

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Využití alginitu pro podporu růstu a vývoje výsadeb
lesních dřevin při zalesňování zemědělských půd**

Utilisation of alginite on the support of growth and prosperity
of plantations of forest tree species on afforested
agricultural lands

Diplomová práce

Autor: Bc. David Štolba

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

2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. David Štolba

Lesní inženýrství

Název práce

Využití alginitu pro podporu růstu a vývoje výsadeb lesních dřevin při zalesňování zemědělských půd

Název anglicky

Utilisation of alginite on the support of growth and prosperity of plantations of forest tree species on afforested agricultural lands

Cíle práce

- Posouzení vlivu alginitu na vývoj porostů lesních dřevin na zalesněných zemědělských půdách na specifických stanovištích v oblasti Polabí.
- Kvantifikace růstu výsadeb na těchto stanovištích
- 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

min. 50 s.

Klíčová slova

Zalesňování, zemědělské půdy, růst porostů, vitalita porostů, stabilita porostů, alginity

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.
- HATLAPATKOVÁ L., PODRÁZSKÝ V. 2011. Obnova vrstev nadložního humusu na zalesněných zemědělských půdách. Zprávy lesnického výzkumu, 56: 228 – 234.
- KACÁLEK D., NOVÁK J., ŠPULÁK O., ČERNOHOUS V., BARTOŠ J. 2007. Přeměna půdního prostředí zalesněných zemědělských pozemků na půdní prostředí lesního ekosystému – přehled poznatků. Zprávy lesnického výzkumu, 52: 334-340.
- NOVÁK J., SLODIČÁK M. 2006. Opad a dekompozice biomasy ve smrkových porostech na bývalých zemědělských půdách. In: Neuhöferová, P. (ed): Zalesňování zemědělských půd – výzva pro lesnický sektor. Kostelec n.Č.l., 17.1.2006, ČZU: 155-162.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2008. Rychlost obnovy charakteru lesních půd na zalesněných lokalitách Orlických hor. Zprávy lesnického výzkumu, 53: 89 – 93.
- PODRÁZSKÝ V. 2006: Effects of thinning regime on the humus form state. Ekológia (Brat.). 25: 298 – 305.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 11. 3. 2016

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 29. 1. 2017

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 15. 03. 2017

Prohlášení:

"Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Využití alginitu pro podporu růstu a vývoje výsadeb lesních dřevin při zalesňování zemědělských půd 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 Hradci Králové dne 11. 4. 2017

Bc. David Štolba

Poděkování:

V první řadě bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce prof. Ing. Vilému Podrázskému, CSc. za odborné vedení a konzultace po celou dobu trvání práce. Dále bych chtěl poděkovat spolupracovníkům a kolegům při získávání dat pro tuto práci. V neposlední řadě patří můj velký dík mé rodině za podporu při zpracování této diplomové práce.

Abstrakt:

Tato diplomová práce se zabývá prosperitou výsadeb založených na bývalé zemědělské půdě v nižších nadmořských výškách – oblast Polabí. Předmětem práce je zhodnocení dvou aspektů: 1) posouzení vlivu meliorační látky Alginit na vývoj porostů lesních dřevin na půdách se specifickými podmínkami a také porostem ohroženým suchem, 2) vyhodnocení iniciálního růstu listnatých dřevin (dub letní, dub červený, javor mléč) a jehličnatých dřevin (borovice lesní, douglaska tisolistá). Vyhodnocení kultur probíhá na pozemcích nedaleko obce Odolena Voda založených na jaře v roce 2013. Celá lokalita byla rozdělena na 36 zkusných čtvercových ploch 20 × 20 metrů. U všech dřevin kromě douglasky tisolisté byl zvolen spon 1 × 1 metr, u douglasky 1 × 2 metry. Obě jehličnaté dřeviny byly vysázeny nesmíšeně, u listnatých dřevin bylo řadové smíšení. Meliorační látka byla testována ve dvou dávkách, a to v množství 0,5 kg a 1,5 kg na sazenici, aplikovaná do jamky při výsadbě. Třetí varianta byla kontrolní bez přihnojení. Každá z variant (3 varianty dřevin a 3 varianty Alginit) byla založena ve 4 opakováních. Ve stejném roce založení výsadeb bylo na podzim provedeno oplocení celé lokality. Od roku 2013, vždy na konci vegetačního období, byly výsadby přeměřeny a vyhodnoceny jejich přírůst, průměrná výška, zdravotní stav a mortalita. V roce 2014 byly změřeny a následně vyhodnoceny kořenové krčky sazenic. V roce 2015 proběhl odběr vzorků z asimilačních orgánů pro listové analýzy. Z výsledků je patrné, že kladný vliv meliorační hmoty přetrvával zhruba 2 roky od založení výsadeb, ale po 4 letech je jeho vliv jen malý. Při vyhodnocení listových analýz byl obsah některých makroelementů hraniční a největší nedostatek byl u dusíku. Na tento deficit reagovala nejvíce douglaska tisolistá barevnými změnami jehličí. Z výsadeb založených na této lokalitě je jisté, že při zalesňování zemědělských půd je nutná ochrana před zvěří.

Klíčová slova: Zalesňování, zemědělské půdy, růst porostů, vitalita porostů, stabilita porostů, alginit

Abstract:

This diploma thesis is about the prosperity of plantations established on farmland in lower altitudes - the Polabí region. The objective of this thesis is to evaluate two aspects: 1) assess the influence of Alginit, an amelioration mineral, on the development of forested areas on soil with specific conditions and also on vegetation threatened by drought, 2) evaluate the initial growth of broad-leaved trees (pedunculate oak, northern red oak, Norway maple) and conifer trees (Scots pine, Douglas-fir). The evaluation of the plantations occurs in areas close to Odolena Voda, they were founded in the spring of 2013. The plot was divided into 36 square testing areas of 20 x 20 meters. For all the tree species except for the Douglas-fir, we chose a spacing of 1 x 1 meter, for the Douglas-fir we chose 1 x 2 meters. Both conifer tree species were planted unmixed, broad-leaved tree species were planted in the line mixture. The amelioration material was tested in two dosages, 0.5 kg and 1.5 kg per seedling, applied in the planting pit. The third option was the control group with no added fertilizer. Each option (3 species and 3 Alginit options) were planted in 4 replications. The whole area got fenced in the fall of the same planting year. Since 2013, always at the end of the growing season, we have been measuring the seedlings and evaluating their growth, average height, health condition and mortality. In 2014, we measured and evaluated the seedlings' root crowns. In 2015, we gathered samples from assimilatory parts for leaf analysis. The results clearly show that the positive influence of the amelioration mineral has sustained for about 2 years since the planting, however its influence is small after 4 years. The leaf analysis shows that the content of certain macroelements is deficient, while nitrogen has the highest deficit. This deficit mostly influenced the Douglas-fir by its needles changing color. Based on the plantings done on this lot, it is clear that protecting against animals is very important during farmland afforestation.

Key words: afforestation, agricultural lands, growth forests, vitality of forests, stability of forests, alginit

Obsah:

1. ÚVOD	12
2. CÍL PRÁCE	13
3. LITERÁRNÍ PŘEHLED	14
3.1. Zalesňování zemědělských a degradovaných půd v ČR	14
3.1.1. Historie zalesňování zemědělských a degradovaných půd	14
3.1.2. Současnost zalesňování zemědělských a degradovaných půd	14
3.1.3. Budoucnost zalesňování zemědělských a degradovaných půd	15
3.2. Problematika zalesňování zemědělských a degradovaných půd v ČR	15
3.2.1. Pozemky vhodné k zalesnění	15
3.2.2. Pozemky nevhodné k zalesnění	16
3.2.3. Zemědělská a lesní půda	17
3.2.4. Typologické členění lokalit.....	17
3.2.5. Příprava prostředí.....	18
3.2.6. Mechanická příprava stanoviště.....	18
3.2.7. Biologická příprava stanoviště.....	19
3.2.8. Chemická příprava stanoviště	20
3.2.9. Způsoby zalesnění.....	20
3.2.10. Prostorové uspořádání dřevin.....	21
3.2.11. Porostní směsi	21
3.2.12. Způsob smíšení	23
3.3. Základy přihnojování lesních porostů	24
3.3.1. Operativní hnojení.....	25
3.3.2. Základní hnojení lesních půd	27
3.4. Péče o kultury na zalesněných zemědělských a degradovaných půdách	28
3.4.1. Ochrana proti zvěři.....	28
3.4.2. Ochrana proti buření	29
3.4.3. Ochrana proti hmyzu.....	29
3.4.4. Poškození porostu abiotickými faktory.....	29
3.5. Hmyz poškozující porosty vybraných dřevin	30
3.5.1. Listnaté dřeviny.....	30
3.5.2. Jehličnaté dřeviny	30

3.6. Houbové choroby poškozující porosty vybraných dřevin.....	31
3.6.1. Listnaté dřeviny.....	31
3.6.2. Jehličnaté dřeviny	32
3.7. Vlastnosti vybraných dřevin	32
3.7.1. Listnaté dřeviny.....	32
3.7.2. Jehličnaté dřeviny	35
4. METODIKA.....	38
4.1. Charakteristika výzkumné plochy	38
4.2. Plošné rozdělení výzkumné plochy	39
4.3. Použití meliorační hmoty.....	39
4.4. Časový průběh zalesnění a získávání dat.....	41
4.5. Zpracování dat	42
5. VÝSLEDKY A DISKUZE	43
6. ZÁVĚR.....	60
7. ZDROJE	62
7.1. Použitá literatura	62
7.2. Zdroje na internetu.....	69

Seznam tabulek:

Tabulka č.1: Vliv použití meliorační hmoty Alginit na průměrné výšky kultur.	44
Tabulka č.2: Mortalita jednotlivých druhů dřevin v závislosti na variantě použití meliorační hmoty Alginit.	46
Tabulka č.3: Přírůsty jednotlivých druhů dřevin v závislosti na variantě použití meliorační hmoty Alginit.	48
Tabulka č.4: Zdravotní stav jednotlivých druhů dřevin v závislosti na variantě použití meliorační hmoty Alginit.	52
Tabulka č.5: Obsah živin v asimilačních orgánech jednotlivých druhů dřevin v roce 2015, rozdělených podle variant použití meliorační hmoty Alginit a doporučené hodnoty dostatečné výživy podle Bergmanna (1988).....	54
Tabulka č.6: Obsah živin ve žlutých jehlicích a jehlicích s normální barvou douglasky tisolisté v roce 2015 a doporučené hodnoty dostatečné výživy douglasky tisolisté podle Bergmanna (1988).	55
Tabulka č.7: Tloušťky kořenových krčků v roce 2014, jednotlivých druhů dřevin v závislosti na variantě použití meliorační hmoty Alginit.	55

Seznam obrázků:

Obr. č. 1: Lokalizace plochy U lomu na mapě ČR (http://google.cz/maps/)	38
Obr. č. 2: Rozmístění jednotlivých plošek na výzkumné ploše U lomu (VUMOP, Tužinský 2013)	40
Obr. č. 3: Průměrné výšky dřevin v roce 2015.....	45
Obr. č. 4: Průměrné výšky dřevin v roce 2016.....	45
Obr. č. 5: Průměrné přírůsty borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>).....	49
Obr. č. 6: Průměrné přírůsty douglasky tisolisté (<i>Pseudotsuga menziesii</i>)	49
Obr. č. 7: Průměrné přírůsty javoru mléče (<i>Acer platanoides</i>).....	50
Obr. č. 8: Průměrné přírůsty dubu letního (<i>Quercus robur</i>)	50
Obr. č. 9: Průměrné přírůsty dubu červeného (<i>Quercus rubra</i>)	51

1. ÚVOD

Zalesňování zemědělských půd na území České republiky probíhalo již v minulosti. K rozsáhlejšímu šíření lesních porostů docházelo v 17. století, kdy v důsledku třicetileté války vzrostl počet nevyužívaných zpustlých pozemků. V dalším průběhu let vzrostl význam půdního lesního fondu, proto docházelo k zalesnění nevyužívaných zpustlých pozemků, často s extrémními podmínkami nevhodnými pro zemědělské využití (Zásměta, Lazák 1970 in Jůva, Klečka, Zachar a kol. 1975). Největší zalesnění zemědělských půd v českých zemích probíhalo po 2. světové válce, především v příhraničních oblastech (Šindelář 1994).

V současnosti je zalesňování neproduktivních, tzv. marginálních zemědělských půd stále aktuální otázkou. Výměra těchto pozemků v České republice je 265 000 ha (Kacálek, Bartoš 2002). Zájem o zalesnění těchto produkčně méně významných zemědělských ploch stoupl i ze strany soukromých vlastníků v důsledku finanční podpory od státu a dotačních programů Evropské unie (Sixtová 2012). Pro změnu druhu pozemku v katastru je potřeba nechat vypracovat projekt zalesnění, který se stává po schválení dotčenými orgány státní správy závazným dokumentem.

Při zalesňování bývalých zemědělských pozemků jsou půdní poměry významným činitelem. Půdní poměry na bývalých zemědělských půdách určených k zalesnění jsou velmi specifické ve srovnání s lesními půdními poměry. Odlišné obhospodařování, orba, hnojení, trvalý travní pokryv a absence dřevinné vegetace změnily zásadně stanovištní poměry (Kacálek, Bartoš 2002). Odlišná dynamika půdní organické hmoty lesních půd je způsobena výrazně větším přísunem nadzemního i podzemního opadu a jeho transformací na tzv. humusové formy. Absence těchto humusových forem na zemědělských půdách je zásadní.

Zakládání lesních porostů na zemědělských půdách je v důsledku odlišných půdních poměrů, často extrémních klimatických a stanovištních podmínek stále kritickou fází. Ujímavost a odrůstání založených kultur rozhoduje o úspěchu zalesnění na dané lokalitě. Nepříznivé stanoviště, ekologicky a antropogenně pozměněné podmínky mohou významně ovlivnit úspěšnost zalesnění (Vacek, Podrázský 1994). Pro zvýšení ujímavosti a zlepšení počátečního růstu kultur se využívá řada opatření. Mezi tato opatření řadíme využití chemické a biologické

meliorace (Podrázský 1994, 2006a, 2006b; Kacálek et al. 2009; Vacek, Simon 2009). K melioraci se využívají vápenaté hmoty, moučky bazických hornin (Vacek, Simon 2009; Kuneš et al. 2009) a dále také aplikace speciálních, pomalu rozpustných hnojiv (Kuneš et al. 2004). Využití v melioraci má i řada listnatých dřevin, které svým opadem příznivě působí na stav půd (Vacek, Simon 2009).

Kromě přímé a nepřímé chemické meliorace lze využít pro podporu výsadeb další prostředky k přihnojení se stimulačním účinkem. Může se jednat o přípravky na bázi odpadních produktů z průmyslové výroby a materiálů na bázi humátů. Dále může jít i o produkty na bázi řas, ale i z fosilních materiálů. Do této kategorie řadíme i fosilní materiál z kvartérních sladkovodních sedimentů – Alginit (Kupka et al. 2015; Podrázský et al. 2013; Podrázský, Remeš 2007; Remeš et al. 2005).

2. CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce je posouzení vlivu meliorační hmoty Alginit na vývoj porostu lesních dřevin založených na bývalých zemědělských půdách v Polabí, se specifickými podmínkami a významným ohrožením daného porostu suchem.

Bude zde vyhodnocen iniciální růst a vývoj našich domácích dřevin (borovice lesní, dub letní, javor mléč) i nepůvodních dřevin (douglaska tisolistá, dub červený) a posouzení vhodnosti zvolených dřevin k zalesňování bývalých zemědělských půd.

3. LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1. Zalesňování zemědělských a degradovaných půd v ČR

3.1.1. Historie zalesňování zemědělských a degradovaných půd

Zalesňování nelesních půd na území České republiky je známé už mnoho staletí. V minulosti docházelo k postupnému snižování rozlohy lesní půdy v důsledku spotřeby užitkového dříví a také transformací, konverzí na zemědělskou půdu. První zmínky o znovuzalesnění jsou známy už ze 16. století, kdy byly zalesněny plochy v okolí pražské obory a došlo ke zvětšení rozlohy lesů v okolo Karlových Varů. Větší šíření lesů pak nastalo na zpustlých neobhospodařovaných zemědělských půdách během třicetileté války v 17. století, avšak po odeznění následků třicetileté války se výměra lesů opět snižovala (Kacálek, Bartoš 2002).

K prvnímu velkému zalesňování nelesních pozemků docházelo od konce 19. století až do začátku 20. století, kdy bylo zalesněno víc jak 18 000 ha (Kacálek, Bartoš 2002). V období po 2. světové válce pak nastává enormně rozsáhlé zalesňování zemědělských pozemků. Tyto rozsáhlé zalesňovací práce probíhaly zejména v pohraničních horských a podhorských oblastech (Černý et al. 1995; Kacálek, Bartoš 2002). V letech 1946 až 1967 bylo zalesněno 103 456 ha zemědělských pozemků (Zásměta, Lazák 1970 in Jůva, Klečka). Po tomto období velkého nárůstu zalesněné zemědělské půdy se zalesňování těchto pozemků omezilo jen do 1 tis. ha ročně (Černý et al. 1995). Opět větší nárůst nastal v důsledku transformace zemědělské výroby na počátku 90. let. Zvětšený zájem o zalesňování zemědělských pozemků nastal pravděpodobně díky dotacím (Vacek, Simon 2009).

3.1.2. Současnost zalesňování zemědělských a degradovaných půd

V současnosti se zalesnění zemědělské a nelesní půdy provádí z celé řady důvodů. V České republice k zalesnění dochází například v důsledku ochrany půdy proti erozi, zlepšení vodohospodářských poměrů, hygienické funkce a dalších mimoprodukčních funkcí lesa. Jiným důvodem může být ekonomické hledisko, kdy dochází k zalesnění nevyužívané zemědělské půdy pro produkci dřevní hmoty, nebo pro využití dotačních programů (Černý et al. 1995; Janáček, Novák 2003;

Kacálek, Bartoš 2002; Bartoš et al. 2007; Simon et al. 2004). V současnosti je zalesňování zemědělských pozemků stále aktuální a setrvalé. Díky tomu se rozloha lesních pozemků v ČR stále zvětšuje (Hatlapatková 2011). V současnosti je možné využití státních nebo evropských dotací na zalesnění nelesních půd, proto se zvýšil zájem o zalesnění těchto pozemků ze strany soukromých vlastníků půdy (Kacálek, Bartoš 2002; Sixtová 2012).

3.1.3. Budoucnost zalesňování zemědělských a degradovaných půd

Zalesnění zemědělských a ostatních nelesních půd není jen aktuální krátkodobou záležitostí. Zalesnění těchto pozemků neproběhne v krátkém časovém období několika let a dnes a v příštím období získané informace z výzkumu na danou problematiku budou do budoucna využitelné (Kacálek, Bartoš 2002; Hatlapatková 2011).

Zemědělské půdy určené k zalesnění se nacházejí hlavně v podhorských a horských oblastech, ale i v nížinách se nacházejí pozemky nevhodné pro zemědělskou i jinou činnost. Těchto potenciálně vhodných pozemků je v ČR 265 000 ha (Kacálek, Bartoš 2002). Jiní autoři uvádějí širší rozpětí 50 000 – 500 000 ha (Podrázský, Štěpáník 2002). Tyto výměry pozemků vhodných k zalesnění jsou orientační, protože jestli daný pozemek bude zalesněn, zatravněn nebo jinak využíván závisí na vlastníkově, případně uživateli pozemku (Hatlapatková 2011). Při zalesňování těchto pozemků je však třeba respektovat ochranu přírody a krajiny. Není vhodné zalesnit lokality s výskytem chráněných či ohrožených druhů nebo vzácné biotopy, kde by zalesnění znamenalo zničení těchto lokalit (Hlaváč, Červenka 2006).

3.2. Problematika zalesňování zemědělských a degradovaných půd v ČR

3.2.1. Pozemky vhodné k zalesnění

Zemědělské pozemky vhodné k zalesnění se převážně vyskytují na méně produktivních stanovištích, kde zemědělská výroba není efektivní. Jde často o silně kamenité, mělké orné plochy. Může jít o suché nebo podmáčené louky a pastviny ve vyšší nadmořské výšce. Zalesnění by mělo být také provedeno na zemědělských

půdách ohrožených erozí. Při rozhodování o zalesnění z více variant se přednostně volí pozemky vhodné pro prvky ÚSES, místa problematicky využitelná, neplodná, opuštěná, místa s pokročilou sukcesí nebo půdy horších bonit. V ČR se od roku 2002 pozemky vhodné k zalesnění diferencují podle vhodnosti pro zemědělskou výrobu. Bonitně půdně ekologické jednotky (BPEJ) jsou ukazatelé produkční schopnosti a tedy i hodnoty zemědělské půdy a zároveň rozhodují o tom, jak vysoká bude podpora od státu na zalesnění. Z hospodářského a ekologického hlediska lze rozčlenit pozemky určené k zalesnění do čtyř kategorií (Vacek, Simon 2009).

