

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Růst a prosperita výsadeb lesních dřevin založených na
zemědělských půdách**

Growth and prosperity of forest tree species plantations established on
agricultural soils

Bakalářská práce

Autor: Jiří Záruba

Vedoucí práce: prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jiří Záruba

Lesnictví

Název práce

Růst a prosperita výsadeb lesních dřevin založených na zemědělských půdách

Název anglicky

Growth and prosperity of forest tree species plantations established on agricultural lands

Cíle práce

- Zhodnocení růstu výsadeb lesních dřevin na zalesněných zemědělských půdách v oblasti Polabí.
- Zhodnocení mortality výsadeb v prvním období od zalesnění
- Vyhodnocení růstu dubu letního v čistých porostech a ve směsích

Metodika

Zpracování rešerše s problematikou zalesňování zemědělských půd,

Obnova a údržba ploch v oblasti řešení,

Měření výškových a tloušťkových charakteristik porostů

Posouzení zdravotního stavu jedinců

Posouzení vhodnosti zvolených dřevin a aplikovaných pěstebních postupů

Statistické zpracování výsledků měření

Doporučený rozsah práce

40 s.

Klíčová slova

Zalesňování, zemědělské půdy, dřevinná skladba, dub letní

Doporučené zdroje informací

- DUŠEK D., SLODIČÁK M. 2009: Struktura a statická stabilita porostů pod různým režimem výchovy na zemědělské půdě, Zprávy lesnického výzkumu, 54: 12-16.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., ULBRICHOVÁ I. 2006: Rychlost regenerace lesních půd v horských oblastech z hlediska kvantity nadložního humusu. Zprávy lesnického výzkumu, 51: 230-234.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2008. Rychlost obnovy charakteru lesních půd na zalesněných lokalitách Orlických hor. Zprávy lesnického výzkumu, 53: 89 – 93.
- PODRÁZSKÝ V., ŠTĚPÁNÍK R. 2002: Vývoj půd na zalesněných zemědělských plochách – oblast LS Český Rudolec. Zprávy lesnického výzkumu, 47: 53-56.
- VACEK S., SIMON J. ET AL. 2009. Zakládání a stabilizace lesních porostů na bývalých zemědělských a degradovaných půdách. Lesnická práce, s.r.o., vydavatelství a nakladatelství, Kostelec nad Černými Lesy: 784 s.

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 27. 11. 2016

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 1. 2017

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 14. 08. 2017

Prohlášení

"Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Růst a prosperita výsadeb lesních dřevin založených na zemědělských půdách vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Viléma Podrázského, CSc. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby."

V Oseku dne 14.8.2017

Jiří Záruba

Poděkování

Rád bych chtěl poděkovat svému vedoucímu práce, kterým je prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc. za jeho rady při psaní bakalářské práce, za konzultace, vedení práce a jeho velmi příjemný a vřelý přístup. Dále bych pak rád poděkoval kolegům, s kterými jsme prováděli sběr dat.

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na problematiku zalesňování zemědělských ploch. Cílem práce bylo sledování výsadeb lesních dřevin, především dubu letního (*Quercus robur* L.) a douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesi* /Mirb./ Franco). U dubu byl sledován zejména růst čistých a smíšených kultur, u douglasky pak byl sledován růst, foliární obsah živin a vliv meliorační hmoty. Další částí práce bylo sledování vlivu alginitu, který byl aplikován současně s výsadbou před 4 lety. Předmětem zkoumání byl výškový růst dřevin v různém postavení. Data byla pořízena v druhé polovině září 2016 a 2017. Byla změřena výška stromů a vizuálně zhodnocena barva sazenic. Data byla sesbírána na 12 plochách z 36 sledovaných ploch u každé dřeviny. Výsledkem šetření bylo zjištění, že použití alginitu na takto bohatých stanovištích nemá zásadní význam. Dub rostl lépe ve smíšených porostech, douglaska pak reagovala na sousední výsadby nejednoznačně. Vliv přihnojení se u této dřeviny zatím výrazně neprojevil.

Klíčová slova

Zalesňování, zemědělské půdy, Polabí, Alginit, dub letní, douglaska, růst, vitalita, hnojení

Abstract

This bachelor thesis is focusing on the issue of afforestation of agricultural areas. The aim of the work was to monitor the plantations of forest tree species, especially English oak (*Quercus robur* L.) and Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesi* /Mirb./ Franco). In oak, the growth of pure and of mixed plantations was compared, in Douglas-fir growth, foliar nutrient content and fertilizer effects. Part of the study was the analysis of the alginite fertilizer effects. Data were collected in the second half of September 2016, 2017, on 12 plots for each tree species. As a result, the use of alginite in such rich habitats is not essential, as has been shown. It is successful at planting, but later negligible. The oak was growing better in the mixed plantations, the reaction of Douglas-fir on the neighboring plantations was not clear. Visible fertilization effect was not documented for this species.

Keywords

Afforestation, agricultural land, lagoons, Alginite, English oak, Douglas.fir, growth, vitality, fertilization

Obsah

1. <u>Úvod</u>	10
2. <u>Cíl práce</u>	11
3. <u>Problematika zalesňování zemědělských půd</u>	12
3.1. Historie zalesňování	12
3.2. Plánování a výběr lokalit	12
3.2.1. Výběr lokality pro zalesnění	12
3.2.2. Rozdělení lokalit vhodných pro zalesnění	13
3.3. Používané technologie na přípravu půdy	15
3.3.1. Příprava lokality na zalesnění	15
3.3.2. Mechanická příprava lokality	16
3.3.2.1. Talířová půdní fréza	16
3.3.2.2. Finské brány	16
3.3.2.3. Skarifikátor	17
3.3.2.4. Ploškovač	17
3.3.2.5. Lesní pluh	17
3.3.2.6. Diskový pluh	17
3.3.2.7. Půdní fréza	18
3.3.2.8. Jamkovač	18
3.3.3. Ruční příprava lokalit.....	18
3.3.3.1. Jamková příprava	18
3.3.3.2. Kopečková příprava	19
3.3.3.3. Záhrobcová příprava	19
3.3.4. Chemická příprava lokality.....	19
3.3.5. Biologická příprava lokality	20
3.4. Technologie výsadby a výsevu	21
3.4.1. Zalesňování	21
3.4.2. Alginit.....	22
3.4.3. Metoda setí semene	22
3.4.4. Metoda sadbou (prostokořenné sazenice).....	23

3.4.5.	Metoda sadbou (krytokořenné sazenice).....	24
3.4.6.	Další druhy sadeb	25
3.4.7.	Zásady pro prostorové uspořádání	26
3.5.	Používané dřeviny	27
3.5.1.	Hospodaření na zalesněných lokalitách	27
3.5.2.	Tvorba směsi na zalesnění	28
3.5.3.	Sledované dřeviny	29
3.5.3.1.	Douglaska tisolistá (<i>Pseudotsuga menziesii</i> /Mirb./ Franco)	29
3.5.3.2.	Dub letní (<i>Quercus robur</i> L.)	32
3.5.3.3.	Borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>)	33
3.5.3.4.	Dub červený (<i>Quercus rubra</i> L.).....	33
3.5.3.5.	Javor mléč (<i>Acer platanooides</i>).....	34
4.	<u>Materiál a metodika</u>	35
4.1.	Charakteristika lokality	35
4.2.	Založení ploch	36
4.3.	Měření.....	38
4.4.	Vyhodnocení výsledků	40
5.	<u>Výsledky</u>	41
5.1.	Růst čistých a smíšených kultur dubu letního na ploše „U hnojiště“	41
5.2.	Hodnocení výsadeb douglasky	41
5.2.1.	Porovnání středních výšek douglasky.....	42
5.2.2.	Poměr žlutnoucích sazenic a normálně zbarvených sazenic.....	42
5.2.3.	Obsah živin v jehlicích douglasky	43
5.2.4.	Srovnání řádků uprostřed ploch s řádky na okraji–vliv sousedních dřevin	45
5.2.5.	Vliv přihnojení v roce 2017 na stav asimilačních orgánů douglasky.....	49
6.	<u>Diskuze</u>	50
7.	<u>Závěr</u>	53
8.	<u>Seznam literatury a použitých zdrojů</u>	54

Seznam použitých zkratk

ÚSES – Územní systém ekologické stability
ZPF – Zemědělský půdní fond
PUPFL – Pozemek určený k plnění funkcí lesa
BPEJ – Bonitovaná půdně ekologická jednotka
MZD – Meliorační a zpevňující dřeviny
m n. m. – Metrů nad mořem
PLO – přírodní lesní oblast
UHUL – Ústav pro hospodaření a úpravu lesů
LVS – Lesní vegetační stupeň

Seznam obrázků a tabulek

- *Obr. č. 1. – Lokalizace výzkumné ploch (<https://mapy.cz/>)*
- *Obr. č. 2. – Bližší lokalizace výzkumné plochy (<https://mapy.cz/>)*
- *Obr. č. 3 – Rozdělení zkoumané plochy a rozdělení druhů sazenic plocha „U hnojiště“ (Cukor et al. 2017)*
- *Obr. č. 4 – Rozdělení zkoumané plochy a rozdělení druhů sazenic (Tužinský et al. 2015)*
- *Obr. č. 5 – Porovnání středních výšek douglasky v roce 2017*
- *Obr. č. 6 – Poměr žlutnoucích sazenic a normálně rostlých sazenic douglasky v roce 2017*
- *Obr. č. 7 – Obsah dusíku v jehlicích DG*
- *Obr. č. 8 – Obsah fosforu v jehlicích DG*
- *Obr. č. 9 – Obsah vápníku v jehlicích DG*
- *Obr. č. 10 – Obsah draslíku v jehlicích DG*
- *Obr. č. 11 – Obsah hořčíku v jehlicích DG*
- *Obr. č. 12 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 6*
- *Obr. č. 13 – Poměr zelených, žlutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 6*
- *Obr. č. 14 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 8*
- *Obr. č. 15 – Poměr zelených, žlutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 8*
- *Obr. č. 16 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 21*
- *Obr. č. 17 – Poměr zelených, žlutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 21*

- *Obr. č. 18 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 34*
- *Obr. č. 19 – Poměr zelených, žloutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 34*
- *Obr. č. 20 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 3*
- *Obr. č. 21 - Poměr zelených, žloutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 3*
- *Obr. č. 22 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 16*
- *Obr. č. 23 – Poměr zelených, žloutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 16*
- *Obr. č. 24 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 28*
- *Obr. č. 25 – Poměr zelených, žloutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 28*
- *Obr. č. 26 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 31*
- *Obr. č. 27 – Poměr zelených, žloutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 31*
- *Obr. č. 28 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 11*
- *Obr. č. 29 – Poměr zelených, žloutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 11*
- *Obr. č. 30 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 13*
- *Obr. č. 31 – Poměr zelených, žloutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 13*
- *Obr. č. 32 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 24*
- *Obr. č. 33 – Poměr zelených, žloutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 24*
- *Obr. č. 34 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 26*
- *Obr. č. 35 – Poměr zelených, žloutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 26*

- *Tab. č. 1: Dostatečná výživa BO a DG podle Bergmanna (1988)*
- *Tab. č. 2: Obsah makroelementů v jednoletém jehličí douglasky s různým zbarvením asimilačního aparátu (%)*
- *Tab. č. 3 - Výsledky měření na ploše U Hnojště v roce 2016 (různé indexy označují statistické rozdíly mezi variantami)*
- *Tab. č. 4 - Obsah makroelementů v jehličí douglasky na ploše U lomu – podzim 2017*
- *Tab. č. 5 - Podíl zelených a žlutých sazenic u jednotlivých variant*

1. Úvod

Lesy se na území České republiky vyskytovaly už od pradávna, ale rozvíjející se společnost si vystačila s přirozenou, lépe řečeno spontánní obnovou lesa až do 16. století. Právě v této době se začalo rozvíjet hornictví, které vyvolalo vysokou poptávku po dřevě, a lesy začaly kriticky ubývat. Z toho důvodu bylo nutné zahájit cílenou obnovu lesa a péči o něj. V této době se tedy na našem území začalo poprvé zalesňovat (Špulák, Kacálek 2011). Posléze se výsadba a síše lesních dřevin staly standardní součástí obnovy lesů a byly v praxi běžně a pravidelně používány.

V moderní průmyslové době se, na rozdíl od předchozích období, začalo i s opětovným zalesňováním nelesních pozemků, respektive pozemků dříve využívaných jiným způsobem. Musíme mít totiž na paměti, že většina území českých zemí je potenciálně územím lesa. Největší rozmach tohoto typu zalesňování byl po druhé světové válce, kdy bylo zalesněno až 100 000 ha. Další důležitou událostí v zalesňování byl vstup České republiky do Evropské unie a tím byly vlastníkům lesa a pozemků poskytnuty dotační programy na zalesňování. S těmito programy se měly zalesňovat především zemědělsky nevyužitelné plochy a měly se tak zlepšit ekologické podmínky na zalesněných plochách (Špulák, Kacálek 2011).

Dnes se zalesňované plochy vybírají především podle BPEJ (bonitovaná půdní ekologická jednotka). Samotné zalesňování zemědělských ploch probíhá v rámci několika desítek let, kdy dojde k přeměně zemědělských ploch na plochy s lesním prostředím, ale tento proces je stále neukončený a pokračuje. Zalesnění se v důsledku vhodných terénních poměrů na pozemcích určených k plnění funkce lesa stalo velmi dobře zvládnutým procesem, díky kterému vznikly velké druhově i věkově stejnorodé porosty.

Při zalesňování ať už zemědělských ploch, anebo běžných lesních pozemků, může docházet k veliké úmrtnosti sazenic. To může být způsobeno jednak nedostatkem živin v půdě, ale i nedostatkem vody. V lesnictví se proto využívají chemické a biologické meliorace, které zvyšují ujmavost sazenic. Dalším způsobem, jak zajistit přežití většího počtu sazenic, je použití stimulačních prostředků, které obsahují řasy nebo fosilní materiály pocházející ze sladkovodních sedimentů. Mezi takové prostředky patří například Alginit.

Douglaska i přes různé ekologicko-ochranářské a právní překážky zvyšuje svůj podíl zastoupení v lesích ČR. V hospodářských lesích tento fakt nevádí, naopak by se mělo podporovat zvyšování podílu douglasky v lesních porostech. Jedinou výjimku tvoří lesy a

území, které jsou chráněné. V takových to územích by se měl výskyt douglasky omezit, lépe zcela vyloučit. Naproti tomu domácí druhy dubů představují tu složku lesních porostů, která má v obnově a bude mít i v budoucnu zelenou. V předkládané práci se budu zabývat dubem letním a douglaskou tisolistou, a to především prostorovými vztahy mezi nimi a ostatními dřevinami. Přesto, že je douglaska nepůvodní, vykazuje příznivé vlivy na prostředí ekosystému lesa. Kvalita dřeva a způsob, jakým působí na prostředí, u douglasky hodně záleží na způsobu, jakým byla vysazena. V ČR se můžeme nejčastěji setkat s vysazováním douglasky do nesmíšených porostů smrku a douglasky a tímto způsobem vznikají negativní vlivy na prostředí. Díky tomu je na douglasku nahlíženo s rezervou (Šindelář 2003).

2. Cíl práce

Cílem předkládané bakalářské práce je vyhodnocení růstu a prosperity lesních dřevin, které byly vysazeny na zemědělských plochách nacházejících se v oblasti Polabí. Dále je cílem zmonitorovat ujímavost lesních dřevin v prvním období po zalesnění a také porovnat růst dubu letního a douglasky tisolisté, jak se vyvíjí v čistých porostech, anebo ve směsích. Dalšími cíli mé práce je porovnání a vyhodnocení působení hnojiva na jednotlivé sazenice.

3. Problematika zalesňování zemědělských půd

3.1. Historie zalesňování

V dávné minulosti, kdy na území České republiky byla přirozená lesní vegetace, se v neolitu začal proces vytváření odlesněné zemědělské krajiny namísto klimaxové lesní vegetace, a to díky stabilnější a usedlejší společnosti (Špulák, Kacálek 2011). Postupem času, se zvyšováním populace a rozšířením lidské činnosti z rovinné nížiny do pahorkatin a podhorských oblastí, začala eroze působit vážnější problémy. V oblastech, které se nacházely v rovinách, byla také přítomná eroze, ale nepředstavovala tak závažné problémy jako v pahorkatinách nebo podhorských oblastech. Důkazy o tomto faktu můžeme nalézt v půdních profilech, které jsou v místech, kde vodní toky přicházejí do styku se zemědělskou krajinou (Vacek, Simon 2009).

V České republice se zalesňování provádí již dlouhá léta. Dříve se zalesňovaly oblasti, kde působila značné problémy eroze půdy. První zmínky o zalesnění byly v 16. století (Špulák, Kacálek 2011), kdy se zalesňovaly oblasti kolem Karlových Varů a pražské obory. Na přelomu 19. století a 20. století byly zalesňovací práce provedeny přibližně na 18 tis. hektarů nezalesněných ploch. Obrovský nárůst zalesňovacích prací proběhl po druhé světové válce, kdy bylo zalesněno přibližně 100 tisíc hektarů nelesní půdy. Tyto práce probíhaly zejména v podhorských a horských oblastech, vyskytujících se v pohraničí. S postupem času klesaly plochy, které byly zalesňovány, a zalesňovací práce probíhaly jen v nejnútnejších případech. V 70. letech probíhalo zalesňování především v rezervních zemědělských fondech v pohraničí (Vacek, Simon 2009). Na začátku 90. let, kdy bylo možné získávat dotace na zalesnění, opět proběhl velký nárůst těchto prací (Špulák, Kacálek 2011). To se projevilo zalesněním 8085 hektarů v letech 1994 až do roku 2005. Postupem času klesal rozsah plochy, která byla během jednoho roku zalesněna. V budoucnu se předpokládá, že se bude zalesňovat 200–1500 hektarů za rok (Vacek, Simon 2009).

3.2. Plánování a výběr lokalit

3.2.1. Výběr lokality pro zalesnění

Na úplném začátku je nutné zajistit převod lokality ZPF (zemědělský půdní fond) na PUPFL (pozemek určený k plnění funkcí lesa). Takový převod uskutečňuje a má k němu kompetence příslušný stavební úřad. Rozhodnutí může proběhnout pouze se souhlasem orgánu ochrany přírody a krajiny (Vacek et al. 2005). Následné prohlášení lokality jako lesní pozemek provádí

odbor státní správy lesů. Po takovémto převodu může vlastník lokality začít se zalesňovacími pracemi. Ovšem není to jediný způsob, jak využít danou lokalitu. Na takovéto lokalitě mohou vznikat remízky, krajinářské nebo ekologické skupiny vysoké či nízké vegetace, zasakovací pásy, větrolamy a jiné. Důležité je, aby všechny takovéto úpravy pozemků byly vhodně navrženy, a aby se navzájem doplňovaly. Proto je velmi důležité zohlednit místní generel nebo ÚSES (územní systém ekologické stability), kde je naplánováno rozmístění jednotlivých biokoridorů, biocenter a dalších prvků (Vacek, Simon 2009).

