametrech jsou statisticky významné.

Následující graf č. 18 zachycuje výšky jedinců u jamkové a štěrbinové výsadby. V grafu jsou dále zaznamenány jejich směrodatné odchylky. Spodní hranice směrodatné odchylky u výšky stromků jamkové výsadby se dotýká horní hranice směrodatné odchylky výšky stromků štěrbinové výsadby.

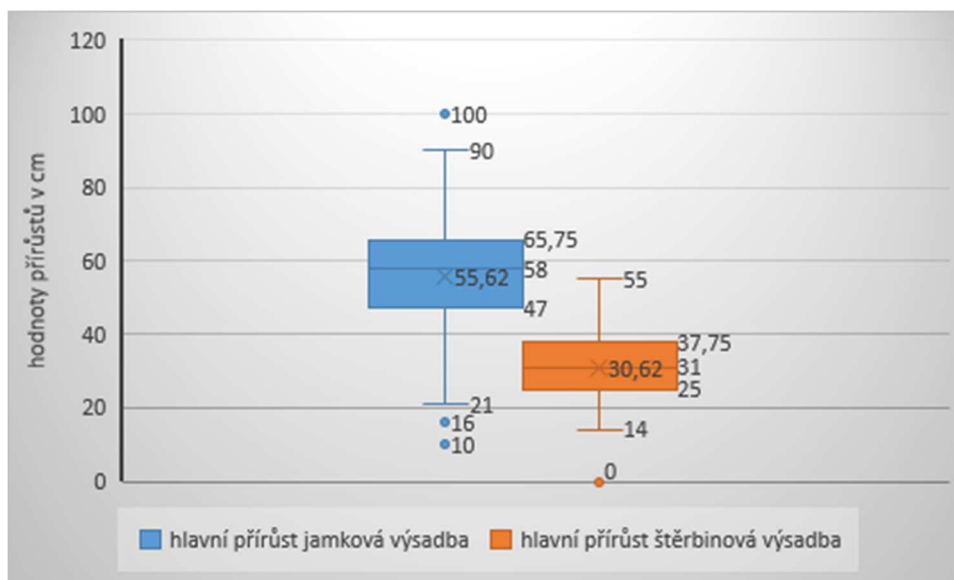


Graf 18 Výška stromků u jamkové a štěrbinové výsadby se směrodatnou odchylkou

*Zdroj: autor DP*

Na 5% hladině chybovosti můžeme tvrdit, že rozdíly ve sledovaných parametrech jsou statisticky významné.

Krabicový graf č. 19 zobrazuje hlavní přírůsty u jamkové a štěrbinové metody, jejich rozptyl, průměrné hodnoty, medián, odlehlé body a dále maximální a minimální hodnoty.

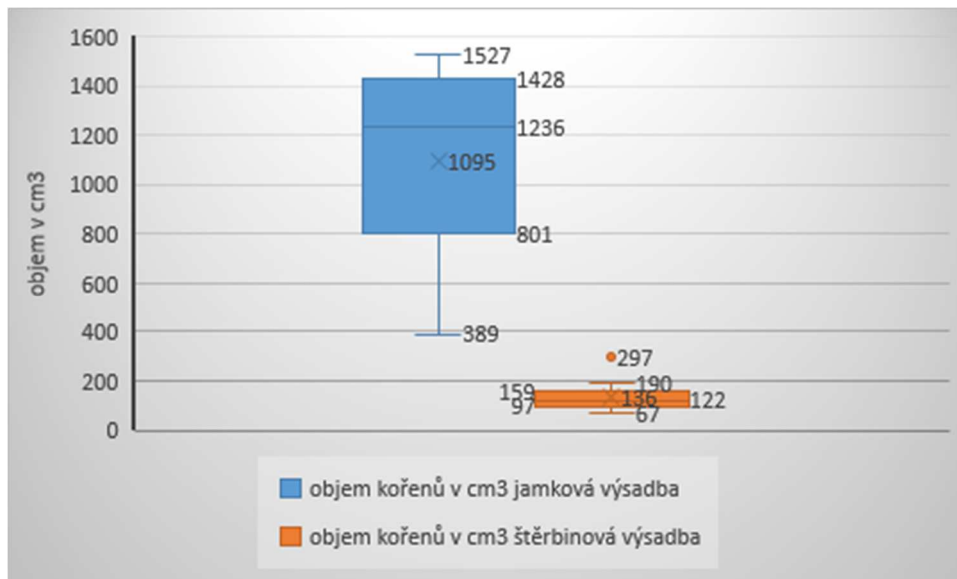


Graf 19 Krabicový graf (boxplot) výšk. přírůstů u jamkové a štěrbinové výsadby

*Zdroj: autor DP*

Rozdíly v tomto parametru jsou mezi jamkovou a štěrbinovou výsadbou s 95% jistotou statisticky významné.

Graf č. 20 zobrazuje rozdíly objemu kořenů u jamkové a štěrbinové metody, jejich rozptyl, průměrné hodnoty, medián, odlehlé body a dále maximální a minimální hodnoty.



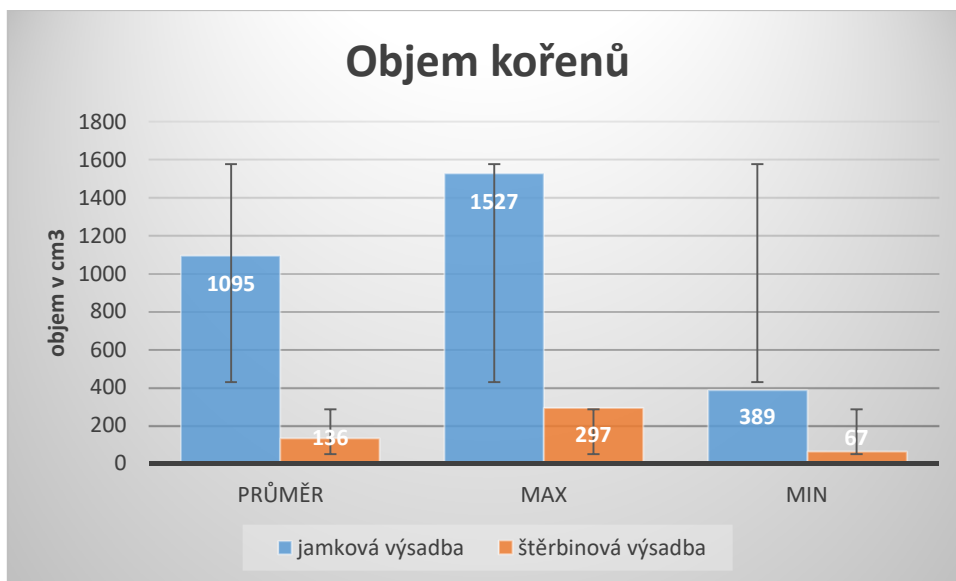
Graf 20 Parametry objemu kořenů pro jamkovou a štěrbinovou výsadbu

*Zdroj: autor DP*

Zjištěné hodnoty, které jsou uvedeny v grafu č. 20, jsou u jamkové výsadby oproti výsadbě štěrbinové několikanásobně vyšší ve všech zjištěných a vypočítaných parametrech.

Na hladině chybovosti 5 % můžeme potvrdit, že zjištěné odchylky u porovnávaných parametrů jsou statisticky významné.

V grafu č. 21 jsou uvedeny (stejně jako v předchozím grafu) průměrné, maximální a minimální hodnoty pro objem kořenů u jamkové a štěrbinové výsadby, kdy navíc je zde zobrazena směrodatná odchylka.



Graf 21 Porovnání průměrných, maximálních a minimálních hodnot u objemu kořenů jamkové a štěrbinové výsadby s vyznačenými směrodatnými odchylkami

Zdroj: autor DP

Rozdíly u všech sledovaných hodnot (výška stromků, přírůst, síla kořenové krčku, objem kořenů) jamkové a štěrbinové výsadby z roku 2012 jsou dle výpočtu významnosti rozdílů s 95% jistotou statisticky významné.

### 5.3 Výsadba v roce 2009 (stáří výsadby 8 let)

#### 5.3.1 Jamková výsadba

V roce 2009 byla v porostu 3B10 patřící do LHC Návarov použita při výsadbě jamková metoda. Plocha, která byla jamkovou metodou zalesněna, vznikla v důsledku ničivého orkánu Kyrill. Na založené zkusné ploše bylo změřeno 100 ks jedinců. Na první pohled je porost dobře zásoben živinami, dosahuje značných přírůstků a bez problému odrostl zvěři a buřeni. Celkový zdravotní stav porostu na uvedené ploše bych označil za výborný.

Na zkusné ploše, i díky provedenému vylepšování, nebyl nalezen uhynulý jedinec. Rovněž nebyl zaznamenán okus zvěří.

Průměrná výška stromů byla necelých 270 cm, s průměrným přírůstkem 67,5 cm a silou kořenového krčku 4,4 cm. Dále byla vypočítána směrodatná odchylka a zaznamenány min a max hodnoty (viz. tabulka č. 17).

