

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra genetiky a fyziologie lesních dřevin



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

Management semenných sadů borovice lesní

Bakalářská práce

Autor práce: Jan Pospíšil

Vedoucí práce: prof. Ing. Milan Lstibůrek, MSc, Ph.D.

2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Pospíšil

Lesnictví

Ekonomika a řízení lesního hospodářství

Název práce

Management semenných sadů borovice lesní

Název anglicky

Management of Scots pines' seed orchards

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je zpracování rešerše na téma moderního managementu semenných sadů borovice lesní se zaměřením na praktické poznatky využitelné v podmínkách České republiky. Aktuální přístup k této problematice v lesnické praxi v ČR vychází převážně ze zkušeností dřívějších oblastních genetiků státních lesů.

Metodika

Práce bude rešeršního typu a bude rozdělena do následujících tematických okruhů: (1) reprodukční biologie borovice lesní; (2) semenné sady; (3) management semenných sadů borovice lesní ve světě (aktuální poznatky z rozboru vědecké literatury); (4) příklad semenného sadu borovice lesní: semenný sad „Kamenice“ na LS Plasy; (5) využití reprodukčního materiálu původem ze semenných sadů při obnově lesa.

Doporučený rozsah práce

40s + obrázky a tabulky

Klíčová slova

semenné sady, borovice lesní, tvarování koruny, genetický zisk a diverzita

Doporučené zdroje informací

Almqvist, C., & Jansson, G. (2015). Effects of pruning and stand density on cone and pollen production in an experimental *Pinus sylvestris* seed orchard. *Silva Fennica*, 49(4), 1-16.

Češka P. (2014). Zakládání a rozvoj semenných sadů lesních dřevin u VLS ČR, s.p., dizertační práce, ČZU v Praze.

ERIKSSON, Gösta; EKBERG, Inger. *An Introduction to forest genetics*. Uppsala: SLU, 2001. ISBN 91-576-6032-8.

Funda, T., & El-Kassaby, Y. A. (2013). Seed orchard genetics. *Plant Sci. Rev*, 2012, 21-43.

Kaňák J. (2011). Návrh šlechtitelských postupů pro borovici lesní v západních a jižních Čechách. dizertační práce, ČZU v Praze.

Korecký J. (2012). Zakládání druhé generace semenných sadů borovice lesní. molekulárně – genetická část, dizertační práce, ČZU v Praze.

Prescher, F. 2007. Seed orchards – genetic considerations on function, management and seed procurement. Doctor's dissertation. SLU Sweden. ISSN 1652-6880, ISBN 978-91-576-7374-9

WHITE, Timothy L.; ADAMS, W. T.; NEALE, David B. *Forest genetics*. Wallingford, Oxfordshire, UK ; Cambridge, MA: CABI Pub., 2007. ISBN 9780851993485.

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. Ing. Milan Lstibůrek, MSc, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra genetiky a fyziologie lesních dřevin

Elektronicky schváleno dne 17. 5. 2022

prof. Ing. Milan Lstibůrek, MSc, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 31. 8. 2022

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 22. 03. 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Management semenných sadů borovice lesní* vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil, a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

Jsem si vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Svým podpisem rovněž prohlašuji, že elektronická verze práce je totožná s verzí tištěnou a že s údaji uvedenými v práci bylo nakládáno v souvislosti s GDPR.

V Praze dne _____

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval profesoru Milanu Lstibůrkovi za poskytnutí poznatků ohledně problematiky semenných sadů a za exkurzi v Plasích a Krušných horách, která mi přiblížila pohled na důležitost semenných sadů v lesním hospodářství.

Management semenných sadů borovice lesní

Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou semenných sadů borovice lesní (*Pinus sylvestris*), která se řadí mezi nejvýznamnější hospodářské dřeviny v České republice, zejména díky své rekultivační schopnosti a genetické diverzitě. Cílem práce je pohled na reprodukci borovice lesní, postupy a technologie ve správě semenných sadů v zahraničí a v České republice. Komplexní pohled na tuto problematiku přináší doporučení pro efektivní management semenných sadů. Vývoj semenných sadů může v budoucnu přispět k větší diverzitě a adaptabilitě borovice lesní na prostředí.

Klíčová slova: semenné sady, borovice lesní, tvarování koruny, genetický zisk a diverzita

Management of Scots pines' seed orchards

Summary

This bachelor thesis deals with the issue of Scots pine (*Pinus sylvestris*) seed orchards, which is one of the most important economic tree species in the Czech Republic, especially due to its reclamation ability and genetic diversity. The aim of the thesis is to look at the reproduction of Scots pine, procedures and technologies in the management of seed orchards abroad and in the Czech Republic. A comprehensive view of this issue brings recommendations for effective management of seed orchards. The development of seed orchards may contribute to greater diversity and adaptability of Scots pine to the environment in the future.

Keywords: Seed Orchards, Scots Pine, Pruning, Genetic Gain and Diversity

Obsah

Úvod	10
1 Reprodukční biologie borovice lesní	11
1.1 Charakteristika druhu.....	11
1.2 Opylování a tvorba semen	12
2 Semenné sady	14
2.1 Typy semenných sadů	15
2.2 Semenné sady 1. generace	15
2.3 Semenné sady pokročilých generací	16
2.4 Srovnání v zakládání klonálního semenného sadu s jádrovým semenným sadem	17
2.5 Nároky na ošetřování, tvarování a sklizeň reprodukčního materiálu	18
2.6 Velikost semenného sadu	18
2.7 Umístění semenného sadu	19
2.8 Prostorový design semenných sadů	19
3 Management semenných sadů borovice lesní ve světě.....	21
3.1 Semenné sady ve Finsku.....	21
3.2 Semenné sady ve Švédsku	25
3.2.1 Statistické údaje o reprodukčním materiálu v zemích severní Evropy	27
3.3 Semenné sady na Ukrajině.....	28
3.4 Semenné sady v Turecku	30
3.5 Semenné sady v České republice	32
3.6 Historie zakládání semenných sadů	32
3.6.1 Legislativa vzhledem k semenným sadům v České republice.....	33
3.6.2 Vyhláška č. 139/2004 Sb.	34
3.7 Semenné sady u Lesů ČR, s. p. (2010–2019)	34

3.8	Semenné sady u Vojenských lesů a statků ČR, s. p.....	35
4	Příklad semenného sadu borovice lesní: semenný sad „Kamenice“ na LS Plasy	36
4.1	Registrovaný semenný sad borovice lesní – lesní správa Plasy	36
4.2	Semenný sad „Kamenice“	36
4.3	Další příklad semenného sadu borovice lesní – Lišice	38
5	Využití reprodukčního materiálu původem ze semenných sadů při obnově lesa	39
5.1	Uvádění reprodukčního materiálu do oběhu.....	39
5.1.1	Zdroje reprodukčního materiálu	40
5.1.2	Příklad označení uznané jednotky	40
5.1.3	Reprodukční materiál lesních dřevin	43
5.1.4	Obchod s reprodukčním materiálem v mezinárodním měřítku	44
6	Diskuse	45
7	Závěr	48
8	Literatura.....	49
9	Seznam obrázků a tabulek	57
9.1	Seznam obrázků.....	57
9.2	Seznam tabulek	57

Úvod

Lesní hospodářství patří mezi základní pilíře, které svými funkcemi přináší prospěšnost nejen klimatické regulaci, ochraně půdy a hydrologickým funkcím, ale také společnosti. Lesní ekosystémy zastupuje řada druhů dřevin, mezi které se řadí borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Význam této dřeviny spočívá zejména v přizpůsobivosti na prostředí, rozšíření a ekonomickém významu. Management semenných sadů borovice lesní je zásadní zejména vzhledem k udržitelnému hospodářství, obnově lesů i genetické diverzitě.

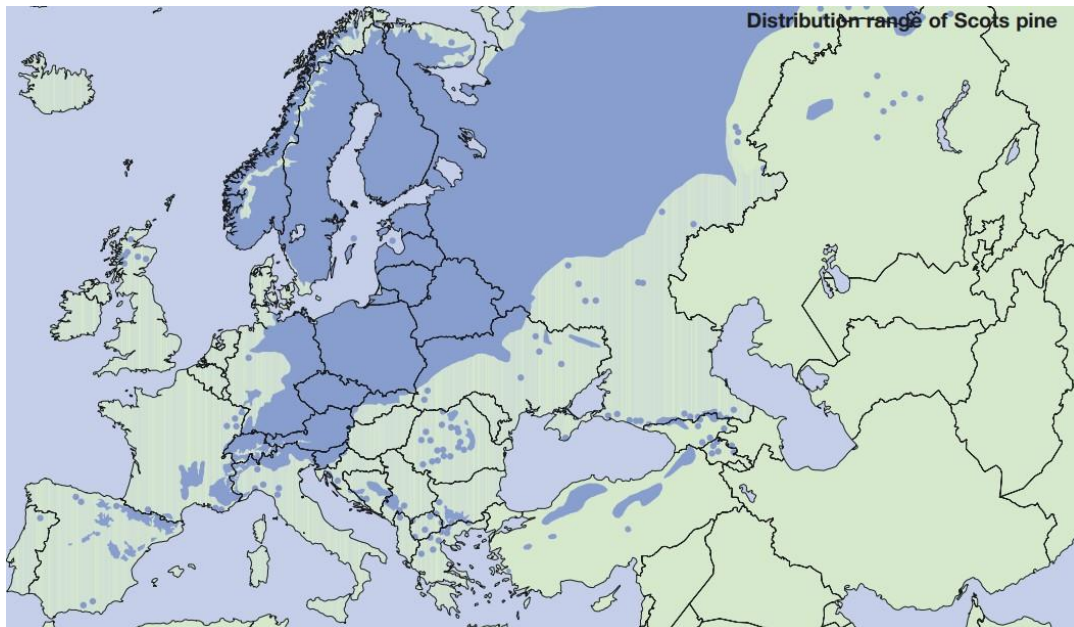
Tato bakalářská práce se zaměřuje na management semenných sadů borovice lesní. Semenným sadům patří význam zejména vzhledem k zajištění geneticky vhodného a odolného reprodukčního materiálu, který svou nezbytnost potvrzuje při obnově lesa a udržitelném lesním hospodářství. Tato práce poskytuje pohled na průzkum současných metod a přístupů, které souvisí se zakládáním semenných sadů. Také pohled na nezbytné znalosti, které jsou potřebné při udržování a využívání semenných sadů. V poslední řadě nabízí pohled na výzvy a příležitosti, které jsou s tímto tématem úzce propojené.

Vzhledem k současným výzvám je nezbytné optimalizovat management semenných sadů s ohledem na zachování genetické rozmanitosti borovice lesní a její adaptaci na měnící se podmínky prostředí. Tato práce proto nastiňuje význam managementu a ochrany semenných sadů, aby byla zajištěna odolnost borových lesů pro budoucnost. Cílem práce je přispět k tomu, aby se lépe pochopila důležitost a složitosti managementu semenných sadů borovice lesní a zároveň navrhnout doporučení pro jejich vhodné využití v praxi.

1 Reprodukční biologie borovice lesní

Celosvětově nejrozšířenější druh borovice, jehličnan borovice lesní se vyskytuje v celé Eurasii. Obrovské borové lesy na Sibiři jsou největšími jednodruhovými porosty na světě. Již samotný zeměpisný rozsah poukazuje na genetickou variabilitu a existenci řady poddruhů. Borovice lesní je snadno rozpoznatelná, jelikož má výrazné oranžovo-červeně zbarvení kůry. Borovice lesní je průkopnický druh, odolává mrazu i suchu a může růst na velmi chudých půdách. Lze ji tedy nalézt v mnoha ekologicky rozmanitých biotopech. Dřevo je ceněno pro svůj dobrý poměr pevnosti k hmotnosti a je obchodně i kulturně velmi významným druhem v řadě evropských zemí, zejména v severních státech Evropy (1).

Obrázek č. 1: Rozšíření *Pinus sylvestris* (13)



1.1 Charakteristika druhu

Borovice lesní je dřevina dosahující výšky 30–40 metrů. Kořenový systém se vyznačuje svým rozsáhlým hlavním křivým kořenem s postranním systémem kořenů. Kmen je rovný s vysoko nasazenou korunou. Borka je v mládí hladká, žlutohnědého zbarvení, jež brzy přechází v silnou šedohnědou rozpukanou borku (2).

V horní části se borovice lesní vyznačuje svým oranžovým zbarvením. Letorosty jsou zelenohnědé. Pupeny jsou protáhle vejcovité, na konci špičaté a jsou kryté rezavými šupinami. Jehlice vyrůstají po dvou na brachyblastu a mají šedo zelené zbarvení. Jsou tuhé a poměrně krátké. Opadávají po třech až šesti letech s brachyblasty. Samčí šištice jsou vejcovité a světle žlutě zbarvené. Samičí šištice jsou kulovité až vejcovitě kulovité, růžového až načervenalého zbarvení (3).

Borovice lesní je dřevinou výslovně světlomilnou, odolnou vůči mrazu a teplotním výkyvům (2). Roste na písčitéch až kamenitých mělkých půdách s nízkým obsahem živin. K typickým stanovištím patří skály, píščiny, kamenité až suťovité stráně a okraje rašelinišť. Vysazována je také v lesních kulturách a parcích. Jedná se o dřevinu, která je schopna snášet značné rozpětí půdní vlhkosti. Dožívá se až 350 let (4).

1.2 Opylování a tvorba semen

Solitérní jedinci plodí od 15 let, v zápoji od 30-40 let. Samičí šištice po opylení do podzimu dorostou velikosti lískového ořechu, začátkem října druhého roku jsou semena zralá a vylétají zpravidla v předjaří třetího roku (3).

Borovice lesní primárně jednodomý druh. Samičí šištice je tvořena větvením, ze kterého vyrůstají ve šroubovici podpůrné šupiny a v jejich úžlabí semenné šupiny (6). Samčí květní primordia se tvoří koncem léta na bázi pupenu, který zajistí růst v příštím roce. Asi dva týdny po zahájení růstu na jaře se samčí jehnědy zvětší a uvolňují pyl. V této době jsou žluté. Samičí šištice reagují na uvolnění pylu během dvou až tří dnů. Během těchto dnů přijmou pyl a krátce nato tloustnou (8). Samčí šištice jsou nesené na bázi větviček. Nejčastěji se vyskytují ve spodní části koruny a na krátkých postranních větvičkách. Protože nahrazují listy, nadměrná produkce pylu může vést k řídkému olistění. Samičí květní primordia se také tvoří koncem léta. Jsou nesené na špičkách pupenů pro růst v příštím roce. Na jednom poupěti může být jeden, dva nebo tři. Viditelné jsou až poté, co se pupeny na jaře rozšíří. Primordia se zvětší asi dva týdny po zahájení růstu na jaře (8). Kvetení nastává koncem května nebo začátkem června. Stromy různé proveniencí se však mohou lišit dobou kvetení o několik dní. Stromy severní proveniencí kvetou nejdříve. Produkce pylu bývá soustředěna na krátkých postranních větvičkách ve spodní polovině koruny stromu. Samičí květy nesou na nejbujnějších výhonech. Bývají soustředěny na horních větvích, ale mohou se vyskytovat ve kterékoli části koruny, kde je plné sluneční světlo. K opylení dochází na začátku léta. Krátce po opylení šupiny samičí strobili

ztloustnou, pylová zrnka vyklíčí a vysílají krátkou pylovou láčku. V tomto okamžiku se samičí strobili odrazí. Dalších 12 měsíců zůstává vyklíčený pyl nečinný. Po více než roce po opylení vyklíčená pylová zrna obnoví růst a oplodní vajíčka. Semena a šišky dozrávají začátkem října. Šišky vyžadují střídání období suchého a vlhkého počasí, aby se otevřely a vysypaly méně semen do začátku zimy. Mnoho semen zůstává na stromě až do časného jara. Úroda šišek se v průměru vyskytuje každý třetí a šestý rok (8).