Existují i jistá pravidla, podle kterých se volí nové lokality vhodné pro zalesňování. Mezi tyto pravidla patří, že lokality, které jsou navrženy, by měly být vhodné pro tvoření jednotlivých prvků ÚSES. Dalším takovým pravidlem je, že lokality by měly být s pokročilou sukcesí, neplodné, těžko využitelné jiným způsobem, anebo to mohou být místa, která jsou opuštěná. Další pravidlo pro výběr lokality je takové, že lokality by měly být v okolí nebo poblíž katastrální a majetkové hranice. V poslední řadě je zde pravidlo, které říká, že lokality by měly být zvoleny na půdách s horší bonitou. Předpokládá se, že ze zemědělského půdního fondu budou postupně vyřazovány půdy, na kterých dochází k velké erozi. Tento problém je způsoben intenzivním hospodařením na takovýchto lokalitách. V dnešní době bylo zjištěno, že erozí je ohroženo přibližně 40 % zemědělských lokalit (Vacek, Simon 2009).

Vhodné zvolení lokality a provedení zalesňovacích prací má plno dobrých a významných funkcí v krajině. Nutně se nemusí jednat o založení lesa, ale při vytvoření menších lokalit v krajině s vysokou zelení, může dále sloužit k vytvoření remízků. Vytváření remízků je v krajině důležité, takovéto remízky slouží jako úkryt pro zvěř a rostliny, Tvorbou takovýchto remízků je zvyšována biodiverzita v krajině (Vacek, Simon 2009).

3.2.2. Rozdělení lokalit vhodných pro zalesnění

Jak už uvedl výše, zalesňovat by se měly lokality, které jsou opuštěné, nebo se jedná o nelesní pozemky, a pozemky na kterých není možné provádět zemědělskou činnost. Důvody proč na takovýchto pozemcích nelze provádět zemědělskou činnost mohou být různé, například se může jednat o kamenité nebo mělké půdy. Dále se může jednat o suché, nebo podmáčené louky a pastviny. V roce 2002 se poprvé začaly kvůli dotacím rozdělovat pozemky. Rozdělení záviselo na jejich úrodnosti a vhodnosti pro zemědělskou činnost. Pozemkům byly přiděleny jednotlivé BPEJ. Rozdělení mělo následující význam, že vlastník pozemku s horší jednotkou

dostal vyšší dotace na zalesnění takovýchto pozemků než vlastník pozemků s vyšší jednotkou (Vacek et al. 2005).

V rámci zachování biodiverzity je nevhodné zalesňovat určité lokality. Tyto lokality nemusí být přímo vhodné pro zemědělskou činnost, ale jsou velmi důležité pro biodiverzitu v krajině. Může se jednat například o mokřady, luční prameniště, suché travní porosty anebo louky s velkou rostlinnou diverzitou. Aby zalesňování bylo úspěšné, a aby řádně plnilo funkce, musí být jeho provedení a následná péče v souladu s ekologickou stabilitou původních porostů a společenstev (Vacek, Simon 2009).

Jednotlivé lokality se dělí do několika skupin. První jsou devastované pozemky, které vyžadují stabilizaci. Jsou to takové pozemky, na kterých hrozí sesuvy půdy, nebo jsou ohroženy působením eroze, popřípadě to mohou být různé pozůstatky po antropogenní činnosti, především to mohou být opuštěné lomy, výsypky z lomů, haldy a pískovny. Na takovýchto lokalitách se postupuje následně. Nejdříve se musí stabilizovat povrch a zabránit se další erozi. Stabilizace a zabránění eroze se provádí nejdříve mechanicky, kdy se na svazích vybudují terasy, oplůtky, anebo se použijí kameny na stabilizaci. Po provedení takovéto mechanické stabilizace se naveze zemina, do které se začínají sázet sazenice dřevin, které přispívají stabilizaci svým kořenovým systémem. Ve většině případů se časem rozšíří na takto stabilizované lokality i náletové rostliny. Po čase, kdy náletové rostliny dosáhnou určitého věku, je důležité je nahradit cílovými dřevinami, a to z důvodu, že náletové dřeviny se nedožívají takového věku jako ty cílové. Tímto nahrazováním dřevin se dosáhne žádoucí skladby a také různověkosti porostu. Další skupiny jsou nevyužívané lokality, anebo lokality s různými stádii sukcese. Takovéto lokality jsou důležité z hlediska stability krajiny, a je důležité o ně pečovat. Na těchto lokalitách se neprovádí přímé zalesnění, to probíhá pouze v závažných případech. V tomto případě se jedná spíše o péči o tato společenstva a případné rozšiřování těchto lokalit do okolí. Význam zarostlých lokalit v krajině je důležitý, hlavně pro rostliny a pro živočichy, kteří nemohou žít ani na poli ani na louce. Třetí skupinou jsou nelesní lokality, které jsou připraveny na zalesnění. Vyskytují se většinou v zemědělských oblastech a mají velmi vhodné podmínky. Jsou to lokality, na kterých v minulosti mohla probíhat zemědělská činnost, anebo to jsou oblasti méně vhodné pro zemědělství, to jsou například mokřady, kamenité půdy a břehy vodotečí. Čtvrtá skupina jsou půdy, které se využívají na zemědělskou činnost, ale jsou zároveň vhodné k vybudování remízků, větrolamů a vsakovacích pásů (Vacek, Simon 2009).

Větrolamy se budují na lokalitách, ve kterých není hlavním problémem eroze půdy způsobena odtokem povrchové vody. Problém na těchto lokalitách je eroze způsobena větrem. Dochází zde k odnosu úrodné půdy větrem. Větrolamy se budují v řadách, a kolmo na nejčastější směr větru. Nejvhodnějšími dřevinami pro budování větrolamů jsou duby, lípy a jasany. Vsakovací pásy se tvoří především z důvodu zadržování vody a zpomalení povrchové erozní činnosti. Staví se podélně s vrstevnicemi, aby přerušily odtok povrchové vody. Pro posílení efektu zadržování vody se používají i dřeviny, které mají bohatý kořenový systém. Remízky je vhodné vytvářet v místech, kde probíhá intenzivní zemědělská činnost. Jsou velmi důležité jako útočiště pro zvěř. Z toho důvodu je nutné, aby remízky obsahovaly hojné přizemní pásmo vegetace cca do 3 m výšky (Vacek, Simon 2009).

3.3. Používané technologie na přípravu půdy

3.3.1. Příprava lokality na zalesnění

Před samotným zahájením zalesňovacích prací je nutné co nejlépe půdu připravit ať už pro výsev semen, anebo pro sadbu sazenic. Některé lokality jsou diferencovaným způsobem degradované, anebo není možné začít přímo se zalesňováním, je nutné půdu vhodně připravit. Takové lokality mohou být například výsypky z lomů, haldy a úložiště popílku. Příprava těchto lokalit začíná především navezením dostatečné tloušťky úrodné zeminy, na které se následně zalesňuje. Další částí přípravy je na zarostlých plochách odstranit náletové dřeviny, které jsou nežádoucí při zalesňování na lokalitě. Odstraňování takových dřevin může probíhat různými způsoby. První způsob je použití malé mechanizace, například motorové pily a křovinořezu. Druhý způsob je použití těžké mechanizace. Odpad, který vznikne, je následně shromažďován na kopy, a bývá pálen nebo je dále využíván na štěpku. Pokud se zvolí způsob štěpkování, je možné vzniklou štěpku využít na mulčování. Tento způsob využití štěpky pomáhá sazenicím lépe růst, zabraňuje růstu buřeny a výparu vody. V případě, že se na zalesňované lokalitě nachází husté porosty keřů, musíme zvážit, zda není pro krajinu a další zalesňovací práce vhodné, ponechat je na lokalitě. Takovéto keře mohou poskytnout přirozenou obranu pro dřeviny před okusem zvěře, hlavně pokud se jedná o trnité keře (Vacek, Simon 2009).

3.3.2. Mechanická příprava lokality

Tato příprava je nejhojněji používanou přípravou půdy pro zalesňování. Důležitá je správná volba a použití mechanizace při přípravě zalesňování. Volbu mechanizace ovlivňují následující faktory (Vacek, Simon 2009).

- Dostupnost terénu pro mechanizaci a také její velikost a hmotnost.
- Roční období, ve kterém probíhají přípravné práce.
- Charakteristika půdních vlastností a způsob jakým budou aplikovány meliorační hmoty.
- V neposlední řadě to jsou finanční náklady na mechanizaci.

Prvním krokem přípravy půdy pomocí mechanizace je odstranění drnu, který by komplikoval výsadbu a také by odebíral živiny sazenicím. Při odstraňování drnu se promíchávají půdní horizonty, což má za následek zlepšení kvality půdy. Dojde ke zlepšení schopnosti zadržet vodu a k lepšímu provzdušnění půdy. Omezí se růst buřně a upraví se vodní režim v půdě. Odstranění drnu a přípravu půdy mohou provádět různé typy mechanizace (Vacek, Simon 2009).

3.3.2.1. Talířová půdní fréza:

Princip této mechanizace spočívá v tom, že na univerzálním kolovém traktoru jsou nesené většinou 2 ramena, může být nesené i 1 rameno, na jejichž koncích jsou umístěny parabolické ozubené disky, které jsou poháněny pomocí převodů z traktoru. Talířové půdní frézy také nabízejí možnost ploškovací činnosti a to tak, že celo-ozubené sférické disky se vymění za polo-ozubené sférické disky. Hladká část disku klouže po povrchu a vytváří mezeru mezi ploškami, zatímco ozubená část strhává drn a buřně tím vytváří plošku. Půdní fréza se primárně používá na pásovou přípravu (Dvořák et al. 2006).

3.3.2.2. Finské brány:

Finské brány jsou velmi podobné svým principem a svou funkcí talířové půdní fréze. Opět mají ramena, na konci mají ozubené sférické talíře s přibližně stejným záběrem jako u talířové frézy. Hlavní a zásadní rozdíl je ten, že finské brány nemají poháněné kotouče. Ty jsou volně položeny na povrchu a valivý odpor zajišťuje rotaci kotoučů. Finské brány se používají k pásové přípravě půdy (Dvořák et al. 2006).

3.3.2.3. Skarifikátor:

Je to zařízení opět nesené na univerzálním kolovém traktoru. Jeho princip spočívá v tom, že na volně nastavitelných ramenech jsou nesené ploškovací mechanizmy. Rameno může být i více než 2. Ploškovací mechanizmy na konci provádí činnost tak, že jsou spojeny 3 nože do jedné řady a tato řada strhává drn a buřeň. Prostřední nůž může být osazen kypřícím hrotem, což slouží k nakypření půdy v plošce. Další důležitou součástí je hydraulická pojistka, která po nastaveném čase uvolní nože a dojde k pootočení nožů, tím se docílí vytvoření mezery mezi jednotlivými ploškami. Používají se k ploškové přípravě půdy (Dvořák et al. 2006).

3.3.2.4. Ploškovač:

Ploškovač je velmi podobný skarifikátoru, ale není umístěn na ramenech, je umístěn na tříbodovém závěsu na univerzálním kolovém traktoru. Jeho pracovním nástrojem jsou stejně jako u skarifikátoru nože v řadě, zde se ale nevyskytuje kypřící hrot na prostředním noži jako u skarifikátoru. Práce ploškovače probíhá ale úplně stejně. Používají se k ploškové přípravě půdy (Dvořák et al. 2006).

3.3.2.5. Lesní pluh:

Lesní pluhy jsou jedny z jednodušších mechanismů k přípravě půdy. Existují různé typy orby, podle toho se volí konkrétní typy pluhů. Typy orby jsou celý obrat, luštění a vzmet. Lesní pluh se skládá z nože, krojidla, obracečky a přítlačných válců. Pluh nejdříve nařízne půdu krojidlem pro lepší obrácení. Následně nože rozrývají půdu, která je vytlačována přes nůž na obracečku a odpadává vedle brázdy. Nakonec přítlačné válce utuží takto převrácenou půdu. Utužuje se z důvodu, aby se půda nevracela zpět do brázdy. Pluhy se používají se k brázdové přípravě půdy (Dvořák et al. 2006).

3.3.2.6. Diskový pluh:

Pracuje na velmi podobném principu jako obyčejný lesní pluh. Rozdíl mezi nimi je takový, že zde jsou namísto nožů nainstalovány disky. Jsou nakloněny tak, aby půdu převracely stejně jako lesní pluhy. Jejich hlavní výhodou je rotace disků v půdě. Pokud se jedná o půdu, ve které se vyskytují ve velké míře mělké kořeny stromů, tak u lesních pluhů dochází k zasekávání nožů pod kořeny. Diskové pluhy kořeny přejedou a nedojde k zaseknutí. Používají se k brázdové přípravě půdy (Dvořák et al. 2006).

3.3.2.7. Půdní fréza:

Je nesená na třibodovém závěsu za univerzálním kolovým traktorem nebo může být i samostojná. Jedná se o rotační buben, na kterém jsou připevněna kladiva a ty provádí pracovní činnost. Půdní frézy mohou sloužit k více účelům. Mohou drtit náletové dřeviny na ploše a rovnou vzniklou štěpku zapracovávat do půdy, nebo se používají k celoplošné přípravě půdy tím, že jí nakypří a promíchají. Biomasa je pak zapracována a promíchána s půdou, což usnadní její rozložení (Dvořák et al. 2006).

3.3.2.8. Jamkovač:

Jamkovač je nesen na hydraulicky ovládaném výložníku za univerzálním kolovým traktorem. Traktor musí při hloubení jamky zastavit a řidič ovládá výložník, který hloubí jamky. Na rameni může být umístěn jak spirálovitý vrták, tak i srdčitý vrták. Z jedné polohy traktoru je možné vyhloubit pouze tři jamky, což tento způsob jamkování dělá značně nepraktickým (Dvořák et al. 2006).

3.3.3. Ruční příprava lokalit

3.3.3.1. Jamková příprava:

Jamkovače mohou být jak dvoumužné tak i jednomužné. Mohou být poháněny motorem, anebo mohou být ruční. Pokud se jedná o motorově poháněné jamkovače, používá se motor z jednomužných motorových pil. Pomocí převodů v převodovce se upravuje rychlost otáčení vrtáku. Opět zde může být nainstalován vrták spirálovitý nebo srdčitý. Spirálovitý vrták je zejména vhodný pro vrtání děr určených k sázení obalovaných sazenic z důvodu, že vyhloubenou zeminu odhazuje pryč z jamky. Srdčitý vrták je vhodný spíše pro sázení prostokořenných sazenic, kvůli kypření půdy, která zůstává v jamce. Ruční jamkovače mohou být jakékoliv ruční náčiní určené na hloubení jamek (Dvořák et al. 2006).

Samotná výsadba pak probíhá následovně. Do připravené jamky se vloží sazenice. Důležité je, aby sazenice byla do jamky vložena správně a nedocházelo tak k poškození nebo deformaci kořenového systému. Dále se sazenice přihrne půdou a ušlápne se, aby lépe držela v jamce a nedošlo snadno k jejímu vytržení (Vacek, Simon 2009).

3.3.3.2. Kopečková příprava:

Tato metoda je vhodná především na těžkých a podmáčených půdách. Metoda se provádí tak, že se z plochy zhruba 1m² strhne drn a půda se nakypří a z takto nakypřené půdy se nahromadí kopeček, který by měl být vysoký více než 0,5m (Vacek, Simon 2009).

3.3.3.3. Záhrobcová příprava:

Záhrobcová metoda je velice obdobná jako kopečková metoda jen s tím rozdílem, že se při přípravě půdy nenavršily jednotlivé kopečky, ale navršil se pás půdy. Záhrobcová metoda se provádí v pružích 70 až 140 cm širokých. Probíhá tak, že se vykopají dva pruhy vedle sebe, z jednoho se půda přemístí na sousední pruh. Navrstvená půda by měla být vysoká kolem 30 až 60 cm. U tohoto způsobu přípravy půdy je důležité, aby byl důkladně odstraněn drn, protože by jinak nedošlo ke spojení půdních horizontů (Vacek, Simon 2009).

3.3.4. Chemická příprava lokality

Tato příprava je zaměřena především na eliminaci negativního vlivu bylinného patra, které se vyskytuje na lokalitě vybrané pro zalesnění. Bylinné patro je podstatné pro přírodu, může poskytovat potravu pro zvěř, nebo může sloužit jako kryt pro zvěř. Chemická příprava se používá v ojedinělých případech, a to pouze tehdy pokud buřeň brání ve výsadbě dřevin, anebo jiným způsobem brání v zalesňování. Buřeň se hodnotí jako bylinné a keřové patro, které je nežádoucí při zalesňování, anebo brání přirozené obnově porostů (Vacek, Simon 2009).

Buřeň se na stanovištích vyskytuje, především pokud jsou splněny některé z následujících podmínek.

- Přílišný přístup světla do podrostu v porostech s nízkým zakmeněním.
- Přístup světla na kalamitní plochy.
- Opuštěná a zanedbaná plocha, na které jsou vhodné podmínky pro růst buřeně.
- Jedná-li se o antropogenní plochy, anebo zemědělsky využívané plochy.

V případě použití chemické přípravy je nutné zvážit její dopad na stanoviště, a hlavně zvážit finanční náklady na chemické prostředky tak, aby se chemická příprava vůbec ekonomicky vyplatila. Pokud se ovšem rozhodneme použít chemickou přípravku na hubení bylinného patra,

tak se lokalita ošetřuje v pruzích širokých asi 1,2 m. Měla by být ošetřena přibližně 1/3 lokality. Náhradní metody mohou být například použití mechanizace, výsadba dřevin v co nejkratším čase po odtání sněhu, použití kvalitního a vhodného sadebního materiálu a kvalitně provedená sadba (Vacek, Simon 2009). Druhým zásadním způsobem, kdy může být použito chemické ošetření, je ochrana nově vysazených dřevin proti hmyzu, avšak dnes se hledají jiné cesty jak nahradit chemické postřiky z ekologických důvodů (Zúbrik et al. 2010).

3.3.5. Biologická příprava lokality

Důležitou součástí přípravy půdy pro zalesnění je biologická příprava půdy. Spočívá v tom, že jsou využívány určité typy dřevin, které svým růstem vhodně působí na půdu a porostní prostředí a vytváří tak vhodné podmínky pro růst hospodářských dřevin. Pro úspěšné použití této metody je důležité použít vhodné dřeviny a vhodně je umístit. V lesnictví se nejvíce využívají listnaté dřeviny, které jsou velmi vhodné pro svůj opad a pro udržení rovnováhy oběhu živin. Opadem zajišťují tvorbu humusového horizontu (Vacek, Simon 2009).

Důležité jsou však i kořeny jednotlivých dřevin. Jejich živé kořeny narušují půdu jak horizontálně, tak i vertikálně. Tímto způsobem zpřístupňují živiny pro rostliny a narušují matečnou horninu. Jejich mrtvé kořeny jsou převážně důležité v tom, že provzdušňují půdu; to je velmi důležité u půd, které jsou těžké a jílovité. Dále pak odumřelé kořeny zajišťují stabilizaci půdy, a proto nedochází k půdní erozi. Při volbě jednotlivých dřevin, které se budou vysazovat, je nutné brát ohled na jejich stanovištní nároky. Dřeviny jsou voleny tak, aby splňovaly následující požadavky a vlastnosti (Vacek, Simon 2009).

Rychlý růst dřevin:

Rychlý růst je potřebný především kvůli zmírnění extrémů na stanovišti v co nejkratší době. Dále také pokud dřevina rychle roste, vytváří také značné množství asimilačních orgánů, které po opadu a rozkladu či transformaci tvoří humusový horizont.

