

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Vývoj morfologických znaků kořenových
systémů prostokořenných a krytokořenných sazenic
dubu a buku**

Diplomová práce

Autor: Bc. Vladimír Becher

Vedoucí práce: prof. Ing. Ivo Kupka, CSc.

2017

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Vladimír Becher

Lesní inženýrství

Název práce

Vývoj morfologických znaků kořenových systémů prostokořených a krytokořených sazenic dubu a buku

Název anglicky

Root system morphology of bare root and containerized beech and oak plants

Cíle práce

Cílem práce je posoudit další morfologický vývoj kořenových systémů buku a dubu po jeho výsadbě v lese. Práce navazuje na bakalářskou práci a umožňuje tak další sledování výsadeb na už založených zkusných plochách.

Metodika

- Srovnání vývoje sazenic buku lesního a dubu letního na zkusných plochách založených při bakalářské práci v roce 2011-2012 příp. založení dalších zkusných ploch,
- srovnání vývoje jednotlivých sazenic (průměrná výška, průměrná tloušťka kořenového krčku, vizuální hodnocení kvality sazenic, mortalita.),
- srovnání vývoje kořenového systému u prostokořených a krytokořených sazenic (objem kořenového systému pomocí xylometrického měření, deformace kořenového systému).
- případné další srovnání vývoje sazenic lesních dřevin v dřívě založených kulturách (2009-2010), v rámci obhospodařovaného lesního úseku,
- vyhodnocení získaných dat a vyvození závěrů,
- vypracování pracovní verze práce a její předložení školiteli,
- odevzdání čistopisu práce v předepsaném termínu.

Doporučený rozsah práce

dle potřeby

Klíčová slova

buk, dub, kořenový systém, prostokořenný sadební materiál, krytokořenný sadební materiál

Doporučené zdroje informací

KUPKA I., 2005: Pěstování lesa I. 1. vydání, skriptum ČZU, 132 s.

KUPKA I., 2008: Základy pěstování lesa. 1. vydání, skriptum ČZU, 175 s.

POLENO, Z. et al, 2007: Pěstování lesů I., Ekologické základy pěstování lesů, první vydání, vydalo nakl. Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, 315 s., ISBN 978-80-87154-07-6

POLENO, Z. et al, 2007: Pěstování lesů II., Teoretická východiska pěstování lesů, první vydání, vydalo nakl. Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, 946 s., ISBN 978-80-87154-09-0

POLENO, Z. et al, 2009: Pěstování lesů III., Praktické postupy pěstování lesů, první vydání, vydalo nakl. Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, 951 s., ISBN 978-80-87154-34-2

ŠARVAŠ M., KUPKA I., 2011 : Pěstování a výsadba krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin. 1. vydání, skriptum ČZU, 60 s.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. Ing. Ivo Kupka, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 7. 4. 2015

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 30. 10. 2015

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 13. 04. 2017

"Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Vývoj morfologických znaků kořenových systémů prostokořenných a krytokořenných sazenic dubu a buku vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Ivo Kupky, 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 Drahenicích dne 13. 4. 2017

Podpis autora

Tímto chci vyjádřit poděkování prof. Ing. Ivo Kupkovi, CSc. za úvodní nasměrování diplomové práce a za následné korektury v průběhu psaní.

Abstrakt

Klíčová slova: buk, dub, kořenový systém, prostokořenný sadební materiál, krytokořenný sadební materiál

Diplomová práce navazuje na bakalářskou práci na téma Srovnání morfologických a ekonomických parametrů různých typů sadby, při které došlo k výsadbě prostokořenných a krytokořenných sazenic buku lesního (*Fagus sylvatica* Linné) a dubu letního (*Quercus robur* Linné) při obnově lesních porostů v září 2011 a dubnu 2012.

V rámci diplomové práce bylo v březnu 2015 provedeno na vytyčených zkušných plochách měření výšky a tloušťky kořenového krčku sazenic, zjišťována případná mortalita od kontroly zalesnění v červenci 2012. Dále bylo ze země vyrýpnuto celkem 154 sazenic, 84 krytokořenných a 70 prostokořenných sazenic, na kterých byl posuzován vývoj kořenového systému, jeho případná deformace a následně zjištěn objem xylometrickou metodou. Údaje zjištěné v terénu byly zpracovány do tabulek a porovnány společně s výsledky zjištěnými v rámci bakalářské práce.

Z průměrných hodnot pro výšku, tloušťku kořenové krčku a objem kořenového systému byl zjištěn téměř rovnoměrný vývoj prostokořenných a krytokořenných sazenic v porostu, a to i přesto že při měření jednotlivých sazenic byly jednotlivé hodnoty značně variabilní. Při kontrole vývoje kořenového systému byly zjištěny nepřipustné deformace hlavního křovitého kořenu u 25 % krytokořenných a 20 % prostokořenných sazenic. Zbylé sazenice byly bez deformace nebo s přípustnými deformacemi hlavního křovitého kořenu (zvlněný křovitý kořen, panohy, nesouměrný křovitý kořen s osou nadzemní části). Dále došlo ke zjištění, že krytokořenné sazenice byly snáze vyjmutelné ze země, sazenice nebyla v zemi dostatečně fixována a její kořenový systém byl v některých případech méně rozvinutý, nežli tomu bylo u prostokořenné sazenice. Tato skutečnost může být ovlivňována několika faktory, např. vliv bohatosti kořenového systému na jemné kořínky, znemožnění vývoje kořenového systému utužením okolní půdy při výsadbě štěrbínovou metodou.

U prostokořenných sazenic, zejména dubu letního, byl pozorován vývoj kořenového systému do větší hloubky, což je velmi důležité nejen pro fixaci, ale i jako důležitý faktor v období sucha a extrémních letních teplot, kdy dochází k rychlému odčerpání vlhkosti v horním horizontu půdy vlivem odparu.

Bohužel nebylo možné toto zjištění ověřit na větším počtu vzorků, neboť by došlo k poškození založeného lesního porostu.

Abstract

Keywords: European beech, English oak, root system, containerized planting material, bare root planting material

The thesis follows the bachelor thesis on comparison of morphological and economic parameters of various types of seedlings, which resulted in the planting of containerized and bare root seedlings of the European beech (*Fagus sylvatica* Linne) and the English oak (*Quercus robur* Linnaeus) in a forest regeneration in September 2011 and April 2012.

The measurement of the height and thickness of the root neck of the seedlings was carried out on designated plots in March 2015. I also investigated possible mortality from the afforestation inspection in July 2012. Furthermore, 154 seedlings, 84 containerized seedlings and 70 bare root seedlings, in order to evaluate the development of the root system, its possible deformation and subsequently detection of the volume by using xylometric method. The data collected in the field were processed into tables and compared with the results observed in the bachelor thesis.

The average figures for the height, the thickness of the root neck and the volume of the root system showed almost identical development of bare root and containerized seedlings in the forest cover, even though the figures of individual seedlings were highly variable. When reviewing the development of the root system, I found unacceptable deformation of the main taproot at 25% containerized seedlings and 20% bare root seedlings. The remaining seedlings were without deformation or with acceptable deformation of the taproot (wavy taproot, unbalanced taproot with the axis in the above-ground part, an outgrowth).

It was discovered that containerized seedlings were more easily removable from the ground, the seedlings were not sufficiently fixed in the ground and its root system was in some cases less developed than it was with bare root seedlings. This may be influenced by several factors, e.g. the influence of richness of the root system on fine roots, the obstruction of development of the root system by cementing the surrounding soil when using the slit method.

The bare root seedlings, the English oak in particular, showed root development to a greater depth, which is very important not only for sealing but also as an important factor in the drought season and extreme summer temperatures when there is rapid exhaustion of the moisture in the upper horizon of the soil due to the vapor.

Unfortunately, it was not possible to verify these findings in a larger sample size, as there had been major damage of the forest.

Obsah

Abstrakt	6
Abstract.....	7
1 Úvod.....	11
2 Cíl práce	12
3 Rozbor problematiky	12
3.1 Buk lesní – <i>Fagus sylvatica</i> L.....	12
3.2 Dub letní – <i>Quercus robur</i> L.....	14
3.3 Kořenový systém	17
3.3.1 Funkce.....	17
3.3.2 Ontogeneze kořene.....	17
3.3.3 Struktura kořenového vrcholu.....	18
3.4 Stavba kořene	19
3.4.1 Primární stavba kořene	19
3.4.2 Sekundární stavba	21
3.4.3 Kořeny postranní.....	22
3.4.4 Kořeny adventivní.....	22
3.4.5 Metamorfózy kořene	22
3.5 Architektura kořenové systému	23
3.5.1 Třídění architektury	23
3.5.2 Typy kořenových systému u vybraných druhů dřevin.....	23
3.6 Deformace kořenové systému	24
3.7 Krytokořený sadební materiál	25
3.7.1 Historie.....	25
3.7.2 Typy používaných obalů a materiálu	26
3.8 Prostokořený sadební materiál	29
3.8.1 Školkování	29
3.8.2 Podřezávání.....	30
3.8.3 Sklizeň prostokořeného sadebního materiálu	31
4 Popis zájmového území	32
4.1 Všeobecné údaje	32
4.2 Přírodní poměry	32

4.3	Hydrologické poměry	32
4.4	Geologické poměry.....	33
4.5	Klimatické poměry	33
5	Popis porostů se založenou kulturou.....	33
5.1	Porost 68H12	33
5.2	Porost 88 D12	36
5.3	Porost 86 E10	39
5.4	Porost 13B7	42
6	Metodika	44
6.1	Terénní a měřičské práce.....	44
6.2	Kancelářské práce.....	47
7	Zjištěné údaje	48
7.1	Mortalita	48
7.1.1	Porost 68H12	48
7.1.2	88D12.....	51
7.1.3	86E10	53
7.1.4	13B7.....	54
7.2	Průměrná výška a tloušťka kořenového krčku	58
7.3	Xylometrické měření objemu kořenového systému	62
7.3.1	Dub letní.....	63
7.3.2	Buk lesní	66
8	Diskuse.....	71
9	Doporučení pro praxi	73
10	Závěr	74
11	Seznam použité literatury	77

1 Úvod

S ohledem na rozsah obnovovaných porostů na území České republiky, které za posledních 5 let dosahují přibližně 25 - 26 000 ha ročně (UHUL, 2015), z nichž umělá obnova porostu představuje přibližně 4/5 z celkové plochy roční obnovy, je jedním z neopomenutelných aspektů lesního hospodářství produkce sadebního materiálu lesních dřevin. Především produkce kvalitního sadebního materiálu lesních dřevin, neboť lze oprávněně předpokládat, že právě kvalitní sadební materiál je společně s kvalitně provedenou výsadbou na přirozené stanoviště dané dřeviny a odbornou výchovou porostu základem, vedoucím ke zkvalitnění budoucích lesních porostů. A zřejmě to je jediné, co pro budoucnost může lesník udělat, jelikož chod přírodních koloběhů a počasí ovlivnit nedokážeme. Navíc vzhledem k současnému trendu teplého počasí s malým množstvím srážek v letním a zimním období se poptávka po kvalitním sadebním materiálu bude zřejmě stupňovat, zejména pak po krytokořeném sadebním materiálu, který je schopen snáze překonat krátkodobou absenci vláh v půdě díky ochraně kořenového systému a poskytnout tak základ novému porostu s dostatečným počtem jedinců na ploše. Je zřejmé, že pokud dochází k výsadbě nekvalitního sadebního materiálu nebo je nekvalitně vysazován mohou, případně deformace kořenového systému způsobit snížení fixace a následné stability porostů.

Dále by pro dlouhodobé zkvalitňování lesních porostů mělo docházet k výsadbě stanovištně vhodných dřevin a zvýšení podílu melioračních a zpevňujících dřevin, zejména buku lesního, dubu letního, dubu zimního a jedle bělokoré.

Vhodně smíšené porosty nám mohou přinést nejen větší hospodářské výnosy, ale i snazší zvládnutí např. vývoje kůrovcové a větrné kalamity. V současných smrkových monokulturách, které jsou mnohdy na naprosto nevhodném stanovišti ovlivněném vodou nebo naopak na jižně exponované stráni, je šíření abiotických a biotických činitelů značné zejména pak v období, kdy jsou porosty dlouhodobě vystavovány stresu, např. suchu.

2 Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo posoudit morfologický vývoj kořenového systému buku lesního a dubu letního přibližně 3 roky po výsadbě v porostu. V návaznosti na bakalářskou práci umožňuje diplomová práce posouzení vývoje prostokořenných a krytokořenných sazenic na zkusných plochách, založených při obnově porostu na podzim 2011 a jaře 2012. Na těchto zkusných plochách, o rozměrech 10x10 m, byly podobně jako v rámci bakalářské práce měřeny základní morfologické parametry sazenic. Zjišťovanými parametry byla výška a tloušťka kořenového krčku sazenic, posouzen vývoj nadzemní části a zjištěna mortalita. Na zkusné ploše došlo dále k vyjmutí určitého počtu sazenic ze země. Na kořenovém systému vyjmutých sazenic byl posuzován vývoj kořenového systému a zjišťovány případné deformace kořenového systému. U kořenového systému vyjmutých sazenic byl závěrem zjištěn objem pomocí xylometrického měření. Vývoj krytokořenných a prostokořenných sazenic byl posouzen vzájemným porovnáním zjištěných údajů s údaji zjištěnými v roce 2012.

V závěru práce pak došlo ke zhodnocení zjištěných údajů a poznatků.

3 Rozbor problematiky

3.1 Buk lesní – *Fagus sylvatica* L.

Buk lesní je vysoký strom, který dorůstá do výšky přibližně 35-40m s průměrem kmene až 1,5 m. Na volném prostranství vytváří košaté habitusy, v zápoji vytváří spíše rovné štíhlé kmeny. Vytváří srdčitý kořenový systém. Z jednoho kořenového „uzlu“ vyrůstají kořeny všemi směry. Kůra buku lesního je zpočátku hnědá, později sivohnědá, hladká i do vysokého věku. Zřídka, zejména na bázi kmene, často jen do několika metrů nad zemí, se vytváří rozpukaná borka forma *quercoides*.

Pupeny jsou postaveny střídavě, kryty větším množstvím pupenových šupin, které jsou skořicově hnědé, na okrajích brvité. Výrazná je diferenciací listových a květných pupenů. Listové pupeny jsou vřetenovité, poměrně dlouhé (do 3 cm), od větví odstávají pod 45° úhlem. Květné pupeny jsou výrazně kratší, široce vejčité. Kvete v květnu, současně s rozvíjením listů, jedná se o jednodomou dřevinu.

Buk lesní začíná plodit mezi 20 - 40 rokem, při nepříznivých podmínkách dříve. Semenné roky se opakují ve víceletých intervalech (5 až 10 roků).

Plodem je nažka - bukvice, která je v trojhranné, jehlanovité, uzavřené číšce. Číška se ve zralosti otvírá čtyřmi chlopněmi, dozrávají v září až říjnu.

Buk lesní se přibližně dožívá 200-400 let. V mladém věku dokáže snášet i velmi silné zastínění, vytváří velmi husté koruny, které v čase olistění propouštějí velmi málo světla do porostu, což ovlivňuje nejen bylinný podrost, ale má i přímý vliv na ostatní konkurenční dřeviny, které tímto způsobem "vytláčí". Prudké osvětlení kmenů a jejich vystavení přímému slunečnímu záření mívá za následek spálu kůry. Ve svém růstovém optimu je indiferentní ke geologickému podkladu, neroste na suchých písčích, nepropustných těžkých jílech, podmáčených půdách a rašeliništích. Vyhovuje mu zejména mírné oceánické klima. Je středně citlivý na znečištěné ovzduší.

Má evropský areál rozšíření s těžištěm v západní, střední a jihovýchodní části kontinentu. Nevyskytuje se ve východní Evropě. Severní hranice rozšíření probíhá z Anglie do jižní části Skandinávie. Východní hranice prochází Polskem k jihovýchodnímu úpatí Karpat až na Balkánský poloostrov (tam dochází ke spontánnímu křížení s bukem východním *F. orientalis*). Uvnitř areálu chybí v oblastech s nedostatkem srážek (Panonská nížina, střední a jihozápadní Francie) a v místech příliš kontrastního podnebí (střední a západní Polsko).

Celé naše území leží uvnitř areálu buku, a tak je u nás tato dřevina doma ve všech středohorních partiích a horských oblastech, stejně tak v hercynské i karpatské části státu. Minimální nadmořská výška výskytu je 220 m, absolutní minima jsou inverzní polohy podél Labe u Hřenska – 120 m. Maximální výška výskytu buku v ČR je 1250 m ve Velké kotlině v Hrubém Jeseníku a 1200 m v Krkonoších. Těžiště výskytu buku je v nadmořských výškách 300 – 1000 m.

V teplejších oblastech tvoří směs s dubem, v horských lokalitách s jedlí bělokorou, ale také se smrkem ztepilým a jedlí bělokorou. Dřevina tzv. hercynské směsi.

Jedná se o naši nejdůležitější hospodářskou listnatou dřevinu. Dřevo se používá na výrobu dýh, překližek, podvalů, parket, sudů, nábytku, hraček apod. Zpracovává se i na výrobu papíru. Vyrábí se z něho dřevěné uhlí a destilací se získávají některé chemické produkty. Nekvalitní kmeny a hrubší klest poskytují palivové dřevo. Bukvice jsou důležitou složkou potravy lesní zvěře a v minulosti se jejich lisováním získával též olej.

3.2 Dub letní – *Quercus robur* L.

Dub letní je vysoký strom dorůstající do výšky 30-40 m s průměru kmene až 1,5 m, u soliterně rostoucích dubů klidně i 4 m. Kořenová soustava je mohutně vyvinuta a je charakterizována mohutně vyvinutým silným kůlovým kořenem. Kůra dubu je v mládí červenohnědá, hladká, později tmavošedá, hrubě podélně rozpukaná a pevná.

Pupeny jsou postaveny spirálovitě, mají vejčitý až protáhle vejčitý tvar, šupiny jsou holé, silně přitlačené. Jsou výrazně osazeny na konci výhonů nahlučením kolem terminálního pupenu.

Listy široce vejčitého nebo obvejčitého tvaru, 6 – 15 cm dlouhé a 2 – 5 cm široké, zpravidla oboustranně lysé, na bázi zpravidla srdčité vykrojené, na okraji tupé, laločnaté s 5 – 6 páry laloků, prostřední páry laloků bývají i dvakrát laločnaté. Řapík je 2 – 7 mm dlouhý, silný. Dub kvete v květnu, současně s rozvíjením listů (v průměru o 14 dní dřív než dub zimní *Q. petraea*).

Plodem dubu letního jsou žaludy, podlouhle vejčitého tvaru, 2-4 cm dlouhé, na dlouhé stopce. Zralé jsou v září až říjnu.

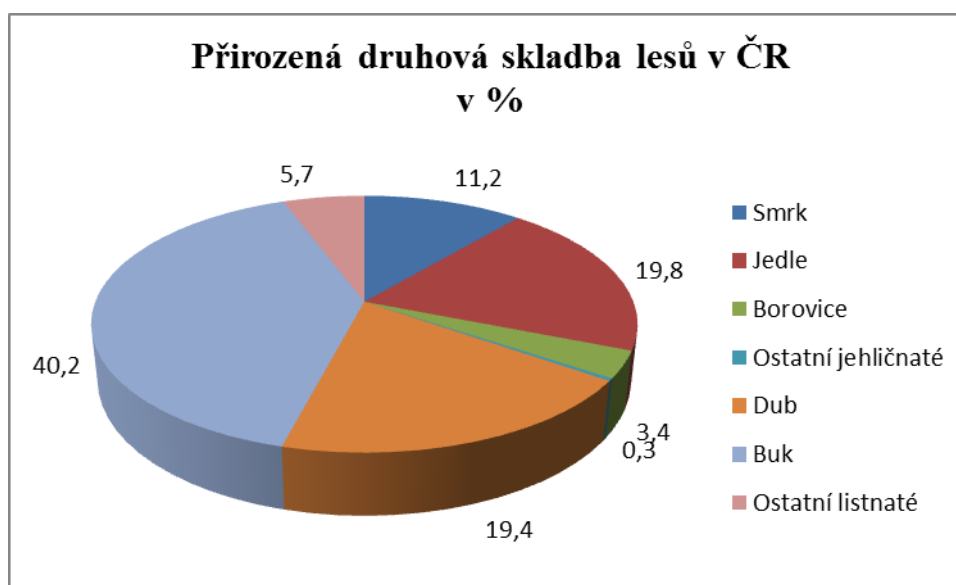
Dub letní se dožívá 400-500 let, známé jsou duby staré i přes 1000 let. Jedná se o světlomilnou dřevinu, která při růstu na volném prostranství vytváří mohutné, nízko nasazené koruny. V požadavcích na vláhu vylišujeme dva rozdílné ekotypy. Ekotyp lužní a ekotyp stepní. Ekotyp lužní vyžaduje vysokou hladinu tekoucí podzemní vody a záplavy snáší přibližně 14 dní. Nejlépe se mu daří na hlubokých, hlinitých a živných půdách. Stepní ekotyp je hospodářsky méně významný, roste v teplých, vysychavých lokalitách. Kořeny nejsou v dosahu podzemní vody. Je odolný vůči znečištěnému ovzduší a dobře snáší městské prostředí.

