

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



Česká zemědělská univerzita v Praze

**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Srovnání růstové dynamiky sadebního
materiálu běžné velikosti a materiálu větších
dimenzí po výsadbě na specifická lesní
stanoviště**

Diplomová práce

Autor: Bc. Zdeněk Štefl

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

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Zdeněk Štefl

Lesní inženýrství

Název práce

Srovnání růstové dynamiky sadebního materiálu běžné velikosti a materiálu větších dimenzí po výsadbě na specifická lesní stanoviště

Název anglicky

Growth dynamics of common-sized and large-sized planting stock after plantation on environmentally specific forest sites

Cíle práce

Porovnat úspěšnost zalesnění a růst výsadeb odrostků a sazenic obvyklé velikosti na vybraném lesním stanovišti

Metodika

Připravte stručný literární rozbor problematiky.

Popište terénní experiment na vybraném lesním stanovišti, 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

specifická stanoviště, rekultivace; odrostky; sadební materiál běžné velikosti

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

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Ivan Kuneš, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 15. 1. 2019

prof. Ing. Vítěz Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 9. 2. 2019

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 11. 11. 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Srovnání růstové dynamiky sadebního materiálu běžné velikosti a materiálu větších dimenzí po výsadbě na specifická 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 diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. O vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne

.....

Zdeněk Štefl

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval všem, kteří mi pomohli při vypracování diplomové práce. Největší dík patří vedoucímu práce doc. Ing. Ivanu Kunešovi, Ph.D. a jeho kolegům Ing. Martinu Baláši, Ph.D. a Ing. Josefu Gallovi, MSc, kteří jsou hlavními strůjci popisovaného výzkumu a byli vždy ochotní obětovat svůj čas při konzultaci vypracované práce. Jejich poznatky a rady byly při vypracování neocenitelné. Dále bych rád poděkoval své rodině a svým přátelům za jejich významnou psychickou podporu nejenom při vypracování závěrečné práce, ale i po dobu celého pětiletého studia, bez jejichž podpory bych se k závěru studia nikdy nedostal.

Srovnání růstové dynamiky sadebního materiálu běžné velikosti a materiálu větších dimenzí po výsadbě na specifická lesní stanoviště

Abstrakt

Cílem této diplomové práce je analýza a srovnání růstové dynamiky sadebního materiálu různých dimenzí listnatých dřevin (dub letní, lípa srdčitá) na extrémním stanovišti, přesněji na antropogenních půdách části těžebního prostoru pískovny rekultivované půdním materiálem získaným odbahněním rybníka Jordán v Táboře. Lokalita se nachází v meandru řeky Lužnice, 1,5 km jižně od Plané nad Lužnicí. Výsadba byla provedena na podzim roku 2014 ve střídavých řadách sazenic běžné velikosti a odrostků. V průběhu následujících let bylo, zpravidla na podzim, provedeno měření tloušťky kořenových krčků a výšky jednotlivých jedinců a stanovena mortalita. Na základě získaných dat bylo provedeno srovnání sazenic, odrostků a poloodrostků v přírůstu tloušťky kořenového krčku, výškovém přírůstu a mortalitě jedinců.

Z výsledků tohoto měření bylo zjištěno, že mortalita u sazenic lípy srdčité byla výrazně vyšší než u sadebního materiálu větších dimenzí. U dubu letního tento jev nebyl zaznamenán a míra mortality byla zanedbatelná u všech kategorií sadebního materiálu. Vyšší míru mortality u lípy srdčité je možné přisuzovat nevhodným půdním podmínkám stanoviště. U obou druhů dřevin byly ve výškovém i tloušťkovém přírůstu zaznamenány statisticky významné rozdíly mezi sadebním materiálem větších dimenzí vůči sazenicím, a to ve prospěch větších dimenzí. Sadební materiál větších dimenzí přirůstal o přibližně 15–20 % více ve výšce a o 25–35 % v tloušťce oproti sazenicím.

Klíčová slova: specifická stanoviště, rekultivace, pískovna, odrostky, sadební materiál běžné velikosti, umělá obnova

Growth dynamics of common-sized and large-sized planting stock after plantation on environmentally specific forest sites

Abstract

The goal of this thesis is to analyse and compare growth dynamics of planting stock of different dimensional character of broadleaved species of trees (pedunculate oak, small-leaved lime) in extreme stands specifically on anthropogenic soils in recultivated area of sand mining pit consisting mainly from soil material gathered by de-muding Lake Jordán in Tábor town. The place is located in a meander of Lužnice River, 1.5 km south of Planá nad Lužnicí town. Planting was done in Autumn 2014 in alternating rows of regular-sized and large-sized planting stock. Following years, generally in Autumn, root collar diameter and height of individual trees were measured and mortality evaluated. Acquired data were used to compare growth increments of regular-sized planting stock and large-sized planting stock and their mortality rate.

From the acquired data it has been found that mortality rate of regular-sized planting stock of small-leaved lime was considerably higher than its large-sized planting stock. Similar occurrence hasn't been found for planting stock of pedunculate oak and both categories had their mortality rate marginal. Higher mortality of small-leaved lime can be explained by inconvenient soil conditions and as such predestinates use of large-sized planting stock in cases of expected higher stress due to incompatibility of stand conditions and chosen species of tree. Both collar diameter and height growth increments were significantly higher for large-planting stock compared to regular-sized in the case of both species. Large-sized planting stock grew approximately by 15–20% more in height and by 25–35% more in collar diameter.

Keywords: specific stand, recultivation, sand mining pit, sapling, regular-sized planting stock, large-sized planting stock, planting

Obsah

1. Úvod	- 13 -
2. Cíle práce.....	- 14 -
3. Literární rozbor problematiky	- 15 -
3.1. Pěstování a obnova lesa	- 15 -
3.2. Umělá obnova	- 16 -
3.2.1. Techniky ruční výsadby sadebního materiálu	- 16 -
3.2.2. Mechanizovaná výsadba.....	- 19 -
3.3. Sadební materiál	- 20 -
3.4. PONG – Poloodrostky a odrostky nové generace	- 22 -
3.5. Povrchová těžba písku a její vliv na krajinu	- 23 -
3.6. Rekultivace	- 24 -
3.6.1. Praktické postupy a druhy rekultivací	- 25 -
3.6.2. Lesnická rekultivace	- 26 -
3.6.3. Rekultivace pískoven.....	- 28 -
3.7. Charakteristika vysazených dřevin	- 30 -
3.7.1. <i>Quercus robur</i> – dub letní	- 30 -
3.7.2. <i>Tilia cordata</i> – lípa srdčitá	- 31 -
4. Charakteristika lokality	- 33 -
4.1. Přírodní lesní oblast 15b – Třeboňská pánev.....	- 33 -
4.1.1. Geografická charakteristika.....	- 33 -
4.1.2. Klimatické podmínky	- 34 -
4.1.3. Geologické podmínky	- 34 -
4.1.4. Pedologické podmínky	- 36 -
4.1.5. Hydrografické poměry.....	- 36 -
4.1.6. Biogeografické podmínky	- 37 -

4.1.7.	Typologická charakteristika	- 38 -
4.2.	Lokalita Hůrka	- 39 -
5.	Metodika.....	- 40 -
5.1.	Charakteristika experimentální plochy	- 40 -
5.1.1.	Popis půdních rekultivačních prací	- 40 -
5.1.2.	Výsadba experimentální plochy	- 40 -
5.1.3.	Charakteristika experimentální plochy.....	- 41 -
5.2.	Popis sběru dat.....	- 42 -
5.3.	Statistické zpracování naměřených dat.....	- 43 -
5.3.1.	Mortalita jedinců	- 43 -
5.3.2.	Přírůst	- 44 -
6.	Výsledky.....	- 45 -
6.1.	Mortalita.....	- 45 -
6.1.1.	Přirozená mortalita před prvním měřením	- 45 -
6.1.2.	Přirozená mortalita jaro 2015–2019	- 46 -
6.2.	Výškový přírůst.....	- 47 -
6.2.1.	Výškový přírůst dubu letního	- 47 -
6.2.2.	Výškový přírůst lípy srdčité	- 48 -
6.2.3.	Porovnání výškového přírůstu jednotlivých kategorií.....	- 49 -
6.3.	Tloušťkový přírůst	- 50 -
6.3.1.	Tloušťkový přírůst dubu letního.....	- 50 -
6.3.2.	Tloušťkový přírůst lípy srdčité.....	- 51 -
6.3.3.	Porovnání tloušťkového přírůstu jednotlivých kategorií.....	- 52 -
7.	Diskuze	- 53 -
7.1.	Porovnání sadebního materiálu z hlediska mortality.....	- 53 -
7.2.	Porovnání sadebního materiálu z hlediska přírůstu	- 53 -
7.3.	Vliv extrémních podmínek na zjištěné výsledky.....	- 55 -

8.	Závěr.....	- 56 -
9.	Seznam použitých zdrojů	- 57 -
10.	Přílohy	- 66 -

Seznam tabulek, obrázků a grafů

Tabulka 1 – Veličiny popisné statistiky výškových přírůstů jednotlivých kategorií a p-hodnoty kategorie srovnávajícího Kruskal-Wallisova testu. - 49 -

Tabulka 2 – Veličiny popisné statistiky tloušťkových přírůstů jednotlivých kategorií a p-hodnoty kategorie srovnávajícího Kruskal-Wallisova testu..... - 52 -

Obrázek 1 – Schéma experimentální plochy Planá – Hůrka I..... - 42 -

Graf 1 – Sloupkový graf přirozené mortality v období od výsadby do prvního měření na jaře roku 2015 - 45 -

Graf 2 – Liniový graf kumulované přirozené mortality lípy srdčité za jednotlivá měření..... - 46 -

Graf 3 – Průměrné hodnoty výškového přírůstu dubu letního - 47 -

Graf 4 – Průměrné hodnoty výškového přírůstu lípy srdčité - 48 -

Graf 5 – Krabicový graf výškových přírůstů pěti kategorií SMLD - 49 -

Graf 6 – Průměrné hodnoty tloušťkového přírůstu dubu letního - 50 -

Graf 7 – Průměrné hodnoty tloušťkového přírůstu lípy srdčité..... - 51 -

Graf 8 – Krabicový graf tloušťkových přírůstů pěti kategorií SMLD - 52 -

Seznam použitých zkratek

AV	Akademie věd České republiky
BC	Biologické centrum
č.	číslo
ČNI	Český normalizační institut
ČR	Česká republika
ČSN	označení českých technických norem
ČSOP	Český svaz ochránců přírody
ČSR	Česká socialistická republika (Česká část ČSSR v letech 1969–1990)
ČSSR	Československá socialistická republika
ČSVTS	Český svaz vědeckotechnických společností
ČZU	Česká zemědělská univerzita v Praze
ed./eds.	editor/editoři
ENTU	Entomologický ústav
et al.	lat. et alii, odpovídá českému „a jiní“
FLD	Fakulta lesnická a dřevařská ČZU v Praze
K-W	Kruskal-Wallisův (test)
kol.	kolektiv
ks	kus (jedinec)
LVS	lesní vegetační stupeň
MVT	Moravskoslezská vědecká knihovna v Ostravě
MZe	Ministerstvo zemědělství České republiky
O	odrostek
PLO	přírodní lesní oblast
PO	poloodrostek
PONG	poloodrostky a odrostky nové generace
POPD	plán otvirky, přípravy a dobývání
s	sazenice
Sb.	Sbírka zákonů ČR
s.d.	lat. <i>sine die</i> , česky „bez data“
SLT	soubor lesních typů
SMLD	sadební materiál lesních dřevin
SPSR	souhrnný plán sanací a rekultivací
TEI	bulletin vydávaný VÚLHM
ÚHUL	Ústav pro hospodářskou úpravu lesů
ÚNMZ	Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví
VS	výzkumná stanice
VÚLHM	Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti (Strnady)
ZO	základní organizace

1. Úvod

Současná proměna přírodních podmínek se silně dotýká lesních ekosystémů (HLÁSNÝ et al. 2014). Nynější lesy avšak nejsou na tuto změnu především z hlediska dřevinné skladby připraveny. S ohledem na tyto změny v lesním hospodářství vyvstává velké množství požadavků a potřeb. Část těchto požadavků se objevuje především v oblasti obnovy lesa, jakožto hlavní činností ovlivňující dřevinnou skladbu lesa, a s ní souvisejícím lesním školkařství (MZE 2019). Poloodrostky a odrostky nové generace (PONG) jsou jedním z inovativních technologických postupů, které mohou snahu o restrukturalizaci dřevinné skladby podpořit (BALÁŠ et al. 2017).

Tato práce se zabývá experimentální výsadbou nedaleko obce Planá nad Lužnicí na rozhraní přírodních lesních oblastí 15b – Jihočeské pánve, část třeboňská a 10 – Středočeská pahorkatina v Jihočeském kraji. Lokalita se nachází v bezprostřední blízkosti těžebního prostoru Pískovny Hůrka – Planá nad Lužnicí, přesněji na jejím jihovýchodním okraji, kde bylo se souhlasem povoleno provozování zařízení k využívání odpadů a část již vytěženého prostoru byl zavezen v průběhu roku 2013 odpadem z odbahněného rybníka Jordán v nedalekém Táboře. Lokalita je také v blízkosti řeky Lužnice. Stanoviště je specifické právě především antropogenním vlivem na půdní poměry. Výsadba a předcházející depozice organicky bohatého odpadu je součástí krajinnotvorné činnosti lesnické rekultivace území poškozené touto povrchovou těžbou. Výsadba byla provedena na podzim roku 2014 a od počátku je pravidelně monitorován její vývoj v čase. Experimentální plocha je osázena řadami sadebního materiálu různého charakteru, což umožňuje jejich srovnání. Výsadby jsou klíčovým předmětem zkoumání. Přesněji se jedná o sazenice běžné velikosti a odrostky dubu letního a lípy srdčité.

2. Cíle práce

Cílem této práce je z naměřených hodnot růstových veličin (tloušťka kořenového krčku a výška) jedinců vysázených na experimentální ploše vyhodnotit růstovou dynamiku v průběhu vývoje kultury od roku 2014 až do roku 2019, zhodnotit úspěšnost zalesnění a prosperitu výsadby a porovnat z hlediska růstové dynamiky a míry mortality jednotlivé rozměrové kategorie použitého sadebního materiálu (sazenice, poloodrostky a odrostky) a druhu dřevin (dub letní a lípa srdčitá) s ohledem na specifitu stanoviště experimentální plochy. Získané výsledky nakonec konfrontovat s dostupnými poznatky.

3. Literární rozbor problematiky

3.1. Pěstování a obnova lesa

Pěstování lesů je lesnický obor, který se zabývá péčí o lesní porosty od jejich vzniku až po jejich zmýcení (VYSKOT et al. 1978). Samotnou činnost pěstování lesů můžeme chápat jako cílevědomé usměrňování lesních ekosystémů (SANIGA & VENCÚRIK 2007). Kromě postupů a technologií, jakožto praktické části, je důležitou částí pěstování lesů i pozorování a snaha o pochopení biologických ekologických principů a zákonitostí, na jejichž znalosti jsou samotné metodiky postavené. Tato znalost také umožňuje jejich integraci do postupů, které jsou žádané a vytváří základ pro postupy tzv. přírodě blízké (VACEK et al. 2007). Takové postupy jsou považovány za odborný vrchol pěstování lesů. Nelze však zapomínat na to, že i přes preferenci ekologického pojetí je potřeba formulovat konkrétní požadavky a tyto požadavky prosazovat správným řízením a usměrňováním lesního ekosystému. Kulturní krajina vždy potřebuje pro své fungování sice diferencovaný, ale pokaždé nějaký systém péče. Prosazování takových požadavků a péče o krajinu nemusí znamenat degradaci lesních nebo i jiných ekosystémů, které jsou součástí krajiny (POLENO & VACEK 2009).

Jak již bylo zmíněno, pěstování lesů se zabývá lesními porosty od jejich vzniku až po jejich zmýcení. Právě tyto dva hraniční momenty jsou doménou tzv. obnovy lesa, která spojuje konec existence porostu předcházejícího a začátek života nadcházejícího porostu a zajišťuje kontinuitu cyklu lesních porostů a trvalost lesního hospodářství. Průběh obnovy lesa je závislý od pěstební cíle, který je potřeba stanovit před každým pěstebním zásahem, pro nějž je základem. Obnova lesa je z hlediska časového a prostorového uspořádání dělena na hospodářské způsoby, a to holosečný, násečný, podrostní a výběrný (POLENO & VACEK 2009).