Odolnost dřevin proti suchu:

Tato vlastnost je především důležitá na lehkých půdách, kde dochází k rychlému vsaku, infiltraci vody do půdy, nebo k výraznému výparu. Takovéto půdy se mohou především vyskytovat v nižších nadmořských výškách.

Odolnost dřeviny proti zamokření:

Na lokalitách, které jsou podmačeny, se především používá olše. Tato dřevina je vhodná tím, že u ní dochází k velké transpiraci a dále také stabilizuje a ovlivňuje půdní poměry. Zlepšuje jak chemické, tak i fyzikální vlastnosti půdy.

Odolnost dřeviny proti mrazu:

Tato vlastnost je velmi důležitá u dřevin, které se vysazují ve vyšších nadmořských výškách. Důležité je, aby sazenice odolaly přizemnímu mrazu, který zpomaluje růst, a ve vážnějších případech může způsobit i úmrtí jedince.

Schopnost obohacovat půdu:

Důležitá vlastnost je schopnost obohacovat půdu, především o vzdušný dusík. Obohacování může provádět přímo rostlina, anebo její odpad.

Biologická příprava půdy může být dvoufázová i jednofázová. Dvoufázová příprava spočívá v tom, že se meliorační dřeviny sází v předstihu, aby stihly připravit vhodné mikroklima pro cílové rostliny, které jsou určeny pro sadbu. Jednofázová příprava spočívá ve vysazení všech dřevin najednou bez výrazného časového rozdílu. Pokud se jedná o stanoviště jako například haldy, výsypky, úložiště popílku a imisní půdy, musí se biologické přípravě pomoci i jinými způsoby přípravy půdy jako je například chemická příprava, anebo mechanická příprava (Vacek, Simon 2009).

3.4. Technologie výsadby a výsevu

3.4.1. Zalesňování

Po vhodně zvolené a řádně provedené přípravě půdy na zalesnění přichází na řadu samotné zalesňovací práce. Při zalesňování se musíme rozhodnout, zda budeme provádět setbu semen, anebo výsadbu sazenic (semenáčků). Při volbě jakéhokoliv způsobu zalesňování je nutné a ze zákona dané, používat pouze sazenice, anebo semena ze stromů, které se vyskytují v porostu uznaných ke sběru osiva. V příloze č. 2 ve vyhlášce (č. 29/2009 Sb.) je také uvedeno jaké velikosti a parametry musí splňovat sazenice použité na jednotlivé lokality (Vacek, Simon 2009).

3.4.2. Alginit

Alginit se používá jako startér při výsadbě dřevin. Jeho důležité vlastnosti, pro které je využíván jsou, že v půdě zadržuje vodu a živiny a také brání podpovrchové a podzemní vody před znečištěním, tím chrání a nezatěžuje životní prostředí. Alginit je přírodní surovina vzniklá z horniny, která sedimentovala ve vodě a obsahovala velké množství humusu. Hlavní složku alginitu tvoří právě řasy ze sladké vody. Jedná se především o řasy *Bortryococcus braunii*. Alginit obsahuje zvýšené množství P_2O_5 , K_2O , Mg a Ca. Dále alginit vyniká svou velikou nasákavostí až 110 % (Litavec, Barančíková 2013).

3.4.3. Metoda setí semene

Můžeme použít několik metod k setí semene. První metoda se nazývá plnosíje, spočívá v celoplošném výsevu semene na lokalitu. Pokud chceme uspět s touto metodou, je velmi důležité správně a důkladně provést mechanickou přípravu lokality. Druhá metoda je pomístná síje, tento způsob se využívá častěji než předchozí způsob. Dále se tato metoda dělí na další tři způsoby. Bodová síje se používá především při výsevu velkých semen, jako jsou kaštany nebo žaludy. Nevýhodou je různě veliká hloubka, do které jsou semena sázena. Další je metoda jamková, kde se semena vysévají do připravených jamek po mechanické přípravě půdy. Poslední metodou setí je proužková metoda. Semena se při použití této metody sázejí do předem připravených řádků a brázd. Drobnější semena se mohou sít pomocí mechanizace. Veliká semena se většinou sejí ručně (Vacek, Simon 2009).

Důležitá je především hloubka výsevu. Pokud jsou semena vyseta a přihrnuta ve veliké hloubce, dochází k tomu, že vůbec nevyklíčí, nebo jsou opožděna oproti ostatním semenům, která nejsou vyseta v takové hloubce. Naopak semena vysetá příliš mělce mohou snadno uschnout. Důležitá je i doba výsevu jednotlivých semen. Semena se nejčastěji vysévají na jaře, kdy je už půda dostatečně teplá a vlhká. Takovéto podmínky jako správná hloubka a vlhká jarní půda zajistí semenu takové podmínky, že vyklíčí v nejkratším čase od výsevu (Vacek, Simon 2009). Úspěšnost klíčivosti je ovlivněna i kvalitou semen, a právě kvalita semen může být ovlivněna nadmořskou výškou mateřských porostů, může teda být ovlivněna velikost, hmotnost, energie, klíčení a klíčivost. Právě velikost semen má vliv na velikost a na růst semenáčků v prvním roce po vysazení (Leugner et al. 2014).

Výhody použití této metody jsou:

- Odpadá tvorba, vybírání, třídění a přeprava jednotlivých semenáčků na lokalitu.
- Nedochozí u takto přepravovaných semenáčků k poškození kořenového systému.
- Technologie určená pro výsev semen je jednodušší, a především levnější než mechanizace určené na sadbu hotových semenáčků.

Tato metoda ovšem nemá jen samé výhody, má také své nevýhody a to jsou:

- Semena jsou často náchylná na vysychání půdy, anebo na škůdce.
- Semena mohou být také poškozena před setím při manipulaci.
- Častým problémem vysetých semenáčků je, že nemají dostatečně vyvinutý kořenový systém a ani nadzemní část.
- Poslední nevýhoda této metody používané při zalesňování je to, že semena jsou poměrně drahá z důvodu jejich nedostupnosti a z důvodu malé frekvence a intenzity semenných roků různých dřevin.

3.4.4. Metoda sadbou (prostokořenné sazenice)

Tato metoda je v praxi nejvyužívanější způsob pro zalesňování lokalit. Lze využít různých možností výsadby, může být využita metoda do prohlubně, což je klasická výsadba. Tato technologie výsadby se používá v lokalitách s přirozenou vlhkostí půdy. Druhá technologie výsadby je sázení sazenic do vyvýšené polohy, kvůli zvýšené koncentraci vlhkosti v půdě. Můžeme pak také rozdělit sazenice s volnými kořeny (prostokořenné), anebo sazenice krytokořenné, to jsou sazenice, které mají kořeny obalené v substrátu. Při použití metody zalesňování sadbou je velmi důležité přihlédnout na dobu výsadby. Je známo, že růst kořenového systému má svou periodicitu, to znamená, že kořenový systém roste na jaře, pak jeho růst zpomaluje, v některých případech až zastavuje a opět na podzim dochází k obnovení růstu kořenového systému. Z toho důvodu probíhá sadba sazenic na jaře nebo na podzim. Jarní období je nejvyužívanější pro začátek sadby. Sazenice je možné sázet okamžitě po rozmrznutí půdy. Pokud se na lokalitě vyskytly nežádoucí podmínky, například dlouhá zima, je možné přesunout výsadbu na podzim. U některých sazenic je také důležité, aby byly sázeny ve vegetačním klidu. Podzimní období je vhodné zejména pro listnaté dřeviny (Vacek, Simon 2009).

Výsadba na podzim se provádí většinou na lokalitách, kde byly na jaře špatné podmínky, anebo se výsadba nestihla přes léto. Výhody této metody jsou například:

- Sazenice jsou ze semen pěstovány ve školkách, kde jsou zajištěny optimální podmínky pro růst sazenic.
- Vysazené sazenice mají náskok před buření a dovedou se jí lépe bránit.
- Poslední výhodou je, že pokud je dodržena kvalita výsadby a postupy při zalesňování, tak je zpravidla zaručena velká ujmavost sazenic.

Opět tato metoda má i své nevýhody a ty jsou:

- Pro vytvoření sazenic je nutné mít vhodné zařízení, kde bude probíhat klíčení.
- Další nevýhodou jsou přesuny sazenic ze školky na zalesňovanou plochu. Často při takovýchto převozech dochází k poškození sazenic.
- Poslední nevýhodou je změna podmínek pro růst, sazenicím se tímto šokem z přesunu snižuje ujmavost.

3.4.5. Metoda sadbou (krytokořenné sazenice)

Používání této techniky v České republice má dlouhou tradici. Už 60. letech se začala tato technologie využívat, a to s velmi dobrými výsledky. Byla také odzkoušena technologie rašelinocelulózových kelímků. Se vzrůstající možností využití různých druhů materiálů se začaly využívat vhodnější typy obalů, ale docházelo i k využívání horších typů, to byl závažný problém, protože docházelo k poškozování kořenových systémů sazenic a tento problém se často ukázal až za dlouhá léta po vysazení (Jurásek et al. 2006).

Při sadbě krytokořenných sazenic (obalovaných), se používá především jamková metoda, která byla popsána u výsadby prostokořenných sazenic. Jiné metody jako třeba kopečková, anebo štěrbinová se nepoužívají. Mohou být výjimky, kdy při úzkém kořenovém balu je možné využít štěrbinovou výsadbu sazenic. Sadba krytokořenných sazenic se využívá především v mělkých půdách, chudých půdách nebo v půdách, kde jsou extrémní podmínky pro sazenice. V případě mělkých půd musí před zalesněním nastat nákladné přípravné práce, aby byla zaručena maximální ujmavost sazenic. Minerálně chudé půdy mají zásadní problém v tom, že sazenice v době největšího růstu nemají přístupné živiny v půdě, a to kvůli nedostatku vláhy v půdě. Při zalesňování takovýchto půd je nutné nejdříve provést pedologický průzkum.

Výsadba krytokořenných sazenic do půdy s extrémními podmínkami je v hodná především proto, že není oslaben kořenový systém jednotlivých sazenic. Ovšem výsadbou takovýchto sazenic nejsou ovlivněny nepříznivé vlivy v půdě, pouze sazenice má vyšší ujímavost. Při sadbě do zamokřených lokalit je nutné sázet pomocí kopečkové, anebo záhrobcové metody (Vacek, Simon 2009).

Doba výsadby se liší od doby výsadby prostokořenných sazenic. Krytokořenné sazenice můžeme sázet po celý rok, pokud není zmrzlá půda. Na půdách kamenitých, anebo půdách, které mají tendenci vysychat, je doporučeno sázet sazenice v jarním termínu. Výhody této metody jsou, že sazenice je možné sázet do různě poškozených půd, anebo jinak nevhodných pro růst. Samozřejmostí jsou i nevýhody dané metody. Hlavní nevýhodou je vysoká pořizovací cena sazenic. Další nevýhodou je předražená mechanizace na výsadbu těchto sazenic (Vacek, Simon 2009).

3.4.6. Další druhy sadeb

Štěrbínová metoda je druhou nejpoužívanější metodou po jamkové metodě výsadby prostokořenných sazenic. Metoda je velice podobná té jamkové, ale s tím rozdílem že se zde používá sazeč k výsadbě. Sazečem se udělá štěrbina do půdy, do které se vloží sazenice. Důležité je, aby u sazenice nedošlo k nepřírodní poloze kořenového systému. Mohlo by dojít k poškození, nebo úmrtí sazenice. Po vložení sazenice do štěrbiny se druhým vpichem sazenice upevní v půdě. Tato metoda je vhodná k výsadbě sazenic s kuželovitým kořenovým systémem (Baláš, Kuneš 2014).

Koutová metoda není často využívána. K této metodě se používá sekeromotyka, kterou se vykope jamka, do které se vloží sazenice. Metoda se využívá na nezabuřenělých a lehkých lokalitách (Vacek, Simon 2009).

Brázdová metoda se využívá se především na lehčích půdách s nižší hladinou podzemní vody. Mechanizace určená pro tento způsob se nazývá rýhovací zalesňovací stroj. Princip tohoto stroje je velmi podobný lesnímu pluhu. Rozdílem je pouze to, že je zde přítomen pracovník. Nůž rozřízne půdu a vytvoří brázdou, do té je pak vložena sazenice přítomným pracovníkem. Nakonec utlačovací válce přitlačí sazenici v brázdě (Baláš, Kuneš 2014).

3.4.7. Zásady pro prostorové uspořádání

Pokud chceme, aby výsadba dřevin měla větší šanci na úspěch, je potřebné provádět výsadbu do skupin. Jednotlivé skupiny mohou být různě veliké, pokud se jedná o velké skupiny, tak se musí dělit na menší pracovní pole, z důvodu přístupu mechanizace na lokalitu. Je také potřebné brát ohled na stanovištní nároky jednotlivých dřevin. Sazenice jsou vysazovány do sponu, který může mít různé tvary například čtvercový, obdélníkový, trojúhelníkový nebo pásový. Spon je pravidelný geometrický obrazec, který vysazené sazenice vytváří a může mít už výše zmíněné tvary. Spon může být pravidelný i nepravidelný. Pravidelný spon je vhodný z technologického hlediska, každá sazenice využívá stejný kořenový a vzdušný prostor a také je jednodušší přístup mechanizace na lokalitu. Nepravidelný spon má také své výhody. Sazenice v nepravidelném sponu jsou vysazovány do vhodných míst například za pařezy nebo na místa s bohatým humusem, ovšem je nutné i v případě nepravidelného sponu dodržovat jistá pravidla rozmístění sazenic na lokalitě (Vacek, Simon 2009).

Výsadba může mít různé formy smíšení, jako například jednotlivé smíšení, hloučkovité smíšení, skupinové smíšení, anebo řadové smíšení. Jednotlivé smíšení je vhodná volba především pokud se příměšná dřevina chová spíše dominantněji než dřevina základní. Zejména je toto chování vhodné v mladém věku. Hloučkové smíšení je vhodné pro dřeviny, které nejsou předurčeny k tvorbě porostů. Hloučky, které jsou vytvořeny při této formě výsadby, dávají možnost přežít a uchytit se několika jedincům, kteří jsou z daného hloučku nejsilnější. U této formy výsadby je důležitá i velikost jednotlivých hloučků. Skupinové smíšení se využívá u dřevin s vyšší sociabilitou, nebo také u dřevin, které primárně netvoří smíšené porosty. Tato forma se také využívá na výsadbu dřevin, které mají sloužit jako cenné sortimenty. Řadové smíšení je vhodné z důvodu mechanizované výsadby sazenic. Tato forma výsadby se využívá při vytváření větrolamů, kde jednotlivé řady musí být orientovány kolmo na předpokládané proudění větru. Zákonem je i stanovený minimální počet sazenic na jednotlivé tvary a velikosti ploch. Tabulky s jednotlivým rozdělením jsou k dispozici v příloze č. 6 k vyhlášce č. 139/2004 (Vacek, Simon 2009).

Jednou z dalších zásad je dbát na stabilitu porostních směsí. Pokud tedy zalesňujeme zemědělské plochy, je důležité dbát na okrajové porosty. Ty jsou velmi náchylné na poškození větrem. Další důležité zásady jsou při tvorbě porostní směsi. Zde platí 5 základních pravidel (Vacek, Simon 2009).

- Pokud chceme dřeviny hlavně na produkci dřevní hmoty, tak tyto dřeviny tvoří nejpočetnější podíl v celkovém složení směsi.
- Při výsadbě melioračních dřevin je vhodné je rozmístit po celé ploše.
- Krycí dřeviny mají řadové, nebo skupinové smíšení. Řadové smíšení se u krycích dřevin používá především v mrazových oblastech.
- Dřeviny, které slouží ke zpevnění půd, anebo ke zpomalení vzdušné masy se většinou vysazují v řadách.
- Pokud se jedná o lokalitu, na které je těžké provádět zalesnění, tak směs pro výsadbu je předem dána zalesňovacím projektem.

3.5. Používané dřeviny

3.5.1. Hospodaření na zalesněných lokalitách

Při výběru vhodných dřevin tu vždy přetrvával ten problém, že z ekonomického hlediska bylo nejvýhodnější zvolit pouze monokultury smrku a borovice. Tento problém podporují i zákony, které ulehčují použití smrků a borovice, naopak udržení minimálního podílu listnatých dřevin je z pohledu zákona těžší. Po roce 1996 s nástupem nových ekologických trendů ze zahraničí se situace vylepšuje, ale pořád to není dostatečné. Při zalesňování se v dnešních dobách nedaří dodržovat MZD (meliorační a zpevňující dřeviny). Probíhá to tak, že při první výsadbě je dodržen minimální podíl MZD, ale v druhém kroku zalesnění (vylepšení), už není dodržen minimální podíl MZD a následně v prořezávce a probírce se podíl MZD stále zmenšuje. Pro udržení hospodářství, které je přírodě blízké, je nutné stanovit minimální podíl (Vacek, Simon 2009).

Jako indikátor pro zjištění podílu přírodě blízkých dřevin mohou být právě jen domácí dřeviny. Na základě tohoto indikátoru stanovuje zákon jednotlivé typy dřevin, řadí je do tabulky, ve které jsou zohledněna různá kritéria výskytu jednotlivých dřevin. Jednotlivá kritéria mohou být například vodní režim půdy, nadmořská výška, anebo trofnost stanoviště. Na základě této tabulky můžeme mluvit o jednotlivých dřevinách jako o původních, přirozených, nebo ovlivněných člověkem. Nejvhodnější možností je použít takovéto dřeviny, aby byl splněn minimální podíl přirozených dřevin (Vacek, Simon 2009).

3.5.2. Tvorba směsi na zalesnění

Jedním z důležitých faktorů pro úspěšné zalesnění je správná tvorba porostní směsi. Směs musí být vytvořena tak, aby splňovala velikostní i tvarové požadavky. Takovéto požadavky ovlivňují zejména cenu výsadby, ale také volbu vhodné mechanizace, která musí odpovídat jednotlivým požadavkům. Dále je těmito požadavky ovlivňována i samotná péče o vysazený porost. Jednou z dalších důležitých zásad při tvorbě směsi je brát v úvahu ekologické nároky, kompetiční vztahy, pěstební a produkční rizika dřevin, ale nejdůležitějším faktorem pro vlastníka lesa je ekonomická výtěžnost dřevin. Z tohoto důvodu mohou být zemědělské půdy zalesňovány sukcesními dřevinami, které mají rychlý růst a poskytují jednak velký ekonomický zisk, ale také připravují půdu na cílové zalesnění (Vacek, Simon 2009).

Při volbě směsi je možné zvolit mezi krátkodobým cílem, nebo dlouhodobým cílem. Při volbě krátkodobého cíle sestavíme směsi tak, aby náklady na zalesnění byly co nejmenší a výnos co největší. Dále při volbě krátkodobého cíle můžeme čerpat dotace a jiné finanční výhody. Tento postup ovšem není vhodný pro dlouhodobé hospodaření na dané půdě. Dochází k vyčerpání půdy a narušení ekologické stability. Pokud ovšem zvolíme dlouhodobé cíle, tak musíme zohlednit i jiná hlediska a výsadba se může prodražit. V tomto případě se nemůžeme ani řídit kritérii pro získání dotace (Vacek, Simon 2009).

