

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Katedra pěstování lesa



**Zakládání kultur dubu letního na zalesněných  
zemědělských půdách – lokalita Předboj, Polabí**

Establishing of English oak plantations on the  
afforested agricultural lands – Předboj locality, Polabí  
region

Diplomová práce

Autor: Bc. Jaroslav Hůšť

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

2019

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jaroslav Hůšť

Lesní inženýrství

Název práce

**Zakládání kultur dubu letního na zalesněných zemědělských půdách – lokalita Předboj, Polabí**

Název anglicky

**Establishing of English oak plantations on the afforested agricultural lands – Předboj locality, Polabí region**

---

### Cíle práce

- Analýza významu zalesňování zemědělských půd
- Zhodnocení sledované lokality po dendroekologické stránce
- Zhodnocení růstu a vývoje kultur dubu letního lesní za období 2013 – 2018, spojené s aplikací meliorační hmoty Alginit
- Posouzení přínosu zalesňování zemědělské půdy pro krajinu v daných stanovištních podmínkách

### Metodika

Zpracování rešerše s problematikou zalesňování zemědělských půd,

Zhodnocení dat za období 2013 – 2016

Měření výšek výsadeb v roce 2018

Statistické zpracování výsledků měření

Vyhodnocení vývojových trendů výsadeb od zalesnění

## Doporučený rozsah práce

50 s.

## Klíčová slova

Zalesňování, zemědělské půdy, dub letní, Alginit, výškový růst

---

## 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.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J. 2008. Rychlost obnovy charakteru lesních půd na zalesněných lokalitách Orlických hor. Zprávy lesnického výzkumu, 53: 89 – 93.
- VOPRAVIL, J., KHEL, T., VRABCOVÁ, T., NOVÁK, P., NOVOTNÝ, I., HLADÍK, J., VAŠKŮ, Z., JACKO, K., ROŽNOVSKÝ, J., JANEČEK, M., VÁCHA, R., PIVCOVÁ, J., KVÍTEK, T., NOVÁK, P., FUČÍK, P., ČERMÁK, P., JANKŮ, J., PÍRKOVÁ, I., PAPAJ, V., BANÝROVÁ, J. Půda a její hodnocení v ČR díl I. 1. vyd. Praha: VÚMOP, 2009. 148 s. ISBN 978-80-87361-02-3
- VOPRAVIL, J., KHEL, T., VRABCOVÁ, T., NOVÁK, P., NOVOTNÝ, I., HLADÍK, J., VAŠKŮ, Z., JACKO, K., ROŽNOVSKÝ, J., PÍRKOVÁ, HAVELKOVÁ, L., STŘEDA, T., VOLTR, V. Půda a její hodnocení v ČR díl II. 1. vyd. Praha: VÚMOP, 2011. 150 s. ISBN 978-80-87361-08-5.

---

## Předběžný termín obhajoby

2018/19 LS – FLD

## Vedoucí práce

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

## Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 14. 2. 2018

**prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 15. 2. 2018

**prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.**

Děkan

V Praze dne 10. 04. 2019

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Zakládání kultur dubu letního na zalesněných zemědělských půdách – lokalita Předboj, Polabí, vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Viléma Podrázského, CSc., a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne                      2019

Podpis autora:

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce prof. Ing. Vilému Podrázskému, CSc za odborné vedení a vstřícný přístup a panu Ing. Lindovi za pomoc při zpracování dat. Dále pak děkuji své rodině za podporu a motivaci při studiu.

## Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá zhodnocením výsadeb dubu letního (*Quercus robur*), založených na bývalé intenzivně využívané zemědělské půdě na lokalitě Předboj, na ploše „U hnojiště“. Při výsadbě v roce 2013 byla aplikována meliorační hmota alginit ve třech variantách. První varianta A byla ponechána jako kontrolní bez přidaného alginitu, u druhé varianty B bylo přidáno 0,5 kg alginitu na sazenici a u třetí varianty C bylo přidáno 1,5 kg alginitu na sazenici. Byly změřeny přírůsty za rok 2017 a 2018, zhodnocen přírůst sledované dřeviny za celou dobu existence výsadby, tj. od roku 2013, a zhodnocen vliv alginitu na stav a vývoj výsadeb. Byla provedena analýza významu zalesňování zemědělských půd a posouzení přínosu pro krajinu formou literární rešerše. Zhodnocení přírůstů za rok 2017 a 2018 nepřineslo statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými variantami aplikace meliorační hmoty. Až zhodnocení přírůstu za období 2013 až 2018 ukázalo malý, ale již statisticky významný rozdíl, kdy kontrolní varianta bez přidaného alginitu vykazovala vyšší přírůst než varianta, u které bylo aplikováno 1,5 kg alginitu na sazenici.

Klíčová slova: zalesňování, zemědělské půdy, dub letní, alginit, výškový růst

## **Abstract**

Diploma thesis focuses on the evaluation of the plantations of English oak (*Quercus robur*) on former intensively used agricultural land, on the locality Předboj, area „U hnojiště“. During the establishing of the plantations in 2013 was applied ameliorative material alginite in three variants. First variant A was without added alginite, in second variant B was applied 0,5 kg of alginite per seedling and in third variant C was applied 1,5 kg of alginite per seedling. In 2017 and 2018 was measured height growth. Height growth since 2013 and influence of alginite on plantations were reviewed and summarized. There was performed the analysis of importance of afforestation of former agricultural lands and assessment of the benefits for region. As a result, evaluation of the data showed no significant statistical differences between height growth in 2017 and 2018. However, height growth in period 2013-2018 showed little but statistically significant difference between variants A and C. Variant A without added alginite showed significantly more intense height growth then variant C with 1,5 kg of added alginite per seedling.

Key words: afforestation, agricultural lands, English oak, alginite, height growth

# Obsah

1	Úvod .....	10
2	Cíle .....	12
3	Rozbor problematiky.....	13
3.1	Charakteristika cílové dřeviny .....	13
3.2	Obnova .....	15
3.2.1	Příprava půdy .....	15
3.2.2	Sadební materiál .....	16
3.2.3	Zalesnění.....	17
3.2.4	Ochrana proti poškození zvěří.....	18
3.3	Přihnojování .....	19
3.4	Pěstování .....	20
3.4.1	Zakládání dubových kultur.....	20
3.4.2	Výchova.....	20
3.4.3	Obnova dubu.....	22
3.5	Zalesňování zemědělských půd.....	23
3.5.1	Historie .....	23
3.5.2	Přínosy .....	26
3.5.3	Vhodné pozemky k zalesnění.....	30
3.5.4	Vhodné dřeviny.....	31
3.6	Živiny.....	33
4	Metodika .....	35
4.1	Popis lokality .....	35
4.2	Založení kultur a přihnojení.....	35
4.3	Měření.....	38
4.4	Statistické zpracování .....	38
5	Výsledky .....	40
5.1	Průměrná výška .....	40
5.2	Zdravotní stav .....	41
5.3	Mortalita .....	42
5.4	Přírůst .....	43
6	Diskuze.....	47



7	Závěr .....	50
8	Seznam použité literatury .....	51
9	Seznam internetových zdrojů .....	55
10	Legislativa.....	55

## **Seznam grafů**

Graf 1: Průměrná výška sazenic dubu letního pro všechny varianty.....	40
Graf 2: Zdravotní stav 2018.....	41
Graf 3: Mortalita 2018 .....	43
Graf 4: Přírůst sazenic dubu letního v roce 2017 .....	44
Graf 5: Přírůst sazenic dubu letního v roce 2018 .....	45
Graf 6: Přírůst sazenic dubu letního v období 2013 až 2018 .....	46

## **Seznam obrázků**

Obrázek 1: Plán plochy „U hnojiště“ (Korčák, 2017) .....	37
--	----

## **Seznam tabulek**

Tabulka 1: Dostatečné obsahy makroelementů v asimilačních orgánech dubu.....	34
Tabulka 2: Dostatečné obsahy mikroelementů v asimilačních orgánech dubu .....	34
Tabulka 3: Průměrná výška sazenic dubu letního.....	40
Tabulka 4: Zdravotní stav sazenic dubu letního v roce 2018 .....	41
Tabulka 5: Zdravotní stav 2018.....	42
Tabulka 6: Mortalita sazenic dubu letního v roce 2018 .....	42

# 1 Úvod

Lesy jsou velmi významnou složkou krajiny České republiky a jejich výměra zde trvale roste. To je způsobeno především zalesňováním původně nelesní půdy, kterou je často půda zemědělská. Nezanedbatelný vliv má ale i zpřesňování údajů v katastru nemovitostí (Zelená zpráva, 2016).

Lesnatost naší krajiny se v posledních staletích vyvíjela především podle potřeb lidské společnosti. V dobách kolonizace lesnatých pohraničních oblastí docházelo na nově obydlovaných územích k odlesňování, v případě vzniku aktuální potřeby zase k částečnému znovuzalesňování. Důvodem k opětovnému zalesnění smýcené plochy býval v první řadě nedostatek dříví, ale mohlo se jednat také o zalesňování z důvodu obrany státu, ochrany před škodami způsobovanými náhlými povodněmi, či z jiné aktuální potřeby společnosti (Špulák, 2011).

Zalesňování původně zemědělských půd poskytuje kromě ekonomického užitku z produkční funkce, tedy z prodeje vypěstovaného dříví, také užitky z funkcí mimoprodukčních. Mezi tyto mimoprodukční funkce patří například edafická funkce (půdotvorná a půdoochranná), hydrická funkce (retenční, akumuláční, retardační, regulační a vodochranná), atmosférické funkce (ovlivňující ovzduší), fytobiotické, zoobiotické a mikrobiotické funkce (ovlivňující biodiverzitu, vnitroekosystémové vztahy mezi rostlinami, zvířaty a dalšími složkami prostředí – Čaboun, 2013). V neposlední řadě jsou významné také užitky z funkce rekreační a estetické. Význam rekreační funkce pro dnešní společnost stále narůstá (Peyron, 2002). V porovnání zalesněné plochy se zemědělskou půdou je třeba především zdůraznit funkci ochrany před větrnou a vodní erozí půdy.

Ač slouží zalesňování zemědělských pozemků často spíše ke scelování půdy do větších lesních celků (zalesňování nelesních enkláv ve velkých komplexech lesů), lze jej také využít jako nástroj ke zvýšení mozaikovosti krajiny v převážně zemědělsky orientovaných oblastech. Díky tomu dochází ke zvýšení biodiverzity vytvořením širší škály stanovišť. V porovnání s monokulturní zemědělskou „pouští“ jde o významné zlepšení podmínek pro volně žijící živočichy.

Zalesňování malých nelesních pozemků (například trvalých travních porostů či starých sadů), nacházejících se v rozlehlém lesním komplexu či na jeho okraji, nelze doporučit z toho důvodu, že se často jedná o nejcennější ekotonová prostředí z hlediska biodiverzity a také důležité plochy pro pastvu zvěře. Úživnost honiteb, zahrnující tyto travní enklávy mezi lesními porosty, díky nim narůstá geometrickou řadou (Poleno a kol., 2009).

Přestože zalesňování nelesních půd probíhá v různé podobě a intenzitě již po celá staletí, jedná se o stále aktuální téma i pro dnešní společnost, a to kvůli řadě výše zmíněných benefitů, které nám je schopna zvyšující se rozloha zalesněných ploch poskytnout. Tato diplomová práce se blíže zabývá lokalitou Předboj, plochou „U hnojiště“, která se nachází asi 6 km na sever od Prahy. Na této ploše došlo v roce 2013 k zalesnění několika druhů dřevin na bývalé intenzivně obhospodařované zemědělské půdě. Pro podpoření růstu a ujímavosti byl při výsadbě aplikován do jamek organogenní materiál alginit.

## **2 Cíle**

Cílem této diplomové práce je analýza významu zalesňování zemědělských půd, dále pak zhodnocení sledované lokality Předboj po dendroekologické stránce, zhodnocení růstu a vývoje kultur dubu letního za období 2013–2018, spojené s aplikací meliorační hmoty alginit. V neposlední řadě bylo cílem práce také celkové posouzení přínosu zalesňování zemědělské půdy pro krajinu v daných stanovištních podmínkách.

### 3 Rozbor problematiky

V této kapitole budou podrobně popsány morfologické, růstové a ekologické charakteristiky sledované dřeviny. Dále pak zde budou uvedeny charakteristiky obnovy a pěstování porostu na zalesněných zemědělských půdách, bude uveden význam přihnojování nově vysazených kultur a zhodnocena specifika zalesňování zemědělských půd.

#### 3.1 Charakteristika cílové dřeviny

Dub letní (*Quercus robur*), známý také pod lidovým názvem křemelák, je stromovitá dřevina náležící do třídy *Dicotyledonae* (dvouděložné), řádu *Fagales* (bukotvaré) (Pikula, 2004). Areál rozšíření dubu letního, který se na většině území překrývá s dubem zimním, zahrnuje celou Evropu. Zejména je rozšířen od severovýchodního Ruska až po jihozápadní Španělsko. V České republice je původní dřevinou. V mnoha evropských zemích je lesnický kultivován a hospodářsky využíván (Kremer, 1995).

Tento, lesnický a kulturně významný opadavý strom se může dožívat věku 200 až 500 (1000) let. Dospělí jedinci dosahují výšek až 45 m, tj. o několik metrů více než dub zimní. Koruna bývá vysoká i široká, především u solitérních jedinců kulovitá, starší jedinci pak často ztrácí svůj typický tvar koruny. Borku má světle šedou až hnědošedou. I na mladších jedincích je zbrázděna sítí brázd a lišt. Letorosty jsou zelenavě hnědé až červenohnědé se světlými lenticelami, zpočátku ještě pýřité až chlupaté, časem však olysávají, případně bývají lehce ojíňené. Pupeny bývají kulovitě oválné, na vrcholu špičaté, s velkým množstvím pupenových šupin. Ty bývají na okrajích brvité. Listy jsou známé svým typickým laločnatým tvarem. Bývají asi 10 až 12 cm dlouhé a 8 cm široké, na líci matně tmavozelené a na rubu světlejší. Na bázi jsou zřetelně ouškaté, po obou stranách s přibližně 5 až 7 široce eliptickými laloky, vykrojené zhruba do poloviny čepele. Tyto laloky však nebývají přesně proti sobě položené, takže dub letní může oproti dubu zimnímu působit poněkud asymetrickým dojmem. Plodem dubu jsou žaludy. Bývají protáhle vejcovité, 1,5 až 2 cm dlouhé, usazeny v mělké číšce. Většinou jsou sloučeny po 2 až 3 na 4-6 cm dlouhé stopce (Kremer, 1995).

