

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Srovnání vývoje nadzemní části a kořenového
systému smrku z umělé a přirozené obnovy
v oblasti Hořicka**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor: Robin Orct

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

2020

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Robin Orct

Lesní inženýrství

Lesní inženýrství

Název práce

Srovnání vývoje nadzemní části a kořenového systému smrku z umělé a přirozené obnovy v oblasti Hořicka

Název anglicky

Comparison of the development of the above-ground part and the root system of spruce from artificial and natural regeneration in the Hořice area

Cíle práce

Cílem práce je posoudit vývoj nadzemní části a kořenového systému naší nejrozšířenější dřeviny v mladých porostech vzniklých umělou nebo přirozenou obnovou. Srovnání provést na několika párech zkusných ploch různého stáří – přibližně v rozmezí 2-8 let.

Metodika

- Navázat na svou teoretickou i praktickou část bakalářské práce
- Výběr vhodných párových ploch mladých smrkových porostů po dohodě s místním lesním hospodářem
- Provedení dendrometrických šetření na vytyčených zkusných plochách
- Na každé ploše změřit na 100 ks sazenic:
 - Výšku sazenice,
 - Poslední výškový přírůst,
 - Tloušťku kořenového krčku,
 - Zdravotní stav poškození a vitalitu sazenice,
- Na každé ploše provést podrobné ambulantní šetření na 10 náhodně vybraných sazenicích:
 - Objem kořenového systému,
 - Podíl jemných kořenů,
 - Rozměry kořenového systému (šířku a hloubku),
 - Deformace kořenového systému
- Provedení základních výpočtů a statistického vyhodnocení získaných dat

Doporučený rozsah práce

dle potřeby

Klíčová slova

Technologie výsadby, vývoj sazenic po výsadbě, vývoj kořenového systému po výsadbě, smrk

Doporučené zdroje informací

- JURÁSEK, A. *Kontrola kvality reprodukčního materiálu lesních dřevin = Quality control of forest tree species reproduction material : sborník referátů z celostátního odborného semináře s mezinárodní účastí : Opočno 7.-8. března 2000*. Opočno: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Výzkumná stanice Opočno, 2000. ISBN 80-902615-6-6.
- KUPKA, I. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA PĚSTOVÁNÍ LESŮ. *Základy pěstování lesa*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a environmentální, 2005. ISBN 80-213-1308-0.
- KUPKA, I. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA, – BURDA, P. *Ověření pěstebních postupů a využití nových školkařských technologií při pěstování sadebního materiálu lesních dřevin a posouzení kvality vyprodukovaného materiálu [rukopis]*. Disertační práce. Praha: 2009.
- KUPKA, I. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA. *Pěstování lesů I*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2008. ISBN 978-80-213-1782-6.
- KUPKA, I. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA, – SARVAŠ, M. *Pěstování a výsadba krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2011. ISBN 978-80-213-2166-3.
- KUPKA, I. – JURÁSEK, A. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA. *Možnosti využití smrku ztepilého (Picea abies (L.) Karst.) se zvýšenou odolností ke stresům v extrémních horských polohách*. Disertační práce. Praha: 2010.
- Mauer O. (ed.): *Kořenový systém – základ stromu*. Sborník referátů, Křtiny 2004, MZLU Brno, 162 s.
- MAUER, O. *Produkce krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin*. Brno: LESNICKÁ PRÁCE, 2006. ISBN 80-86386-72-4.
- POLENO, Z. – VACEK, S. – PODRÁZSKÝ, V. *Pěstování lesů. I., Ekologické základy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007. ISBN 978-80-87154-07-6.
- VACEK, S. – POLENO, Z. *Pěstování lesů. III.; Praktické postupy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: lesnická práce, 2009. ISBN 978-80-87154-34-2.
-

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. Ing. Ivo Kupka, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 7. 6. 2019

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 28. 02. 2020

- Předložení pracovní verze DP vedoucímu práce
- Po schválení odevzdání DP



Prohlášení:

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma Srovnání vývoje nadzemní části a kořenového systému smrku z umělé a přirozené obnovy v oblasti Hořicka jsem vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Iva Kupky, CSc. a použil jen prameny, které jsou uvedeny v seznamu použitých literatur a jiných zdrojů. Jsem si vědom toho, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění. S tím souhlasím i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V..... dne.....

Podpis autora

Poděkování:

Tímto způsobem bych chtěl poděkovat nejprve vedoucímu své diplomové práce panu prof. Ing. Ivo Kupkovi, CSc., za odbornou pomoc a vedení. Také bych rád poděkoval revírníkovi Romanu Fričkovi, který mi poskytl materiály pro zpracování a pomohl vytipovat vhodné porosty pro výzkum diplomové práce. Největší poděkování pak posílám mé rodině, která se mnou vydržela celé studium a držela mi při něm palce.

Srovnání vývoje nadzemní části a kořenového systému smrku u umělé a přirozené obnovy v oblasti Hořicka

ABSTRAKT

Výzkum diplomové práce byl zpracován u obce Hořice na lesním majetku Lesní správy LČR Hořice, kde bylo vybráno šest zkusných ploch pro studii. Byla zde porovnávána přirozená a umělá obnova ve smrkových porostech a klasifikována jejich data. Měřeny byly výška nadzemní části, výškový přírůst, tloušťka kořenového krčku, délka a hloubka kořenového systému, objem kořenového systému, objem jemných kořenů, deformace kořenových systémů, vitalita sazenic, okus zvěří. Jednotlivá měření byla porovnána a byly vyhodnoceny výsledky.

Jeden z výsledků nám říká, že nadzemní části se vyvíjejí lépe u umělé obnovy, ale kořenové systémy spíše u obnovy přirozené. Přírůsty byly u dvouletých o 0,9 cm větší umělé obnovy, u pětiletých o 18,8 cm větší u přirozené obnovy a u sedmiletých opět větší u umělé obnovy o 6,1 cm. Výška stromu je u dvouletých o 3,8 cm větší u umělé obnovy, u pětiletých o 45,6 cm větší v případě přirozené obnovy a u sedmiletých ve prospěch umělé obnovy o 9,6 cm. Tloušťka kořenových krčků je pak v průměru o 0,7 mm větší u umělé obnovy. Kořenové systémy, u kterých byla měřena délka, byla větší u dvouletých o 2,9 cm a u pětiletých o 16,8 cm v případě přirozené obnovy. Jeho hloubka byla u dvouletých větší u umělé obnovy o 1,9 cm a u pětiletých o 10,9 cm u přirozené obnovy. Zejména deformace kořenových systémů byly u přirozené obnovy méně časté než u obnovy umělé. V celkovém počtu sazenic, u kterých byly zjišťovány deformace kořenových systémů, to bylo o 35 % ve prospěch přirozené obnovy. Vitalita byla u dvouletých sazenic lepší v přirozené obnově, a to o 9 %, přičemž u umělé obnovy byly i čtyři sazenice odumřelé. U pětiletých byla vitalita jen o 5 % lepší u umělé obnovy, u sedmiletých byla velmi podobná, rozdíl byl pouze 2 %, ale taktéž pro umělou obnovu. Poškození okusem se nejvíce projeвило u dvouletých, kde bylo v přirozené obnově poškozeno o 9 % více sazenic než

u umělé obnovy, avšak u pětiletých došlo k vyššímu poškození u umělé obnovy o 7 % oproti přirozené. U sedmiletých se neobjevily žádné škody okusem.

Klíčová slova: Technologie výsadeb, vývoj sazenic po výsadbě, vývoj kořenového systému po výsadbě, smrk

Comparison of the development of the above-ground part and the root system of spruce from artificial and natural regeneration in the Hořice area

ABSTRACT

This research thesis was done near the town Hořice on forest property of the Forest Administration of the Czech republic, Hořice. Six testing locations were chosen for this study where the manmade and natural regeneration was compared in spruce growths and their data were classified. We measured overground heights of their parts, their height gains, thickness of root trunk, length and depth of root system, volume of root system, volume of soft root branching, deformation of root system, vitality of seedlings, taste of game. Individual measurements were compared with the following results.

One of these data shows that overground parts are developing better in manmade regeneration but root system is doing better in natural regeneration. The height gains at two years trees were bigger by 0,9 cm at manmade regeneration, with five years trees bigger by 18,8 cm in natural regeneration and with seven years trees in manmade regeneration bigger by 6,1 cm. At two years trees their height is by 3,8 cm bigger in manmade regeneration, at five years trees it is by 45,6 cm bigger in natural regeneration and at seven years trees the figures show that it is better by 9,6 cm in manmade regeneration. The thickness of root trunks is in average by 0,7 mm bigger in manmade regeneration. Root system where the length was measured was bigger at two years trees by 2,9 cm and at five years trees by 16,8 cm in case of natural regeneration. The depth of this root system was at two years trees bigger in manmade regeneration by 1,7 cm and at five years trees by 10,9 cm in natural regeneration. Especially deformations of root system were in natural regeneration less frequent than in manmade regeneration. In total number of seedlings which were tested for deformation of root system it was by 35 % better in natural regeneration. Vitality at two years seedlings was better by

9 % in natural regeneration. In manmade regeneration about 4 seedlings were even found without vitality. At five years seedlings their vitality was only by 5 % better in manmade regeneration at seven years seedlings the figures were very similar, the difference was only 2 %. The harms done by taste of game mostly appeared at two years seedlings where in natural regeneration about 9 % more seedlings were damaged than in manmade regeneration. At five years seedlings the damage was by 70 higher in manmade regeneration than in natural one. At seven years seedlings no harms done by taste of game were detected.

Key words: Technology of planting, development of seedlings after plantation, development of root system after plantation, spruce

Obsah

1 ÚVOD a CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE	16
1.1 Úvod	16
1.2 Cíl práce	17
2 SMRK ZTEPILÝ	19
2.1 Habitus	19
2.2 Rozšíření	19
2.3 Ekologické nároky	20
2.4 Využití	21
3 VÝVOJ KOŘENOVÉHO SYSTÉMU a NADZEMNÍ ČÁSTI	22
3.1 Vitalita	22
3.2 Kořenový systém sazenic	22
3.2.1 Funkce kořenového systému	23
3.2.2 Stavba kořenového systému	23
3.2.3 Deformace kořenového systému	26
3.3 Nadzemní část sazenic	29
4 OBNOVA SMRKOVÝCH POROSTŮ	30
4.1 Přirozená obnova	32
4.2 Umělá obnova	33
4.2.1 Technologie výsadeb	34
5 CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ	37
5.1 Geologické podmínky	37
5.2 Pedologické podmínky	38
5.3 Hydrografie	39
5.4 Klimatické poměry	39
6 REALIZACE a METODIKA VÝZKUMU	40
6.1 Realizace výzkumu	40

6.2 Metodologie výzkumu.....	44
6.3 Terénní měření.....	44
6.3.1 Metodika měření přírůstků a výšek.....	44
6.3.2 Metodika měření tloušťky kořenového krčku a tloušťky kmene	45
6.3.3 Metodika vyhodnocení vitality sazenic.....	45
6.3.4 Metodika vyhodnocení poškození zvěří okusem	45
6.4 Laboratorní měření	45
6.4.1 Metodika měření objemů.....	45
6.4.3 Metodika vyhodnocení deformací kořenových systémů	46
6.5 Použité programy k vyhodnocení výsledků a sepsání dat	46
7. VÝSLEDKY MĚŘENÍ.....	48
7.1 Dvouletá přirozená obnova	48
7.2 Dvouletá umělá obnova	49
7.3 Pětiletá přirozená obnova	50
7.4 Pětiletá umělá obnova	51
7.5 Sedmiletá přirozená obnova	52
7.6 Sedmiletá umělá obnova.....	53
8. POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ.....	54
8.1 Dvouletá přirozená a umělá obnova	54
8.2 Pětiletá přirozená a umělá obnova	60
8.3 Sedmiletá přirozená a umělá obnova.....	68
8.4 Celkové porovnání průběhu růstu	71
9 DISKUZE.....	74
10 ZÁVĚR.....	80
11 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY a JINÝCH ZDROJŮ	82
12 SEZNAM PŘÍLOH.....	86
13 PŘÍLOHY	86

Seznam obrázků

Obrázek 1 - Rozšíření smrku ztepilého (<i>Picea abie</i>) v Evropě [1]	19
Obrázek 2 - Schéma jamkové (1) a štěrbinové (2) sadby (DUDA 2009)	36
Obrázek 3 - Mapa zkusných ploch - 2 roky umělá a přirozená obnova, 5 let umělá obnova	42
Obrázek 4 - Mapa zkusných ploch - 5 let přirozená obnova, 7 let umělá a přirozená obnova	42
Obrázek 5 - Porostní mapa zájmového území	43
Obrázek 6 - Mapa zájmového území.....	43

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Porostní údaje výzkumných ploch	41
Tabulka 2 - Parametry nadzemní části sazenice - 2 roky přirozená obnova	48
Tabulka 3 - Parametry podzemní části sazenice - 2 roky přirozená obnova	49
Tabulka 4 - Parametry nadzemní části sazenice - 2 roky umělá obnova.....	49
Tabulka 5 - Parametry podzemní části sazenice - 2 roky umělá obnova	50
Tabulka 6 - Parametry nadzemní části sazenice - 5 let přirozená obnova.....	50
Tabulka 7 - Parametry podzemní části sazenice - 5 let přirozená obnova	51
Tabulka 8 - Parametry nadzemní části sazenice - 5 let umělá obnova.....	52
Tabulka 9 - Parametry podzemní části sazenice - 5 let umělá obnova.....	52
Tabulka 10 - Parametry nadzemní části sazenice - 7 let přirozená obnova.....	53
Tabulka 11 - Parametry nadzemní části sazenice - 7 let umělá obnova.....	53
Tabulka 12 - Porovnání podílu jemných kořenů u dvouleté přirozené a umělé obnovy ...	54
Tabulka 13 - Porovnání škod okusem zvěří u dvouleté přirozené a umělé obnovy	55
Tabulka 14 - Porovnání deformací kořenových systémů u dvouleté přirozené a umělé obnovy	55
Tabulka 15 - Porovnání stupně vitality u dvouleté přirozené a umělé obnovy	55
Tabulka 16 - Statistické zhodnocení nadzemní části dvouleté umělé a přirozené obnovy	60

Tabulka 17 - Statistické zhodnocení podzemní části dvouleté umělé a přirozené obnovy	60
Tabulka 18 - Porovnání podílu jemných kořenů u pětileté přirozené a umělé obnovy	61
Tabulka 19 - Porovnání škod okusem zvěří u pětileté přirozené a umělé obnovy	61
Tabulka 20 - Porovnání deformací kořenových systémů u pětileté přirozené a umělé obnovy	62
Tabulka 21 - Porovnání stupně vitality u pětileté přirozené a umělé obnovy	62
Tabulka 22 - Statistické zhodnocení nadzemní části pětileté umělé a přirozené obnovy	67
Tabulka 23 - Statistické zhodnocení podzemní části pětileté umělé a přirozené obnovy	67
Tabulka 24 - Porovnání škod okusem zvěří u sedmileté přirozené a umělé obnovy	68
Tabulka 25 - Porovnání stupně vitality u sedmileté přirozené a umělé obnovy	68
Tabulka 26 - Statistické zhodnocení nadzemní části sedmileté umělé a přirozené obnovy	71

Seznam grafů

Graf č. 1: Porovnání rozložení dat výškových přírůstů	56
Graf č. 2: Porovnání rozložení dat tloušťky kořenových krčků	56
Graf č. 3: Porovnání rozložení dat výšky nadzemní části	57
Graf č. 4: Porovnání rozložení dat délky kořenového systému	57
Graf č. 5: Porovnání rozložení dat hloubky kořenového systému	58
Graf č. 6: Porovnání rozložení kořenového systému dat objemu	58
Graf č. 7: Porovnání rozložení dat objemu jemných kořenů	59
Graf č. 8: Porovnání rozložení dat výškových přírůstů	63
Graf č. 9: Porovnání rozložení dat tloušťky kořenových krčků	63
Graf č. 10: Porovnání rozložení dat výšky nadzemní části	64
Graf č. 11: Porovnání rozložení dat délky kořenového systému	64
Graf č. 12: Porovnání rozložení dat hloubky kořenového systému	65
Graf č. 13: Porovnání rozložení kořenového systému dat objemu	65
Graf č. 14: Porovnání rozložení dat objemu jemných kořenů	66
Graf č. 15: Porovnání rozložení dat výškových přírůstů v roce 2019	69

Graf č. 16: Porovnání rozložení dat výškových přírůstků v roce 2018	69
Graf č. 17: Porovnání rozložení dat tloušťky kmene v 1,3 m	70
Graf č. 18: Porovnání rozložení dat výšky nadzemní části	70
Graf č. 19: Průběh průměrných výšek nadzemních částí	72
Graf č. 20: Průběh průměrných výškových přírůstků	72
Graf č. 21: Průběh průměrných tloušťek kořenových krčků	73
Graf č. 22: Vztah objemu kořenového systému a výšky stromu	73

1 ÚVOD A CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

1.1 Úvod

K základnímu vzniku nového lesa náleží obnova jeho porostu. Je-li přirozená obnova nemožná, je nutné zvolit umělou obnovu. Tento druh umělé obnovy převažuje i v České republice, pohybuje se tu okolo 80 %, a tím pádem je mnohem častější než přirozená obnova. Ztráty, které nastávají při obnově porostů, se v současné době pohybují mezi 17-19 %. Ovlivňují je zejména fyziologické kvality, biotechnika sadby a nevhodná morfologická kvalita. Ačkoli nebudou na porostu vidět žádné známky poškození, je možné, že bude poškozený nebo deformovaný kořenový systém. Dané vlivy mohou působit na porost i v dalších desetiletích, zejména na odolnost proti všem stresům i stabilitě porostu, proti větru a v neposlední řadě také proti námraze nebo sněhu.

K hlavnímu základu stromu patří kořenový systém, jenž mu zaručuje nejen mechanickou stabilitu, ale i výživu stromu nebo přijímání vody. Nebude-li kořenový systém vyvinutý přirozeně, ale deformovaný, s nedostatečným poměrem k délce nadzemní části či bez přirozené architektiky, je možné, že se kořenový systém stane důležitým faktorem k vadnutí a poté k uhynutí celého stromu, jak uvádí MAUER a kol. (2011). Podle normy ČSN 48 2115 je v České republice definován standardní sadební materiál, který je možné použít.

V pojednání PALÁTOVÉ, MAUERA (2004) se píše o komparaci výzkumů kořenových systémů se zkoumáním nadzemních částí rostlin. Vzhledem ke skrytí kořenového systému, obtížím při vyzvedávání vzorkových rostlin a časovým nárokům při použití destruktivních metod se vyskytuje mnohem méně výzkumů kořenového systému. Některé země řeší problémy, které se týkají stability lesního porostu, obzvláště stability mladých porostů a jakosti dřeva díky deformacím kořenového systému. Zejména ve Švédsku je dané věci věnována velká pozornost. Je známo už od roku 1970, že se několik typů rozmnožení lesních dřevin již od počátku spojuje s deformací kořene. Zmíněné mohou poté zhoršit stabilitu dospívajících porostů. Ohrožen je i celkový růst porostu a kvalita jeho vývoje, riziko se pojí také s houbovou infekcí. STROMBERG (1988) dokládá,

že k nejzávažnějšímu ohrožení, jímž je samovolné vyvrácení stromu, dochází díky špatně vyvinutým kořenům, které nedokážou strom dobře ukotvit v půdě.

1.2 Cíl práce

Výzkum si klade za cíl posoudit stav a vývoj kořenového systému smrku ztepilého po výsadbě, jež byla provedena standardním způsobem, v komparaci normálního vývoje kořenové soustavy během přirozeného zmlazení. K porovnání došlo na třech párech zkusných ploch – nedlouho po výsadbě a po delším časovém období.

Ve vhodně vybrané lokalitě bylo v rámci výzkumu vybráno šest zkusných ploch pokrytých smrkovou kulturou. Všechny plochy mají téměř identické, ne-li shodné, přírodní podmínky. Nemohlo by dojít k porovnání výsledků výzkumu, kdyby tomu tak nebylo. Rovněž je podstatné, aby měly vybrané plochy totožnou, nebo podobně starou kulturu nebo porost.

Dvě z těchto zvolených ploch se nacházejí v kulturách starých dva roky, zároveň se jedna vyvinula přirozeně a druhá díky umělé obnově. Cílem diplomové práce je srovnání vývoje kultury v nadzemní i podzemní části rostliny a určení, který ze způsobů obnovy přináší lepší vývoj. V nadzemní části u rostlých jedinců se měřila: celková výška rostliny měřickou latí s přesností jednoho cm, tloušťka kořenového krčku posuvným měřidlem (šuplerou), s přesností desetiny mm, celková vitalita, pro kterou byla zvolena stupnice 1-3, 1 – plně vitální, zelená sazenice, 2 – sazenice jeví známky žloutnutí a zhoršeného zdravotního stavu a 3 – odumřelá nebo odumírající sazenice výškový přírůst pomocí skládacího a svinovacího metru s přesností jednoho cm a také poškození sazenice okusem zvěří, kde byla opět vytvořena stupnice a to: 0 – bez poškození, 1 – poškozena okusem. Dále se přeměřovala délka a hloubka kořenů i objemy podzemních částí rostliny, ale jen u několika vybraných rostlin. Délka byla měřena u nejdelšího kořene na rostlině pomocí skládacího a svinovacího metru s přesností jednoho cm, hloubka pomocí stejných metrů, ale k nejnižší položenému kořenu rovnoběžně s osou kmínku. Objemy kořenů pak byly měřeny v odměrném válci s přesností jednoho ml.

U dalších dvou vybraných ploch starých pět let se aplikuje stejný postup jako u předešlých dvou ploch. Poslední dvě vybrané plochy vykazují stáří sedmi let, a lišila se tak některá měření. Vynechána byla měření, které se týkala podzemní části a tloušťky kořenového krčku, byla však nahrazena měřením tloušťky kmene ve výšce 1,3 m nad zemí. Dále byl navíc změřen a zaznamenán loňský výškový přírůst.

2 SMRK ZTEPILÝ

2.1 Habitus

Smrk ztepilý představuje rovný až sloupovitý kmen se štíhlou, pyramidální korunou temně zelené barvy, dorůstá výšky až 40 metrů. Spodní větve daného tíhnou s narůstajícím stářím k převisající podobě. Tím se habituálně rozlišuje od jedle bělokoré. Daný sklon se tak výrazně neprojevuje ve vyšších polohách. BANFI a CONSOLINO (2001) sdělují, že kmen je kulatý s hladkým povrchem a jeho průměr může na bázi dosáhnout až 2 m. Borka se v mládí odlupuje v tenkých šupinách, je hladká a má světle hnědou, později červenohnědou až šedou barvu, jak uvádí (PILÁT, 1964).

Letorosty jsou zbarveny červenožlutě až hnědě, lysé nebo řídce ochlupené, po opadu jehlic bývají větvičky drsné od vystouplých listových polštářků, 1-3 cm dlouhé čtyřhranné jehlice jsou zašpičatělé a leskle zelené, jak sděluje ÚRADNÍČEK, MADĚRA a kol. (2009). Vrcholové pupeny na špičkách výhonů jsou cca 4 cm dlouhé, kuželovitě oválné, pryskyřice se neobjevuje, nebo jen slabě (BANFI, CONSOLINO, 2001).

2.2 Rozšíření



Obrázek 1 - Rozšíření smrku ztepilého (*Picea abie*) v Evropě [1]

Naším nejrozšířenějším jehličnatým stromem je dnes díky lesnické kultivaci smrk ztepilý (*Picea abies*). Dříve bývala mnohem rozšířenější jedle, která je ale mnohem choulostivější (PATŘIČNÝ, 2005). Smrk ztepilý můžeme nalézt téměř ve všech pohorích s nadmořskou výškou 300 až 1550 m n. m. Díky svým technickým přednostem dřeva a charakteristikou rychle rostoucí dřeviny se stal hlavní hospodářskou dřevinou, jak zmiňuje ÚRADNÍČEK, MADĚRA a kol. (2009).

Smrk se vyskytuje jen zřídka v nesmíšeném porostu uvnitř svého přirozeného areálu (POLENO, VACEK a kol., 2009). Poměry stanoviště, mezidruhovú konkurence a historický vývoj lesa stojí za přirozeně čistým smrkovým porostem. Tyto čisté smrčiny nalezneme zejména v nejvyšších horských polohách Evropy a Asie, kde tvoří rozsáhlé porosty zasahující až daleko na sever, jak píše KOSTELNÍČEK (2009).

2.3 Ekologické nároky

Smrk snáší v mládí zástin, proto se řadí ke světlomilným dřevinám, a tak snadno vnikne do porostů dalších dřevin a postupně obsazuje jejich místo. Smrkové porosty často silně zastiňují půdní povrch, neboť jsou smrky často spojené větvemi. Smrk není náročný na půdu a geologické podloží, na půdní vlhkost však vyžaduje velké nároky, neboť má jen povrchový kořenový systém. Nesnáší nízkou relativní vlhkost vzduchu, je citlivější na vysoké teploty, ale nenáročný na klima. Vývraty jsou důsledkem jeho nízké odolnosti na působení větru. Vrcholové zlomy zapříčiňuje i poškození námrazou a sněhem. Na imise, zejména SO₂, je velmi citlivý, což se ukázalo při rozsáhlém uhynutí porostů, např. v pohraničních horách České republiky, jak konstatuje ÚRADNÍČEK, MADĚRA a kol. (2009).

Nejlepší životní podmínky získává smrk ztepilý v chladném a vnitrozemském podnebí, v severních šířkách tajgy a v severních a středních horských oblastech Evropy (BANFI, CONSOLINO, 2001).

2.4 Využití

BANFI a CONSOLINO (2001) uvádějí, že u smrkového dřeva se oceňuje jemně světle nažloutlé zbarvení i snadné zpracování, což ho řadí mezi nejrozmanitěji využívaná, měkká dřeva současnosti.

Smrkové dřevo je bezjaderné a hodí se nejen pro truhlářské, stavební a nástrojářské účely, ale i pro hudební nástroje jako rezonanční dřevo. Dále se dřevo používá jako palivo, na výrobu papíru nebo slouží jako vánoční stromky. Dříve se těžila i pryskyřice, ze které se vyráběla kalafuna, bednářská smůla a terpentýn. Jako zdroj tříslovin bývala využita kůra. Proti kurdějím se v léčitelství používal odvar z mladých letorostů a pupenů, které obsahují velké množství vitamínu C (ÚRADNÍČEK, MADĚRA a kol., 2009).

