

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra pěstování lesů

Obor Lesní inženýrství

Vliv štěrbínové výsadby na stav
kořenových systémů smrku
(*Picea abies* (L.) Karst.)
v oblasti Podorlicka

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Praha 2018

Zpracoval: Jan Jílek

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

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jan Jílek

Lesní inženýrství

Název práce

Vliv štěrbínové výsadby na stav kořenových systémů smrku (*Picea abies* (L.) Karst.) v oblasti Podorlicka

Název anglicky

Slit planting technology influence on Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) root systems in the region Podorlicko

Cíle práce

Cílem práce je zjistit a posoudit stav a vývoj kořenových systémů sazenic smrku ztepilého v časové řadě několika let (optimálně do doby zajištění kultury) sazených štěrbínovou technologií. Zjištěné výsledky by měly umožnit posoudit, jak ovlivňuje kvalitu architektiky kořenového systému a případné závažné deformace, technologie sadby a jaký má vliv na objem kořenového systému a na podíl jemných kořenů v celkovém objemu.

Metodika

-volba vhodných výsadeb smrku založených různou technologií (optimálně jamkovou a štěrbínovou) v rozpětí 1- 8 let od provedené výsadby (minimálně vždy jedna párová plocha (technologie jamková a štěrbínová) na srovnatelném stanovišti s výsadbou ve stejném roce,

-celkem je třeba vybrat minimálně 3 páry ploch ve věku přibližně 1 rok, 5 a 8 let,

-každá výzkumná plocha čtvercového nebo kruhového tvaru musí obsahovat minimálně 100 kusů sazenic,

-u každé sazenice zjistit základní dendrometrická data tj. výšku, výškový přírůst, tloušťku kořenového krčku, poškození a vitalitu,

- na každé ploše vykopat ze země minimálně 10 kusů sazenic a provést podrobné měření a hodnocení kořenového systému (objem, hmotnost, architektika, deformace, podíl jemných kořenů (slabších než 2 mm)),

-získaná data vyhodnotit početně a graficky,

- provést jednoduché statistické zhodnocení získaných výsledků,

-pracovní verzi DP včas předložit ke kontrole vedoucímu práce.

Doporučený rozsah práce

Minimálně 50 stran

Klíčová slova

technologie zalesňování, šterbinová sadba, smrk, kořenový systém

Doporučené zdroje informací

- ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA PĚSTOVÁNÍ LESŮ, – KUPKA, I. *Základy pěstování lesa*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a environmentální, 2005. ISBN 80-213-1308-0.
- ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA, – KUPKA, I. *Pěstování lesů I*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2008. ISBN 978-80-213-1782-6.
- 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.
- KUPKA, I. – SARVAŠ, M. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA. *Pěstování a výsadba krytokořenného sadebního materiálu lesních dřevin*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2011. ISBN 978-80-213-2166-3.
- KUPKA, I. – SKRZISZOWSKI, M. *Srovnání vývoje prostokořenných a krytokořenných sazenic buku lesního v prvních letech po výsadbě v oblasti Plzeňska [rukopis]*. Disertační práce. Praha: 2009.
- VACEK, S. – ČESKO. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. ÚSEK LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ, – POLENO, Z. – PODRÁZSKÝ, V. *Pěstování lesů. II., Teoretická východiska pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007. ISBN 978-80-7084-656-8.
- VACEK, S. – POLENO, Z. *Pěstování lesů. III.; Praktické postupy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: lesnická práce, 2009. ISBN 978-80-87154-34-2.
- VACEK, S. – POLENO, Z. – PODRÁZSKÝ, V. *Pěstování lesů. I., Ekologické základy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007. ISBN 978-80-87154-07-6.
-

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. Ing. Ivo Kupka, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 28. 4. 2017

prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 2. 2018

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 14. 04. 2018

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně. Veškeré použité podklady, ze kterých jsem čerpal informace, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a řádně citovány.

V Praze dne

.....

Jméno a příjmení studenta

Poděkování

Děkuji panu prof. Ing. Ivo Kupkovi, CSc. za odborné vedení práce, věcné připomínky, dobré rady a vstřícnost při konzultacích a vypracovávání diplomové práce.

Děkuji revírníkovi Radovanovi Kubíčkovvi za umožnění provádění výzkumu pro tuto diplomovou práci na revíru Javornice a všem kolegům z lesní správy Rychnov nad Kněžnou, kteří mi během studia byli nápomocni.

Velkou měrou děkuji svým rodičům za podporu po celou dobu studia.

Abstrakt

Předkládaná práce se zabývá vlivem štěrbínové výsadby na stav kořenových systémů smrku (*Picea abies* (L.) Karst.) v oblasti Podorlicka. Cílem práce je zjistit a posoudit stav a vývoj kořenových systémů smrku ztepilého v časové řadě několika let. Zjištěné výsledky by měly umožnit posouzení, jak způsob sadby ovlivňuje architekturu kořenového systému a závažné deformace, a dále, zda ovlivňuje objem kořenového systému a výškový přírůst.

V rámci výzkumu byl zkoumán stav stromků v rozpětí 1–8 let od provedení výsadby na šesti výzkumných plochách na revíru Javornice (LČR). Na každé výzkumné ploše bylo vykopáno ze země 10 kusů stromků a bylo provedeno podrobné měření a hodnocení kořenového systému (objem, hmotnost, architektura, deformace, objem jemných kořenů – slabších než 2 mm). Dále byla u sazenic zjišťována základní dendrometrická data, tj. výška, výškový přírůst, tloušťka kořenového krčku, poškození a vitalita. Získaná data byla početně a graficky vyhodnocena a výsledky byly zjednodušeně statisticky zpracovány.

Z dosažených výsledků je patrna závažnost deformací kořenových systémů. Zkoumáním bylo zjištěno deformování kořenů u 66 % smrkové sadby sazené jamkovou technologií a u 80 % sadby sazené štěrbínovou technologií. Výsledky s podobnou tendencí poukazují také porovnání objemů kořenových systémů, kde se oba druhy sadby liší ve velikosti objemu kořenů o 16,6 % u sadby v roce 2016, o 18,4 % u sadby v roce 2012 a dokonce o 21,5 % u sadby v roce 2009 vždy ve prospěch jamkové sadby. Stromky sazené jamkovou technologií tedy vykazují výraznější výškový přírůst, podstatně větší objem kořenového systému a větší podíl jemných kořenů. Tyto přednosti jsou spojené zároveň s méně početným výskytem deformací oproti sadbě vykonané štěrbínovou technologií.

Abstract

This diploma thesis with influence of slit planting on the status of spruce root systems (*Picea abies* (L.) Karst.) In the area of Podorlicka. The aim of the thesis is to determine and evaluate the status and development of spruce root systems in the span of several years. The results should be able to assess how planting affects the root system architecture and serious deformation, and whether it affects the root system volume and height gain.

In this work the influence of the way of planting of spruce seedlings on the frequency of occurrence of deformations and their severity was evaluated. The state of the trees was examined within the range of 1 - 8 years after the planting was carried out on the research grounds in the Javornice District (LČR). A total of 10 trees were excavated from the ground and detailed measurements and assessments of the root system (volume, weight, architectural, deformation, volume of fine roots - less than 2 mm) were made. In addition, basic dendrometric data, ie height, height increase, root canal thickness, damage and vitality, were found in the seedlings. The data obtained were numerically and graphically evaluated and the results were processed in a simplified manner.

The results obtained show the severity of deformation of the root systems. Investigation revealed root deformation in 66% spruce seedbed and 80% slurry seedbed. Similar results show a comparison of root system volumes, where both types of seedlings differ in the size of roots by 16.6% in planting in 2016, by 18.4% in planting in 2012 and even by 21.5% in planting in 2009 always in favor of the seedbed. Thus, the trees that are fed with the hole technology show a more pronounced height increase, a considerably larger volume of the root system, and a greater proportion of fine roots. These advantages are associated with the lesser occurrence of deformations compared to slurry technology.

1 Obsah

ABSTRAKT	- 6 -
ABSTRACT.....	- 7 -
1 OBSAH.....	- 8 -
2 SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK.....	- 10 -
3 ÚVOD	- 12 -
4 LITERÁRNÍ REŠERŠE	- 13 -
4.1 KOŘENOVÝ SYSTÉM LESNÍCH DŘEVIN	- 13 -
4.1.1 <i>Architektura kořenového systému stromů</i>	<i>- 13 -</i>
4.1.2 <i>Anatomická stavba kořenu.....</i>	<i>- 16 -</i>
4.1.3 <i>Stavba kořenového systému smrku</i>	<i>- 19 -</i>
4.2 DEFORMACE KOŘENOVÝCH SYSTÉMŮ	- 19 -
4.2.1 <i>Charakteristika kořenových deformací.....</i>	<i>- 19 -</i>
4.2.2 <i>Rozdělení deformací</i>	<i>- 20 -</i>
4.2.3 <i>Možné příčiny deformací</i>	<i>- 22 -</i>
4.2.3.1 <i>Deformace způsobené pěstováním sadby.....</i>	<i>- 22 -</i>
4.2.3.2 <i>Deformace způsobené výsadbou.....</i>	<i>- 23 -</i>
4.3 OBNOVA LESA	- 24 -
4.3.1 <i>Zásady obnovy porostů sadbou.....</i>	<i>- 26 -</i>
4.3.2 <i>Specifika sadby jednotlivých druhů dřevin.....</i>	<i>- 26 -</i>
4.3.3 <i>Doba výsadby</i>	<i>- 27 -</i>
4.3.4 <i>Základní technologie sadby lesních dřevin</i>	<i>- 27 -</i>
4.3.4.1 <i>Sadba jamková.....</i>	<i>- 27 -</i>
4.3.4.2 <i>Štěrbínová sadba</i>	<i>- 30 -</i>
4.3.5 <i>Další druhy sadby</i>	<i>- 32 -</i>
4.3.6 <i>Charakteristika smrkové sadby.....</i>	<i>- 35 -</i>
4.3.6.1 <i>Semenáček.....</i>	<i>- 35 -</i>
4.3.6.2 <i>Sazenice</i>	<i>- 36 -</i>
4.3.6.3 <i>Výsadba</i>	<i>- 36 -</i>
4.3.7 <i>Standart kvality sadebního materiálu</i>	<i>- 37 -</i>
5 METODIKA	- 38 -
5.1 POPIS ZKOUMANÉ OBLASTI	- 38 -
5.1.1 <i>Lesní správa Rychnov nad Kněžnou.....</i>	<i>- 38 -</i>
5.1.1.1 <i>Orografické poměry LS Rychnov nad Kněžnou</i>	<i>- 39 -</i>

5.1.1.2	Geologické poměry	- 40 -
5.1.1.3	Pedologické poměry	- 41 -
5.1.1.4	Klimatické a fyto geografické poměry	- 42 -
5.1.2	<i>Revír Javornice</i>	- 43 -
5.2	POSTUP ZÍSKÁNÍ DAT	- 44 -
5.2.1	<i>Popis místa výzkumu</i>	- 44 -
5.2.2	<i>Venkovní práce</i>	- 47 -
5.2.3	<i>Zjišťování dendrometrických veličin</i>	- 48 -
5.2.3.1	Použité přístroje a pomůcky	- 48 -
5.2.3.2	Měření objemu	- 48 -
5.2.3.3	Měření hmotnosti	- 48 -
5.2.3.4	Deformace	- 48 -
5.2.3.5	Objem jemných kořenů	- 49 -
5.2.4	<i>Subjektivní posouzení stavu stromku</i>	- 49 -
5.2.4.1	Poškození	- 49 -
5.2.4.2	Vitalita	- 49 -
5.2.4.3	Deformace	- 50 -
6	VÝSLEDKY	- 50 -
6.1	PŘEHLED ZÍSKANÝCH DAT	- 50 -
6.2	VZTAHY MEZI JEDNOTLIVÝMI VELIČINAMI	- 52 -
6.2.1	<i>Vztah objemu kořenového systému a výšky stromku</i>	- 52 -
6.2.2	<i>Porovnání objemů kořenových systémů u obou způsobů výsadby</i>	- 52 -
6.2.3	<i>Porovnání průměrných výšek sazenic</i>	- 53 -
6.2.4	<i>Podíl jemných kořenů vůči celému kořenovému systému</i>	- 55 -
6.2.5	<i>Vztah objemů jemných kořenů a průměrných přírůstků za uplynulé tři roky</i>	- 57 -
6.2.6	<i>Zhodnocení četností deformací u obou způsobů výsadby</i>	- 61 -
6.3	SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ	- 61 -
7	DISKUSE	- 62 -
8	PRAKTICKÁ VÝCHODISKA PRO UPLATNĚNÍ V PRAXI	- 64 -
9	ZÁVĚR	- 65 -
10	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	- 66 -
11	SEZNAM PŘÍLOH	- 69 -
12	PŘÍLOHY	- 70 -
12.1	FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE VYBRANÝCH VZORKŮ	- 70 -

2 Seznam obrázků a tabulek

obr. 1 Základní typy kořenového systému

obr. 2 Anatomická stavba kořenu

obr. 3 Strboul

obr. 4 Provedení sadby podle tvaru kořenů sazenic

obr. 5 Schéma jamkové sadby (1) a štěrbínové (2)

obr. 6 Schéma koutové sadby

obr. 7 Schéma brázdrové sadby

obr. 8 Pracovní nástroj pro Rhodenerský způsob výsadby

obr. 9 Znázornění pracovního postupu při Rhodenerském způsobu výsadby sazenic

obr. 10 Pracovní nástroj pro sadbu metodou Buchenbühler

obr. 11 Zastoupení dřevin na revíru Javornice

obr. 12 Zastoupení věkových stupňů na revíru Javornice

obr. 13 Umístění výzkumných ploch s jamkovou sadbou

obr. 14 Porost 233A12 – zalesněn v roce 2012 jamkovou sadbou

obr. 15 Porost 1C11 – zalesněn v roce 2016 štěrbínovou sadbou

obr. 16 Umístění výzkumných ploch se štěrbínovou sadbou

obr. 17 Grafické znázornění závislosti výšky stromku na objemu kořenového systému

obr. 18 Porovnání průměrných objemů kořenových systémů u obou způsobů výsadby

obr. 19 Grafické znázornění srovnání průměrných výšek stromků

obr. 20 Grafické znázornění vzájemného vztahu objemů jemných kořenů a celkového objemu kořenového systému (sadba jamková 2016)

obr. 21 Grafické znázornění vzájemného vztahu objemů jemných kořenů a celkového objemu kořenového systému (sadba jamková 2012)

obr. 22 Grafické znázornění vzájemného vztahu objemů jemných kořenů a celkového objemu kořenového systému (sadba jamková 2009)

obr. 23 Grafické znázornění vzájemného vztahu objemů jemných kořenů a celkového objemu kořenového systému (sadba štěrbínová 2016)

obr. 24 Grafické znázornění vzájemného vztahu objemů jemných kořenů a celkového objemu kořenového systému (sadba štěrbínová 2012)

obr. 25 Grafické znázornění vzájemného vztahu objemů jemných kořenů a celkového objemu kořenového systému (sadba jamková 2009)

obr. 26 Grafické znázornění vztahu objemů jemných kořenů a průměrných přírůstků za uplynulé tři roky (sadba jamková 2016)

obr. 27 Grafické znázornění vztahu objemů jemných kořenů a průměrných přírůstků za uplynulé tři roky (sadba štěrbínová 2016)

obr. 28 Grafické znázornění vztahu objemů jemných kořenů a průměrných přírůstků za uplynulé tři roky (sadba jamková 2012)

obr. 29 Grafické znázornění vztahu objemů jemných kořenů a průměrných přírůstků za uplynulé tři roky (sadba štěrbínová 2012)

obr. 30 Grafické znázornění vztahu objemů jemných kořenů a průměrných přírůstků za uplynulé tři roky (sadba jamková 2009)

obr. 31 Grafické znázornění vztahu objemů jemných kořenů a průměrných přírůstků za uplynulé tři roky (sadba štěrbínová 2009)

obr. 32 Zhodnocení četnosti deformací u obou způsobů výsadby ve vztahu k rokům zalesnění

tab. 1 Charakteristika ploch obnovených jamkovou sadbou

tab. 2 Charakteristika ploch obnovených štěrbínovou sadbou

tab. 3 Komplexní soubor dat ploch obnovovaných jamkovou sadbou

tab. 4 Komplexní soubor dat ploch obnovovaných štěrbínovou sadbou

tab. 5 Průměrný objem kořenů zkoumaných stromků

tab. 6 Průměrná výška zkoumaných stromků

tab. 7 Průměrné hodnoty vybraných veličin (rok sadby 2016)

tab. 8 Průměrné hodnoty vybraných veličin (rok sadby 2012)

tab. 9 Průměrné hodnoty vybraných veličin (rok sadby 2009)

3 Úvod

Kořenový systém je základem stromu – zajišťuje jeho mechanickou stabilitu, výživu a přívod vody. Většina stresorů a nevhodných biotechnických opatření působících na strom se často nejdříve projeví na kořenovém systému. Přesto o kořenovém systému, který má funkci stabilizační, vodivou, vyživovací, zásobní a syntetickou, máme málo informací. Je to způsobeno nejen tím, že rhizologické studie jsou pracné, časově a finančně náročné, ale i tím, že rhizologie je mladou vědní disciplínou, a tudíž se stále hledají nejlepší a nejvhodnější formy jejího studia. Komplikovanost je i v tom, že vývin a funkčnost kořenového systému ovlivňují téměř všechny faktory prostředí, stav a věk stromu nebo porostu a všechna realizovaná biotechnická opatření. (Mauer a kol., 2013).

V České republice se v současné době pohybuje plocha umělé obnovy lesních porostů kolem 20 000 ha ročně a spotřeba sazenic dosahuje přibližně 140 milionů kusů. Například v roce 2014 proběhla umělá obnova na 20 203 ha. Produkce sazenic činila přibližně 143,8 mil. ks. Jamky pro výsadbu sadebního materiálu při umělé obnově lesa a zalesňování se dnes připravují převážně pracným a namáhavým způsobem pomocí ručního náradí (sekeromotyka, sazeč). (Baláš, 2016)

Tato práce si klade za cíl zjistit, do jaké míry, v dnešní době dva nejpoužívanější způsoby zalesňování (jamková a štěrbínová sadba), mohou ovlivňovat deformaci kořenových systémů.

4 Literární rešerše

4.1 Kořenový systém lesních dřevin

Kořenový systém je všestranným základem stromu – zatímco jemné kořeny jsou důležité pro příjem vody a výživu stromu, pro stabilitu stromů jsou důležité silné kořeny zajišťující mechanickou oporu v půdě. (Mauer, Palátová; 1992)

Kořeny kromě stabilizace půdy a samotných stromů absorbují vodu a živiny, jako je dusík, fosfor, hořčík a vápník, zachycují uhlíkové sloučeniny. (Brunner, 2001). Kořeny mohou být také definovány jako specializované orgány rostlin, sloužící jako nástroj příjmu vody a živin, biotických interakcí, reakcí na stres a mechanické podpory. (Perez, 2007) Biologické interakce kořenů se svým okolím se ve své práci věnuje také Whipps (2001), který uvádí, že ztráta organického materiálu z kořenů poskytuje energii pro rozvoj aktivních mikrobiálních populací v rhizosféře kolem kořenů.