Důležitým kritériem při volbě směsi je ekonomická otázka. Zalesňovací práce jsou ekonomicky ovlivňovány volbou mechanizace na výsadby dřevin, například metoda setí semene vyžaduje jinou mechanizaci než výsadba sazenic. Další možnost, jak může být ovlivněna ekonomie, může být volba takových dřevin, na které se vztahuje získání dotace a jiných finančních prostředků. I volba sazenic s nižším hektarovým počtem sazenic, nebo cena sazenic, může hrát svou roli v získání dotace a ekonomické otázce. Posledním, a asi nejdůležitějším faktorem, který ovlivňuje ekonomickou stránku, je následná péče o vysazené dřeviny. Volba dřevin, které se snadno a rychle zapojují, je ekonomicky vhodnější než dřeviny, které potřebují vyžínání, ochranu před zvěří a jiné ochrany. Podmínky na stanovišti jsou také důležité při volbě sadební směsi. V České republice jsou nejvýznamnějšími faktory nadmořská výška a expozice terénu. Na našem území není zatím vytvořeno komplexní typologické mapování. Probíhá však jeho zpracovávání. Zhotovovatelem takového mapování je ÚHÚL. Ekologické vztahy jak mezi dřevinami samotnými, tak i vztahy mezi dřevinami a okolím jsou také podstatné při volbě vhodné směsi na zalesňování. Pokud jsou ignorovány ekologické vztahy mezi dřevinami, tak

dochází ke snížení stability porostů, zpomalení růstu dřevin a jiným nežádoucím efektům. Dalším důležitým faktorem při volbě porostní směsi, je chování jednotlivých směrů v porostu. Tento faktor výrazně souvisí s ekologickými vztahy mezi dřevinami. K dosažení kvalitního cílového porostu je důležité, aby jednotlivé směsi měly ať už shodné, nebo rozdílné růstové dynamiky jednotlivých dřevin. S tím souvisí i volba dřevin podle kořenového systému. Některé dřeviny mají mělké kořeny, například smrk, a jsou proto náchylné na vyvrácení větrem. Jiné dřeviny mají hluboké kořeny, například borovice. Takovéto dřeviny jsou odolné vůči vyvrácení, a navíc vracejí část živin ve formě odpadu do půdy. Posledním kritériem při volbě porostní směsi, je stále měnící se základní klima. Vhodnou obranou je výsadba více dřevin na jedné lokalitě z důvodu vymření jedné dřeviny na lokalitě. Lesy jsou dlouho rostoucí, a proto změna základního klimatu může výrazně ohrozit růst lesa (Vacek, Simon 2009).

3.5.3. Sledované dřeviny

3.5.3.1. Douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* /Mirb./ Franco):

Je to introdukovaná dřevina, která k nám byla dovezena v 19. století. Její původní místo výskytu bylo pobřeží na západní straně Severní Ameriky, od Kanady až do střední Kalifornie, Washingtonu a Oregonu. Jedná se o druh, který je vždyzelený a dosahuje velikých rozměrů je to také rychle rostoucí strom. Jedinci tohoto druhu dosahují výšky 60 – 75 m. V mládí je kůra douglasky hladká a zelenošedá bývá také pokryta pryskyřičnými puchýřky. V pozdějším věku se kůra mění na červenohnědou tlustou a hluboce rozpraskanou borku. Jehlice tohoto stromu jsou měkké a zploštělé. Délka jehlic u douglasky bývá 15 – 35 mm, šířka jehlic je 1 – 1,5 mm. Jehlice jsou na bázi stopkovitě zúžené, na konci bývají tupě zašpičatělé. Zeshora mají jehlice tmavozelenou barvu. Zespoda mají na spodní straně charakteristický bělavý proužek s průduchy. Charakteristické pro jehlice douglasky je, že po rozemnutí voní po citrusech. Letorosty douglasky jsou červenavé, až žlutozelené, mohou také obsahovat krátké chloupky. Pupen douglasky je červenohnědý, vějířovitý a ostře zašpičatělý. Velikost jednotlivých pupenů může být 6 – 10 mm. Šišky jsou převislé, nerozpadavé a mají typicky nápadné podpůrné šupiny, které vyčnívají o 10 - 15 mm ze šišky. Délka šišek je 5 – 10 cm, šířka je 2 – 3 cm. Barva bývá po dozrání světle hnědá. Semena douglasky jsou okřídlená a 5 – 7 mm veliká. Kořenový systém vytváří na hlubokých půdách dlouhý kůlový kořen. Na mělkých půdách je kořen kratší, ale bývá o to více rozvětven a proto douglaska netrpí vývraty (Slávik 2004).

Douglaska v mládí vykazuje, při dostatečném prostoru značný tloušťkový přírůst. Přírůst je velmi proměnlivý a to především kvůli změnám klimatických poměrů. Tyto výkyvy v přírůstu mohou negativně ovlivnit jakost dřeva. Tento růst douglasky lze pozorovat v uvolněných porostech většinou to jsou porosty ve stádiu tyčkovin a mlazin. Při výchově douglasky je důležité jednotlivé zákroky orientovat podle toho, jak jednotlivé porosty vznikaly. V nejmladších porostech provádíme intenzivní zásahy, pokud jsou nutné a to je například v případě husté přirozené obnovy. Nálety a nárosty v porostu musíme opakovaně regulovat vhodnými zásahy, ty provádíme většinou 3x za deset let. Cílem těchto zásahů je vytvořit rozestupy 2 x 2 m při horní výšce nárostů do 3 – 3,5 m. Pokud se jedná o porosty zakládané sadbou, což je většina porostů v ČR, je nutné jednotlivé zásahy volit podle počtu sazenic na plochu. Pro porosty ve stádiu tyčkoviny je zhotoveno několik růstových tabulek. Jsou sestaveny pro 3 bonity a pro 2 intenzity, silné probírky, resp. mírné zásahy. Na území ČR jsou vhodné především intenzivní systémy zásahů. V 50. letech 20. století vzniklo pravidlo, které říká, že v prvních zásahách se věnuje pozornost především utlačovaným jedincům, podprůměrné tvárnosti a špatného vzrůstu. Zásahy do porostu by měly být mírné a pravidelné a měly by se opakovat po 3 – 4 letech. Po dosažení 40 let je možné zintenzivnit zásahy a zasahovat i do úrovně. Probírky by měly být ukončeny ve věku kolem 70 – 80 let. Počet jedinců na hektar by měl být 200 – 250 (Šindelář, Beran 2004).

Bylo zjištěno, že douglaska má kvalitní dřevo, vysokou produkci a má i vhodný vliv na půdu. Douglaska je považována za dřevinu, která nezhoršuje nadměrné půdní prostředí a proto se začala u nás vysazovat. Plocha, kterou zabírá douglaska v dnešní době je velmi malá i přes její vhodné vlastnosti a využití se zastoupení douglasky příliš nezvětšuje. Samozřejmě je vyloučení zvětšování zastoupení v chráněných územích, která zabírají 23,6 % lesů v ČR. Je ovšem škoda nevyužít produkční a mimoprodukční potenciál této dřeviny a nevyužívat ho v hospodářských lesích nebo ho nezačlenit do konceptu polyfunkčního a trvale udržitelného hospodářství (Podrázský, Remeš 2008).

Podíly douglasky nepřesahují 1 % a v některých přírodních lesních oblastech (PLO) se s ní nepočítá vůbec. Tímto se nevyužívají možnosti pro zvyšování produkce lesa a pozitivní vlivy na ekologii, které jsou spojeny s touto dřevinou. Asi jednou z nejvýznamnějších příčin tohoto nevyužívání je odmítavý postoj jednotlivých orgánů ochrany přírody a to i v případě, kdy jde o hospodářský les a nikoliv o chráněné území. Douglaska se na území ČR vysazovala do nesmíšených porostů nebo jako výplňová dřevina smrku. Tyto nesmíšené porosty např.:

trnovníku akátu, douglasky a borovice černé mohly na větších plochách působit veliké problémy. Právě tyto nesmíšené porosty jsou hlavním argumentem ochránců přírody. V nesmíšených porostech je chybějící koevoluce mezi domácí faunou a flórou a nepůvodní dřevinou. Koevoluce vzniká společným a dlouhodobým obdobím obou jedinců v jedné lokalitě. Tyto negativní vlivy mohou být omezeny až odstraněny pokud se douglaska a jiné nepůvodní druhy pěstují jako složka smíšených porostů s velkým podílem domácích dřevin. Ovšem zakládání smíšených porostů s určitým podílem vhodných nepůvodních druhů je v současnosti obecným trendem střeoevropského lesního hospodářství, které se zaměřuje na ekologicky orientované postupy při pěstování a ochraně lesů. Douglaska je díky svým vhodným vlastnostem vhodnou dřevinou k zapojení do ekologicky orientovaného lesního hospodářství, kvůli schopnosti vytvářet s domácími dřevinami hodnotné porostní směsi (Šindelář 2003).

V ČR se můžeme setkat jen ojediněle se smíšenými porosty jinými než je douglaska a smrk. Právě tyto porosty jsou většinou negativně hodnocené. Při výsadbě porostů docházelo k tomu, že douglaska byla sázena v širokém sponu jako dřevina výplňová. Docházelo k přerůstání smrku douglaskou a ten pak ustoupil do podúrovně nebo meziúrovně, stávalo se, že smrk mohl být i zcela potlačen. Tvorba surového humusu, který má nepříznivé účinky na využití porostů je nevýhodou tohoto postupu. Pokud chceme dosáhnout dobrých výsledků, je vhodné používat do směsi s douglaskou buk a douglasku vysazovat v hloučcích, malých skupinkách nebo v řadách s větším rozestupem. Charakteristické pro takovéto porosty je výrazné vertikální členění. V pozdějších stádiích se vytváří dvoupatrové porosty, kdy douglaska je v horní etáži, zatímco buk vytváří podúroveň a meziúroveň. S ohledem na takto rozvrstvenou strukturu můžeme podpořit přirozenou obnovu lesa a vývojem náletů. Významnou roli má zde zaměření na cílové tloušťky jednotlivých dřevin. Jelikož douglasky jsou v horní etáži a rostou rychleji, tím tedy získají cílovou tloušťku dřívě, proto se se postupně těží a buk dorůstá přibližně o 2 - 3 desetiletí později, kdy je také těžěn a zároveň se přirozeně obnovován i s douglaskou. Výsledkem tohoto postupu by měla být další generace smíšeného porostu douglasky a buku vzniklá přirozenou obnovou. Produkce takto smíšených lesů buku a douglasky se pohybuje průměrně kolem produkce nesmíšených porostů buku a douglasky. Pro smíšené porosty je charakteristická vysoká objemová hodnotová produkce a různé variabilní postupy při pěstování. Pokud bychom chtěli takovýto porost v nižších LVS, tak je možné nahradit buk lípou. Lípa má stejně jako buk schopnost růst v prostředích s nedostatkem světla, proto může růst i v podúrovních a meziúrovních, lípa navíc přispívá svým opadem listů

k tvorbě vhodných forem humusu. I když je douglaska ve vyhlášce MZe č. 83/1996 Sb. v hospodářských souborech vedena jako MZD, vtroušená nebo příměsná, tak nejsou vyloučeny jiné typy směsí. Lze pozorovat, jak douglaska v našich podmínkách přirozeně zmlazuje a nalétává bočně do sousedních porostů, které mají jiné druhové složení. Pokud se výchovné zásahy neprovádí včas, tak se stává, že vznikne nesmíšená skupina anebo porost douglasky. Specifickým charakterem se vyznačují porosty, ve kterých se vyskytuje borovice lesní. Tyto porosty vznikají podsadbou douglasky do uvolněných porostů borovice. Při uvolnění porostů borovice středního věku a dospívajících porostů se začínají vyskytovat příznivé ekologické podmínky pro růst douglasky. V takto smíšených porostech má douglaska pomalejší přírůst než na volné ploše. Díky borovicím, které jí vytváří clonu horní etáže, je douglaska chráněna před mrazy a zimním vysycháním. Za poslední roky můžeme pozorovat trend, kdy se uvolněné porosty borovice podsazují jak douglaskou, tak i bukem, tím v zástinu vzniká do budoucna vhodná směs smíšených porostů (Šindelář 2003).

3.5.3.2. Dub letní (*Quercus robur* L.):

Rod *Quercus* obsahuje zejména dřeviny stromového vzrůstu, ale v menší míře i zástupce dosahující pouze vzrůstu keřovitého. Typický pro ně je veliký hlavní kořen v mladém věku. Později se vyskytují i horizontální kosterní kořeny. Listy jsou opadavé a mají jednoduchou čepel, většinou bývá členitá. Plod tohoto rodu je žalud a je to vejcovitá nažka, která je uložena ve zveličené číšce (Slávik 2004).

V lesnictví se především musí rozlišovat dub zimní a letní. Dub letní je oproti dubu zimnímu náchylnější na kolísání hladiny spodní vody, hlavně to jsou lužní ekotypy. Dále je náročnější na světlo a na živiny než zimní. Dub letní má dva základní ekotypy, a to jsou lužní a lesostepní. Není typické, aby dub letní tvořil nesmíšené porosty. Při tvorbě směsi je vhodné ho kombinovat s ostatními duby nebo jasaný, jilmy a lípami (Vacek, Simon 2009).

3.5.3.3. Borovice lesní (*Pinus sylvestris*):

Zástupci tohoto druhu jsou převážně stromy, ale mohou se zde vyskytovat i keře. Jehlice vyrůstají ve svazečcích na zkrácených brachybrastech a jsou vždyzelené. Borovice dělíme na dvou, tří a pěti svazečné. Samičí šištice se vyskytují po stranách a jsou jednotlivé nebo v přeslenu. Samčí šišky se hustě vyskytují na spodních částí větví. Může se stát u některých druhů, že šišky jednoho pohlaví převáží nad druhým. Šišky borovic mají konce šupin ztluštělé, což je pro ně charakteristické a dozrávají v druhém roce (Slávik 2004).

Je velmi benevolentní, co se týče ekologických nároků. Dokáže růst od nejnižších poloh, kde se vyskytují doubravy, až k horským porostům smrku. Může také růst na písčitých půdách, nebo na úplně podmáčených půdách. Ovšem, aby borovice mohla růst na takto rozličných lokalitách, je důležité při její volbě dbát na správný výběr ekotypu. Problém borovice je péče o mladé jedince, protože pokud se zanedbá péče, tak porosty jsou často napadány různými škůdci, nebo dochází ke vzniku netvárných porostů. Borovice se může sázet ve směsi s bukem, ovšem ten zejména v mládí není schopen udržet stejné růstové tempo s borovicí, a proto je nutné přimísit i dub do takovéto směsi. Dále se borovice může v nižších lokalitách mísit s habrem, nebo lípou (Vacek, Simon 2009).

3.5.3.4. Dub červený (*Quercus rubra* L.):

Tento dub je v ČR nepůvodní. Jeho původní místo výskytu je Severní Amerika odkud se k nám v 90. letech 19. století rozšířil. V České republice se hojně využívá jako okrasná dřevina, ale kvůli svým vhodným růstovým vlastnostem se využívá i v lesnictví.

Kmeny dubu jsou velmi mohutné. Kůra na kmenech bývá velmi dlouho hladká až kolem 60. let věku se začíná brázdřit. Stromy mohou být vysoké kolem 40 m. Listy tohoto stromu jsou matné a mají 3 – 5 laloků. Jednotlivé laloky oddělují zářezy, které sahají přibližně od jedné třetiny maximálně, až do jedné poloviny listu. Na konci každého laloku jsou tři úzké špičky. Řapíky listů dubu červeného jsou dlouhé 2 – 5 cm. Barva řapíků je načervenalá a jejich tloušťka se směrem k bázi zvětšuje. Pupeny jsou vejcovité 5 – 8 mm dlouhé a 3 – 5 mm tlusté. Terminální pupen je vždy větší než ostatní. Plodem tohoto stromu jsou žaludy. Dozrávají ve dvouletých cyklech, kdy v prvním roce dosahují malé velikosti a v druhém roce teprve dozrávají (Slávik 2004).

3.5.3.5. Javor mléč (*Acer platanoides*)

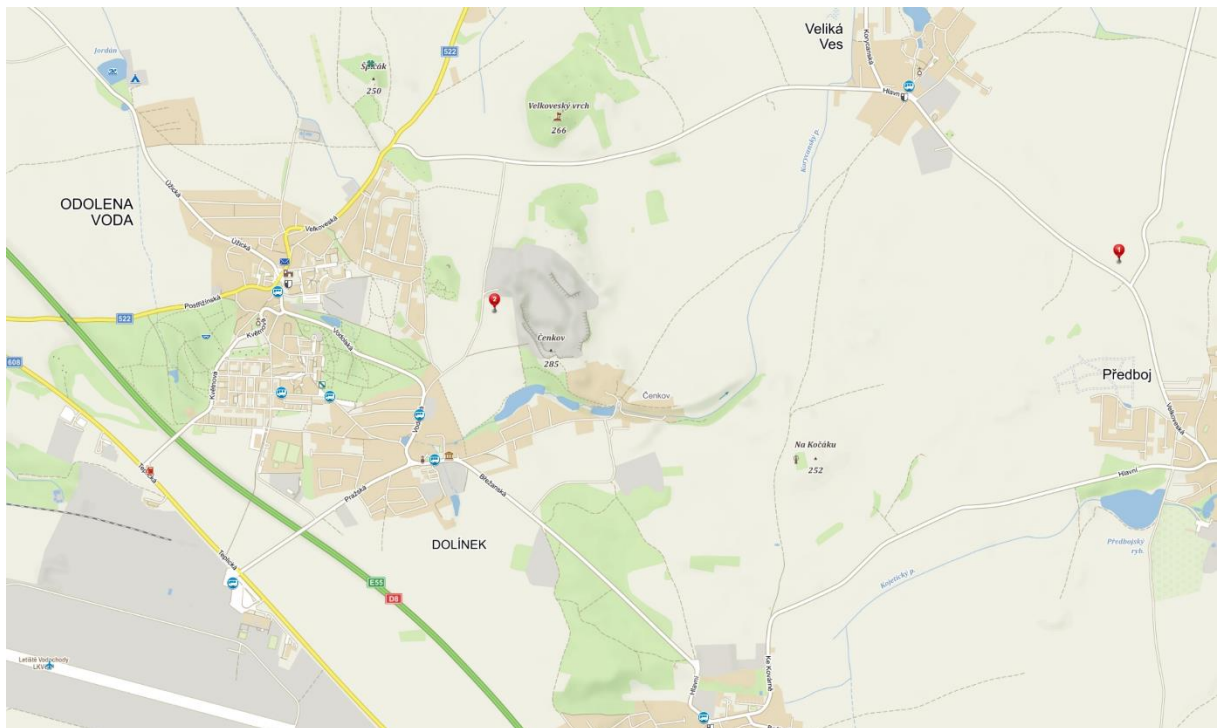
Jedná se o polostinovou dřevinu, které v mladém věku snáší dobře zástin, v pozdějším věku však potřebuje plné osvětlení. Je také odolný vůči mrazu. V České republice se mléč vyskytuje na celém území a od nížin až po podhorské oblasti. Stromy javoru jsou vysoké 20 – 30 m. Tloušťka se pohybuje kolem 1 metru. Kmen je přímý s hustou korunou, která je vejcovitá někdy bývá kulovitá. Kůra stromů je síťovitě rozbrázděná. Díky svému kořenovému systému, který tvoří krátký kůlový kořen s postranními kořeny je velmi odolný proti větru. Listy bývají 5 – 7 laločné,

laloky jsou hrubě vykrojené a jsou zubaté. Jednotlivé zuby na listech jsou zašpičatělé a zářezy jsou celokrajné. Řapík u listů je dlouhý 4 – 17 cm, charakteristické pro řapík je, že se z něj uvolňuje „mléko“ a proto se jmenuje javor mléč. Rozdílné délky jednotlivých řapíků a rozdílné velikosti čepelí vytváří listovou mozaiku, která umožňuje dokonalé rozprostření listů, tak aby zachytily co nejvíce dostupného světla. Plodem tohoto stromu jsou nažky, které jsou okřídlené. Nažky mezi sebou svírají tupý úhel a jsou ploché. Plodnost jednotlivých stromů začíná kolem 20. - 30. roku života. Pokud je však strom v zápoji může být plodný, až v pozdějších letech života (Musil, Möllerová 2005).