U dubu letního rozlišujeme dva základní ekotypy, lužní a lesostepní (Poleno a kol., 2009). Bývá obecně považován za hluboce kořenící dřevinu, takovou je však jen v hlubokých půdách lužních lesů, kde proniká i oglejenými a periodicky zamokřovanými horizonty. Na hlubokých, ale nepříliš výživných a suchých půdách koření dub mělce a nevyrovná se hlubokokořennosti borovice. Samotné duby pak mohou ovlivňovat půdu odsáváním vody a živin svými kořeny, provzdušňováním půdy prokořeněním, lokálním obohacováním půdy o humus z rozkládajících se kořínků, tlakem na půdu a vylučováním různých látek z fyziologicky neaktivnějších koncových kořínků – kořenových špiček. Pro pedogenetické procesy je nejvýznamnější vyšší produkce tříslovin ve ztloustlých koncových kořenech v zamokřených horizontech půdy (Jeník, 2014).

Kořenový systém mladých dubů má význačný kůlovitý kořen, který bývá jen mimořádným působením okolního prostředí nahrazen soustavou několika vertikálních kořenů. Zhruba ve věku 30 let ztrácí kůlovitý kořen hegemonii v rámci kořenového systému a nastává rovnovážné zastoupení horizontálních a vertikálních kořenů. V pokročilém věku můžeme pozorovat metlovité či deskovité kořeny a srůsty kořenových větví (Jeník, 2014).

Kromě rašelin roste dub na celé široké škále půd. Lužní ekotyp se nejlépe uplatní na vodou ovlivněných půdách a lesostepní ekotyp spolu s dubem zimním i na sušších půdách. Dub letní se vyskytuje především od 1. do 4. LVS. Postavení a zastoupení dubu letního spolu s dubem zimním v ČR na stanovištích neovlivněných vodou odpovídá jejich konkurenceschopnosti vůči buku. V souladu s tímto tvrzením klesá přiměřeně zastoupení dubu od 1. do 4. LVS, v důsledku navyšující se konkurence buku. Větší šanci obstát proti konkurenci buku mají duby na chudších stanovištích a na stanovištích ovlivněných vodou (především v pseudoglejové řadě). Přestože vzrůstem se za optimum dubu považuje 2. LVS, ještě ve 4. LVS mají duby ve formě jednotlivé příměsi buku dobrý vzrůst. Na jižních svazích a srážkově deficitních lokalitách se mohou duby objevovat až v nadmořských výškách 900 m n. m. (Poleno a kol., 2009).

Dubové dřevo je charakteristické světlehnědou barvou s nazlátlým nádechem, hrubými póry, zřetelnými dřeňovými paprsky a vlnitým vláknem. Je pevné,

s vysokou tvrdostí a trvanlivostí, houževnaté ale poměrně snadno opracovatelné. Využívá se i jako stavební materiál. Kvalitní výřezy s pestrou fládrou se využívají při různých dekorativních truhlářských pracích a skutečně výběrové dřevo má vysokou cenu (Gibbs, 2005).

## **3.2 Obnova**

### **3.2.1 Příprava půdy**

V první řadě je vhodné zmínit mechanickou přípravu půdy. Ta by měla významně ulehčit provedení zalesňování, i následný vývoj kořenového systému sazenic po výsadbě. Pokud se jedná o zalesnění orné půdy, není samozřejmě žádná příprava třeba. Pokud se však jedná o zalesnění půd s travním porostem, kde travní drn znesnadňuje zalesnění, je vhodné přípravu půdy provést. Provádí se nejčastěji s využitím půdních fréz, či pomocí radličného či diskového pluhu, který v pruzích odřezává drn, obrací ho a ukládá vedle vyorané brázdy. Do takto vytvořených pásů obnažené půdy se následně provede výsadba buď ručně, či s pomocí mechanizace.

Dalším možným způsobem, jak provést přípravu půdy k zalesnění, je využití přípravy chemické. Ta sice nezlepší strukturu půdy, odstraní však škodlivý vliv a kompetici buřeni. Jde o využití chemických látek fytocidů tj. herbicidů (látek určených k hubení rostlin) a arboricidů (látek určených k hubení dřevin). Pro účely chemické přípravy půd lze používat jen ty chemické prostředky, které jsou uvedeny v „Seznamu registrovaných přípravků na ochranu rostlin“, vydávaném Ministerstvem zemědělství. Je nutno také pečlivě dodržovat návod a doporučení výrobce.

Poslední možností přípravy lokality pro zalesnění je biologická příprava půdy. Spočívá ve využití přípravných dřevin, které během svého růstu příznivě ovlivňují půdu i mikroklima a vytvářejí lepší podmínky pro cílové dřeviny. Nejčastěji využívanými jsou některé druhy listnatých dřevin, jejichž opad obohacuje půdu o humus a které příznivě ovlivňují koloběh živin v půdě. Pro biologickou přípravu půdy je vhodné volit dřeviny s rychlým růstem, odolností proti extrémním podmínkám volné plochy (mráz, silné oslunění, sucho) a zamokření. Významným přínosem je také prokořenění půdy, zvláště u půd soudrzných a jílovitých. Narušením těchto půd kořeny dojde ke zpřístupnění

živin, rozrušování matečné horniny a k provzdušnění půdy. Biologická příprava půdy může být jednofázová či dvoufázová. Při jednofázové dojde k vysazení všech dřevin najednou bez výrazného časového odstupe. V případě dvoufázové přípravy půdy se nejprve vysadí přípravné meliorační dřeviny a k vysazení cílových druhů dojde až v okamžiku, kdy přípravné dřeviny vytvoří vhodné podmínky (Vacek a Simon, 2009).

Zajímavým rozdílem mezi zalesňováním lesní a zemědělské půdy může být také počáteční nepřítomnost symbiotických mykorhizních hub na bývalých zemědělských půdách. Tyto houby vytváří spolu s kořeny rostlin specifické útvary (mykorhizy), které významně rozšiřují kořenový systém sazenic a umožňují vyšší příjem živin (především fosforu, dusíku a draslíku) a vody než u sazenic bez mykorhizy. Mykorhizy mají navíc schopnost kumulovat minerální látky a v období nouze je uvolňovat a předávat hostitelské rostlině. Ta na oplátku zásobuje houbu cukry a dalšími organickými látkami – produkty fotosyntézy. V současnosti již existuje na trhu řada přípravků vhodných pro umělou mykorhizní inokulaci (naočkování) symbiotických hub. Aplikují se v suché či mokré formě do jamky při sázení, nebo již do kultivačních substrátů ve školce. Další možností je využití roztoků, ideálních pro namáčení prostokořenného sadebního materiálu, či sprejové formy. V případě spreje je tekuté inokulum nanášeno postřikem na obalovanou sadbu, školkové substráty či sadbovače (Pešková, 2008).

### **3.2.2 Sadební materiál**

V případě zalesňování nelesní či zemědělské půdy nesousedící s lesním porostem přichází v úvahu, z důvodu chybějícího mateřského porostu schopného produkce semene, pouze umělá obnova osivem, semenáčky či sazenicemi. V situaci, kdy se nalézá zalesňovaná lokalita vedle dospělého lesního porostu, je možné počítat i s přirozenou obnovou. Umělá obnova pomocí sítě se využívá zřídka kvůli ekonomické nevýhodnosti (zajištění kultury ze sítě bývá obvykle delší než u výsadeb, není dostatek semene), často bývá ale přehlížena ekologická výhodnost. Zejména u dřevin s křivým kořenem, mezi které dub letní patří, nedochází k deformacím kořene způsobené sadbou



(Poleno a kol., 2009). Ořešák černý je možno obnovovat a zalesňovat jím pouze s jí (Russell a Hemery, 2004). Holá plocha bez mateřského porostu poskytujícího ochranu před větrem a přímým sluncem klade na sadební materiál vysoké nároky. V některých případech lze použít zalesnění pomocí sije, avšak obecně lze doporučit zalesnění silnými a zdravými sazenicemi, s rozvinutým kořenovým systémem. Kvůli bohatosti kořenového systému nejlépe školkované, podřezávané či krytokořenné. Je třeba zmínit fakt, že přestože je nákupní cena u obalovaných dubových sazenic vyšší než u prostokořenných sazenic, souhrnné přímé náklady obnovy lesa do konce první věkové třídy mohou být při použití krytokořenného sadebního materiálu a jamkové sadby nižší, než použití prostokořenného materiálu a jamkové sadby. Nejnižších přímých nákladů pak dosáhneme při štěrbínové sadbě prostokořenných sazenic (Šišák a kol., 2017). Dalším přínosem krytokořenného sadebního materiálu je skutečnost, že jím lze zalesňovat kdykoliv během roku, pokud není zamrzlá půda. Na rozdíl od prostokořenného sadebního materiálu, jímž se zalesňuje jen na jaře (hned po rozmrznutí půdy) a na podzim, kdy bývá v půdě více vláh, ale také z důvodu periodicity růstu kořenového systému. Ten narůstá na jaře a na podzim, v létě se růst zpomaluje až zastavuje (Vacek a Simon, 2009).

### **3.2.3 Zalesnění**

Samotné zalesňování sazenicemi může být prováděno buďto ručně nebo mechanizovaně. Ručně pomocí sekeromotyky pro klasickou metodu sázení prostokořenných či krytokořenných sazenic nejčastěji do jamek, či rychlejším způsobem pomocí sazeče pro metodu štěrbínové výsadby. Ke štěrbínové výsadbě je vhodné použít jen semenáčky a sazenice malých rozměrů s vertikálně uspořádaným kořenovým systémem, aby nedocházelo k nepřiměřené deformaci. Další metodou do jisté míry kombinující ruční sázení a mechanizaci, je sázení pomocí motorového vrtáku. Nakonec je třeba se zmínit o mechanizované výsadbě. Ta nám umožňuje snížit náklady na zalesnění a vytváří příznivější pracovní podmínky pro pracovníky (Poleno a kol., 2009).

Využití mechanizace je technicky značně náročné, především na neupravených lesních pozemcích. Proto je mnohem vhodnější pro použití na nelesních, a

zvláště pak bývalých zemědělských půdách. Samozřejmě jen v tom případě, kdy přistupujeme k zalesnění dostatečně velké plochy, kde se ekonomicky vyplatí využití zalesňovacího stroje. Tyto stroje pracují na různých principech a s různou výkonností. Jako příklad si alespoň můžeme uvést rýhovací zalesňovací stroj RZS RL 2-019. Jeho hlavním pracovním nástrojem je rýhovací ústrojí, které vytvoří rýhu, do které pracovník manuálně vloží sazenici. Sazenice je přidržována sazečem až do doby, kdy je v rýze přitlačena dvěma kovovými přítlačnými válci a přihrnuta zeminou. Směnová výkonnost závisí na konkrétních terénních podmínkách, avšak průměrně se pohybuje mezi 3500 až 8000 sazenicemi (Poleno a kol., 2009).

### **3.2.4 Ochrana proti poškození zvěří**

Potravní nabídka pro zvěř na intenzivně zemědělsky obhospodařovaných pozemcích bývá během roku proměnlivá. Výsadba lesních dřevin v lokalitě s velkými půdními bloky orné půdy se stává pro zvěř nejen výhodným úkrytem na jinak holé ploše (především po sklizni polních plodin) ale také vítaným zpestřením jídelníčku. Zvěř se pak pravděpodobně bude na tyto „ostrůvky“ mladých dřevin v době nouze stahovat a nepřiměřeně je poškozovat.

Mladé výsadby bývají poškozovány okusem, později pak škodí zvěř i loupáním, ohryzem, vytloukáním paroží a zašlapáním nízkých sazenic (Křístek a kol., 2002). Proti škodám zvěří můžeme výsadby chránit biologicky, mechanicky či chemicky.

Biologická ochrana spočívá ve výsadbě krycích dřevin spolu s cílovými dřevinami. Krycí dřeviny by měli být pro zvěř atraktivnější a ta by je pak poškozovala přednostně. Jako krycí dřevinu lze využít různé vrby, lísky, olše či osiky. Při chemické ochraně bývá využito různých chemických repelentů, aplikovaných na sazenici nátěrem nebo nástřikem (Švarc a kol., 1981). Na lokalitě Předboj byla pro ochranu nově vysazených kultur využita mechanická ochrana, v podobě drátěné oplocenky. Dalšími příklady mechanické ochrany bylo využití různých individuálních chráničů a oplůtků či rozsoch. Zajímavou možností je využití ovčí vlny. Tu lze použít jako ovaz pro ochranu terminálního výhonu. Náklady na pořízení vlny, která bývá v nižší kvalitě prakticky odpadním

materiálem, jsou minimální, přičemž účinnost je srovnatelná s ostatními metodami ochrany (Hušť, 2017).

### 3.3 Přihnojování

Přihnojování, které je v zemědělství tak běžné a samozřejmé, se v lesnictví využívá jen zřídka. Přistupujeme k němu v případech, kdy potřebujeme zvýšit fruktifikaci při plánování přirozené obnovy v obnovovaném porostu, zvýšení šancí nově vysazovaných náročných dřevin na živinově chudších půdách či v situaci vytvoření porostu zeleného hnojení, který zvýší obsah humusu na stanovišti a utlumí konkurující buřeň. V situaci, kdy bychom přistoupili k plošné aplikaci hnojiva při zakládání porostu, mohlo by dojít k výraznému a nežádoucímu celoplošnému zabuřnění. Je tedy vhodnější aplikovat hnojivo při sázení přímo do sadební jamky. Dojde tak k výraznému snížení rizika celoplošné podpory buřeně, ač i v tomto případě může v bezprostředním okolí sazenic nastat (Poleno a kol., 2009). Hnojení lze doporučit i obecně u dřevin náročnějších na živiny, jako jsou jedle bělokorá, buk lesní či javor klen. Zejména pokud jsou vysazovány na pro ně méně vhodných, extrémnějších stanovištích. V případě vyššího přírůstu díky přihnojování nově vysázených kultur můžeme zkrátit dobu, po kterou je třeba chránit kulturu před poškozováním zvěří (Podrázský a Remeš, 2008).