3 VÝVOJ KOŘENOVÉHO SYSTÉMU a NADZEMNÍ ČÁSTI

3.1 Vitalita

ČERMÁK (2007) upozorňuje na několik různých definic vitality dřevin. V našem kontextu můžeme využít jednoduchou Larcherovu definici: vitalita je schopnost přetrvávat při působení stresu. Chceme-li dané jednoduché určení rozšířit, je možné vitalitu určit jako kapacitu růst, vyvíjet se a žít nebo jako způsobilost dřeviny množit se, odolávat stresu, asimilovat uhlík nebo se adaptovat na měnící environmentální podmínky. Z uvedeného vyplývá, že tedy nelze zjistit optimální vitalitu stromu. Díky vhodným indikátorům je možné sledovat pouze její změny.

3.2 Kořenový systém sazenic

Kořen představuje spodní část osy rostlinného těla, jak zmiňuje VOTRUBOVÁ (2017). Zpravidla se vyvíjí pod povrchem půdy, bez snadné možnosti přímé viditelnosti (MAUER a kol., 2013). Jeho znalost nemůže být vzhledem k obtížné zkoumatelnosti srovnatelná s nadzemní částí, neboť je ukryt pod povrchem. Oproti bylinám komplikuje poznávání dřevin i rozsáhlá velikost kořenových systémů. Připevňuje rostlinu v zemi, přijímá vodu, živiny a slouží jako zásobní orgán, jenž tvoří některé rostlinné hormony. Nemá listy, nody a pravidelně postavené pupeny (jen z dodatečně a nahodile vzniklých náhradních pupenů se na nich formují výhony s listy). Kořen je také místem symbiózy dřevin s mikroorganismy. Jedná se o orgán heterotrofní povahy, který je závislý na přesunu asimilátů z nadzemních částí rostlin, viz MAUER a kol. (2013).

Bez ohledu na ontogenetický původ je kořenový systém souborem všech kořenů jedince. Pověšinou je tak složen z kořenů vzniklých důsledkem větvení, a to jak endogenního, tak exogenního. Ve směru zemské přitažlivosti vyrůstá primární klíčící kořen, boční kořeny prvního řádu se z něho vyvíjejí přibližně kolmo (vzhledem k půdnímu povrchu vodorovně nebo částečně šikmo dolů). Kořeny dalších řádů prorůstají půdou různými směry za vzduchem, vodou i živinami a k zemské tíži jsou už obvykle necitlivé (MAUER a kol., 2013).

3.2.1 Funkce kořenového systému

Všechny kořeny mají různé základní funkce. K těm nejdůležitějším náleží příjem minerálních živin a vody z půdy, jejich transport do prýtu a upevnění stromu v zemi. Rozsáhlý absorpční povrch kořenového systému je důležitý pro příjem látek z půdy. Voda i mnoho živin bývá často v půdě přítomno jen ve velmi malém množství, proto se v blízkosti kořenů často vyčerpají. Nepřetržitým růstem kořenů do nevyčerpaných nových míst půdy a zvýšením absorpčního povrchu růstem postranních kořenů a kořenových vlásků se dosahuje dostačujícího příjmu živin. Ten je možné zajistit i symbiózami s houbovými hyfami. Význačná množství zásobních látek bývají nejčastěji ukládána v kořenech, jak zmiňuje VOTRUBOVÁ (2017).

V HAVLOVI a ŠTURSOVI (2000) se uvádí, že kořeny obstarávají mocným stromům zejména stabilitu, ale slouží také jako dobře fungující pumpa, která dokáže vytlačit vodní roztok s minerály z půdy až desítky metrů vysoko do listnatých korun, kde ho potřebují při fotosyntéze. Až 80 % veškerých kořenů je rozloženo do 20 až 30 cm pod povrchem půdy, kde se vyskytuje největší kvantita živin. Do větší hloubky zasahují jen křovité kořeny, zajišťující stabilitu těžkých kmenů, viz MAUER a kol. (2013). Hrubé kořeny, z hlediska statické funkce často nazývané jako kosterní, mají největší význam pro uchycení stromu v půdě. Jedná se o kořeny, které mají v určitém stádiu vývoje klíčový účel pro zajištění mechanické stability stromu.

3.2.2 Stavba kořenového systému

Kořenový systém dřevin vytváří v půdě spleť sítí, již tvoří velké množství kořenů s různou tloušťkou, délkou a funkcí rostoucích nejrůznějšími směry.

Podle pozic v kořenovém systému a směru svého růstu bývají kořeny obvykle rozděleny na horizontální, vertikální a kosterní. Horizontální kořeny vyrůstají z báze kmene souběžně a vodorovně se zemským povrchem. Mezi vertikální se řadí kořeny s pozitivně geotropickým směrem růstu. Rostou z bazální části kmene kolmo nebo šikmo pod úhlem větším než 45°. MAUER a kol. (2013)

popisují, že kosterní kořeny patří mezi silné (dominantní) kořeny kořenového systému, mohou být vertikální nebo horizontální a zaručují jeho mechanickou stabilitu.

V díle POLENO, VACEK a kol. (2009) se uvádí ideální architektura kořenového systému, kterou tvoří čtyři kosterní kořeny rostoucí souběžně s povrchem půdy a vyrůstající z báze kmene. Mají průběžný růst mezi kořeny ve vodorovné poloze s maximálním úhlem 90° . Povolují se odchylky, je-li kořenový systém tvořen nejméně třemi kosterními kořeny, z nichž mezi dvěma je největší úhel ve vodorovné poloze 180° a mezi dalšími dvěma kořeny je minimální úhel 45° . Pokud se jedná o pozitivně geotropicky rostoucí kořen (kulový), musí být přítomen nejméně jeden povrchově rostoucí kosterní kořen. Kosterní kořeny se mezi sebou nemohou proplétat a obtáčet, musí dodržovat stále stejný směr růstu. Od původního povrchově přímého směru růstu kosterních kořenů je pouze jedna povolená odchylka, a to změna z povrchově rostoucího kořene na kořen pozitivně geotropicky rostoucí.

MAUER a kol. (2013) sděluje, že adventní (náhradní) kořeny mají horizontální charakter růstu, neboť vyrůstají po výsadbě nad kořenovým krčkem, neboli na nadzemní části stromu. Kůl roste z báze kmene, jedná se o dominantní, velmi silný, výrazný a pozitivně geotropicky rostoucí kořen. O panohy se jedná, pokud v místě báze kůlů vyrůstá více silných pozitivně geotropicky rostoucích kořenů, nebo zastaví-li kůl svůj růst nebo je vzrůst zastaven mechanickým způsobem. Kotvy mají vždy pozitivně geotropický charakter směru růstu, mohou vyrůstat z horizontálních kořenů, tj. báze kmene. Kolenovité kořeny jsou horizontální kořeny, které náhle mění svůj směr růstu na pozitivně geotropický, v nižší hloubce půdy se však opět stočí do horizontálního směru. Deskovité kořeny jsou horizontální a mají různý tvar příčných průřezů (elipsovité, kulovité a nepravidelný v kamenitých půdách). Deskovité kořeny, u nichž je výška mnohonásobně větší než šířka, se mohou tvořit kvůli zajištění mechanické stability stromu na kořenových náběžích. Vyrosteli z vrchní části kotvy nebo panohy kořen, jenž se okamžitě stočí do stejného směru růstu jako jeho kotva nebo panoha, označujeme ho jako hřebenovitý. Tvar hřebenu připomíná zejména

opakovaný růst, kdy kořeny rostou 10 až 15 cm od sebe. Podobně vzniká i část kotev na horizontálních kořenech, kdy se sám horizontální kořen stočí do pozitivně geotropického směru růstu a nový horizontální kořen prorůstá v horní části stočení.

V zakončení růstu (koncové části) horizontálních a vertikálních kořenů je rozdíl. Není nutné, aby se zakončení horizontálních kořenů větvilo. Pokud se však větví, tak do vidlice nebo tzv. snopkovitého větvení, kdy z jednoho místa vyrůstá více stejně tlustých kořenů. Stejně tak se nemůžou na své bázi větvit ani vertikální kořeny. Buď se větví do vidlice, nebo vznikne kořenová štetka, tj. větší množství stejně tlustých kořenů.

Podle tloušťky rozdělujeme kořeny na různé frakce – na hrubé kořeny ($\varnothing > 2$ mm) a jemné kořeny ($\varnothing \leq 2$ mm). Musíme však vzít v potaz, že frakcionace kořenů podle tloušťky je jenom konvekcí, v níž není nutné, aby souhlasila s rozdíly v zásadních fyziologických funkcích – ukotvení stromu a příjem živin a vody.

U vybraných druhů stromů uvádí MAUER a kol. (2013) typy kořenových systémů následovně. Kůlový: *Abies alba*, *Carya*, *Juglans regia*, *Pinus nigra*, *P. sylvestris*, *Pyrus communis*. Kůlový až srdčitý: *Castanea sativa*, *Quercus petraea*, *Q. robur*, *Q. rubra*, *Robinia pseudoacacia*, *Ulmus glabra*, *U. leavis*, *U. minor*. Srdčitý: *Alnus glutinosa*, *Carpinus betulus*, *Corylus colurna*, *Fagus sylvatica*, *Liriodendron tulipifera*, *Larix decidua*, *Platanus xacerifolia*, *Prunus avium*, *P. padus*, *Pseudotsuga menziesii*, *Tilia cordata*, *T. platyphyllos*, *T. tomentosa*. Srdčitý až kotevní: *Acer campestre*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus*, *Aesculus hippocastanum*, *Betula pendula*, *Pinus strobus*. Kotevní: *Acer negundo*, *Alnus incana*, *Fraxinus excelsior*, *Picea abies*, *P. sitkaensis*, *Populus*, *Salix alba*, *S. fragilis*, *Sorbus aucuparia*.

V dané charakteristice jednotlivých typů kořenových systémů se většinou uvádí, že úvodní typ náleží k dřevinám hlubokokořenným a závěrečný zase k mělkokořenným. Uvedenou koncepci je však možné využít pouze pro stanoviště, jež zřetelně neomezují rozvoj kořenů.

3.2.3 Deformace kořenového systému

KOLÍN (2001) sděluje, že deformace kořenového systému neovlivňuje jen stabilitu budoucích porostů, ale zapříčiňuje i nedostatečné kořenové využívání půdních živin k výrobě a produkci dřevní hmoty. MAUER a kol. (2013) ale seznamuje s tím, že deformace kořenových systémů může způsobit několik faktorů. Mohou být zapříčiněny během výsadby nebo pěstování sadebního materiálu, rovněž i během dalšího růstu kořenů po relativně zdařilé výsadbě.

Z odborného hlediska se dávají nejčastěji do souvislosti s využitím krytokořeného sadebního materiálu. Při špatném pěstování krytokořeného sadebního materiálu dochází k nejvýraznějším deformacím kořenového systému, a proto jsou takto založené porosty podstatně ohroženy. U krytokořeného materiálu byla díky významným změnám technologie pěstování a zejména zásadní změnou v konstrukci obalů na nejnižší míru snížena možnost, že deformace budou vyvolány vlastní technologií. V čem spočívají uplatněné změny:

- obal se zvětšil a přizpůsobil svůj tvar běžné architektorce kořenového systému pěstovaných rostlin,
- obaly dna byly odstraněny, rostliny se pěstují na vzduchovém polštáři a boční stěny obalu jsou perforovány,
- na vnitřní stěny obalů byly připojeny vlisy a žebra, kořeny byly usměrněny pozitivně geotropickým směru růstu,
- pěstební doba rostlin v obalech byla zkrácena,
- na vnitřní stěnu obalu byly použity chemické přípravky na bázi mědi, které potlačují růst kořenů po dobu pěstování rostlin a dostávají se do bezprostředního kontaktu se stěnami obalů.

Mohlo by se zdát, že tvorba deformací kořenových systémů nastává jen u krytokořeného sadebního materiálu. Ale i při použití prostokořeného sadebního materiálu může dojít ke stejně značným deformacím. O nich se však příliš nemluví. Existuje několik rozdílů u přirozené architektorky kořenového

systému (u prostokořenných i krytokořenných rostlin jsou shodné), za nezávažnější se považují následující:

- Strboul vznikne vytvořením spirál a vzájemným proplétáním kořenů. Po jeho vzniku dojde nejen k narušení přirozené architektoniky, ale díky dalšímu tloustnutí kořenů i k jejich zaškrvení. Také se může zhoršit výživa stromu. Parazitické houby zřetelně napadají i kořenový systém.
- Absence kůlu nebo panoh se objevuje u dřevin s kulovým, parohovitým a všestranně rozvinutým kořenovým systémem. Jejich nepřítomnost zřetelně zhoršuje výživu, přirozenou architektoniku a mechanickou stabilitu stromu.
- Deformace ve tvaru L nebo J, tj. ohnutí hlavního kořene při výsadbě.
- Horizontální kořeny jsou rozloženy nepravidelně v kruhové síti, krajní případ této odchylky přechází až do jednostranného modelu kořenového systému.

K deformacím při pěstování sadebního materiálu v lesních školkách dochází hlavně díky nevhodným a nehomogenním fyzikálním i chemickým vlastnostem půd školky, včetně zásypky, nesprávnému školkování (absence kůlu, strboul, nepravidelně rozložené kořeny). KOLÍN (2001) předkládá, že se kořeny prostokořenných sazenic deformují při špatném podřezávání či školkování. Jsou-li kořeny před školkováním neupraveny nebo nezkráceny (dřeviny s kulovým kořenem) a je-li stroj seřízen špatně, může docházet k ohýbání kulového kořene ve směru brázdy. Daným způsobem vzniklé deformace rozhodně přetrvávají při dalším růstu. (BÍLEK, KUPKA, SLODIČÁK a kol., 2016) Mechanizované podřezávání si klade za cíl odstranit kořeny z větší hloubky a podpořit jemný kořenový systém, čímž se rozvine a zlepší hodnota semenáčků při vlastní výsadbě. Uvádí se, že průměr u podřezávaných kořenů má být méně než 6 mm. Stroj na podřezávání představuje vodorovné ostří, které je taženo v lesní školce, v dané hloubce půdou, ve které se nacházejí holé, mladé kořeny semenáčků. MAUER a kol. (2013) zaznamenávají, že deformace mohou vznikat vysetím semen s nepoměrně dlouhým klíčkem (zkroucení v oblasti kořenového krčku)

nebo chybným hnojením (velikost nadzemní části neodpovídá velikosti kořenového systému). Dalším důvodem je nevhodné přesazení do obalu (strboul či absence kůlu) a nedodržení technologie při pěstování krytokořenného sadebního materiálu (všechny druhy s deformací).

Je-li špatná výsadba prostokořenného sadebního materiálu, vzniknou nejtěžší deformace kořenových systémů:

- spirálovitým otočením rostliny po postavení do malé jamky nebo štěrbiny vznikne strboul. Stěna štěrbiny či jamky bývá hladká (ohlazenou stěnu kořen neproroste),
- kořenové větve jsou nepravidelně rozložené, kůl zcela chybí, je vykopaná jamka nebo štěrbinina je menší než délka vysazovaného kořenového systému,
- kořenový systém nemá rovnoměrné rozložení, není pokládán do normální polohy. Před sadbou došlo k jednostrannému odstranění části kořenového systému, zejména jemných kořenů. Při zatahování štěrbiny během ruční štěrbinové výsadby dochází k velkému zhutnění.

Je vhodné u výsadby krytokořenného sadebního materiálu použít jamkovou sadbu a překrýt vrchní část kořenového balu alespoň 2 cm zeminy.

- Vkládáme-li kořenový bal do vykopaného otvoru násilím, může dojít k deformaci kořenového balu, také často vznikne vzduchová kapsa v dolní části otvoru,
- hladké stěny škvíry,
- nepřekryjeme-li povrchy kořenových balů, dochází k jejich vysychání (rašelina vyschne oproti okolní půdě rychleji). Při vymrzání je možné kořenové „vytáhnout“ ze země, tím nebude vytvořen předpoklad pro tvorbu adventních kořenů.

I navzdory důkladné práci se mohou nejzávažnější deformace kořenových systémů objevit až po výsadbě. Jedná se zejména o následující aspekty: nerespektování druhu vysazované dřeviny a podmínek stanoviště, špatná příprava stanovišť, výrazný rozdíl v chemickém složení kořenových balů krytokořenného

sadebního materiálu oproti okolní půdě, krytokořenný sadební materiál je vysazován v obalech, které umožňují prorůstání kořenů na suchá stanoviště, obal je pro kořeny nepropustný a v dané zemi se nerozloží.

3.3 Nadzemní část sazenic

KUPKA, SLODIČÁK a kol. (2002) poznamenávají, že jakost sadebního materiálu je komplexem fyziologických, morfologických a genetických vlastností.

Certifikát původu určuje genetické vlastnosti. V se uvádějí všechny důležité údaje – kvalita a typ zdroje, lesní oblasti a vegetační stupně původního zdroje, identifikace zdroje.

Obsah vody a živin v rostlinách určují fyziologické vlastnosti, které mohou stanovit různé testy.

Vhodnou velikost sazenic a odolnost vůči fyzickému namáhání v místě, kam se vysazují, zajišťuje používání morfologických požadavků. K nejběžnějším morfologickým indexům patří poměr nadzemní části : kořenovému systému. Velmi důležitým parametrem je rovněž poměr výšky : průměru kořenového krčku (RCD). Pro většinu druhů obalovaných sadebních materiálů je dobrou rovnováhou RCD menší než 80 a poměr nadzemní část : kořenovému systému nižší než 2,0.

V publikaci POLENO, VACEK a kol. (2007) se uvádí, že se výrazně snižuje růst kořenů, jsou-li sazenice pod velkým zastíněním, podíl hmotnosti kmínků se téměř nemění a podíl hmotnosti jehličí se naopak zvyšuje. Tím je možné osvětlit celkový přírůst, ale při nedostatku vody sazenice ohrožuje ztráta hmotnosti kořenů, tzn. zejména pod clonou mateřských porostů v oblasti se slabšími srážkami.

4 OBNOVA SMRKOVÝCH POROSTŮ

POLENO, VACEK a kol. (2007) sděluje, že se provedenou těžbou objevuje v porostech produktivní holina, která však musí být dle lesního zákona č. 289/1995 Sb. zalesněna nejdéle do dvou let. Na žádost vlastníka lesa může v některých případech orgán státní správy lesů povolit delší dobu. Takový případ nastane, pokud se v důsledku absence semenného roku předpokládá přirozená obnova.

K základním pěstebním úkonům, kterým se musí věnovat správce či majitel lesa, odjakživa patří obnova lesa, což mu ukládá nejen zákon, ale i zásada dobré péče o les. Ta uvádí, že v pralesovitých a přírodních lesích probíhala během celé existence obnova jen samovolně. Nálet je možné pokaždé objevit v takovémto typu lesa, jak zmiňuje KUPKA (2008). KUPKA (2005) popisuje obnovu lesa jako proces střídání současného, nejčastěji mýtného (dospělého) lesa další generací lesních dřevin. V hospodářských lesích se jedná o vědomou činnost, jejímž cílem je nahradit novým porostem místo starého porostu, což se děje umělým, či přirozeným způsobem, viz KUPKA (2008).

Primární rozdělení obnovy hospodářských lesů se určuje způsobem vytváření nových porostů. Rozlišujeme dva základní druhy obnovy – přirozenou a umělou. ŠARVAŠ a KUPKA (2011) poznamenávají, že k finančně nejnáročnějším pracím v lesním hospodářství se řadí umělá obnova lesa. Z tohoto důvodu je požadováno využívat v nejvyšší možné míře možnosti pro přirozenou obnovu porostů a geneticky vhodných lesních stanovišť. Nejméně nákladným způsobem obnovy lesa a rovněž nejvhodnějším nástrojem na uchování vhodných genofondů lesních dřevin je tedy obvykle přirozená obnova. je však nutné si uvědomit, že svoje meze může mít i využívání přirozené obnovy, proto je nemožné ji vytvořit pokaždé a na všech místech.

V KUPKOVI (2005) se dále dočteme, že pro začátek nové lesní etapy se během přirozené obnovy používá zejména rozmnožovací schopnost mateřského porostu opadem semen nebo výmladností. Založení nového porostu výsadbou nebo setbou se nazývá umělou obnovou. Kombinovanou obnovou je pak označována paralelní

přirozená a umělá obnova na stejných obnovovaných plochách. KUPKA (2008) charakterizuje oba základní způsoby obnovy (přirozenou a umělou) jako výhodné, ale zároveň obsahující také nedostatky. Díky současné péči ze strany lesníků a zvýšené pozornosti věnované přirozené obnově nás nepřekvapí, že umělá obnova je hlavním a markantně převládajícím typem obnovy nejen v České republice, ale i ve většině evropských zemí.

Dle KUPKY (2005) je možné průběh obnovy lesních porostů definovat a posuzovat dle několika znaků. Mezi základní znaky patří: Jak je nový porost vytvářen, jak je obnova prostorově uspořádána, jak dlouho trvá obnova a jak velká obnovovaná plocha je.

Základní techniky obnovního postupu jsou tři a dělí se dle prostorového uspořádání obnovy na obnovu clonnou, holosečnou a okrajovou. Nebo může být obnova prováděna výběrným způsobem. Dle délky obnovy je rozlišena na krátkodobou obnovu (ta je kratší než 20 až 30 let) a dlouhodobou obnovu (obnovní doba činí minimálně 30 let). Dle rozlohy obnovované plochy se rozděluje na maloplošnou a velkoplošnou obnovu.

ŠARVAŠ, KUPKA (2011) podotýkají, že obnovu lesa špatně ovlivňují kromě nahodilých těžeb i jiní negativní činitelé, mezi něž se počítají především výrazné extrémní počasí. Hlavně v jarním období, kdy se odehrává většina prací spojovaných s obnovou lesa, se hodně často objevují teplotní extrémní mnohdy spojované s podnormálním nebo nevyrovnaným průběhem srážek. Časné podzimní a pozdní jarní mrazíky se řadí k dalším negativním abiotickým činitelům. Mrazíky tak poškozují nejen terminály porostů nově založených, ale i již zajištěných kultur. Na velkých holinách vzniklých po kalamitních těžbách se proto výrazně změnila mikroklimatické podmínky, neboť zde výrazněji působí uvedení škodliví abiotičtí činitelé. k nim patří nejen škody způsobené škodlivým hmyzem, ale nejdůležitější škody způsobené zejména okusem zvěře.

4.1 Přirozená obnova

Autoreprodukcí porostu mateřského vznikne během přirozené obnovy lesa nová generace lesa. Přirozená obnova probíhá v přirozeném lese sama, v hospodářském lese je její vztah spojován s cílevědomými činnostmi lesních hospodářů. Přirozená generativní obnova, jež vzniká ze semen, má prvořadý význam. Kořenová a pařezová výmladnost, která se zařazuje k obnově vegetativní, patří také k přirozené obnově.

Generativní přirozená obnova

V rámci tohoto druhu obnovy je jako mateřský porost označován původní (obnovovaný) porost. Vzniká-li v místech původních porostů nová generace lesa díky základnímu principu clonné obnovy, provádí se obvykle záměrným snižováním zápoje jeho korun. Jedná se tedy o přirozenou obnovu pod porostem mateřským. Vedle mateřského porostu je pro přirozenou obnovu typické, že se nálet na násečných a holosečných obnovních lokalitách dobře nasemení a ujme.

K základní verzi přirozené obnovy lesa se řadí semenná (generativní) obnova lesa, při které vzniknou nové porosty z náletů a opadů semen (plodů), jež pochází z vlastního mateřského porostu nebo z okolních porostů.

Vegetativní přirozená obnova

Daná lesní obnova je charakterizována vznikem nového porostu nesemennou, tj. vegetativní cestou. Přirozenou vegetativní obnovu listnatých dřevin je možné uplatnit ve výmladkovém a sdruženém lese buď výmladky pařezovými, nebo kořenovými. Hřížení je zvláštním tvarem vegetativní obnovy přirozené. Při hřížení je využito schopnosti dřevin zakořenit větve při dotyku s půdou, jak uvádí KUPKA (2005).

V oblastech horních okrajů lesa je schopnost generativního rozmnožování smrku ztepilého zhoršená. Nejenže jsou semenné roky ve ztížených podmínkách velmi řídké, také klíčivost semen je díky důsledkům extrémních ekologických poměrů

celkem malá. Celkový výsledek obnovy velmi ovlivňuje i mráz a sníh, proto postupuje přirozená obnova v těchto podmínkách celkem pomalu. Generativní rozmnožování je tu tedy částečně nahrazeno samovolným vegetativním rozmnožováním – hřížením (POLENO, VACEK a kol., 2009).

Ve střední Evropě jsou velmi produktivní ekosystémy náležející do 6. lesního vegetačního stupně, kam se řadí i naše Šumava a Beskydy. V poslední čtvrtině 20. století došlo na jejich územích ke zřetelné tendenci zvyšovat podíl smrku, která vyústila až do homogenizace struktury porostu.

Přirozená obnova smrku se však velmi často objevuje v pahorkatinách nebo v oblastech mimo přirozený areál. Nejen jako monokultura se u nás objevoval smrk na většině území. Autoredukci je možné do značné míry zajistit redukcí přehoustlého náletu.

4.2 Umělá obnova

Podle KUPKY (2005) vzniká umělá obnova jedině záměrnými činnostmi lesních hospodářů. Popisuje se jako forma tvorby následného porostu výsadbou semenáčků a sazenic vypěstovaných v lesní školce, popřípadě stromků vyzvednutých z náletu, či setbou semen a plodů přímo na plochu obnovy. Na holosečných obnovních prvcích převládají jednoznačně umělé obnovy. Využívají se v podobě podsadeb a podsíjí pod clonou porostů mateřských.

V KUPKOVI (2008) je umělá obnova rozdělena na síji a sadbu sadebního materiálu buď generativního, nebo vegetativního původu. Umělá síje má však vysoké nároky na spotřebu semene, je tedy značně neekonomická, a proto se u nás v současné době v lesním hospodářství příliš nevyužívá, přestože je svým provedením poměrně nekomplikovaná. K hlavním způsobům umělých obnov tedy patří sadba semenáčků a sazenic pěstovaných v lesní školce.

Při zalesňování sadbou vysazujeme do půdy sazenice či semenáčky. Příprava půdy, která se opírá zejména o odstranění těžebních zbytků a klestu, jakož i o eventuální odstranění či narušení drnu, by měla proběhnout ještě před sadbou.