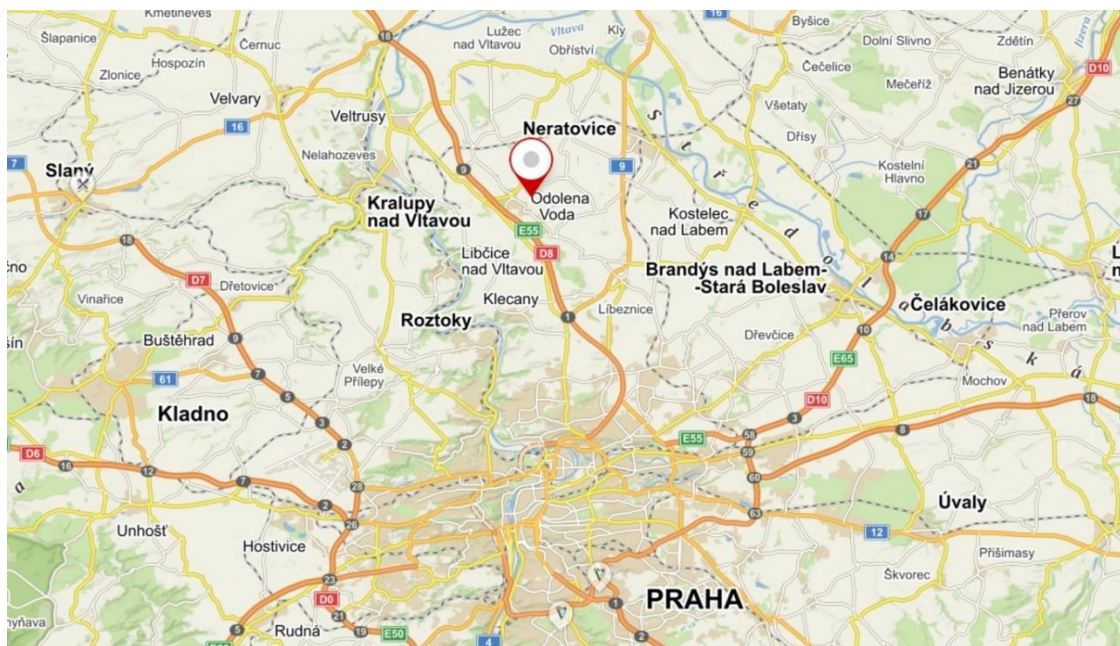
4. Materiál a Metodika

4.1. Charakteristika lokality

Trvalé výzkumné plochy byly založeny na bývalé zemědělské půdě, lokality se nachází v blízkosti obcí Předboj a Odolena Voda. Lokality byla pojmenovány „U hnojiště“ a „U lomu“. Vzdálenost od obce je vždy cca 1 km. Obce se nachází na severu od Prahy a cca 8,5 km od obce Hovorčovice. GPS souřadnice lokalit jsou: „U lomu“ N 50°13.95968', E 14°25.57743' a U „U hnojiště“ N 50°14.05927', E 14°28.21528'. Zájmové lokality se nachází v PLO (přírodní lesní oblast) - 17 Polabí, celková plocha této oblasti je 713 145 ha a lesnatost na této ploše je 14 %. Lokalita má nadmořskou výšku 256 m n. m. a její expozice je na sever. Okolí zkoumaných ploch tvoří vesměs zemědělské pozemky, vedle lokality „U lomu“ je lom. Půda vyskytující se na lokalitě „U hnojiště“ je černozem degradovaná, „U lomu“ pak je kambizem modální eubazická a mezobazická. Mateční substrát je tvořen břidlicí. Skeletovitost půdy je střední nebo malá a retence vody je vcelku dobrá (Tužinský et al. 2015).



Obr. č. 1. – Lokalizace výzkumné ploch (<https://mapy.cz/>)



Obr. č. 2. – Bližší lokalizace výzkumné plochy (<https://mapy.cz/>)

Oblast, ve které se lokalita nachází je klimaticky mírně suchá a teplá. Průměrná roční teplota v oblasti je 8–9 °C. Průměrný roční úhrn srážek je 500–600 mm. Ve vegetační sezóně je pravděpodobnost sucha na lokalitě 20–30 % (Tužinský et al. 2015, Cukor et al. 2017).

4.2. Založení ploch

Každá lokalita má rozlohu 14 400 m². Lokalita „U lomu“ byla následně rozdělena do 36 menších ploch, které mají rozlohu 20x20 m (Obr. 4). Výsadba jednotlivých variant byla provedena na jaře 2013. Byly vysazeny varianty:

- a) U hnojiště:
 - čisté porosty borovice lesní (spon 1 x 1 m, tedy 20 řad po 20 jedincích na plošce),
 - čisté porosty dubu letního (spon 1 x 1 m, tedy 20 řad po 20 jedincích na plošce),
 - listnaté porosty v liniových směsích, vždy tři řádky jedné dřeviny: dub letní, dub červený, javor mléč (spon 1 x 1 m, tedy 20 řad po 20 jedincích na plošce).
- b) U lomu
 - čisté porosty douglasky (spon 1 x 2 m, tedy 10 řad po 20 jedincích na plošce),
 - čisté porosty borovice lesní (spon 1 x 1 m, tedy 20 řad po 20 jedincích na plošce),
 - listnaté porosty v liniových směsích, vždy tři řádky jedné dřeviny: dub letní, dub červený, javor mléč (spon 1 x 1 m, tedy 20 řad po 20 jedincích na plošce).

Od každé varianty dřevinné skladby tedy bylo vysazeno 12 ploch. Z nich, v pravidelném rozmístění podle zásad polního pokusnictví, byly 4 plochy ponechány jako kontrolní, 4 byly při výsadbě pohnojeny 0,5 kg alginitu na jamku, zamícháno v jamce před výsadbou, a 4 byly stejně přihnojeny 1,5 kg alginitu na jamku (Obr. 4). Pro výsadbu se používal prostokořenný materiál s jamkovou technologií výsadby.

Poměrně značný podíl sazenic douglasky začal hned v prvních letech vykazovat příznaky žloutnutí asimilačního aparátu. Proto na části ploch na lokalitě „U Lomu“ (plochy 1 – 12) byly na podzim 2016 odebrány listové vzorky ze sazenic douglasky, žloutnoucích a s normálním zbarvením asimilačního aparátu. Z každé plochy byl odebrán jeden směsný vzorek z cca 50 jedinců u každého typu jehlic. Na podzim byly odebírány první ročníky, letorosty z 2. – 3. přeslenu. Celkem tak byly odebrány 4 vzorky zeleného a 4 vzorky žlutého jehličí a vzájemně statisticky srovnány. Využit byl program Statistica a neparametrický test Kolmogorov-Smirnov. Výsledky analýz byly porovnány s hodnotami indikujícími dostatečnou úroveň výživy douglasky podle Bergmanna (1988). Úroveň dostatečné výživy uvádí následující Tab. č. 1.

Tab. č. 1: Dostatečná výživa BO a DG podle Bergmanna (1988)

Dřevina	Živiny				
	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
Douglaska tisolistá (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	1,10 - 1,70	0,12 - 0,30	0,60 - 1,10	0,20 - 0,60	0,10 - 0,25
Borovice lesní (<i>Pinus silvestris</i>)	1,40 - 1,70	0,14 - 0,30	0,40 - 0,80	0,25 - 0,60	0,10 - 0,20

Tab. č. 2: Obsah makroelementů v jednoletém jehličí douglasky s různým zbarvením asimilačního aparátu (%)

Zbarvení jehlic	Makroelementy				
	N	P	K	Ca	Mg
Žluté	0,51a	0,123	0,930a	0,294a	0,087
Zelené	1,17b	0,197	0,628b	0,368b	0,098

Výsledky z podzimu 2016 dokládají kritický nedostatek dusíku v jehličí žloutnoucích sazenic a slabý nedostatek hořčíku tamtéž (Tab. č. 2). U sazenic s normálním zbarvením jehlic jsou všechny makroživiny na dostatečné úrovni, třebaže u dusíku, fosforu a vápníku se hodnoty

obsahu též blíží limitům indikujícím špatné zásobení těmito živinami. Statisticky významné rozdíly byly prokázány u dusíku, draslíku a vápníku. Stav výživy dusíkem souvisí s nízkým obsahem organické hmoty v půdě.

Na jaře 2017 proto byla pohnojena polovina sazenic, a to hnojivem STORAXAN, obsahujícím 26 % celkového dusíku (více než 20 % ve formě močovinoformaldehydu) a 16 % hořčíku. Hnojena byla vždy polovina plochy, tj. 100 sazenic, prvních 5 řádek po 20 sazenicích, níže po svahu. Ke každé sazenici byly vpraveny v obvodu korunky 4 desetigramové tablety.

4.3. Měření

Všechny živé sazenice byly měřeny od r. 2013, vždy v podzimním období, prozatím do r. 2016 (Cukor et al. 2016). Předmětem této práce jsou výsadby dubu letního na ploše „U hnojiště“ a douglasky na ploše „U lomu“, poslední byly měřeny i na podzim roku 2017. V období září – říjen tak byl změřen výškový přírůst sazenic v roce 2017 a odebrány opět listové vzorky u douglasky. Byly odebrány vždy z 20 až 30 jedinců na každé ploše, respektive dvakrát 20-30 jedinců na každé ploše, vždy žlutnoucí a normálně zbarvené sazenice, to vše z hnojené a z nehnojené části. Na dílčí ploše tak byly odebrány 4 směsné vzorky. Analyzován byl opět obsah makroelementů (N, P, K, Ca, Mg). Na každé ze 12 ploch s douglaskou tak byly odebrány 4 vzorky. Zároveň bylo hodnoceno zbarvení asimilačních orgánů: žluté x zelené, tak jak předešlý rok. Výsledky tak dovolují hodnotit přírůst a obsah makroelementů v jehličí douglasky vždy pro:

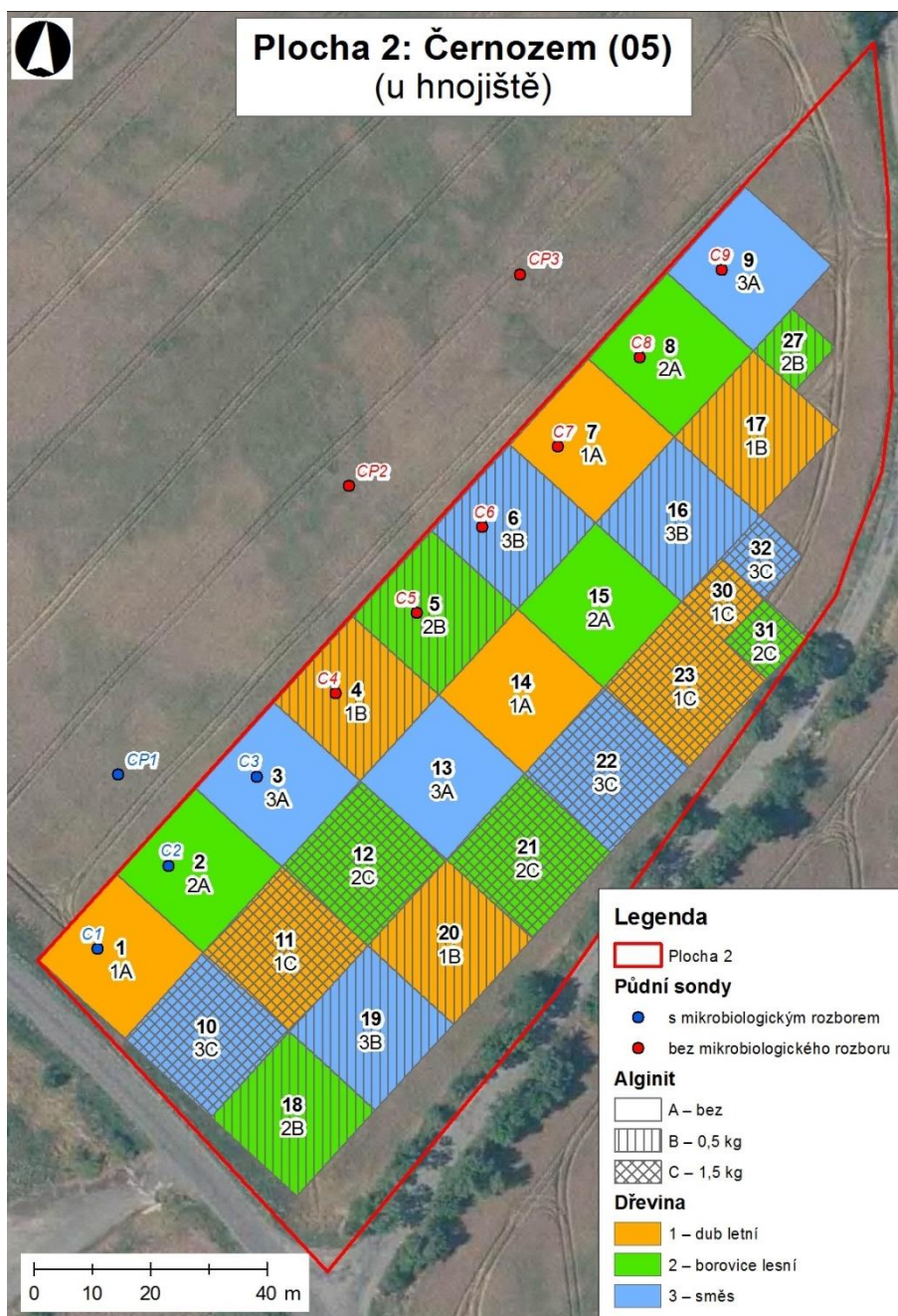
- různé dávky alginitu,
- žluté a normálně zbarvené sazenice,
- přihnojené a nepřihnojené sazenice.

U dubu letního umožňují výsledky hodnocení vlivu různých dávek Alginitu na ploše „U hnojiště“ a vliv růstu v čistém porostu a v příměsi.

Měření probíhalo na podzim jednotlivých let u dubu letního a u douglasky probíhalo i na podzim roku 2017. Začátek měření každé plochy byl v levém dolním okraji, odkud se systematicky postupovalo v jednotlivých řádcích směrem proti svahu. Každá sazenice tak má svoji stálou pozici v systému měření od roku 2013. Měřena byla celková výška. Díky tomuto měření byly zjištěny průměrné výškové přírůsty jednotlivých sazenic. Měření výšky sazenic probíhalo pomocí výškoměrné latě. Také bylo stanoveno zbarvení jednotlivých sazenic.

Zbarvení se rozdělovalo na 2 skupiny, a to zelená a žlutá. Rozdělení bylo posuzováno subjektivně.

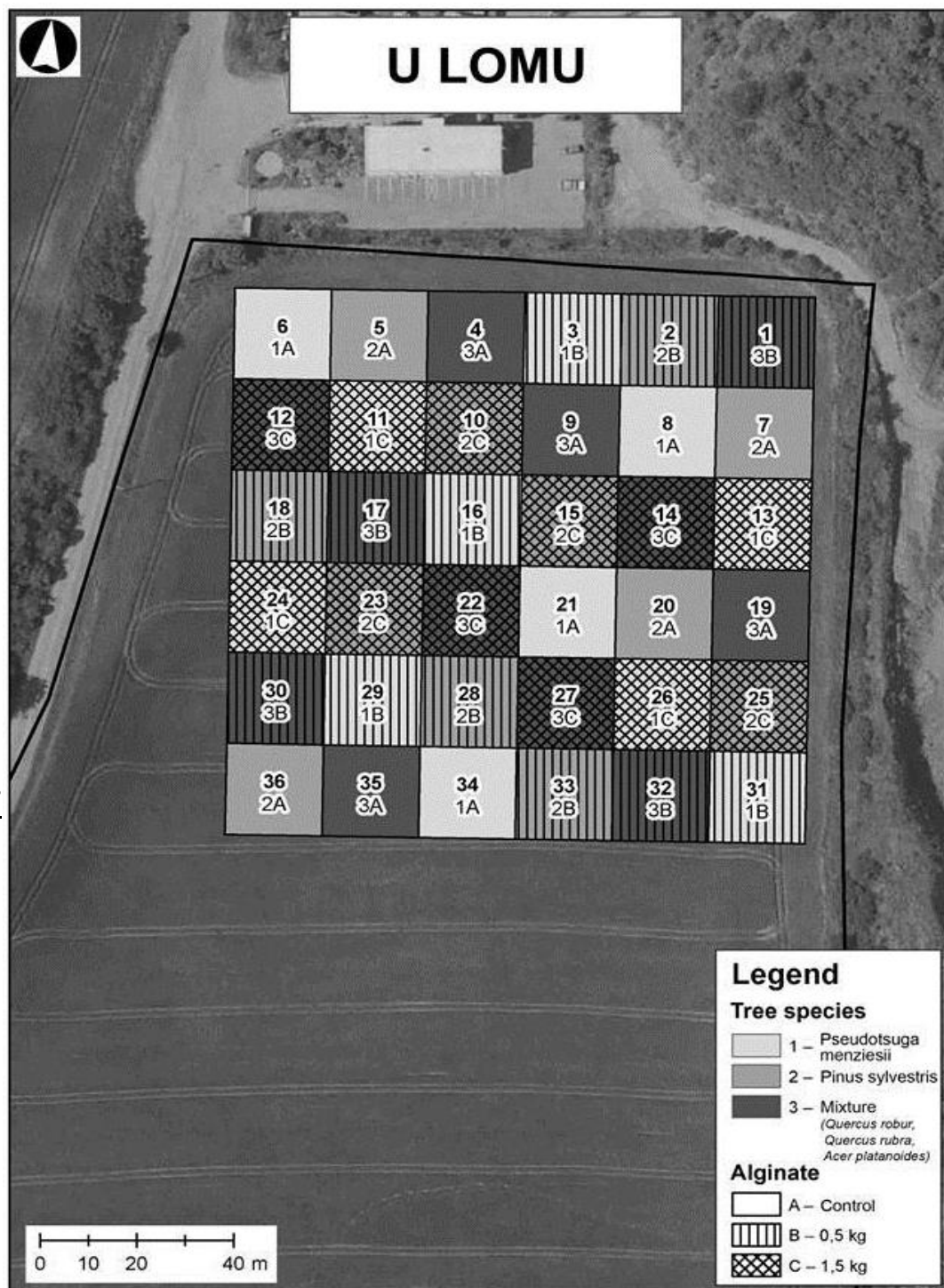
Výsledky umožnily vyhodnocení vzájemného vlivu různých dřevin, byla srovnávána celková výška sazenic dubu letního v čisté kultuře a ve směsi, u douglasky v řádcích sousedících s řádky jiné dřeviny, anebo opět s douglaskou. Sazenice v řádku uprostřed nehojené části plochy byly srovnávány s těmi v krajních řádcích, sousedících s jinou dřevinou.