Na zkoumané lokalitě byl při výsadbě do jamek pro zlepšení podmínek růstu a zvýšení ujmavosti aplikován organogenní materiál alginit. Jedná se o sedimentární horninu, živičnou břidlici s vysokým obsahem humusu (průměrně 15,5 %), zvýšeným obsahem makroživin (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Ca, Mg) i mikroživin. Obsahuje i některé těžké kovy, avšak pod limitem toxicity. Alginit má mimořádnou nasákavost více než 110 %. Díky těmto vlastnostem je využíván jako hnojivo v zemědělství, zahradnictví a lesnictví (Vass, Konečný a kol., 1998). Jeho název je odvozen od latinského výrazu pro řasy – *algae*, protože alginit vznikl před 3 až 4 milióny let ukládáním odumřelých zbytků sladkovodní řasy *Botryococcus braunii* (Korčák, 2017). Tyto řasy se ukládaly v tzv. sopečných zárodcích, které vznikly tak, že v první fázi vulkanické exploze došlo ke vzniku sopečného kráteru, kolem kterého se vytvořil val z tufového materiálu a již nedošlo k další sopečné činnosti. Tento kráter se posléze naplnil vodou a vzniklo jezero vytvářející vhodné podmínky pro růst vodních řas. Odumřelé

zbytky řas spolu s jílem, vzniklým zvětráváním tufového materiálu, se usazovaly na dně jezera a utvářeli sedimentární horninu alginit (Vass, Konečný a kol., 1998).

## **3.4 Pěstování**

### **3.4.1 Zakládání dubových kultur**

Duby jsou při zalesňování zemědělských půd v nižších polohách vhodné jako hlavní dřevina. Jejich ekologická amplituda sahá od 1. LVS (doubrav), kde jsou nejvíce rozšířené, až po 5. LVS, kde již jejich výskyt doznívá. Jestliže má mít dub letní ekonomické uplatnění jako hlavní ekonomická dřevina, je třeba jej vysazovat jako převládající dřevinu nebo ve formě větších skupin. Pokud by byl jen jednotlivě přimíšen, s největší pravděpodobností by zaostával v růstovém tempu za ostatními dřevinami. V podúrovni by pak chřadnul a odumřel. Pouze v případě, kdy by dominující dřeviny propouštěly dostatek světla, mohl by být schopen v podúrovni plnit meliorační, výchovnou nebo krycí funkci.

Volba druhu přimíšených dřevin závisí na podmínkách stanoviště. Na chudých půdách vytváří s dubem porostní směsi borovice či bříza. V nižších polohách se jako krycí dřevina využívá habr (do 2. nebo až do 3.LVS), případně buk s lípou (až do 5. LVS). Uplatnění buku ve směsi s dubem stoupá spolu s nadmořskou výškou a s živností stanoviště. Na vodou ovlivněných stanovištích a od 3.LVS lze ve směsi využít i smrk a jedli (Poleno a kol., 2009), přičemž je však třeba počítat s tím, že smrk trpí na původně zemědělských půdách výrazně častěji hnilobami (Mikeska, 2003). V okolí vodních toků a pramenišť, kde se nalézají živné půdy dostatečně zásobené humusem, lze uplatnit ve směsi s dubem řadu listnatých dřevin. Především javor, jasan, jilm a lípu (Poleno a kol., 2009).

### **3.4.2 Výchova**

O dubu se říká, že má být pěstován tak „aby byla jeho hlava na slunci, tělo ve stínu a nohy ve vlhku“. Dub je odolnou, silně světlomilnou dřevinou se sklonem ke křivení kmenů v důsledku heliotropismu. Při náhlém oslunění má sklon košatět a vytvářet proventativní výhony, při nedostatku světla hrozí silné

přeštíhlení. Podobně jako u borovice u něj dochází ke kulminaci výškového přírůstu velmi brzy, pokles přírůstu je ale pomalejší. Tomu je třeba přizpůsobit výchovu, která směřuje především ke zvýšení kvality.

Okamžik prvního zásahu v smíšeném nárůstu či mlazině závisí především na množství a vývoji přimíšených dřevin. Co nejdříve je třeba redukovat výrazně rychleji rostoucí příměs břízy, olše, jasanu a javoru, která by dub předrostla a zastínila. V případě výchovy v nesmíšených, čistě dubových porostech, začínáme s výchovou při horní porostní výšce 7 m (tj. přibližně ve věku 20 let), když už můžeme rozeznat tvarové a růstové vlastnosti jednotlivých jedinců. V mladém věku je výběr negativní. Odstraňujeme z porostu předrostlíky a obrostlíky, později při horní výšce 15 m, přejdeme na pozitivní výběr a začneme uvolňovat jednotlivé nadějně stromy. Síla výchovného zásahu závisí na počtu netvárných předrostlíků a přimíšených druhů. Zásahy bývají spíše slabší, neporušující zápoj. Hustota porostu by neměla být v růstové fázi mlazin méně než 6000 jedinců na 1 ha. V nesmíšených dubových porostech se zásahy opakují přibližně každých 10 let. Pokud se jedná o kvalitní porosty, může být tento interval i delší. Dub špatně a pomalu reaguje na nečasné uvolnění zápoje, proto je problematické zvyšování stability opožděnými zásahy. Ve věku 30 až 40 let porostu je třeba v porostu vybrat nejkvalitnější jedince a další výchovu směřovat na jejich podporu. S pravidelnou péčí o porosty se počítá pro celou dobu obmýtí. Zanedbání výchovy by mělo za následek výrazný pokles kvality produkce. Pod horní etáží dubu je proto nutné udržovat spodní etáž pomocných stínomilných dřevin (například habru či lípy), kvůli zastínění kmenů a zabránění vzniku proventativních výhonů a snížení kvality dřevní suroviny.

Dub je dřevinou s vysoce hodnotným dřívím. To je dáno vysokým podílem cenného dříví, jehož nejvýznamnější složku tvoří dýhárenské výřezy. U těch pak dosahuje dub výrazně vyšších cen než u cenného dříví jiných, u nás běžných, hospodářských dřevin. I pilařská kulatinu normálních vlastností se pohybuje ve výrazně vyšší cenové úrovni než u jiných dřevin. Jelikož je ale pěstování kvalitního dubu pracovně náročné, a dokonce se udává, že na náročnost a intenzitu péče je ze všech našich dřevin nejnáročnější, je pro mnoho lesnických subjektů neatraktivní i přes jeho vysoké ocenění na trhu (Poleno a kol., 2009).

### **3.4.3 Obnova dubu**

#### **3.4.3.1 Přirozená obnova**

Když v minulosti došlo k opuštění odlesněné půdy, ať už vlivem přestěhování obyvatel či příčinám zmíněným dále v textu, les tato území opět osidloval díky postupné sukcesi umožněné přirozenou obnovou zbytku původních porostů. Tento proces trval dlouhá desetiletí a jeho výsledkem byly nejprve porosty sukcesních měkkých listnáčů. Do poloviny 18. století pak docházelo k lokálním pokusům pomoci návratu lesa ponecháváním osamocených výstavků (semenných stromů) na pasekách a k přípravě půdy za pomoci robotou povinného venkovského obyvatelstva. I pokud byly tyto snahy úspěšné, mohly být nové porosty zničeny volnou pastvou dobytka. K reálné snaze o změnu došlo až na přelomu 18. a 19. století, kdy došlo k zavádění umělé obnovy porostů na úkor přirozené obnovy. Ke znovunabytí vyššího významu přirozené obnovy došlo až později s vývojem nových hospodářských způsobů na konci 19. a na začátku 20. století. Odborníci se zaměřovali na plochy, kde se přirozená obnova úspěšně využívala a snažili se získané poznatky aplikovat na dalších lokalitách (Poleno a kol., 2009).

Aktuálně se přirozená obnova využívá na přibližně 20 % z celkové plochy obnovovaných porostů. Z toho tvoří okolo 40 % listnaté dřeviny (Zelená zpráva, 2016).

Při zakládání dubových porostů se přirozená obnova využívá poměrně zřídka. Příčiny mohou být jednak v nepřilíživém intervalu a intenzitě semenných let a také v obtížnosti provedení na zabuřenělých půdách. Dub je silně světlomilnou dřevinnou, tudíž vyžaduje pro přežití náletu semenáčků intenzivní prosvětlení mateřského porostu, což však také způsobí zlepšení podmínek pro odrůstání buřeně. Díky hlavnímu křovitému kořenu se však dub s touto konkurencí poměrně dobře vyrovnává. Příprava půdy pro přirozenou obnovu dubu obecně nebývá nutná, pouze na suchých půdách může pomoci ke zlepšení vodního režimu povrchových půdních vrstev. Je nutné pamatovat na přítomnost příměsí stinných pomocných dřevin, které budou v budoucím dubovém porostu tvořit podúroveň a vychovávat cílové jedince, avšak nesmí vůči němu vytvářet příliš silnou konkurenci (Poleno a kol., 2009).

### **3.4.3.2 Umělá obnova**

Především kvůli dlouhé době nutné k obnově lesa přirozenou cestou a kvůli faktu, že na mnoha místech nezůstaly vhodné semenné stromy k produkci osiva, bylo již ve středověku přistupováno k umělému zakládání nových porostů. První autentická zpráva o umělé obnově borového lesa síjí, pochází z roku 1368 z lesů u Norimberku. Na našem území byla umělá obnova prokazatelně využívána od 16. století, jak dokládá místodržitelský přípis z roku 1571. V tomto je popsáno, jak za oborou Hvězda u Prahy vznikl nový les přičiněním G. F. Žďárského. Ten nechal zalesňovanou půdu zorat, osít borovým a dubovým semenem a následně zavláčet. Pro ochranu semenáčků proti poškození dal kolem výsadby vykopat hluboký příkop a zakázal na ní pastvu dobytka. Z počátku byla tedy využívána pouze síje osiva lesních dřevin. První lesní školky určené k produkci sazenic vznikly až na počátku druhé poloviny 17. století na popud J. A. Schwarzenberga. Zalesňování lesa za využití sazenic má oproti síji mnohé přednosti. V počátku to byla mnohdy absence matečného porostu či výstavek vhodných pro produkci semene, později nezávislost na četnosti a intenzitě semenných let, rychlejší zajištění vysázených kultur a nižší riziko nezdaru obnovy (Poleno a kol., 2009).

Pro tyto výhody se stalo lesní školkařství významnou součástí lesního hospodářství a zalesňování sazenicemi dominantní metodou obnovy lesa.

## **3.5 Zalesňování zemědělských půd**

### **3.5.1 Historie**

Na našem území se lesy objevují po ústupu kontinentálního zalednění, když změna klimatických podmínek umožnila vývoj půd a pozvolné rozšíření dřevin na původně holou plochu. Zprvu se jednalo o porosty pionýrských dřevin, jako jsou bříza a borovice, postupně se k nim připojila také líska. Pokračující oteplování umožnilo rozšíření smíšených dubových porostů s příměsí jasanů, javorů, lip a jilmů. V horských polohách pohraničních pohoří se šířil smrk. Následně se k dřevinám vyskytujícím se v našich lesích připojil také buk a jedle (Ložek, 1999).

První písemné záznamy o lesnatosti naší země pochází od řeckého geografa Ptolemaia z druhé poloviny 2. století n.l. V jeho spisech, i v pozdějším Tacitově

díle Germanica (středoevropské země byly tehdy nazývány Germánií), je naše území popisováno jako silně lesnaté a neprostopné pro hrozné pralesy a bažiny. Nepochybně byla lesnatost výrazně vyšší, než je dnes, ale jejich popis pravděpodobně vychází jen ze znalosti pohraničních oblastí naší země, kde bylo příhraniční pohoří pokryto rozsáhlými, téměř neporušenými lesy. Osídlení našeho území bylo až do konce 12. století poměrně řídké a bylo soustředěno do nížinných bezlesích spraší nebo jen řídce zalesněné krajiny. Mimo tato centra, v hornatých či lesnatých oblastech, se nacházely pouze osady lemující a strážící obchodní trasy. Rozsáhlejší kolonizace lesní půdy u nás započala až ve druhé polovině 12. století, kdy začaly kláštery mýtit a obhospodařovat pozemky darované králem. Někdy bývaly darovány celé lesní újezdy. Přestože kolonizaci lesnatých oblastí a zakládání nových osad podporovali šlechta i panovníci, týkají se nejstarší doklady právě kolonizace klášterní (Nožička, 1957). Tato přeměna lesů v ornou půdu byla velmi pracná, namáhavá a trvala celou řadu let. Z těchto důvodů bývali kolonisté na určitou dobu osvobozeni od placení daní. Častým jevem bývalo opuštění vyčerpané zemědělské půdy a vyklučení dalších částí lesa. Tyto půdy ponechané ladem, pak bývaly opět zarůstány lesem (Špulák a Kacálek, 2011). K návratu lesa na vyklučenou půdu docházelo v mnohem větším měřítku při výskytu válečných konfliktů (stoletá válka ve Francii, husitské války v Čechách či třicetiletá válka zmítající celým evropským kontinentem) a velkých epidemií (výskyt černého moru mezi lety 1347 a 1353), kdy byly vyhlazeny celé osady a došlo k výraznému snížení populace (Williams, 2000).

Za husitských válek došlo ke snížení počtu obyvatel, výraznému útlumu hospodářství a také ke snížení tlaku na lesy, což po intenzivní kolonizaci za doby Karla IV. přineslo žádoucí zlepšení jejich stavu. Až v 16. století se opět projevil rostoucí tlak na lesy způsobený rozvojem hospodářství, zvláště pak rozvíjejícím se hornictvím. Docházelo ke snižování produkční základny těžbou a klučením lesů a spotřeba dříví neustále stoupala. Bylo třeba přistoupit k účinným opatřením, která umožní zabezpečení produkce. Pro obnovu pasek se začaly více využívat výstavky. Z příčin aktuálního nedostatku dříví docházelo i k zalesňování nelesných půd. První písemně zaznamenané (v místodržitelském přípisu ze 7. dubna 1571) zalesnění nelesní půdy u nás



proběhlo roku 1570, za starou pražskou oborou. Během třicetileté války (1618 až 1648) došlo k radikálnímu úbytku obyvatelstva a sídel (až o jednu třetinu) a k opětovnému snížení tlaku na lesy. Odhaduje se, že asi 20 až 25 % poddanské půdy zůstalo po válce opuštěno. Na těchto půdách se uplatňovala samovolná sukcese a vznikaly porosty břízy, osiky, vrby a v menší míře i borovice (Nožička, 1957).

