

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Bakalářská práce

Porovnání prosperity prostokořenného a krytokořenného
sadebního materiálu smrku ztepilého po výsadbě na lesním
stanovišti středních poloh

Josef Štiller

Katedra pěstování lesa

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.

Studijní program: Lesnictví



Česká zemědělská univerzita v Praze
Katedra: pěstování lesa

Fakulta lesnická a dřevařská
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro: pana **Josefa Štillera**
obor: **Lesnictví**

Název tématu:

Porovnání prosperity prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu smrku ztepilého po výsadbě na lesním stanovišti středních poloh

Název tématu v anglickém jazyce:

Growth performance comparison of bare-rooted and containerized planting stock after planting to the forest site of middle altitudes

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte rešerši k problematice prostokořenné a obalované sadby.
2. Založte zkusné plochy s prostokořennou a obalovanou sadbou ve středních polohách
3. Vyhodnoťte výškový přírůst a mortalitu po prvním vegetačním období od výsadby
4. Shrňte předběžné poznatky z prvotního šetření



Rozsah grafických prací: **dle potřeby**

Rozsah průvodní zprávy: **30 stran**

Seznam odborné literatury:

MAUER, O. – PALÁTOVÁ, E. – BÁRTOVÁ, A. – JURÁSEK, A. – NÁROVCOVÁ, J. – SZABLA, K.:
Produkce krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy, Sdružení
lesních školkařů ČR v nakl. Lesnická práce 2006. 136 s.

MARTINCOVÁ J. Zkušenosti s použitím krytokořenného sadebního materiálu smrku v horských oblastech. In:
Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník z
mezinárodního semináře. Opočno, 3. a 4. června 2004. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, s. 49 – 56.

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. června 2004. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce. 2004, s. 6 –
15.

NÁROVCOVÁ J. Systém testování biologické vhodnosti obalů pro pěstování krytokořenného sadebního
materiálu lesních dřevin a poznatky s jeho uplatněním v praxi. In: Možnosti použití sadebního materiálu z
intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník přednášek z mezinárodního semináře. Opočno,
3. a 4. 6. 2004. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce 2004, s. 40 - 48.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.**

Konzultant bakalářské práce:

Datum zadání bakalářské práce: **10.6.2010**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30.4.2011**

Vedoucí katedry



Děkan

V Praze dne 4. 1. 2011

Prohlášení

Předkládanou práci jsem vypracoval samostatně, jen za použití uvedených zdrojů a na základě konzultací s vedoucím bakalářské práce. Souhlasím s půjčováním práce.

V Praze dne

28. 4. 2011

Josef Štiller

Poděkování

Rád bych poděkoval Ing. Ivanu Kunešovi, Ph.D. za vedení bakalářské práce. Dále bych rád poděkoval Ing. Michaelu Trnkovi za možnost založení výzkumných ploch na jeho lesním majetku a za financování použitého sadebního materiálu.

Abstrakt

V lesnictví se používají dva typy sadebního materiálu, prostokořenný a krytokořenný. Každý typ má své specifické vlastnosti. Prostokořenný a krytokořenný sadební materiál se liší způsobem pěstování. Produkce krytokořenného sadebního materiálu je technologicky náročnější a výsledné sazenice jsou také dražší. Vyšší náklady na obalovanou sadbu by ale měly být vykompenzovány lepším odrůstáním kultur. Cílem předkládané bakalářské práce je na zkusných plochách porovnat prosperitu prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu. V následné diplomové práci bude zhodnocena nejen prosperita, ale i ekonomické aspekty obou typů sadebního materiálu. Jako sadební materiál byly použity sazenice smrku ztepilého. Smrk ztepilý byl použit, protože je nejdůležitější hospodářskou dřevinou v České republice a v lesích středních poloh má ze všech dřevin nejvyšší zastoupení. Po prvním roce pozorování lze říci, že krytokořenný sadební materiál dosahuje lepších výsledků, než sadební materiál prostokořenný.

Klíčová slova: Smrk ztepilý, sadební materiál, prosperita

Abstract

In forestry there are two types of planting stock the bare-rooted and containerized one. Each type has its own specific characteristics. Bare-rooted and containerized plants are produced in a different way. Production of containerized planting stock is technologically more complicated. Therefore containerized seedlings are also more expensive. The aim of this bachelor study is to compare the growth bare-rooted and containerized planting stock in the initial years after planting. In the thesis the author intent to evaluate not only growth, but also the economic aspects of both types of planting stock. Seedlings of Norway spruce were chosen for the study since spruce is economically the most important tree species in the Czech Republic and in the forests of middle altitudes it has the highest proportion in the species composition. After the first year of observation, we can say that the containerized planting stock has better results than bare-rooted planting stock.

Keywords: Norway spruce, planting sock, growth performance

1. Úvod	6
2. Rozbor problematiky	6
2.1 Prostokořenný sadební materiál	6
2.1.1 Půda	6
2.1.2 Výsev	8
2.1.3 Péče o semenáčky, závlaha	9
2.1.4 Podřezávání, školkování a vyzvedávání sadebního materiálu	10
2.1.5 Skladování a přeprava sadebního materiálu	11
2.2 Krytokořenný sadební materiál	12
2.2.1 Historie použití obalů	12
2.2.2 Typy obalů	13
2.2.3 Deformace kořenového systému	15
2.2.4 Substráty	16
2.2.5 Zásady pěstování	17
2.3 Porovnání prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu	18
3. Metodika	19
3.1 Plochy výzkumu	19
3.1.1 Výzkumná plocha „Vodárna“	19
3.1.2 Výzkumná plocha „Hektarovka“	19
3.2 Založení výsadeb	20
3.3 Péče o výsadby	20
3.4 Sběr dat	20
3.5 Zpracování dat	21
4. Výsledky	22
4.1 Mortalita	22
4.1.1 Výzkumná plocha „Vodárna“	22
4.1.2 Výzkumná plocha „Hektarovka“	23
4.1.3 Porovnání zkusných ploch a jednotlivých typů sadebního materiálu	24
4.2 Počáteční výška, konečná výška	25
4.3 Výškový přírůstek	26
4.3.1 Výzkumná plocha „Vodárna“	26
4.3.2 Výzkumná plocha „Hektarovka“	27
4.3.3 Porovnání výzkumných ploch a jednotlivých typů sadebního materiálu	28
5. Diskuse	29
6. Závěr	31
7. Seznam zdrojů	32
8. Přílohy	34

1. Úvod

V lesnictví se používají dva typy sadebního materiálu: prostokořenný a krytokořenný. Každý typ má své specifické vlastnosti. Prostokořenný a krytokořenný sadební materiál se liší způsobem pěstování. Produkce krytokořenného sadebního materiálu je technologicky náročnější a výsledné sazenice jsou také dražší. Vyšší náklady na obalovanou sadbu by ale měly být vykompenzovány lepším odrůstáním kultur. Předkládaná práce si klade za cíl ověření hypotézy o lepší prosperitě obalované sadby v podmínkách kyselých stanovišť středních poloh.

2. Rozbor problematiky

2.1 Prostokořenný sadební materiál

Jako prostokořenný sadební materiál jsou označovány semenáčky, sazenice, poloodrostky a odrostky generativního ale i vegetativního původu s obnaženými kořeny, které se pěstují pro potřeby obnovy lesa. Tento typ sadebního materiálu je historicky starší, jelikož je logicky spjat s prvními pokusy o umělou obnovu, které u nás sahají až do doby předbělohorské (Foltánek). Jeho výroba je technologicky a finančně méně náročná a u nás je zatím dominantním typem sadebního materiálu a i do budoucna se s tím počítá.

2.1.1 Půda

Půda v lesních školkách, kde se pěstuje prostokořenný sadební materiál, je rozhodujícím činitelem v kvalitě sadebního materiálu. Její vlastnosti podstatně ovlivňují nejen samotný sadební materiál, ale také souvisejí s možností použití mechanizace. Za ideální se dají považovat půdy hlinitopísčité až písčitohlinité, přičemž příliš velký podíl písčitých frakcí půdu negativně ovlivňuje ve smyslu přílišného vysychání a slabé schopnosti vázat živiny, naopak má pozitivní vliv např. při vyzvedávání sadebního materiálu, kde nedochází k poničení kořenového systému. Naproti tomu příliš jílové půdy jsou dosti těžké, hůře vysychají a díky koloidům, které obsahují, lépe váží živiny. Orniční vrstva v lesní školce by měla dosahovat hloubky alespoň 30 cm a obsah humusu by měl

být od 3 do 10 procent. Nevhodné jsou půdy s vysokým obsahem skeletu a s hladinou podzemní vody výše než 70 cm (Dušek, 1997).

Základní příprava půdy na plochách s tradičními postupy pěstování semenáčků a sazenic zahrnuje: orbu, vpravení hnojiv, předosevní půdní desinfekci, hubení plevelů a závěrečnou přípravu ploch pro výsevy a školkování (Dušek, 1997). Orbu lze provádět ve třech ročních obdobích. Podzimní orba se provádí ve školkách např. leželo-li pole ladem, po vyzvednutí sadebního materiálu určeného k podzimnímu zalesňování, nebo k uložení do klimatizovaných skladů. Orba má značný vliv na strukturu a úrodnost půdy, dále pomáhá uchovávat zimní vláhu v půdě a dochází při ní k promrznutí půdy. Provádí se orba hluboká, což je orba kolem 30 cm hloubky. Jarní orba prováděná na hloubku kolem 20 cm, se provádí tehdy, když se sadební materiál vyzvedává až v jarním období. Letní orba se provádí v případě letního školkování, použití úhoru k odplevelení, nebo k zaorání zeleného hnojení. Dalším úkonem přípravy půdy je vláčení, jehož úloha je urovnat, rozdrobit a prokypřit vrchní vrstvu ornice. Používají se k tomu nesené brány hřebové, diskové nebo hvězdicové. Poté následuje smykování k urovnání povrchu zoraných ploch a rozdrobení menších hrud. Přerušuje se tak kapiláry a tím se zabraňuje vypařování vody. V následující fázi se vytvoří záhony pomocí vyznačovače záhonů. Pak následuje válcování, kterým se urovnává a zhutňuje povrch půdy (Poleno, Vacek et al. 2009).