Na pozemky devastované s potřebou vegetační stabilizace. Tyto pozemky se vyznačují silným ohrožením erozí a sesuvy půdy. Jedná se především o výsypky, haldy, lomy, navážky, pískovny, povrchové doły a ostatní antropogenně silně poškozené lokality (Vacek, Simon 2009).

V druhé kategorii jsou zařazeny nevyužívané pozemky s různými sukcesními stádii. Jde o pozemky zarostlé keři, travní nebo bylinnou vegetací a jsou vhodné pro záchranu mnoha ohrožených druhů. Bylo by neuvážené tyto pozemky zalesňovat, ale naopak je vhodné tato sukcesní stadia stabilizovat (Vacek, Simon 2009).

Dalším typem jsou nelesní pozemky s předpokladem jejich zalesnění v budoucnu. Jde o pozemky s velmi rozrůzněnými stanovištními podmínkami. Může se jednat o louky, opuštěné orné půdy, silně kamenité půdy, břehy vodotečí, mokřady a mnoho jiných s výraznými podmínkami specifických lokalit (Vacek, Simon 2009).

Do poslední čtvrté kategorie řadíme zemědělsky obhospodařované půdy, kdy jejich vhodné části jsou využitelné pro založení větrolamů, vsakovacích pásů, remízků apod. (Vacek, Simon 2009).

3.2.2. Pozemky nevhodné k zalesnění

Zalesňování nelesních ploch je z pohledu ochrany přírody často přínosem. Vzniklý lesní porost má do budoucna mnoho kladů. Stabilizují se hydrologické, mikroklimatické podmínky v krajině, je ochráněna půda i voda a zároveň les může tvořit významný krajinnotvorný prvek. Avšak i přes stabilizační funkce lesních porostů není vhodné některé lokality zalesňovat. Jedná se o lokality, které

v minulosti dlouhodobě lesem nebyly a které plní stabilizační funkce podobně jako les. Často se jedná o lokality s výskytem zvláště chráněných druhů rostlin a živočichů nebo cenologicky hodnotných společenstev. Mnoho lučních pozemků na okraji lesů nebo uvnitř lesních komplexů nabízí jedinečné biotopy pro ohroženou floru a faunu. Takto hodnotné pozemky by měly být ponechány samovolnému vývoji (Vacek, Simon 2009; Šindelář, Frýdl 2006), respektive velice často vyžadují dosavadní, extenzivní, tradiční management.

3.2.3. Zemědělská a lesní půda

Lesní půda se od zemědělské v mnohém liší. Zásadní rozdíl je v ovlivňování půd lidskými zásahy a typu koloběhu organické hmoty a živin mezi vegetací a půdou. Zemědělská půda je velmi výrazně ovlivňována lidskou činností, na rozdíl lesní půda je takto ovlivňována jen výjimečně (Sáňka, Materna 2004). K těmto rozdílům hlavně přispívá orba, hnojení, trvalý travní porost a absence dřevinné vegetace (Kacálek, Bartoš 2002). Odlišná dynamika půdní organické hmoty lesních půd je dána větším přísunem nadzemního i podzemního opadu a jeho transformací na tzv. humusové formy. Při klasifikaci půd se sledují fyzikální, chemické a biologické vlastnosti.

3.2.4. Typologické členění lokalit

Pro úspěšné zalesnění a odrůstání kultur je potřebné správné typologické začlenění. Od typologického členění se odvíjí výběr dřevin a péče o kultury. Toto začlenění je velmi specializovaná činnost a v České republice je prováděna pracovníky ÚHÚL Brandýs nad Labem. Při zařazení nelesního pozemku do souboru lesních typů (SLT) se sledují půdní a geologické poměry, míra ovlivnění vodou, tvar terénu, nadmořská výška a mezoklima. Obnovní cíl se odvozuje také od typologického zařazení a je dán místními přírodními podmínkami. Správně zvolený obnovní cíl je jedním z předpokladů úspěšnosti zalesnění, stálosti a bezpečnosti produkce i zohledňuje ekologické funkce. Obnovní cíl odpovídá podmínkám prostředí určených zejména nadmořskou výškou, zatížením imisemi, stavem půd, ale i předpokládaným funkcím daného porostu. Od typologického

zařazení se odvíjí i cílové hospodářské soubory (CHS), kterými je určeno dřevinné složení kultur (Vacek, Simon 2009).

Kromě tohoto procesu typologického zařazení je možno k přeměně zemědělského pozemku na lesní půdu využít více či méně řízené sukcese. Tento proces je ve srovnání s klasickým zalesněním výrazně levnější, ale zároveň pomalejší. U tohoto procesu přeměny nelesního pozemku na lesní nastává legislativní problém, protože sukcese se neuvažuje jako zalesnění (Vacek, Simon 2009). Na druhé straně existuje mnoho porostů, které přirozenou spontánní sukcesí vznikly.

3.2.5. Příprava prostředí

Při zalesňování nelesních, devastovaných a antropogenně ovlivněných ploch je příprava prostředí pro sadební materiál či výsev semen první fází k úspěšnému zalesnění. Přípravou těchto stanovišť se snažíme cíleně vytvořit podmínky pro umělou obnovu sadbou nebo sítí, popřípadě pro obnovu přirozenou. V některých případech antropogenně poškozených pozemků je třeba využít značných opatření, která vedou k úspěšnému zalesnění. Například na výsypkách nebo plochách s úložištěm popílku je potřeba vytvořit vrstvu zeminy o určité mocnosti. Na plochách k zalesnění je často potřeba odstranit mechanické překážky, které znesnadňují proces zalesnění. Při přípravě těchto ploch je nutné aktivně ovlivnit půdní i nadzemní prostředí a proto je tato fáze při zalesnění nejnáročnější na práci a spotřebu času. Podle charakteru zásahu dělíme přípravu nelesních půd na mechanickou, biologickou a chemickou (Vacek, Simon 2009).

3.2.6. Mechanická příprava stanoviště

Mechanická příprava prostředí se dělí na ruční a mechanizovanou. Prostřednictvím použité technologie odstraňujeme z dané plochy nežádoucí nálety dřevin. O použití ručního nebo mechanizovaného způsobu rozhodují stanovištní podmínky. Využití velké mechanizace je možné na větších plochách do středních sklonů, jestliže sklon je větší, využívá se malé ruční mechanizace – motorové pily, křovinořezy (Vacek, Simon 2009).

V současnosti se využívají mechanizační prostředky, které stromy a keře odstraní i rozštěpkují. Rozklad organického materiálu je tímto způsobem urychlen a štěpka se dá využít k mulčování okolo sazenic. Půda v okolí sazenice je chráněna před nadměrným vysycháním a růst buřeně je taktéž omezen. Kromě toho, že mulč kladně působí na prostor v okolí sazenic, je zde problém, že není kompostovaný a snižuje se tím při jeho dekompozici obsah dusíku v půdě (Slavík 1991).

Jestli keře odstraňovat nebo ne je potřeba důsledně zvážit. Při výsadbě světlomilných dřevin mohou být keřové formace limitující pro další odrůstání. Naopak u stínomilných dřevin se keře mohou využít pro lepší ochranu před zvěří a zároveň vytváří vhodné mikroklima pro sazenice (Vacek, Simon 2009.)

3.2.7. Biologická příprava stanoviště

Využití melioračních schopností určitých dřevin se uplatňuje na lokalitách, kde je potřeba zmírnit podmínky holé plochy a vytvořit tak vhodnější prostředí pro vnášení cílových hospodářských dřevin. Předpokladem pro úspěšnou biologickou přípravu prostředí je správně zvolená cílová hospodářská dřevina, podle které se zvolí meliorační dřevina (Šmelková et al. 2001). U volby meliorační dřeviny však musíme i zohlednit stanovištní nároky jednotlivých dřevin. Výhodou tohoto způsobu přípravy je jeho využití na rozsáhlých plochách a docílení tak příznivějšího mikroklimatu na intenzivně vysoušených a přehřívaných plochách. Pro cílové dřeviny tak získáme vhodné teplotní, vlhkostní a humusové poměry (Vacek, Simon 2009).

Meliorační dřeviny pro biologickou přípravu prostředí musí splňovat tyto vlastnosti (Šmelková 1989):

- rychlý růst dřeviny
- rezistence proti suchu
- rezistence proti přebytku vody
- odolnost dřeviny proti mrazu
- svým opadem obohacovat půdu.

Při použití přípravných dřevin se zalesňuje jednofázovým nebo dvojfázovým způsobem. Při jednofázovém zalesnění se přípravné a cílové dřeviny sází najednou. U dvojfázového zalesnění se nejdříve sází přípravné dřeviny a s časovým odstupem

pak cílové dřeviny. Dvojfázový způsob se uplatňuje například na zamokřených lokalitách nebo v extrémních mrazových polohách (Vacek, Simon 2009).

3.2.8. Chemická příprava stanoviště

Chemická příprava prostředí se používá jen výjimečně, když buřeň zabraňuje úspěšnému zalesnění a odrůstání výsadeb (Varínský 2007). Buřeň je často překážkou pro přirozenou i umělou obnovu cílovými hospodářskými dřevinami. Vzniká tak konkurenční boj mezi kulturou (nárostem) a buření o světlo, prostor, vláhu a živiny (Vacek, Simon 2009).

Bylinná vegetace a keře však působí na založené kultury i kladně. Chrání je před slunečním úpalem, přizemními mrazy, zlepšují mikroklima prostředí a také mohou sloužit jako optická ochrana proti zvěři (Varínský 2007).

Při přípravě plochy k zalesnění s využitím chemických prostředků musíme zvážit jejich výhody i nevýhody. Především je nutné brát ohled na životní prostředí.

3.2.9. Způsoby zalesnění

Základní způsoby zalesnění jsou sítí nebo sadbou. Pro aplikaci těchto způsobů zalesnění se nejčastěji používá mechanizovaná příprava půdy. Mechanizovaný způsob přípravy půdy se dělí na brázdový, pruhový, jamkový, ploškový a celoplošný. Výsadba na připravených plochách je prováděna sázecími stroji a méně často se provádí ruční výsadba s ruční jamkovou přípravou půdy. Na lehčích písčitéch půdách se provádí šterbinová výsadba, která je vhodná jen pro menší sazenice s křulovým kořenovým systémem (Vacek, Simon 2009).

V současnosti je výsadba sazenic a semenáčků nejpoužívanější při zalesňování nelesních půd. Úspěšnost zalesnění závisí na kvalitě sadebního materiálu, proto se klade velký význam na genetickou, fyziologickou a morfologickou kvalitu. Výška sazenic se volí podle podmínek prostředí zalesňované plochy, kde hlavní určující parametr je stav zabařenění a jeho vývoj do budoucna (Vacek, Simon 2009).

3.2.10. Prostorové uspořádání dřevin

Prostorové uspořádání a spon výsadeb jsou rozhodující pro zajištění kultury. Pro snadný postup zalesňovacích prací i pro následnou péči o kultury se často využívá pravidelný spon. Je tedy dobré využít čtvercový, obdélníkový (řadový) a trojúhelníkový spon. Uspořádání dřevin ve skupinách se jeví jako vhodný způsob při zalesnění na extrémnějších stanovištích. Podle stanovištních nároků dřevin se volí umístění jednotlivých skupin na zalesňované ploše. Při zalesňování rozsáhlých ploch se využívají zpevňovací pásy, které tvoří dřeviny odolné proti větru (borovice, modřín, dub, javor). Počty sazenic jsou spjaty se zvoleným sponem, avšak nezbytné je dodržet minimální počty jednotlivých druhů sazenic uvedené v příloze č. 6 vyhlášky 139/2004 Sb. Stejně tak je potřebné dodržet podíl melioračních a zpevňujících dřevin (Vacek, Simon 2009).

3.2.11. Porostní směsi

Tvorba porostní směsi zahrnuje druhové složení a prostorové uspořádání zakládání porostu. Jsou zde zvoleny jednotlivé druhy dřevin, tvar i velikost porostních skupin, ale i budoucí vertikální využití porostního prostoru (Poleno, Vacek 2009).

Porostní směsi je možné zařadit do několika skupin (Vacek, Simon 2009):

1) Když volba dřevin je zaměřena na produkci dřevní hmoty. Používá se skupinové, případně řadové smíšení. Zastoupené dřeviny jsou silně ve prospěch dřevin, které se podílejí na obnovním cíli.

2) Při využití melioračních dřevin je biologicky výhodné pravidelné rozmístění po celé ploše. Přesto se využívá řadové smíšení pro svoji provozní nenáročnost.

3) Když je porostní směs tvořena krycími dřevinami, tak lze použít řadové, skupinové a výjimečně i jednotlivé smíšení. Řadové smíšení je dobře využitelné na suchých lokalitách, ale i v mrazových polohách.

4) Při zalesnění přípravnými dřevinami je potřeba volit smíšení s ohledem na prostorové uspořádání cílových dřevin.

5) Při výsadbě dřevin zpevňujících a zabraňujících erozi lze volit řadové smíšení, ojedinele i ve skupinách.

Uspořádání a rozestup jedinců na ploše nám udává spon. Hustota sponu je tedy ve vztahu k počtu sazenic na jednotku plochy. Jestliže při zalesnění zvolíme volnější spon, tak náklady na zalesnění i na budoucí péči o porost budou menší. Naopak je zde riziko toho, že když bude vysoká mortalita na založené ploše, může nastat problém se zajištěním kultury.

Při výběru dřevin do porostních směsí se musí zohlednit jejich vlastnosti, ekologické nároky i konkurenční vztahy. Další kritériem při tvorbě porostní směsi je budoucí stabilita porostu, ale i produkční a pěstební rizika zvolené porostní směsi. Tvorba porostní směsi je však v první řadě na vlastníkově, který velmi často uplatňuje ekonomické hledisko. Je tedy na samotném vlastníkově, jestli bude upřednostňovat dlouhodobý cíl lesního hospodaření, nebo dá přednost krátkodobému cíli za účelem získání dotace (Vacek, Simon 2009).

Ekonomika založení porostu je závislá na optimální kombinaci několika hledisek:

- vhodně zvolená technologie zalesnění
- výběr dřevin
- optimální počet sazenic na hektar
- cena sadebního materiálu
- finanční prostředky vynaložené na péči o kultury do doby zajištění

Ve volbě porostní směsi musí být zohledněny stanovištní podmínky, tedy půdní a klimatické poměry. Ze zjištěných stanovištních podmínek určujeme druhové složení, které respektuje ekologické nároky vybraných dřevin. Ekologické nároky dřevin zachycují růstové podmínky, ale i konkurenční vztahy mezi dřevinami. Při neuváženém výběru porostní směsi a nerespektování těchto podmínek může být budoucí porost nestabilní s produkčními ztrátami i vynaložené náklady na péči o porost budou vyšší. Při použití druhově bohatší porostní směsi vznikají stabilnější porosty, které do budoucna odolávají dlouhodobým změnám klimatu, houbovým chorobám a hmyzím škůdcům. Při využití melioračních a zpevňujících dřevin by mělo být zastoupení v porostní směsi minimálně 30 %, aby se účinek významněji projevil (Vacek, Simon 2009).

Kromě hospodářského záměru vlastníka pozemku je výběr porostní směsi spojen s typologickým zařazením, které je následně reprezentováno skupinou lesních typů (SLT). Jednotlivé skupiny lesních typů nám rámcově určují, jaké dřeviny jsou použitelné pro tvorbu porostní směsi na daném místě (Vacek, Simon 2009).

3.2.12. Způsob smíšení

Uspořádání dřevin při zalesnění je pravidelné a nepravidelné. Pravidelné uspořádání se často volí při zalesnění zemědělských pozemků a je tak možné využít mechanizace při výsadbě dřevin. Nepravidelné uspořádání je při zalesňování nelesních půd jen málo využíváno, protože rozdíly mikroreliefu jsou na celé zalesňované ploše jen málo rozdílné. U způsobu smíšení je třeba zohlednit vlastnosti dřevin, funkci, kterou mají plnit v porostní směsi, zvolenou technologii výsadby a také nesmíme opomíjet fakt, že tentýž druh dřeviny se chová v různých podmínkách rozdílně (Vacek, Simon 2009).

Jednotlivé smíšení se používá v porostních směsích, kdy přimíšená dřevina má dominantní chování nebo má v mladém věku větší dynamiku růstu, než dřevina cílová. Použitím poloodrostků a odrostků přimíšené dřeviny lze získat dostatečný náskok. Dřevinou vhodnou pro jednotlivé smíšení je např. modřín. U dřevin jako lípa a habr, které plní funkci meliorační a krycí v podúrovni světlomilných dřevin, je využití jednotlivého smíšení taktéž vhodné.

Řadové smíšení má mnoho výhod. Jednak při zalesnění, kdy je možno využít strojovou technologii a další výhodou je přehlednost i možnost využití jednoduchých výchovných schémat. Řadové smíšení je však velmi nepřírozené. Orientace jednotlivých řad se volí kolmo na směr převládajících bořivých větrů a důležitý je i dodatek řad zpevňujících dřevin. Porostním okrajům zalesněné plochy je potřeba věnovat dostatečnou péči, aby byly tvořeny stromy s nízko nasazenými korunami a zpevňující dřeviny zde byly dostatečně zastoupeny.

Hloučkovité smíšení je vhodné pro dřeviny, které přirozeně nevytváří porosty, ve kterých jsou dominantní. Jsou to dřeviny jako klen, lípa, ale i pro dřeviny meliorační a zpevňující je hloučkovité smíšení použitelné. Tento způsob smíšení umožňuje přežití alespoň jednoho i více jedinců z hloučku v konkurenci dřevin,

kteří mají výrazně dynamičtější vývoj. V budoucím porostu je smíšení velmi jemné a podle velikosti hloučku tak tvořeno jedním nebo jen několika málo stromy. Velikost hloučku se určí podle zvolených dřevin a jejich počáteční rychlosti růstu. Platí pravidlo, že velikost hloučku by měla být minimálně taková, aby odpovídala ploše korunové projekce vzrostlého stromu. Maximální velikost hloučku však nepřesahuje 100 m².

Skupinové smíšení se využívá u dřevin, které přirozeně tvoří nesmíšené porosty a mají značnou sociabilitu. Jedná se o dřeviny, které produkují cenné sortimenty. Problémem jsou však jedinci rostoucí na okraji skupin a díky rozdílné růstové dynamice tvoří křivé sukate kmeny. Je tedy patrné, že při větším počtu malých skupin bude těchto nekvalitních jedinců více a proto je vhodné tvořit větší skupiny, zejména pro dřeviny jako buk, dub, borovice (Vacek, Simon 2009).

3.3. Základy přihnojování lesních porostů

Činnost hnojení je cílevědomé dodávání hnojivých látek (hnojiv) do živného prostředí rostlin. Využitím hnojiv v lesnictví ovlivňujeme zejména půdní prostředí, kde se upravuje množství živin, poměry jednotlivých živin nebo jsou živiny přímo dodávány lesním dřevinám ve snadno přijatelné formě. Hnojení na lesních půdách se rozlišuje na operativní a základní hnojení. Základním hnojením ovlivňujeme fyzikální, chemické i biologické vlastnosti půd a zlepšujeme tím produkční schopnosti půd. Operativním hnojením ovlivňujeme přímo stav výživy kultur a porostů.

Hnojení v lesích řadíme mezi lesopěstební opatření na lesních pozemcích. Způsob a typ hnojení je individuální pro každou lokalitu, porost, kulturu a závisí na řadě okolností. Zohledňují se například stanovištní, lesopěstební, ekonomické podmínky, které významně ovlivňují způsob provedení základního nebo operativního hnojení. Součástí plánování přihnojení je meliorační průzkum (základní hnojení) a zhodnocení stavu a výživy porostu (operativní hnojení). Pro každé hnojení určité lokality je nezbytné vypracovat projekt hnojení, který musí být vyhotoven na takové úrovni, aby umožnil zjištění deficitních (hraničních) faktorů ve výživě dřevin a zhodnotil produkční schopnosti lesních půd.