Obrázek č. 2: Samičí šištice (7)



Obrázek č. 3: Samčí šištice borovice lesní (7)



2 Semenné sady

„Semenné sady lesních dřevin představují účelové výsadby, zakládané zpravidla z ramet získaných z ortetů jako výsledek individuální selekce těchto stromů a určitého šlechtitelského záměru, který spočívá většinou v dosažení dostatečné a snadno dostupné produkce geneticky vhodného a hodnotného osiva“ (9).

Klasifikovat semenné sady lze různě, jedním ze způsobů je rozlišování mezi tím, zda jsou klonálního původu (clonal seed orchard), nebo semenného původu (seedling seed orchard) (10). Při zakládání semenných sadů se dodržují určené požadavky, které jsou odvozené od specifického programu šlechtění. Cílem založení semenných sadů je zajištění dostatečného množství kvalitního reprodukčního materiálu pro zalesňování (11).

2.1 Typy semenných sadů

Klonální semenné sady jsou zakládány z vybraných fenotypů, které jsou množeny vegetativně, tj. roubováním, řízkováním apod. Naproti tomu jsou jádrové semenné sady zakládány materiálem semenného původu (12). Semenné sady jsou tzv. produkčními populacemi a jsou součástí šlechtitelského cyklu, jež obsahuje křížení, genetické testování a umělý výběr. Účelem produkční populace je hromadná produkce geneticky kvalitního reprodukčního materiálu jako finálního výstupu ze šlechtitelského programu do praktického lesnictví. Genetická kvalita reprodukčního materiálu je velice závislá na kvalitním testování potomstev, zejména pro identifikaci rodičů s vysokou kombinační schopností a zajištění dlouhodobých genetických zisků (10).

2.2 Semenné sady 1. generace

Semenný sad první generace je specifický tím, že v prvotní části nejsou zastoupené genotypy geneticky otestované, jedná se tedy o počátek šlechtitelského programu. Samotný výběr rodičovských stromů (klonů) je vázán na dodržení správného způsobu jejich odběru. Klony musí pocházet pouze z jedné přírodní lesní oblasti. Také musí být respektovány tzv. klimatické ekotypy: např. u borovice lesní náhorní a pahorkatinný. Sběr rouby je proveden se souhlasem orgánu veřejné správy, nejlépe v období vegetačního klidu. Před provedením sběru rouby je vlastník o sběru rouby povinen oznámit obci s rozšířenou působností záměr sběru rouby. Při sběru rouby je vhodné dodržovat šetrné techniky, např. horolezeckou techniku, aby nedocházelo k poškození stromu. Podle druhu dřeviny se rouby odebírají v různých částech stromů. Nejčastěji z horní třetiny stromu.

Náležitosti, které je potřeba splnit při sběru a zpracování rouby:

- Při sběru je nutné označit odebírané rouby číslem.
- Rouby je třeba převézt na místo vhodné ke skladování (sněžná jáma apod.).
- Roubování by mělo být prováděno svědomitě a pečlivě, popř. provedeno spolehlivou firmou či odbornou osobou.
- Roubovanci se vysazují koncem května do volné půdy.
- Nejdůležitější je evidence každého roubovance (neoznačené rouby jsou bezcenné).

Do semenného sadu jsou roubovanci vysazováni druhým až třetím rokem (11). U semenných sadů 1. generace se zaměřujeme na monitorování a hodnocení několika významných ukazatelů, jako je záznam úhynu roubovanců, určení příčin jejich úhynu, sledování fenologie kvetení, sledování tvorby semen, posouzení homogenity klonů (9).

2.3 Semenné sady pokročilých generací

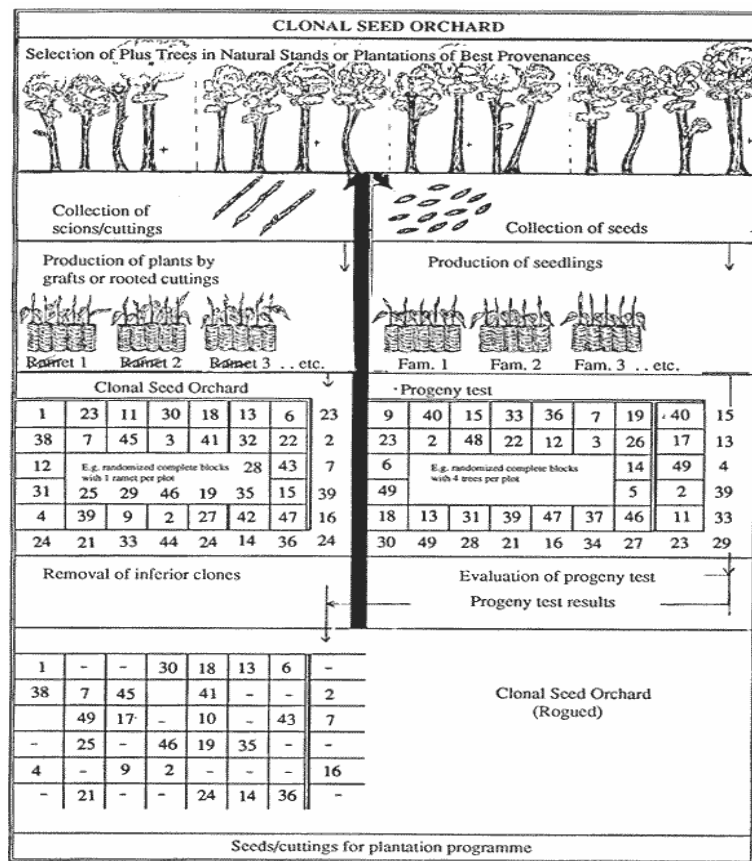
Semenný sad vyšší generace (v rámci druhých a dalších šlechtitelských cyklů) je zakládán na základě genetického testování potomstev šlechtitelské populace. Znamená to, že se ověřuje, zda potomstvo zdědilo genetické vlastnosti rodičovských stromů (11).

Šlechtěním je dosahován genetický zisk v lesních porostech, které jsou zakládány reprodukčním materiálem ze semenných sadů (17). Srovnání reprodukčního materiálu, který pocházel ze semenných sadů již první generace a reprodukčního materiálu získaného z přirozených lesních porostů, poukazuje na kvalitnější reprodukční materiál průměrně o 10-15 % u semenných sadů první generace než materiál získaný sběrem z přirozených porostů. Ve Švédsku se v 80. letech 20. století zvýšila produkce semen v semenných sadech druhé generace s vyšší kvalitou oproti přirozeným porostům až o dalších 10–20 %. Kvalita byla navýšena zejména selekcí nových rodičovských stromů. Průměrně došlo ke zvýšení kvality semen o 25 %, pokud byl využit správný postup při zakládání semenných sadů. Tento postup spočíval ve výběru rodičovských stromů, které byly identifikovány testem potomstev (28; 18).

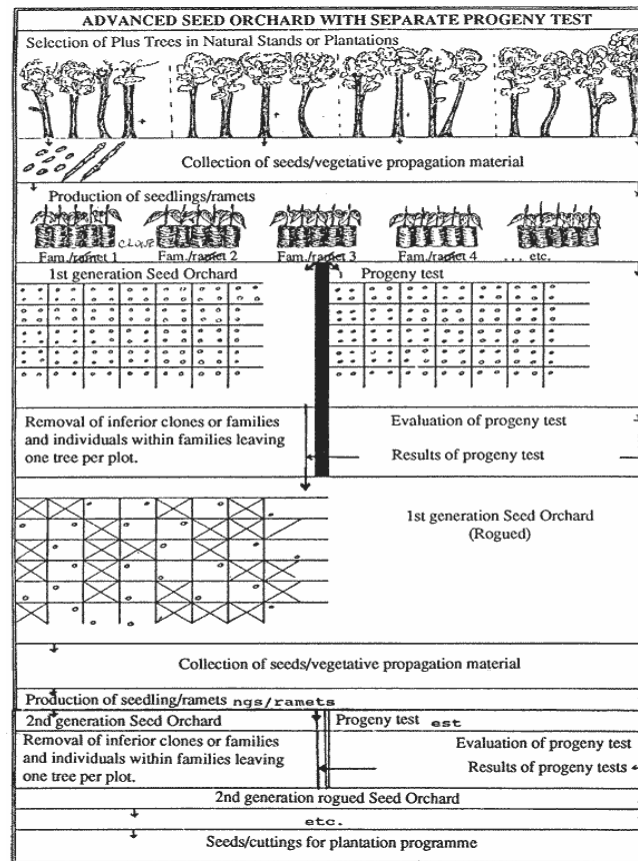
Zakládání semenných sadů 1,5 generace spočívá v odstranění inferiorních klonů na základě testu potomstev ze sadů 1. generace. Tímto způsobem dojde k navýšení genetického zisku právě v sadech 1. generace, což je v prvním šlechtitelském cyklu velice významné (11).

2.4 Srovnání v zakládání klonálního semenného sadu s jádrovým semenným sadem

Obr. č. 4: Klonální semenný sad (25)



Obr. č. 5: Jádrový semenný sad s testem potomstva (25)



2.5 Nároky na ošetřování, tvarování a sklizeň reprodukčního materiálu

Důležité činnosti, kterými jsou ošetřování, tvarování a údržba semenného sadu, vyžadují odborné znalosti a zkušenosti. V prvních letech je potřeba doplňovat uhynulé roubovance. Dalšími potřebnými činnostmi jsou sečení trávy, kontrola oplocení, aby se zamezilo vniknutí zvěře a nedocházelo ke škodám. Při tvarování roubovanců se odstraňují terminální výhony. V období, kdy se semenný sad tvaruje, se využívají dva přístupy:

1. tvarování v zimě/předjaří, které je doprovázeno sběrem šišek,
2. tvarování v létě.

V plně produktivních semenných sadech lze využít mechanizované tvarování, které je ekonomicky výhodné, ale může při něm docházet k poškození ramet, čímž by se mohlo zvýšit riziko houbových chorob. U mladých jedinců je ideální provádět individuální tvarování. Pokud rostliny napadne větší množství škůdců, doporučuje se použít ochranu před škůdci chemickými prostředky. Sady založené na chudších půdách lze podporovat hnojivy (11).

Sklizeň šišek patří k nákladově dominantním pracím v semenném sadu. Studie poukazují na výskyt čtvrtiny produkce semen v horní části koruny, polovina produkce v polovině koruny a čtvrtina ve spodní části koruny. Z pohledu nižších nákladů na semenný sad do budoucna by měl být semenný sad pravidelně udržován prořezávkou a tvarováním, čímž se docílí snížení výšky jedinců v semenném sadu (24).

2.6 Velikost semenného sadu

Velikost semenného sadu je spojena s poptávkou po semenech a také s očekávanou produkcí semen ze sadu. Proto je v této fázi zapotřebí odhadů. Záměry výsadby se mohou v budoucnu změnit a produkce semen často závisí pouze na kvalifikovaných odhadech. Pro zajištění dostatečné genetické základny a omezení samoopylení by mělo být použito minimálně 15–25 klonů (25).

Obnova semenného sadu závisí na různých faktorech, ale sad může sloužit do poslední fáze, při které jsou stromy schopny produkovat semena (25). Obnova semenného sadu se u borovice lesní směřuje k hranici 30 let (24), praxe ale funguje na principu, že jedinci v sadu produkují semena do té doby, než je založena nová geneticky vylepšená výsadba

(25), nebo jsou vlastníci lesa ochotni vynaložit větší náklady na geneticky významnější reprodukční materiál (24).

2.7 Umístění semenného sadu

Výběr místa pro semenný sad je významný pro úspěšnou produkci semen. Při výběru místa je potřeba zohlednit důležité faktory, které by mohly narušit fungování sadu:

- Semenný sad by měl být umístěn v hlavní části druhově zeměpisného a ekologického areálu daného druhu
- Semenný sad by měl být umístěn co nejdále od porostů stejného druhu nebo druhu, se kterým se mohou křížit.
- Semenný sad by měl poskytovat optimální podmínky pro opylování.
- Mělo by být vyřešeno vlastnictví půdy. Znalost možných plánů budoucího využití území, kupř. komunikace, budovy, začlenění do městských zónapod., je důležitá pro životnost semenného sadu.

Při správném zohlednění těchto ochranných opatření a požadavků, přispěje vhodně umístěný semenný sad udržitelnému a úspěšnému provozu (25).

2.8 Prostorový design semenných sadů

Obecnými požadavky na design sadu je, aby se minimalizovalo samoopylování, maximalizovalo se křížení všech genotypů a jednoduchost založení (25). Na ploše semenného sadu jsou jednotlivé klony a ramety rozmístěny tak, aby se v budoucnu zamezilo příbuzenskému křížení, které může způsobit inbrední depresi v lesních porostech, které pocházejí ze semenných sadů (31).

Mezi často používané návrhy patří zcela náhodné schéma, při kterém jsou všechny dostupné ramety všech klonů nebo všech rodin náhodně distribuovány po celé ploše a náhodné blokové uspořádání, při kterém je oblast rozdělena do stejně velkých bloků, které zahrnují jednu rametu každého klonu nebo jednoho člena každé rodiny. Ramety nebo rodiny jsou umístěny náhodně v každém bloku (25).

Běžný jev v semenných sadech je samoopylení (samosprášení). Je to forma příbuzenského křížení, při které dochází ke snížení zisku semen. Jedná se o stav, při kterém se v semenném sadu vyskytuje vysoký počet neplodných semen s nízkou klíčivostí, což přispívá ke snížení ekonomické efektivity (28; 29). Nezbytnou součástí

sadového designu je zamezit příbuzenské křížení při výběru rodičovských stromů. Je vhodné, aby prostor sadu byl optimalizován a uspořádán tak, aby byly ramety stejných klonů izolovány maximální možnou vzdáleností (30).

Další možností sadového designu je proto MI Design (Minimum Imbreeding). Tento design spočívá v přiřazovacím algoritmu, který umožňuje maximální prostorovou separaci ramet stejného klonu. Tento přístup zajišťuje minimalizaci samosprášení a je vhodný pro hospodářsky významné lesní dřeviny (31).

V roce 2016 vyvinuli Chaloupková et al. design ONA (Optimum neighborhood). Design semenného sadu Algortimus podporuje panmixii v semenných sadech a je vhodný pro sady 1. generace a také pro usnadnění zakládání semenných sadů vyšších generací (16).

3 Management semenných sadů borovice lesní ve světě

3.1 Semenné sady ve Finsku

Finsko se řadí mezi země s nejvyšším podílem lesních ploch v Evropě s lesnatostí z roku 2023 více než 75 % celkové rozlohy země (32). V relativním vyjádření je Finsko nejlesnatější zemí Evropy (33). Tento fakt představuje základní kámen pro finské lesní hospodářství a lesnickou politiku, neboť lesy hrají důležitou roli v ekonomice i ekosystému země (32). V posledních letech byl zaznamenán výrazný přírůst lesního porostu, asi 103,5 milionu metrů krychlových (33), který převýšil roční těžbu o 30 %, což vedlo k nárůstu zásoby dřeva ve finských lesích během posledních 50 let. Dominantními dřevinami ve finských lesích jsou smrk ztepilý a borovice lesní (32).

