

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
Fakulta lesnická a dřevařská  
Katedra pěstování lesů



**Srovnání prosperity sadebního materiálu běžné velikosti a  
odrostků po výsadbě na lesní stanoviště**

Bakalářská práce

Autor: Josef Kaiser

Vedoucí práce: doc. Ing. Ivan Kuneš Ph.D.

2016

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Josef Kaiser

Lesnictví

Název práce

**Srovnání prosperity sadebního materiálu běžné velikosti a odrostků po výsadbě na lesní stanoviště**

Název anglicky

**Growth performance of common-sized planting stock and saplings after plantation on forest sites**

---

### Cíle práce

Porovnat úspěšnost zalesnění a růst výsadeb odrostků a sazenic obvyklé velikosti na vybraných lesních stanovištích.

### Metodika

Připravte stručný literární rozbor problematiky.

Popište terénní experimenty na vybraných lesních stanovištích, kde se provádí srovnávání obou typů sadebního materiálu.

Provedte měření výsadeb, výstupy statisticky vyhodnoťte.

Diskutujte své poznatky s dostupnou literaturou.

Připravte elaborát závěrečné práce.

**Doporučený rozsah práce**

min. 40 stran

**Klíčová slova**

zalesňování; specifická stanoviště; poloodrostky; odrostky

---

**Doporučené zdroje informací**

- BALÁŠ M. and KUNEŠ I. (2010). Zkušenosti s výsadbou odrostků listnatých dřevin v horských polohách. Lesnická práce 89, (10): 716–718
- BALÁŠ M., KUNEŠ I., ŠRENK M. and KOŇASOVÁ T. (2011). Časová a pracovní náročnost výsadby prostokořenných odrostků listnatých dřevin v horských polohách. Zprávy lesnického výzkumu 56, (3): 235-243
- DUŠEK V. (1984). Pěstování prostokořenných poloodrostků. Lesnický průvodce: 1–26
- KUNEŠ I., BALÁŠ M. and BURDA P. (2010). Vnášení listnatých odrostků do horských jehličnatých porostů. Lesnická práce 89, (10): 656–658
- KUNEŠ I., BALÁŠ M., ZAHRADNÍK D., NOVÁKOVÁ O., GALLO J., NÁROVCOVÁ J. and DRURY M. (2014). Role of planting stock size and fertilizing in initial growth performance of rowan (*Sorbus aucuparia* L.) reforestation in a mountain frost hollow. Forest Systems 23, (2): 273–288  
doi:10.5424/fs/2014232-04869

---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/16 LS – FLD

**Vedoucí práce**

Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra pěstování lesů

---

Elektronicky schváleno dne 7. 4. 2015

**prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 30. 10. 2015

**prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 11. 02. 2016

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Srovnání prosperity sadebního materiálu běžné velikosti a odrostků po výsadbě na lesní stanoviště“ vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Ivana Kuneše, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.“

V Praze dne 20. 4. 2016

---

Josef Kaiser

Rád bych touto cestou poděkoval všem, kteří se podíleli jakýmkoliv způsobem na zpracování této bakalářské práce. Především bych chtěl poděkovat mému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Ivanu Kunešovi, Ph.D. za jeho velkou trpělivost a spolupráci při tvorbě bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Martinu Balášovi, Ph.D. za poskytnuté rady, materiály a za výpomoc při terénním měření.

Nesmím opomenout poděkovat svým rodičům a prarodičům, kteří mě během studia podporovali.

## Abstrakt

V ČR se ročně zalesňuje přibližně 20 tis. ha ploch po mýtních těžbách. V posledních deseti letech pozorujeme časté období jarního a pozdně letního sucha, které významně negativně ovlivňuje přežívání klasických sazenic (KS). Proto je nutné hledat metody, které by v případě potřeby tyto ztráty snížily. Jedním způsobem je využití obalovaných sazenic, druhým využití sadebního materiálu (SM) větších dimenzí (poloodrostků a odrostků), které jsou více rezistentní k nepříznivým vlivům prostředí než KS. Výhodou poloodrostků a odrostků je také kratší doba péče o kultury a nižší náklady na její zajištění oproti KS. Z této potřeby vyplývá zadání mé bakalářské práce. Cílem bylo zjistit, jaké jsou parametry mortality a růstu těchto rozdílných typů SM, navíc ještě v antropogenně ovlivněných lokalitách. Jako modelové dřeviny byly vybrány: dub letní (*Quercus robur*) a lípa srdčitá (*Tilia cordata*). SM byl prostokořenný (KS, poloodrostky a odrostky) a výsadba probíhala mechanizovaně (do vrtaných jamek) v pokusných lokalitách Truba (Kostelec nad Černými lesy) a Hůrka (Planá nad Lužnicí). První část pokusu byla založena na lokalitě Truba v prostorách bývalé lesní školky a sestávala z KS a odrostků lípy srdčité, druhá část pokusu byla založena na stanovišti Hůrka v prostorách rekultivované pískovny, kde byly použity KS i odrostlé sazenice lípy i dubu. Ani na jedné lokalitě se neprovádělo vyžínání. Měření se opakovalo na jaře a na podzim v letech 2012-15 na Truba a 2015 na Hůrce. Zjišťovala se výška SM pomocí měřicí latě a jeho tloušťka krčku pomocí digitálního měřítka. Následně byla data zhodnocena v Excelu a statisticky zpracována Kruskal-Wallisovým testem. Z výsledků vyplývá, že na pokusné ploše Truba je mortalita KS pětkrát vyšší než u odrostků. Podobný výsledek byl dosažen i na lokalitě Hůrka u stejné dřeviny (lípa), i když mortalita u KS je jen dvojnásobně vyšší než u odrostků. Nejnižší mortality dosáhly překvapivě poloodrostky. Srovnání KS a odrostků dubu nepřineslo fakticky žádný rozdíl v mortalitě. Mortalita dubového SM byla obecně výrazně nižší než u lípy. Statistické testování prokázalo, že rozsah souborů pro vědecké posouzení tohoto parametru nebyl v této studii dostatečný. Ze zjištěného vyplývá, že významným faktorem, který působí na mortalitu, jsou kromě typu SM i další, zatím nespecifikované vlivy prostředí.

**Klíčová slova:** *Quercus robur*, *Tilia cordata*, zalesňování, sazenice, poloodrostky, odrostky

## Abstract

The clear-cut area which is afforested in the Czech Republic is around 20 th. hectares large annually. In the last decades, we have observed frequent periods of the spring and late summer drought, which significantly negatively influence survival of the regularly used transplants (RUT) however. Thus, it is necessary to search methods, which can decrease such losses. One possibility how to solve this problem is to use containerized transplants, the second one is the use of the plant material (PM) of bigger size (semi-large-sized=SLSPS and large-sized planted stock=LSPS). These larger plants are more resistant to unsuitable influences of environment than the RUT. The advantage of SLSPS and LSPS is also shorter time of necessary care to plants and lower costs to secure plants in comparison to RUT. Above mentioned facts were taken into consideration in creation of instructions for my bachelor thesis. The goal was to estimate the parameters of mortality and growth of selected various PM, moreover on sites heavily influenced by human activities. As model trees were selected: oak (*Quercus robur*) and lime (*Tilia cordata*). PM was generally bare-rooted (RUT, SLSPS and LSPS) and planting was done by mechanize equipment (into bored holes) at study sites Truba (Kostelec nad Černými lesy) and Hůrka (Planá nad Lužnicí). The first part of experiment was established at Truba on area of former forest nursery and consisted of lime RUT and LSPS, the second one was established at site Hůrka in area of former sand quarry, where RUT, and oak and lime SLSPS and LSPS were used. No one site was moved during experiments. The measurement on Truba was repeated on spring and on autumn 2012-15 and in 2015 on Hůrka. The height of PM was evaluated by using scale lath, the thickness of stem was measured above ground by using digital scale. Subsequently, data were evaluated in Excel and statistically tested by Kruskal-Wallis test. The results indicate, that mortality of RUT at Truba is 5 times larger than that of LSPS. The similar result was obtained also at Hůrka, the mortality of lime RUT was twice larger than in case of LSPS however. The lowest mortality was observed surprisingly on SLSPS. The comparison of the oak RUT and LSPS indicated no any differences in mortality. The mortality of oak PM was generally significantly lower than lime PM one. Statistical tests also indicated, that the size of study sets of PM was too low for optimal scientific evaluation of selected parameters. The obtained results also indicate, that important factor, which influences mortality must be (apart from type of the PM) also additional, non-defined factors of environment up to now.