Obr. č. 3 – Rozdělení zkoumané plochy a rozdělení druhů sazenic plocha „U hnojiště“ (Cukor et al. 2017)

4.4. Vyhodnocení výsledků

Pro zpracování naměřených dat byly využity standardní programy – Excel pro tvorbu databází a pro vlastní analýzu byly využity standardní statistické SW Statistica, ANOVA, Fisherův test.



Obr. č. 4 – Rozdělení zkoumané plochy a rozdělení druhů sazenic plocha „U lomu“ (Tužinský et al. 2015)

5. Výsledky

5.1. Růst čistých a smíšených kultur dubu letního na ploše „U hnojiště“

Stav kultur dubu letního na lokalitě „U hnojiště“ dokumentuje následující tabulka č. 3. U čistých výsadeb této dřeviny byla celková výška sazenic v roce 2016 nižší u přihnojených variant, v případě nižší dávky meliorační hmoty byly rozdíly statisticky významné. U smíšených kultur byla v případě nižší dávky celková výška sazenic naopak průkazně nejvyšší. Podobný trend pak byl patrný v případě výškového přírůstu v r. 2016: u meliorovaných variant v případě čisté kultury byly hodnoty přírůstu nižší, u smíšené kultury nebyl výškový přírůst nejvyšší na variantě přihnojené nižší dávkou Alginitu

Tab. č. 3 - Výsledky měření na ploše U Hnojiště v roce 2016 (různé indexy označují statistické rozdíly mezi variantami)

Typ kultury	varianta alginitu	výška 2016 cm	±SE	P hodnota	přírůst 2016 cm	±SE	P hodnota	průměrný zdravotní stav 2016
DBL čistý	A	71,7 a	0,8	=0,004	21,6 a	0,41	<0,001	1,6
DBL čistý	B	67,9 b	0,84		17,4 b	0,44		1,4
DBL čistý	C	69,3 ab	0,96		18,4 b	0,49		1,5
DBL_směs	A	75,4 ab	1,93	<0,001	24,8 a	1,01	=0,001	1,5
DBL_směs	B	79,9 b	1,76		25,9 a	0,92		1,5
DBL_směs	C	75,4 ab	2,01		20,8 b	1,04		1,4

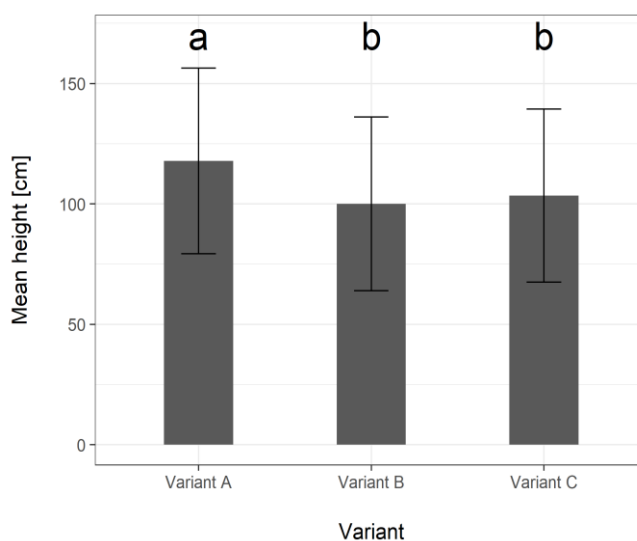
Pozn.: A – kontrola, B – 0,5 kg Alginitu na sazenici, C – 1,5 kg Alginitu na sazenici

Zdravotní stav byl v případě čisté kultury mírně příznivější na přihnojených variantách, u smíšených výsadeb tento trend patrný nebyl. Celkově byly hodnoty celkové výšky, přírůstu i zdravotního stavu příznivější v případě smíšené kultury.

5.2. Hodnocení výsadeb douglasky

5.2.1. Porovnání středních výšek douglasky

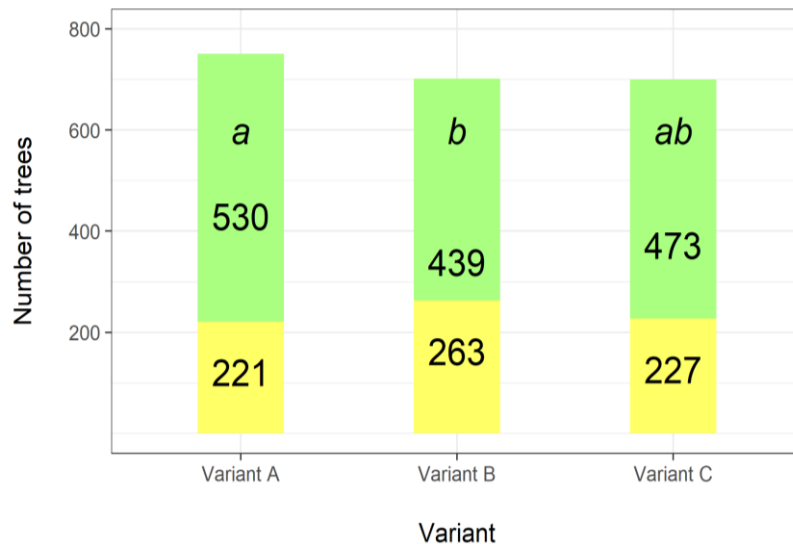
Výsadby douglasky byly hodnoceny v r. 2017. Na obrázku č. 5 můžeme pozorovat jednak rozdělení sazenic douglasky do 3 skupin podle aplikace různých dávek alginitu a také je možné vyčíst rozdíly mezi středními výškami. Z výsledků vyplývá, že varianta A, tedy kontrolní vzorek, vykazovala oproti ostatním přihnojovaným variantám statisticky významně větší průměrnou výšku při měření v roce 2017.



Obr. č. 5 – Porovnání středních výšek douglasky v roce 2017

5.2.2. Poměr žloutnoucích sazenic a normálně zbarvených sazenic

Při porovnání poměru žloutnoucích a zelených sazenic jsem vycházel z obrázku č. 6. Graf zahrnuje jednotlivé porovnání mezi třemi variantami podle aplikace alginitu a jednotlivé poměry mezi žlutými a zelenými sazenicemi. Počet žloutnoucích sazenic ve variantě A byl 221 jedinců, což činí 29,4 % z celkových sazenic. Ve variantě B tedy s 0,5 kg alginitu to bylo 263 jedinců, v tomto případě to činilo 37,5 % žloutnoucích sazenic. Varianta C obsahovala 227 žloutnoucích jedinců, tedy 32,4 %. Na variantách s aplikací alginitu je tak výskyt žloutnutí častější.



Obr. č. 6 – Poměr žloutnoucích sazenic a normálně zbarvených sazenic douglasky v roce 2017

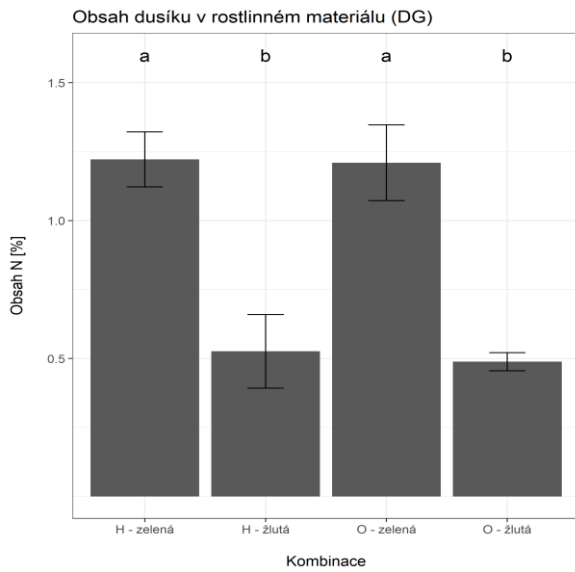
5.2.3. Obsah živin v jehlicích douglasky

Při analýze makroelementů v jehlicích douglasky byly měřeny následující prvky: dusík (N), fosfor (P), draslík (K), vápník (Ca), hořčík (Mg). Ve výsledcích byly také rozlišeny jehlice podle barvy na zelené a žluté. Dále byly rozlišeny jehlice pocházející ze sazenic hnojených H a z nehnojených sazenic O (Tab. č. 4).

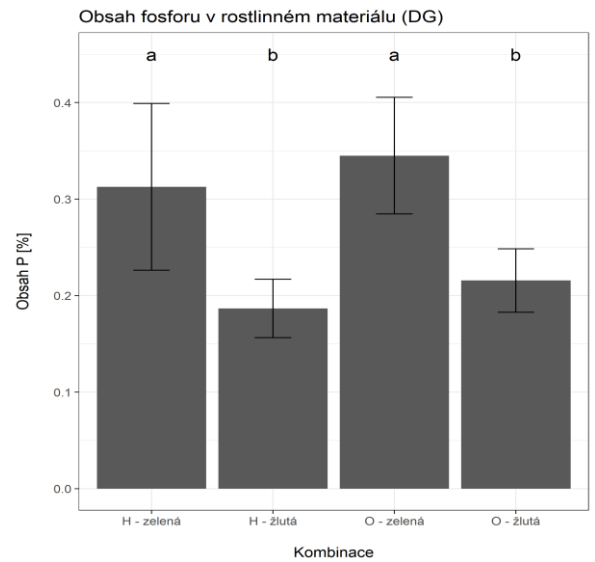
Tab. č. 4 - Obsah makroelementů v jehličí douglasky na ploše U lomu – podzim 2017

Živina	H-zelené	H-žluté	O-zelené	O-žluté
N	1,22	0,53	1,21	0,49
P	0,32	0,19	0,34	0,22
K	0,72	0,84	0,79	0,94
Ca	0,45	0,32	0,44	0,36
Mg	0,10	0,09	0,10	0,10

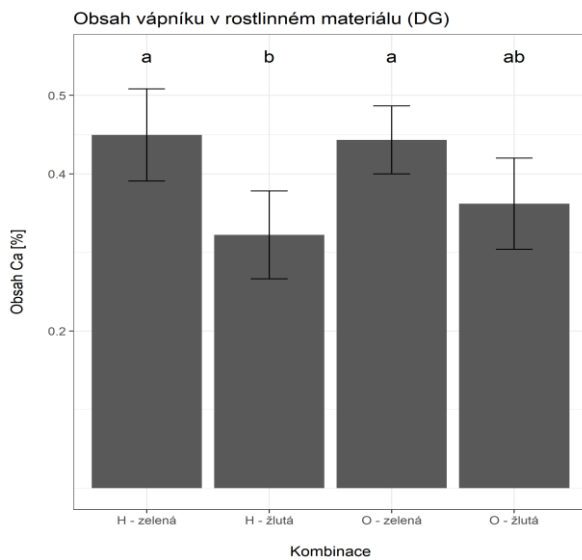
V následujících grafech je možno detailněji uvést získané výsledky. Každý z grafů uvádí zastoupení jednoho prvku a v jehlicích douglasky, která byla přihnojena hnojivem STORAXAN. Je tak vesměs patrný statisticky významný rozdíl mezi zelenými a žloutnoucími sazenicemi, není patrný rozdíl v obsahu foliárních živin mezi stejně zbarvenými sazenicemi přihnojenými a nepřihnojenými.



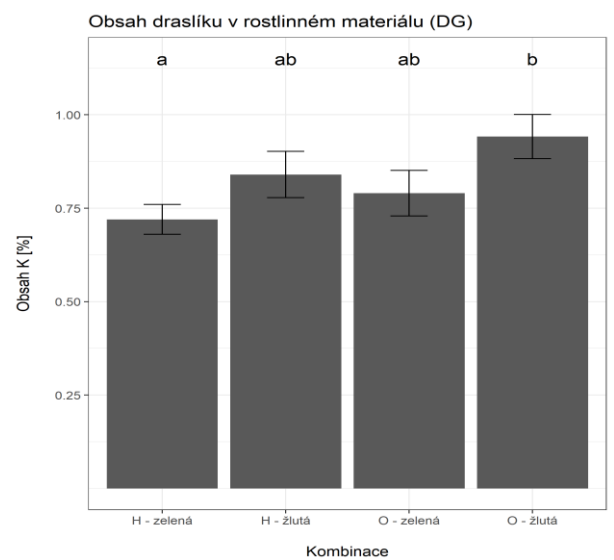
Obr. č. 7 – Obsah dusíku v jehlicích DG



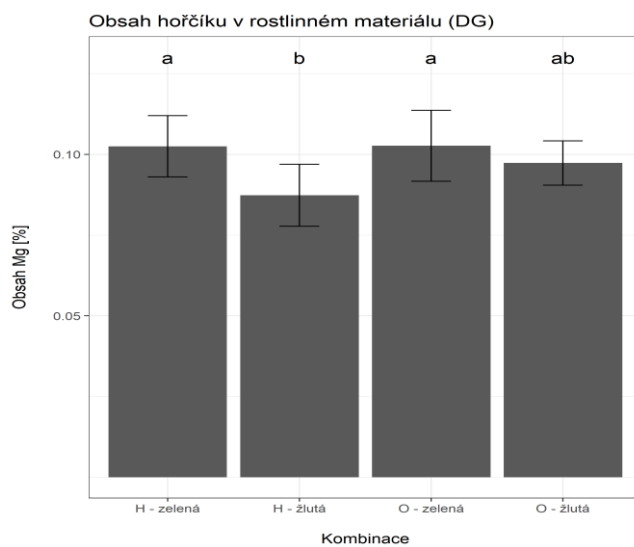
Obr. č. 8 – Obsah fosforu v jehlicích DG



Obr. č. 9 – Obsah vápníku v jehlicích DG



Obr. č. 10 – Obsah draslíku v jehlicích DG

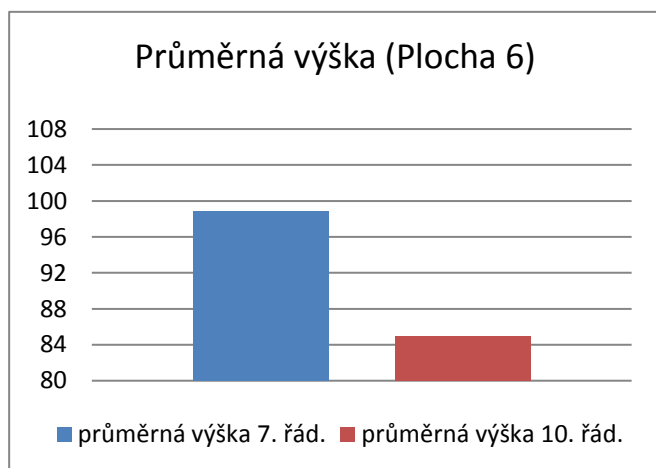


Obr. č. 11 – Obsah hořčíku v jehlicích DG

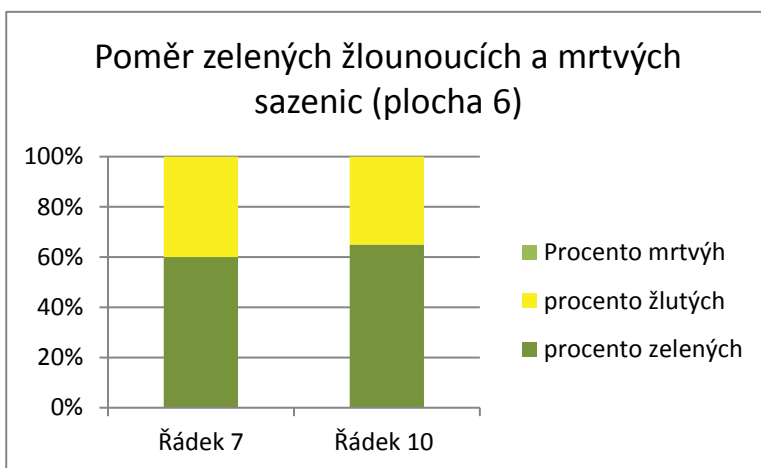
5.2.4. Srovnání řádků uprostřed ploch s řádky na okraji – vliv sousedních dřevin

Jednotlivé grafy dávají do poměru vždy řádek uprostřed a řádek, který sousedí s jinou dřevinou. Grafy nalevo zobrazují průměrnou výšku sazenic daného řádku. Výška je vždy uváděna v cm. Vpravo jsou vždy grafy, které obsahují poměr mezi zelenými a žlutoucími jedinci. V některých případech jsou v grafu zahrnuty mrtvé sazenice, pokud se vyskytovaly v daném řádku. Grafy jsou seřazené podle obsahu alginitu na podploše.

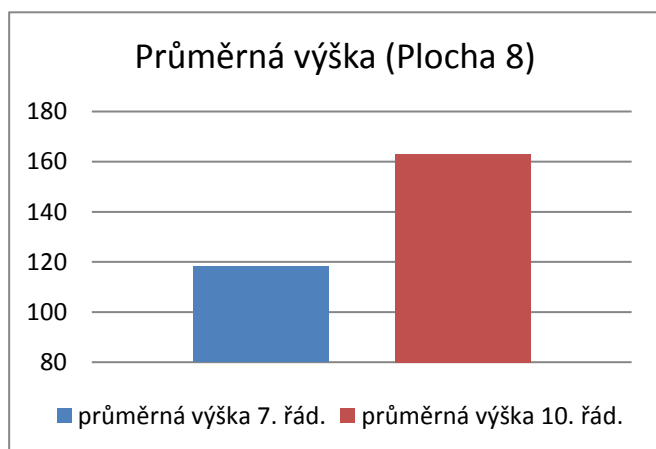
- Grafy podploch 6, 8, 21 a 34 pocházejí z kontrolních ploch, tedy neobsahují žádný alginít.
- Grafy podploch 3, 16, 28 a 31 jsou z podploch, na které bylo aplikováno 0,5 kg alginítu.
- Grafy podploch 11, 13, 24 a 26 jsou z podploch, na které bylo aplikováno 1,5 kg alginítu.