Přihnojování lesů ve střední Evropě se v současnosti zaměřuje na porosty se špatným zdravotním stavem, poruchou výživy a kde jsou tedy akutní nedostatky živin. Kromě těchto nedostatků ve výživě kultur a porostu se také přihnojování soustřeďuje na pozemky, kde nevyhovující stav půd nedovoluje úspěšnou obnovu lesa. Dále se přihnojování v současnosti využívá jako jednorázové opatření pro rychlé překonání poškození porostu biotickými a abiotickými činiteli. Jedná se o tzv. regenerační hnojení. Využívá se v porostech, kdy stav a podmínky výživy nejsou limitní, ale je potřeba zlepšit výživu a tím i zdravotní stav lesních porostů po určitém poškození. Dále je možné tímto způsobem přihnojením zlepšit podmínky pro fruktifikaci porostu. Hnojení lesů, kdy je cílem zvýšit produkci dřeva či biomasy, se uplatňuje jen výjimečně.

Na degradovaných půdách pomocí pěstebních opatření včetně hnojení je potřeba v ekosystému zajistit vysokou úroveň koloběhu živin, která je stabilní. Vhodně zvolit dobu melioračního zásahu, nejlépe v době obnovy nebo podrostem tak, aby budoucí porost ve věku 20 až 40 roků rostl v regenerovaných podmínkách. Typ hnojiv, velikost dávek a opakování volit tak, aby se chybějící živiny v ekosystému doplnily na úroveň, která umožňuje jejich účinnou recyklaci. Jestli je to možné, tak spojit mechanickou přípravu půdy před zalesněním s chemickou meliorací a s navazující biologickou meliorací (Nárovec 2001)

3.3.1. Operativní hnojení

Zaměření operativního hnojení je na porosty vykazující deficit živin a z toho plynoucí poruchy ve výživě. Nedostatky živin v porostech nejsou nijak neobvyklé a vyskytují se v porostech všech věkových tříd. Poruchy výživy dřevin jsou evidovány především v imisemi zatížených oblastech. Základem pro správné naplánování a projektování operativního hnojení je vyhotovení tzv. výživářského rozboru, kterým je posouzen stav porostu a objasněn důvod poruchy ve výživě porostu. Výživářský rozbor je vytvořen na základně dvou diagnostických metod (Nárovec 2001):

- podle vizuálních aspektů se stanoví poruchy ve výživě dřevin. Hodnotí se dynamika růstu, kareňní jevy, morfologické odchylky od normálního růstu dřevin.

- druhá metoda je pomocí listových analýz, kde je stav výživy stanoven a kvantifikován z výsledků anorganických rozborů listů.

Kromě těchto základních metod můžeme doplnit rostlinolékařský rozbor o biologické testy půd, podrobné fyziologické a anatomické vyšetření vzorků rostlin a také o fyzikální a chemické rozborů půd. Vizualní diagnózy podávají informaci jen o akutních nedostatcích živin ve výživě, které signalizují kareční jevy a morfologické změny asimilačních orgánů. Například z barevných změn listů (kareční jevy) zjistíme nedostatky dusíku, hořčíku, draslíku, fosforu. Pro přesnější určení stavu výživy dřevin je vhodnější použít anorganické rozborů rostlin (listové analýzy), kterými zjistíme chronické (latentní) nedostatky rostlinných živin. Odběr vzorků listů musí splňovat určité zásady. Vzorky je nutné odebírat z vrcholových částí koruny, u jehličnatých dřevin z prvního přeslenu. U jehličnatých dřevin se vzorky odebírají v době vegetačního klidu, u listnáčů a modřínu na podzim před barevnými změnami listů. Podle potřeby kvality a rozsahu výživářského rozboru se volí velikost a počet odebraných vzorků.

Zjištěné nedostatky živin je možné doplňovat ve všech věkových třídách. Dostupnost lokality, hustota a věk porostu určují, jestli bude aplikace hnojiv plošná nebo lokální. Doba operativního hnojení je nejvhodnější na jaře, kdy dřeviny dokážou přijmout maximální množství živin dodaných hnojením. Dusíkatá hnojiva je potřeba dodávat s dostatečným předstihem před koncem vegetační doby, aby letorosty dřevin stihly dostatečně vyžrát a zdřevnatět. U vápenatých a fosforečných hnojiv není doba aplikace nijak omezena. Může však nastat problém při aplikaci hnojiv na sněh, kde je teoretický možný pohyb sněhu a možné přemístění hnojiv.

Hnojiva obecně se dělí na kapalná, tuhá prášková a granulovaná. Kapalná hnojiva mají rychlý efekt působení a tak jsou vhodná pro akutní deficity živin lesních porostů. Podle potřeby obsahu živin se používají jednosložková nebo vícesložková. Z dusíkatých hnojiv se používají ledky, kde je dusík vázaný v dusičnanové formě. K operativnímu odstranění nedostatku fosforu ve výživě dřevin se využívají superfosfáty a citrofosfáty. U nedostatku draslíku ve výživě dřevin se využívají síranová draselnohořečnatá hnojiva (Nárovec 2001).

3.3.2. Základní hnojení lesních půd

Základní hnojení neboli chemická meliorace se využívá při nevyhovujících půdních vlastnostech, když je potřeba docílit regradčních procesů. Potřeba základního hnojení na určitém pozemku se zjišťuje z pedologického průzkumu.

Využití má tento typ meliorace například na půdách, kde jsou zjištěny nevhodné formy humusu, zvyšující se acidifikace půd, která má za následek tvorbu nenasyceného sorpčního komplexu. V důsledku hromadění těžko rozložitelného surového humusu dochází ke špatnému koloběhu živin a následně nastává okyselování půdy, ztráta sorpčního komplexu v horních vrstvách půdy a biologická aktivita je také snížena. Celý tento jev vede k degradaci půd. Porosty a kultury na těchto půdách mají menší přírůst, méně odolávají biotickým škůdcům, skoro je nemožné přirozené zmlazení a je snižena fruktifikace porostu (Nárovec 2001). Také vliv depozice antropogenního dusíku má za následek větší přírůsty lesních porostů a díky tomu může dojít k nedostatku jiných živin, které je možné získat jen z půdního prostředí (Poleno et al. 2007).

Na těchto degradovaných půdách je využití chemické meliorace předpokladem pro zpětné navrácení produkčních schopností půd. Využívají se zejména vápenná a fosforečná hnojiva (Nárovec 2001). Meliorační látky jsou buď pevné, či kapalné. Pevná hnojiva jsou většinou tvarována na granule, pelety nebo sáčky. Vápenaté hmoty jsou mleté, drcené, případně ve formě granulí.

Na silně poškozených půdách je nutné využít větší dávky melioračních hmot a zároveň je potřebné tyto látky zapracovat do půdy. Meliorační zásah je možný v porostech, ale doporučuje se především na holinách před obnovou, kde je možné zapracovat meliorační látku do půdy a promísit s nadložním humusem (Poleno et al. 2007). Doporučuje se zapracovat meliorační látku s ročním předstihem před zalesněním. Období, kdy se vykonává meliorační zásah, je často na podzim a zároveň se spojí s přípravou půdy pro zalesnění. Avšak období, ve kterých se provádí meliorační práce, nejsou pevně stanovena a je tedy možné provést melioraci po celý rok, kromě doby, kdy je půda zmrzlá. Při melioračním zásahu je třeba docílit rovnoměrnosti a celoplošné aplikace na poškozenou půdu. Dávkování v přepočtu na jeden hektar je velmi rozdílné a je závislé na typu meliorační látky a na poškození degradovaných půd (Vacek, Simon 2009).

Meliorační zásahy jsou v České republice často potřebné v imisemi nejvíce zatížených horských oblastech. Jedná se mnohdy o rozsáhlé plochy špatně přístupné, proto je meliorační látka (např. mletý dolomitický vápenec) aplikována leteckým způsobem. Nevýhodou letecké aplikace je plošná variabilita vápnění. Některé plochy nejsou vápněním vůbec zasaženy a na jiné zas dopadne dvojnásobné množství (Vacek, Simon 2009).

3.4. Péče o kultury na zalesněných zemědělských a degradovaných půdách

Pro úspěšné odrůstání a vývoj výsadeb je nutná odpovídající péče o kultury. Tato prvotní péče je hlavně zaměřená na ochranu proti nežádoucí vegetaci a zvěři. Využívají se mechanická, případně chemická opatření. Zemědělské půdy ve srovnání s lesními mají odlišné půdní parametry a mnohdy zde bývají výrazně vyšší zásoby dostupných živin. Dřeviny rostoucí na těchto půdách tak mohou mít větší přírůsty a stát se tak více atraktivní pro zvěř. Další problém z nadbytku živin na mezotrofních a eutrofních ekotopech je nedostatečná výchova. Porosty jsou tak přeštíhleny a zvyšuje se riziko jejich nedostatečné statické stability, respektive zvýšení lability.

Pod pojmem péče o kultury na zalesněných zemědělských a degradovaných půdách se rozumí soubor lesopěstebních opatření. Řadíme sem mechanickou, biologickou a chemickou ochranu (Vacek, Simon 2009).

3.4.1. Ochrana proti zvěři

Nedostatečná ochrana proti zvěři je často limitující pro úspěšné zalesnění a odrůstání kultur. Zejména je potřeba zajistit ochranu pro listnaté dřeviny a jedli. Největší škody okusem působí zvěř srnčí, dutorohá, vysoká ale i zaječí.

Základní způsoby ochrany před zvěří jsou následující (Vacek, Simon 2009):

- snížení stavů zvěře
- oplocení
- využití repelentů
- využití mechanické ochrany sazenic

3.4.2. Ochrana proti buření

Ve většině případů je před zalesněním ochrana proti buření spojena s celoplošnou přípravou půdy. Na místech chudých, vysýchavých a na teplomilných stanovištích je příprava částečně omezena, protože bylinný kryt plní funkci ochrany před erozí a zároveň chrání výsadby před úpalem. Boj proti buření dělíme na biologický, mechanický a chemický. Při ochraně kultur proti buření se nejčastěji využívá ruční nebo mechanizované vyžínání pomocí srpů, křovinořezů i adaptérů nesených na traktorech a dále při využití herbicidních látek se využívají postřikovače s ochrannými kryty zabraňujícími zasažení sazenic.

V současné praxi je podcenění ochrany kultur před buření nejčastější příčina neúspěšného zalesnění (Vacek, Simon 2009).

3.4.3. Ochrana proti hmyzu

Škodám způsobených hmyzem je potřeba věnovat dostatečnou pozornost, protože i malé poškození sazenic může na nich způsobit velké škody. Nezbytné je provádět trvalou kontrolu na zalesněných plochách a v případě poškození využít některé z ochranných a obranných prostředků (Vacek, Simon 2009).

Škůdce poškozující semenáčky a sazenice je možné rozdělit takto (Šmelková et al. 2001):

- škůdci poškozující kořenovou část
- škůdci poškozující kmínky
- škůdci poškozující listy a jehlice

3.4.4. Poškození porostu abiotickými faktory

Škody abiotickými faktory na kulturách jsou ve srovnání a biotickými škodami jen méně významné. Poškození mají regionální či lokální charakter. Mezi nejvýznamnější abiotické činitele poškozující kultury řadíme holomráz, pozdní mraz, námraza, krupobití, deformace sněhem a lesní požáry. Holomrazy jsou významné na mokřích a rašelinných půdách, kde mohou poškodit i všechny

dřeviny. Poškození pozdními mrazy je nejvíce časté u listnatých dřevin, které brzo raší a také u jedle a douglasky. Poškozené námrazou jsou nejvíce starší kultury ve středních polohách 500 – 1000 m n. m. (Vacek, Simon 2009).

3.5. Hmyz poškozující porosty vybraných dřevin

Na porostech v minulosti založených na nelesních půdách byla zaznamenána řada škůdců, kteří tyto porosty nejčastěji poškozují. U borovice to byli zejména defoliátoři jako tmavoskvrnáč borový (*Bupalus piniarius*), hřebenule borová (*Diprion pini*), můra sosnokaz (*Panolis flammea*) a na kulturách klikoroh borový (*Hylobius abietis*). Na dubových porostech to byly přemnožené bekyně velkohlavé (*Lymantria dispar*) (Vacek, Simon 2009). Níže jsou vypsáni škůdci, kteří nejvíce poškozují vybrané dřeviny na bývalých zemědělských půdách podle (Vacek, Simon 2009; Uhlířová, Kapitola 2004).

3.5.1. Listnaté dřeviny

Dub spp.:

Bekyně velkohlavá (*Lymantria dispar* L.)

Bekyně zlatořitná (*Euproctis chrysorrhoea* L.)

Chroust obecný (*Melolontha melolontha* L.)

Bělokaz dubový (*Scolytus intricatus* Ratz.)

Javor mléč:

Bekyně velkohlavá (*Lymantria dispar* L.) (Uhlířová, Kapitola 2004)

3.5.2. Jehličnaté dřeviny

Douglaska tisolistá:

Korovnice douglasková (*Gilletteella cooleyi* Gillette)

Borovice lesní:

Krasic borový (*Phaenops cyanea* F.)

Klikoroh borový (*Hylobius abietis* L.)

Obaleč pryskyřičný (*Retinia resinella* L.)

Obaleč prýtový (*Rhyacionia buoliana* Den. et Schiff.)

Můra sosnokaz (*Panolis flammea* Schiff.)

Lýkožrout vrcholkový (*Ips acuminatus* Gyll.)

Lýkožrout dvouzubý (*Pityogenes bidentatus* Hbst.)

Hřebenule ryšavá (*Neodiprion sertifer geoffr.*) (Vacek, Simon 2009).

3.6. Houbové choroby poškozující porosty vybraných dřevin

V současnosti je největší problém na nelesních půdách s kořenovníkem vrstevnatým (*Heterobasidion annosum* /FR./ Bref. Senu lato), který způsobuje hnilobu kořenů u smrkových porostů. Největší problémy s kořenovníkem jsou na oglejených stanovištích první generace lesa vzniklých na nelesní půdě. Primární infekce vniká při první výchově porostu skrz pařezy. Dalším vstupním místem infekce jsou popraskané malé kořínky, které vznikají v období sucha na oglejených stanovištích, kdy půda vyschne a popraská. Na těchto stanovištích se při zalesnění doporučuje použít minimální povolené počty sazenic na hektar, aby se výchova porostu více oddálila. Porost poškozený kořenovníkem je značně náchylný k vývrátům.

Pro omezení fyto-sanitárních rizik na nelesních půdách je potřebné respektovat podmínky stanoviště a ekologické nároky dřevin. Po splnění těchto podmínek je možné poškození porostu minimalizovat.

Níže jsou vypsány houbové choroby, které nejvíce poškozují vybrané dřeviny na nelesních půdách podle (Vacek, Simon 2009; Uhlířová, Kapitola 2004).

3.6.1. Listnaté dřeviny

Dub spp.:

Padlí dubové (*Microsphaera alphitoides* Griff. et Maubl.)

Ohňovec statný (*Phellinus robustus* /P. Karst./ Bourd. Et Galz.)

Ochmet evropský (*Loranthus europaeus* L.)

Javor mléč:

Ohňovec obecný (*Phellinus igniarius* /L./ Quél)

Ostropórka topolová (*Oxyporus populinus* /Schumach/ Donk)

Svraštělka javorová (*Rhytisma acerinum* /Pers./ FR.) (Vacek, Simon 2009; Uhlířová, Kapitola 2004)

3.6.2. Jehličnaté dřeviny

Douglaska tisolistá:

Švýcarská sypavka (*Phaeocryptopus gaeumannii* /T. Rohde/ Petr.)

Skotská sypavka (*Rhabdocline pseudotsugae* Syd.)

Václavka smrková (*Armillaria ostoyae* /Romagn./ Herink)

Borovice lesní:

Rez sosnokrut (*Melampsora populnea* /Pres./ P. Karast.)

Rez jehlicová (*Coleosporium* sp.)

Sypavka borová (*Lophodermium pinastri* /Schrad./ Chevall;
Lophodermium seditiosum Minter, Staley et Millar)

Ohňovec borový (*Phellinus pini* /Brot./ Brondartsev et Singer)

Václavka smrková (*Armillaria ostoyae* /Romagn./ Herink) (Vacek, Simon 2009)

3.7. Vlastnosti vybraných dřevin

3.7.1. Listnaté dřeviny

Javor mléč (*Acer platanoides* L.)

Javor mléč je dřevinou s poměrně velkým areálem. Severně zasahuje až do jižního Norska, jižně areál zasahuje přes střední Itálii až po Balkánský poloostrov. Východně je rozšířen až v evropské části Ruska po Ural, na západ roste v Pyrenejích a v severní části Španělska. V areálu javoru mléče je jeho zastoupení velmi mezernaté a nerovnoměrné. Hojnější zastoupení má spíše v severní a východní části svého areálu. Strom dorůstá výšky 20 – 25 m s průměrem kmene ve výšce 1,3 m až 1 metr. Javor se dožívá 150 – 200 let. Kmen je přímý s hladkou borkou a tvoří oválnou až kulovitou košatou korunu. Podzimní barevná změna listů je do žluté, případně zářivě červené barvy. Kořenový systém dobře upevňuje nadzemní část a je tvořen křovitým kořenem s dalšími bočními kořeny. Plodnost javoru je závislá na stanovišti a v porostu se dostavuje po 40. roku. Semenné roky jsou každoroční, případně v dvouletých cyklech. Plodem jsou dvojnažky se semeny

s vysokou, ale krátkou klíčivostí. Přirozené zmlazení je často velmi bohaté a výmladnost z pařezu je také výborná. Javor v mladém věku roste velmi rychle a udržuje si tento růst do věku 20 – 30 let. Potom růst zpomaluje a setrvává asi do 100 let. Diversita na přirozených stanovištích je jen malá. Na území ČR je jen málo zastoupen a vyskytuje se nejvíce na rovinách, pahorkatinách a vystupuje až do hor, kde jsou příznivé podmínky. Na našem území se často vyskytuje na druhotných stanovištích než v lesních porostech.

Ekologie:

Javor mléč je dřevinou stín snášejší, která využívá světlin ve spodní části porostu. Roste často na suťových půdách od nížin do hor. Vyžaduje půdy hluboké, živné, vlhké s dostatkem dusíku. Má poměrně vysoké nároky na půdní a vzdušnou vlhkost. Snáší i stagnující vodu, proto je využití v luzích možné. Zimní období snáší dobře, odolává mrazu a ani netrpí na podzimní a jarní mrazy. Je také vhodný do městského prostředí (Chmelař 1991).

Dub letní (*Quercus robur* L.)

Areál dubu je dosti rozsáhlý. Severně roste v teplé přímořské části Norska, jižním Švédsku a až po nejjižnější Finsko. Oproti dubu zimnímu se areál dubu letního táhne o 150 km víc na sever. Na východ zasahuje až po Ural a v jižní evropské části Ruska postupuje přes stepi až k Černému moři. Na jihu se táhne přes Apeninský a Balkánský poloostrov vyjma nejjižnějších částí. Západní rozšíření je až po severní část Pyrenejského poloostrova, roste v celé Francii i Británii kromě Irska a Skotska. Vykytuje se od nížin do pahorkatin, především podél toků řek, kde tvoří směsi s jasanem a jilmem. Ve střední Evropě chybí v oblasti Alp, vyšších částí Karpat a hercynských pohoří. V lužních oblastech jsou porosty s dubem letním poměrně vzácné, protože velká část těchto porostů byla přeměněna na zemědělskou půdu. Dub letní je strom dorůstající 40 m a s průměrem kmene ve výšce 1,3 m okolo 1,5 metru. Může se dožívat 400 – 500 let, ale někteří jedinci mohou být mnohem starší, protože dobře odolávají hnilobám. U těchto starých volně rostoucích stromů je kmen krátký s velkou rozložitou korunou. V zápoji je kmen dlouhý, válcovitý s křivolakým větvením a menší korunou. Na podzim se listí zbarvuje do světle hnědé barvy. V ČR dub roste zejména v nížinách poblíž velkých řek. Další výskyt

dubu je na slunných teplých stráních s živným podkladem, kde však tvoří netvárné pokřivené kmeny. V současnosti je pěstován i v pahorkatinách na svažitých hlubokých půdách, méně vhodných pro zemědělskou výrobu.