**Key words:** *Quercus robur*, *Tilia cordata*, afforestation, transplants, semi-large-sized planted stock, large-sized planted stock



## Obsah

1.	Úvod.....	11
2.	Cíle .....	12
3.	Rozbor problematiky.....	13
3.1	Využití odrostků.....	13
3.2	Požadavky na kořenový systém poloodrostků a odrostků .....	14
3.3	Šok z přesazení.....	15
3.4	Termín výsadeb .....	15
3.5	Uplatnění odrostků .....	16
3.6	Charakteristika použitých dřevin .....	17
3.6.1	Lípa srdčitá ( <i>Tilia cordata</i> ) .....	17
3.6.2	Dub letní ( <i>Quercus robur</i> ) .....	17
3.7	Nevyhnutelnost ekonomických analýz při rozhodování jaký materiál použít ...	18
4.	Metodika.....	20
4.1	Úvod do metodiky.....	20
4.2	Charakteristika výzkumné plochy Truba .....	20
4.2.1	Přírodní a klimatické podmínky.....	20
4.2.2	Sadební materiál.....	20
4.2.3	Vlastní výsadba .....	21
4.3	Charakteristika výzkumné plochy Hůrka.....	21
4.3.1	Průběh rekultivace.....	22
4.3.2	Přírodní a klimatické podmínky .....	22
4.3.3	Sadební materiál.....	23
4.3.4	Vlastní výsadba .....	23
4.4	Mechanická příprava plochy pro zalesňování.....	24
4.5	Ochranné opatření .....	24
4.6	Odběr a přeprava sadebního materiálu.....	25
4.7	Označení sazenic .....	25
4.8	Získávání dat z terénu .....	26
4.8.1	Měření na lokalitě Truba.....	26
4.8.2	Měření na lokalitě Hůrka .....	26
4.9	Statistické zpracování dat.....	27
5.	Výsledky.....	28
5.1	Základní údaje o pokusných plochách .....	28

5.2 Zkusná plocha Truba.....	28
5.3 Zkusná plocha Hůrka .....	30
5.3.1 Lípa srdčitá.....	30
5.3.2 Dub letní.....	32
6. Diskuze.....	34
7. Závěr.....	36
8. Použitá literatura a materiály.....	37
9. Seznam příloh.....	39

## 1. Úvod

V České republice se ročně zalesní umělou obnovou přibližně plocha 20 tis. ha. K zalesnění je potřeba vysadit okolo 120–140 mil. kusů výsadby schopného materiálu lesních dřevin. Z toho je podíl listnatých dřevin 38 – 40 %, z převážné části se jedná o prostokořenný sadební materiál, který je 1 až 3 letý v kategorii semenáčků nebo klasických sazenic. Už před 20-ti lety se počasí začalo pozvolna měnit (HLÁSNY et al., 2011), výsledkem čehož jsou teplejší zimy, častokrát bez sněhu a z toho vyplývající teplá a suchá jara. V důsledku toho se mortalita klasických sazenic významně zvyšuje. Abychom byli schopni snížit ztráty, musíme hledat nová řešení. Jednou z možností jsou obalované sazenice, další metodou je pěstování odrostlejšího sadebního materiálu s větší odolností k nepříznivým přírodním vlivům.

Z výše uvedeného počtu několika desítek milionů sazenic se v současnosti vyprodukuje jenom několik desítek nebo stovek tisíc listnatých poloodrostků nebo odrostků. Zejména proto, že dosud nejsou celkem přesně stanoveny výhody a nevýhody jejich použití. Provedené pokusy naznačují, že tento vyspělý sadební materiál může být v krátké budoucnosti důležitým prvkem pro úspěšnou obnovu lesa na řadě nepříznivých lokalit pro výsadbu klasických sazenic. Kromě využití odrostlejších sazenic z důvodů nepříznivých klimatických podmínek by jejich využití mělo význam i na stanovištích ovlivněných nežádoucí vegetací a v mrazových polohách. Potenciální využití by mohlo být vhodné i při úpravě druhové skladby odrostlejších kultur, při vylepšování a opakovaném zakládání lesních kultur, i doplnění melioračních a zpevňujících dřevin do přirozeného zmlazení apod.

Otázka využití těchto odrostlejších sazenic má však několik nezodpovězených otázek a výzkum v této oblasti nebude jednoduchý. Moje práce je proto příspěvkem k řešení této problematiky na vědecké úrovni tak, aby bylo možné plně využít potenciál technologie odrostlejších sazenic v provozu.

## **2. Cíle**

Cílem této práce je:

- porovnat úspěšnost zalesnění a růst výsadeb klasických sazenic, poloodrostků a odrostků na výzkumných plochách, kde záměrně nebylo provedeno vyžínání;
- data získaná měření výsadeb statisticky vyhodnotit a popsat.

### 3. Rozbor problematiky

V současnosti téměř výhradně používaným sadebním materiálem pro umělou obnovu lesa a to včetně extrémních stanovišť nebo k doplňování druhové skladby přirozené obnovy byly klasické sazenice (26–50 cm). Jak bylo uvedeno v úvodu, s ohledem na klimatické změny (HLÁSNY et al., 2011) se velká část zalesňovaných ploch stává extrémními z důvodu dlouhotrvajícího sucha. Další extrémní stanoviště představují ty, které jsou ohroženy nežádoucí vegetací, nebo lokality s možností výskytu přízemního mrazíku, nebo lokality s nadměrným poškozováním výsadby zvěří. I v současnosti preferovaná přirozená obnova má své úskalí, kdy v případě doplňování přirozené obnovy klasickými sazenicemi může dojít k předrůstání nárostu a zastínění těchto vysazených jedinců menší velikosti.

Ve všech výše zmíněných případech může u klasického sadebního materiálu, a to hlavně u listnatých dřevin, docházet k obrovským ztrátám. Tyto ztráty častokrát přesahují několik desítek procent v prvním roce výsadby (JURÁSEK 2013). Pro překonání výsadbového šoku dochází k celkové nebo částečné ztrátě výškového přírůstu, který trvá několik následujících let. Terminální pupen tak zůstává po dlouhou dobu v ohroženém nadzemním prostoru, kde je vystaven negativnímu vlivu kolísání teplot (LANGVALL O., OTTSSÖN LOFVENIUS 2002; ŠPULÁK 2009) a útlaku nežádoucí vegetací (PENČÍK 1958). V nepříznivých stanovištních podmínkách s použitím klasického sadebního materiálu může trvat zajištění kultury velmi dlouho, zhruba okolo 10–15 let.

#### 3.1 Využití odrostků

Možností jak překonat negativní okolnosti růstu lesních kultur v nepříznivých podmínkách extrémních stanovišť nebo alespoň částečně překonat a zvýšit tak úspěšnost ujímání výsadeb a zkrátit potřebný čas k jejich odrůstání, se nabízí použití vyspělého sadebního materiálu (NÁROVCOVÁ 2013). Základ pro využití odrostků spočívá v tom, že již v době výsadby je jejich terminální pupen vysoko nad povrchem půdy a je mimo ohroženou část přízemní vrstvy.

Za vyspělý sadební materiál se dle normy ČSN 48 2115 považuje prostokořenný poloodrostek o výšce 51–120 cm a odrostek o velikosti 121–250 cm. U tohoto sadebního materiálu během pěstování v lesní školce zpravidla proběhlo dvojnásobné školkování, podřezávání kořenů nebo přesazení do obalu, popřípadě kombinace těchto operací.

Využívání odrostků není nikterak novou myšlenkou. Již v minulosti byla otázka použití odrostků zmíněna v odborné práci (PEŘINA 1969; KOTEK, HABART, NEUMANN 1989). V minulosti se podrobněji zabýval zalesňováním vyspělými sazenicemi např. LOKVENC (1978), který ze svých zkušeností doporučuje využití odrostků na zabuřených stanovištích a hodnotí i ekonomickou stránku odrostků. Ve své práci uvádí, že nelze posuzovat rozdílnost ceny sadebního materiálu, ale především finální efekt zalesňování o náklady a spotřebu lidské práce do doby zajištění kultury. Zároveň upozorňuje na rizika spojená s poškozením kořenového systému při výsadbě. Podobně jako PEŘINA (1969) uvádí zásadní výhodu při použití odrostků, která spočívá ve snížení vynaložených nákladů na vyžínání a částečně také na ochranu proti zvěři.

Dále např. ŠINDELÁŘ, FRÝDL, NOVOTNÝ (2004) poukazují na možné využití odrostků k doplňování, již odrostlejších kultur a nárostů o jiné druhy dřevin za zvýšení druhové skladby porostu. Pokusy o přesazování jedinců buku lesního z přirozeného zmlazení o rozměrech, které odpovídají odrostkům popsali KANTOR, PEKLO (2001). Takže kromě malých provozních pokusů (VANĚČEK 2001) se v lesnickém provozu odrostky a poloodrostky rozsáhleji nepoužívají.

### **3.2 Požadavky na kořenový systém poloodrostků a odrostků**

Pro výsadbu vyspělého materiálu je zásadní dodržení přísných technologických postupů, a to jak při pěstování v lesní školce (BURDA 2009), tak i při výsadbě. Předpokladem úspěšnosti výsadby, je především šetrné zacházení během manipulace se sazenicemi. Po celou dobu od vyzvednutí sazenic ze záhonu až po jejich vlastní výsadbu nesmí dojít k oschnutí kořenů během jednotlivých úkonů, jinak by došlo k prodloužení šoku z výsadby, dokonce i k uhynutí sazenice. Pokud budou kořeny vystaveny vzduchu a slunečnímu záření po dobu dvou hodin, dojde k výraznému poškození.

Nezbytné je kvalitní provedení výsadby, aby nedocházelo k deformacím kořenového systému. V praxi není tato podmínka plně dodržována, z ní následně vyplývají vyšší ztráty při zalesňování, pomalejší růst, popřípadě deformace kořenového systému. I když má kořenový systém značný potenciál regenerace (LOKVENC 1984), nemusí se deformace projevit v mladém věku. Tato deformace se často projeví až v odrostlejších porostech, kde dochází ke snížené statické stabilitě porostu s vyšším napadením kořenových hnilob (SARVÁŠ et al. 2007).

U vyspělého sadebního materiálu se uplatňuje požadavek, aby během pěstování v lesní školce byl vypěstován kvalitní kořenový systém se zachováním příznivého poměru nadzemní a podzemní biomasy. Kořenový systém by měl být intenzivní s množstvím jemných kořenů, které dodávají dobrou výživu stromku, ale i tak zároveň musí být prostorově kompaktní a koncentrovaný pod kmínek (Obr.1–2) pro provedení snadnější výsadby bez kopání velkých sadebních jamek s menším vznikem poškození kořenů. Tohoto tvaru a kvalit docílíme při intenzivním tvarování kořenového systému. Úprava kořenů je spojena se školkováním a s využitím podřezávání, které má za následek odstranění křivého kořene, který později překáží při vyzvedávání a následné výsadbě, a také dojde ke zhoustnutí kořenového systému (WATSON, SYNDOR 1987). Vývojem této metody pěstování poloodrostků a odrostků se zabývá BURDA, NÁROVCOVÁ (2009). Po výsadbě na stanoviště by si měl odrostek vytvořit většinu tlustých kosterních kořenů, čímž se výrazně sníží riziko vzniku kořenových deformací. Tedy pokud je provedena pečlivá výsadba (KUNEŠ et al. 2011).

