

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**Fakulta lesnická a dřevařská**

Katedra dendrologie a šlechtění lesních dřevin



**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Testování potomstev borovice lesní ze semenného sadu  
VLS ČR, s.p.**



Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Jaroslav KOBLIHA, CSc.**

Autor práce: **Bc. Marek Pencák**

**2013**

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Katedra dendrologie a šlechtění lesních dřevin

Fakulta lesnická a dřevařská

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

Pencák Marek

Lesní inženýrství

Název práce

**Testování potomstev borovice lesní ze semenného sadu VLS ČR, s.p.**

Anglický název

**Progeny testing of Scots pine seed orchard in Military forests and estates of the Czech republic**

**Cíle práce**

Cílem práce je získat předběžné informace o mortalitě, růstu a vývoji potomstev rodičovských stromů ze semenného sadu u VLS ČR, s.p. na divizi Karlovy Vary.

**Metodika**

Zpracování literární rešerše o šlechtění borovice lesní s důrazem na šlechtitelské programy založené na semenných sadech a testech potomstev. Šetření na mortalitu a růstové parametry na pokusné ploše. Statistické zpracování získaných dat. Návrh postupu dalšího testování potomstev a jeho využití při řešení šlechtitelského programu.

**Harmonogram zpracování**

Šetření na pokusné ploše v období do konce září 2012.

Provedení literární rešerše do konce roku 2012.

Statistické zpracování dat do konce roku 2012.

Vypracování návrhu dalšího postupu do 31.1.2013.

Dokončení rukopisu práce do 31.3.2013.

Odevzdání práce do 30.4.2013.

### Rozsah textové části

40 s.

### Klíčová slova

borovice lesní, semenný sad, test potomstev

### Doporučené zdroje informací

El-Kassaby, Y.A., Lstibůrek, M., Liewlaksaneeyanawin, C., Slavov, G.T., Howe, G.T., 2006. Breeding Without Breeding: Approach, Example, and Proof of Concept. In: Low Input Breeding and Genetic Conservation of Forest Tree Species (Proceedings of the IUFRO Division 2 Joint Conference, Antalya, Turecko 9-13 října 2006).

KAŇÁK J. a kol. Metodika zakládání semenných sadů. 1. vydání. Strnady. 2008. 24 s. ISBN 978-80-7417-007-2

Kaňák, J., Kaňák, K., 2002. Genetika a šlechtění rodu Pinus, minulost, současnost a další perspektivy. – Sborník útvaru 22 – biologie a šlechtění lesních dřevin „Výzkum v oboru biologie, genetiky, šlechtění a introdukce lesních dřevin se zřetelem k 80. výročí založení lesnických výzkumných ústavů v ČR“, VÚLHM Jiloviště – Strnady.

Kaňák, J., Nárovcová, J., 2004. Proměnlivost borovice lesní. [Genetic variability of the Scotch pine]. Lesnická práce 83, č. 8, s. 422 – 423.

Kolektiv autorů, 2007. Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2006. Ministerstvo zemědělství ČR, <http://www.mze.cz>

KOBLIHA J., LSTIBŮREK M. Význam semenných sadů jako produkčních populací lesních dřevin. In Semenné sady jako zdroj kvalifikovaného reprodukčního materiálu – minulost, současnost a budoucnost. Sborník referátů z mezinárodního odborného semináře, který se konal ve dnech 20. – 21. června 2006 v Bzenci. Editoři: PROCHÁZKOVÁ Z. KOTRLA P. Praha: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jiloviště-Strnady. 2006. 124 s. ISBN: 80-86461-70-X

Matras, J., 2007. A review of the seed orchard programme in Poland. In: Seed orchards. Proceedings from a conference at Umea, Sweden, September 26-28, 2007. Swedish University of Agricultural Sciences, ISBN: 978-91-85911-28-8, pp. 165-176.

### Vedoucí práce

Kobliha Jaroslav, prof. Ing., CSc.

### Termín odevzdání

duben 2013



prof. Ing. Jaroslav Kobliha, CSc.