Hnojení je jedním ze způsobů, jak zlepšit kvalitu půdy a tím i její produkční schopnosti. Ke hnojení se používají minerální a organická hnojiva. Hnojení by mělo vycházet z půdních rozborů, druhu pěstované dřeviny a termínu aplikace. Hnojiva minerální neboli průmyslová lze rozdělit do několika skupin a to na hnojiva dusíkatá, fosforečná, draselná, vápenatá a hořečnatá, což jsou hnojiva jednosložková. Často se však používají hnojiva obsahující více složek, a to jsou pak hnojiva vícesložková neboli kombinovaná. Organická hnojiva, jak už z názvu vyplývá, obsahují značné množství organické hmoty, která zvyšuje obsah humusu v půdě. Nejdůležitějšími organickými hnojivy jsou chlévská mrva, kompost, rašelina, kompostovaná kůra, případně tzv. zelené hnojení.

Dezinfekce půdy se provádí tam, kde hrozí výskyt houbových chorob, škůdců a plevelů. Používá se dezinfekce termické, chemické a biologické. Termická dezinfekce se používala spíše dříve a v malých školkách. Spočívá ve spalování asi 30cm vrstvy klestu na záhonu a následného zapravení popele do půdy, čímž dochází i k mírnému pohnojení. V dnešní době se používá jiný typ termické dezinfekce půdy a to propařování. Chemická dezinfekce je založena na prolévání půdy nebo zapravování prášku či granulátu do půdy a následným uvolněním chemických látek ničících např. spory hub. Za biologickou ochranu se považuje ničení patogenních organismů kompostováním, půda je sterilizována působením tepla a mikrobiálních procesů během zrání kompostu (Poleno, Vacek, et al. 2009).

2.1.2 Výsev

Výsev by se měl provádět na vhodnou půdu či substrát za použití kvalitních semen s dostatečnou klíčivostí a po správné předosevní přípravě, aby se docílilo souběžného a rovnoměrného vzcházení semenáčků. Před samotným výsevem je třeba zbavit půdu plevelu, náležitě povrch urovnat a je-li půda suchá, přiměřeně zavlažit. Pro tradiční způsoby výsevu do minerální půdy je nutné dbát, aby půdní reakce odpovídala pro jehličnaté dřeviny pH 4 – 5,5 a pro listnaté pH 5 – 6,5 (Poleno, Vacek, et al. 2009). Na kvalitu vzešlých semenáčků má dále vliv hloubka síje, pravidelnost horizontálního rozmístění, hustota síje, správná vlhkost a náležitý dotek s půdou. Výsev se provádí třemi možnými způsoby. Prvním ze způsobů je výsev do proužků. Jedná se o výsev, kde jsou do půdy vytlačeny proužky pravidelného lichoběžníkového tvaru, které jsou následně osety semeny, přitlačeny válcem a zakryty zásypkou. Druhým způsobem je výsev do rývek, jedná se o způsob podobný proužkovému způsobu, avšak na rozdíl od proužkového způsobu jsou zde rývky vyryty radličkou, a tudíž jejich tvar není tak pravidelný, a proto se hodí spíše k výsevu větších druhů semen. Třetím způsobem výsevu semen je plnosíje. Zde dochází k osetí celé plochy záhonu, opět ve správné hustotě a následném přitlačení semene k půdě válcem a pokrytím zásypkou. Dále se dá výsev dělit podle ročního období. Jarní výsev, který probíhá od března do května má výhodu v menší potřebě závlahy, ale naopak problémem často bývají mrazy. Jarní výsevy jsou ideální např. pro smrk ztepilý, borovici lesní, modřín opadavý, habr obecný, jasan ztepilý, olše a javory. Letní výsevy jsou vhodné pro dřeviny, jejichž semena dozrávají pozdě na jaře nebo začátkem léta a mají krátkou

životnost, jako je třeba jilm, jíva, osika. Samozřejmostí při letním výsevu je pravidelná závlaha. Podzimní výsevy jsou pak vhodné pro dřeviny, jejichž semena dozrávají na podzim a jejichž skladovatelnost je díky velikosti a hlavně obsahu vody obtížná, jedná se zejména o duby, buk lesní nebo jedli bělokorou, jak uvádí Bezecný et al. (1973).

Jak již bylo zmíněno, s výsevem je spojená následná zásyпка semen. Jako materiál se nejčastěji používá písek a piliny, dále se může používat jemná kamenná drť, zemina, kompost nebo rašelina. Množství zásyпки závisí na dřevině, tedy na velikosti semene, na době výsevu, přičemž při podzimním výsevu bývá zásyпка mocnější, nebo třeba na sklonu terénu. Zásyпка by měla být kyprá a netvořit neprostupnou vrstvu, měla by mít vhodné pH, neměla by obsahovat semena plevelů a vhodnější je světlé zbarvení, aby nedocházelo k přehřívání povrchu půdy.

2.1.3 Péče o semenáčky, závlaha

Po vzejití semenáčků se uplatňuje stínění, což je opatření zabraňující přímému ozáření (insolaci) půdy a rostlin, omezující nadměrné vypařování vody z půdy a z rostlin a konečně zabraňující teplotním výkyvům v půdě i nad jejím povrchem (Poleno, Vacek, et al. 2009). Rozlišují se dva typy stínění a to horizontální, které je vhodné použít třeba již po výsevu, čímž ochráníme semena např. před vymytím vodou, před ptáky nebo dokonce z části před pozdními mrazy, druhým typem je boční stínění. Jako stínidla se využívají rákosové rohože nebo v dnešní době spíše textilní rohože a sítě (stínovky).

Nejdůležitějším opatřením v péči o semenáčky je však závlaha. Každá dřevina potřebuje pro správné vyklíčení, aby půda byla po celou dobu klíčení dostatečně vlhká. Jednotlivé dřeviny jsou pak na vlhkost půdy či její kolísání různě citlivé, a proto je při závlaze tuto skutečnost vždy brát v potaz. Ve školkách se uplatňuje závlaha doplňková a účelová. Doplňková závlaha slouží k vyrovnání nedostatku srážek způsobených klimatickými podmínkami. Posláním účelových závlah je omezení škod působených nepříznivými mikroklimatickými podmínkami. Podle charakteru působení se dělí na ochranné postřiky proti mrazíkům, které jsou aktuální na začátku a před ukončením vegetační činnosti a na tzv. osvěžující postřiky, které jsou určeny k optimalizaci teploty a

vlhkosti ve vzdušném prostoru nadzemních a půdních prostor kořenových částí rostlin (Dušek, 1997). Hlavními kritérii správné závlahy jsou odpovídající dávkování ve správných intervalech a intenzitě a dodání závlahy ve správnou dobu.

2.1.4 Podřezávání, školkování a vyzvedávání sadebního materiálu

Podřezáváním semenáčků lesních dřevin vzniká sazenice, jelikož dochází k zásahu do kořenového systému. Jedná se o postup, kdy jsou pomocí mechanizace záhony se semenáčky podříznuty nožem v horizontálním směru v hloubce kolem 7cm a ve vertikální směru mezi řádky. Cílem je, aby došlo po porušení kořenového systému k jeho zmnožení. Tento postup je vhodný např. pro borovici, dub a buk. Postup podřezávání lze použít i u školkových sazenic pěstovaných na čtyř až šestiletý sadební materiál, nebo při pěstování poloodrostků (Poleno, Vacek, et al. 2009). Po podřezávání je třeba záhon utužit a řádně zavlažit.

Školkováním se rozumí přesazování semenáčků (popř. i sazenic) do minerální půdy. Účelem je vypěstovat sazenice nebo poloodrostky s nedeformovaným soustředěným kořenovým systémem a vyšší vyvinutou nadzemní částí (Poleno, Vacek, et al. 2009). Ke školkování se používají jen kvalitní semenáčky. Školkování může probíhat buďto na jaře, v létě, nebo na podzim. Jarní školkování je nejběžnější. Důležité je školkovat dřeviny před narašením a po zaškolkování zavlažovat, což je právě během jarního školkování nejméně náročné. Při jarním školkování nejdříve školkuje se modřín, poté listnáče a až nakonec zbylé jehličnany právě z důvodu rašení. Letní školkování je např. u smrku výhodnější než jarní, jelikož se smrk v letním období vyznačuje intenzivním růstem. Ideální je využít chladnějšího období a po zaškolkování je nutnost vydatně zavlažovat. Podzimní školkování je možno použít jen v nižších polohách, kde nehrozí vymrzání (Dušek, 1997). Školkování semenáčků se provádí u různých dřevin v jiném věku, přičemž je vhodné zvláště při mechanizovaném školkování, aby stonek dřeviny byl již zdřevnatělý. Jak již bylo nastíněno, školkování může probíhat mechanizovaně, nebo ručně, přičemž ruční školkování se provádí spíše v menších školkách, nebo při školkování poloodrostků, které by pomocí mechanizace nebylo již možno zaškolkovat. Při obou případech se však vždy musí dodržovat spon budoucích sazenic, který je odvislý od druhu dřeviny a délky doby pěstování.