Následující základní technologie jsou využity při samotné sadbě:

- Nejčastějším a nejrozšířenějším způsobem sadby, který vyhovuje vyspělým sazenicím s dobře vyvinutými kořenovými systémy, je jamková sadba.
- Pro semenáčky (výjimečně i sazenice) s kulovým kořenem s málo rozvětvenými kořenovými systémy je nejvýhodnějším způsobem výsadby štěrbinová sadba.
- Mezi vyvýšenou sadbu se zahrnuje kopečková a záhrobcová sadba. Jedná se vlastně o jamkovou sadbu do vyvýšených kopečků či záhrobců. Klasická jamková sadba se však používá v rostlém terénu.
- I brázdovou sadbu můžeme v podstatě označit jako jamkovou, jen se sází do vyoraných brázd. Zde jsou sazenice více kryty před suchem a slunečním úpalem, neboť jsou umístěny výrazně pod úrovní terénu.
- Během sadby obalených sazenic je v každém případě nutné vytvořit jamku tak, aby byla hlubší než výška kořenového systému sazenice. Tím vlastně můžeme při výsadbě v terénu sadbu částečně „utopit“.
- Umělá tvorba nových porostů sadbou pod clonou obnovovaného porostu je označována podsadbou neboli podsazováním.

POLENO, VACEK a kol. (2009) zaznamenávají, že za primárním úspěchem obnovy lesa stojí využití kvalitního sadebního materiálu tak, aby nově založená kultura vykazovala úspěšný vývoj a vysokou ujímavost. Danou jakost můžeme zhodnotit zejména podle stavu a architektiky kořenových systémů. i podíl jemných kořenů je významným indikátorem ujímavosti sazenic a jejich dobrého odrůstání.

4.2.1 Technologie výsadeb

Jamková sadba

V České republice je tato sadba nejběžnější a nejrozšířenější. K ujetí a dobrému růstu kultury jsou nutné dva požadavky, a to dobrý kontakt kořenů s půdou a příprava prostředí pro kořeny sazenice (KANTOR et al., 1965). Jak uvádí

KUPKA (2008), daná sadba se hodí pro dobře vyvinuté sazenice s kvalitními kořenovými systémy. je využívána zejména pro sazenice větších rozměrů a také pro poloodrostky a odrostky. Velikost sazenice, tvar kořenových systémů, vlastnosti půdy a druhy dřevin určují velikost jamky.

Dřeviny se srdčitými a panohovitými kořenovými systémy tvoří prosté jamky. Pro dřeviny s plochými kořenovými systémy zvolíme jamku s kopečkem na jejím dně (LANDA a PROCHÁZKA, 1963). Výkonové normy udávají velikost sadebních jamek tak, aby sadební materiál o velikosti do 20 cm byl zasazen do jamek 25×25 , nebo 35×35 cm. Větší sadební materiál nad 25 cm přijde do jamek o velikosti 35×35 , nebo 50×50 cm. Zabuřenění se rozděluje do čtyř stupňů a rozpojitelnost zeminy pak do pěti tříd. Veškeré normy jsou určeny měrnou jednotkou 10 sazenic (NOUZOVÁ, NOUZA, 2010).

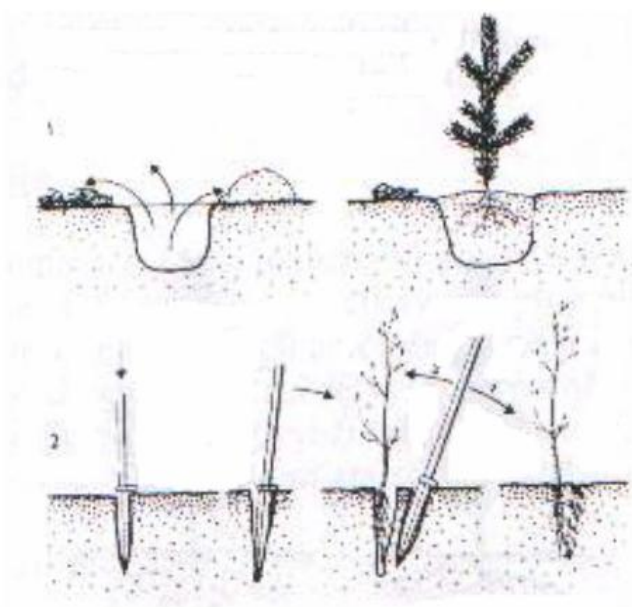
Je nutné sazenici vysadit tak, aby došlo k pečlivému rozmístění kořenového systému prostoru jamky podle přirozené skladby. Také musíme dbát na to, aby byl kořenový krček zasazen v úrovni terénu, nebo u lehkých půd mírně nad úrovní terénu. U obalovaných sazenic dáme pozor na to, aby byl povrch obalu mírně pod úrovní povrchu, a následně ho překryjeme zeminou (POLENO, VACEK et al., 2009).

Dle KUPKY (2008) je potřeba vykopat dost hluboké a široké jamky, aby do nich bylo možné vložit kořenový systém sazenic bez jakékoliv deformace. Musíme dávat pozor především na to, abychom neohnuli hlavní kořen. je výhodnější zkrátit velmi dlouhý kořenový systém, než ho ohnout. Pro kořenový systém stromu, který je plošší bez výraznějšího hlavního kořene, je lepší udělat na dně jamky kopeček, na němž se mohou kořeny rozprostřít. Je nutné zkontrolovat, zda je sazenice správně usazená mírným zatažením za její terminální pupen. Povytáhneme-li ji, není kvalitně zasazená a je u ní pravděpodobnější, že uschne.

Štěrbínová sadba

KANTOR (1965) zmiňuje, že druhou nejrozšířenější sadbou je sadba štěrbínová, která se uplatňuje při vysazování jednoletých až dvouletých sazenic či semenáčků. Podle LANDY a PROCHÁZKY (1963) je sadba štěrbínová vhodná do kyprých,

neuléhavých půd, jež mají nízký obsah skeletu. Ještě se hodí na svahy, u nichž není možné porušit půdní kryt. Štěrbínová sadba není vhodná pro těžké, podmáčené, bahnité půdy, ani na příliš sypké půdy. Tato metoda je velmi úsporná a rychlá, ale je možné ji využít pouze ve vybraných případech, neboť u ní dochází častěji k deformacím kořenových systémů (KUPKA, 2008).



Obrázek 2 - Schéma jamkové (1) a štěrbinové (2) sadby (DUDA 2009)

U štěrbinové technologie sadby je pomocí sazeče vytvořena štěrbina, do níž vloží další pracovník semenáček. Musí ještě srovnat jeho kořenový systém tak, že ho mírně povytáhne, aby zabránil jeho ohnutí ve štěrbině. Dalším vpichem sazeče a přimáčknutím zeminy na původní štěrbinu se štěrbina se semenáčkem uzavře (KUPKA, 2008).

5 CHARAKTERISTIKA ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

LHC Hořice se z rozlehlejší části rozprostírá na území kraje Královéhradeckého. Severní části oblasti patří do kraje Libereckého, konkrétněji Hrubá Skála i části revírů Střeleč, Lomnice, Kumburk a okrajově rovněž revír Pustá Proseč, některé z revírních ploch Kopidlno zasahují do Středočeského kraje, jak uvádí ANONYMOUS (2007).

5.1 Geologické podmínky

LHC Hořice se rozkládá na složitých a členitých geologických strukturách, viz ANONYMOUS (2007).

Českou část pánve tvoří nejen kontinentální sedimenty a vulkanity z období svrchního karbonu a permu, ale i kontinentální uloženiny spodního triasu a také mořské uloženiny svrchní křídly.

V Polabské nížině je umístěn jižní až jihozápadní úsek tohoto LHC. Všechna pásma sedimentační éry křídly – cenoman, spodní, střední a svrchní turon jsou v Polabí zastoupena, proto zde dle charakteru ukládaného materiálu vznikají sedimenty rozličné povahy. Nalezneme zde pískovce, místy glaukonitické a vápnité, dále jíly a břidlice, jílové nebo glaukonitické slíny, také písčité a vápnité slínovce, ale i písčité vápence. Na úrodnost půdy mívají výrazný vliv kvarterní překryvy, přičemž k nejpříznivějším z nich se řadí spraše a sprašové hlíny. Vápnitými eolickými materiály jsou zobrazeny mírně až středně vápnité spraše. Jedině na svahových polohách s nižšími vrstvami spraše jsou tedy zachovány lesy. V menší míře našly uplatnění vápnité písky tvořící místy přesypy, kterou jsou ale dnes stabilizovány borovým porostem. Nejhojněji jsou zastoupeny říční terasy, jejichž nejmladší spodní stupně náležejí dnešním tokům řek, naopak starší stupně patří pleistocenním tokům. Na křídovém podloží se tedy nacházejí šterkopískové vrstvy nejrůznějších mocností. Nivy větších řek a údolní vrstvy menších potoků jsou tvořeny holocenními vrstvami. Nanášecí funkce toků se uplatňuje v hojné míře i nadále. Podél Labe můžeme najít červeně zbarvené

aluviální nánosy, které jsou charakteristickým důkazem čtvrtohorních náplavových nánosů.

Severním směrem na Hořice a Dvůr Králové se nacházejí starší usazeniny z období staršího turonu a cenomanu, mezi něž patří kvádrové, křemité, glaukonitické a jílovité pískovce, které jsou poté vystřídány vápnitými spongility.

5.2 Pedologické podmínky

V určitých lokalitách LHC Hořice se různé typy půd vymezují geologickým podložím. Kambizemě převládají v severovýchodní části LHC Hořice (PLO 23 – Podkrkonoší) a na místech s mocnou vrstvou křídových sedimentů v různých fázích rozpadu. V pojednání RYBÁŘ a kol. (2008) je uvedeno, že důsledkem chemického zvětrávání prvotních minerálů je typické hnědnutí (brunifikace) kambizemí (hnědých lesních půd). Během něho je uvolňováno železo, mangan a hliník, na nichž se objevují společenstva bučin a doubrav. Ze subtypů kambizemě mají nejvyšší zastoupení mezotrofní půdy na opukách a prachovcích, následují oligotrofní na pískovcích a nakonec rankerové na kamenitých svazích. Na sprašových hlínách a jemnozrnném pískovci se tu objevuje také luvizem. Vyvíjejí se tu i lehké, písčité, kamenitější, mělce výrazné podzoly, které se vyskytují na druhohorních křídových cenomanských pískovcích, na nejchudších lokalitách pak nacházíme hluboce výrazné železité podzoly. V rovinatějších terénech negativního tvaru se vyvíjely poměrně hluboké těžší půdy, zamokřené jen střídavě. Na prvním místě sem patří luvizemě (půdy illimerizované) až kambické země (hnědé), poté ještě pravé pseudogleje. Zastoupení fluvizeměmi (naplavenými hnědozemními půdami) a kambickými (hnědými) glejemi je roztroušené na půdách, jež trvale ovlivňuje voda. K ostatním typickým druhům se ještě počítají (pravé) gleje, pseudoglejové (semigleje) a rašelinné gleje, jak sděluje ANONYMOUS (2007).

5.3 Hydrografie

Dané území LHC je z hydrografického hlediska hodně rozmanité. Řeka Labe odvodňuje většinu území, jen severní část území Jizera. K dalším významným tokům patří Úpa, Metuje, Cidlina, Bystřice a Mrlina.

ANONYMOUS (2007) zaznamenává, že všechny uvedené řeky spadají do pomorí Severního moře.

5.4 Klimatické poměry

Průměrná roční teplota na území LHC Hořice kolísá kolem 7°C, ovšem průměrná teplota se v dané oblasti kvůli členitému terénu s velkým rozptylem v nadmořské výšce nestanovuje příliš lehce. Obecně je možné konstatovat, že nejnižší průměrná teplota bývá naměřena v severozápadní části LHC, vyšší teplota se objevuje v Polabí, tedy v jižní polovině celku, kde dosahuje hodnoty 8°C.

Průměrný roční úhrn srážek se pohybuje mezi 650 a 950 mm za rok. Větší část území LHC Hořice vykazuje srážky okolo 700 mm ročně, jižní zóna kolem 600 mm, ovšem severozápadní okraj LHC patří do oblasti s průměrným úhrnem srážek cca 950 mm za rok. Průměrná délka vegetačního období činí 150 dní, viz ANONYMOUS (2007).

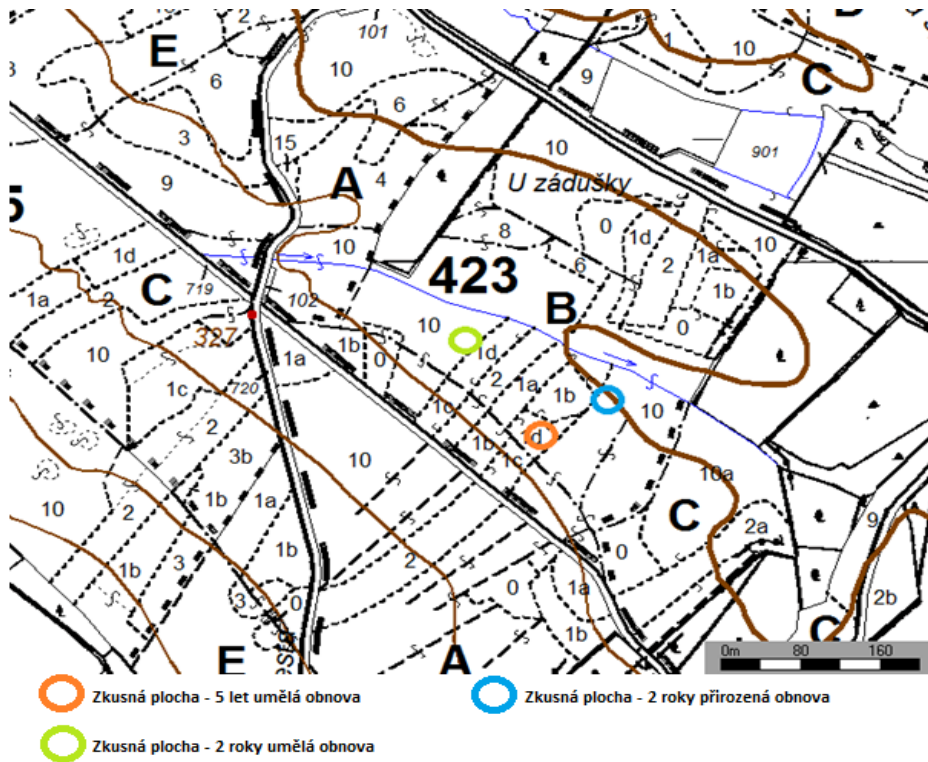
6 REALIZACE A METODIKA VÝZKUMU

6.1 Realizace výzkumu

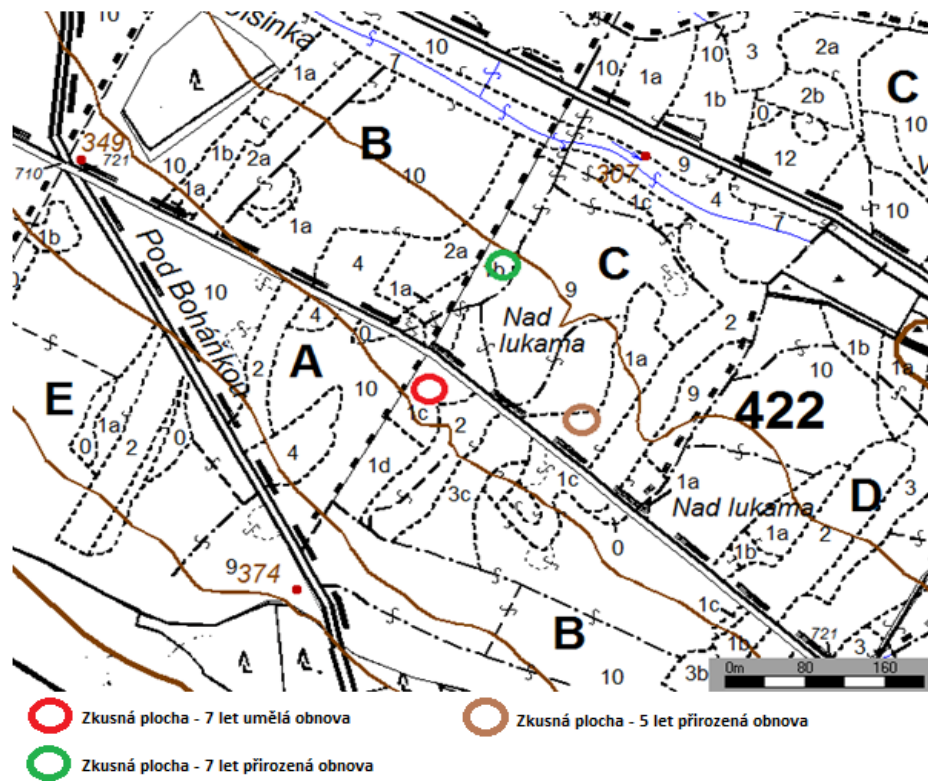
Zkusné plochy nacházející se v PLO 23 – Podkrkonoší jsou vzdáleny severovýchodně od nejbližšího města Hořice asi 6 km, které leží v Královéhradeckém kraji. Nadmořská výška, ve které leží zkusné plochy, je přibližně 300 m n. m. Tyto plochy jsou začleněny do cílového hospodářského souboru 43 a lesního vegetačního stupně 3 – dubo-bukový, lesní typ 3I1. Dvě ze šesti zkusných ploch mají dobu obmýtí 110 let a obnovní dobu 30 let. Ostatní zkusné plochy mají dobu obmýtí 100 let a obnovní dobu 30 let. Pro výzkum mé diplomové práce bylo použito šest zkusných ploch, přičemž každá plocha leží v jiném porostu až na dvouleté plochy, s přirozenou i umělou obnovou, které leží ve shodném porostu 423B10 (viz obrázek č. 2). Umělá obnova tam byla z roku 2017 s pěstebním vzorcem 1+2 a evidenčním číslem pěstební jednotky CZ-2-2B-SM-3465-23-3-H. Další plocha je v porostu 423B1d, kde se nachází pětiletý porost s umělou obnovou (viz obrázek č. 2), jeho pěstební vzorec je 1+2 a evidenční číslo uznané jednotky CZ-2-2B-SM-2658-23-3-H. V porostu 422C1a pak leží plocha s pětiletým, přirozeně obnoveným porostem (viz obrázek č. 3). Jedna ze sedmiletých ploch byla zvolena v porostu 422C1b, kde byla pro obnovu lesa zvolena přirozená obnova (viz obrázek č. 3). Poslední zkusná plocha z roku 2012, sedmiletá, byla obnovena uměle s pěstebním vzorcem 1+2-1, CZ-2-2B-SM-2196-23-3-H a nacházela se v porostu 425B1c (viz obrázek č. 3). Sklon terénu je u všech ploch mírně svažité se severní expozicí. Z pedologického hlediska se na většině území nacházejí kambizemě.

Tabulka 1 - Porostní údaje výzkumných ploch

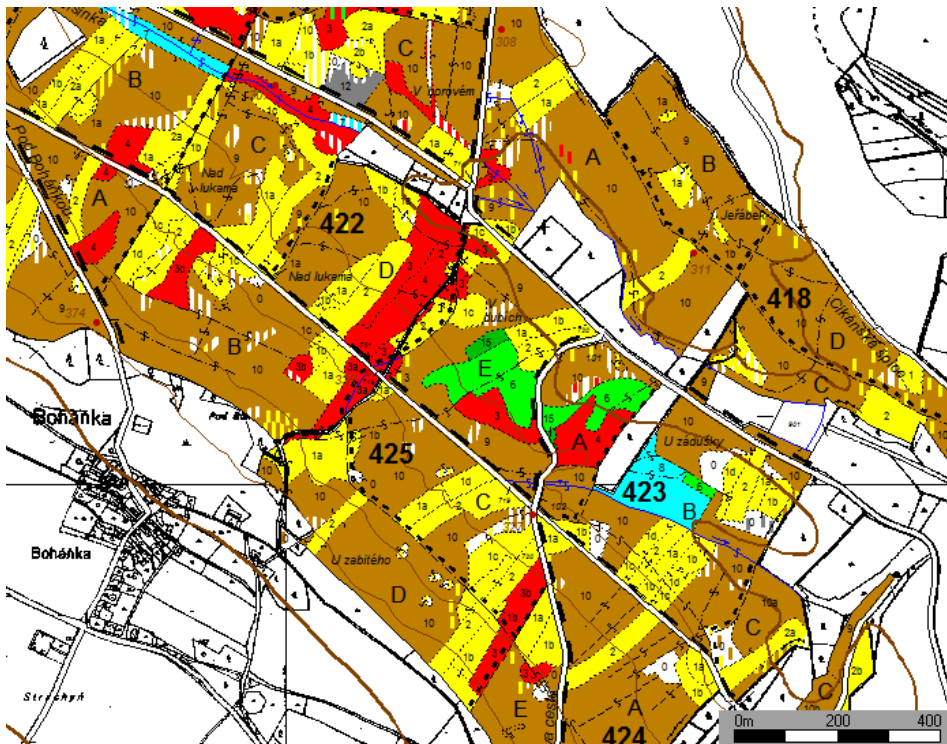
	Porost	Celková plocha porostu	Soubor lesních typů	Hospodářský soubor	Nadmořská výška	Počet kusů stromků na zkusné ploše	Počet vyzvednutých stromků k výzkumu
2 roky umělá obnova	423B10	0,62 ha	3I1	431	300 m n. m.	100	10
2 roky přirozená obnova	423B10	0,80 ha	3I1	431	300 m n. m.	100	10
5 let umělá obnova	423B1d	0,86 ha	3I1	431	300 m n. m.	100	10
5let přirozená obnova	422C1a	1,03 ha	3I1	431	300 m n. m.	100	10
7 let umělá obnova	425B1c	0,95 ha	3I1	431	300 m n. m.	100	0
7 let přirozená obnova	422C1b	0,42 ha	3I1	431	300 m n. m.	100	0



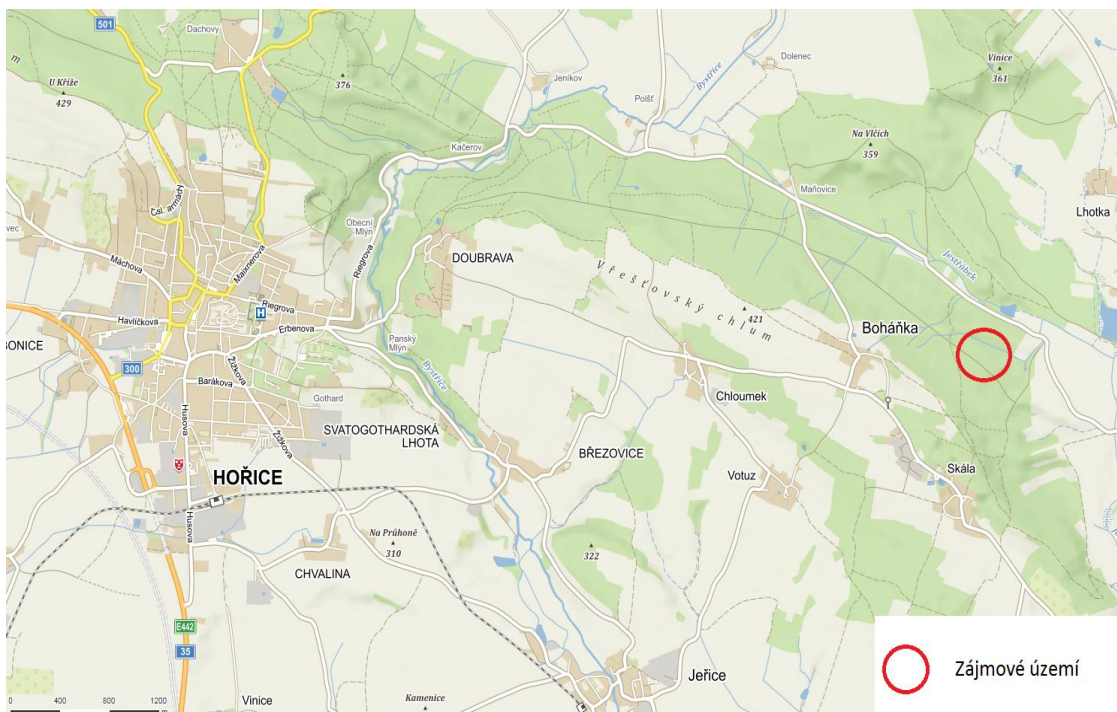
Obrázek 3 - Mapa zkusných ploch - 2 roky umělá a přirozená obnova, 5 let umělá obnova



Obrázek 4 - Mapa zkusných ploch - 5 let přirozená obnova, 7 let umělá a přirozená obnova



Obrázek 5 - Porostní mapa zájmového území



Obrázek 6 - Mapa zájmového území

6.2 Metodologie výzkumu

Prvním krokem metodologie je samotný výběr ploch, na kterých se výzkum realizuje. Plochy byly vybrány tak, aby se nacházely nedaleko od sebe a byly na stejných hospodářských souborech (HS). Také bylo nutné, aby dvě z šesti ploch byly dvouleté, přičemž jedna s umělou a druhá s přirozenou obnovou, dvě plochy pětileté s přirozenou a umělou obnovou a dvě plochy sedmileté, opět jedna s přirozenou a jedna s umělou obnovou. Druhým krokem metodiky je vybrání zkusných ploch v každém porostu. Ty byly vybrány náhodným způsobem tak, aby bylo v každé zkusné ploše v porostu naměřeno sto jedinců sazenice. Na každé z těchto zkusných ploch byly měřeny následující údaje – u sto jedinců výškový přírůst, u sedmiletých i loňský výškový přírůst, tloušťka kořenového krčku, u sedmiletých nahrazena měřením tloušťky kmene v 1,3 m a výška nadzemní části. U dvou a pětiletých ploch, kde bylo na každé ploše vyzvednuto deset jedinců délka a hloubka kořenového systému, objem jemných kořenů, objem kořenového systému. Dále pak byla vyhodnocena vitalita sazenic a poškození zvěří.

6.3 Terénní měření

6.3.1 Metodika měření přírůstů a výšek

U každého jedince byla na zkusné ploše měřena celková výška sazenice, která se měřila od povrchu země až po terminální pupen. Tato výška byla měřena jedním měřičem, ten používal kalibrovaný svinovací metr. U sedmiletých pak měřičskou lať s jedním zapisovatelem. Dále byl měřen výškový přírůst, u sedmiletých i loňský, který byl měřen stejným metrem a ve stejné sestavě. Naměřené hodnoty byly zaokrouhleny na celé centimetry. Tyto hodnoty pak byly zapsány do počítače do programu Excel 2016. S těmito hodnotami se dále pokračovalo v porovnávání mezi plochami.

6.3.2 Metodika měření tloušťky kořenového krčku a tloušťky kmene

Stejně tak jako u měření výšek byla měřena tloušťka kořenových krčků a tloušťka kmínků v 1,3 m nad povrchem země, a to u každého jedince na zkusné ploše. Měřena byla opět jedním měřičem pomocí posuvného měřidla (šuplera). Hodnoty byly udávány v milimetrech.