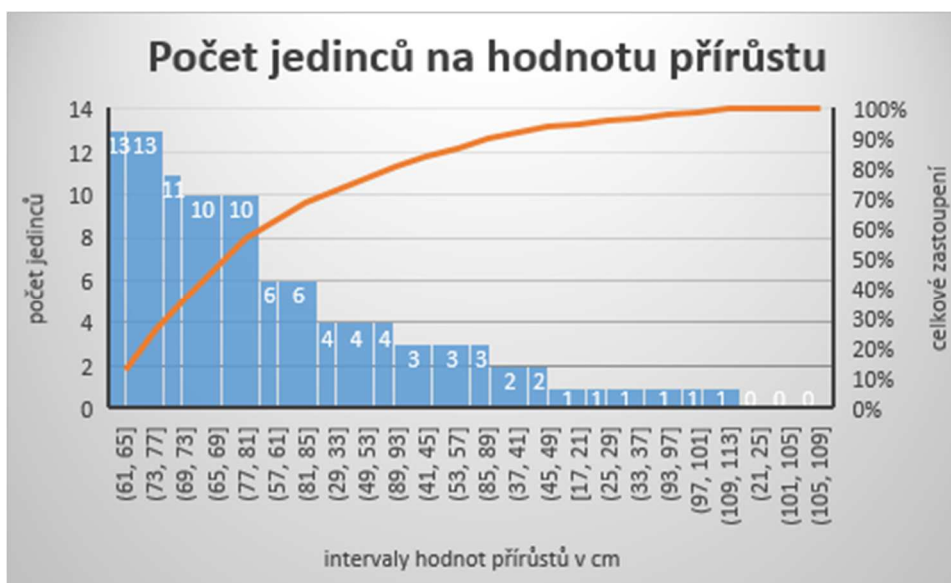
Tabulka 17 Zjištěné hodnoty a statistické údaje u jamkové výsadby

8 let	výška stromku [cm]	hlavní přírůst [cm]	síla koř. krčku [cm]	přírůst k výšce [%]
průměr	269,7	67,5	4,4	25
směrodatná odchylka	54,6	16,6	1,0	
max	385	112	6,5	42
min	90	17	1,7	

Zdroj: autor DP

Průměrný % přírůst k celkové výšce stromku činil 25 %, tzn. že 1/4 z celkové výšky stromku byl jeho přírůst. Maximální zjištěná hodnota přírůstu k celkové výšce byla 42 %.

Nejvíce zastoupený interval hodnoty přírůstu byl v rozmezí 61-65 cm a 73-77 cm, a to shodně u 13 ks jedinců.



Graf 22 Počet jedinců na hodnotu výškového přírůstu u jamkové výsadby

Zdroj: autor DP

Vyzvednutí jedinci dosahovali průměrného vzrůstu 301,4 cm s přírůstem 71,7 cm, silou kořenového krčku 6,6 cm a objemem kořenů 2107 cm<sup>3</sup>. Další parametry jako jsou maximální a minimální naměřené hodnoty jsou uvedeny v následující tabulce.

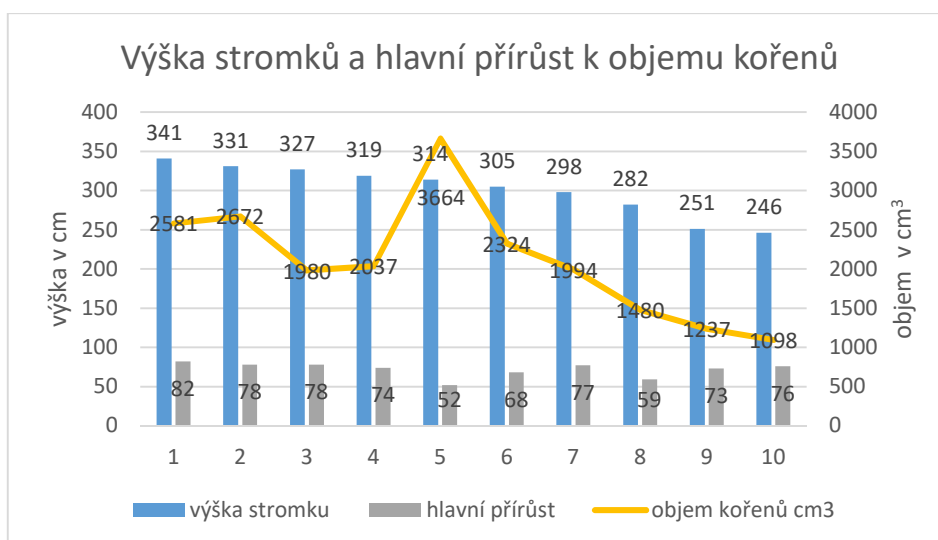
V tomto případě zjištěné parametry již nebyly posouzeny s ČN 48 2115 a to z důvodu, že stromky svou výškou několikanásobně přesahovaly meze hodnot uvedené v normě.

Tabulka 18 Zjištěné parametry u vykopaných sazenic včetně statistických údajů

číslo stromku	výška stromku [cm]	hlavní přírůst [cm]	síla koř. krčku [cm]	objem kořenů [cm <sup>3</sup> ]
1	282	59	6,1	1480
2	314	52	7,3	3664
3	327	78	6,8	1980
4	341	82	7,2	2581
5	246	76	5,6	1098
6	298	77	6,9	1994
7	305	68	7,2	2324
8	331	78	6,9	2672
9	251	73	5,7	1237
10	319	74	6,5	2037
průměr	301,4	71,7	6,6	2107
směrodatná odchylka	32,6	9,4	0,6	761,4
max	341	82	7,3	3664
min	246	52	5,6	1098

Zdroj: autor DP

Následující graf zobrazuje velikost sazenic, jejich přírůst a objem kořenů.



Graf 23 Výška stromků + přírůsty v porovnání s objemem kořenů

Zdroj: autor DP



Z grafu můžeme vyčíst, že u jedinců s průměrnou a postupně klesající výškou do podprůměru klesá i objem jejich kořenů. I přesto jsou jejich přírůsty, až na výjimky, lehce nadprůměrné.

U vyzvednutých jedinců zasázených pomocí jamkové metody v roce 2009 nebyla nalezena žádná výrazná kořenová deformace. Plošný kořenový systém byl rozvinutý s dostatečně dlouhými horizontálními kořeny přesahujícími u některých jedinců délky 120 cm. (viz příloha - fotografie vyzvednutých jedinců zasázených jamkovou metodou v roce 2009)

### 5.3.2 Štěrbínová výsadba

V LHC Návarov v porostu 4C1 byla nalezena plocha, která byla v roce 2009 zalesněna štěrbínovou metodou výsadby. V porostu byla založena zkusná plocha, která obsahovala 100 ks jedinců, kteří byli podrobena měření. Plocha, na které se tento porost nachází, byla v mírném zástínu sousedního porostu, ten se zde již ale nenachází z důvodu orkánu Herwart, který se touto lokalitou prohnal na podzim roku 2017 a způsobil na porostech poměrně rozsáhlé škody. Celkový zdravotní stav porostu na uvedené ploše bych označil za velmi dobrý. Na ploše se díky vylepšení nenacházeli žádní uhynulí jedinci, ani nebyl zjištěn okus zvěří. Zkoumaná plocha byla zarostlá buřeni, která však výsadbu již neohrožovala, neboť tato již byla tomuto nepříznivému vlivu odrostlá.

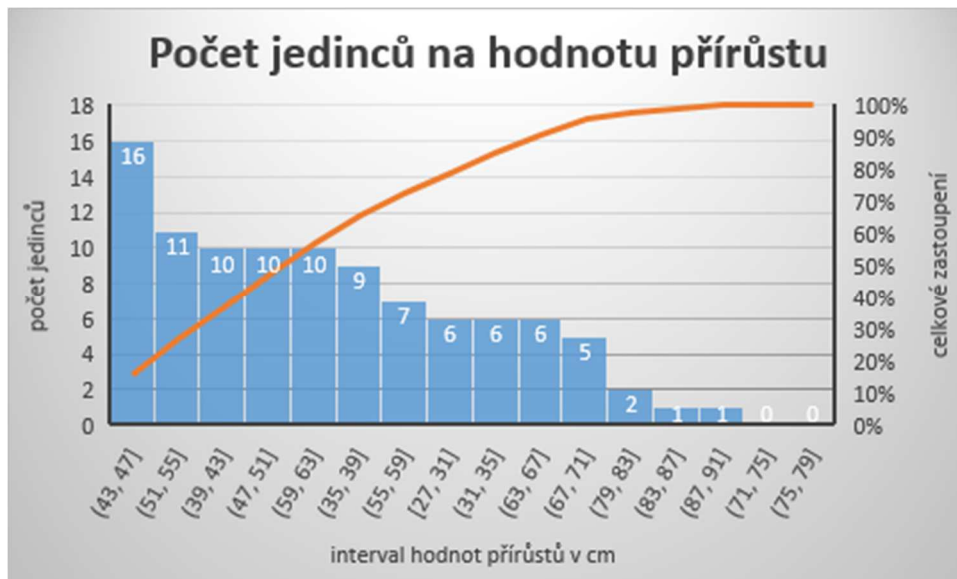
Průměrná výška stromu byla necelých 217 cm s průměrným přírůstem 50,3 cm a silou kořenového krčku 5 cm. I zde byla vypočítána směrodatná odchylka a zaznamenány min a max hodnoty (viz. tabulka č. 19).

Tabulka 19 Zjištěné hodnoty a statistické údaje u štěrbínové výsadby

8 let	výška stromku [cm]	hlavní přírůst [cm]	síla koř. krčku [cm]	přírůst k výšce [%]
průměr	217,1	50,3	5,0	23
směrodatná odchylka	40,3	12,9	1,0	
max	328	89	7,9	33
min	139	27	2,6	

*Zdroj: autor DP*

Průměrným přírůstem k výšce stromku byla zhruba jeho 1/4 z celkové výšky. Nejčastějším přírůstem byla hodnota v intervalu 43-47 cm a to u 16 jedinců.