Vyzvedávání sadebního materiálu, jako ostatně většina úkonů v lesním školkařství, se může opět provádět ve třech obdobích. Jarní vyzvedávání je asi nejběžnější způsob. Mohou se vyzvedávat v podstatě všechny dřeviny. Následně se mohou použít k jarnímu školkování, nebo samozřejmě k jarnímu zalesňování. Letní vyzvedávání se uplatňuje u již zmiňovaného letního školkování smrku ztepilého. Podzimní vyzvedávání je vhodné především pro listnaté dřeviny určené k podzimnímu zalesňování. Vyzvedávat se musí dřeviny, které jsou již, nebo stále ještě ve vegetativním klidu. Důležitou roli hraje počasí, které ovlivňuje půdní podmínky, které úzce souvisí s náročností samotného vyzvednutí a také s možností použití techniky. Vyzvedávání sadebního materiálu se provádí buď ručně a to odrýpáváním vidlemi, nebo mechanizovaně podoráváním a následným ručním vyzvednutím. Hloubka vyzvedávání se řídí věkem rostlin a tvarem kořenových systémů. Semenáčky jehličnanů a listnáčů s kratšími kořeny, které jsou určeny ke školkování, se vyzvedávají v hloubce 15 cm. U starších sazenic běžných dimenzí, zejména s kulovými kořeny hloubka vyzvednutí nesmí být menší než 20 cm (Dušek, 1997). Při vyzvedávání sadebního materiálu je třeba zamezit mechanickému poškození, způsobenému např. malou hloubkou vyorávání nebo odtržením jemných kořenů při odstraňování půdy z kořenového balu. Dále je třeba dbát na to, aby nedocházelo k osychání kořenů. Vhodné podmínky jsou v chladnějších dnech, jinak v ranních hodinách, kdy je v sazenicích vysoký obsah vody (Dušek, 1997). K ochraně kořenů lze použít i postřiky.

2.1.5 Skladování a přeprava sadebního materiálu

Při krátkodobém skladování sadebního materiálu lze sazenice a semenáčky na 1 – 2 dny založit na vlhké stinné a závětrné místo do půdy a kořenovou část zakrýt zeminou. Tento postup lze využít na jaře i na podzim před výsadbou či zaškolkováním. V případě krátkodobého skladování, kdy je zapotřebí prodloužit vegetační klid u sadebního materiálu například při zalesňování v pozdějším období je možno použít sněžné jámy, tedy prostory, kam byl během zimního období nashromážděn dostatečný objem sněhu, který udržuje chladné klima. Dlouhodobé skladování sadebního materiálu (přes celou zimu) je možné pouze v klimatizovaných skladech, kde se vytvářejí a trvale udržují vhodné podmínky, tj. vyhovující teplota vzduchu (+2 °C až -2 °C) a dostatečná vzdušná vlhkost (98 %) (Kupka, 2004).

Dopravu sazenic je nutno realizovat ve večerních, nočních a časně ranních hodinách v případě, že v denních hodinách se předpokládá slunečné počasí, teploty vzduchu nad 15 °C a dopravní vzdálenost je větší než 2 hodiny jízdy. Za oblačného počasí lze sadební materiál dopravovat i v denních hodinách, a to při teplotách až 18 °C, pokud cesta netrvá déle než 2 až 3 hodiny (Dušek, 1997). Sadební materiál je vhodné přepravovat ve vratných či nevratných obalech při zakrytí sadebního materiálu plachtou, aby nedocházelo při proudění větru a slunečním svitu k vyschnutí a následnému poškození.

2.2 Krytokořenný sadební materiál

2.2.1 Historie použití obalů

První zmínky o použití krytokořenného sadebního materiálu, který byl pěstován ve speciálních obalech určených pro lesní dřeviny, pochází ze Severní Ameriky z třicátých let 20. století, kde se jednalo o použití obalu ve formě papírových buněk „Tappaper pot“, odkud se později rozšířily do celého světa (Mauer et al. 2006). Další podstatný vývoj prodělal krytokořenný sadební materiál v sedmdesátých letech minulého století, kdy byla poprvé použita umělá hmota k výrobě obalů. Dále se v této době začaly vyvíjet a používat rašelinocelulózové, textilní a jutové obaly. Souběžně vedle jednotlivých obalů se v této době již vyvíjely i tzv. sadbovače, které jsou dnes velmi oblíbené. Od devadesátých let minulého století je důraz kladen hlavně na výrobu obalů, které co nejméně poškozují kořenový systém lesních dřevin.

V České republice se krytokořenný sadební materiál začal používat až v šedesátých letech minulého století ve formě rašelinocelulózových kelímků. V sedmdesátých letech se zde začal používat finský obal Nisula, kde se sadební materiál pěstoval v polyetylenových rolích. Dalšími vývojovými etapami pak byly papírové voštinové buňky, voštinové buňky z laminátového papíru a pevné plastové sadbovače. K největšímu rozmachu krytokořenného sadebního materiálu u nás došlo v osmdesátých letech, přičemž produkce byla soustředěna na pěstování rostlin v obalech středního objemu pohybujícího se mezi 0,5 až 1 l (Mauer et al. 2006). Tento trend však časem ustal, jelikož s takto objemným

kontejnerem byla složitá manipulace a také u nich docházelo k deformacím kořenového systému. V dnešní době se produkce krytokořenného sadebního materiálu opět zvyšuje, jde převážně o používání sadbovačů, které jsou již testovány, aby nedocházelo k deformaci kořenového systému a aby manipulace s nimi byla jednodušší.

2.2.2 Typy obalů

Většinu obalů lze zařadit do několika základních skupin, které vznikly kombinací různých typů dělení. Prvním typem dělení je dělení na obaly jednotlivé a na obaly spojené, tedy sadbovače. Toto dělení má význam spíše jen co se týče manipulace s nimi, než samotného růstu sadebního materiálu, protože se v podstatě jedná o pospojované jednotlivé obaly, i když např. příliš malé prostory mezi jednotlivými buňkami mohou mít také nepříznivý vliv na vývoj sadebního materiálu. Druhým dělením je pak v podstatě materiál, ze kterého je obal vyroben. Může být pevný, a tím pádem jím kořenový systém dřeviny není schopen prorůst, nebo se může jednat o materiál měkký a rozpadavý, kterým jsou kořeny schopny prorůst. V dnešní době jsou všechny tyto typy obalů pro pěstování lesního sadebního materiálu testovány, aby nedocházelo k pěstování sadebního materiálu s deformovaným kořenovým systémem, a tím pádem bylo sníženo riziko nestability založených kultur v budoucích letech. S tím souvisí třetí způsob dělení, který je založený právě na testování obalů a jejich vhodnosti použití. Obaly používané v lesních školkách byly tedy rozděleny na nevhodné, dočasně tolerované a vhodné, což mělo za cíl zmapovat používané typy obalů a vymezit kategorii perspektivních biologicky vhodných typů obalů. Do kategorie nevhodných obalů byly zařazeny ty, které způsobují významné deformace kořenového systému, jako jsou např. zahradnické kontejnery, sáčky z umělohmotných úpletů a netkaných textilií. Kategorie dočasně tolerovaných typů obalů byla vytvořena pouze z přechodných důvodů. Patří sem např. perforované sáčky z polyetylénu nebo laminovaného papíru. Kategorie vhodných obalů zaručuje pěstování sadebního materiálu v souladu s normou ČSN 48 2115. Sjedením všech vhodných obalů pak vzniká Katalog biologicky ověřitelných obalů pro pěstování krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin (Jurásek, Nárovcová, Nárovec, 2006).

Každý tento typ obalu má samozřejmě několik dalších charakteristik, které určují, pro který typu sadebního materiálu je vhodný. Mezi nejvýznamnější patří objem, hloubka, horní průměr a tvar obalu, dále meziprostory mezi jednotlivými buňkami v sadbovači a již zmíněný materiál obalu.

Objem obalu je jedna z klíčových charakteristik ovlivňujících růst rostliny. Souvisí s druhem pěstované dřeviny a především pak s dobou pěstování. Obecně je možno říci, že pro sje a jednoleté semenáčky se využívají obaly o objemu 35–150 cm³ (maloobjemový sadební materiál), vyspělejší a víceleté semenáčky a sazenice se produkují v obalech o objemu 150–900 cm³ (sadební materiál středního objemu). Sadební materiál pěstovaný v obalech větších než 1000 cm³ se používá jen zřídka – většinou se jedná o krytokořenné poloodrostky (Mauer et al. 2006). Samotný tvar obalu a jeho rozměry jsou důležité v otázce výstavby kořenového systému. Pro potřeby českého lesnictví jsou minimální přípustné hodnoty výšky a šířky obalů pro jednotlivé druhy dřevin a typy sadebního materiálu uvedeny v normě ČSN 48 2115 (Mauer et al. 2006).

Pevné obaly jsou ty, kterými nejsou schopny kořeny prorůst, a proto je třeba je před výsadbou sejmut, vznikají tak tzv. plugy. S obaly se dobře manipuluje, jejich plnění lze nejen mechanizovat, ale i automatizovat. Materiály, ze kterých jsou obaly vytvořeny, by měly splňovat požadavky na vysokou mechanickou pevnost, trvanlivost a dobré tepelně izolační vlastnosti (Mauer et al. 2006). Mezi základní požadavky na pevné obaly patří již zmiňovaný vhodný tvar, který je doprovázen úpravami, jako jsou vertikální žebra nebo rýhy na vnitřní straně stěn usměrňující růst kořenů směrem dolů, chybějící dno, nebo plynulý přechod mezi stěnami a otvorem ve dně zabraňující vzniku spirálních deformací u dna obalu. Dále je třeba umisťovat pevné typy obalů na „vzduchové polštáře“ kde se „stříhem vzduchu“ dočasně zastavuje růst kořenů u odkrytého dna obalů, což je nezbytný technologický prvek bránící vzniku deformací (Jurásek, Nárovcová, Nárovec, 2006).