V 18. století, za panování krále Karla VI. došlo k prvnímu usměrnění hospodaření v lesích. K omezení vývozu dříví do Saska, k provedení soupisu lesů a jejich jednoduché kategorizaci na lesy s obrannou a zásobovací funkcí. Nedostatek dříví za vlády Marie Terezie si následně vynutil zásahy do hospodářských svobod vlastníků lesů a byla nařízena následná obnova vykácených lesů. V polovině 18. století byly vydány císařské patenty, které zakazovaly klučení lesů, omezovaly svévolnou těžbu, přikazovaly obnovu těžných porostů a určoval i ochranu mladých porostů. V roce 1852 byl pak vydán první celorakouský lesní zákon č. 250/1852 ř. z. Krom jiného zakazoval pustošení lesů, přeměnu lesa na jinou kulturu bez úředního povolení, nařizoval povinnost zalesnit nové holiny do 5 let od těžby a postupně zalesňovat holiny staré (Nožička, 1957).

Rozloha lesů na našem území zaznamenaná v josefínském katastru, který vznikl v letech 1785 až 1789, činila 1 974 060 ha lesní půdy. Ve stabilním katastru vzniklém mezi lety 1824 až 1843 je uvedena výměra 2 223 808 ha lesní půdy. Výměra lesů se pak i nadále zvětšovala a před první světovou válkou v roce 1910 činila již 2 350 990 ha (Nožička, 1957).

Výrazný nárůst v zalesňování nelesních půd nastal po konci druhé světové války, kdy došlo k zalesnění téměř 100 000 ha pozemků ve vysídlených horských pohraničních oblastech Sudet. Během 50. a 60. let bylo ročně zalesňováno až 6 500 ha. Později se výměra každoročně zalesňované nelesní půdy snížila na maximálně 1 000 ha. Na začátku 90. let, došlo díky transformaci zemědělství k opětovnému nárůstu zalesňování nelesních půd. Mezi lety 1994 a 2005 bylo zalesněno 8085 ha zemědělských půd, přičemž jedním z hlavních příčin tohoto nárůstu by mohly být dotace (Vacek a Slávik, 2006).

Plocha lesa v České republice i nadále narůstá. Mezi lety 2010 a 2016 došlo k zalesnění 12 474 ha nelesní půdy a celková výměra lesních pozemků tak dosáhla 2 669 850 ha (Zelené zpráva, 2016).

### **3.5.2 Přínosy**

Zalesňování méně hodnotných nelesních pozemků by mělo mít v našich podmínkách dva hlavní cíle, ekonomický a ekologický (Vacek a Slávik, 2006). K tomu, aby nově zalesněný porost mohl plnit ekologickou i ekonomickou funkci, musí být ekologicky stabilní. Toho můžeme dosáhnout využitím stanovištně vhodných místních populací dřevin, snášejících mikroklima volných ploch, podle souborů lesních typů a cílových hospodářských souborů. Dále je pak zásadní dodržování všech pravidel pro genetický přenos sadebního materiálu a zvýšená pozornost, kterou věnujeme vhodnému prostorovému uspořádání výsadby. Přitom je třeba vzít v úvahu mikrorelief stanoviště, použití kvalitního sadebního materiálu, o který bylo správně pečováno a snaha, aby k zalesnění došlo v co nejkratší době od vyzvednutí z lesní školky. Následně je nutná správná péče o nově vysázené kultury (Vacek a Slávik, 2006).

Rozdílný pohled na žádané výstupy či funkce lesa bude ze strany návštěvníka lesa, ochránáře přírody a vlastníkem zalesňovaného pozemku. Rozdílné priority mohou mít také soukromí vlastníci lesů a státní subjekty (Kindstrand, 2008). V prvé řadě bude majitele lesa pravděpodobně zajímat ekonomický zisk, plynoucí z prodeje dříví. Z tohoto pohledu bylo v minulosti nejvhodnější vysazování monokultur smrku a borovice, které však přinášely celou řadu problémů ekologických, problémů se stabilitou a dalších. Po roce 1996 však došlo ke zdůraznění novějších ekologických trendů i ostatních funkcí lesa a situace ohledně výsadeb jehličnatých monokultur se zlepšila, čímž se dostáváme k naplňování ekologického cíle zalesňování zemědělských půd. Problémem však ještě často bývá dodržení podílu melioračních a zpevňujících dřevin (dále jen MZD). Po výsadbě se v kultuře sice minimální podíl MZD vyskytuje ale při opětovném vylepšování již ne. Navíc při výchovných zásazích dochází k odstraňování ekonomicky méně cenných MZD, a tudíž i ke snižování jejich zastoupení v porostu (Vacek a Simon, 2009).

Ekologický cíl pak spočívá v plnění celé řady mimoprodukčních funkcí lesa. Pohled na les jakožto celek plnící kromě produkce i mnoho dalších funkcí není v žádném případě nový, ačkoliv se v průběhu času měnila váha přisuzovaná jednotlivým funkcím.

Již v nejstarších dobách měly lesy mimo dřevoprodukčního významu i význam společenský, kultovní a lovecký. Na počátku novověku došlo k prudkému rozvoji významu lovectví. V lesích bylo v té době výrazně více zvěře, než je dnes a jejímu chovu bylo mnohdy podřizováno pěstování lesa. Docházelo tak ke střetu zájmů mezi myslivostí a lesním hospodářstvím, neboť škody zvěří dosahovaly neúnosné meze. Tento stav ukončila teprve Marie Terezie, která neměla v oblibě lov zvěře a nařídila redukci jejího stavu na polovinu. Tímto radikálním zásahem nasměrovala přechod od preference myslivosti k řádnému lesnickému hospodaření (Poleno a kol., 2009).

Od poloviny 18. století se za přispění některých filozofických směrů, zejména romantismu, dostávalo pozornosti i estetické funkci lesů. Romantismus podnítil cílené úpravy krajinných celků za účelem zvýšení jejich estetické hodnoty. Bouřlivé změny ve společenském uspořádání, kdy po zrušení roboty byl umožněn volný pohyb obyvatelstva, vedly často ke stěhování obyvatel do velkých průmyslových měst. Tito lidé však nechtěli ztratit kontakt s, alespoň zdánlivě, divokou přírodou a navštěvovali ve volném čase příměstské lesy. V Praze byly například oblíbené výlety do Kunratického lesa, kde Pražané hledali oddech od narůstajících civilizačních defektů, jako jsou prach, hluk, znečištění vodních toků a skládky odpadu (Poleno a kol., 2009). Rekreační a turistická funkce lesů je fenoménem se stoupající tendencí, zvláště ve vyspělých průmyslových státech. Stoupá poptávka po dovolené strávené v čisté přírodě (Gössling, 1999). Ačkoliv jde o funkci mimoprodukční, generuje nezanedbatelný zisk pro místní obyvatele a umožňuje místní rozvoj (Gössling a Hicker, 2006).

Teprve v 19. století začala věda exaktně hodnotit lesy v krajině jako významný stabilizační faktor. Popudem k tomu se stala silná eroze na rozsáhlých plochách vytěžených lesů, zprivatizovaných za Velké francouzské revoluce. Tyto lesy, v mýtním i středním věku, byly bez znovuzalesnění v krátké době vykáčeny a

ponechány samovolnému vývoji. Následovala eroze takové intenzity, že silně znesnadňovala opětovné založení lesa. Tyto jevy pomohly tehdejší společnosti si uvědomit, jakou měrou les svou existencí ovlivňuje atmosferické, vodní a půdní prostředí. Na našem území urychlily tento poznávací proces především rozsáhlé povodně v západních Čechách v roce 1872 a v 90. letech 19. století (Poleno a kol., 2009).

V současné době dochází ke změně pohledu na půdu, jako na neobnovitelný zdroj, ve spojitosti s trvale udržitelným hospodařením. Tím rozumíme jak trvalou produkci kvalitních potravin pro člověka, tak zachování kvalitního životního prostředí pro všechny organismy a nepoškozování přírodních zdrojů, především půdy. V České republice se dnes hospodáří na 4,22 mil. ha zemědělské půdy, což je necelá polovina z celkové rozlohy státu. Zatímco výměra orné a zemědělské půdy v minulých letech trvale klesá, výměra lesní půdy narůstá. Polovina zemědělského půdního fondu se nachází v oblastech méně příznivých pro hospodaření (tzv. LFA oblasti), což jsou právě ty oblasti, na kterých se podporuje zalesňování půdy nebo zakládání a udržování luk a pastvin (Poláková, 2017).

Různé studie uvádějí, že asi 40 % z výměry půdního zemědělského fondu je ohroženo erozí (Kravka, 2012). V tomto případě se jedná o erozi zrychlenou. To znamená, že oproti tzv. normální erozi, která neustále a přirozeně přetváří reliéf krajiny, probíhá odnos půdních částic v takovém rozsahu, že tyto ztráty nemohou být nahrazeny přirozenými půdotvornými procesy (Vopravil a kol., 2010). Na půdách využívaných pro pěstování polních plodin navíc neustále dochází k mísení jednotlivých půdních horizontů, změně půdní struktury, chemismu, mikroflory a mikrofauny. Biologická degradace má za následek přerušení biologické činnosti s negativním vlivem na rozklad odumřelé organické hmoty, tvorbu humusu, pravidelnou obnovu půdní mikrostruktury a chodbových systémů žížal (Rusek, 2005). Spolu s vlivem častého pojezdu těžké zemědělské techniky poté dochází k utužování půdy. To má za následek snížení objemu velkých vzdušných pórů v půdě (Vomocil a Flocker, 1961), tj. nižší obsah půdního vzduchu a nižší schopnost půdy nasáknout a udržet srážkovou vodu, která po rychlém nasycení utužené půdy odtéká. Zmíněné negativní efekty zesiluje i nedostatek organické hmoty v půdě.

Právě tyto nejvíce ohrožené či degradované zemědělské pozemky jsou vhodné pro přeměnu na pozemky určené k plnění funkcí lesa. Porostní kryt lesních dřevin vytvoří funkční větrolam a zabrání tak odnosu svrchní nejúrodnější vrstvy půdy větrnou erozí. Nový porost zvýší intenzivně svým prokořeněním a opadem asimilačního aparátu infiltrační a retenční schopnosti půdy, čímž významným způsobem sníží odtok z daného povodí, a tudíž i riziko tzv. rychlých povodní (Kravka, 2012). Pro tvorbu takovýchto vsakovacích pásů je tedy vhodné využívat dřeviny s bohatým kořenovým systémem, sázených do linií, podélně s vrstevnicemi (Vacek a Simon, 2009). Nezanedbatelným přínosem je také zvýšená akumulace atmosférického uhlíku, přičemž výzkumy naznačují že listnaté dřeviny mají vyšší schopnost akumulace uhlíku v půdě než jehličnany (Laganiere, 2010).

Na sledované lokalitě Předboj „U hnojiště“, došlo v letech 2013 až 2016 ke sledování některých půdních charakteristik na zalesněné ploše a na sousedící zemědělské půdě. Již během 2. roku byly po porovnání vzorků zjištěny znatelné rozdíly ve formování půdních agregátů. Na zalesněné ploše docházelo k vytváření stabilnějších, méně hydrofilních vazeb v rámci půdní struktury. Z výsledných hodnot bylo možné vyvodit výraznou stabilizaci půd ve velmi krátkém časovém úseku (Holubík, 2017). Někteří autoři však naznačují, že určitý vliv bývalého využití půdy pro zemědělské účely na biodiverzitu však může přetrvávat (Dupouey, 2002).

V současné době dochází ke změně priorit společnosti ohledně žádaných funkcí lesa. Významné změny v životní úrovni a stylu přinášejí zvýšení nároků na mimoprodukční funkce lesa (Poleno a kol., 2009). Společnost může žádat od lesů pouze takové užitky, které jsou kompatibilní s potřebami ekosystému. Jestliže tomu tak není, hrozí ekosystémový kolaps nebo nutnost nápravných hospodářských opatření, která mohou být ekonomicky a časově velmi nákladná (Führer, 2000). Státní lesnická politika v duchu trvale udržitelného obhospodařování lesů prosazuje využívání lesů tak, aby zůstala zachována jejich biodiverzita, produktivita, vitalita a regenerační schopnost. Aby byly lesy nadále schopny plnit významné ekologické, ekonomické a sociální funkce a nebyly přitom poškozovány ostatní ekosystémy.

Na základě těchto zásad vláda České republiky schválila „Základní principy státní lesnické politiky“. V těchto je zdůrazněna potřeba zabezpečit pro všechny občany především:

- trvalou existenci zdravého lesa (jako základní předpoklad zabezpečení všech veřejně prospěšných funkcí lesa)
- vodohospodářskou účinnost lesa (především ovlivňování jakosti vody odtékající z lesů, retence srážkové vody a retardace odtoku)
- půdoochrannou funkci lesa (ochrana proti erozi a půdním sesuvům)
- možnost rekreace obyvatel
- uchování jedinečnosti přírody
- udržení ochranného charakteru lesa (Poleno a kol., 2009).

### **3.5.3 Vhodné pozemky k zalesnění**

Podmínkou zalesnění zemědělské půdy je především její převod ze zemědělského půdního fondu (ZPF) na pozemek určený k plnění funkcí lesa (PUPFL). Rozhodnutí k tomuto převodu spadá do kompetence příslušného stavebního úřadu, který tak může učinit, až po odsouhlasení orgánu ochrany přírody a krajiny a orgánu ochrany ZPF. Rozhodnutí o prohlášení pozemku za pozemek lesní má pak v kompetenci odbor státní správy lesů (odbor životního prostředí). Nemusí se však jednat pouze o vznik lesního porostu. V případě zájmu vlastníka může jít o tvorbu krajinářsky či ekologicky opodstatněných skupin vysoké či nízké zeleně, remízků, zasakovacích pásů, větrolamů nebo zakládání lignikultur (Poleno a kol., 2009).

Z více variant pozemků se pro zalesnění z hlediska legislativní a majetkové průchodnosti volí tyto:

- pozemky vhodné pro prvky ÚSES
- opuštěná, neplodná místa s pokročilou sukcesí a místa těžko využitelná jiným způsobem
- půdy horších bonit
- pozemky ležící v blízkosti katastrální a majetkové hranice (Poleno a kol., 2009).

Dále je vhodné navrhnout k zalesnění pozemky:

- v různé míře devastované a erodované, u kterých je zalesnění nejvhodnější způsob, jak co nejrychleji stabilizovat danou lokalitu
- pozemky na kterých již probíhá sukcese a založení lesa je žádoucí z ekologického nebo ekonomického hlediska
- pozemky, u nichž jde o legalizaci stávajícího stavu
- doplňování břehových porostů

Přičemž je ale třeba zmínit to, že z pohledu ochrany přírody a zachování biodiverzity je zalesnění specifických lokalit nevhodných pro zemědělskou výrobu chybou. Takovými lokalitami jsou mokřady, luční prameniště, zaplavované louky, suché trávníky, květnaté louky sousedící s lesem či nelesní enklávy v rozsáhlých lesních komplexech či v jeho okrajích (Vacek a Slávik, 2006).