Dále dělíme obnovu na formy dle původu nově vzniklého porostu, a to na přirozenou obnovu, která vzniká generativním či vegetativním rozmnožováním mateřského porostu a na obnovu umělou (POLENO & VACEK 2009).

3.2. Umělá obnova

Je proces tvorby nového porostu charakterizovaný sadbou sadebního materiálu či sítí semenného materiálu. Zajištění sadebního materiálu je doménou především dvou odvětví lesního hospodářství: lesního semenářství a lesního školkařství. Pro úspěch umělé obnovy, respektive ujímavost a zdárný vývoj nových jedinců, je důležitá především kvalita použitého sadebního materiálu (HOLGÉN & HÅNELL 2000). Podle ČSN 48 2115 je kvalita definována morfologickými, fyziologickými a genetickými vlastnostmi sadebního materiálu. Hlavními parametry pro hodnocení kvality jsou tloušťka kořenového krčku, výška nadzemní části, maximální věk, nepřijatelné tvarové deformace a poměr objemu kořenu k objemu nadzemní části (ČNI 2012). Právě objem a stavba kořenového systému je pro kvalitu sadebního materiálu velmi důležitá a stěžejním ukazatelem kvality je zejména vysoký podíl jemných kořenů (KUPKA & SKRZISZOWSKI 2006) a absence tvarových deformací, které mají značný vliv na stabilitu porostů i ve starším věku (MAUER & PALÁTOVÁ 2004). Kromě kvality je pro úspěch také důležitý způsob a důslednost provedení samotné výsadby (LOKVENC 1984). V případě antropogenních a nelesních půd je stěžejní přítomnost a stav mykorhizních organismů na kořenovém systému (PERRY et al. 1987).

3.2.1. Techniky ruční výsadby sadebního materiálu

Na počátku 20. století bylo v lesním hospodářství vyvinuto mnoho technik ruční výsadby lesních sazenic. Tyto techniky shrnul a zhodnotil jejich výhody a nevýhody Loycke (LOYCKE 1963). S postupem času se v praxi ukázalo, že v podmínkách mírného evropského podnebí je význam těchto technik na bezprostřední úspěšnost obnovy a zalesňování nižší, než se předpokládalo. Avšak z hlediska dlouhodobého vývoje lesních kultur, především s ohledem na pozdější stabilitu a kvalitu lesního porostu, je způsob provedení výsadby klíčový. Toto dlouhodobé hledisko je především dáno hrozbou narušení optimálního rozvoje kořenového systému. V současné době můžeme drtivou většinu využívaných technik ruční výsadby shrnout do těchto tří hlavních typů: sadba šterbinová, sadba jamková a sadba vyvýšená (POLENO & VACEK 2009). Problematice umělé obnovy se v současné době věnuje rovněž norma ČSN 48 2116.

Při štěrbinové sadbě dochází k minimálnímu otevření půdy, a to pouze v míře potřebné pro vložení kořenového systému do půdy. Jako nástroj se používá sazeč, což je speciální druh rýče s rozměry pracovní části o délce 10–20 cm a šířce 5–10 cm (MAUER 2009). Výhody jsou menší pracnost a slušná rychlost provedení (NOUZA & NOUZOVÁ 2003). Vzhledem k omezenému narušení půdy není omezeno vztlínání podzemní vody ke kořenům a je zajištěn lepší kontakt půdy s kořeny. Avšak tuto techniku není možné využít na těžkých půdách a těžších půdách po dešti, kde se při otevření půdy tvoří ohlazené stěny a nadměrně se zhutňuje okolní půda. Půdy s vyšší skeletovitostí jsou pro využití štěrbinové sadby také nevhodné. Dále je technika omezená mírou zabuřnění, kdy je při vyšším zabuřnění nutné prvně odstranit drn. Štěrbínová sadba má tendenci omezovat vývoj kořenového systému pouze do vertikální roviny ohraničené zhutněnými stěnami a je tedy vhodná pouze pro sadební materiál s kúlovitým a panohovitým kořenovým systémem. Není vhodné ji využívat u sadebního materiálu s povrchovým nebo všestranně rozvinutým kořenovým systémem. Problematiku deformací kořenových systémů při štěrbinové sadbě popisují např. MAUER et al. (2007) ve své studii o javoru klenu v oblasti Krušných hor.

Sadba jamková je nejrozšířenější technikou v našich podmínkách. Na rozdíl od štěrbinové sadby je její využití méně závislé na podmínkách stanoviště a je vhodná pro veškeré tvary kořenových systémů (MAUER 2009). Při jamkové sadbě se užívá zpravidla ručních nástrojů motyk či kombinovaných sekeromotyk s pracovní částí pro promísení a vyhrnutí půdy a pracovní částí pro nasekávání drnu a přesekávání kořenů (POLENO & VACEK 2009). Tvoří se pravidelná jamka schopná prostorově pojmout kořenový systém bez nutnosti deformací. Nevýhodou této techniky je přerušování vertikálního styku půdy a omezení vztlínání podzemní vody ke kořenům, vyšší pracnost a náročnost na správnost provedení pro zajištění styku půdy a kořenů. Kromě nezávislosti na stanovišti a charakteru kořenového systému sadebního materiálu je výhodou také možnost přimísení organické hmoty z půdního povrchu ke kořenům (MAUER 2009).

Poslední jmenovanou, a z těchto tří nejméně užívanou technikou, je sadba vyvýšená. Při ní se sadební materiál usazuje do uměle navršených kopečků nebo valů, tzv. záhrobců. Rozlišuje se tedy sadba kopečková a záhrobcová. Kořenový systém je umístěn nad úrovní původního terénu. Tato technika se užívá na zamokřených stanovištích, kde zajistí, že si kořenové systémy rostlin udrží příznivé aerobní prostředí (POLENO & VACEK 2009).

3.2.2. Mechanizovaná výsadba

Snaha o využití mechanizace při výsadbě sadebního materiálu sahá až do 50. let 20. století. Prvními pokusy byly jamkovače nesené za traktorem (KLÍR 1956). Avšak tato technologie se brzy poté ukázala jako příliš pomalá a neefektivní, což bylo dáno především náročností manévrování techniky ke každé individuální jamce (DOLEŽAL 1961). Hlavní technologií, která se vyvíjela současně s traktorovými jamkovači a je stále využívána, jsou přenosné motorové jamkovače. Půdní jamkovače můžeme rozdělit na základní čtyři typy. První, již zmíněné jsou jamkovače nesené na tříbodovém závěsu traktoru, popř. na jiném vozidle. Dalším typem je jamkovač upevněný jako adaptér hydraulické ruky na motorovém vozidle (bagr, nakladač, harvester atd.). Třetí možností jsou ruční jamkovače pojízdné, upevněné v konstrukci s předním kolem. Poslední a nejvíce využívaným typem jsou ruční jamkovače přenosné. Kromě přípravy jamek pro výsadbu jsou také jamkovače v rámci lesního hospodářství využívány pro vrtání kotevních jam pro kůly při stavbě oplocenek (BALÁŠ et al. 2016).

3.3. Sadební materiál

Sadební materiál lesních dřevin (SMLD) je stěžejním prostředkem pro činnost umělé obnovy lesa a zalesňování. Lesní školkařství je činnost, jejímž cílem je dostatečné zabezpečení produkce SMLD. Technologie v této činnosti se velice rychle vyvíjejí, avšak základní principy odvětví jsou stále platné (DUŠEK 1997). Nezávazným, ale za standard považovaným, dokumentem je česká technická norma s označením ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin*. Norma definuje SMLD jako „semenáčky, sazenice, poloodrostky a odrostky generativního i vegetativního původu (výjimečně i jejich části) určené k obnově lesa a zalesňování“ (ČNI 2012). Takto definovaný materiál můžeme rozdělit na základní dvě skupiny podle způsobu jeho pěstování, a to na prostokořenný a krytokořenný (obalovaný). Závaznými právními předpisy, zabývajícími se SMLD, jsou zákon č. 149/2003 Sb. *o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin* v aktuálním znění a jeho prováděcí vyhláška MZe č. 29/2004 Sb. v aktuálním znění (POLENO & VACEK 2009).

Prostokořenný materiál se pěstuje v lesních školkách v záhonech a je po vypěstování vyzvedáván s obnaženým kořenovým systémem. Takto obnažený kořenový systém je citlivý na ztrátu vody a vyžaduje ochranu při skladování, dopravě i samotné výsadbě (JURÁSEK et al. 2004).

Obalovaný materiál je výsledkem historicky novější technologie produkce SMLD a v našich podmínkách lesního školkařství se zastoupení tohoto typu neustále zvyšuje (JURÁSEK et al. 2004). Intenzivní postupy pěstování obalovaného sadebního materiálu vychází především ze zkušeností skandinávských lesníků, u nichž tuto intenzivní a moderní technologii oproti českým školkařům využívají větším podílem produkce (KUPKA 2004). Obalovaný materiál má kořenový systém obalený substrátem, jež je zachován i při samotné výsadbě. Pěstování neprobíhá v záhonech, ale ve specializovaných rozpadavých (například Jiffy pots) nebo pevných obalech (plastových kontejnerech a sadbovačích) a organický pěstební substrát je předem umíchan podle daných specifikací (JURÁSEK et al. 2004).

Dále lze SMLD podle normy dělit na základě jeho výškových rozměrů a intenzity zásahů především do kořenového systému, a to na již v definici sadebního materiálu zmíněné semenáčky, sazenice, poloodrostky a odrostky (ČNI 2012).

Semenáčky jsou rostliny vyrostlé ze semene, u nichž v průběhu růstu nebyl nijak upravován kořenový systém (ČNI 2012).

Sazenice jsou rostliny generativního i vegetativního původu, u kterých byl kořenový systém upravován školkováním, podřezáváním kořenů, přepichováním, přesazováním do obalů nebo zakořeňováním náletových semenáčků. Výška jejich nadzemní části je do 50 cm (ČNI 2012).

Poloodrostky jsou rostliny, u nichž se doporučuje, aby jejich kořenový systém byl upraven minimálně dvojitým školkováním, podřezáváním či přesazením do obalů, eventuálně kombinací minimálně dvou z těchto operací. Výška nadzemní části je u jehličnatých dřevin v rozmezí od 51 cm do 120 cm, u listnatých dřevin od 81 cm do 120 cm. U poloodrostků již může proběhnout i úprava tvaru koruny (ČNI 2012).

Odrostky již úpravu kořenového systému minimálně dvojitým školkováním, podřezáváním či přesazením do obalů vyžadují. Jejich výška je 121 cm až 250 cm. Kromě úpravy kořenového systému je u odrostků také nutností provést úpravu tvaru koruny (ČNI 2012).

3.4. PONG – Poloodrostky a odrostky nové generace

Poloodrostky a odrostky nové generace (PONG) jsou pracovním označením sadebního materiálu větších dimenzí (poloodrostky a odrostky), který je produkován inovativními technologiemi. Hlavní charakteristický znak PONG oproti tradičně pěstovaným poloodrostkům a odrostkům je důraz na cílenou péči o kořenový systém. Základem je ruční redukce jednotlivých kořenových systémů při školkování až o 50 % objemu, a to i se zkrácením kůlového kořene, redukcí délky kořenů nižšího řádu a odstranění panoh po podřezávání. Technologie se dá zobecnit do pěstební vzorce 1-1+2, pro některé dřeviny zkrácený 1-1+1, pro buk může být technologie prodloužena na 1-1+3. Proces výroby PONG je tedy tříletý až pětiletý (BURDA et al. 2015). V české technické normě 48 2116 *Umělá obnova lesa a zalesňování* se pro PONG užívá označení *odrostky a poloodrostky vypěstované s koncentrovaným kořenovým systémem*. Označení PONG zahrnuje, ale je obecnější. Toto označení je definováno kořenovým systémem, který je zkoncentrovaný do prostoru maximálně 10 cm od osy kmínku v bočním směru a mezi 26 až 34 cm od kořenového krčku ve směru vertikálním (ČNI 2015). Bližší charakteristiku jedinců a popis technologie PONG popisuje Burda a kolektiv (BURDA et al. 2015).

Technologie PONG klade větší důraz na dodržování postupů a zásad vhodné manipulace se sadebním materiálem, což snižuje vůli producentů SMLD k implementaci technologie. Další zábranou implementace je také názor, že zalesňování PONG je spjato s vyššími náklady na zalesnění. Dílčí ekonomické analýzy v tomto ohledu publikovali Gallo a kolektiv (GALLO et al. 2020), kdy zjistili, že hlavním faktorem pro ekonomickou efektivitu sadebního materiálu větších dimenzí je především nižší počet jedinců na plochu při výsadbě a snížení nákladů na ochranu kultur je oproti samotnými náklady na výsadbu marginálním faktorem. Hlavní možnosti využití PONG jsou tedy především při uplatnění výrazně redukované hustoty jedinců či při očekávané vysoké mortalitě jedinců klasického sadebního materiálu. Příkladem takového využití může být právě využití na degradovaných stanovištích. Potenciál využití je také mimo sféru lesního hospodaření a mimo pozemky určené k plnění funkcí lesa, například v péči o krajinu, především při ozeleňování krajiny, lesnických rekultivací a zakládání břehových porostů (BALÁŠ et al. 2018).

3.5. Povrchová těžba písku a její vliv na krajinu

Na mnoha místech území České republiky, Třeboňskou pánev nevyjímaje, se těžba písku a šterkopísku stala velkým krajinu přetvářejícím prvkem. Právě Jihočeské pánve společně s východním Polabím a moravskými úvaly jsou tradičními oblastmi těžby (ŘEHOUNKOVÁ & ŘEHOUNEK 2010). V roce 2007 bylo na našem území evidováno 169 dobývacích území s celkovou plochou 114 km². Celková těžba písku a šterkopísku na našem území k tomuto roku dosahovala více jak 15,5 milionu m³ (STARÝ et al. 2008). Ale i přesto, že pískovny a šterkopískovny značně ovlivňují přírodu i krajinu, prací, kterých by se jimi zabývaly, příliš neexistuje (ŘEHOUNKOVÁ & ŘEHOUNEK 2010).

Těžbou písku a šterkopísku vznikají antropogenní tvary georeliéfu, a to nejčastěji konkávního typu. Konvexní tvary se utvářejí především z valů skrývkových zemin. Oba typy tvaru vedou k relativní zvýšení geodiverzity. Těžba v pískovnách často způsobuje zrychlení určitých geomorfologických procesů, jako je například vodní eroze, deflace nebo svahové pohyby. Tyto procesy často vedou k obnažení významných geologických a geomorfologických fenoménů, které jsou hodné vědeckého zájmu a ochrany. Především vodní a větrná eroze, zarůstání vegetací a vandalismus představují ohrožení pro tyto fenomény. Pískovny s významnými jevy a objekty je vhodné chránit v rámci zvláště chráněných území. Zpravidla by tato chráněná území spadala do kategorie přírodních památek (ŘEHOUNKOVÁ & ŘEHOUNEK 2010).

Kromě nemalého záboru půdy má těžba značný vliv na vodní režim nejenom na území samotného těžebního prostoru, ale i jeho okolí. Tato úprava vodního režimu má za následek radikální snížení podzemní vody v okolním území. Takové snížení má za následek snížení produkce a vitality lesních porostů a snížení úrodnosti zemědělských půd v okolí. Z tohoto důvodu se často přistupuje k hydrické rekultivaci, kdy hladina nově vzniklé vodní nádrže vyrovná pokleslou hladinu podzemní vody a vylepší celkový vodní režim území (JONÁŠ 1973). S tvorbou terénních depresí je také velmi pravděpodobné ovlivnění mikroklimatických podmínek a tvorba mrazových kotlin (PREJZEK & BRANŠOVSKÁ 1983).

3.6. Rekultivace

Rekultivace je tvorba a aktivní obnova půdního fondu na území poškozeném průmyslovou činností (ŠTÝS & HELEŠICOVÁ 1992). Rekultivací po povrchové těžbě je obvykle považováno obnovení vegetačního krytu. Obnovení vegetačního krytu vede k omezení erozních vlivů, navrácí půdu do užité produkce a esteticky zatraktivňuje terén. V rámci meliorace je pojem rekultivace definován jako soubor technických a biologických opatření, které vedou k zúrodnění novodobých útvarů v krajině, jež vznikly těžbou nerostných surovin (ŠTĚPÁN 1978). Cílem rekultivace je obnova estetických a ekologických funkcí, a s tím spjatým produkčním a rekreačním potenciálem těžbou nebo jinak antropogenně poškozené krajiny (GREMLICA et al. 2011). Krátkodobým cílem by mělo být zabránění eroze pomocí přípravné vegetace rychle rostoucích rostlin. Dlouhodobým cílem by měl být porost nesoucí užitek vlastníkovi půdy a veřejnosti (LYLE 1987). Jednorázovou ozeleňovací akci rozhodně nelze považovat za dostatečně provedenou rekultivaci. Smyslem je dlouhodobé utváření krajiny (SÁDLO & TICHÝ 2002). Rekultivace vytěžených ploch je zákonnou povinností organizací provádějících těžební činnost (ŠPIŘÍK 1994). Rekultivace se dělí na dvě fáze, a to technickou a biologickou.