Měkké obaly jsou ty, kterými jsou kořeny schopny prorůst, tudíž se sází společně s obalem. S obaly se hůře manipuluje a většinou se brzy rozpadají. Jsou většinou vyráběny jednotlivě a umísťují se do palet (Mauer et al. 2006). Mezi základní požadavky na měkké obaly patří již zmíněná možnost prorůstání kořenů skrze obal s tím, že nedochází

k zaškrcování kořenů, dále homogennost obalu, tedy stejná šířka obalu ve všech místech, aby docházelo k rovnoměrnému pronikání kořenů a k přirozenému vývoji kořenového systému a schopnost obalu udržet svůj tvar až do výsadby. Dalšími podmínkami pro měkké obaly jsou dostatečná vzdálenost obalů mezi sebou, aby nedocházelo ke splétání kořenů z jednotlivých obalů a schopnost obalu se po výsadbě zcela rozpadnout (Jurásek, Nárovcová, Nárovec, 2006).

Přechodné typy obalů jsou svými vlastnosti někde mezi obaly pevnými a měkkými. Kořenový systém je totiž schopen jejich stěnami prorůstat, ale samotný obal není schopen po výsadbě rozpadu, a tak musí být z kořenového balu odstraněn.

2.2.3 Deformace kořenového systému

Krytokořenný sadební materiál je i v současné době stále spojován s obavami, že založené porosty budou v budoucnu vykazovat sníženou stabilitu. Při volbě vhodných obalů a dodržení technologické disciplíny je však toto riziko zcela minimální. Naopak nerespektováním biologických a lesnických zásad umělé obnovy lesa mohou být založeny porosty se stejně či více deformovaným kořenovým systémem i při použití prostokořenného sadebního materiálu (Mauer, Palátová, 2004). Velmi důležitou, v současné době prakticky určující, roli při deformaci kořenového systému hraje způsob, jakým byl sadební materiál vysazen a také prostředí ve kterém byl vysazen. Hlavními typy kořenových deformací jsou zploštění do horizontální roviny, zploštění do vertikální roviny a jednostranné formy.

Jak již bylo zmíněno, během vývoje obalů bylo snahou dosáhnout co nejmenšího rizika deformace kořenového systému. Hlavními opatřeními v tomto směru byly především zvětšení obalu a přizpůsobení tvaru přirozené architektury kořenového systému, odstranění dna obalu a pěstování na tzv. vzduchovém polštáři, přidání vlisů a žeber na vnitřní straně obalů usměrňující růst kořenů, zkrácení doby pěstování rostlin v obalech a aplikace chemických látek na bázi mědi na vnitřní povrch obalů inhibující růst kořenů rostlin během pěstování (Mauer, Palátová, 2004). I přes tato opatření dochází ke vzniku deformací kořenového systému, přičemž mezi nejnebezpečnější patří strboul a absence

kulového kořene nebo panoh. Tyto vady však nevyplývají z technologie produkce, ale z nedodržení jejich zásad. Mohou být vyvolány během pěstování v lesní školce nevhodnými a nehomogenními vlastnostmi půd, nesprávným školkováním, špatnou přesadbou do obalu, nevhodným hnojením a celkově nedodržením technologie pěstování (Mauer, Palátová, 2004). Strboul je deformace, jíž jsou ohroženy všechny druhy dřevin. Jde o proces, během kterého se kořeny začnou splétat do spirál, čímž se omezuje v budoucnu jejich růst a stabilita. Co se týče absence kulového kořene, jde o vadu, která se může vyskytnout u všech našich hlavních hospodářských dřevin s výjimkou smrku.

2.2.4 Substráty

K plnění obalů se používají speciální substráty, které mají oproti běžné půdě na záhonech mnoho výhod, jako je velká sorpční kapacita, dobrá schopnost přijímat a udržet vodu, dobrá přístupnost živin pro kořeny, velká pórovitost a dobrá struktura (Kupka, 2004). Nejvíce užívaným substrátem je rašelina, často se však do ní přidávají další komponenty, jako jsou kůra, dřevní štěpka, piliny, dřevní vlákna, papírenské kaly, perlit, keramzit atd. U všech substrátů je třeba sledovat vlhkost, obsah spalitelných látek, hodnotu pH, hodnotu elektrické vodivosti, obsah frakcí a obsah rizikových látek (Mauer et al. 2006). Rozdílných vlastností je třeba pro pěstování jehličnatých a listnatých dřevin, kde se liší především pH, ale rovněž při pěstování semenáčků či sazenic, kde podstatnou roli hraje i velikost frakcí. Důležitým parametrem substrátu je také obsah plevelných zrn, která by např. při pěstování semenáčků neměla přesáhnout hodnotu 2500 semen na 1m³.

Ze směsných substrátů se pro pěstování krytokořenného sadebního materiálu nejvíce hodí kůrorašelinový substrát. Význam míšení rašeliny s kůrou spočívá ve zlepšení fyzikálních a chemických vlastností rašeliny, která se stává nedostatkovou (Dušek, 1997). Kůra v tomto substrátu zamezuje přemokření a zlepšuje provzdušnění. Je však třeba přimíchávat kůru, která již prošla první fází rozkladu, protože bakterie, které se této fáze účastní, by v substrátu mohly odčerpávat dusík, čímž by došlo k omezení růstu semenáčku.

Jelikož samotná rašelina je chudá na živiny, je třeba do substrátu přidávat hnojiva a to buď před samotným výsevem, nebo i během růstu sadebního materiálu. Hnojiva se aplikují ve formě granulátu, zálivky, nebo přímo na listy. Často se používají hnojiva s dlouhodobým účinkem, tedy hnojiva, kde dochází k pozvolnému uvolňování živin, což má mnoho výhod. Účinnost hnojení a množství přijatých živin výrazně ovlivňuje kvalita závlahové vody, zejména pH, tvrdost a obsah toxických příměsí (Mauer et al. 2006). Vhodnost a kvalita hnojení je jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujících kvalitu sadebního materiálu

2.2.5 Zásady pěstování

Pěstování krytokořenného sadebního materiálu je podstatně spjato s používáním umělých krytů. V umělých krytech se běžně pěstují prostokořenné i krytokořenné semenáčky do stáří jednoho roku. Jejich předností je omezení vlivu přírodních podmínek, větší výtěžnost osiva, zkrácená doba pěstování rostlin a ochrana před biotickými a abiotickými škůdci. Důležité je dbát na dodržování několika podstatných faktorů, které výrazně ovlivňují kvalitu sadebního materiálu. Mezi nejdůležitější patří teplota vzduchu, jejíž ideální hodnota se pohybuje kolem 20 °C, dále teplota půdy, která by měla být v rozmezí 17 až 25 °C., vlhkost půdy pro klíčení od 30 do 60 %, pro semenáčky 60 až 80 % relativní vzdušná vlhkost, kde je optimum 70 až 90 % a také koncentrace CO₂, která je ve vzduchu v menší koncentraci než je ideální stav pro růst rostlin (Mauer et al. 2006).

Pěstování krytokořenných semenáčků tedy probíhá převážně ve fóliovnících. V případě vytápěných fóliovníků lze osévat obaly i v zimě, jinak se obaly standardně osévají v jarním období. Důležité je dbát na kvalitu semen. Pokud je semeno kvalitní, vkládá se do obalu po jednom, je-li reprodukční materiál méně kvalitní, vkládá se do obalu více semen, což zabraňuje vzniku prázdných obalů, ale na druhou stranu dává možnost vzniku několika semenáčků v jednom obalu, kde pak vzniká nutnost uštipovat přebytečné semenáčky. Pro výsevy se používají speciální linky, které zajišťují zhutnění substrátu, samotný výsev a zásypku. Vysévat lze dále i pomocí secích strojů, ale i manuálně. Semeno je nutno umístit vždy do středu obalu, jinak by docházelo k deformaci kořenového systému (Mauer et al. 2006). Obaly se semenáčky je třeba umisťovat na vzduchové polštáře, aby

nedocházelo k již mnohokrát zmiňovaným deformacím kořenového systému. V případě výsadby semenáčků do lesa je třeba předem umístit semenáčky na úložiště, aby došlo k aklimatizaci.

Při pěstování krytokořenných sazenic lze k osazování obalů použít nejen obalované semenáčky, ale i semenáčky prostokořenné. Nejvhodnější dobou pro osazování prostokořenných semenáčků je jaro, osazujeme-li prostokořennými nebo krytokořennými semenáčky vypěstovanými ve fóliovnících, lze je po jejich otužení osazovat ve kterémkoliv období. Na úložišti se sadební materiál opět pěstuje na vzduchovém polštáři za dostatečné zálivky, která je $60 - 80 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$, což je až 3x více než při pěstování v minerální půdě (Mauer et al. 2006).

2.3 Porovnání prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu

Každý z obou typů sadebního materiálu má své výhody a nevýhody, které byly víceméně zmíněny již v předchozích kapitolách. Bude však užitečné uvedené přednosti a slabiny obou technologií shrnout. Mezi pozitiva prostokořenné sadby patří menší náročnost na technické vybavení a s tím související menší vstupní náklady, dále snažší manipulace s vyzvednutým sadebním materiálem a také menší spotřeba vody. Jako negativní vlastnosti se jeví delší pěstební doba, větší vliv abiotických činitelů a koncentrace různých úkonů především do jarního období. Oproti tomu krytokořenný sadební materiál má výhodu v relativně krátké pěstební době, naopak v delší době, kdy je možno sadební materiál vysazovat, v lepší ochraně kořenového systému před vyschnutím. Další výhodou je i rychlejší odrůstání kultur a menší potřebné počty k zalesnění hektaru lesní plochy. Naproti tomu nevýhodou je větší sklon k deformacím kořenového systému, vyšší vstupní náklady a na určitých typech stanovišť náchylnost k vysychání a vymrzání semenáčků (Jurásek, Martincová, Nárovcová, 2006).