Pokud není kořenový systém přirozeně rozvinut (je-li deformován, je-li v poměru k výšce nadzemní části malý nebo nemá-li přirozenou architekturu), může to vést nejen k mechanické nestabilitě stromu, ale kořenový systém se může stát významným predispozičním faktorem chřadnutí a odumírání stromů. (Mauer, Palátová; 1992)

4.1.1 Architektura kořenového systému stromů

Ve středoevropské praxi je doposud používaná tradiční klasifikace podle Köstlera a kol. z roku 1968, která vychází z charakteru kostry kořenového systému v jeho centrální části; jako doplňkový údaj také někdy uváděna hustota kořenového systému.

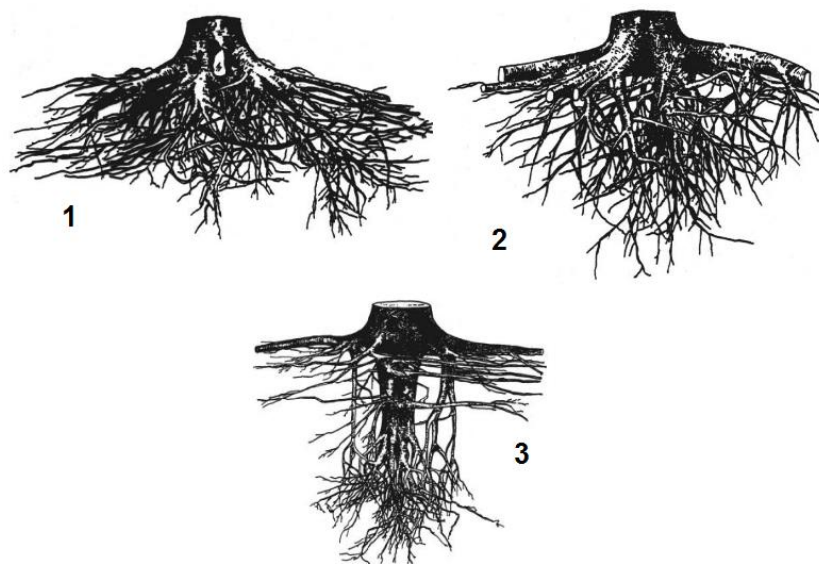
Tříděním dle charakteru kostry kořenového systému v jeho centrální části se následně vymezují tři základní typy kořenového systému:

- Kulový; dominuje zde především silný kulový kořen a dále pak kořeny vodorovné, z nichž vyrůstá větší či menší množství kořenů kotevních. Tento kořenový systém mají

většinou v prvních letech života semenáčky všech stromů. Teprve později u mnohých z nich kůlový kořen krní až odumírá a vytváří se tak jiný, pro daný druh dřeviny charakteristický typ kořenového systému.

- Srdčitý; kterého charakterizuje srdčité uspořádání kořenů. Kůlový kořen chybí, popřípadě jen málo vyvinutý. Vodorovné kořeny bývají méně výrazné a brzy se větví. Protože je časné větvení typické i pro kořeny srdčité, je prokořenění půdy obvykle intenzivnější.

- Kotevní (talířovitý); zde mají dominantní postavení vodorovné kořeny, ze kterých s přibývajícím stářím vyrůstají víceméně svislé kotevní kořeny. Kutschera a Lichtenegger považují tento typ za více podmíněný stanovištně než geneticky. U některých dřevin, jimž je běžně přiřazován (např. *Picea abies*, *Fraxinus excelsior*) byl totiž na hluboko prokořenitelných stanovištích zjištěn jiný kořenový systém. Řazení jednotlivých dřevin do této skupiny je tedy třeba chápat především pouze jako informaci o jejich kořenění na stanovištích, kde se běžně vyskytují. Charakter kotevního kořenového systému získávají ve vyšším věku často i oba výše uvedené typy tím, že jejich z báze kmenu vyrůstající vertikální kořeny odumřou.



obr. 1 Základní typy kořenového systému; 1) kotevní (talířovitý), 2) srdčitý, 3) kůlový (Kantor, 1975)

Výše uvedené základní vymezení tří typů kořenového systému (kulový, srdčitý, kotevní) je však pro detailnější rhizologické studie nedostatečné. Podle charakteru a směru růstu kosterních kořenů lze vymezit tyto typy architektiky kořenového systému:

- Kulový; z báze kmene vyrůstá a pozitivně geotropicky roste dominantní kulový kořen (radix primaria), který se dále nevětví.

- Panohovitý; z báze kmene vyrůstá kulový kořen, z jehož báze vyrůstá několik pozitivně geotropicky rostoucích panoh.

- Srdčitý; z báze kmene vyrůstá několik pozitivně geotropicky rostoucích kořenů, které zprvu rostou šikmo a později se stácejí pod bázi kmene (z bočního pohledu vytváří tvar srdce nebo elipsy).

- Bazálně kotevní; z báze kmene vyrůstá několik pozitivně geotropicky rostoucích kotev.

- Všestranně rozvinutý; z báze kmene vyrůstá větší množství horizontálních kosterních kořenů a všemi směry v půdě rostoucích kotev; horizontální kořeny i kotvy jsou poměrně tenké, je jich však mnoho a intenzivně se větví všemi směry.

- Povrchový; z báze kmene vyrůstá větší množství horizontálních kosterních kořenů, z nichž nevyrostají kotvy.

- Horizontální kotevní; z báze kmene vyrůstá větší množství horizontálních kosterních kořenů, z nichž vyrůstají kotvy.

Jednotlivé typy architektiky kořenového systému se mohou i kombinovat. (Mauer, 2013)

4.1.2 Anatomická stavba kořenu

U nahosemenných a dvouděložných dřevin se rozlišuje stavba primární a sekundární.

Primární stavba kořenu je výsledkem činnosti primárního dělivého pletiva, které se nachází v kořenové špičce. Od povrchu směrem dovnitř se nachází:

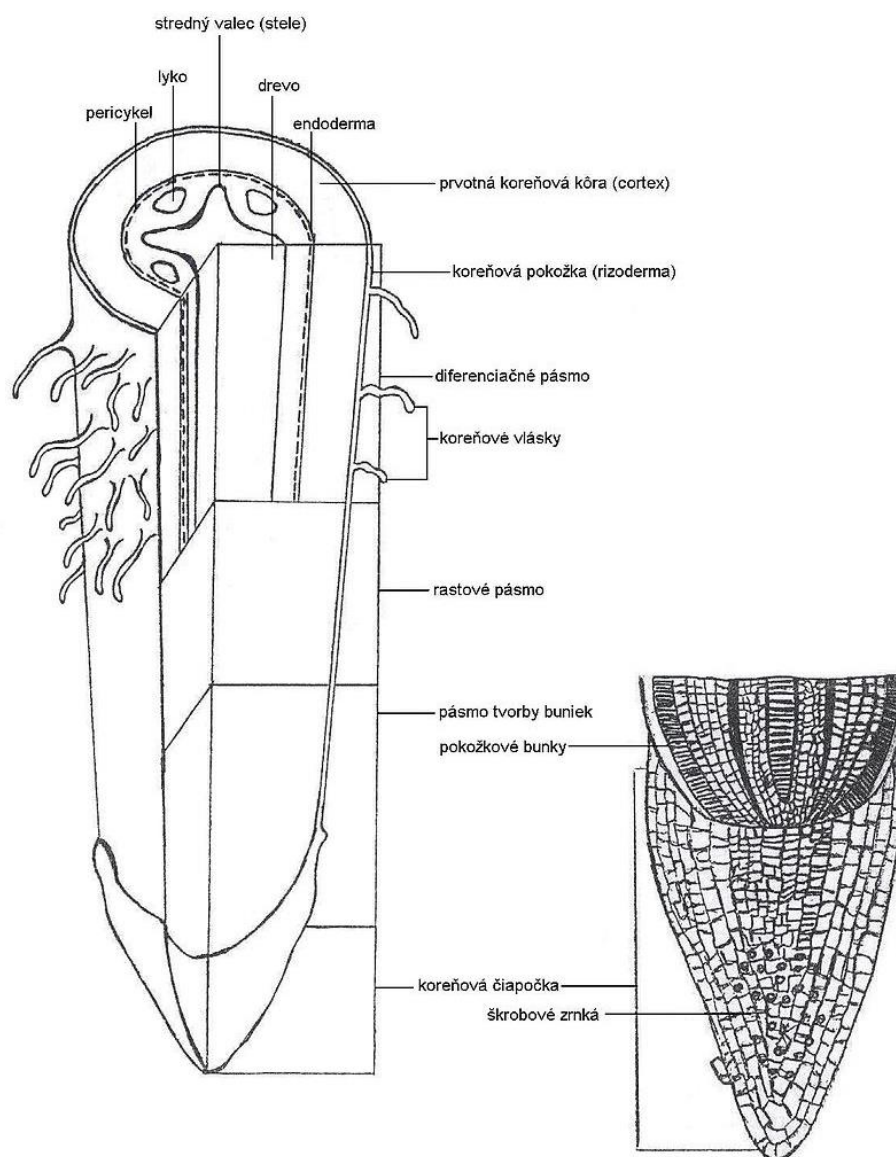
- Rhizodermis; obvykle jednovrstevná, bez kutikuly a průduchů. Přibližně 0,7 až 3 mm od vrcholu kořenu se na ní tvoří kořenové vlášení (vlásky), žijící většinou pouze několik málo týdnů v období jarního a období letního (až podzimního) růstu kořenů. Jsou na hranici viditelnosti prostým okem; v praxi často zaměňováno kořenové vlášení za koncové kořínky.
- Primární kůra; vícevrstevné, a na rozdíl od stonku nezelené pletivo.
- Endodermis; většinou jednovrstevná vnitřní část primární kůry (s Gasparyho proužky).
- Centrální válec; na jeho obvodu je obvykle jednovrstevný pericykl, v němž vznikají postranní kořeny. Uvnitř válce pericyklu je cévní svazek, jehož dřevní a lýkové části se paprscitě střídají. Dřeň – na rozdíl od stonku – často chybí.

Sekundární stavba kořenu vzniká v důsledku činnosti druhotných dělivých pletiv, kambia a felogénu. Mezi prvotním dřevem a lýkem se postupně vytváří souvislá vrstva kambia, která začne oddělovat dovnitř sekundární dřevo a vně sekundární lýko. Druhé dělivé pletivo felogén se vytvoří v pericyklu a vně odděluje korek, dovnitř pak někdy nezelenou kůru (felodermu). Obdobně jako u stonku se tak vytváří druhotná kůra (periderma). Borka na kořenech v půdě obvykle nevzniká. Větvení a diferenciaci kořenů Vznik postranního kořene, který je podmínkou vzniku kořenového systému, probíhá u nahosemenných a dvouděložných dřevin dvojím základním způsobem:

- Endogenní větvení; postranní kořeny se založí v pericyklu kořene primární stavby a prorůstají jeho primární kůrou ven. Toto se uplatňuje především u mladých rostlin

a u kořenů vyrůstajících v ekologicky příznivém půdním prostředí (dobře provzdušněná trvale vlhká hlinitá půda, nezasažená mrazem či škodlivou aktivitou edafonu).

- Exogenní větvení; děje se prostřednictvím adventivních kořenů. Ty vznikají na kořenu či stonku druhotné stavby, nejčastěji ve spodních vrstvách lýka blízko kambia, v samotném kambiu a dále v kalusu na poškozeném kořenu, popřípadě kmenu. Význam adventivních kořenů stoupá jak se vzrůstajícím věkem dřevin, tak vlivem nepříznivých činitelů v půdě (mráz, sucho, dlouhodobé zamokření, kontakt s půdním skeletem, žír hmyzu, vliv patogenních hub, bakterií apod.).



obr. 2 Anatomická stavba kořenu (Černohorský, 1967)

Kořenový systém tvoří u nahosemenných a dvouděložných dřevin následující dvě skupiny kořenů:

Kosterní kořeny, což jsou pokročile druhotně ztlustlé kořeny nižších řádů, které ztratily schopnost aktivní sorpce a jejich převažující funkcí je statické zakotvení stromu, vedení živin a asimilátů a shromažďování zásobních látek. Soustava těchto kosterních větví se nazývá kostrou kořenového systému. Tyto kořeny lze dělit na:

- Vodorovné (horizontální) kořeny, nacházející se blízko povrchu a probíhající víceméně paralelně s ním.

- Svislé (vertikální) kořeny; vyrůstají svisle nebo šikmo z báze kmenu (kořenového krčku) nebo z vodorovných kořenů. Do této skupiny kořenů možno zařadit:

- a) kůlový kořen – hlavní kořen je svisle orientován, je v podstatě přímým prodloužením kmenu v půdě a většinou se vyvinul z primárního klíčního kořínku; někdy se vyskytují postranní (vedlejší) kořeny kůlové – vyrůstají z báze kmenu a probíhají paralelně s kůlovým kořenem;

- b) srdčité kořeny – vyrůstají z boku nebo spodní strany báze kmenu a pronikají většinou šikmo do hloubky;

- c) kotevní kořeny – vyrůstají z vodorovných kořenů a pronikají svisle nebo šikmo do půdy.

Koncové kořínky, za které jsou označovány kořenové větvičky nejvyšších (posledních) řádů, které jsou doposud ve stadiu primární anatomické stavby nebo právě v počátcích druhotného tloušťnutí (mají ještě přítomnou živou primární kůru). V praxi často mylně označovány jako kořenové vlášení. Jsou dvojího druhu:

- Ztlustlé koncové kořínky, označované někdy jako prodlužovací kořínky. Nachází se na periférii kořenového systému a jsou mnohem vzácnější než následující typ koncových kořínků. Jsou přizpůsobeny i pro nepříznivé části půdního prostoru (zamokření,

nedostatek kyslíku, nedostatek živin). Jsou schopné dlouhodobé existence. Druhotným tloustnutím se z nich postupně vytváří kosterní kořeny.

- Koncové kořinky omezeného růstu, nazývané také občas jako vyživovací či sací kořinky. Nachází se především v horních vrstvách půdy a jsou lokalizovány obvykle po celé ploše kořenového systému. Jejich existence omezena na jeden až několik málo roků. Pouze na nich se vytváří mykorrhizy. (Mauer, 2013)

4.1.3 Stavba kořenového systému smrku

Kořenový systém smrku ztepilého zaobírá většinou pouze svrchní humusové horizonty včetně horizontu obohaceného a dosahuje tak maximálně hloubky 40 cm. Kořeny jsou rozprostřeny do plochy a stromům poskytují jen velmi malou stabilitu. (Köstler, 1968) Zejména v monokulturních porostech se z povrchových vrstev velmi rychle vyčerpají živiny (Úředníček, 2003). Na některých stanovištích může mít naopak kořenový systém charakter nepravého křivého kořene, který dosahuje až do hloubky 3 m a má dokonce lepší schopnost ukotvení než buk. V přirozených lesích v oblasti horní hranice lesa se často vytváří skupinky mladých stromků vznikajících zakořeněním spodních větví mateřského stromu, tzv. hřížením. (Svoboda, 1953).

4.2 Deformace kořenových systémů

4.2.1 Charakteristika kořenových deformací

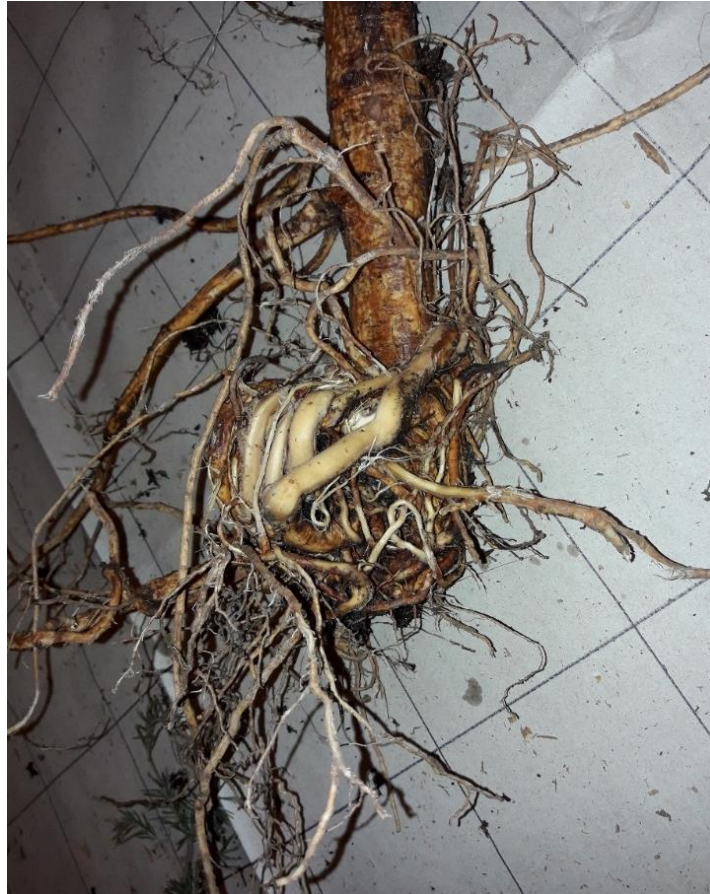
Deformace kořenů nejsou normálním stavem, který se nemusí vizuálně projevit na růstu nadzemní části. Strom je ale již oslaben. Většina stromů s deformovaným kořenovým systémem je napadena parazitickými houbami. Nejvíce se jako napadení vyskytuje václavka, kořenovník a outkovky. Stromy s deformovaným kořenovým systémem jsou náchylnější k napadení hmyzími škůdci (Mauer a kol., 2013).

Deformace kořenového systému mohou být vyvolány celou řadou faktorů. Mohou vznikat při pěstování sadebního materiálu, při výsadbě, ale také až dalším růstem kořenů po relativně zdařilé výsadbě. (Mauer, Palátová; 2004)

4.2.2 Rozdělení deformací

Odchylek od přirozené architektiky kořenového systému může být celá řada. Za nejzávažnější je třeba považovat následující:

- a) Strboul; je vyvolán tvorbou spirál a dalším vzájemným proplétáním kořenů. Jeho vznikem dochází nejenom k narušení přirozené architektiky, ale dalším tloušťnutím kořenů i k jejich zaškrfování, čímž může být narušena i výživa stromu.
- b) Absence kůlu nebo panoh u dřevin s kůlovým, panohovitým nebo všestranně rozvinutým kořenovým systémem. Jejich absencí může být narušena přirozená architektika, výživa a mechanická stabilita stromu.
- c) Nepravidelné rozložení horizontálních kořenů v kruhové síti. Extrémním případem této odchylky jsou až jednostranné formy kořenového systému. (Mauer, Palátová 1992)



obr. 3 *Strboul*

Dalšími typy deformací kořenového systému jsou dle Mauera a kol. (2006) zploštění do horizontální roviny, zploštění do vertikální roviny, jednostranné (vlajkovité) formy a deformace typu U a J (hlavní kořen je deformován ve tvaru těchto písmen). Jediným přijatelným typem deformace je vytvoření „chůdovitých“ kořenů, kdy kořen při svém růstu narazí na překážku a ihned se stočí do pozitivně geotropického směru růstu. Nežádoucí je tvorba spirály (ani její náznak) a kořeny se nesmí vzájemně proplétat či obtáčet.

Napadení deformovaných kořenů parazitickými houbami potvrzuje Mauer a Palátová (2004) příkladem, kdy z 3 500 ručně vykopaných stromů ve stáří 10–40 let jich 1 900 mělo závažné deformace kořenového systému a téměř všechny deformované kořenové systémy byly napadeny parazitickými houbami – nejčastěji václavkou.