V České republice je v různé míře ohroženo erozí až 40 % z celkové výměry zemědělských půd. Počítá se s tím, že především erozí ohrožené půdy budou vyčleněny ze zemědělského užívání a zalesněním může dojít ke stabilizaci a výraznému omezení poškozování krajiny. Ke komplexu opatření proti další devastaci zemědělské půdy patří kromě zalesňování také zakládání vsakovacích pásů ve svazích či větrolamů na rozsáhlých rovinách. Ochrana proti erozi půdy by měla patřit mezi hlavní kritéria při volbě pozemků určených pro zalesnění. Ostatní významné celospolečenské funkce lze s funkcí půdoochrannou účelně sladit (Vacek a Slávik, 2009).

#### **3.5.4 Vhodné dřeviny**

Zalesňování zemědělských půd má oproti klasické obnově na lesní půdě svá specifika.

Především zde nový porost odrůstá na volné ploše bez ochrany mateřského porostu, který by vytvářel příznivější mikroklima pro sazenice. Z tohoto důvodu je vhodné se vyhnout vysazování sazenic klimaxových dřevin, jakými jsou například buk či jedle.

Častou volbou vlastníka lesa by díky příslibu vysokého zisku mohl být smrk. Ačkoliv je smrk schopen zvládat plné oslunění a podmínky holé plochy, je

zejména na orné půdě v nižších a středních polohách silně poškozován suchem a napadán václavkou obecnou a kořenovníkem vrstevnatým. Jestliže vlastník pozemku trvá na zalesnění smrkem, můžeme snížit riziko škod smíšením s borovicí, modřínem nebo vhodnými listnáči. Především do 5. LVS by mělo být zastoupení smrku jen minimální a měl by být využit pouze jako výplňová dřevina. Přirozeně by se totiž smrk vyskytoval, až na některé výjimky (SLT 1T, 3R a 4R), teprve od 5 LVS výše, a i v tomto LVS by bylo jeho zastoupení jen okolo 10 % (Vacek a Slávik, 2006).

Přirozenými procesy by během několika let došlo k obsazení neobdělávané půdy pionýrskými (neboli sukcesními) dřevinami, jako topol osika, jeřáb ptačí či bříza (Kravka, 2012). Tyto druhy dřevin jsou lépe přizpůsobeny ztíženým podmínkám na holé ploše, jakými jsou extrémní rozpětí teplot a plné oslunění. Zajímavým řešením by tedy mohlo být využití některých z pionýrských dřevin k výsadbě. Samozřejmě je třeba vybírat takové druhy, u kterých lze očekávat ekonomické zhodnocení. Příkladem by mohl být porost tvořený břízou a osikou. Tyto dvě sukcesní dřeviny produkují tržně uplatnitelné sortimenty a díky krátké produkční době mají ve srovnání s klimaxovými dřevinami, jako jsou smrk či buk, v srovnatelném čase i srovnatelnou výši produkce. Během jednoho produkčního období smrku nebo buku proběhnou 2 až 3 produkční cykly břízy či osiky. Navíc je třeba zdůraznit rychlejší návratnost investice do zalesnění a nižší pěstební náročnost, pro menší vlastníky může být velkou výhodou i možnost lepší vyrovnanosti výtěže (Poleno a kol., 2009).

Tyto sukcesní dřeviny navíc regenerují poškozenou zemědělskou či degradovanou půdu a vytvářejí vhodné prostředí pro výsadbu klimaxových dřevin (Poleno a kol., 2009). Případně je možné pionýrské dřeviny využít jako přípravné dřeviny. A to tím způsobem, že po určité době po vysázení, až dojde k odrostení přípravných dřevin a vytvoření vhodného mikroklimatu, teprve přistoupíme k podsadbám cílové dřeviny. Jedná se o tzv. dvoufázovou biologickou přípravu půdy. Při jednofázové biologické přípravě půdy dojde k současnému vysazení přípravných i cílových dřevin současně (Vacek a Simon, 2009). Při výběru cílové dřeviny je vhodné využívat domácí druhy, prověřené v místních podmínkách.



Při volbě nepůvodních druhů dřevin je pak třeba pamatovat na zákon o ochraně přírody a krajiny číslo 114/1992 Sb., především pak na § 5, odst. 4 a 5, který umožňuje záměrné rozšíření geograficky nepůvodního druhu rostliny nebo jejího křížence do krajiny jen s povolením orgánu ochrany přírody. Potencionálně vhodnou dřevinou pro zalesnění zemědělských půd je například douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*). Je vhodné ji však využívat především ve směsi s domácími dřevinami a jako náhradu za smrk ztepilý (*Picea abies*) na nižších a sušších stanovištích. Na antropogenně ovlivněných stanovištích je považována za meliorační a zpevňující dřevinu, se spíše nižším vlivem na půdu a dynamiku přízemní vegetace (Mondek, 2017). Jako typický příklad nepůvodní, agresivně se šířící dřeviny může být uveden trnovník akát (*Robinia pseudoacacia*), který se stal běžnou dřevinou v teplejších oblastech ČR, ač je původně severoamerickou dřevinou. Jeho šíření je velkým rizikem. Do stinných zapojených porostů neproniká, rychle však osidluje světlé porostní okraje, čerstvé holiny a bezlesí. Z těchto důvodů je třeba při volbě jakékoliv nepůvodní dřeviny pečlivě zvážit nejen ekonomické výnosy ale stejnou měrou také environmentální rizika (Sádlo, 2017).

### 3.6 Živiny

Primární produkce, respektive růst lesních dřevin, je zcela závislá na klíčových podmínkách prostředí, jako jsou sluneční energie, voda a živiny. Pletiva rostlin obsahují celou řadu chemických elementů. Hydrokarbonáty, tvořící hlavní podíl sušiny rostlinných pletiv, obsahují uhlík, kyslík a vodík. Dusík, fosfor, draslík, vápník, hořčík a síra tvoří spolu s výše zmíněnými prvky tvoří stěžejní skupinu prvků procentuálně tvořící rostlinná těla. Tuto skupinu nazýváme makroelementy. Mikroelementy se vyskytují v mnohem nižších koncentracích a mezi ty pak patří chlor, bor, železo, mangan, zinek, měď a molybden. Každý makroelement má v metabolismu rostliny svou důležitou funkci. Například dusík je hlavní složkou při vytváření proteinů, chlorofylu a nukleových kyselin. Fosfor je důležitým komponentem nukleidových kyselin a buněčných membrán a síru najdeme v rostlinných proteinech. Draslík má specifickou funkci ve fungování

stomat, vápník v buněčných stěnách a hořčík v chlorofylu. Tyto elementy také stimulují některé enzymatické reakce (Klimo, 1994).

Pro určení stavu výživy lesního porostu je určujícím kritériem obsah jednotlivých živin v listech. Deficit některé živiny se může projevit zastavením růstu a opticky pak specifickými vizuálními symptomy na listech či jehličí dřevin (karenční jevy). Například nedostatek dusíku, který podmiňující tvorbu proteinů, ovlivňuje produkci enzymů aminokyselin a neenzymatických proteinů. Vizuálně se pak projevuje žloutnutím asimilačního aparátu, jelikož také ovlivňuje tvorbu chlorofylu. Negativně může rostlinu ovlivňovat nejen nedostatek určitého prvku, ale také jeho toxická akumulace. Absolutní úroveň deficitní živiny bývá často ovlivněna na koncentraci jiných živin, které mohou omezit či naopak podpořit její přístup k rostlině. Příkladem může být vysoká koncentrace vápníku v půdě může způsobit deficit fosforu a draslíku (Klimo, 1994).

Následující dvě tabulky popisují dostatečné obsahy živin v asimilačních orgánech dubu z hlediska výživy (Podrázský, 2014)

*Tabulka 1: Dostatečné obsahy makroelementů v asimilačních orgánech dubu*

Makroelementy					
Živina	N	P	K	Ca	Mg
%	2,00 - 3,00	0,15 - 0,30	1,00 - 1,50	0,30 - 1,50	0,15 - 0,30

*Tabulka 2: Dostatečné obsahy mikroelementů v asimilačních orgánech dubu*

Mikroelementy					
Živina	B	Mo	Cu	Mn	Zn
ppm mg/kg	15 - 40	0,05 - 0,20	6 - 12	35 - 100	15 - 50

## 4 Metodika

### 4.1 Popis lokality

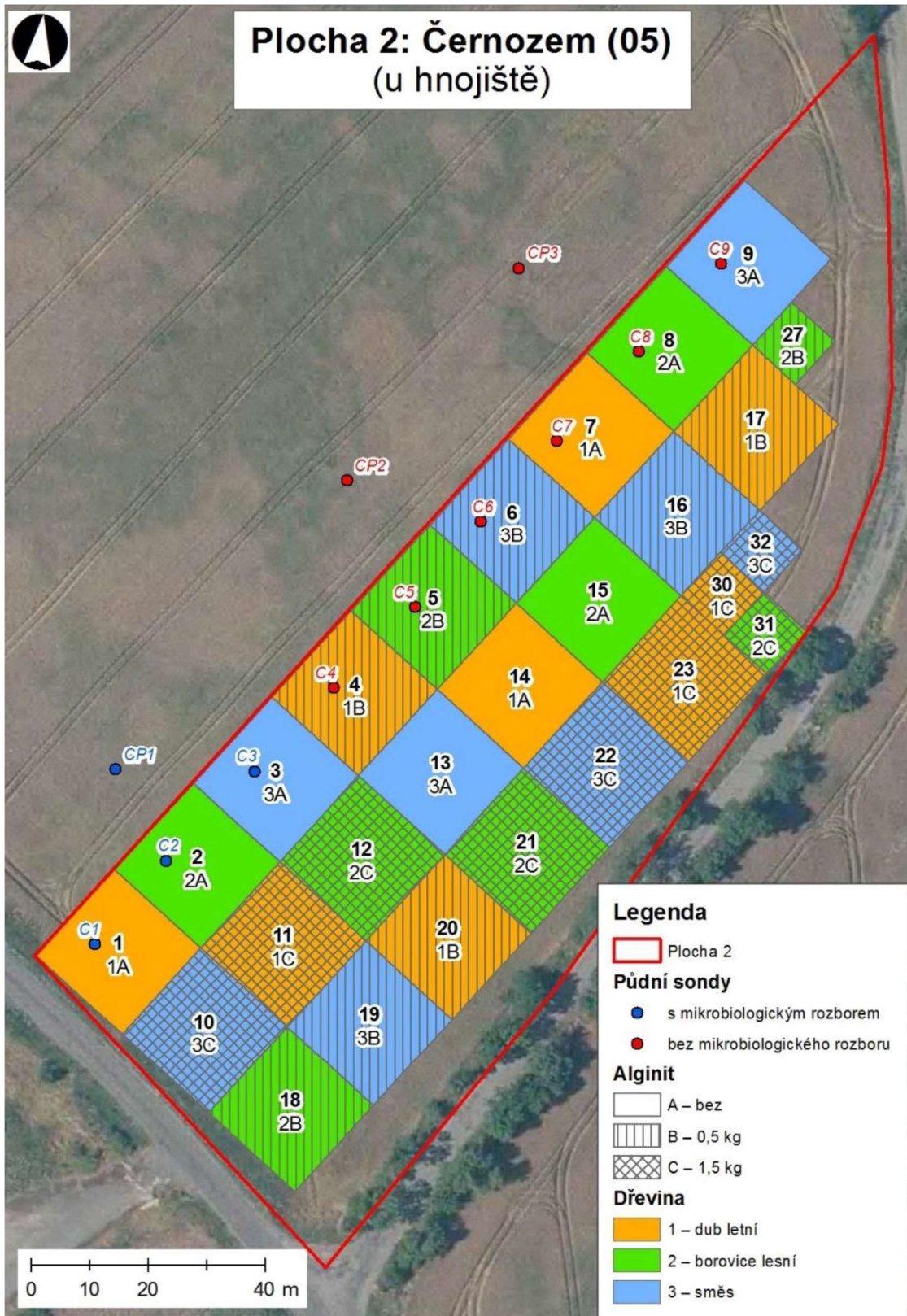
Lokalita „U hnojiště“ se nachází u obce Předboj ve středočeském kraji, asi 6 km severně od okraje Prahy. Jedná se o bývalou, intenzivně obhospodařovanou zemědělskou půdu. Lokalita náleží do přírodní lesní oblasti 17, tj. oblast Polabí. Jde o středně suché území, s průměrnými ročními teplotami 8 až 7 °C. Průměrné roční srážky na stanovišti se pohybují mezi 500 až 600 mm. Převládajícím půdním typem je zde černoze, s mocností 30 až 70 cm, s vyšším obsahem skeletu (Cukor a kol., 2017). Podle mapy potencionální přirozené vegetace České republiky se tato lokalita nachází ve skupině dubohabřiny a lipové doubravy (*Carpinion*), v podskupině černýšová dubohabřina (*Melampyro nemorosi-Carpinetum*). Tuto podskupinu tvoří stinné dubohabřiny s převažujícím habrem (*Carpinus betulus*) a dubem zimním (*Quercus petraea*) s přimíšenou lípou (*Tilia cordata* nebo *platyphylos*), dubem letním (*Quercus robur*), jasanem (*Fraxinus excelsior*), javory (*Acer pseudoplatanus* či *platanoides*) a třešní ptačí (*Cerasus avium*). Společenstva dubohabřin tedy dosahují značné variability (Neuhäuslová, 2001).

### 4.2 Založení kultur a přihnojení

Experimentální plocha „U hnojiště“ na lokalitě Předboj byla založena v roce 2013 na silně využívané zemědělské půdě. Pozemek byl ochráněn proti zvěři drátěným lesnickým pletivem a došlo k vytvoření 23 větších dílčích ploch o rozměrech 20×20 m a 4 menších ploch o rozměrech 10×10 m. Prostokořenné sazenice byly vysázeny jamkovou metodou, ve sponu 1×1 metr. Dílčí plochy se lišily zastoupenými dřevinami a množstvím alginitu přidaného do půdy při výsadbě (obr. 1).

Rozdělení větších ploch podle obsahu alginitu: 9 ploch bylo kontrolních, bez přidaného alginitu (varianta A), 8 ploch s přidanou dávkou 0,5 kg alginitu na sazenici (varianta B), 6 ploch s přidanou dávkou 1,5 kg alginitu na sazenici (varianta C).