Technická fáze má za cíl modelaci nově vzniklého terénu. Dochází k zavážení těžebního prostoru dovezeným materiálem a izolaci prostorů pro vodní rekultivaci. Výběr materiálu závisí na pozdějším využití území. V místech, kde je plánována zemědělská rekultivace je potřeba navézt ornici. Na místa s plánovanou výstavbou, jako jsou cesty, parkoviště, budovy, je možné využít neúživných hornin. K transportu materiálu, jeho ukládání, rozprostírání a hutnění je využíváno těžké mechanizace (NOVOTNÁ & SIXTA 2008).

Biologická fáze rekultivace následuje po technické fázi na již nově vzniklém modelu terénu. Konečným cílem fáze je obnova vegetace, a tím oživení samotného území. Samotnému oživení předcházejí biotechnická opatření, která mají upravit chemické a mechanické vlastnosti půd, například dodání živin do půd, úprava kyselosti či úprava struktury půd. Při zemědělské rekultivaci jsou využívána agrotechnická opatření, jako jsou smykování, kypření a válcování (NOVOTNÁ & SIXTA 2008). Další průběh biologické fáze (výsadba dřevin či osevňovací postupy zemědělské rekultivace) je již blíže popsán u jednotlivých druhů rekultivace.

3.6.1. Praktické postupy a druhy rekultivací

Prvním a stěžejním krokem by mělo být posouzení všech možností rekultivace a jejich vhodnou volbu pro dané rekultivované území. Tento proces by měl probíhat již v průběhu prováděné těžby. Projekty rekultivace se vypracovávají podle Souhrnných plánů sanací a rekultivací (SPSR) území dotčených těžbou, schválených již v rámci Plánů otvírky, přípravy a dobývání (POPD), a to před povolením otvírky, přípravy a dobývání určených ložisek místně příslušným obvodním báňským úřadem. Takto sestavené plány sanací a rekultivací musí být odborně konzultovány, tak aby byly v souladu s právními předpisy v oblasti ochrany a využívání nerostného bohatství, bezpečnosti, hygieny a ochrany zdraví obyvatelstva, ochrany zemědělského půdního fondu a lesního hospodářství a aby respektovaly požadavky na ochranu přírody a krajiny, jež je celospolečenským významem (GREMLICA et al. 2011).

Rekultivace je možné shrnout do tří druhů: lesnické, zemědělské a hydrické.

Základem lesnických a zemědělských rekultivací je meliorace půd opadem nadzemních částí rostlin či podzemním obohacením půdy exfoliovanými pletivy kořenů a produkcí exudátů. Významný je také rozvoj symbiotické aktivity rostlin s především mykorhizními organismy, jež je dále prospěšná pro obnovení půdního edafonu (COLEMAN & CROSSLEY 1996).

Zemědělské rekultivace se používají především nepřímé, kdy se výsypkové plochy převrství orníci nebo snadno zúrodnitelnými půdami (LHOTSKÝ 1994). Přímé zemědělské rekultivace jsou spíše okrajovou záležitostí, vzhledem k nízké úrodnosti odhalených zemin. Základním předpokladem pro volbu zemědělské rekultivace je tedy především potenciální úrodnost rekultivovaných substrátů (DIMITROVSKÝ 1999). V prvních letech se využívají meliorační osevní postupy za použití víceletých trav a jetelovin, jež mají pouze půdotvornou funkci (JONÁŠ 1961). Tento postup je uplatňován dva až šest let. Takto vypěstované přípravné plodiny jsou zaorávány, plocha je vláčena, smykována a hnojena. Po této přípravě se pěstují cílové plodiny nebo dojde k zatravnění (GREMLICA et al. 2011).

Vzhledem k nízké úrodnosti rekultivovaných půd se ve většině případů využívají rekultivace lesnické nebo hydrické.

Hydrické (vodohospodářské) rekultivace jsou technická opatření, která vytváří nový vodní režim rekultivované krajiny. Jako maloplošná opatření mohou sloužit doplňkově s biologickými rekultivacemi. Jedná se o malá vodohospodářská díla, jako jsou záchytné příkopy, drény, odvodňovací kanály nebo žebra, z větších pak i retenční nádrže a poldry. Hydrická rekultivace může být i velkoplošná, kdy dochází k zaplavování důlních jam a jiných velkých terénních depresí. Takto nově vzniklé nádrže mohou plnit mnoho funkcí, např. retenční, akumulární (užitkové i pitné vody), rybochovné, rekreační nebo jako prostor pro čištění vod. Nově vzniklá zatopená území se často stávají specifickými stanovišti s vysokým ekologickým významem. Hydrická rekultivace je vůči zemědělské a lesnické rekultivaci vzhledem k náročnosti technických prací zpravidla finančně nejnákladnější (GREMLICA et al. 2011).

3.6.2. Lesnická rekultivace

Od 90. let 20. století je v souvislosti s poklesem zemědělské výroby při krajinné obnově velkoplošných území preferována lesnická rekultivace. Ta probíhá zpravidla ve dvou etapách. V prvních letech (1–3 roky) probíhá mechanická a chemická příprava půdy v rámci biotechnické etapy. Až poté následuje samotná výsadba dřevin nebo ponechání plochy přirozené sukcesi (GREMLICA et al. 2011).

Postup vývoje lesnické rekultivace můžeme tedy rozdělit na přirozenou spontánní sukcesi, řízenou (usměrňovanou) sukcesi a rekultivaci výsadbou. Spontánní sukcese je úplné opuštění a ponechání přirozenému vývoji. Takto ponechané plochy jsou zpravidla kolonizovány pionýrskými druhy, které jsou následně vytlačeny druhy konkurenčně schopnějšími (KONVIČKA 2012). Sukcesní přístup nemusí být naprosto bezzásahový, ale můžeme sukcesi v různé intenzitě usměrňovat žadáním směrem. Takový přístup se označuje jako řízená či asistovaná sukcese (LUKEN 1990). Řízená sukcese umožňuje zásahy, které usměrňují přirozený vývoj žadáním směrem. Příkladem zásahu může být odstranění či potlačení šíření invazního druhu trnovníku akátu (*Robinia pseudoacacia*; SÁDLO & TICHÝ 2002).

Třetí variantou je technický přístup, a to lesnická rekultivace umělou výsadbou dřevin. Nejčastějším přístupem majitelů pozemků je výsadba borové monokultury s hustotou 10–12 tisíc kusů na jeden ha při rozestupu řad okolo 1,6 m a vzdálenosti v řadách 50–65 cm. Dalšími využívanými dřevinami, které jsou vysazovány často monokulturně, jsou dub zimní (*Quercus petraea*), dub letní (*Quercus robur*), habr obecný (*Carpinus betulus*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), javor mlč (*Acer platanoides*), lípa malolistá (*Tilia cordata*), lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), modřín opadavý (*Larix decidua*), olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), smrk ztepilý (*Picea abies*), ale také nepůvodní druhy, jako kupříkladu dub červený (*Quercus rubra*), javor jasanolistý (*Acer negundo*), pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*), borovice černá (*Pinus nigra*), smrk pichlavý (*Picea pungens*), topol kanadský (*Populus x canadensis*). V mnoha projektech je dokonce stále navrhován trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*) i přes jeho nepůvodnost a invazní potenciál (GREMLICA et al. 2011).

Pro vznik trvale úrodných půd má nejlepší předpoklad v první fázi výsadby využít pouze přípravných dřevin s velmi příznivým půdotvorným opadem (např. olše lepkavá). Takto vytvořené porosty přípravné po zlepšení půdních podmínek postupně přeměňovat na porosty cílové podsadbou či jinými tradičními způsoby přeměny (DIMITROVSKÝ 1976).

Bohužel studií porovnávajících sukcesní přístup a technický přístup k lesnické rekultivaci je stále nedostatek. Sukcesně obnovené lokality podle některých studií dosahují vyšší druhové biodiverzity. (WOZIWODA & KOPEČ 2014). Avšak jiné studie nenachází signifikantní rozdíl v druhové rozmanitosti mezi těmito dvěma přístupy (TROPEK et al. 2012). Technický přístup je zpravidla upřednostňován, protože se předpokládá, že rozvoj vegetačního pokryvu je oproti sukcesi urychlen (ZAHAWI et al. 2014).

3.6.3. Rekultivace pískoven

Při těžbě štěrkopísků se rozlišují dva způsoby: těžba nad hladinu podzemní vody a těžba pod hladinou podzemní vody.

U prvního způsobu těžby je možné navrátit vytěžený prostor původní produkční funkci zemědělskou či lesnickou rekultivací (TŮMA 1983). Z hlediska vodního režimu může provedená těžba podmínky pro rostliny vylepšit přiblížením hladiny podzemní vody jejich kořenům (PREJZEK & BRANŠOVSKÁ 1983). Vzhledem k chudému půdotvornému podloží je u lesnické rekultivace pískoven využití borových monokultur ještě výraznější. Takto vzniklé porosty jsou zpravidla pochybné kvality, ale využití jiných druhů dřevin je bez výrazné úpravy půdních podmínek velice omezené. Potenciál zemědělské produkce je také kvalitativně nesrovnatelný s původní ornou půdou a travní vegetace luk a pastvin je pro zemědělské využití v případě pískoven příznivější možností (ŘEHOUNKOVÁ & ŘEHOUNEK 2010). Vylepšení půdních podmínek je možné zvýšením obsahu humusu navezením ornice či lesního humusu, popřípadě dodáním rašeliny či kompostového materiálu. Za účelem zvýšení podílu koloidních částic je možné využít minerálních sorbentů, jako je tufit, bentonit nebo slínové horniny (ŠTÝS et al. 1981). Právě bentonit je vhodným přídatkem do písčitých substrátů pro zvýšení sorpční schopnosti a poutání živin, ale jeho využití je dnes omezeno ekonomickým hlediskem (ŘEHORŤ et al. 2006). V případě potřeby je možné zvýšit obsah vápníku vápněním. Dodání hlavních živin hnojením je po úpravě sorpční kapacity zpravidla nutností (ŠTÝS et al. 1981). Po těchto melioracích je vhodné využít osevu motýlokvětých rostlin jako zeleného hnojiva pro humusové obohacení půdy (JONÁŠ 1973).

Dodávání živin je nutné s ohledem na stupeň degradace půd vykonávat za pomoci pomalu uvolňujících hnojiv v kombinaci se zlepšením sorpční výměnné kapacity půdy, a to především obohacením půdy uhlíkatým organickým materiálem. Tímto způsobem by se mělo zabránit negativnímu vlivu vysokých koncentrací solí v půdním roztoku na kořenový systém rostlin a omezení průniku živin do podzemních vod (BALÁŠ et al. 2018).

V rámci metodik zalesňování s využitím poloodrostků a odrostků nové generace na degradovaných stanovištích je pro tzv. startovací hnojení testováno a využíváno hnojivo RECULTAN. Tento druh hnojiva s dlouhodobým uvolňováním s humínanem draselným je vhodný právě při výsadbách na trvalá stanoviště s omezeným výskytem živin a degradovaným půdním charakterem (MARTINŮ et al. 2016), jež oblasti po těžbě šterkopísků zpravidla splňují.

Těžbou pod hladinou podzemní vody vznikají vodní plochy. Dochází tedy k hydrické rekultivaci, a to bez nutnosti přivádění vodního toku do oblasti (TŮMA 1983). Takto podzemní vodou zásobené vodní nádrže jsou zpravidla zdroje kvalitní pitné vody. Avšak stagnující charakter vody může způsobit akumulaci znečišťujících látek, ať již průmyslové podstaty či přirozeně se vyskytujících minerálních i organických látek (BICAN et al. 1983). Pro podporu biodiverzity krajiny je vhodné snažit se o tvorbu malých vzájemně propojených vodních ploch s velkým podílem mělkých břehových stanovišť a vyhnout se plošně velkým, jednolitým a hlubokým umělým jezerům (ŘEHOUNKOVÁ & ŘEHOUNEK 2010).

3.7. Charakteristika vysazených dřevin

3.7.1. *Quercus robur* – dub letní

Dub letní patří do čeledi bukovité (*Fabaceae*). Rod *Quercus* sdružuje přibližně 320 druhů s areálem napříč severní polokoulí od Evropy přes Východní Asii až po Severní Ameriku. Na území Evropy tento rod zastupuje okolo dvaceti druhů (KLIKA 1947). V České republice se vyskytuje osm druhů dubů. Z nich pouze dva druhy, dub zimní (*Quercus petraea*) a dub letní (*Quercus robur*) dominují svým zastoupením a hospodářským významem (ÚŘADNÍČEK et al. 2009).

Dub letní je světlomilný druh dřeviny. Nároky na světlo má i vyšší než dub zimní (KACÁLEK et al. 2017). Mírný zástin je schopný snášet pouze v nejnižším fázi vývoje, a to do pěti let věku (KYZLÍK & MICHÁLEK 1963). Avšak Mauer s kolektivem (MAUER et al. 2001) udávají, že semenáčky jsou schopné přežít pod mateřským porostem pouze po dobu jednoho roku, v případě rozvolněného porostu do zakmenění 0,5 se doba přežití prodlužuje na dobu dvou let. Především na základě nároků na vodu jsou rozlišovány dva ekotypy dubu letního – lužní a lesostepní. Lužní ekotyp je přizpůsoben stanovištěm lužního lesa. Vyžaduje velké množství vláhy v půdě, optimálně trvale vyšší hladinu podzemní vody a je odolný vůči pravidelným záplavám typickým pro tvrdý luh, v němž tvoří kostru porosty. Půdy preferuje hluboké, hlinité a živinami bohaté (SLÁVIK 2004). Lesostepní ekotyp je přizpůsoben mělkým, vysýchavým půdám až lesostepním stanovištěm a je tedy v nárocích na vodní režim obdobný dubu zimnímu (ÚŘADNÍČEK et al. 2009). Oproti dubu zimnímu více preferuje půdy kyselé, kde ale je dub letní pro svou nižší konkurenční schopnost vytlačován dubem zimním. Dub letní typicky netvoří monokulturní porosty, ale je ve směsi zpravidla doprovázen jasanem a jilmem (SVOBODA 1955).

Areál rozšíření se rozpíná po téměř celé Evropě. Na jihu Evropy se nevyskytuje v jižní části Pyrenejského poloostrova, na Sicílii, Sardinii a v jižní části Řecka. Severní hranici tvoří jižní část Skandinávského poloostrova (ÚŘADNÍČEK et al. 2009). Vertikálně je dub letní omezen na polohy nížin a pahorkatin a pouze v západní a jižní části svého areálu zasahuje do poloh nad 1000 m n. m. (KLIKA 1947).

3.7.2. *Tilia cordata* – lípa srdčitá

Rod *Tilia* patří do čeledi slézovité (*Malvaceae*), avšak do začátku 21. století byl tento rod řazen do stejnojmenné čeledi lipovité (*Tiliaceae*; SINGH 2004). Rod *Tilia* zahrnuje okolo 30 druhů dřevin v mírném pásu severní polokoule (HIEKE 1978). Největší zastoupení rodu je ve východní Asii, méně se vyskytují v Evropě a Severní Americe (SCHELLER 1972). V Evropě se přirozeně vyskytují pouze čtyři druhy, a to *Tilia dasystyla*, *Tilia tomentosa*, *Tilia platyphyllos* a *Tilia cordata* (RADOGLU et al. 2008). V České republice jsou původní pouze dva druhy: *T. platyphyllos* a *T. cordata* (ŠINDELÁŘ 2000).