4.2.3 Možné příčiny deformací

4.2.3.1 Deformace způsobené pěstováním sadby

V lesních školkách je třeba již od počátku zabránit deformaci kořenů, která vždy následně ohrožuje zdárný růst lesních porostů. Deformaci kořenů prostokořenných sazenic způsobuje špatný způsob přesazování či nevhodná vysazovací technika. (Stromberg, 1998).

U prostokořenných sazenic jsou kořeny deformovány zejména při nesprávném školkování a podřezávání. Pokud nejsou kořeny před školkováním kráceny (dřeviny s kúlovým kořenem) nebo jinak upravovány a stroj není správně seřízen, dochází k ohybu kúlového kořene ve směru brázdy (mimo jiné z důvodu tupého podřezávacího nože). Deformace takto vzniklé při dalším růstu přetrvávají. (Kolín, 2007).

Podle Mauera (2012) mohou být deformace při pěstování sadebního materiálu v lesních školkách vyvolány zejména:

- a) nevhodnými a nehomogenními fyzikálními a chemickými vlastnostmi půd ve školce včetně zásyvky (povrchové a nepravidelně rozložené kořeny, deformace v oblasti kořenového krčku),
- b) nesprávným školkováním (strboul, nepravidelně rozložené kořeny, absence kúlu),
- c) špatnou přesadbou do obalu (strboul, absence kúlu),
- d) nevhodným hnojením (velikost kořenového systému není adekvátní velikosti nadzemní části),
- e) výsevem semen s nepřiměřeně dlouhým klíčkem (deformace v oblasti kořenového krčku),
- f) nedodržením technologie při pěstování krytokořenného materiálu sadebního materiálu (všechny deformace).

4.2.3.2 Deformace způsobené výsadbou

Deformace způsobené špatnou technikou výsadby se vždy odvíjí od použitého sadebního materiálu – prostokořenného či krytokořenného. Zvláště u prostokořenného sadebního materiálu mohou vzniknout nejzávažnější deformace kořenového systému jako je strboul, absence kůlu, nepravidelné rozložení kořenových větví a nepravidelné rozložení kořenového systému, které vznikne zejména při ruční štěrbinové sadbě z důvodu velkého zhutnění při zatahování štěrbin. (Mauer a kol., 2012)

Jedním z aspektů deformace kořenového systému po výsadbě je nerespektování stanovištních podmínek a druhu vysazované dřeviny. Přirozená architektura kořenového systému většiny druhů našich dřevin není geneticky fixována, ale jeho tvar je modifikován podmínkami stanoviště. Narazí-li kořen na nepropustnou půdní vrstvu, vodu nebo vrstvu s výraznou chemickou změnou, stáčí se do horizontálního směru. Proto i borovice, jedle, modřín, buk, jasan aj. vytváří povrchový kořenový systém s nepravidelně rozloženými horizontálními kořeny. Například kořenový systém smrku ztepilého roste pouze v humusových horizontech. Jsou-li při výsadbě humusové horizonty odstraněny a smrk je vysazován do minerální půdy, všechny kořeny se orientují směrem k nejbližším humusovým horizontům. (Mauer a kol., 2012)

Nejzávažnější deformací je tvorba strboulu způsobená otočením sazenice v otvoru v půdě a neumístění kůlu nebo panoh do pozitivně geotropického směru růstu. Je-li kůl stočen do horizontálního směru (nebo dokonce do negativně geotropického směru růstu), sazenice nevytvoří pozitivně geotropicky rostoucí kořeny a povrchové kořeny se tvoří pouze ve směru stočení kůlového kořene. (Mauer, 2011).

U krytokořenného sadebního materiálu vznikají deformace se stejnou závažností jako u prostokořenného sadebního materiálu. Liší se zde jen v chybách učiněných při výsadbě. Jednou z nich je násilné umístění kořenového balu do otvoru vytvořeného za pomoci sázecích prostředků (rouř), čímž dochází k deformaci kořenového balu

a ve spodní části vytvořené jamky často vzniká vzduchová kapsa. Výsadba pomocí tvarovaných dutých rýčů a sázecích rour sice přináší významné urychlení sadebních prací, ale kromě vážných deformací kořenového systému může způsobit i stagnaci růstu a úhyn vysázených rostlin. Použitím těchto nástrojů dochází i k ohlazení stěn otvoru. Vytvořením hladkých stěn (přirozeně vlhká stanoviště, výsadba po dešti) jsou vytvořeny podmínky, kdy kořeny nejsou schopny tyto stěny prorazit. Následuje stáčení a vzájemné proplétání kořenů v původním kořenovém balu. Kromě uvedených komplikací odnímají ohlazené stěny vodu z kořenového balu. Další chybou bývá nepřekrytí povrchu kořenového balu zemínou, přičemž dochází k jeho vysychání (rašelina vysychá rychleji než okolní půda). (Mauer a kol., 2012)

Výsadba krytokořenného sadebního materiálu pomocí štěrbinové sadby je z výše uvedených důvodů z hlediska deformací kořenového systému nepřijatelná. Dochází zde vždy k výraznému zploštění kořenů do vertikální roviny, možné je i jejich zlomení. Žádný druh krytokořenného sadebního materiálu by proto neměl být tímto způsobem vysazován. Výrazně lepším způsobem sadby krytokořenného materiálu je jamková sadba, mimo jiné i proto, že povrch kořenového balu vysazované rostliny je vhodné překrýt cca 2 cm vrstvou zeminy (zamezíme nežádoucím ztrátám vody a vytvoříme podmínky pro tvorbu adventivních kořenů). (Mauer, 2011).

4.3 Obnova lesa

Obnova lesa vždy patřila k základním pěstebním úkonům, kterým se správce či majitel lesa musí věnovat. Ukládá mu to nejen zákon, ale i zásada dobré péče o les. Obnova lesa je vědomou činností, jejichž cílem je vytvoření nového porostu na místě porostu starého, a to buď umělým nebo přirozeným způsobem. Při přirozené obnově se pro vznik nové generace lesa cílevědomě využívá reprodukční schopnosti mateřského porostu, kdy díky jeho schopnosti kvést a tvořit klíčivá semena dochází po jejich opadu

ke klíčení semen pod nebo vedle porostu – jedná se o generativní obnovu lesa. Druhou možností přirozené obnovy je vegetativní obnova lesa, kdy se lesní porost obnovuje z výmladků – ať už pňových (pařezových) nebo kořenových. Vzniká pak tzv. pařezina – pokud je porost čistě vegetativního původu nebo tzv. střední (sdružený) les při kombinaci vegetativní a generativní obdoby. Obnova umělá je naopak charakterizována založením nového porostu sadbou, případně sítí. Souběžná přirozená a umělá obnova na téže obnovované ploše se označuje jako obnova kombinovaná. Oba základní způsoby, tj. obnova přirozená a umělá, mají své přednosti a nedostatky. Ačkoliv je v současné době věnována přirozené obnově zvýšená pozornost a péče ze strany lesníků, faktem zůstává, že umělá obnova je hlavním a výrazně převládajícím typem obnovy u nás. A je třeba připomenout, že je tomu tak ve většině evropských zemí. (Kupka, 2008)

Mezi hlavní přednosti umělé obnovy patří:

- „libovolná“ volba druhové skladby nového porostu (v závislosti na typu stanoviště), tudíž jeho nezávislost na druhové skladbě mateřského porostu
- možnost zlepšování genetické kvality nového porostu použitím genericky kvalitnějšího sadebního materiálu
- nezávislost na semenných rocích mateřského porostu a z toho plynoucí kratší obnovní doba nutná ke vzniku nového porostu a jeho zajištění
- jednodušší provedení všech pěstebních prací (od mýtné těžby přes zalesnění až po péči o novou kulturu a první pěstební zásahy)

Mezi hlavní nevýhody umělé obnovy patří:

- finanční nákladnost umělé obnovy
- větší nebezpečí poškození výsadeb zvěří (sází se výrazně nižší počty sazenic, které jsou řádově nižší než počty semenáčků v náletu)

- větší nebezpečí poškození a deformace kořenových systémů vysazených kultur (které mohou později vést k destabilizaci mladých porostů)
- větší nebezpečí vzniku ekotypově nevhodných porostů (při chybě v dodržování pravidel o přenosu reprodukčního materiálu). (Kupka, 2008)

4.3.1 Zásady obnovy porostů sadbou

Sadební materiál, bezvadně vypěstovaný ve školkách může být znehodnocen již při nedbalém vyzvedávání, třídění a zakládání. Stejně může být poškozen i při vydávání ze základiště a při sázení. Je proto nutné dbát několika základních pravidel. Kořeny sadebního materiálu nesmějí při sázení oschnout. Proto jej vyzvedáváme ze základiště postupně a jen v takovém množství, které jednotlivé sázecké skupiny stačí v krátké době vysázet. Nelze připustit, aby byl sadební materiál znovu na pracovišti zakládán, zvláště ne do vody, struh a odvodňovacích příkopů. Sazenice vyzvednuté ze základiště dáme ihned do košů nebo plastových kbelíků. Nošení svazků sazenic bez ochrany kořenů je nepřijatelné, i když jde jen o malou vzdálenost pracoviště.

Výpočet spotřeby sadebního materiálu pro výpočet spotřeby sadebního materiálu potřebného k zalesnění určité plochy si převedeme každý nepravidelný spon přibližně na spon čtvercový, obdélníkový nebo trojúhelníkový. (Duda, 2005)

4.3.2 Specifika sadby jednotlivých druhů dřevin

Předpokladem úspěchu sadby je správná volba dřeviny, způsobu obnovy a její pečlivé provedení při nejmenších nákladech. Při volbě dřeviny jsou důležité zejména požadavky dřeviny na minerální živiny, hloubku půdy, půdní a vzdušnou vlhkost, citlivost dřeviny na stupeň degradace půdy, požadavky dřeviny na dynamiku ovzduší atd. (Duda, 2005)

4.3.3 Doba výsadby

Obnovu sadbou provádíme na podzim, na jaře a v létě. Převážně však sázíme na jaře, jakmile půda rozmrzne a oschne. Při výsadbě obalovaných sazenic nejsme tolik vázáni na období roku, což je její nespornou výhodou. (Duda, 2005)

S výsadbou prostokořenného sadebního materiálu lze na jaře začít v době, kdy již půda není zmrzlá nebo rozbahněná a teploty jsou nad + 5 °C. Letní období je vhodné pouze pro sazenice jehličnanů (s výjimkou modřínu), stromky musí mít ukončený výškový přírůst. Letní výsadby lze realizovat pouze za vlhkého počasí při nižších teplotách systémem „ze země do země“. Podzimní období výsadby je vhodné pro sazenice listnáčů, podmínkou je již nefunkční asimilační aparát. Zimní výsadba prostokořenného materiálu je nepřijatelná, výjimkou je výsadba poloodrostků topolů a modřínu v předjaří. [5]

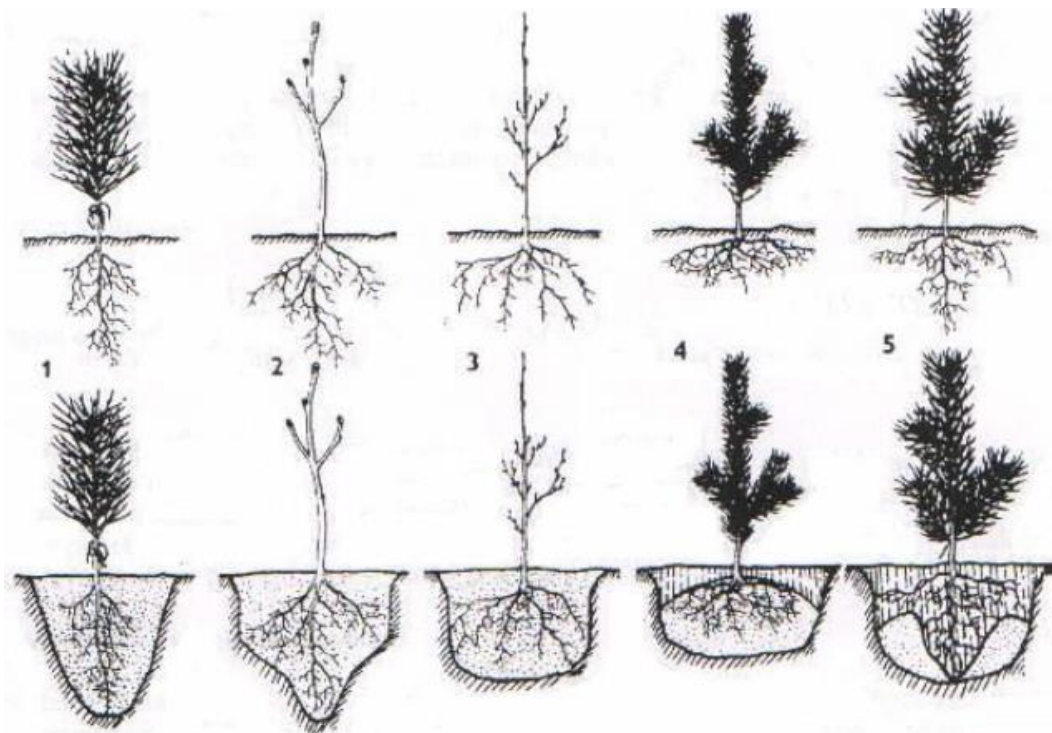
4.3.4 Základní technologie sadby lesních dřevin

4.3.4.1 Sadba jamková

Jamková sadba je u nás v současnosti nejrozšířenější. Je známa již velmi dlouho a v minulosti měla řadu modifikací. Tento druh sadby je vhodný pro všechny druhy půdy. Pro výsadbu lze použít sazenice jednoleté, ale i čtyřleté a samozřejmě i odrostky. (Kantor, 1975) Jamky připravujeme ručně nebo jamkovači. Děláme-li jamky ručně, používáme motyky nebo rýče. Na těžších a kamenitých půdách používáme motyky těžší a užší s šířkou ostří do 8 cm, na lehkých půdách motyky lehčí a širší (10–12 cm). Důležité je, aby nářadí bylo vždy ostré. Velikost jamky závisí na druhu dřeviny, velikosti sazenice, tvaru kořenové soustavy sazenice a vlastnostech půdy. Pro dřeviny se srdčítým a panohovitým typem kořenové soustavy (jedle, modřín, buk, lípa, javor, jilm, jasan) děláme prosté jamky. Pro sadbu sazenic s plochým kořenem (smrk) je vhodná jamka

s kopečkem uprostřed nebo při jedné straně dna, na jehož povrchu se ploché kořeny rozloží do přirozené polohy. Pro sazenice s osovými a delšími postranními kořeny (douglaska tisolistá) jsou určeny jamky s kopečkem, jenž má uprostřed otvor. Pro silné sazenice s výrazným kůlovým kořenem (dub, borovice, ořešák) děláme jamky uprostřed dna s otvorem. Provedení sadby dle tvaru kořenů názorně ukazuje obr. 4. (Duda, 2005)

Při sadbě vykopeme jednu nebo i více jamek a ihned sazenice vysázíme. Před pořízením vlastní jamky strhneme půdní povrch na ploše nepatrně větší, než je potřebná pro vykopání jamky. Zeminu získanou při kopání jamky umístíme po straně jamky. Jakmile jamka vyhovuje, přihnujeme nejprve lepší humózní zem ke kořenům. Po celou dobu sledujeme hloubku sázení. Přitom občasným přitisknutím zeminy ke kořenům a dnu sazenici v jamce upevňujeme. Když sazenice v jamce pevně stojí, nahneme zbývající horší zeminu do jamky a řádně ji ke kořenům a dnu jamky přitiskneme rukama sevřenými v pěsti.



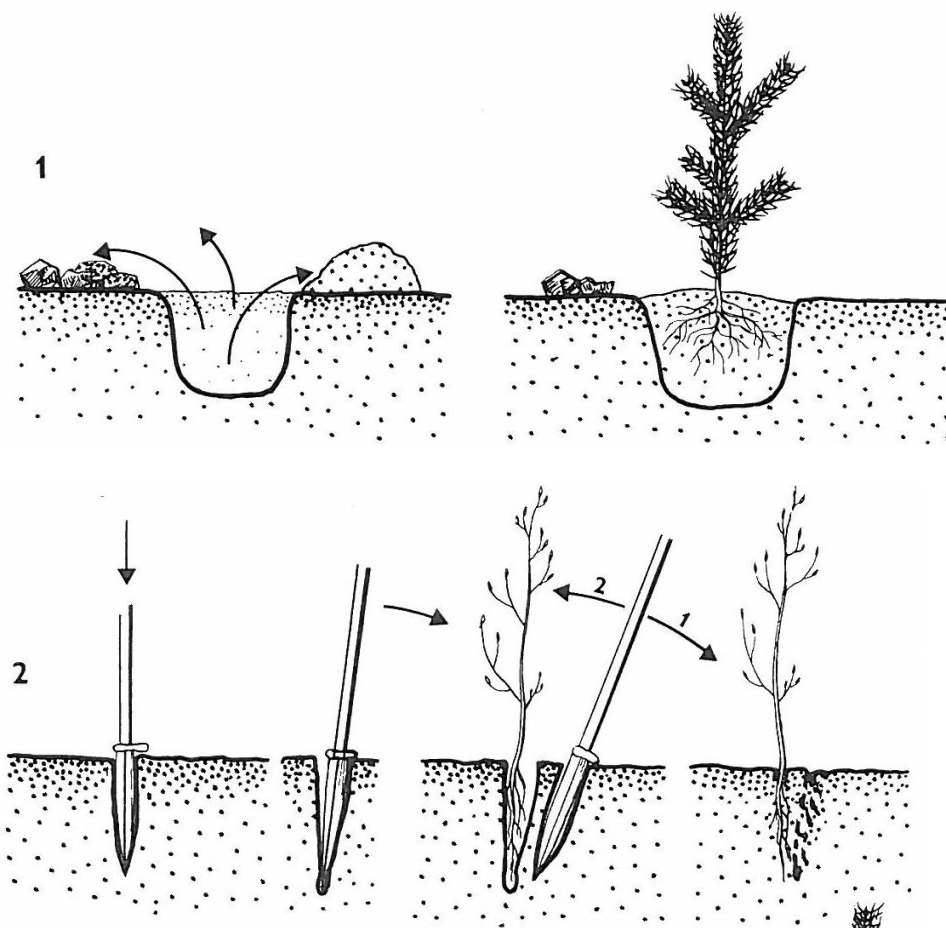
obr. 4 Provedení sadby podle tvaru kořenů sazenic, 1 – borovice, 2 – ořešák, 3 – olše, 4 – smrk (sadba jamková s kopečkem), 5 – douglaska. (Duda, 2005)

Zem okolo sazenice neušlapujeme, mohli bychom totiž poškodit kmínek a kořenový krček sazenice. Nakonec přihrneme zbytek země smíšené s hrabankou. K sazenici lze přiložit rozebraný odkopnutý drn, který však nesmí obsahovat pýr ani třtinu. (Duda, 2005)

Sazenice musí být v půdě dobře upevněna, čehož dosáhneme průběžným utěšňováním půdy při postupném zasypávání kořenového systému. V žádném případě nesmí jít sazenice po výsadbě vytáhnout z půdy mírným tahem za terminál. Takto zasazená sazenice jen obtížně obnoví kontakt svých kořenů s půdou a s největší pravděpodobností uschne. (Kupka, 2008)