Finnish National Forest Inventory je předním systémem pro monitorování stavu lesů a lesních zdrojů ve Finsku, který kombinuje data z různých oblastí. Inventarizace lesů, prováděná od 20. let 20. století každých pět až 10 let, využívá moderní technologie, jako jsou pozemní měření, laserové skenování z letadla a letecké snímkování. Tento přístup umožňuje získávat přesné a aktualizované informace o stavu a vývoji lesních ekosystémů (32). V posledních desetiletích Finsko také výrazně zvýšilo plochu ochrany lesa. Chráněno je asi 13 % finských lesů, což představuje pětinasobné zvětšení chráněné oblasti od 80. let 20. století. Tento trend představuje důležitý krok k zachování biologické rozmanitosti a podpoře přirozeného hospodaření v lesích, které je spolu s ochranou klíčovým nástrojem pro udržitelné využívání lesních zdrojů (32).

Počátkem 50. let 20. století byly ve Finsku založeny první semenné sady. Koncem 60. let 20. století začalo rozsáhlé zakládání semenných sadů, které bylo dokončeno v polovině 70. let. Při zakládání těchto sadů se cílilo na produkci osiva, které bylo potřeba ve školkařských závodech, a také pro přímý výsev lesních dřevin. Plocha, na níž byly založeny porosty semenných sadů, v roce 2008 dosahovala u borovice lesní zhruba 3000 hektarů a 300 hektarů plochy semenných sadů smrku ztepilého (*Picea abies*). V roce 2008 bylo ve Finsku registrováno 141 semenných sadů první generace borovice lesní o rozloze 2 202 ha (34). Srovnání minulosti a dat z roku 2021 (viz Tab. 1) poukazují na úbytek uznaných semenných sadů (15). Zároveň tento fakt přináší pohled na vývoj a kvalitu ve správě semenných sadů ve Finsku.

Tabulka č. 1: Uznané semenné sady borovice lesní ve Finsku – kategorie qualified/tested (2021) (15)

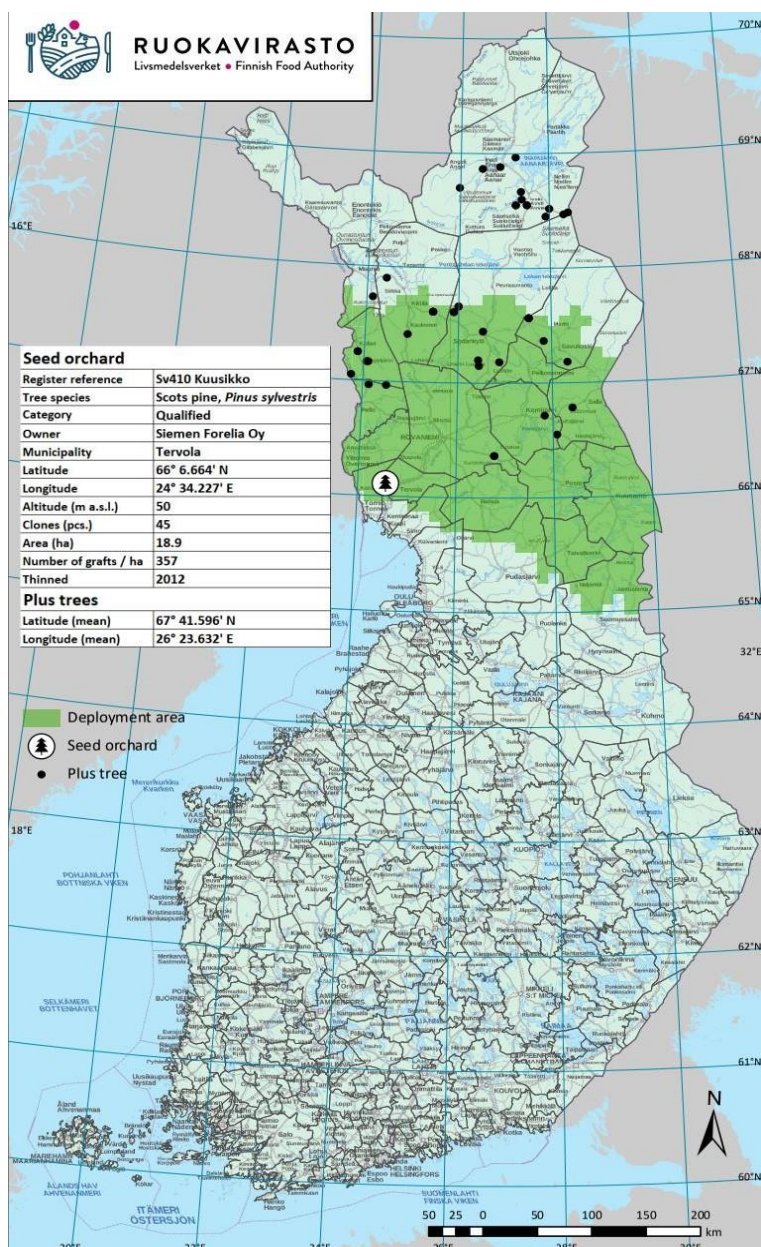
Registr. údaje		Název	Categorie									
1.	Sv25	Heinäsuo	Qualified	29.	Sv272	Korkeamäki	Qualified	57.	Sv407	Ruhala	Tested	
2.	Sv67	Naulamäki	Qualified	30.	Sv277	Rimmi	Qualified	58.	Sv408	Hinkka	Tested	
3.	Sv68	Napsala	Qualified	31.	Sv281	Nurmela	Qualified	59.	Sv409	Ruunamäki	Qualified	
4.	Sv69	Tuoresoja	Qualified	32.	Sv282	Mämikkö	Qualified	60.	Sv410	Kuusikko	Qualified	
5.	Sv72	Hienolanaho	Qualified	33.	Sv284	Seppälän tila	Qualified	61.	Sv411	Koljo	Tested	
6.	Sv96	Mellonkylä	Qualified	34.	Sv290	Tourula	Qualified	62.	Sv414	Kokko	Tested	
7.	Sv124	Suokanta	Qualified	35.	Sv293	Nättilä	Qualified	63.	Sv415	Uusi-Parkkola	Qualified	
8.	Sv133	Metsä-Ihala	Qualified	36.	Sv297	Kankai stenmäki	Qualified	64.	Sv416	Uusi-Jokela	Tested	
9.	Sv149	Mustasuu	Qualified	37.	Sv300	Paronen	Qualified	65.	Sv417	Ahvenlampi	Tested	
10.	Sv155	Ruoksu	Qualified	38.	Sv301	Manteresaari I	Qualified	66.	Sv418	Komu	Tested	
11.	Sv160	Metsä-Ihala	Qualified	39.	Sv302	Kivisaari I	Qualified	67.	Sv419	Käpy-Amerikka	Qualified	
12.	Sv165	Jörkki	Qualified	40.	Sv304	Niskamäki	Qualified	68.	Sv429	Suokanta 2	Tested	
13.	Sv190	Metsä-Ihala	Qualified	41.	Sv311	Puoliväli	Qualified	69.	Sv432	Lapinkultaa	Qualified	
14.	Sv192	Riihimäki	Qualified	42.	Sv314	Tallimäki	Qualified	70.	Sv434	Loimola	Tested	
15.	Sv200	Hirola III	Qualified	43.	Sv320	Manteresaari II	Qualified	71.	Sv435	Käpy-Herttua	Tested	
16.	Sv201	Kalliola	Qualified	44.	Sv321	Kivisaari II	Qualified	72.	Sv436	Veikonmäki	Tested	
17.	Sv218	Hirola IV	Qualified	45.	Sv323	Vitikkala	Qualified	73.	Sv440	Honkamäki	Tested	
18.	Sv226	Kulperi	Qualified	46.	Sv337	Mellonkylä	Qualified	74.	Sv441	Saw on Elite	Tested	
19.	Sv228	Karminkangas II	Qualified	47.	Sv338	Mellonkylä	Qualified	75.	Sv442	Vaalan Väkevä	Tested	
20.	Sv238	Rietula	Qualified	48.	Sv339	Mellonkylä	Qualified	76.	Sv451	Pekolampi	Tested	
21.	Sv239	Hangasjärvi	Qualified	49.	Sv370	Siirtola	Qualified	77.	Sv452	Junttila	Tested	
22.	Sv240	Niemisjärvi	Qualified	50.	Sv372	Nurmijärvi	Qualified					
23.	Sv241	Ristivehmas	Qualified	51.	Sv392	Ruoksu	Qualified					
24.	Sv244	Leveäjärvi	Qualified	52.	Sv398	Knuutila	Qualified					
25.	Sv245	Liukkola	Qualified	53.	Sv400	Alkärr	Qualified					
26.	Sv249	Metsäväärä	Qualified	54.	Sv404	Suhola 2	Tested					
27.	Sv255	Parila	Qualified	55.	Sv405	Peräsuo	Tested					
28.	Sv267	Naulavuori	Qualified	56.	Sv406	Seppälä	Tested					

Studie, které se zabývají genetickou adaptabilitou a diverzitou u hospodářských druhů lesních dřevin v souvislosti s klimatickými změnami, přispívají k pochopení postupů při obnově lesů. Výzkum, který se zabýval adaptabilitou a genetickou diverzitou reprodukčního materiálu ve vztahu k lesnímu hospodářství a klimatickým změnám, provedl v roce 2008 T. Nikkanen et al. studii zaměřenou na semenné sady borovice lesní, zejména na reprodukční materiál, který pocházel ze severního Finska. Za účelem zlepšení kvetení a dosažení lepší vyzrálости semen se v minulosti téměř všechny semenné sady, ve kterých se nacházely jedinci ze severního Finska, nacházely v jižních částech země. Předpokladem bylo, že pokud budou klony ze severního Finska použity v semenných sadech v jižním Finsku, bude dosažena izolace mezi klony semenných sadů a lesy v okolí. Tento předpoklad se neprokázal. Neprokázala se žádná izolace mezi klony, navíc se snížil genetický zisk a přizpůsobivost sazenic při použití v oblastech, odkud pocházely mateřské klony (34). Další výzkum, který se zabýval přizpůsobivostí sazenic borovice lesní vzhledem k přírodním podmínkám, provedl k roku 2023 Dongxia Wu et al. V rámci studie přizpůsobivosti reprodukčního materiálu na změny klimatu byly ve Finsku a na Ukrajině založeny semenné sady borovice lesní, aby se zjistilo, zda prostředí, které se nachází mimo přirozené rozšíření druhu může ovlivnit řadu významných znaků, zejména mrazuvzdornost, která je významná pro úspěšnou obnovu lesa. Vědci prokázali, že mrazuvzdornost sazenic hodnocená bezprostředně po mrazových testech byla u finských potomstev vyšší než u potomstev z Ukrajiny. Tento rozdíl se neprokázal, když byly sazenice testovány v umělém prostředí, kde byli jedinci vystaveni mrazu. Poznatky naznačují výhody využívání geneticky hodnotného reprodukčního materiálu v různých geografických oblastech, s ohledem na přizpůsobivost sazenic v novém prostředí (36).

Koncem 90. let 20. století začala nová generace semenných sadů, která je založena na testování potomstev s klonálními replikacemi. Nové semenné sady byly zaměřeny na produkci veškerého potřebného osiva pro celé Finsko, zejména se jednalo o produkci osiva pro severní části země a pro přímý výsev. Hlavním cílem semenných sadů tzv. 1,5 generace je produkovat osivo s co nejlepší genetickou kvalitou. Cílem byla produkce osiva s genetickým ziskem asi o 10 % vyšším než v semenných sadech první generace. V semenných sadech bylo využito 20 až 30 klonů. Rámcový plán produkce semen lesních dřevin z let 2003–2004 vycházel z programů 1989–1997. Nová studie měla vykazovat potřebu osiva lesních dřevin v letech 2005–2030 (34).

Změny klimatu přináší významné důsledky pro ekosystémy. Tyto změny představují výzvy pro oblasti obnovy a výsadby lesů. V reakci na tyto výzvy Finský potravinový úřad (Ruokavirasto) oznámil zavedení nových oblastí, kde se využije reprodukční materiál borovice lesní, což zároveň zohledňuje vývoj změny klimatu. Tyto oblasti byly určeny na základě rozsáhlého výzkumu Ústavem přírodních zdrojů Luke ve spolupráci s vědci z Finska a Švédska. V úvahu bylo bráno, že jedním z klíčových faktorů pro růst stromů jsou klimatické podmínky, zejména v raném stadiu po vysazení, a borovice lesní bude čelit odlišným podmínkám než nyní, zejména v odlišných teplotních podmínkách (38). Oblasti, ve kterých bude využit reprodukční materiál borovice lesní označila zpráva „The area of use of pine seed cultivation“ (39).

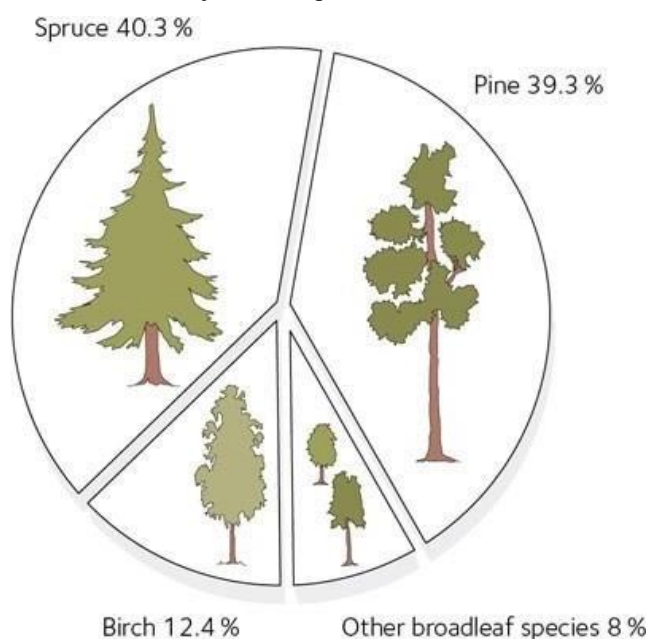
Obrázek č. 6: Příklad semenného sadu borovice lesní z Finské databáze (15)



3.2 Semenné sady ve Švédsku

Lesní plocha zaujímá téměř 70 procent rozlohy Švédska a toto číslo zůstává dlouhodobě stabilní. Takřka 83 procent lesní půdy ve Švédsku pokrývají jehličnaté lesy, smíšené lesy tvoří 12 procent a listnaté lesy pět procent. Rozšíření dřevin není všude ve Švédsku stejné. Borovice lesní ve srovnání se smrkem ztepilým roste v oblastech v suché a chudé půdě, naopak smrk ztepilý pro svůj zdárný růst využívá vlhké a na živiny bohatší půdy. Střední kvalita půdy zajišťuje již větší různorodost dřevin (40). Objem dřeva podle u hlavních druhů dřevin ve Švédsku znázorňuje obrázek č. 7 níže.

Obrázek č. 7: Objem dřeva podle druhu dřevin ve Švédsku (2017) (40)



Zakládání semenných sadů ve Švédsku spočívalo zejména ve fenotypovém výběru jedinců z lesních porostů. Poté byly zakládány klonální semenné sady. Tyto semenné sady klonálního původu jsou zakládány takřka šest desetiletí. Dominuje v nich borovice lesní (*Pinussylvestris*) a smrk ztepilý (*Picea abies*). Výběr jedinců se zpočátku prováděl v přirozených lesích, avšak postupně se přistupovalo k výběru ze semenných sadů. Poté bylo provedeno roubování a vysazení v semenných sadech (41).