Lípa srdčitá snese plné oslunění, polostín i stín. Je schopná snést i hluboký stín, ba dokonce se jedná o jednu z našich nejvíce stín snášejících dřevin. Vyskytuje se typicky podúrovňově ve smíšených porostech (NEKOLOVÁ 2004). Na chudších půdách je na světlo náročnější. Preferuje živinově bohaté, hluboké, provzdušněné půdy s větším obsahem skeletu. Půdy kyselé a ulehlé lípa srdčitá nesnese. Preferuje dostatečnou vlhkost půdy, ale není schopná snášet zamokřená stanoviště s vysokou a stagnující hladinou podzemní vody. Na rozdíl od ostatních druhů lip, které nejsou schopné přežít na vysychavých až suchých stanovištích (NOVOTNÝ et al. 2008), je lípa srdčitá schopná nepříznivému vodnímu režimu odolávat. Preferuje půdy s dostatkem vápníku. Je to dřevina odolná mrazu (NEKOLOVÁ 2004).

Schopnost vegetativního rozmnožování lípy srdčité ale i ostatních druhů lip je vskutku význačná. Vegetativní rozmnožování je klíčový prvek jejich životní strategie, který jim umožňuje překonat počet jedinců ostatních druhů dřevin. Tato schopnost také zajišťuje přežití populace na hranici přirozeného výskytu tohoto druhu (RADOGLU et al. 2009).

Areál rozšíření se téměř dokonale prolíná s areálem dubu letního. Rozkládá se po celé Evropě s výjimkou nejjižnějších oblastí středozezemních poloostrovů a severní části Skandinávského poloostrova a zasahuje i do kontinentálního podnebí východní Evropy. Domovem jsou jí společenstva dubohabřin, stinných, suťových roklinových lesů, výslunních strání, světlých lesů a lužních lesů. Přirozeně je jinými dřevinami vytlačována na suťová pole. Nejčastěji se s ní setkáme na našem území v nížinách a pahorkatinách termofytika a mezofytika, tedy především ve východních a středních

Čechách a na jihozápadě Moravy (NEKOLOVÁ 2004). Vertikálně dosahuje nejvýše do 600 m n. m. v předhůří Šumavy (ÚŘADNÍČEK 2004).

4. Charakteristika lokality

4.1. Přírodní lesní oblast 15b – Třeboňská pánev

Třeboňská pánev je okolo 62 km dlouhý a 25 km široký jednotný celek, který je protáhlý v jihoseverním směru. Hlavním a charakteristickým vodním tokem ovlivňujícím tuto oblast je řeka Lužnice, jež prochází oblastí v celé její délce. Jedná se o jednu z nejplošších lesních oblastí v České republice. Celková rozloha je 1720 km² a lesnatost činí 35,78 %. Nejvýznamnějším prvkem Třeboňské pánve je soustava třeboňských rybníků, která je předmětem ochrany chráněné krajinné oblasti Třeboňsko o výměře téměř 69 km² (AOPK 2016). V přírodní lesní oblasti (PLO) se nachází jedna, již zmíněná, chráněná krajinná oblast, tři přírodní parky, sedm národních přírodních rezervací, dvě národní přírodní památky, devatenáct přírodních rezervací a deset přírodních památek. Do PLO mimo jiné také zasahuje chráněná oblast přirozené akumulace vod Třeboňská pánev (ÚHUL s.d.).

4.1.1. Geografická charakteristika

Reliéf je charakterizován jako tektonická sníženina s plochým dnem a stupňovitými okraji. Dno je nejplošší s výškovou členitostí do 30 metrů. Dále ode dna se reliéf postupně zvedá a má ráz ploché pahorkatiny s členitostí 30–50 metrů. Vyvýšené okraje jsou již charakterizovány jako členitá pahorkatina s členitostí až 95 metrů (ÚHUL s.d.).

Průtok řeky Lužnice dělí oblast na dvě podélná pásma, západní a východní. Západní pásmo se nachází v nadmořské výšce 400–440 m n. m. a tvoří Lužickou rovinu. Východní pásmo je v průměru o 30–50 metrů vyšší a nazývá se Kardašovicko-strážská pahorkatina. Nejnižší bod je v korytě řeky Lužnice v místě, kde řeka opouští lesní oblast u Sezimova Ústí (přibližně 385 m n. m.) a nejvyšší bod je Vápenice u Ledenic s kótou vrcholu 541 m n. m. (ÚHUL s.d.).

4.1.2. Klimatické podmínky

Třeboňská pánev leží v klimatickém okrsku B – mírně teplá oblast. Průměrná roční teplota se pohybuje v rozpětí od 6,8 °C do 7,8 °C. Průměrná teplota ve vegetačním období je od 12,9 °C (Slapy u Tábora) až do 14 °C (Třeboň). Délka vegetačního období (počet dnů s průměrnou denní teplotou nad 10 °C) je 152–157 dnů, avšak tento údaj je měřen pouze na třech stanicích a můžeme očekávat mírně nižší hodnoty ve vyšších polohách při okraji oblasti (ÚHUL s.d.).

Srážky se lokálně liší, respektive se zvyšují po gradientu od severozápadu na jihovýchod. Srážky se pohybují od 566 mm (Slapy u Tábora, Bzi) až po 683 mm (Chlum u Třeboně). Rozložení srážek je, podobně jako u teplot vzduchu, závislý na výškovém gradientu, avšak na západním okraji je patrný vliv dešťového stínu Rudolfovského hřbetu. Rozložení srážek v rámci roku se mění především přibýváním letních srážek. Maxima srážek připadají na červenec. Průměrný úhrn srážek ve vegetačním období přesahuje hladinu 400 mm. Obecně je oblast dostatečně zásobena vodou a srážky v kombinaci s nepropustným podloží zaručují, že vodní režim není omezující faktor pro vegetaci. Pro celou oblast jsou typické teplotní inverze regionálního rozsahu. Rozsáhlé vodní plochy výrazně ovlivňují mikroklimatické podmínky regionu (ÚHUL s.d.).

4.1.3. Geologické podmínky

Geologické poměry vycházejí ze složitého vývoje pánve, které zajistilo různorodé plošné uspořádání sedimentů a okolních zvětralin. Takto různorodé uspořádání geologických poměrů zajistilo rozmanité a specifické půdní podmínky s odpovídajícím produkčním potenciálem a přirozenou skladbou dřevin a jiné vegetace (ÚHUL s.d.).

Nejstarší sedimenty jsou svrchnokřídové písky a jíly. Půdy tvořené na tomto podloží jsou zpravidla chudé na živiny a kyselého charakteru, a přirozeným vegetačním pokryvem jsou borové lesy (ÚHUL s.d.).

Terciérní jíly již mají lepší pedogenní potenciál z hlediska živinového složení. Mocnost jejich vrstev není příliš velká, avšak překrývají na velké ploše území starší vrstvy sedimentů. Půdy vzniklé na těchto vrstvách jsou živinově bohatší s vyšším produkčním potenciálem, ale stále jsou to půdy náchylné k degradaci a uléhavé. Hlavními produkčními dřevinami jsou dub a smrk, na chudších stanovištích i borovice (ÚHUL s.d.).

Pleistocénní a terciérní písky se nacházejí v podélných širokých pruzích kolem vodních toků oblasti a jako izolované ostrůvky v jílovitém podloží. Oproti svrchnokřídovým pískům jsou méně kaolinické a mají lepší obsah živin. Na tomto podloží vznikají porosty borovice s dobrým vzrůstem i kvalitou, tzv. třeboňský ekotyp. Smrk, dub, popřípadě jedle se vyskytují jako výplňové dřeviny (ÚHUL s.d.).

Holocénní náplavy jsou plošně zastoupeny jen minimálně, a to podél větších vodních toků (Lužnice, Nežárka, Stropnice) v úzkých rovinatých nivách. Jedná se o mělké vrstvy písčitých hlín, které se dále od řeky proměšují s pleistocenními písky. Typickým dřevinným pokryvem je dub s příměsí cenných listnáčů a olše (ÚHUL s.d.).

Rašeliny jsou rozšířeny na vývěrech podzemních vod na nepropustném podloží, podél vodních toků a v místech bývalých slepých ramen. Rašeliny se považují za geologické podloží od mocnosti 0,5 m. Jádrem rozsáhlých rašeliništních půd tvoří třeboňská blata, jež jsou pravými přechodovými rašeliništi oligotrofního charakteru. Jejich okraje a ostatní rašeliniště menšího rozsahu jsou obohaceny o naplavené či prachové částice a mívají zpravidla spíše mezotrofní charakter (rašelinné zeminy). Hlavními dřevinami jsou smrk a borovice, na pravých blatech borovice blatka a borovice podvojná (*Pinus x digenea*) s břízou pýřitou (ÚHUL s.d.).

Zvětraliny vyvřelých a krystalických hornin jsou vázány na okraje Třeboňské pánve a odpovídají charakteristice okolních lesních oblastí. Na severní hranici se Středočeskou pahorkatinou převládají podloží s obsahem migmatitů ortorulového vzhledu, přecházející do migmatických biotitických pararul a s izolovaným výskytem dvojslídne až muskovitické ortoruly. U jižního okraje převládají biotiticko-muskovitické ortoruly, migmatity a migmatitické ruly a svorové ruly. Při nejjižnějším cípu a na jihovýchodním okraji nalezneme i dvojslídny granit a granodiorit. Střední a severní část východního okraje přechází k biotitickým a kordieritickým rulám (ÚHUL s.d.).

4.1.4. Pedologické podmínky

Půdní poměry jsou velice rozmanité od půd extrémních stanovišť, jako je regozem či ranker, přes podzoly, kambizemě až po půdy vysoce ovlivněné vodou, jako jsou gleje a rašelinné organozemě. Nejvíce zastoupeným půdním typem je pseudoglej, který se nachází téměř na třetině území pánve (29 %). Následují podzoly s přibližně 22% plochy, pravý glej s 15% zastoupením a kambizemě se 14 %, z toho převažuje přesněji kambizem oligotrofní (10 %). Čtvrtým a v porovnání s celým územím České republiky vysoce zastoupeným půdním typem je organozem s více než 9 % podílu plochy třeboňské pánve (ÚHUL s.d.).

4.1.5. Hydrografické poměry

Hlavním odtokem z oblasti je řeka Lužnice se svým přítokem Nežárkou, jež se slévají v obci Veselí nad Lužnicí. Kromě Nežárky má nespočet dalších menších přítoků. Lužnice patří do povodí Vltavy, do které se vlévá při městě Týn nad Vltavou. Oblast má také dva umělé toky, Nové řeky a Zlaté stoky. Poměrně nízké spádové poměry toků, četné deprese, vodonosné podloží a bohatá zásoba povrchových i podzemních vod umožnily možnost založení velkého množství rybníků, včetně největšího českého rybníku Rožmberk, jež jsou typickým a historicky, ale i současně významným prvkem krajiny pro tuto oblast (ÚHUL s.d.).

4.1.6. Biogeografické podmínky

Oblast Třeboňské pánve je fyto geograficky podle Skalického (SKALICKÝ 1988) zařazena do suprakolinního vegetačního stupně v rámci fyto geografického obvodu Českomoravského mezofytika. Potenciální vegetace na tomto území se silně odvíjí dle edafických poměrů daného stanoviště. Na větší části území byly rozšířeny jedlové doubravy svazu *Genisto germanicea-Quercion*. Na některých pahorcích se zřídka vyskytovaly acidofilní bučiny asociace *Luzulo-Fagetum*. Pro Třeboňskou pánev typickým dřevinným společenstvem jsou především rojovníkové blatkové bory asociace *Pino rotundatae-Sphagnetum*, okrajově lemované rašelinnými bory asociace *Vaccinio uliginosi-Pinetum* a rašelinnými březinami *Betulion pubescentis*. V přirozeně bezlesých středech vlastních rašelinišť můžeme předpokládat společenstva svazů *Sphagnion medii* a *Leuco-Scheuchzerion palustris*. V okolí vodních toků a ploch se objevují společenstva bažinných olšin, a to často i s autochtonním smrkem svazu *Alnion glutinosae*, především pak asociace *Carici elongatae-Alnetum*. Na chudých arenických půdách jsou stále částečně zachovány acidofilní bory svazu *Dicrano-Pinion sylvestris*. Flóra pánve je oproti běžné hercynské květeně středních poloh velmi bohatá. Obsahuje velké množství enklávních prvků a typická je přítomnost boreokontinentálních druhů. Na arenických stanovištích se setkáváme zpravidla s druhy suboceánického charakteru (ÚHUL s.d.).

Fauna je značně hercynská se západními vlivy, příkladem jsou ježek západní či ropucha krátkonohá. Existence mnoha vodních prostředí je rozhodující pro mnoho zajímavých druhů především ptactva. Významný je také častý výskyt vymizelého losa evropského. Inverzní charakter prostředí se projevuje také azonálním výskytem horských druhů jako je kupříkladu saranče *Miramella alpina*. Řeky Lužnice a Nežárka jsou toky s charakterem podhorských řek s modifikovaným sníženým spádem parmového pásma. Menší potoční toky jsou charakteru pstruhových vod (ÚHUL s.d.).

4.1.7. Typologická charakteristika

Typizace lesních stanovišť je stanovena na základě typologického systému ÚHÚL (PLÍVA 1987), kde je základní jednotkou lesní typ. Lesní typ je definován jako soubor přirozených a změněných biocenóz a jejich vývojových stádií včetně prostředí, tj. geobiocenóz vývojově k sobě patřících (ZLATNÍK 1956). Takto určené lesní typy jsou spojovány do souborů lesních typů (SLT). Soubory lesních typů jsou v systému zařazeny dle lesních vegetačních stupňů (LVS) a ekologických řad, respektive edafických kategorií (PLÍVA 1987).

V oblasti Třeboňská pánev se nachází lesní vegetační stupně borů, dubový, bukodubový, bukový a jedlobukový (0. – 5. LVS). Plošným zastoupením dominuje bukový LVS s téměř 48 % plochy porostů. Druhým nejběžnějším je borový LVS se zastoupením 34 % plochy porostů. Poté následuje dubobukový (11,5 %), jedlobukový (cca 5 %) a v minimální výměře bukodubový, jenž zaujímá pouze olšiny na aluviálních půdách podél potoků (ÚHUL s.d.).

Zastoupení ekologických řad dominuje oglejená řada s téměř 44 % plochy porostů. Následuje kyselá řada s 24% zastoupením, poté podmáčená řada (cca 17 %), rašelinná řada (9,3 %) a živná řada (4,7 %). Ostatní řady (extrémní, javorová a jasanová) se vyskytují jen minimálně (ÚHUL s.d.).

4.2. Lokalita Hůrka

Lokalita lesního komplexu Hůrka se nachází přibližně 1,5 km jižně od města Planá nad Lužnicí v meandru řeky Lužnice na jejím pravém břehu, který je rekreační oblastí s chatkami pro individuální oblast. V tomto komplexu se nachází dobývací území pískovny Roudná II – Planá nad Lužnicí s místem uložení kvartérních štěrkopísků v terasách řeky Lužnice. Jedná se o malou pískovnu o rozloze necelých 50 ha. Lokalita je v nadmořské výšce 400 m n. m. Pozemky dobývacího prostoru jsou ve vlastnictví města Tábora a nachází se v katastrálním území Planá nad Lužnicí. Pískovna je dopravně přístupná ze státní silnice I/3 Tábor – České Budějovice 1 km dlouhou zpevněnou lesní cestou.

Lokalita je součástí přírodní lesní oblasti č. 15b Jihočeské pánve – Třeboňská pánev, respektive na její hranici s přírodní lesní oblastí č. 10 Středočeská Pahorkatina, která se nachází na druhém břehu řeky Lužnice. Průměrná roční teplota je v okolí Plané nad Lužnicí v rozmezí 8–9 °C a průměrné roční srážky se pohybují okolo 550 mm (BALÁŠ et al. 2018).

Lesní porosty jsou primárně tvořeny borovicí lesní (*Pinus sylvestris*), smrkem ztepilým (*Picea abies*) a přimíšeným dubem letním a zimním (*Quercus robur et petraea*). Keřové patro je chudé a obsahuje především zmlazení dřevin a krušinu olšovou (*Frangula alnus*). Bylinnému patru, vzhledem k chudému charakteru stanoviště, dominuje brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*) a vřes obecný (*Calluna vulgaris*). Na některých plochách je významněji zastoupena metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*) a ostřice třeslicovitá (*Carex brizoides*). Na podmáčených stanovištích nalezneme zvýšený výskyt olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) a dalších vlhkomilných rostlin, jako je orobinec (*Typha latifolia*), zblochan vzplývavý (*Glyceria fruitans*), pryskyřník plamének (*Ranunculus flammula*) a žabník jitrocelový (*Alisma plantago-aquatica*; VORLOVÁ 2011).