Ekologie:

Dub letní je světlomilná dřevina, která tvoří listy zejména na okraji koruny. V prostoru pod korunou je tak dostatek světla pro dřeviny méně náročné na světlo, které vhodně doplňují porosty dubu. Nejlépe roste v lužních lesích a na spraších, kde jsou hluboké hlinité půdy. Vhodně roste na bohatých jílovitých půdách dostatečně provzdušněných, se spodní vodou. Dobře snáší jarní záplavy půdy. Klimatické podmínky, ve kterých roste, jsou značně široké, roste jak v mírném oceánickém klimatu, tak i ve východní Evropě s kontinentálním klimatem. Nároky na srážky jsou velmi rozdílné a pohybují se podle místa růstu od 300 do 2000 mm ročně. Zimní období dobře překonává a nevádí mu námraza ani silné mrazy. Je však málo odolný vůči jarním a podzimním mrazům, kdy letorosty nestačí dostatečně vyzrát nebo včasné narašené listy jsou mrazem spáleny. Přirozené zmlazení je ovlivněno osvětlením plochy pod porostem. Nejlépe zmlazuje na silně prosvětlených plochách nebo na holé ploše. Dub snáší zástin do 4 – 8 let a růst si zachovává do vysokého věku. Dobře zvládá městské prostředí, protože jeho nároky na čistotu vzduchu nejsou vysoké (Chmelař 1991).

Dub červený (*Quercus rubra* L.)

Přirozený areál dubu červeného je ve východní části Severní Ameriky. Směrem do vnitrozemí se táhne od pobřeží Atlantiku až k povodí řeky Missouri v Kansasu. Severní rozšíření sahá až do atlantické části Kanady v Novém Skotsku. Jižním směrem areál přechází přes USA až do Georgie a Alabamy. Největší zastoupení je na pomezí Kanady a USA, ani zde však nevytváří monokulturální porosty dubu červeného, ale roste ve směsích s dubem bílým, jasanem americkým, ořechovcem nebo liliovníkem. Jde o mohutný strom dorůstající až 40 metrů a dožívající se až 450 let. Průměr kmene ve výšce 1,3 metru je až 1,5 metru a borka na kmeni zůstává hladká i do poměrně vysokého věku. Plodem jsou žaludy, které v prvním roce dorostou jen do velikosti malého knoflíku a až v dalším roce dozrávají. Dub červený se dobře zmlazuje, ale žalud si udržuje klíčivost jen kratší dobu. Kořenový

system je plošný a kořeny sahají daleko od kmene. Nadzemní část stromu je dobře upevněna a vývraty jsou ojedinělé. Dub červený byl poměrně úspěšně introdukovan do Evropy, kde je nyní součástí lesních porostů. Dřevo dubu má široké upotřebení, ale ve srovnání s dubem letním nebo zimním je hodnoceno jako méně kvalitní. Velmi často je využíván jako soliterně stojící strom v parcích nebo zahradách, především pro jeho podzimně se vybarvující listy do zářivě červené barvy.

Ekologie:

Stejně jako naše domácí duby je dřevinou světlomilnou. Mírný zástin snáší jen v mladém věku. Dub červený má tendenci od mládí tvořit koruny, které zabírají velkou plochu a může tak docházet k potlačení ostatních jedinců nebo jiných druhů dřevin v nižší etáži. Nároky na vodu jsou značné. Vhodné jsou lokality s vyšší hladinou podzemní vody. Nároky na půdu jsou naopak malé. Roste v chudých skeletovitých, těžkých, jílovitých půdách, které jsou dostatečně vlhké. Odolnost proti mrazu je velmi dobrá a díky pozdějšímu narašení nebývá poškozen pozdními mrazy. Růst ve znečištěném ovzduší snáší dobře a je také dřevinou vhodnou pro zalesnění degradovaných půd (Chmelař 1991).

3.7.2. Jehličnaté dřeviny

Borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.)

Borovice lesní patří mezi euroasijské rychle rostoucí borovice s dvěma jehlicemi ve svazečku. Areál rozšíření má ze stromovitých dřevin největší a její ekologická amplituda je velmi široká. Může se dožít poměrně vysokého věku okolo 300 let. Dorůstá až do výšky 40 m a průměr kmene v 1,3 m činí až 1 m. Na extrémních stanovištích může být jen keřovitýho vzrůstu. Kmen borovice v severovýchodní části Evropy je přímý a větve začínají až v horní čtvrtině, při výskytu na extrémních stanovištích je kmen často křivolaký. Borovice lesní je jádrová dřevina a dřevo má spíše měkké. Koruna se vyvíjí podle geografického místa růstu, v severovýchodní evropské části má štíhlou korunu s menšími větvemi, ve střední a jižní části je koruna klenutá až deštníková se silným ovětvením. Borovice lesní patří mezi zpevňující dřeviny, protože její kořenový systém velmi dobře kotví nadzemní část. Je tvořen křivým kořenem zasahujícím

do hloubky 1,5 – 3m, na písčitéch půdách však dorůstá mnohem hlouběji. Křovité kořeny jsou doplněny bočními kořeny, které směřují růst také směrem dolů. Horizontální kořeny prokořeňují vrstvu půdy do 20 cm pod půdním povrchem. Borovice kvete v červnu a plodem je (3 – 6 cm) velká šiška, která se vyvíjí jeden rok. Semena dospívají tentýž rok, co jsou vytvořeny šišky a k otevírání šišek nejčastěji dochází v předjaří dalšího roku. Semenné roky se opakují v průměru každý 3. až 6. rok. Růst borovice je v mládí poměrně rychlý, výškový přírůstek dosahuje až 80 cm ročně. Díky velkému rozšíření, jednak dle místa zeměpisného původu a i podle podmínek stanoviště, je diversita uvnitř taxonu borovice extrémně velká. Areál rozšíření borovice lesní se táhne od Atlantiku přes Evropu a Sibiř až skoro k Pacifickému oceánu. Nejjižněji se vyskytuje v pohoří Sierra Nevada (Španělsko) a nejseverněji se vyskytuje až na hranici tundry a lesotundry na severu Skandinávie, evropské i asijské části Ruska. V ČR jsou autochtonní porosty borovice lesní rozšířeny jen ostrůvkovitě, především na extrémních reliktních stanovištích. Přirozené zastoupení bylo jen 3,4 % a v současnosti je 17,2 %. Doporučené zastoupení pro ČR je 16,8 %.

Ekologie:

Borovice lesní je velmi světlomilná dřevina a nesnáší zastínění. Díky velkému rozšíření je i klimatický rozsah značný. Vegetační doba stanovišť, na kterých roste, se pohybuje od 90 do 200 dnů a požadavky na srážky jsou taky značně rozdílné, 200 – 1780 mm ročně. Větší část areálu borovice lesní má spíše kontinentální podnebí. Roste na půdách vzniklých z hornin silikátových, které jsou mělké, chudé, písčité až kamenité a suché. Může růst i na vápencích a hadcích. Zhoršený až zakrslý růst má na bažinných a rašelinných půdách. Borovice je dřevina málo kompetičně silná, a proto bývá často vytlačena na horší až extrémní stanoviště s dostatkem světla. Díky schopnosti čerpat vodu z větších hloubek oproti jiným dřevinám roste tak i na stanovištích na povrchu velmi suchých. Obnova borovice je úspěšná na holé minerální půdě, která je zbavená surového humusu a zároveň je dostatečně osluněná. Jedná se o dřevinu pionýrskou, schopnou například vyklíčit na požárem degradovaných plochách. Na našem území se v lesích rozšířily zejména morfotypy s vyklenutou korunou, vysokým kmenem a nesmolnatým dřevem. Je

známo mnoho lokálních ras, například východočeská borovice, třeboňská borovice, západočeská borovice (Musil, Hamerník 2007).

Douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii* /Mirbel/ Franco)

Douglaska je dřevina původem ze Severní Ameriky, kde je po sekvojích nejvyšším druhem s velmi kvalitním užitkovým dřevem. Byla celosvětově introdukována do mnoha lesů v mírném pásmu. Rozšířena je od pacifického pobřeží až po začátek horských pásem. Jižně začíná areál douglasky v Kalifornii a táhne se podél pobřeží a k jižní Kanadě. Jde o strom dorůstající se ve své domovině průměrně 55 – 76 metrů. Průměr kmene ve výšce 1,3 m dosahuje 1,5 – 1,8 m. Jde o strom dožívající se vysokého stáří, v pralesích okolo 500 – 700 let. Kmen je v mladém věku silně zavětvený, od věku 80 let jsou kmeny dlouhé, kůlovité a přirozeně vyvětvené. Borka je nejdříve jemná s pryskyřičnými puchýřky, u starých stromů je velmi tlustá, hluboko rozbrázděná a podélně popraskaná. Korunu tvoří kuželovitou, ve stáří přechází v zaokrouhlenou. Kořenový systém je nejdříve tvořen kůlovým kořenem, později je tvořen silnými bočními kořeny. Výškový přírůst douglasky většinou kulminuje ve věku 20 – 30 roků. Celkový růst je poměrně rychlý a setrvává do vysokého věku. V lesích střední a západní Evropy se douglaska nejlépe osvědčila jako introdukovaná dřevina a je tak v těchto lesích nejvíce pěstovanou cizí dřevinou. V ČR zaujímá 0,2 % rozlohy lesů.

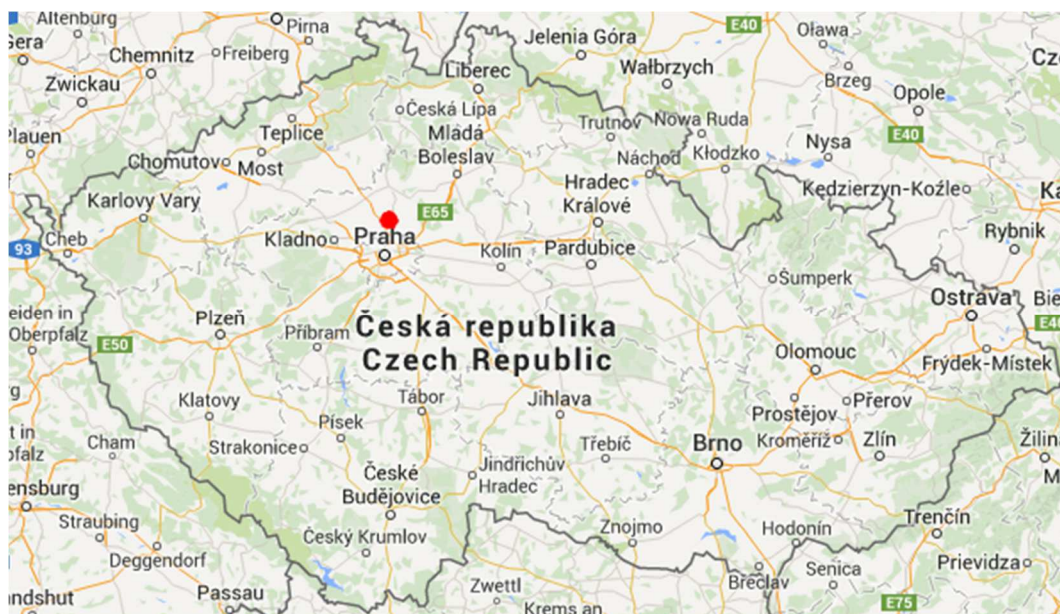
Ekologie:

Nároky douglasky na světlo jsou v mladém věku středně vysoké, nejdříve toleruje určité zastínění, ale v pozdějším věku se nároky na světlo zvětšují. V Severní Americe vytváří stejnověké rozsáhlé porosty, které jsou doplněny nalétlými dřevinami snášejícími větší zastínění. Porosty douglasky se vyskytují i na lokalitách, kde by byly za normálních okolností vytlačeny stínomilnými dřevinami, ale v důsledku častých požárů a jejich odolné borce proti ohni se na těchto lokalitách udrží. Douglaska roste na půdách hlubokých, hlinitých, které jsou dostatečně zásobené živinami, propustné a provzdušněné. V areálu přirozeného rozšíření roste v přímořském klimatu s chladným létem a mírnou vlhkou zimou (Musil, Hamerník 2007).

4. METODIKA

4.1. Charakteristika výzkumné plochy

Účinky a využití organicko – minerální horniny Alginit pro podporu výsadeb na nelesních půdách byly hodnoceny na bývalé zemědělské půdě u obce Odolena Voda (viz. příloha č.1). Lokalita s názvem “U lomu“ se nachází severním směrem od Prahy přibližně 8,5 km vzdušnou čarou od obce Hovorčovice s GPS souřadnicemi N50 ° 13.95 ', E14 ° 25.58'. Jedná se o relativně suchou oblast, která spadá do PLO-17 Polabí. Tato lokalita je součástí klimaticky teplé a mírně suché oblasti s průměrnou roční teplotou 8 – 9 °C a součtem teplot nad 10 °C ve vegetační době okolo 2600 – 2800 °C. Průměrný roční úhrn srážek je 500 – 600 mm a pravděpodobnost sucha ve vegetační sezóně je na této lokalitě 20 – 30 % (Podrázský et al. 2013; Štolba 2015; Tužinský et al. 2015).



Obr. č. 1: Lokalizace plochy U lomu na mapě ČR (<http://google.cz/maps/>)

Výzkumná plocha je mírně svažité v nadmořské výšce 260 m n. m. a má severozápadní expozici. Velikost plochy je 1440 m² s rozměry 120 × 120 metrů. V sousedství této bývalé zemědělské plochy se severním a východním směrem rozprostírá funkční kamenolom, jižním a západním směrem je lokalita obklopena využívanou zemědělskou půdou.

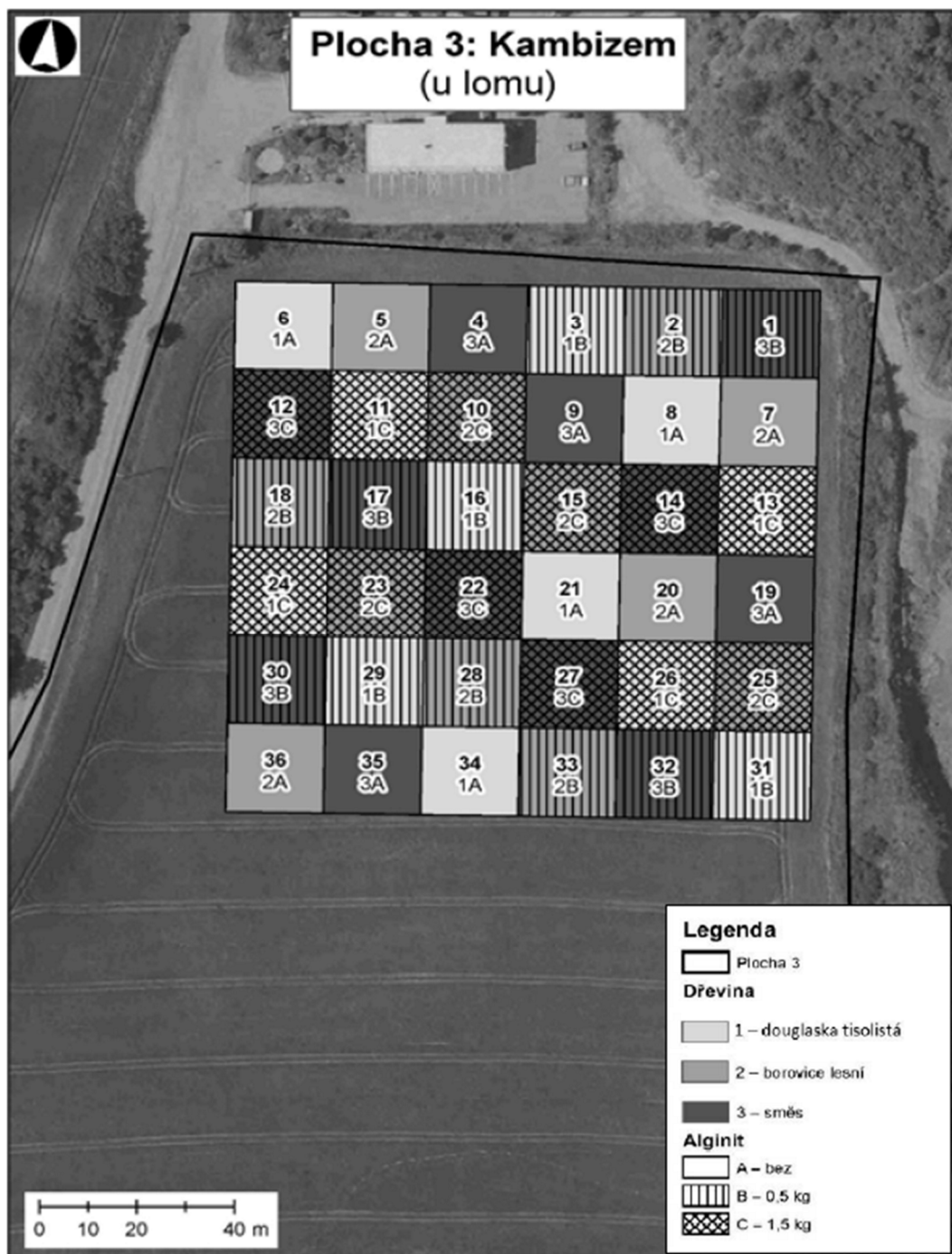
Půdy na této lokalitě jsou středně hluboké až hluboké, půdním typem je kambizem modální eubazická a mezobazická a mateřský substrát je tvořen břidlicí. Půda je středně až málo skeletovitá, zrnitost je středně velká a má poměrně dobrou retenci vody (Tužinský et al. 2015).

4.2. Plošné rozdělení výzkumné plochy

Experimentální plocha byla rozdělena na 36 dílčích ploch o rozměrech 20×20 metrů. Spon u dřevin dub letní (*Quercus robur*), dub červený (*Quercus rubra*), javor mléč (*Acer platanoides*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*) je 1×1 m a z toho plyne, že na jedné plošce bylo vysazeno 400 sazenic (10 000 ks/ha). U douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*) je spon 1×2 m a tedy na jedné plošce bylo vysazeno 200 sazenic (5000 ks/ha). Použit byl prostokořenný sadební materiál s jamkovou výsadbou. Na dílčích ploškách se směsí listnatých dřevin bylo zvoleno řadové smíšení (Podrázský et al. 2013).

4.3. Použití meliorační hmoty

Na zalesnění bývalé zemědělské plochy U lomu byly použity domácí hospodářské dřeviny dub letní (*Quercus robur*), javor mléč (*Acer platanoides*), borovice lesní (*Pinus Sylvestris*) a introdukované dřeviny dub červený (*Quercus rubra*) a douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*). K výsadbě byl použit dvouletý jehličnatý a tříletý listnatý sadební materiál. Pro podporu odrůstání výsadeb těchto vybraných dřevin byl použit meliorační přípravek Alginit, který byl aplikován do jamek při výsadbě. Byly použity dvě varianty s dávkou 0,5 kg (B) a 1,5 kg (C) meliorační hmoty k sazenici a dále také kontrolní varianta (A), bez použití meliorační hmoty. Na celé ploše lokality U lomu byla každá varianta (3 varianty dřevin a 3 varianty Alginit) založena ve 4 opakováních a jejich plošné rozmístění je zobrazeno na obr. č. 2. Z toho je patrné, že například u douglasky tisolisté jsou na celé zalesněné ploše 4 plošky s aplikací 1,5 kg Alginitu, další 4 plošky po 0,5 kg Alginitu a 4 plošky bez použití této meliorační hmoty (Podrázský et al. 2013; Štolba 2015). Alginit použitý pro tento výzkum měl následující obsahy makroprvků Ca 15 528 mg/kg, K 196 mg/kg, Mg 1 841 mg/kg, P 42,9 mg/kg a celkový obsah N byl 0,207 %.