Rozdělení menších ploch podle obsahu alginitu: 1 plocha s přidanou dávkou 0,5 kg alginitu na sazenici (varianta B), 3 plochy s přidanou dávkou 1,5 kg alginitu na sazenici (varianta C). Rozdělení všech ploch podle zastoupení dřevin: dub letní (varianta 1), borovice lesní (varianta 2), směs dubu letního, dubu červeného a javoru mléče (varianta 3).



Obrázek 1: Plán plochy „U hnojiště“ (Korčák, 2017)

### **4.3 Měření**

K terénnímu měření na lokalitě Předboj, na ploše „U hnojiště“, došlo v průběhu srpna 2018. Byla zjišťována výška terminálního pupenu (výška pro letošní rok) a výška nasazení letošního letorostu (výška sazenice z minulého roku). Měření výšky sazenic bylo provedeno na všech 27 dílčích plochách na lokalitě. K měření výšky do 2 m byl použit metr upevněný na lati, pro měření výšek nad 2 m byla použita výškoměrná tyč. Výšky do 2 m byly měřeny s přesností na centimetry, výšky nad 2 m byly měřeny s přesností na desítky centimetrů. Měření bylo prováděno dvěma pracovníky, jeden procházel kulturu a měřil výšky sazenic. Zjištěné údaje pak oznámil druhému pracovníkovi, který je zapsal do předtištěného zápisníku. Kromě výšky sazenic byl sledován také jejich zdravotní stav. Ten byl ohodnocen čísly 1 až 4, přičemž sazenice označené číslem 1 byly považovány za zcela zdravé, číslem 2 byly poškozeny mírnou defoliací či jiným poškozením menšího rozsahu, číslem 3 byly označeny sazenice suché a číslem 4 pak sazenice již zcela uhynulé.

Celkově bylo změřeno 9 627 sazenic, z toho bylo 3 305 sazenic dubu letního v nesmíšených výsadbách. Spolu s nově získanými daty za roky 2017 a 2018, byla vyhodnocena i data naměřená od založení plochy, tj. od roku 2013, získaná od vedoucího práce.

### **4.4 Statistické zpracování**

Data o přírůstu byla zpracována v programu excel (základní popisná statistika) a v programu Statistica (porovnání přírůstů). Byly porovnávány rozdíly mezi přírůsty u variant A, B a C. Nejprve byl proveden test normality dat pomocí Shapiro-Wilkova testu. Ve všech případech byla „p“ hodnota menší než 0,001. To znamená, že data nemají normální rozdělení, tudíž nebyly splněny podmínky pro analýzu rozptylu. Z toho důvodu byl dále použit Kruskal-Wallisův test.

Tento test je zobecněním neparametrického Mannova-Whitneyho testu pro více než dvě srovnávací skupiny. Stejně jako Mannův-Whitneyho test netestuje shodu konkrétních parametrů, ale shodu výběrových distribučních funkcí porovnávaných souborů, přičemž základním předpokladem je zde nezávislost pozorovaných hodnot ([www.portal.matematickabiologie.cz](http://www.portal.matematickabiologie.cz)).

Kruskal-Wallisův test:

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1) \quad \sum_{i=1}^k R_i = n(n+1)/2$$

Nulová hypotéze  $H_0$  je taková, že střední hodnoty variant A, B a C se neliší ( $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ ).

U zhodnocení mortality za rok 2018 byla data analyzována ve statistickém programu R Statistics a otestována testem chí-kvadrát nezávislosti v kontingenční tabulce. Následně byly jednotlivé varianty aplikace alginitu navzájem mezi sebou otestovány pomocí mnohonásobného porovnání. Jako nulová hypotéza  $H_0$  bylo stanoveno, že jednotlivé varianty A, B a C jsou navzájem nezávislé.

## 5 Výsledky

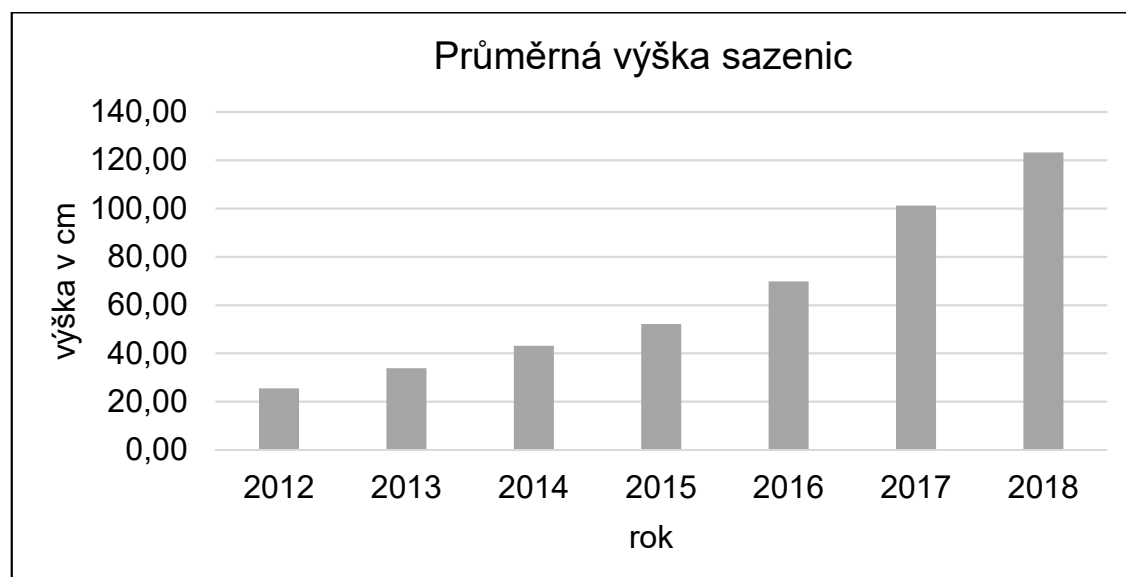
### 5.1 Průměrná výška

Průměrné výšky sazenic v jednotlivých letech jsou popsány v následující tabulce (tabulka 3). Je zde celková průměrná výška za rok a jsou zde zohledněny i varianty aplikace alginitu A, B a C: Data z let 2017 a 2018 byla naměřena autorem této práce, starší data byla převzata od vedoucího práce a z publikovaných prací.

Tabulka 3: Průměrná výška sazenic dubu letního

Průměrná výška sazenic (v cm)							
Var/Rok	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
A	25,07	32,75	44,06	54,29	72,75	103,34	127,52
B	25,13	33,77	41,45	49,73	68,64	101,06	124,66
C	26,26	35,16	43,92	52,38	66,88	98,43	123,15
Celkem	25,46	33,79	43,09	52,14	69,71	101,25	123,15

Po počátečním útlumu přírůstu po šoku z vysazení, kdy se nově vysazené sazenice vyrovnávaly s novými podmínkami na holé ploše, se roční přírůst v následujících letech zvyšuje (graf 1).



Graf 1: Průměrná výška sazenic dubu letního pro všechny varianty



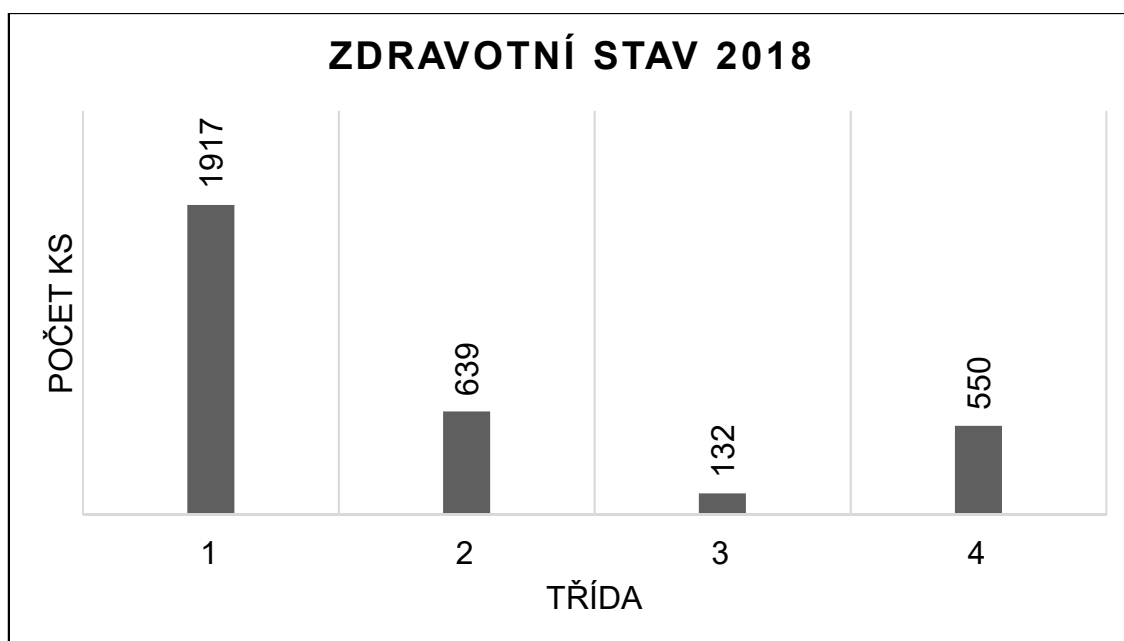
## 5.2 Zdravotní stav

Zdravotní stav zkoumaných jedinců v roce 2018 byl následující: Z celkového počtu 3 305 ks spočítaných sazenic bylo 1917 ks zařazeno do 1.třídy (tj. nejlepší zdravotní stav), 639 ks do 2.třídy, 132 ks do 3. třídy a 550 ks do poslední 4.třídy zahrnující již odumřelé jedince. Procentuálně vyjádřeno bylo 58 % z celkového počtu zkoumaných sazenic zařazeno do 1. třídy, 19,33 % do 2. třídy, 6,02 % do 3.třídy a 16,64 % do 4.třídy (tabulka 4).

Tabulka 4: Zdravotní stav sazenic dubu letního v roce 2018

Zdravotní stav 2018				
třída	1	2	3	4
Ks	1917	639	132	550
%	58,00	19,33	6,02	16,64

Rozdělení do jednotlivých tříd zdravotního stavu je pro lepší přehlednost graficky vyobrazeno v následujícím grafu (graf 2).



Graf 2: Zdravotní stav 2018

Následující tabulka (tabulka 5) poskytuje detailnější pohled na zdravotní stav v roce 2018 podle jednotlivých variant aplikace alginitu A, B a C.

Tabulka 5: Zdravotní stav 2018

Zdravotní stav 2018								
Kval.2018	1		2		3		4	
	ks	%	ks	%	ks	%	Ks	%
A	876	26,51	144	4,36	35	1,06	146	4,42
B	794	24,02	160	4,84	32	0,97	214	6,48
C	247	7,47	335	10,14	132	3,99	190	5,75
celkem	1917	58,00	639	19,33	199	6,02	550	16,64

### 5.3 Mortalita

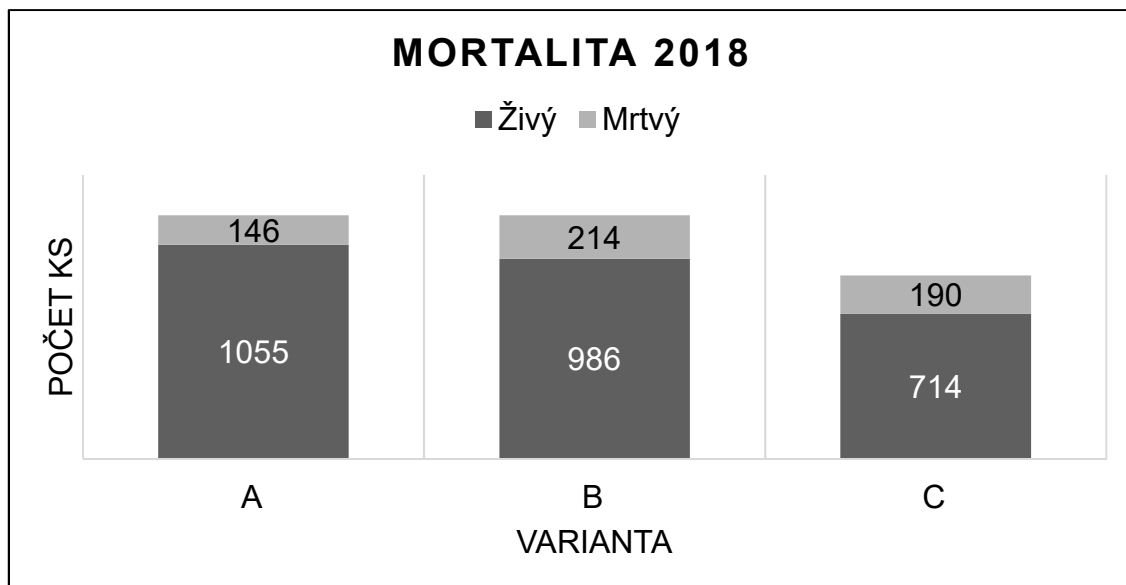
Údaje o mortalitě výsadby jsou prezentovány v následující tabulce (tabulka 6). Z celkového počtu 3 305 ks sazenic bylo 2755 živých a 550 již mrtvých. Podíl všech uhynulých jedinců tedy dosahoval téměř 17 % z celkového počtu sazenic dubu letního. Přičemž nejvíce mrtvých sazenic bylo u varianty B (214 jedinců), méně pak u varianty C (190 jedinců) a nejméně u varianty A (146 jedinců).

Tabulka 6: Mortalita sazenic dubu letního v roce 2018

Mortalita 2018		
Varianta	Živý	Mrtvý
A	1055	146
B	986	214
C	714	190
Celkem	2755	550

Tato data byla následně otestována testem chí-kvadrát nezávislosti v kontingenční tabulce, a jednotlivé varianty aplikace alginitu byly navzájem porovnávány. Výsledek testování: chí-kvadrát = 31.12, df = 2, p < 0.001. Po mnohonásobném porovnání bylo zjištěno, že varianty B-C se od sebe významně neliší. Avšak po porovnání hodnot A-B a A-C, byly zjištěny „p“

hodnoty nižší než 0,05, tudíž bylo možné zamítnout nulovou hypotézu že tyto varianty jsou navzájem nezávislé a je zřejmé že se liší (graf 3).