Bližší stanoviště experimentální plochy je vlivem povrchové těžby štěrkopísků a depozice možné charakterizovat jako antropogenní.

5. Metodika

5.1. Charakteristika experimentální plochy

Experimentální plocha Planá – Hůrka I se nachází v jihovýchodní části lokality Hůrka a místní pískovny. Plocha je přímo umístěna na již vytěženém prostoru, který je následně pokryt skrývkovou zeminou.

5.1.1. Popis půdních rekultivačních prací

Skrývková zemina pochází především z výstaveb nedalekých komunikací a odbahnění rybníku Jordán v Táboře. Právě organicky bohatý, jílovitý materiál z odbahnění, které probíhalo v letech 2012 až 2014, je použit pro finální rekultivaci jihovýchodní části dobývacího prostoru, kde se experimentální plocha nachází. Bohužel bližší popis depozice jednotlivých materiálů v prostoru není dostupný a pro bližší poznání půdních poměrů by byl vyžadován půdní průzkum. Při tvorbě jamek při sadbě byl pozorován půdní substrát velmi rozličných půdních druhů od těžkých plastických jílů až po hrubozrnný štěrk. Právě výskyt nepropustných jílovitých depozic v půdním horizontu je na ploše s nedostatečným vyspádováním indikován lokálním zamokřením a hojným pokryvem sítinou (*Juncus sp.*). V období snížených srážek v průběhu roku dochází naopak k výraznému vysychání a tvrdnutí půdy (BALÁŠ et al. 2018).

5.1.2. Výsadba experimentální plochy

Výsadba proběhla po ukončení půdních rekultivačních činnostech 11. listopadu 2014. Vysazovanými druhy dřevin byl dub letní a lípa srdčitá. Použitý sadební materiál jsou odrostky nové generace a sazenice, a to v případě obou druhů dřevin. Jedinci jsou vysázeni ve sponu 1 × 1,5 m. Výsadba byla provedena jamkovou sadbou mechanizovaně za pomoci jednomužného přenosného motorového jamkovače se spirálovým vrtákem.

5.1.3. Charakteristika experimentální plochy

Výsadba je provedena v řadách. Typy sadebního materiálu (odrostek a sazenice) jsou střídavě uspořádány řadami rovnoběžnými na sebe. Druhy dřevin nejsou v rámci řady smíšeny. Řady pro jednotlivé druhy dřevin nejsou také nijak smíšeny a řady lípy srdčité zaujímají prostor v západní části plochy a dubu letního ve východní části plochy.

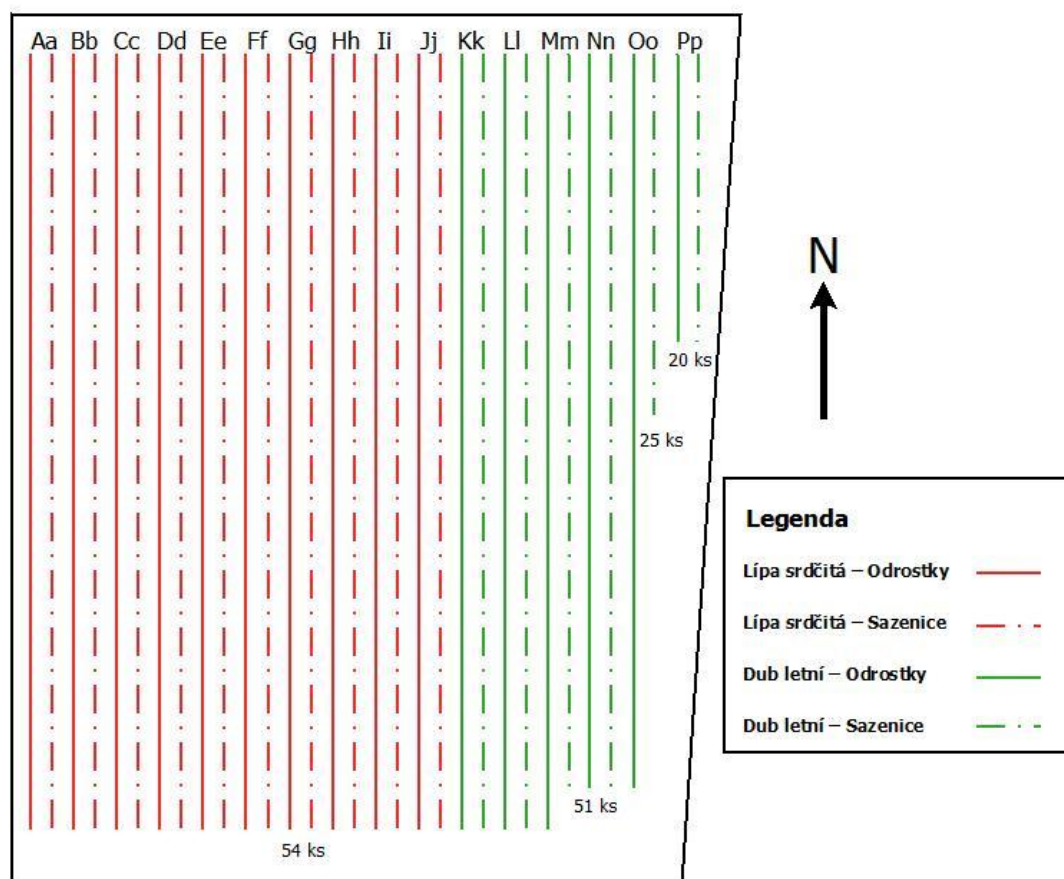
Jednotlivé řady jsou označeny velkými a malými písmeny od A do P. Řady s velkými písmeny jsou řady odrostků, řady s malými písmeny jsou řady sazenic. Řady tedy vždy tvoří pár sousedních řad s rozlišným charakterem sadebního materiálu.

Lípa srdčitá je vysázena ve dvaceti řadách (deset pro odrostky a deset pro sazenice) s označením A–j. Každá řada obsahuje 54 jedinců. Na ploše je tedy vysázeno 540 jedinců odrostků lípy a 540 jedinců sazenic lípy.

Dub letní je vysázen ve dvanácti řadách (šest pro odrostky, šest pro sazenice) s označením K–p. Řady se směrem na východ zkracují a počet jedinců v řadě je v intervalu od 54 do 20 kusů. Celkový počet vysázených jedinců dubu letního je 284 odrostků a 255 sazenic.

Výsadba je před poškozením zvěří chráněna oplocením.

Schéma výsadby experimentální plochy Planá – Hůrka I



Obrázek 1 – Schéma experimentální plochy Planá – Hůrka I. Počty ks jsou počty jedinců na řadu.

5.2. Popis sběru dat

Sběr dat na lokalitě byl prováděn vždy po ukončení vegetačního období na podzim daného roku. Prvotní měření pro stanovení počátečních rozměrů výsadby proběhlo na jaře roku 2015. Společně s prvotním měřením proběhlo dohromady šest měření. Poslední měření proběhlo na podzim roku 2019. Veškerá data jsou značena rokem jejich získání a k jejich realizaci tedy došlo mezi měřením minulým a měřením uskutečněným v daném roce, a tedy zpravidla v období od podzimu minulého roku do podzimu daného roku.

Při měření bylo využito značení řad a pořadových čísel štítky pro orientaci na experimentální výsadbě.

Na základě naměřené výšky při prvotním měření byly řady typu odrostků rozděleny na dvě kategorie odrostky (O) a poloodrostky (PO) v případě nedosažení rozměrových předpokladů odrostků podle ČSN 48 2115 *Sadební materiál lesních dřevin*. K takovému rozdělení bylo přikročeno z důvodu vysoké variability dodávaného sadebního materiálu a umožňuje homogenizaci výchozích charakteristik jednotlivých kategorií dat. Toto rozdělení nebylo provedeno u jedinců, kteří odumřeli před prvním měřením. Kategorie sazenic (s) zůstala identická s typem sadebního materiálu. Dohromady tímto způsobem vzniklo pět kategorií. Odrostky lípy srdčité, poloodrostky lípy srdčité, sazenice lípy srdčité, poloodrostky dubu letního a sazenice dubu letního. Kategorie odrostků dubu letního nebyla pro další zpracování použita pro nízký počet jedinců (1 ks) a tento jedinec nebyl do výpočtů nijak zahrnut.

Předmětem měření byla výška a tloušťka kořenového krčku všech jedinců na ploše. Pro měření výšek byla využita výškoměrná lať s přesností na centimetry. Tloušťka kořenového krčku byla měřena analogovým posuvným měřítkem s přesností na milimetry.

Ke každému jedinci se dále zaznamenávaly další kvalitativní veličiny, a to přirozené uhynutí jedince, uhynutí jedince nedbalostí při vyžínání, uschnutí terminálního výhonu, ohyb terminálního výhonu a uschnutí nadzemní části jedince a nahrazení výmladkem.

Data z terénu byla pro další zpracování digitalizována do tabulky programu MS Excel, kde proběhlo jejich utřídění a výpočet sekundárních veličin.

5.3. Statistické zpracování naměřených dat

Veškeré úkony třídění dat, výpočty odvozených dat a základních statistických veličin byly provedeny v softwaru Microsoft Office Excel 2007. Grafické znázornění dat bylo vytvořeno v programu R verze 3.6.3 za asistence rozhraní programu RStudio verze 1.2.5033, za pomoci funkcí balíčku ggplot2 verze 3.3.0. Statistické testy byly provedeny v témže programu s využitím funkcí výchozího statistického balíčku stats.

5.3.1. Mortalita jedinců

Vzhledem k nemožnosti stanovení kategorie poloodrostků u jedinců odumřelých před prvním měřením je mortalita před prvním měřením vypočtena samostatně, a to

jako podíl odumřelých jedinců při prvním měření ku počtu vysázených jedinců s rozdělením do typů sadebního materiálu (O/s). Mortality v následujících letech jsou stanoveny jako podíl odumřelých jedinců v daném roce ku počtu jedinců, kteří přežili do prvního měření, a tedy u nich bylo možné rozdělení do kategorií (O/PO/s). Mortality po prvním měření byly sčítány do kumulované přirozené mortality jedinců.

Umělá mortalita, která byla v posledním roce způsobena nedbalostí při vyžínání, není ve výpočtu mortality zahrnuta.

Pro porovnání mortality jedinců jednotlivých kategorií byl použit Fisherův exaktní test kontingenčních tabulek s nulovou hypotézou, že výběrové soubory dat nemají statisticky významný rozdíl. Pro nízké četnosti nebylo vhodné využít Pearsonův chí-kvadrátový test. Testy byly provedeny pro mortalitu před měřením i konečnou akumulovanou mortalitu za celé období měření. Vždy mezi sebou byly porovnávány kategorie a typy sadebního materiálu stejného druhu.

5.3.2. Přírůst

Výškové a tloušťkové přírůsty pro daný rok byly vypočteny jako rozdíl hodnoty růstové veličiny z daného roku a hodnoty růstové veličiny z roku předcházejícího. Takto zjištěný přírůst by měl odpovídat skutečnému běžnému přírůstu jedinců za vegetační období roku, kdy bylo měření prováděno. Pro jednotlivé kategorie a dřeviny byly vypočteny základní statistické veličiny přírůstů a byly základem pro grafické znázornění dat. Přírůsty jednotlivých kategorií byly pro shodu porovnány statistickým testem. Přírůsty jsou zaznamenány s přesností na jednotky mm u tloušťky kořenového krčku a na jednotky cm u výšky jedinců. Statistické veličiny jsou zaokrouhlovány na setiny jednotek (mm/cm). Jedinci s ohybem byly v daném roce vyloučeny z výpočtu výškového přírůstu.

Přírůsty jednotlivých kategorií za jednotlivé roky byly testovány na normalitu Shapiro-Wilkovým testem normality s nulovou hypotézou, že výběr dat je normálně rozdělen. Po zhodnocení normality a předpokladu homogenity rozptylů byl zvolen další postup statistické analýzy (parametrická vs. neparametrická analýza). Pro nesplnění potřebných předpokladů (normalita a homogenita rozptylů) obvykle byly soubory dat přírůstů jednotlivých kategorií porovnány pomocí neparametrického Kruskal-Wallisova testu.

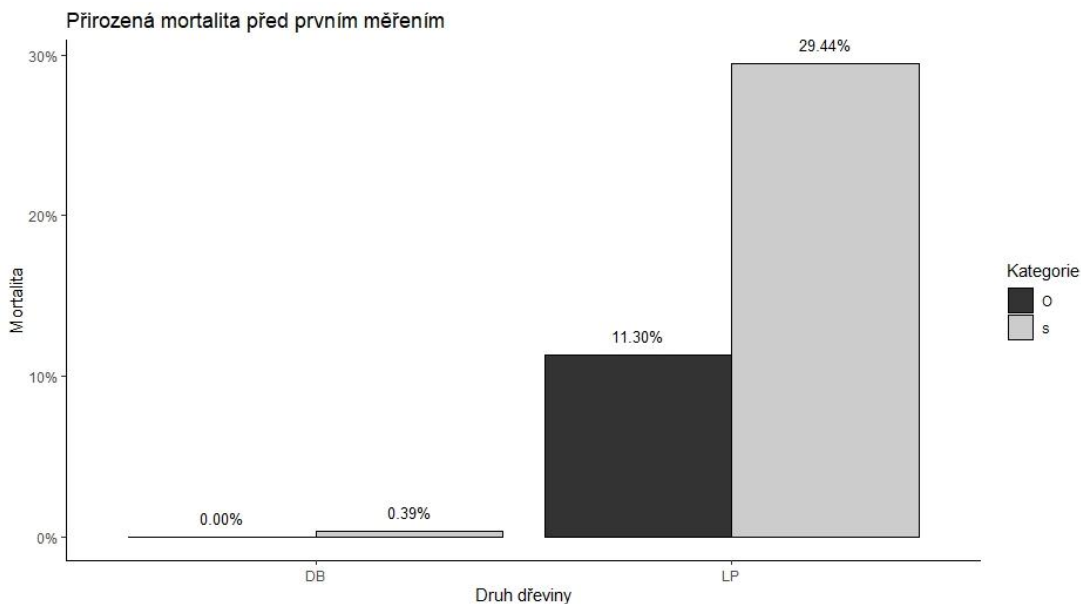
6. Výsledky

6.1. Mortalita

6.1.1. Přirozená mortalita před prvním měřením

V období od výsadby do prvního jarního měření v roce 2015 přirozeně odumřelo 220 jedinců lípy z 1 080 vysázených jedinců (20,37 %). Odrostků lípy odumřelo 61 jedinců z 540 (11,30 %), sazenic lípy 159 z 540 jedinců (29,44 %). Z výsadby dubu odumřel pouze jeden jedinec z 539 celkového počtu (0,19 %). Tento jedinec byl typu sazenice (1/255; 0,39 %). Mezi odrostky dubu letního v počtu 284 jedinců nebyl zaznamenán jediný odumřelý jedinec v tomto období.

Statistický Fisherův exaktní test mezi mortalitou odrostků a mortalitou sazenic lípy srdčité zamítl nulovou hypotézou, a tedy potvrdil statisticky významný rozdíl na hladině p-hodnoty $1,083 \times 10^{-13}$ (***). Mezi odrostky a sazenicemi dubu letního nebyl statisticky významný rozdíl potvrzen ani na hladině významnosti 95 % (p-hodnota byla 0,4731).