### **3.3 Šok z přesazení**

Během výsadby nastává určité poškození kořenového systému stromku. Stromek má omezené možnosti přijímání vody a živin, čímž je růst omezen a dochází tak k šoku z přesazení (WATSON 1985). K rychlému překonání šoku z přesazení je zapotřebí, aby sazenice disponovala kvalitním kořenovým systémem, který má schopnost znovu se rozrůst (DAVIDS, JACOBS 2005).

U odrostků se projevuje šok z přesazení také, protože odrostek přijde o značnou část kořenového systému. Vzhledem k tomu, že se jedná o zajištěnou rostlinu, tak lze očekávat, že šok z výsadby překoná a následně obnoví i výškový růst. Odrostek má oproti klasické sazenici značný výškový náskok, proto není důležité urychlené obnovení výškového přírůstu, na rozdíl od malé sazenice, u které je klíčové obnovení výškového přírůstu pro její životnost (WATSON 1985).

### **3.4 Termín výsadeb**

U obou výzkumných ploch došlo k výsadbě na podzim. U podzimní výsadby dochází u vitálních listnatých odrostků k zakořeňování i dlouho poté co nadzemní část přešla do

vegetačního klidu, který je podmínkou pro jakékoliv zacházení s prostokořenným materiálem mimo půdu. Takto částečně zakořeněná rostlina na jaře obnovuje tvorbu kořenů ihned poté, co nastanou vhodné teplotní podmínky pro růst. Navíc odpadá riziko oproti jarnímu zalesňování, kdy bývá nedostatek půdní vláhy. V tomto období po výsadbě se rozhoduje o životaschopnosti zakořeňujících rostlin. Podzimní výsadba pomůže při rozložení zalesňování do delšího časového období a sníží se tak tlak na jarní zalesňování, které je náročné na čas a dostatek pracovních sil. Pokud se výsadba listnáčů nezvládne na podzim z důvodů špatného počasí, může se prostokořenný sadební materiál uložit do klimatizovaného skladu a ve výsadbě schopném stavu přečká až do jara. V jarním období není možnost takovéto časové rezervy, a proto je doporučena výsadba jehličnanů na jaře.

### **3.5 Uplatnění odrostků**

Je třeba zdůraznit, že výsadba odrostků není všude vhodná metoda. Jedná se o doplňkovou metodu, která může být vhodná k použití tam, kde klasické sazenice naráží na svoje limity (KUNEŠ et al. 2006).

Nejvhodnější použití výsadbou odrostků bude obecně při zalesňování stanovišť, která budou ovlivněna silným vlivem buřeneš např. ostružníku a třtiny. Jako další vhodné použití odrostků se jeví výsadby pro obohacení druhové skladby u přirozené obnovy, kde se počítá s malým počtem vysazených jedinců, které jsou intenzivně chráněny proti zvěři, čímž vzniká požadavek na co nejmenší ztráty odrostků (KUNEŠ et al. 2011). Vzhledem k nutnosti mechanické stabilizace odrostků je výhodné jejich umístování všude tam, kde se uvažuje o individuálním ochranném opatření proti zvěři, ať již formou plastového tubusu nebo oplůtkem. U těchto ochranných opatření je provedena vždy potřebná stabilizace za použití dřevěného kůlu. Zásadním problémem použití plastového tubusu je, že se použije malá sazenice, která potřebuje značnou dobu na to, aby se její terminál dostal z tubusu a začala se tak vyvíjet normálně. Během této doby dojde k uhnutí stabilizačního dřevěného kůlu, což má za následek mechanické poškození ještě nedostatečně robustní sazenice a vznikají tak zbytečné ztráty. Naproti tomu odrostek je již v době výsadbou z tubusu odrostlý a tak může svoji růstovou energii využít pro tvorbu koruny a tloušťkového přírůstu (JURÁSEK et al. 2008).



### 3.6 Charakteristika použitých dřevin

#### 3.6.1 Lípa srdčitá (*Tilia cordata*)

**Popis** (ÚRADNÍČEK et al. 2001): Je to strom středních rozměrů, který spadá do rodu lípovité–*Tiliaceae*. Listy jsou srdčité, asymetrické, dlouhé 4–8 cm, na líci jsou leskle zelené a na rubu modrozelené, lysé s rezavými chloupky umístěnými pouze v paždí žilek. Doba květenství oboupohlavného květu vrcholí v červnu až červenci. Z opylených květů vzniknou drobné tenkostěnné oříšky bez žeber, které opadávají na podzim a v zimě.

**Ekologie** (ÚRADNÍČEK et al. 2001): Lípa srdčitá patří mezi dřeviny, které snášejí zástin ve spodních patrech smíšených porostů, často zde tvoří jen křovinnou formu. Zastínění půdy může být tak silné, že se zde skoro nevyskytuje bylinná vegetace. Stanovištní nároky na půdu má střední s příznivou vlhkostí. Její přirozené stanoviště převládá na skeletovité, dusíkem obohacené půdy, středně hluboké až mělké na různě strmých suťových svazích. Lípa srdčitá se vyznačuje velkou přizpůsobivostí ke klimatickým činitelům, jako jsou škody silným mrazem, vysoké teploty, časně ani pozdní mrazy jí nepoškozují.

**Výskyt** (ÚRADNÍČEK et al. 2001): Roste téměř v celé Evropě. U nás roste roztroušeně po celém území s nejvýše položenou lokalitou, která dosahuje asi 600 m. n. m. (předhoří Šumavy).

**Význam** (ÚRADNÍČEK et al. 2001): Její hlavní význam spočívá ve využití dřeva jako řezbářského materiálu pro své trvanlivé a dobře opracovatelné dřevo bez jádra. Dále je to významná medonosná dřevina, která se hojně využívá i v lékařství.

#### 3.6.2 Dub letní (*Quercus robur*)

**Popis** (ÚRADNÍČEK et al. 2001): Je to strom patřící k našim nejmohutnějším dřevinám, který spadá do rodu bukovité–*Fagaceae*. Listy jsou laločnaté, tuhé, lysé, střídavé, dlouhé 6–15 cm s krátkým řapíkem, jsou v koruně chomáčovitě rozptýleny. Jedná se jednodomou dřevinou se samčími a samičími květy, ze kterých vznikne po opylení až 3 cm dlouhé semeno. Žalud je tvořen dvěma vyvinutými dělohami v hnědém osemení, uložen ve spodní části miskovité, tenkostěnné číšce. Klíčení probíhá v podzemí.

**Ekologie** (ÚRADNÍČEK et al. 2001): Dub letní je světlomilná dřevina. V požadavcích na vláhu ho musíme rozlišit na dva různé ekotypy a to na ekotyp lužních lesů, který je běžně rozšířen a má značné nároky na vláhu snášející i jarní záplavy a druhý ekotyp, který má

schopnost růst na mělkých, v létě vysychavých půdách a najdeme je na lesostepních lokalitách. Spodní voda musí být na dosah kořenů. Co se týká požadavků na půdu, je to náročnější dřevina rostoucí nejlépe na hlubokých, hlinitých půdách, které se vyskytují v lužních lesích nebo na spraších.

**Výskyt** (ÚRADNÍČEK et al. 2001): Roste po celé Evropě, chybí pouze v jižní polovině Pyrenejského poloostrova, na Sicílii, Řecku a Turecku. U nás se přirozeně vyskytuje v nižších polohách.

**Význam** (ÚRADNÍČEK et al. 2001): Lesnický významná dřevina ceněná pro své kvalitní dřevo především pro výrobu dýh, sudů a nábytku.

### 3.7 Nevyhnutelnost ekonomických analýz při rozhodování jaký materiál použít

Otázkou zůstává, zda budou adaptivní výhody odrostlejších sazenic konkurenceschopné v komerčním prostředí lesnického provozu v ČR. Tomuto problému se jenom okrajově věnuje několik autorů (JURÁSEK 2013, KUNEŠ 2011, NÁROVCOVÁ 2013). Srovnání výsadby klasických a odrostlých sazenic je potřebné udělat na úrovni všech potřebných operací od jejich vypěstování po konec doby zajištění kultury. Pro oba typy materiálu je současně potřeba dodržet vyhlášku č. 139/2004 Sb.

Obecně se jedná o srovnání následujících parametrů:

**a) Cena sazenic** - sem je třeba promítnout delší dobu, v průběhu které se odrostlé sazenice pěstují ve srovnání s klasickými sazenicemi. Je nevyhnutelné počítat s nižší produkcí odrostlých sazenic na měrnou plochu a rovněž se zvýšenými náklady na transport ve srovnání s klasickými sazenicemi.

**b) Cena práce** - souvisí s prací potřebnou na dopravu na místo sázení a také s vyššími náklady na přípravu sazební jamky. Na druhou stranu je možné používat na měrnou jednotku nižší počet vyspělých než klasických sazenic.

**c) Mortalita sazenic** - je významným faktorem efektivity zakládání lesa. Obecně je možné konstatovat, že čím horší podmínky prostředí, tím vyšší mortalita a tím spíše je možné akceptovat vyšší cenu za vyspělejší pěstební materiál.

**d) Náklady na vyžínání a na další opatření pro zabezpečení kultury** - tyto činnosti je nevyhnutelné zabezpečovat u klasických sazenic s ohledem na obecně vysoký tlak kompetičních faktorů, které jsou na některých lokalitách až limitní. U odrostků jsou tyto

činnosti minimalizovány nebo eliminovány a dochází tak k úsporám ve srovnání s klasickými sazenicemi.

**e) Čas potřebný pro zabezpečení kultury** – odvíjí se od rychlosti odrůstání a jeho zkrácení u odrostlých sazenic se hodnotí pozitivně.

Je důležité, aby podrobná ekonomická analýza byla součástí každého rozhodovacího procesu, na základě kterého vznikne plán použití doporučeného materiálu pro zalesňování.