V roce 2007 více než 60 % všech sazenic pocházelo ze semenných sadů. Produkce semen v nově zřízených semenných sadech toto procentuální vyjádření produkce zvyšuje (41). Vývoj semenných sadů ve Švédsku můžeme rozdělit na tři období (41):

První období (1949–1972) přineslo založení prvních semenných sadů. Vývoj semenných sadů se potýkal s několika výzvami, mezi které patřila kvalita reprodukčního materiálu. Ve Švédsku se po druhé světové válce urychlil program šlechtění zejména díky velké

poptávce po dřevu na obnovu Evropy. Díky tomu se založily semenné sady, které v současnosti dodávají většinu materiálu pro obnovu lesů. Těmto semenným sadům předcházela výběr nejlepších jedinců v lesích, které odborníci podrobně popsali a poté vybrané jedince uznali za vhodné. Většina semenných sadů obvykle zahrnovala 40 klonů. Postupem času byly tyto sady postupně vyřazovány z produkce a nahradily se geneticky vylepšenými semennými sady. **Druhé období (1981–1994)** bylo zahájeno novým státem financovaným programem semenných sadů. V této fázi se začalo se selekcí výjimečných jedinců v mladších porostech, přičemž se poté zakládaly semenné sady o větším počtu klonů. **Třetí období (2004–?)** se zaměřilo na genetický materiál založený na testování. Do roku 2007 bylo založeno několik nových semenných sadů lesních dřevin, zejména borovice lesní a smrku ztepilého. Očekával se větší přínos genetického zisku při využívání testovaného materiálu než z předchozích období (41). Na základě diskusí o počtu klonů v semenných sadech vědci v roce 2005 zveřejnili model, jehož cílem je maximalizace užitku semenných sadů na základě specifických kritérií (např. dostupné testované genotypy, vliv kontaminace pylem apod.). Bylo zjištěno, že optimální počet klonů pro semenné sady borovice lesní je 16 (42). Běžný semenný sad ve Švédsku se skládá z 25 klonů (43), např. pro založení semenném sadu Västerhus bylo vybráno celkem 28 klonů ve snaze aplikovat pokročilé návrhy semenného sada v provozu (44). Švédské sady dosahují plné produkce semen po 15 letech a mají životnost přibližně 40 let. Semenné sady borovice lesní jsou vysazovány ve sponu 3×7 metrů. Řady se pravidelně prořezávají po dosažení výšky tří metrů. Semenné sady smrku ztepilého se vysazují ve sponu 2,5×7 m (43).

Semenné sady ve Švédsku a jejich úloha (do roku 2006) (41)

Tabulka č. 2: Procento sazenic ze semenných sadů (19)

Druh dřeviny	1975	1990	1995	2001	2006
Borovice lesní	60	60	Většina	62	78
Smrk ztepilý	Malý	15	14	38	49

Poznámka k tabulce: Srovnání

Statistická data z roku 2022 vykazují, že dostupných sazenic borovice lesní bylo v tomto roce 228,7 milionu. U smrku bylo dostupných 176,4 mil. sazenic (47). V roce 2021 bylo do Švédska z jiných zemí dovezeno více než 54,7 milionu sazenic. To znamená, že 12 procent dodaných sazenic v roce 2021 (z celkových 422 milionů sazenic) bylo alespoň částečně vyprodukováno v zahraničí. Roku 2022 pocházelo 84 procent reprodukčního

materiálu ze švédských semenných sadů. Reprodukční materiál borovice lesní a borovice vejmutovky pocházel téměř výhradně ze švédských semenných sadů (48).

Tabulka č. 3: Podíl produkce reprodukčního materiálu ze semenných sadů v letech 2012–2022 (19)

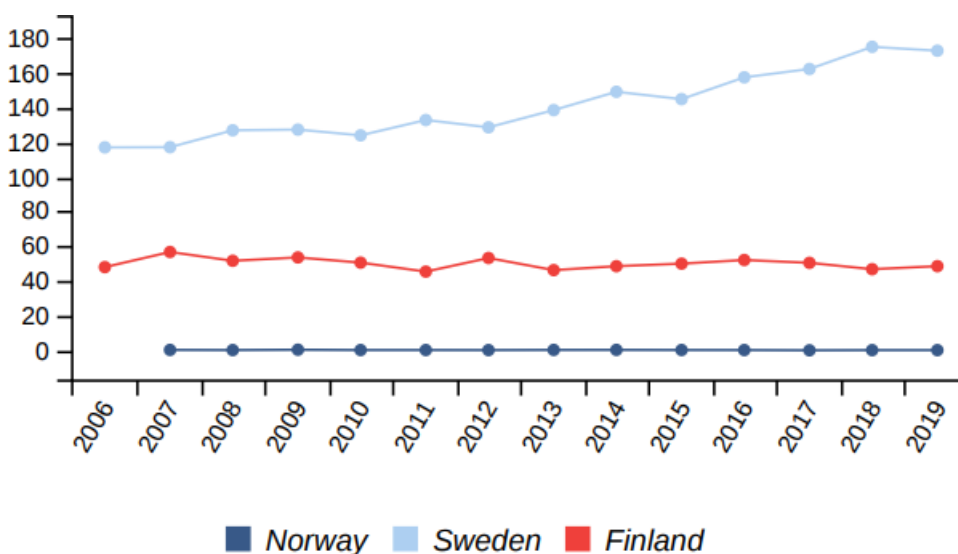
Druh	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Borovice lesní	90	91	95	94	95	98	98	97	98	96	95

Ve vztahu k zemím severní Evropy orgán NordGen Forest, jehož oblastmi zájmu jsou genetika a ochrana genetických zdrojů, produkce semen a sazenic pro obnovu lesů a který spolupracuje s výzkumníky, šlechtiteli, lesníky a dalšími osobami, jejichž práce je zaměřena na lesnický sektor, zveřejnil zprávu o stavu reprodukčního materiálu do roku 2019. Ve Finsku, Švédsku a Norsku panuje jednoznačná shoda na tom, že důležitým cílem pro vyspělé a odolné lesy budoucnosti je genetická diverzita (49).

3.2.1 Statistické údaje o reprodukčním materiálu v zemích severní Evropy

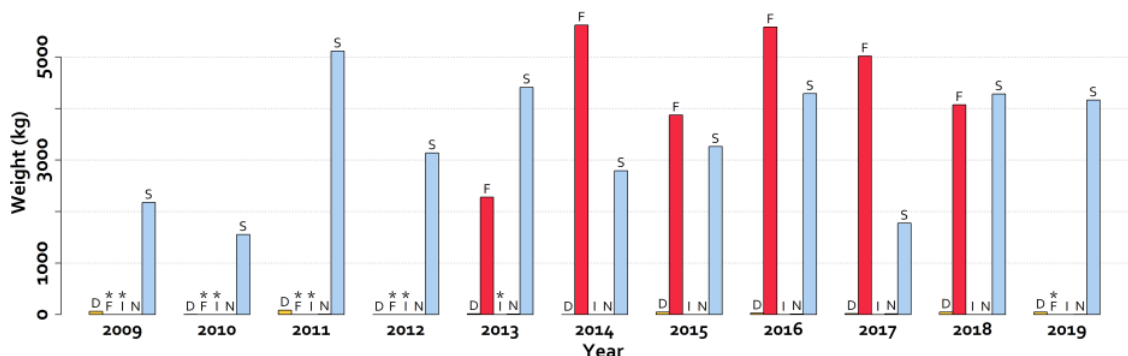
Výběr druhů pro lesní produkci je rozdílný v závislosti na druzích, které se vyskytují přirozeně, a které dobře prospívají v různých klimatických podmínkách. Ve Finsku, Švédsku a Norsku tvoří většinu produkce reprodukčního materiálu pro lesnictví dva jehličnany: borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a smrk ztepilý (*Picea abies*). Největší ekonomický podíl na produkci z těchto dvou dřevin má smrk ztepilý, protože se rozsáhle přirozeně obnovuje (50).

Obr. č. 8: Reprodukční materiál borovice lesní dodaný do lesnictví v letech 2006–2019 (v milionech sazenic dodaných pro Norsko, Švédsko, Finsko) (50)



Smrk ztepilý neprodukuje semena každoročně, ale dochází u něj k významné nepravidelné produkci semen. Co se týká produkce semen, ta je častější u borovice lesní (50).

Obr. č. 9: Produkce semenného materiálu borovice lesní ve Švédsku (S), Finsku (F), Norsku (N) a Dánsku (D) k rokům 2009–2019 v kilogramech. (50)



3.3 Semenné sady na Ukrajině

Posledních 70 let bylo v semenných sadech na Ukrajině provedeno mnoho studií, které souvisejí s managementem semenných sadů. V roce 2019 celková výměra klonálních semenných sadů činila 1 040,3 ha, jádrových semenných sadů bylo pouze 273,7 ha (21).

Vývoj semenných sadů na Ukrajině spočíval zejména ve vytvoření dostatečné genetické banky reprodukčního materiálu lesních dřevin. Během posledních 70 let lze definovat čtyři období (21):

1. **období – od poloviny 50. let do poloviny 70. let.** V tomto období proběhl výběr prvních výjimečných jedinců a následovalo založení prvních semenných sadů s testy potomstev, také se cílilo na efektivní metody roubování v semenných sadech;
2. **období – od poloviny 70. do počátku 90. let.** V tomto období docházelo k plošnému zakládání semenných sadů s testy potomstev, také zde byla snaha zdokonalit zakládání semenných sadů technologicky;
3. **období – od začátku 90. let do roku 2010.** V tomto období neproběhl významný vývoj v semenářství a šlechtění lesních dřevin;
4. **období – od roku 2010 do 2022.** Dochází k obnovování činnosti v oblasti šlechtění lesních dřevin a semenářství. Důraz je kladen především na rozvoj nových šlechtitelských činností na Ukrajině (21).

Studie Jurije Haydye et al. z roku 2019 vzhledem k výzkumu semenných sadů na Ukrajině označila oblast „reprodukční materiál ze semenných sadů“ za jeden z důležitých směrů.

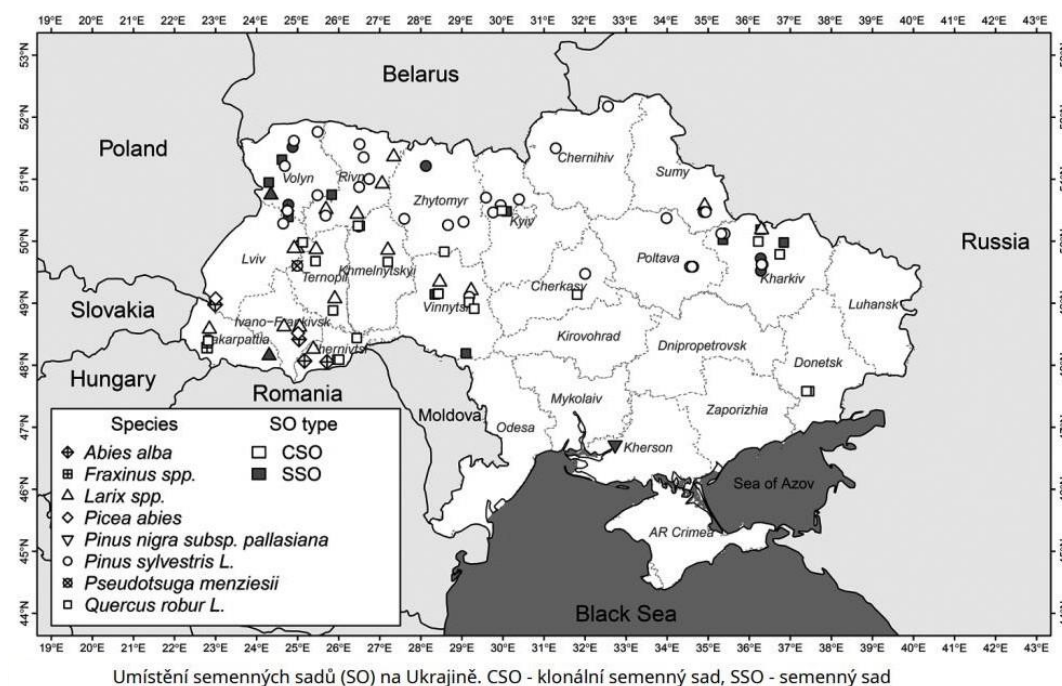
Testy semenných sadů a potomstva vyžadují průběžné sledování, a vyvození závěrů, zda jsou vhodné pro produkci geneticky hodnotného reprodukčního materiálu. Také zmiňuje vhodnost vyvinout nové šlechtitelské programy pro hlavní druhy lesních dřevin a zvážit rozsáhlé testování potomstva. Navíc by měla být lesní semenná základna doplněna o nové lesní genové banky, avšak za předpokladu finanční podpory předních lesnických šlechtitelských institucí, především lesnických výzkumných ústavů (21).

Hlavním kritériem semenných sadů je zejména kvalita semen. Shlonchak a Shlonchak 2009 zmiňují klonální semenný sad borovice lesní v oblasti Kyjeva se 400 jedinci na hektar s produkcí semen od 8,8 do 12,0 kg/ha (ve stáří 11–15 let). Při 200 jedincích na hektar s výnosem až 17,8–18,2 kg semen/ha (ve stáří 20–25 let). Hlavní výsledky, které se vztahují k různým metodám tvarování koruny borovic ukázaly, že jedinci s více vrcholy produkují více semen než jedinci s jedním vrcholem (21; 62). V semenných sadech se uplatňují různé metody, které stimulují produkci semen. Patří mezi ně hnojení půdy, které může výrazně zlepšit úrodu semen. Podle šetření provedených v oblasti Kyjeva a Charkova bylo nejlepších výsledků dosaženo přidáním minerálních hnojiv. Ošetření hnojivem neovlivnilo růst roubovanců, ale zvýšil se počet samičích a samčích květů. Intenzita kvetení klonů, které měly nízký výnos se zvýšila o 56–87 %, zatímco u klonů, které měly vysoký výnos pouze o 17–20 %. Dva roky po oplození se výtěžnost šišek jednotlivých klonů výrazně zvýšila ze dvou na 214 % (21; 62; 63).