3. Metodika

3.1 Plochy výzkumu

3.1.1 Výzkumná plocha „Vodárna“

Výzkumná plocha byla založena na pasece, která vznikla v roce 2010 úmyslnou těžbou smrkové monokultury s příměsí modřínu opadavého. Tato plocha se nachází v PLO Křivoklátsko a Český kras v nadmořské výšce 500 m n. m. . Jedná se o rovinnou část terénu. Podloží je tvořeno chlorito-sericitickými fylity. Půdní typ byl určen jako kambizem modální. Podle ÚHUL se jedná o plochu s typologickým zařazením 3S1 svěží dubovou bučinu, lesní typ šřavelový. Jde o třetí lesní vegetační stupeň dubobukový s poměrně dobrými vlhkostními podmínkami. Velikost plochy je přibližně 800 m² . Celá plocha je až na malou část v jihozápadním rohu obklopena 30 metrů vysokým porostem smrku s příměsí modřínu, který téměř celý den chrání sazenice před přímým slunečním zářením.

3.1.2 Výzkumná plocha „Hektarovka“

Výzkumná plocha byla založena na pasece, která vznikla v roce 2009 kalamitní těžbou způsobenou zčásti větrem a z části lýkožroutem smrkovým. Tato plocha se nachází v PLO Křivoklátsko a Český kras v nadmořské výšce 500 m n. m. . Výzkumná plocha je umístěna v mírném svahu, který je orientován severozápadně. Podloží je tvořeno chlorito-sericitickými fylity. Půdní typ byl určen jako kambizem modální. Díky svažitosti terénu, poměrně větší skeletovosti půdy a v neposlední řadě značnému oslunění plochy je zde však ve srovnání s plochou „U Vodárny“ mnohem vyšší riziko vysýchání půdy. Podle ÚHUL se jedná o plochu s typologickým zařazením 3S1 svěží dubovou bučinu, lesní typ šřavelový a třetí lesní vegetační stupeň dubobukový. Velikost plochy je přibližně 800 m² . Okolní porost je převážně smrkový, 30 metrů vysoký, obklopuje plochu v podstatě pouze z východní a z části jižní strany. Zbytek plochy pak sousedí se založenou kulturou.

3.2 Založení výsadeb

Výsadby smrku ztepilého byly na obou plochách založeny na jaře roku 2010. V obou případech byly použity dva typy sadebního materiálu. Prvním typem byly sazenice smrku ztepilého pěstované jako prostokořenný sadební materiál. Tento sadební materiál byl vypěstován podle pěstební vzorce f1+2. Výška nadzemní části se pohybovala mezi 26–35 cm a tloušťka kořenového krčku byla 5 mm. Druhým typem byl smrk ztepilý pěstovaný jako krytokořenný sadební materiál, který byl pěstován f1+1+k1. Výška nadzemní části byla v rozpětí 26–35 cm a tloušťka kořenového krčku byla 5 mm. Tento sadební materiál byl pěstován v rašelinocelulózových kelímcích (RCK).

Oba typy sadebního materiálu byly sázeny ručně jamkovým způsobem do jamek o velikosti 25x25 cm. Spon byl zvolen čtvercový o délce strany 1,4 m. Na každou z ploch bylo vysazeno 200 sazenic prostokořenných a 200 sazenic krytokořenných. Prostokořenné a krytokořenné sazenice byly rovnoměrně rozmístěny po ploše tím způsobem, že docházelo ke střídání řad s prostokořennými sazenicemi a s krytokořennými sazenicemi.

3.3 Péče o výsadby

Ve výsadbách bylo během roku dvakrát provedeno celoplošné ožínání pomocí kosa. Při této činnosti byl brán zřetel, aby nedošlo k useknutí některé ze sazenic, což by mohlo zkreslovat výsledky. Tudíž po ožínání proběhly kontroly, které tento problém vyloučily. K ochraně proti zvěři byl použit podzimní nátěr repelentem, přičemž při jarní kontrole nebylo shledáno závažné poškození sazenic okusem.

3.4 Sběr dat

Před samotným vysazením sadebního materiálu bylo náhodně vybráno několik vzorků prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu, u kterých byla změřena výška sazenic, tloušťka kořenového krčku a velikost kořenového systému. Po výsadbě sadebního materiálu došlo ke změření výšek sazenic nad zemí, protože vlivem výsadby se v mnoha případech lišila od výšky uvedené v původovém listě. Měření bylo provedeno pomocí metrové latě s přesností na 1 cm, přičemž bylo dbáno na to, aby nedošlo k chybám

způsobeným např. postavením latě do prohlubně, nebo naopak na hrbol. Tloušťka kořenového krčku se shodovala s údajem v původovém listě, a tak nebylo třeba provádět další měření.

Po konci vegetační doby došlo opět k měření výšek, přičemž rozdílem mezi podzimním a jarním měřením došlo ke zjištění výškového přírůstku. Při měření se postupovalo vždy po řadách se známým počtem sazenic, aby nemohlo dojít k vynechání některé sazenice, vždy na konci řádku byl počet sazenic kontrolován. Měření dat probíhalo na obou plochách vždy ve stejný den.

3.5 Zpracování dat

Základní vyhodnocení nashromážděných dat bylo provedeno pomocí programu Microsoft Excel. V tomto programu byla zvlášť spočítána mortalita krytokořenného a prostokořenného sadebního materiálu na ploše „Vodárna“ a na ploše „Hektarovka“, poté byla spočítána celková mortalita na obou plochách. Dále byl zjištěn výškový přírůstek krytokořenného a prostokořenného sadebního materiálu na ploše „Vodárna“ a na ploše „Hektarovka“ a také celkový přírůstek jednotlivých ploch. V programu Excel bylo také provedeno testování mortalit.

Pro porovnání počáteční výšky, konečné výšky a výškového přírůstku jednotlivých druhů sadebního materiálu na jednotlivých plochách a pro porovnání ploch mezi sebou byl použit program Statistika. V programu Statistika byly testovány vztahy mezi prostokořenným a krytokořenným sadebním materiálem samostatně na jedné i druhé ploše. Dále vztah prostokořenného sadebního materiálu na ploše „Vodárna“ vůči ploše „Hektarovka“ a vztah krytokořenného sadebního materiálu na ploše „Vodárna“ vůči ploše „Hektarovka“.

Pro testování počáteční výšky, konečné výšky a výškového přírůstku byl použit neparametrický test Mann-Whitney U Test. Pro testování mortality sadebního materiálu byl použit test homogenity dvou binomických rozdělení.

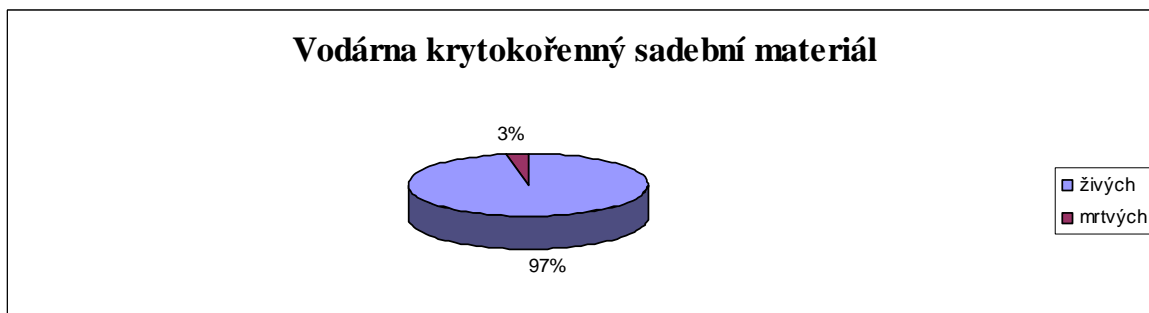
4. Výsledky

4.1 Mortalita

4.1.1 Výzkumná plocha „Vodárna“

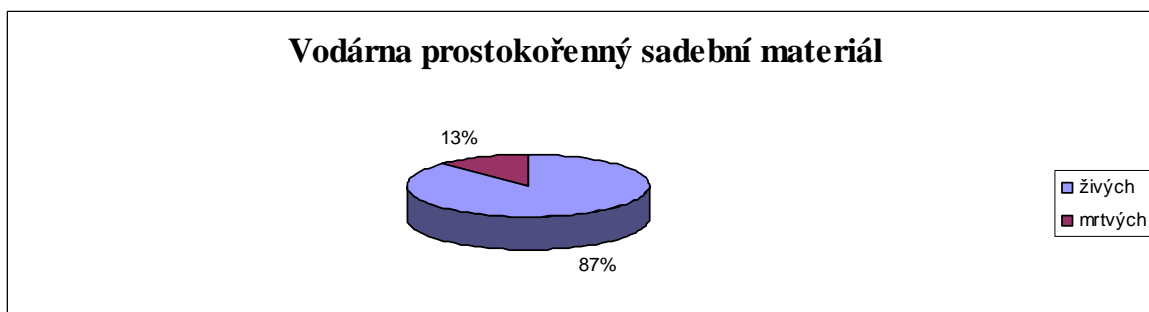
Jelikož výsadba sazenic proběhla na jaře a mortalita byla zjišťována na podzim, lze tvrdit, že největší vliv na úmrtnost sazenic měl nedostatek vláhy během vegetačního období. Protože se během měření vyskytovalo na ploše i určité množství stromů živých, ale více či méně poškozených, dá se předpokládat, že důsledkem poškození dojde během následující vegetační doby k dalšímu odumírání.

Na ploše Vodárna bylo zjištěno pouze 6 odumřelých krytokořenných sazenic z celkového počtu 200 vysazených, což představuje mortalitu 3 %.