## **4. Metodika**

### **4.1 Úvod do metodiky**

V kapitole metodika podávám podrobný přehled o tom, jakým způsobem byly pokusné plochy vybrány, proč a jak byly vybrány modelové dřeviny – dub letní a lípa srdčitá. Dále v metodice uvádím způsob a termíny sběru dat a následně jejich zpracování a vyhodnocení.

### **4.2 Charakteristika výzkumné plochy Truba**

Výzkumná plocha je umístěna na lokalitě Truba v blízkosti Kostelce nad Černými lesy v bývalé lesní školce. Nadmořská výška je zde 355 m. Plocha má charakteristiku antropogenní půdy. Z důvodů využívání půdy pro intenzivní hospodaření lesní školky je plocha z velké části ochuzena o významnou část živin a organickou hmotu nadložního humusu. Lokalita Truba se nachází v geologickém regionu Česká křídlová pánev, kde se nachází velké zastoupení pískovce, slepence, prachovce a jílovce (CHÁB J. et al). Z toho důvodu je zde nedostatek půdní vlhkosti a velmi malý podíl spodní vody. Výsadba, která se uskutečnila v lesní školce, je na otevřeném nekrytém prostranství a je vystavena intenzivnímu slunečnímu záření (Obr. C).

#### **4.2.1 Přírodní a klimatické podmínky**

Lokalita Truba se nachází v 2. lesním vegetačním stupni (LVS) buko–dubovém lesním vegetačním stupni v přírodní lesní oblasti (PLO) 10 – Středočeská pahorkatina sousedící u severní hranice s PLO 17 – Polabí. Z klimatického hlediska spadá oblast Truba do mírně teplé oblasti. Průměrná dlouhodobá roční teplota se pohybuje okolo 8,14 °C. Srážkový úhrn se pohybuje ve vegetačním období okolo 400–450 mm a přes zimní období až 250–300 mm, tyto údaje byly získány z dlouholeté statistiky meteorologické stanice Truba, která se nachází v lesní školce.

#### **4.2.2 Sadební materiál**

Použitý sadební materiál byl prostokořenný a byl vypěstován a dodán firmou Lesní školky Burda. Firma dodala klasické sazenice velikosti a odrostky lípy srdčité. Klasické sazenice pocházely z PLO 28 – Předhoří Hrubého Jeseníku, který se nachází ve třetím

lesním vegetačním stupni a původ odrostků byl v PLO 31 – Českomoravské meziohří pocházející ze čtvrtého lesního vegetačního stupně. Sběr osiva u lípy srdčité, který byl použit na vypěstování klasických sazenic, se nacházel v 3. LVS buko–dubovém lesním vegetačním stupni a u odrostků v 4. LVS bukovém lesním vegetačním stupni. Oblasti provenience splňují požadavky pro přenos sadebního materiálu mezi oblastmi pro naši výsadbu.

#### **4.2.3 Vlastní výsadba**

Výsadba proběhla na podzim roku 2012, přesněji proběhla v termínu 11. 9. 2012. Na této výzkumné ploše byla vysázena lípa srdčítá ve dvou různých typech prostokořenného sadebního materiálu. Byly to klasické sazenice a odrostky, které byly vysazeny v řadách střídavě vedle sebe (Obr. D). Spon, ve kterém byl sadební materiál vysazen, činí 1 × 1 m.

Klasické sazenice byly prostokořenné tříleté rostliny v prvním roce přeškolované a ve druhém roce podříznuté. Pěstební vzorec byl 1+1-1. Výška sazenic se pohybovala mezi 36–50 cm s tloušťkou kořenového krčku 8 mm.

Odrostky byly prostokořenné tříleté rostliny v prvním roce přeškolované a ve druhém roce podříznuté podle pěstební vzorce 1+1-1. Výška sadebního materiálu se pohybovala mezi 81–120 cm a tloušťka kořenového krčku činila 11 mm.

Sadební materiál dodala Lesní školka Pavel Burda. Podle normy ČSN 48 2115 tento materiál spadá do kategorie poloodrostky, pro naše použití jsme si je oddělili pro snazší odlišení jako odrostek.

### **4.3 Charakteristika výzkumné plochy Hůrka**

Výzkumná plocha je umístěná v jižním blokovém poli východní části rekultivované pískovny Hůrka (Obr. E), která se nachází v blízkosti Plané nad Lužnicí. Nadmořská výška naměřená na výzkumné ploše je 498 m. Celková plocha jižního pole vytěženého prostoru rekultivovaného na les je cca 14 ha. Těžba písku zde probíhala suchou těžbou s postupem od západu k východu v období od roku 2005 do roku 2009. Pozemky pro dobývání byly odlesňovány v pruzích nejčastěji o rozloze přibližně 2,5 ha. Přebytečné skrývkové zeminy z ploch vzniklých po těžbě byly uloženy na dočasných deponiích v prostorách sedimentační nádrže, odkud byly použity na rekultivaci ploch určených ke zpětné

rekultivaci na les. Pařezy a další organická hmota byly ukládány na dočasná deponia při kraji sedimentační nádrže a ponechány k zetlení. Rozložená organická hmota bude využita na zkvalitnění rekultivovaných ploch určených k opětovnému zalesnění.

#### **4.3.1 Průběh rekultivace**

Při rekultivaci těženého prostoru pískovny Hůrka byly využity sedimenty ze dna rybníka Jordán v Táboře, kde probíhalo odbahňování od května roku 2012 do listopadu roku 2014, a současně interní zemina získaná ze stavby dálnice D3, která se skládala z horninového typu pararuly a jílovitého písku (CHÁB J. et al).

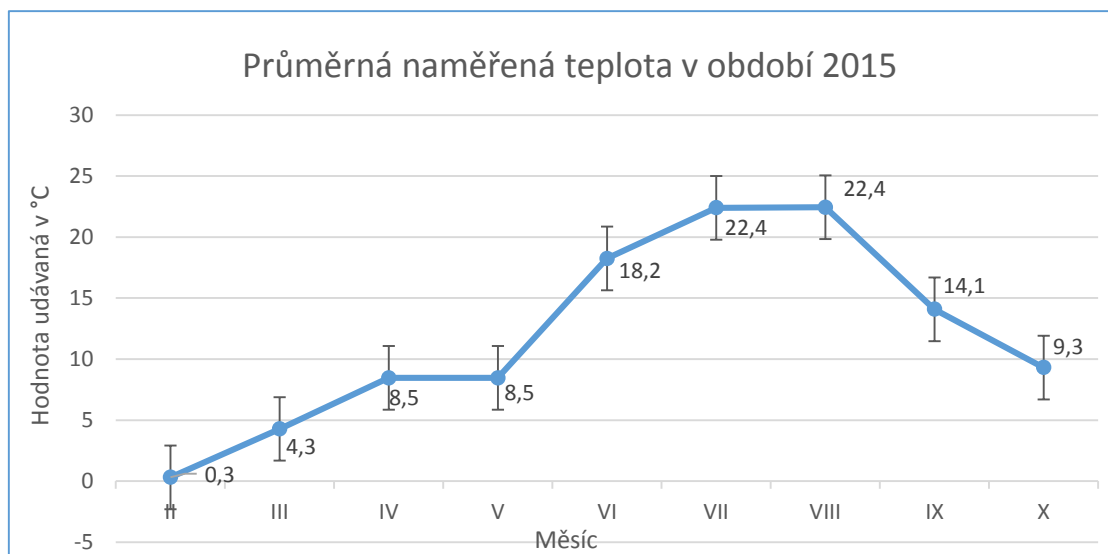
Na dně vytěženého bloku, představujícího dobře únosnou a málo stlačitelnou zeminu a horninu, bylo vytvořeno podloží pro uložení sedimentu ve výšce přibližně 1,5 m z interních zemin pocházejících ze stavby dálnice tak, aby se podloží stalo stabilním a únosným pro pojezd mechanizace. Na toto připravené podloží byl následně ukládán sediment z rybníka Jordán. Ukládaný sediment byl přihrnován a přehrnován buldozerem. Takto uložený sediment byl uložen do vrstvy 2 m vysoké, kterou byla překryta další vrstva interní zeminy přibližně 1 m. Následně byla uložena další vrstva sedimentu, která byla následně překryta poslední vrstvou z interní zeminy a humusové zeminy. Aby nedocházelo k významnému sesedání uloženého sedimentu, bylo při jeho navážení provedeno hutnění. Navážený sediment byl ukládán do zahloubených prostorů, jejichž svahy byly vyspádovány a připraveny k dalšímu ukládání materiálu a nehrozil tak jeho rozliv do okolního prostoru.

#### **4.3.2 Přírodní a klimatické podmínky**

Planá nad Lužnicí (kde leží lokalita Hůrka) se nachází v 3. LVS dubo–bukovém lesním vegetačním stupni na hranici přírodní lesní oblastí PLO 15b – Třeboňské pánve a PLO 10 – Středočeské pahorkatiny. Z klimatického hlediska spadá oblast do mírného klimatu. Průměrná roční teplota v okolí Plané nad Lužnicí se pohybuje okolo 8–9°C. Průměrné roční srážky se pohybují okolo 550 mm. Tyto údaje nebyly naměřeny na ploše, ale vycházejí z okolních měřících stanic.

Pro přesné zjištění teploty na výzkumné ploše, byla umístěna měřící stanice (Obr. I), instalována a spuštěna dne 4. 2. 2015. Stanice zaznamenávala teplotní rozdíly v průběhu dne v různých měřících výškách, které se pohybovaly od 10 cm do 200 cm. Měření

probíhalo od doby instalace 4. 2. 2015 do 20. 10. 2015. Poté byly výsledky zpracovány a graficky vyhodnoceny.