Dub letní má evropský areál, který zasahuje i do Skandinávie, (vyskytuje se dokonce přibližně o 150 km severněji než dub zimní *Q. petraea*) a jeho rozšíření je výrazně závislé na nadmořské výšce. Roste podél vodních toků a je nejvýznamnější dřevinou tvrdého luhu. Západní a jižní hranice je téměř totožná s hranicí rozšíření dubu zimního, oproti němu ale zasahuje výrazně dál do kontinentální východní části, nad Moskvou zasahuje až k Uralu.

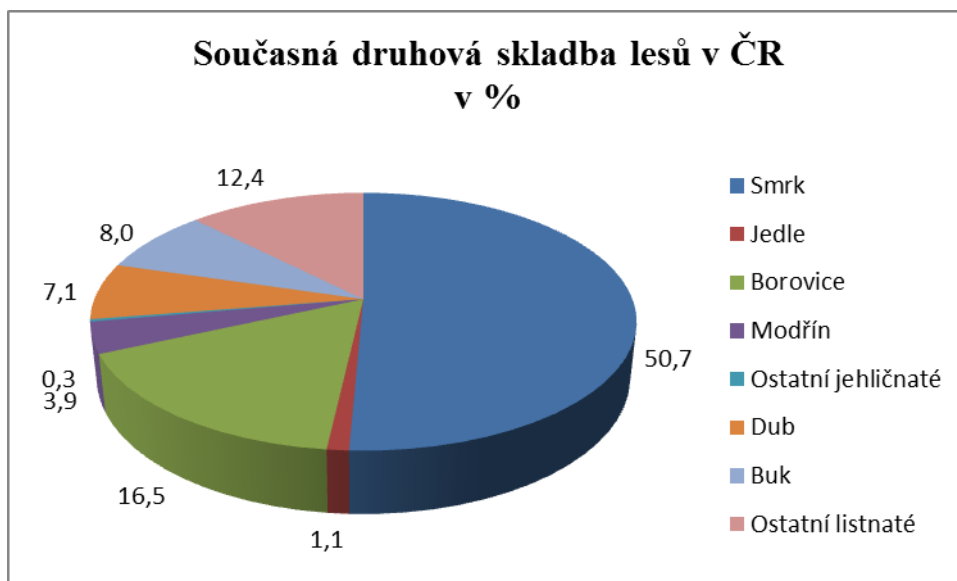
Na našem území se vyskytuje v nižších polohách, je přirozeně zastoupen v lužních úvalech větších řek. Netvoří čisté porosty, ale směsi s jasanem a jilmem.

Dub letní patří podobně jako buk lesní k našim nejdůležitějším hospodářským listnatým dřevinám. Dřevo má široké uplatnění zejména na výrobu dýh, jako stavební dřevo v lodním průmyslu, k výrobě podvalů, parket, vinných sudů a železničních pražců. Dřevo obsahuje mnoho třísly a je pod vodou trvanlivé. Z kůry se vyrábělo tříslo, dubová kůra se používala při úpravě surové kůže. Plody - žaludy se zkrmovaly, v minulosti se pražené žaludy používaly rovněž jako náhrada kávy. V sadovnictví se s velkou oblibou sázel do zámeckých zahrad. Vyšlechtěné jsou ozdobné kultivary.

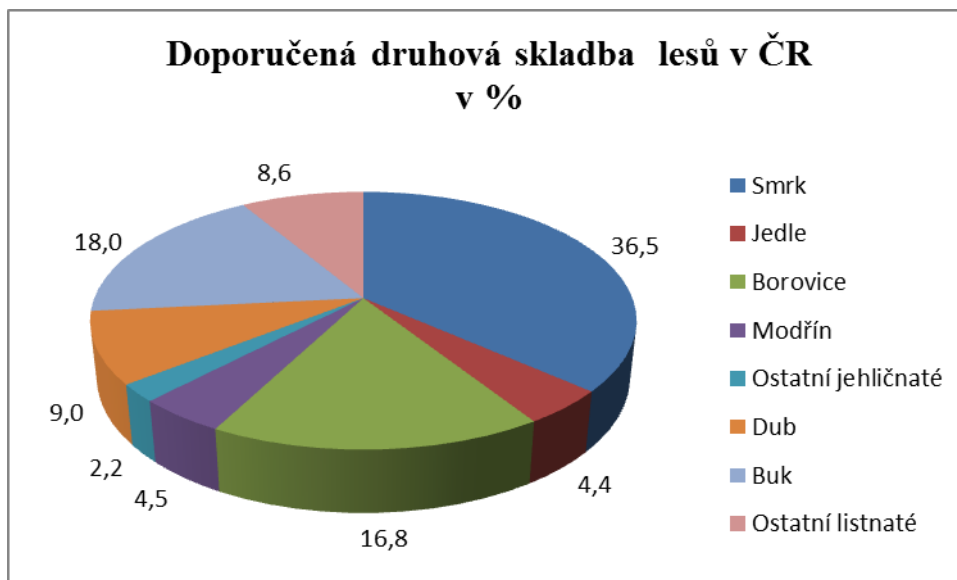
V současné druhové skladbě lesů v České republice je dub a buk zastoupen v daleko menší míře, nežli by tomu bylo při přirozené druhové skladbě našich lesů. Tato skutečnost je ovlivňuje tím, že dřevo buku a dubu se, na rozdíl od smrku, nehodí jako stavební konstrukční dřevo. Dle doporučené druhové skladby lesů v České republice by mělo dojít ke zvýšení zastoupení buku a dubu v lesních porostech.



Graf č. 1: Přirozená druhová skladba lesů v ČR (2014).



Graf č. 2: Současná druhová skladba lesů V ČR (2014).



Graf č. 3: Doporučená druhová skladba lesů v ČR (2014).

3.3 Kořenový systém

3.3.1 Funkce

Kořen je nezelený (tj. bez chlorofylu) rostlinný orgán, který se od stonku nemá listy ani pupeny a není článkovaný.

(<http://botanika.wendys.cz/slovník>)

Dlouho byl kořen považován za orgán přijímací a vodící vodu a živiny, upevňující rostlinu v půdě a případně za orgán sloužící jako zásobárna sacharidů a jiných látek. Dnes spatřujeme v kořenech významný orgán syntetický, především centrum dusíkatého metabolismu rostliny, vzniku aminokyselin a alkaloidů, dusíkatých fytohormonů cytokininů, podněcující buněčná dělení, a dalších látek.

PALÁTOVÁ, MAUER (2013) konstatují, že kořenový systém dřevin je tvořen velkým množstvím kořenů různé tloušťky, délky a funkce, rostoucích různými směry, které vytváří v půdě spleť sítí.

3.3.2 Ontogeneze kořene

U semenných rostlin je kořenový pól embrya vyvinut jako radikula (kořínek), z níž se při klíčení semene vyvine primární kořen. U rostlin nahosemenných a dvouděložných tento kořen svým růstem a větvením vytvoří kořenový systém rostliny složený z hlavního kořene a z kořenů postranních. U kapradin a jednoděložných rostlin však kořen pocházející z radikuly embrya odumírá a kořenový systém je vytvářen z kořenů, jež se vytvoří na spodní straně stonku, tj. z kořenů adventivních. Některé z nich můžou být založeny už v zárodku, což je časté u trav.

Systém složený jen z adventivních kořenů je označován jako homorhizie, naproti tomu alorhizie je systém složený z kořene hlavního a kořenů postranních, který je fylogeneticky mladší. Na hlavním kořenu tu vznikají postranní kořeny postupně od báze kořene (tj. části, kde přechází kořen v stonek) k jeho vrcholu (apexu).

Vrchol kořene tedy brzdí vznik postranních kořenů (tzv. apikální dominance kořene). Označujeme-li hlavní kořen jako primární, pak postranní kořeny označujeme jako sekundární, popř. jejich větve jako terciální atd.

3.3.3 Struktura kořenového vrcholu

U kořene je možné rozlišit 3 základní pletivové celky: pokožku (krycí pletivo), primární kůru a centrální válec. Tato pletiva vznikají z iniciálních buněk (iniciál) vzrosného vrcholu, chráněných kořenovou čepičkou (calyptrou).

Iniciály tvoří apikální meristémy (histogeny), které můžeme rozdělit na tři, resp. čtyři druhy podle pletiv z nich vznikajících: plerom, periblem, dermatogen a v kořenu ještě kalyptragen.

Z pleromu (proximální vrstvy) vzniká centrální válec - pletiva vodivá; z periblemu (střední vrstvy) se odděluje primární kůra - pletiva základní; dermatogen diferencuje pokožku - pletivo krycí a kalyptragen pak dává vznik kořenové čepičce.

Mitoticky neaktivní nebo málo aktivní skupina buněk v kořenové čepičce se označuje jako klidové centrum, na jehož periferii jsou mitoticky aktivní iniciály. Klidové centrum je pravděpodobně místem syntézy hlavních rostlinných hormonů syntetizovaných v kořeni. Jádra buněk klidového centra jsou méně citlivá na poškození nepříznivými vlivy než jádra aktivních buněk kořenového vrcholu s kratším buněčným cyklem.

Buňky centra se od ostatních buněk kořenového meristému liší tím, že mají nejmenší rychlost syntézy DNA a RNA (nejméně ribozómů a nejmenší jádérka i mitochondrie). V meristemické oblasti kořene je nepatrný příjem minerálních látek, což souvisí s tím, že v ní není diferencován xylém.

Kořenová čepička (calyptra) vzniká oddělením z iniciál na distálním povrchu klidového centra. U dvouděložných rostlin jsou společné iniciály pro čepičku i pokožku. Velikost čepičky je druhově specifická a závislá i na působení vnějších podmínek. Jejím úkolem je chránit kořenový meristéum a vylučováním polysacharidového slizu usnadňovat pronikání kořene půdou, popř. podporovat vývoj mikrobiální flóry.

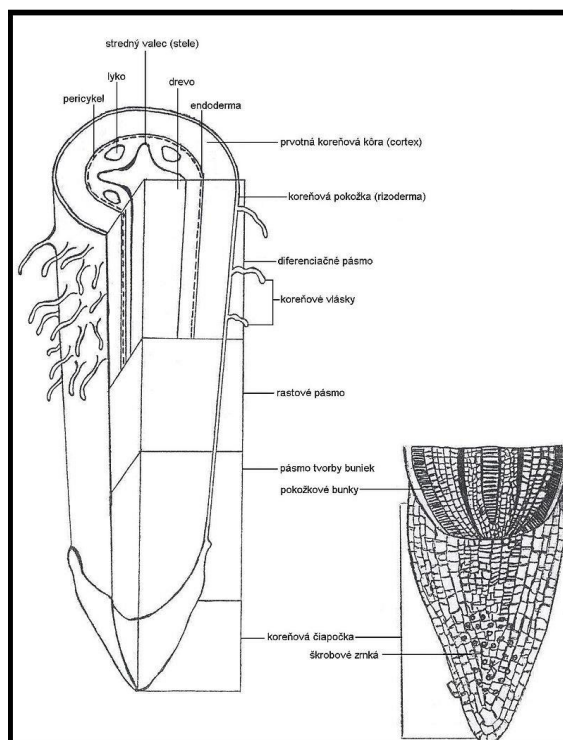
Sliz se syntetizuje v dyktiozomech odštěpující vezikuly, jejichž rosolovitý obsah proniká na povrch buněk. Tím se chrání kořen před vyschnutím v kratších obdobích sucha a je ovlivňován i vstup iontů do kořene.

Ve střední části čepičky je tzv. sloupek (columella), jehož buňky obsahují tzv. přesýpavý (statolitický) škrob. Jeho přemístěním v buňce při vychýlení kořene jsou za spoluúčasti membrán endoplazmatického retikula vyvolány podněty působící asymetrické prodlužování kořenových buněk, což vede ke korekci směru růstu (pozitivní geotropismus kořene).

3.4 Stavba kořene

PEJCHAL (2008) informuje, že u nahosemenných a dvouděložných rostlin rozlišujeme primární a sekundární stavbu kořene. Primární stavba kořenu vzniká činností primárního pletiva, které se nachází na kořenové špičce. Sekundární stavba kořenu vzniká činností dělivých pletiv kambia a felogénu.

3.4.1 Primární stavba kořene



Obrázek č. 1: Primární stavba kořene.

<https://cs.wikipedia.org>

3.4.1.1 Epidermis kořene (rhizodermis, rhizoderma)

Rhizoderma se skládá z těsně na sebe nasedajících protáhlých buněk s tenkými stěnami bez kutikuly. V typickém případě je pokožka jednovrstvá. Vnější tangenciální stěny pokožkových buněk jsou tlustší než ostatní stěny a jsou opatřeny vnější slizovou vrstvou schopnou zadržovat vodu. Ve stěnách stárnoucích rizodermálních buněk se ukládá suberin. Ve vzdálenosti 0,7 - 3 mm od vrcholu kořene se z buněk rizodermis tvoří kořenové vlásky (riziny), 0,15 - 8 mm dlouhé. Vznik se děje buď z jakékoliv buňky rizodermis, anebo jen ze speciálních buněk označovaných jako trichoblasty. Resorbce živin je usnadňována uvolňováním kyselin z kořenových vlásků.

U četných rostlin byla pokusně zjištěna závislost tvorby kořenových vlásků na vlhkosti prostředí. Čím vyšší obsah vody v půdě, tím nižší počet a délka kořenových vlásků. Ve vodních kulturách suchozemských rostlin se kořenové vlásky netvoří vůbec. Povrch kořene je kořenovými vláskami silně zvětšen. Životnost rizodermis a vlásků je však velmi krátká, např. u jabloně 15 - 20 dní.

3.4.1.2 Primární kůra kořene

Je to mnohvrstevná parenchymatická vrstva mezi rizodermou a centrálním válcem kořene. Ve vzdálenosti 3-8 mm od vrcholu kořene rizoderma s kořenovými vláskami odumírá a je nahrazována vnější vrstvou primární kůry, tzv. exodermis, která po odumření rizodermis plní funkci krycího pletiva. Buněčné stěny této vrstvy suberinizují (korkovatěji). Tvoří ji jedno i vícebuněčná vrstva buněk podélně protáhlých. Exodermis se histochemicky i strukturálně podobá endodermis. U nahosemenných a dvouděložných rostlin se exodermis vůbec nediferencuje, protože v kořenovém pericyklu se zakládá felogen, z něhož pak vzniká korek (a odumírá celá primární kůra).

Mezodermis je parenchymatická střední vrstva primární kůry. U jednoděložných rostlin se v ní tvoří sklerenchym, který zpravidla hraničí s exodermis. U dvouděložných rostlin se v ní může tvořit kolenchym.

Ještě v době, kdy se mezodermální buňky aktivně dělí, lze v nejnvnitřnější vrstvě primární kůry prokázat ukládání tukových a fenolických látek. Tak se začíná tvořit endodermis. Zde se časem začnou tvořit tzv. Casparyho proužky, které představují bariéru radiálnímu pronikání roztoků do kořene skrz buněčné stěny primární kůry.

V další ontogenetické fázi se v endodermis zakládá souvislá suberinová lamela s výjimkou tzv. propustných buněk, kde zůstávají suberinizovány jen Casparyho proužky. Tyto buňky jsou umístěny proti dřevní části svazku cévního a dovolují vstup přijímaných látek do centrálního válce kořene.

3.4.1.3 Centrální válec kořene (stelé)

Centrální válec se skládá z vodivého systému a případně dřene, přičemž vodivý systém je zřetelně ohraničen tzv. pericyklem. Pericykl je většinou jednovrstevný, u nahosemenných a některých krytosemenných (zejména jednoděložných) rostlin bývá mnohovrstevný.

Pericykl má latentně meristemický charakter, neboť v něm vznikají postranní kořeny a adventivní pupeny. U sekundárně tloustnoucích kořenů se v něm zakládá i felogen, avšak u sekundárně netloustnoucích kořenů jednoděložných rostlin se v něm tvoří zpravidla vrstva sklerenchymatická.

Vodivý systém v kořenu je tvořen radiálními svazky cévními, přičemž pro kořen je typický tzv. exarchní xylém, jehož prvky se diferencují v centripetálním (dostředivém) směru. Také floém se diferencuje centripetálně.

3.4.2 Sekundární stavba

3.4.2.1 Tloustnutí kořenů jednoděložných rostlin

Kořeny jednoděložných rostlin většinou sekundárně netloustnou. Primární kůra zůstává zachována a ochrannou funkci přejímá exodermis. Jen u rodu *Dracaena* se v kořenech zakládá kambium, a to v pericyklu nebo primární kůře.

3.4.2.2 Sekundární tloustnutí kořenů dvouděložných rostlin

K tomuto tloustnutí dochází prostřednictvím kambia, které se tvoří nejprve na vnitřních stěnách floémových buněk, a tím se posléze uzavře v souvislou vrstvu meristému. Vícevrstevný pericykl není jen zdrojem vzniku části kambia, neboť v jedné z vnějších vrstev pericyklu může vznikat i felogen, který dává vně vznikat korku a dovnitř někdy felodermě. Sekundárním tloustnutím se primární kůra roztrhává a posléze odlupuje.

3.4.3 Kořeny postranní

Kořeny postranní (boční, laterální) vznikají až v určité vzdálenosti od apikálního meristému hlavního kořene, jehož vrchol tak prozrazuje zřetelný zábranný vliv na růst postranních kořenů. Ty se zakládají v pericyklu hlavního kořene a prorůstají jeho primární kůrou a vyrůstají víceméně kolmo na působení zemské tíže (postranní kořeny prvního řádu), kořeny vyšších řádů jsou již na gravitaci necitlivé.

3.4.4 Kořeny adventivní

Vznikají endogenně na kterékoliv části rostlinného těla, nejčastěji na stoncích, ale i na listech. Odpradána se proto používalo stonkových nebo listových řízků k množení rostlin. V tvorbě adventivních kořenů lze rozlišit 3 etapy. Remeristmatizaci buněk, tvorbu základu adventivních kořenů a prodlužovací růst založených kořenů. K remeristmatizaci dochází v pericyklu stonku, ale také někdy v lýku, mezisvazkovém parenchymu kambia, v dřevěném paprsku, a někdy dokonce i ve vrstvách primární kůry stonku.

3.4.5 Metamorfózy kořene

Kořeny mohou v průběhu fylogeneze podstatně měnit svou funkci (např. pro účel dýchání, fotosyntézy, hromadění zásob apod.), čemuž pak odpovídá i jejich změněný tvar a vnitřní stavba. Takové přeměny označujeme jako metamorfózy.

Nejvýznamnější z nich jsou kořenové hlízy, jež převzaly funkci zásobní (např. u jiřiny nebo orseje jarního). Účastní-li se na tvorbě hlízy i část stonku (zvl. hypokotyl), vzniká tzv. bulva, vyskytuje se např. u řepy, mrkve, ředkvičky.

Kontraktilní (stahovací) kořeny jsou časté u dvouděložných i jednoděložných rostlin s výjimkou trav. Typické jsou u vojtěšky, řepy, komonice a cibulí jednoděložných rostlin. Báze prýtu je kontrakcí kořene stažena k povrchu nebo pod povrch půdy, čímž vzniknou optimální podmínky pro vznik adventivních kořenů. Kořenová báze s hypokotylem při tom může ztloustnout v zásobní orgán, tím se mění i struktura kořenových pletiv, zejména dřevní části.

Asimilační kořeny přejímají funkci listů např. u některých epifytických orchidejí, haluchy vodní nebo kotvice plovoucí, kde zelenající se kořeny splývají na vodě.

Vzdušné kořeny epifytů (rostlin přidržujících se jiných rostlin, ale neparazitujících na nich) je možno pozorovat často v tropech.

3.5 Architektura kořenové systému

Architektura kořenové systému je viditelný morfologický výraz způsobu jeho uspořádání, který je dán větvením, orientací a lokalizací kořenů HALLÉ et al. (1987). Tento pojem je statický, nezahrnuje v sobě dynamiku výstavby. HALLÉ et al. (1987) popisuje růstový program stromu, který determinuje sukcesivní architektonické etapy jako architektonický model. Pro kořenový systém však není problematika architektonických modelů dostatečně zpracována, musíme se tedy spokojit se statickým pojetím jejich třídění.

3.5.1 Třídění architektury

Podle (KOSTLER et al. 1968, KUTSCHERA, LICHTENEGGER 2002) byly vymezeny základní tři typy kořenového systému:

- a) Kůlový – dominantní silný kůlový kořen a z něj vyrůstající kořeny kotevní
- b) Srdčitý – absence kůlového kořene, charakter určují kořeny srdčité, intenzivní prokořenění
- c) Kotevní (talířovitý) – dominantní postavení vodorovné kořeny

3.5.2 Typy kořenových systému u vybraných druhů dřevin

MAUER, PEJCHAL (2013) předkládají, že tento přehled vznikl na základě zhodnocení následujících pramenů: BALDER (1998), EHLERS (1986), KOSTLER et al. (1968) a KIEMEIER (1996):

- a) Kůlový: *Abies alba*, *Juglans regia*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*, *Pyrus communis*
- b) Kůlový až srdčitý: *Castanea sativa*, *Quercus petraea*, *Quercus robur*, *Quercus rubra*, *Ulmus glabra*, *Ulmus minor*, *Ulmus laevis*
- c) Srdčitý: *Alnus glutinosa*, *Carpinus betulus*, *Prunus avium*, *Fagus sylvatica*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*

- d) Srdčitý až kotevní: *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Betula pendula*,
Pinus strobus
- e) Kotevní: *Alnus incana*, *Fraxinus excelsor*, *Picea abies*, *Salix alba*

3.6 Deformace kořenové systému

Deformace kořenového systému ovlivňuje nejen stabilitu budoucích porostů, ale také způsobují nedostatečné využívání půdních živin kořeny k tvorbě a produkci dřevní hmoty. Negativně působí i na celkový zdravotní stav rostlin (<http://www.silvarium.cz>).