Na svazích děláme jamky stupňovitě a sazenice umístíme k dolnímu okraji jamky, aby tak byly chráněny před buřením. Na rovině se sazenice umístí do středu jamky. Ve svahu je doporučené umístění jamky přibližně v první třetině výkopu. Toto umístění má za cíl zmírnit či zamezit zaplavování a zanášení sazenice sedimenty. Má také kladný vliv na ochranu sazenice před buřením. Velikost jamek při běžném zalesňování je od 25 x 25 cm do 50 x 50 cm. Pro topolové výsadby jsou jamky větší a hlubší. Celková velikost jamky by se měla řídit rozvětvením kořenů. Při sadbě by nemělo dojít k deformaci kořenů z důvodu nedostatku prostoru. (Kantor, 1975)

Při jamkové sadbě je třeba trvat na požadavku, aby zemina byla dobře prokopána, promísena a materiál z bohatého horizontu byl kořenům k dispozici. Na půdách lehkých a snadno prosychavých překlopíme zbytky drnu kolem sazenice. Tam, kde je vláhy dostatek a půda neprosychá, na zabuřeněných stanovištích, obložíme převrácený drn kolem jamky. (Kantor, 1975)



obr. 5 Schéma jamkové sadby (1) a štěrbinové (2) (Duda, 2005)

4.3.4.2 Štěrbínová sadba

Štěrbínová sadba u nás používá přes 100 let. Největší rozmach však nastal až po druhé světové válce. Velké zalesňovací povinnosti a rychlost této sadby rozhodly o jejím velmi bohatém uplatnění. (Kantor, 1975)

Je-li zalesňované místo porostlé vegetací, odstraní se buřň sekeromotykou tak, aby její kořeny nebyly překážkou pro sazeč. Jestliže jsou plochy kryty souvislým drnem a z nějakých důvodů byla zvolena štěrbinová sadba, pak odstraněním drnu (ve čtverci, trojúhelníku, obdélníku) dochází k hluboké sadbě, tzn. sazenice je po vysazení pod úrovní okolního terénu. Tento nedostatek je třeba vyloučit na vlhkých půdách. Na plochách

náchylných k vysychání hluboká sadba celkem nevádí. Teprve po odhrnutí půdního krytu se vytvoří štěrbinu. Při štěrbinové sadbě pracují obvykle dva pracovníci. Jeden štěrbinu otvírá a zavírá, druhý nosí v nádobě sazenice, vkládá je do štěrbin a upravuje jim kořeny. Do otevřené štěrbiny zasune pracovník sazenici s kořenem upraveným řezem tak, aby se v otvoru zbytečně nedeformoval. Aby kořeny neulpěly na stěnách štěrbin, doporučuje se zasunout sazenici hlouběji, než má být po vysazení, a pak ji povytažením vyrovnat na správnou výšku a současně jednoduchým kolíkem upravit ve štěrbině tak, aby se dostala do svislé polohy. Když jsou kořeny upraveny, pracovník sazenici přidrží a ten, kdo štěrbinu zavírá, zaryje sazeč šikmo do půdy asi 5–10 cm od stěny štěrbin. Výkyvem k sobě uzavře štěrbinu ve spodní části a výkyvem od sebe v horní části; štěrbinu, která vznikne po uzavření, se obvykle několika dalšími vpichy zarovná. (Kantor, 1975)

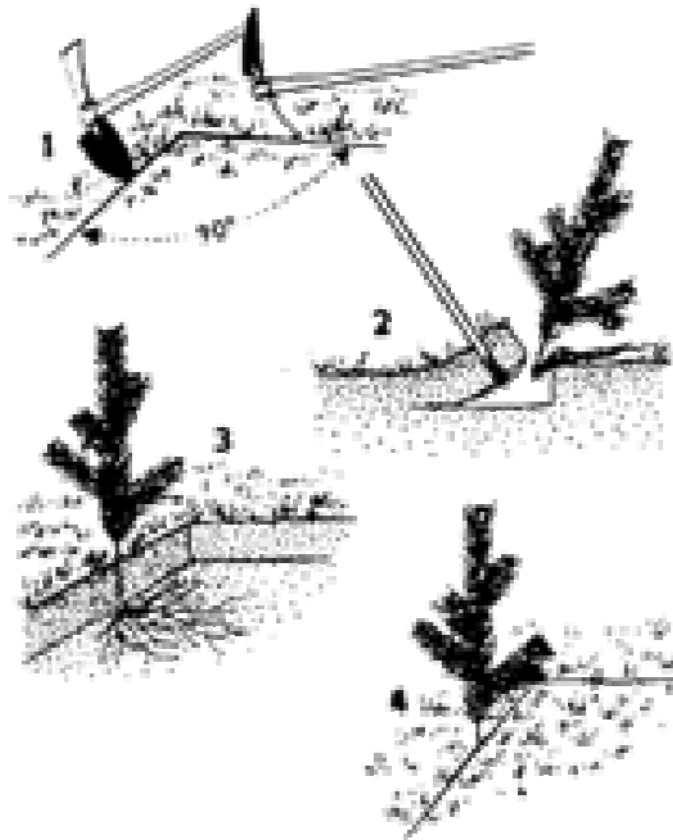
Štěrbínová sadba je oproti jamkové výsadbě rychlejší a z hlediska fyzické náročnosti i výrazně příznivější. (Mauer, Palátová; 1992) Znamená to, že podle typu zeminy může lesní dělník vysadit 600 až 800 sazenic denně, na lehkých písčitých půdách i více. Výhody štěrbinové sadby spočívají také v tom, že dělník nepřijde do styku s půdou. Proto je možné sázet ihned na jaře, jakmile půda rozmrzne, aniž přicházejí ruce do přímého styku se studenou zemí. Sadba štěrbinová je vhodná zejména pro lehké půdy. Pro půdy těžké, kde je třeba prokypřit a provzdušnit horizont určený pro kořeny, se tato sadba příliš nedoporučuje. Je vhodná pro všechny druhy sazenic a pro všechny dřeviny, pokud nemají rozvětvený kořenový systém. (Kantor, 1975)

Vzhledem k uvedeným rysům je však štěrbinová sadba spojena s rozsáhlou problematikou deformací kořenového systému. (Mauer, Palátová; 1992)

4.3.5 Další druhy sadby

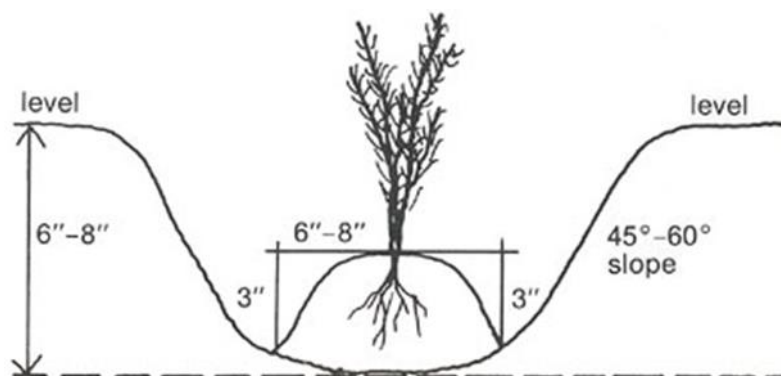
Sadba hroudová je charakteristická výsadbou sazenic vyzvednutých s hroudou zeminy, která obsahuje jejich kořeny. Je to způsob sadby příliš nákladný a používá se ve zvlášť výjimečných případech.

Koutová sadba se někdy používá k výsadbě smrkových sazenic v příznivých půdních podmínkách, na půdách porostlých nízkým soudrzným drnem. Sekeromotykou nasekneme drn do tvaru písmene T a odhrneme cípy drnu, viz obr. 6. Po urovnání kořínků drn přiklopíme do původní polohy a přitlačíme na kořínky. Při nevhodně použité nebo nekvalitně provedené koutové sadbě dochází později k deformacím kořenových soustav, kultury a mlaziny jsou nestabilní, může docházet i k odumírání stromů.



obr. 6 *Schéma koutové sadby* (Černohorský, 1967)

Brázdová sadba se dnes využívá zřídka při vysazování borovice na písčitých půdách nebo při zalesňování nezamokřených nelesních půd.



obr. 7 Schéma brázdové sadby ^[3]

V zahraničí je také rozšířen tzv. Rhodenerský a Buchenbühlerský způsob zalesňování. Jde o velmi ergonomické způsoby výsadby sazenic. Výkon pracovníka je několik stovek až tisíc (!) vysázených sazenic za směnu. Používá se Rhodeneerské nebo Buchenbühlerské motyky (viz obr. č 8, 9, 10). Motyka má násadu ve tvaru topůrka, lze jí držet v jedné ruce. Pracovním nástrojem motyky je masivní čepel o délce 28 cm. V podstatě je možno říci, že se jedná o obdobu štěrbinové sadby. Výhodou je i to, že lze sázet do nepřipravené půdy, například s ponechaným těžebním odpadem (vrstvou klestu). Těžební odpad ponechaný na zalesňované ploše může sloužit jako ochrana sazenic před útlakem buřeně. Rhodenerský sadební postup je vhodný především pro rozsáhlý sortiment listnatých dřevin. Výhodou je i možnost použití na bohatě skeletových, kamenitých půdách. Při úderu motykou dbáme na vzpřímený postoj, široké rozkročení. Zeminu uvolníme pohybem zaseknuté motyky dopředu. Abychom udělali dostatečný otvor v půdě, v druhé fázi tlačíme motyku dolů dozadu, dokud není čepel motyky v přímé poloze. Motyka zůstává v zemi. Při usazení sazenice musí být kořeny pohromadě, aby nevyčnívaly z půdy. Sazenici vsuneme do vzniklé jamky podél čepele motyky. Nakonec sazenici nepatrně povytáhneme, aby všechny kořeny směřovaly dolů. Dále asi 15 cm za sazenicí zapíchneme čepel motyky pohybem dopředu k sazenici. Uzavřeme kořeny

v dolní části jamky, přitom sazenici pevně držíme, aby byla ve vzpřímené poloze, upravíme okolí a pevně udusáme, aby sazenice nešla vytáhnout. Při popsaném pracovním postupu je nutno dbát na dostatečný rozestup mezi pracovníky, nutná je bezpečná obuv. Na ploše, kde je těžební odpad, je zvýšené nebezpečí zranění očí a obličeje dřevěnými odštěpkami, které odletují při kopání. Doporučuje se především provést úpravu plochy nebo používat ochranné brýle. (Duda, 2005)



obr. 8 Pracovní nástroj pro Rhodenerský způsob výsadby^[4]



obr. 9 Znárodnění pracovního postupu při Rhodenerském způsobu výsadby sazenic. (Duda, 2005)



obr. 10 Pracovní nástroj pro sadbu metodou Buchenbühler ^[1]

Buchenbühlerská metoda výsadby je alternativou Rhodenerské výsadby, a je zvláště vhodná pro sazenice o velikosti až 50 cm. Na sadbu se nejlépe hodí sazenice s užším a kratším kořenovým systémem. Při použití této metody velmi závisí na malém výskytu kamene v půdě. V polovině osmdesátých let tento postup přišel z USA do Evropy. Dobří sazeči dokáží zpracovat až 150 kusů za hodinu. Dnes je tento způsob využíván především v německy mluvících zemích. [1]

4.3.6 Charakteristika smrkové sadby

4.3.6.1 Semenáček

Ve školkách vyséváme smrk na jaře. Aby osivo stejnoměrně vzcházelo, je doporučováno před výsevem jeho máčení a proti houbovým chorobám moření. Semenáček klíčí epigeicky, má obvykle 8 (5–10) štíhlých, vzhůru srpovitě zahnutých děložních lístků, které jsou na průřezu trojúhelníkového tvaru. Ve školce za běžných podmínek vyroste do konce vegetačního období stonek porostlý normálními jehlicemi. Ve vyšších polohách naopak semenáčky náletu v prvním roce další jehlice nevytvářejí.

Ve druhém roce se někdy vytváří nepravidelný přeslen větvíček. Pravidelné přesleny vznikají zpravidla až od třetího roku.

4.3.6.2 Sazenice

Sadební materiál smrku pěstujeme v lesních školkách síjí a přesazováním (školkováním). K výsadbě jsou nejvhodnější buď 2–3leté sazenice neškolkované (semenáčky) a 3-6leté sazenice školkované. Školkuje se zpravidla jednoleté semenáčky nebo ve vyšších polohách dvouleté. Smrk můžeme školkovat i v létě. Případné podřezávání sazenic se provádí 3. rokem po vyklíčení, před začátkem vegetace v dubnu. Jedná se v podstatě o přetnutí bočních kořenů ve vzdálenosti 6-8 cm od kmínku. Sazenice se vyzvedávají ve věku 3/0.

4.3.6.3 Výsadba

Pro výsadbu je nejvhodnější sadba jamková nebo štěrbínová. Počet sazenic na 1 hektar se určuje podle stanoviště a má být minimálně 3-4 tisíce kusů na 1 hektar. Tento minimální počet byl určen z ekonomických důvodů. Z biologického hlediska je to počet malý, uvážíme-li že v náletech a nárostech přirozené obnovy bývá počet jedinců řádově desetitisíce i statisíce na 1 hektar. Ze zkušeností vyplývá, že větších dimenzí se u smrku dosáhne při jeho tlumeném růstu v zástinu v mládí a přesunu kulminace přírůstu do vyššího věku. [2]

Smrk se dnes pěstuje převážně v monokulturách, a ty nejsou vhodné pro stabilní strukturu porostů. V horských polohách by mělo být jeho zastoupení 50–70 %, v nižších polohách by pak nemělo přesáhnout 30 %. Nejvhodnější příměsí je jedle (10–30 %), buk (10–30 %), modřín (5 %) a v menším množství též klen a jeřáb. S jedlí vytváří výnosově nejvhodnější kombinaci, buk přispívá ke zlepšení půdních vlastností a stability smrkových porostů. S borovicí prospívá jen na vlhčích stanovištích, s modřínem vytváří

cennou směs. Klen a jeřáb přispívají k biologické rozmanitosti, a navíc je vysoce ceněno jejich dřevo. [2]

Smrk ztepilý dnes tvoří přibližně 50 % druhové skladby našich lesů a nejlépe přirůstá na odpovídajících stanovištích za plného přístupu světla. Sazenice potřebují prostornou jamku, v níž je možné rozprostřít kořeny sazenic bez deformací. Stáří sazenic volíme podle stupně zabuřnění plochy, nejlépe vysazujeme tří až čtyřleté. Smrk vysazujeme na jaře nebo na podzim jednotlivou sadbou. Vytváříme skupinové nebo řadové smíšení na různě velkých plochách, jejichž rozloha se řídí zastoupením dřevin v obnovním cíli a prostředím. Síje nemá u nás opodstatnění a byla by jen plýtváním osivem i dalšími náklady. V dostatečně vlhkém prostředí se v jarních i podzimních měsících prostokořenné sazenice velmi dobře ujmou. (Kantor, 1975)

4.3.7 Standart kvality sadebního materiálu

Norma ČSN 48 2115 se stala základem pro stanovení standardů kvality sadebního materiálu. Předmětem výzkumu a měření jsou především tyto parametry:

- 1) Délka kúlového kořenu (popřípadě kořenů jej nahrazujících – panoh), měří se od kořenového krčku po špici nebo konec záměrně upravené části tohoto kořenu.
- 2) Objem a hmotnost celého kořenového systému.
- 3) Objem a hmotnost jemných kořenů (do průměru 1 mm).
- 4) Tloušťka kořenového krčku měřená těsně nad místem styku kmene s půdou.
- 5) Popis architektiky kořenového systému, která je charakterizována četností výskytu jednotlivých druhů přípustných odchylek od ideální architektiky kořenového systému podle ČSN 48 2115 a počtem sazenic, které povolené odchylky nesplňují.

- 6) Výška nadzemní části měřená od kořenového krčku po vrchol terminálního pupenu s přesností na 1 cm.
- 7) Objem a hmotnost nadzemní části (zbavené asimilačních orgánů).
- 8) Poměr objemu jemných kořenů a kořenového systému.
- 9) Poměr objemu kořenového systému a nadzemní části. (Jurásek, 2002)

5 Metodika

5.1 Popis zkoumané oblasti

5.1.1 Lesní správa Rychnov nad Kněžnou

Lesní správa (LS) Rychnov nad Kněžnou vznikla v dnešní podobě v roce 1997 sloučením původní LS Rychnov (LHC Rychnov) a LS Opočno (LHC Opočno). Sídlo lesní správy se nachází v Rychnově nad Kněžnou, Na Sádkách 1177.

LS Rychnov se nachází převážně na území Královéhradeckého kraje, v oblasti ústeckoorlicka však zasahuje i do kraje Pardubického. Rozkládá se na katastrální výměře dosahující téměř 150 000 ha. Území zasahuje do okresů Ústí nad Orlicí, Rychnov nad Kněžnou, Náchod a Hradec Králové.

Historicky se LHC skládá převážně ze zabraného šlechtického majetku během 1. republiky do 2. světové války a pak z konfiskátů německého lesního majetku podle dekretu prezidenta republiky č. 12/1945, majetku po odsunu sudetských Němců a zalesněné opuštěné zemědělské půdy po roce 1945. Zbytek tvoří rozptýlené malé lesní celky, které připadly státu jako odúmrtě, (dosud) nevydané restituce, potencionálně církevní lesy apod. Rozloha všech pozemků ve správě Lesů ČR, s. p. Lesní správy Rychnov nad Kněžnou činí k 31. 12. 2016 celkem 10 520,2806 ha, po redukcii

spoluvlastnických podílů potom 10 492,2746 ha, z toho LHC Rychnov činí: 8 057 ha, zbytek LHC Opočno. (Mička, 2010)

5.1.1.1 Orografické poměry LS Rychnov nad Kněžnou

PLO Orlické hory jsou dominující na LHC Rychnov. Masiv Orlických hor je horskou oblastí Středních Sudet. Jsou budovány krystalickými horninami a jejich hřeben ve směru SZ – JV probíhá celým LHC Rychnov.

Na severovýchodní straně Orlických hor začíná území LHC od výběžku na hřebenu tzv. Pruského rohu poblíž Masarykovy chaty na Šerlichu a probíhá v úzkém pruhu podél hlavního hřebenu Orlických hor. Po celé délce sousedí s Polskem a hranici tvoří převážně Divoká Orlice. Od Anenského vrchu 992 m n.m. na revíru Říčky je souvislý majetkový komplex lesa.

Jihovýchodní část tvoří Mladkovská vrchovina, která je zde zastoupena severní barošovickou částí, na které je komplex Parishových lesů a podél jeho okrajů jsou části LHC Rychnov nad Kněžnou.

JZ svah Orlických hor je rozčleněn četnými vodními toky a přechází do vnitrozemí přes vrchovinné a pahorkatinné podhůří. Přejít je pozvolný, hranice oblasti je nevýrazná.

PLO Předhoří Orlických hor na LHC Rychnov lze charakterizovat jako **geomorfologicky pestré**. Táhne se pod Orlickými horami po celé jejich délce. Lesy jsou většinou rozptýleny do menších komplexů, které jsou podél vodotečí nebo na výrazných terénních předělech. Charakteristický je pahorkatinný ráz s výškami od 300 do 600 m n. m. Tvoří ji plošiny, oblé vrcholky, hřbety i prudce svažité klikatá údolí kolem vodotečí.