6.3.3 Metodika vyhodnocení vitality sazenic

Vitalita sazenic byla vyhodnocena podle určené stupnice vitality, která je rozdělena do tří stupňů, a to: 1 – plně vitální, zdravá, zelená sazenice, 2 – jeví první známky nezdravosti, méně vitální, nažloutlá až žlutá sazenice, 3 – odumřelá sazenice. Toto vyhodnocení bylo určeno okulárně na každé zkusné ploše.

6.3.4 Metodika vyhodnocení poškození zvěří okusem

Vyhodnocení poškození okusem bylo určeno okulárně na každé zkusné ploše. Sazenice buď byla, nebo nebyla poškozena. K tomuto vyhodnocení byla vytvořena jednoduchá stupnice, a to: 0 – sazenice bez poškození okusem, 1 – sazenice poškozená okusem.

6.4 Laboratorní měření

6.4.1 Metodika měření objemů

Z každé dvouleté a pětileté zkusné plochy bylo vybráno náhodným způsobem deset jedinců, které byly následně co nejšetrněji vyzvednuty pomocí rýče a sekero-motyky tak, aby nebyl poškozen kořenový systém. Poté byly dopraveny na místo, kde pokračovalo jejich další měření. Po přepravě byly všechny kořeny důkladně očištěny od všech nečistot a dalších nežádoucích látek, např. kořenů cizích sazenic, hlíny, namotaných větví aj. Kořeny byly následně odříznuty od kmínku. Samotné měření probíhalo xylometricky v jednotkách ml. Do odměrného válce se nalilo 600 ml vody a ponořil se do něho kořen. Některé kořeny musely být v několika případech rozstříhány, aby se do válce vešly. Po ponoření kořene do válce byla vytlačena voda, od níž pak bylo odečteno

původních 600 ml, a to byl skutečný objem kořene. Stejně se postupovalo i u měření objemu jemných kořenů. To jsou kořeny tenčí než 1 mm, které byly od hlavních kořenů odstříhány.

6.4.2 Metodika měření délky a hloubky kořenů

U měření délky kořenů byla kalibrovaným svinovacím metrem měřena délka hlavních kořenů. Počítán byl vždy nejdelší hlavní kořen. Hloubka byla měřena opět kalibrovaným svinovacím metrem a to rovnoběžně s kmínkem stromku od začátku kořene až po nejnižší, neboli nejhlubší kořen. Tyto délky byly měřeny pouze na sazenicích, které byly vyzvednuty ze země, což bylo z každé dvou a pětileté plochy deset jedinců.

6.4.3 Metodika vyhodnocení deformací kořenových systémů

Vyhodnocení deformací kořenových systémů bylo provedeno u jedinců vyzvednutých ze země. Pro toto vyhodnocení byla vytvořena stupnice s různými typy deformací, které se u jedinců vyskytovaly. Tato stupnice byla tedy stvořena pro kořenové systémy bez deformací, s nerovnoměrným rozložením kořenů, s tvarem do písmene L nebo J a strboul.

6.5 Použité programy k vyhodnocení výsledků a sepsání dat

Pro sepsání veškerých datových informací, vyhodnocení jejich výsledků, sestavení grafů a tabulek byl použit program Microsoft Office Excel 2016. Pro textovou část a sepsání veškerých informací, pak Microsoft Office Word 2016. Ke statistickému vyhodnocení významnosti rozdílů mezi oběma variantami byl použit statistický program TIBCO STATISTICA v. 13.5. Ve výpočtech byla aplikována metoda jednofaktorové ANOVY s následným testem Tukey HSD posuzujícím rozdíly na hladině významnosti $\alpha=0.05$. Posuzovány byly výška sazenice, poslední výškový přírůst a tloušťka kořenového krčku.

Při posuzování významnosti rozdílů mezi kořenovými systémy byl kvůli menšímu počtu případů použit neparametrický test Kolmogorov-Smirnov na stejné hladině

významnosti. Posuzován byl celkový objem kořenového systému a objem jemných kořenů, což jsou oba klíčové parametry pro prosperitu výsadeb.

7. VÝSLEDKY MĚŘENÍ

7.1 Dvouletá přirozená obnova

V roce 2019 byl u dvouleté přirozené obnovy průměrný výškový přírůst 53,5 % z celkové výšky nadzemní části, jeho maximální hodnota byla 58,7 % a minimální 50 %. Průměrná tloušťka kořenového krčku byla 8,6 mm, maximální 11 mm a minimální 6 mm. u výšky nadzemní části byla průměrná hodnota 34,5 cm, maximum 46 cm a minimum 26 cm.

Tabulka 2 - Parametry nadzemní části sazenice - 2 roky přirozená obnova

2 roky přirozená obnova	Výška nadzemní části (cm)	Výškový přírůst v % z výšky nadzemní části	Tloušťka kořen. Krčku (mm)
Průměr	34,6	53,5	8,6
Minimum	26	50	6
Maximum	46	58,7	11

Hodnoty kořenových systémů byly následující: Průměrná délka kořenového systému 20,8 cm, průměrná hloubka kořenového systému 13,2 cm. Dále je zde vyhodnocen průměrný objem kořenového systému, který činí 31 ml a průměrný objem jemných kořenů, který byl 13 ml.

Tabulka 3 - Parametry podzemní části sazenice - 2 roky přirozená obnova

číslo	Délka K.S.(cm)	Hloubka K.S.(cm)	Objem K.S.(ml)	Objem jemných kořenů (ml)
1	21	16	40	20
2	23	15	30	10
3	19	15	30	10
4	20	9	20	10
5	27	13	40	20
6	22	14	20	10
7	18	15	30	20
8	21	13	40	10
9	17	10	30	10
10	20	12	30	10
Průměr	20,8	13,2	31	13

7.2 Dvouletá umělá obnova

Na dvouleté ploše s umělou obnovou vyšel průměrný výškový přírůst 50 %, minimum pak 44,8 % a maximum 56,5 % z celkové výšky nadzemní části. Tloušťka kořenového krčku byla v průměru 8,4 mm a minimum a maximum zde činí 6 mm a 11 mm. Průměrná hodnota výšky nadzemní části zde byla 38,4 cm. Minimální hodnota dosahuje 29 cm a maximální 46 cm. Zároveň lze konstatovat, že je obnoven výškový přírůst, což je důležitým znakem dobrého ujetí výsadby.

Tabulka 4 - Parametry nadzemní části sazenice - 2 roky umělá obnova

2 roky umělá obnova	Výška nadzemní části (cm)	Výškový přírůst v % z celkové výšky nadzemní části	Tloušťka kořen. Krčku (mm)
Průměr	38,4	50	8,4
Minimum	29	44,8	6
Maximum	46	56,5	11

Průměrná délka kořenových systémů zde vyšla 17,9 cm, průměrná hloubka pak 15,1 cm. Průměr objemu kořenových systémů byl 36 ml a jemných kořenů 20 ml.

Tabulka 5 - Parametry podzemní části sazenice - 2 roky umělá obnova

číslo	Délka K.S.(cm)	Hloubka K.S.(cm)	Objem K.S.(ml)	Objem jemných kořenů (ml)
1	17	14	50	30
2	15	16	20	10
3	20	11	30	20
4	18	17	30	10
5	16	16	40	30
6	19	16	50	30
7	17	14	30	10
8	18	16	30	10
9	21	18	40	30
10	18	13	40	20
Průměr	17,9	15,1	36	20

7.3 Pětiletá přirozená obnova

Na této zkusné ploše byl průměr výškového přírůstu 32,2 % z celkové výšky nadzemní části, průměr tloušťky kořenového krčku pak 30,7 mm a průměr výšky nadzemní části 162,8 cm. Minimální a maximální hodnota výškového přírůstu byla 25,6 % a 43 %. Minimální hodnota tloušťky kořenového krčku byla 22 mm a maximální dosahuje 39 mm. U výšky nadzemní části bylo minimum 121 cm a maximum 183 cm.

Tabulka 6 - Parametry nadzemní části sazenice - 5 let přirozená obnova

5 let přirozená obnova	Výška nadzemní části (cm)	Výškový přírůst v % z celkové výšky nadzemní části	Tloušťka kořen. Krčku (mm)
Průměr	162,8	32,2	30,7
Minimum	121	25,6	22
Maximum	183	43	39

Objem kořenového systému zde vyšel v průměru 468 ml, jemných kořenů průměrně 21 ml. U délky kořenového systému byla průměrná hodnota 67,5 cm. Hloubka pak dosahuje průměrně 38,5 cm.

Tabulka 7 - Parametry podzemní části sazenice - 5 let přirozená obnova

číslo	Délka K.S.(cm)	Hloubka K.S.(cm)	Objem K.S.(ml)	Objem jemných kořenů (ml)
1	72	36	410	20
2	68	39	470	30
3	51	33	550	20
4	77	46	490	20
5	57	42	380	10
6	63	37	510	20
7	81	34	480	20
8	72	40	490	30
9	58	36	430	20
10	76	42	470	20
Průměr	67,5	38,5	468	21

7.4 Pětiletá umělá obnova

Na této zkusné ploše byl vyhodnocen průměrný výškový přírůst 28,7 % z celkové výšky nadzemní části, průměrná hodnota tloušťky kořenového krčku vyšla 30,9 mm a průměrná výška nadzemní části činila 117,2 cm. Dále u výškového přírůstu byla naměřena hodnota minimální 22,8 % a maximální, která byla 32,4 %. U tloušťky kořenového krčku byla minimální hodnoty 25 a maximální 37 mm. Výška nadzemní části měla nejnižší hodnotu 92 cm a nejvyšší 142 cm. Lze tedy konstatovat zajištěnou kulturu.

Tabulka 8 - Parametry nadzemní části sazenice - 5 let umělá obnova

5 let umělá obnova	Výška nadzemní části (cm)	Výškový přírůst v % z celkové výšky nadzemní části	Tloušťka kořen. Krčku (mm)
Průměr	117,2	28,7	30,9
Minimum	92	22,8	25
Maximum	142	32,4	37

Hodnota průměrné délky kořenového systému zde byla 50,7 cm, průměrná hloubka pak 27,6 cm. Objemy na této ploše vyšly v průměru následovně: u objemu kořenového systému 269 ml a u objemu jemných kořenů 32 ml.

Tabulka 9 - Parametry podzemní části sazenice - 5 let umělá obnova

číslo	Délka K.S.(cm)	Hloubka K.S.(cm)	Objem K.S.(ml)	Objem jemných kořenů (ml)
1	50	28	240	30
2	54	29	280	30
3	48	25	220	40
4	56	31	310	40
5	42	17	190	30
6	47	22	290	30
7	51	30	260	20
8	48	28	300	40
9	59	34	290	30
10	52	32	310	30
Průměr	50,7	27,6	269	32

7.5 Sedmiletá přirozená obnova

U sedmileté přirozené obnovy průměrný výškový přírůst z roku 2019 činil 23,4 % z celkové výšky nadzemní části a z roku 2018 24,7 %. Minimální hodnota pak byla u přírůstu 2019 18,9 % a u 2018 15,5 %. Maximum bylo v roce 2019 27,8 % a v roce 2018 bylo 28,3 %. Průměrná tloušťka kmene ve výšce 1,3 m nad zemí činila 44 mm, její maximální hodnota byla 53cm a minimální 35 cm. u výšky

nadzemní části byla naměřena minimální hodnota 264 cm, maximální 396 cm a průměrná hodnota dosahovala 333,4 cm.

Tabulka 10 - Parametry nadzemní části sazenice - 7 let přirozená obnova

7 let přirozená obnova	Výška nadzemní části (cm)	Výškový přírůst 2019 v % z celkové výšky nadzemní části	Výškový přírůst 2018 v % z celkové výšky nadzemní části	Tloušťka kmene v 1,3 m (mm)
Průměr	333,4	23,4	24,7	44
Minimum	264	18,9	15,5	35
Maximum	396	27,8	28,3	53

7.6 Sedmiletá umělá obnova

Výškový přírůst z roku 2019 zde dosahuje následujících hodnot: Průměrná hodnota 24,5 %, minimální 16,9 % a maximální 29,2 %. Z roku 2018 pak průměrné hodnoty 22,7 %, minimální 14,1 % a maximální činí 27,9 %. Průměrná tloušťka kmene v 1,3 m byla 4,7 mm, minimální hodnotu měla 36 a maximální 56 mm. Výška nadzemní části dosahovala maximální hodnoty 391 cm, minimální pak 290 cm. Průměr výšky nadzemní části byl 343 cm.

Tabulka 11 - Parametry nadzemní části sazenice - 7 let umělá obnova

7 let umělá obnova	Výška nadzemní části (cm)	Výškový přírůst 2019 v % z celkové výšky nadzemní části	Výškový přírůst 2018 v % z celkové výšky nadzemní části	Tloušťka kmene v 1,3 m (mm)
Průměr	343	24,5	22,7	44,7
Minimum	290	16,9	14,1	36
Maximum	391	29,2	27,9	56

8. POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ

8.1 Dvouletá přirozená a umělá obnova

V tabulce 12 můžeme vidět porovnání podílu objemu jemných kořenů v objemu celého kořenového systému u dvouletých stromků. Podíl jemných kořenů u umělé obnovy představuje 53,7 %, což je o 11,2 % více než u přirozené obnovy, která má podíl jemných kořenu pouze 42,5 %, což může být ovlivněno pěstováním ve školce, kde je kořenový systém upravován.

Tabulka 12 - Porovnání podílu jemných kořenů u dvouleté přirozené a umělé obnovy

Pořadové číslo	Podíl objemu jemných kořenů v objemu celého kořen. systému v %	
	2 roky přirozená	2 roky umělá
1	50	60
2	33,3	50
3	33,3	66,7
4	50	33,3
5	50	75
6	50	60
7	66,7	33,3
8	25	33,3
9	33,3	75
10	33,3	50
Průměr	42,5	53,7

Porovnání poškození okusem zvěří vyšlo následovně: u umělé obnovy byly poškozeny pouze 4 jedinci oproti třinácti poškozeným u přirozené obnovy, to je rozdíl devíti kusů ve prospěch umělé obnovy. Vzhledem k tomu, že přirozená obnova je hustší, okus zvěří tam nemá takový vliv. Může i spíše prospívat k redukci velkého počtu sazenic na malé ploše.

Tabulka 13 - Porovnání škod okusem zvěří u dvouleté přirozené a umělé obnovy

Okus zvěří	2 roky přirozené obnova (počet ks)	2 roky umělá obnova (počet ks)
0	87	96
1	13	4

K porovnání deformací kořenových systémů byly použity různé kategorie. U umělé obnovy bylo sedm stromků z deseti s deformacemi, což představuje 70 %. Deformace byly: jednostranný kořenový systém a strboul, některé z nich měly i více typů deformací najednou. U přirozené obnovy byli s deformacemi čtyři jedinci = 40 % s deformacemi. Rozdíl v porovnání je tedy 30 %. Deformace mohou být způsobeny nejen překážkami v půdě, ale hlavně i špatnou výsadbou sazenic. Kořeny mohou být ohnuty nebo smotány, což způsobuje deformaci ve tvaru písmene L a J nebo strboul.

Tabulka 14 - Porovnání deformací kořenových systémů u dvouleté přirozené a umělé obnovy

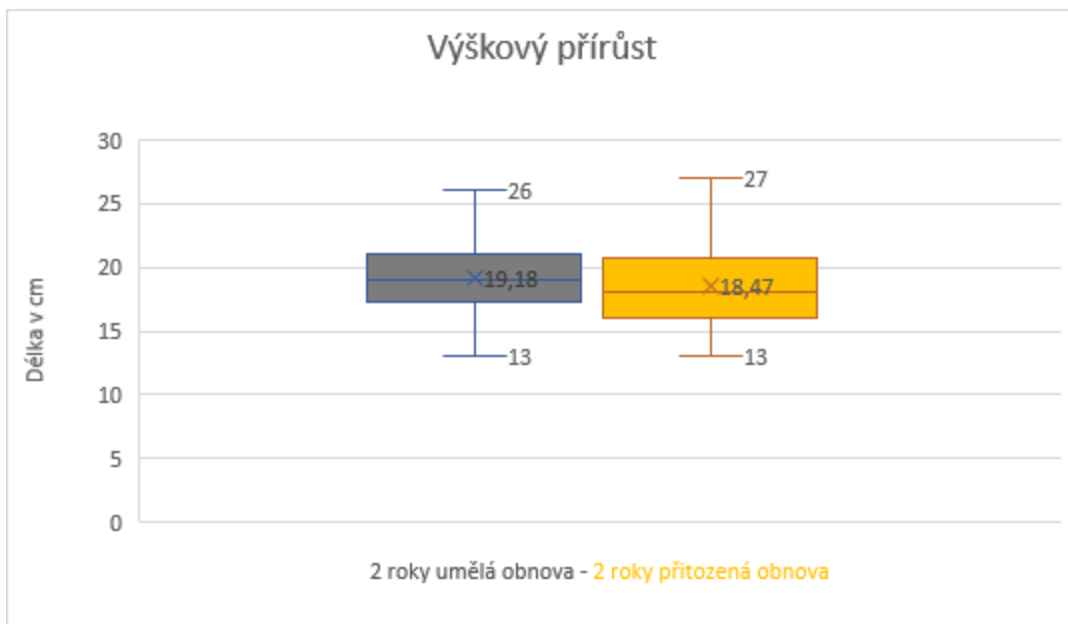
2 roky	Bez deformace (ks)	Nerovnoměrné rozložení kořenů (ks)	Jednostranný K.S. ve tvaru L nebo J (ks)	Strboul (ks)
umělá obnova	3	0	4	4
přirozená obnova	6	2	3	0

Sazenice dle vitality byly rozřazeny do tří stupňů. U dvouletých stromků byla vitalita lepší u přirozené obnovy, kde bylo plně vitálních jedinců 97, kdežto u umělé obnovy 88. U umělé obnovy pak byly i čtyři jedinci úplně odumřelé.

Tabulka 15 - Porovnání stupně vitality u dvouleté přirozené a umělé obnovy

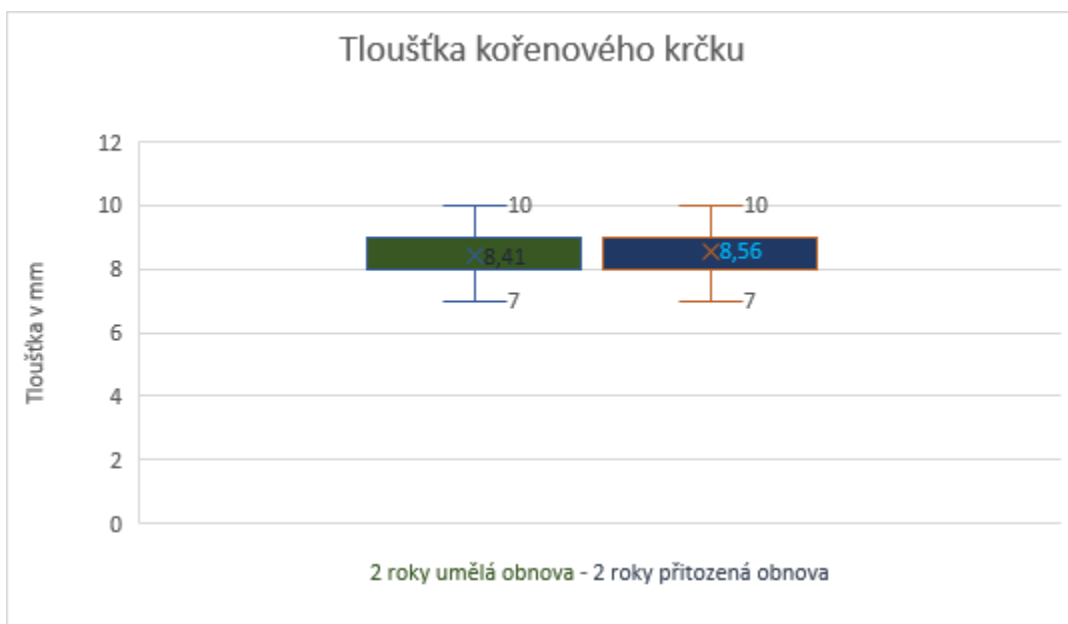
Stupeň vitality	2 roky přirozené obnova (počet ks)	2 roky umělá obnova (počet ks)
1	97	88
2	3	8
3	0	4

Z grafu č. 1 je z porovnání rozložení dat dvouletých stromků vzniklých přirozenou a umělou obnovou vidět, že průměrná hodnota je o 0,71 cm vyšší v případě umělé obnovy.



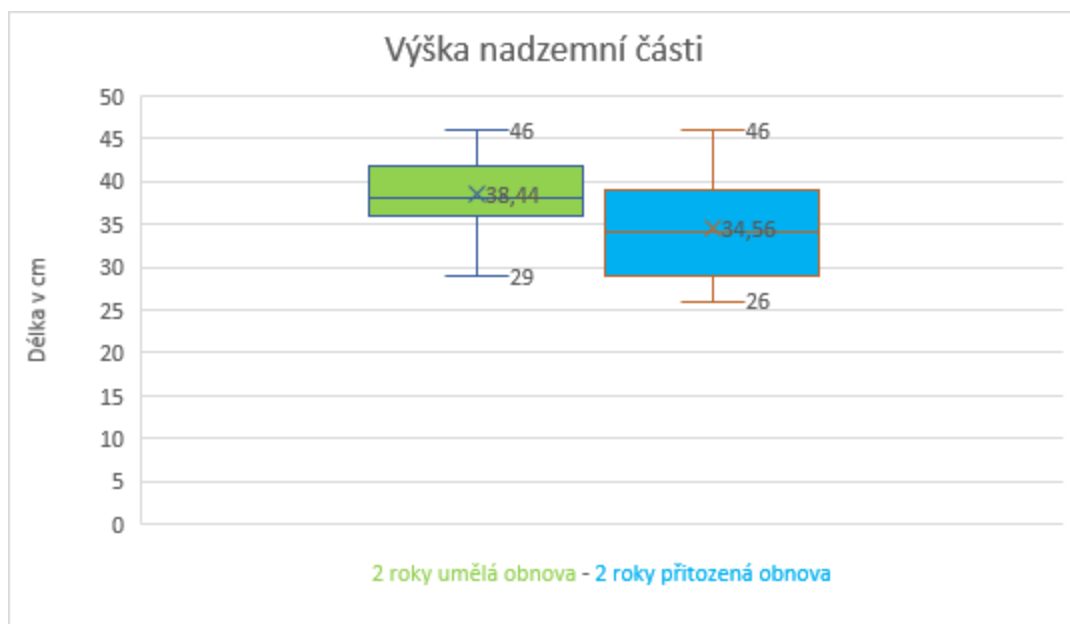
Graf č. 1: Porovnání rozložení dat výškových přírůst

Na grafu č. 2 můžeme vidět, že průměrná tloušťka kořenového krčku je u umělé obnovy pouze o 0,15 mm menší. Nejvyšší a nejnižší hodnoty jsou shodné.



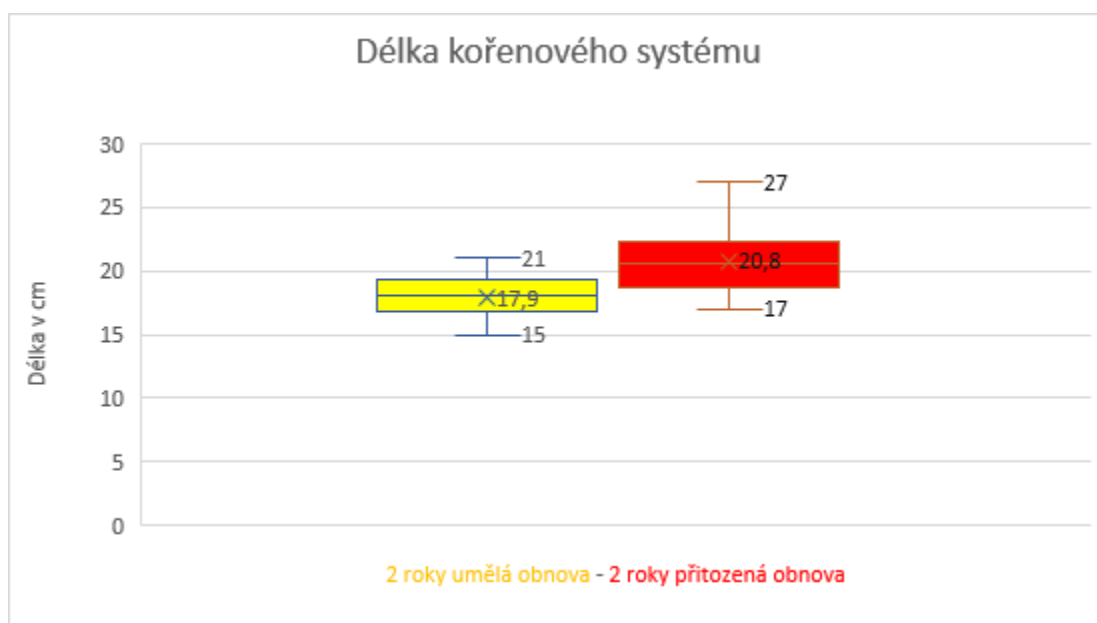
Graf č. 2: Porovnání rozložení dat tloušťky kořenových krčků

Na následujícím grafu je při porovnání průměrné hodnoty nadzemní části lepší umělá obnova, kde je průměrná hodnota o 3,88 cm vyšší. I nejnižší hodnota je o 3 cm nižší u přirozené obnovy.