**Graf č. 1 Grafické znázornění měsíčních průměrných teplot od doby instalace 4. 2. 2015 do doby 20. 10. 2015 ze získání naměřených dat z meteorologické stanice Hůrka.**

#### **4.3.3 Sadební materiál**

Použitý sadební materiál byl prostokořenný a byl vypěstován a dodán firmou Lesní školky Burda. Firma dodala klasické sazenice, poloodrostky a odrostky dubu letního a lípy srdčité. Oblast provenience, kde bylo sebráno osivo sadebního materiálu u dubu letního, je PLO 10 – Středočeská pahorkatina a u lípy srdčité je to PLO 16 – Českomoravská vrchovina. Sběr osiva u dubu letního se uskutečnil v 3. LVS dubo–bukovém lesním vegetačním stupni a u lípy srdčité bylo osivo sebráno v 4. LVS buko–dubovém lesním vegetačním stupni. Oblasti provenience splňují požadavky pro přenos sadebního materiálu mezi oblastmi pro naši výsadbu.

#### **4.3.4 Vlastní výsadba**

Výsadba proběhla na podzim roku 2014, přesněji proběhla v termínu 11. 9. 2014. Na této výzkumné ploše byla vysázena lípa srdčitá spolu s dubem letním ve třech různých typech prostokořenného sadebního materiálu. Byly to klasické sazenice, poloodrostky a odrostky, které byly vysazeny v řadách střídavě vedle sebe (Obr. F). Spon, ve kterém byl

sadební materiál vysazen, činil  $1 \times 1$  m a dřeviny stejného druhu jsou vysázeny vedle sebe. Kvůli designu experimentu tedy nebyla provedena druhově smíšená výsadba.

Klasické sazenice lípy srdčité byly prostokořenné dvouleté rostliny v prvním roce podříznuté podle pěstební vzorce 1-1. Výška sazenic se pohybovala mezi 36–50 cm s tloušťkou kořenového krčku 8 mm. Klasické sazenice dubu letního byly prostokořenné dvouleté rostliny v půl roce podříznuté podle pěstební vzorce 0,5-1,5. Výška sadebního materiálu se pohybovala mezi 36–50 cm s tloušťkou kořenového krčku 8 mm.

Poloodrostky lípy srdčité byly prostokořenné čtyřleté vyspělé rostliny v prvním a ve druhém roce podříznuté, třetím rokem byly přeškolkovány podle pěstební vzorce 1–1–1+1. Výška sadebního materiálu se pohybovala mezi 81–120 cm s tloušťkou kořenového krčku 11 mm. Poloodrostky dubu letního byly čtyřleté prostokořenné rostliny v prvním roce podříznuté, druhým rokem přeškolkovány podle pěstební vzorce 1–1–2. Výška sazenic se pohybovala mezi 81–120 cm s tloušťkou kořenového krčku 11 mm.

Odrostky lípy srdčité byly vyselektovány z předem zmíněných poloodrostků. Podle normy ČSN 48 2115 tento materiál spadá do kategorie poloodrostky, jenom pro naši interní potřebu jsme si je oddělili pro snazší odlišení jako odrostek.

#### **4.4 Mechanická příprava plochy pro zalesňování**

Výsadba prostokořenného sadebního materiálu odrostků probíhala do jamek, které byly předvrtány za pomoci zemní vrtné soupravy umístěné na kompaktním nakladači Bobcat S550. Rozměry zhotovené jamky (D×h) činily cca  $20 \times 25$ . Tyto předvrtané jamky byly využity pro sadební materiál větších dimenzí pro svůj velký rozvinutý kořenový systém. Pro klasické sazenice byly vyvrtány jamky za pomoci zemního ručního motorového vrtáku o rozměru (D×h) cca  $12 \times 20$ .

#### **4.5 Ochranné opatření**

Jako ochranné opatření proti škodám způsobeným zvěří bylo na lokalitě Hůrka zajištěno celoplošné oplocení lesnickým pletivem (Obr. G). Pletivo bylo upevněno pomocí hřebíků do dřevěných sloupů zatlučených do země, které byly od sebe vzdálené cca 250 cm. Z důvodů výskytu pouze srnčí zvěře srnčí postačilo lesnické pletivo 160 cm vysoké. Kvůli lepší stabilitě oplocení byl každý druhý sloup opatřen šikmými zavětrovacími tyčemi,



přípevněnými do sloupů v horní polovině jejich výšky. Pro lepší zpřístupnění a obsluhu plochy bylo oplocení opatřeno uzavíratelným průchodem.

Lokalita Truba se nachází místě lesní školky, která je již opatřena trvalým oplocením proti škodám způsobeným zvěří.

#### **4.6 Odběr a přeprava sadebního materiálu**

Manipulace s prostokořenným sadebním materiálem probíhala v období vegetačního klidu. Vyzvednutí ze záhonu se provádělo dostatečně pozdě na podzim, kdy se sazenice nacházejí v klidovém stavu. Před dopravou na stanoviště byl sadební materiál uskladněn v klimatizovaném skladu. Po převozu na stanoviště byla provedena okamžitá výsadba do předvrtaných jamek. Pro naše potřeby byl sadební materiál založen dočasně kvůli možnému vzniku zásušky během celodenní výsadby. Dočasné založiště bylo zhotoveno ve stínu na okraji lesa. Sadební materiál byl překryt navlhčeným jutovým pytlím a zakryt chvojím.

#### **4.7 Označení sazenic**

Pro lepší orientaci na výzkumné ploše byly umístěny plastové štítky na sazenice. Z plastových pásků o šířce 2 cm jsme nastříhali v pravidelných délkách cca 5 cm proužky. Nastříhané proužky byly popsány speciálním fixem s označením řad výsadby a pořadovým číslem, počáteční a konečné sazenice v řadě a pro orientaci v řadách byla označena každá pátá sazenice. Do připravených štítků byly vyvrtány dírky pro provlečení drátku, kterým byl připevněn štítek ke kmínku sazenice. Délka drátku byla dlouhá tak, aby nedošlo k přiškrcení kmínku při déle trvajícím výzkumu.

Každý vysazený jedinec měl své vlastní abecední zařazení do řady a pořadové číslo. Podle tohoto údaje, byl každý jedinec na výzkumné ploše dohledatelný. Jednotlivé řady tvořily různý typ sadebního materiálu, s velkým počátečním písmenem se jednalo o odrostek a s malým počátečním písmenem se jednalo o klasickou sazenici. Po ukončení pokusu budou všechny takto připevněné značky odstraněny kvůli pozdějšímu omezování růstu sazenice.

## **4.8 Získávání dat z terénu**

Zjišťovanými hodnotami byly:

- roční výškové přírůsty;
- roční přírůsty tlouštěk kořenových krčků jednotlivých rostlin;
- mortalita sadebního materiálu.

Pro zajištění těchto dat bylo třeba dvakrát ročně změřit výšky a tloušťky kořenových krčků a zjistit stav mortality sadebního materiálu na obou stanovištích. Měření výšky sadebního materiálu bylo zajištěno pomocí měrné latě přiložené ke kmínku sazenice, následně byla odečtena hodnota z latě s přesností na celé centimetry. Poté se změřila i tloušťka kořenového krčku těsně nad zemí za pomoci posuvného pravítka s digitálním ukazatelem měřené hodnoty s přesností na desetiny milimetru. Mortalita jednotlivých rostlin byla posouzena vizuálně. Hodnoty byly zapsány do terénního zápisníku, který byl přepsán do elektronické podoby v programu Microsoft Office Excel 2013.

### **4.8.1 Měření na lokalitě Truba**

Na této výzkumné ploše proběhlo měření klasických sazenic a odrostků lípy srdčité v letech 2012-2015. Termíny měření byly v každém roce dva: přelom jara a léta (květen-červen) a začátek podzimu (září).

### **4.8.2 Měření na lokalitě Hůrka**

Na této výzkumné ploše proběhlo měření klasických sazenic, poloodrostků a odrostků dubu letního a lípy srdčité v roce 2015 (Obr. H). Termíny měření byly v tomto roce dva: přelom jara a léta (květen-červen) a začátek podzimu (září).

Úkolem bylo změřit roční přírůst a tloušťku ročního přírůstu kořenového krčku.

#### **4.9 Statistické zpracování dat**

Primární zpracování naměřených dat proběhlo v programu Microsoft Office Excel 2013, kde byla data podrobena analýze na extrémní hodnoty. Tyto hodnoty se v souboru dat nevyskytovaly. Následně byla data seřazena a připravena pro další práci ve statistickém programu. Standardizovaná data byla dále zpracována v programu Statistika 13. Po předběžném odhadu optimálního postupu byl pro porovnání použit Kruskal-Wallisův test. Statistické srovnání naměřených hodnot bylo provedeno na hladině významnosti  $P < 0,05$ . Výsledky testů byly pro lepší názornost zobrazeny v přehledných grafech.

## 5. Výsledky

### 5.1 Základní údaje o pokusných plochách

Tab. č. 1: Celkové srovnání zkusných ploch

lokality	Truba		Hůrka				
termín	2012-2015		2015				
druhy použitých dřevin	lípa srdčitá		dub letní		lípa srdčitá		
typ sadebního materiálu	klasické sazenice	odrostky	klasické sazenice	odrostky	klasické sazenice	poloodrostky	odrostek
PLO	28	31	10	10	16	16	16
LVS	3	4	3	3	4	4	4
počet vysazených jedinců	799	704	255	284	540	334	216
mortalita ks	28	5	1	1	173	23	43
mortalita %	3,5	0,7	0,4	0,3	32	6,8	19,9

Jak je zřejmé z tabulky č. 1, počty souborů klasických a odrostlých sazenic jsou relativně podobné, ale nejsou stejné. Při zakládání ploch bylo potřebné respektovat i další zájmy. Z toho vyplývá, že při srovnání výsledků je tento fakt potřebné zohlednit nejenom při srovnání mortality, ale i u statistických testů.

Už z této tabulky jsou zřejmé rozdíly v mortalitě rozdílných typů sazenic lípy. Na pokusné ploše Truba je mortalita sazenic pětkrát vyšší než u odrostků. Podobný výsledek byl dosažen i na lokalitě Hůrka u stejné dřeviny (lípa) i když mortalita u sazenic je jenom dvojnásobně vyšší než u odrostků. Nejnižší mortality dosáhly překvapivě poloodrostky.