Deformace kořenové systému mohou být v době prvního ohrožení mechanické stability porostů, např. sněhem nebo větrem, příčinou rozvrácení porostů do dvaceti let jeho věku.

Myšlenka, že strom v případě deformací kořenové systému vytvoří nový kořenový systém, je mylná. Výjimkou je smrk ztepilý, který dokáže rychle vytvořit nové adventní kořeny a přibližně do 15 let po výsadbě i zcela nový kořenový systém, když původní ztratí svou funkci a zanikne. Adventní kořeny tvoří i modřín opadavý a douglaska tisolistá, ale oproti smrku pomaleji a ne v dostatečném rozsahu. Nový kořenový systém tak může přispět ke zvýšení stability porostu až po 20. roce po výsadbě.

MAUER (2011) zmiňuje, že s deformací kořenové systému se můžeme nejčastěji setkat u krytokořenného sadebního materiálu. Deformace ovšem vzniká i u prostokořenného sadebního materiálu. V případě špatného pěstování však zůstává krytokořenný sadební materiál „nejnebezpečnějším“ typem sadebního materiálu z hlediska deformace kořenového systému. Při výskytu deformace kořenové systému u prostokořenného sadebního materiálu by sazenice s deformací kořenového systému měly být odstraněny při vyzvedávání a třídění sazenic ve školce. Tato možnost je vyloučena u krytokořenného sadebního materiálu neboť by vedla k odstranění substrátu z kořenového balu sazenice.

Deformace kořenového systému oslabuje strom, tyto stromy jsou častěji napadány parazityckými houbami (václavka, outkovka, kořenovník). Stromy se silně deformovanými kořeny mohou být častěji napadeny i hmyzími škudci MAUER et al. (2013).

Deformace kořenového systému dochází i při nesprávné výsadbě a nedodržení základních pravidel, kdy může dojít k deformaci kořenového systému prostokořenné a krytokořenné sazenice a následnému vývoji během růstu. Deformace kořenového systému při výsadbě vznikají nejčastěji při „namačkání“ kořenů do jamky nebo štěrbinu malého rozměru nebo v případě výsadby na těžké, jílovité a mokré půdy, kdy může docházet k utužení a ohlazení okolních stěn, a kořenový systém tak obtížně prorůstá z prostoru vytvořené jamky nebo štěrbinu.

Hlavní typy deformace kořenového systému je zploštění do horizontální nebo vertikální roviny, jednostranné (vlajkovité) formy, deformace typu U a J (hlavní kořen je deformován do tvaru těchto písmen), strboul (po vytvoření spirály dochází k vzájemnému prorůstání kořenů v prostoru obalu nebo jamky) a absence křivého kořenu.

Za nejnebezpečnější deformaci kořenového systému je považován strboul a absence křivého kořenu nebo pozitivně geotropicky rostoucích pánoh MAUER (2011).

3.7 Krytokořenný sadební materiál

Krytokořenný sadební materiál jsou rostliny vypěstované v umělých obalech naplněných substrátem (ČSN 482115).

3.7.1 Historie

Jedna z prvních zmínek o využití sadebního materiálu pěstovaného v obalech pochází ze Severní Ameriky. Původně se jednalo o využití papírových buněk. Postupně s vývojem plastového materiálu docházelo k vývoji plastových obalů, sloužících k pěstování sadebního materiálu.

V České republice se používají obaly k pěstování krytokořenného sadebního materiálu až od poloviny šedesátých let. Jednalo se o obaly typu sáčků z polyetylenu nebo různých textilií. Později došlo k používání rašelinocelulózových kelímků (RCK), které byly detailně ověřovány od roku 1961 (LOKVENC 1961, 1962, 1963). V letech 1985 až 1990 se těchto obalů dováželo a užívalo více než 10 miliónů ročně MAUER et al. (2006).

Současně s RCK byl začátkem sedmdesátých let převzat finský obal Nisula, který je charakteristický pěstováním sazenic v polyetylenových rolích.

V průběhu sedmdesátých let se postupně začaly prosazovat i obaly typu Paperpot (papírové voštinové buňky) a Kopparfors (pevné sadbovače s malými buňkami). Obdobné typy sadbovačů vznikaly i v domácí produkci.

K největšímu rozmachu krytokořenného sadebního materiálu v naší republice došlo koncem osmdesátých let. Produkce byla soustředěna na pěstování středního objemu 0,5 až 1,0 litru. Postupně ale docházelo k úpadku zájmu o krytokořenný sadební materiál. Hlavními důvody byla nesnadná manipulace a přeprava sazenic. Od konce devadesátých let došlo k opětovnému širšímu používání pěstování sadebního materiálu v obalech. Nyní se však používají nové typy obalů, plastové sadbovače, které mají řadu prvků, které zabezpečují kořenový systém před deformacemi (JURÁSEK, MARTINCOVÁ 2000, NÁROVCOVÁ 2004 aj.).

3.7.2 Typy používaných obalů a materiálu

Pro pěstování krytokořenného sadebního materiálu se používá několik typů obalů.

V závislosti na typu obalu může být sadební materiál pěstován několika způsoby.

3.7.2.1 Pevné obaly

Obaly, které neumožňují prorůstání kořenů, musí být před výsadbou odstraněny. Jsou vyrobeny z pevných a odolných materiálu, což umožňuje opakované použití. Další výhodou je možnost mechanizovaného či automatizovaného plnění a výsevu. Vzhledem ke své pevnosti se s nimi dobře manipuluje. Obaly menšího objemu se obvykle spojují do sadbovačů s větším počtem buněk.

Sadbovač typu Quick Pot, HIKO nebo MAN – krytokořenný sadební materiál pěstovaný technologií „na vzduchovém polštáři“

Kelímek 2l, K 5l – krytokořenný sadební materiál pěstovaný v plastových obalech s uvedením objemu

Další typy obalů: jedná se o celou řadu obalů na bázi typů sadbovač nebo kelímek, liší se obchodním označením, případně tvarem a způsobem používání.

3.7.2.2 Měkké obaly

Obaly, které umožňují prorůstání kořenů, se při výsadbě vysazují společně se sazenicí. Jsou vyrobené z materiálu, který zaručí pevnost v době plnění, transportu a umožní následný úplný a rychlý rozklad v půdě po výsadbě. Problematické je mechanizované či automatizované plnění. Obaly jsou většinou vyráběny jednotlivě s následným umístěním na vhodnou podložku např. paletu.

Rašelinocelulózný kelímek RCK – krytokořenný sadební materiál zakořeněný v prorůstavých rašelino-celulózných kelímcích

Další typy obalů: jutový kelímek, papírový kelímek, Paperpost

3.7.2.3 Přechodné obaly

Obaly, které umožní prorůstání kořenů, ale způsobují jejich zaškrcování. Obal je nutné před výsadbou odstranit nebo alespoň silně mechanicky narušit. Jejich plnění a manipulace je obdobná jako u měkkých obalů.

PE – krytokořenný sadební materiál pěstovaný (zakořeněný) v polyetylenových sáčcích

Další typy obalů: textilní sáček, sáček ze síťoviny.

3.7.2.4 Výhody

- Zkrácení doby pěstování s možností pružněji reagovat na poptávku, mimo jiné i v případě nutnosti zalesnění kalamitních holin.

- Výrazné prodloužení časového úseku, kdy je možné zalesňovat. Je tak možné efektivněji využívat pracovní síly v pěstební činnosti a zvládnout velké objemy zalesnění.

- Ochrana kořenů během manipulace a z ní vyplývající nižší šok z přesazení, vyšší ujmavost a rychlejší obnova růstu po výsadbě.

- U výpěstků z intenzivních technologií pěstování je rychlé obnovení růstu kořenů podporováno předchozím „řezem vzduchu“ (vzduchovým polštářem), kdy se vytváří větší množství kořenových základů, z nichž se po výsadbě v optimálních podmínkách rozrůstá kvalitní kořenový systém MAUER et al. (2006).

- Rychlejší odrůstání kultur založených krytokořenným sadebním materiálem, zkrácení nezbytné péče o ně a dřívější dosažení stavu zajištěné kultury.

- Možnost účinnější aplikace repelentů proti biotickým škůdcům již ve školce před expedicí. Možnost umělé mykorhizí. Při použití krytokořenného sadebního materiálu umožňují právní normy snížit minimální hektarové počty sazenic až o 20%.

- Krytokořenný sadební materiál lze vysazovat v průběhu celého roku, jsou však období, kdy je i tato výsadba riziková. Je to období, kdy je půda zmrzlá nebo rozbahnělá. V období letních přísušků, v době intenzivního přírůstku (může lehce dojít k poškození nadzemní části, v tomto období ani krytokořenný sadební materiál příliš nesnáší manipulaci). Před příchodem obzvláště pozdních mrazů (zejména tam, kde se vyskytují často). Po větších deštích na těžších půdách, neboť téměř vždy v půdě vytvoříme ohlazené stěny.

3.7.2.5 Nevýhody

- Vyšší cena krytokořenného sadebního materiálu.
- Obvykle vyšší náklady na dopravu a další manipulaci.
- Zvýšené nebezpečí deformací gací kořenů. (Jurásek a kol., 2004)

Krytokořenný sadební materiál lze sázet pomocí sázecích rour, sázecích trnů, dutých rýčů, sázecích lopatek (sazečů) a jamkovou sadbou. Při sadbě krytokořenného sadebního materiálu platí stejné biologické principy jako pro sadbu prostokořenného sadebního materiálu. Nesmí dojít k příliš velkému zhutnění půdy, nesmí být vytvořeny ohlazené stěny otvoru, všechny užití pracovní pomůcky musí být bez problému zašlápnuty celé do půdy. Pro sadbu krytokořenného sadebního materiálu však platí i další pravidla. Kořenový bal musí mít stejnou velikost a tvar jako vytvořený otvor v půdě. Bal musí jít celý lehce zasunout do vytvořeného otvoru a nikde nesmí být vzduchová kapsa.

Nepříjemné je „nacpání“ kořenového balu do otvoru, jeho deformace nebo úprava velikosti. Kořenový bal musí být soudržný, vlhký a vyhnojený (nerespektování tohoto pravidla většinou znamená velké a rychlé ztráty po výsadbě). Povrch kořenového balu musí být překryt cca 2 cm půdy nebo mulče (překrytí zabraňuje rychlému vysychání kořenového balu, vymrzání rostlin a vytváří podmínky pro vznik nových adventivních kořenů).

Sadba, kdy část kořenového balu vyčnívá nad úroveň terénu, je nepřijatelná. Nejvhodnějším biologickým způsobem sadby krytokořenného sadebního materiálu je jamková sadba, neboť minimalizuje všechna negativa užití pracovních pomůcek. Šířka jamky minimálně 1,5x šířka kořenového balu, výška jamky minimálně výška kořenového balu + 2 cm na jeho překrytí.

3.8 Prostokořenný sadební materiál

Sazenice, jejichž kořenový systém není chráněn půdním obalem.

Prostokořenné sazenice jsou semenáčky, sazenice, poloodrostky a odrostky generativního a vegetativního původu, které se pěstují v různých substrátech na záhonech pro potřeby obnovy lesa a zalesňování, vyzvedávají se s obnaženými kořeny (Lesnický naučný slovník, 1994). Jedná se o tradiční způsob pěstování sadebního materiálu lesních dřevin. V současné době je prostokořenný sadební materiál v ČR nejpoužívanějším sadebním materiálem pro obnovu lesa.

Nejběžnějšími způsoby pěstování prostokořenného sadebního materiálu je školkování a podřezávání.

3.8.1 Školkování

Školkováním se rozumí přesazování semenáčku (případně i sazenic) na jiný záhon. Účelem školkování je vypěstovat sazenice s nedeformovaným kořenovým systémem a vyvinutou nadzemní částí. Zdrojem semenáček je výsev semene na záhon, zpravidla v předchozím roce. Před školkováním se semenáčky vyzvednou ze země. V případě, že nedojde k následnému zaškolkování je potřeba semenáčky vhodně chránit před vysušením kořenového systému, např. krátkodobé uložení ve sněžné jámě, klimatizovaném skladu. Školkování je prováděno ručně nebo pomocí mechanizace, tzv. školkovacího stroje.

Hlavní zásady správného školkování:

- semenáčky před školkováním vytřídit – odstranit nekvalitní, poškozené, málo vyvinuté jedince
- chránit semenáčky během školkování před vysycháním
- školkovat do řádně připravené půdy a za příznivých atmosférických podmínek

- dodržovat pravidelný spon a rozestupy
- nedeformovat kořenový systém
- semenáčky vysazovat ve svislé poloze
- kořenový krček umístit těsně na povrch půdy
- zajistit dokonalý styk kořenové systému s půdou
- zaškolkované semenáčky zavlažit, případně stínit

Školkování je možné provádět na jaře, v létě a na podzim.

Jarní školkování je vhodné pro všechny dřeviny, provádí se zpravidla v březnu, dubnu v závislosti na počasí. Zprvu by měl být školkován modřín, následně listnáče a jehličnany, nejpozději jedle obrovská a douglaska.

Letní školkování je vhodné pro semenáčky pěstované intenzivním způsobem, pod folií. Školkuje se zpravidla od konce července do poloviny září.

Podzimní školkování je nejméně vhodné. Školkuje se pouze buk a modřín, nejzazším termínem ukončení prací je polovina listopadu.

3.8.2 Podřezávání

Podřezávání nahrazuje do určité míry školkování. Jedná se o mechanickou úpravu kořenového systému semenáčku nebo sazenic přímo na záhoně v půdě. Při této činnosti dochází ke zkracování kořenové systému, zmnožení kořenů a vytvoření soustředěného (svazčitého) kořenového systému bohatého na koncové kořeny.

Podřezávání kořenového systému lze využít:

- u semenáček různých druhů dřevin (zejména borovice, dub, buk) určených k výsadbě bez školkování
- u školkovaných sazenic pěstovaných na čtyřletý až šestiletý sadební materiál
- při pěstování poloodrostků, kde může nahradit druhé školkování
- u semenáčku a sazenic, které je třeba předržet další rok na záhoně

Kořenový systém se může podřezávat horizontálně i vertikálně. Horizontální podřezávání je prováděno vodorovným nožem, většinou celozáhonově nebo po jednotlivých řádcích.

Důležité je, aby bylo prováděno ostrými noži do tloušťky 3 mm, v opačném případě dochází k pohmoždění, rozštěpování a vychylování kořenů z původní polohy. Řez není navíc veden kolmo na osu kořene. V důsledku toho kambium a část dřevního válce nad řezem odumírá a rány se nezacelují.

Vertikální podřezávání je prováděno diskovými noži s přitlačnými koly.

Po odříznutí kořenů je důležité záhon umáčknout, aby se omezily nepříznivé následky nakypřené zeminy. Semenačky nebo sazenice je potřeba po podříznutí zavlažit, v době prísušku opakovaně. Vhodné je i přihnojení, které přispívá k překonání následků redukce kořenové systému.

3.8.3 Sklizeň prostokořenného sadebního materiálu

Sklizeň je soubor operací zahrnující celou manipulaci se semenačkami a sazenicemi od vyzvedávání, třídění, balení, skladování a expedici.

Vyzvedávání sazenic může být prováděno ručně nebo mechanizovaně. Nejčastějším způsobem je podorání sazenic mechanickým vyorávačem, který vytřeše částečně zeminu, a následně ruční sběr, třídění a balení sazenic. V případě velkých školek je možné použití celozáhonových sklízečů, které podorají sazenice, pomocí dopravníků je vynesou na třídící stůl, kde se třídí, počítají a ukládají do polyetylenových pytlů. Některé typy sklízečů disponují i elektronickým systémem počítání.

Sazenice se vyzvedávají na jaře nebo na podzim. Na podzim se vyzvedávají především listnáče určené na podzimní výsadbu. Dále je možné vyzvedávat sazenice určené na jarní výsadbu, podmínkou je uskladnění v klimatizovaných skladech. Jiný způsob uskladnění se nedoporučuje. Na jaře se vyzvedávají všechny druhy jehličnanů a listnáčů. Důležité je vyzvedávání v době, kdy ještě nejsou jejich fyziologické pochody aktivovány.

Pokud dochází k vyzvedávání narašených sazenic, nelze je skladovat (ani krátkodobě) v uzavřených obalech, skladech či na zalesňovaných plochách bez založení. Nejvíce jsou citlivé listnáče a modřín, z jehličnanů je méně citlivý smrk a jedle než borovice. Relativně nejméně citlivá je jedle obrovská a douglaska tisolistá (Dušek, 1997).

Vyzvednuté sazenice je nutné chránit před vysycháním kořenového systému, tzn. zkrátit dobu expozice kořenového systému sazenice vlivům okolí na co nejkratší dobu.

Sazenice lze skladovat ve sněžné jámě, klimatizovaném skladišti nebo založením do půdy. Při dopravě je nutné chránit kořenový systém sazenice vhodným zakrytím, dobu přepravy zkrátit na co nejkratší, obzvláště v době slunečního svitu.

4 Popis zájmového území

Zdroj: Textové části LHP zpracované pro LHC Hudčice, Kocelovice, Bělčice
(platnost hospodářského plánu 1. 1. 2010 – 31. 12. 2019)

4.1 Všeobecné údaje

Porosty, v nichž proběhla sledovaná obnova lesa, jsou majetkem obcí Hudčice (okr. Příbram), Kocelovice a Bělčice (okr. Strakonice).

Obec Hudčice vlastní 75,14 ha pozemků určených k plnění funkce lesa, které se skládají ze 74,15 ha porostní půdy, 0,45 ha bezlesí a 0,54 ha ostatních ploch.

Obec Kocelovice vlastní 144,10 ha pozemků určených k plnění funkce lesa, které se skládají z 140,43 ha porostní půdy, 0,15 ha bezlesí a 3,52 ha ostatních ploch.

Obec Bělčice vlastní 279,93 ha pozemků určených k plnění funkce lesa, které se skládají z 275,44 ha porostní půdy, 2,80 ha bezlesí a 1,69 ha ostatních ploch.

4.2 Přírodní poměry

Lokalita se nachází v přírodní lesní oblasti 10 – Středočeská pahorkatina. Jedná se o největší přírodní lesní oblast v Čechách s nadmořskou výškou mezi 220 a 600 metry, velká část území leží mezi 350 a 400 metry.

Při detailním geomorfologickém členění se odlišuje ještě pahorkatina Vlašimská (500 – 550 m n. m.), Benešovská (400 – 500 m n. m.), Blatenská (500 – 550 m n. m.), jejíž střed tvoří Blatenská kotlina s četnými rybníky (420 – 500 m n. m.)

4.3 Hydrologické poměry

Hydrologicky patří území do povodí Vltavy (přítoky Lužnice, Sázava, Otava) a Berounky (Litavka).

4.4 Geologické poměry

Území je většinou tvořeno krystalickou břidlicí střeďočekského plutonu (žuly a žuloruly). Převaha hlinitopísčítých půd souvisí se zvětráváním žul a rul na většině území.

4.5 Klimatické poměry

Jedná se o mírně suchou klimatickou oblast, povětšinou s mírnou zimou. Průměrná roční teplota se pohybuje mezi 7,0 a 7,5 °C, průměrné roční srážky mezi 539 a 656 mm.

5 Popis porostů se založenou kulturou

Zdroj: Hospodářská kniha zpracovaná pro LHC Hudčice, LHC Bělčice a LHC Kocelovice (1. 1. 2010 -31. 12. 2019)

5.1 Porost 68H12

Vlastník porostu: Obec Hudčice LHC 113422

Věk porostu: 120 let

Výměra porostu: 4,13 ha, tvořena z 2 částí

Lesní vegetační stupeň: 3. dubovo -bukový (400 až 550 m.n.m)

Soubor lesních typů: 3K – kyselá dubová bučina

Lesní typ: 3K1

Hospodářský soubor: 433 – Smrkové (borové) hospodářství kyselých stanovišť středních poloh

Minimální podíl MZD: 25 %

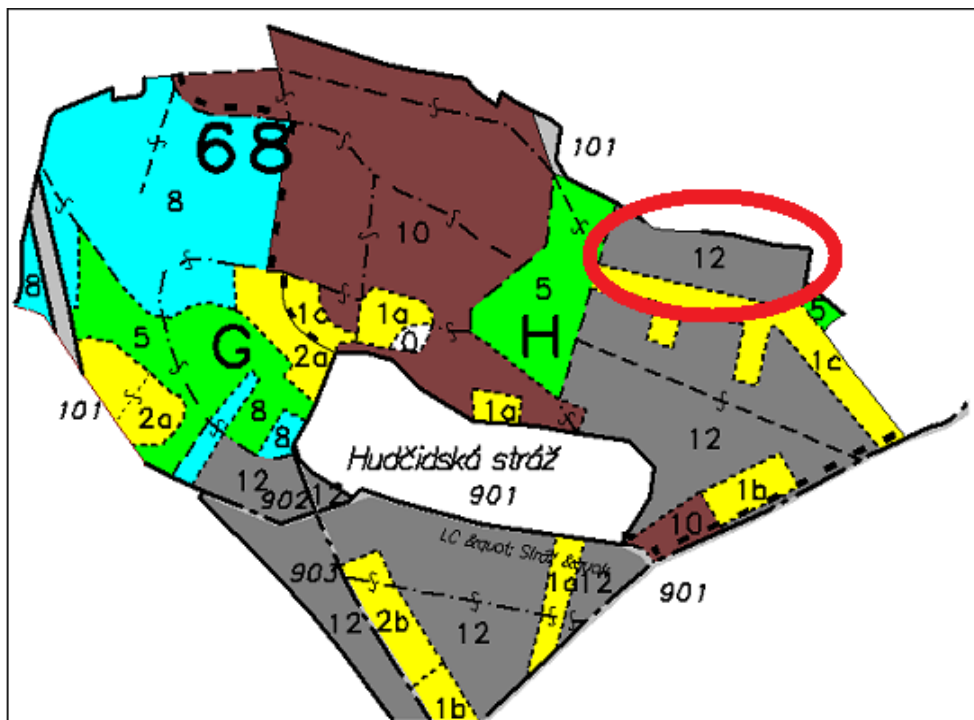
Současná dřevinná skladba: Borovice lesní 90 %

Modřín opadavý 10 %

Doporučená dřevinná skladba: Borovice lesní 70 %

Dub letní 30 %

Při obnově porostu byl, dle předpisu, smýcen holou sečí severní okraj porostu o výměře 0,98 ha. Ponechány výstavky MD. Klest byl odstraněn pomocí vyvážecí soupravy a štěpkováním na odvozním místě. Obnovovaný porost je zakreslen na přiložené mapě č. 1.