Vedoucí katedry



prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan fakulty

## **Prohlášení o autorství**

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci zpracovanou na závěr studia na Fakultě lesnické a dřevařské České zemědělské univerzity v Praze.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: „**Testování potomstev borovice lesní ze semenného sadu VLS ČR, s.p.**“ vypracoval samostatně po odborných konzultacích prof. Ing. Jaroslava Koblíhy, CSc; Ing. Jana Kaňáka Ph.D. a Ing. Jana Stejskala Ph.D. a s použitím pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury.

V Bochově dne: 23.4.2013

Podpis: .....

## **Poděkování**

Za to, že jsem v inženýrském studiu vytrval, za mimořádné množství cenných a profesních rad a podnětů, díky kterým jsem se začal orientovat ve studované problematice, bych chtěl především poděkovat prof. Ing. Jaroslavu Koblihovi CSc., Ing. Janu Kaňákovi Ph.D. a Ing. Janu Stejskalovi Ph.D. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Františku Wolfovi za veškerou pomoc a podporu při psaní diplomové práce. V neposlední řadě chci poděkovat mojí manželce a dětem za trpělivost a pochopení, které se mnou během mého studia měly.

## **Abstrakt**

Diplomová práce byla zpracována na testovací ploše Zátočina, která se nachází ve vojenském újezdu Hradiště u Vojenských lesů a statků ČR s.p. divize Karlovy Vary. Testovací výsadba ověřuje semenný sad Bukovina. U výsadby borovice lesní byla provedena základní měření a posouzení jednotlivých potomstev. Z kvantitativních znaků byla hodnocena výška, celkový roční přírůst a tloušťka kořenového krčku. Z kvalitativních znaků byl hodnocen především zdravotní stav testovaných potomstev a mortalita.

Z provedeného šetření vyplývá, že je nezbytně nutné v započatém testování pokračovat, protože u takto mladých jedinců a prvního šetření není zcela patrná genetická konstituce a lze jen obtížně predikovat jejich další vývoj. Je mnoho aspektů, které mohou mít jak kladný tak i záporný vliv na testovaný materiál. Součástí diskuse je proto také návrh dalšího pokračování v testování.

## **Abstrakt**

This thesis was prepared at the trial area Zátočina, which is located in the Military Training Area Hradiště at Military Forests and Farms CZR (state enterprise), Division Karlovy Vary. The seed orchard Bukovina was tested by the tested seedlings. Basic measurement and assessment of progeny were done with Scots pine seedlings. As the quantitative traits height, total annual increment and thickness of a root collar were evaluated. The qualitative traits such as health condition were assessed by tested progenies ascertained by ocular method.

The investigation shows that it is necessary to continue with the commenced testing because there is no clear evidence of genetic constitution by now within young individuals and the initial investigation. There are many aspects which may have both positive but also negative effects on the tested material. Part of the discussion is a proposal for further testing.

**Klíčová slova:** borovice lesní; semenný sad; testování potomstev; šlechtitelský program; kvantitativní a kvalitativní charakteristiky.