Obr. č. 2: Rozmístění jednotlivých plošek na výzkumné ploše U lomu (VUMOP, Tužinský 2013)

4.4. Časový průběh zalesnění a získávání dat

Založení kultur na bývalé zemědělské půdě U lomu se provedlo na jaře v roce 2013 a v tomtéž roce na podzim proběhlo na celé lokalitě přeměření výsadeb. Jednotlivé výšky byly u každého jedince měřeny skládacím metrem s přesností na centimetry. Měření bylo prováděno na každé plošce systematicky po jednotlivých řadách. Kromě měření výšek, ze kterých se zjišťoval přírůstek, se zároveň hodnotil zdravotní stav výsadeb, jejich mortalita, kvalita a poškození. Zdravotní stav, mortalita a kvalita byla subjektivně hodnocena pomocí číselné řady 1 – 4, kde číslem 1 byli hodnoceni nejlepší jedinci se 100% zdravotním stavem, přímým růstem, rozvinutou korunou a velmi dobře vyvinutými asimilačními orgány. Číslem 2 se hodnotili jedinci s 50 – 100% zdravotním stavem, slabě poškození, kteří nespádali do 1. kategorie. Číslem 3 se hodnotili jedinci s 0 – 50% zdravotním stavem, kteří byli silně poškození. Číslem 4 byli hodnoceni jedinci mrtví, uschlí, nebo velmi poškození, u kterých byl další růst nemožný. Poškození výsadeb bylo hodnoceno také subjektivně a zaznamenalo se do databáze jako poznámka, která popisovala dané poškození, např.: okus, ohryz, vedlejší vrchol, dva vrcholy.

Celá lokalita byla na konci vegetační sezony roku 2013 oplocena, protože škody zvěří na výsadbách byly značné. V roce 2014, 2015 a 2016 proběhlo stejné přeměření jako v roce 2013 a ze zjištěných dat byly vyhodnocovány výsledky. V roce 2014 byly dále přeměřeny kořenové krčky. Přeměření kořenových krčků se provádělo způsobem, že na ploškách s borovicí lesní nebo douglaskou tisolistou se změřila jedna řada (tzn. 20 jedinců). Na ploškách se směsí dřevin byl změřen vždy jeden řádek od každé dřeviny (tzn. 3 × 20 jedinců). Kořenové krčky byly měřeny s přesností na 0,1 mm.

V srpnu roku 2016 byly odebrány vzorky asimilačních orgánů z borovice lesní (*Pinus sylvestris*), douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*), javoru mléče (*Acer platanoides*), dubu letního (*Quercus robur*) a dubu červeného (*Quercus rubra*) pro listové analýzy. Vzorky byly odebrány dohromady z 24 ploch, kde se opakovaly tři varianty přihnojení Alginitem 0 kg, 0,5 kg a 1,5 kg (jak je výše uvedeno). Na každé plošce byly náhodně odebrány směsné vzorky z 50 jedinců. Analytické zpracování odebraných vzorků proběhlo v laboratoři Tomáš, Opočno. Koncentrace

jednotlivých makroprvků (N, P, K, Ca, Mg) ze sušiny odebraných listových vzorků byly porovnány s doporučenými hodnotami dostatečné výživy podle Bergmanna (1988).

V roce 2016 byly u výsadeb douglasky tisolisté odebrány listové vzorky z důvodu barevných změn jehličí. Odběr byl proveden na ploškách 1 – 12, kde se odebraly vzorky ze žloutnoucích sazenic a ze sazenic, u kterých bylo normální zbarvení asimilačního aparátu. Z každé plošky byl odebrán vzorek z cca 50 jedinců u každého typu jehlic. Na vybraných sazenicích se odebíraly jednoleté letorosty z 2. až 3. přeslenu. Celkem tedy šlo o 4 vzorky zeleného a 4 vzorky žlutého jehličí, které byly vzájemně statisticky porovnávány.

4.5. Zpracování dat

Naměřená terénní data byla přepsána do elektronické podoby a statisticky vyhodnocena v programu Microsoft Excel. Nejprve byla rozdělena do skupin podle jednotlivých variant aplikace Alginitu a dle dřevin. Byly vypočítány základní statistické hodnoty (aritmetický průměr, směrodatná odchylka). Dále pro každou dřevinu a variantu aplikace Alginitu byly zjištěny hodnoty přírůstu, průměrných výšek, mortality a zdravotního stavu.

Pro statistické vyhodnocení barevných změn asimilačních orgánů douglasky tisolisté z odebraných listových vzorků byl využit program Statistica a neparametrický test Kolmogorov–Smirnov. Zjištěné výsledky byly porovnány s doporučenými hodnotami dostatečné výživy douglasky tisolisté podle Bergmanna (1988).

5. VÝSLEDKY A DISKUZE

Ve výsledcích je zhodnocen růst a prosperita výsadeb založených v roce 2013 na bývalé zemědělské půdě, které byly mezi lety 2013 a 2014 významně poškozeny zvěří. Poškození zvěří ovlivnilo mortalitu zejména listnatých dřevin a samotné účinky meliorační látky Alginit tak byly značně ovlivněny. Je jisté, že oplocení celé lokality na podzim roku 2013 bylo zásadní. V prvních letech po výsadbě byly celkové výšky sazenic ovlivněny samotnou výsadbou a nevypovídaly tak o skutečném vlivu Alginitu na kultury.

Při výsadbě by mělo být dodrženo pravidlo, že hloubka jamky by měla být úměrně velká k velikosti kořenového systému dané sazenice a zároveň aby výška přihnuté zeminy k sazenici sahala stejně vysoko jako v lesní školce, respektive po kořenový krček (Krejčí 2013).

Dalším negativním činitelem, který působil na výsadby v prvním roce, byla doba trvání manipulace s prostokořenným sadebním materiálem od fáze vyzvednutí v lesní školce až po zasazení na lokalitě.

Dalším omezujícím faktorem působícím na sazenice jsou opakující se suchá letní období, kde deficit srážek může být pro růst výsadeb limitující. V roce 2014 se přírůst u javoru mléče a dubu červeného zmenšil než v roce předchozím a dokonce došlo i ke snížení průměrné výšky sazenic. Tyto záporné hodnoty u dubu červeného a javoru mléče můžeme pravděpodobně přisoudit zmíněnému suchu, protože vliv zvěře byl oplocením lokality značně omezen. Suchá letní období způsobila zasychání vrcholů a tím došlo ke snížení celkových výšek výsadeb. Takto poškozené sazenice suchem a zvěří vytvářely nové boční, vedlejší vrcholy.

V tabulce č. 1 jsou zobrazeny průměrné výšky výsadeb do roku 2016. Snižování průměrných výšek sazenic u javoru mléče a dubu červeného pokračovalo i v roce 2015. Snížení výšky javoru mléče bylo zanedbatelné u všech variant, taktéž i u obou variant přihnojení dubu červeného. Kontrolní plošky u dubu červeného, vykazovaly významné snížení výšky. V roce 2016 měly obě varianty s přihnojením pozitivní nárůst. Kontrolní plošky u dubu červeného opět vykazovaly záporné hodnoty a z toho vyplývá, že nižší i vyšší dávka Alginitu má pozitivní vliv na růst dubu červeného. U borovice lesní byla v roce 2016 zaznamenána signifikantně vyšší hodnota u varianty s menší dávkou Alginitu. U douglasky tisolisté byly v roce

2015 i 2016 naměřeny vyšší hodnoty u kontrolní varianty a zatím se zde neprojevil pozitivní vliv meliorační látky na celkové výšky sazenic. Dub letní měl nejvyšší průměrné výšky u varianty s větší dávkou meliorační hmoty.

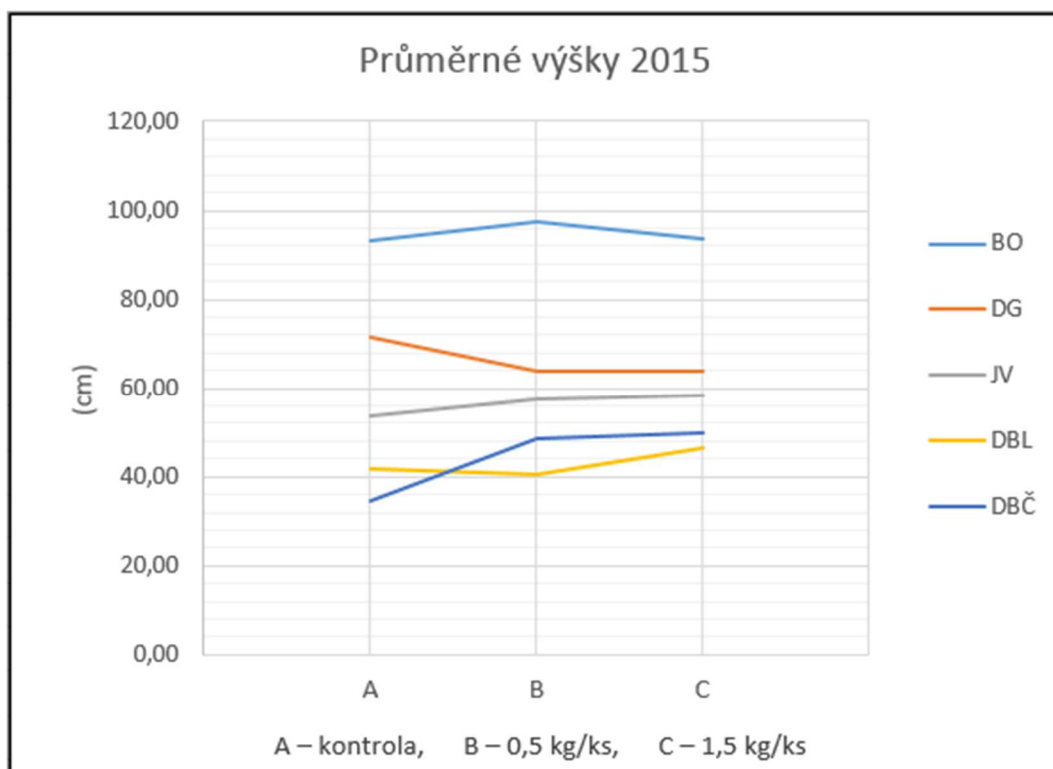
Tabulka č.1: Vliv použití meliorační hmoty Alginít na průměrné výšky kultur.

Druh Dřeviny	Varianta	Výška při výsadbě (cm)		Výška 2013 (cm)		Výška 2014 (cm)		Výška 2015 (cm)		Výška 2016 (cm)	
		Průměr	±Směr.odch.	Průměr	±Směr.odch.	Průměr	±Směr.odch.	Průměr	±Směr.odch.	Průměr	±Směr.odch.
BO	A	25,30	5,96	36,20	9,61	63,00	14,34	93,40	19,61	129,50	27,56
BO	B	24,30	5,56	37,80	9,08	64,30	12,99	97,60	18,34	136,20	25,91
BO	C	26,30	6,34	40,30	9,24	62,80	14,11	93,50	19,31	128,70	27,59
DG	A	25,80	6,34	32,90	6,82	48,20	10,85	71,40	16,63	96,40	27,94
DG	B	28,20	6,74	33,90	7,37	46,00	9,51	64,10	15,47	82,70	25,52
DG	C	26,20	6,45	32,10	6,66	44,70	8,95	64,00	14,94	84,40	25,32
JV	A	51,80	11,94	59,70	12,44	55,50	12,54	53,90	12,76	61,60	18,31
JV	B	54,10	11,77	64,70	11,43	58,60	13,62	57,50	14,41	65,20	18,79
JV	C	55,00	9,13	62,90	10,32	61,20	10,88	58,20	12,94	65,50	17,27
DBL	A	28,20	6,76	35,00	7,07	38,10	8,27	41,90	11,25	55,30	1,40
DBL	B	25,70	7,58	35,10	7,36	37,70	8,31	40,40	10,71	52,50	15,90
DBL	C	32,40	12,73	39,90	12,57	43,60	11,79	46,50	13,66	58,20	19,47
DBČ	A	62,70	17,18	68,50	14,96	47,60	22,65	34,50	20,52	33,90	20,65
DBČ	B	55,30	21,54	63,20	17,84	48,80	19,86	48,40	17,58	51,30	20,29
DBČ	C	56,20	18,10	60,10	19,77	51,80	19,61	49,70	22,59	52,00	28,10

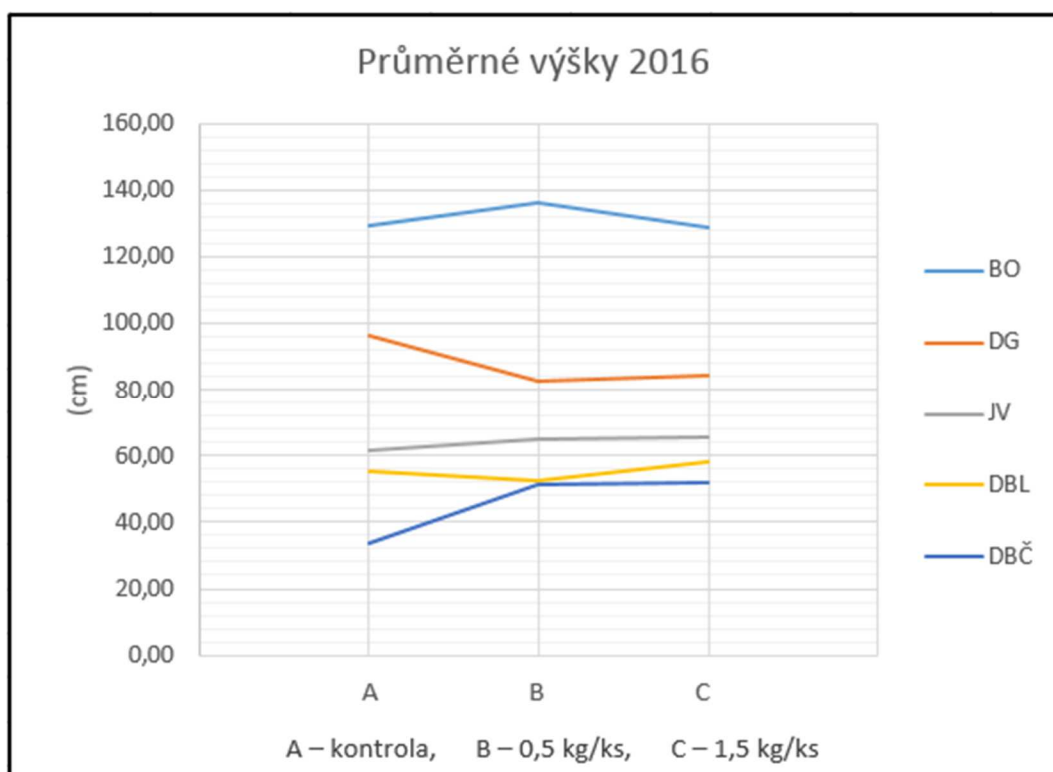
Poznámka: Zvýrazněné hodnoty jsou signifikantně odlišné.

A – kontrola, B – 0,5 kg/ks, C – 1,5 kg/ks

Srovnání průměrných výšek všech dřevin za rok 2015 a 2016 je na obr. č. 3 a 4, kde je patrné, že borovice lesní výškově dominuje mezi ostatními dřevinami, přestože měla při výsadbě nejmenší průměrnou výšku. Největší výšky dosahovali jedinci borovice lesní s menší dávkou meliorační hmoty. Ve srovnání s listnatými dřevinami tak borovice lesní lépe odolala letnímu suchu a také poškození zvěří v prvních letech po výsadbě bylo menší než u ostatních dřevin. Průměrná výška douglasky tisolisté se v obou letech 2015 i 2016 pohybovala mezi výškami listnatých dřevin a borovicí lesní. Nejmenší výšky byly v roce 2015 zaznamenány u dubu letního, a v roce 2016 u dubu červeného.



Obr. č. 3: Průměrné výšky dřevin v roce 2015.



Obr. č. 4: Průměrné výšky dřevin v roce 2016.

Mortalita sazenic u jednotlivých druhů dřevin je znázorněna v tabulce č. 2. Přihnojení borovice lesní se kladně projevilo na její mortalitě zejména v roce 2014, kde kontrolní varianta vykazovala několikrát větší úmrtnost sazenic než u obou variant s přihnojením. Opačné výsledky však byly u douglasky tisolisté, která měla v letech 2013 až 2015 opakovaně menší mortalitu na kontrolních ploškách. V roce 2016 byla mortalita na přihnojených i nepřihnojených ploškách zhruba stejná. V hodnocení mortality od výsadby až po rok 2016 měla douglaska tisolistá ze všech dřevin nejmenší úmrtnost. Mortalita u javoru mléče byla v roce 2013 a 2014 signifikantně větší na variantě s menší dávkou meliorační hmoty. V dalších letech tento rozdíl nebyl významný a mortalita byla na všech ploškách podobná. Dub letní měl mortalitu v roce 2014 poměrně nízkou, ale v dalších letech 2014 a 2015 více narostla. V roce 2014 byla mortalita dubu letního signifikantně větší na ploškách s větší dávkou meliorační hmoty. Tato zvýšená úmrtnost u varianty s větší dávkou Alginitu trvala do roku 2015. U dubu červeného byly poměrně dobré výsledky mortality u obou variant s přihnojením ve srovnání s kontrolní variantou. Do roku 2014 byla mortalita na kontrolních ploškách u dubu červeného velmi vysoká, která v roce 2014 dosahovala bezmála 280 ks. V letech 2015 a 2016 se u všech variant dubu červeného mortalita snížila. Celkově úmrtnost u všech dřevin byla v roce 2016 jen minimální, řádově jen v několika kusech.

Tabulka č.2: Mortalita jednotlivých druhů dřevin v závislosti na variantě použití meliorační hmoty Alginit.

Druh Dřeviny	Varianta	Počet vysazených ks 2013	Mortalita 2013 (ks)	Mortalita 2013 (%)	Mortalita 2014 (ks)	Mortalita 2014 (%)	Mortalita 2015 (ks)	Mortalita 2015 (%)	Mortalita 2016 (ks)	Mortalita 2016 (%)
BO	A	1550	386	24,90	132	11,30	0	0,00	2	0,20
BO	B	1571	356	22,70	49	4,00	1	0,10	2	0,20
BO	C	1524	429	28,10	22	2,00	7	0,70	2	0,20
DG	A	778	6	0,80	10	1,30	3	0,40	2	0,30
DG	B	753	20	2,70	19	2,60	10	1,40	1	0,10
DG	C	748	15	2,00	15	2,00	15	2,10	1	0,10
JV	A	468	12	2,60	27	5,90	13	3,00	2	0,50
JV	B	516	22	4,30	84	17,00	16	3,90	0	0,00
JV	C	516	8	1,60	24	4,70	16	3,30	2	0,40
DBL	A	519	6	1,20	21	4,10	25	5,10	1	0,20
DBL	B	526	16	3,00	21	4,10	15	3,10	3	0,60
DBL	C	626	19	3,00	76	12,50	35	6,60	3	0,60
DBČ	A	534	104	19,50	276	64,20	54	35,10	0	0,00
DBČ	B	492	92	18,70	181	45,30	26	11,90	2	1,00
DBČ	C	418	81	19,40	165	49,00	36	20,90	2	1,50

Poznámka: Zvýrazněné hodnoty jsou signifikantně odlišné.

A – kontrola, B – 0,5 kg/ks, C – 1,5 kg/ks

Přírůst kultur na lokalitě U lomu je zobrazen v tabulce č. 3, kde jsou i hodnoty relativního přírůstu. Borovice lesní od roku 2013 vykazovala jednoznačně největší přírůsty a v roce 2014 měla největší relativní přírůst na kontrolní plošce, který dosahoval 74 %. V témže roce ale i na ploškách s menší dávkou Alginitu dosahovala hodnota relativního přírůstu 70 %. V letech 2015 a 2016 byly u borovice lesní hodnoty přírůstu signifikantní na variantě s menší dávkou meliorační hmoty, ale i u vyšší dávky byl přírůst velmi dobrý. Douglaska tisolistá měla přírůst největší na kontrolní variantě a na přihnojených ploškách byl lepší u větší dávky Alginitu. V roce 2014 byl u douglasky tisolisté největší relativní přírůst na kontrolních ploškách a dosahoval bezmála 50 %, i roce 2015 a 2016 byl přírůst stále lepší na kontrolních plochách. U javoru mléče byl přírůst zaznamenán jen v roce 2013 a 2016. V roce 2014 a 2015 nebyl v průměru žádný přírůst a záporné hodnoty v tabulce č. 3 u javoru mléče značí, o kolik se v těchto letech snížila průměrná výška sazenic. K tomuto snížení průměrné výšky javoru mléče nejpravděpodobněji došlo v důsledku suchých letních měsíců a následného zaschnutí vrcholu. Přírůst javoru mléče byl v roce 2016 na všech ploškách velmi podobný. Dub letní měl poměrně dobrý přírůst v prvním roce po výsadbě. V dalších letech byly hodnoty přírůstu u všech variant velmi nízké, až v roce 2016 se zvýšil a největší byl u kontrolní varianty. Na přihnojených ploškách dubu letního byl přírůst jen o něco horší než na kontrolní variantě. Přírůst dubu červeného byl ze všech dřevin nejhorší. Zaznamenán byl jen v roce 2013 a u obou přihnojených variant v roce 2016. Mezi těmito roky nebyl žádný přírůst, stejně tak jak tomu bylo u javoru mléče. U dubu červeného můžeme také předpokládat, že došlo k zaschnutí vrcholů a následnému snížení průměrné výšky. V roce 2015 bylo snížení průměrné výšky dubu červeného nejhorší na kontrolní variantě, na přihnojených ploškách nebyl úbytek výšky tak velký a v roce 2016 byl u těchto variant i malý přírůst. Při hodnocení přírůstu kultur do roku 2016 lze říci, že meliorační hmota měla signifikantně dobrý vliv na přírůst borovice lesní, především na ploškách s menší dávkou Alginitu. U douglasky tisolisté z výsledků vyplývá, že vliv Alginitu na přírůst byl záporný a to statisticky významně. Z přírůstu javoru mléče je patrné, že přihnojení se jeví jako statisticky nevýznamné. U dubu letního se vliv Alginitu na přírůst neprojevil. Přihnojené plošky dubu červeného měly hned od výsadby lepší přírůst než kontrolní varianta a

menší dávka statisticky vykazovala největší přírůst. Po čtyřletém hodnocení výsadeb lze konstatovat, že dávka do 1 kg meliorační hmoty na sazenici se jeví jako přijatelná pro podporu výsadeb v prvních letech po výsadbě. V roce 2016 je celkový účinek Alginitu na výšku a přírůst sazenic již malý.