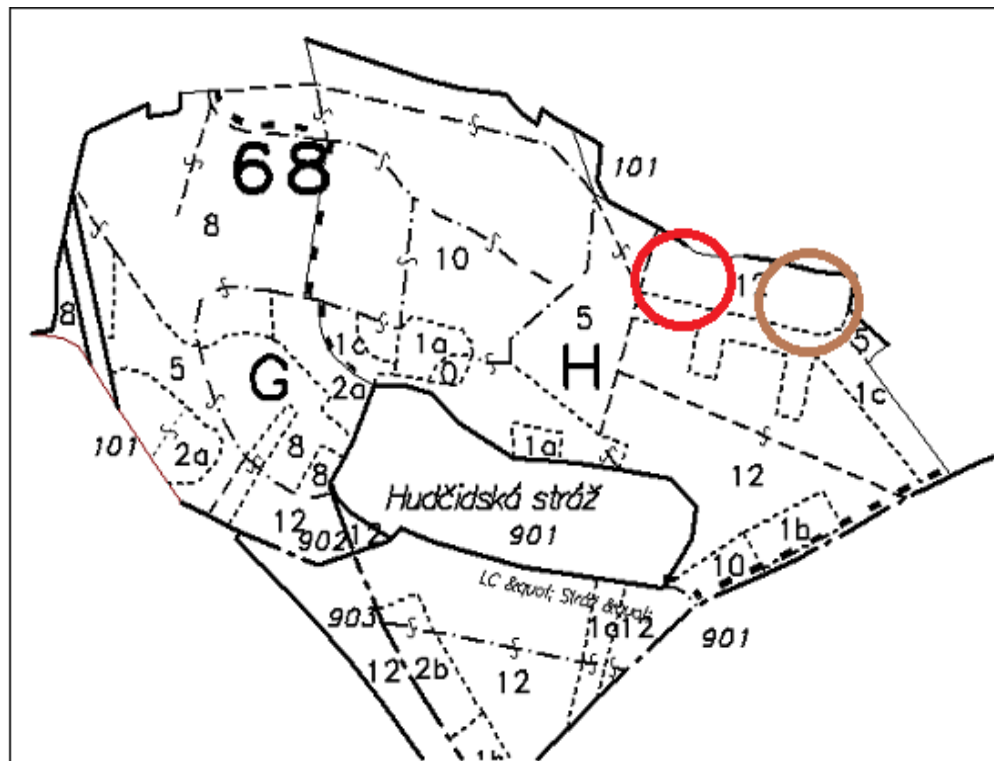
Mapa č. 1: Porostní mapa s vyznačenou obnovou v porostu 68H12.

K zalesňování vzniklé paseky byly použity sazenice dubu letního. Prostokořenné sazenice s označením 1-1 (2letá sazenice s podřezávanými kořeny) a krytokořenné sazenice s označením fk1+0 (1letá sazenice pěstovaná v obalu a fóliovníku). Použity sazenice ve výškovém rozpětí 26 až 50 cm. Sazenice byly sázeny v počtu 8 000 ks na hektar, spon 1x1,25 m, šterbinově, za pomoci sázecího rýče.

Krytokořenné sazenice byly vysazeny ve druhé polovině září 2011 na plochu 0,45 ha v celkovém počtu 3600 ks a prostokořenné sazenice v první polovině dubna 2012, na ploše 0,45 ha v celkovém počtu 3400 ks.

Celkový počet sazenic a plochy činí 7 000 ks na 0,90 ha. Plocha s dubem letním oplocena uzlíkovým pletivem. Zbylá plocha (0,08 ha), která není oplocena, byla zalesněna na jaře 2013 borovicí lesní. Tento neoplocený pás slouží k volnému pohybu zvěře mezi oplocenkami s dubem. Sadební materiál byl na ploše oddělen pomocí dřevěných kulíků a značkovacího spreje, aby nedošlo k záměně při kontrole zalesnění. Rozmístění sadebního materiálu je znázorněno na přiložené mapě č. 2.

Ve vznikající kultuře dubu letního, založené na přelomu roku 2011/2012 prostokořenným a krytokořenným sadebním materiálem, není na první pohled patrné rozmístění sadebního materiálu na ploše. Pohled na vznikající kulturu dubu letního je zobrazen na příložené fotografii č. 1.



Mapa č. 2: Umístění krytokořenných sazenic (červeně) a prostokořenných sazenic (hnědě).



Fotografie 1: Kultura dubu letního založená na přelomu roku 2011/2012.

5.2 Porost 88 D12

Vlastník porostu: Obec Bělčice LHC 113428

Věk porostu: 115 let

Výměra porostu: 3,19 ha, tvořena z 2 částí

Lesní vegetační stupeň: 4. bukový (550 až 600 m.n.m)

Soubor lesních typů: 4P – kyselá buková jedlina

Lesní typ: 4P1

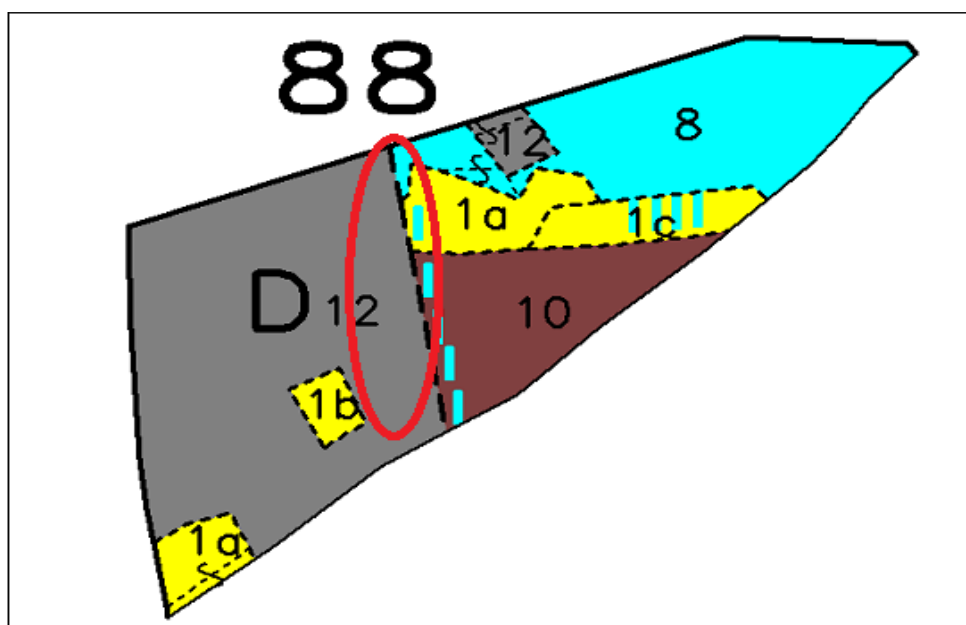
Hospodářský soubor: 471 – Smrkové (borové) hospodářství oglejených stanovišť
středních poloh

Minimální podíl MZD: 35 %

Současná dřevinná skladba:	Smrk ztepilý	80 %
	Borovice lesní	16 %
	Modřín opadavý	2 %
	Dub zimní	2 %

Doporučená dřevinná skladba: Smrk ztepilý	60 %
Buk lesní	20 %
Jedle bělokorá	20 %

Při obnově porostu byl, dle předpisu, smýcen holou sečí východní okraj porostu o výměře 0,45 ha. Klest byl odstraněn pomocí vyvážecí soupravy a štěpkováním na odvozním místě. Obnovovaný porost je zakreslen na přiložené mapě č. 3.



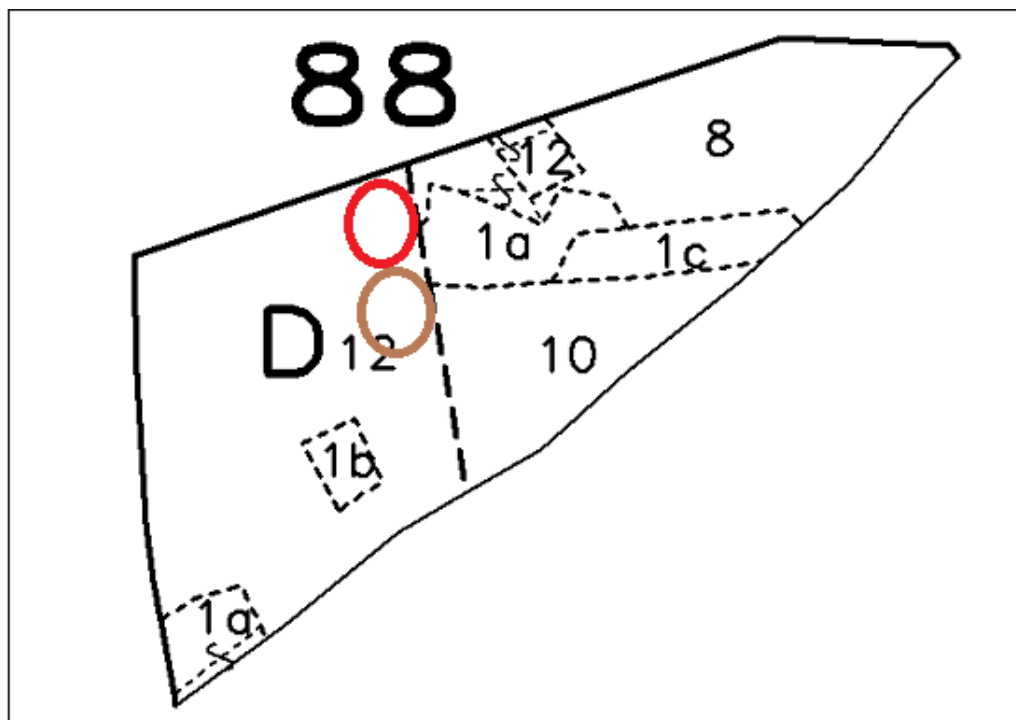
Mapa č. 3: Porostní mapa s vyznačenou obnovou v porostu 88D12.

K zalesňování vzniklé paseky byly použity sazenice buku lesního. Prostokořenné sazenice s označením 1-1 (2letá sazenice s podřezávanými kořeny) a krytokořenné sazenice s označením fk1+0 (1letá sazenice pěstovaná v obalu a fóliovníku). Použity sazenice ve výškovém rozpětí 26 až 35 cm. Sazenice byly sázeny v počtu 10 000 ks na hektar, spon 1x1 m, šterbinově, za pomoci sázecího rýče. Krytokořenné sazenice byly vysazeny ve druhé polovině září 2011 na plochu 0,10 ha v celkovém počtu 1 000 ks a prostokořenné sazenice, v první polovině dubna 2012 na ploše 0,10 ha v celkovém počtu 1 000 ks. Celkový počet sazenic a plochy činí 2 000 ks na 0,20 ha. Zbýlá plocha (0,25 ha) zalesněna na podzim 2012 smrkem ztepilým.

Plocha s bukem lesním oplocena uzlíkovým pletivem. Sadební materiál byl na ploše oddělen pomocí dřevěných kulíků a značkovacího spreje, aby nedošlo k záměně při kontrole zalesnění.

Rozmístění sadebního materiálu je znázorněno na přiložené mapě č. 4.

Ve vznikající kultuře buku lesního, založené na přelomu roku 2011/2012 prostokořenným a krytokořenným sadebním materiálem, není na první pohled patrné rozmístění sadebního materiálu na ploše. Pohled na vznikající kulturu buku lesního je zobrazen na přiložené fotografii č. 2.



Mapa č. 4: Umístění krytokořenných sazenic (červeně) a prostokořenných sazenic (hnědě).



Fotografie č. 2: Kultura buku lesního založená na přelomu roku 2011/2012.

5.3 Porost 86 E10

Vlastník porostu: Obec Bělčice LHC 113428

Věk porostu: 100 let

Výměra porostu: 4,38 ha

Lesní vegetační stupeň: 3. dubovo-bukový (400 až 550 m.n.m)

Soubor lesních typů: 3K – kyselá dubová bučina

Lesní typ: 3K4

Hospodářský soubor: 431 – Smrkové (borové) hospodářství kyselých stanovišť
středních poloh

Minimální podíl MZD: 35 %

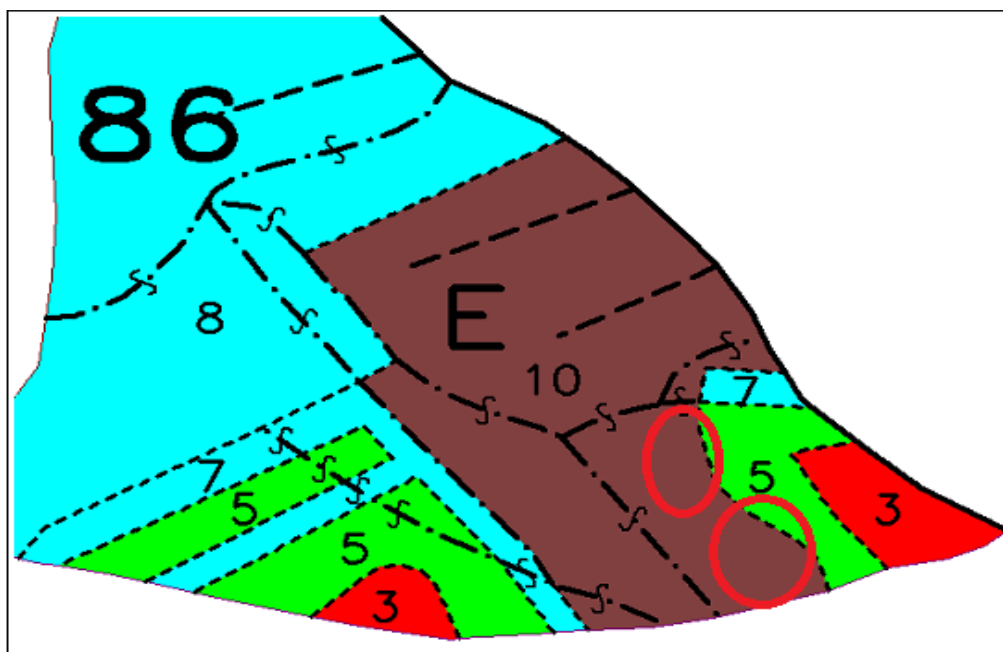
Současná dřevinná skladba: Smrk ztepilý 70 %

Borovice lesní 20 %

Doporučená dřevinná skladba: Smrk ztepilý 60 %

Buk lesní 40 %

Při obnově porostu byl, dle předpisu, smýcen holou sečí východní okraj porostu o výměře 0,45 ha. Klest byl odstraněn pomocí vyvážecí soupravy a štěpkováním na odvozním místě. Obnovovaný porost je zakreslen na přiložené mapě č. 5.

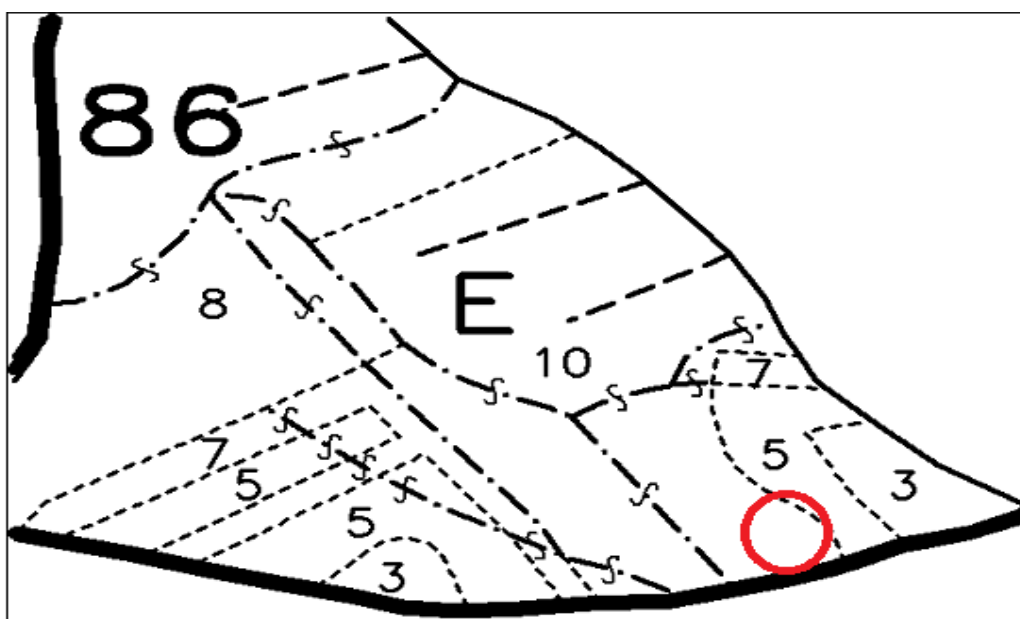


Mapa č. 5: Porostní mapa s vyznačenou obnovou v porostu 86E10.

K zalesňování vzniklé paseky byly použity kytokořenné sazenice buku lesního s označením fk1+0 (11letá sazenice pěstovaná v obalu a fóliovníku). Použité sazenice ve výškovém rozpětí 26 až 35 cm. Sazenice byly sázeny v počtu 10 000 ks na hektar, spon 1x1 m, štěrbinově, za pomoci sázecího rýče.

Kytokořenné sazenice byly vysazeny ve druhé polovině září 2011 na plochu 0,15 ha v celkovém počtu 1 500 ks. Zbylá plocha (0,30 ha) zalesněna na jaře 2012 smrkem ztepilým. Plocha s bukem lesním oplocena uzlíkovým pletivem. Rozmístění sadebního materiálu je znázorněno na přiložené mapě č. 6.

Pohled na vznikající kulturu buku lesního je zobrazen na přiložené fotografii č. 3.



Mapa č. 6: Umístění krytokořenných sazenic (červeně).



Fotografie č. 3: Kultura buku lesního založena v září 2011.