**Keywords:** Scots pine; seed orchard; progeny testing; breeding program; quantitative and qualitative characteristics.

## Obsah

1. Úvod.....	10
1.1. Semenné sady u VLS ČR s.p. – vývoj a perspektiva.....	10
2. Cíl práce .....	11
3. Úvod – Literární rešerše .....	12
3.1. Charakteristika čeledi – Borovicovité – Pinaceae .....	12
3.2. Charakteristika rodu – Borovice – <i>Pinus</i> .....	13
3.3. Charakteristika druhu – Borovice lesní – <i>Pinus sylvestris</i> L.....	15
3.3.1. Popis druhu .....	15
3.3.2. Ekologické nároky druhu .....	19
3.3.3. Rozšíření a proměnlivost druhu .....	20
3.3.4. Rozšíření a variabilita borovice lesní v rámci ČR .....	24
3.3.5. Historie druhu <i>Pinus sylvestris</i> .....	26
3.4. Šlechtění lesních dřevin – <i>Pinus sylvestris</i> .....	28
3.4.1. Šlechtění a cíle lesnické genetiky .....	28
3.4.2. Šlechtitelské metody.....	31
3.4.3. Moderní šlechtitelské metody v lesnictví .....	31
3.4.4. Současný stav šlechtění v České republice .....	37
3.4.5. Šlechtitelské programy pro borovici lesní v ČR .....	38
3.5. Semenné sady .....	39
3.5.1. Důvody zakládání semenných sadů .....	39
3.5.2. Šlechtitelské programy.....	40
3.5.3. Základní charakteristika semenného sadu.....	41
3.5.4. Semenné sady různých generací.....	45
3.5.5. Genetický zisk semenného sadu .....	47
3.5.6. Semenné sady v České republice .....	49
3.6. Testování potomstev semenných sadů a porostů v ČR .....	51
3.6.1. Co je předmětem testování.....	51
3.6.2. Historie zakládání testovacích ploch.....	53
3.6.3. Testování potomstev a semenných sadů .....	55
3.6.4. Parametry a výběr testovací plochy.....	57
3.6.5. Měření a pozorování na testovacích plochách .....	61
3.6.6. Některé zajímavé výsledky výzkumů uskutečněných K. & J. KAŇÁKEM v arboretu Sofronka 63	
3.6.7. Časné testy.....	65

4.	Metodika a materiál .....	67
4.1.	Semenný sad a testovací plocha borovice lesní u VLS ČR, s.p., divize K. Vary.....	67
4.1.1.	Přírodní podmínky Doupovských hor.....	67
4.1.2.	Charakteristika LHC Valeč .....	67
4.1.3.	Charakteristika LHC Dolní Lomnice .....	68
4.1.4.	Semenný sad borovice lesní – Bukovina .....	70
4.1.5.	Testovací plocha borovice lesní „ Zátočina” – LS Dolní Lomnice .....	72
4.1.6.	Kontrolní šetření na testované ploše .....	78
5.	Výsledky .....	81
5.1.	Základní tabulka dle potomstev .....	81
5.2.	Hodnocení mortality .....	84
5.3.	Porovnání průměrných hodnot.....	87
5.4.	Okulární posouzení kvality .....	94
6.	Diskuse.....	96
6.1.	Různé vlivy na testovaná potomstva .....	96
6.2.	Jak dále pokračovat v testování potomstva.....	99
7.	Závěr .....	101
8.	Literatura: .....	104
9.	Přílohy.....	111
Obr. 1:	Rozšíření borovice lesní (EUFORGEN, <a href="http://www.euforgen.org/distribution_maps.html">http://www.euforgen.org/distribution_maps.html</a> ) .....	24
Obr. 2:	Semenný sad borovice lesní, VLS ČR, s.p., divize Karlovy Vary - Bukovina (foto autor) .....	51
Obr. 3:	Poškození testované výsadby divokými prasaty (foto autor) .....	58
Obr. 4:	Příklad náhodného uspořádání blokového pokusu (PAULE 1992, upraveno, Metodické postupy ověřování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin v ČR, Lesnický průvodce 12/2009) .....	59
Obr. 5:	Příklad uspořádání pokusu v podobě dvojité mříže (PAULE 1992, upraveno, Metodické postupy ověřování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin v ČR, Lesnický průvodce 12/2009) .....	60
Obr. 6:	Klasifikace tvaru kmene (Nárovcová, Nárovec et Čermák 2004, projekt Zakládání semenných sadů druhé generace pro borovici lesní, 2009).....	62
Obr. 7:	Lokalizace semenného sadu (zdroj: Mapy.cz).....	71
Obr. 8:	Lokalizace testovací plochy (zdroj <a href="http://www.maps.google.cz">www.maps.google.cz</a> ) .....	74
Obr. 9a:	Schéma založení výsadby .....	75
Obr. 10:	Příklad jedince 1. třídy (foto autor).....	79
Obr. 11:	Příklad jedince 2. třídy (foto autor).....	79
Obr. 12:	Příklad jedince 3. třídy (foto autor).....	79
Obr. 13:	Příklad jedince 4. třídy (foto autor).....	79
Tab. 1:	Materiál k výsadbě .....	73
Tab. 2	Průměry dle potomstev.....	83