Tab. č. 4: Semenné sady založené na Ukrajině do roku 2013 (21)

Species	Total area of seed orchards [ha]	
	clonal	seedling
<i>Pinus sylvestris</i>	572.5	96.6
<i>Pinus pallasiana</i> (<i>Pinus nigra</i> ssp. <i>pallasiana</i>)	35.1	9.0
<i>Picea abies</i>	20.4	3.8
<i>Larix decidua</i>	49.4	–
<i>Abies alba</i>	25.3	–
<i>Pseudotsuga Menziesii</i>	10.0	–
<i>Quercus robur</i>	293.0	60.4
<i>Quercus rubra</i>	–	2.0
<i>Fagus sylvatica</i>	–	16.0
<i>Fraxinus excelsior</i>	1.9	–
Total	1007.6	187.8

Obrázek č. 10: Rozmístění semenných sadů na Ukrajině podle dřeviny (21)



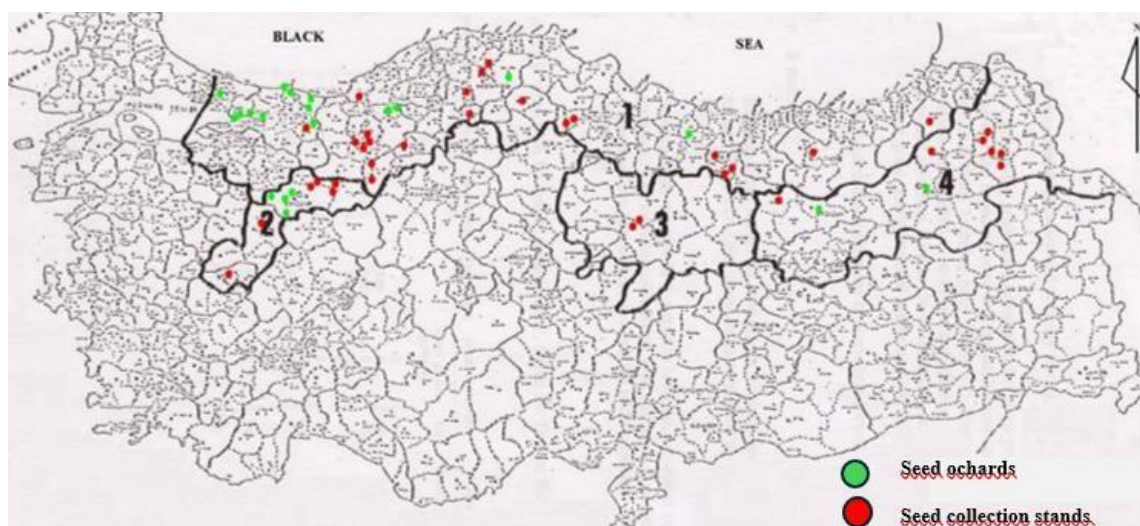
3.4 Semenné sady v Turecku

První dva semenné sady byly založeny na cvičné ploše Lesnické fakulty v Istanbulu roku 1964. Při založení bylo využito 10 klonů a 96 ramet. Z důvodu nízkého počtu klonů nebyla produkce semen v těchto semenných sadech účelem. Později bylo cílem založit semenné sady za účelem produkce semen. Vybraly se ekonomicky důležité druhy dřevin a pro každý druh byly posouzeny oblasti, které budou splňovat požadavky nejen na

výsadbu, ale také na semena. Po výběru vhodných jedinců následovalo založení klonálního semenného sadu. První klonální semenný sad byl založen roku 1976 pro *P. brutia*. Šlechtění ekonomicky důležitých druhů pokračovalo tímto způsobem až do roku 1993. Semenné sady založené v této době byly obvykle 30 klonové a nebyly geneticky testovány. Každý klon byl vybrán z jednoho semenného porostu ze stejného prostředí (52). Fenotypový výběr byl využívána při zakládání raných semenných sadů. Fenotypový výběr a testy potomstev jsou plánovány při novém zakládání semenných sadů, a to na základě Národního programu šlechtění dřevin a semenářství (53).

Národní program šlechtění lesních dřevin a produkce reprodukčního materiálu pro Turecko byl zaveden v roce 1994. Jako cílové druhy dřevin byly určeny *Pinus brutia*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*, *Cedrus libani* a *Fagus orientalis*. Cílem bylo splnit požadavek na reprodukční materiál pro výsadbu 150 000 ha ročně pro tyto druhy. Studie šlechtění v rámci národního programu se urychlily testy potomstev. Kromě toho byly založeny semenné sady s vyšším počtem klonů (41–152 klonů). Do roku 2006 bylo v Turecku založeno 174 semenných sadů o rozloze 1 200 hektaru. Devadesát dva procent semenných sadů bylo založeno pro *Pinus brutia*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris* a *Cedrus libani*. Celkový počet semenných sadů založených pro borovici lesní byl 20 s rozlohou 111,3 ha. Semenné sady pokrývají spotřebu reprodukčního materiálu pouze u prvních třech druhů: *Pinus brutia*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris* (52).

Obrázek č. 11: Semenné sady v Turecku (2007) (53)



V Turecku se podle nejnovějších dat z roku 2021 nachází celkově 185 semenných sadů o rozloze 1 443,3 ha. V těchto sadech se nachází celkem 12 druhů dřevin (54). Z historického hlediska bylo do roku 1980 zřízeno 10 % těchto sadů, do roku 1990 40 %, do roku 2000 40 % a do roku 2021 100 %.

do roku 2000 70 %, do roku 2010 82 % a mezi lety 2010–2020 zbývajících 18 % semenných sadů. Výzkum, který provedl Billiren et al. (2021) v celkem 113 klonálních semenných sadech, z nichž 20 bylo do současné doby zrušeno, prokázal, že semenné sady, které jsou stále v provozu, mají u *Pinus brutia* a *Pinus nigra* vyšší efektivní počet klonů a také hodnoty genetické diverzity ve srovnání se sady, které byly zrušeny (54).

Tabulka č. 5: Semenné sady v Turecku k roku 2021 (52)

Türü	Miktari (adet)	Alani (ha)
<i>Pinus brutia</i>	78	663.2
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>pallasiana</i>	55	473.1
<i>Pinus sylvestris</i>	20	105.8
<i>Picea orientalis</i>	9	33
<i>Cedrus libani</i>	8	54.7
<i>Pinus pinea</i>	7	87.1
<i>Pinus halepensis</i>	3	12.7
<i>Sorbus torminalis</i>	1	4.2
<i>Pinus pinaster</i>	1	3.3
<i>Liquidambar orientalis</i>	1	3.1
<i>Ziziphus jujuba</i>	1	2.0
<i>Juniperus phoenicea</i>	1	1.1
Toplam	185	1443.3

(Poznámka: Türü – druh dřeviny; Miktari – počet semenných sadů; Alani – plocha; Toplam – celkem)

3.5 Semenné sady v České republice

Semenné sady se řadí mezi nejvýznamnější zdroje osiva lesních dřevin pro obnovu lesa v České republice. Jsou zakládány jako výsadby selektovaných klonů nebo generativních potomků rodičovských stromů. Cílem je dosáhnout častějších, bohatších a snadnějších sklizní vysoce kvalitního osiva. Všechny semenné sady v ČR jsou evidovány v registru zdrojů reprodukčního materiálu (55). K roku 2022 bylo zaznamenáno 137 semenných sadů druhů dřevin s celkovou výměrou 305,34 ha (56). V ČR bývají semenné sady většinou vegetativního původu, založené z roubovanců pěstovaných z výběrových stromů. K dominantním druhům se řadí borovice lesní, modřín evropský a smrk ztepilý (55).

3.6 Historie zakládání semenných sadů

Počátek zakládání semenných sadů v České republice se datuje do konce 60. let 20. století. První období bylo označováno jako „éra modřínu“ (1958–1990), poté následovaly „éra borovice lesní“ (1973–1990) a éra smrku ztepilého (1975–2000).

Po roce 1990 začala „éra listnáčů“, byly zakládány sady třešně, javoru, lípy a dalších

druhů lesních dřevin. V současné době mají semenné sady menší výměry (kolem 1–1,5 ha). Velký důraz je kladen především na zachování genofondu a významu reprodukčního materiálu lesních dřevin (55).

Tabulka č. 6: Přehled současných uznaných semenných sadů borovice lesní v České republice (27)

	Evidenční číslo	Název sadu	Lokalita	Uznáno od
1.	CZ-3-3-BO-00139-16-5-J	Lány	Na Svobodě	26.11.2021
2.	CZ-3-3-BO-00043-6-4-P	Silov	Silov, p.č. 1293	01.01.1990
3.	CZ-3-3-BO-00054-17-3-S	PABOZEK	PABOZEK	01.01.1993
4.	CZ-3-3-BO-00055-18-3-P	BUKOVINA	ZBIROH	01.01.1990
5.	CZ-3-3-BO-00065-36-2-J	KOKA	KOSTNIKY	01.01.2001
6.	CZ-3-3-BO-00066-36-2-T	KLETNA	KLETNA	01.01.1990
7.	CZ-3-3-BO-00071-24-4-H	Nad kapličkou	Šonov, DKM2734	01.01.1991
8.	CZ-3-3-BO-00076-36-2-B	VRCAVA II	VRCAVA	01.01.1992
9.	CZ-3-3-BO-00078-17-2-H	Panenská	Panenský	01.01.1990
10.	CZ-3-3-BO-00079-6-2-P	Doubrava	Kaznějov	01.01.1990
11.	CZ-3-3-BO-00082-15-3-C	ZAMECKY	HOLICKY	01.01.1993
12.	CZ-3-3-BO-00089-15-3-C	Remíz	Pleše	01.01.1993
13.	CZ-3-3-BO-00095-6-3-P	KOTOVICE	KOTOVICE	01.01.1996
14.	CZ-3-3-BO-00099-18-3-V	LISICE	CHLUMEC	01.01.1998
15.	CZ-3-3-BO-00100-30-2-B	POROST 333D	POROST 333Da102	01.01.1996
16.	CZ-3-3-BO-00106-1-5-K	HAZLOV	POROST 2D	01.01.1996
17.	CZ-3-3-BO-00116-13-6-C	VRESNA	VRESOVA	01.01.1993
18.	CZ-3-3-BO-00184-4-4-V	Bukovina	Valeč	29.08.2022
19.	CZ-3-3-BO-00127-3-6-K	ODDELENÍ 195	ODDELENÍ 195	01.01.1996
20.	CZ-3-3-BO-00129-11-5-P	ORLOV	ODDELENÍ 124	01.01.1997
21.	CZ-3-3-BO-00154-29-4-T	Rudíkovy	Rudíkovy	01.01.2005
22.	CZ-3-3-BO-00157-16-6-E	Nad Damníkovem	Nad Damníkovem	01.01.2015
23.	CZ-3-3-BO-00165-19-5-U	Hrádek	DKM 326/4	26.09.2017
24.	CZ-3-3-BO-00028-24-5-H	SLEGL	Křinice	01.01.1991
25.	CZ-3-3-BO-00034-16-4-J	Šibeňák	Humpolec	01.01.1990
26.	CZ-3-3-BO-00193-10-3-S	Višňová	Zlaté Hory	21.12.2021
27.	CZ-3-3-BO-32090-1-5-U	Brandov	Brandov	01.01.2014
28.	CZ-3-3-BO-00204-18-3-V	Lišice	LHC Borohrádek	21.03.2022

3.6.1 Legislativa vzhledem k semenným sadům v České republice

Semenné sady jsou v České republice regulovány zákonem. Zvláštní význam má zákon **č. 149/2003 Sb., o uvádění reprodukčního materiálu lesních dřevin do oběhu**. Tento zákon stanovuje jasné podmínky, jakými lze zakládat a uznat semenné sady. V § 15 je upraven proces uznávání zdrojů kvalifikovaného reprodukčního materiálu, kde semenné sady mají významnou roli. Potřebný je odborný posudek, který vypracuje pověřená

osoba. Tento posudek osvědčuje, že genetická a morfoložická kvalita, věk, plocha, struktura a zdravotní stav sadu splňují požadavky dané zákonem. Poté na základě výsledků hodnocení rozhodne krajský úřad o uznání zdroje (57).

Vyhláška č. 29/2004 Sb. stanoví v § 10 postup, kterým lze uznat zdroj reprodukčního materiálu. Potřebný je zejména projekt schválený a registrovaný osobou, která je k tomuto účelu pověřena. Projekty musí schvalovat a zaregistrovat osoby k tomu pověřené. Projekty obsahují informace o umístění, druhu dřeviny, počtu klonů a plánu výsadby a další parametry. V příloze č. 26 této vyhlášky jsou uvedeny požadavky pro uznání semenných sadů (57).

3.6.2 Vyhláška č. 139/2004 Sb.

Vyhláška č. 139/2004 Sb. v § 1 odst. 3 stanoví, že použití reprodukčního materiálu ze semenných sadů musí podléhat podmínkám, které jsou uvedeny v rozhodnutí o schválení zdroje. Semenný sad musí projít legislativně schvalovacím procesem. Příprava na založení semenného sadu je dlouhodobý proces, který spočívá ve vypracování šlechtitelského plánu, vedení podrobné dokumentace, výběru vhodných ploch, přípravy roubovanců a vytvoření projektu. Semenné sady jsou zakládány na základě předem schválené dokumentace s celým procesem od přípravy a založení semenného sadu po jeho uznání trvá až 20 let. Vzhledem k této dlouhodobé trvání je nutné průběžně evidovat a aktualizovat informace v souladu se zákonem. Vlastníkem semenného sadu může být každý, kdo dodržuje příslušná ustanovení, která jsou dána zákonem zároveň má schválený projekt pověřenou osobou. Touto pověřenou osobou je Ústav pro hospodářskou úpravu (ÚHÚL). O uznání semenného sadu rozhoduje orgán veřejné správy na základě odborného posudku pověřené osoby. Aby bylo možné využívat reprodukční materiál z tohoto zdroje, je potřebné uznání semenného sadu (57).

3.7 Semenné sady u Lesů ČR, s. p. (2010–2019)

V roce 2022 Lesy ČR spravovaly 89 semenných sadů, přičemž navíc osm semenných sadů bylo v nájmu (67). V souvislosti s optimalizací počtu a výměry semenných sadů Lesy ČR, s. p., stanovily podmínky, za jakých se reprodukční materiál ze semenných sadů v budoucnu využije, jelikož jsou semenné sady u Lesů ČR zdrojem, odkud čerpají reprodukční materiál. Cílem je využití reprodukčního materiálu v rámci přírodních lesních oblastí a možností přenosů do oblastí s možností umělé obnovy. Podle spotřeby reprodukčního materiálu konkrétních dřevin se pomýšlí na zakládání nových semenných

sadů, včetně ekonomického zhodnocení, např. u borovice lesní zakládání semenných sadů 2. generace. Také se zamýšlí zvýšit koordinaci efektivního využívání osiva ze semenných sadů, dořešit drážbu půdy a zlepšit management semenných sadů. V případě roubovanců se plánuje vhodným udržovacím řezem zvýšit jejich vitalitu a vhodně tyto roubovance doplnit (58). Významné bylo založení dvou semenných sadů druhé generace (Třeboň a Plasy – Kamenice) metodikou El-Kassabyho a Lstibúrka (2009). Jedná se o první semenné sady druhé generace v České republice (65).

3.8 Semenné sady u Vojenských lesů a statků ČR, s. p.

Vojenské lesy a statky ČR, s. p., ve spolupráci s Fakultou lesnickou a dřevařskou ČZU Praha a s podporou Technologické agentury České republiky (TAČR) rozšiřují semenné sady první generace. V rámci projektu Využití genových zdrojů lesních dřevin pro zachování biologické rozmanitosti a obnovu lesa pro Vojenské lesy a statky ČR, s. p., v letech 2012 až 2016 bylo založeno celkem sedm nových semenných sadů. Zakládání semenných sadů u VLS ČR, s. p., má následující cíle (61):

- navýšení genetického zisku u sledovaných produkčních vlastností (objem a tvárnost kmene),
- zajištění dostatečného množství kvalitního šlechtěného reprodukčního materiálu známého původu pro hlavní hospodářské dřeviny, zjednodušení a zpřehlednění sběru osiva (61).

Tabulka č. 7: Semenné sady borovice lesní u Vojenských lesů a statků ČR, s. p. (61)

Název sadu	Lokalita	Dřevina	Plocha (ha)	Rok založení
Tamara	Rychtářov	borovice	1,01	1977
Lišice	Chlumeck nad Cidlinou	borovice	5,00	1987
Bukovina	Valeč	borovice	1,56	2003
Lišice	Chlumeck nad Cidlinou	borovice	2,50	2016

4 Příklad semenného sadu borovice lesní: semenný sad „Kamenice“ na LS Plasy

4.1 Registrovaný semenný sad borovice lesní – lesní správa Plasy

Semenný sad 2. generace borovice lesní se nachází v lesní správě Plasy na severu Plzeňska. Lesní správa Plasy s katastrální výměrou 86 tisíc ha obhospodařuje 17 600 ha lesa. Zdejší průměrná nadmořská výška činí 400 m n. m. Převážně jsou zde málo úrodné až chudé půdy, písčité. Roční úhrn srážek zde v průměru činí 450–500 milimetrů. Dřevinnou skladbu tvoří z 90 % jehličnaté dřeviny (**borovice 50 %**, smrk 35 %, modřín 5 %) a 10 % listnaté dřeviny (dub zimní 5 %, bříza 2 %, buk 1 % a ostatní) (66).