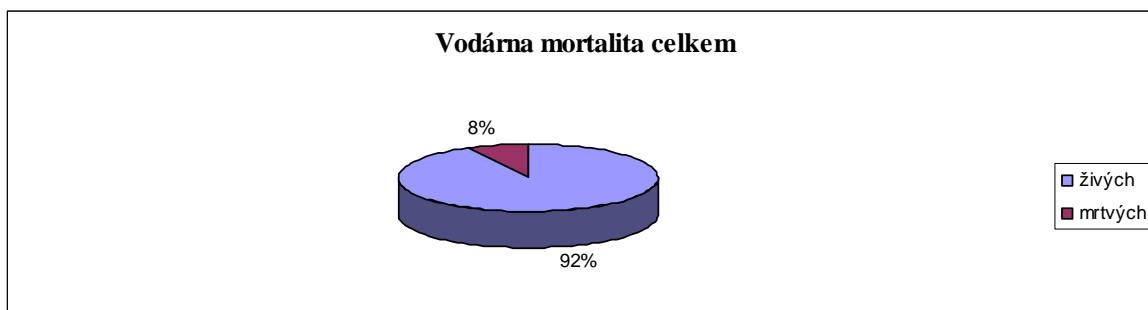
Obr. 1: Mortalita krytokořenného sadebního materiálu na ploše Vodárna

Odumřelých prostokořenných sazenic bylo na této ploše napočítáno 25 z 200 vysazených, což představuje mortalitu 12,5 %.



Obr. 2: Mortalita prostokořenného sadebního materiálu na ploše Vodárna

Celková mortalita na ploše Vodárna je tedy 31 sazenic ze 400 vysazených, což představuje 7,75 %.

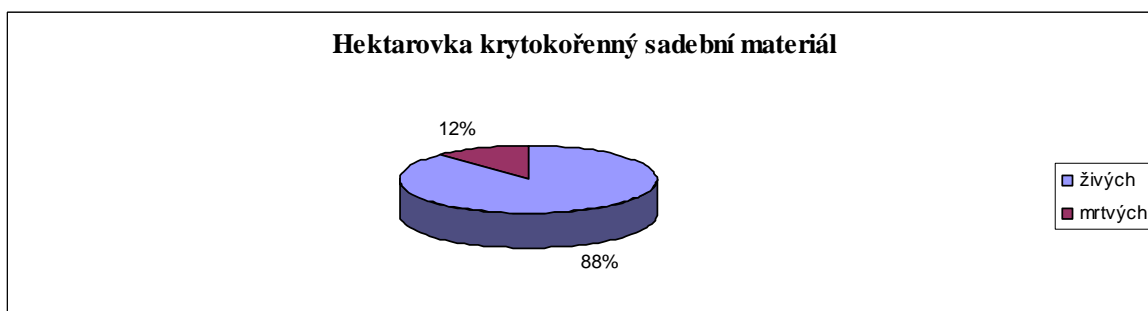


Obr. 3: Mortalita na ploše Vodárna celkem

4.1.2 Výzkumná plocha „Hektarovka“

Jelikož výsadba sazenic proběhla na jaře a mortalita byla zjišťována na podzim, lze tvrdit, že největší vliv na úmrtnost sazenic měl nedostatek dešťových srážek během vegetačního období, což bylo na této ploše umocněno zvýšenou vysychavostí stanoviště způsobenou především velkým osvětlením plochy. Protože se během měření vyskytovalo na ploše i nezanedbatelné množství stromů živých, ale více či méně poškozených, dá se předpokládat, že důsledkem tohoto poškození dojde během následující vegetační doby k dalšímu odumírání zvláště v případě sucha.

Na ploše Hektarovka bylo zjištěno 24 odumřelých sazenice krytokořenného sadebního materiálu z 200 vysazených, což představuje mortalitu 12 %.



Obr. 4: Mortalita krytokořenného sadebního materiálu na ploše Hektarovka

Odumřelých prostokořenných sazenic bylo na této ploše napočítáno 73 z 200 vysazených, což představuje mortalitu 36,5 %.



Obr. 5: Mortalita prostokořenného sadebního materiálu na ploše Hektarovka

Celková mortalita na ploše Vodárna je tedy 97 sazenic ze 400 vysazených, což představuje 24,3 %.



Obr. 6: Mortalita celkem Hektarovka

4.1.3 Porovnání zkusných ploch a jednotlivých typů sadebního materiálu

Výsledkem testování mortality krytokořenného sadebního materiálu z obou ploch mezi sebou je, že mortalita krytokořenného sadebního materiálu na ploše „Hektarovka“, je na hladině významnosti $\alpha=0.05$ prokazatelně vyšší než na ploše „Vodárna“.

Výsledkem testování mortality prostokořenného sadebního materiálu z obou ploch mezi sebou je, že mortalita prostokořenného sadebního materiálu na ploše „Hektarovka“ je na hladině významnosti $\alpha=0.05$ prokazatelně vyšší než na ploše „Vodárna“.

Výsledkem testování mortality prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu na ploše „Vodárna“ je, že prostokořenný sadební materiál dosahuje na hladině významnosti $\alpha=0.05$ prokazatelně vyšší mortality než sadební materiál krytokořenný.

Výsledkem testování mortality prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu na ploše „Hektarovka“ je, že prostokořenný sadební materiál dosahuje na hladině významnosti $\alpha=0.05$ prokazatelně vyšší mortality než sadební materiál krytokořenný.

Výsledkem testování celkové mortality mezi plochami „Hektarovka“ a „Vodárna“ je, že celková mortalita na ploše „Hektarovka“ je na hladině významnosti $\alpha=0.05$ prokazatelně vyšší než na ploše „Vodárna“.

4.2 Počáteční výška, konečná výška

Průměrná počáteční výška krytokořenného sadebního materiálu na ploše „Vodárna“ byla 25,9 centimetrů, prostokořenný sadební materiál dosahoval na této ploše průměrné výšky 29,0 centimetrů. Na ploše „Hektarovka“ byla průměrná výška krytokořenného sadebního materiálu 25,8 centimetrů a prostokořenného sadebního materiálu 29,7 centimetrů. Po první vegetační době, což představuje výšku konečnou, dosahoval sadební materiál na ploše „Vodárna“ těchto hodnot. Krytokořenný sadební materiál měřil průměrně 36,3 centimetrů, prostokořenný sadební materiál měřil průměrně 35,0 centimetrů. Na ploše „Hektarovka“ byla průměrná konečná hodnota krytokořenného sadebního materiálu 36,5 centimetrů a u prostokořenného sadebního materiálu 36,4 centimetrů.

Přestože snahou bylo použít velikostně stejný sadební materiál, tak mezi počáteční výškou, tedy výškou výsadbovou krytokořenného sadebního materiálu a výškou sadebního materiálu prostokořenného na obou plochách, byl na hladině významnosti $\alpha=0.05$ prokázán výškový rozdíl. Prostokořenný sadební materiál měl tedy prokazatelně větší počáteční výšku a to v průměru o 3,5 cm. Tento rozdíl byl způsoben faktem, že prostokořenný sadební materiál by skutečně v průměru o něco vyšší, ale svou roli zde sehrála i výsadba, kde bylo třeba krytokořenný sadební materiál zapustit více do hloubky, čímž došlo ke zvýšení tohoto rozdílu.

Co se týče konečné výšky, tedy výšky po uplynutí prvního vegetačního období, zde nebyl ani na jedné ploše, na hladině významnosti $\alpha=0.05$, prokázán žádný výškový rozdíl. Tato skutečnost je zapříčiněna rozdílným výškovým přírůstkem, kterému se věnuje následující kapitola.

4.3 Výškový přírůstek

Vzhledem k tomu, že byl na obou plochách použit stejný druh dřeviny v prostokořenné a krytokořenné modifikaci, lze jednotlivé plochy a typ sadebního materiálu porovnat. Výsadby byly založeny na jaře roku 2010, byly tedy zatím zjištěny přírůstky pouze za jedno vegetační období, přesto jsou však určité rozdíly rozpoznatelné.

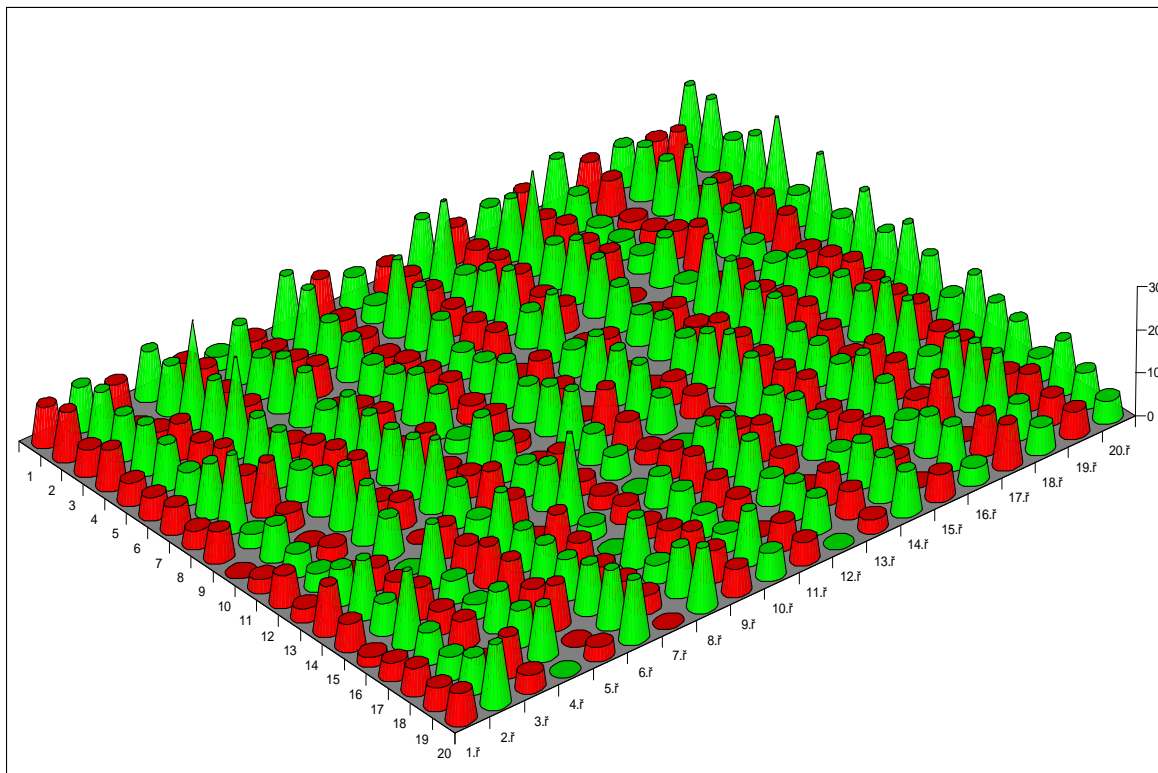
4.3.1 Výzkumná plocha „Vodárna“

Na výzkumné ploše „Vodárna“ dosahoval krytokořenný sadební materiál za první vegetační období průměrného přírůstku 10,4 cm. Prostokořenný sadební materiál dosáhl za stejné období přírůstku 6,1 cm.