5.4 Porost 13B7

Vlastník porostu: Obec Kocelovice LHC 113426

Věk porostu: 69 let

Výměra porostu: 3,16 ha

Lesní vegetační stupeň: 3. dubovo - bukový (400 až 550 m.n.m)

Soubor lesních typů: 4O – svěží dubová jedlina

Lesní typ: 4O1

Hospodářský soubor: 471 – Smrkové (borové) hospodářství oglejených stanovišť středních poloh

Minimální podíl MZD: 25 %

Současná dřevinná skladba: Smrk ztepilý 55 %

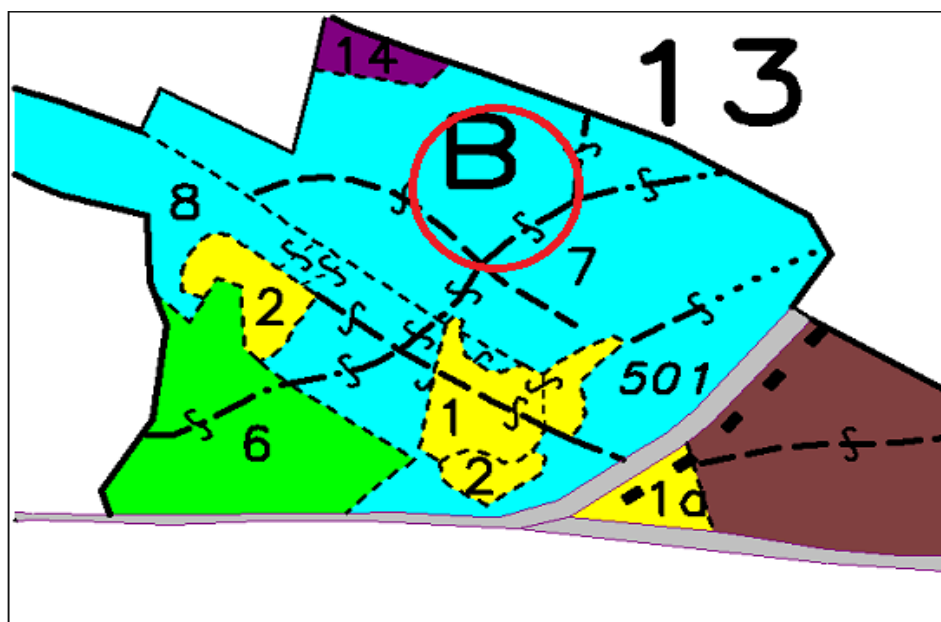
Borovice lesní 45 %

Doporučená dřevinná skladba: Smrk ztepilý 60 %

Buk lesní 20 %

Jedle bělokora 20 %

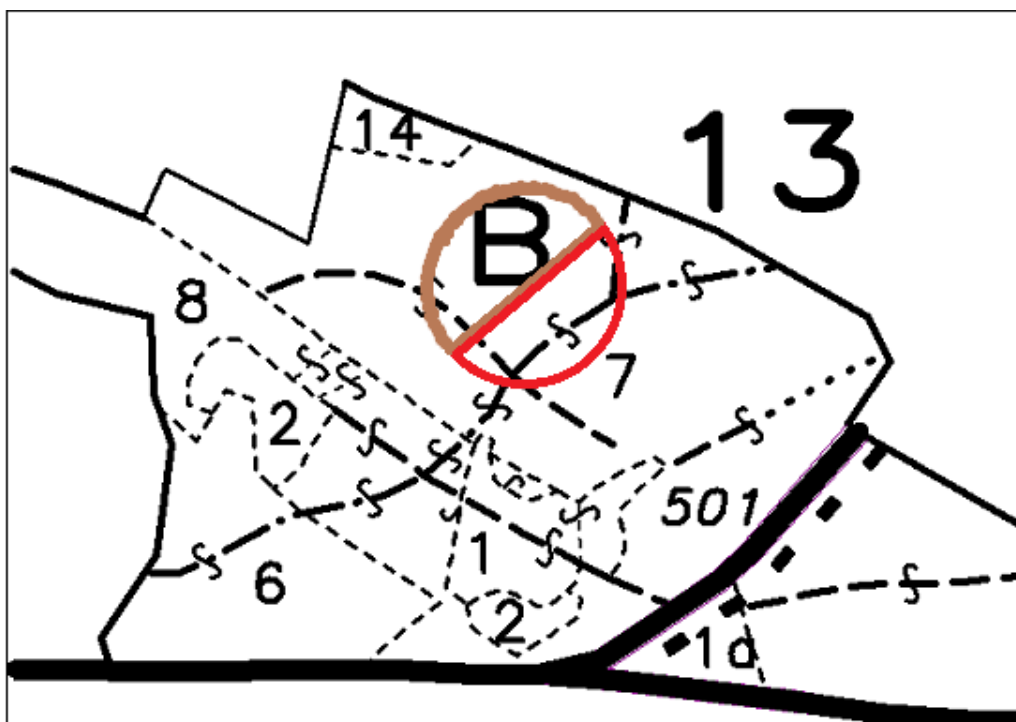
Při předemýtní nahodilé těžbě (způsobené větrem) vznikla ve středu porostu výtrž, přibližně kruhového tvaru a na ní navazující výtrž trojúhelníkovitého tvaru. Vzniklá plocha má výměru celkem 0,60 ha. Klest byl odstraněn pomocí vyvážecí soupravy a štěpkováním na odvozním místě. Obnovovaný porost je zakreslen na příložené mapě č. 5.



Mapa č. 7: Porostní mapa s vyznačenou obnovou v porostu 13B7.

K zalesňování vzniklé paseky byly použity sazenice buku lesního. Prostokořenné sazenice s označením 1-1 (2letá sazenice s podřezávanými kořeny) a krytokořenné sazenice s označením fk1+0 (1letá sazenice pěstovaná v obalu a fóliovníku). Použity sazenice ve výškovém rozpětí 26 až 35 cm. Sazenice byly sázeny v počtu 10 000 ks na hektar, spon 1x1 m, štěrbinově, za pomoci sázecího rýče. Krytokořenné sazenice byly vysazeny, ve druhé polovině září 2011, na plochu 0,20 ha v celkovém počtu 2 000 ks a prostokořenné sazenice, v první polovině dubna 2012, na ploše 0,2 ha v celkovém počtu 2 000 ks. Celkový počet sazenic a plochy činí 4 000 ks na 0,40 ha. Zbýlá plocha (0,20 ha) zalesněna na podzim 2012 smrkem ztepilým. Plocha s bukem lesním oplocena uzlíkovým pletivem. Sadební materiál byl na ploše oddělen pomocí dřevěných kulíků a značkovacího spreje, aby nedošlo k záměně při kontrole zalesnění. Rozmístění sadebního materiálu je znázorněno na příložené mapě č. 6.

Ve vznikající kultuře buku lesního, založené na přelomu roku 2011/2012 prostokořenným a krytokořenným sadebním materiálem, není na první pohled patrné rozmístění sadebního materiálu na ploše. Pohled na vznikající kulturu buku lesního je zobrazen na příložené fotografii č. 4.



Mapa č. 8: Umístění krytokořenných sazenic (červeně) a prostokořenných sazenic (hnědě).



Fotografie č. 4: Kultura buku lesního založena na přelomu 2011/2012.

6 Metodika

6.1 Terénní a měřičské práce

Vývoj morfologických znaků kořenových systémů prostokořenných a krytokořenných sazenic dubu a buku byl sledován na zkusných plochách, které byly vytyčeny v rámci vlastní bakalářské práce „Srovnání morfologických znaků prostokořenných a krytokořených sazenic“. Tyto zkusné plochy o rozměrech 10x10 m byly vytyčeny v obnovovaných porostech na září 2011 a v dubnu 2012. Na zkusných plochách byla, podobně jako v rámci bakalářské práce, zjišťována mortalita sazenic, změřena výška a tloušťka kořenového krčku jednotlivých sazenic a vizuálně zhodnocen jejich celkový stav.

Mortalita na jednotlivých zkusných plochách byla zjišťována spočítáním všech životaschopných sazenic, při zjišťování mortality byl u sazenice vizuálně hodnocen jejich celkový stav. Evidovány byly případné nežádoucí deformace kmínku, případně terminálů sazenic.

Pro měření výšky sazenic byla použita hliníková nivelační lať se stupnicí po 1 cm, pro měření tloušťky kořenové krčku použito digitální posuvné měřidlo s přesností na 0,01mm.



Fotografie č. 5: Měření výšky sazenic.



Fotografie č. 6: Měření tloušťky krčku.

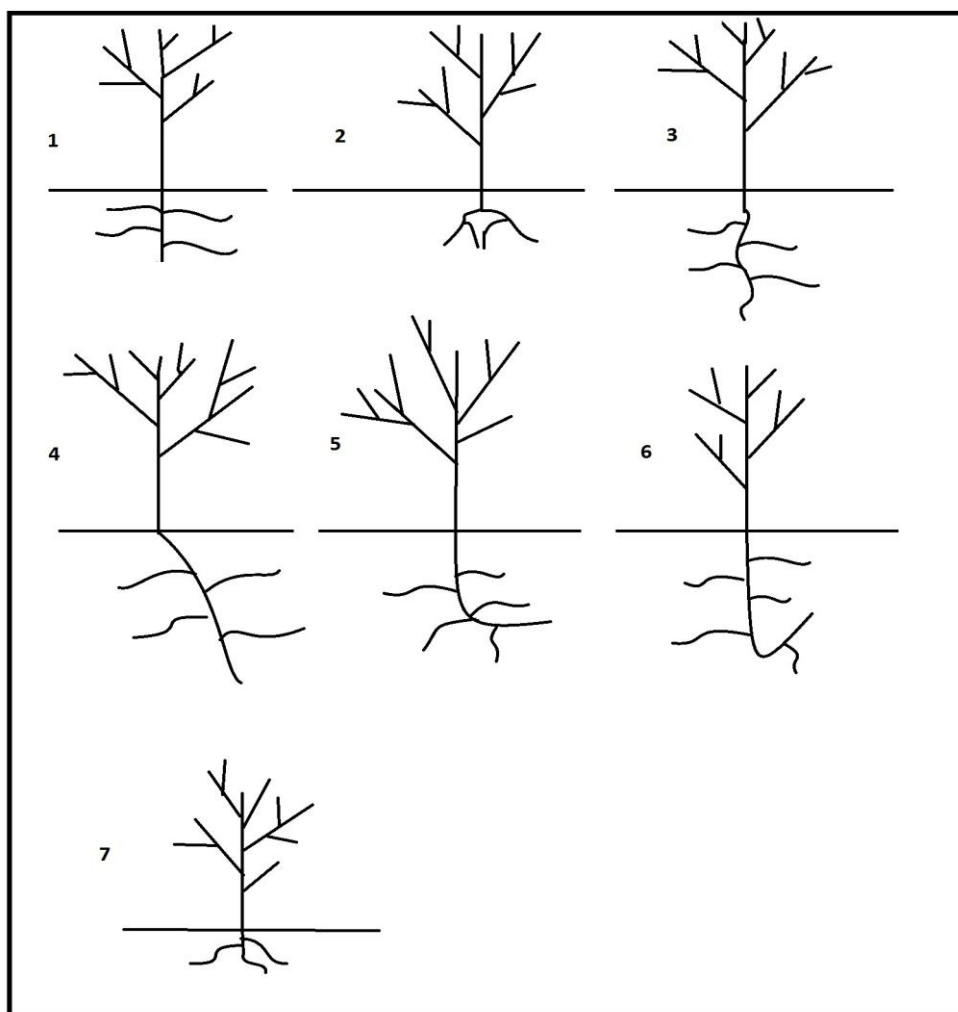
Na každé zkusné ploše byly vyjmuty ze země 2 sazenice, na kterých byl hodnocen vývoj kořenového systému a jeho případná deformace. Před hodnocením byl z každé sazenice odstraněn zemní bal pomocí proudu vody a opatrně odstraněny vrostlé kořeny buřeně tak, aby nedošlo k poškození kořenového systému sazenice.

Hodnocení deformace kořenového systému bylo provedeno okulárně, sazenice byly zařazeny do 3 tříd dle stanovených kritérií: třída I. - sazenice bez deformace kořenového systému, třída II. – sazenice s přípustnými deformacemi kořenového systému (zvlněný kulový kořen, neprůběžný kulový kořen s nadzemní částí, panohy) a třída III. – sazenice s nepřípustnými deformacemi kořenového systému.

Za nepřijatelné deformace kořenového systému byl považován ohnutý kulový kořen svírající ostrý a pravý úhel s nadzemní částí, kořenový systém s nevýrazným nebo nevyvinutým hlavním kulovým kořenem.

Tabulka č. 1: Hodnocení kořenového systému

Hodnocení kořenové systému sazenic			
Třída	Název třídy	Popis	viz.
I.	bez deformace	vyvinutý kulový kořen, souběžný s nadzemní částí	nákres č. 1
II.	s přípustnými deformacemi	panohy vzniklé podřezáváním, zvlněný kulový kořen, neprůběžnost kulového kořenu s nadzemní částí	nákres č. 2,3,4
III.	s nepřijatelnými deformacemi	kulový kořen uhnut do pravého úhlu kulový kořen svírá s nadzemní částí ostrý úhel kulový kořen není vyvinutý	nákres č. 5,6,7



Nákres č. 1: Kořenový systém sazenic.

Pro zpřesnění hodnocení deformace kořenového systému by bylo zapotřebí vyjmout větší počet sazenic ze země. To není ovšem možné s ohledem na umístění zkusných ploch v obnovovaných porostech a kvalitu kultury a budoucího porostu.

Následně bylo provedeno xylometrické měření objemu kořenového systému vyzvednutých sazenic v odměrných válcích. Kořenový systém byl rozdělen na menší části, které byly měřitelné v odměrných válcích. Byly použity skleněné odměrné válce o objemu 1 000 ml se stupnicí po 10 ml, objemu 500 ml se stupnicí po 5 ml a o objemu 250 ml se stupnicí po 2 ml. Při xylometrickém měření byla použita čistá voda a měření bylo uskutečňováno pouze na jednu stranu menisku, a to na spodní. Pro vkládání jednotlivých částí kořenového systému byl použit tenký drátek. Objemy jednotlivých částí byly sečteny a hodnota kořenového systému zapsána. Všechny části kořenových systému byly vkládány do odměrných válců v osušeném stavu.

6.2 Kancelářské práce

Zjištěné údaje v terénu byly zpracovány v programu Microsoft Office Excel 2010 do přehledných tabulek a grafů dle jednotlivých porostů, zkusných ploch, druhu dřeviny, typu sadebního materiálu a měření.

Ze zjištěných údajů o výšce, tloušťce kořenového krčku a z xylometrického objemu jednotlivých sazenic byla vypočtena aritmetickým průměrem průměrná hodnota výšky, tloušťky kořenového krčku a objemu kořenového systému sazenic.

Závěrem bylo provedeno porovnání a hodnocení vývoje morfologických znaků kořenového systému prostokořenných a krytokořenných sazenic.

7 Zjištěné údaje

7.1 Mortalita

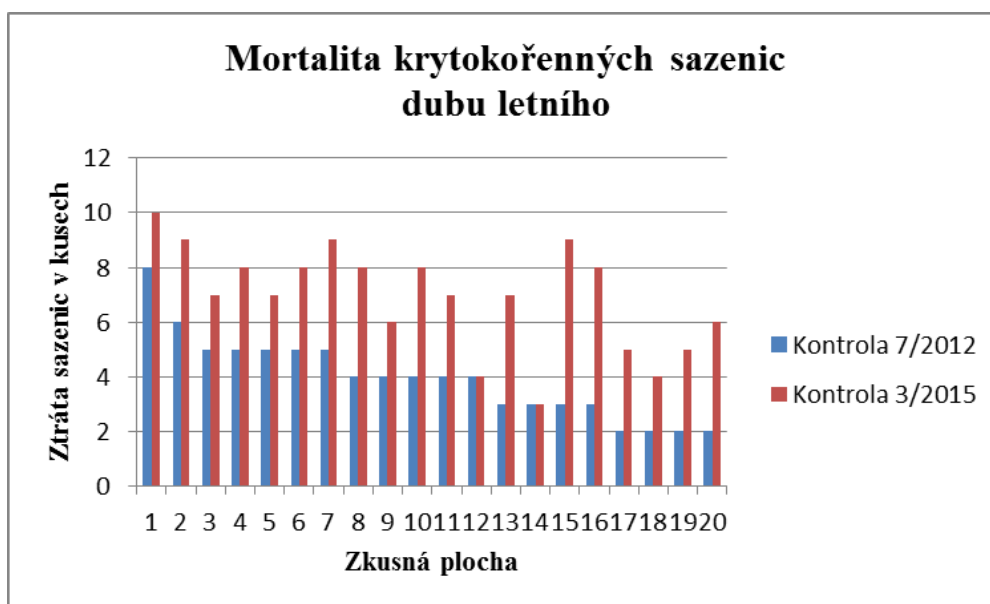
7.1.1 Porost 68H12

V porostu 68H12 byly v červenci 2012 vytyčeny zkusné plochy o rozměrech 10x10 m, na nichž bylo v rámci bakalářské práce kontrolováno zalesnění. Celkem bylo v porostu vytyčeno 40 zkusných ploch. 20 zkusných ploch s prostokořenným a 20 zkusných ploch s krytokořenným sadebním materiálem.

Na těchto zkusných plochách byla v březnu 2015 provedena opětovná kontrola a spočítány všechny životaschopné sazenice. Výsledky jednotlivých kontrol jsou zpracovány v tabulce č. 2-3 a grafu č. 4-5.

Tabulka č. 2: Mortalita krytokořenných sazenic dubu letního.

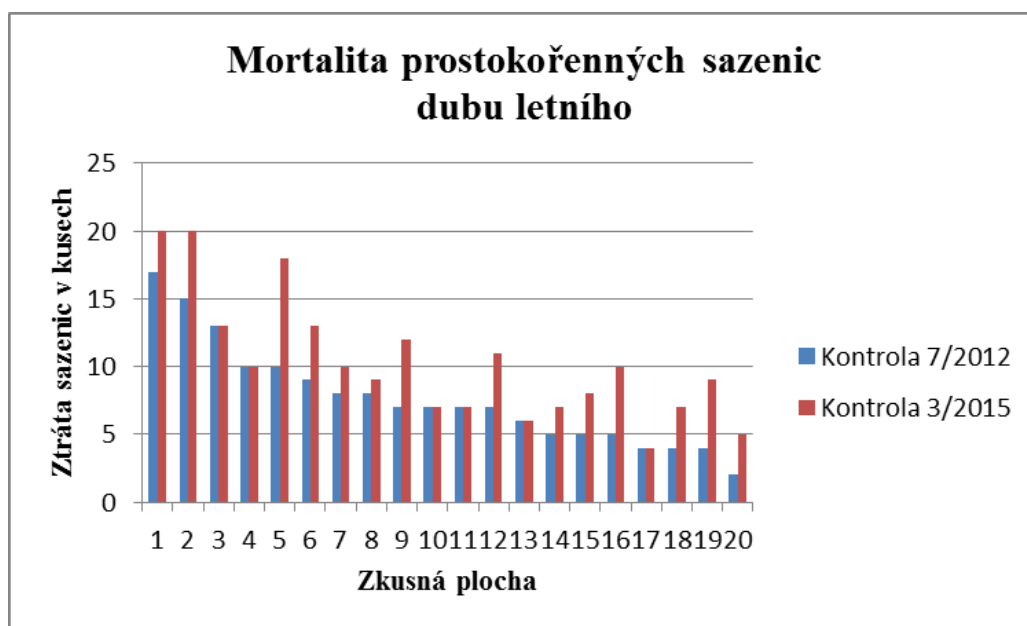
Číslo zkusné plochy	Počet sazenic na ploše při			Mortalita sazenic v 7/2012	Mortalita sazenic v 3/2015	Celková mortalita v %
	zalesňování v září 2011	kontrole zalesnění v červenci 2012	následné kontrole v březnu 2015			
1	80	76	72	4	8	10
2	80	75	73	5	7	9
3	80	78	75	2	5	6
4	80	77	73	3	7	9
5	80	75	72	5	8	10
6	80	76	74	4	6	8
7	80	75	73	5	7	9
8	80	75	72	5	8	10
9	80	72	70	8	10	13
10	80	76	72	4	8	10
11	80	77	77	3	3	4
12	80	75	71	5	9	11
13	80	78	76	2	4	5
14	80	74	71	6	9	11
15	80	76	73	4	7	9
16	80	78	75	2	5	6
17	80	78	74	2	6	8
18	80	76	76	4	4	5
19	80	77	71	3	9	11
20	80	77	72	3	8	10
celkem	1600	1521	1462	79	138	9



Graf č. 4 : Porovnání mortality krytokořenných sazenic při kontrolách výsadby.

Tabulka č. 3: Mortalita prostokořenných sazenic dubu letního.

Číslo zkusné plochy	Počet sazenic na ploše při			Mortalita sazenic v 7/2012	Mortalita sazenic v 3/2015	Celková mortalita v %
	zalesňování v budnu 2012	kontrole zalesnění v červenci 2012	následné kontrole v březnu 2015			
1	80	76	76	4	4	5
2	80	75	73	5	7	9
3	80	73	68	7	12	15
4	80	70	70	10	10	13
5	80	65	60	15	20	25
6	80	72	70	8	10	13
7	80	73	73	7	7	9
8	80	67	67	13	13	16
9	80	63	60	17	20	25
10	80	71	67	9	13	16
11	80	73	73	7	7	9
12	80	72	71	8	9	11
13	80	75	72	5	8	10
14	80	73	69	7	11	14
15	80	76	73	4	7	9
16	80	78	75	2	5	6
17	80	76	71	4	9	11
18	80	74	74	6	6	8
19	80	75	70	5	10	13
20	80	70	62	10	18	23
celkem	1600	1447	1394	153	206	13



Graf č. 5: Porovnání mortality prostokořenných sazenic při kontrolách výsadby.