Co se týče dubu, srovnání sazenic a odrostků nepřineslo fakticky žádný rozdíl v mortalitě. Obecně, mortalita dubových sazenic byla obecně výrazně nižší než u lípy.

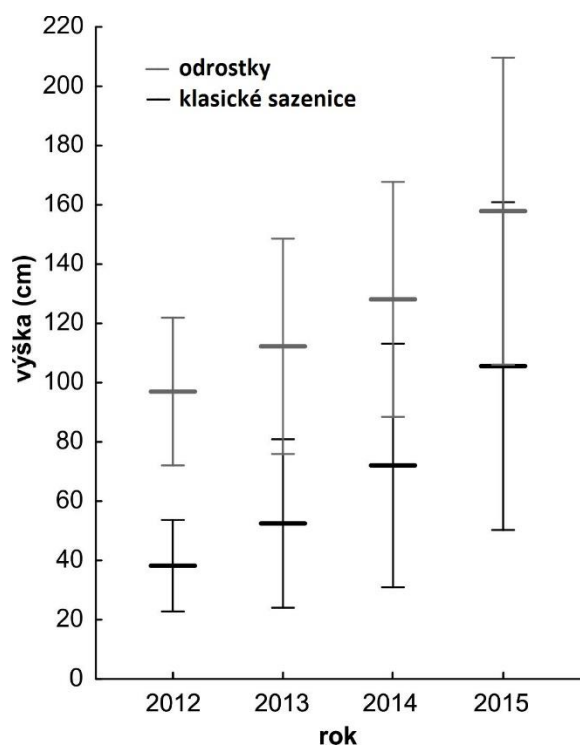
### 5.2 Zkusná plocha Truba

Na této zkusné ploše byla uskutečněna výsadba lípy srdčité dvěma typy sadebního materiálu (klasické sazenice a odrostky). Mortalita, jako významný parametr, byla obecně velice nízká (Tab. 2). Jak je z tabulky zřejmé, u sazenic mortalita narůstala mírně rychleji než v případě odrostků.

Tab. č. 2: Mortalita lípy v období 2012–2015 (v roce 2013 nebyl zjištěn zdravotní stav).

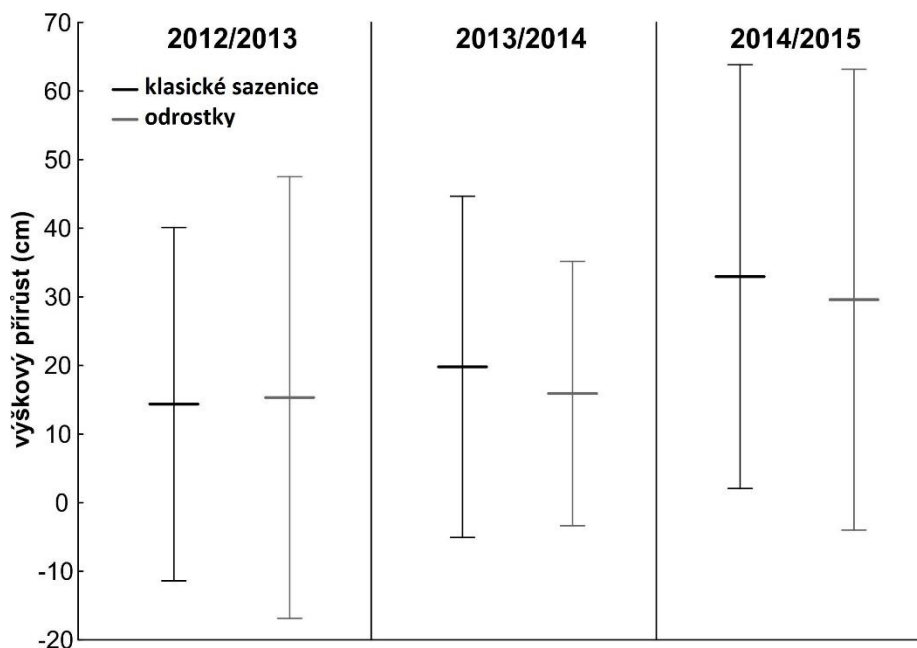
	počáteční stav	2012	2013-2014	2015
klasické sazenice	799 ks	0%	1,50%	2,10%
odrostky	704 ks	0%	0%	0,60%

Další parametr, který byl i statisticky testován, byla výška sadebního materiálu. Na základě Obr. č. 2 je možné konstatovat několik závěrů. Klasické sazenice byly na začátku pokusu podstatně nižší, ale jejich odrůstání bylo mírně rychlejší než odrostků. Na začátku byl výškový rozdíl 60 cm a na konci sledovaného období 50 cm. Současně v obou soborech sazenic narůstala variabilita, což v konečném důsledku vedlo k tomu, že výsledky statistického testu byly na konci období nevýznamné. Z toho můžeme usuzovat, že pro další pokusy bude nutné počítat s mnohem vyššími počty sazenic.



Obr. 2: Grafické znázornění a porovnání výšek u klasických a odrostlých sazenic za období 2012 do roku 2015 (znázorněny jsou průměry a směrodatné odchylky).

Výsledky srovnání dalšího měřeného parametru (přírůst sadebního materiálu) jsou uvedeny na Obr. č. 3 separátně pro jednotlivá období. Výsledky potvrzují předchozí obrázek, kdy přírůst klasických sazenic jenom velmi mírně převyšuje odrostky. Na druhé straně, u odrostků je ten nejdůležitější parametr pro úspěšné zabezpečení kultury (a tou je výška sazenic) splněna už při výsadbě.



**Obr. 3: Výsledky testování výškového přírůstu u klasických a odrostlých sazenic v období 2012-2015 (znázorněny jsou průměry a směrodatné odchylky).**

### 5.3 Zkusná plocha Hůrka

Jak už bylo uvedeno v předchozích kapitolách, na této ploše byla uskutečněna výsadba lípy i dubu a to u lípy ve třech typech sadebního materiálu (Sazenice = S, Poloodrostky = P a Odrostky = O), u dubu ve dvou velikostech (sazenice a odrostky).

#### 5.3.1 Lípa srdčitá

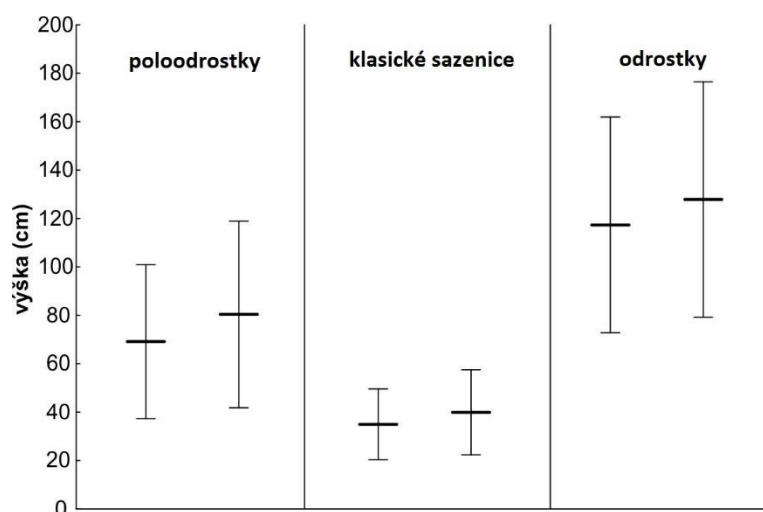
U lípy se projevila největší mortalita u klasických sazenic, a to v absolutním počtu 173 ks. U poloodrostků to bylo 23 a u odrostků 43 kusů. Mortalita byla v tomto případě měřena na jaře a na podzim 2015. Měření prokázalo, že nejvýznamnější mortalita byla zaznamenána při prvním měření po výsadbě, další měření prokázalo výrazný pokles

mortality. U klasických sazenic byl zaznamenán úhyn téměř až jedné třetiny sazenic, což je z hlediska nutnosti dosadeb významný podíl (Tab. 3).

**Tab. č. 3: Mortalitu sadebního materiálu lípy u tří typů sadebního materiálu v roce 2015.**

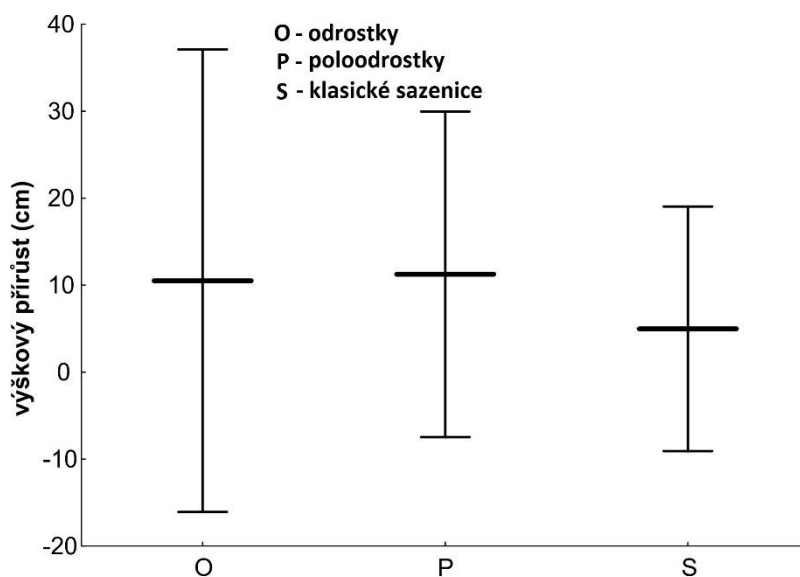
	počáteční stav	jaro/léto 2015	podzim 2015
<b>klasické sazenice</b>	540	29,30%	2,70%
<b>poloodrostky</b>	334	6,30%	0,50%
<b>odrostky</b>	216	18,50%	1,40%

Testování naměřených výšek prokázalo, že mortalita pravděpodobně postihuje menší sazenice, protože u všech typů sadebního materiálu došlo ke zvýšení průměrné výšky. I navzdory dodávkám sadebního materiálu z jednoho zdroje je variabilita v souborech velká, což naznačuje, že další výzkum musí probíhat na větších souborech.