Tabulka č.3: Přírůsty jednotlivých druhů dřevin v závislosti na variantě použití meliorační hmoty Alginit.

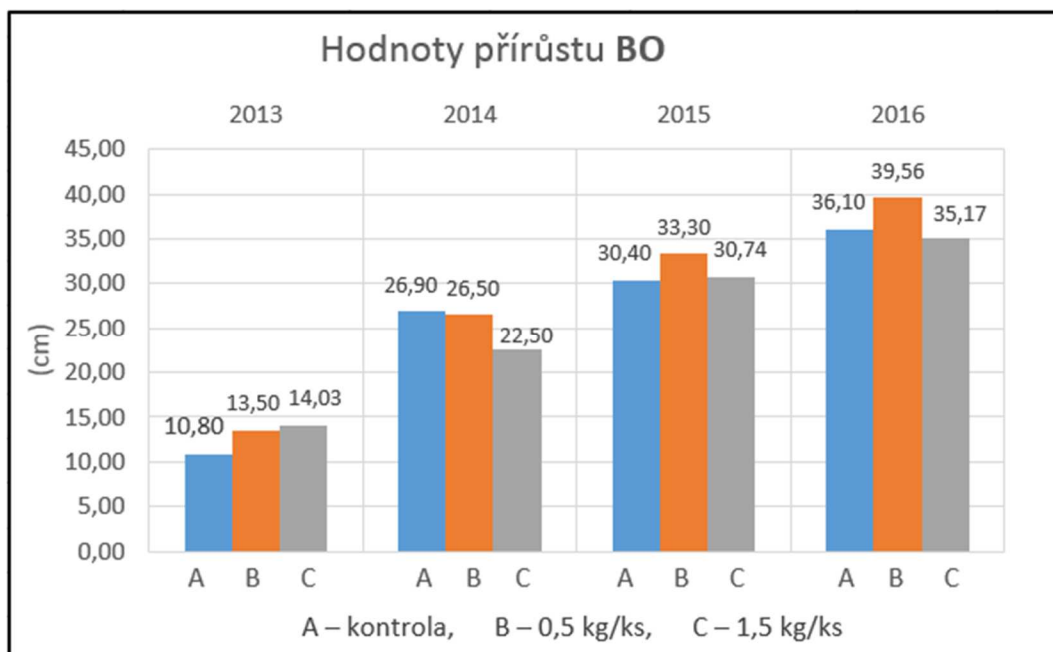
Druh Dřeviny	Varianta	Průměrná výška při výsadbě (cm)	Přírůst 2013 (cm)	Relativní přírůst 2013 (%)	Přírůst 2014 (cm)	Relativní přírůst 2014 (%)	Přírůst 2015 (cm)	Relativní přírůst 2015 (%)	Přírůst 2016 (cm)	Relativní přírůst 2016 (%)
BO	A	25,30	10,80	42,68	26,90	74,27	30,40	48,29	36,10	38,62
BO	B	24,30	13,50	55,76	26,50	70,02	33,30	51,73	39,56	39,56
BO	C	26,30	14,03	53,43	22,50	55,87	30,74	48,97	35,17	37,60
DG	A	25,80	7,10	27,67	15,30	46,59	23,20	48,14	24,90	34,91
DG	B	28,20	5,70	20,09	12,10	35,81	18,10	39,42	18,60	28,95
DG	C	26,20	5,90	22,59	12,60	39,42	19,20	43,05	20,40	31,87
JV	A	51,80	7,90	15,23	-4,20	-7,01	-1,50	-2,77	7,70	14,25
JV	B	54,10	10,60	19,61	-6,10	-9,38	-1,10	-1,86	7,70	13,42
JV	C	55,00	7,90	14,40	-1,80	-2,79	-3,00	-4,83	7,30	12,54
DBL	A	28,20	6,70	23,77	3,20	9,01	3,80	10,08	13,30	31,79
DBL	B	25,70	9,40	36,59	2,70	7,56	2,70	7,05	12,10	29,96
DBL	C	32,40	7,50	23,24	3,70	9,31	2,90	6,65	11,70	25,26
DBČ	A	62,70	5,70	9,12	-20,90	-30,54	-13,10	-27,50	-0,60	-1,80
DBČ	B	55,30	7,80	14,11	-14,40	-22,75	-0,40	-0,74	2,90	6,00
DBČ	C	56,20	3,90	6,94	-8,40	-13,92	-2,10	-3,99	2,30	4,59

Poznámka: Zvýrazněné hodnoty jsou signifikantně odlišné.

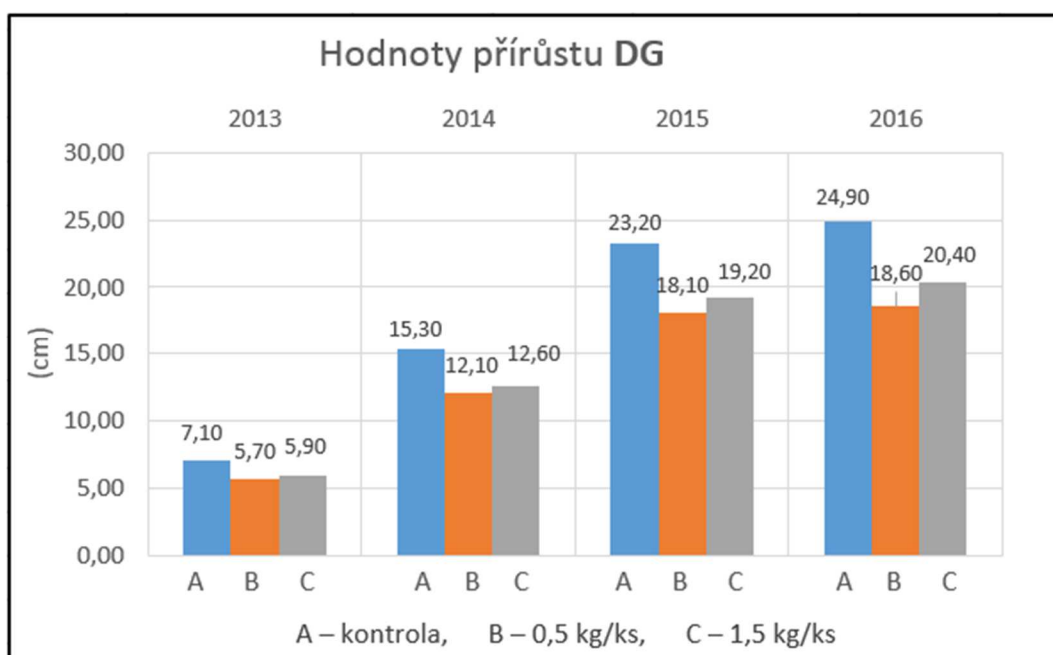
Záporné hodnoty značí snížení průměrné výšky výsadeb.

A – kontrola, B – 0,5 kg/ks, C – 1,5 kg/ks

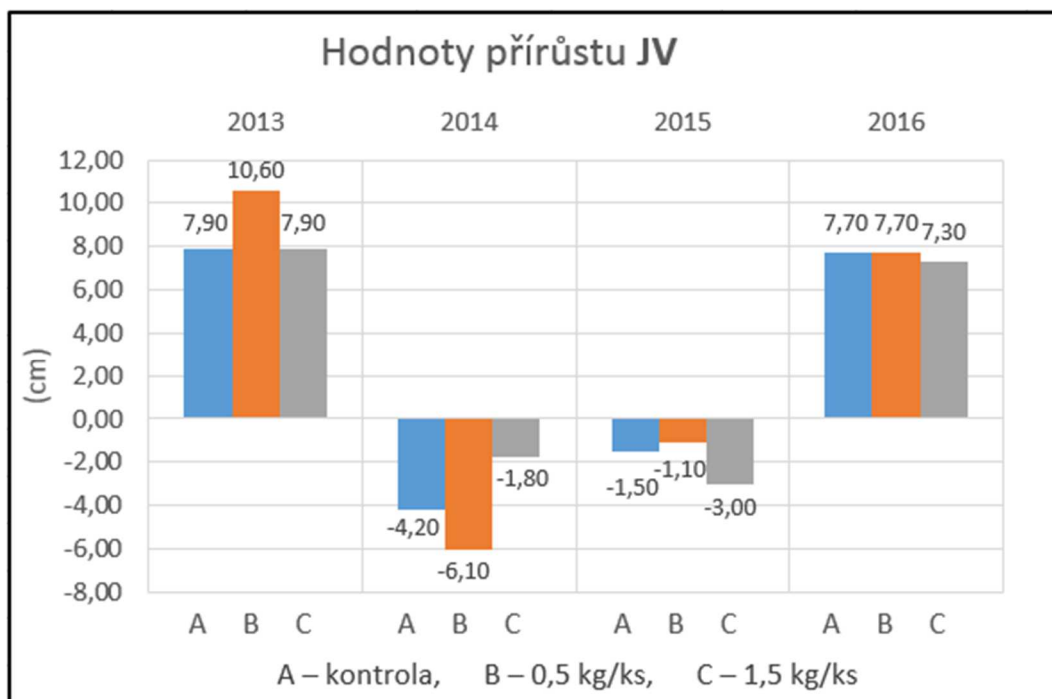
Na obrázcích č. 5 až 9 jsou zobrazeny grafy velikosti přírůstů všech druhů dřevin. Přírůsty jsou rozděleny na jednotlivé varianty přihnojení a zároveň se dělí na roční intervaly od roku 2013 až do roku 2016. Záporné hodnoty u javoru mléče a dubu červeného značí snížení průměrné výšky.



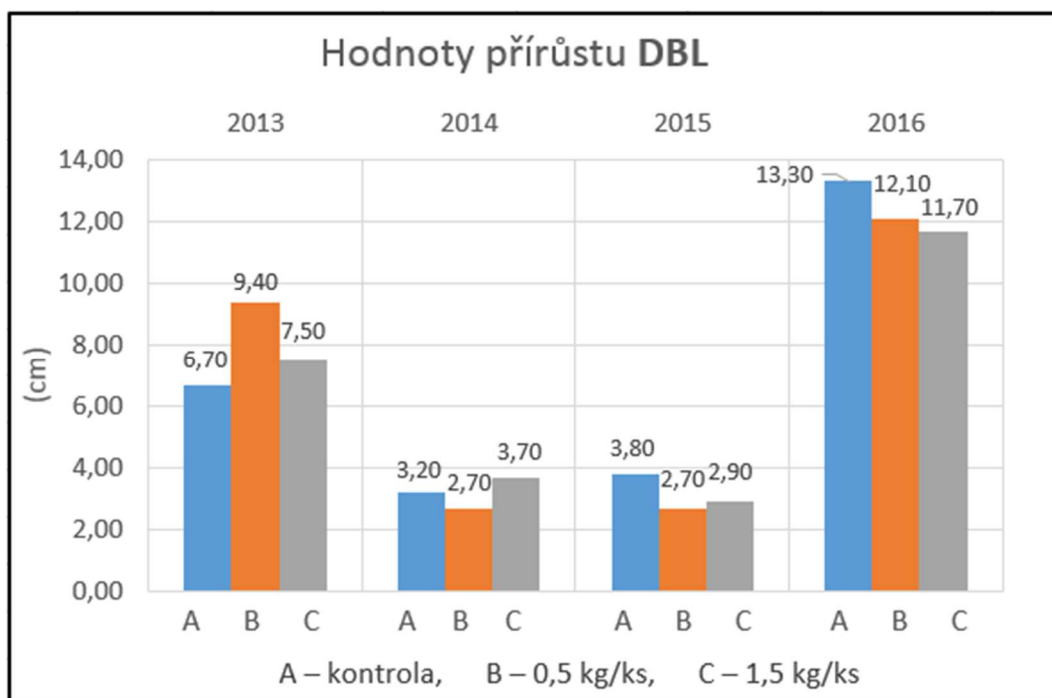
Obr. č. 5: Průměrné přírůsty borovice lesní (*Pinus sylvestris*).



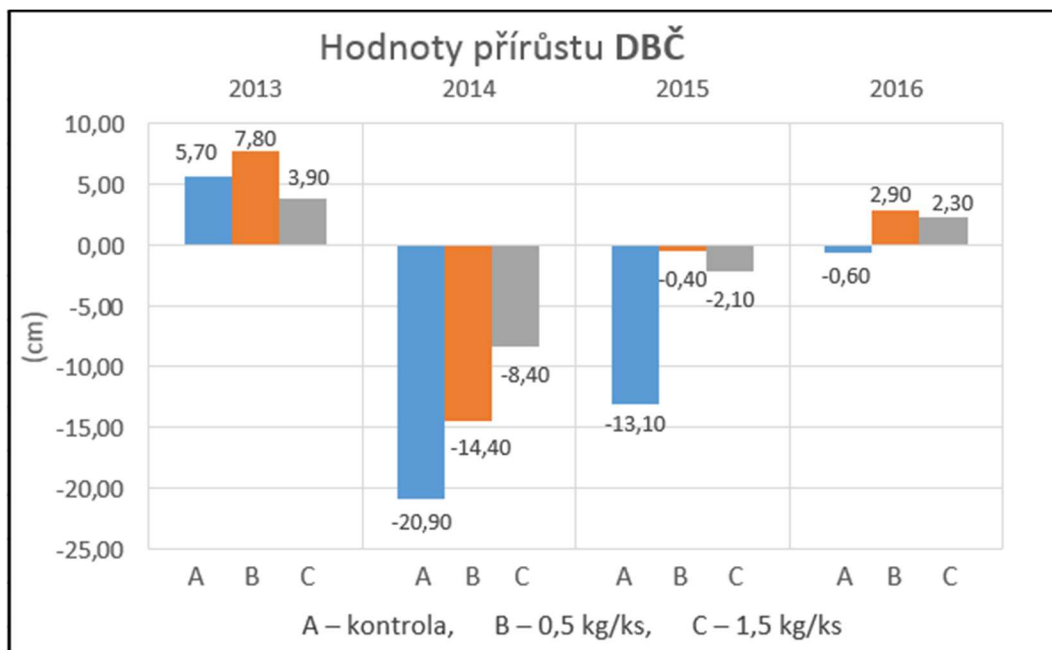
Obr. č. 6: Průměrné přírůsty douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii*)



Obr. č. 7: Průměrné přírůsty javoru mléče (*Acer platanoides*).



Obr. č. 8: Průměrné přírůsty dubu letního (*Quercus robur*)



Obr. č. 9: Průměrné přírůsty dubu červeného (*Quercus rubra*)

V tabulce č. 4 je statisticky vyhodnocen zdravotní stav výsadeb. Borovice lesní kromě roku 2013 má nejlepší zdravotní stav. V roce 2013 byl nejspíše ovlivněn samotnou výsadbou, ale od roku 2014 je velmi dobrý na všech ploškách. Od výsadby borovice lesní až po rok 2016 jsou nejlepší hodnoty u menší dávky meliorační hmoty. Zdravotní stav douglasky tisolisté byl v prvních letech po výsadbě lepší na přihnojených ploškách, především u vyšší dávky Alginitu. V roce 2016 tomu bylo naopak a nejlepší zdravotní stav vykazovala kontrolní varianta. Zdravotní stav javoru mléče byl v prvních dvou letech po výsadbě poměrně dobrý na přihnojených plochách. Na kontrolních plochách byl zdravotní stav špatný. V roce 2015 naopak u javoru mléče měla kontrolní varianta nejlepší zdravotní stav, v roce 2016 nebyl zaznamenán žádný signifikantní rozdíl mezi všemi variantami. Z výsledků javoru mléče vyplývá, že vliv Alginitu na zdravotní stav je statisticky významný jen v prvních dvou letech po výsadbě. Dub letní měl stejně jako javor mléč dobrý zdravotní stav na přihnojených ploškách jenom v prvních dvou letech po výsadbě. V roce 2015 i v roce 2016 byl zdravotní stav nejlepší na kontrolní variantě. Dub červený má ze všech dřevin nejhorší zdravotní stav. V každém roce od výsadby byl zdravotní stav lepší na přihnojených ploškách, zejména u větší dávky meliorační hmoty. Je patrné, že Alginit má signifikantní vliv na zdravotní

stav výsadeb dubu červeného. Celkově nejhorší zdravotní stav u této dřeviny může být zapříčiněn nedostatečnou ochranou proti zvěři v prvním roce po výsadbě a v dalších letech především suchým letním obdobím.

Tabulka č.4: Zdravotní stav jednotlivých druhů dřevin v závislosti na variantě použití meliorační hmoty Alginit.

Druh Dřeviny	Varianta	Zdravotní stav 2013		Zdravotní stav 2014		Zdravotní stav 2015		Zdravotní stav 2016	
		Průměr	±Směr.odch.	Průměr	±Směr.odch.	Průměr	±Směr.odch.	Průměr	±Směr.odch.
BO	A	2,15	1,24	1,17	0,45	1,31	0,52	1,08	0,3
BO	B	1,95	1,22	1,08	0,33	1,26	0,48	1,12	0,34
BO	C	2,1	1,28	1,08	0,31	1,36	0,58	1,17	0,38
DG	A	1,12	0,41	1,28	0,49	1,36	0,55	1,14	0,36
DG	B	1,11	0,51	1,18	0,41	1,42	0,57	1,3	0,5
DG	C	1,15	0,5	1,1	0,33	1,29	0,49	1,26	0,46
JV	A	1,97	0,81	2,6	0,6	1,64	0,63	1,39	0,51
JV	B	1,94	0,76	2	0,83	2,08	0,57	1,47	0,55
JV	C	1,94	0,67	2,16	0,71	1,76	0,76	1,58	0,53
DBL	A	1,49	0,68	1,53	0,6	1,25	0,48	1,35	0,49
DBL	B	1,37	0,69	1,3	0,53	1,85	0,54	1,5	0,53
DBL	C	1,33	0,7	1,37	0,58	1,7	0,66	1,46	0,53
DBČ	A	2,73	0,89	3,01	0,61	2,59	0,57	2,06	0,74
DBČ	B	2,46	0,99	2,12	0,73	2,32	0,48	1,94	0,44
DBČ	C	2,54	1,03	1,98	0,82	1,77	0,86	1,71	0,58

Poznámka: Zvýrazněné hodnoty jsou signifikantně odlišné.