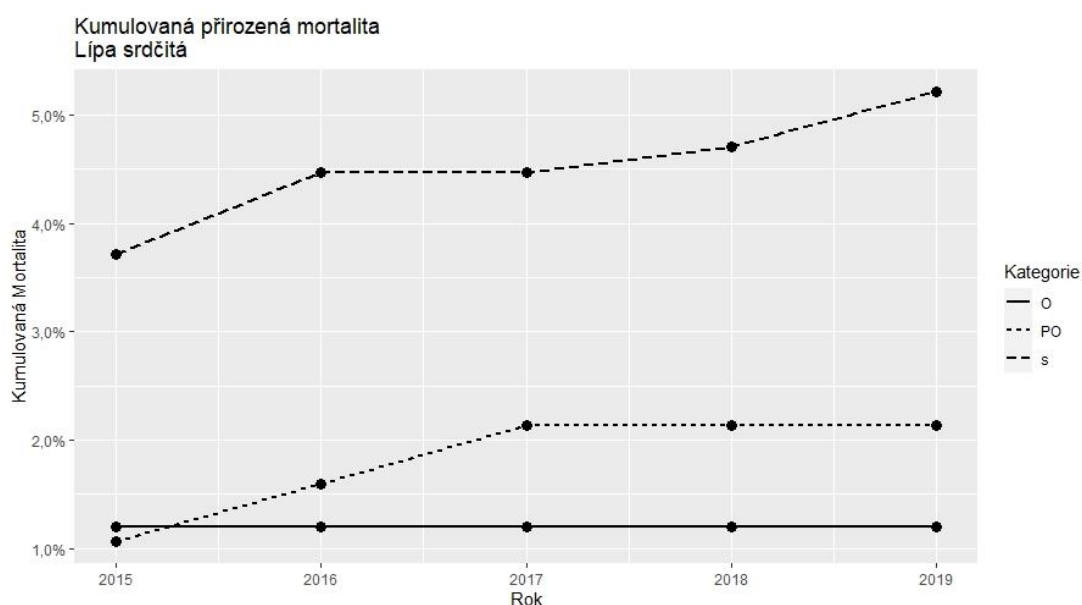


Graf 1 – Sloupkový graf přirozené mortality v období od výsadby do prvního měření na jaře roku 2015. DB – dub letní, LP – lípa srdčitá, O – odrostky, s – sazenice

6.1.2. Přirozená mortalita jaro 2015–2019

V průběhu vývoje výsadby od prvního měření do posledního došlo k přirozenému odumření 1 jedince odrostku lípy srdčité z 83 jedinců (1,20 %; v roce 2015). V kategorii poloodrostků lípy srdčité z počtu 374 jedinců odumřelo 8 jedinců (2,14 %; 2015 – 4 ks, 2016 – 2 ks, 2017 – 2 ks). Nejvíce odumírající kategorií lípy srdčité jsou sazenice, kterých odumřelo celkově 21 z počtu 403 jedinců (5,21 %; 2015 – 15 ks, 2016 – 3 ks, 2018 – 1 ks, 2019 – 2 ks).

Statistický test byl schopný potvrdit statisticky významný rozdíl mezi poloodrostky a sazenicemi lípy srdčité na hladině významnosti 95 % (p-hodnota 0,03551). Mezi odrostky a sazenicemi nebyl schopný toto potvrdit (p-hodnota 0,1479). Stejně tak nebyl statisticky významný rozdíl mezi poloodrostky a odrostky (p-hodnota 1,000).



Graf 2 – Liniový graf kumulované přirozené mortality lípy srdčité za jednotlivá měření. O – odrostky, PO – Poloodrostky, s – sazenice

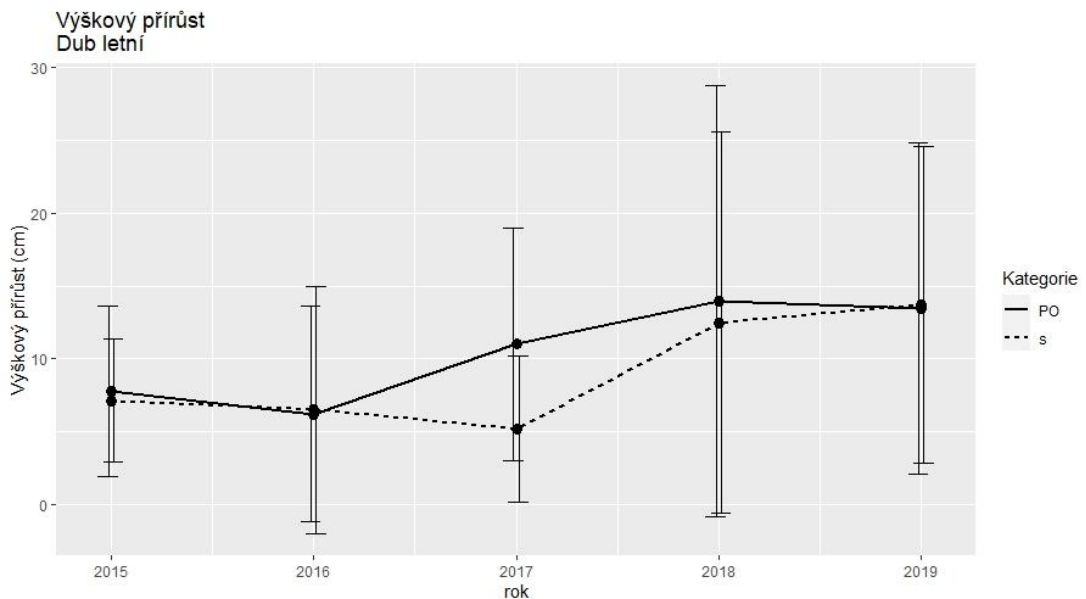
U kategorie poloodrostků dubu letního nedošlo k odumření jediného jedince z celkového počtu 283 jedinců. V kategorii sazenic o 254 jedincích došlo k odumření jednoho jedince, a to v roce 2019.

Statistický test nebyl schopný potvrdit statisticky významný rozdíl mezi poloodrostky a sazenicemi dubu letního (p-hodnota 0,473).

6.2. Výškový přírůst

6.2.1. Výškový přírůst dubu letního

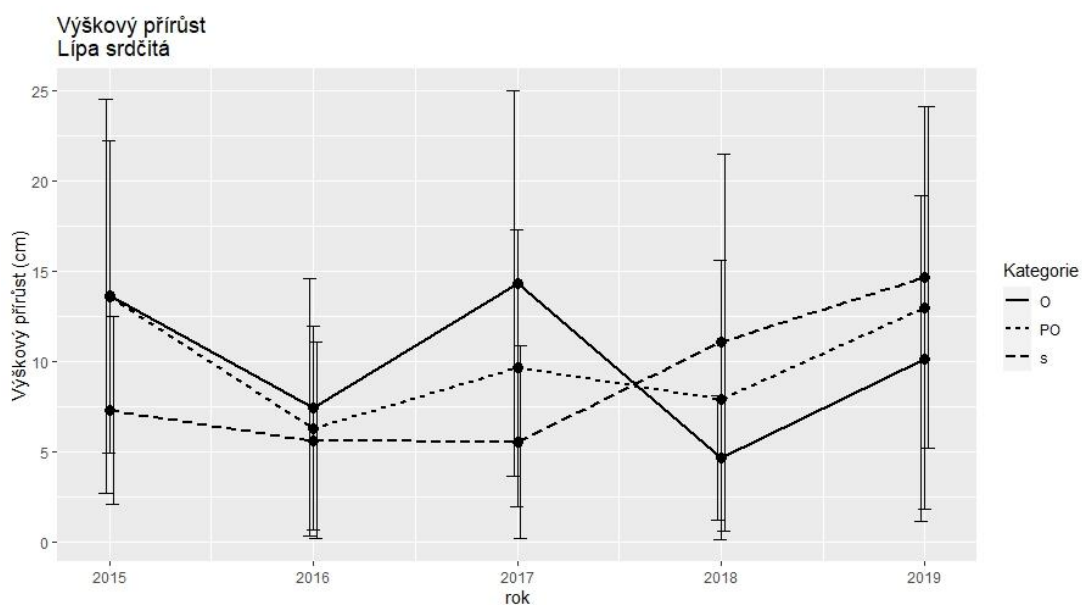
Za vegetační období roku 2015 přirostli ve výšce nadzemní části jedinci dubu letního v kategorii poloodrostků v průměru o 7,76 cm, v roce 2016 o 6,21 cm, v 2017 o 11,02 cm, v 2018 o 13,92 cm a v roce 2019 o 13,46 cm. Kategorie sazenic potom přirostla v průměru o 7,13 cm v roce 2015, v roce 2016 o 6,50 cm, v 2017 o 5,20 cm, v 2018 o 12,48 cm a v roce 2019 o 13,70 cm.



Graf 3 – Průměrné hodnoty výškového přírůstu dubu letního. Chybové úsečky udávají rozmezí ± 1 směrodatná odchylka od průměru.

6.2.2. Výškový přírůst lípy srdčité

Za vegetační období roku 2015 přirostla ve výšce nadzemní části kategorie odrostků lípy srdčité v průměru o 13,62 cm, v roce 2016 o 7,47 cm, v 2017 o 14,32 cm, v 2018 o 4,68 cm a v roce 2019 o 10,17 cm. Kategorie poloodrostků potom přirostla v průměru o 13,58 cm v roce 2015, v roce 2016 o 6,33 cm, v 2017 o 9,64 cm, v 2018 o 7,94 cm a v roce 2019 o 12,98 cm. Průměrné hodnoty výškového přírůstu pro kategorii sazenic jsou za rok 2015 7,30 cm, za 2016 5,64 cm, za 2017 5,54 cm, za 2018 11,07 cm a za rok 2019 14,65 cm.



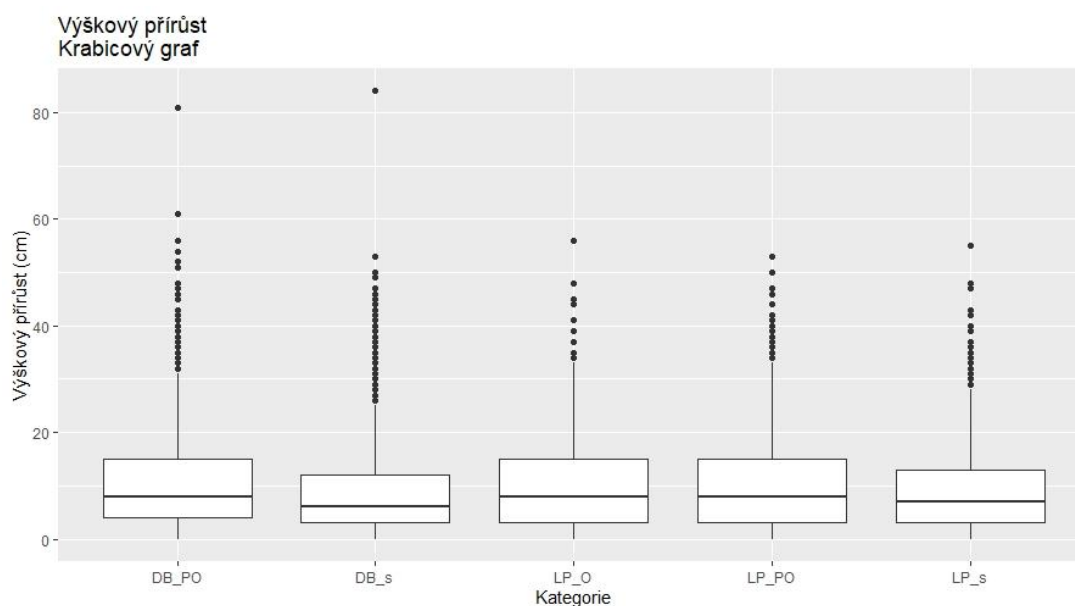
Graf 4 – Průměrné hodnoty výškového přírůstu lípy srdčité. Chybové úsečky udávají rozmezí ± 1 směrodatná odchylka od průměru.

6.2.3. Porovnání výškového přírůstu jednotlivých kategorií

U všech sad výškových přírůstů pro jednotlivé kategorie a jednotlivé roky byla Shapiro-Wilkovým testem normality zamítnuta shoda s normálním rozdělením s p-hodnotou 10^{-5} a nižší. P-hodnoty porovnání sad přírůstů jednotlivých kategorií Kruskal-Wallisovým testem jsou uvedeny společně s hodnotami aritmetického průměru a směrodatnými odchylkami v tabulce č. 1 níže.

Tabulka 1 – Veličiny popisné statistiky (aritmetický průměr, směrodatná odchylka a četnosti) výškových přírůstů jednotlivých kategorií (označené jako „druh dřeviny_kategorie SMLD“) a p-hodnoty kategorie srovnávajícího Kruskal-Wallisova testu.

Kategorie	Průměr (cm)	Směrodatná odchylka (cm)	Četnost měření	p-hodnota K-W testu		
				×O	×PO	×s
DB_PO	11,11	10,63	1075	–	1	$2,257 \times 10^{-6}$ (***)
DB_s	9,29	9,84	1033	–	$2,257 \times 10^{-6}$ (***)	1
LP_O	10,26	9,49	349	1	0,5754	0,01646 (*)
LP_PO	10,31	8,92	1616	0,5754	1	$6,322 \times 10^{-7}$ (***)
LP_s	8,96	8,42	1647	0,01646 (*)	$6,322 \times 10^{-7}$ (***)	1

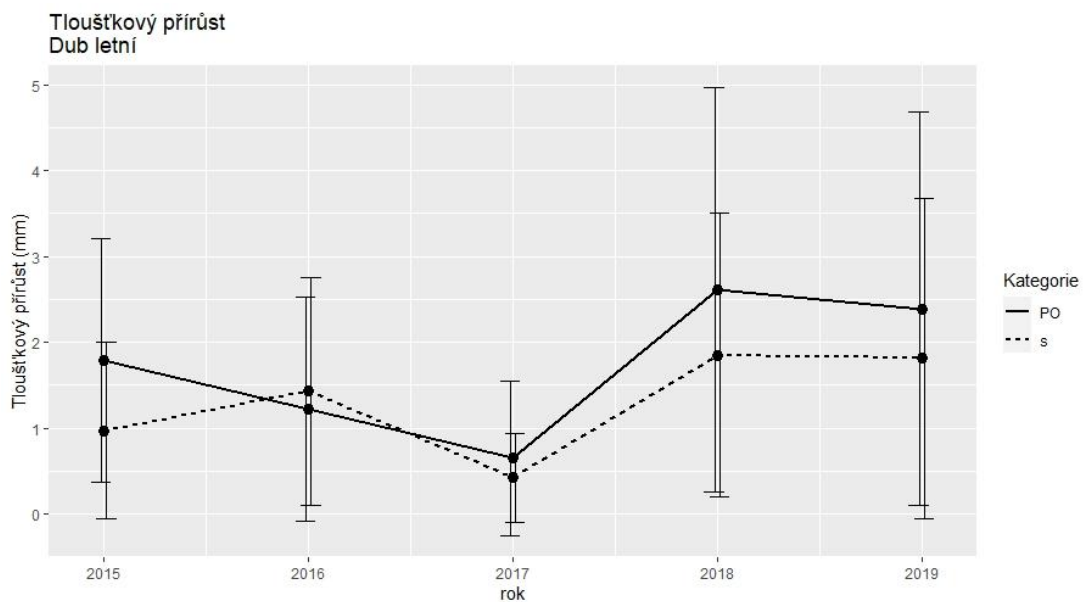


Graf 5 – Krabicový graf výškových přírůstů pěti kategorií SMLD. Kategorie jsou označené jako „druh dřeviny_kategorie SMLD“. Krabice ohraničují hodnoty mezi prvním a třetím kvartilem. Linie (vousky) vyjadřují 1,5násobek mezikvartilního rozsahu. Body ukazují hodnoty dat mimo tento násobek mezikvartilního rozsahu. Silná čára uvnitř krabice vyjadřuje medián.

6.3. Tloušťkový přírůst

6.3.1. Tloušťkový přírůst dubu letního

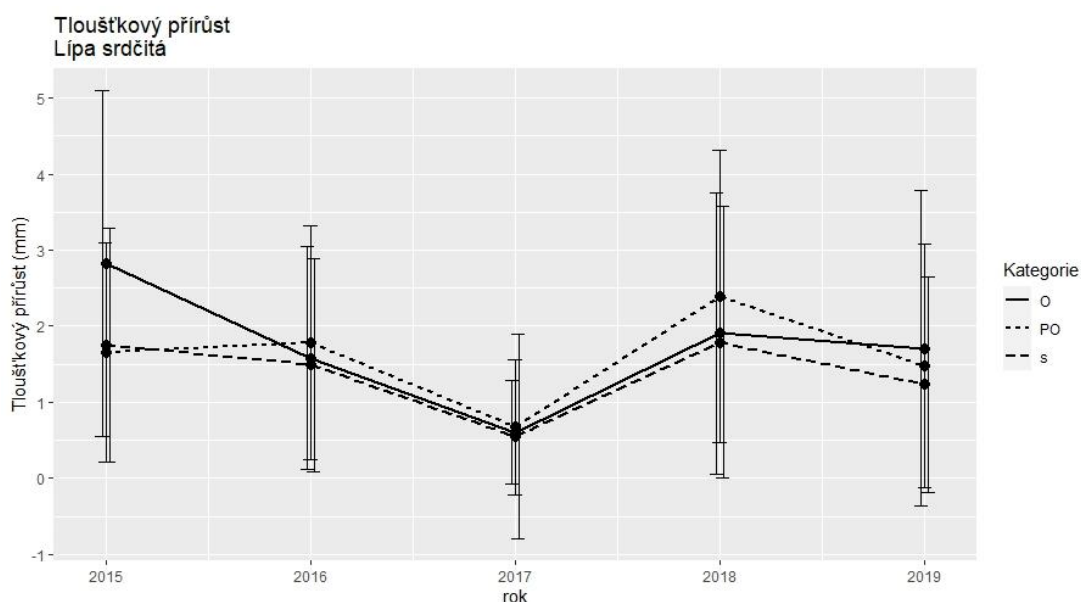
Za vegetační období roku 2015 přirostli v tloušťce kořenového krčku jedinci dubu letního v kategorii poloodrostků v průměru o 7,76 cm, v roce 2016 o 6,21 cm, v 2017 o 11,02 cm, v 2018 o 13,92 cm a v roce 2019 o 13,46 cm. Kategorie sazenic potom přirostla v průměru o 7,13 cm v roce 2015, v roce 2016 o 6,50 cm, v 2017 o 5,20 cm, v 2018 o 12,48 cm a v roce 2019 o 13,70 cm.