**Obr. 4: Výsledky testování výšek u různých typů sazenic v roce 2015 (znázorněny jsou průměry a směrodatné odchylky).**

Nejvyšší výškový přírůst byl zaznamenán u poloodrostků a odrostků, přírůst klasických sazenic byl nejmenší (Obr. 5). Statistické testování jasně prokázalo dva poznatky: 1. že mezi přírůsty na základě mnou zvoleného postupu nebyly zjištěny rozdíly, 2. že rozsah souborů pro vědecké posouzení tohoto parametru nebyl v této studii dostatečný (Obr. 5).



**Obr. 5:** Výsledky testování výškového přírůstu u sazenic (S), odrostků (O) a poloodrostků (P) v roce 2015 (znázorněny jsou průměry a směrodatné odchylky).

### 5.3.2 Dub letní

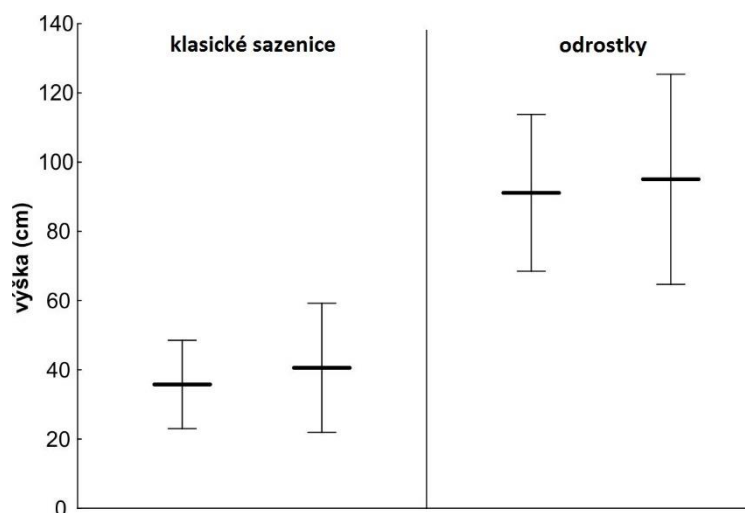
Sazenice dubu se v mé studii projeví jako odolnější a obecně byla jejich mortalita podstatně nižší u obou typů sadebního materiálu (Tab. č. 4). Mortalita se přitom projevila jenom při prvním měření po výsadbě a v obou případech to byl jenom jeden kus.

**Tab. č. 4:** Mortalita sadebního materiálu 2 velikostí sazenic dubu v roce 2015.

	počáteční stav	jaro/léto 2015	podzim 2015
klasické sazenice	255	0,40%	0%
odrostky	284	0,30%	0%

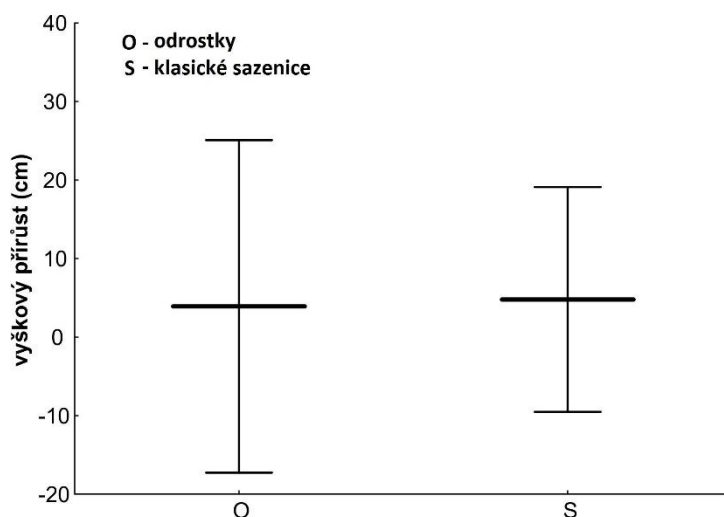
Výsledky měření a testování výšek sazenic a odrostků ukázaly, že výška sazenic a odrostků zůstává i po jednom roce od výsadby statisticky významně rozdílná (Obr. 6). To znamená, že trajektorie vývoje výšek u dubu jsou velice podobné těm u lípy. Na druhé straně, v případě lípy je podstatně vyšší mortalita ve všech sledovaných kategoriích. Moje výsledky naznačují, že mechanismy měřených parametrů jsou velice pravděpodobně ovlivňovány dalšími faktory, a další výzkum v této oblasti by měl být směřován na multifaktorové testování.





**Obr. 6:** Výsledky testování výšek u klasických sazenic (S) a odrostků (O) v roce 2015 (znázorněny jsou průměry a směrodatné odchylky).

Co se týče výsledků testování přírůstu, jeho hodnota dosáhla u obou typů sazenic stejnou hodnotu. Znárodněná variabilita je v případě klasických sazenic na první pohled menší (Obr. 7), po zohlednění procentuálního zhodnocení variability (variační koeficient) se variabilita dostává na srovnatelnou úroveň.



**Obr. 7:** Výsledky testování výškového přírůstu u klasických sazenic (S) a odrostků (O) v roce 2015 (znázorněny jsou průměry a směrodatné odchylky).

## 6. Diskuze

Použití sadebního materiálu větších dimenzí, jako jsou poloodrostky a odrostky, se začíná pomalu rozšiřovat i do lesnictví. V současné době je spojeno jednak se zvyšujícími se požadavky na odolnost výsadeb k nepřízní počasí, tak i s nástupem nové technologické přípravy sadebního materiálu pro dopěstování větších dimenzí (BURDA 2009). Sadební materiál produkovaný moderní technologií pěstování je nazýván „Poloodrostky a Odrostky Nové Generace“ (PONG). Tento sadební materiál nejen splňuje, ale ve většině parametrů převyšuje kvalitativní požadavky dané normou (ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin*), což by mělo zabezpečit vyhovující parametry mortality. Na druhé straně, otázkou zůstává, jestli zmíněná norma stále ještě adekvátně reaguje na změněné přírodní podmínky (HLÁSNY et al. 2011). Obecně, bohatý a koncentrovaný kořenový systém rostliny usnadňuje výsadbu a zvyšuje potenciál pro zalesňování především na specifických lesních stanovištích, kde přírodní podmínky přesahují fyziologické možnosti klasických sazenic.

Problematice vnášení poloodrostků a odrostků do horských lesů se věnoval výzkum, který byl uskutečněn v Jizerských horách (KUNEŠ 2011). Projekt spočíval na vnášení listnatých poloodrostků a odrostků do jehličnatých porostů Jizerských hor, které ještě stále trpí důsledky znečištění z konce 20. století. Výsadba poloodrostků a odrostků nové generace naznačuje, že použití tohoto sadebního materiálu za podmínky dodržení stanovených technologických postupů je v těchto podmínkách vhodné.

Moje bakalářská práce hodnotila využitelnost PONG na půdách ochuzených o živiny a organickou hmotu, které navíc vykazovaly specifický režim půdní vlhkosti. Takto připravený sadební materiál s upravovaným kořenovým systémem, byl předpokladem pro úspěšné zalesnění na obou zkusných plochách. Nutno je však podotknout, že na plochách nebylo po dobu trvání pokusů provedeno vyžínání, což by vedlo ke zvýšení celkových nákladů k zajištění kultury.

Pokus na lokalitě Truba je pro mě při hodnocení výsledků hodnotnější z důvodu delšího sběru dat. Ze získaných dat je patrné, že i přes stěžejní podmínky růstu u klasických sazenic, které ovlivňovala ve velké míře nežádoucí vegetace, dosahují sazenice stejného ročního přírůstu, jako odrostky. Je to nejspíš způsobeno tím, že plocha je ze značné části ochuzena o významnou část živin a organickou hmotu, která by značně ovlivnila růst buřeně. Z tohoto vyhodnocení vyplývá, že na takto podobných stanovištních podmínkách bychom mohli provádět pouze výsadbu klasických sazenic, a i tak bychom mohli ušetřit na

vyžínání, což by vedlo ke snížení celkových nákladů na zajištění kultury. Dalším zjištěním je, že v obou soborech sazenic narůstala variabilita, což v konečném důsledku vedlo k tomu, že výsledky statistického testu byly na konci období nevýznamné. Z toho můžeme usuzovat, že pro další pokusy bude nutné počítat s mnohem vyššími počty sazenic.

Na lokalitě Hůrka probíhalo měření jenom krátce. Na této lokalitě byly vysazeny dvě dřeviny a tři druhy sadebního materiálu. U lípy byly vysazeny klasické sazenice, poloodrostky a odrostky, zatímco u dubu byly vysazeny jen klasické sazenice a odrostky. Největší mortalitu vykazují klasické sazenice u lípy. Obecně vysoká mortalita lípy naznačuje na extrémně vysokou důležitost správné volby dřeviny s ohledem na stanoviště. Protože se jedná se o chudé stanoviště s nevhodnými stanovištními podmínkami (zavodnění půdního profilu), tyto podmínky zkomplikovaly možnost pokus jednoznačně vyhodnotit.

Val, na kterém je provedena výsadba, vytváří ve svém tělese jakousi nádrž, v níž dochází k zadržování dešťové vody, která se špatně vsakuje a tak dochází k odehňování kořenového systému. Lze předpokládat, že pokud výsadba prorazí rekultivované neprostupné vrstvy půdy, může dojít k lepšímu vsakování vody do půdy. Na druhé straně, u sazenic s méně vyvinutým kořenovým systémem může docházet k jeho totální destrukci. To indikuje i mortalita dubu letního, u kterého jsou ztráty zanedbatelné z důvodu zvolení správného stanoviště (adaptace na vysokou úroveň spodní vody a silnější kořenový systém). Na závěr, moje výsledky naznačují, že mechanismy měřených parametrů jsou velice pravděpodobně ovlivňovány dalšími faktory, a další výzkum v této oblasti by měl být směřován na multifaktorové testování.