Graf 24 Počet jedinců na hodnotu výškového přírůstu u štěrbínové výsadby

Zdroj: autor DP

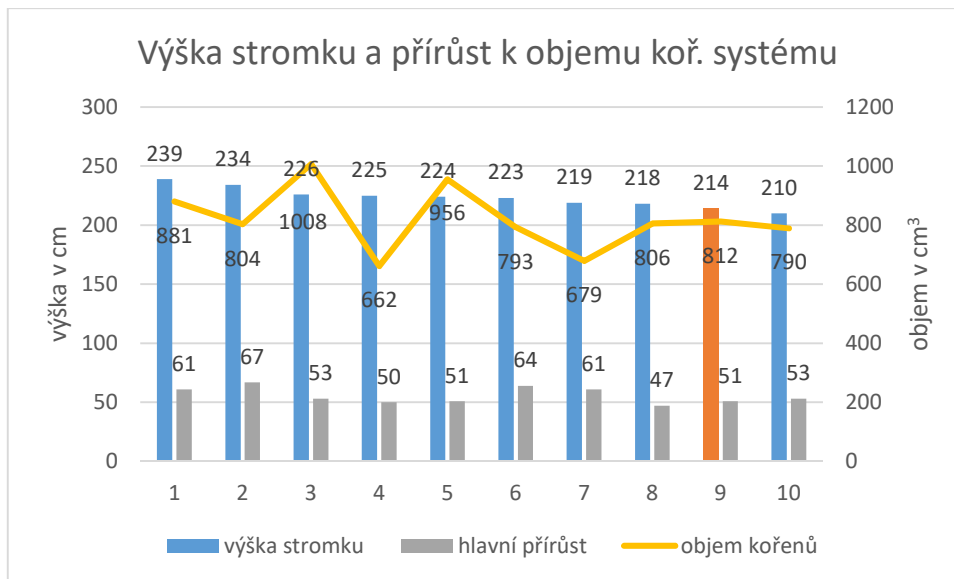
Následující tabulka zobrazuje hodnoty vyzvednutých jedinců. U jednoho jedince byla zjištěna výraznější deformace v koř. systému. Tento je v tabulce č. 20 vyznačen červeně.

Tabulka 20 Zjištěné parametry u vykopaných sazenic včetně statistických údajů

číslo stromku	výška stromku [cm]	hlavní přírůst [cm]	síla koř. krčku [cm]	objem kořenů [cm <sup>3</sup> ]
7	239	61	4,5	881
4	234	67	4,3	804
5	226	53	4,9	1008
1	225	50	4,7	662
6	224	51	4,7	956
9	223	64	4,4	793
2	219	61	4,2	679
10	218	47	4,5	806
8	214	51	3,9	812
3	210	53	4,1	790
průměr	223,2	55,8	4,4	819
směr. odchylka	8,7	6,8	0,3	107,8
max	239	67	4,9	1008
min	210	47	3,9	662

*Zdroj: autor DP*

Jedinec, u kterého byla nalezena kořenová deformace, patřil mezi nejnižší a i v ostatních sledovaných parametrech dosáhl podprůměrných hodnot. Síla jeho kořenové krčku byla ze všech nejslabší a jako jediná nepřesáhla hodnotu 4 cm. Jedinec se zjištěným deformovaným kořenem je v grafu označen červeně.



Graf 25 Výška stromků + přírůsty v porovnání s objemem kořenů

Zdroj: autor DP

Zjištěná deformace koř. systému u šterbinového způsobu výsadby z roku 2009



Obrázek 7 Kořenové deformace u výsadby z roku 2009 - stáří výsadby 8 let

Zdroj: autor DP

### 5.3.3 Porovnání jamkové a šterbinové výsadby z roku 2009

Následující tabulka č. 21 porovnává hodnoty zjištěné u 100 ks jedinců vysázených jamkovou a šterbinovou metodou. Průměrný objem kořenů byl získán z 10 ks vyzvednutých sazenic.

Tabulka 21 Porovnání zjištěných údajů u pěti letých sazenic jamkové a štěrbínové výsadby

stáří výsadby 8 let	průměrná výška sazenic [cm]	průměrný přírůst [cm]	průměrná síla kořen. krčku [cm]	průměrný objem kořenů [cm <sup>3</sup> ]	průměrný přírůst k výšce [%]	úmrtnost [%]
jamková výsadba	269,7	67,5	4,4	2107	25	0
štěrbínová výsadba	217,1	50,3	5,0	819	23	0

*Zdroj: autor DP*

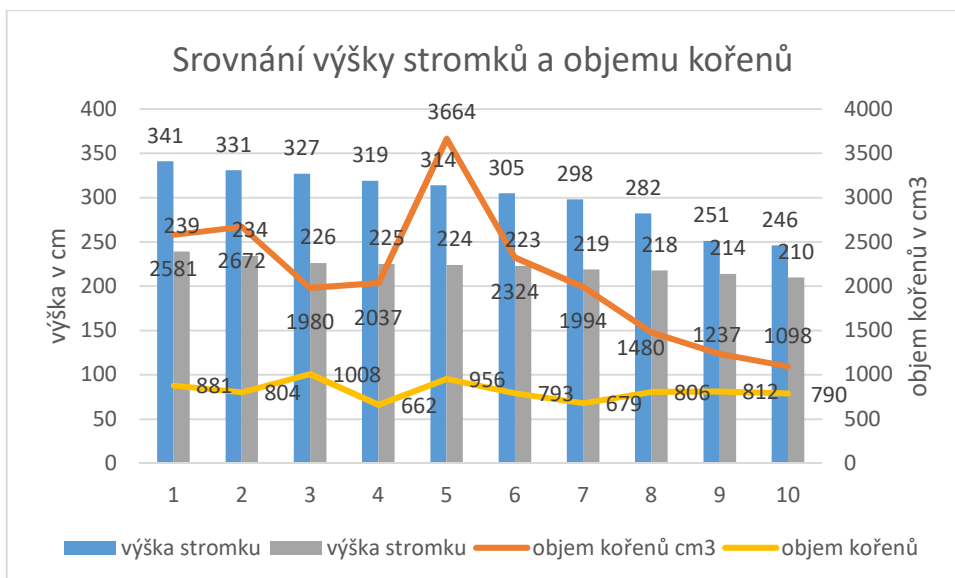
Průměrná výška stromků je u štěrbínové metody menší o 19 %, průměrný přírůst stromků je u jamkové výsadby větší o 34 %. Průměrná síla kořenového krčku je u stromků vysázených štěrbínovou metodou větší o 12 % oproti výsadbě jamkové. Největší rozdíl byl v objemu kořenů, kde u štěrbínové výsadby byl menší o 61 % oproti výsadbě jamkové.

Poměr přírůstů k celkové výšce stromku u jamkové a štěrbínové výsadby byl téměř stejný, zhruba 1/4 z celkové výšky.

U jamkové výsadby nejvíce zastoupený interval hodnoty přírůstu byl v rozmezí 61-65 cm a 73-77 cm a to shodně u 13 ks jedinců.

Nejčastějším přírůstem u štěrbínové výsadby byla hodnota v intervalu 43-47 cm a to u 16 jedinců.

U jamkové výsadby nebyla nalezena žádná deformace kořenového systému, u štěrbínové výsadby pak v jednom případě.

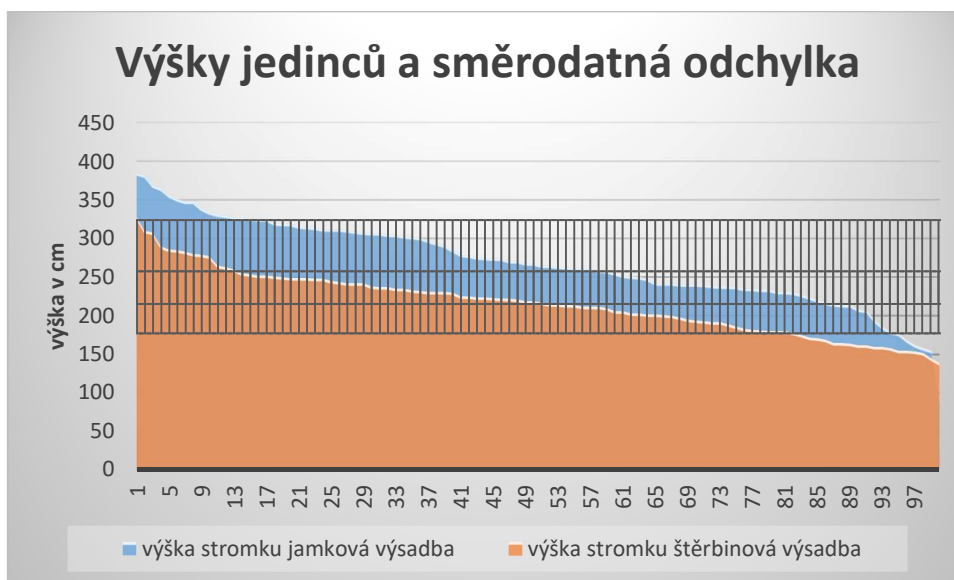


Graf 26 Porovnání výšky stromků, přírůstků a objemu kořenů u jamkové a štěrbinové výsadby

Zdroj: autor DP

Dle provedeného výpočtu významnosti rozdílů můžeme s 95% jistotou tvrdit, že rozdíly ve sledovaných parametrech jsou statisticky významné.

Následující graf č. 27 zachycuje výšky jedinců u jamkové a štěrbinové výsadby. V grafu jsou dále zaznamenány jejich směrodatné odchylky.