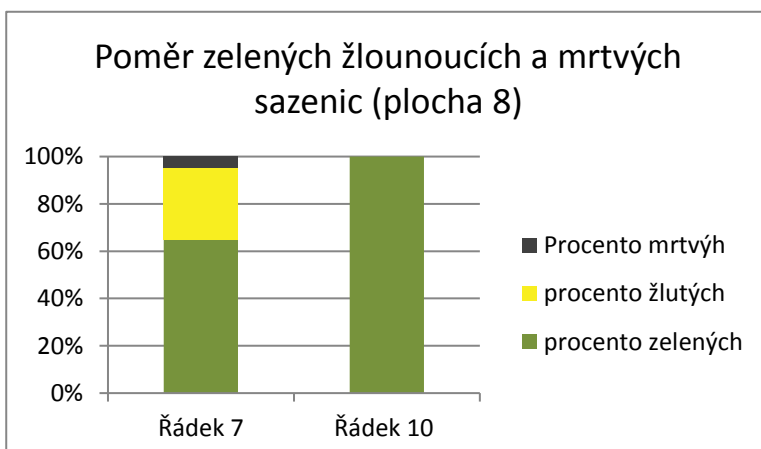
Obr. č. 12 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 6



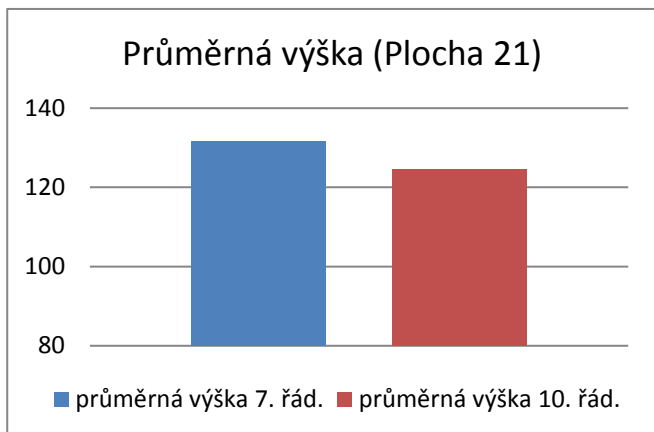
Obr. č. 13 – Poměr zelených, žloutoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 6



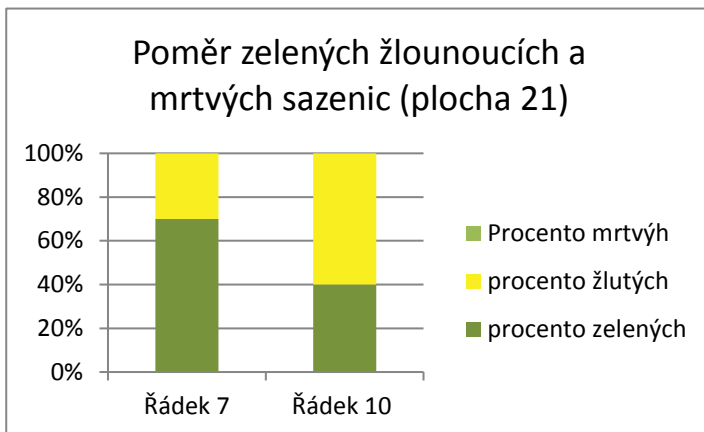
Obr. č. 14 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 8



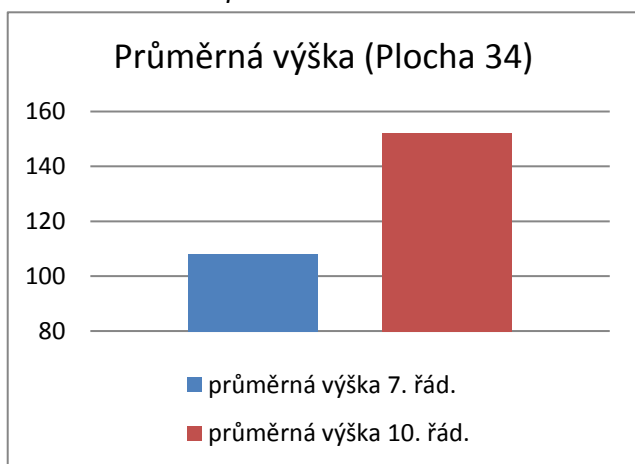
Obr. č. 15 – Poměr zelených, žloutoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 8



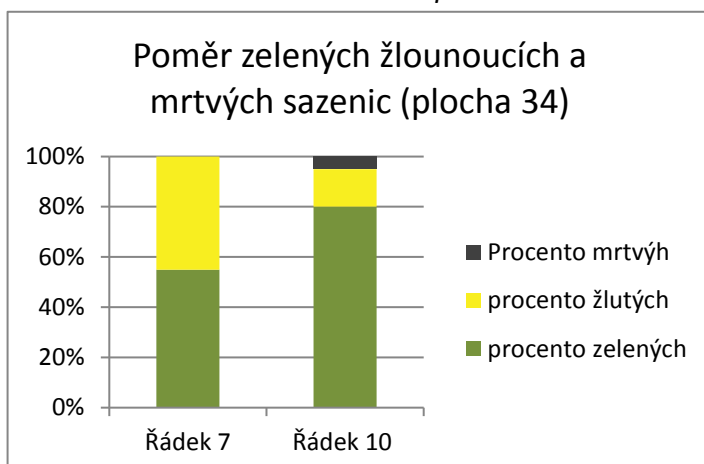
Obr. č. 16 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 21



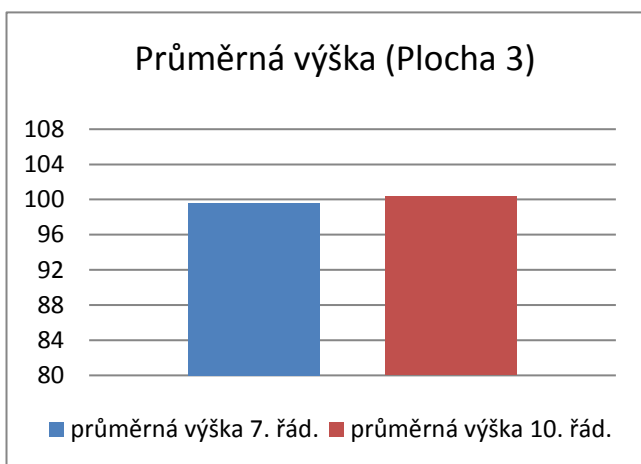
Obr. č. 17 – Poměr zelených, žloutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 21



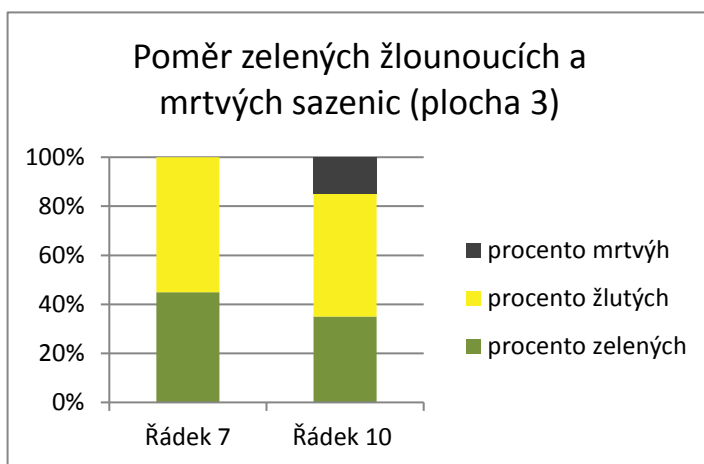
Obr. č. 18 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 34



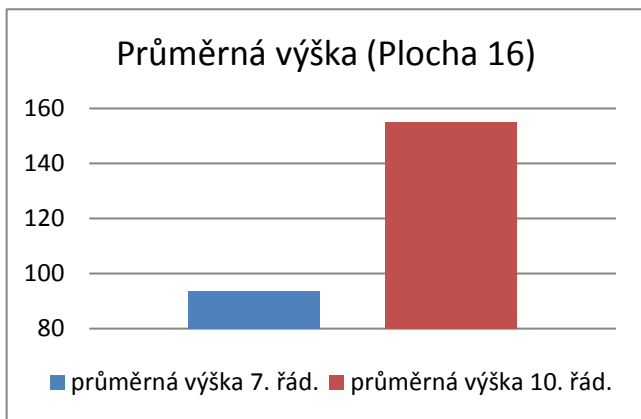
Obr. č. 19 – Poměr zelených, žloutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 34



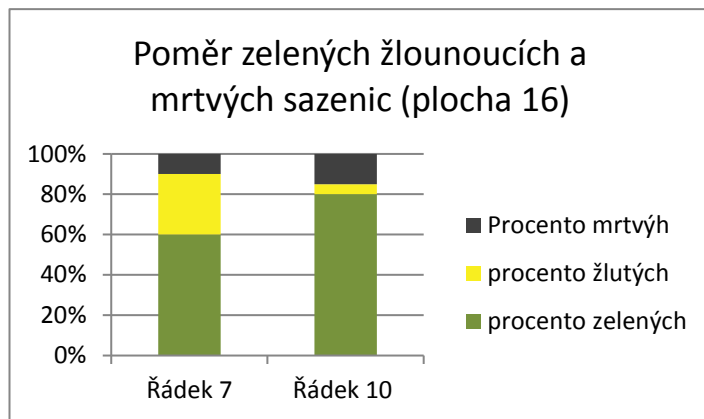
Obr. č. 20 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 3



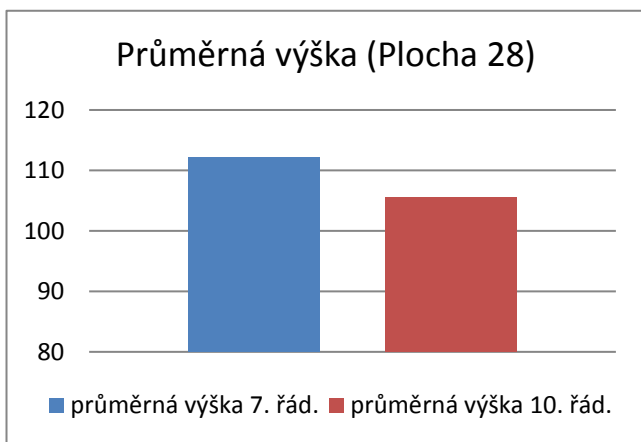
Obr. č. 21 – Poměr zelených, žloutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 3



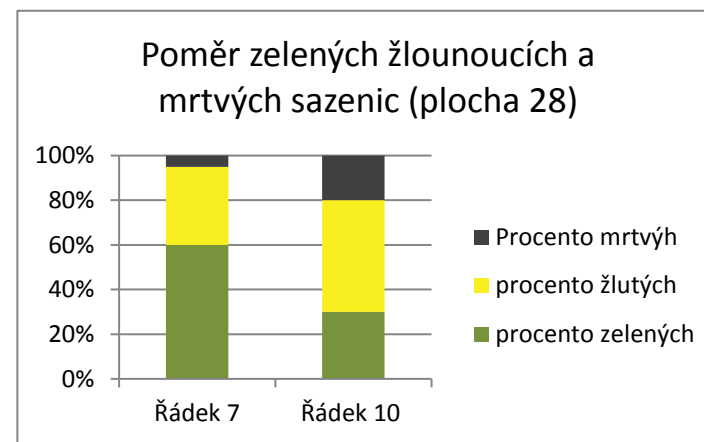
Obr. č. 22 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 16



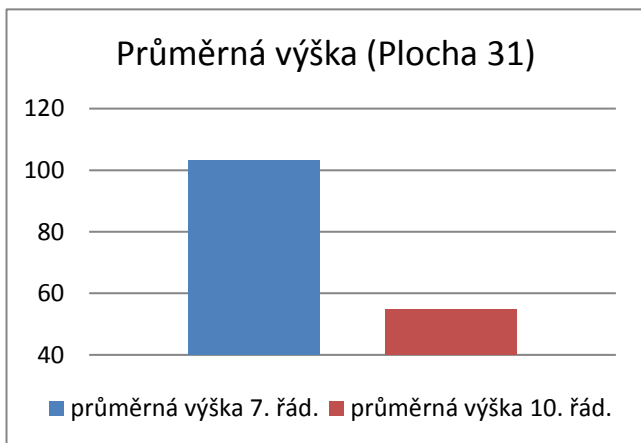
Obr. č. 23 – Poměr zelených, žloutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 16



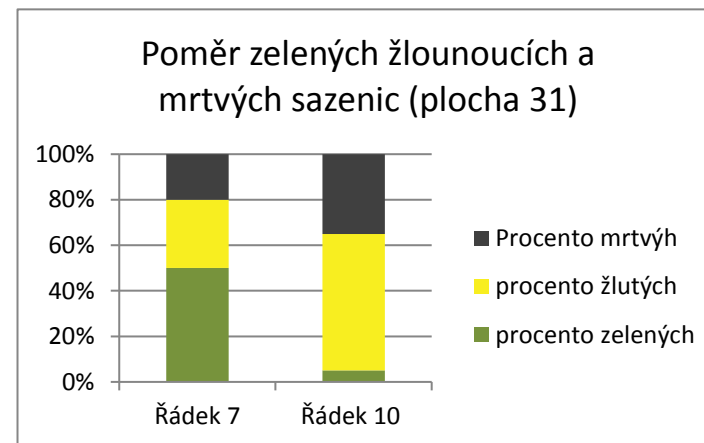
Obr. č. 24 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 28



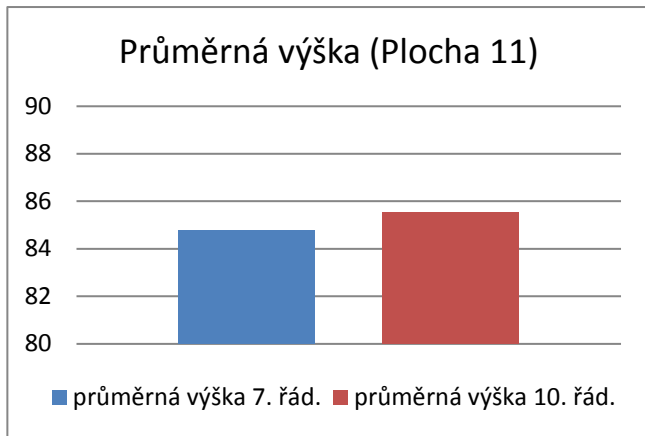
Obr. č. 25 – Poměr zelených, žloutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 28



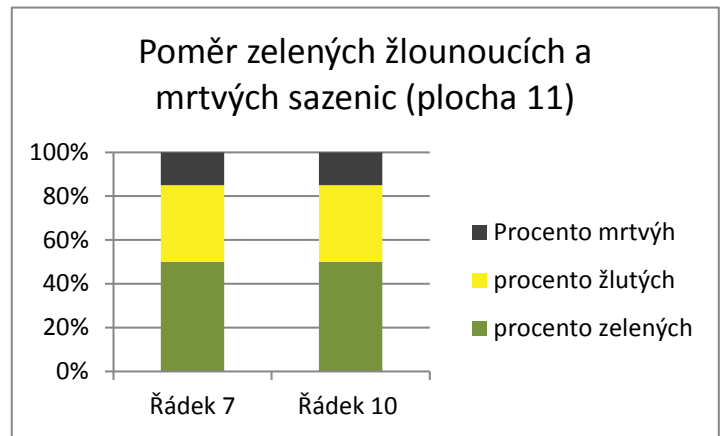
Obr. č. 26 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 31



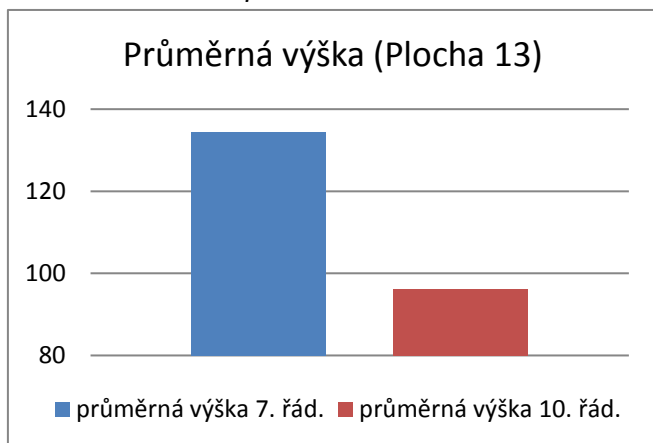
Obr. č. 27 – Poměr zelených, žloutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 31



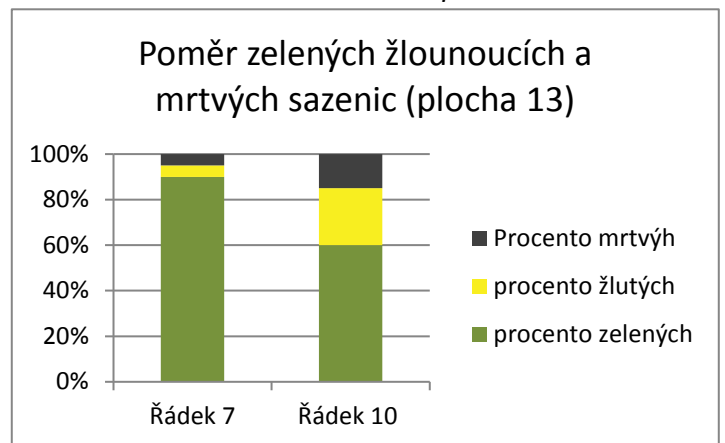
Obr. č. 28 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 11



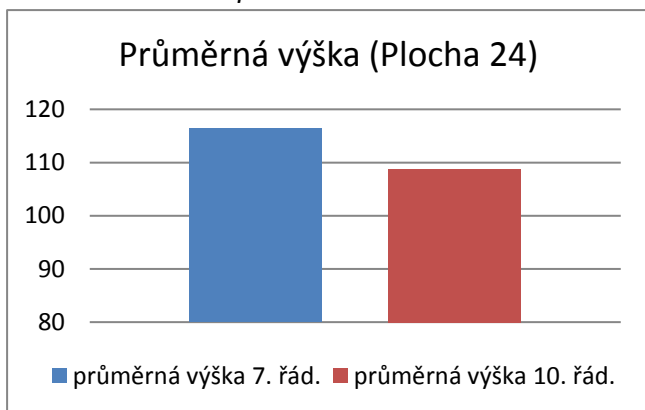
Obr. č. 29 – Poměr zelených, žloutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 11



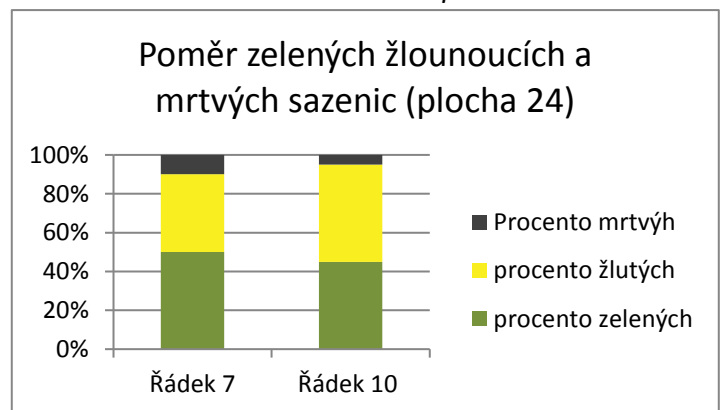
Obr. č. 30 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 13



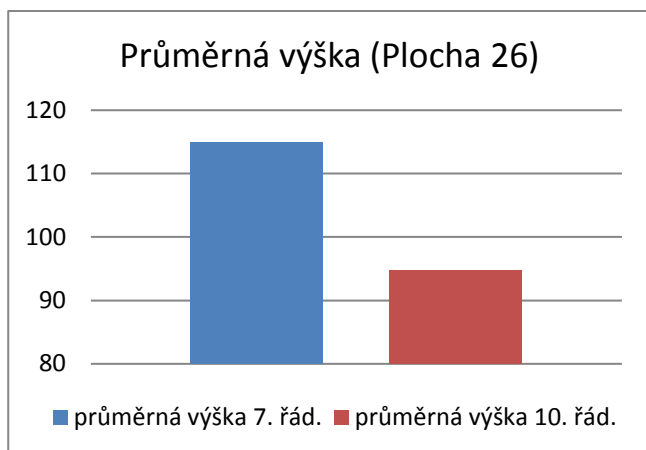
Obr. č. 31 – Poměr zelených, žloutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 13



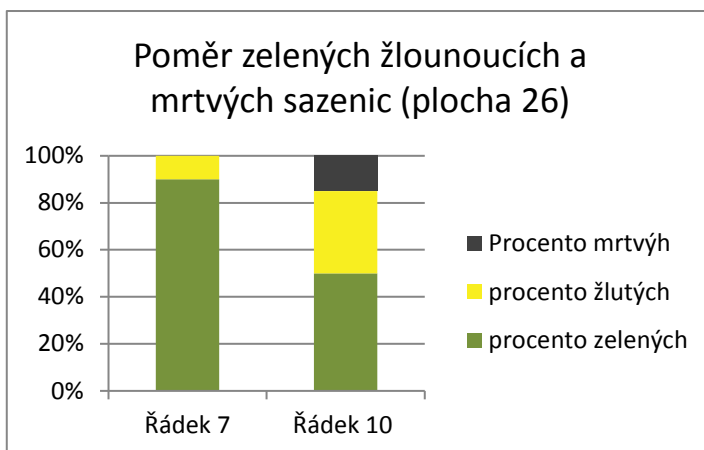
Obr. č. 32 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 24



Obr. č. 33 – Poměr zelených, žloutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 24



Obr. č. 34 – Průměrná výška 7 a 10 řádku na ploše č. 26



Obr. č. 35 – Poměr zelených, žloutnoucích a mrtvých sazenic 7 a 10 řádku na ploše č. 26

5.2.5. Vliv přihnojení v roce 2017 na stav asimilačních orgánů douglasky

Co bylo hnojením ovlivněno výrazně, byl podíl žlutých a zelených sazenic, a to pokud jsme uvažovali všechny varianty s aplikací alginitu (všechny sazenice douglasky), nebo pouze jenom sazenice na kontrolní variantě (kontrolní varianta – A), tak podíl žlutých sazenic byl výrazně snížen.