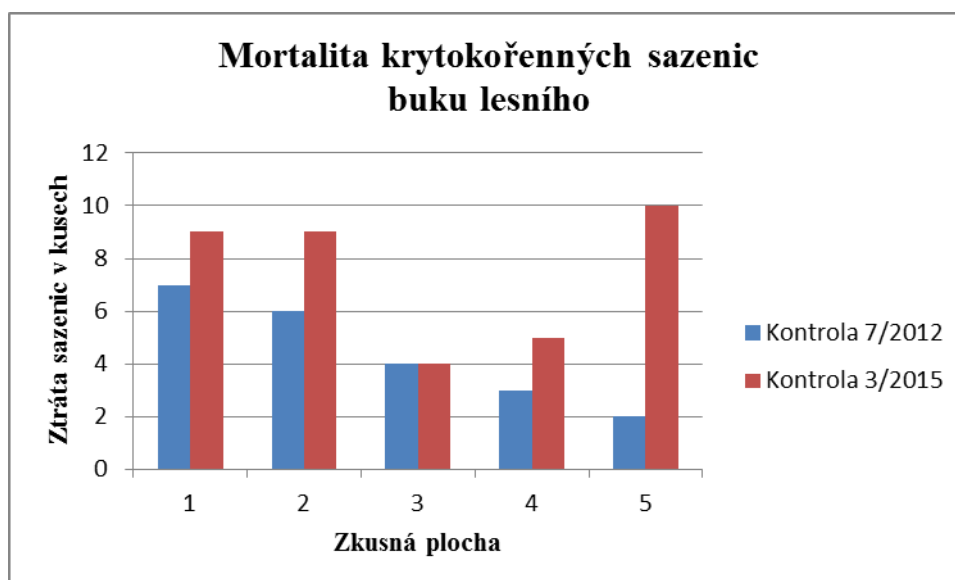
Z výsledku kontrol provedených v červenci 2012 a březnu 2015 a vzájemného porovnání obou kontrol je zřejmé, že došlo ke ztrátě sazenic i v době mezi jednotlivými kontrolami. Tato ztráta mohla být způsobena abiotickými či biotickými činiteli. Jako nejpravděpodobnějším se však jeví useknutí sazenice při ochraně proti buřeni. I přes tuto další ztrátu sazenic nevznikla v obnovovaném porostu plocha, která by vyžadovala dodatečné vylepšení výsadby, na ploše došlo k přirozené obnově modřínu opadavého a borovice lesní. V současné době je velká část obnovované plochy porostu na hranici zajištění kultury, tzn., že již téměř odrostla buřeni a okusu zvěře. Dále splňuje požadavek na minimálně počet 80 % životaschopných sazenic z minimálního počtu sazenic na hektar, uvedených v příloze vyhlášky 139/2004 Sb., které jsou rozmístěny rovnoměrně po obnovované ploše.

7.1.2 88D12

V porostu 88D12 byly v červenci 2012 vytyčeny zkusné plochy o rozměrech 10x10 m, na nichž bylo v rámci bakalářské práce kontrolováno zalesnění. Celkem bylo v porostu vytyčeno 10 zkusných ploch. 5 zkusných ploch s prostokořenným a 5 zkusných ploch s krytokořenným sadebním materiálem. Na těchto zkusných plochách byla v březnu 2015 provedena opětovná kontrola a spočítány všechny životaschopné sazenice. Výsledky jednotlivých kontrol jsou zpracovány v tabulce č. 4-5 a grafu č. 6-7.

Tabulka č. 4: Mortalita krytokořenných sazenic buku lesního.

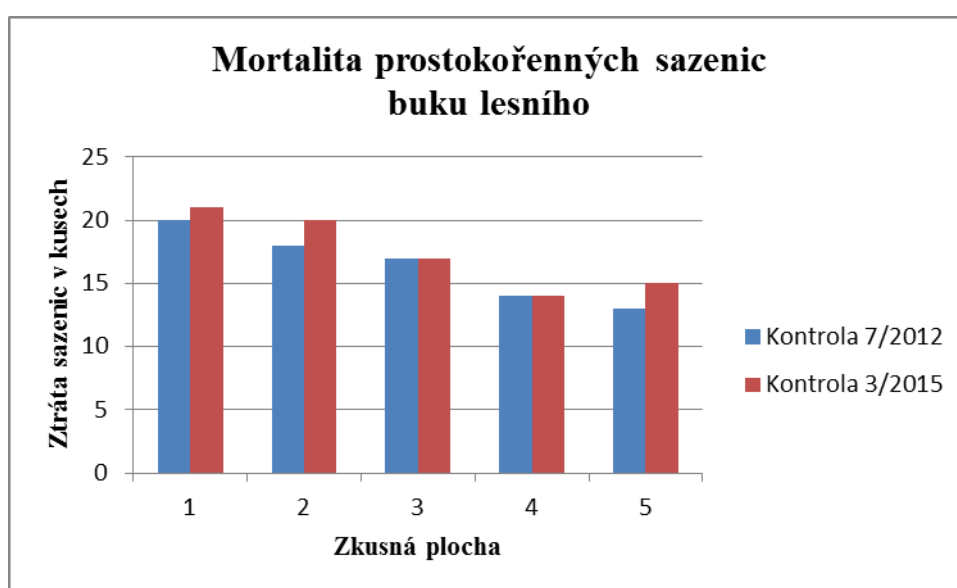
Číslo zkusné plochy	Počet sazenic na ploše při			Mortalita sazenic v 7/2012	Mortalita sazenic v 3/2015	Celková mortalita v %
	zalesňování v září 2011	kontrole zalesnění v červenci 2012	následné kontrole v březnu 2015			
1	100	94	91	6	9	9
2	100	97	95	3	5	5
3	100	96	96	4	4	4
4	100	98	90	2	10	10
5	100	93	91	7	9	9
celkem	500	478	463	22	37	7



Graf č. 6: Porovnání mortality krytokořenných sazenic při kontrolách výsadby.

Tabulka č. 5: Mortalita prostokořenných sazenic buku lesního.

Číslo zkusné plochy	Počet sazenic na ploše při			Mortalita sazenic v 7/2012	Mortalita sazenic v 3/2015	Celková mortalita v %
	zalesňování v dubnu 2012	kontrole zalesnění v červenci 2012	následné kontrole v březnu 2015			
1	100	87	85	13	15	15
2	100	82	80	18	20	20
3	100	86	86	14	14	14
4	100	83	83	17	17	17
5	100	80	79	20	21	21
celkem	500	418	413	82	87	17



Graf č. 7: Porovnání mortality prostokořenných sazenic při kontrolách výsadby.

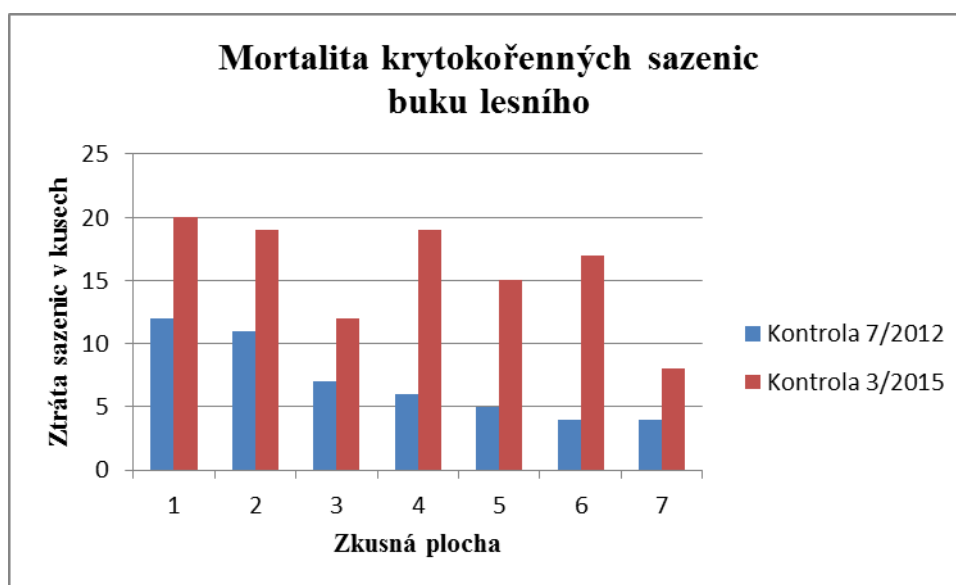
Z výsledku kontrol provedených v červenci 2012 a březnu 2015 a vzájemného porovnání obou kontrol je zřejmé, že došlo k nepatrné ztrátě sazenic i v době mezi jednotlivými kontrolami. Tato ztráta byla způsobena biotickými činiteli - hlodavci. V roce 2015 byl v tomto porostu opakovaně aplikován rodenticid za účelem hubení hlodavců. I přes tuto další ztrátu sazenic nevznikla v obnovovaném porostu plocha, která by vyžadovala dodatečné vylepšení výsadby. V současné době je velká část obnovované plochy porostu na hranici zajištění kultury, tzn., že již téměř odrostla buřeni a okusu zvěře. Dále splňuje požadavek na minimálně počet 80 % životaschopných sazenic z minimálního počtu sazenic na hektar, uvedených v příloze vyhlášky 139/2004 Sb., které jsou rozmístěny rovnoměrně po obnovované ploše.

7.1.3 86E10

V porostu 86E10 byly v červenci 2012 vytyčeny zkusné plochy o rozměrech 10x10 m, na nichž bylo v rámci bakalářské práce kontrolováno zalesnění. Celkem bylo v porostu vytyčeno 7 zkusných ploch s krytokořenným sadebním materiálem. Na těchto zkusných plochách byla v březnu 2015 provedena opětovná kontrola a spočítány všechny životaschopné sazenice. Výsledky jednotlivých kontrol jsou zpracovány v tabulce č. 6 a grafu č. 8.

Tabulka č. 6: Mortalita krytokořenných sazenic buku lesního.

Číslo zkusné plochy	Počet sazenic na ploše při			Mortalita sazenic v 7/2012	Mortalita sazenic v 3/2015	Celková mortalita v %
	zalesňování v září 2011	kontrole zalesnění v červenci 2012	následné kontrole v březnu 2015			
1	100	89	81	11	19	19
2	100	88	80	12	20	20
3	100	93	88	7	12	12
4	100	96	83	4	17	17
5	100	94	81	6	19	19
6	100	96	92	4	8	8
7	100	95	85	5	15	15
celkem	700	651	590	49	110	16



Graf č. 8: Porovnání mortality krytokořenných sazenic při kontrolách výsadby.

Z výsledku kontrol provedených v červenci 2012 a březnu 2015 a vzájemného porovnání obou kontrol je zřejmé, že došlo ke ztrátě sazenic i v době mezi jednotlivými kontrolami. Tato ztráta byla způsobena biotickými činiteli - hlodavci. V roce 2015 byl v tomto porostu opakovaně aplikován rodenticid za účelem hubení hlodavců. Ztrátou sazenic vznikla v obnovovaném porostu plocha cca 300 m², která bude v průběhu roku 2016 dosazena odrostky buku lesního nebo javoru klenu. V současné době je zbylá část obnovované plochy porostu na hranici zajištění kultury, tzn., že již téměř odrostla buřeni a okusu zvěře. Dále splňuje tato část i požadavek na minimálně počet 80 % životaschopných sazenic z minimálního počtu sazenic na hektar, uvedených v příloze vyhlášky 139/2004 Sb., které jsou rozmístěny rovnoměrně po obnovované ploše.

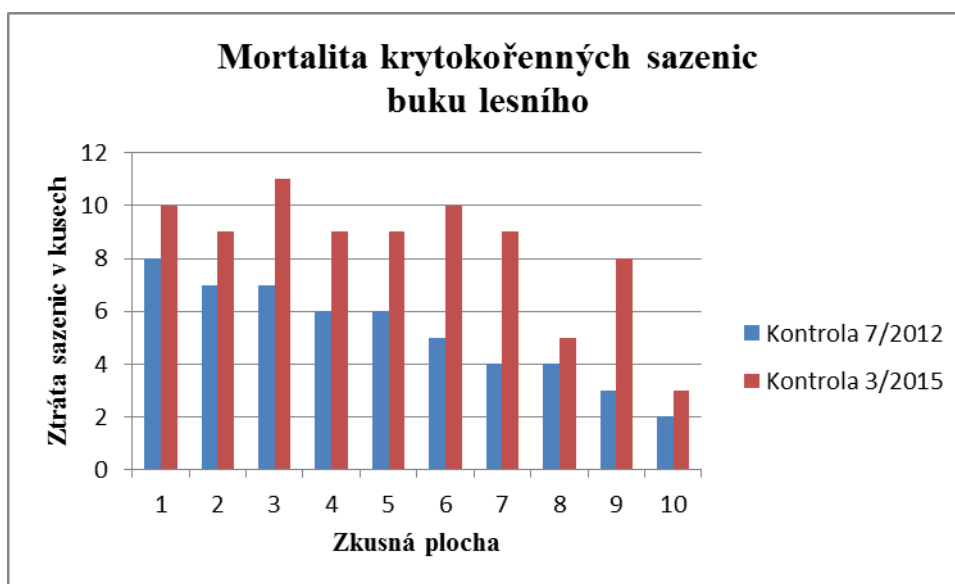
7.1.4 13B7

V porostu 13B7 byly v červenci 2012 vytyčeny zkusné plochy o rozměrech 10x10 m, na nichž bylo v rámci bakalářské práce kontrolováno zalesnění. Celkem bylo v porostu vytyčeno 20 zkusných ploch. 10 zkusných ploch s prostokořenným a 10 zkusných ploch s krytokořenným sadebním materiálem.

Na těchto zkusných plochách byla v březnu 2015 provedena opětovná kontrola a spočítány všechny životaschopné sazenice. Výsledky jednotlivých kontrol jsou zpracovány v tabulce č. 7-8 a grafu č. 9-10.

Tabulka č. 7: Mortalita krytokořenných sazenic buku lesního.

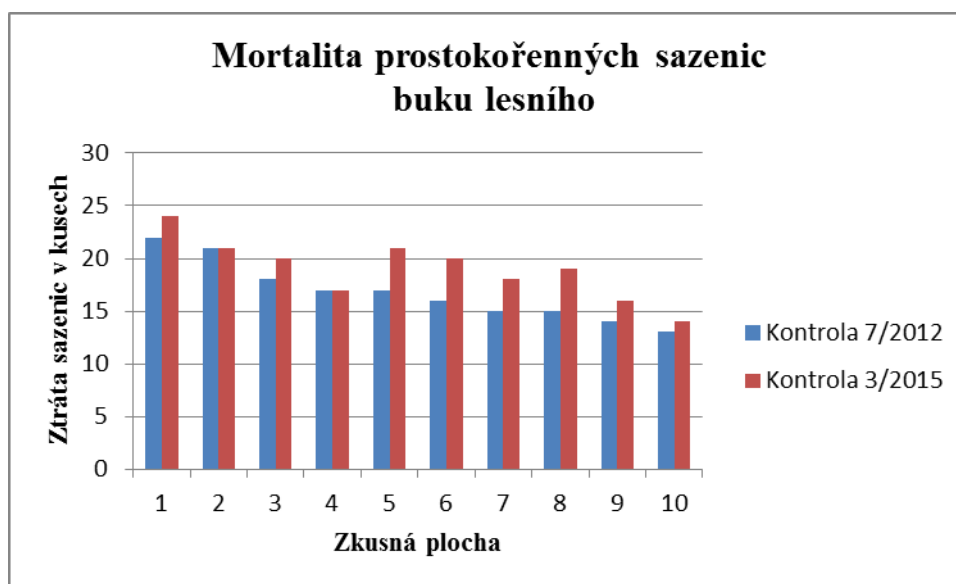
Číslo zkusné plochy	Počet sazenic na ploše při			Mortalita sazenic v 7/2012	Mortalita sazenic v 3/2015	Celková mortalita v %
	zalesňování v září 2011	kontrole zalesnění v červenci 2012	následné kontrole v březnu 2015			
1	100	93	91	7	9	9
2	100	97	92	3	8	8
3	100	95	90	5	10	10
4	100	94	91	6	9	9
5	100	93	89	7	11	11
6	100	96	91	4	9	9
7	100	98	97	2	3	3
8	100	92	90	8	10	10
9	100	94	91	6	9	9
10	100	96	95	4	5	5
celkem	1000	948	917	52	83	8



Graf č. 9: Porovnání mortality krytokořenných sazenic při kontrolách výsadby.

Tabulka č. 8: Mortalita prostokořenných sazenic buku lesního.

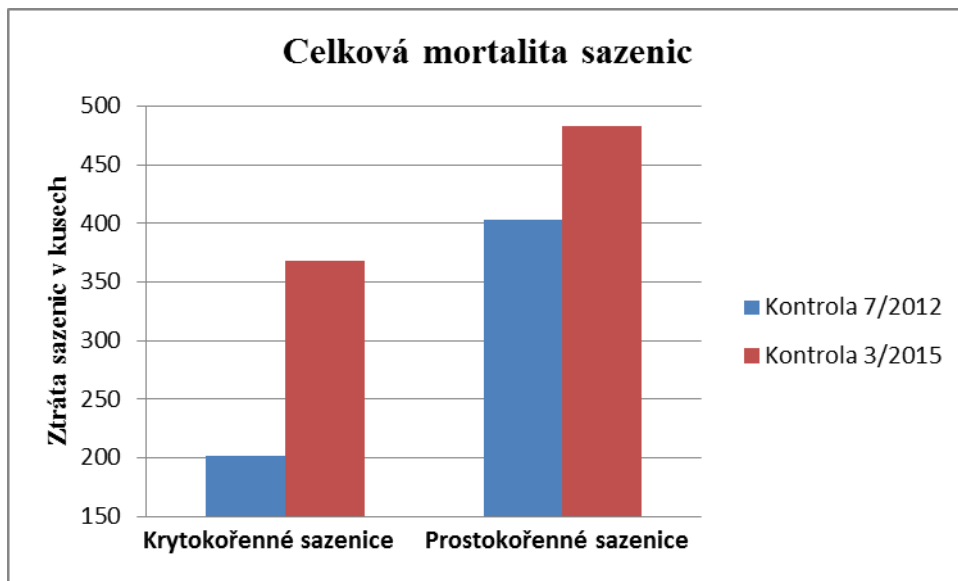
Číslo zkusné plochy	Počet sazenic na ploše při			Mortalita sazenic v 7/2012	Mortalita sazenic v 3/2015	Celková mortalita v %
	zalesňování v dubnu 2012	kontrole zalesnění v červenci 2012	následné kontrole v březnu 2015			
1	100	82	80	18	20	20
2	100	85	82	15	18	18
3	100	87	86	13	14	14
4	100	83	83	17	17	17
5	100	85	81	15	19	19
6	100	84	80	16	20	20
7	100	86	84	14	16	16
8	100	83	79	17	21	21
9	100	78	76	22	24	24
10	100	79	79	21	21	21
celkem	1000	832	810	168	190	19



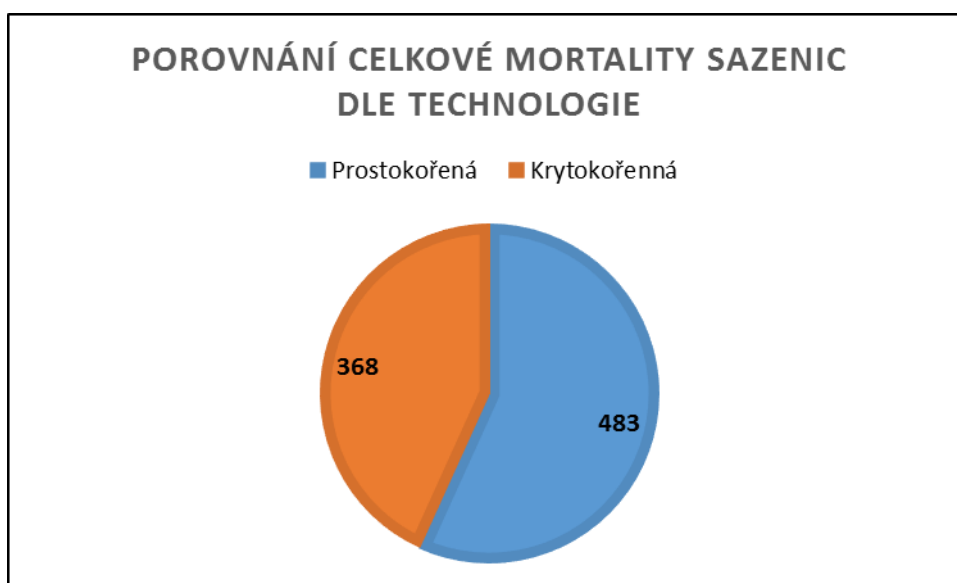
Graf č. 10: Porovnání mortality prostokořenných sazenic při kontrolách výsadby.

Z výsledku kontrol provedených v červenci 2012 a březnu 2015 a vzájemného porovnání obou kontrol je zřejmé, že došlo ke ztrátě sazenic i v době mezi jednotlivými kontrolami. Tato ztráta mohla být způsobena abiotickými či biotickými činiteli. Jako nejpravděpodobnějším se však jeví useknutí sazenice při ochraně proti buření. I přes tuto další ztrátu sazenic nevznikla v obnovovaném porostu plocha, která by vyžadovala dodatečné vylepšení výsadby, na ploše došlo k přirozené obnově smrku ztepilého a borovice lesní.

Dále byla sečtena mortalita krytokořenných a prostokořenných sazenic na zkusných plochách (graf č. 11). Z celkového počtu 3 800 krytokořenných a 3 100 prostokořenných sazenic, na kontrolovaných zkusných plochách došlo celkem k úhynu 368 krytokořenných a 483 prostokořenných sazenic. Při kontrole, v rámci bakalářské práce, v červenci 2012 byl úhyn u krytokořenných sazenic 202 ks a 403 prostokořenných sazenic. Při následné kontrole v březnu 2015 byl zjištěn další úhyn sazenic, 166 krytokořenných a 80 prostokořenných sazenic.



Graf č. 11: Porovnání celkové mortality sazenic.



Graf č. 12: Porovnání celkové mortality dle technologie.

7.2 Průměrná výška a tloušťka kořenového krčku

V rámci diplomové práce byla v březnu 2015 opakovaně změřena výška a tloušťka kořenového krčku u prostokořenného sadebního materiálu. V porostu 68H12 byly údaje o výšce a tloušťce kořenového krčku změřeny u 690 ks sazenic dubu letního, v porostu 88D12 změřeny 245 ks sazenic buku lesního a v porostu 13B7 změřeny 405 sazenic buku lesního. Celkem byly tyto údaje změřeny u 1340 ks prostokořenných sazenic, což představuje 1/5 z celkového počtu sazenic vysazených při obnově porostu v září 2011 a dubnu 2012.