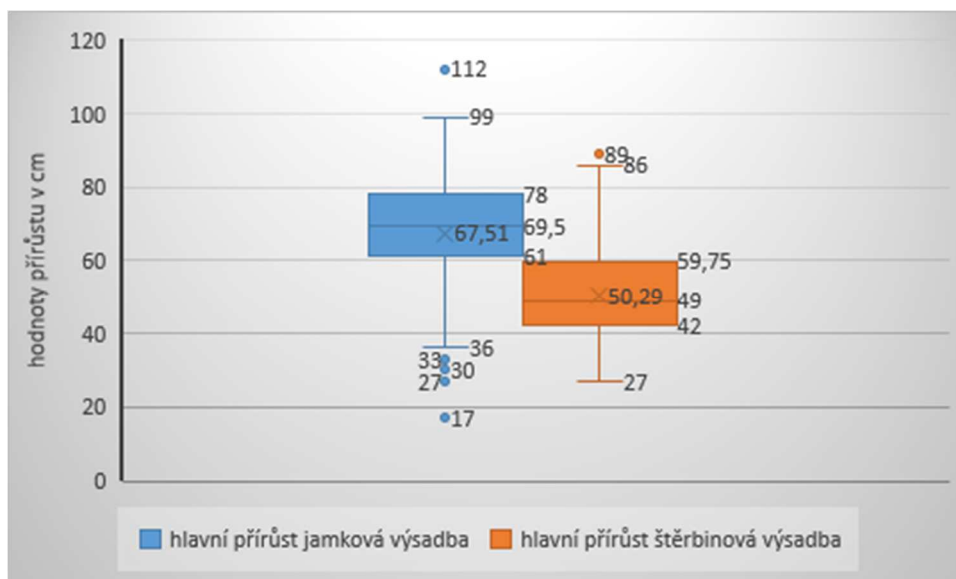


Graf 27 Výška stromků u jamkové a štěrbinové výsadby se směrodatnou odchylkou

Zdroj: autor DP

Na 5% hladině chybovosti můžeme tvrdit, že rozdíly ve sledovaných parametrech jsou statisticky významné.

Za pomoci krabicového grafu porovnáme hodnoty přírůstů u jamkové a štěrbinové metody, jejich rozptyl, průměrné hodnoty, medián, odlehlé body a dále maximální a minimální hodnoty.

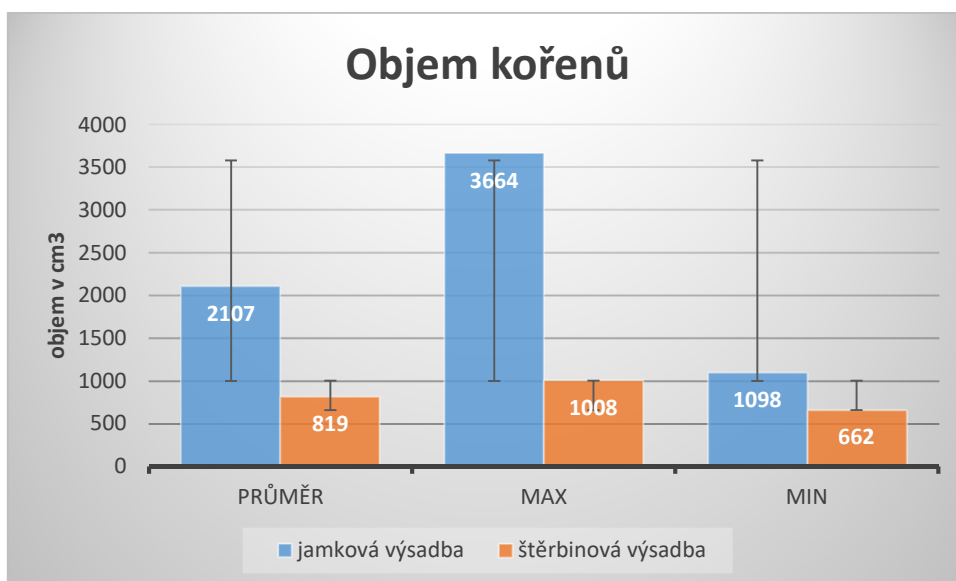


Graf 28 Krabicový graf (boxplot) výšk. přírůstů u jamkové a štěrbinové výsadby

Zdroj: autor DP

Rozdíly v tomto parametru jsou mezi jamkovou a štěrbinovou výsadbou s 95% jistotou statisticky významné.

V grafu č. 29 jsou uvedeny průměrné, maximální a minimální hodnoty pro objem kořenů u jamkové a štěrbinové výsadby a dále je zde zobrazena směrodatná odchylka.

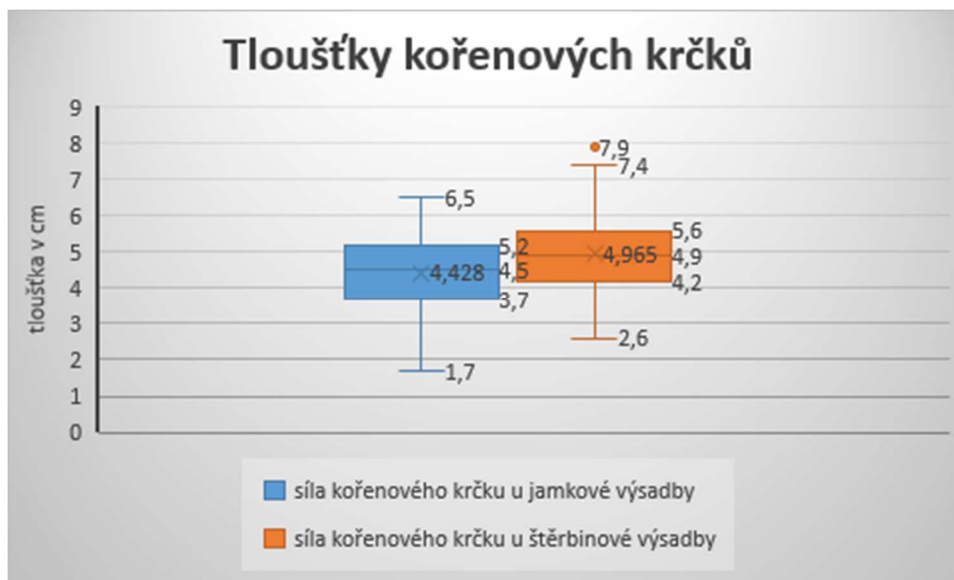


Graf 29 Porovnání průměrných, maximálních a minimálních hodnot u objemu kořenů jamkové a štěrbinové výsadby s vyznačenými směrodatnými odchylkami

Zdroj: autor DP

Rozdíl ve sledované hodnotě je dle provedeného výpočtu významnosti rozdílů na 5% hladině chybovosti statisticky významný.

V následujícím grafu byly porovnány tloušťky kořenových krčků u jamkové a štěrbínové výsadby. Průměrná tloušťka u štěrbínové výsadby byla o 12 % větší než u výsadby jamkové.



Graf 30 Posouzení tloušťky kořenového krčku u jamkové a štěrbínové výsadby

Zdroj: autor DP

Provedeným výpočtem můžeme na 5% hladině chybovosti tvrdit, že rozdíl ve sledovaných hodnotách není v tomto případě statisticky významný.

## 5.4 Celkové srovnání jamkové a štěrbínové výsadby

Nyní provedeme srovnání použitých způsobů výsadby ve všech sledovaných obdobích.

Tabulka 22 Celkové srovnání zjištěných hodnot u jamkové a štěrbínové metody

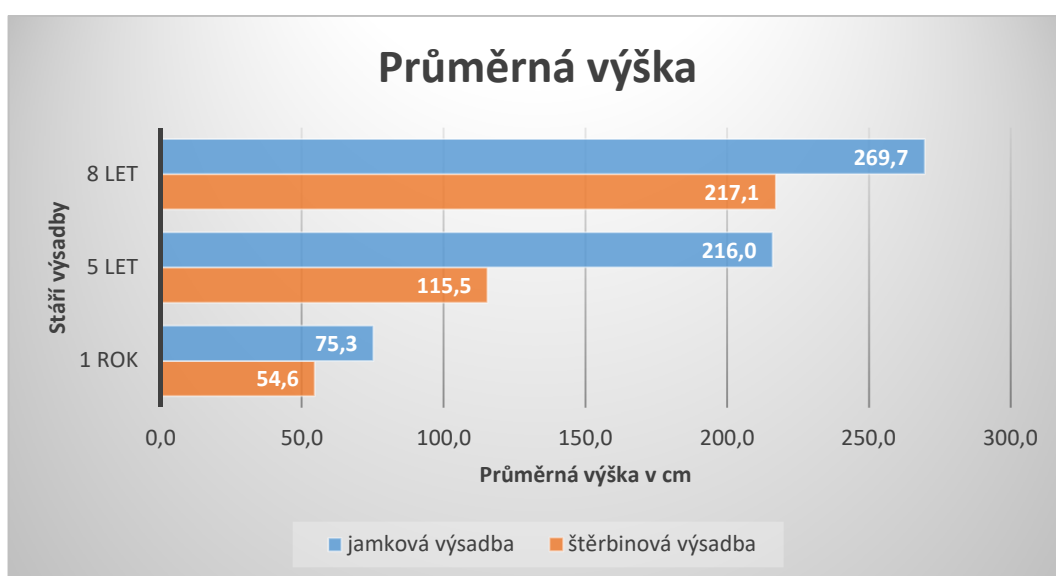
celkové srovnání	stáří výsadby	průměrná výška sazenic	průměrný přírůst	průměrná síla kořenového krčku	průměrný objem kořenů	průměrný přírůst k výšce	zjištěné deformace	úmrtnost
jamková výsadba	1 rok	75,3 cm	31,3 cm	1,8 cm	131 cm <sup>3</sup>	36%	0 ks	9%
	5 let	216 cm	55,6 cm	4,3 cm	1095 cm <sup>3</sup>	26%	0 ks	0%
	8 let	269,7 cm	67,5 cm	4,4 cm	2107 cm <sup>3</sup>	25%	0 KS	0%
štěrbínová výsadba	1 rok	54,6 cm (-28%)	11,9 cm (-62%)	1,2 cm (-32%)	58 cm <sup>3</sup> (-56%)	19%	3 ks	13%
	5 let	115,5 cm (-47%)	30,6 cm (-45%)	2,1 cm (-52%)	136 cm <sup>3</sup> (-88%)	25%	3 ks	6%
	8 let	217,1 cm (-19%)	50,3 cm (-26%)	5,0 cm (12%)	819 cm <sup>3</sup> (-61%)	23%	1ks	0%

Zdroj: autor DP



Procenta za naměřenými hodnotami v případě štěrbínové výsadby udávají, o kolik je štěrbínová výsadba menší oproti výsadbě jamkové, s výjimkou parametru „průměrná síla kořenového krčku“, kde kladná hodnota značí opak. Rozdíl mezi jamkovou a štěrbínovou výsadbou v tomto zmíněném parametru jako jediný nebyl na základě provedeného výpočtu na 5% hladině chybovosti statisticky významný. Rozdíly ve všech ostatních parametrech statisticky významné byly.