4.2 Semenný sad „Kamenice“

V roce 2018 byl na revíru Kamenice založen semenný sad borovice lesní 2. generace v původní školce Kamenice. Pro založení semenného sadu byl využit materiál ze semenného sadu Doubrava. Rozlohou sad dosahuje 3,26 ha, přičemž sazenice byly vysázeny ve sponu 8×8 m (66). Bylo odebráno 440 roubovanců z 20 klonů (klony byly uznány na základě provedených analýz v založeném semenném porostu na Nečtinech – testovací výsadbě, původ semenný materiál ze sadu I. generace Doubrava) (64).

Obrázek č. 12: Semenný sad „Kamenice“ se sponem 8 x 8 m (64)



Roubování a pěstování provedl Ing. Kaňák na Sofronce v Plzni. Vyzvednutí z volné půdy a vlastní vysázení se uskutečnily v jednom dni. Z důvodu podpoření růstu byla v prvním roce provedena jedna zálivka roubovanců cisternou s vodou, jelikož je plocha vystavena

vysokým teplotám. V létě teploty přesahují 50 stupňů Celsia. Ztráty po prvním roce činily jeden kus. Okolo sadu bylo postaveno nové oplocení, které by mělo mít podle slov V. Heflera životnost 20 až 30 let. Jeden metr za oplocením a jeden metr před oplocením je využíván postřík, aby nedocházelo k zaplevelení plotu, také k dřívější degradaci. Na ploše se postříky nepoužívají. Plocha je udržována zhruba třikrát do roka pomocí kultivátoru. Sazenice byly udržovány každý rok Ing. Hrdličkou a ve třetím roce byly seříznuty. Dvakrát za sezonu jsou sazenice udržovány srpem, aby nedocházelo k přerůstání nežádoucího plevele, který by mohl ovlivnit jejich růst. Kůly, které zabezpečují přímý růst sazenic, jsou dřevěné. Semenný sad je registrován, a jakmile začne plodit, bude uznán ke sběru. Tato plocha byla vybrána záměrně. V nejbližším okolí semenného sadu by se neměla vyskytovat žádná borovice, aby se zabránilo kontaminaci (64).

V semenném sadu Kamenice byl využit MI design, který minimalizuje inbreeding. Šlo o jeho vůbec první aplikaci na světě. Minimální inbreeding maximalizuje na ploše vzdálenost mezi rametami stejného klonu (mezi roubovanci stejného klonu). Při tomto procesu je využita kvadratická přiřazovací úloha (64).

4.3 Další příklad semenného sadu borovice lesní – Lišice

Semenný sad borovice lesní (*Pinus sylvestris*) založily Vojenské lesy a statky ČR v roce 2014. Nachází se u Chlumce nad Cidlinou v Královéhradeckém kraji. Nyní je uznaným zdrojem kvalifikovaného reprodukčního materiálu. Krajina, v níž je umístěn semenný sad, se nachází v Polabí, kde se v okolí semenného sadu nenachází žádné borovice. Takto vybranou lokalitu mohou lesníci považovat za ideální z důvodu minimalizace vlivu vnějšího opylení a dosáhnout křížením nejkvalitnějších jedinců borovice lesní původem z Ralska. Cílem tohoto semenného sadu je zdroj reprodukčního materiálu z 650 geneticky klonovaných jedinců až jednoho milionu sazenic borovice lesní pro obnovu lesa např. v Ralsku (35).

Obrázek č. 13: Semenný sad Lišice (autor Vojenské lesy a statky ČR, s. p.) (35)



5 Využití reprodukčního materiálu původem ze semenných sadů při obnově lesa

Borovice lesní vzhledem ke své rozsáhlé ekologické adaptabilitě patří mezi nejvýznamnější evropské dřeviny. Brichta et al. v roce 2024 ve snaze zhodnotit strukturu a produktivitu borových porostů v různých zemích Evropy potvrdil, že globální změny klimatu působí na dynamiku a růst borových lesů (14). S růstem lidské populace je rostoucí potřeba po přírodních zdrojích, s čímž souvisí zvýšená těžební činnost. Při následné rekultivaci po těžbě se ve vztahu ke klimatickým změnám borovice lesní ukázala jako velmi vhodná dřevina, která má srovnatelné produkční schopnosti na plochách po těžbě s původními lesními lokalitami (22). Také ve Finsku proběhl úspěšně pokus vzhledem k vysoké rekultivační schopnosti borovice lesní zalesnit bývalé vytěžené rašeliniště (23). Ve Švédsku se ve vztahu k borovici lesní a smrku ztepilému potvrzuje vhodnost přípravy půdy, která zvyšuje šanci na přežití a také na vyšší přírůst těchto dřevin. U smrku ztepilého je potřeba se vyhnout metodám snižujícím obsah organické hmoty (26). Semenné sady a zalesňování spolu úzce souvisí. Využití geneticky vhodného osiva borovice lesní původem ze semenných sadů musí předcházet uznání sadu jako zdroje reprodukčního materiálu (57).

5.1 Uvádění reprodukčního materiálu do oběhu

Způsob, jímž lze uvádět reprodukční materiál lesních dřevin do oběhu, stanovuje zákon č. 149/2003 Sb.:

„Nabízení reprodukčního materiálu k prodeji, prodej nebo dodávka třetí osobě, včetně dodávky na základě smlouvy o poskytování služeb, anebo jakýkoliv jiný způsob převodu práva nakládat s reprodukčním materiálem na jinou osobu při podnikání, a dovoz za účelem prodeje anebo poskytování vzorků genetických zdrojů; za uvádění do oběhu se nepovažuje převod práva nakládat s reprodukčním materiálem, pokud jde o první převod tohoto práva z vlastníka zdroje reprodukčního materiálu na jinou osobu a vlastník zdroje reprodukčního materiálu ani jeho zaměstnanci se v souvislosti s tímto převodem nepodílí na produkci reprodukčního materiálu“ (37).

Reprodukční materiál, jehož vznik se datuje před účinnost zákona č. 149/2003 Sb., není možné v České republice uvádět do oběhu. Příloha č. 1 vyhlášky č. 393/2014 Sb. poskytuje seznam druhů lesních dřevin, jejichž reprodukční materiál lze uvést do oběhu.

Aby bylo možné uvádět reprodukční materiál do oběhu, je nutné, aby dodavatel ke každému oddílu vystavil průvodní list. V aplikaci ERMA 2 je veřejně přístupný národní seznam uznaných zdrojů reprodukčního materiálu České republiky, který vede Ministerstvo zemědělství. Reprodukční materiál lesních dřevin musí pocházet z uznaného zdroje, který schvaluje pověřená osoba Ústavu hospodářské úpravy lesa (45).

5.1.1 Zdroje reprodukčního materiálu

Zdroje reprodukčního materiálu lesních dřevin se dělí na identifikované, selektované, kvalifikované a testované.

Semenné sady lesních dřevin se řadí mezi zdroje kvalifikovaného reprodukčního materiálu, který musí splňovat podmínky související se zakládáním zdroje a jeho udržováním. Také musí splňovat požadavky genetické a morfologické kvality, polohu, zdravotní stav apod. Zdroj reprodukčního materiálu je po ověření splnění požadavků na uznání zařazen do tzv. uznané jednotky. Příloha č. 20 vyhlášky č. 29/2004 Sb. uvádí, jak označit uznanou jednotku (37).

5.1.2 Příklad označení uznané jednotky

CZ-2-3-DBZ-00005-06-7-A-G999-1

- CZ: země původu – Česká republika,
- 2: kategorie reprodukčního materiálu – selektovaný,
- 3: typ zdroje – semenný sad,
- DBZ: zkratka dřeviny, určená pro specifické použití,
- 00005: pořadové číslo zdroje,
- 06: číselný kód oblasti provenience,
- 7: číselný kód výškového pásma,
- A: označení kraje umístění,
- G-999-1: specifické označení genové základny (37).

Obr. č. 14: Vzor žádosti o uznání zdroje reprodukčního materiálu (45)

VZOR Příloha č. 21 k vyhlášce č. 29/2004 Sb.

Žádost o uznání zdroje reprodukčního materiálu číslo:

Žadatel (vlastník zdroje): **Jméno:** **Příjmení:**

Datum narození: **IČ:**

Adresa trvalého pobytu:

Obchodní firma, či název:

Kontaktní osoba:
(jméno, adresa, telefon)

Kraj: **Pobočka pověřené osoby:**

Podle ustanovení zákona č. 149/2003 Sb., ve znění pozdějších předpisů, žádá vlastník zdroje pověřenou osobu o uznání zdroje reprodukčního materiálu pro:

Dřevinu (y):

Kategorie zdroje (nehodící se škrtněte): I S K T

Typ zdroje: ZS PO SS SK RR KL/OR
(nehodící se škrtněte)

Podklady pro uznání má připraveny a navrhuje zpracování uznávání ke dni:

Doplňující údaje:

Součástí žádosti je příloha:

V: **Dne:** **Podpis (razítko):**

Poznámky: Kategorie zdroje: I = identifikovaný, S = selektovaný, K = kvalifikovaný, T = testovaný

Typ zdroje: ZS = zdroj semen, PO = porost, SS = semenný sad, SK = směs klonů, RR = rodiče rodiny, KL = klon, OR = ortet

Konání sběru reprodukčního materiálu lesních dřevin je dodavatel povinen oznámit pověřené osobě nejméně 15 dnů předem. Po sběru reprodukčního materiálu je možné požádat pověřenou osobu o vystavení potvrzení o původu reprodukčního materiálu. Nejpozdější termín podání žádosti je 21. den po sběru reprodukčního materiálu. Potvrzení o původu reprodukčního materiálu obsahuje všechny potřebné informace o reprodukčním materiálu. Toto potvrzení vystaví pověřená osoba do 10 dnů ode dne doručení žádosti (37).

Obr. č. 15: Vzor oznámení o konání sběru reprodukčního materiálu (45)

Příloha č. 10 k vyhlášce č. 29/2004 Sb.

VZOR
Žádost o vystavení potvrzení o původu reprodukčního materiálu

Číslo: rok:

Pobočka pověřené osoby:

- 1) **Označení dodavatele:**
u fyzických osob:
jméno: příjmení: datum narození:
obchodní firma nebo název:
adresa místa trvalého pobytu:
adresa místa podnikání, liší-li se od adresy trvalého pobytu:
- u právnických osob: obchodní firma nebo název:
adresa sídla:
- 2) **Identifikační číslo dodavatele, bylo-li přiděleno:**
- 3) **Licence č.j.** ze dne nabyta právní moci
- Číslo j ednotného registru:
- 4) **Žádost dodavatele se vztahuje k oznámení o konání sběru semenného materiálu, odběru částí rostlin nebo vyzvedávání sadebního materiálu z přirozeného zmlazení, nebo o konání odběru částí rostlin, jde-li o následně vegetativně množený reprodukční materiál*)**
číslo: ze dne:
- 5) **Množství semenného materiálu:** kg
množství ostatního reprodukčního materiálu: *oddenkové-listové-kořenové řízky, explantáty a embrya, očka, hříženci, kořeny, rouby, pruty, jiné části rostlin, sadební materiál ks
- 6) **Datum sběru:**
- 7) **Oblast provenience:** číslo:
- 8) **Druh dřeviny:** a) český název:
b) vědecký název:
c) označení klonu nebo směsi klonů:
- 9) **Reprodukční materiál kategorie:** *) identifikovaný-selektovaný-kvalifikovaný-testovaný
- 10) **Druh reprodukčního materiálu:** *) semenný materiál-části rostlin-sadební materiál
- 11) **Typ zdroje reprodukčního materiálu:** zdroj semen- porost fenotypové třídy: A, B, C-semenný sad- rodič rodiny-ortet-klon-směs klonů
- 12) **Původ:** *) autochtonní-neautochtonní indigenní-neautochtonní neindigenní z oblasti - neznámý
- 13) **Výškové pásmo:**
- 14) **Evidenční číslo uznané jednotky:**
- 15) **Jedná se o geneticky modifikovaný materiál:** *) ano-ne
- 16) **Účel použití:** pro obnovu lesa a zalesňování-pro zvláštní lesnický účel
- 17) **Rok zrání, jde-li o semenný materiál:**
- 18) **Věk a způsob pěstování, jde-li o sadební materiál:**

V dne Podpis (razítko) dodavatele:

5.1.3 Reprodukční materiál lesních dřevin

Legislativa stanovuje pravidla, při jejichž splnění lze využít reprodukční materiál lesních dřevin při umělé obnově a zalesňování.

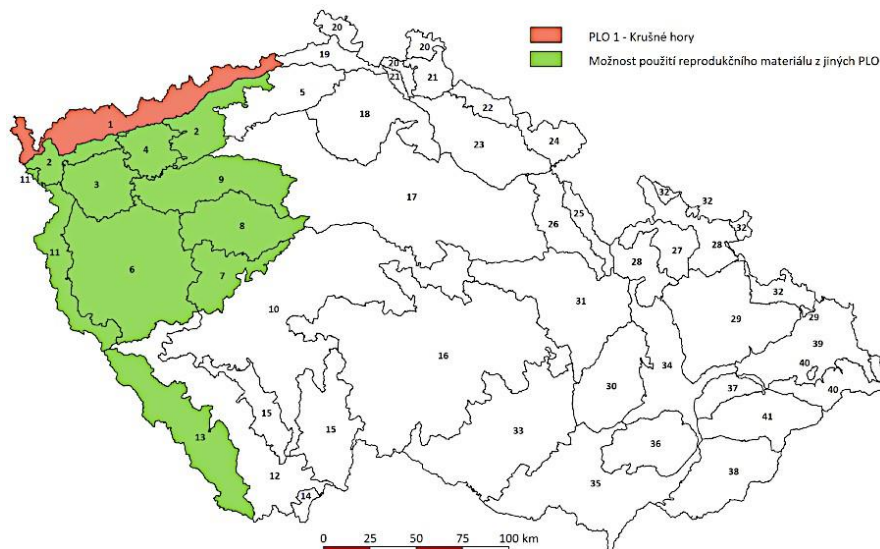
Semena a sazenice musí:

- pocházet ze stejné nebo odpovídající přírodní oblasti,
- pocházet z odpovídající nadmořské výšky.