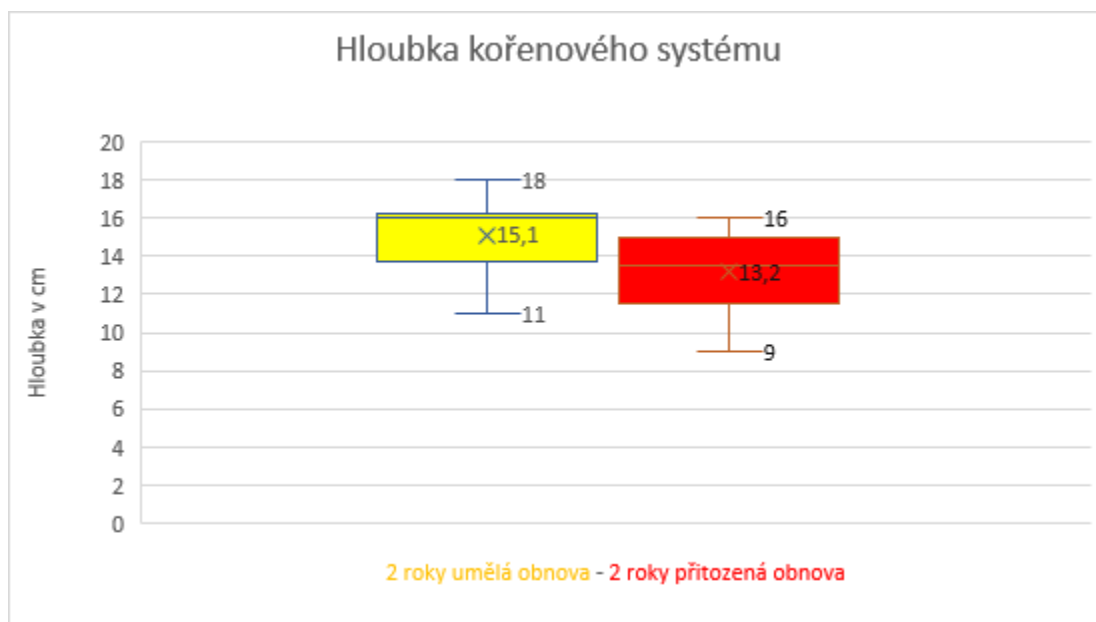


Graf č. 3: Porovnání rozložení dat výšky nadzemní části

Při porovnání rozložení dat délky a hloubky kořenového systému na grafech č. 4 a č. 5 můžeme vidět, že průměrná hodnota délky kořenového systému je v případě přirozené obnovy vyšší o 2,9 cm, ale hloubka je u přirozené obnovy nižší, a to o 1,9 cm.

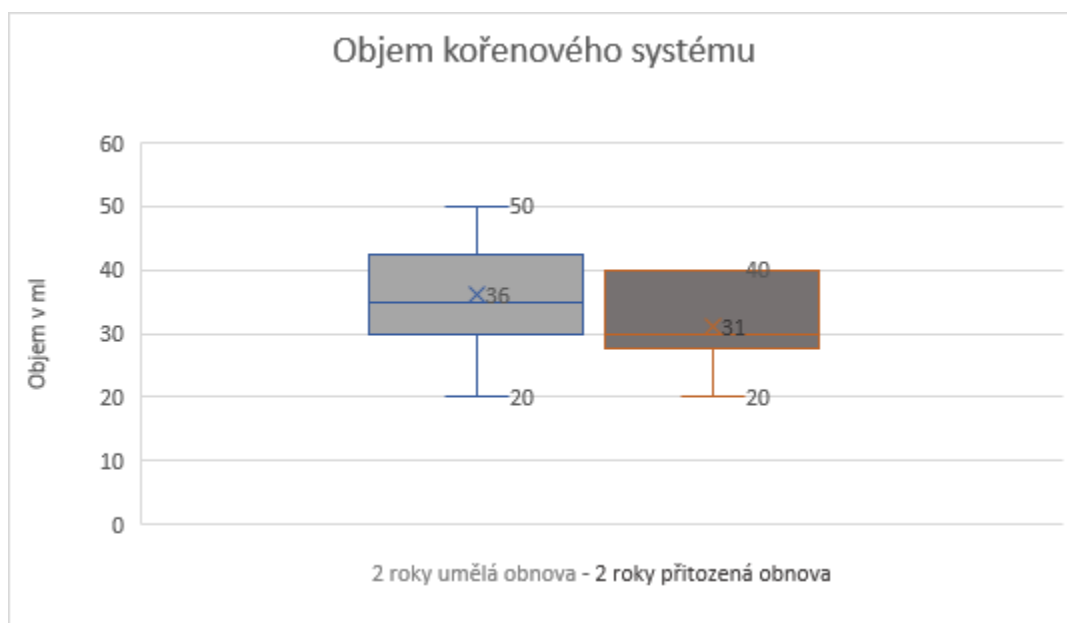


Graf č. 4: Porovnání rozložení dat délky kořenového systému

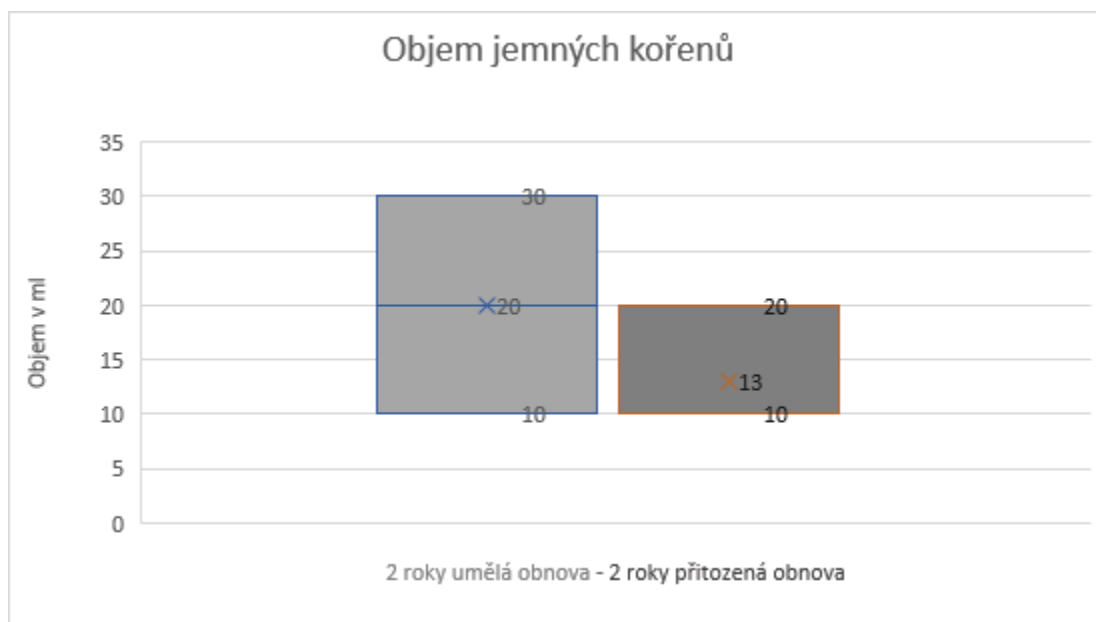


Graf č. 5: Porovnání rozložení dat hloubky kořenového systému

V porovnání objemů kořenových systémů (viz graf č. 6) a jemných kořenů (viz graf č. 7) je zřejmé, že rozložení dat je lepší v případě umělé obnovy. Průměrné hodnoty jsou v převaze s rozdílem 7 ml u kořenových systémů a 7 ml v případě jemných kořenů.



Graf č. 6: Porovnání rozložení kořenového systému dat objemu



Graf č. 7: Porovnání rozložení dat objemu jemných kořenů

Statistické zhodnocení dvouleté umělé a přirozené obnovy

V tabulce 16 a 17 je porovnání daných parametrů u dvouleté umělé a přirozené obnovy a k nim zhodnocena statistická významnost. Hodnota F je statistická hodnota součtu odchylek od modelové hodnoty – čím je hodnota větší, tím je rozdíl mezi průměry srovnávaných variant významnější; pomocí hodnoty p (hladina významnosti) se pak rozhoduje, zda je ten rozdíl dostatečně významný – čím je hodnota p menší, tím je významnější; vybrali jsme hladinu významnosti 0,05, což znamená, že pokud je $p < 0,05$ pak je významný (a čím menší, tím více – pokud je hodnota menší než 0,001 v tabulce se rovná 0,000) a pokud je $p > 0,05$ pak je nevýznamný. V porovnání nadzemních částí je zřejmé, že statistická významnost se potvrdila, u výšky nadzemní části sazenice, kde je $p < 0,000$ a u škod okusem $p = 0,02$. To znamená, že typ obnovy má vliv na tyto dva parametry. V případě podzemních částí statistická významnost pouze u délky kořenových systémů, ta má hodnotu $p = 0,013$. Tudíž má na délku KS vliv typ obnovy. U dalších nadzemních parametrů jako je výškový přírůst, tloušťka kořenového krčku nebo vitalita a podzemních parametrů, což je objem kořenového systému, objem jemných kořenů a hloubka kořene je statistická nevýznamnost. To tedy znamená, že na tyto parametry u dvouletých sazenic nemá typ obnovy vliv.

Tabulka 16 - Statistické zhodnocení nadzemní části dvouleté umělé a přirozené obnovy

parametr	Dvouleté umělá obnova	Dvouleté přirozená obnova	F	p
Výška sazenice	38,4	34,6	28,899	0,000
Výškový přírůst	19,2	18,5	2,234	0,137
Tloušťka kořenového krčku	8,4	8,6	1,057	0,305
vitalita	1,16	1,07	2,869	0,092
škody	0,04	0,13	5,243	0,02

Tabulka 17 - Statistické zhodnocení podzemní části dvouleté umělé a přirozené obnovy

parametr	Dvouleté přirozená obnova	Dvouleté umělá obnova	F	p
Objem KS	31,0	36,0	1,692	0,210
Objem jemných kořenů	13,0	20,0	4,366	0,051
Délka KS	20,8	17,9	7,531	0,013
Hloubka KS	13,2	15,1	3,756	0,068

8.2 Pětiletá přirozená a umělá obnova

U pětiletých stromků byl podíl objemu jemných kořenů v objemu kořenového systému o dost vyšší u umělé obnovy, (viz tabulka 16) kde je 12,4 %. Přirozená obnova má tento podíl jemných kořenů pouze 4,5 %, to představuje rozdíl 7,9 % ve prospěch umělé obnovy.

Tabulka 18 - Porovnání podílu jemných kořenů u pětileté přirozené a umělé obnovy

Pořadové číslo	Podíl objemu jemných kořenů v objemu celého kořen. systému v %	
	5 let přirozená	5 let umělá
1	4,9	15,5
2	6,4	10,7
3	3,6	18,2
4	4,1	12,9
5	2,6	15,8
6	3,9	10,3
7	4,2	7,7
8	6,1	13,3
9	4,6	10,3
10	4,3	9,7
Průměr	4,5	12,4

Okus zvířít, u pětiletých stromků s umělou obnovou byl minimální, poškozených jedinců bylo sedm. V přirozené obnově se nenacházel žádný jedinec, který by byl poškozen okusem.

Tabulka 19 - Porovnání škod okusem zvířít u pětileté přirozené a umělé obnovy

Okus zvířít	5 let přirozená obnova (počet ks)	5 let umělá obnova (počet ks)
0	100	93
1	0	7

Při porovnání deformací kořenových systémů v tabulce 18 si můžeme povšimnout, že umělá obnova má čtyři jedince z deseti bez deformací, což znamená 60 % jedinců s deformacemi. U pěti z nich byl jednostranný kořenový systém a někteří z nich měli strboul nebo i více deformací najednou. Přirozená obnova je na tom o 40 % lépe, obsahuje 80 % jedinců bez deformací.

Tabulka 20 - Porovnání deformací kořenových systémů u pětileté přirozené a umělé obnovy

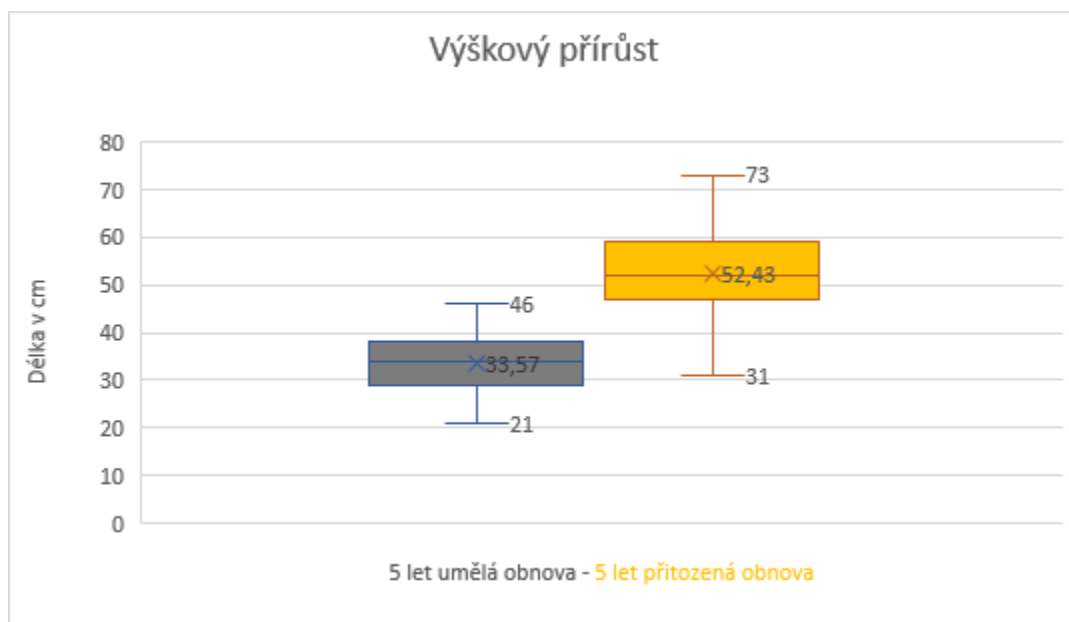
5 let	Bez deformace (ks)	Nerovnoměrné rozložení kořenů (ks)	Jednostranný K.S. ve tvaru L nebo J (ks)	Strboul (ks)
umělá obnova	4	1	5	3
přirozená obnova	8	1	2	0

Tabulka 19 ukazuje porovnání vitality pětiletých stromků. V případě umělé obnovy není žádný jedinec se zhoršenou vitalitou nebo odumřelý, tedy stoprocentní vitalita. U přirozené obnovy byla vitalita u pěti jedinců zhoršená, tudíž o 5 % horší než u umělé obnovy.

Tabulka 21 - Porovnání stupně vitality u pětileté přirozené a umělé obnovy

Stupeň vitality	5 let přirozená obnova (počet ks)	5 let umělá obnova (počet ks)
1	95	100
2	5	0
3	0	0

Na grafu č. 8 můžeme vidět porovnání rozložení dat výškových přírůstků u pětiletých stromků. Průměrné hodnoty z tohoto grafu nám ukazují, že větší výškový přírůstek má přirozená obnova. Rozdíl těchto průměrů je 18,86 cm. i nejvyšší a nejnižší hodnoty se liší, nejnižší o 10 cm a nejvyšší o 27 cm.



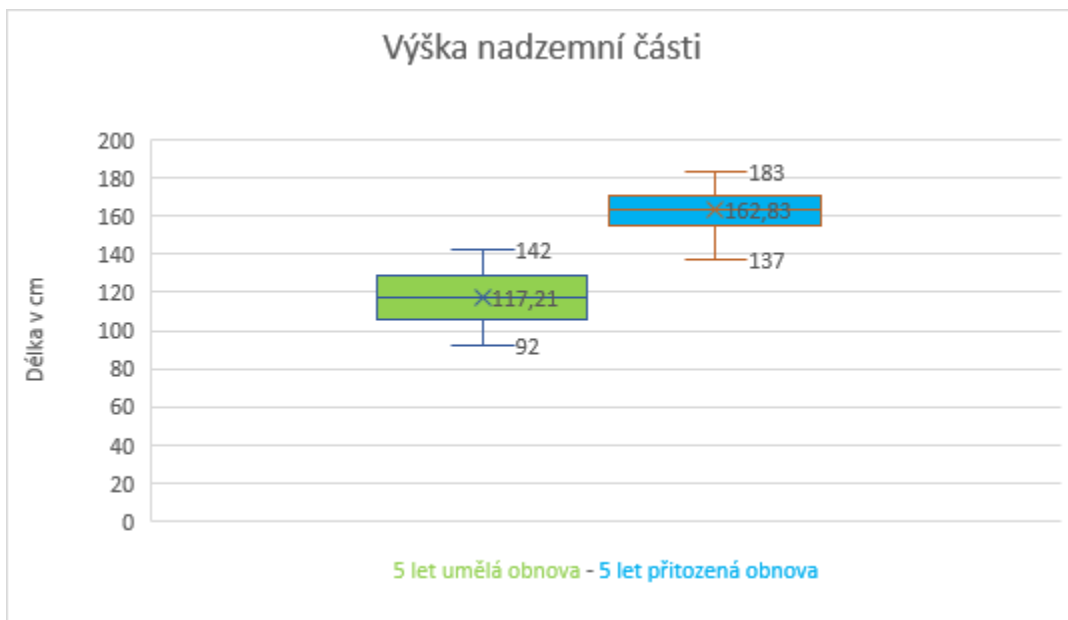
Graf č. 8: Porovnání rozložení dat výškových přírůstů

U grafu č. 9 si můžeme povšimnout, že porovnání průměrných hodnot tloušťek kořenových krčků má minimální rozdíl ve prospěch umělé obnovy, to pouze o 0,21 mm.



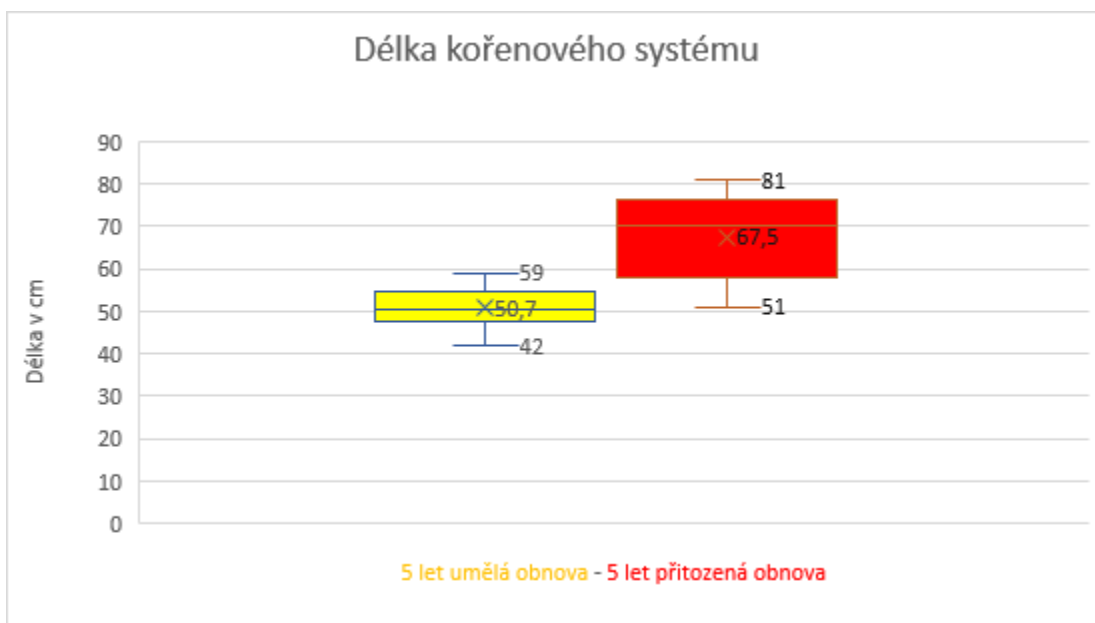
Graf č. 9: Porovnání rozložení dat tloušťky kořenových krčků

Na dalším grafu můžeme vidět porovnání výšek nadzemní části, kde průměrná hodnota je vyšší o 45,62 cm u přirozené obnovy. Zde se skoro nejvyšší hodnota umělé obnovy shoduje s nejnižší hodnotou přirozené obnovy.

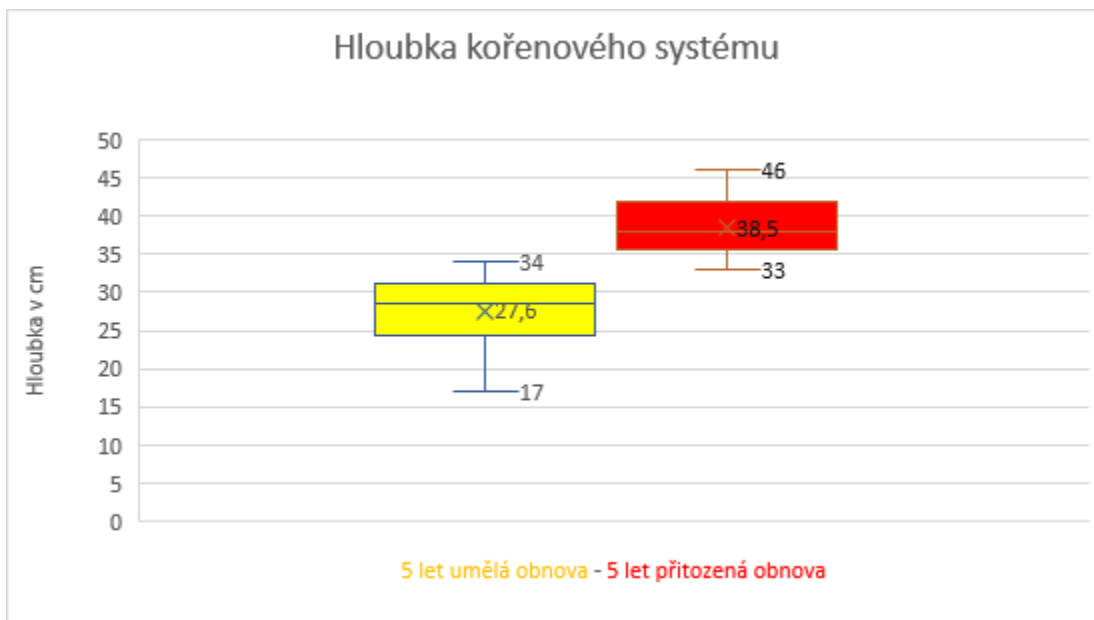


Graf č. 10: Porovnání rozložení dat výšky nadzemní části

Při porovnání rozložení dat délky a hloubky kořenových systémů na dalších dvou grafech můžeme vidět, že průměrné hodnoty jsou vyšší v obou případech u přirozené obnovy. U průměrné délky kořenových systémů je to o 16,8 cm a u průměrné hloubky o 10,9 cm.

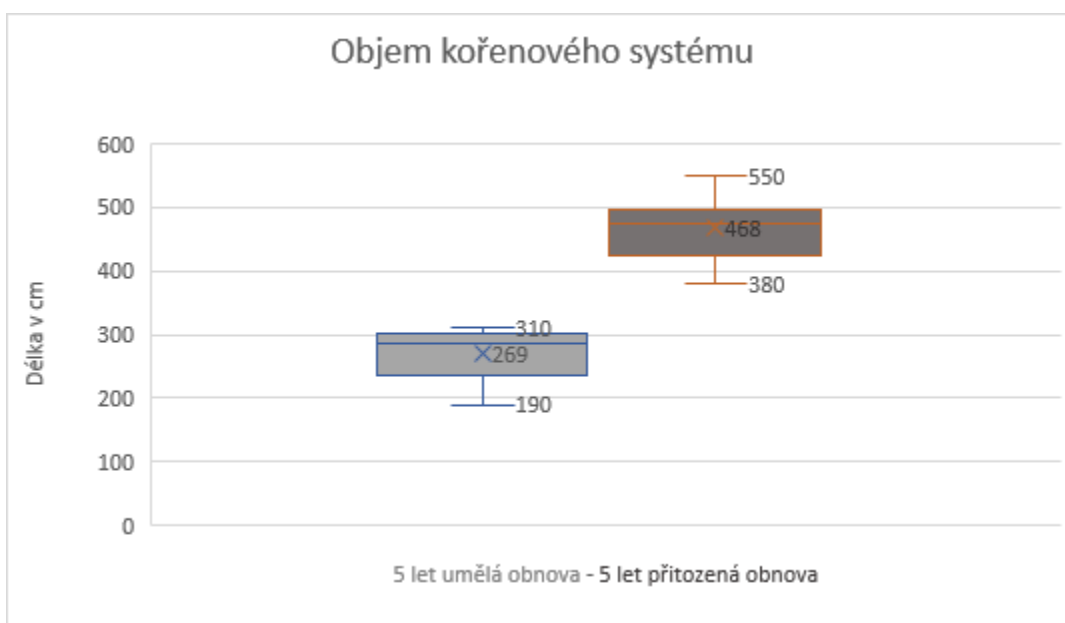


Graf č. 11: Porovnání rozložení dat délky kořenového systému

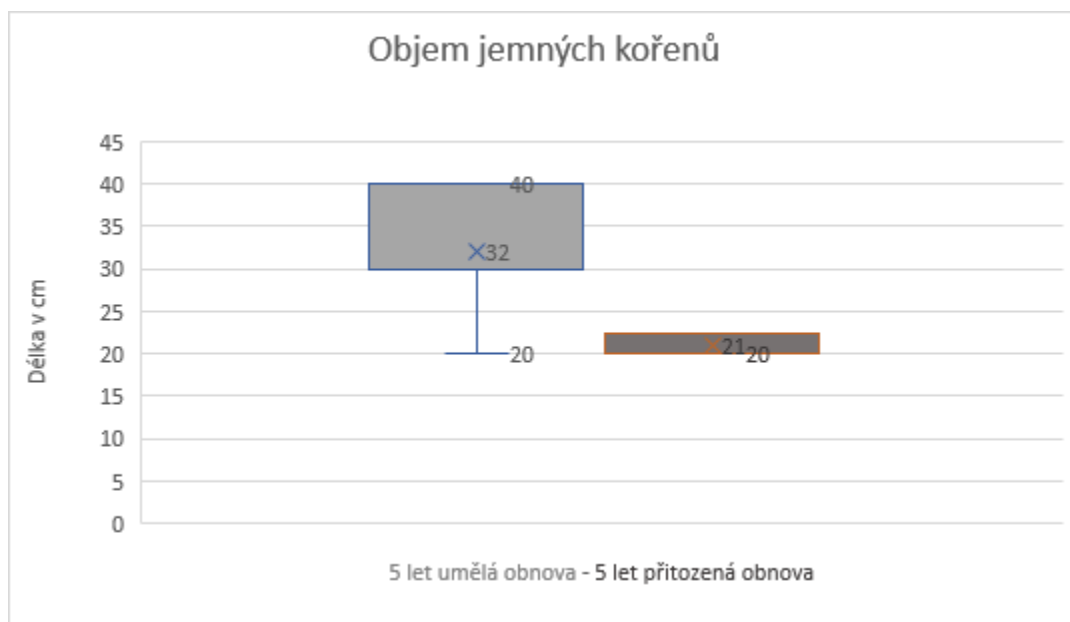


Graf č. 12: Porovnání rozložení dat hloubky kořenového systému

U objemů kořenových systémů a jemných kořenů, které jsou na grafech č. 13 a č. 14 je porovnání následující: Průměrné hodnoty objemů kořenových systémů jsou zcela odlišné a to o 199 ml v převaze přirozené obnovy. Celkové porovnání rozložení dat nám ukazuje, že i maximální hodnota objemu kořenového systému u umělé obnovy nedosahuje na minimální hodnotu tohoto objemu u přirozené obnovy. Při porovnání rozložení dat objemů jemných kořenů je hodnota o 1 l vyšší u umělé obnovy.