Následující graf porovnává průměrnou výšku sazenic. Z grafu je patrné, že průměrná výška sazenic je u štěrbínové výsadby v každém sledovaném roce nižší a to minimálně o 19 % v případě 8 leté výsadby.

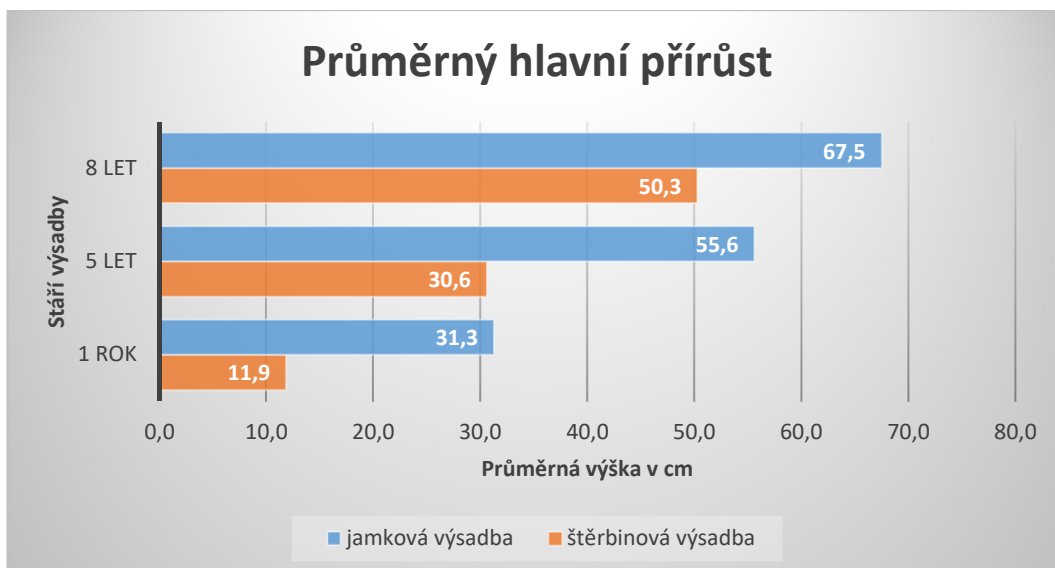


Graf 31 Průměrné výšky sazenic ve sledovaných obdobích u jamkové a štěrbínové výsadby

*Zdroj: autor DP*

Na 5% hladině chybovosti můžeme tvrdit, že rozdíly ve výškách sazenic pro všechna sledovaná období byly na základě provedených výpočtů statisticky významné.

V následujícím grafu porovnáme průměrné přírůsty. Největší % rozdíl v průměrném přírůstu byl nalezen u roční výsadby, kde hodnota průměrného přírůstu štěrbínové výsadby v porovnání s jamkovou byla o 62% menší.

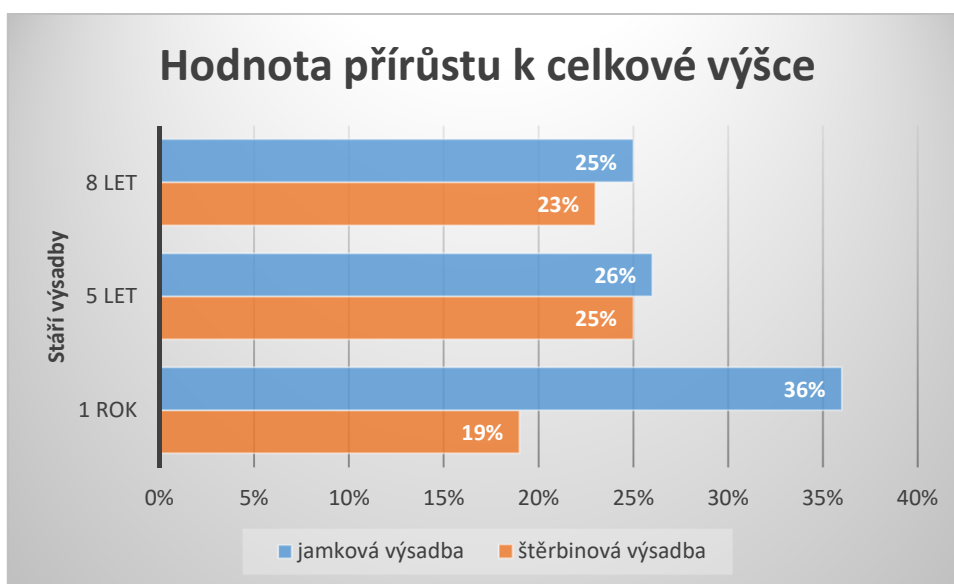


Graf 32 Průměrné výškové přírůsty sazenic ve sledovaných obdobích u jamkové a štěrbinové výsadby

*Zdroj: autor DP*

Dle provedených výpočtů významnosti rozdílů můžeme s 95% jistotou tvrdit, že rozdíly ve všech sledovaných obdobích jsou pro tento parametr statisticky významné.

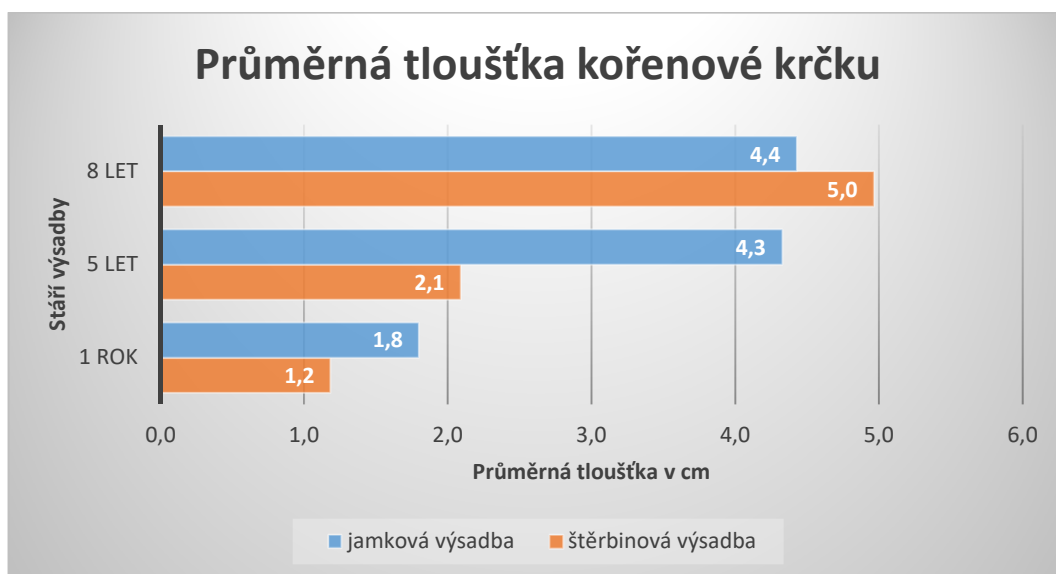
V následujícím grafu jsou porovnány hodnoty průměrných přírůstů k celkové výšce stromku. Kromě ročních sazenic měly stromky v poměru ke své výšce obdobné přírůsty.



Graf 33 Porovnání průměrných výškových přírůstů k celkové výšce stromku u jamkové a štěrbinové výsadby

*Zdroj: autor DP*

Nyní porovnáme průměrnou tloušťku kořenového krčku u jamkové a štěrbinové výsadby. V prvním a pátém roce byla tloušťka kořenového krčku silnější u jamkové výsadby, u 8letých jedinců byla síla kořenového krčku větší u štěrbinové výsadby.

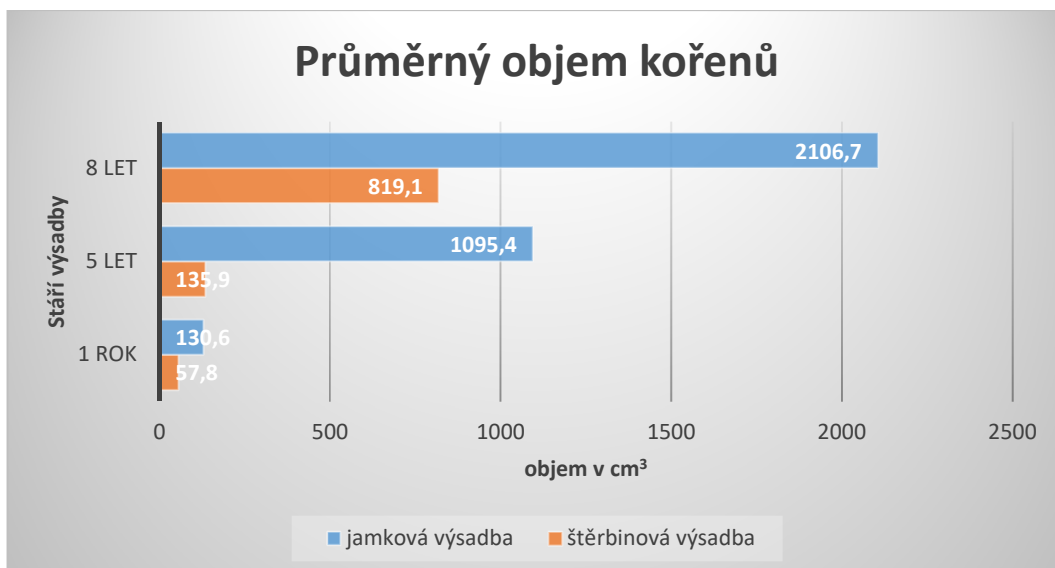


Graf 34 Průměrné tloušťky kořenového krčku ve sledovaných obdobích u jamkové a štěrbinové výsadby

Zdroj: autor DP

Zatímco v prvním a pátém roce byly dle provedených výpočtů významnosti s 95% jistotou rozdíly statisticky významné, u jedinců osmi letých rozdíly na hladině 5% chybovosti statisticky významné nebyly.