Rozděluje se na opukovou Rychnovskou pahorkatinu na severu, s vrcholem Jahodové (502 m n.m.) s výrazným Potštejnským hřbetem a opukovou Žamberskou

pahorkatinu na jihovýchodě, k níž patří granodioritový Litický hřbet (Chlum 603 m n.m., Kletná 536 m n.m.). Území celého předhoří má převážně jihozápadní sklon a tímto směrem tečou i vodní toky pramenící v Orlických horách, které se vlévají do Divoké Orlice. (Mička, 2010)

5.1.1.2 Geologické poměry

5.1.1.2.1 PLO Orlické hory

Přírodní lesní oblast Orlické hory geologicky patří do východního krystalinika soustavy lužickoslezské. Převažuje ortorula, lem tvoří svory a pararuly a místy křída, přechod do předhoří tvoří pruhy fylitů, amfibolitů a zelené břidlice. Střední část budují hlavně ortoruly a migmatity, z nichž je složen i hlavní hřbet.

Souvislý lem hlavního hřbetu tvoří granitické svory, svorové ruly a pararuly. Při zlomových liniích v Orlickozáhorské brázdě se jako pozůstatky křídového moře vyskytují pískovce, vápnité jílovce i písčité slínovce. V nejsevernější části jsou svory a svorové ruly a ty jsou lemovány na západě pruhem amfibolitů, zelených břidlic a fylitů. V jižní části oblasti opět převládají ortoruly, ojediněle vystupují svory a pararuly. (Mička, 2010)

5.1.1.2.2 PLO Předhoří Orlických hor

Největší část geologicky pestrého území zabírá český útvar křídový, většinou opukový (slínovcový), v Litickém hřbetu i pískovcový. Skládá se ze slínovců, slinitých pískovců a vápnitých jílovců, východně až jihovýchodně od Rychnova nad Kněžnou z křemitých a kaolinických pískovců a slepenců.

Část vlastního podhůří tvoří převážně krystalinikum, především sericitické a dvojslídne novoměstské fylity a zelené břidlice, méně amfibolity. Biotitický granodiorit tvoří Chlum a Potštejnský hřbet. Na litický granodioritový suk navazuje v jeho jižní části permský útvar, s červenými vápnitými pískovci, jílovcí, slepenci a brekciemi, vklíněný mezi křídový útvar. Perm vytváří v oblasti ještě několik ostrůvků.

Vyskytují se i terciérní říční písky, štěrky a jíly a kvartérní terasové a sprašové pokryvy v místech navazujících plynule na Polabí. (Mička, 2010)

5.1.1.3 Pedologické poměry

Půdní poměry jsou podmíněny geologickým podložím a ovlivněny množstvím vody v půdě.

5.1.1.3.1 PLO Orlické hory

V PLO Orlické hory jsou zastoupeny kambizemě (hnědé půdy) a kryptopodzoly (rezivé horské hnědé půdy) od 6. LVS v polohách nad cca 700 m n.m.). Z humusových podzolů jsou častější mělce výrazné, zatímco hluboce výrazné jsou vázány jen na 7. – 8. LVS a oglejené na terénní úpady. Méně se vyskytují půdy vodou ovlivněné a rankerové (nevyvinuté). Z kambizemí (hnědých půd) jsou nejčastější podzolované a oligotrofní popř. přechodné oligomezotrofní. Živnější půdy jsou omezeny na minerálně bohatší podloží, lemující především na západě krystalinikum. Jsou to mezotrofní kambizemě – hnědé půdy, výjimečně i eutrofní kambizemě. Celkem málo se objevují silně kamenité typy regozemí a rankeru a rankerových kambizemí (nevyvinutých hnědých půd). Určité zastoupení mají i pseudogleje a gleje, přechodné a vrchovištní rašeliny i oglejené variety.

5.1.1.3.2 PLO Předhoří Orlických hor

V PLO Předhoří Orlických hor převažují kambizemě (hnědé půdy), které vznikají především v podhůří na fylitu, granodioritu a permu. Většinou jsou to půdy středně hluboké, mírně skeletovité, písčitohlinité. Zrnitostně těžší pararendziny (slínovatky) se vyskytují na podorlických slínovcových opukách. Nevýrazné podzoly celkem vzácně na cenomanských pískovcích. Na plošinách a mírných svazích opukové části jsou časté fyzikálně méně příznivé odvápněné luvizemě (illimerizované půdy), pseudoglejové pararendziny (oglejené slínovatky) i typické (pravé) a kambické (hnědé) pseudogleje. (Mička, 2010)

5.1.1.4 Klimatické a fytogeografické poměry

5.1.1.4.1 PLO Orlické hory

Průměrná roční teplota vzduchu se pohybuje v celé oblasti od 6 °C do 4 °C (Velká Deštná 4,2 °C), ve vegetačním období od 13°C do 10 °C. V nejvyšších polohách klesá v lednu průměrná teplota vzduchu pod –5 °C, v červenci vystupuje jen na 13 °C.

Průměrný roční úhrn srážek kolísá v rozmezí 800 až 1300 mm, ve vegetačním období od 410 do 600 mm. I když se na množství srážek projevuje i vliv expozice a orientace údolí, je závislost na nadmořské výšce dosti značná, např. Bartošovice (600 m) 957 mm, Orličky (600 m) 1019 mm, Orlické Záhoří – Kunštát (679 m) 1126 mm, Orlické Záhoří – Trčkov (750 m) 1194 mm, Bartošovice – Hadinec (824 m) 1323 mm. Také počet dnů se sněžením závisí na nadmořské výšce a pohybuje se od 60 do 150 (i více) dnů.

Langův dešťový faktor: 140–300; jedná se o výrazně perhumidní oblast. Délka vegetační doby je ve výšce 500 m 141 dnů, ve výšce 600 m 132 dnů, v 700 m 124 dnů, v 800 m 116 dnů, v 900 m 107 dnů, v 1000 m 99 dnů a v 1100 m jen 83 dnů.

Obecně převládá západní proudění vzduchu, místy se uplatní nebezpečný bořivý severovýchodní vítr „polák“. Ve hřbetových partiích působí značné škody námraza a ledovka. Klimatický vrcholový fenomén snižuje růst dřevin v těchto polohách. Celkově je podnebí drsné, spíše kontinentálního charakteru, s nízkými teplotami, poměrně hojnými srážkami, četnými mlhami (horizontální srážky) a občasnými bořivými větry. (Mička, 2010)

5.1.1.4.2 PLO Předhoří Orlických hor

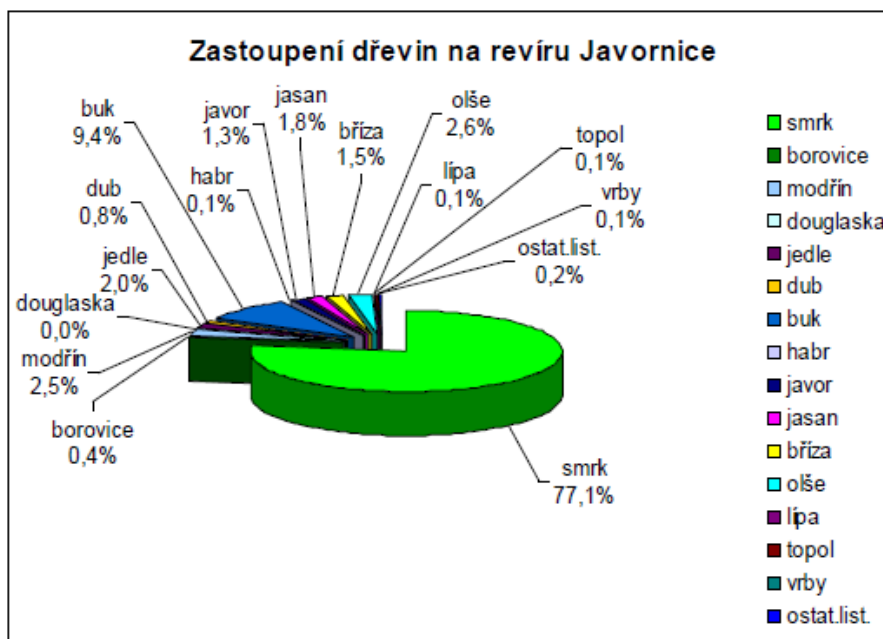
Průměrné roční srážky se pohybují kolem 700–900 mm. Průměrná roční teplota v celé oblasti je 7 – 6 °C, ve vegetačním období 12 – 14 °C. Vegetační doba se pohybuje mezi 145 a 160 dny. Langův dešťový faktor se pohybuje kolem 100 až 150 – humidní – perhumidní vláhová charakteristika.

V podhorské části všeobecně teplota klesá a srážek přibývá. Směry větru ovlivňuje, reliéf terénu. Nebezpečné jsou severovýchodní, ale i severozápadní větry. (Mička, 2010)

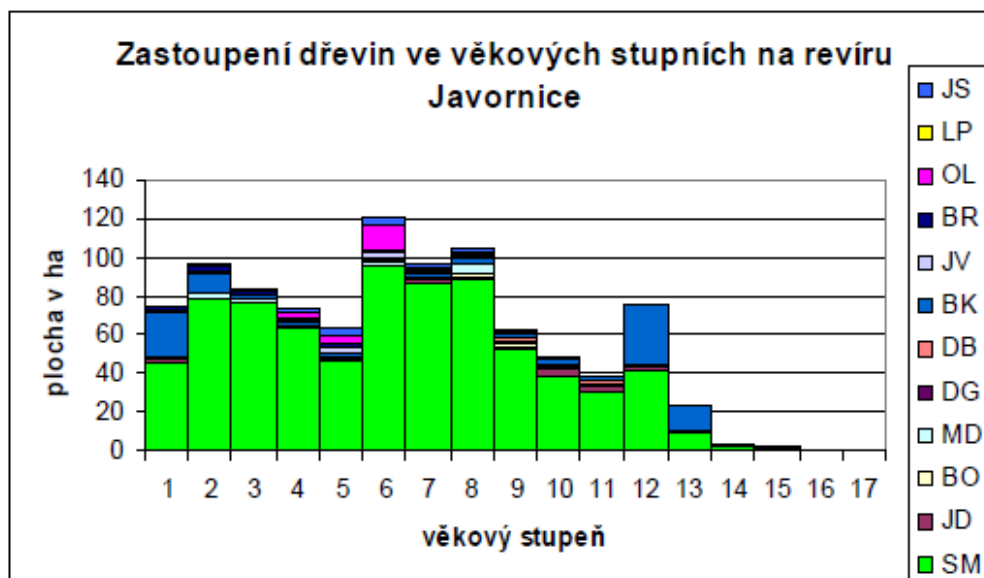
5.1.2 Revír Javornice

Výzkum této diplomové práce probíhal na revíru Javornice. Lesnatost revíru Javornice se pohybuje kolem 8 %. Celková plocha lesní půdy je 2 350 ha, přičemž přibližně 50 % tvoří majetky České republiky, spravované Lesy České republiky, s. p. Přibližně 400 ha lesů obce Rybná nad Zdobnicí je obhospodařováno skrze mandátní smlouvu, obdobný vztah je u majetků obce Slatina nad Zdobnicí (30 ha lesů) a Javornice (70 ha lesů).

Revír se rozprostírá v rozmezí třetího až pátého lesního vegetačního stupně, v přírodní lesní oblasti 26 (Předhoří Orlických hor). Hlavními cílovými hospodářskými soubory jsou zejména CHS 41, 47, 51, 53 a 55. Podrobnější zobrazení zastoupení dřevin a struktury věkových stupňů na revíru Javornice ukazuje obr. 11 a 12.



obr. 11 Zastoupení dřevin na revíru Javornice (textová část LHP)



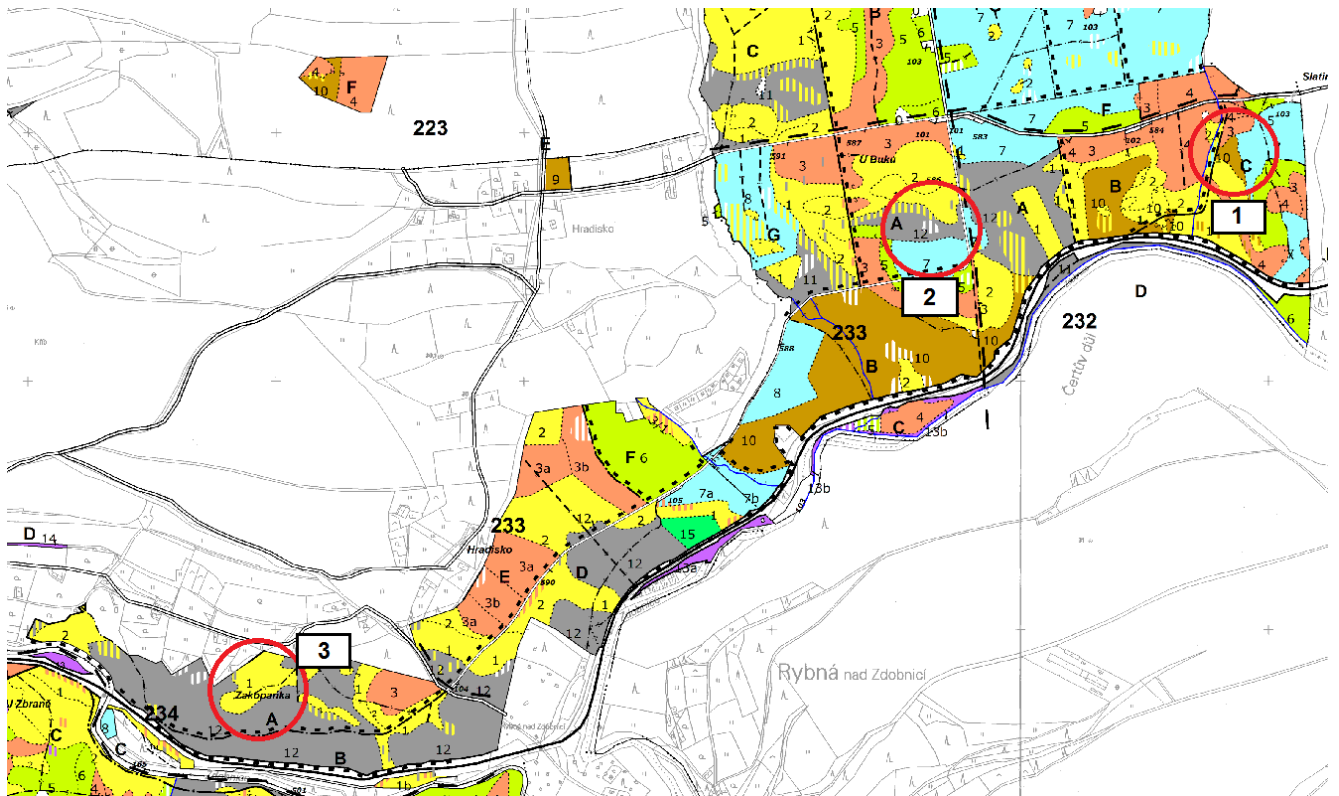
obr. 12 Zastoupení věkových stupňů na revíru Javornice (textová část LHP)

5.2 Postup získání dat

5.2.1 Popis místa výzkumu

Výzkum probíhal v lesích spadajících svou polohou pod revír Javornice. Výzkumné plochy se nacházely v lesích státních, tedy pod správou Lesů České republiky, s. p., a také v obecních lesích obce Slatina nad Zdobnicí. V porostech patřících státu byl výzkum věnován jamkové sadbě. V obecních lesích jsem zkoumal sadbu štěrbínovou.

Pro každou sadební metodu bylo třeba zajistit přiměřeně velké plochy, které byly zasázeny v časových odstupech žádoucích pro náš výzkum. Jednalo se o roky sadby 2016, 2012 a 2009. Bližší rozmístění jednotlivých ploch ukazují názorně obrázky 13 a 16.



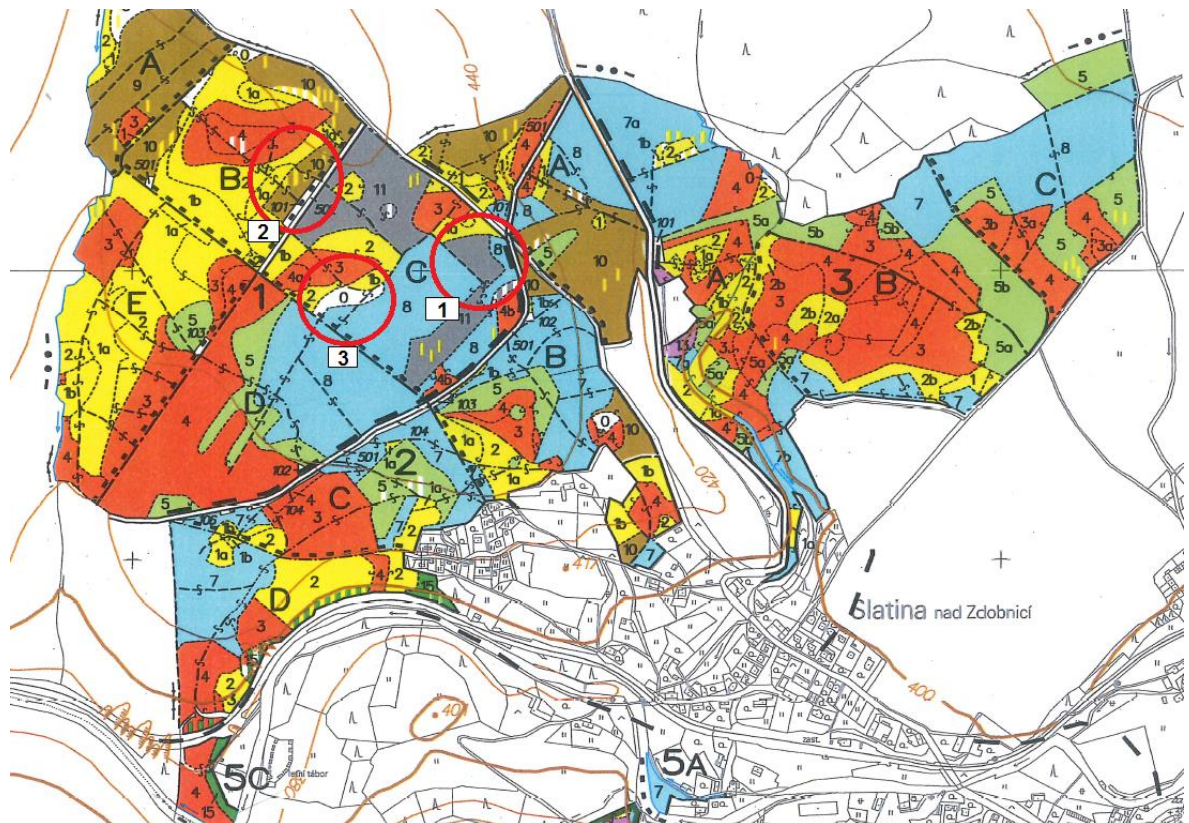
obr. 13 Umístění výzkumných ploch s jamkovou sadbou; plocha 1 (rok zalesnění – 2016),
plocha 2 (rok zalesnění – 2012), plocha 3 (rok zalesnění – 2019)



obr. 14 Porost 233A12 – zalesněn v roce 2012 jamkovou sadbou



obr. 15 Porost IC11 – zalesněn v roce 2016 štěrbínovou sadbou



obr. 16 Umístění výzkumných ploch se štěrbínovou sadbou; plocha 1 (rok zalesnění – 2016), plocha 2 (rok zalesnění – 2012), plocha 3 (rok zalesnění – 2019)

Podrobné informace přibližující například velikost ploch, cílový hospodářský soubor, lesní typ apod., pocházejí z hospodářské knihy, a jsou prezentovány v tabulce 1 a 2.

tab. 1 *Charakteristika ploch obnovených jamkovou sadbou*

sadba jamková						
rok zalesnění	porostní skupina	plocha [ha]	lesní typ	HS	LVS	GPS souřadnice
2016	232C10	0,37	4S4	45	4	50.137702, 16.358871
2012	233A12	1,13	5O1	57	4	50.136809, 16.351070
2009	234A1	1,75	4S1	45	4	50.126927, 16.334272

tab. 2 *Charakteristika ploch obnovených štěrbinovou sadbou*

sadba štěrbinová						
rok zalesnění	porostní skupina	plocha [ha]	lesní typ	HS	LVS	GPS souřadnice
2016	1C11	4,25	5P1	571	4	50.143932, 16.366905
2012	1B10	2,46	5P1	571	4	50.144876, 16.363367
2009	1C0	0,31	5P1	571	4	50.142952, 16.364660

5.2.2 Venkovní práce

Venkovní práce spočívaly ve vykopání jednotlivých vzorků za pomoci sekeromotyky, rýče a srdcové lopaty. Po opatrném vyzvednutí se zřetelem na co nejmenší poškození kořenového balu jednotlivých vzorků následovalo omytí kořenů vysokotlakým čističem z důvodu obnažení jednotlivých kořenů. Jednotlivé vzorky byly popsány, aby nedošlo k jejich záměně. Číselné označení bylo zvoleno z důvodu přehlednosti

a systematičnosti trojčiferné – např.: číslo vzorku 119 (1–sadba sekeromotykou; 19–čísla od 11 do 20 znamenají sadbu z roku 2012)

5.2.3 Zjišťování dendrometrických veličin

5.2.3.1 Použité přístroje a pomůcky

výkopové práce: sekeromotyka, krumpáč, rýč, lopata „srdcovka“, vysokotlaký čistič

laboratorní měření: digitální kuchyňská váha (měření hmotnosti kořenů), digitální posuvné měřidlo (měření tloušťky kořenového krčku), dva kbelíky (xylometrické měření objemu kořenů), injekční stříkačka (měření objemu kořenového vlášení), odměrné válce (měření objemu kořenového vlášení)

5.2.3.2 Měření objemu

Měření objemu kořenového systému probíhalo xylometricky za pomoci dvou nádob. Vrchní nádoba, vložená do většího lavoru, naplněná vodou až po okraj, vytlačila po vložení kořenových balů určitý objem vody, který byl následně slítlím ze spodní nádoby změřen v odměrném válci. Měření bylo prováděno s přesností na 0,01 dm³.