Graf č. 13: Porovnání rozložení kořenového systému dat objemu



Graf č. 14: Porovnání rozložení dat objemu jemných kořenů

Statistické zhodnocení pětileté umělé a přirozené obnovy

U pětiletých jsou statisticky významné všechny parametry mimo tloušťku kořenového krčku, která je statisticky nevýznamná. Její hodnota $p=0,668$, což je větší než $0,05$. U nadzemních parametrů výška sazenice, výškový přírůst, vitalita, škody a stejně tak podzemních parametrů objem kořenových systémů, objem jemných kořenů, délka kořenového systému a hloubka kořenového systému je hodnota $p<0,05$. To nám říká, že tyto parametry jsou statisticky významné. Je tedy zřejmé, že na tyto parametry se statistickou významností má vliv typ obnovy.

Tabulka 22 - Statistické zhodnocení nadzemní části pětileté umělé a přirozené obnovy

parametr	Pětiletá umělá obnova	Pětiletá přirozená obnova	F	p
Výška sazenice	117,2	162,8	621,3	0,000
Výškový přírůst	33,6	52,4	262,6	0,000
Tloušťka kořenového krčku	30,9	30,7	0,184	0,668
vitalita	1,0	1,1	5,211	0,024
škody	0,1	0	7,452	0,007

Tabulka 23 - Statistické zhodnocení podzemní části pětileté umělé a přirozené obnovy

parametr	Dvouleté přirozená obnova	Dvouleté umělá obnova	F	p
Objem KS	468,0	269,0	96,20	0,000
Objem jemných kořenů	21,0	32,0	16,75	0,001
Délka KS	67,5	50,70	23,249	0,000
Hloubka KS	38,5	27,6	28,22	0,000

8.3 Sedmiletá přirozená a umělá obnova

Jak můžeme vidět v tabulce 20, tak u sedmiletých stromků nebyl registrován, žádný okus zvěří, a to u umělé i přirozené obnovy. Tedy u obou 100 % bez poškození.

Tabulka 24 - Porovnání škod okusem zvěří u sedmileté přirozené a umělé obnovy

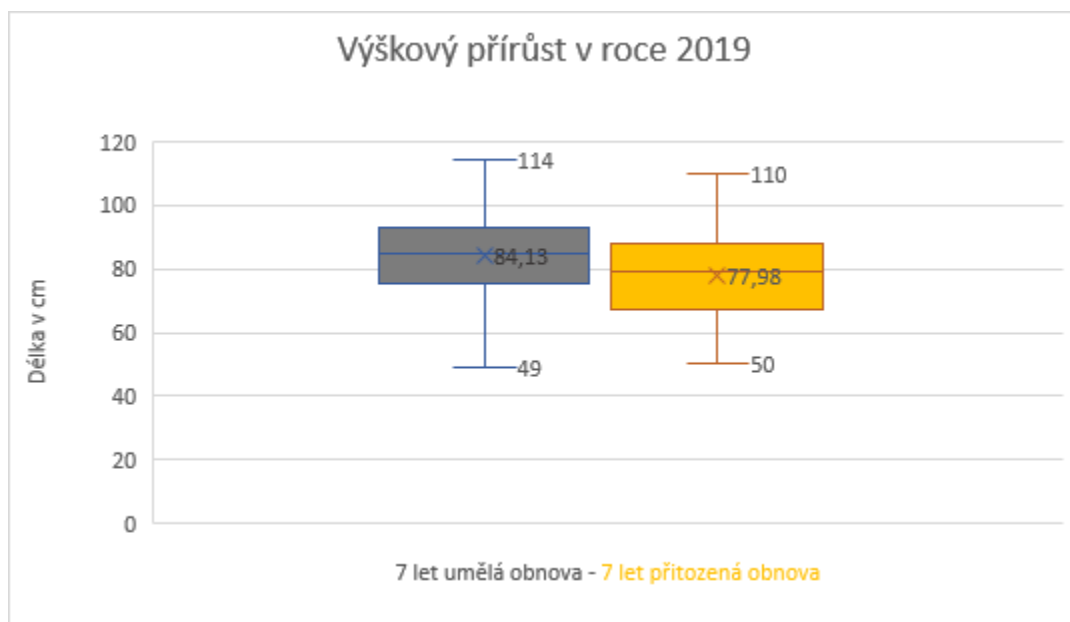
Okus zvěří	7 let přirozená obnova (počet ks)	7 let umělá obnova (počet ks)
0	100	100
1	0	0

I vitalita u těchto jedinců byla velmi podobná, kde u přirozené obnovy byly pouze dva jedinci zhoršené kvality, ale žádný odumřelý a u umělé obnovy byly všechny jedinci v plné vitalitě. Což je rozdíl pouze dvou jedinců s převahou umělé obnovy.

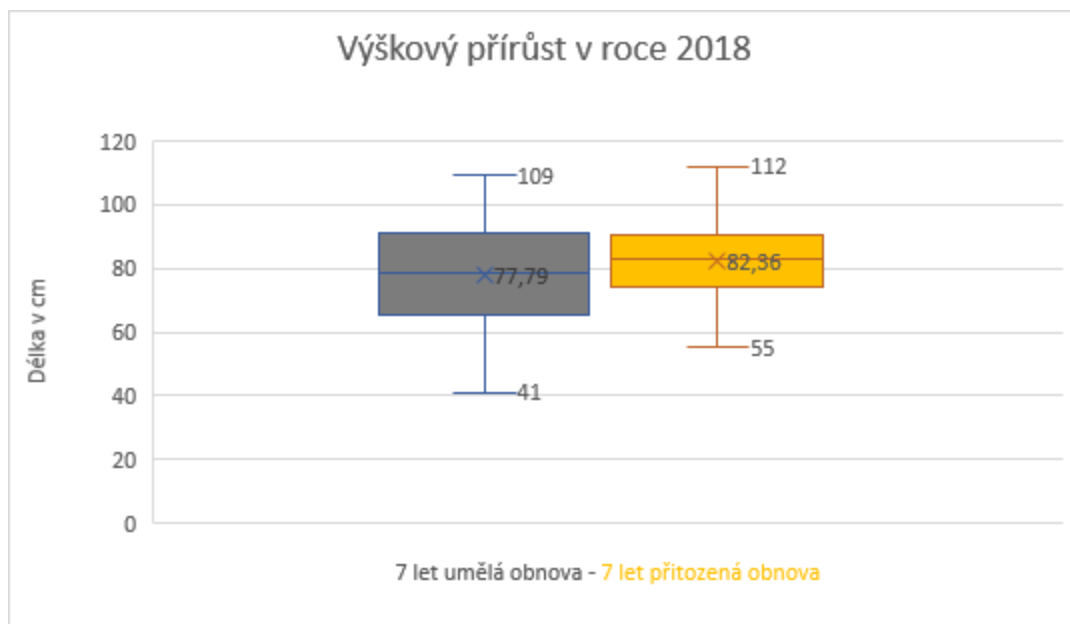
Tabulka 25 - Porovnání stupně vitality u sedmileté přirozené a umělé obnovy

Stupeň vitality	7 let přirozená obnova (počet ks)	7 let umělá obnova (počet ks)
1	98	100
2	2	0
3	0	0

Na grafu č. 15 můžeme vidět porovnání rozložení dat výškových přírůstů za rok 2019 u sedmiletých stromků. Taktéž tomu je i na dalším grafu č. 16, kde můžeme vidět porovnání dat výškových přírůstů za rok 2018. Průměrné hodnoty jsou rozdílné, a to: u přírůstů za rok 2019 o 6,15 cm ve prospěch umělé obnovy a u přírůstů za rok 2018 o 4,56 cm vyšší v případě přirozené obnovy.

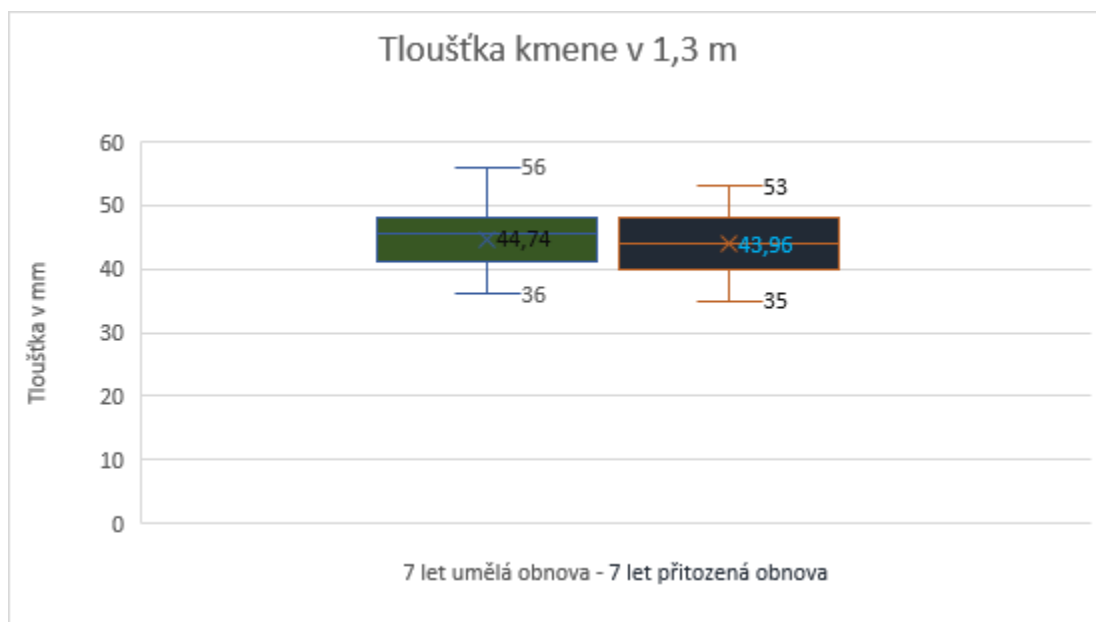


Graf č. 15: Porovnání rozložení dat výškových přírůstků v roce 2019



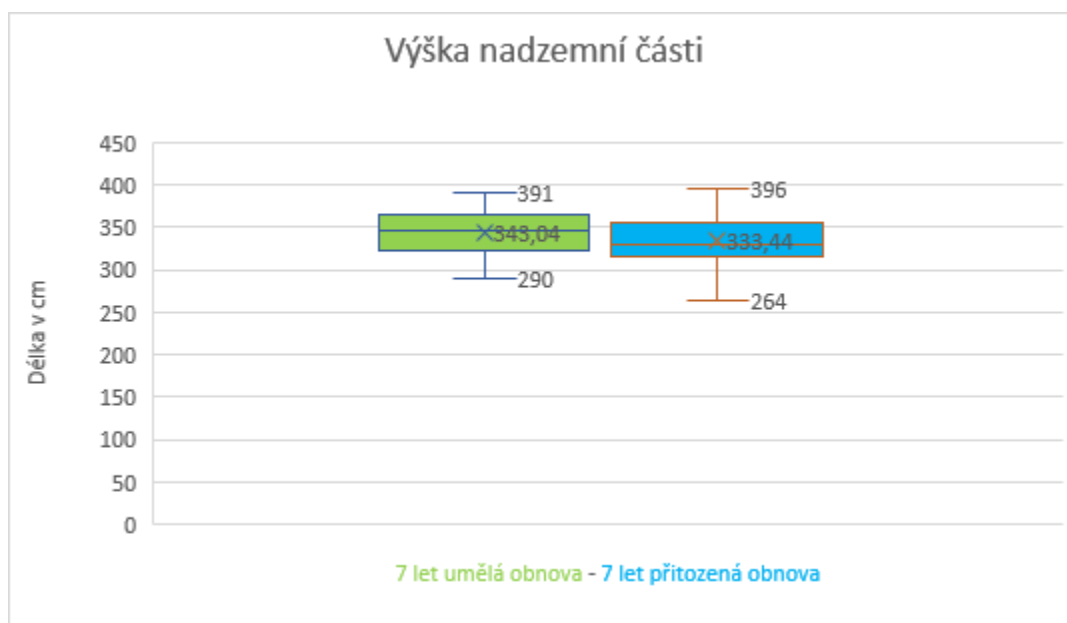
Graf č. 16: Porovnání rozložení dat výškových přírůstků v roce 2018

V porovnání tlouštěk kmene v 1,3 m (viz graf č. 17) si můžeme povšimnout, že průměrná hodnota je vyšší u umělé obnovy, ale pouze o 0,78 mm, což je minimální rozdíl. Stejně tak tomu je u porovnání rozložení dat tloušťky kmene.



Graf č. 17: Porovnání rozložení dat tloušťky kmene v 1,3 m

Z porovnání výšek nadzemní části (viz graf č. 18) lze vidět, že průměrná hodnota ukazuje mírnou převahu u umělé obnovy, která je o 9,6 cm, ani nejvyšší hodnoty nemají výraznější rozdíl, pouze 5 cm.



Graf č. 18: Porovnání rozložení dat výšky nadzemní části

Statistické zhodnocení sedmileté umělé a přirozené obnovy

U sedmiletých byla hodnota $p < 0,05$ u výšky nadzemní části, a to 0,017, u výškového přírůstu z roku 2019 0,001 a výškového přírůstu z roku 2018 0,030.

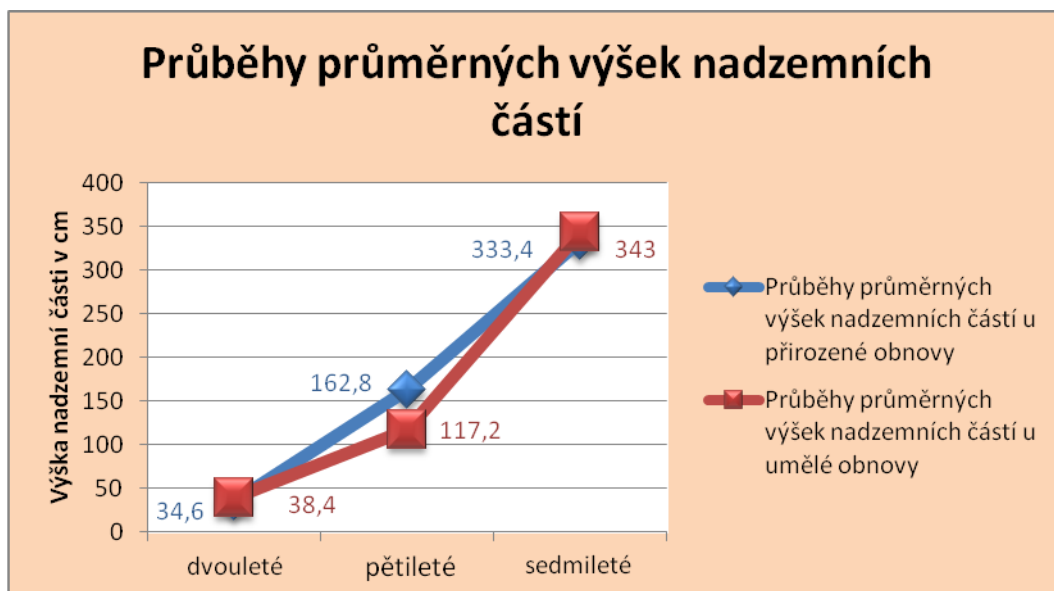
U těchto parametrů je výsledek statisticky významný, tedy má na tyto parametry vliv typ obnovy. Tloušťka kořenového krčku není statisticky významná, její hodnota $p=0,224$, je tedy vyšší než 0,05 a nemá tak na tloušťku kořenového krčku vliv typ obnovy. Stejně tak je na tom vitalita, která má hodnotu $p=0,157$.

Tabulka 26 - Statistické zhodnocení nadzemní části sedmileté umělé a přirozené obnovy

parametr	Sedmiletá umělá obnova	Sedmiletá přirozená obnova	F	p
Výška sazenice	343,0	333,4	5,846	0,017
Výškový přírůst 2019	84,1	78,0	10,86	0,001
Výškový přírůst 2018	77,8	82,4	4,789	0,030
Tloušťka kořenového krčku	44,7	44,0	1,364	0,244
Vitalita	1,0	1,02	2,020	0,157

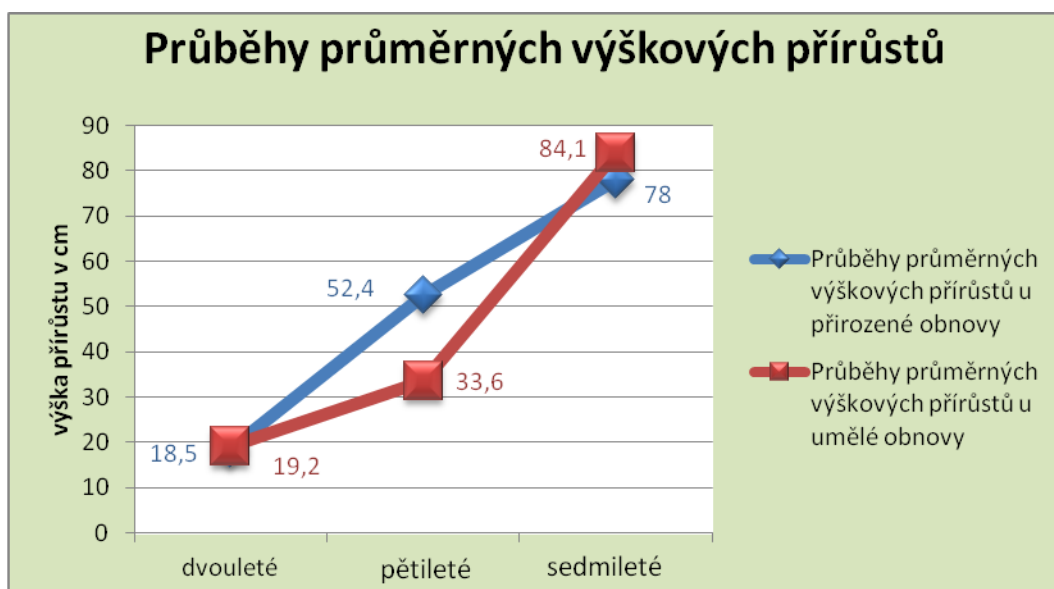
8.4 Celkové porovnání průběhu růstu

Na grafu č. 19 můžeme vidět průběhy průměrných výšek stromů od dvou do sedmi let. Průběh se vyvíjí tak, že ve dvou letech má převahu umělá obnova, která je vyšší o 3,8 cm. V pěti letech se tato průměrná hodnota otáčí pro přirozenou obnovu, která činí 162,8 cm oproti umělé, která má 117,2 cm. Rozdíl je tedy velký, je to až 45,6 cm. u sedmiletých se tento rozdíl opět vyrovnává a navrch má znovu umělá obnova s rozdílem necelých 10 cm.



Graf č. 19: Průběh průměrných výšek nadzemních částí

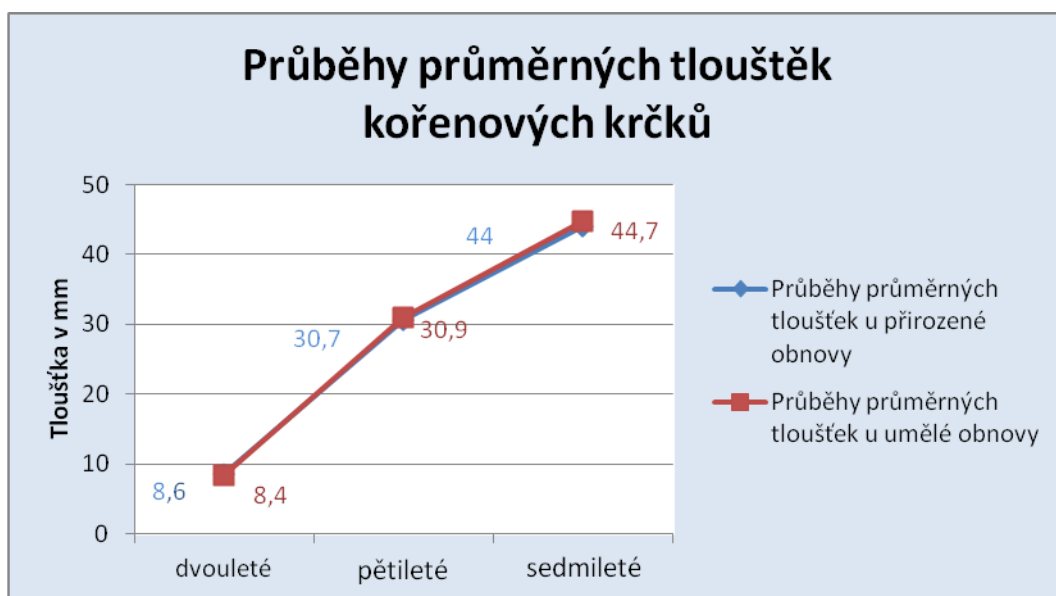
Při porovnání průběhu průměrných výškových přírůstů (viz graf č. 20) je zřejmé, že přírůst u dvouleté umělé obnovy byl o něco větší. V pěti letech už je to naopak a tento rozdíl je podstatně větší, kdy je přírůst u umělé obnovy o 18,8 cm menší. Po dalších dvou letech se průměrné přírůsty srovnávají, ale přirozená obnova už ztrácí 6,1 cm.



Graf č. 20: Průběh průměrných výškových přírůstů

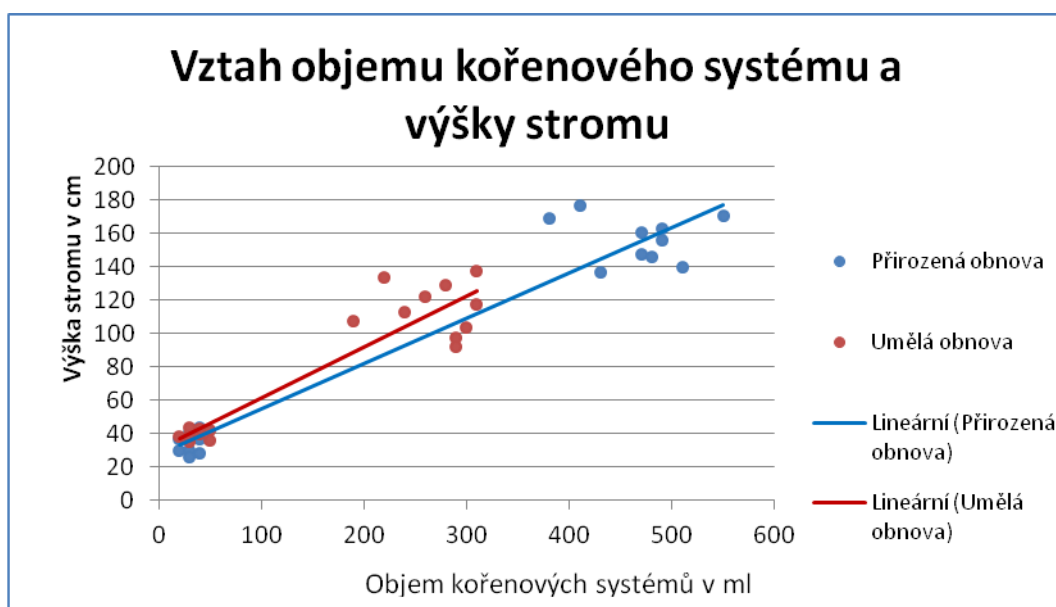
Průběhy průměrných tloušťek na grafu č. 21 jsou v porovnání velmi podobné. Ve dvou letech je mírná převaha u přirozené obnovy, což se postupem věku otáčí.

U pětiletých je průměrná tloušťka u umělé obnovy o 0,2 mm a u sedmiletých pak o 0,7 mm větší



Graf č. 21: Průběh průměrných tloušťek kořenových krčků

Do bodového grafu byla zanesena data, které znázorňují vztah mezi objemem kořenového systému a výškou nadzemní části stromu. Jednotlivé body jsou proloženy lineární spojnicí trendu, jak pro umělou, tak přirozenou obnovu. Tato spojnice nám přehledněji ukazuje trend vývoje zkoumaného vztahu mezi kořenovým systémem a výškou stromu. Z grafu č. 22 lze tedy vyčíst, že lepší při tomto vztahu má lepší vývoj umělá obnova.



Graf č. 22: Vztah objemu kořenového systému a výšky stromu

9 DISKUZE

Je možné konstatovat, že se deformacím kořenových systémů nevěnuje tolik pozornosti, kolik by mělo. Zejména z toho důvodu, že kořenové systémy, tím pádem ani deformace kořenových systémů, nejsou po výsadbě viditelné.

MAUER, PALÁTOVÁ (2004) zaznamenali, že není možné krátce po výsadbě deformace kořenového systému vyvozovat z růstových reakcí nadzemních částí stromků. Stane-li se, že při výsadbě sadebního materiálu dojde jen k deformaci, ale ne oslabení sazenice, dospívá na vhodných stanovištích za normálních podmínek dobře, ačkoliv může déle přetrvávat šok z přesazení. Přesto není deformace kořenového systému normálním stavem, strom je oslaben, třebaže se to na vývoji nadzemních částí vizuálně neprojeví. Z daného tedy vyplývá, že i ve výsledcích předkládané práce je to shodné, především během porovnání naměřených dat mezi obnovou přirozenou a umělou, u nichž se data statisticky vyhodnocovala. U dvouletých jsou podle zhodnocení statisticky významné výška sazenice, škody zvěří a délka kořenového systému. Na tyto parametry má tedy typ obnovy vliv. u pětiletých jsou pak při porovnání umělé a přirozené obnovy statisticky významné parametry výška sazenice, výškový přírůst, vitalita, škody zvěří, objem kořenového systému, objem jemných kořenů, délka kořenového systému a hloubka kořenového systému. Taktéž jako u dvouletých má na tyto parametry vliv typ obnovy. Sedmileté v porovnání byly statisticky významné u parametrů výška sazenice, výškový přírůst z roku 2019 a výškový přírůst z roku 2018. Stejně jako u předešlých má vliv typ obnovy u sedmiletých na tyto parametry. Toto tvrzení však nebylo potvrzeno v předešlém výzkumu autora (Orct, 2018), kde bylo porovnání rozložení dat ve všech případech statisticky nevýznamné. Stejně tak uvádí ve svém výzkumu Navrátil (2018), který však studoval pouze umělou obnovu. Ten dále zaznamenává, že deformace kořenových systémů se vyskytovaly u 14 jedinců z 20, což představuje celkem 70 % deformovaných. V současném výzkumu autora bylo deformovaných u umělé obnovy bez ohledu na věk 65 %, to je o 5 % méně, a u přirozené obnovy 35 %. Kdežto Orct (2018) předkládá výzkum, že kořenové systémy u vykopaných jedinců byly v případě umělé obnovy z 20 % s deformací, ale u přirozené obnovy

bylo 60 % jedinců s deformací. Je možné tedy vyvodit výše uvedené, že krátce po výsadbě opravdu nelze usoudit na deformace kořenových systémů podle růstové reakce nadzemních částí stromků. JANOUŠEK (2013) prezentuje výsledky ze tří ploch s kulturou smrku před stavem zajištění. Na všech plochách vyzvedl po třiceti sazenicích a objevil deformaci kořenového systému u 94,4 % jedinců, na jedné ploše byla deformace dokonce 100 % jedinců. Což je oproti výzkumu autora velký rozdíl, bližší je však k umělé obnově, a to o necelých 30 %. Deformace kořenových systémů umělé obnovy se pak spíše shodovaly s výzkumem Mauera, kde byl rozdíl 2 %, s přirozenou obnovou to však bylo o 28 % ve prospěch přirozené obnovy.