A – kontrola, B – 0,5 kg/ks, C – 1,5 kg/ks

Výsledky listových analýz jsou dokumentované v tabulce č. 5, která je doplněná o rozmezí hodnot dostatečné výživy podle Bergmanna (1988). Obsah foliárního dusíku byl u borovice lesní dostatečný u všech variant a jako signifikantní byla varianta s větší dávkou meliorační hmoty, která dosahovala horní hranice dostatečné výživy podle Bergmanna (1988). U douglasky tisolisté byl obsah foliárního dusíku lepší na kontrolních ploškách, ale na přihnojených variantách se pohyboval na dolní hranici dostatečné výživy. Nejlepší výsledky byly u dubu letního na obou přihnojených variantách, které měly obsah foliárního dusíku nad horní hranici dostatečné výživy. U javoru mléče i dubu červeného se vliv Alginitu na obsah foliárního dusíku nepotvrdil a jeho obsah v asimilačních orgánech byl podle Bergmanna (1988) nedostatečný. Obsah fosforu u borovice lesní byl na všech zkusných ploškách na kritické hranici dostatečné výživy. Signifikantní hodnoty obsahu fosforu byly na ploškách s menší dávkou meliorační hmoty u douglasky

tisolisté a dubu červeného. Javor mléč měl obsah fosforu výborný u obou dávek meliorační hmoty. Zvýšený obsah fosforu byl i na přihojených variantách dubu letního. Koncentrace draslíku byly u všech dřevin kromě javoru mléče a dubu červeného nad spodní kritickou hranicí dostatečné výživy. Větší dávka Alginitu vykazovala pozitivní vliv na obsah draslíku jen u borovice lesní a dubu letního. Na menší dávku Alginitu reagovala kladně jen douglaska tisolistá. Javor mléč i dub červený měly obsah draslíku pod kritickou hranicí dostatečné výživy uváděnou Bergmannem (1988) a vliv Alginitu zde nebyl patrný. Vliv meliorační hmoty na obsah vápníku byl pozitivní jen na variantě s větší dávkou Alginitu u borovice lesní a také na obou přihnojených variantách dubu červeného. U ostatních vysazených dřevin byl obsah vápníku větší na kontrolní variantě. Javor mléč měl na všech ploškách velmi dobrý obsah vápníku, který byl vysoko nad horní hranicí dostatečné výživy. Obsah hořčíku byl u všech dřevin horší na kontrolních variantách než na přihnojených. Borovice lesní a douglaska tisolistá měly větší koncentrace hořčíku na vyšší dávce, to znamená 1,5 kg Alginitu. Javor mléč měl pozitivní reakci u menší dávky přihnojení. Menší i větší dávka Alginitu měla statisticky významný vliv na obsah hořčíku u obou druhů dubu.

Zalesnění lokality U lomu proběhlo na kvalitní, živinově velmi bohaté půdě což se projevilo na poměrně dobré výživě sazenic a jejich zdravotním stavu, i přesto dřeviny jako douglaska tisolistá začínají projevovat první známky nedostatečné výživy. Půda dlouhodobě obhospodařovaná zemědělsky vykazuje především nižší obsah organické hmoty a dusíku, čemuž odpovídá i stav výživy sazenic.

Tabulka č.5: Obsah živin v asimilačních orgánech jednotlivých druhů dřevin v roce 2015, rozdělených podle variant použití meliorační hmoty Alginit a doporučené hodnoty dostatečné výživy podle Bergmanna (1988).

Druh Dřeviny	Varianta	N (%)	±SE	P (%)	±SE	K (%)	±SE	Ca (%)	±SE	Mg (%)	±SE
BO	A	1,66	0,03	0,14	0,04	0,59	0,01	0,34	0,01	0,11	0,01
BO	B	1,63	0,03	0,14	0,04	0,59	0,01	0,33	0,01	0,11	0,01
BO	C	1,69	0,03	0,14	0,04	0,6	0,01	0,35	0,01	0,12	0,01
BO Bergmann	-	1,4 - 1,7	-	0,14 - 0,3	-	0,4 - 0,8	-	0,25 - 0,6	-	0,1 - 0,2	-
DG	A	1,29	0,04	0,13	0,03	0,66	0,02	0,38	0,01	0,08	0,01
DG	B	1,11	0,04	0,14	0,03	0,67	0,02	0,33	0,01	0,08	0,01
DG	C	1,12	0,04	0,13	0,03	0,65	0,02	0,35	0,01	0,09	0,01
DG Bergmann	-	1,1 - 1,7	-	0,12 - 0,30	-	0,6 - 1,1	-	0,2 - 1,1	-	0,1 - 0,25	-
JV	A	1,59	0,09	0,29	0,05	0,67	0,04	2,3	0,15	0,26	0,03
JV	B	1,46	0,09	0,35	0,05	0,67	0,04	2,28	0,15	0,27	0,03
JV	C	1,55	0,09	0,31	0,05	0,65	0,04	2,12	0,15	0,26	0,03
JV Bergmann	-	1,7 - 2,2	-	0,15 - 0,25	-	1 - 1,5	-	0,3 - 1,5	-	0,15 - 0,3	-
DBL	A	1,75	0,1	0,17	0,01	0,57	0,02	2,25	0,08	0,24	0,02
DBL	B	1,97	0,1	0,2	0,01	0,57	0,02	2,22	0,08	0,28	0,02
DBL	C	1,81	0,1	0,18	0,01	0,58	0,02	2,08	0,08	0,25	0,02
DBL Bergmann	-	1,40 - 1,70	-	0,14 - 0,30	-	0,40 - 0,80	-	0,25 - 0,60	-	0,10 - 0,20	-
DBČ	A	1,55	0,07	0,16	0,02	0,65	0,06	1,93	0,15	0,21	0,01
DBČ	B	1,49	0,07	0,17	0,02	0,58	0,06	1,95	0,15	0,23	0,01
DBČ	C	1,34	0,07	0,15	0,02	0,62	0,06	1,97	0,15	0,23	0,01
DBČ Bergmann	-	2 - 3	-	0,15 - 0,3	-	1 - 1,5	-	0,3 - 1,5	-	0,15 - 0,3	-

Poznámka: Zvýrazněné hodnoty jsou signifikantně odlišné.

A – kontrola, B – 0,5 kg/ks, C – 1,5 kg/ks

Výsledky listových analýz douglasky tisolisté v důsledku barevných změn jehličí jsou zobrazeny na tabulce č. 5 s doporučenými hodnotami dostatečné výživy podle Bergmanna (1988). Barevné změny jehlic a žloutnutí celých sazenic (viz. příloha č.2) bylo způsobeno nedostatkem dusíku a také i slabým nedostatkem hořčíku. U jehlic s normálním zbarvením (viz. příloha č.3) byly všechny makroživiny obsaženy v dostatečném množství, přesto však koncentrace dusíku, fosforu a vápníku v jehlicích se blížily ke spodní kritické hranici dostatečné výživy podle Bergmanna (1988). Statisticky významné rozdíly byly u dusíku, draslíku a vápníku. Špatný stav výživy dusíkem je zapříčiněn nízkým obsahem organické hmoty v půdě.

Tabulka č.6: Obsah živin ve žlutých jehlicích a jehlicích s normální barvou douglasky tisolisté v roce 2015 a doporučené hodnoty dostatečné výživy douglasky tisolisté podle Bergmanna (1988).

Zbarvení jehlic	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
Žluté	0,51	0,12	0,93	0,29	0,09
Zelené	1,17	0,20	0,63	0,37	0,10
DG Bergmann	1,1 - 1,7	0,12 - 0,3	0,6 - 1,1	0,2 - 0,6	0,1 - 0,25

Poznámka: Zvýrazněné hodnoty jsou signifikantně odlišné.

Tabulka č.7: Tloušťky kořenových krčků v roce 2014, jednotlivých druhů dřevin v závislosti na variantě použití meliorační hmoty Alginit.

Druh Dřeviny	Varianta	D 2014	
		Průměr	±Směr.Odch.
BO	A	16,34	3,77
BO	B	16,05	4,97
BO	C	12,95	3,37
DG	A	8,94	2,02
DG	B	9,28	2,67
DG	C	8,42	2,58
JV	A	10,05	3,84
JV	B	9,04	3,68
JV	C	9,57	4,7
DBL	A	10,4	4,49
DBL	B	8,37	2,41
DBL	C	9,1	2
DBČ	A	7,54	1,76
DBČ	B	9	3,49
DBČ	C	8,86	2,65

Poznámka: Zvýrazněné hodnoty jsou signifikantně odlišné.

V tabulce č. 7 jsou zobrazeny výsledky měření kořenových krčků naměřených v roce 2014. Borovice lesní měla největší tloušťku kořenového krčku na kontrolní ploše. Kladný vliv Alginitu se neprokázal ani u jedné přihnojené varianty. Na variantě s vyšší dávkou meliorační hmoty měla borovice lesní signifikantně menší tloušťku kořenového krčku. U douglasky se vliv Alginitu také neprokázal. Žádná z variant neměla signifikantně odlišnou hodnotu. Kontrolní varianta měla o něco vyšší hodnotu tloušťky kořenového krčku, ale tato hodnota je statisticky neprůkazná. Javor mléč i dub letní měly signifikantní hodnoty tloušťky kořenových krčků také na kontrolní variantě. Pozitivní vliv Alginitu na tloušťku kořenového krčku byl signifikantní u dubu červeného na obou přihnojených variantách. Na výsledcích je patrná závislost tloušťky kořenových krčků a celkové výšky sazenic.

Po 4 letech od založení kultur je možné říci, že vliv Alginitu v prvních letech od výsadby měl kladný vliv na celkové výšky sazenic a na přírůst zejména do roku 2014. Od této doby byl účinek Alginitu méně významný. Je patrné, že na kvalitních, živinově velmi bohatých půdách nemá přihnojení takový efekt, který je na chudých lesních půdách. Na lokalitě U lomu se příznivý vliv Alginitu na hydrické poměry půd projevil jen v prvních letech po založení kultur. V roce 2016 pozitivní účinek odezníval hlavně u jehličnatých dřevin, borovice a douglasky. U listnatých dřevin, konkrétně u obou dubů, byly reakce rozdílné, u javoru mleče přetrvává stále pozitivní vliv Alginitu. Z výsledků posledního měření vyplývá, že přírůst dubu letního je řádově vyšší než v předešlých letech. Můžeme předpokládat, že v liniových výsadbách stejného druhu bude kompetice o něco větší, než ve výsadbách různých druhů dřevin. Vliv Alginitu na celkové výšky výsadeb a hodnoty přírůstu je po 4 letech od výsadby malý, v porovnání s jinými experimenty přihnojení (Podrázský 2006a; Lorenc et al. 2016; Kuneš et al. 2004; Kacálek et al. 2009; Balcar et al. 2011). Jedním z předpokladů dobrého růstu kultur je dostatečný obsah makroprvků v asimilačních orgánech (Vacek et al. 2009; Skaloš et al. 2012; Truparová, Kulhavý 2011). Na lokalitě U lomu byly u listnatých dřevin zaznamenány zvýšené hodnoty u Ca a Mg, naopak N byl u většiny dřevin deficitní, zejména u douglasky.

Využití melioračních přípravků při zalesňování bývalých zemědělských půd s nevyváženým půdním stavem by mělo zajistit podporu v odrůstání nově

založených výsadeb (Nárovec, Šach 1996; Skaloš et al. 2012). Například meliorační látky Silvamix nebo Fertimel můžeme považovat za produkty, které vykazují kladný vliv na podporu výsadeb v prvních letech po výsadbě. Zároveň se jedná o šetrný a efektivní způsob meliorace vůči životnímu prostředí. Při podpoře výsadeb tak dochází k většímu přírůstu a díky tomu tak dochází ke snížení doby, po kterou jsou výsadby ohrožovány zvěří, ale i buření (Podrázský, Remeš 2008; Remeš et al. 2006; Kubelka 2003). Pro zvýšení přírůstu a výšek sazenic byly testovány možnosti přihnojení dřevěným popelem nebo popelem z rašeliny (Remeš et al. 2016; Huotari et al 2008; Pärn et al 2009; Kikamägi et al 2014). Z výsledků těchto prací byl prokázán pozitivní efekt přihnojení popelem na vývoj sazenic.

V některých případech však může být přihnojení málo efektivní jako u řady hnojiv Silvamix Forte (Bartoš, Kacálek 2013; Špulák et al. 2011). Meliorační zásah nemusí být vždy pozitivní a může nastat situace, že jedinci na kontrolních plochách lépe prosperují než na přihnojených (Baláš et al. 2010). Podobná situace nastala po 4 letech od založení výsadeb na lokalitě U lomu, kde u některých dřevin s aplikací Alginitu byl přírůst menší než na kontrolních ploškách. Může se však jednat o tvrzení krátkodobého charakteru a jedinci rostoucí na přihnojených plochách mohou mít lepší přírůst a prosperitu v budoucnu.

Podpora výsadeb chemickou nebo biologickou meliorací (Podrázský 1994, 2006a, 2006b; Balcar et al. 2011; Kuneš et al. 2011; Kacálek et al. 2009) je mnohdy potřebná, protože na lokalitách určených k zalesnění jsou jak půdní, tak i celkově stanovištní podmínky často nepříznivé (Vacek, Podrázský 1994; Balcar et al. 2012a, 2012b; Borůvka et al. 2005). Růst kultur ve špatných stanovištních podmínkách, ekologicky nebo antropogenně pozměněných, má často za následek špatný stav kultur a budoucí porost s nepříznivým vývojem (Vacek et al. 2009). Na stanovištích písčitých a extrémně chudých na živiny má přihnojení rovněž kladný efekt (Podrázský 1994), stejně tak i na imisních lokalitách (Podrázský 2006a; Borůvka et al. 2005; Balcar et al. 2012a, 2012b). Pro zlepšení podmínek na těchto pozemcích je vhodné využít mouček bazických hornin a dalších hnojiv, např.: řady Silvamix (Vacek et al. 2009; Balcar et al. 2011; Kuneš et al. 2009). Pozitivní výsledky měla tato hnojiva i při podpoře odrůstání kultur více náročných dřevin založených na degradovaných stanovištích (Podrázský, Remeš 2007; Kuneš et al.

2004). Stejně tak i při experimentech v lesní školce měly hnojivé materiály z řady Bio – Algeen kladný efekt na vývoj sadebního materiálu. Přihnojení mělo pozitivní vliv na tvorbu kvalitního kořenového systému sazenic, ale i přírůst byl větší. (Kupka et al. 2015). Hnojivé materiály řady Bio – Algeen měly rovněž dobré výsledky v oblasti zemědělství a jejich pozitivní vliv na celkový fyziologický stav rostlin byl signifikantní (Šantrůček, Svobodová 1995; Svobodová, Šantrůček 1998).

U volby dřevin vysazených na lokalitě U lomu můžeme předpokládat dobrou odolnost budoucího vzrostlého porostu před abiotickými činiteli. Listnaté dřeviny poskytnou dostatečné zpevnění proti silnému větru, které bude posíleno i liniovým smíšením. Odolnost vzniklého porostu vůči biotickým činitelům by měla být rovněž dostačující. Zvolené smíšení dřevin může do budoucna vykazovat dobrou tvorbu nadložního humusu, stejně jako ve smíšených porostech první generace lesa založených na bývalé zemědělské půdě (Hatlapatková 2011). Rovněž i vlastnosti půdního sorpčního komplexu a obsahu živin v půdě mohou být lepší v porostech smíšených než v monokulturách (Hatlapatková 2011). Využití řadového smíšení při zalesňování zemědělských půd se jeví jako vhodné, zejména u druhů dřevin, které potřebují v mladém věku zvýšenou ochranu (Bartoš, Kacálek 2006). Nevýhodou tohoto smíšení mohou být náročnější pěstební zásahy ve fázi tyčkovin.

Při zalesňování bývalých zemědělských půd je potřeba uvážit výběr dřevin. V nížinách se považují za vhodné dřeviny dub i javor, stejně tak v méně extrémních podmínkách borovice lesní (Poleno et al. 2007a, 2007b), což potvrzují i výsadby borovice lesní na lokalitě U lomu. Douglaska tisolistá se také jeví jako vhodná dřevina pro zalesňování těchto pozemků (Bartoš, Kacálek 2011), může však vykazovat známky nedostatečné výživy dusíkem. Do budoucna můžeme předpokládat, že kromě listnatých dřevin bude mít kladný vliv na půdu i douglaska tisolistá, u které je odpad poměrně dobře rozložitelný. Využití douglasky je i na pozemcích se zhoršenou vodní bilancí, kde naše domácí dřeviny jsou v důsledku nedostatku vody poškozovány biotickými a abiotickými činiteli (Podrázský et al. 2010). Jelikož je douglaska poměrně odolná vůči suchu, můžeme ji považovat v nižších nadmořských výškách jako vhodnou náhradu za smrk ztepilý (Podrázský et al. 2011). Zároveň i její produkční potenciál je větší, ve srovnání s našimi

domácími dřevinami (Tauchman 2010). Výsadby borovice lesní na lokalitě U lomu mají ze všech sazenic největší výšku a jako první se začínají zapojovat. Zvolené počty sazenic borovice lesní (10 000 ks/ha) se jeví jako optimální pro její morfologickou kvalitu. Po silnějším zapojení kultur budou jedinci tvořit jemnější ovětvení a samočištění kmene bude rychlejší než u kultur s menší hustotou (Houšková, Mauer 2014).

Úmrtnost sazenic v prvních letech po výsadbě na bývalých zemědělských půdách je často vysoká (Kacálek, Bartoš 2005). Je možné ji snížit využitím melioračních hmot, ale především je nutné používat sazenice s rozvinutějším kořenovým systémem, které na zemědělské půdě mají lepší ujímavost (Kupka 2008).

Aplikace meliorační hmoty Alginit do jamky při výsadbě lze považovat jako pozitivní, poněvadž dochází jen k přihnojení samotných výsadb a není tak podporován růst buřeně v okolí sazenic (Kuneš et al. 2006). Pozitivní reakce na přihnojení do sadbové jamky byly potvrzeny i v dalších publikacích (Nárovec, Šach 1996). Z výsledků na lokalitě U lomu vyplývá, že meliorační látka Alginit měla kladný vliv na podporu kultur jen v prvních letech po výsadbě, po 4 letech je působení této meliorační hmoty málo významné. Pro úspěšné zalesňování zemědělských půd je kromě podpory výsadb přihnojením důležitá ochrana před zvěří, někdy i proti buřeni (Kacálek, Bartoš 2002)

6. ZÁVĚR

Růst a prosperita založených kultur na bývalé zemědělské půdě v nižších nadmořských výškách je u většiny dřevin příznivá. Meliorační hmota měla v prvním a druhém roce převážně kladný vliv, ale po 4 letech od založení je působení meliorační hmoty malé a přetrvává spíše už jen u listnatých dřevin. Vliv Alginitu na menší mortalitu výsadeb byl pozitivní u borovice lesní a dubu červeného, u ostatních dřevin bylo působení meliorační látky spíše negativní. V roce 2016 byla mortalita už jen minimální, ve srovnání s předchozími roky a to u všech dřevin. V prvních letech po výsadbě měl Alginit dobrý vliv na hydrické poměry a výsadby lépe odolávaly suchým letním měsícům. V roce 2015 i 2016 byly celkové výšky sazenic u všech dřevin kromě douglasky největší na přihnojených variantách, jednoznačně největší celkovou výšku měla borovice lesní. Celkově negativní vliv Alginitu na růst a prosperitu byl signifikantní u douglasky tisolisté, která měla již od začátku horší přírůst i zdravotní stav právě na přihnojených variantách. U douglasky se začíná projevovat nedostatek dusíku, který způsobuje barevné změny jehličí. Borovice lesní měla v posledních dvou letech nejlepší přírůst, celkovou výšku i zdravotní stav na variantě s menší dávkou meliorační hmoty. Působení Alginitu na listnaté dřeviny bylo signifikantní u dubu červeného, kde všechny pozorované veličiny byly nejlepší u větší dávky přihnojení. U javoru mléče byl v posledním roce vliv meliorační látky spíše negativní. Poměrně dobrý přírůst byl zaznamenán u dubu letního, zejména na kontrolní variantě. Působení Alginitu se u některých dřevin neprokázalo tak výrazně, jelikož zalesnění bylo provedeno na poměrně úrodných zemědělských půdách, u kterých je deficit zejména dusíku, a to především kvůli nízkému obsahu půdní organické hmoty. Ke zmírnění tohoto nedostatku dusíku nepřispěje ani samotná meliorační hmota, ve které je dusík zastoupen jen v malém množství. Podpora a větší přírůst výsadeb při využití Alginitu je patrný jen v prvních letech. Kladný vliv na kultury poměrně brzy ustává, na rozdíl od jiných melioračních hmot. V nižších oblastech jako je Polabí, může být tato meliorační hmota použita pro zmírnění suchých období, která se vyskytují v poslední době poměrně často. Při podpoře výsadeb na nelesních pozemcích je v první řadě nutné dbát na dostatečnou ochranu před zvěří. Zalesňování zemědělských pozemků je v současnosti stále aktuální otázkou, proto je potřeba

*David Štolba: Využití alginitu pro podporu růstu a vývoje výsadeb lesních dřevin při
zalesňování zemědělských půd
(Diplomová práce)*

věnovat dostatečnou pozornost právě podpoře výsadeb na těchto půdách, která může být zásadní pro úspěšné zalesnění.