Největší rozdíly mezi jamkovou a štěrbinovou výsadbou byly zjištěny u objemu jejich kořenů, což porovnává následující graf č. 35.



Graf 35 Průměrný objem kořenů u roční, pětileté a osmileté jamkové a štěrbinové výsadby

*Zdroj: autor DP*

Dle provedených výpočtů významnosti rozdílů můžeme s 95% jistotou tvrdit, že rozdíly ve všech sledovaných obdobích jsou pro tento parametr statisticky významné.

Největší rozdíl byl zjištěn u pětileté výsadby, kde jedinci vysázení štěrbinovou metodou měli objem kořenů menší oproti jamkové metodě o 88%.

Nejen, že rozdíly v objemu kořenů mezi jamkovou a štěrbinovou metodou byly významné, u štěrbinové metody navíc byly zjištěny i deformace kořenového systému v následujících počtech.

Tabulka 23 Zjištěné deformace v jednotlivých letech výsadby

zjištěné deformace	1 rok [ks]	5 let [ks]	8 let [ks]
jamková výsadba	0	0	0
štěrbinová výsadba	3	3	1

*Zdroj: autor DP*

Nejhůře v tomto porovnání dopadla výsadba 5letých sazenic, kde kromě zjištěných deformací další dva jedinci nevyhovovali v některých parametrech normě ČN 48 2115. Celkem tedy polovina z vyzvednutých 5letých jedinců štěrbinové výsadby nějakým způsobem nevyhovovala stanoveným požadavkům.

V případě jamkové výsadby nebyl zjištěn žádný z výše uvedených nedostatků, přestože v případě ročních sazenic při porovnání s normou ČN 48 2115 někteří jedinci vyhověli jen těsně.

## 5.5 Finanční zhodnocení

Na základě zjištění od několika místních živnostníků, kteří se zabývají pracemi v lese, byla stanovena průměrná cena za zasazenou sazenici do nepřipravené půdy. V případě jamkové metody, do jamky 25 cm x 25 cm, se jednalo o průměrnou cenu 4,50 Kč/ks a v případě metody štěrbínové byla zjištěna průměrná cena 2,50 Kč/ks.

Při sadbě v počtu 4000 ks/ha, kdy tento počet vychází z vyhlášky č. 139/2004 Sb. dle daného hospodářského souboru a použitého druhu dřeviny, na nichž se zkusné plochy nachází, se jedná o výdělky uvedené v následující tabulce.

Tabulka 24 Výdělky při výsadbě 4000ks sazenic smrku/ha

Způsob výsadby	částka při 4000/ha
jamková výsadba 4,50 Kč/ks	18 000 Kč
štěrbínová výsadba 2,50 Kč/ks	10 000 Kč

*Zdroj: autor DP*

## 6 Diskuze

Lze souhlasit s Pejcharem (in Prokop, 2004), který uvádí, že kořenový systém se vzhledem ke svému umístění a velikosti těžko zkoumá a je třeba vyvinout, zvláště u starších sazenic, poměrně značné úsilí při jeho vyzvednutí ze země. Na toto upozorňuje i Slodičák a kol. (2005).

V porovnání jamkové a šterbinové výsadby vyšla jednoznačně lépe výsadba jamková a to prakticky ve všech sledovaných parametrech.

U ročních sazenic nebyla v případě jamkové výsadby zjištěna žádná výrazná kořenová deformace a celkový zdravotní stav zkusné plochy i celého nového porostu byl označen za velmi dobrý. Průměrný přírůst k celkové výšce stromku byl více jak třetinový. Kořeny byly dostatečně vyvinuté s dostatečným podílem objemu jemných kořenů v objemu celého kořenového systému a dostačující byl i poměr objemu kořenového systému k objemu nadzemní části.

Šterbinová výsadba ročních sazenic si vedla v porovnání s jamkovou výsadbou o poznání hůře. Na první pohled byly sazenice menší, ve výpočtu v průměru o 28 %, s menším průměrným přírůstem, oproti jamkové výsadbě dokonce o 62 %. Sazenice měly také menší kořenový krček a v neposlední řadě také objem kořenů. U kořenů byly zjištěny deformace, a to ve třech případech z deseti. Deformace spočívaly zejména ve zploštění kořenů, kdy jejich tvar kopíroval tvar šterbiny vytvořené rýčem, který byl použit při výsadbě. Dá se tedy odvodit, že kořeny vyplnily šterbinu vytvořenou rýčem, dále se nerozrostly v důsledku neprokypření okolí šterbiny (kořeny neprorostly hladkou stěnou šterbiny) a na kořenech se vytvořily tzv. strbouly. Ke stejným příčinám tvorby těchto kořenových deformací a jejich vzniku dospěli ve své publikaci také autoři Palátová, Mauer (2004).

Dalším poznatkem, který byl při vyzvedávání sazenic zjištěn, že na sazenice sázené šterbinovou metodou nebylo třeba použít k jejich vyzvednutí takové síly jako v případě sazenic sázených jamkovou metodou. Z toho lze usoudit, že lépe zakořeněné sazenice v půdě byly u jamkové výsadby.

Největší rozdíly mezi zkoumanými metodami výsadby byly zjištěny u pěti leté výsadby. Jamková výsadba byla v době výzkumu odrostlá negativním vlivům zvěře a buřeně. Průměrná výška sazenic přesahovala 2 m, průměrný přírůst pak 0,5 m. Nejčastějším

přírůstem byly hodnoty v intervalu 62–66 cm a to u 13 jedinců. Více než 50 % jedinců dosáhlo přírůstu 50 cm a více. U žádného jedince nebyla zjištěna výrazná kořenová deformace.

Na ploše kde se nacházela 5letá šterbinová výsadba, bylo stále nutné provádět vyžínání. Průměrná výška sazenic přesáhla 1 m a průměrný přírůst dosáhl 30 cm. Nejčastější přírůst byl v intervalu 28–32 cm a to u 21 ks jedinců. Více než 75 % jedinců na zkusné ploše nemělo větší přírůst než 40 cm.

Sazenice dosáhly ve všech sledovaných parametrech v porovnání s jamkovou výsadbou zhruba polovičních hodnot s výjimkou objemu kořenů, kde byl rozdíl vůbec největší. Ve třech případech byly zjištěny výrazné kořenové deformace, tzv. strbouly. Rozdíly ve všech sledovaných parametrech byly na základě provedených výpočtů označeny jako statisticky významné.

Vliv na takto značné rozdíly má v našem případě pravděpodobně i poloha a umístění ploch. Zatímco plocha zalesněná jamkovou metodou se nacházela na osluněném svahu a smrk zde má pro růst takřka ideální podmínky, což dokazují i značné přírůsty a celkový stav sazenic, plocha osázená šterbinovou metodou byla ze tří stran obklopena vzrostlým porostem. Zvolené stanovištní podmínky pro smrk tak nebyly ideální. Na toto upozorňuje ve svém článku i Mauer (2004), který uvádí několik aspektů, jako například nerespektování stanovištních podmínek a druhu vysazované dřeviny a nevhodnou přípravu stanoviště. Na vliv půdních podmínek (obsah kyslíku, vodní poměr) a obsah živin upozorňuje i Musil (2002).

Osmileté sazenice byly u obou metod odrostlé negativním vlivům a nový porost byl zajištěn, tak jak zákon vyžaduje. Přesto se opět mezi oběma metodami našly rozdíly, které ve většině případů byly statisticky významné. Kromě výšky stromků a průměrného přírůstu, kdy tyto hodnoty byly u šterbinové výsadby menší o 19 %, respektive o 26 %, byl největší rozdíl opět v objemu jejich kořenů. U šterbinové výsadby byl menší o 61 %. Všechny tyto parametry byly dle výpočtů statisticky významné.

Zajímavostí je síla kořenové krčku, kdy u šterbinové výsadby byla poprvé zjištěna větší průměrná hodnota než u výsadby jamkové. Rozdíl v těchto hodnotách však nebyl statisticky významný. U šterbinové výsadby byla zjištěna kořenová deformace v jednom případě, u jamkové výsadby zjištěna nebyla.

Zda měly zjištěné deformace přímý vliv na vývoj nadzemní části, není úplně jednoznačné. Sazenice s deformovaným kořenem sice dosahovaly spíše podprůměrných hodnot, těch ale dosahovaly i sazenice s kořeny, kde deformace zjištěny nebyly. Také dle Mauera (2004) jednoznačně nelze podle růstové reakce nadzemní části stromu usuzovat, zda má či nemá deformované kořeny.

Jsou-li na stanovišti příznivé podmínky, nemusí se vliv deformace na nadzemní část projevit ihned. To, že kořenový systém není v pořádku, se může projevit v případě, že na stanovišti pominou příznivé podmínky a kořen je vystaven zvýšenému stresu, např. suchu, nebo naopak mokru, mrazu apod., jak uvádí Mauer (2004).