5.2.3.3 Měření hmotnosti

Měření hmotnosti jednotlivých kořenových systémů bylo prováděno na digitální kuchyňské váze s počítanou přesností 0,01 kilogramu.

5.2.3.4 Deformace

Deformace kořenového systému byly posuzovány subjektivně a hodnoceny škálou 1–3. Znamka 1 byla udělena kořenovému systému, který byl naprosto bez deformací. Znamka 2 zaznamenala mírné deformace kořenů a známkou 3 byl označen kořenový systém vykazující závažné typy deformací, například strboul.

5.2.3.5 Objem jemných kořenů

Podíl jemných kořenů (< 2 mm) byl zjišťován za pomoci injekční stříkačky, do které se vložily všechny jemné kořínky, kterých byl kořenový systém zbavený otrháním. Následným stlačením pístu došlo k poměrně přesnému změření objemu. Objem jemných kořenů je uváděn v mililitrech.

5.2.4 **Subjektivní posouzení stavu stromku**

5.2.4.1 Poškození

U každého stromku byla věnována pozornost také případným poškozením od zvěře. Na plochách sázených jamkovou sadbou byly poškození zjištěny ve čtyřech případech (2 x okus, 2 x vytloukání od srnce), na plochách sázených sazečem celkem v pěti případech (2 x okus, 3 x vytloukání). U mladých stromků byla zranění zřetelná, čerstvá, naproti tomu u starších bylo již viditelné zhojení ran.

5.2.4.2 Vitalita

Celková vitalita stromu byla hodnocena škálou 1–3. Brán v úvahu byl celkový dojem stromu, zejména pak barva jehlic (sytě zelená či žlutavá), pravidelnost koruny (v několika případech pozorovány tzv. bajonety), celkový stav kořenového systému (dlouhé pravidelné kořeny či krátké zdeformované kořeny například s vlajkovitým směrem růstu). Známkou 1 byl hodnocen stromek naprosto zdravý, s pravidelně rostlou korunou a s odpovídajícími přírůsty. Známkou 2 dostal stromek, na jehož stavu byly zřetelné nějaké anomálie, například poškození zvěří, deformace koruny atd. Známkou 3 byl hodnocen stromek, u nějž se výskyt vad kombinoval. Zde se vyskytují stromky se závažnými deformacemi kořenů, nevitální korunou, zároveň s kmínky poškozenými zvěří apod.

5.2.4.3 Deformace

Deformace byly u jednotlivých vzorků hodnoceny stupnicí 1–3. Za bezproblémové, perspektivní a pravidelně rozvinuté kořeny byla udělena známka 1. Kořeny s určitými prvky deformací (ne však deformace typu strboulu apod.), s mírnými náznaky vlajkovitého růstu atd., byly hodnoceny známkou 2. Nejhorší případy deformací, zachycené například na obr. 3, byly označeny známkou 3. Do této skupiny spadaly deformace v oblasti kořenového krčku, strbouly a jednostranně vlajkovitě rostoucí kořeny.

6 Výsledky

6.1 Přehled získaných dat

Získaná naměřená data byla podrobně zaznamenána v programu Microsoft Excel, což následně umožnilo s nimi přehledně pracovat.

tab. 3 *Komplexní soubor dat ploch obnovovaných jamkovou sadbou*

		Základní dendrometrická data							Hodnocení kořenového systému				
		číslo vzorku	výška sazenice [cm]	výškový přírůst 2017 [cm]	výškový přírůst 2016 [cm]	výškový přírůst 2015 [cm]	tloušťka kořenového krčku [mm]	poškození	vitalita	objem [dm ³]	hmotnost [kg]	deformace	podíl jemných kořenů [< 2 mm]
Sadba sekeromatykou	sadba v roce 2016	101	106	22	26	16	21	–	1	0,17	0,16	2	1,3
		102	113	30	22	17	22	–	1	0,18	0,19	1	1,5
		103	89	20	21	14	17	–	2	0,13	0,14	3	1,1
		104	82	18	15	15	17	–	2	0,14	0,15	3	0,9
		105	63	12	13	8	15	okus	3	0,10	0,10	3	0,8
		106	104	21	22	13	24	–	1	0,16	0,16	2	2,1
		107	92	29	22	17	12	–	1	0,15	0,15	1	1,3
		108	77	16	18	15	14	vytloukání	2	0,12	0,11	2	1,1
		109	59	14	10	11	12	okus	3	0,09	0,09	2	1,1
	110	80	19	16	9	18	–	2	0,11	0,10	1	1,4	
	sadba v roce 2012	111	188	31	20	12	48	–	2	1,21	0,95	2	32
		112	227	42	33	26	63	–	1	1,80	1,71	2	43
		113	183	38	26	23	48	–	1	1,05	0,95	3	33
		114	205	39	34	28	52	–	1	1,50	1,47	1	49
		115	159	27	29	19	42	–	2	0,92	0,96	3	19
		116	184	35	27	16	53	–	1	1,35	1,28	1	37
		117	157	26	21	18	46	vytloukání	2	0,95	0,90	3	22

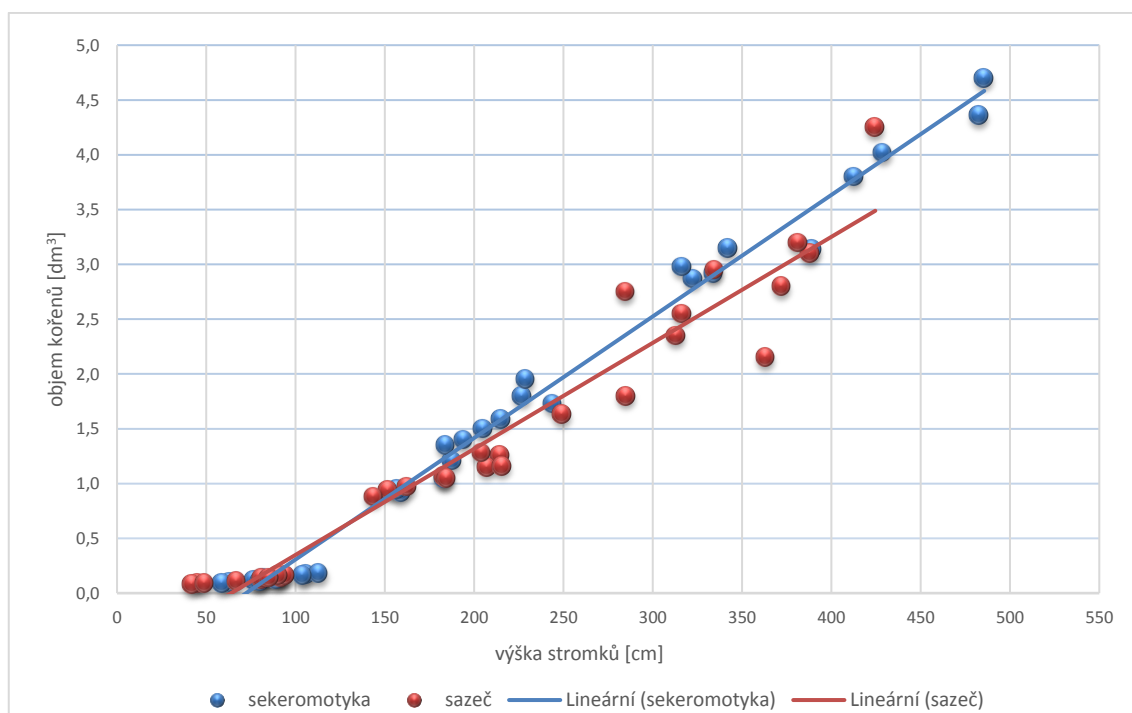
	118	194	36	17	15	63	-	2	1,40	1,38	1	31
	119	215	41	32	28	57	-	1	1,59	1,49	2	39
	120	244	44	31	27	71	-	1	1,73	1,64	2	53
sadba v roce 2009	121	486	101	85	42	92	-	1	4,70	4,30	1	182
	122	342	62	45	39	70	-	2	3,15	2,95	3	124
	123	323	65	42	31	66	-	2	2,87	2,69	2	136
	124	334	79	39	34	65	-	1	2,92	2,81	2	134
	125	229	41	28	31	46	-	3	1,95	1,84	3	96
	126	389	69	51	48	79	-	1	3,14	2,98	2	140
	127	317	48	39	28	72	-	2	2,98	2,62	3	156
	128	483	91	76	61	91	-	1	4,36	3,94	1	188
	129	429	78	65	59	81	-	1	4,02	3,84	1	172
	130	413	86	69	45	76	-	1	3,80	3,45	1	164

tab. 4 Komplexní soubor dat ploch obnovovaných štěrbinovou sadbou

		Základní dendrometrická data							Hodnocení kořenového systému				
		číslo vzorku	výška sazenice [cm]	výškový přírůst 2017 [cm]	výškový přírůst 2016 [cm]	výškový přírůst 2015 [cm]	tloušťka kořenového krčku [mm]	poškození	vitalita	objem [dm ³]	hmotnost [kg]	deformace	podíl jemných kořenů [< 2 mm]
Sadba sazečím	sadba v roce 2016	201	92	19	21	14	19	-	1	0,14	0,11	3	0,7
		202	94	27	17	8	21	-	1	0,16	0,13	2	1,2
		203	81	22	19	8	16	-	2	0,13	0,11	3	1,1
		204	45	4	8	7	13	okus	3	0,09	0,08	3	0,6
		205	81	21	13	13	17	-	1	0,14	0,13	3	1,3
		206	90	21	21	8	20	-	1	0,16	0,16	1	1,5
		207	42	3	11	4	12	okus	3	0,08	0,07	2	1,3
		208	67	15	12	12	14	-	3	0,11	0,11	1	1,9
		209	85	22	13	14	18	-	1	0,14	0,14	2	2
		210	49	10	7	8	12	-	3	0,09	0,08	3	0,8
	sadba v roce 2012	211	152	19	17	17	38	vytloukání	3	0,94	0,95	3	16
		212	215	32	20	17	56	-	1	1,26	1,23	2	22
		213	183	29	22	15	45	-	2	1,07	1,06	3	33
		214	207	34	29	22	47	-	1	1,15	1,15	3	35
		215	144	25	12	13	36	vytloukání	3	0,88	0,95	3	11
		216	216	35	27	16	53	-	1	1,16	1,14	1	31
		217	185	26	21	18	46	-	2	1,05	1,01	3	37
		218	162	29	18	14	39	-	3	0,97	1,00	2	24
		219	249	41	32	28	57	-	1	1,63	1,58	1	45
		220	204	28	19	22	52	-	1	1,28	1,22	2	38
sadba v roce 2009	221	388	79	47	41	79	-	1	3,10	3,06	1	110	
	222	313	55	39	40	64	-	2	2,35	2,27	3	98	
	223	285	41	32	30	65	vytloukání	1	2,75	2,60	3	64	
	224	335	81	45	38	61	-	1	2,95	2,84	2	101	
	225	285	52	40	28	59	-	3	1,80	1,71	3	40	
	226	372	64	45	42	79	-	2	2,80	2,85	3	112	
	227	317	48	39	28	72	-	3	2,55	2,51	3	95	
	228	425	87	52	42	87	-	1	4,25	4,15	3	150	
	229	381	76	47	40	78	-	1	3,20	3,25	2	127	
	230	363	77	38	41	74	-	1	2,15	2,10	1	108	

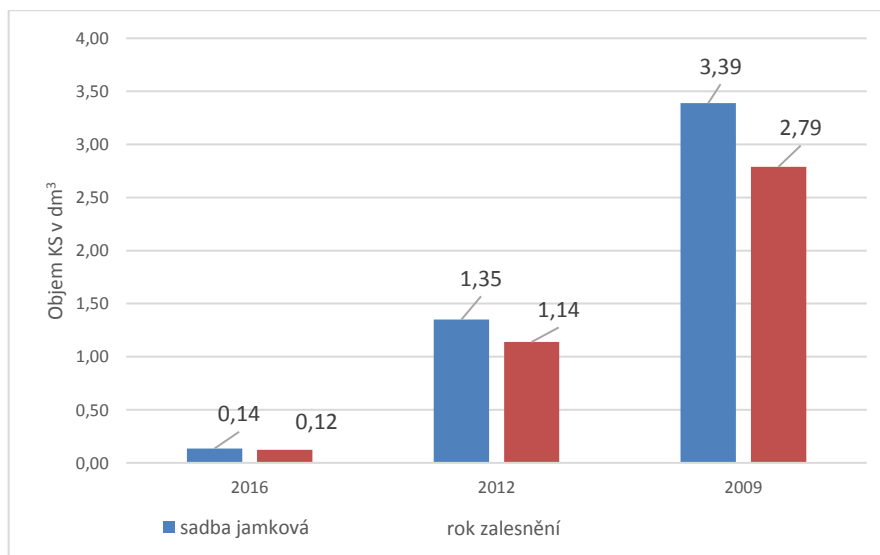
6.2 Vztahy mezi jednotlivými veličinami

6.2.1 Vztah objemu kořenového systému a výšky stromku



obr. 17 Grafické znázornění závislosti výšky stromku na objemu kořenového systému

6.2.2 Porovnání objemů kořenových systémů u obou způsobů výsadby



obr. 18 Porovnání průměrných objemů kořenových systémů u obou způsobů výsadby

Prvním zkoumaným aspektem důležitým pro určení výše závažnosti deformací na kořenovém systému všeobecně, byl vztah objemu kořenového systému (udáván v dm³) a celkové výšky stromku (udávána v cm). Zjištěná data byla přehledně zanesena do bodového grafu. Rozdělení do dvou barev (červené a modré) zlepšuje orientaci v ploše grafu. Modře jsou vynášena data získaná z ploch obnovovaných jamkovou sadbou, naproti tomu výzkumné plochy zasázené sadbou štěrbinovou jsou značeny modře. Shluk jednotlivých bodů je proložen lineární spojnici trendu vytvořenou pro obě technologie sadby. Tato má za cíl zpřehlednit trend vývoje zkoumaného vztahu.

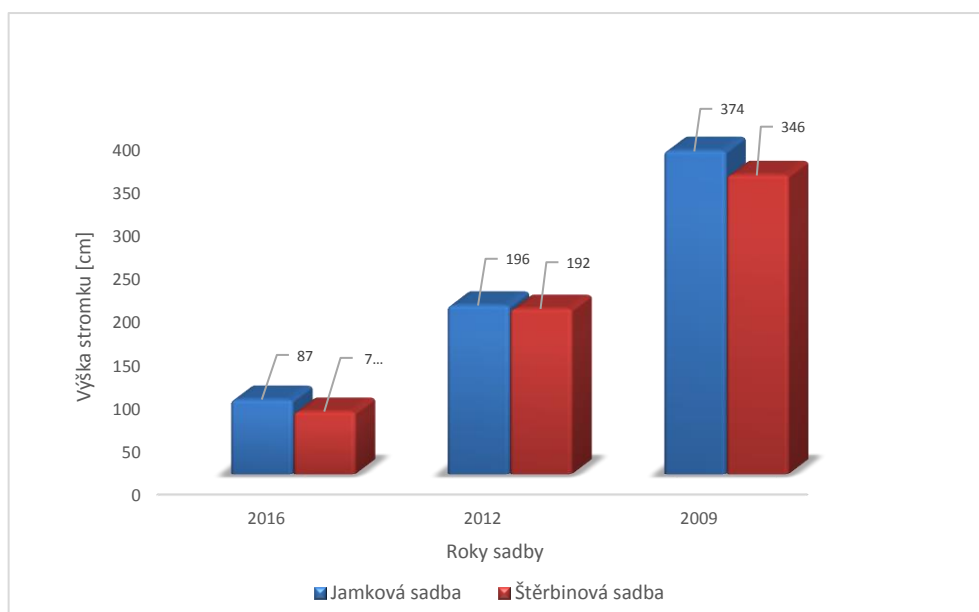
tab. 5 Průměrný objem kořenů zkoumaných stromků

druh sadby	Průměrný objem kořenů zkoumaných stromků na výzkumných plochách [dm ³]		
	rok výsadby		
	2016	2012	2009
sadba jamková	0,14	1,35	3,39
sadba štěrbinová	0,12	1,14	2,79

Tabulka č. 5 názorně ukazuje rozdíly mezi objemy kořenových systémů v jednotlivých letech výsadby. Vždy vychází v porovnání lépe sadba jamková. V roce 2016 vykazují sazenice této sadby o 16,6 % vyšší objem KS, v roce 2012 o 18,4 % vyšší a v roce 2009 je rozdíl nejvýraznější, o 21,5 %.