Borovice lesní (*Pinus sylvestris*)

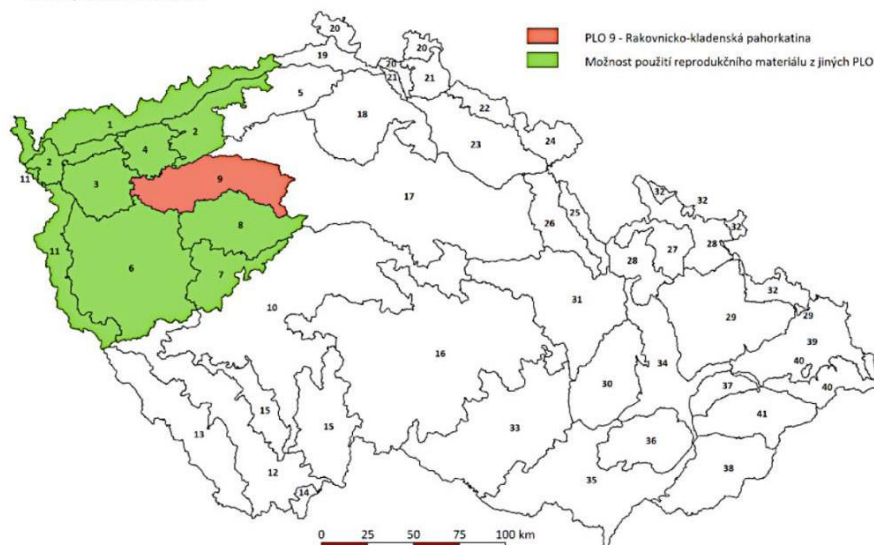
U borovice lesní lze využít reprodukční materiál pouze ze selektovaného, kvalifikovaného nebo testovaného zdroje reprodukčního materiálu uznaného podle zákona č. 149/2003 Sb (45).

Obr. č. 16: Mapové znázornění přenosu reprodukčního materiálu – Krušné hory (45)



Obr. č. 17: Mapové znázornění přenosu reprodukčního materiálu: Rakovnicko-kladenská pahorkatina (45)

PLO 9, borovice lesní



V situaci, kdy nelze pokrýt spotřebu reprodukčního materiálu lesních dřevin způsobem výše zmíněným, lze provádět přenos reprodukčního materiálu dodržením podmínek, které stanovuje příloha č. 1 vyhlášky č. 456/2021 Sb. Také lze za určitých podmínek přenášet reprodukční materiál mezi přírodními lesními oblastmi v rámci České republiky. Pravidla určuje příloha č. 12 nařízení vlády č. 30/2014 Sb.

5.1.4 Obchod s reprodukčním materiálem v mezinárodním měřítku

Postup, jakým lze obchodovat s reprodukčním materiálem lesních dřevin, řeší § 25 zákona č. 149/2003 Sb. Povolení dovozu má v kompetenci:

- Ministerstvo zemědělství,
- rozhodnutí Rady EU o rovnocennosti reprodukčního materiálu lesních dřevin vyprodukovaného ve třetích zemích (45).

6 Diskuse

Vhodný management a vývoj semenných sadů se významně podílí na trvale udržitelném lesním hospodářství. Výsledky výzkumů poukazují na značné rozdíly ve správě semenných sadů, a to především s ohledem na zeměpisné a environmentální podmínky. Tato skutečnost významně přispívá k porozumění a vývoji strategií pro správu semenných sadů.

Vzhledem ke změně klimatu v České republice a ve světě, kdy se druhy lesních dřevin potýkají s různými stresy, jakou jsou např. škůdci či sucho, by se mělo hospodářství zaměřit na genetickou rozmanitost, která se významně podílí na celkovém zdraví lesů, zejména u borovice lesní. Knížek et al. zmiňují, že se po extrémním klimatickém roce 2015 zdravotní stav lesa náhle zhoršil v několika regionech České republiky. Biotičtí škůdci způsobili postupné odumírání oslabených porostů borovice lesní (51). Tuto skutečnost lze s ohledem na semenné sady brát v potaz různými způsoby. V ČR by se měly studie zaměřit na více rozmanitější lokality pro lepší porozumění různým podmínkám v semenných sadech. Poté sjednotit poznatky a vědomosti ohledně adaptability, což je pro správu semenných sadů značně přínosné.

Současné zastoupení borovice lesní v našich lesích by se mohlo zvýšit až na 17 %, ale pouze za předpokladu změny způsobu hospodaření v borových lesích, např. ve vysazování smíšených porostů a využívání přírodě blízkých způsobů hospodaření (51). Jakým způsobem lze začlenit opatření pro přizpůsobení se na změnu klimatu do praxe, a to včetně využití nových technologií a strategií je na vhodných výzkumech. Knížek et al. zmiňují, že by měla být např. ochrana proti ekonomicky nežádoucím druhům hmyzu nezbytnou prioritou. Plochy, které jsou po kalamitách bez horního stromového patra nejsou z ekologického ani socioekonomického hlediska žádoucí (51). Toto je vhodné řešit zejména příměsí dřevin. Pokud se zvýší různorodost porostů, přispěje se tím udržení celkové vitality lesa. Tímto způsobem lze v nynější době pozměnit zejména porosty zastoupené jehličnany, kdy borovice lesní, která je dosti odolná, podléhá stresům, a docílit tak udržitelného lesního hospodářství pro budoucí generace. Takové hospodářství lze docílit také ve spolupráci s novými šlechtitelskými programy a semennými sady.

Zelená zpráva uvádí produkci semen pro rok 2022 jako mimořádnou pro hlavní druhy hospodářských dřevin. Pro borovici lesní celkem 92 509 kg semenného materiálu. Procentuální vyjádření z celkového počtu semenného materiálu (kvalifikovaný) pro borovici lesní byl pouze 16,18 % (56). Ve srovnání se státy severní Evropy např. ve Švédsku v roce 2022 pocházelo 95 % reprodukčního materiálu ze semenných sadů (19). Na což lze pohlížet mnoha způsoby. Mezi prvně nabízené myšlenky se řadí význam semenných sadů pro lesnický sektor v České republice. Z informací o počtu uznaných semenných sadů, které zde byly již uvedeny v kapitole „Historie zakládání semenných sadů“, kdy z celkového počtu 28 uznaných semenných sadů bylo do roku 2010 založeno celkem 21 sadů. Po roce 2010 do současnosti bylo uznáno zbylých 7. Je zjevné, že zakládání nových semenných sadů závisí především na ekonomických aspektech. Financování nových studií a nových programů pro zakládání semenných sadů do budoucnosti může být značně nákladné, např. založení druhé generace semenných sadů borovice lesní s využitím genových markerů, který se řešil v roce 2008–2012 se pohyboval v řádech jednotek milionů financovaných z větší části státem (68), ale pro zajištění budoucí odolnosti borových porostů, zejména s ohledem na genetickou diverzitu a odolnost vůči biotickým a abiotickým vlivům zcela vhodné a přínosné. Vhodným řešením je tedy studie zaměřená na stávající semenné sady. Zjistit jejich genetickou vyspělost a semenné sady vhodně opečovávat. Nejvhodnějším řešením by bylo založení nových semenných sadů vyšších generací, což by značně prospělo obnově lesních porostů pro budoucí generace. Tato možnost je zdlouhavá a nákladná, vyžaduje studie a finanční podporu.

Z této diskuse vyplývají tato praktická doporučení pro lesní hospodářský sektor v České republice:

1. Zvýšení genetické rozmanitosti

Lesní hospodářství by mělo klást důraz na zakládání a udržování semenných sadů s vysokou genetickou rozmanitostí. Používání geneticky rozmanitých sadů může zabránit problémům s odolností vůči škůdcům a chorobám a zvýšit adaptační schopnost lesů na měnící se klimatické podmínky.

2. Monitorování klimatických změn a přizpůsobivosti

Výběr výsadby, které jsou méně náchylné k extrémním povětrnostním jevům, srážkovým poměrům apod.

3. Zavedení moderních technologií

Využívání satelitních snímků, geografických informačních systémů (GIS) a dalších moderních technologií může významně přispět k účinnějšímu monitorování a správě semenných sadů a umožnit rychlou reakci na případné problémy.

4. Začlenění tradičních postupů

Tradiční lesnické postupy poskytují cenné informace pro udržitelné obhospodařování semenných sadů. Začlenění těchto postupů do moderního lesnictví může poskytnout nové přístupy k řešení problémů.

7 Závěr

Tato bakalářská práce poskytuje komplexní ucelený obraz o semenných sadech borovice lesní (*Pinus sylvestris*) v České republice a zároveň porovnává jejich podmínky se zahraniční praxí. Vzhledem k neustále se měnícím klimatickým podmínkám a rostoucím výzvám je proto téma semenných sadů borovice lesní důležitější než kdy jindy. Významnosti, na které práce poukazuje je zejména úspěšné obhospodařování semenných sadů, a na základě srovnání s postupy v zahraničí navrhnout vhodné strategie pro české podmínky.

Výsledky práce naznačují, že management semenných sadů borovice lesní vyžaduje nejen ovládnutí technologií a metod, ale také hluboké pochopení genetické diverzity a ekologických nároků daného druhu. Průzkum současného stavu a vývoje semenných sadů v České republice odhalil pozitiva, a také oblasti, které vyžadují zlepšení. Práce zdůrazňuje význam genetické rozmanitosti pro adaptabilitu a odolnost borovice lesní vůči změnám klimatu a dalším vlivům.

Na základě porovnání s mezinárodními postupy práce navrhuje několik doporučení pro efektivnější management semenných sadů, včetně zařazení moderních technologií a vědeckých poznatků do lesnických postupů. Také zvýšení genetické rozmanitosti a lepší adaptaci na klimatické změny. Tyto postupy by měly přispět k udržitelnému rozvoji lesního hospodářství v České republice, a také zajistit odolnost a vitalitu borových lesů pro budoucí generace. Práce poskytuje základ pro další výzkum v oblasti managementu semenných sadů borovice lesní, a tyto poznatky mohou být dále využity.

8 Literatura

- (1) DURRANT, T. H., D. RIGO a G. CAUDULLO. *Pinus sylvestris* in Europe: distribution, habitat, usage and threats. In: SAN-MIGUEL-AYANZ, J., D. DE RIGO, G. CAUDULLO, T. HOUSTON DURRANT a A. MAURI (eds.). *European Atlas of Forest Tree Species* [online]. Luxembourg: European Commission, 2022, s. 132–133 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: https://forest.jrc.ec.europa.eu/media/atlas/Pinus_sylvestris.pdf
- (2) MERGL, J. et al. *Lesnická botanika*. 1 vyd. Praha: SZN, 1984. 231 s.
- (3) SLÁVIK, M. *Lesnická dendrologie*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2004. ISBN 80-213-1242-4.
- (4) HEJNÝ, S. a B. SLÁVIK (eds). *Květena České republiky 1*. 2. vyd. Praha: Academia, 1997, s. 289–308.
- (5) WRIGHT, J. W., L. F. WILSON a W. K. RANDALL. Differences among Scotch pine varieties in susceptibility to European sawfly. *Forest Science*. 1967, 13(2), 175–181.
- (6) SLAVÍKOVÁ, Z. *Morfologie rostlin: [učební text pro posluchače Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy]*. Praha: Karolinum, 2002. ISBN 80-246-0327-6.
- (7) JOHNSTON, B. A Close-up View of the: „Scots Pine“ *Pinus sylvestris*. *Microscopy-uk.org.uk* [online]. © 2009 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: <http://www.microscopy-uk.org.uk/mag/artapr09/bj-scotspine.html>
- (8) SKILLING, D. D. Scotch Pine. *Srs.fs.usda.gov* [online]. © 2024 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: https://www.srs.fs.usda.gov/pubs/misc/ag_654/volume_1/pinus/sylvestris.htm
- (9) IVANEK, O., P. NOVOTNÝ a J. RÝDL. *Metodika zakládání semenných sadů 1,5. generace* [online]. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2010 [cit. 2023-12-12]. ISBN 978-80-7417-037-9. Dostupné z: https://www.vulhm.cz/files/uploads/2019/03/LP_7_2_010.pdf
- (10) ERIKSSON, G., I. EKBERG a D. CLAPHAM. *Genetics Applied to Forestry* [online]. Mölnlycke: Elanders Sverige, 2013 [cit. 2023-12-12]. ISBN 978-91-576-9187-3. Dostupné z: https://pub.epsilon.slu.se/12141/1/eriksson_et_al_150423.pdf

- (11) KAŇÁK, J., J. FRÝDL, P. NOVOTNÝ a J. ČÁP. *Metodika zakládání semenných sadů*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2008. ISBN 978-80-7417-007-2.
- (12) TEAGASC. Seed Orchards. In: *Teagasc.ie* [online]. 8. 1. 2021 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: <https://www.teagasc.ie/news--events/daily/forestry/seed-orchards-.php>
- (13) EUFORGEN. Pinus sylvestris. *Euforgen.org* [online]. © 2023 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: <https://www.euforgen.org/species/pinus-sylvestris/>
- (14) BRICHTA, J., V. ŠIMŮNEK, L. BÍLEK, Z. VACEK, J. GALLO, S. DROZDOWSKI, J. A. BRAVO-FERNÁNDEZ, B. MASON, S. ROIG GOMEZ, V. HÁJEK, S. VACEK, V. ŠTÍCHA, P. BRABEC a Z. FUSCH. Effects of Climate Change on Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Growth across Europe: Decrease of Tree-Ring Fluctuation and Amplification of Climate Stress. *Forests* [online]. 2024, 15(1), 91 [cit. 2023-12-12]. ISSN 1999-4907. Dostupné z: <https://www.mdpi.com/1999-4907/15/1/91>
- (15) FINNISH FOOD AUTHORITY. Approved seed orchards. In: *Ruokavirasto.fi* [online]. 20. 9. 2021 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: <https://www.ruokavirasto.fi/en/plants/forest-tree-seed-and-seedling-production/basic-material/deployment-area-maps/approved-seed-orchards/>
- (16) CHALOUPKOVÁ, K., J. STEJSKAL, Y. EL-KASSABY a M. LSTIBŮREK. Optimum neighborhood seed orchard design. *Tree Genetics & Genomes* [online] 2016, 12(6), 105 [cit. 2023-12-12]. DOI:10.1007/s11295-016-1067-y. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/310493663_Optimum_neighborhood_seed_orchard_design
- (17) KOBLIHA, J. a M. LSTIBŮREK. Význam semenných sadů jako produkčních populací lesních dřevin. *Semenné sady jako zdroj kvalifikovaného reprodukčního materiálu – minulost, současnost a budoucnost: sborník příspěvků*. Bzenec, 2006, s.
- (18) KOBLIHA, J. a T. FUNDA. Šlechtitelské programy smrku ztepilého v ČR a EU. *Smrk - dřevina budoucnosti: sborník příspěvků*. Svoboda nad Úpou, 2004, s. 39–46
- (19) SKOGSSTYRELSEN. The Statistical Database. *Pxweb.skogsstyrelsen.se* [online]. © 2024 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: <https://pxweb.skogsstyrelsen.se/pxweb/en/Skogsstyrelsens%20statistikdatabas/>

- (20) WHITE, L. T., W. ADAMS a D. B. NEALE. *Forest genetics*. Cambridge, MA: CABI, 2007. ISBN 08-519-9083-5.
- (21) YURIY H. et al. Seed orchards in Ukraine: past, present and prospects for the future. *Folia Forestalia Polonica, Series A – Forestry* [online] 2019, 6(4), 284–298 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/338052390_Seed_orchards_in_Ukraine_past_present_and_prospects_for_the_future
- (22) VACEK, Z. et al. Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), the suitable pioneer species for afforestation of reclamation sites? *Forest Ecology and Management* [online]. 2021, 485(2021) [cit. 2023-12-12]. ISSN 0378-1127. Dostupné z: <https://www.fld.czu.cz/cs/r-6826-veda-a-vyzkum/r-7819-publikacni-aktivita/r-11297-excelentni-vystupy/r-17566-scots-pine-pinus-sylvestris-l-the-suitable-pioneer-species-for-afforestation-of-reclamation-sites>
- (23) LASSE, A., A. AHTIKOSKI a J. HYTÖNEN. Profitability of growing Scots pine on cutaway peatlands. *Silva Fennica* [online]. 2020, 54(3) [cit. 2023-12-12]. ISSN 2242-4075. Dostupné z: <https://www.silvafennica.fi/article/10273>
- (24) PRESCHER, F. *Seed Orchards – Genetic Considerations on Function, Management and Seed Procurement* [online]. Umeå: Swedish University of Agricultural Sciences, 2007 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: <https://pub.epsilon.slu.se/1517/1/FPfin0.pdf>
- (25) SCHMIDT, L. *Seed Orchards* [online]. Laguna: UNDP/FAO Regional Project on Tree Breeding & Propagation, 1993 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: <https://www.fao.org/3/ad223e/AD223E01.htm#pre>
- (26) NILSSON, O., K. HJELM a U. NILSSON. Early growth of planted Norway spruce and Scots pine after site preparation in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* [online]. 2019, 34(8), 678–688 [cit. 2023-12-12]. ISSN 1651-1891. Dostupné z: https://www.skogforsk.se/cd_20191213155202/contentassets/ff0ef4195a234c3ba4c917f28d9b3619/artikel-i-scandinavian-journal-of-forest-research.pdf