Tab. č. 5 - Podíl zelených a žlutých sazenic u jednotlivých variant

Všechny sazenice douglasky		
Barva /Počet	H-hnojené	O-kontrola
Zelené	776	666
Žluté	290 (27,2 %)	421 (38,8 %)
Kontrolní varianta – A – sazenice douglasky		
Zelené	285	245
Žluté	78 (21,5 %)	143 (36,9 %)

V první vegetační sezóně (aplikace hnojení na jaře, měření a foliární analýzy na podzim téhož roku) tak mělo hnojení deficitními živinami, prokázanými v rámci analýz, prozatím minimální vliv. Poklesl podíl žlutých sazenic, a to dosti výrazně, na přírůstu se však aplikace hnojivých látek prozatím neprojevila.

6. Diskuze

Stav čistých a smíšených kultur dubu letního jevil sice malé, nicméně patrné rozdíly. Rozdíl zhruba 5 cm je u pětiletých kultur minimální, ale stejné hodnoty dosáhl i rozdíl v přírůstu posledního roku. Bohužel, nejsou dostupné údaje umožňující srovnání s podobnými dalšími experimenty, této problematice je věnována minimální, lze říci žádná pozornost. Výsadba liniových směsí se nám jeví zatím jako výhodná a určitě stojí za to, podobné případy dále studovat. Také vliv Alginitu je zatím minimální, trochu příznivěji se projevil u dubu červeného a javoru mléče (Tužinský et al. 2015, Cukor et al. 2017a, 2017b). Na bohatém stanovišti tak lze zřejmě obecně předpokládat nižší účinnost melioračních hmot a materiálů.

Také při zkoumání vlivu alginitu na růst douglasky na druhé výzkumné ploše byl pozorován jev poukazující na to, že aplikování meliorační hmoty na bohatých stanovištích nemá příliš veliký význam. Účinky na těchto stanovištích lze pozorovat pouze po krátké období po aplikaci meliorační hmoty. Aplikace meliorační hmoty však snížila mortalitu vysazených sazenic. Z toho důvodu se v lesnictví využívají různé podpůrné prostředky při zalesnění především bývalých zemědělských půd. Může se jednat o výše zmíněný Alginit nebo to jsou různá hnojiva a způsoby hnojení, dále to pak mohou být i různé polymery, které zachytávají a zadržují vodu v půdních substrátech sazenic. V některých případech se také pro podporu sazenic používá popel vzniklý spálením dřeva nebo i rašelina. Dále se využívají i kaly z čistíren odpadních vod, které jsou zejména bohaté na dusík. V určitých případech se může také stát, že sazenice nebudou reagovat na působení Alginitu, nebo jiných hnojiv (Cukor et al. 2017). Alginit působí především díky tomu, že poutá půdní vodu. Pro dosažení úspěchu při zalesňování zemědělských půd, které mají nevhodný hydrofyzikální režim, je potřebné zajistit dostatečné množství vody pro sazenice. Půdy s takovýmto nevhodným režimem mají ve vrchních vrstvách malé množství vody. To je problém, protože právě v těchto vrchních vrstvách je uloženo nejvíce kořenů. Proto je nezbytně nutné, aby sazenice neměly poškozený kořenový systém, který zabraňuje škodám způsobeným suchem. Dále pak při výsadbě může být použit právě Alginit, který pomáhá poutáním vody ve vrchní vrstvě půdy. I odstranění nežádoucí buřené může mít pozitivní vliv na vývoj sazenic při zalesňování půd s nevhodným hydrofyzikálním režimem. Takováto podpora je zejména vhodná pro zvýšení ujímavosti sazenic a snížení šoku při přesazení z lesní školky (Tužinský et al. 2015). Dále pak takováto podpora má využití při reintrodukcii náročných druhů na stanoviště, kde byly dlouhodobě pěstovány konifery, nebo

pokud chceme na zalesňované ploše kombinovat jak umělou obnovu lesa, tak i přirozenou obnovu (Kupka et al. 2015).

Bylo zjištěno, že vliv Alginitu u douglasky není tak veliký jako u listnatých dřevin. Douglaska vykazovala po aplikaci Alginitu stejné výšky jako jedinci z kontrolní podplochy, ani velikost dávkování neměla vliv na výškové přírůsty (Kupka et al. 2015).

Použití Alginitu mělo vliv i na poměr mezi žlutnoucími a zelenými jehlicemi douglasky. Bylo zjištěno, že jeho aplikace před několika lety vyvolala v současnosti zvýšení počtu jedinců, kteří měly nevyrovnanou výživu. To mohlo být způsobeno nevyrovnaným obsahem živin v půdě i v meliorační hmotě. Douglaska je na toto citlivá, protože je to dřevina, která vyžaduje větší množství živin v půdě (Kubeček et al. 2014). Za to ona sama má mírně kyselý a bohatší opad. Tento opad je poměrně dobře transformovatelný. Její vyšší nároky však způsobily vyčerpání některých živin z půdy (Podrázský, Remeš 2008). Živiny a jejich dostupnost je jeden z hlavních limitujících faktorů při produkci lesa. Jejich obsah v půdě je ovlivňován 5 základními toky. Jednotlivé toky jsou následující: eroze hornin, ukládání atmosférických látek, vymývání živin z půdních profilů, antropogenní vstup látek do systému (hnojení, depozice) a odstraňování biomasy. V případě, že vstupy jednotlivých látek nejsou vyrovnány s výstupy, dochází k nerovnováze a nejedná se o trvale udržitelnou situaci. Jednotlivé obsahy živin se v dřevině velmi liší, závisí především na jejich umístění. Nejvíce živin se vyskytuje v asimilačních orgánech. Vápník, draslík a hořčík se vyskytují ve velmi vysokém obsahu v kůře dřevin. Dřevo kmene a větví obsahuje naopak nejmenší množství živin. Je také známé, že listnaté dřeviny mají většinou vyšší obsahy živin, než jehličnaté dřeviny, výjimku však tvoří fosfor a vápník, u těchto dvou makroelementů to bývá naopak (Šrámek et al. 2009). Kombinace vlastností náročnosti na živiny a vyčerpávání živin z půdy mohla vést i k tomu, proč sazenice douglasky začaly žloutnout (Podrázský et al. 2014). Dalším důvodem mohlo být žloutnutí způsobené větším působením sucha a tepla na zkoumané lokalitě.

Hodnocení jednotlivých živin v jehlicích ukázalo, že hnojení výrazně ovlivňuje poměr žlutnoucích a zelených jehlic, i v tom případě, že jsme vzali ohled na všechny varianty s Alginitem. Z výsledků vyplývá, že obsah dusíku se v zelených jehlicích mírně zvýšil a rozdíly mezi žlutnoucími a zelenými sazenicemi douglasky zůstaly přibližně na stejné úrovni jako v roce 2016. Dále u zelených sazenic můžeme pozorovat vysoký nárůst fosforu. Zvýšení můžeme pozorovat jak o hnojené varianty, tak i u kontrolní nehnojené varianty. V porovnání s minulým rokem vykazuje fosfor vyšší stav v limitech dostatečné výživy. Draslík byl u všech

variant v limitech výživy, jen u žlutých sazenic byl vyšší obsah foliárního draslíku. Porovnání draslíku s minulými roky ukazuje podobný trend. U vápníku lze pozorovat zvýšení oproti předešlému roku. Vápník byl statisticky významně zvýšený především u zelených sazenic, a to jak hnojených, tak i nehnojených, ovšem mezi variantou hnojené zelené a nehnojené zelené nebyly pozorovány žádné veliké rozdíly. To stejné platilo i u variant hnojené žluté a nehnojené žluté. Hořčík byl navýšen u všech variant, ale u zelených sazenic by statisticky významně vyšší. Při porovnávání průměrných výšek a poměrů zbarvení na kontrolních podplohách bez Alginitu je patrné, že plocha 6 se nachází na kraji, kde na ni působí extrémnější faktory, a proto se její průměrná výška zaostává za zbylými plochami. Ostatní plochy bez Alginitu ukazují, že řádky, které sousedí s borovicí lesní dosahují menší průměrné výšky než řádky, které jsou umístěné uprostřed. Grafy zobrazující poměr žloutnoucích a zelených sazenic ukazují výše zmíněný fakt, že Alginit na ostatních podplohách s Alginitem způsobil nerovnováhu ve výživě sazenic, a proto se na podplohách s Alginitem vyskytuje více žloutnoucích sazenic a hlavně se tam vyskytují mrtvé sazenice. Na podpoše s aplikací 0,5 kg alginitu na sazenici můžeme pozorovat, že průměrné výšky sazenic jsou menší jak na kontrolních podplohách. To je patrné na obrázku č. 26. Na podpoše 31. řádek na kraji je patrný vliv působení extrémních faktorů, hlavním důvodem je umístění na kraji porostu, kde sazenice zaostávají v průměrné výšce a zároveň je zde prokázáno poměrně vysoké procento mrtvých sazenic a žlutých sazenic. Podplochy na, kterých bylo aplikováno 1,5 kg Alginitu na sazenici se průměrnou výškou výrazně neliší od ploch, kde bylo aplikováno pouze 0,5 kg. Ovšem poměr mezi žloutnouchými a zelenými sazenicemi ukazuje mírně zvýšený počet zelených sazenic oproti podplohám s 0,5 kg Alginitu. Je také patrné, že řádky, které sousedí s borovicí lesní, ukazují větší počet mrtvých sazenic než řádky uprostřed podploh. Z výše uvedených výsledků vyplývá, že vliv borovice na douglasku je patrný, ale jedná se spíše o neutrální vztah.

Obecně pak lze konstatovat, že popis podobných studií v odborné literatuře v podstatě chybí a srovnání s údaji jiných autorů je velmi obtížné. Přesto lze konstatovat, že účinky Alginitu byly velmi krátkodobé.

7. Závěr

Alginit je vhodné využívat především při výsadbě na chudých a suchých půdách, protože závěry týkající se Alginitu jsou takové, že aplikace meliorační hmoty se sice prokázala, jako užitečná, ale pouze první 2 roky po založení zkusné plochy a vysazení porostu. Je to důsledek především kvalitní půdy na lokalitách, kdy růst kultur není limitován stavem výživy. Efekt Alginitu rychle pominul, proto se v pozdějších letech působení meliorační hmoty snižovalo. Aplikace při výsadbě způsobila snížení mortality sazenic. Alginit měl také v prvních letech podíl na vylepšení hydrických poměrů a tím sazenice lépe odolávaly v suchém období. Sucho bylo jedním z faktorů, který ovlivňoval výraznějším způsobem výsledky. V praxi může být meliorační hmota jako je Alginit, využita ke zvýšení množství zadržené vody v půdě, pro sazenice v suchém období především v nižších polohách jako je i tato. Sucho začíná být v ČR stále větším problémem, a proto výzkum v tomto směru má značný význam. Naměřené výsledky byly také ovlivněny okusem na ploše během první vegetační sezóny (2013), než bylo vybudováno oplocení. Je nutné chránit porosty zakládáné na zemědělských plochách především proti okusu zvěří, protože porosty na bývalých zemědělských plochách jsou na to obzvláště náchylné. U dubu letního byl prokázán lepší růst ve smíšené kultuře ve srovnání s čistými výsadbami. U douglasky byl pozorován spíše neutrální, až negativní dopad na přírůst. Bylo prokázáno, že hnojení u douglasky stabilizovalo jednotlivé živiny, a mělo výrazný vliv na poměr žloutnoucích a zelených sazenic. Hnojení ovšem nemělo vliv na její výškový přírůst. Sazenicím se také pomocí hnojení zlepšil zdravotní stav. Dalším závěrem bylo zjištění, že sazenice, které sousedí s borovicí lesní, mají menší výšku i poměr mezi žloutnoucími a zelenými sazenicemi, oproti douglaskám rostoucím uprostřed podplochy. Ty mají lepší výškový přírůst a poměr žloutnoucích a zelených sazenic. Sazenice nacházející se na úplném okraji zájmové plochy mají nejhorší zdravotní stav. Význam těchto experimentálních ploch je značně vysoký, protože zkoumá růst lesních dřevin na extrémních stanovištích. Přínos těchto ploch do budoucna je jistě velmi vysoký, proto se nadále bude pokračovat v dalším pozorování a analyzování postupného vývoje takto extrémně zatěžovaných porostů.

8. Seznam literatury a použitých zdrojů

- BALÁŠ, Martin a Ivan KUNEŠ. *Biologické základy pěstování lesů*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, katedra pěstování lesů, 2014. ISBN 978-80-213-2499-2.
- Budovanie infraštruktúry výskumu na NLC - LVÚ Zvolen so zameraním na oblasť populačnej dynamiky hmyzích škodcov lesných drevín .. ZÚBRIK, Milan, Andrej KUNCA a Tomáš BUCHA. *Aktuálne problémy v ochrane lesa 2010*. Zvolen: Národné lesnícke centrum, 2010, s. 29-36. ISBN 978-80-8093-108-7.
- CUKOR, Jan, Lukáš LINHART, Zdeněk VACEK, Martin BALÁŠ a Rostislav LINDA. The effects of Alginite fertilization on selected tree species seedlings performance on afforested agricultural lands. *Central European Forestry Journal*. 2017, **63**(1), -. DOI: 10.1515/forj-2017-0001. ISSN 2454-0358.
- CUKOR, Jan, Zdeněk VACEK, Rostislav LINDA, Jiří REMEŠ, Lukáš BÍLEK, Ram P. SHARMA, Martin BALÁŠ a Ivo KUPKA. Effect of mineral eco-fertilizer on growth and mortality of young afforestations. *Australian Journal of Forest Science*. 2017, **134**(4), 367 - 386.
- DVOŘÁK, Jiří, Jiří FRANČEK a Stanislav VALDMAN. *Cvičení z lesnické mechanizace*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2006. ISBN 80-213-1524-5.
- JURÁSEK, Antonín, Jarmila NÁROVCOVÁ a Václav NÁROVEC. *Průvodce krytokořeným sadebním materiálem lesních dřevin*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2006. Metodika pro hospodářskou praxi. ISBN 80-863-8678-3.
- KUBEČEK, Jiří, Igor ŠTEFANČÍK, Vilém PODRÁZSKÝ a Roman LONGAUER. Výsledky výzkumu douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* / Mirb./ Franco) v České republice a na Slovensku – přehled. *Lesnícky časopis - Forestry Journal*. 2014, **60**(2), 116 - 124.
- KUPKA, Ivo, Hana PRKNOVÁ, Ondřej HOLOUBÍK a Marek TUŽINSKÝ. Účinek přípravků na bázi řas na ujímavost a odrůstání výsadeb lesních dřevin. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2015, **60**(1), 24 - 28.

- LEUGNER, Jan, Antonín JURÁSEK a Jarmila MARTINCOVÁ. Vliv původu a třídění semen smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.) Na kvalitu vypěstovaných semenáčků. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2014, **59**(3), 190-197.
- LITAVEC, Tadeáš a Gabriela BARANČÍKOVÁ. Základná charakteristika alginitu. *Vedecké práce*. 2013, (35), 97 - 106. ISSN 978-80-8163-003-3.
- MUSIL, Ivan a Jana MÖLLEROVÁ. *Lesnická dendrologie*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2005. ISBN 80-213-1367-6.
- PODRÁZSKÝ, Vilém a Jiří REMEŠ. Půdotvorná role významných introdukovaných jehličnanů – douglasky tisolisté, jedle obrovské a borovice vejmutovky. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2008, **53**(1), 29-36.
- PODRÁZSKÝ, Vilém a Jiří REMEŠ. Půdotvorná role významných introdukovaných jehličnanů – douglasky tisolisté, jedle obrovské a borovice vejmutovky. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2008, **53**(1), 29 - 36.
- SLÁVIK, Martin. *Lesnická dendrologie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2004. ISBN 80-213-1242-4.
- SLODIČÁK, Marian, Dušan KACÁLEK, Jiří NOVÁK a David DUŠEK. *Pěstební postupy ve smrkových porostech na bývalých zemědělských půdách: certifikovaná metodika*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2013. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-7417-077-5.
- ŠINDELÁŘ, Jiří a František BERAN. *K některým aktuálním problémům pěstování douglasky tisolisté: (orientační studie)*. Praha: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2004. Lesnický průvodce (Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti). ISBN 80-864-6138-6.
- ŠINDELÁŘ, Jiří. Aktuální problémy a možnosti pěstování douglasky tisolisté. *Lesnická práce*. 2003, **82**(05), 14 - 16.
- ŠPULÁK, ONDŘEJ. Historie zalesňování nelesních půd na území České republiky. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2011, **56**(1), 49-57.

- ŠRÁMEK, Vít, Bohumír LOMSKÝ a Radek NOVOTNÝ. Hodnocení obsahu a zásoby živin v lesních porostech - literární přehled. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2009, **54**(4), 307 - 315.
- TUŽINSKÝ, Marek, Ivo KUPKA a Vilém PODRÁZSKÝ. Influence of the mineral rock alginite on survival rate and re-growth of selected tree species on agricultural land. *JOURNAL OF FOREST SCIENCE*. 2015, **61**(9), 399-405. DOI: 10.17221/11/2015-JFS.
- VACEK, Stanislav a Jaroslav SIMON. *Zakládání a stabilizace lesních porostů na bývalých zemědělských a degradovaných půdách*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009. ISBN 978-80-87154-27-4.
- VACEK, Stanislav, Jaroslav SIMON a Dušan KACÁLEK. Strategie zalesňování nelesních půd. *Lesnická Práce*. 2005, **84**(1), 13-15.