Leugner (2011) ve svém článku odkazuje na Mauera, který se podrobně věnuje zkoumání kořenového systému. Výsledky výzkumu poukazují na to, že dochází k velkým rozdílům mezi charakteristikami kořenových systémů u poškozených a nepoškozených stromů přibližně stejně starých a vysokých jedinců. Stejně jako v této práci, i z jejich výsledků jsou patrné výrazné rozdíly v některých charakteristikách kořenových systémů mezi zdravými a nemocnými jedinci.

Při řešení problematiky spojené se štěrbínovou výsadbou byla od majitele Lesní školky Jesenný získána informace, že zákazníci, kteří chtějí smrk sázet touto metodou, si již dopředu cíleně žádají sazenice spíše menšího vzrůstu s menšími kořeny. Již od počátku je tedy proveden negativní výběr sazenic, kdy pro štěrbínovou výsadbu jsou upřednostněny sazenice slabší a méně kvalitní. Tento výběr má tak jistě vliv i na počáteční významné rozdíly ve sledovaných hodnotách.

Sazenice vybrané tímto způsobem jsou zvýhodněny svou cenou a vzhledem k levnější výsadbě za pomoci rýče je tato metoda jistě z počátku finančně lákavější. V této diplomové práci jsem však ověřil, že zatímco 5leté sazenice vysázené jamkovou metodou již negativním vlivům byly odrostlé, u stejně starých sazenic sázených štěrbínovou metodou bylo stále ještě nutné vyžínat, vzhledem k jejich výšce také provádět nátěry proti okusu a v neposlední řadě, vzhledem k vyšší úmrtnosti, také vylepšovat plochu.

Na správnost a objektivnost hodnocení sadebního materiálu v lesních školkách upozorňuje i Kolín (2001), který uvádí, že pro školkaře je výhodné docílit vysoké produkce sadebního materiálu, ale mnohdy na úkor kvality.

Lindstrom (1995) uvádí, že problémy deformace kořenových systémů nejsou v žádném případě ojedinělým jevem, což se také potvrdilo i v této práci.



## 7 Závěr

Hlavním cílem práce bylo zhodnotit vliv výsadby na stav a vývoj kořenové systému, který je základem stromu, upevňuje jej v zemi, prostřednictvím kořene přijímá strom vodu a v ní rozpuštěné minerální látky a zároveň je kořen zásobním orgánem. Navzdory jeho důležitosti a četným funkcím není, vzhledem ke svému umístění, prozkoumán tolik jako nadzemní části stromu. Způsob výsadby může již od počátku ovlivnit, jakým způsobem se kořen, potažmo i rostlina a následně také celý porost, bude vyvíjet.

Byly porovnány dvě nejčastější metody výsadby smrku ztepilého, metoda jamková a metoda šterbinová. Porovnávány byly sazenice vysázené těmito metodami rok, pět a osm let po jejich výsadbě.

Výška sazenic u jamkové a šterbinové metody byla rozdílná již v prvním roce výsadby, kdy jamková výsadba vykazovala větší výšku o 38 % oproti výsadbě šterbinové. Tento rozdíl byl na základě provedeného výpočtu statisticky významný. Takto významný rozdíl může být zapříčiněn také v důsledku výběru sazenic, které si i v případě sazenic smrku žádají zákazníci mající v úmyslu smrk sázet šterbinovou metodou. Bylo zjištěno, že zákazníci si žádají sazenice menšího vzrůstu s menším objemem kořenů.

U pětiletých sazenic se rozdíl ve výšce ještě zvýraznil, sazenice vysázené jamkovou metodou byly již v tuto dobu odrostlé negativním vlivům a porost byl zajištěn tak, jak to zákon vyžaduje. V případě šterbinové výsadby byla výška sazenic menší téměř o polovinu. Bylo tak nutné i nadále provádět ožínání a případně další ochranu před zvěří. Objektivně je nutné uvést, že ačkoliv údaje o porostech (nadmořská výška, HS a SLT) byly v podstatě identické, umístění jamkové výsadby bylo z pohledu geografického výhodnější. U jamkové výsadby se jednalo o mírně svažité, osluněný prostor bez bezprostředního clonění dospělým porostem. Šterbinová výsadba se nacházela v údolí a ze tří stran bezprostředně obklopena porostem mýtního věku.

I po osmi letech od výsadby si šterbinová metoda zachovala v průměrné výšce oproti jamkové metodě rozdíl ve výši 19 %. V tuto dobu byla i šterbinová výsadba odrostlá negativním vlivům a kultura zajištěna dle zákona. Rozdíly ve výškách stromků ve všech sledovaných obdobích byly na základě provedených výpočtů vyhodnoceny jako statisticky významné.

Rozdíly mezi jamkovou a štěrbínovou metodou v průměrném přírůstu ve sledovaných obdobích byly značné a stejně jako u výšky stromků, také statisticky významné. Nejmenší rozdíl byl u 8letých jedinců, kde průměrný přírůst u štěrbínové výsadby byl o 26 % menší oproti výsadbě jamkové. Nejvyšší rozdíl byl u ročních jedinců, který dosahoval více než poloviny.

Síla kořenového krčku byla u štěrbínové metody v prvním roce menší o 32 %, v případě pětileté výsadby byla síla kořenového krčku oproti jamkové výsadbě téměř poloviční. Opět tyto hodnoty byly vyhodnoceny jako statisticky významné. U osmiletých sazenic byla síla kořenového krčku větší u štěrbínové výsadby a to o 12 %, rozdíl v hodnotách však nebyl statisticky významný.

Největší rozdíly byly zjištěny v případě kořenů. U jamkové výsadby nebyly v žádném sledovaném období zjištěny výraznější deformace, u štěrbínové výsadby byly v prvním roce zjištěny deformace u 3 jedinců, v pátém roce také u třech jedinců a v osmém roce byla nalezena jedna deformace kořenového systému. Rozdíly v objemech kořenových systémů byly v každém roce mezi štěrbínovou a jamkovou výsadbou několikanásobné. Přestože nejmenší rozdíl byl v prvním roce, byla hodnota tohoto rozdílu 56 %. Rozdíly v objemech kořenů byly statisticky významné ve všech sledovaných obdobích.

Z provedeného výzkumu na uvedených plochách vyplývá, že způsob výsadby může výrazně ovlivnit celkový stav sazenic, tzn. jejich růst, přírůst a zejména pak stav a vývoj jejich kořenových systémů.

Vzhledem k výrazným rozdílům ve sledovaných hodnotách musím konstatovat, stejně jako autoři Poleno a Vacek (2009), že štěrbínová metoda výsadby není vhodná pro výsadbu smrku. Velmi vážným problémem jsou právě deformace kořenového systému, které mohou ovlivnit stabilitu budoucích porostů. Jak uvádí Mauer a Palátová (2004), kontrola stavu kořenového systému by se měla stát, i dle mého názoru, kritériem při přejímání zalesňovacích prací a sloužit jako další kritérium pro hodnocení zajištěnosti kultur.

Samotná technologie výsadby není jediným aspektem, který ovlivňuje vývoj a růst sazenic, je to však jeden z velmi důležitých faktorů. Při rozhodování, jaký způsob výsadby použít, je třeba zohlednit i polohu zalesňované plochy, druh a složení půdy.

Na základě provedeného šetření mohu ve sledovaných podmínkách doporučit pouze „tradiční“ jamkovou výsadbu. V případě štěrbínové výsadby by bylo potřeba provést

výzkum ve větším rozsahu, např. plochy určené k zalesnění osázet kombinací jamkové a šterbinové metody a v průběhu času tyto plochy sledovat a stromky porovnávat. Byly by tak zajištěny naprosto identické stanovištní podmínky.

## 8 Použitá literatura

BASSMAN, J. H., 1989. *Influence of two site preparation treatment on ecophysiology of planted Picea Engelmannii x glauca seedlings*. Canadian Journal of Forest Research, 1989, vol. 19, no. 11, s. 1359-1370.

ČERNÝ, A. *Parazitické dřevokazné houby*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989, 99 s. ISBN 80-209-0090-X.

HANNERZ, M., WESTIN, J.: *Growth cessation and autumn-frost hardiness in one-year-old Picea abies progenies from seed orchards and natural stands*. Scand. J. For. Res., 15, 2000, č. 3, s. 309 – 317.

JURÁSEK, A, MARTINCOVÁ, J. a LEUGNER, J.: *Manipulace se sadebním materiálem lesních dřevin od vyzvednutí ve školce až po výsadbu: certifikovaná metodika*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2010, 34 s. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-7417-035-5.

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

Kořenový systém - základ stromu: sborník referátů z konference = *Root system - the tree foundation : proceedings from the conference : 25. 8. 2004 Křtiny*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav zakládání a pěstění lesů, 2004. ISBN 80-239-3335-3.

KOTRLA, P.: *Uchování a reprodukce genofonu původních populací smrku 8. lesního vegetačního stupně v Hrubém Jeseníku a Králickém Sněžníku*. Disertační práce. Brno, MZLU 1998. 139 s.

KRÜSSMANN, G.: *Evropské dřeviny: příručka pro přátele přírody*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1978, 186, [4] s. Lesnictví, myslivost a vodní hospodářství.

KRÜSSMANN, G.: *Evropské dřeviny*, Dortmund – Brunninghausen, 1968, 177 s.

KUPKA, I.: *Pěstování lesů I*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2008, 133 s. ISBN 978-80-213-1782-6.

KUPKA, I.: *Základy pěstování lesa*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2005, 174 s. ISBN 80-213-1308-0.

KUPKA, I.: *Základy pěstování lesa*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2007, 170 s.