Graf 6 – Průměrné hodnoty tloušťkového přírůstu dubu letního. Chybové úsečky udávají rozmezí ± 1 směrodatná odchylka od průměru.

6.3.2. Tloušťkový přírůst lípy srdčité

Za vegetační období roku 2015 přirostla v tloušťce kořenového krčku kategorie odrostků lípy srdčité v průměru o 2,82 mm, v roce 2016 o 1,58 mm, v 2017 o 0,60 mm, v 2018 o 1,91 mm a v roce 2019 o 1,71 mm. Kategorie poloodrostků potom přirostla v průměru o 1,66 mm v roce 2015, v roce 2016 o 1,78 mm, v 2017 o 0,67 mm, v 2018 o 2,39 mm a v roce 2019 o 1,48 mm. Průměrné hodnoty tloušťkového přírůstu pro kategorii sazenic jsou za rok 2015 1,75 mm, za 2016 1,49 mm, za 2017 0,55 mm, za 2018 1,79 mm a za rok 2019 1,23 mm.



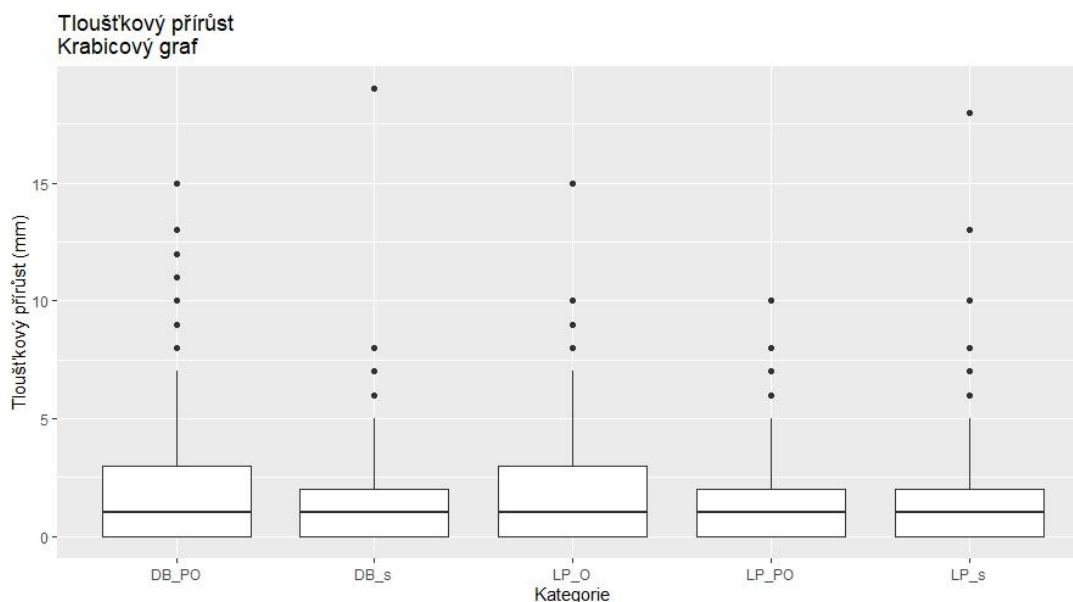
Graf 7 – Průměrné hodnoty tloušťkového přírůstu lípy srdčité. Chybové úsečky udávají rozmezí ± 1 směrodatná odchylka od průměru.

6.3.3. Porovnání tloušťkového přírůstu jednotlivých kategorií

U všech sad tloušťkových přírůstů pro jednotlivé kategorie a jednotlivé roky byla Shapiro-Wilkovým testem normality zamítnuta shoda s normálním rozdělením s p-hodnotou 10^{-5} a nižší. Stejně jako v případě výškového přírůstu jsou veličiny popisné statistiky a p-hodnoty Kruskal-Wallisova testu, použitého pro porovnání jednotlivých kategorií SMLD, pro tloušťkový přírůst shrnuty v tabulce níže.

Tabulka 2 – Veličiny popisné statistiky (aritmetický průměr, směrodatná odchylka a četnosti) tloušťkových přírůstů jednotlivých kategorií (označené jako „druh dřeviny_kategorie SMLD“) a p-hodnoty kategorie srovnávajícího Kruskal-Wallisova testu.

Kategorie	Průměr (mm)	Směrodatná odchylka (mm)	Četnost měření	p-hodnota K-W testu		
				×O	×PO	×s
DB_PO	1,73	1,89	1405	–	1	$4,434 \times 10^{-8}$ (***)
DB_s	1,28	1,45	1228	–	$4,434 \times 10^{-8}$ (***)	1
LP_O	1,72	1,89	408	1	0,5866	$5,564 \times 10^{-4}$ (***)
LP_PO	1,59	1,61	1803	0,5866	1	$1,500 \times 10^{-6}$ (***)
LP_s	1,37	1,58	1869	$5,564 \times 10^{-4}$ (***)	$1,500 \times 10^{-6}$ (***)	1



Graf 8 – Krabicový graf tloušťkových přírůstů pěti kategorií SMLD. Kategorie jsou označené jako „druh dřeviny_kategorie SMLD“. Krabice ohraničují hodnoty mezi prvním a třetím kvartilem. Linie (vousky) vyjadřují 1,5násobek mezikvartilního rozsahu. Body ukazují hodnoty dat mimo tento násobek mezikvartilního rozsahu. Silná čára uvnitř krabice vyjadřuje medianu.

7. Diskuze

7.1. Porovnání sadebního materiálu z hlediska mortality

V celém období vývoje kultury je znatelný rozdíl pouze mezi kategoriemi u lípy srdčité. Dub letní odumíral v marginálních počtech, a to v případě obou kategorií SMLD. Zvýšená míra mortality u lípy srdčité je pravděpodobně dána naprostou nevhodností půdních podmínek pro daný druh, kdy lípa srdčitá nesnese uléhavé těžké půdy a s tím i spojené zamokření, které se na některých částech experimentální plochy pravidelně projevuje. Rozdíl v mortalitě mezi poloodrostky a odrostky je nevýznamný. Není ani výrazný rozdíl mezi kategoriemi odrostků a sazenic lípy srdčité v mortalitě po měření, ale to přikládám menšímu počtu jedinců v kategorii odrostků. Podíl mortality odrostků je nejnižší z kategorií lípy srdčité.

7.2. Porovnání sadebního materiálu z hlediska přírůstu

Kromě naskoku v rozměrech v okamžiku výsadby je ve zjišťovaném pětiletém období zřejmý i vyšší tloušťkový i výškový přírůst u sadebního materiálu větších dimenzí, a to v případě obou druhů dřevin. V případě lípy přirůstaly odrostky a poloodrostky téměř o 15 % více ve výšce a o téměř 18 % v tloušťce. U dubu letního byl rozdíl ještě znatelnější s o téměř 20 % větším přírůstem výšky a s o 35 % větším přírůstem tloušťky. Poloodrostky a odrostky nevykazují významný rozdíl v přírůstech. Tento průměrný trend se neprojevil u dubu letního v roce 2016, kdy tloušťkový přírůst většího sadebního materiálu byl menší a výškový přírůst obdobný. Nižší výškový přírůst sadebního materiálu větších dimenzí byl i u lípy srdčité a to v posledních dvou letech (2018, 2019).

V porovnání s výsledky z pokusné výsadby lípy srdčité Truba na příznivějších půdních podmínkách bývalé okrasné školky se v pětiletém období takto zvýšený přírůst neprojevil a odrostky vykazovaly stejný přírůst výškový i tloušťkový se sazenicemi (BALÁŠ et al. 2018). Avšak podrobnější srovnání by bylo potřebné k vyvození jasnějších závěrů.

Takto zvýšený přírůst je potvrzen pro období pěti let. Pro určení celého období vývoje, po který si větší sadební materiál udržuje tuto výhodu, je potřeba sledování kultur po delší období a byla by pravděpodobně vyžadována extenzivnější studie s větším počtem lokalit a počtem vzorků.

Na kolik zvýšený přírůst přispívá ke zvýšení stability porostu a urychlení zajištění porostu, jakožto hlavních faktorů pro zhodnocení ekonomické rentability volby tohoto sadebního materiálu, je také neznámou a též vyžaduje dlouhodobější a extenzivnější sledování experimentálních kultur.

Podle Baláše a kolektivu (BALÁŠ et al. 2017) byl výškový přírůst v prvních letech potlačen šokem z výsadby. Tento trend je z pěti let měření možné usuzovat pouze v případě dubu letního. Lípa srdčitá nevykazuje snížený přírůst v prvních letech po výsadbě. Vliv šoku na přírůst je tedy méně výrazný než u dubu letního, avšak nelze vyloučit značný vliv šoku na mortalitu jedinců.

7.3. Vliv extrémních podmínek na zjištěné výsledky

Do jaké míry jsou oba trendy (vyšší přírůst sadebního materiálu větších dimenzí u obou dřevin a nižší mortalita u lípy srdčité) způsobené právě extremitou stanoviště, jež by pomohlo potvrdit tezi o vhodnosti využití většího sadebního materiálu právě na těchto stanovištních poměrech? Bylo by vhodné tento výsledek porovnat i s neextrémními lesními stanovišti, zda jsou oba trendy dány extrémními podmínkami a tedy lepším predispozicím sadebního materiálu ke snášení daných podmínek nebo je dán pouze větším objemem asimilačního aparátu. V případě obdobných trendů i na příznivých stanovištních podmínkách by bylo možné vliv vyšší odolnosti vůči stresu jako faktor eliminovat.

Potvrzený rozdíl v mortalitě lípy srdčité, jakožto druhu na nevyhovujících podmínkách, a nepotvrzený rozdíl v mortalitě dubu letního tezi o vyšší odolnosti většího sadebního materiálu vůči stresu podporuje. Právě tento poznatek poukazuje na to, že uplatnění spočívá především u druhů zažívajících zvýšený stres a méně u druhů na dané stanoviště přizpůsobených. Nedostatek půdní vody mezi tyto stresové podmínky není vhodné zahrnovat s ohledem na obecně vyšší nároky většího sadebního materiálu na vodu a větší citlivost na její nedostatek (GALLO et al. 2018). Citlivost sadebního materiálu větších dimenzí na sníženou dostupnost vláhy lze vyzorovat např. poklesem nebo stagnací výškového přírůstu ve srážkově podprůměrných letech 2018 a 2019.

I v případě stejné odolnosti vůči stresu a obecně nižší ekonomické efektivity oproti klasickému sadebnímu materiálu na různých stanovištích může být uplatnění sadebního materiálu větších dimenzí využíváno v případech, kdy je kladen větší důraz na omezení péče o kultury (potřeba rychlejšího zajištění, omezení potřeby vylepšování kultur). Další možné uplatnění je v možnosti vertikální diferenciaci kultur, ať již v kombinaci s umělou výsadbou sazenic nebo přirozeným zmlazením, a tím dosažení lepšího odrůstání a stabilizaci především smíšených kultur světlomilných a stín tolerujících dřevin, u kterých je zpravidla tvorba dvou oddělených korunových úrovní kýženu vertikální strukturou.

8. Závěr

Sadební materiál větších dimenzí vykazuje u lípy srdčité oproti klasickému sadebnímu materiálu nižší míru mortality v průběhu pěti let vývoje výsadby. Mortalita dubu letního je marginální v případě obou typů sadebního materiálu, což je přikládáno lepší kompatibilitě dubu s lokálními podmínkami stanoviště oproti nárokům lípy srdčité.

Sadební materiál větších dimenzí také vykazuje vyšší hodnoty přírůstků, a to jak výškového, tak i tloušťkového. V průměru velký sadební materiál odrůstal v průběhu prvních pěti let po výsadbě o 15–35 % více. Tento jev lze vysvětlit buď lepším přizpůsobením stresovým podmínkám, a tedy lepší odolností vůči stresu či prostým objemem asimilačního aparátu. Jakou měrou je zastoupen faktor odolnosti vůči stresu, by bylo možné zhodnotit podrobnějším srovnáním s výsadbou v příznivějších podmínkách. Avšak výsledky práce podporují informace o lepší prosperitě sadebního materiálu větších dimenzí vysázeného do specifických podmínek popisované i na jiných stanovištích (KUNEŠ et al. 2014; GALLO et al. 2020).

Růstová dynamika a úspěšnost zalesnění je u sadebního materiálu větších dimenzí na rekultivované písčově obecně lepší, a to především u dřeviny, jejíž ekologické nároky nejméně odpovídají stanovištním podmínkám a předpokládá se tedy vysoká míra stresu.

9. Seznam použitých zdrojů

AGENTURA OCHRANY PŘÍRODY A KRAJINY ČR. *Rozbory Chráněné krajinné oblasti Třeboňsko k 30. 6. 2016*. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky. 2016. 198 s.

BALÁŠ, M.; KUNEŠ, I.; NÁROVCOVÁ, J. *Zkušenosti s použitím přenosného motorového jamkovače při zakládání lesa*. Zprávy lesnického výzkumu. 2016, vol. 61(4), s. 262–270.

BALÁŠ, M.; NÁROVCOVÁ, J.; KUNEŠ, I.; NÁROVEC, V.; BURDA, P.; MACHOVIČ, I.; ŠIMERDA, L. *Použití listnatých poloodrostků a odrostků nové generace v lesnictví. Návrh certifikované metodiky*. VÚLHM Strnady, VS Opočno. 2017. 32 s.

BALÁŠ, M.; NÁROVCOVÁ, J.; NÁROVEC, V.; KUNEŠ, I.; BURDA, P.; MACHOVIČ, I.; MARTINŮ, V. *Postupy pro zalesňování degradovaných a rekultivovaných stanovišť s využitím poloodrostků a odrostků nové generace*. VÚLHM Strnady, VS Opočno. 2018. 48 s.

BICAN, J.; DRBAL, K.; KROUPA, M. *Chemismus vod štěrkopískových jezer třeboňské pánve*. In: Kolektiv autorů. *Využití a rekultivace vytěžených pískoven*. Dům techniky ČSVTS, České Budějovice. 1983, s. 54–59.

BURDA, P.; NÁROVCOVÁ, J.; NÁROVEC, V.; KUNEŠ, I.; BALÁŠ, M.; MACHOVIČ, I. *Technology for production of new generation semisaplings and saplings of broadleaves in forest nurseries – summary of certified methodology*. In: HOUŠKOVÁ, K.; ČERNÝ, J. (eds.). *Proceedings of Central European Silviculture. Křtiny, 2. až 4. září 2015*. Mendelova univerzita v Brně, Brno. 2015, s. 9–18.

COLEMAN, D. C.; CROSSLEY, D. A., Jr. *Fundamentals of soil ecology*.

Academic Press, San Diego. 1996. 205 s.

ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. ČSN 48 2115. *Sadební materiál lesních dřevin*. Česká technická norma. Vydavatelství ÚNMZ, Praha. 2012. 24 s.

ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. ČSN 48 2116. *Umělá obnova a zalesňování. Česká technická norma*. Vydavatelství ÚNMZ, Praha. 2015. 21 s.

DIMITROVSKÝ, K. *Tvorba nových lesů na devastovaných půdách*. Životné prostredie. 1976, vol. 10(5), s. 264–267.

DIMITROVSKÝ, K. *Zemědělské, lesnické a hydrické rekultivace území ovlivněných báňskou činností*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha. 1999. 66 s. ISBN 80-7271-065-6.

DOLEŽAL, D. *Mechanizace prací při výsadbě rychle rostoucích dřevin*. Lesnická práce. 1961, vol. 40, s. 231–232.