MAUER a kol. (2011) sděluje, že v posledních třech letech prozkoumal architekturu kořenových systémů u 41 porostů čtyři až šest let po výsadbě. Z celkového počtu 660 vyzvednutých jedinců mělo 420 nejzávažnější deformaci kořenových systémů. Výsledek tak zachycuje 63 % jedinců s deformací. Rozdíl byl ale ve stáří, kdy dvě plochy autora byly dvouleté, dvě pětileté a dvě ve věku 7 let, dále se obě práce odlišují v tom, že Mauer zkoumal pouze umělou obnovu, kdežto autor obnovu umělou i přirozenou.

MAUER a PALÁTOVÁ (2004) rovněž evidují nejen samostatné deformace kořenových systémů, ale často zaznamenávají více deformací na kořenovém systému jednotlivců. To potvrzuje ve svém výzkumu i JANOUŠEK (2013), který uvádí u 57 % jedinců dvě deformace kořenového systému z celkového počtu 90 vyzvednutých sazenic smrku. Pravdivost tohoto tvrzení se ukázala i u některých jedinců Orcta (2018), u kterého se více deformací najednou objevilo u 20 % vykopaných jedinců. Oproti aktuální diplomové práci je to v porovnání s Orctem (2018) o 5 % více v celkovém počtu vykopaných jedinců.

HLADÍK (2011) srovnával přirozenou obnovu smrku s umělou u sazenic tři roky a pět let po výsadbě, což je shodné s výzkumem Orcta (2018). Ten měřením dospěl k výsledkům, že umělá obnova tříletých má průměrnou výšku nadzemní části 73 cm, což je o 36,7 cm méně než u Hladíka (2011), a přirozená obnova 77,27 cm, která byla větší o 59,57 cm. Navrátil (2018) pak zkoumal umělou obnovu dvou a pětiletých stejně jako autor diplomové práce s tím, že v daném

výzkumu byly ještě navíc plochy sedmileté. Navrátilův výsledek průměrné výšky dvouletých činil 57 cm a pětiletých 126,9 cm. V autorově výzkumu byly dvouleté s umělou obnovou o 18,6 cm nižší a s přirozenou obnovou o 22,4 cm nižší. U pětiletých s umělou obnovou byl pak s Navrátilem (2018) rozdíl pouze 9,7 cm, s Orctem (2018) 48,9 cm, kde výška dosahovala 166,09 cm a s Hladíkem (2011) byl rozdíl největší, a to o 96 cm. V případě přirozené obnovy vyšla průměrná hodnota nejmenší Hladíkovi, který udává pouze 80,2 cm. Proti Orctovi (2018) je to o 75,52 cm méně. Ve výzkumu diplomové práce však vyšlo 162,8 cm, což je ještě o 7,08 cm více. Sedmileté plochy pak byly v daném výzkumu v průměru u umělé obnovy 343 cm vysoké a u přirozené obnovy 333,4 cm vysoké. V případě výškového přírůstu zjistil HLADÍK (2011) u umělé obnovy tříletých průměr 27,7 cm a u přirozené 5,6 cm. Navrátil (2018) předkládá u dvouletých průměrný přírůst 14,48 cm, což je oproti výsledku autora o 4,7 cm méně, neboť činí 19,2 cm. Přirozená obnova pak u dvouletých vykazuje průměrný přírůst 18,5 cm, což je v porovnání s Hladíkovými tříletými sazenicemi o dost více. Tloušťka kořenového krčku byla u umělé obnovy Hladíka 2,2 cm a u přirozené 0,3 cm. Orct (2018) uvádí, že má u tříletých s umělou obnovou 2,281 cm a u přirozené 2,494 cm. V současném výzkumu byl průměr u umělé obnovy 0,84 cm, což je v porovnání s Navrátilem (2018) nižší o 0,16 cm. Jemu vyšel průměr u dvouleté umělé obnovy 1,0 cm. u přirozené obnovy pak byl průměr v případě tohoto výzkumu 0,86 cm. Průměrný výškový přírůst měl Hladík u pětiletých s umělou obnovou 54,8 cm, což je podobné s Orctem (2018) a s Navrátilem (2018), kterým vyšlo 53,1 a 56,42 cm. V případě současného výzkumu byl tedy větší rozdíl, a to s Hladíkem o 21,2 cm, hodnota přírůstu ve výzkumu autora byla 33,6 cm. u přirozené obnovy pětiletých to však bylo opačné, v autorově případě byl přírůst vyšší než u Orcta (2018), který dospěl k 35,42 cm. Hladíkovi pak vyšel tento přírůst pouze 19,7 cm, což představuje rozdíl 32,7 cm, oproti 52,4 cm daného výzkumu. V tloušťce kořenových krčků pak byly větší rozdíly, u umělé obnovy v aktuálním výzkumu autora vyšlo 3,09 cm a u přirozené 3,07 cm, což je velmi podobné. Při porovnání s Navrátilem, kterému vyšlo 2,48 cm u umělé obnovy, je to 0,61 cm. Orct (2018) však uvádí u umělé obnovy 4,416 cm, u přirozené 3,911 cm, což je v jeho případě u obou vyšší. Hladíkovi (2011) vyšel průměrný

kořenový krček u umělé obnovy o tloušťce 3,9 cm a u přirozené pouze 1,5 cm. V předkládaném výzkumu byly zkoumány přírůsty i u sedmiletých, a to dva roky po sobě jdoucí. Průměrný přírůst tak u umělé obnovy z roku 2018 činí 77,8 cm a z roku 2019 84,1 cm. u přirozené obnovy je tomu naopak, kdy je v roce 2018 přírůst vyšší, tedy 82,4 cm a v roce 2019 nižší, činí 78 cm. Tloušťky kmínků v umělé obnově sedmiletých vyšly v průměru 4,47 cm a v přirozené 4,4 cm.

HLADÍK (2011) prověřoval rovněž vitalitu, ta byla u tříletých i pětiletých sazenic hodnocena stupněm a – sytě zelená, podle jeho stupnice, kde je do 25 % nažloutlých jedinců. Toto se potvrdilo i u Orcta (2018), kterému vyšlo v celkovém počtu pouze z 10,25 % nažloutlých. JELÍNEK (2014) ovšem ve svém výzkumu zachycuje, že rok po výsadbě je ze 100 jedinců 19 % suchých a 13 % nažloutlých. U Navrátila se u 6 % objevily příznaky nažloutnutí, což je ještě méně. Ve předkládaném výzkumu byla vitalita sazenic v celkovém počtu u umělé obnovy z 96 % plně zachována a ve zbylých 4 % byli i 4 jedinci odumřelí úplně. U přirozené obnovy pak bylo 97 % jedinců plně vitálních a 3 % jeví příznaky nažloutnutí.

JELÍNEK (2014) eviduje ve svém výzkumu i poškození zvěří okusem a zaznamenal 2 % poškození na 100 jedinců. HLADÍK (2011) dokonce při své evaluaci nezjistil žádné poškození okusem u přirozené obnovy tříletých, ani pětiletých. Ovšem v umělé obnově došlo k několika případům poškození, a to u 6,6 % tříletých a u 0,7 % pětiletých. Orct (2018) došel k tomu, že u pětiletých měl poškození pouze u přirozené obnovy z 3 %. U tříletých pak měl poškození u umělé obnovy z 5 % a u přirozené 7 %. Navrátil (2018) měl poškození u umělé obnovy dvouletých 7 % a u pětiletých neměl poškození žádné. Současný výzkum ukazuje, že u dvouletých s umělou obnovou byl okus zvěří ze 4 %, což je méně než u přirozené obnovy, kde byl z 13 %. U pětiletých už poškození nebylo tak výrazné, u umělé obnovy bylo ze 7 % a u přirozené žádné. Sedmileté jak s umělou, tak přirozenou obnovou poškození neměly. Vcelku měl však Hladík poškození okusem u 1,825 % jedinců, což je podobné s Jelínkem, který měl 2 %. Orctovi (2018) celkové poškození vychází na 3,75 %, v aktuálním výzkumu pak

celkově na 4 %, do počtu jsou zahrnuty i sedmileté, které jsou však zvěři odrostlé. Bez započtení sedmiletých vychází tedy celkové poškození na 6 %.

Při hodnocení průběhů dat v autorově výzkumu bylo zjištěno, že průběh výšek nadzemních částí, počínaje dvouletými, je u umělé obnovy vyšší o 3,8 cm, v pěti letech už je tomu ve prospěch přirozené obnovy, kde je hodnota 162,8 cm oproti 117,2 cm u umělé obnovy. Avšak v sedmi letech se umělá obnova dorovnává k přirozené, kde ji dokonce převyšuje o necelých 10 cm, na celkových 343 cm.

Průběhy výškových přírůstů mají podobný charakter jako průběhy výšek nadzemních částí. To znamená, že ve dvou letech přirozená obnova nevykazuje takový přírůst jako umělá obnova. Rozdíl mezi nimi je 0,7 cm. V pěti letech už je rozdíl o poznání větší, ale opět ve prospěch přirozené obnovy, která zde má přírůst 52,4 cm, kdežto umělá obnova pouze 33,6 cm. Toto se v sedmi letech znovu obrací, kde je v převaze umělá obnova o 6,1 cm. Její výškový přírůst zde činil 84,1 cm, u přirozené obnovy pak 78 cm.

U tloušťky kořenových krčků byly průběhy umělé a přirozené obnovy velmi podobné, ale s postupujícím věkem je na tom lépe umělá obnova. Ve dvou letech jsou výsledky velmi podobné, kdy umělá obnova má 0,84 cm a přirozená 0,86 cm. ve stáří pěti let je to také velmi podobné, zde má umělá obnova 3,09 cm a přirozená 3,07 cm. V sedmi letech, kde byla tloušťka měřena 1,3 m nad zemí, už má mírnou převahu umělá obnova, ale stále je to vyrovnané. Umělá obnova má tedy 4,47 cm a přirozená obnova 4,4 cm.

Orct (2018) měl výsledky u tříleté přirozené obnovy 77,27 cm, u umělé pak 73 cm a v pěti letech měla převahu se 166,09 cm umělá obnova o necelých 10 cm. U přírůstů byly ve třech letech hodnoty vyrovnané a ve věku pěti let už umělá obnova měla navrch o 17,7 cm. V tloušťkách kořenových krčků byla u tříletých s mírnou převahou u přirozené obnovy, ale to se opět v pěti letech otočilo ve prospěch umělé obnovy.

Aktuálně předkládaný výzkum průběhů byl prováděn na shodných plochách, jako prováděl Orct (2018), až na dvouleté plochy, které byly nově vybrány. Orctovy tříleté plochy byly v nynějším případě už pětileté a pětileté už sedmileté. Orct

(2018) sice nedělal křivku průběhu, ale z porovnání výsledků lze konstatovat, že při aktuálním výzkumu pětileté plochy s umělou obnovou muselo dojít v průběhu posledních dvou let k nějaké přírodní změně, změně zásob živin, zhoršení podloží, nebo ke změně jiných faktorů. Sazenice jakoby skoro pozastavily svůj růst, a proto vychází křivka v pěti letech lépe pro přirozenou obnovu.

10 ZÁVĚR

V diplomové práci byly na základě různých měření porovnávány sazenice přirozené a umělé obnovy ve třech věkových kategoriích. Z tohoto výzkumu vyplývá, že ve většině porovnání jsou malé i velké rozdíly. U dvouletých sazenic vyšla nadzemní část o něco lépe v případě umělé obnovy, kde výška sazenice je o 3,8 cm vyšší a přírůst o 0,7 cm vyšší. Tloušťka kořenového krčku je pak o 0,2 mm větší u přirozené obnovy, což je téměř shodné. Hodnoty kořenových systémů, což je objem kořenového systému, objem jemných kořenů a jeho podíl v celkovém objemu kořenového systému, byly lepší u umělé obnovy. Podíl jemných kořenů v celém kořenovém systému je dokonce o 11,2 % vyšší. U přirozené obnovy pak vyšla lépe hloubka kořenů a stejně tak deformace kořenových systémů, kde bylo bez deformace šest jedinců z deseti, oproti třem bez deformace u umělé obnovy. Celková vitalita sazenic vyšla lépe taktéž u přirozené obnovy a okus zvěří byl pak méně častý u umělé obnovy. Nadzemní části u pětiletých se vyvíjely lépe u přirozené obnovy, a to jak v přírůstech, tak v celkové výšce sazenice. Tloušťka kořenového krčku byla s minimálním rozdílem. Stejně tak tomu bylo i u podzemní části sazenic, kde všechny měřené hodnoty kromě jemných kořenů se ukázaly lepší u přirozené obnovy. I deformace kořenových systémů zde byla ve prospěch přirozené obnovy, kde bylo bez deformací o čtyři jedince více. Rozdíly měření u pětiletých sazenic byly výrazné, to znamená, že u umělé obnovy se v průběhu dvou let zpět mohly změnit stanovištní podmínky, například větší sucho, méně živin, mráz nebo jiní abiotičtí činitelé. Celková vitalita sazenic je však zcela výborná a nevykazuje žádné známky zhoršeného zdravotního stavu. U přirozené obnovy je to s vitalitou velmi podobné. Okus zvěří byl zjištěn pouze u umělé obnovy, pouze však jen u sedmi jedinců. Sedmileté sazenice nebyly postiženy okusem zvěří vůbec i vitalita byla téměř shodná, u přirozené obnovy byl zhoršený stav jen u dvou jedinců. Celková výška pak byla lepší u umělé obnovy, stejně tak to bylo i o něco málo s tloušťkou kmínku. Přírůsty byly v roce 2018 lepší u přirozené obnovy, to se však po roce otočilo a přírůsty z roku 2019 měly převahu u umělé obnovy. Celkově lze tedy říci, že průběhy vývoje výšek nadzemních částí sazenic byly u dvou a sedmiletých lepší v případě umělé obnovy. U pětileté ne, nejspíše z výše uvedeného důvodu.

S deformacemi kořenových systémů na tom však byly o dost lepší sazenice s přirozenou obnovou. Velikosti kořenových systémů zprvu převládají u umělé obnovy, což se v pěti letech obrací ve prospěch přirozené obnovy. Pouze objem a podíl jemných kořenů zůstává lepší u umělé obnovy. Lze tedy říci, že kořenové systémy přirozené obnovy jsou ve všech parametrech lepší než umělé obnovy s výjimkou jemných kořenů – ještě vliv podřezávání ve školce? Asi ano, protože i tříletá je má bohatší umělá i když ne statisticky významně. Závěrem lze konstatovat, že nemůžeme usuzovat kvalitu kořenového systému a jeho deformace podle kvality nadzemní části sazenice. i z tohoto výzkumu je zřejmé, že i přestože se zdá nadzemní část lepší, kořenový systém porostu vzniklého umělou obnovou obsahuje více deformací.

Pro lesnickou praxi lze tedy doporučit upřednostňování přirozené obnovy, kde to jen je možné. Její výsledek se pak ukáže stejně, jako tomu bylo na výzkumných plochách. Stejně tak by to bylo dobré ve vybrané lokalitě, kde probíhal výzkum. Co nejvíce podporovat přirozenou obnovu, která má lepší kořenový systém, což ve vyšším věku umožňuje větší stabilitu stromů a lepší příjem živin. Tento výzkum by bylo dobré provádět i na stromech 10 – 20 let starých, abychom zjistili, zda se nadzemní část vyrovná nebo bude i lepší, než u umělé obnovy. Stejně tak by bylo dobré pro výzkum použít větší množství vykopaných sazenic k přesnějšímu zjištění deformací a velikostí kořenových systémů.

11 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY a JINÝCH ZDROJŮ

ANONYMOUS. *LHC Hořice*, LHP 2008–2017, Lesprojekt východní Čechy, s. r. o., 2007.

BANFI, E.; CONSOLINO, F. *Stromy: na zahradě, v parku a ve volné přírodě*. Praha : Ikar, 2001. 223 str. ISBN 80-7202-807-3.

BÍLEK, L.; KUPKA, I.; SLODIČÁK, M. a kol. *Introduction to silviculture*. Prague : Czech University of Life Sciences, Faculty of Forestry and Wood Sciences, Department of Silviculture, 2016. 89 str. ISBN 978-80-213-2701-6.

ČERMÁK, P. Defoliace a radiální růst: ukazatelé vitality smrku ztepilého. *Lesnická práce : ochrana lesa*. 2007, vol. 86, no. 11, s. 14-15. ISSN 0322-9254.

HAVEL, J.; ŠTURSA, J. *Zelené katedrály*. Vyd. 2. Praha : Aventinum, 2000. 176 str. ISBN 80-7151-129-3.

HLADÍK, J. *Vyhodnocení přirozené a umělé obnovy smrku ztepilého (Picea abies / L./ KARST.) na majetku Dr. Kinského*. Brno, 2011. Bakalářská práce. Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav zakládání a pěstění lesů.

JANOUSEK, Z. *Vliv biotechniky sadby na deformace kořenového systému lesních dřevin*. Brno, 2013. Diplomová práce. Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav zakládání a pěstění lesů.

JELÍNEK, R. *Vývoj smrkových výsadeb založených různou technologií v oblasti Brd*. Praha, 2014. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů.

KANTOR, Josef et al. *Zakládání lesů*. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1965. 486 s.

KOLÍN, S. Deformace kořenového systému : stabilita budoucích porostů. *Lesnická práce : lesní školkařství*. 2001, vol. 80, no. 4, s. 155. ISSN 0322-9254.

KOSTELNÍČEK, M. *Čarověníky v naší zahradě : Česká zahrada*. 2. aktualiz. a rozš. vyd. Praha : Grada, 2009. 96 str. ISBN 978-80-247-3042-4.

KUPKA, I. *Fundamentals of silviculture*. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2002. 103 str. ISBN 80-213-0986-5.

KUPKA, I. *Pěstování lesů I*. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2008. 150 str. ISBN 978-80-213-1782-6.

KUPKA, I. *Základy pěstování lesa*. Praha : Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a environmentální, 2005. 175 str. ISBN 80-213-1308-0.

LANDA, Arnošt; PROCHÁZKA, Stanislav. *Pěstování lesů*. 2. přepracované vyd. Praha : Státní zemědělské nakladatelství, 1963. 421 s.

MAUER, O. a kol. *Zakládání lesů II. : učební text*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2011. 216 str.

MAUER, O. a kol. *Rhizologie lesních dřevin*. Brno : Mendelova univerzita v Brně, 2013. 259 str. ISBN: 978-80-7375-697-0.

MAUER, O.; PALÁTOVÁ, E. Deformace kořenového systému a stabilita lesních porostů. In JURÁSEK, A.; NÁROVCOVÁ, J.; LASÁK, O. (eds.). *Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa : sborník přednášek z mezinárodního semináře konaného v Opočně 3. a 4. 6. 2004*. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 2004, s. 22–26. ISBN 80-86386-51-1.

NAVRÁTIL, A. *Posouzení vlivu štěrbínové technologie výsadby na stav a vývoj kořenové soustavy smrku (Picea abies L.) v oblasti Litovle*. Praha, 2018. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů.

ORCT, R. *Vliv umělé obnovy na stav a vývoj kořenové soustavy smrku (Picea abies L.) v oblasti Hořovicka*. Praha, 2018. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů.

PATŘIČNÝ, M. *Dřevo krásných stromů*. 3. přeprac. vyd., v nakl. Grada 1. vyd. Praha : Grada, 2005. 128 str. ISBN 978-80-247-1193-5.

PILÁT, A. *Jehličnaté stromy a keře našich zahrad a parků*. Praha : Nakladatelství Československé akademie věd, 1964. 508 str.

POLENO, Z.; VACEK, S. a kol. *Pěstování lesů I*. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 2007. 315 str. ISBN 978-80-87154-07-6.

POLENO, Z.; VACEK, S. a kol. *Pěstování lesů II*. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 2007. 463 str. ISBN 978-80-87154-09-0.

POLENO, Z.; VACEK, S. a kol. *Pěstování lesů III*. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 2009. 951 str. ISBN 978-80-87154-34-2.

RYBÁŘ, P. a kol. *Přírodou z Polabí k hraničním horám : vybrané kapitoly o přírodě, krajině a životním prostředí Královéhradeckého kraje*. Hradec Králové : Královéhradecký kraj, 2008. 264 str. ISBN 978-80-254-2736-1.

SARVAŠ, M.; KUPKA, I. *Pěstování a výsadba krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin*. Praha : Česká zemědělská univerzita, 2011. 60 str. ISBN 978-80-213-2166-3.

STROMBERG, A. Deformace a stabilita kořenového systému. *Lesnická práce*, 1988, no. 11, s. 18-23.

ÚRADNÍČEK, L. *Dřeviny České republiky*. 2. přeprac. vyd. Kostelec nad Černými lesy : Lesnická práce, 2009. 367 str. ISBN 978-80-87154-62-5.

VOTRUBOVÁ, O. *Anatomie rostlin*. 3. přeprac. vyd. Praha : Karolinum, 2010. 192 str. ISBN 978-80-246-1867-8.

Normy:

NOUZOVÁ J., NOUZA J. *Výkonové normy v lesním hospodářství*. 4. vydání. Silvaco, Praha 2001. 163 s.

Webové odkazy:

[1]http://en.wikipedia.org/wiki/File:Picea_abies.PNG

[2]DUDA M. obnova-lesa. Technologie. [online] 24.10.2009 [cit. 2010-03-10].

Dostupné z:http://obnova-lesa.euweb.cz/Obnova_lesa-kap%5B1%5D.43.pdf

12 SEZNAM PŘÍLOH

Obrázek 1 - Zkusná plocha - dvouletá přirozená obnova	88
Obrázek 2 - Dvouletá přirozená obnova.....	88
Obrázek 3 - Sazenice 2 roky přirozená obnova, kořenový systém bez deformace	89
Obrázek 4 - Zkusná plocha - dvouletá umělá obnova.....	89
Obrázek 5 - Sazenice 2 roky umělá obnova, deformace kořenového systému (jednostranný do tvaru L nebo J).....	90
Obrázek 6 - Zkusná plocha - pětiletá přirozená obnova	90
Obrázek 7 - Zkusná plocha - pětiletá přirozená obnova	91
Obrázek 8 - Sazenice 5 let přirozená obnova, kořenový systém bez deformace.....	91
Obrázek 9 - Sazenice 5 let přirozená obnova, kořenový systém bez deformace	92
Obrázek 11 - Sazenice 5 let umělá obnova, deformace kořenového systému (strboul)...	93
Obrázek 12 - Sazenice 5 let umělá obnova, kořenový systém bez deformace	93
Obrázek 13 - Sazenice 5 let umělá obnova, deformace kořenového systému (jednostranný do tvaru L nebo J).....	94
Obrázek 14 - Zkusná plocha - sedmiletá přirozená obnova.....	94
Obrázek 15 - Sazenice 7 let přirozená obnova	95
Obrázek 16 - Zkusná plocha - sedmiletá umělá obnova	95
Obrázek 17 - Zkusná plocha - sedmiletá umělá obnova	96
Obrázek 18 - Sazenice 7 let umělá obnova.....	96
Obrázek 19 - Měření tloušťky kmínku	97
Obrázek 20 - Odměrná nádoba na měření objemu kořenů (před měřením)	97
Obrázek 21 - Měření objemu celých kořenových systémů.....	98
Obrázek 22 - Mapový podklad - zkusné plochy sedmileté přirozené a umělé obnovy a pětileté přirozené obnovy	98
Obrázek 23 - Mapový podklad - Zkusné plochy dvouleté přirozené a umělé obnovy a pětileté umělé obnovy	99
Tabulka 1 - Naměřená data - zkusná plocha dvouletá přirozená obnova.....	99
Tabulka 2 - Naměřená data - zkusná plocha dvouletá přirozená obnova.....	102
Tabulka 3 - Naměřená data - zkusná plocha dvouletá umělá obnova	102

Tabulka 4 - Naměřená data - zkusná plocha dvouletá umělá obnova	105
Tabulka 5 - Naměřená data - zkusná plocha pětiletá přirozená obnova	105
Tabulka 6 - Naměřená data - zkusná plocha pětiletá přirozená obnova	108
Tabulka 7 - Naměřená data - zkusná plocha pětiletá umělá obnova.....	108
Tabulka 8 - Naměřená data - zkusná plocha pětiletá umělá obnova.....	111
Tabulka 9 - Naměřená data - zkusná plocha sedmiletá přirozená obnova	111
Tabulka 10 - Naměřená data - zkusná plocha sedmiletá umělá obnova	114

13 PŘÍLOHY



Obrázek 1 - Zkusná plocha - dvouletá přirozená obnova



Obrázek 2 - Dvouletá přirozená obnova



Obrázek 3 - Sazenice 2 roky přirozená obnova, kořenový systém bez deformace



Obrázek 4 - Zkusná plocha - dvouletá umělá obnova



Obrázek 5 - Sazenice 2 roky umělá obnova, deformace kořenového systému (jednostranný do tvaru L nebo J)



Obrázek 6 - Zkusná plocha - pětiletá přirozená obnova



Obrázek 7 - Zkusná plocha - pětiletá přirozená obnova



Obrázek 8 - Sazenice 5 let přirozená obnova, kořenový systém bez deformace



Obrázek 9 - Sazenice 5 let přirozená obnova, kořenový systém bez deformace



Obrázek 10 - Zkusná plocha - pětiletá umělá obnova



Obrázek 11 - Sazenice 5 let umělá obnova, deformace kořenového systému (strboul)



Obrázek 12 - Sazenice 5 let umělá obnova, kořenový systém bez deformace



Obrázek 13 - Sazenice 5 let umělá obnova, deformace kořenového systému (jednostranný do tvaru L nebo J)