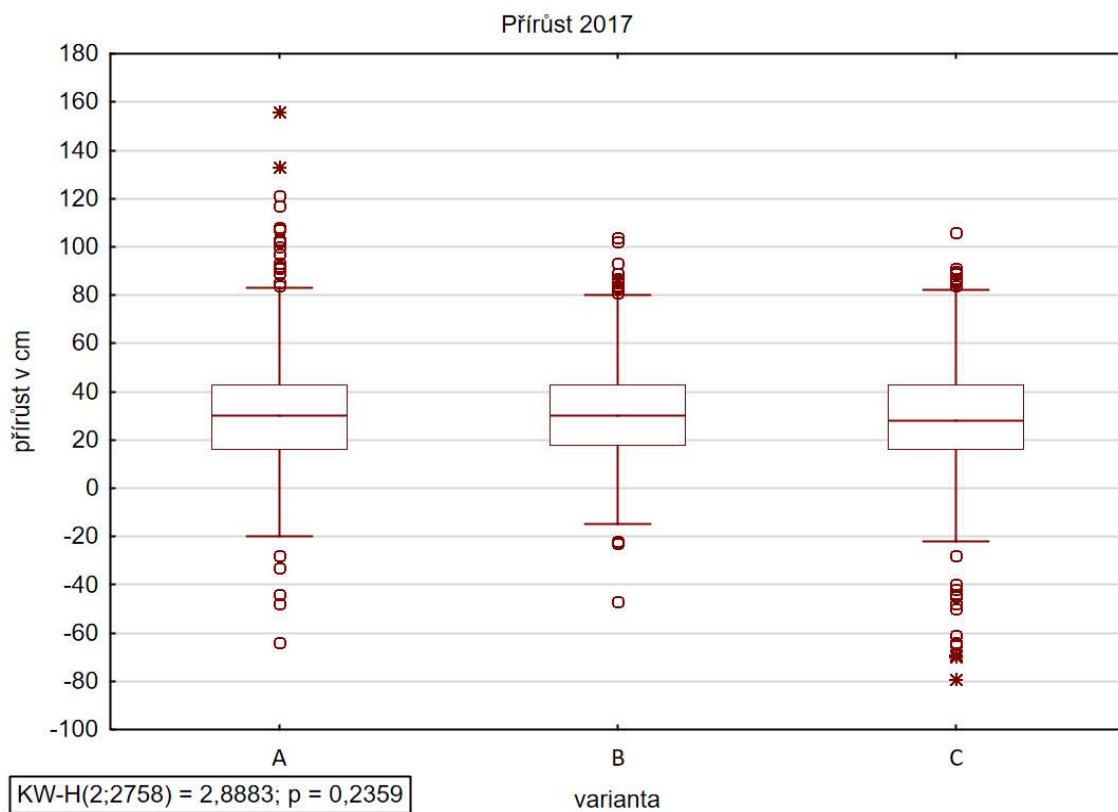


Graf 3: Mortalita 2018

#### 5.4 Přírůst

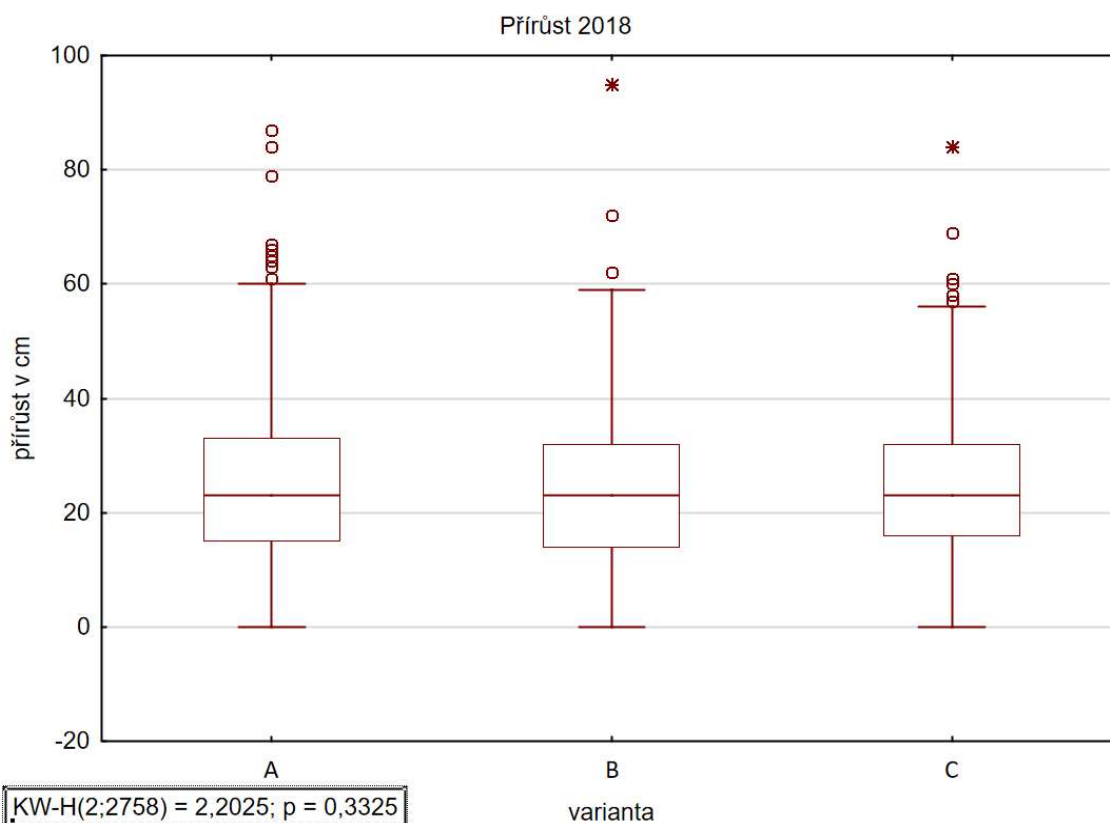
Výsledná porovnání přírůstků byla provedena za použití Kruskal-Wallisova testu a prezentována jsou ve formě následujících krabicových grafů. Vodorovná linie uprostřed „krabice“ popisuje medián, její horní a dolní hranice pak horní a dolní kvartil. Drobné kruhy označují odlehlé hodnoty, hvězdičky pak hodnoty extrémní.

Přírůst za rok 2017 nevykazoval statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými variantami aplikace alginitu, hodnota „p“ dosahovala 0,2395, tudíž nebylo možné zamítnout nulovou hypotézu, tj. že střední hodnoty variant A, B a C se významně neliší (graf 4).



Graf 4: Přírůst sazenic dubu letního v roce 2017

Ani přírůst za rok 2018 nevykazoval statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými variantami, protože „p“ hodnota dosahovala 0,3325 (graf 5).

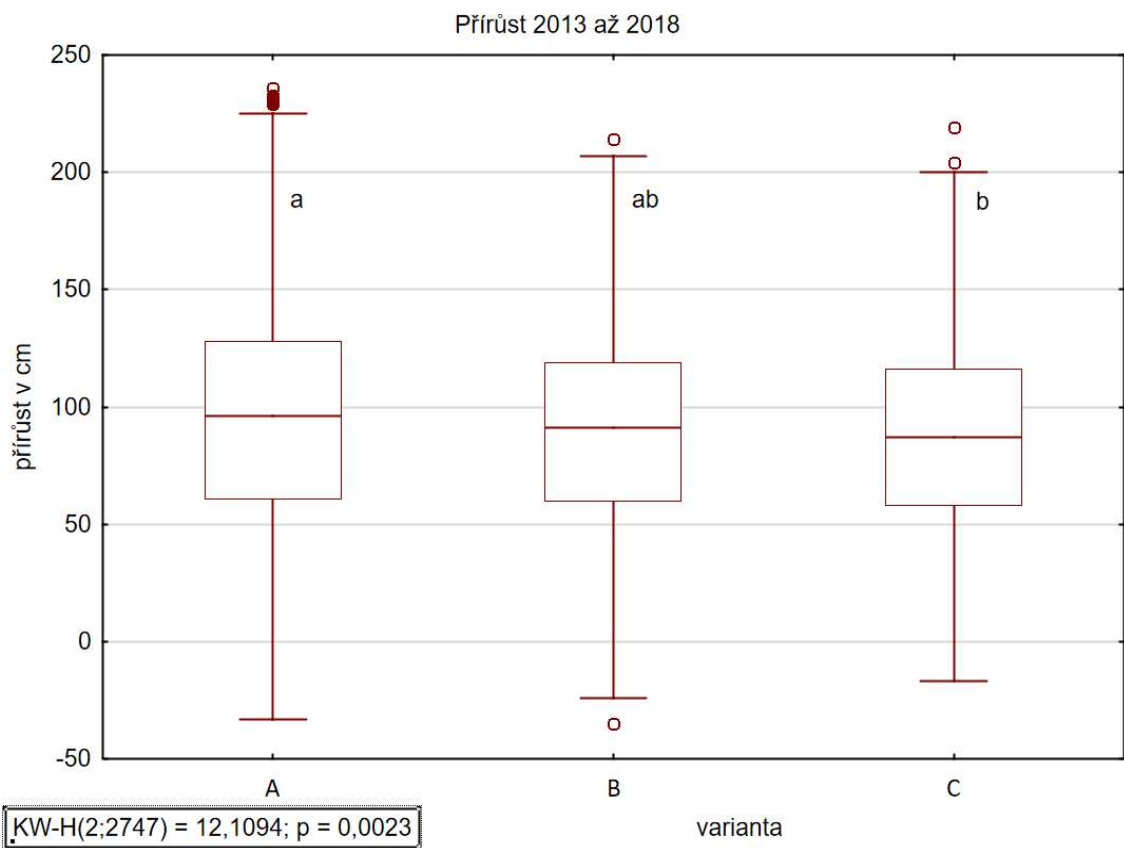


Graf 5: Přírůst sazenic dubu letního v roce 2018

Teprve přírůst mezi lety 2013 až 2018 (data z roku 2012 nebyla použita z důvodu jejich nekompletnosti) vykazuje jako jediný statisticky výrazné rozdíly mezi jednotlivými variantami aplikace alginitu, protože „p“ hodnota dosahovala pouze 0,0023. Proto byl proveden Turkeyho test, aby bylo možné určit jaké varianty se od sebe liší a přiřadit jim odpovídající indexy (a, b, ab). Podle výsledků můžeme říct, že varianty A a C se od sebe odlišují. Varianta B se pak od variant A a C významně neliší (graf 6).

Na grafu (graf 6) si lze povšimnout záporných hodnot u všech tří variant. Tyto nejsou chybou, mohou být způsobeny například zlomením sazenice sněhem či zvěří a následným košatěním. K tomuto jevu dochází často také v případě, kdy dojde k uhynutí sazenice, která však ve formě výmladku opět obrazí. Jedná se o přirozený jev, který se v kulturách běžně vyskytuje, proto byla i tato záporná data v práci zohledněna.

Ze zkoumaných variant se jako nejlepší jeví varianta A, tj. bez přidaného alginitu. Nejmenší přírůst vykazuje varianta C, u které bylo přidáno na sazenici 1,5 kg alginitu.



Graf 6: Přírůst sazenic dubu letního v období 2013 až 2018

## 6 Diskuze

Zkusná plocha na lokalitě Předboj, na ploše „U hnojiště“, byla založena v roce 2013. Bylo přitom využito několika druhů dřevin a 3 varianty aplikace organominerální hmoty alginitu. Varianta A byla ponechána jakožto kontrolní bez alginitu, u varianty B bylo aplikováno 0,5 kg alginitu ke každé sazenici a u varianty C pak 1,5 kg alginitu ke každé sazenici.

Kupka a kol. (2015) uvádějí, že v prvním roce měl Alginit na této ploše pozitivní vliv na snížení mortality nové výsadby u všech dřevin, a to především v případě aplikace nejvyšší dávky alginitu. Pozitivní, statisticky průkazný vliv byl pozorován také na zvýšení přírůstu u dubu letního i některých dalších dřevin. V této sušší oblasti měla pravděpodobně velký vliv schopnost alginitu vázat půdní vodu, a tak umožnit její dostupnost silně stresovaným sazenicím (Kupka a kol., 2015). Cukor a kol. (2017) ve svém článku zabývajícím se obdobnou zkusnou plochou „U lomu“, vzdálenou asi 3 km od plochy „U hnojiště“, popisuje pozitivní efekt alginitu na přírůst některých dřevin druhým rokem po výsadbě a všech sledovaných dřevin třetím rokem po výsadbě. Tuto opožděnou odezvu vysvětluje pomalou reakcí kořenového systému (Cukor a kol., 2017).

V této práci jsou hodnoceny pouze sazenice dubu letního, vysázené bez příměsí dalších dřevin. V případě přírůstu za rok 2017 a přírůstu za rok 2018 nenacházíme mezi jednotlivými variantami aplikace alginitu statisticky významné rozdíly. Teprve až při pohledu na celkový přírůst za období 2013 až 2018 lze pozorovat statisticky významný rozdíl mezi variantami A-C. V případě varianty A, kdy nebyl k sazenici aplikován žádný alginit, dosahuje tato vyššího přírůstu než u varianty C, kde bylo aplikováno 1,5 kg alginitu na sazenici. Varianta B, kdy bylo přidáno 0,5 kg alginitu na sazenici, se statisticky významně od předchozích variant neliší. Ve výsledcích se objevují také záporné přírůsty. Ty mohou být způsobeny například zlomením sazenice větrem, sněhem či zvěří a jejím následným obrážením ze spodní části kmínku, čímž dochází ke košatění a tvorbě hospodářsky nevhodných tvarů kmene a korun. Případně také usycháním nadzemní části a tvorbou výmladků. Záporná data byla do práce zapracována, jelikož se jedná o přirozený jev, který upozorňuje na obtíže odrůstání nesmíšených dubových kultur na holé ploše, která jim příliš nesvědčí.

Podobné závěry vyvozuje i Záruba (2018), který se ve své práci zabývá stejnou lokalitou, tj. lokalitou „U hnojště“, a prokazuje lepší růst dubu letního ve smíšených kulturách, než jakého dosahuje dub letní při monokulturním pěstování (Záruba, 2018).