6.2.3 Porovnání průměrných výšek stromků

Další zkoumanou problematikou bylo porovnání průměrných objemů kořenových systémů u obou způsobů výsadby. Dle přiložených předloh (obr. 19 a tab. 6) zde ve srovnání vychází ve všech třech případech lépe sadba jamková.



obr. 19 Grafické znázornění srovnání průměrných výšek stromků

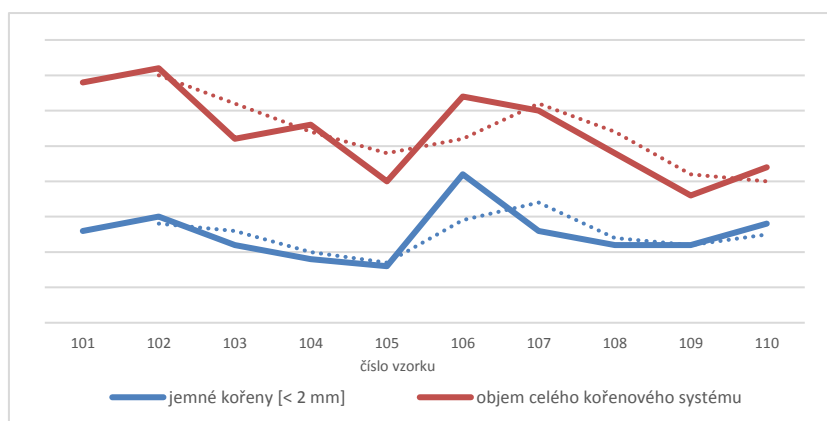
tab. 6 Průměrná výška zkoumaných stromků

Průměrná výška zkoumaných stromků na výzkumných plochách [cm]	rok výsadby		
	2016	2012	2009
druh sadby			
sadba jamková	87	196	374
sadba štěřbinová	73	192	346

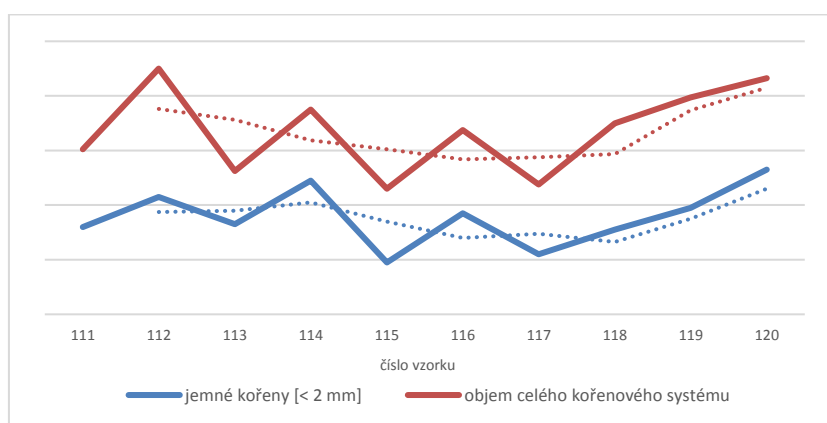
Výzkumná plocha obnovovaná v roce 2016 jamkovou sadbou vykazuje výšku stromků v průměru o 19 % vyšší než plocha ve stejném roce obnovovaná štěřbinovou sadbou. Podobný případ nastává u plochy obnovované jamkovou sadbou v roce 2012, kde je průměrná výška stromků o 2,1 % vyšší a u plochy sázené v roce 2009 o 8,1 % vyšší než obdobných ploch obnovovaných sadbou štěřbinovou.

6.2.4 Podíl jemných kořenů vůči celému kořenovému systému

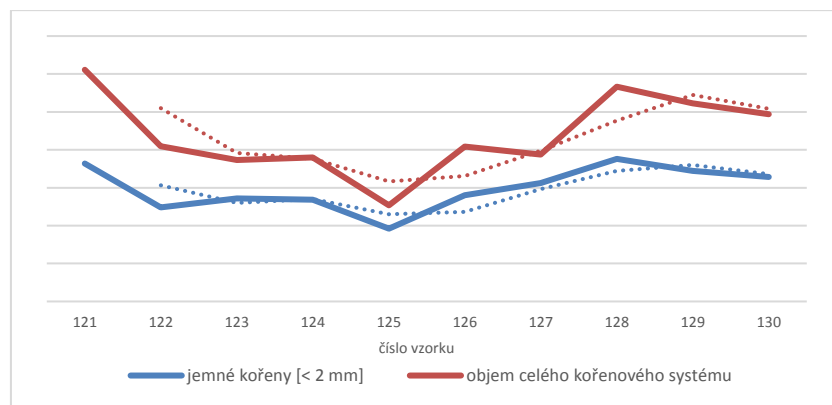
Data získaná z celkového měření byla následně využita k tvorbě grafů (obr. 20–25) umožňujících zjištění, zda objem kořenového systému koreluje s objemem jemných kořenů. Grafické zpracování v podobě grafu bylo proloženo spojnicí trendu – klouzavým průměrem. Po zhodnocení výsledků lze konstatovat, že skutečně objem hlavního kořenového systému souvisí s objemem jemných kořenů (menších než 2 mm).



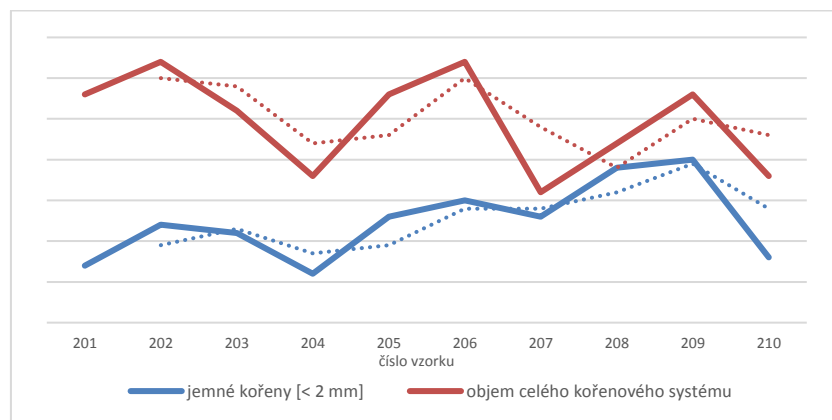
obr. 20 Grafické znázornění vzájemného vztahu objemů jemných kořenů a celkového objemu kořenového systému (sadba jamková 2016)



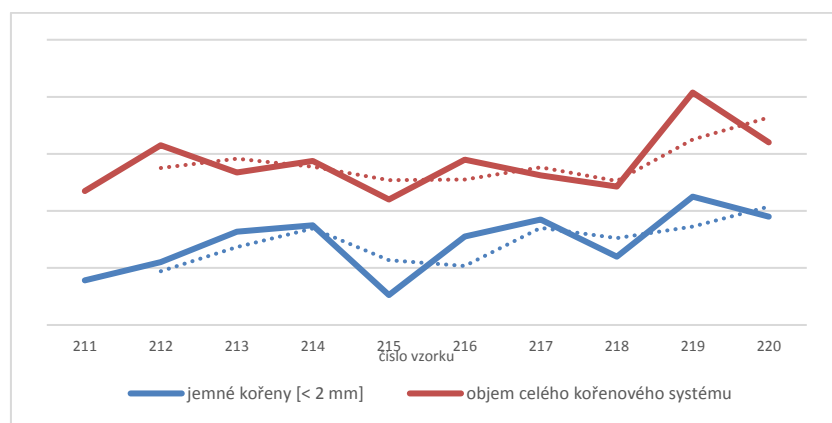
obr. 21 Grafické znázornění vzájemného vztahu objemů jemných kořenů a celkového objemu kořenového systému (sadba jamková 2012)



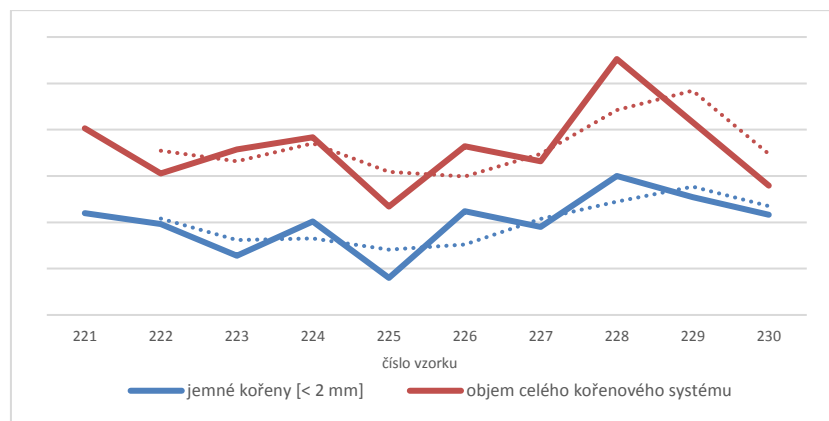
obr. 22 Grafické znázornění vzájemného vztahu objemů jemných kořenů a celkového objemu kořenového systému (sadba jamková 2009)



obr. 23 Grafické znázornění vzájemného vztahu objemů jemných kořenů a celkového objemu kořenového systému (sadba štěrbinová 2016)



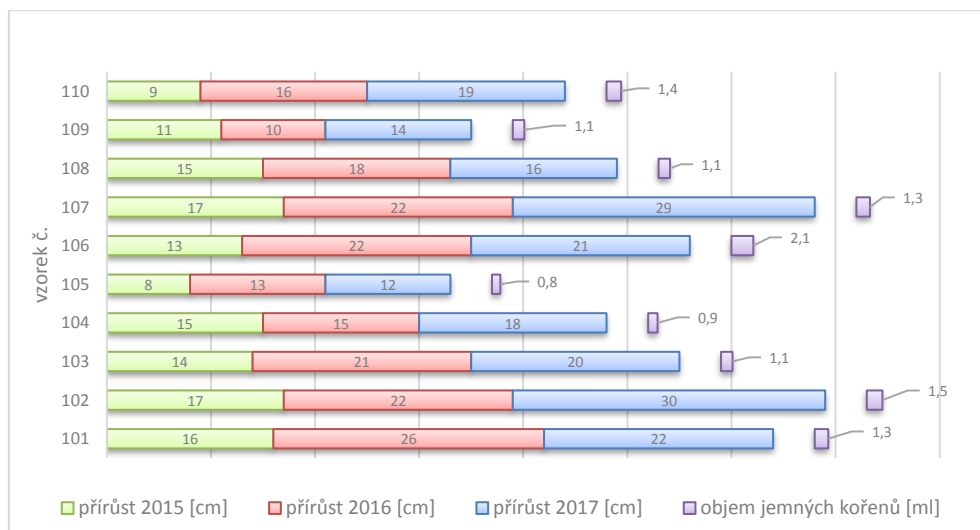
obr. 24 Grafické znázornění vzájemného vztahu objemů jemných kořenů a celkového objemu kořenového systému (sadba štěrbinová 2012)



obr. 25 Grafické znázornění vzájemného vztahu objemů jemných kořenů a celkového objemu kořenového systému (sadba štěrbínová 2009)

6.2.5 Vztah objemů jemných kořenů a průměrných přírůstků za uplynulé tři roky

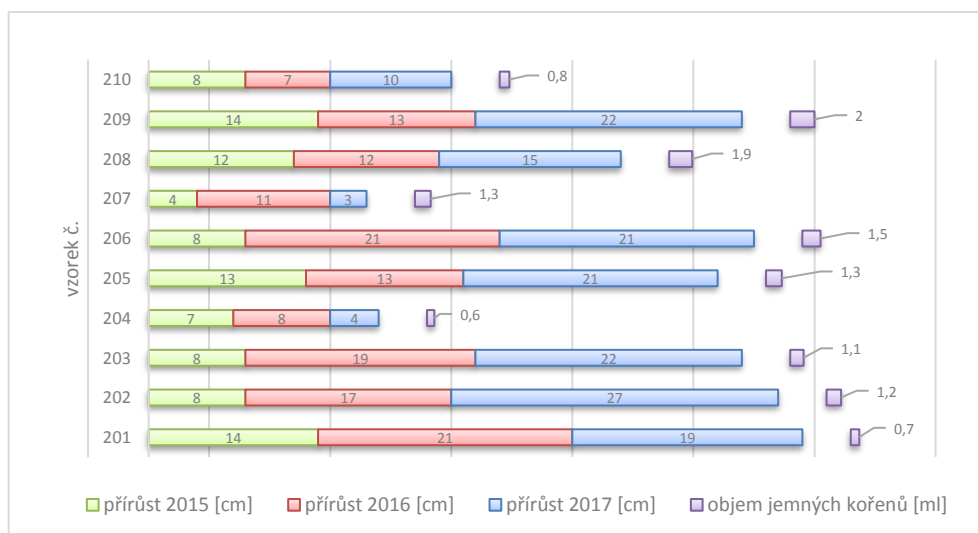
Zajímavým porovnáním byl nadále vztah objemů jemných kořenů a průměrných přírůstků za uplynulé tři roky. V tomto případě je v grafech (obr. 26–31) zanesena posloupnost přírůstků, které byly odměřeny z příslušných částí kmínku mezi jednotlivými přesleny a následně je vložen sloupec mající za úkol ukázat na objem jemných kořenů pro daný vzorek. Ačkoliv jsou v jedné ploše grafu uvedeny veličiny v jednotkách centimetrů a mililitrů zároveň, má tato skutečnost primárně sloužit pro přehledné a názorné zobrazení stavu a situace jednotlivého vzorku mezi ostatními vzorky ve stejné kategorii.



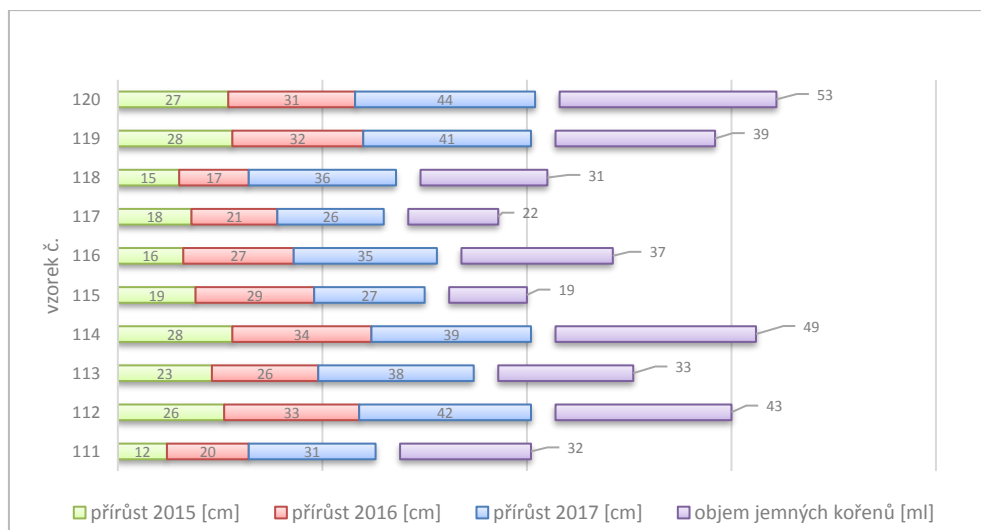
obr. 26 Grafické znázornění vztahu objemů jemných kořenů a průměrných přírůstů za uplynulé tři roky (sadba jamková 2016)

tab. 7 Průměrné hodnoty vybraných veličin (rok sadby 2016)

Průměrné hodnoty jednotlivých veličin – rok zalesnění 2016					
	výška sazenice [cm]	výškový přírůst 2017 [cm]	výškový přírůst 2016 [cm]	výškový přírůst 2015 [cm]	tloušťka kořenového krčku [mm]
Jamková sadba	87	20	19	14	17
Štěrbínová sadba	73	16	14	10	16



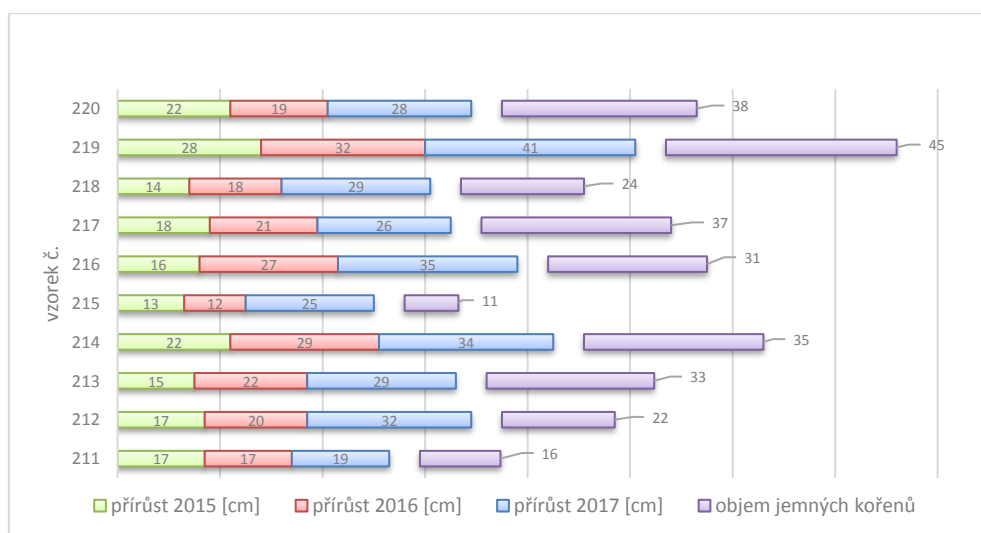
obr. 27 Grafické znázornění vztahu objemů jemných kořenů a průměrných přírůstů za uplynulé tři roky (sadba štěrbinová 2016)



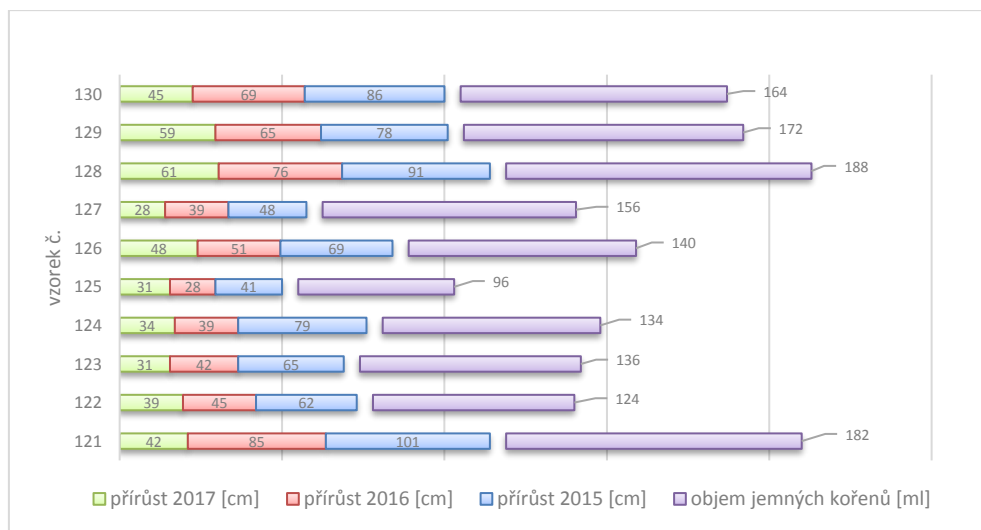
obr. 28 Grafické znázornění vztahu objemů jemných kořenů a průměrných přírůstů za uplynulé tři roky (sadba jamková 2012)

tab. 8 Průměrné hodnoty vybraných veličin (rok sadby 2012)

Průměrné hodnoty jednotlivých veličin – rok zalesnění 2012					
	výška sazenice [cm]	výškový přírůst 2017 [cm]	výškový přírůst 2016 [cm]	výškový přírůst 2015 [cm]	tloušťka kořenového krčku [mm]
Jamková sadba	196	36	27	21	54
Štěrbínová sadba	192	30	22	18	47