7. ZDROJE

7.1. Použitá literatura

BERGMANN, W. 1988: Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. Jena, G. Fischer Verlag, 762 s.

BALAŠ, M., KUNEŠ, I., ZAHRADNÍK, D. 2010: Reakce břízy karpatské na vápnění a přihnojení dusíkem. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55 (2): 106 – 114 s. ISSN: 0322-9688.

BALCAR, V., KACÁLEK, D., KUNEŠ, I., DUŠEK, D. 2011: Effect of soil liming on European beech (*Fagus sylvatica* L.) and sycamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.) plantations. *Folia Forestalia Polonica*, series A – Forestry, 53: 85 – 92 s. ISSN: 0071-6677

BALCAR, V., ŠPULÁK, O., KACÁLEK, D., KUNEŠ, I. 2012a: Klimatické podmínky na výzkumné ploše Jizerka – I. Srážky a půdní vlhkost. *Zprávy lesnického výzkumu*, 57: 74 – 81 s. ISSN: 0322-9688

BALCAR, V., ŠPULÁK, O., KACÁLEK, D., KUNEŠ, I. 2012b: Klimatické podmínky na výzkumné ploše Jizerka – II. Teplota, vítr a sluneční svit. *Zprávy lesnického výzkumu*, 57: 160 – 172 s. ISSN: 0322-9688.

BARTOŠ, J., KACÁLEK, D. 2006: Zkušenosti s řadovým smíšením dřevin na zalesněné zemědělské půdě. In: Stabilizace funkcí lesa v biotopech narušených antropogenní činností v měnících se podmínkách prostředí. *VÚLHM VS Opočno*, 133 – 143 s.

BARTOŠ, J., ŠACH, F., KACÁLEK, D., ČERNOHOUS, V. 2007: Ekonomické aspekty druhového složení první generace lesa na bývalé zemědělské půdě. *Zprávy lesnického výzkumu*, 52 (1): 11 – 17 s. ISSN: 0322-9688.

BARTOŠ, J., KACÁLEK, D. 2011: Douglaska tisolistá – dřevina vhodná k zalesnění bývalých zemědělských půd. *Zprávy lesnického výzkumu*, 56 (Special): 6 – 13 s. ISSN: 0322-9688.

BARTOŠ, J., KACÁLEK, D. 2013: Přihnojení mladého porostu jedle bělokoré na zemědělské půdě. *Zprávy lesnického výzkumu*, 58 (3): 213 – 217 s. ISSN: 0322-9688.

BORŮVKA, L., PODRÁZSKÝ, V., MLÁDKOVÁ, L. et al. 2005: Some approaches to the research of forest soils affected by acidification in the Czech Republic. *Soil Science and Plant Nutrition*, 51: 745 – 749 s.

ČERNÝ, Z., LOKVENC, T., NERUDA, J. 1995: Zalesňování nelesních půd. Praha, *Ministerstvo zemědělství ČR*, 55 s. ISBN: 80-7105-093-8.

HATLAPATKOVÁ, L. 2011: Rychlost obnovy lesního prostředí po zalesnění marginálních zemědělských pozemků. Praha, Disertační práce, ČZU Praha, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů, 4 – 98 s.

HLAVÁČ, V., ČERVENKA, M. 2006: Zalesňování zemědělských půd – šance nebo hrozba pro ochranu přírody? *Ochrana přírody*, 61 (6): 179 – 181 s. ISSN: 1210-258X.

HOUŠKOVÁ, K., MAUER, O. 2014: Vliv výchozí hustoty sazenic na morfológickou kvalitu nadzemní části borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) 8 let po výsadbě. *Zprávy lesnického výzkumu*, 59 (2): 117 – 125 s. ISSN: 0322-9688.

HUOTARI, N., TILLMAN-SUTELA, E., PASANEN, J., KUBINE, E. 2008: Ash-fertilization improves germination and early establishment of birch (*Betula pubescens* Ehrh.) seedlings on a cut-away peatland. *Forest Ecology and Management*, 255: 2870 – 2875 s. ISSN: 0378-1127.

CHMELÁŘ, J. 1991: Dendrologie s ekologií lesních dřevin. 2. část – Hospodářsky významné listnáče. Vysoká škola zemědělská v Brně, 1. vydání, Praha, *Státní pedagogické nakladatelství Praha*, 133 s.

JANEČEK M., NOVÁK, P. 2003: Pedologické podklady pro zalesňování zemědělské půdy. In: ČLS, VLS, MZE Zalesňování zemědělské půdy – sborník z celostátní konference. Kostelec nad Černými lesy, *Lesnická práce s.r.o.* 19 – 23 s. ISBN: 80-02-01544-4.

JŮVA, K. - KLEČKA, A. - ZACHAR, D. a kol. 1975: Půdní fond ČSSR. Praha, *Academia* (Bratislava, Veda), 477 s.

KACÁLEK, D., BARTOŠ, J. 2002: Problematika zalesňování neproduktivních zemědělských pozemků v České republice. Matter of low-yield lands reforestation in the Czech Republic. In: Současné trendy v pěstování lesů. Sborník referátů z výročního mezinárodního semináře pracovníků zabývajících se pěstováním lesů v České a Slovenské republice. Kostelec nad Černými lesy, 16. – 17. 9. 2002. Šest. J. Karas. ČZU Praha, Katedra pěstování lesů, 39 – 45 s. ISBN: 80-213-0938-5.

KACÁLEK, D., BARTOŠ, J. 2005: Prosperita kultur lesních dřevin na bývalých zemědělských pozemcích v prvních letech po výsadbě. *Zprávy lesnického výzkumu*, 50 (2): 82 – 88 s. ISSN: 0322-9688.

KACÁLEK, D., ŠPULÁK, O., JAKL, M., JAKLOVÁ DYTRTOVÁ, J., PODRÁZSKÝ, V. 2009: Influence of pulverized limestone and amphibolite mixture on the growth performance of *Alnus incana* (L.) Moench plantation on an acidified mountain site. *Journal of Forest Science*, 55: 469 – 476 s. ISSN: 1212-4834.

KIKAMÄGI, K., OTS, K., KUZNETSOVA, T., POTOTSKI, A. 2014: The growth and nutrients status of conifers on ash-treated cutaway peatland. *Trees*, 28: 53 – 64 s. ISSN: 0931-1890.

KREJČÍ, J. 2013: Lokální biokoridory č. 3,4,6 a lokální biocentrum č. 3 v k. ú. Štítary na Moravě. Znojmo, 32 s. Dostupné také z: http://www.obecstitary.cz/e_download.php?file=data/uredni_deska/obsah542_5.pdf&original=%C5%A0t%C3%ADtary+na+Morav%C4%9BDPS_text.pdf

KUBELKA, L. 2003: Silvamix - moderner Dunger fur die Forstwirtschaft. *Lesnická práce s.r.o.*, Kostelec nad Černými lesy, 39 s. ISBN: 80-86386-14-7.

KUNEŠ, I., BALCAR, V., ČÍŽEK, M. 2004: Influence of amphibolite powder and Silvamix fertiliser on Norway spruce plantation in conditions of air polluted mountains. *Journal of Forest Science*, 50: 366 – 373 s. ISSN: 1212-4834.

KUNEŠ, I., BALCAR, V., VYKYPĚLOVÁ, E., ZADINA, J. 2006: Vliv jamkové aplikace moučky dolomitického vápence na půdní prostředí uvnitř sadebních jamek a mimo jamkový prostor v rámci podmínek kyselého horského stanoviště v Jizerských horách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 51 (2): 84 – 91 s. ISSN: 0322-9688.

KUNEŠ, I., BALCAR, V., BENEŠOVÁ, T., BALÁŠ, M., ZADINA, J., ZAHRADNÍK, D., VÍTÁMVÁS, J., KACÁLEK, D., ŠPULÁK, O., JAKL, M., JAKLOVÁ DYTRTOVÁ, J., PODRÁZSKÝ, V. 2009: Influence of pulverized limestone and amphibolite mixture on the growth performance of *Alnus incana* (L.) Moench plantation on an acidified mountain site. *Journal of Forest Science*, 55 (10): 469 – 476 s. ISSN: 1212-4834.

KUNEŠ, I., BALÁŠ, M., ŠPULÁK, O., KACÁLEK, D., BALCAR, V., ŠESTÁK, J., MILLEROVÁ, K. 2011: Stav výživy smrku ztepilého jako podklad pro zvažení

potřeby přihnojení listnáčů a jedle vnášených do jehličnatých porostů. *Zprávy lesnického výzkumu*, 56: 36 – 43 s. ISSN: 0322-9688.

KUPKA, I. 2008: Pěstování lesů I. ČZU Praha, Katedra pěstování lesů, 133 s.

KUPKA, I., PRKNOVÁ, H., HOLUBÍK, O., TUŽINSKÝ, M. 2015: Účinek přípravku na bázi řas na ujímavost a odrůstání výsadb lesních dřevin. *Zprávy lesnického výzkumu*, 60 (1): 24 – 28 s. ISSN: 0322-9688.

LORENC, F., PEŠKOVÁ, V., MODLINGER, R., PODRÁZSKÝ, V., BALÁŠ, M., KLEINOVÁ, D. 2016: Effect of Bio-Algeen[®] preparation on growth and mycorrhizal characteristics of Norway spruce seedlings. *Journal of Forest Science*, 62 (6): 285 – 291 s. ISSN:1212-4834.

MUSIL, I., HAMERLIK, J. 2007: Jehličnaté dřeviny. Přehled nahosemenných i výtrusných dřevin. *Lesnická dendrologie I*, 1. vydání, Praha, *Academia*, 352 s. ISBN: 978-80-200-1567-9.

NÁROVEC, V., ŠACH, F. 1996: Ochrana půdy proti introskeletové erozi aplikací přírodních melioračních hmot při zalesňování. In: *Monitoring, výzkum a management ekosystémů na území Krkonošského národního parku*. Opočno 15. - 17. 4. 1996, 180 – 185. s.

NÁROVEC, V. 2001: Stokrát o hnojení v lese., *Zásady zlepšování lesních půd a výživy lesních porostů*. *Lesnická práce s.r.o.* Kostelec nad Černými lesy, 31 s. ISBN: 80-86386-16-3.

PÄRN, H., MANDRE, M., TILK, M. 2009: Changes in the Growth of Silver Birch (*Betula pendula* Roth) and Black Alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) Seedlings on Peat Soil Fertilisation with Wood and Peat Ashes. *Baltic forestry*, 15: 168 – 176 s. ISSN: 1392-1355.

PODRÁZSKÝ, V. 1994: Liming of pine stands on sandy soils in the area of Týniště nad Orlicí (East Bohemia). In: Matějka K. (ed.): *Investigation of the forest ecosystems and of forest damage. Lowland and submountain forests and monitoring of the forest status. Proceedings of the workshop*. Kostelec nad Černými lesy 5. – 7. 4. 1993, České Budějovice, *Scientific Pedagogical Publishing*, 202 – 212 s.

PODRÁZSKÝ, V., ŠTĚPÁNÍK, R. 2002: Vývoj půd na zalesněných zemědělských plochách – oblast LS Česky Rudolec. *Zprávy lesnického výzkumu*, 47 (2): 53 – 56 s. ISSN: 0322-9688.

PODRÁZSKÝ, V. 2006a: Fertilization as an ameliorative measure – examples of the research at the Faculty of Forestry and Environment CUA in Prague. *Journal of Forest Science*, 52: 58 – 64 s. ISSN: 1212-4834.

PODRÁZSKÝ, V. 2006b: Effect of controlled liming on the soil chemistry on the immission clear-cut. *Journal of Forest Science*, 52: 28 – 34 s. ISSN: 1212-4834.

PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J. 2007: Fertilization effect on the grand fir plantations. *Scientia agriculturae bohemica*, 38 (4): 198 – 201 s. ISSN: 1211-3174.

PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J. 2008: Vliv přihnojení na výškový růst kultury jedle obrovské. *Zprávy lesnického výzkumu*, 53 (3): 207 – 210 s. ISSN: 0322-9688.

PODRÁZSKÝ, V., REMEŠ, J., TAUCHMAN, P., HART, V. 2010: Douglaska tisolistá a její funkční účinky na zalesněných zemědělských půdách. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55 (1): 12 – 18 s. ISSN: 0322-9688.

PODRÁZSKÝ, V., VIEWEGH, J., MATĚJKA, K. 2011: Vliv douglasky na rostlinná společenstva lesů ve srovnání s jinými dřevinami. *Zprávy lesnického výzkumu*, 56 (Special): 44 – 51 s. ISSN: 0322-9688.

PODRÁZSKÝ, V., et al. 2013: Využití přípravků na bázi řas pro iniciální podporu výsadeb lesních dřevin. ČZU Praha, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů. 6 s.

POLENO, Z. et al. 2007a: Pěstování lesů I. Ekologické základy pěstování lesů. *Lesnická práce s.r.o.* Kostelec na Černými lesy, 315 s. ISSN: 0322-9254.

POLENO, Z. et al. 2007b: Pěstování lesů II. Teoretická východiska pěstování lesů. *Lesnická práce s.r.o.* Kostelec nad Černými lesy, 465 s. ISBN: 978-80-87154-09-0.

POLENO, Z., VACEK, S., et al. 2009: Pěstování lesů III. Praktické postupy pěstování lesů. *Lesnická práce s.r.o.* Kostelec nad Černými lesy, 951 s. ISSN: 0322-9254.

REMEŠ, J., PODRÁZSKÝ, V., ULBRICHOVÁ, I., MEDUNA, V. 2005: Fertilization of Norway spruce plantations on the bulldozer-spread windrows in the Ore Mts. *Journal of Forest Science*, 51 (Special): 49 – 53 s. ISSN: 1212-4834.

REMEŠ, J., VÝLUPEK, O., PODRÁZSKÝ, V., ZAHRADNÍK, D. 2006: Využití chemické meliorace při obnově lesních ekosystémů v Krušných horách. In: Sborník referátů ze semináře. Meliorace v lesním hospodářství a v krajinném inženýrství. Kostelec nad Černými lesy, 26. – 27. 1. 2006, ČZU Praha a VÚMOP Praha, 251 – 258 s.

REMEŠ, J., BÍLEK, L., JAHODA, M. 2016: Vliv přípravy půdy a hnojení dřevěným popelem na růst sazenic borovice lesní. *Zprávy lesnického výzkumu*, 61 (3): 197 – 202 s. ISSN: 0322-9688.

SAŇKA, M., MATERNA, J. 2004: Indikátory kvality zemědělských a lesních půd ČR. *Planeta*, Praha, MŽP, 12 (11): 84 s. ISSN:1213-1293.

SIMON, J., MULLER, Š., ČÍŽEK, J. 2004: Tvorba stabilizačních prvků v krajinně zalesněním zemědělských půd. *Lesnická práce s.r.o.* 83 (9): 462 – 463 s. ISSN: 0322-9254.

SIXTOVÁ, I. 2012: Dynamika odrůstání kultur na bývalých zemědělských půdách v podhůří Orlických hor. Brno, Diplomová práce, Mendelu, lesnická a dřevařská fakulta, Ústav pěstování lesů, s. 1 – 2 s.

SKALOŠ, J., ENGSTOVÁ, B., TRPÁKOVÁ, I., ŠANTRŮČKOVÁ, M., PODRÁZSKÝ, V. 2012: Long-term changes in forest cover 1780–2007 in central Bohemia, Czech Republic. *European Journal of Forest Research*, 131 (3): 871 – 884 s. ISSN: 1612-4677.

SLAVÍK, M. 1991: Výzkum substrátů a kompostů vyrobených na bázi dřevných odpadů. KDP, Lesnický výzkumný ústav, Zvolen, 144 s.

ŠINDELÁŘ, J., FRÝDL, J. 2006: Hlavní směry a cíle aktivit spojených se zalesňováním nelesních půd v České republice. In: Zalesňování zemědělských půd, výzva pro lesnický sektor. Sborník referátů, Kostelec nad Černými lesy, 17. 1. 2006, Neuhöferová, P (ed.), KPL, FLE, ČZU Praha a VS Opočno VÚLHM Jíloviště – Strnady, 25 – 31 s.

ŠMELKOVA, L., et al. 2001: Lesné školky. Zvolen, VŠLD, 372 s.

ŠPULÁK, O., BALCAR, V., KACÁLEK, D. 2011: Vliv mletého vápence v jamce na prosperitu výsadeb, fluorescenci chlorofylu a obsah živin v listech břízy karpatské a buku lesního. *Zprávy lesnického výzkumu*, 56: 57 – 64 s. ISSN: 0322-9688.

ŠTOLBA, D. 2015: Vliv smíšení na růst lesních dřevin na zalesněné zemědělské půdě - plocha U lomu II. Praha, Bakalářská práce, ČZU, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů, 34 – 52 s.

TAUCHMAN, P., HART, V., REMEŠ, J. 2010: Srovnání produkce porostu douglasky tisolisté (*Pseudotsuga menziesii* /Mirbel/Franco) s porostem smrků ztepilého (*Picea abies* L. Karst.) a stanovištně původním smíšeným porostem středního věku na území ŠLP v Kostelci nad Černými lesy. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55 (3): 187 – 194 s. ISSN: 0322-9688.

TRUPAROVÁ, S., KULHAVÝ, J. 2011: Výživa smrkových porostů na vápnených plochách s různou intenzitou probírkového zásahu v Moravskoslezských Beskydech. *Zprávy lesnického výzkumu*, 56: 178 – 188 s. ISSN: 0322-9688.

TUŽIŇSKÝ, M., KUPKA, I., PODRÁZSKÝ, V., PRKNOVÁ, H. 2015: Influence of the mineral rock alginite on survival rate and re-growth of selected tree species on agricultural land. *Journal of Forest Science*, 61: 399 – 405 s. ISSN: 1212-4834.

UHLÍŘOVÁ, H., KAPITOLA, P., et al. 2004: Poškození lesních dřevin. *Lesnická práce s.r.o. a VÚLHM*, 281 s. ISBN: 80-86386-56-2.

VACEK, S., PODRÁZSKÝ, V. 1994: Decline of pine forests in the Protected Area Broumovsko and their nutrition status. In: Matějka K. (ed.): Investigation of the forest ecosystems and of forest damage. Lowland and submountain forests and monitoring of the forest status. Proceedings of the workshop, Kostelec nad Černými lesy, 5. – 7. 4. 1993, České Budějovice, *Scientific Pedagogical Publishing*, 176 – 183 s.

VACEK, S., HEJCMAN, M., SEMELOVÁ, V., REMEŠ, J., PODRÁZSKÝ, V. 2009: Effect of soil chemical properties on growth, foliation and nutrition of Norway spruce stand affected by yellowing in the Bohemian Forest Mts., Czech Republic. *European Journal of Forest Research*, 128 (4): 367 – 375 s. ISSN: 1612-4677.

VACEK, S., SIMON, J., et al. 2009: Zakládání a stabilizace lesních porostů na bývalých zemědělských a degradovaných půdách. *Lesnická práce s.r.o.* Kostelec nad Černými lesy, 792 s. ISBN: 978-80-87154-27-4.

ZATLOUKAL, V. 2004: Tvorba porostní směsi při zalesnění zemědělských půd. In: Zalesňování zemědělských půd. Nový Rychnov, *Česká komora odborných hospodářů*, 6 – 30 s.

7.2. Zdroje na internetu

GOOGLE. *Mapy google* [online]. [cit. 26. 2. 2017]. Dostupné z:
<https://google.cz/maps/>

Seznam příloh:

PŘÍLOHA I. – Lokalita U lomu	71
PŘÍLOHA II. – Barevné změny jehličí u douglasky tisolisté	72
PŘÍLOHA III. – Normální barva jehličí u douglasky tisolisté.....	73

PŘÍLOHA I. – Lokalita U lomu



Západní pohled na zalesňovou lokalitu U lomu, v pozadí je vidět zástavba obce Odolena Voda (2017)

PŘÍLOHA II. – Barevné změny jehličí u douglasky tisolisté



Barevné změny jehličí u douglasky tisolisté z nedostatku dusíku a částečně i hořčíku.

PŘÍLOHA III. – Normální barva jehličí u douglasky tisolisté



Normální barva jehličí douglasky tisolisté s dostatečnou výživou dusíkem.