Graf 1: Mortalita dle klonů.....	85
Graf 2: Procento mortality (vzestupně) .....	86
Graf 3a: Průměrné hodnoty potomstev.....	89
Graf 4: Průměrné výšky (vzestupně) .....	91
Graf 5: Průměrné přírůsty (vzestupně) .....	92
Graf 6: Průměrné tloušťky (vzestupně).....	93
Graf 7: Průměrné hodnocení (od nejlepšího) .....	95

# 1. Úvod

## 1.1. Semenné sady u VLS ČR s.p. – vývoj a perspektiva

U Vojenských lesů a statků ČR s.p. je v současnosti pro umělou obnovu využíván reprodukční materiál z identifikovaných a kvalifikovaných zdrojů reprodukčního materiálu. V případě přirozené obnovy jde o materiál z lokálních zdrojů často nezámé kvality. Ačkoliv v prvním případě se jedná o fenotypově ověřený materiál, ani u jednoho z těchto zdrojů se nejedná o geneticky ověřený zdroj reprodukčního materiálu. VLS ČR, s.p., mají samozřejmě k dispozici fenotypově hodnotné rodičovské stormy pro hlavní hospodářsky důležité dřeviny (smrk ztepilý, borovice lesní, jedle bělokorá). Za zmínku stojí i velmi kvalitní rodičovské stromy třešně ptačí. V případě sběru prováděného ve vlastní režii pochází více než 99 % osiva z identifikovaných a selektovaných zdrojů reprodukčního materiálu, tj. z lesních porostů. Jen zlomek procenta pochází z kvalifikovaných zdrojů reprodukčního materiálu, tj. ze semenných sadů. U VLS ČR, s.p., jsou ke sběru osiva uznány čtyři semenné sady: na divizi Plumlov semenný sad modřínu opadavého a borovice lesní, na divizi Karlovy Vary semenný sad borovice lesní a třešně ptačí. Ve všech případech se jedná o semenné sady první generace.

Záměrem VLS je pokrytí významné části své potřeby sadebního materiálu získáním osiva ze semenných sadů první generace a v budoucnu i ze sadů vyšších generací. Prostředkem k dosažení tohoto cíle je založení osmi sadů první generace (pět sadů smrku ztepilého, dva sady jedle bělokoré a jeden sad borovice lesní) a následné zahájení testů potomstev. Z těchto důvodů zahájily VLS ČR, s.p., velmi úzkou spolupráci s FLD ČZU Praha a to s katedrou dendrologie a šlechtění dřevin. V rámci spolupráce byl vypracován koncept šlechtitelského programu pro roky 2011 až 2016. Jedním z prvořadých úkolů je urychlení přechodu semenných sadů první generace na semenné sady pokročilých generací. Aby bylo možno založit tyto pokročilé sady, bude využito originálního řešení označovaného jako BWB (*Breeding Without Breeding*).

## **2. Cíl práce**

Cílem práce je získat předběžné informace o mortalitě, růstu a vývoji potomstev rodičovských stromů ze semenného sadu Bukovina u Vojenských lesů a statků ČR, státní podnik, divize Karlovy Vary, na testovací ploše Zátočina na LHC Dolní Lomnice. Statisticky zpracovat získaná data a navrhnou další postup testování potomstev a jeho využití při řešení šlechtitelského programu. V neposlední řadě se i seznámit s problematikou zakládání semenných sadů a posléze testovacích výsadeb u VLS ČR, s.p.