Dále byla v březnu 2015 změřena výška a tloušťka kořenového krčku u krytokořenného sadebního materiálu. V porostu 68H12 byly údaje o výšce a tloušťce kořenového krčku změřeny u 730 ks sazenic dubu letního, v porostu 88D12 změřeny u 272 ks sazenic buku lesního, v porostu 86E10 změřeny u 242 ks sazenic buku lesního a v porostu 459 změřeny u 405 sazenic buku lesního. Celkem byly tyto údaje změřeny u 1703 ks prostokořenných sazenic, což představuje 1/5 z celkového počtu sazenic vysazených při obnově porostu v září 2011 a dubnu 2012.

Ze zjištěných údajů byla následně vypočtena průměrná hodnota pro výšku i tloušťku kořenového krčku. Tyto údaje byly společně s údaji zjištěnými při výsadbě v přelomu roku 2011/2012 a kontrole zalesnění v červenci 2012 zpracovány do tabulky č. 9-10 a grafu č. 13-14.

Tabulka č. 9: Průměrná výška sazenic.

Porost	Průměrná výška sazenice v cm při					
	Prostokořenná			Krytokořenná		
	Výsadbě	I. kontrole	II. kontrole	Výsadbě	I. kontrole	II. kontrole
68H12	39,4	43,7	119,0	43,5	47,3	107,0
88D12	30,2	31,7	105,0	27,5	31,0	108,0
13B7	29,4	31,1	78,0	32,5	35,3	83,0
86E10	X	X	X	30,5	34,1	101,0
∅	33,0	35,5	100,7	33,5	36,9	99,8

Tabulka č. 10: Průměrná tloušťka kořenového krčku sazenic.

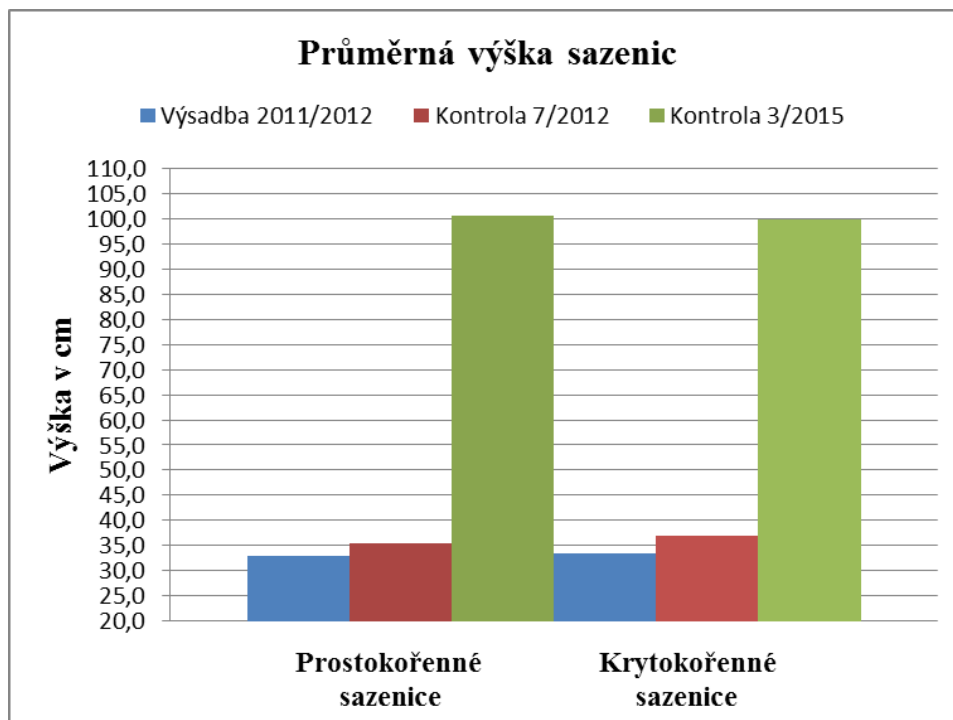
Porost	Průměrná tloušťka krčku sazenice v mm při					
	Výsadbě	Prostokořenná		Krytokořenná		
		I. kontrola	II. kontrola	Výsadbě	I. kontrola	II. kontrola
68H12	7,8	8,0	13,7	6,9	7,2	12,3
88D12	8,0	8,3	11,2	8,7	8,7	13,5
13B7	7,2	7,8	10,4	8,2	8,4	13,3
86E10	X	X	X	8,1	8,6	14,7
∅	7,7	8,0	11,8	8,0	8,2	13,5

Průměrná výška prostokořenné sazenice činila v dubnu 2012 při výsadbě 33,0 cm, v červenci 2015 při I. kontrola 35,50 cm a v březnu 2015 při II. kontrola 100,7 cm.

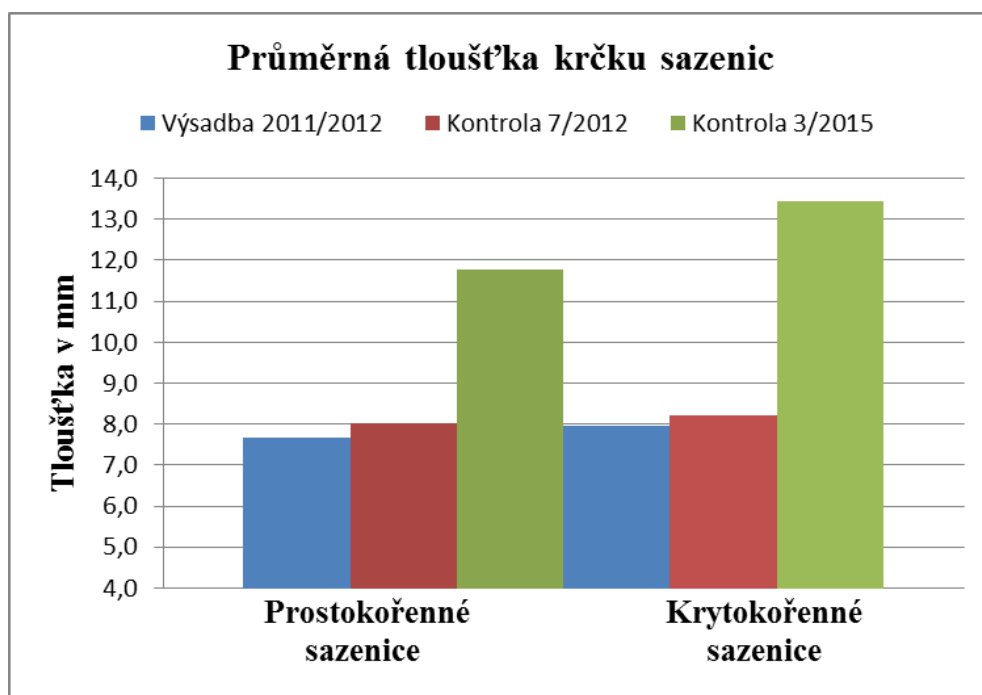
Průměrná tloušťka kořenového krčku u prostokořenné sazenice činila v dubnu 2012 při výsadbě 7,7 mm, v červenci 2012 při I. kontrola 8,0 mm a v březnu 2015 při II. kontrola 11,8 mm.

Průměrná výška krytokořenné sazenice činila v září 2011 při výsadbě 33,5 cm, v červenci 2015 při I. kontrola 36,9 cm a v březnu 2015 při II. kontrola 99,8 cm.

Průměrná tloušťka kořenového krčku u krytokořenné sazenice činila v září 2011 při výsadbě 8,0 mm, v červenci 2012 při I. kontrola 8,2 mm a v březnu 2015 při II. kontrola 13,5 mm.

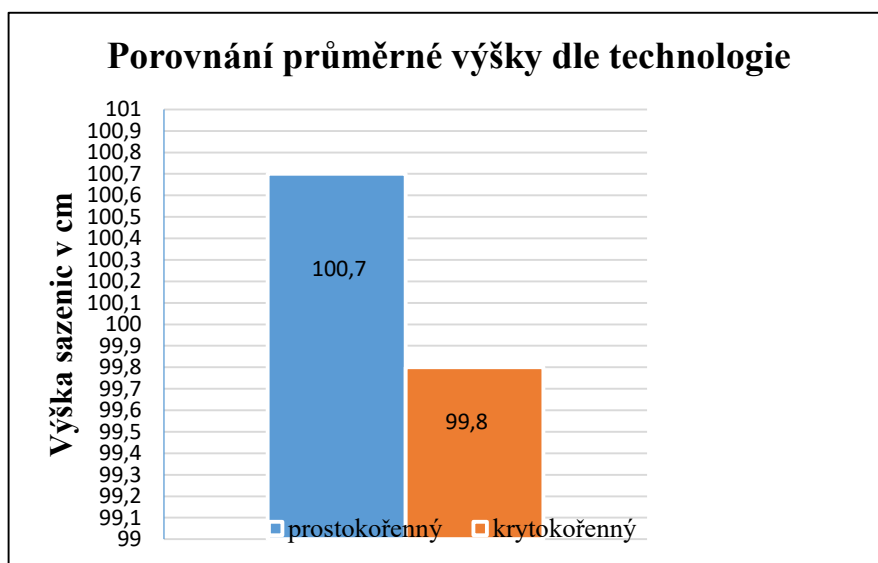


Graf č. 13: Vývoj sazenic – průměrná výška.

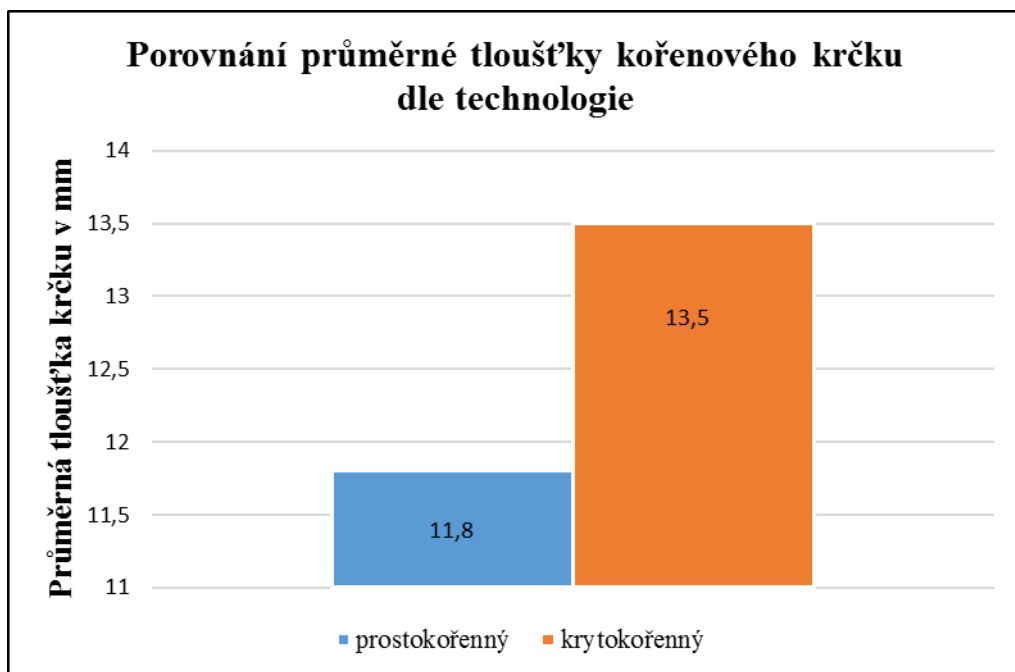


Graf č. 14: Vývoj sazenic – průměrná tloušťka kořenového krčku.

Průměrná výška sazenic při kontrole v březnu 2015 činila u prostokořenných sazenic 100,70 cm a u krytokořenných sazenic 99,80 cm, rozdíl ve výšce sazenic činila 0,90 cm ve prospěch prostokořenných sazenic. Prostokořenná sazenice byla oproti krytokořenné sazenice vyšší o 0,9 %. Průměrná tloušťka při této kontrole činila u prostokořenných sazenic 11,80 mm a u krytokořenných sazenic 13,50 mm, rozdíl v tloušťce kořenového krčku činila 1,7 mm ve prospěch krytokořenné sazenice. Tloušťka kořenového krčku krytokořenných sazenic byla oproti prostokořenné sazenici silnější o 12,6 % (viz graf č. 15-16).



Graf č. 15: Porovnání průměrné výšky dle technologie.



Graf č. 16: Porovnání průměrné tloušťky kořenové krčku dle technologie.

7.3 Xylometrické měření objemu kořenového systému

Pro xylometrické měření posouzení vývoje kořenového systému byly ze země vyrýpnuty prostokořenné sazenice vysazené v dubnu 2012 a krytokořenné sazenice vysazené v září 2011. Posuzování vývoje kořenového systému a xylometrické měření bylo provedeno v březnu 2015, cca. 3 roky od výsadby. Počet sazenic vyjmutých ze země pro xylometrické měření a posouzení vývoje kořenového systému je uveden v tabulce č. 11.

Tabulka č. 11: Počet vyjmutých sazenic.

Vyjmuté sazenice			
Porost	Krytokořenné	Prostokořenné	Celkem
68H12	40	40	80
88D12	10	10	20
86E10a	14	0	14
13B7	20	20	40
Celkem	84	70	154

7.3.1 Dub letní

Vývoj dubu letního byl sledován pouze v porostu 68H12. V porostu bylo vyjmuto 40 krytokořenných a 40 prostokořenných sazenic, na nichž bylo provedeno xylometrické měření objemu kořenového systému a posouzen jeho vývoj a deformace. Údaje o zjištěném objemu v jednotlivých porostech dle druhu sadebního materiálu, včetně průměrných hodnot, jsou uvedeny v tabulce č. 12.

Průměrný objem kořenového systému, zjištěný xylometrickým měřením, byl u prostokořenné sazenice 73 ml a u krytokořenné sazenice 77 ml.

Objem kořenového systému prostokořenné sazenice byl tvořen především objemem hlavních a bočních kořenů, malé množství objemu pak zastupují jemné kořínky. Oproti tomu kořenový systém krytokořenných sazenic je znatelně bohatší na jemné kořínky, kterých zpravidla obsahuje až o 2/3 více, než je tomu u prostokořenných sazenic.

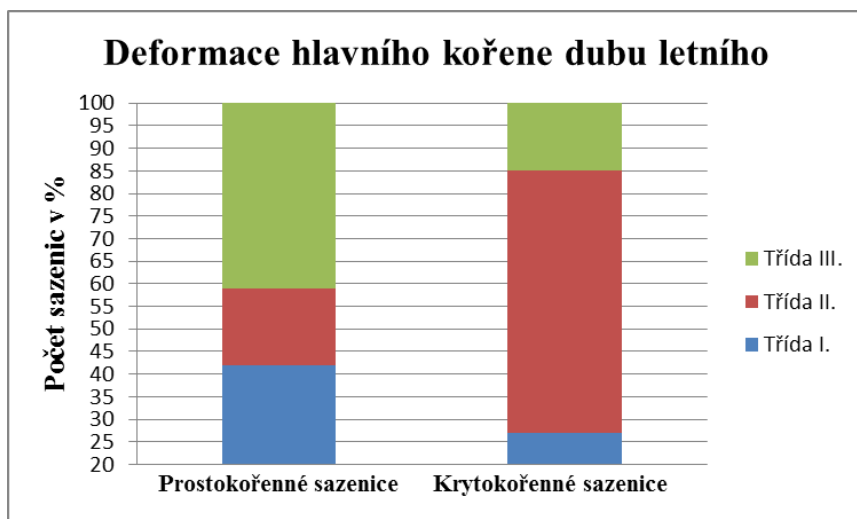
Tabulka č. 12: Objem kořenového systému dubu v porostu 68H12.

Číslo zkušné plochy	Objem kořenového systému sazenice zjistěný xylometrickou metodou v ml	
	prosto kořenná	kryto kořenná
1	58	64
	92	78
2	72	66
	68	92
3	88	78
	82	88
4	66	90
	60	74
5	56	70
	78	72
6	80	66
	62	68
7	90	70
	74	58
8	96	68
	58	90
9	60	88
	48	78
10	76	94
	92	58
11	68	80
	70	66
12	82	72
	58	50
13	68	94
	72	78
14	58	82
	66	88
15	90	76
	72	68
16	68	66
	98	94
17	84	94
	72	82
18	86	100
	88	82
19	82	58
	64	68
20	58	70
	72	88
Průměrný objem v ml	73	77

Hodnocení deformace kořenového systému bylo provedeno okulárně, sazenice byly zařazeny do 3 tříd dle stanovených kritérií: třída I. - sazenice bez deformace kořenového systému, třída II. – sazenice s přípustnými deformacemi kořenového systému (zvlněný kůlový kořen, neprůběžný kůlový kořen, panohy) a třída III. – sazenice s nepřípustnými deformacemi kořenového systému.

U krytokořenných sazenic nebyla pozorována ve 42 % případů (17 ks) deformace kořenového systému – třída I. sazenice bez deformace kořenového systému. V 17 % případů (7 ks) byl zjištěn vícečetný kůlový kořen, tzv. panohy, zvlněný kůlový kořen, neprůběžný hlavní kořen – třída II. sazenice s přípustnými deformacemi kořenového systému. Ve zbylých 41 % případů (16 ks) byl hlavní kůlový kořen značně deformován (pravoúhlý až tupý úhel mezi kůlovým kořenem a svislou osou, nevyvinutý hlavní kůlový kořen) – třída III. sazenice s nepřípustnými deformacemi kořenového systému.

U prostokořenných sazenic nebyl výskyt deformací kořenového systému pozorován ve 27 % případů (11 ks) – třída I. sazenice bez deformace kořenového systému. V 58 % případů (23 ks) byl zjištěn vícečetný hlavní kůlový kořen, tzv. panohy, zvlněný kůlový kořen, neprůběžný hlavní kořen – třída II. sazenice s přípustnými deformacemi kořenového systému. V 15 % případů (6 ks) byl hlavní kůlový kořen značně deformován (pravoúhlý až tupý úhel mezi kůlovým kořenem a svislou osou, nevyvinutý hlavní kůlový kořen) – třída III. sazenice s nepřípustnými deformace kořenového systému.



Graf č. 17: Deformace hlavního kořene.

7.3.2 Buk lesní

Vývoj buku lesního byl sledován ve 3 porostech. V porostu 88D12 bylo vyjmuto 10 krytokořenných a 10 prostokořenných sazenic, v porostu 86E10 bylo vyjmuto 14 krytokořenných sazenic a v porostu 13B7 bylo vyjmuto 20 krytokořenných a 20 prostokořenných sazenic, na nichž bylo provedeno xylometrické měření objemu kořenového systému a posouzen jeho vývoj a deformace. Údaje o zjištěném objemu v jednotlivých porostech dle druhu sadebního materiálu, včetně průměrných hodnot, jsou uvedeny v tabulkách č. 13-15.

Celkem byl změřen xylometrickou metodou objem kořenové soustavy u 44 krytokořenných a 30 prostokořenných sazenic.

Objem kořenového systému, zjištěný xylometrickým měřením, byl v porostu 88D12 u prostokořenné sazenice 63 ml a u krytokořenné sazenice 59 ml. V porostu 86E10 u krytokořenné sazenice 62 ml a v porostu 13B7 byl průměrný objem kořenové systému u prostokořenné sazenice 67 ml a u krytokořenné sazenice 73 ml.

Průměrný objem u buku lesního byl u prostokořenných sazenice 65 ml a u krytokořenných sazenic rovněž 65 ml.

Obdobně jako u dubu letního byl objem kořenového systému prostokořenné sazenice tvořen především objemem hlavních a bočních kořenů, malé množství objemu pak zastupují jemné kořínky. Kořenový systém krytokořenných sazenic je proti tomu znatelně bohatší na jemné kořínky, kterých zpravidla obsahuje až o 2/3 více, než je tomu u prostokořenných sazenic.

Tabulka č. 13: Objem kořenového systému buku v porostu 88D12.

Číslo zkusné plochy	Objem kořenového systému sazenice zjistěný xylometrickou metodou v ml	
	prostokořenná	krytokořenná
1	56	62
	64	66
2	72	48
	52	50
3	56	52
	82	62
4	48	70
	58	72
5	60	52
	80	56
Průměrný objem v ml	63	59

Tabulka č. 14: Objem kořenového systému buku v porostu 86E10.

Číslo zkusné plochy	Objem kořenového systému sazenice zjistěný xylometrickou metodou v ml
	krytokořenná
1	64
	72
2	56
	48
3	60
	82
4	58
	56
5	68
	74
6	60
	52
7	54
	70
Průměrný objem v ml	62

Tabulka č. 15: Objem kořenového systému buku v porostu 13B7.

Číslo zkusné plochy	Objem kořenového systému sazenice zjistěný xylometrickou metodou v ml	
	prostokořenná	krytokořenná
1	60	64
	68	70
2	56	74
	70	78
3	80	58
	66	60
4	58	62
	70	70
5	82	78
	64	90
6	54	88
	60	82
7	62	78
	70	94
8	68	56
	74	60
9	62	82
	70	78
10	68	72
	80	56
Průměrný objem v ml	67	73

Hodnocení deformace kořenového systému bylo provedeno okulárně, sazenice byly zařazeny do 3 tříd dle stanovených kritérií: třída I. - sazenice bez deformace kořenového systému, třída II. – sazenice s přípustnými deformacemi kořenového systému (zvlněný kůlový kořen, neprůběžný kůlový kořen, panohy) a třída III. – sazenice s nepřipustnými deformacemi kořenového systému, např. pravoúhlý až tupý úhel mezi kulovým kořenem a svislou osou, nevyvinutý hlavní kulový kořen.