Technologie využití vyzpělého sadebního materiálu má i další, ekologicko-spoolečenské konsekvence. Takto vysazená plocha se velice rychle ekologicky, ale i opticky stává „lesem“ a působí pozitivně nejenom pro organismy, které tam žijí, ale i na veřejnost. Nemluvě o tom, že během několika dalších let máme ozeleněnou plochu, která slouží jako biokoridor pro zvýšení biodiverzity, a současně plní i půdo-ochrannou a vodo-ochrannou funkci.

## 7. Závěr

Na základě mé práce lze jednoznačně konstatovat, že ve výzkumu uvedené problematiky je potřebné pokračovat a to využitím multifaktorové analýzy, protože je vcelku evidentní, že jeden faktor, kterým je „typ sadbového materiálu“ nedokáže vysvětlit variabilitu zkoumaných procesů v dostatečné míře.

Dalším důležitým zjištěním je významnost správné volby dřeviny s ohledem na přírodní podmínky. Výsledky zalesňování se tudíž mohou lišit v závislosti na kombinacích „dřevina, vlastnosti stanoviště, a průběh počasí“, kterých může být v případě pěti dřevin velký počet. To klade značný důraz na správná rozhodnutí o druhu dřeviny – větší sazenice mají větší resistenci, ale menší resilienci.

V případě experimentu s lípou srdčitou na lokalitě Truba lze konstatovat, že absolutní hodnota naměřené výšky odrostků a klasických sazenic se liší jen minimálně, zatímco u absolutní hodnoty přírůstu lze říci, že klasické sazenice si vedly lépe oproti odrostkům. Výhoda odrostků tedy spočívá spíše ve vyšší počáteční výšce než v rychlosti přírůstu. To je potvrzením původní hypotézy, která vedla vůbec k myšlence pěstování vyspělejšího sadebního materiálu.

V případě druhého experimentu (lípa srdčitá a dub letní na lokalitě Hůrka) byla zjištěna nižší mortalita odrostků lípy oproti sazenicím běžné velikosti. Oba druhy sadebního materiálu ve výsadbě dubu mají mortalitu zanedbatelnou. A celkově na základě mnou získaných výsledků je možné považovat dub za vhodnější dřevinu pro uplatnění vyspělého sadebního materiálu. To samozřejmě nemohu tvrdit na obecné úrovni.

## 8. Použitá literatura a materiály

Burda P. Ověření pěstebních postupů a využití nových školkařských technologií při pěstování sadebního materiálu lesních dřevin a posouzení kvality vyprodukovaného materiálu. Disertační práce. Katedra pěstování lesů, Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2009. 90 s.

Burda P., Nárovcová J., Nárovec V., Kuneš I., Baláš M., Machovič I. Technologie pěstování listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesních školkách. Certifikovaná metodika. Lesnický průvodce, 3/2015, VÚLHM, Strnady, 56 s., ISBN 978-80-7417-097-3, ISSN 0862-7657.

ČSN 482115. Sadební materiál lesních dřevin. Praha, Český normalizační institut, 2010. 17 s.

Hlásny, T., Barcza Z., Fabrika M., Balazs B., Churkina G., Pajtik J., Sedmák R., Turčáni, M. Climate change impact on growth and carbon balance of forests in Central Europe. *Climate Research*, 2011, vol. 47, no. 3, s. 219-236. ISSN 0936-577X.

Cháb J., Stráník Z., Eliáš M. Geologická mapa 1 : 500 000, Česká geologická služba, Praha, 2007. ISBN 978-80-7075-666-9.

Jurásek A. Poznatky o potřebné kvalitě krytokorenného sadebního materiálu lesních dřevin pro úspěšnou umělou obnovu. In. *Aktuální problémy v pěstování lesa*. 2013, s. 5-8.

Kantor P., Peklo Z. Hodnocení výsadeb odrostků buku na Školním polesí Hůrky. *Lesnická práce*, 2001, vol. 80, no. 10, s. 444–446. ISSN 0322-9254.

Kotek K., Habart F., Neumann J. Výsadba bukových odrostků na ŠP Hůrka u SLŠ Písek. *Lesnická práce*, 1989, vol. 68, no. 3, s. 120–124. ISSN 0322-9254.

Kuneš I., Balcar V., Vykypělová E., Zadina J. Vliv jamkové aplikace moučky dolomitického vápence na půdní prostředí uvnitř sadebních jamek a mimo jamkový prostor v rámci podmínek kyselého horského stanoviště v Jizerských horách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 2006, vol. 51, no. 2, s. 82–90. ISSN 0322-9688.

Kuneš I., Baláš M., Millerová K., Balcar V. Vnášení listnaté příměsi a jedle do jehličnatých porostů Jizerských hor. Certifikovaná metodika. Lesnický průvodce, 9/2011, VÚLHM, Strnady, 50 s., ISBN 978-80-7417-048-5, ISSN 0862-7657.

Langvall O., Ottsson Lofvenius M. Effect of shelterwood density on nocturnal near-ground temperature, frost injury risk and budburst date of Norway spruce. Forest Ecology and Management, 2002, vol. 168, s. 49–161. ISSN 0378-1127.

Lokvenc T. Problematika zalesňování velkými sazenicemi. Lesnická práce, 1978, vol. 57, no. 4, s. 153–157.

Lokvenc T. Mají deformace kořenů obalených sazenic smrku vliv na kvalitu kultur? Lesnická práce, 1984, vol. 63 no. 10, s. 454–548.

Nárovcová J. Poloodrostky a odrostky nové generace. In. Aktuální problémy v pěstování lesa, 2013. s. 9-11.

Pěňčík J. Zalesňování kalamitních holin. Statní zemědělské nakladatelství, Praha, 1958. 261 s.

Sarváš M., Tučková A., Takáčová E., Chválková K., Lengyelová A., Varínský J., Longauerová V., Sušková M. Zakladanie lesov v meniacich se ekologických podmienkach. Národné lesnícke centrum vo Zvolene, 2007. 107 s. ISBN 978-80-8093-043-1.

Šindelář J., Frýdl J., Novotný P. MZD v lesích a lesnická legislativa. Lesnická práce, 2004, vol. 83, no. 9, s. 7–9. ISSN 0322-9254.

Špulák O. Příspěvek k poznání teplotních souvislosti prosadob jehličnatých porostů náhradních dřevin. Zprávy lesnického výzkumu, 2009. 54: Speciál: 53–61, ISSN 0322-9688.

Úradníček L., Maděra P., Kolibáčová S., Koblížek J., Šefl J. Dřeviny České republiky. Matice lesnická, Písek, 2001. 333s. ISBN 80-86271-09-9.

Vaněček J. Jak dosáhnout zajištěné kultury během jednoho dne. Lesnická práce, 2001, vol. 80, no. 7, s. 308–309. ISSN 0322-9254.

Watson G. W., Syndor D. T. The effect of root pruning on the root system of nursery trees. Journal of Arboriculture, 1987, vol. 13, no. 5, s. 126–130. ISSN 0278-5226.

## 9. Seznam příloh

Obr. A – Mohutný a koncentrovaný kořenový systém kvalitního odrostku dubu letního. (BURDA 2015)

Obr. B – Mohutný a koncentrovaný kořenový systém kvalitního odrostku lípy srdčité. (BURDA 2015)

Obr. C – Pohled na zkusnou plochu s výsadbou na lokalitě Truba při jarním měření. (BALÁŠ 2015)

Obr. D – Detailní pohled na rozložení výsadby se střídání sadebního materiálu po řadách za použití klasických sazenic a odrostků při jarním měření lípy srdčité. (BALÁŠ 2015)

Obr. E – Pohled na zkusnou plochu s výsadbou na lokalitě Hůrka při podzimním měření. (KUNEŠ 2015)

Obr. F – Detailní pohled na rozložení výsadby se střídání sadebního materiálu po řadách za použití klasických sazenic, poloodrostků a odrostků lípy srdčité. (AUTOR 2015)

Obr. G – Celkový pohled na zkusnou plochu, která je umístěná v celoplošném oplocení. Lokalita Hůrka. (KUNEŠ 2015)

Obr. H – Měřicí skupina složená ze zapisovatele a dvou měřičů. Lokalita Hůrka. (KUNEŠ 2015)

Obr. I – Pohled na metrologickou stanici, která zaznamenává teploty ve třech výškách. Lokalita Hůrka. (AUTOR 2015)



Obr. A – Mohutný a koncentrovaný kořenový systém kvalitního odrostku dubu letního.  
(BURDA 2015)



Obr. B – Mohutný a koncentrovaný kořenový systém kvalitního odrostku lípy srdčité.  
(BURDA 2015)





Obr. C – Pohled na zkusnou plochu s výsadbou na lokalitě Truba při jarním měření. (BALÁŠ 2015)



Obr. D – Detailní pohled na rozložení výsadby se střídání sadebního materiálu po řadách za použití klasických sazenic a odrostků při jarním měření lípy srdčité. (BALÁŠ 2015)



Obr. E – Pohled na zkusnou plochu s výsadbou na lokalitě Hůrka při podzimním měření. (KUNEŠ 2015)



Obr. F – Detailní pohled na rozložení výsadby se střídání sadebního materiálu po řadách za použití klasických sazenic, poloodrostků a odrostků lípy srdčité. (AUTOR 2015)



Obr. G – Celkový pohled na zkusnou plochu, která je umístěná v celoplošném oplocení. Lokalita Hůrka. (KUNEŠ 2015)



Obr. H – Měřicí skupina složená ze zapisovatele a dvou měřičů. Lokalita Hůrka. (KUNEŠ 2015)



Obr. I – Pohled na metrologickou stanici, která zaznamenává teploty ve třech výškách. Lokalita Hůrka. (AUTOR 2015)