DUŠEK, V. *Lesní školkařství*. Matice lesnická, Písek. 1997. 140 s.

GALLO, J.; BALÁŠ, M.; LINDA, R.; CUKOR, J.; KUNEŠ, I. *Iniciální zhodnocení experimentální výsadby s bukovými poloodrostky nové generace na živném a vysýchavém stanovišti v lokalitě Vintířov-Sedlec*. In: BALÁŠ, M.; PODRÁZSKÝ, V.; GALLO, J. (eds.). *Proceedings of Central European Silviculture*. ČZU, Praha. 2018, s. 39–46. ISBN 978-80-213-2866-2.

GALLO, J.; BALÁŠ, M.; LINDA, R.; KUNEŠ, I. *The effects of planting stock size and weeding on survival and growth of small-leaved lime under drought-heat stress in the Czech Republic*. Austrian Journal of Forest Science. 2020, vol. 137(1), s. 43–66.

GREMLICA, T.; CÍLEK, V.; VRABEC, V.; FARKAČ, J.; FROUZ, J.; GODÁNY, J.; LEPŠOVÁ, A.; PŘIKRYL, I.; RAMBOUSEK, P.; SÁDLO, J.; STARÝ, J.; STRAKA, J.; VOLF, O.; ZAVADIL, V. *Rekultivace a management nepřirodních biotopů v České republice: Závěrečná zpráva za celé období řešení projektu 2007-2011*. 2011.

HIEKE, K. *Praktická dendrologie 2*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 1978. 578 s.

HLÁSNÝ, T.; CSABA, M.; SEIDL, R.; KULLA, L.; MERGANIČOVÁ, K.; TROMBIK, J.; DOBOR, L.; BARCZA, Z.; KONÓPKA, B. *Climate change increases the drought risk in Central European forests: What are the options for adaptation?* Forestry Journal. 2014, vol. 60(1), s. 5–18.

HOLGÉN, P.; HÄNNEL, B. *Performance of planted and naturally regenerated seedlings in Picea abies-dominated shelterwood stands and clearcuts in Sweden.* Forest Ecology and Management. 2000, vol. 127(1–3), s. 129–138.

JONÁŠ, F. *Rekultivace – záruka obnovy krajiny průmyslových oblastí.* Ochrana přírody. 1961, vol. 1, s. 35–39.

JONÁŠ, F. *Rozpracování způsobů rekultivace krajiny narušených průmyslovou činností.* Ochrana přírody. 1973, vol. 28(9), s. 209–212.

JURÁSEK, A. et al. *Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa.* VÚLHM Strnady, VS Opočno. 2004. 122 s.

KACÁLEK, D.; MAUER, O.; PODRÁZSKÝ, V.; SLODIČÁK, M. *Meliorační a zpevňující funkce lesních dřevin: Soil improving and stabilising functions of forest trees.* Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy. 2017. 300 s. ISBN 978-80-7458-102-1.

KLIKA, J. *Lesní dřeviny: lesnická dendrologie.* Československá matice lesnická, Písek. 1947. 393 s.

KLÍR, J. *Půdní jamkovače.* Lesnická práce. 1956, vol. 35, s. 269–271.

KONVIČKA, M. *Postindustriální stanoviště z pohledu ekologické vědy a ochrany přírody.* IN: TROPEK, R.; ŘEHOUNEK, J. *Bezobratlí postindustriálních stanovišť: Význam, ochrana a management.* ENTÚ BC AV ČR a Calla, České Budějovice. 2012, s. 11–20.

KUNEŠ, I.; BALÁŠ, M.; ZAHRADNÍK, D.; NOVÁKOVÁ, O.; GALLO, J.; NÁROVCOVÁ, J.; DRURY, M. *Role of planting stock size and fertilizing in initial growth performance of rowan (sorbus aucuparia L.) reforestation in a mountain frost hollow.* Forest Systems. 2014, vol. 23(2), s. 273–288.

KUPKA, I. *Zkušenosti s použitím krytokořenného sadebního materiálu z intenzivních technologií ve Finsku*. In: JURÁSEK, A. et al. *Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník z mezinárodního semináře v Opočně 3. a 4. 6. 2004*. VÚLHM Jíloviště – Strnady, VS Opočno. 2004. s. 27–34.

KUPKA, I.; SKRZISZOWSKI, M. *Root system development and structure of European beech plants (*Fagus sylvatica* L.)*. In: JURÁSEK, A.; NOVÁK, J. SLODIČÁK, M. (eds.). *Stabilization of forest functions in biotopes disturbed by anthropogenic activity. Sborník přednášek z konference v Opočně 5. a 6. 9. 2006*. VÚLHM Jíloviště – Strnady, VS Opočno. 2006. s. 229–236.

KYZLÍK, L.; MICHÁLEK, J. *Lesnická botanika*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 1963. 465 s.

LHOTSKÝ, J. *Kultivace a rekultivace půd*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha-Zbraslav. 1994. 198 s.

LOKVENC, T. *Kvalita sadbového materiálu, její hodnocení a význam pro zalesňování*. In: VOLNÁ, M. *Hlavní směry v pěstování lesů. Racionalizace školkařské výroby. Skriptum pro postgraduální studium*. Vysoká škola zemědělská, Brno. 1984, s. 20–30.

LOYCKE, H. J. *Über den Wandel in der Forstkulturtechnik*. Allgemeine Forstzeitschrift. 1963, vol. 18, s. 138–140.

LUKEN, J. O. *Directing ecological succession*. Springer Netherlands. 1990. 252 s. ISBN 978-0-412-34450-3.

LYLE, E. S. *Surface mine reclamation manual*. Elsevier, New York. 1987. 268 s. ISBN 0-444-01014-9.

MARTINŮ, V.; NÁROVCOVÁ, J.; NÁROVEC, V.; KUNEŠ, I.; BALÁŠ, M.; MACHOVIČ, I.; BURDA P. *Speciální dlouhodobě působící hnojivo s humitanem draselným pro využití v lesním hospodářství. Užitený vzor č. CZ 30138. Zapsáno 13. 12. 2016*. Úřad průmyslového vlastnictví, Praha. 2016.

- MAUER, O.; VAŇKOVÁ, K.; OCHMAN, J. 2001. *K problematice přirozené obnovy dubu*. In: *Dub dřevina budoucnosti*. Sborník přednášek z konference Dub dřevina budoucnosti. Česká lesnická společnost, Hradec Králové. 2001, s. 2–8.
- MAUER, O.; PALÁTOVÁ, E. *Deformace kořenového systému a stabilita lesních porostů*. In: JURÁSEK, A. et al. *Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa*. VÚLHM Jíloviště – Strnady, VS Opočno. 2004, s. 22–26.
- MAUER, O.; POP, M.; PALÁTOVÁ, E. *Root system development and health condition of sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) in the air-polluted region of Krušné hory Mts*. Journal of Forest Science. 2007, vol. 53, s. 452–461.
- MAUER, O. *Zakládání lesů I. Učební text*. Mendelova univerzita v Brně. 2009. 172 s.
- MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ ČR. *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2018*. Ministerstvo zemědělství, Praha. 2019. 110 s. ISBN 978-80-7434-530-2.
- NEKOLOVÁ, R. *Listnaté dřeviny od A do Ž., díl druhý Laburnum – Zelkova*. Libuše Kumpánová, Praha. 2004. 413 s.
- NOUZA, J.; NOUZOVÁ, J. *Výkonové normy v lesním hospodářství*. LČR, s. p. 2003.
- NOVOTNÁ, J.; SIXTA, J. *Rekultivace jako nástroj obnovy funkce vodního režimu po povrchové těžbě hnědého uhlí*. Ministerstvo zemědělství, Praha. 2008. 52 s.
- NOVOTNÝ, P.; BURIÁNEK, V.; BENEDÍKOVÁ, M. *Výsledky fenotypového šetření v porostech domácích druhů lípy (*Tilia* spp.)*. Zprávy lesnického výzkumu, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Strnady. 2008, vol. 53(4), s. 265–273.
- PERRY, D. A.; MOLINA, R.; AMARANTHUS, M. P. *Mycorrhizae, mycorrhizospheres, and reforestation: current knowledge and research needs*. Canadian Journal of Forest Research. 1987, vol. 17, s. 929–940.

PLÍVA, K. *Typologický klasifikační systém ÚHÚL*. ÚHÚL, Brandýs nad Labem. 1987. 52 s.

POLENO, Z.; VACEK, S. *Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů*. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy. 2009. 951 s. ISBN 978-80-87154-34-2.

PREJZEK, V.; BRANŠOVSKÁ, M. *Lesnické a zemědělské rekultivace vytěžených pískoven na Třeboňsku*. In: Kolektiv autorů. *Využití a rekultivace vytěžených pískoven*. Dům techniky ČSVTOS, České Budějovice. 1983, s. 89–101.

RADOGLU, K.; DOBROWOLSKA, D.; SPYROGLOU, G. et al. *A review on the ecology and silviculture of limes (Tilia cordata Mill., Tilia platyphyllos Scop. and Tilia tomentosa Moench.) in Europe*. COST Office, Freiburg. 2008. 29 s.

RADOGLU, K.; DOBROWOLSKA, D.; SPYROGLOU, G.; VALERIU-NOROCEL, N. *A review on the ecology and silviculture of limes (Tilia cordata Mill., Tilia platyphyllos Scop. and Tilia tomentosa Moench.) in Europe*. Bodenkultur. 2009, vol. 3(3), s. 9–20.

ŘEHOŘ, M.; LANG, T.; ČABLÍK, V. *Výskyt, mineralogická charakteristika a rekultivační využitelnost potenciálních jílovcových sorbentů v oblasti severočeské a sokolovské pánve*. In: *Úprava nerostných surovin a odpadů. ALBO Dolní Domaslavice*, Sborník přednášek z konference *Úprava nerostných surovin a odpadů*. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. 2006, s. 115 – 120. ISBN 80-248-1050-6.

ŘEHOUNKOVÁ, K.; ŘEHOUNEK, J. *Pískovny a štěrkopískovny*. In: ŘEHOUNEK J., ŘEHOUNKOVÁ K., PRACH K. (eds.) *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. Calla, České Budějovice. 2010, s. 63–88.

SÁDLO, J.; TICHÝ, L. *Sanace a rekultivace po lomové a důlní těžbě - tržné rány v krajině a jak je léčit*. ZO ČSOP Pozemkový spolek Hády ve spolupráci s neziskovou organizací Rezekvítek, Brno. 2002. 35 s.

SANIGA, M.; VENCÚRIK, J. *Dynamika struktúry a regeneračné procesy lesov v rôznej fáze prebudovy na výberkový les v LHC Korytnica*. Lesnícká fakulta, TU Zvolen. 2007. 83 s.

- SCHELLER, H. *Die Linden in Gärten und Parks des unteren Maingebietes*. Mitteilungen der Deutschen Dendrologischen Gesellschaft. 1972, vol. 65, s. 7–42.
- SINGH, G. *Plant systematics: an integrated approach*. 2. vydání. Science Publishers Inc., New Hampshire, USA. 2004. 561 s. ISBN 1578083516.
- SKALICKÝ, V. *Regionálně fytogeografické členění*. – In: HEJNÝ, S.; SLAVÍK, B. [eds.]. *Květena České socialistické republiky 1*. Academia, Praha. 1988, s. 103–121.
- SLÁVIK, M. *Lesnická dendrologie*. FLD ČZU, Praha. 2004. 80 s. ISBN 80-213-1242-4.
- STARÝ, J.; KAVINA, P.; VANĚČEK, M.; SITENSKÝ, I.; KOTKOVÁ, J.; NEKUTOVÁ, T. (2008) *Surovinové zdroje České republiky. Nerostné suroviny, stav 2007*. Česká geologická služba-Geofond, Praha. 2008.
- SVOBODA, P. *Lesní dřeviny a jejich porosty*. Část II. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 1955. 573 s.
- ŠINDELÁŘ, J. *Význam a možnosti využití lípy v lesním hospodářství ČR*. TEI pro lesnickou praxi č. 2. 2000. 7 s. ISBN 80-86268-039-9.
- ŠPIŘÍK, F. *Devastace půd těžbou nerostů a principy jejich rekultivací*. In: LHOTSKÝ, J. (ed.). *Kultivace a rekultivace půd*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, Praha. 1994, s. 143–155.
- ŠTĚPÁN, J. *Rekultivace – terminologie*. In: ŠTĚPÁN, J. (ed.). *Rekultivace krajiny v územích těžby a průmyslu v ČSSR*. Knihovna MVT ČSR, Praha. 1978, s. 37–40.
- ŠTÝS, S.; HELEŠICOVÁ, L. *Proměny měsíční krajiny*. Bílý slon, Praha. 1992. 253 s. ISBN 80-901291-0-2.
- ŠTÝS, S.; KOSTRUCH, J.; NEUBERG, Š.; PAŘÍZEK, J.; PTEJDL, C.; SMOLÍK, D.; ŠPIŘÍK, F.; THIELE, V.; TOBĚRNA, V.; VESECKÝ, J. *Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin*. Státní nakladatelství technické literatury, Praha. 1981. 678 s.

TROPEK, R.; KADLEC, T.; HEJDA, M.; KOČÁREK, P.; SKUHROVEC, J.; MALENOVSKÝ, I.; VODKA, Š.; SPITZER, L.; BAŇAŘ, P.; KONVIČKA, M. *Technical reclamations are wasting the conservation potential of post-mining sites. A case study of black coal spoil dumps*. Ecological Engineering. 2012, vol. 43, s. 13–18.

TŮMA, V. *Vytěžené pískovny a jejich osídlení obratlovci*. In: Kolektiv autorů. *Využití a rekultivace vytěžených pískoven*. Dům techniky ČSVTS, České Budějovice. 1983, s. 65–70.

ÚŘADNÍČEK, L. *Lesnická dendrologie II. (Angiospermae)*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno. 2004. 127 s. ISBN 80-7157-760-X.

ÚŘADNÍČEK, L.; MADĚRA, P.; TICHÁ, S.; KOBLÍŽEK, J. *Dřeviny České republiky*. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy. 2009. ISBN 978-80-87154-62-5.

ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ. *Oblastní plán rozvoje lesů, PLO 15b – Třeboňská pánev [Platnost 2001–2020]*. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, pobočka České Budějovice. s.d.

Dostupné z WWW: <http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/oprl_oblasti/OPRL-LO15B-Trebonska_panev.pdf>

VACEK, S.; SIMON, J.; REMEŠ, J. et al. *Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů*. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy. 2007. 447 s.

VORLOVÁ, B. *Rozšíření pískovny Planá nad Lužnicí. Oznámení podle §6 zákona č. 100/2001 Sb.* GET s.r.o. 2011. 69 s.

VYSKOT, M. *Pěstění lesů*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 1978. 448 s.

WOZIWODA, B.; KOPEĆ, D. *Afforestation or natural succession? Looking for the best way to manage abandoned cut-over peatlands for biodiversity conservation*. Ecological Engineering. 2014, vol. 63, s. 143–152.

ZLATNÍK, A. *Nástin lesnické typologie na biogeocentickém základě a rozlišení Československých lesů podle skupin lesních typů*. In: POLANSKÝ, B. (ed.). *Pěstění lesů III*. Státní zemědělské nakladatelství, Praha. 1956, s. 317–401.

ZAHAWI, R. A.; REID, J. L.; HOLL, K. D. *Hidden costs of passive restoration*.
Restoration Ecology. 2014, vol. 22(3), s. 284–287.

10. Přílohy

Seznam příloh

Příloha 1 – Čtyřletá výsadba lípy srdčité na experimentální ploše Planá – Hůrka I
(Autor: Baláš, M.; rok pořízení: 2018)

Příloha 2 – Čtyřletá výsadba dubu letního na experimentální ploše Planá – Hůrka I
(Autor: Baláš, M.; rok pořízení: 2018)

Příloha 3 – detail vyhloubené jamky při sadbě odrostku dubu letního
(Autor: Baláš, M.; rok pořízení: 2014)



Příloha 1 – Čtyřletá výsadba lípy srdčité na experimentální ploše Planá – Hůrka I (Autor: Baláš M.; rok pořízení: 2018)



Příloha 2 – Čtyřletá výsadba dubu letního na experimentální ploše Planá – Hůrka I (Autor: Baláš M.; rok pořízení: 2018)



Příloha 3 – detail vyhloubené jamky při sadbě odrostku dubu letního (Autor: Baláš M.; rok pořízení: 2014)