Krytokořenný sadební materiál	Aritmetický průměr	10,4
	Směrodatná odchylka	4,08
Prostokořenný sadební materiál	Aritmetický průměr	6,1
	Směrodatná odchylka	2,20

Tabulka 1: Výškový přírůstek Vodárna

Rozmístění jednotlivých sazenic po ploše a jejich přírůstky jsou znázorněny v následujícím grafu, přičemž zeleně jsou zobrazeny krytokořenné sazenice a červeně prostokořenné sazenice, výška kuželu pak symbolizuje výškový přírůstek v centimetrech. Ploché kruhy znázorňují mrtvé sazenice.



■ prostokořenný sadební materiál
■ krytokořenný sadební materiál
osa Z [cm]

Obr. 7: Výškový přírůstek za vegetační období 2010 a rozmístění sazenic na ploše Vodárna

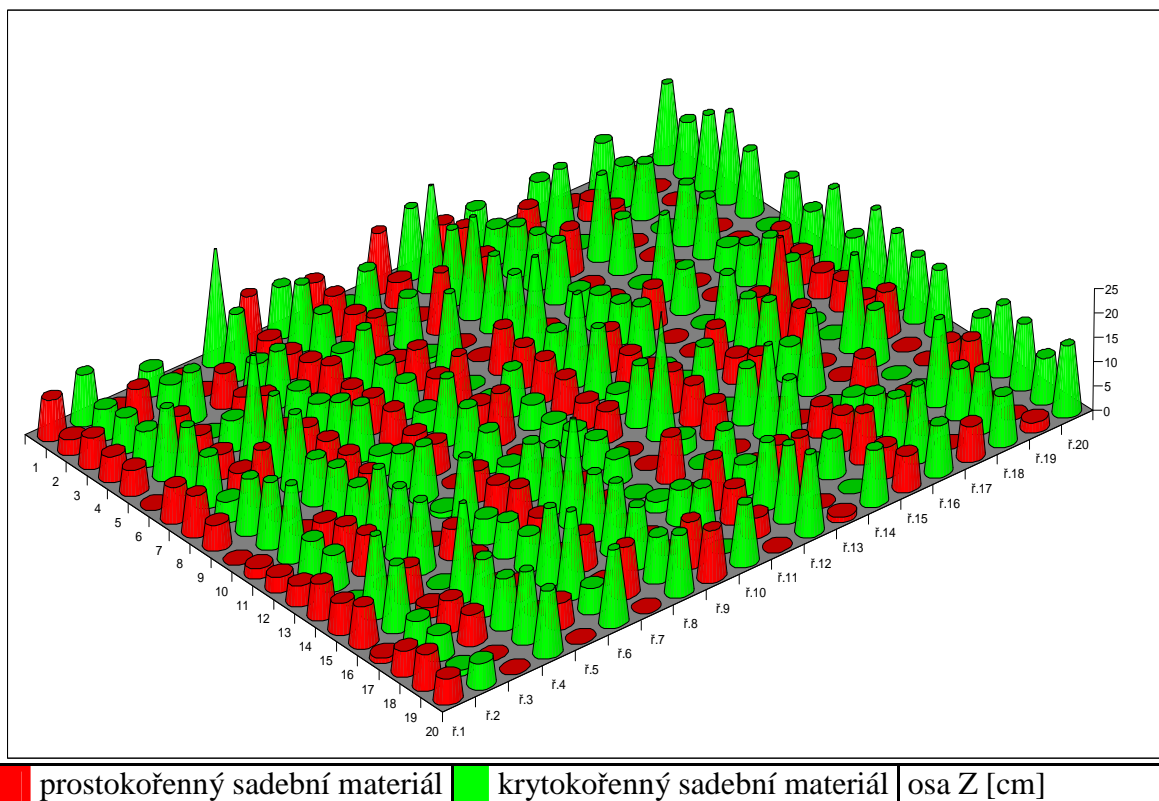
4.3.2 Výzkumná plocha „Hektarovka“

Na výzkumné ploše „Hektarovka“ dosahoval krytokořenný sadební materiál za první vegetační období průměrného přírůstku 10,7 cm. Prostokořenný sadební materiál dosáhl za stejné období přírůstku 6,6 cm.

Krytokořenný sadební materiál	Aritmetický průměr	10,7
	Směrodatná odchylka	4,63
Prostokořenný sadební materiál	Aritmetický průměr	6,6
	Směrodatná odchylka	2,61

Tabulka 2: Výškový přírůstek Hektarovka

Rozmístění jednotlivých sazenic po ploše a jejich přírůstky jsou znázorněny v následujícím grafu, přičemž zeleně jsou zobrazeny krytokořenné sazenice a červeně prostokořenné sazenice, výška kuželu pak symbolizuje výškový přírůstek v centimetrech. Ploché kruhy znázorňují mrtvé sazenice.



Obr. 8: Výškový přírůstek za vegetační období 2010 a rozmístění sazenic na ploše Hektarovka

4.3.3 Porovnání výzkumných ploch a jednotlivých typů sadebního materiálu

Výsledkem porovnávání výškového přírůstku krytokořenného sadebního materiálu na ploše „Vodárna“ a „Hektarovka“ je, že u krytokořenného sadebního materiálu na obou plochách nebyl prokázán rozdíl ve výškovém přírůstku na hladině významnosti $\alpha=0.05$.

Výsledkem porovnávání výškového přírůstku prostokořenného sadebního materiálu na ploše „Vodárna“ a „Hektarovka“ je, že u prostokořenného sadebního materiálu na ploše „Hektarovka“ byl prokázán vyšší výškový přírůstek na hladině významnosti $\alpha=0.05$.

Výsledkem porovnávání výškového přírůstku prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu na ploše „Vodárna“ je, že krytokořenný sadební materiál dosahuje na hladině významnosti $\alpha=0.05$ prokazatelně vyššího výškového přírůstku než sadební materiál prostokořenný.

Výsledkem porovnávání výškového přírůstku prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu na ploše „Hektarovka“ je, že krytokořenný sadební materiál dosahuje na hladině významnosti $\alpha=0.05$ prokazatelně vyššího výškového přírůstku než sadební materiál prostokořenný.

5. Diskuse

Přestože prosperitu výsadeb bude možné objektivně hodnotit až po více vegetačních obdobích, ze zjištěných výsledků lze již nyní vyzorovat určité vlastnosti krytokořenné a prostokořenné sadby v podmínkách jedné či druhé zkusné plochy. Jde především o mortalitu a výškový přírůstek.

Na zkusné ploše „Vodárna“ byla zjištěna celková mortalita sadebního materiálu 7,75 %. Toto číslo je průměrem mortality prostokořenného sadebního materiálu, která činí 12,5 % a mortality krytokořenného sadebního materiálu, která činí pouze 3 %. Tento výsledek je ve srovnání s údajem ze Zelené zprávy (2009), která uvádí průměrnou mortalitu vysazeného sadebního materiálu přibližně 15 %, z hlediska úspěšnosti zalesnění nadprůměrný. Přičemž poměrně nízká mortalita je zapříčiněna v první řadě právě použitím krytokořenného sadebního materiálu a dále pak relativně příznivými vlhkostními podmínkami v půdě, slabým zabuřeněním a vhodnou orientací vůči slunci.

Na zkusné ploše „Hektarovka“ byla zjištěna celková mortalita sadebního materiálu 24,25 %. Toto číslo je průměrem mortality prostokořenného sadebního materiálu, která činí 36,5 % a mortality krytokořenného sadebního materiálu, která činí 12 %. Při porovnání s údajem 15 %, který uvádí již zmíněná Zelená zpráva (2009), je zřejmé, že mortalita na této ploše je poměrně značná, zvláště bereme-li v úvahu fakt, že údaj 15 % je z převážné části tvořen prostokořenným sadebním materiálem, který na této ploše dosáhl již zmíněné mortality 36,5 %. Příčinou takto vysoké mortality jsou pravděpodobně především špatné vlhkostní podmínky související se značným osluněním plochy, které je způsobeno kalamitními těžbami. Mortalita prostokořenného sadebního materiálu je zde téměř o 25 % vyšší než mortalita krytokořenného sadebního materiálu, což se shoduje s údaji o lepší ujmavosti sadebního materiálu v rozmezí 20 % až 30 %, které uvádí Mauer (2006).

V případě plochy „Vodárna“ připadaly tedy na 1 mrtvou krytokořennou sazenici 4,2 mrtvé prostokořenné sazenice a na ploše „Hektarovka“ připadaly na 1 mrtvou krytokořennou sazenici 3 mrtvé prostokořenné sazenice. Tudíž by se tedy dalo říci, že se

zhoršující se kvalitou stanoviště si krytokořenný sadební materiál uchovává lepší ujmavost, na druhou stranu lze také tvrdit, že při zhoršujících se podmínkách stanoviště se zvyšuje mortalita rychleji u krytokořenného sadebního materiálu, než u prostokořenného sadebního materiálu. Což lze považovat za překvapivé.