V případě hodnocení mortality v roce 2018 bylo zjištěno, že varianty B-C se od sebe neliší. Při porovnání variant A-B a A-C však již bylo možné pozorovat drobné, ale již statisticky významné rozdíly. Varianta A dosahovala nižší mortality než zbývající dvě varianty. Ačkoliv se tedy přidání alginitu projevilo po založení příznivě (Kupka a kol., 2015), je možné říci, že pozitivní účinky jsou spíše krátkodobé. Při zhodnocení výsadby 5 let po založení, dosahují nejlepších výsledků ohledně mortality i přírůstu sazenice bez přidaného alginitu. Na výsledky však může mít vliv i nižší množství srážek v posledních letech, způsobující usychání stresovaných jedinců. Minimální a krátkodobá účinnost alginitu je pak s velkou pravděpodobností podmíněna i charakterem stanoviště, které je reprezentováno bohatou a živinami dobře zásobenou půdou. Na chudých a extrémních lokalitách pak lze předpokládat zcela jiný charakter působení melioračních hmot a podstatně výraznější růstovou i vitální reakci vysazených dřevin. Jako příklad využití hnojiv na extrémních lokalitách lze uvést článek Podrázského (2006), kde popisuje aplikaci hnojiv na imisně zatížených lokalitách na Šumavě, za účelem snížení nutriční degradace a půdní acidifikace. Ve svém článku charakterizuje hnojení podobných lokalit jako nezbytnou součást komplexu opatření, směřujících ke stabilizaci takto poškozených stanovišť. Nutnou podmínkou aplikace hnojiv by však měl být půdní rozbor a vyhodnocení zásobení stanoviště živinami. Jako další využití přihnojování lesních kultur zde uvádí aplikaci jemně mletého vápence a amfibolitu za účelem podpory bukové výsadby v oblasti Ždaru nad Sázavou na stanovišti degradovaném dlouhodobým pěstováním jehličnatých monokultur. Hnojení oběma látkami významně zvýšilo přírůstek výsadeb a aplikace amfibolitu měla vliv na snížení biotických poškození výsadby (Podrázský, 2006). K obdobným závěrům došel i Kuneš a kol. (2005), který zkoumal reakce na aplikaci mletého amfibolitu a hnojiva Silvamix u smrkových výsadeb v Jizerských horách. Byla zkoumána mortalita, roční výškový přírůstek, tloušťka kmene, průměr koruny a provedena analýza obsahu živin. Efekt obou



aplikovaných látek byl pozitivní a statisticky významný, i když ke konci sledovaného období došlo k jeho snížení. To mělo být způsobeno adaptací vysazených jedinců na horské stanoviště a přirozeným zvýšením ročního přírůstu (Kuneš a kol., 2005).

## 7 Závěr

Na zkoumané ploše se přírůsty v roce 2017 a v roce 2018 podle varianty aplikace alginitu významně nelišily. Za období 2013 až 2018 lze pozorovat drobný, ale již statisticky výrazný rozdíl u variant A-C, kdy sazenice bez aplikovaného alginitu dosahují vyšších přírůstů než sazenice, u kterých bylo po výsadbě aplikováno 1,5 kg alginitu na sazenici.

Kromě vyššího přírůstu dosahovala varianta A také nižší mortality za rok 2018. Jak uvádějí výše zmínění Kupka a kol. (2015) a Cukor a kol. (2017), aplikace alginitu při zalesňování zemědělské půdy má příznivý vliv především v prvním roce po provedení výsadby na mortalitu sazenic. Ty trpí po vysazení šokem z přesazení a nedostatek základních živin či vody pro ni mohou mít fatální následky. Přihnojování alginitem či podobnými látkami je tedy možné doporučit spíše k aplikaci na sušší, chudé a extrémní stanoviště než na živinami dostatečně zásobené půdy. V těchto uvedených případech je velmi žádoucí schopnost alginitu vázat v půdě vodu a umožňovat její pozvolný odběr blízkou sazenicí, zvláště pokud nastane období sucha. Téma sucha nabývá v posledních letech stále většího významu, tudíž můžeme předpokládat zvýšení zájmu ohledně postupů, jak proti němu nové výsadby dřevin na bývalé zemědělské půdě chránit. Tyto dříve nelesní půdy mají oproti přirozenému stavu pozměněnou strukturu a narušený hydrický režim, navíc na nich většinou chybí podhoubí mykorhizních hub. Při jejich zalesňování je tedy vhodné využít každý dostupný poznatek pro zajištění úspěšného přežití a odrůstání nových kultur.

Jistý vliv na výsledky měl i fakt že došlo k poškození ochranného oplocení zkusné plochy a zvěř měla k sazenicím volný přístup. Nesmíšené výsadby dubu letního navíc patří mezi nejnižší na ploše, a tudíž ještě nestihli odrůst riziku okusu terminálních pupenů zvěří. Ten, oproti okusu bočních letorostů, nejvíce ovlivňuje tvar sazenice a zapřičiňuje její košatění. Podmínkou zdárného zalesňování a odrůstání kultur na bývalých zemědělských půdách je důsledná ochrana proti poškozování zvěří, včetně průběžné kontroly stavu oplocení.

## 8 Seznam použité literatury

CUKOR J., VACEK Z., LINDA R., REMEŠ J., BÍLEK L., SHARMA R. P., BALÁŠ M., KUPKA I. Effect of mineral eco-fertilizer on growth and mortality of young afforestations. *Australian Journal of Forest Science*. 2017, 134(4), s. 367-386.

ČABOUN V., PRIWITZER T. Využitie lesných drevín při revitalizácii krajiny. *Aktuálne problémy v zakladaní a pestovaní lesa*, 2013, 38, s. 68-77.

DUPOUEY J.L., DAMBRINE E., LAFFITE J.D., MOARES C. Irreversible impact of past land use on forest soils and biodiversity. *Ecology*. 2002, 83(11), s. 2978-2984.

FÜHRER E. Forest functions, ecosystem stability and management. *Forest Ecology and management*, 2000, 132(1), s. 29-38.

GÖSSLING S. Ecotourism: a means to safeguard biodiversity and ecosystem functions. *Ecological Economics*, 1999, 29, s. 303-320.

GÖSSLING S, HALL C. M. eds. *Tourism and global environmental change: Ecological, Social, Economic and Political Interrelationships*, Abington, Routlepark, 2006. ISBN: 0-415-36131-1.

GIBBS N. *Dřevo: obrazový přehled více než 100 druhů dřev včetně jejich využití*. Praha, Slovart, 2005. 256 s. ISBN 80-7209-720-2.

HOLUBÍK O. *Dynamické změny půdního prostředí 4 roky po zalesnění orné půdy –stabilního pokusu Hovorčovice. Zalesňování zemědělských půd – produkční a environmentální přínosy II*, 2017, ISBN 978-80-213-2759-7.

HŮŠŤ J. *Efektivita ochrany kultur proti okusu pomocí mastné a suché ovčí vlny*. Praha, 2017, Bakalářská práce, Česká zemědělská univerzita.

JENÍK J. *Kořeny a kořání stromů*. Liberec, Botanická zahrada, 2014. 331 s. ISBN 978-80-260-5827-4.

KINDSTRAND C, NORMAN J, BOMAN M, MATTSSON L., Attitudes towards various forest functions: A comparison between private forest owners and forest officers. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2008, 23(2), s. 133-136.

KLIMO E. a kolektiv, *Lesnická ekologie*, Brno, VŠZ, 1994. ISBN 80-715-134-2.

KORČÁK M. *Vliv alginitu na růst a prosperitu výsadeb lesních dřevin při zalesňování zemědělských půd*. Praha, 2017, Diplomová práce, Česká zemědělská univerzita.

KRAVKA M. *Plantáže dřevin pro biomasu, vánoční stromky a zalesňování zemědělských půd: metody vhodné pro malé a střední provozy*. Grada, Praha, 2012. 104 s. ISBN 978-80-247-3925-0.

KREMER B. P. *Stromy: v Evropě zdomácnělé a zavedené druhy*. Praha: Knižní klub, 1995. 187 s. ISBN 80-85830-92-2.

KŘÍSTEK J. *Ochrana lesů a přírodního prostředí*. Písek, Matice lesnická, 2002. 386 s. ISBN 8086271080.

KUNEŠ I., BALCAR V., ČÍŽEK M. Influence of amphibolite powder and Silvamix fertiliser on Norway spruce plantation in conditions of air polluted mountains. *Journal of Forest Science-UZPI (Czech Republic)*. 2004.

KUPKA I., PRKNOVÁ H., HOLUBÍK O., TUŽINSKÝ M., Účinek přípravků na bázi řas na ujímavost a odrůstání výsadeb lesních dřevin. *Zprávy lesnického výzkumu*, 2015, 60, s. 24–28.

LAGANIERE J., ANGERS D.A., PARE D. Carbon accumulation in agricultural soils after afforestation: a meta-analysis. *Global change biology*. 2010, 16(1), s. 439-53.

LOŽEK V., Časný holocén – velké migrace, nástup lesa a teplomilných druhů. *Ochrana přírody*, 1999, 54, s.163–168.

MIKESKA M., Zalesňování nelesních půd v praxi. *Lesnická práce*, 2003, 82, 10/03, s. 523–525.

MONDEK J. *Douglaska tisolistá (Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco) – potencionálně vhodná dřevina pro zalesňování zemědělských půd. Zalesňování zemědělských půd – produkční a environmentální přínosy II*, 2017. ISBN 978-80-213-2759-7.

NEUHÄUSLOVÁ Z. *Mapa potencionální přirozené vegetace České republiky*. Praha, Academia, 2001. 341 s. ISBN 80-200-0687-7.

- NOŽIČKA J., *Přehled vývoje našich lesů*. Praha, SZN, 1957, 460 s.
- PEŠKOVÁ V. Houby na kořenech lesních dřevin Mykorrhizy. *Příloha Lesnická práce*. Praha, 12/2008. ISSN 0322-9254.
- PEYRON J.L., HAROU P., NIEDZWIEDZ A., STENGER A. *National survey on demand for recreation in French forests*. 2002.
- PIKULA J. *Stromové a keřové dřeviny lesů a volné krajiny České republiky*. Brno: CERM, 2004. 226 s. ISBN 80-7204-280-7.
- PODRÁZSKÝ V. Fertilization as an ameliorative measure – examples of the research at the Faculty of Forestry and Environment CUA in Prague. *Journal of forest science*, 2006, 52, str. 58–64.
- PODRÁZSKÝ V. *Základy ekologie lesa*. Praha, Česká zemědělská univerzita, 2014. 144 s. ISBN 978-80-213-2515-9.
- PODRÁZSKÝ V., REMEŠ J., Vliv přihnojení na výškový růst kultury jedle obrovské. *Zprávy lesnického výzkumu*, 2008, 53(3), s. 207–210.
- POLÁKOVÁ Š., KUBÍK L., PRÁŠKOVÁ L., MALÝ S., NĚMEC P., STAŇA J. *Monitoring zemědělských půd v České republice 1992–2013*. Brno, 2017. ISBN: 978-80-7401-136-8.
- POLENO Z., VACEK S., PODRÁZSKÝ V. *Pěstování lesů. III., Praktické postupy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009. ISBN 978-80-87154-34-2.
- RUSEK J., ed. VAČKÁŘ D. *Indikátory změn půdní biodiverzity. Ukazatele změn biodiverzity*. Praha, Academia, 2005. ISBN 80-200-1286-5.
- RUSSELL K., HEMERY G.E., A new tree improvement programme for black walnut in the United Kingdom. Proceedings of the 6th Walnut Council research symposium Black walnut in a new century, Lafayette, IN. Gen. Tech. Rep. NC-243, St. Paul, MN, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Research Station, 2004, s. 168-176
- SÁDLO J., VÍTKOVÁ M., PERGL J., PYŠEK P. *Ekologická rizika zalesňování zemědělských půd nepůvodními dřevinami – invazní akát jako modelový druh*.

*Zalesňování zemědělských půd – produkční a environmentální přínosy II*, 2017. ISBN 978-80-213-2759-7.

ŠIŠÁK L., PULKRAB K., BUKÁČEK J., NOVOTNÝ S., ŠVÉDA K., Komparace nákladů v obnově lesa prostokořenným a krytokořenným sadebním materiálem. *Zprávy lesnického výzkumu*, 2017, 62(1), s. 59-65.

ŠPULÁK O., KACÁLEK D., Historie zalesňování nelesních půd na území České republiky. *Zprávy lesnického výzkumu*, 2011, 56(1), s. 49–57.

ŠVARC J., *Ochrana proti škodám působeným zvěří*. Praha, Státní zemědělské nakladatelství, 1981.

VACEK S., SLÁVIK M. a kol. *Zalesňování zemědělských půd*. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze, 2006. 108 s. ISBN 80-213-1576-8.

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

VASS D, KONECNY V, ELECKO M., Alginite-a new ecological raw material suitable for utilization in forestry. *Lesnictví-UZPI (Czech Republic)*. 1998.

VOMOCIL J. A., FLOCKER W. J., Effect of coil compaction on storage and movement of soil air and water. In: Transactions of the ASAE. 1961. Paper No. 60-129. Annual Meeting of the American Society of Agricultural Engineers, Columbus, Ohio, 1960, s. 242-245.

VOPRAVIL J., KHEL T., VRABCOVÁ T. a kol. *Vliv činnosti člověka na krajinu českého venkova s důrazem na vodní režim a zadržování vody v krajině*. Praha, 2011. 75 s. ISBN 978-80-87361-06-1.

WILIAMS M., Dark ages and dark areas: global deforestation in the deep past. *Journal of Historical Geography*, 2000, 26, s. 28-46.

ZÁRUBA J., Růst a prosperita výsadeb lesních dřevin založených na zemědělských půdách. Praha, 2018, Bakalářská práce, Česká zemědělská univerzita.

## 9 Seznam internetových zdrojů

*Zelená zpráva*. Ministerstvo zemědělství (online), 2016 (cit. 01.02.2019). Dostupné na: <http://eagri.cz/public/web/mze/ministerstvo-zemedelstvi/vyrocní-a-hodnotící-zpravy/zpravy-o-stavu-zemedelstvi/>

*Portal.matematickabiologie.cz* (online), 2018 (cit. 20.03.2019). Dostupné na: <http://portal.matematickabiologie.cz/index.php?pg=aplikovana-analyza-klinickych-a-biologickych-dat--analyza-a-management-dat-pro-zdravotnicke-obory--analyza-rozptylu-anova--neparametricka-alternativa-analyzy-rozptylu-kruskaluv-wallisuv-test>

## 10 Legislativa

Česko. Vláda. Zákon č. 114/1992 Sb. ze dne 25.3.1992, o ochraně přírody a krajiny. In: *28/1992 Sbírka zákonů na straně 666*. Dostupné také na: [https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=114/1992&typeLaw=zakon&what=Cislo\\_zakona\\_smlouvy](https://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/SearchResult.aspx?q=114/1992&typeLaw=zakon&what=Cislo_zakona_smlouvy)