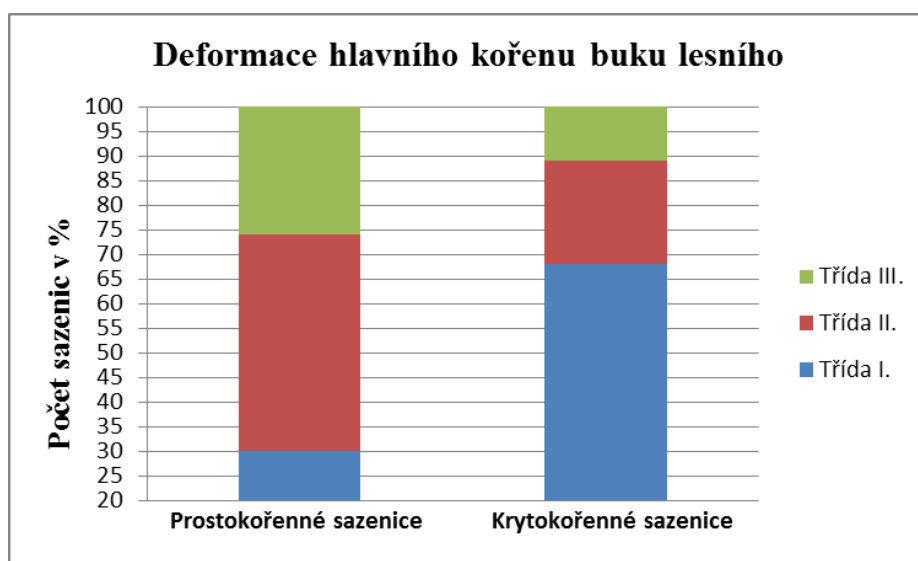
U krytokořenných sazenic nebyla pozorována v 68 % případů (30 ks) deformace kořenového systému – třída I. sazenice bez deformace kořenového systému.

Ve 21 % případů (9 ks) byl zjištěn vícečetný kulový kořen, tzv. panohy, zvlněný kůlový kořen, neprůběžný hlavní kořen – třída II. sazenice s přípustnými deformacemi kořenového systému.

Ve zbylých 11 % případů (5 ks) byl hlavní kulový kořen deformován (pravoúhlý až tupý úhel mezi kulovým kořenem a svislou osou, nevyvinutý hlavní kulový kořen) – třída III. sazenice s nepřípustnými deformacemi kořenového systému.

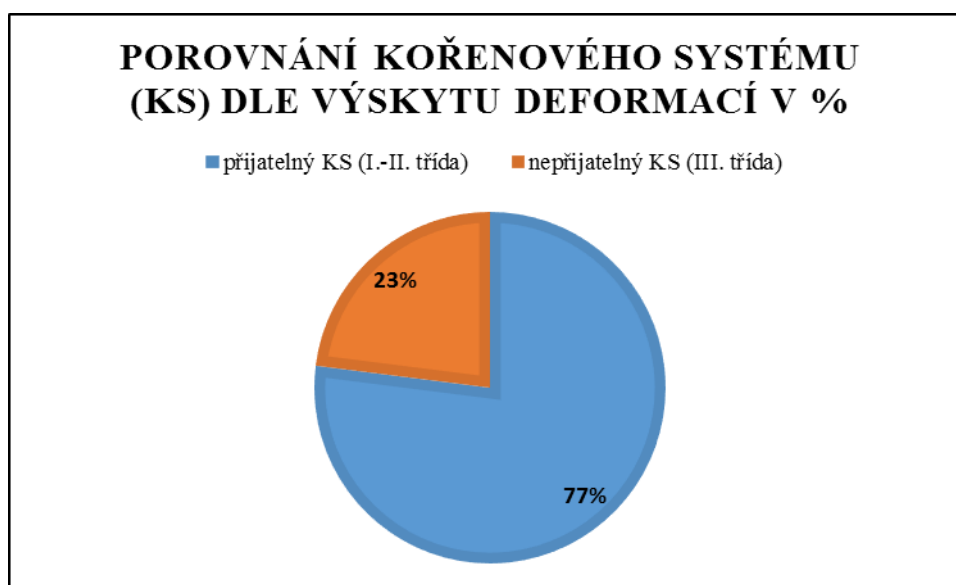
U prostokořenných sazenic nebyl výskyt deformací kořenového systému pozorován ve 30 % případů (9 ks) – třída I. sazenice bez deformace kořenového systému. Ve 44 % případů (13 ks) byl zjištěn vícečetný hlavní kulový kořen, tzv. panohy, zvlněný kůlový kořen, neprůběžný hlavní kořen, zploštění kořenového systému – třída II. sazenice s přípustnými deformacemi kořenového systému. Ve 26 % případů (8 ks) byl hlavní kůlový kořen ohnut do boku pod pravým až tupým úhlem – třída III. sazenice s nepřípustnými deformace kořenového systému.

S ohledem na kvalitu sadebního materiálu lesních dřevin, který při výsadbě splňoval ČSN 48 2115 – Sadební materiál lesních dřevin, vznikla tato deformace vlivem špatně provedené výsadby či podloží stanoviště, které bylo místy kamenité s výskytem velkých kamenů. U sazenic s tupým úhlem bylo pozorováno rozvětvení hlavního kořene v místě ohybu. Druhý, znatelně kratší hlavní kořen, rostl ve vertikálním směru.



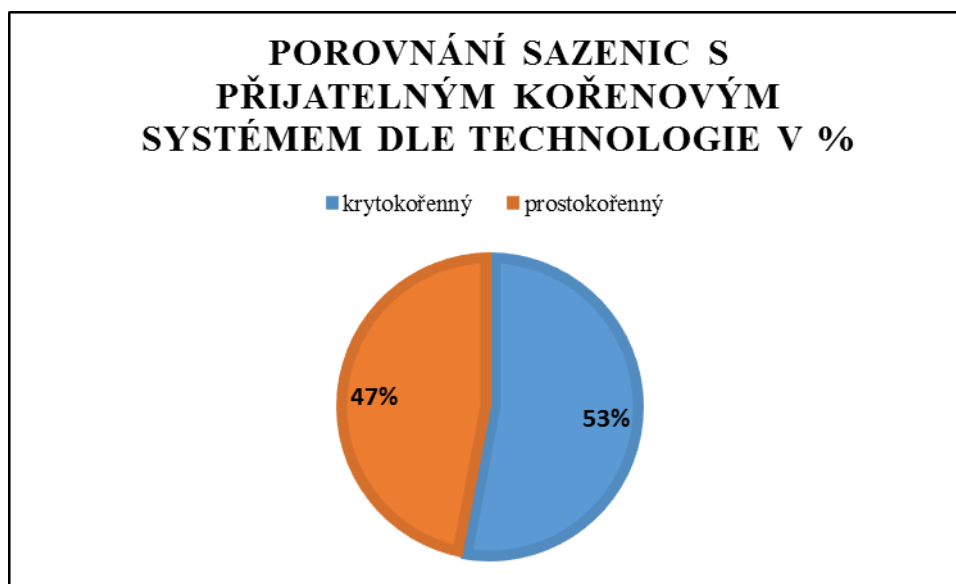
Graf č. 18: Deformace hlavního kořene.

V grafu č. 19 je znázorněno procentické porovnání sazenic s přijatelnými deformacemi kořenového systému (třída I. a II.) a nepřijatelnými deformacemi kořenového systému (třída III.). Z celkového počtu 154 vyzvednutých sazenic bylo do I. třídy – bez deformací kořenového systému a II. třídy - s přípustnými deformacemi kořenového systému zařazeno 119 ks (77%). Do III. třídy – s nepřijatelnými deformacemi kořenového systému bylo zařazeno 35 ks sazenic (23%).



Graf č. 19: Porovnání kořenové systému dle výskytu deformací.

Dále bylo zjištěno procentické zastoupení sazenic dle technologie výroby z celkového počtu sazenic s přijatelným kořenovým systémem, třída I. – bez deformací kořenového systému a třída II. – s přípustnými deformacemi kořenového systému. Z celkového počtu 119 sazenic s přijatelným kořenovým systémem bylo 56 (47%) sazenic prostokořených a 63 (53%) sazenic krytokořených. Toto porovnání je znázorněno v grafu č. 20.



Graf č. 20: Porovnání sazenic s přijatelným kořenovým systémem dle technologie.

8 Diskuse

Nejdůležitější částí dřevin je bezpochyby kořenový systém, který upevňuje dřevinu v zemi, ale především ji zásobuje živinami a vodou. Jeho případná deformace či nedostatečný rozvoj vede k postupnému strádání, které může vést až k odumření dřeviny. Z výsledků mého pozorování bylo usouzeno, že v současné době je nekvalitní a deformovaný kořenový systém jeden z aktuálních problémů našeho lesnictví. Problém deformace kořenové soustavy může být prohlouben i zvýšenou produkcí krytokořeného sadebního materiálu, u kterého při nedodržování technologických postupů může dojít ke značné deformaci kořenového systému. Tato deformace však vlivem obalu ze substrátu není zřejmá. V budoucnu se tak můžeme potýkat s nekvalitními porosty, náchylnými na rozvracení abiotickými činiteli a napadením houbami či hmyzími škůdci. Z tohoto důvodu by se mělo kořenovému systému věnovat více pozornosti. Stejně pozornosti by se mělo věnovat i porostům založených krytokořeným sadebním materiálem, neboť testování těchto obalů nemusí nezaručit optimální vývoj kořenového systému po výsadbě na stanovišti.

MAUER, PALÁTOVÁ (2004) konstatují, že podle vývoje nadzemní části stromů po výsadbě nemůžeme usuzovat na případné deformace kořenového systému. Pokud je deformovaný sadební materiál vysazen do vhodných stanovištních podmínek dobře odrůstá. Případná deformace se může projevit později, zejména při zhoršení stanovištních podmínek. Deformace kořenového systému je nenormální stav, který se nemusí vizuálně projevit na nadzemní části, strom je ovšem již oslaben.

MAUER, PALÁTOVÁ (2013) ve své práci uvádějí, že analyzovali kořenový systém u 91 porostů ve stáří 4 až 6 let po výsadbě. Vyzvedli celkem 2 700 jedinců, z nichž 2 100 jedinců mělo závažně deformovaný kořenový systém. Procento deformace z celkového počtu činilo 78%. V mém případě bylo vyzvednuto celkem 154 jedinců, z nichž 35 jedinců mělo závažně deformovaný kořenový systém. Procento deformace z celkového počtu činilo 23%. Z hlediska věku byly hodnoceny porosty 3 roky po výsadbě. Při hodnocení deformace kořenového systému bylo zjištěno, že porovnáním výskytu přijatelných deformací u sazenic dle technologie jejich pěstování je výskyt téměř srovnatelný, konkrétně u prostokořenných sazenic činilo 47% a u krytokořenných sazenic 53% z celkového počtu jedinců s přijatelnými či žádnými deformacemi kořenové systému.

Dále MAUER, PALÁTOVÁ (2013), že se deformace mohou vyskytovat jednotlivě, ale lze pozorovat i výskyt dvou a více deformací na stejném kořenovém systému. V rámci této práce nebyl výskyt více než jedné deformace na kořenovém systému pozorován.

9 Doporučení pro praxi

- Odběr sadebního materiálu od ověřeného dodavatele nebo na základě referencí.
- U prostokořenného sadebního materiálu se zaměřit na výskyt deformací kořenového systému, sazenice s deformacemi nepoužívat k zalesňování.
- U krytokořenného sadebního materiálu se vyvarovat sadebního materiálu, který je pěstován dlouhodobě v obalu. Dlouhodobé pěstování v obalu vede k deformacím kořenového systému.
- Deformace kořenového systému se mohou vyskytovat u krytokořenné sazenice pěstovaných v malých, nevhodných a neotestovaných obalech.
- Při kontrole sadebního materiálu dodržovat ČSN 482115, případný nekvalitní sadební materiál reklamovat dodavateli.
- Zvolit stanovištně vhodnou dřevinu.
- Při výsadbě zvolit vhodný typ sadebního materiálu pro dané stanoviště.
- Dodržovat správný pracovní postup výsadby a kvalitu prováděných prací.
- Sazenice nenechávat na přímém slunci a větru. Sazenice skladujeme na stinném místě, vhodně přikryté vlhkým textilem či zahozením substrátem, zeminou.
- Kontrolovat kvalitu prováděných zalesňovacích prací, případné nedostatky okamžitě napravit.
- Vznik deformací kořenového systému po výsadbě vlivem výsadby nevhodné dřeviny na nevhodné stanoviště.

10 Závěr

Cílem této práce bylo posouzení morfologického vývoje kořenového systému buku lesního a dubu letního po jeho výsadbě v lese. Při posuzování bylo dbáno na všechny aspekty, které lze sledovat či měřit. Vývoj kultur založených proskořenným a krytokořenným sadebním materiálem byl po vizuální stránce na dobré úrovni. Jednotlivé sazenice byly bez poškození terminálu, přirůstají výškově i tloušťkově. Značných rozdílů však dosahovaly jednotlivé sazenice při měření výšky a tloušťky kořenového krčku, obdobně pak i při xylometrickém měření objemu kořenového systému.

Při výpočtu průměrných hodnot pro výšku a tloušťku kořenového krčku však došlo ke zjištění, že průměrné hodnoty dosahují obdobných hodnot, respektive rozdíl mezi jednotlivými průměrnými hodnotami u prostokořenného a krytokořenného sadebního materiálu nebyl značný.

U krytokořenných sazenic činila průměrná výška 99,8 cm a tloušťka kořenového krčku 13,50 mm. U prostokořenných sazenic činila průměrná výška 100,7 cm a průměrná tloušťka kořenového krčku 11,8 mm.

Rovněž při xylometrickém měření objemu kořenového systému byly průměrné hodnoty podobné.

Značný rozdíl byl v upevnění sazenic v zemi. U krytokořenných sazenic bylo vyrýpnutí sazenice ze země oproti prostokořenným sazenicím znatelně snazší. Při vyrýpávání krytokořenných sazenic nebylo potřebné vyrýpnutí velkého balu okolní země a některé sazenice bylo možné téměř vytáhnout silným tahem za kmínek. Tuto skutečnost si lze vysvětlit několika důvody. Prvním zjevným důvodem může být skladba kořenového systému. Kořenový systém krytokořenných sazenic byl bohatý na jemné kořínky, z tohoto důvodu nebyl kořenový systém zřejmě méně rozvinutý a méně fixoval sazenici v zemi. Kořenový systém prostokořenných sazenic byl na jemné kořínky o poznání chudší, byl více rozvinutý a lépe fixoval sazenice.

Dalším důvodem může být skladba okolní zeminy a zvolený způsob výsadby. Oba druhy sazenic byly vysazovány ručně do šterbiny. Pro výsadbu prostokořenných sazenic byl použit sázecí rýč s plochou čepelí, pro výsadbu krytokořenných sazenic byl použit sázecí rýč s jehlanovitým tvarem čepele.

Při použití sázecích rýčů v mokré, jílovité půdě může docházet k ohlazení stěn vytvořené štěrbiny. Takto ohlazenými a utuženými stěnami obtížně prorůstají kořínky a může docházet ke stáčení kořenů.

Dále bylo zjištěno, že kořenový systém prostokořenných sazenic sahá odhadem o polovinu hlouběji, než je tomu u krytokořenných sazenic.

Tato sazenice je tak lépe chráněna v období chudém na dešťové srážky, což s ohledem na současný vývoj počasí může být značně důležitým aspektem.

Důležitým zjištěním byl výskyt deformací kořenového systému u prostokořenných i krytokořenných sazenic v poměrně velkém rozsahu. Z celkového počtu vyrýtnutých sazenic mělo 23% sazenic bez rozdílu technologie nepřijatelné deformace kořenového systému (absence křivého kořenu, pravoúhle či tupoúhle ohnutý hlavní kořen). Se vznikem těchto deformací vystává několik důležitých otázek.

V případě krytokořenných sazenic je možné, že deformace byla již způsobena samotným obalem při pěstování v lesní školce a s touto deformací následně vysazena na stanovišti.

U prostokořenných sazenic jsem o této možnosti neuvažoval, neboť sazenic byly tříděny dle ČSN 48 2115 a sazenice s výskytem těchto deformací byly odstraněny.

Skutečnost, že obaly nebo nedodržení technologie pěstování krytokořenného sadebního materiálu způsobuje deformace kořenového systému sazenic byla již potvrzena. Z tohoto důvodu se obaly testují, avšak ani samotné testování není zárukou kvalitního krytokořenného sadebního materiálu.

Další otázkou je vznik deformací při výsadbě a následně růstem na stanovišti. Deformace vznikající na samotném stanovišti může lesník těžko ovlivnit, jedná se o přírodní proces, který je ovlivněn např. podložím, výškou spodní vody atd. Lesník může v tomto směru pouze zajistit umístění dřeviny na její přirozeně vhodné stanoviště.

Velikým problémem, ovlivňujícím vznik deformací, je podle mého úsudku samotná výsadba sadebního materiálu. V současné době je velice obtížné zajistit potřebný počet kvalitní pracovní síly a tím zajistit kvalitní výsadbu sazenic. Zejména když hlavním kritériem je povětšinou cena za provedenou práci. Těžko můžeme požadovat po pracovníkovi odvádění kvalitní práce a následně mu vyplatit „pár korun“. Ovšem zejména tento fakt hraje při vzniku deformací a následné kvalitě budoucích porostu dle mého soudu značnou roli.

Jakékoliv „namáčkání“ kořenového systému do nevhodně velké jamky, ohnutí hlavního kořene či podobné praktiky mohou způsobit nevratné snížení kvality následních lesních porostů.

Na závěr je potřeba zdůraznit, že údaje o vývoji morfologických znaků kořenového systému prostokořenné a krytokořenné sazenice byly zjišťovány na malém vzorku sazenic, což může značně ovlivnit zjištěné výsledky. Bohužel s ohledem na to, že zkusné plochy byly vytvořeny při obnově porostu a s ohledem na kvalitu budoucího porostu, nebylo možné provést hodnocení vývoje kořenového systému na větším vzorku sazenic.

Zajímavé by bylo další sledování vývoje morfologických znaků kořenového systému buku lesního a dubu letního a porovnání s údaji, které byly zjištěny v předešlých dvou porovnáních.

11 Seznam použité literatury

BECHER, V., 2013: Srovnání morfologických a ekonomických parametrů různých typů sadby, bakalářská práce, Česká zemědělská univerzita Praha, 59 s.

ČSN 48 2115. Sadební materiál lesních dřevin. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012, 24 s.

HALLÉ, F. AJ, 1978: Tropical Trees and Forests: an Architectural Analysis, Berlin – Heidelberg – New York, Springer Verlag, 441 s.

KORPEL, Š. a kol, 1991: Pestovanie lesa, 1 vydání, vyd. Bratislava, 465 s

KOSTLER, J.N., BRUCKNER, E. ET BIBELRIETHER, H., 1968: Die Wurzeln der Waldbaume, Hamburg und Berlin, Verlag Paul Parey, 284 s.

KUTSCHERA, J.N. ET LICHTENEGGER, E., 2002, Wurzelatlas mitteleuropaischer Waldbaume und Straucher, Graz, Leopold Stocker Verlag, 604 s.

MAUER, O., 2009: Zakládání lesů I. Učební text, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 172 s.

MAUER, O. a PALÁTOVÁ, E: 2004, Deformace kořenového systému a stabilita lesních porostů. In: Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa, Sborník přednášek z mezinárodního semináře, Opočni, 3. a 4.6.2004, Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 122 s.

MAUER, O. a PALÁTOVÁ, E: 2013, Deformace kořenového systému a jejich vliv na stabilitu a vitalitu dřevin, Učební text, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně

MAUER, O. et al, 2006: Produkce krytokořeného sadebního materiálu lesních dřevin, vydalo nakl. Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, 136 s.

PEJCHAL, M, 2008: Architektura kořenového systému stromu a její vzta k možnému poškození staveb, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, středisko Opava, 13 s.

POLENO, Z. et al, 2007: Pěstování lesů I., Ekologické základy pěstování lesů, první vydání, vydalo nakl. Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, 315 s.

POLENO, Z. et al, 2007: Pěstování lesů II., Teoretická východiska pěstování lesů, první vydání, vydalo nakl. Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, 946 s.

POLENO, Z. et al, 2009: Pěstování lesů III., Praktické postupy pěstování lesů, první vydání, vydalo nakl. Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy, 951 s.

Textové části LHP zpracované pro LHC 113422 Obecní lesy Hudčice, LHC 113426 Obecní lesy Kocelovice, LHC 113428 Obecní lesy Bělčice (platnost hospodářského plánu 1. 1. 2010 – 31. 12. 2019)

VYSKOT, M. a kol, 1978: Pěstování lesů, Vysokoškolská učebnice pro lesnický obor, 1 vydání, SZN Praha, 448 s.

Dostupné z: <http://www.mezistromy.cz>

Dostupné z: <http://www.botanika.borec.cz>

Dostupné z: <http://www.botany.cz>

Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org>

Dostupné z: <http://www.silvarium.cz>