Rozdíl mezi výškovým přírůstkem sazenic prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu byl po první vegetační době na obou plochách obdobný. Průměrný výškový přírůstek krytokořenného sadebního materiálu činil 10,5 cm, naproti tomu výškový přírůstek prostokořenného sadebního materiálu byl 6,4 cm. Dalo by se tedy říci, že po první vegetační době dosáhl krytokořenný sadební materiál v průměru o 4 cm vyššího výškového přírůstku, což je pravděpodobně zapříčiněno lepšími výchozími podmínkami krytokořenného sadebního materiálu, který byl vysazen na paseku s balem obsahujícím potřebné živiny a vlhkost, oproti prostokořennému sadebnímu materiálu, který byl vystaven šoku z přesazení. Větší výškový přírůstek krytokořenného sadebního materiálu zmiňuje ve své práci i Martinová (2004) při porovnávání výsadeb smrku ztepilého v horských oblastech.

Jak bylo zmíněno ve výsledcích, porovnáváním mortality na jednotlivých plochách bylo potvrzeno, že plocha „Hektarovka“ vykazuje pro ujmavost sazenic horší podmínky. Co se týče výškového přírůstku krytokořenného materiálu, nebyl vliv plochy prokázán, což je pravděpodobně způsobeno tím, že sazenice čerpaly potřebné živiny a vlhkost ze substrátu, se kterým byly vysazeny. U prostokořenného sadebního materiálu byl paradoxně naměřen vyšší výškový přírůstek na ploše Hektarovka, což je do jisté míry způsobeno tím, že se jedná o výškový přírůstek pouze živých sazenic, kterých na ploše „Hektarovka“ bylo méně, jelikož mortalita zde byla prokazatelně vyšší, a tak se dá předpokládat, že sazenice slabší, které by ovlivňovaly přírůstek negativně, již zahynuly.

Jak již bylo zmíněno, výsledky se týkají zatím pouze první vegetační doby. Pro přesnější zhodnocení prosperity založených výsadeb bude třeba v měřeních nadále pokračovat a dále je rozšířit na již v úvodu zmiňované sledování tloušťkového přírůstku kořenového krčku a sledování vývoje kořenového systému.

6. Závěr

V teoretické části této práce byla shrnuta základní problematika pěstování krytokořenného a prostokořenného sadebního materiálu, byly vysvětleny rozdíly v pěstování a v náročnosti na technologie obou typů sadebního materiálu, a byly vyjmenovány výhody a nevýhody jednotlivých typů sadebního materiálu.

V části praktické byly zveřejněny výsledky pozorování prosperity obou typů sadebního materiálu v závislosti na ploše, na které byly vysazeny. Přestože řada pozorování je teprve krátká a na objektivní hodnocení prosperity sadebního materiálu je ještě brzy, dá se z naměřených hodnot určité vlastnosti již vypočítat. Především jde o mortalitu, která se u krytokořenného sadebního materiálu pohybovala stále kolem hranice 10 %, do které ještě není nutné vylepšování ani v případě použití minimálních hektarových počtů sazenic. Naproti tomu u prostokořenného sadebního materiálu v případě plochy „Hektarovka“ dosáhla mortalita 36,5 %, což znamená nutnost poměrně značného vylepšování na ploše, kde došlo již k zabuřnění, a tak se dá předpokládat ještě obtížnější zalesnění. Naopak na ploše „Vodárna“, kde i prostokořenný sadební materiál dosáhl mortality pouze 12,5 % je použití krytokořenného sadebního materiálu, který je dražší, dosti možná zbytečné. A proto je třeba říci, že volba jednoho či druhého typu sadebního materiálu by se měla odvíjet od znalosti podmínek na stanovišti, kam bude sadební materiál vysazen. Tyto předběžné poznatky však bude třeba ověřit dalším sledováním výsadeb, jehož výsledky budou shrnuty v plánované navazující diplomové práci.

7. Seznam zdrojů

BEZECNÝ, P. et al.: Pěstování lesů. Praha, Státní zemědělské nakladatelství 1973. s. 456

BOLDIŠ, P.: Bibliografické citace podle ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690–2. Část 1 – Citace: metodika a obecná pravidla. Verze 3. 3.(2004). c1999-2004, poslední aktualizace 11. 11. 2004. Dostupné z: <http://www.boldis.cz/citace/citace1.pdf>

BOLDIŠ, P.: Bibliografické citace podle ČSN ISO 690 a ČSN ISO 690–2. Část 2 – Modely a příklady citací u jednotlivých typů dokumentů. Verze 3.0 (2004). c1999-2004, poslední aktualizace 11. 11. 2004. Dostupné z: <http://www.boldis.cz/citace/citace2.pdf>

DUŠEK, V.: Lesní školkařství – základní údaje. 1. vydání. Písek, Matice lesnická 1997. 139 s.

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. června 2004. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce. 2004, s. 6 – 15.

JURÁSEK, A., NÁROVCOVÁ, J., NÁROVEC, V.: Průvodce krytokořenným sadebním materiálem lesních dřevin. 1. vydání Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce 2006. 56 s.

KUPKA, I.: Zkušenosti s použitím krytokořenného sadebního materiálu z intenzivních technologií ve Skandinávii. In: Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. VÚLHM Jíloviště – Strnady, VS Opočno, 2004, s. 27–34.

MARTINCOVÁ J.: Zkušenosti s použitím krytokořenného sadebního materiálu smrku v horských oblastech. In: Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník z mezinárodního semináře. Opočno, 3. a 4. června 2004. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce 2004, 49–56.

MAUER, O. – PALÁTOVÁ, E.: Deformace kořenového systému a stabilita lesních porostů. In: Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník přednášek z mezinárodního semináře. Opočno, 3. a 4. 6. 2004. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce 2004, s. 22 – 26.

MAUER, O. – PALÁTOVÁ, E. – BÁRTOVÁ, A. – JURÁSEK, A. – NÁROVCOVÁ, J. – SZABLA, K.: Produkce krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy, Sdružení lesních školkařů ČR v nakladatelství Lesnická práce 2006. 136 s.

POLENO, Z. – VACEK, S.: et al. Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce 2009. s. 951

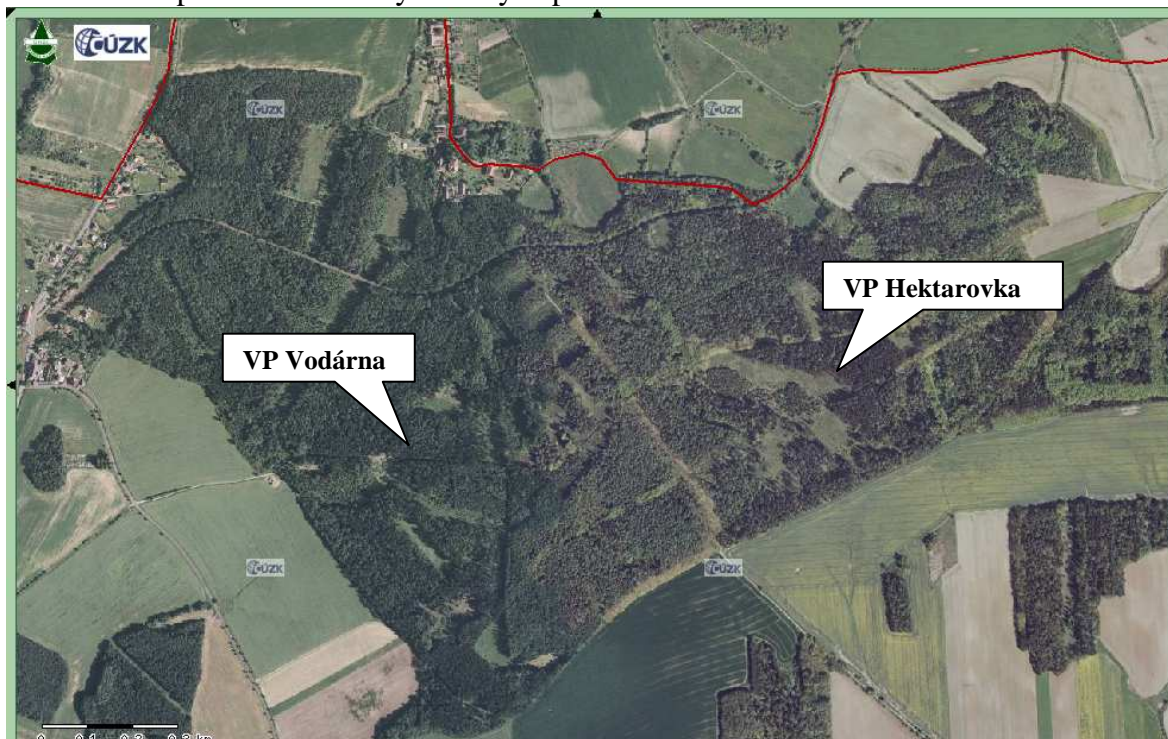
ÚHUL, 2011. Oblastní plány rozvoje lesů [online]. ÚHUL Brandýs nad Labem [cit 2011–04-10] Dostupné z:

http://geoportal2.uhul.cz/mapserv/php/mapserv3.php?project=oprl_2011&layers=PLO

Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2009. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2009

8. Přílohy

Příloha I: Mapa s umístěním výzkumných ploch



Příloha II: Výzkumná plocha Vodárna jaro 2010



Příloha III: Výzkumná plocha Hektarovka jaro 2010



Příloha IV: Prostokořenný sadební materiál před výsadbou na jaře 2010



Příloha V: Krytokořenný sadební materiál před výsadbou na jaře 2010



Příloha VI: Prostokořenný sadební materiál po výsadbě – podzim 2010



Příloha VII: Krytokořenný sadební materiál po výsadbě – podzim 2010



Příloha VIII: Odumřelá sazenice po výsadbě – podzim 2010