LEUGNER, J., JURÁSEK A., a MARTINCOVÁ J.: Vývoj kořenových systémů smrku ztepilého v kulturách založených krytokořenným a prostokořenným sadebním materiálem v extrémních horských podmínkách. *Zprávy lesnického výzkumu* [online]. 2011 (56), 31-37 [cit. 2018-03-29]. Dostupné z: <http://www.vulhm.cz/sites/File/ZLV/fulltext/5.pdf>.

LINDSTRÖM, A., TROENG, E. 1995. *Temperature variations in planting mounds during winter*. Canadian Journal of Forest Research, 1995, vol. 25, no. 3, s. 507-515.

MAUER, O. - PALÁTOVÁ, E.: *Deformace kořenového systému a stabilita lesních porostů*. [Root system 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.

MAUER, O.: *Pěstování sadebního materiálu horského a vysokohorského ekotypu smrku v Jeseníkách a Beskydech*. Závěrečná výzkumná zpráva. Brno, VŠZ 1985. 40 s.

MODRZYŃSKI, J., ERIKSSON, G.: *Response of Picea abies populations from elevational transects in the Polish Sudety and Carpathian mountains to simulated drought stress*. Forest Ecology and Management, 165, 2002, s. 105 – 116.

MUSIL, Ivan a Jan HAMERNÍK. *Lesnická dendrologie: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin*. Praha: Academia, 2002, 352 s. ISBN 978-80-200-1567-9.

PIKULA, J. *Stromové a keřové dřeviny lesů a volné krajiny České republiky*. Brno: Cerm, 2003, 226 s. ISBN 80-7204-280-7.

POLENO, Z., VACEK S. a PODRÁZSKÝ V.: *Pěstování lesů I*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007, 315 s. ISBN 978-80-87154-07-6.

POLENO, Z., VACEK S. a PODRÁZSKÝ V.: *Pěstování lesů II*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007, 463 s. ISBN 978-80-7084-656-8.

POLENO, Z., VACEK S. a PODRÁZSKÝ V.: *Pěstování lesů III*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009, 951 s. ISBN 978-80-87154-34-2.

POPOV, E.: *Influence of seed origin of Pseudotsuga menziessii on the height growth, terminal bud formation, and frost resistance of one-year seedlings*. Nauka za gorata, 27, 1990, č. 3, s. 3 – 17.

SARVAŠ, M. a KUPKA, I.: *Pěstování a výsadba krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin*. ČZU Praha, 2011, 60 s. ISBN 97800-213-2166-3.

SLÁVIK, M.: *Lesnická dendrologie*. Praha 2004, 80 s. ISBN 80-213-1242-4.

SLODIČÁK, M.: *Lesnické hospodaření v Jizerských horách: Forestry management in the Jizerské hory Mts*. Hradec Králové: Lesy České republiky, 2005, 232 s. Grantové služby LČR. ISBN 80-86461-51-3.

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

WESTIN, J., SUNBLAD, L. G., STRAND, M., HÄLLGREN, J. E.: *Apical mitotic activity and growth in clones of Norway spruce in relation to cold hardiness*. Scand. J. For. Res., 29, 1999, s. 40 – 46.

WESTIN, J., SUNBLAD, L. G., STRAND, M., HÄLLGREN, J. E.: *Phenotypic differences between natural and selected populations of Picea abies. I. Frost hardiness*. Scand. J. For. Res., 15, 2000a, č. 5, s. 489 - 499.

WESTIN, J., SUNBLAD, L. G., STRAND, M., HÄLLGREN, J. E.: *Phenotypic differences between natural and selected populations of Picea abies. II. Apical mitotic activity and growth related parameters*. Scand. J. For. Res., 15, 2000b, č. 5, s. 500 - 509.

## **Internetové zdroje**

European Forest Genetic Resources Programme: Picea abies. [www.euforgen.org](http://www.euforgen.org) [online]. 2013 [cit. 2018-03-29]. Dostupné z: <http://www.euforgen.org/species/picea-abies/>

KOLÍN, Stanislav. Deformace kořenového systému - stabilita budoucích porostů. *Lesnická práce - časopis pro lesnickou vědu a praxi* [online]. 2001, 80 (2001) (4/01) [cit. 2018-03-28]. Dostupné z: <http://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-80-2001/lesnicka-prace-c-4-01/deformace-korenoveho-systemu-stabilita-budoucich-porostu>

SOUKUP, F.: Pevník krvavějící. *Lesnická práce* [online]. 2008, 2008(3) [cit. 2018\_03-29]. ISSN 0322-9254. Dostupné z: [http://www.silvarium.cz/images/letaky-los/2008/2008\\_pevnik.pdf](http://www.silvarium.cz/images/letaky-los/2008/2008_pevnik.pdf)

## **Normy**

NOUZOVÁ, J., ed. a NOUZA, J., ed. *Výkonové normy v lesním hospodářství*. 4. vyd. Praha: SILVACO, 2001. 136 s

## **Zákony**

ČESKO. *Zákon o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon)*. In: Praha, 1995, částka 76, číslo 289. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-289>.

## Seznam příloh

Příloha I	Jamková metoda 2016.....	97
Příloha II	Štěrbínová metoda 2016.....	100
Příloha III	Jamková metoda 2012.....	104
Příloha IV	Štěrbínová metoda 2012.....	108
Příloha V	Jamková metoda 2009.....	112
Příloha VI	Štěrbínová metoda 2009.....	115



## Přílohy

### Příloha I Jamková metoda 2016

Fotografie vyzvednutých jedinců zasazených jamkovou metodou v roce 2016  
(Zdroj: autor DP)



Jamková výsaba 2016



Jamková výsaba 2016\_02



Jamková výsaba 2016\_03



Jamková výsaba 2016\_04



Jamková výsaba 2016\_05



Jamková výsaba 2016\_06



Jamková výsaba 2016\_07



Jamková výsaba 2016\_08



Jamková výsaba 2016\_09



Jamková výsaba 2016\_10

## Příloha II Štěrbínová metoda 2016

Fotografie vyzvednutých jedinců zasazených štěrbinovou metodou v roce 2016

(Zdroj: autor DP)



Štěrbínová výsaba 2016



Štěrbínová výsaba 2016\_02



Štěrbínová výsaba 2016\_03



Štěrbínová výsaba 2016\_04



Štěrbínová výsaba 2016\_05



Štěrbínová výsaba 2016\_06



Štěrbínová výsaba 2016\_07



Štěrbínová výsaba 2016\_08



Štěrbínová výsaba 2016\_09



Štěrbínová výsaba 2016\_10



Štěrbínová výsaba 2016\_11



Štěrbínová výsaba 2016\_12



Štěrbínová výsaba 2016\_13



Štěrbínová výsaba 2016\_14

### Příloha III Jamková metoda 2012

Fotografie vyzvednutých jedinců zasazených jamkovou metodou v roce 2012

(Zdroj: autor DP)



Jamková výsaba 2012



Jamková výsaba 2012\_02



Jamková výsaba 2012\_03



Jamková výsaba 2012\_04





Jamková výsaba 2012\_05



Jamková výsaba 2012\_06



Jamková výsaba 2012\_07



Jamková výsaba 2012\_08



Jamková výsaba 2012\_09



Jamková výsaba 2012\_10



Jamková výsaba 2012\_11



Jamková výsaba 2012\_12



Jamková výsaba 2012\_13

## Příloha IV Štěrbínová metoda 2012

Fotografie vyzvednutých jedinců zasazených štěrbinovou metodou v roce 2012

(Zdroj: autor DP)



Štěrbínová výsaba 2012



Štěrbínová výsaba 2012\_02



Štěrbínová výsaba 2012\_03



Štěrbínová výsaba 2012\_04



Štěrbínová výsaba 2012\_05



Štěrbínová výsaba 2012\_06



Štěrbínová výsaba 2012\_07



Štěrbínová výsaba 2012\_08



Štěrbínová výsaba 2012\_09



Štěrbínová výsaba 2012\_10



Štěrbínová výsaba 2012\_11



Štěrbínová výsaba 2012\_12



Štěrbínová výsaba 2012\_13



Štěrbínová výsaba 2012\_14



Štěrbínová výsaba 2012\_15



Štěrbínová výsaba 2012\_16

## Příloha V Jamková metoda 2009

Fotografie vyzvednutých jedinců zasazených jamkovou metodou v roce 2009

(Zdroj: autor DP)



Jamková výsaba 2009



Jamková výsaba 2009\_02



Jamková výsaba 2009\_03



Jamková výsaba 2009\_04





Jamková výsaba 2009\_05



Jamková výsaba 2009\_06



Jamková výsaba 2009\_07



Jamková výsaba 2009\_08



Janková výsaba 2009\_09



Janková výsaba 2009\_10

## Příloha VI Štěrbínová metoda 2009

Fotografie vyzvednutých jedinců zasazených štěrbinovou metodou v roce 2009

(Zdroj: autor DP)



Štěrbínová výsaba 2009



Štěrbínová výsaba 2009\_02



Štěrbínová výsaba 2009\_03



Štěrbínová výsaba 2009\_04



Štěrbínová výsaba 2009\_05



Štěrbínová výsaba 2009\_06



Štěrbínová výsaba 2009\_07



Štěrbínová výsaba 2009\_08



Štěrbínová výsaba 2009\_09

Štěrbínová výsaba 2009\_10



Štěrbínová výsaba 2009\_11

Štěrbínová výsaba 2009\_12



Štěrbínová výsaba 2009\_13



Štěrbínová výsaba 2009\_14



Štěrbínová výsaba 2009\_15



Štěrbínová výsaba 2009\_16



Štěrbínová výsaba 2009\_17



Štěrbínová výsaba 2009\_18



Štěrbínová výsaba 2009\_19



Štěrbínová výsaba 2009\_20



Štěrbínová výsaba 2009\_21



Štěrbínová výsaba 2009\_22



Štěrbínová výsaba 2009\_23