Obrázek 14 - Zkusná plocha - sedmiletá přirozená obnova



Obrázek 15 - Sazenice 7 let přirozená obnova



Obrázek 16 - Zkusná plocha - sedmiletá umělá obnova



Obrázek 17 - Zkusná plocha - sedmiletá umělá obnova



Obrázek 18 - Sazenice 7 let umělá obnova



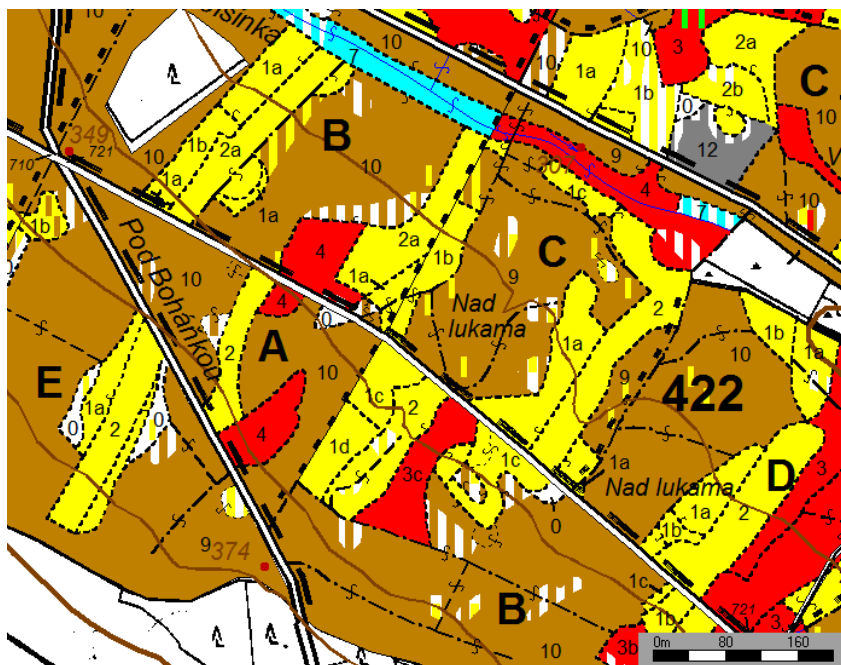
Obrázek 19 - Měření tloušťky kmínku



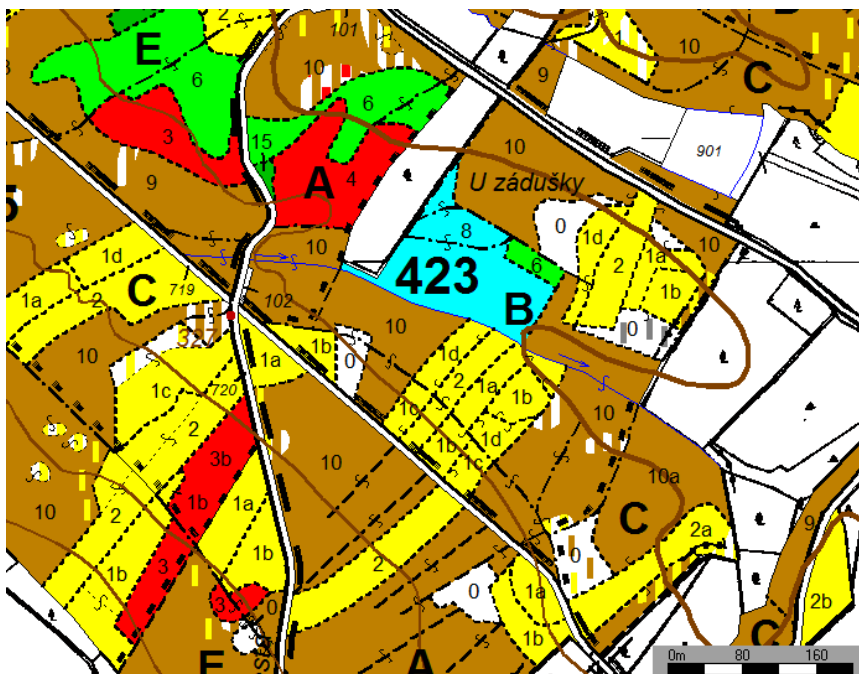
Obrázek 20 - Odměrná nádoba na měření objemu kořenů (před měřením)



Obrázek 21 - Měření objemu celých kořenových systémů



Obrázek 22 - Mapový podklad - zkusné plochy sedmileté přirozené a umělé obnovy a pětileté přirozené obnovy



Obrázek 23 - Mapový podklad - Zkusné plochy dvouleté přirozené a umělé obnovy a pětileté umělé obnovy

Tabulka 1 - Naměřená data - zkusná plocha dvouletá přirozená obnova

2 roky přirozená obnova					
číslo	výška stromku	Přírůst	Tloušťka K.K.	Vitalita	Poškození zvěří
1	37	18	9	1	0
2	39	20	8	1	0
3	41	20	9	1	0
4	30	14	7	1	0
5	44	26	10	1	0
6	37	16	9	1	1
7	30	13	9	1	0
8	28	14	7	2	0
9	26	13	8	1	0
10	38	20	7	1	0
11	34	18	9	1	0
12	29	17	8	1	0
13	31	20	8	1	0
14	42	19	10	1	0
15	35	16	7	2	0
16	37	18	9	1	0
17	42	22	8	1	0
18	28	15	9	1	0

19	26	13	10	1	1
20	39	23	9	1	0
21	40	24	9	1	0
22	38	19	9	1	0
23	33	20	8	1	0
24	34	15	9	1	0
25	29	18	7	1	0
26	26	16	9	1	1
27	31	14	8	1	0
28	39	16	10	1	0
29	45	21	8	1	0
30	30	13	6	1	0
31	27	15	9	1	1
32	36	19	10	1	0
33	34	13	7	1	0
34	42	19	8	1	0
35	29	15	11	1	1
36	30	14	9	1	0
37	28	17	9	2	1
38	43	23	9	1	0
39	36	20	9	1	0
40	31	17	8	1	0
41	44	23	9	1	0
42	28	19	6	1	1
43	31	17	8	1	0
44	26	15	7	1	0
45	39	13	9	1	0
46	40	17	10	1	0
47	32	14	9	1	0
48	45	26	8	1	0
49	28	19	8	1	1
50	30	17	6	1	0
51	29	16	9	1	0
52	34	21	11	1	0
53	42	18	9	1	0
54	33	16	10	1	0
55	36	23	9	1	1
56	27	18	8	1	0
57	29	16	9	1	0
58	34	18	9	1	0
59	41	19	10	1	0
60	45	25	7	1	0
61	39	20	9	1	0

62	36	19	8	1	0
63	39	23	8	1	0
64	33	21	9	1	0
65	41	26	9	1	0
66	29	14	9	2	0
67	30	18	10	1	0
68	28	13	9	1	1
69	34	19	7	1	0
70	29	17	8	1	0
71	37	21	9	1	0
72	41	18	9	1	0
73	38	23	11	1	0
74	26	18	10	1	0
75	33	20	8	1	1
76	34	19	9	1	0
77	27	14	9	1	0
78	39	16	9	1	0
79	45	27	6	1	0
80	38	20	7	1	0
81	29	17	9	1	1
82	41	24	9	1	0
83	26	13	8	1	0
84	33	19	10	2	0
85	37	18	8	1	0
86	28	16	9	1	0
87	45	26	9	1	0
88	37	23	7	1	0
89	46	27	9	1	0
90	39	25	9	1	0
91	26	16	8	2	0
92	28	13	9	1	0
93	29	18	9	2	0
94	30	15	6	1	0
95	37	19	7	1	0
96	31	14	9	1	0
97	43	22	7	1	0
98	29	18	10	1	1
99	38	24	9	1	0
100	41	21	9	1	0
Průměr	34,6	18,5	8,6	93/7/0	87/13
min	26	13	6		
max	46	27	11		

Tabulka 2 - Naměřená data - zkusná plocha dvouletá přirozená obnova

2 roky přirozená obnova				
číslo	Délka K.S.(cm)	Hloubka K.S.(cm)	Objem K.S.(ml)	Objem jemných kořenů (ml)
1	21	16	40	20
2	23	15	30	10
3	19	15	30	10
4	20	9	20	10
5	27	13	40	20
6	22	14	20	10
7	18	15	30	20
8	21	13	40	10
9	17	10	30	10
10	20	12	30	10
Průměr	20,8	13,2	31	13

Tabulka 3 - Naměřená data - zkusná plocha dvouletá umělá obnova

2 roky umělá obnova					
číslo	výška stromku	Přírůst	Tloušťka K.K.	Vitalita	Poškození zvěří
1	42	22	8	1	0
2	38	16	7	1	0
3	39	18	8	1	0
4	35	13	8	2	0
5	41	19	9	1	0
6	36	19	8	3	0
7	44	21	9	1	0
8	38	20	7	2	0
9	40	18	8	1	0
10	43	19	7	1	0
11	32	14	8	1	0
12	38	18	9	1	0
13	42	19	9	1	0
14	30	16	8	1	1
15	44	17	7	1	0
16	39	16	6	1	0
17	36	19	9	2	0
18	37	20	8	1	0
19	44	19	8	1	0
20	39	22	9	1	0
21	42	20	10	1	0
22	37	18	7	1	0
23	36	16	8	1	0

24	39	17	8	1	0
25	41	22	9	1	0
26	36	19	8	2	0
27	40	19	9	1	0
28	31	18	10	1	0
29	38	16	8	1	0
30	42	18	7	1	0
31	39	18	8	1	0
32	45	21	9	1	0
33	41	20	9	1	0
34	46	26	8	1	0
35	38	17	9	1	0
36	32	13	7	1	1
37	37	18	8	2	0
38	44	25	8	1	0
39	46	23	8	1	0
40	39	19	10	1	0
41	31	16	8	1	0
42	38	18	9	2	0
43	36	13	7	1	0
44	45	26	9	1	0
45	42	20	8	1	0
46	39	19	7	1	0
47	35	17	9	1	0
48	40	22	9	1	0
49	45	24	8	1	0
50	33	18	8	2	0
51	38	21	9	1	0
52	39	23	8	1	0
53	37	18	8	1	0
54	40	22	10	1	0
55	33	19	9	1	0
56	37	16	8	1	0
57	41	20	10	1	0
58	39	18	8	1	0
59	38	21	7	1	0
60	46	26	9	1	0
61	35	20	8	1	0
62	34	16	8	2	0
63	42	18	9	1	0
64	38	21	10	1	0
65	36	18	9	1	0
66	44	23	9	1	0

67	41	25	11	1	0
68	37	18	8	1	0
69	46	22	9	1	0
70	32	17	7	1	0
71	38	19	8	1	0
72	45	19	9	1	0
73	31	17	8	1	0
74	30	16	8	3	0
75	44	23	9	1	0
76	38	20	8	1	0
77	29	18	7	1	1
78	37	18	9	1	0
79	36	19	8	1	0
80	42	23	9	1	0
81	37	19	9	1	0
82	33	20	9	3	0
83	39	16	8	1	0
84	40	19	10	1	0
85	45	24	10	1	0
86	36	18	8	1	0
87	42	24	9	1	0
88	34	18	7	1	0
89	38	21	8	1	0
90	41	22	9	1	0
91	31	17	8	1	0
92	46	26	8	1	0
93	38	14	8	1	0
94	30	13	7	1	1
95	34	19	10	1	0
96	38	17	9	3	0
97	33	15	9	1	0
98	40	22	11	1	0
99	39	20	9	1	0
100	37	19	8	1	0
Průměr	38,4	19,2	8,4	88/8/4	96/4
min	29	13	6		
max	46	26	11		

Tabulka 4 - Naměřená data - zkusná plocha dvouletá umělá obnova

2 roky umělá obnova				
číslo	Délka K.S.(cm)	Hloubka K.S.(cm)	Objem K.S.(ml)	Objem jemných kořenů (ml)
1	17	14	50	30
2	15	16	20	10
3	20	11	30	20
4	18	17	30	10
5	16	16	40	30
6	19	16	50	30
7	17	14	30	10
8	18	16	30	10
9	21	18	40	30
10	18	13	40	20
Průměr	17,9	15,1	36	20

Tabulka 5 - Naměřená data - zkusná plocha pětiletá přirozená obnova

5 let přirozená obnova					
číslo	výška stromku	Přírůst	Tloušťka K.K.	Vitalita	Poškození zvěří
1	177	53	31	1	0
2	148	53	27	1	0
3	171	48	37	1	0
4	156	69	24	1	0
5	169	40	27	1	0
6	140	48	26	2	0
7	146	34	35	1	0
8	163	57	31	1	0
9	137	52	22	1	0
10	161	59	28	1	0
11	121	31	24	1	0
12	129	48	29	1	0
13	168	55	32	1	0
14	151	42	29	1	0
15	154	49	34	1	0
16	162	64	31	1	0
17	177	79	35	1	0
18	148	51	34	1	0
19	176	58	27	1	0
20	158	44	31	1	0
21	152	47	34	2	0

22	149	52	39	1	0
23	163	38	29	1	0
24	157	47	28	1	0
25	179	59	24	1	0
26	170	56	35	1	0
27	164	48	33	1	0
28	152	34	34	1	0
29	174	48	27	1	0
30	169	39	26	1	0
31	151	52	30	1	0
32	167	49	36	1	0
33	179	56	31	1	0
34	158	61	34	1	0
35	163	58	32	1	0
36	167	47	29	1	0
37	155	43	30	1	0
38	162	67	27	1	0
39	172	66	25	1	0
40	164	49	34	1	0
41	160	57	31	1	0
42	158	43	33	1	0
43	173	69	29	1	0
44	159	38	28	1	0
45	153	57	29	2	0
46	163	47	36	1	0
47	171	68	34	1	0
48	152	73	34	1	0
49	155	31	31	1	0
50	168	45	35	1	0
51	160	38	28	1	0
52	174	47	25	1	0
53	169	46	32	1	0
54	156	38	39	1	0
55	169	63	31	1	0
56	163	54	30	1	0
57	154	48	24	1	0
58	178	52	35	1	0
59	173	67	31	1	0
60	160	49	30	1	0
61	168	56	29	1	0
62	169	61	26	1	0
63	179	65	37	1	0
64	181	59	31	1	0

65	159	48	33	1	0
66	152	37	36	1	0
67	174	63	23	1	0
68	170	49	35	1	0
69	165	55	34	1	0
70	150	41	26	1	0
71	162	47	29	1	0
72	178	62	29	1	0
73	164	57	30	1	0
74	169	47	28	1	0
75	174	66	31	1	0
76	159	61	34	1	0
77	168	48	29	1	0
78	169	49	37	1	0
79	179	63	34	1	0
80	151	58	34	1	0
81	183	69	26	1	0
82	168	54	32	1	0
83	153	57	27	1	0
84	173	52	30	1	0
85	149	41	29	2	0
86	166	59	35	1	0
87	157	60	31	1	0
88	179	68	30	1	0
89	161	54	33	1	0
90	168	52	37	1	0
91	159	56	24	2	0
92	173	64	28	1	0
93	148	37	34	1	0
94	179	58	30	1	0
95	160	45	36	1	0
96	157	39	28	1	0
97	163	61	31	1	0
98	179	57	29	1	0
99	154	42	34	1	0
100	167	46	26	1	0
Průměr	162,8	52,4	30,7	95/5/0	100/0
min	121	31	22		
max	183	79	39		

Tabulka 6 - Naměřená data - zkusná plocha pětiletá přirozená obnova

5 let přirozená obnova				
číslo	Délka K.S.(cm)	Hloubka K.S.(cm)	Objem K.S.(ml)	Objem jemných kořenů (ml)
1	72	36	410	20
2	68	39	470	30
3	51	33	550	20
4	77	46	490	20
5	57	42	380	10
6	63	37	510	20
7	81	34	480	20
8	72	40	490	30
9	58	36	430	20
10	76	42	470	20
Průměr	67,5	38,5	468	21

Tabulka 7 - Naměřená data - zkusná plocha pětiletá umělá obnova

5 let umělá obnova					
číslo	výška stromku	Přírůst	Tloušťka K.K.	Vitalita	Poškození zvěří
1	113	27	31	1	0
2	129	39	29	1	0
3	134	39	34	1	0
4	138	45	32	1	0
5	108	23	33	1	0
6	98	26	30	1	0
7	122	41	28	1	0
8	104	28	27	1	0
9	92	21	28	1	1
10	118	35	33	1	0
11	95	29	29	1	0
12	110	37	31	1	0
13	106	33	34	1	0
14	117	42	28	1	0
15	121	38	30	1	0
16	99	41	27	1	0
17	137	36	35	1	0
18	126	39	34	1	0
19	139	27	30	1	0
20	123	31	28	1	0
21	118	34	29	1	0
22	97	28	29	1	0
23	100	37	34	1	0

24	109	42	36	1	0
25	136	36	32	1	0
26	128	30	28	1	0
27	119	38	34	1	0
28	102	45	26	1	0
29	107	46	29	1	0
30	134	31	30	1	0
31	95	44	34	1	1
32	109	25	31	1	0
33	138	34	35	1	0
34	125	30	33	1	0
35	94	29	37	1	1
36	128	41	26	1	0
37	141	38	28	1	0
38	137	34	32	1	0
39	120	27	34	1	0
40	101	25	29	1	1
41	96	30	27	1	0
42	135	37	30	1	0
43	131	44	31	1	0
44	115	31	26	1	0
45	119	29	34	1	0
46	124	36	25	1	0
47	107	38	33	1	0
48	106	25	32	1	0
49	98	39	26	1	0
50	116	41	37	1	0
51	112	30	31	1	0
52	123	27	35	1	0
53	116	34	32	1	0
54	107	28	29	1	0
55	99	26	30	1	0
56	136	31	27	1	0
57	114	34	31	1	0
58	128	40	36	1	0
59	119	39	34	1	0
60	103	45	31	1	0
61	95	27	35	1	1
62	108	32	29	1	0
63	140	29	34	1	0
64	135	36	28	1	0
65	117	31	27	1	0
66	124	37	33	1	0

67	128	42	32	1	0
68	102	28	36	1	0
69	98	34	29	1	0
70	136	29	34	1	0
71	121	35	28	1	0
72	127	26	31	1	0
73	115	43	30	1	0
74	103	37	35	1	1
75	109	30	26	1	0
76	138	26	29	1	0
77	96	29	34	1	0
78	142	31	31	1	0
79	137	42	30	1	0
80	112	35	34	1	0
81	139	37	28	1	0
82	100	31	26	1	0
83	125	26	30	1	0
84	107	46	29	1	0
85	114	37	35	1	0
86	129	25	31	1	0
87	137	28	26	1	0
88	108	31	28	1	0
89	97	29	31	1	0
90	126	37	34	1	0
91	117	34	30	1	0
92	131	24	34	1	0
93	139	30	28	1	0
94	128	26	29	1	0
95	134	38	36	1	0
96	106	42	30	1	1
97	118	34	27	1	0
98	97	28	34	1	0
99	103	31	32	1	0
100	112	29	35	1	0
Průměr	117,2	33,6	30,9	100/0/0	93/7
min	92	21	25		
max	142	46	37		

Tabulka 8 - Naměřená data - zkusná plocha pětiletá umělá obnova

5 let umělá obnova				
číslo	Délka K.S.(cm)	Hloubka K.S.(cm)	Objem K.S.(ml)	Objem jemných kořenů (ml)
1	50	28	240	30
2	54	29	280	30
3	48	25	220	40
4	56	31	310	40
5	42	17	190	30
6	47	22	290	30
7	51	30	260	20
8	48	28	300	40
9	59	34	290	30
10	52	32	310	30
Průměr	50,7	27,6	269	32

Tabulka 9 - Naměřená data - zkusná plocha sedmiletá přirozená obnova

7 let přirozená obnova						
číslo	výška stromku	Přírůst letošní	Přírůst loňský	Tloušťka kmene v 1,3 m	Vitalita	Poškození zvěří
1	314	67	79	43	1	0
2	344	82	77	42	1	0
3	319	50	88	51	1	0
4	396	68	71	38	1	0
5	352	76	83	49	1	0
6	283	90	41	41	1	0
7	306	66	87	41	1	0
8	366	53	86	35	1	0
9	310	60	88	39	1	0
10	376	74	82	51	1	0
11	365	100	75	48	1	0
12	317	88	61	42	1	0
13	329	89	88	43	1	0
14	312	79	81	44	1	0
15	352	80	83	45	1	0
16	267	58	64	35	1	0
17	331	99	85	37	1	0
18	396	110	81	52	1	0
19	372	74	105	45	1	0
20	339	81	78	48	2	0

21	326	91	74	44	1	0
22	264	58	61	36	1	0
23	314	79	55	45	1	0
24	341	94	89	46	1	0
25	388	96	91	52	1	0
26	328	84	73	37	1	0
27	347	76	81	49	1	0
28	365	65	106	51	1	0
29	294	57	64	47	1	0
30	329	89	56	42	1	0
31	336	63	89	39	1	0
32	376	89	97	38	1	0
33	316	71	68	46	1	0
34	281	59	76	49	1	0
35	338	63	92	50	1	0
36	357	72	89	47	1	0
37	319	68	87	44	1	0
38	309	63	95	42	1	0
39	349	84	99	37	1	0
40	368	75	86	44	1	0
41	273	69	98	49	2	0
42	384	94	107	52	1	0
43	357	82	83	47	1	0
44	346	77	84	43	1	0
45	323	69	61	40	1	0
46	348	87	79	48	1	0
47	316	64	83	38	1	0
48	326	85	91	35	1	0
49	337	91	64	49	1	0
50	329	66	89	44	1	0
51	372	106	93	37	1	0
52	364	97	81	41	1	0
53	295	67	67	35	1	0
54	304	83	62	46	1	0
55	354	95	82	48	1	0
56	373	107	95	52	1	0
57	361	91	98	49	1	0
58	380	86	112	47	1	0
59	321	67	79	37	1	0
60	286	59	80	39	1	0
61	349	78	86	42	1	0
62	341	85	74	40	1	0
63	306	74	69	36	1	0

64	290	81	71	47	1	0
65	367	94	93	49	1	0
66	328	79	86	40	1	0
67	316	82	89	39	1	0
68	323	86	97	45	1	0
69	359	97	106	44	1	0
70	317	54	78	41	1	0
71	326	78	77	52	1	0
72	339	73	86	53	1	0
73	304	56	67	45	1	0
74	275	51	59	41	1	0
75	298	69	63	37	1	0
76	303	80	57	39	1	0
77	349	97	81	40	1	0
78	369	82	93	48	1	0
79	346	53	98	46	1	0
80	337	67	76	40	1	0
81	318	79	69	37	1	0
82	326	83	97	48	1	0
83	348	66	89	39	1	0
84	313	71	81	49	1	0
85	381	107	95	51	1	0
86	359	82	90	47	1	0
87	327	83	76	50	1	0
88	309	63	79	46	1	0
89	294	72	85	46	1	0
90	318	69	79	49	1	0
91	336	79	104	43	1	0
92	328	86	94	37	1	0
93	323	91	72	39	1	0
94	346	77	89	48	1	0
95	353	84	90	42	1	0
96	319	73	74	47	1	0
97	286	64	86	43	1	0
98	347	82	91	48	1	0
99	355	92	88	49	1	0
100	376	97	103	44	1	0
Průměr	333,4	78,0	82,4	44,0	98/2/0	100/0
min	264	50	41	35		
max	396	110	112	53		

Tabulka 10 - Naměřená data - zkusná plocha sedmiletá umělá obnova

7 let umělá obnova						
číslo	výška stromku	Přírůst letošní	Přírůst loňský	Tloušťka kmene v 1,3 m	Vitalita	Poškození zvěří
1	291	49	69	39	1	0
2	314	77	41	45	1	0
3	318	76	79	38	1	0
4	315	68	54	43	1	0
5	329	73	68	46	1	0
6	332	89	66	48	1	0
7	328	98	66	41	1	0
8	334	106	63	43	1	0
9	346	89	56	46	1	0
10	351	78	57	40	1	0
11	334	69	63	37	1	0
12	350	89	57	43	1	0
13	343	74	63	43	1	0
14	352	78	67	44	1	0
15	323	75	62	44	1	0
16	384	97	56	51	1	0
17	339	77	42	44	1	0
18	353	86	52	47	1	0
19	336	74	54	40	1	0
20	359	87	58	46	1	0
21	374	89	69	39	1	0
22	359	74	78	50	1	0
23	315	85	65	42	1	0
24	384	97	94	47	1	0
25	346	76	87	38	1	0
26	348	94	86	49	1	0
27	375	107	91	44	1	0
28	369	91	82	45	1	0
29	341	87	74	41	1	0
30	328	64	76	39	1	0
31	297	89	56	40	1	0
32	306	97	49	47	1	0
33	327	74	67	51	1	0
34	346	86	89	48	1	0
35	308	79	72	54	1	0
36	319	88	57	47	1	0
37	374	94	93	42	1	0

38	368	76	89	38	1	0
39	353	94	74	40	1	0
40	347	82	71	49	1	0
41	326	75	68	46	1	0
42	364	70	91	41	1	0
43	357	89	85	48	1	0
44	316	69	74	41	1	0
45	389	109	89	45	1	0
46	347	78	88	43	1	0
47	381	99	93	39	1	0
48	367	84	97	44	1	0
49	352	97	86	50	1	0
50	312	76	69	47	1	0
51	329	63	89	48	1	0
52	334	87	94	54	1	0
53	378	94	108	56	1	0
54	361	89	92	47	1	0
55	320	64	79	39	1	0
56	307	78	85	37	1	0
57	384	114	87	42	1	0
58	336	97	64	48	1	0
59	371	105	89	46	1	0
60	309	84	57	50	1	0
61	294	67	64	39	1	0
62	346	82	97	48	1	0
63	367	74	99	53	1	0
64	358	91	104	47	1	0
65	324	64	87	44	1	0
66	369	78	96	41	1	0
67	314	85	66	46	1	0
68	374	97	94	47	1	0
69	308	63	67	50	1	0
70	359	88	102	38	1	0
71	380	91	97	45	1	0
72	391	107	106	44	1	0
73	364	81	96	41	1	0
74	337	73	87	37	1	0
75	304	70	63	46	1	0
76	317	82	71	48	1	0
77	374	93	97	36	1	0
78	385	102	88	47	1	0
79	332	78	89	49	1	0
80	362	86	107	52	1	0

81	347	92	87	41	1	0
82	329	83	68	40	1	0
83	381	108	92	46	1	0
84	326	67	74	48	1	0
85	348	92	86	49	1	0
86	290	56	71	38	1	0
87	309	87	60	49	1	0
88	318	92	58	51	1	0
89	373	99	94	40	1	0
90	325	81	69	46	1	0
91	297	72	53	47	1	0
92	306	79	66	38	1	0
93	338	85	78	42	1	0
94	331	84	93	47	1	0
95	376	98	109	49	1	0
96	353	76	97	49	1	0
97	385	106	86	51	1	0
98	324	69	81	42	1	0
99	370	84	93	46	1	0
100	364	98	91	48	1	0
Průměr	343,0	84,1	77,8	44,7	100/0/0	100/0
min	290	49	41	36		
max	391	114	109	56		