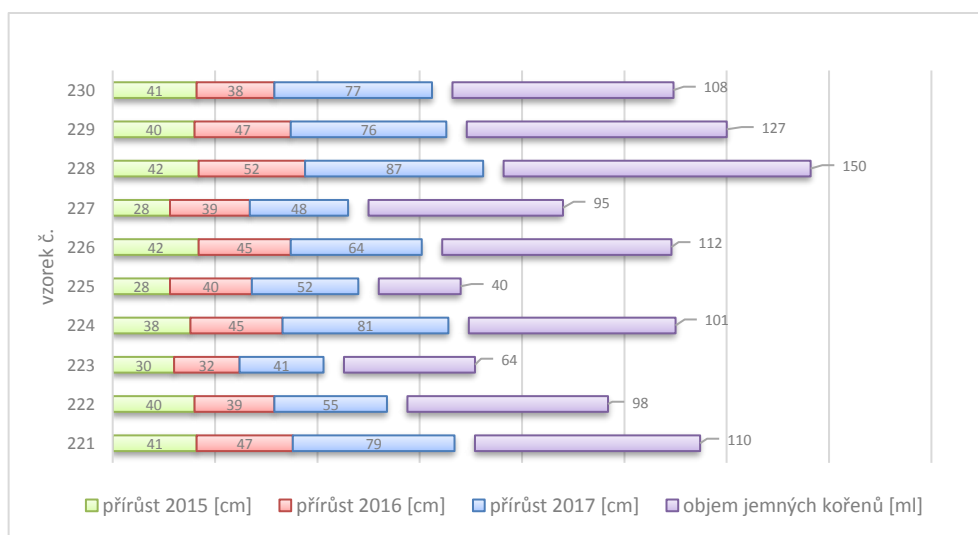
obr. 29 Grafické znázornění vztahu objemů jemných kořenů a průměrných přírůstů za uplynulé tři roky (sadba štěrbinová 2012)



obr. 30 Grafické znázornění vztahu objemů jemných kořenů a průměrných přírůstů za uplynulé tři roky (sadba jamková 2009)

tab. 9 Průměrné hodnoty vybraných veličin (rok sadby 2009)

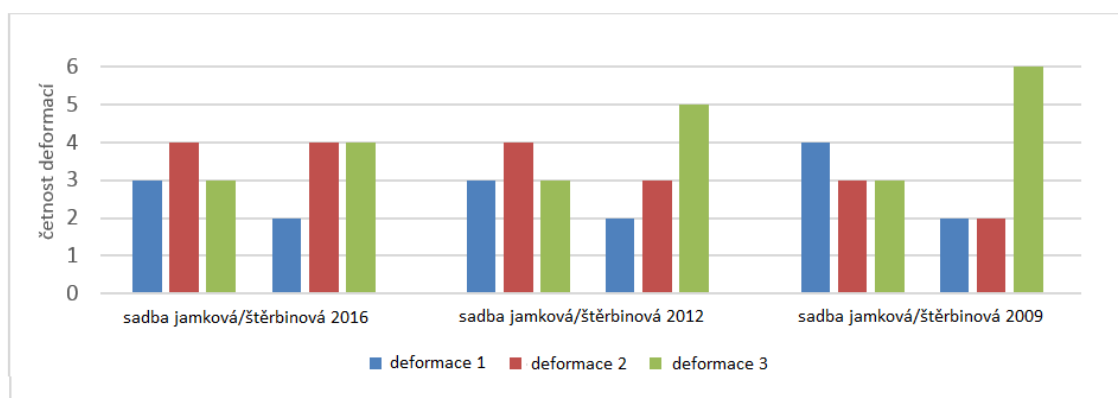
Průměrné hodnoty jednotlivých veličin – rok zalesnění 2009					
	výška sazenice [cm]	výškový přírůst 2017 [cm]	výškový přírůst 2016 [cm]	výškový přírůst 2015 [cm]	tloušťka kořenového krčku [mm]
Jamková sadba	374	72	54	42	74
Štěrbínová sadba	346	66	42	37	72



obr. 31 Grafické znázornění vztahu objemů jemných kořenů a průměrných přírůstů za uplynulé tři roky (sadba štěrbinová 2009)

6.2.6 Zhodnocení četností deformací u obou způsobů výsadby

Velmi důležitým zhodnocením bylo nakonec zjištění početností deformací u jednotlivých způsobů výsadby. Zde bylo vycházeno ze subjektivního hodnocení. Podrobná hodnotící stupnice je charakterizována v kapitole Metodika. V příloženém grafu (obr. 32) je možné například pozorovat tendenci štěrbinové výsadby, u které četnost velmi závažných deformací (stupeň 3) s přirůstajícím věkem roste.



obr. 32 Zhodnocení četnosti deformací u obou způsobů výsadby ve vztahu k rokům zalesnění

6.3 Shrnutí výsledků

Zjištěné výsledky poukazují na závažnou četnost deformací kořenového systému, které byly, ve srovnání s moderními vědeckými studii, zjištěny na relativně malém množství zkoumaných vzorků (celkově se jedná o 60 zkoumaných sazenic). Závažnými deformacemi trpělo 66 % jedinců (v této práci hodnoceno stupněm 2 a 3) u sadby zakládané jamkovou technologií a o 80 % jedinců, kteří byli sázeni technologií štěrbinovou. V jednotlivých uvedených porovnáních a analýzách lze vždy pozorovat trend štěrbinové sadby, u které jsou stále výsledky viditelně horších hodnot, nežli u sadby jamkové.

7 Diskuse

V uplynulých letech již bylo věnováno značné úsilí studiu deformací kořenů a jejich rizik. Přesto však ve srovnání se znalostmi nadzemních částí stromů jsou tyto vědomosti nedostatečné. Mauer a Palátová (2013) uvádějí, že každé deformace kořenů strom oslabí. Většina stromů s deformovaným kořenovým systémem bývá proto v budoucnu napadena parazitickými houbami. Nejvíce se jako napadení vyskytuje václavka, kořenovník a outkovky. Stromy s deformovaným kořenovým systémem jsou posléze náchylnější k napadení hmyzími škůdci. (Mauer a kol., 2013)

K našemu výzkumu byla použita archeologická metoda, patřící k destruktivním metodám, při nichž zkoumaný jedinec uhynie. Zjištěné výsledky poukazují na závažnou četnost deformací kořenového systému, které byly, ve srovnání s moderními vědeckými studii, zjištěny na relativně malém množství zkoumaných vzorků (celkově se jedná o 60 zkoumaných sazenic). Procentuálně vyjádřeno, jedná se o 66 % jedinců s deformovanými kořeny (v této práci hodnoceno stupněm 2 a 3) u sadby zakládané jamkovou technologií a o 80 % jedinců, kteří byli sázeni technologií šterbinovou.

Kořenový systém bývá označován jako nejdůležitější část rostliny. (Černohorský, 1967) Smrkové kořeny jsou rozprostřeny do plochy a poskytují stromům jen velmi malou stabilitu. (Köstler, 1968) Zejména v monokulturních porostech se z povrchových vrstev velmi rychle vyčerpají živiny (Úřadníček, 2003). Proto je velmi důležité znát problematiku kořenových deformací a za pomoci nejnovějších poznatků se snažit o eliminaci příčin vzniku těchto poškození. (Kolín, 2007) Jakékoliv deformace kořenového systému totiž ovlivňují ve velké míře celého jedince. (Kantor, 1975) Po zhodnocení jednotlivých výsledků je třeba konstatovat, že v současném lesnictví se jedná o vážný a aktuální problém. Pokud nebudou v budoucnu provedena opatření minimalizující příčiny vzniku kořenových deformací, může mít lesnická veřejnost velmi

často co do činění s odumřelými nestabilními porosty, napadenými hnilobami a hmyzími škůdci.

Mauer, Palátová (2004) konstatují, že dle kvality růstu nadzemní části stromu krátce po výsadbě nemůžeme usuzovat na deformace kořenového systému. Když je sadební materiál při výsadbě pouze deformován a není jinak oslaben, velmi často v normálních stanovištních podmínkách dobře odrůstá. Výše citovaný text potvrzují i mé vlastní výsledky v této práci. Nejlépe viditelné jsou výsledky zjištěné na zkusných plochách zasázených v roce 2016. Zde zkoumané stromky, navzdory vyskytujícím se deformacím, ve velké míře velmi dobře přirůstají a jediným faktorem, který se výrazněji projevuje na zmenšeném přírůstu, je poškození zvěří (zejména okus a vytloukání). Mauer a Palátová (1992) také uvádí, že štěrbínová sadba je oproti jamkové výsadbě rychlejší a z hlediska fyzické náročnosti i výrazně příznivější. Je vhodná pro většinu druhů sazenic, pokud nemají rozvětvený kořenový systém. (Kantor, 1975) Je však spojena s rozsáhlou problematikou deformací kořenového systému. (Mauer, Palátová; 1992) Proto její použití nelze užít pro všechny druhy sadebního materiálu. (Burda, 2009)

Předpokladem úspěchu sadby je správná volba dřeviny, způsobu obnovy a její pečlivé provedení. (Duda, 2005) Při sadbě by především nemělo dojít k deformaci kořenů z důvodu nedostatku prostoru. (Kantor, 1975) Zejména proto Stromberg (1988) doporučuje upřednostňování jamkové technologie před štěrbínovou sadbou.

Pro další výzkum zůstává několik otázek. Například, proč stromy sázené v roce 2009 štěrbínovou sadbou mají podstatně horší výsledky v četnosti závažných deformací? Mírný náznak tohoto problému můžeme již pozorovat u plochy zasázené štěrbínovou sadbou v roce 2012. Bude tento trend pokračovat i v příštích letech?

8 Praktická východiska pro uplatnění v praxi

V rámci minimalizace příčin vzniku kořenových deformací u sazenic lesních stromků lze doporučit:

- Zamezení poškození krytkořenného a prostokořenného sadebního materiálu ve školkách, u nichž může vznikat poškození kořenového systému.
- Při hodnocení kvality sadebního materiálu se řídit normou ČSN 48 2115. Je třeba dodržovat poctivě vše, co je v normě uvedeno. Odběratel by si měl hlídat, jaký sadební materiál přebírá, aby nedostal, pokud se kvality týká, nekvalitní sadební materiál.
- Důsledné dlouhodobé plánování zalesňovacích prací. Je třeba brát v úvahu, jaký typ sadebního materiálu na dané stanoviště upřednostníme.
- Při hnojení může dojít k deformacím kořenového systému, zejména při špatné aplikaci nebo výběru hnojiva. Proto se snažíme toto riziko eliminovat.
- Minimalizovat poškození kořenového systému během výsadby. Při výsadbě dochází k velkým deformacím kořenového systému.
- Při zalesňování dodržovat správný postup výsadby, buď ručně, nebo mechanizovaně,
- Pracovníci musí bezpodmínečně dbát na kvalitu výsadby! Toto je v současnosti velmi rozšířený problém.
- Nakládání se sazenicemi – nenechávat na přímém slunci z důvodu nevratného poškození kořenového systému. Raději ponechat sadební materiál ve stínu porostu a zakrýt substrátem, aby nedošlo k oschnutí kořenového systému.
- Mít stálé, zaučené zaměstnance. Tento předpoklad zajistí kvalitu zalesňovacích prací. Kontrolu zalesňovacích prací je třeba i nadále bedlivě sledovat.

9 Závěr

Cílem této práce bylo zjistit a posoudit stav a vývoj kořenových systémů smrku ztepilého v časové řadě několika let (optimálně do doby zajištění kultury) sázených štěrbinovou a jamkovou technologií. Zjištěné výsledky mají umožnit posouzení, jak oba druhy sadby ovlivňují kvalitu architektoniky kořenového systému a případné závažné deformace, a jaký mají vliv na objem kořenového systému a podíl jemných kořenů v celkovém objemu.

Měření bylo prováděno na podzim roku 2017 na revíru Javornice. Hodnocena byla dřevina smrk, celkem na šesti výzkumných plochách. Hodnoceny byly tyto parametry: výška nadzemní části, přírůst v uplynulých třech letech, objem kořenového systému, objem jemných kořenů, tloušťka kořenového krčku a závažnost deformací. Z dosažených výsledků lze vyzdvihnout například četnost závažných deformací. Zde bylo zjištěno deformování kořenů u 66 % smrkové sadby sázené jamkovou technologií a 80 % u sadby sázené štěrbinovou technologií. Obdobné výsledky poukazují porovnání kořenových systémů, kde se oba druhy sadby liší o 16,6 % u sadby v roce 2016, o 18,4 % u sadby v roce 2012 a dokonce o 21,5 % u sadby v roce 2009 vždy ve prospěch jamkové sadby.

Stromky sázené jamkovou technologií tedy vykazují dle mého výzkumu výraznější výškový přírůst, podstatně větší objem kořenového systému a větší podíl jemných kořenů, které jsou v přímém kontaktu s půdou, odrážejí citlivě všechny změny v půdně chemických podmínkách a mohou být i citlivým indikátorem přirozeného i antropogenního stresu. Tyto přednosti jsou spojené zároveň s méně početným výskytem deformací oproti sadbě konané štěrbinovou technologií.

10 Seznam použité literatury

- BALÁŠ, M; KUNEŠ, I; NÁROVCOVÁ, J., Zkušenosti s použitím přenosného motorového jamkovače při zakládání lesa. Zprávy lesnického výzkumu, 2016, 61.4: 262270.
- BRUNNER I., Genetische Methoden im Forstbereich: Erwarteter Massenbefall der Rosskastanien–Miniermotte blieb aus, Informationsblatt Forschungsbereich Wald, 2001.
- BURDA, P., Ověření pěstebních postupů a využití školkařských technologií při pěstování sadebního materiálu lesních dřevin a posouzení kvality vyprodukovaného materiálu. Disertační práce. KPL FLD ČZU v Praze, 2009.
- ČERNOHORSKÝ, Z., Základy rostlinné morfologie. Praha: SPN, 1967.
- DUDA, M., Technologie – texty pro žáky SOU lesnických, učební obor mechanizátor lesní výroby: obnova lesa, výchova a ochrana porostů. 2005.
- GEBAUER, R.; MARTINKOVÁ, M., Effects of pressure on the root systems of Norway spruce plants (*Picea abies* [L.] Karst.). *Journal of Forest Science*, 2005, 51: 268–275.
- JURÁSEK, A., ČSN 48 2115 Sadební materiál lesních dřevin. *Lesnická práce*, 2002
- KANTOR, J., Zakládání lesů a šlechtění lesních dřevin. SZN, 1975.
- KOLÍN, S., Deformace kořenového systému – stabilita budoucích porostů, *Lesnická práce* 7/2007, s. 21–24.
- KÖSTLER, J. N., BRÜCKNER, E., BIEBELRHIETER, H., *Die Wurzeln der Waldbäume*. Verlag Paul Parey. Hamburg und Berlin 1968, 282 s.
- KUPKA, I., Základy pěstování lesa. Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a environmentální, 2005.
- MAUER, O.; PALÁTOVÁ, E., Deformace kořenového systému a stabilita lesních porostů. Možnosti použití sadebního materiálu z intenzivních školkařských technologií pro obnovu lesa. Sborník z mezinárodního semináře. Opočno, 2004, 3: 22–26.

- MAUER, O. a kol., Rhizologie lesních dřevin, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně učební text, 2012, 260 s.
- MAUER, O., Zakládání lesů II, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, učební text, 2011, 216 s.
- MAUER, O.; PALÁTOVÁ, E.; POP, M., Root system emergence and health condition in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) affected by yellowing of assimilatory apparatus in the region of the Krusné hory Mts. *Folia Oecologica*, 2008, 35.2: 39.
- MAUER, O.; PALÁTOVÁ, E., Development and health condition of the root system of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in the region of the Jeseníky Mts. *Folia Oecologica*, 2010, 37.2: 191.
- MAUER, O.; PALÁTOVÁ, E., Vliv různých způsobů a typů sadby na vývoj kořenového systému smrku ztepilého (*Picea abies*/L./Karst.). *Lesnictví–Forestry*, 1992, 8: 193–203.
- MAUER, O. a kol., 2013. *Rhizologie lesních dřevin*, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně učební text, 260 s.
- MAUER, O., PALÁTOVÁ, E., Architektonika kořenového systému dřevin horského lesa, In. Pěstování lesů v podmínkách antropicky změněného prostředí. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně a Školní lesní podnik Masarykův les Křtiny. Brno, 1999, 217 s.
- MIČKA, J., Pamětní kniha Lesní správy Rychnov nad Kněžnou, Rychnov n. Kn., 2010
- PEREZ J., M., Hormone signalling and root development: an update on the latest *Arabidopsis thaliana* research. *Functional Plant Biology*, 2007, 163–171.
- SKRZISZOWSKI, M., KUPKA, I., Fine root growth of beech (*Fagus sylvatica* L.) seedlings during the first outplanting years in Western Bohemia (Czech Republic). *J. FOR. SCI*, 2008, 54.5: 212–215.
- STROMBERG, A., 1988. Deformace a stabilita kořenového systému, lesnická práce č.11, s. 18–23

SVOBODA, P., Lesní dřeviny a jejich porosty, část I.; SZN 1953, Praha

WHIPPS, J., M., Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. Journal of experimental Botany, 2001, 487–511.

ÚRADNÍČEK, L., Dendrologická charakteristika javorů. Javor – dřevina roku 2003. Hradec Králové, 2003, 3–12.

Zdroje z internetu:

[1] (<https://www.topagrar.com/archiv/Schnell-und-schwer-zu-lernen-Buchenbuehler-Verfahren-1000171.html>)

[2] https://ldf.mendelu.cz/uzpl/pestovani_v_heslech/vychodiska/dreviny/drev_sm.html

[3] <http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/factsheets/AsparagusInfo.htm#Top>

[4] <https://www.sailer-baumschulen.de/forstarbeiten/pflanzverfahren/manuelle-pflanzverfahren>

[5] <http://www.enviweb.cz/105379>

11 Seznam příloh

Fotografická dokumentace vybraných vzorků:

Obr. 1 *Vzorek č. 101*

Obr. 2 *Vzorek č. 109*

Obr. 3 *Vzorek č. 203*

Obr. 4 *Vzorek č. 206*

Obr. 5 *Vzorek č. 210*

Obr. 6 *Vzorek č. 120*

Obr. 7 *Vzorek č. 212*

Obr. 8 *Vzorek č. 213*

Obr. 9 *Vzorek č. 230*

12 Přílohy

12.1 Fotografická dokumentace vybraných vzorků



Obr. 1 Vzorek č. 101 (objem 0,17 dm³, deformace – 2)



Obr. 2 Vzorek č. 109 (objem 0,09 dm³, deformace – 2)



Obr. 3 Vzorek č. 203 (objem 0,13 dm³, deformace – 3)



Obr. 4 Vzorek č. 206 (objem 0,16 dm³, deformace – 1)



Obr. 5 Vzorek č. 210 (objem 0,09 dm³, deformace – 3)



Obr. 6 Vzorek č. 120 (objem 1,73 dm³, deformace – 2)



Obr. 7 Vzorek č. 212 (objem 1,26 dm³, deformace – 2)



Obr. 8 Vzorek č. 213 (objem 1,07 dm³, deformace – 3)



Obr. 9 Vzorek č. 230 (objem 2,15 dm³, deformace – 1)