- (27) ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ BRANDÝS NAD LABEM. Použití reprodukčního materiálu lesních dřevin. *Uhul.cz* [online]. © 2024 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: <https://www.uhul.cz/portfolio/pouziti-reprodukcniho-materialu-lesnich-drevin/>
- (28) ČEŠKA, P. *Zakládání a rozvoj semenných sadů lesních dřevin u VLS ČR, s.p.* Praha, 2014. Dizertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská.
- (29) LSTIBŮREK, M. a Y. A. EL-KASSABY. Minimum-Inbreeding Seed Orchard Design. *Forest Science*. 2010, 56(6), 603–608. ISSN 0015-749X.
- (30) GIERTYCH, M. Seed orchard designs. *Forestry Commission Bulletin*. 1975, 54, 25–37.
- (31) LSTIBŮREK, M. a Y. A. EL-KASSABY. Minimum-Inbreeding Seed Orchard Design. *Forest Science* [online]. 2010, 56(6), 603–608 [cit. 2023-12-12]. ISSN 0015-749X. Dostupné z: https://home.czu.cz/storage/173/62582_MI-layout.pdf
- (32) RAJAJÄRVI, J. Facts about Finnish forests. In: *Metsateollisuus.fi* [online]. 30. 3. 2023 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: <https://www.metsateollisuus.fi/newsroom/facts-about-finnish-forests>
- (33) MINISTRY OF AGRICULTURE AND FORESTRY. Forest resources in Finland. *Mmm.fi* [online]. © 2024 [cit. 2024-02-12]. Dostupné z: <https://mmm.fi/en/forests/forestry/forest-resources>
- (34) NIKKANEN, T. *A review of Scots pine and Norway spruce seed orchards in Finland* [online]. Punkaharju: Finnish Forest Research Institute, 2008 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: <https://daglindgren.upsc.se/Umea07/Proceedings/NikkanenSOinFinland.pdf>
- (35) VOJENSKÉ LESY A STATKY ČR. Nový semenný sad na Královéhradecku zajistí ročně milion sazenic borovice na obnovu lesů v Ralsku. *Vls.cz* [online]. © 2024 [cit. 2024-02-10]. Dostupné z: <https://www.vls.cz/news/572>
- (36) WU, D. et al. Frost hardiness of Finnish plus tree progenies of Scots pine from seed orchards in Finland and Ukraine. *European Journal of Forest Research* [online]. 2023, 142, 1467–1477 [cit. 2023-12-12]. ISSN 1612-4677. Dostupné z: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10342-023-01606-4>

- (37) ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ BRANDÝS NAD LABEM. Uvádění do oběhu. *Uhul.cz* [online]. © 2024 [cit. 2024-01-31]. Dostupné z: <https://www.uhul.cz/portfolio/uvadeni-do-obehu/>
- (38) FINNISH FOOD AUTHORITY. Criteria for deployment areas for Scots pine seed orchards. In: *Ruokavirasto.fi* [online]. 29. 7. 2021 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: <https://www.ruokavirasto.fi/en/plants/forest-tree-seed-and-seedling-production/basic-material/deployment-area-maps/criteria-for-deployment-areas-for-scots-pine-seed-orchards/>
- (39) RUOTSALAINEN, S., E. BEUKER a M. HAAPANEN. *Männyn siemenviljelysaineiston käyttöalueen määrittäminen* [online]. Helsinki: Luonnonvarakeskus, 2016 [cit. 2023-12-12]. ISBN 978-952-326-269-0. Dostupné z: <https://jukuri.luke.fi/handle/10024/537029>
- (40) THE SWEDISH FOREST INDUSTRIES FEDERATION. The forest and sustainable forestry. *Swedishwood.com* [online]. © 2024 [cit. 2024-01-31]. Dostupné z: <https://www.swedishwood.com/wood-facts/about-wood/wood-and-sustainability/the-forest-and-sustainable-forestry/>
- (41) LINDGREN, D., B. KARLSSON, B. A. GULL a F. PRESCHER. *Swedish seed orchards for Scots pine and Norway spruce* [online]. Umeå: Swedish University of Agricultural Sciences, 2007 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/237813552_Swedish_seed_orchards_for_Scots_pine_and_Norway_spruce
- (42) LINDGREN, D. a F. PRESCHER. Optimal Clone Number for Seed Orchards with Tested Clones. *Silvae Genetica* [online]. 2005, 54(1-6), 80–92 [cit. 2023-12-12]. ISSN 0037-5349. Dostupné z: <https://intapi.sciendo.com/pdf/10.1515/sg-2005-0013>
- (43) ROSVAL, O. a P. STÅHL. New Swedish Seed Orchard Program. In: LINDGREN, D. (ed.) 2008: Seed Orchard Conference, Umeå, Sweden, 26-28, September 2007 [online]. [cit.2023-12-12]. Dostupné z: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20113212216>
- (44) FRIES, A., D. LINDGREN a B. ANDERSSON. *The Swedish Scots Pine Seed Orchard Västerhus* [online]. 2008 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: <https://daglindgren.upsc.se/Umea07/Proceedings/FriesVhus.pdf>

- (45) ÚSTAV PRO HOSPODÁŘSKOU ÚPRAVU LESŮ BRANDÝS NAD LABEM. Informace o reprodukčním materiálu. *Uhul.cz* [online]. © 2024 [cit. 2024-02-02]. Dostupné z: <https://www.uhul.cz/portfolio/informace-o-reprodukcni-materialu/>
- (46) ROSVALL O. STAHL. P. *New Swedish Seed Orchard Program*. 216. Lindgren D (editor) 2008: Seed Orchard Conference, Umeå, Sweden, 26-28, September 2007 [online]. [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20113212216>
- (47) SKOGSSTYRELSEN. Skogsstyrelsens statistikdatabas. *Pxweb.skogsstyrelsen.se* [online]. © 2024 [cit. 2024-02-16]. Dostupné z: <https://pxweb.skogsstyrelsen.se/pxweb/sv/Skogsstyrelsens%20statistikdatabas/?rxid=03eb67a3-87d7-486d-acce-92fc8082735d>
- (48) SKOGSSTYRELSEN. Forest seedlings delivered for planting. In: *Skogsstyrelsen.se* [online]. 5. 9. 2023 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: <https://www.skogsstyrelsen.se/en/statistics/subject-areas/forest-seedlings-delivered-for-planting/>
- (49) NORDGEN. NordGen Forest. *Nordgen.org* [online]. © 2020 [cit. 2023-12-09]. Dostupné z: <https://www.nordgen.org/en/our-work/nordgen-forest/>
- (50) NORD-LARSEN, T., et al. *Statistics: Forest Seeds and Plants in the Nordic Region* [online]. Alnarp: NordGen, 2021 [cit. 2023-12-02]. Dostupné z: <https://www.nordgen.org/wp-content/uploads/2021/12/FULLTEXT01-1.pdf>
- (51) KNÍŽEK, M., J. LIŠKA, A. VÉLE, P. ZAHRADNÍK a J. LUBOJACKÝ. Pine forests are threatened. In: *Vulhm.cz* [online]. 2. 1. 2023 [cit. 2023-12-22]. Dostupné z: <https://www.vulhm.cz/en/pine-forests-are-threatened/>
- (52) MURAT, A., O. HIKMET a S. ZEYNEP. *Seed Orchard Planning and Management in Turkey* [online]. Umeå: Seed Orchard Conference, 2007 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/260285461_Seed_Orchard_Planning_and_Management_in_Turkey

- (53) BILIR, N., M. D. ULUSAN a D. LINDGREN. Seed orchards and seed collection stands of Scots pine in Turkey. In: *Typeset.io* [online]. 1. 1. 2008 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: <https://typeset.io/papers/seed-orchards-and-seed-collection-stands-of-scots-pine-in-4lnhmxvftt>
- (54) YASIN OĞUZHAN ÖZTÜRKA, MERT CIHAN YILDIZA. Türkiye ormancılığında tohum bahçeleri ve tohum meşcereleri. *Teorik ve Uygulamalı Ormancılık* [online]. 2022, (1), 22–25 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: <https://sekizgenacademy.com/journals/index.php/tafor/article/view/117/56>
- (55) RAMBOUSEK, J. Semenné sady lesních dřevin v České republice. *Lesnická práce* [online]. 2003, 82(01/03) [cit. 2023-12-29]. ISSN 0322-9254. Dostupné z: <https://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-82-2003/lesnicka-prace-c-01-03/semenne-sady-lesnich-drevin-v-ceske-republice>
- (56) *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2022*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 2023. ISBN 978-80-7434-703-0.
- (57) KOTRLA, P. a M. PAŘÍZEK. Zakládání semenných sadů z pohledu legislativy. *Lesnická práce* [online]. 2009, 88(8) [cit. 2023-12-12]. ISSN 0322-9254. Dostupné z: <https://www.lesprace.cz/casopis-lesnicka-prace-archiv/rocnik-88-2009/lesnicka-prace-c-8-09/zakladani-semennych-sadu-z-pohledu-legislativy>
- (58) SVOBODA, J. *Koncepce zachování a reprodukce genových zdrojů lesních dřevin u Lesů České republiky, s. p., na období 2010–2019* [online]. Praha: Lesy České republiky, 2010 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: https://semenarskyzavod.cz/wp-content/uploads/Dokumenty/lcr_koncepce_lesni_dreviny_gen_zdroje.pdf
- (59) IVANEK, O., F. BERAN, J. ČÁP, J. FRÝDL, J. KAŇÁK, J. MANNOVÁ a P. NOVOTNÝ. *Zakládání semenných sadů druhé generace pro borovici lesní* [online]. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2009 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: <https://lesy-cr.cz/wp-content/uploads/2016/12/semene-sady-vyssi-generace-web.pdf>
- (60) ROSVALL, O. a P. STÅHL. *New Swedish Seed Orchard Program* [online]. Uppsala: The Forestry Research Institute of Sweden, 2004 [cit. 2023-12-12]. Dostupné z: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20113212216>

- (61) SPRÁVA LESNÍCH ŠKOLEK VLS ČR. *Katalog sadebního materiálu lesních dřevin* [online]. Praha: Vojenské lesy a statky ČR, 2006 [cit. 2023-12-31]. Dostupné z: https://www.vls.cz/media/downloadables/Katalog_sadebniho_materialu_SLS.pdf
- (62) SHLONCHAK, G. A. a A. V. SHLONCHAK. The effective use of the clonal seed orchards of *Pinus sylvestris* L. for reforestation (in Ukrainian with English summary). *Forestry and Forest Melioration*. 2009. 115, 65–70. ISSN 1026-3365.
- (63) MAZHULA, O. S. *Growing and seed production of Pinus sylvestris* L. clones on the seed orchards on Left-bank Forest-Steppe (in Ukrainian). URIFFM: Kharkiv, 1993.
- (64) HEFLER, V., J. KAŇÁK a M. LSTIBŮREK, 2022. *Osobní rozhovor v semenném sadu „Kamenice“ na LS Plasy*. Plasy, semenný sad Kamenice. 2022
- (65) EL-KASSABY, Y. A., & LSTIBŮREK, M. (2009). Breeding without breeding. *Genetics research*, 91(2), 111-120.
- (66) LESY ČESKÉ REPUBLIKY S. P. *Charakteristika LS Plasy*. *Lesy ČR* [online] © 2024 [cit. 2023-12-31] Dostupné z: <https://lsplasy.lesycr.cz/charakteristika-ls-plasy/>
- (67) LESY ČESKÉ REPUBLIKY. *Výroční zpráva 2021*. [online]. [cit. 2024-04-05]. Dostupné z:
<https://lesycr.cz/wp-content/uploads/2022/06/V%C3%BDro%C4%8Dn%C3%AD-zpr%C3%A1va-2021-Lesy-%C4%8CR.pdf>
- (68) TECHNOLOGICKÁ AGENTURA ČESKÉ REPUBLIKY. *Založení druhé generace semenných sadů borovice lesní s využitím genových markerů*. 2008-2012. [online]. [cit. 2024-04-05]. Dostupné z: <https://starfos.tacr.cz/projekty/QH81172?query=qosqaadbaca>

9 Seznam obrázků a tabulek

9.1 Seznam obrázků

Obr. 1 Rozšíření <i>Pinus sylvestris</i> (13).....	11
Obr. 2: Samičí šištice (7).....	13
Obr. 3: Samčí šištice borovice lesní (7)	13
Obr. 4 Klonální semenný sad Obr. 5 Jádrový semenný sad s testem potomstva (25) ..	17
Obr. 6 Příklad semenného sadu borovice lesní z Finské databáze (15).....	24
Obr. 7 Objem dřeva podle druhu dřevin (2017) (40).....	25
Obr. 8 Reprodukční materiál borovice lesní dodaný do lesnictví v letech 2006–2019 (v milionech sazenic dodaných pro Norsko, Švédsko, Finsko) (50)	27
Obr. 9 Produkce semenného materiálu borovice lesní ve Švédsku (S), Finsku (F), Norsku (N) a Dánsku (D) k rokům 2009–2019 v kilogramech. (50)	28
Obr. 10 Rozmístění semenných sadů na Ukrajině podle dřeviny (21)	30
Obr. 11 Semenné sady v Turecku (2007) (53)	31
Obr. 12 Semenný sad „Kamenice“ se sponem 8 x 8 m (64).....	36
Obr. 13 Semenný sad Lišice (autor Vojenské lesy a statky ČR, s. p.) (35).....	38
Obr. 14 Vzor žádosti o uznání zdroje reprodukčního materiálu (45).....	41
Obr. 15 Vzor oznámení o konání sběru reprodukčního materiálu (45)	42
Obr. 16 Mapové znázornění přenosu reprodukčního materiálu – Krušné hory (45)	43
Obr. 17 Mapové znázornění přenosu reprodukčního materiálu: Rakovnicko-kladenská pahorkatina (45).....	44

9.2 Seznam tabulek

Tab. 1 Uznané semenné sady borovice lesní ve Finsku – kategorie qualified/tested (2021) (15).....	22
Tab. 2 Procento sazenic ze semenných sadů (19).....	26
Tab. 3 Podíl produkce reprodukčního materiálu ze semenných sadů v letech 2012–2022 (19).....	27
Tab. 4 Semenné sady založené na Ukrajině do roku 2013 (21).....	30
Tab. 5 Semenné sady k roku 2021 (52)	32

Tab. 6 Přehled současných uznaných semenných sadů borovice lesní v České republice (27).....	33
Tab. 7 Semenné sady borovice lesní u Vojenských lesů a statků ČR, s. p. (61).	35