### 3. Úvod – Literární rešerše

#### 3.1. Charakteristika čeledi – Borovicovité – Pinaceae

Čeď *Pinaceae* jsou dřeviny se spirálně rozmístěnými jehlicemi, někdy nahloučenými ve svazečcích. Jsou jednodomé a mají samčí a samičí šištice oddělené (jednopohlavné). Jejich charakteristickým „plodem“ je šiška, sestávající z větve a spirálně uspořádaných plodních šupin, opatřených obvykle ještě podpůrnými šupinami. Každá šupina nese dvě křídlatá semena, jen některé borovice s velkými semeny postrádají křídlo (ÚRADNÍČEK, 2003, CHMELAŘ, 1984). HEJNÝ a SLAVÍK (1988) charakterizují tuto čeď jako dřeviny jednodomé, vždyzelené, vzácněji opadavé. Jejich větve mohou být buď prodloužené (auxiblasty), zkrácené (brachyblasty), nebo jenom prodloužené. Pryskyřičné kanálky jsou v kůře, lýku, dřevných paprscích mladého dřeva. Listy jsou jehlicovité, ve šroubovici, jednotlivé nebo ve svazečcích po 2 – 5 i více na brachyblastech, se schizogenními exkrečními nádržkami nebo kanálky; po opadnutí jehlic se objevují na větvích jizvy nebo vyniklé polštářky. Samčí šištice jsou tvořeny četnými tyčinkami, prodlouženým konektivem a 2 prašnickými pouzdry. Pylová zrna jsou se vzdušnými váčky, výjimečně bez nich. Samičí šištice jsou jednotlivé nebo po 2 – 3 (řidčeji i více), s mnoha semennými a podpůrnými šupinami, které jsou zakrnělé nebo naopak zřetelně vyvinuté. Šišky jsou dřevnaté, za zralosti nerozpadavé, vzácněji rozpadavé. Šupiny mají někdy zakončení štítkem, uprostřed něho nebo na jeho vrcholu s pupkem, vybíhajícím často v hrot. Semena na vrcholu jsou zpravidla křídlatá. Vyskytuje se 9 rodů a asi 235 druhů po celé severní polokouli, ojedinele i v tropech a subtropích.

Z domácích dřevin sem patří zástupci rodů smrk (*Picea*), jedle (*Abies*), borovice (*Pinus*) a modřín (*Larix*). Z cizích dřevin této čeledi je pro nás významná douglaska (*Pseudotsuga*). Ve sbírkách dřevin se občas pěstuje tsuga (*Tsuga*) a cedr (*Cedrus*). Do čeledi borovicovitých náleží dále již jen dva rody východoasijských dřevin, které nelze u nás dost dobře pěstovat vzhledem k jejich nízké odolnosti vůči našim klimatickým podmínkám – Koteleeria (podobná jedli) a Cathaya (podobná douglasce) (ÚRADNÍČEK, CHMELAŘ 1995).

### 3.2. Charakteristika rodu – Borovice – *Pinus*

Rod *Pinus* – borovice je jeden z dřevařsky nejvýznamnějších rodů konifer. Zahrnuje vždyzelené stromy, méně i keře, s přeslenitým větvením. Jehlice vyrůstají ve svazečku na drobných zkrácených výhonech (brachyblastech), obvykle po 2, 3, 5, výjimečně i po 1, 4, 6 – 8. Avšak v 1. roce života (a většinou max. do 3 let) má semenáček nejprve přeslen 3 – 18 jehlicovitých děloh, na něž navazují jednotlivé, ve spirále umístěné pilovité primární jehlice, tedy nikoli ještě jehlice ve svazečcích (MUSIL, HAMERNÍK, 2007). Květy jsou jednodomé, různopohlavné, samčí jsou klasovitě nahloučeny při bázi výhonů, samičí stojí po 1 -3 (zřídka i více) pod vrcholovým pupenem (FÉR, POKORNÝ, 1993). V době květu bývají semenné šupiny obvykle červené, na bázi jsou srostlé s podpůrnou šupinou. K oplodnění dochází po dlouhém období klidu, v mírném klimatickém pásmu asi 1 rok po opylení. Od této doby šišky znovu rostou až do konečné velikosti. Šišky dozrávají po 15 – 16 měsících po opylení, ve 2. (-3.) kalendářním roce (jen výjimečně již v roce prvním) (MUSIL, HAMERNÍK, 2007). Šišky zpravidla ve třetím roce opadávají, ale u některých druhů vytrvávají po uvolnění semene i několik let (FÉR, POKORNÝ, 1993). Dozrálé šišky se hygroskopicky otevírají, u serotinních šišek však mohou zůstat neotevřeny po mnoho let. Výjimkou jsou šišky borovic řazených mezi limby, které se samy neotvírají vůbec a opadávají vcelku. (MUSIL, HAMERNÍK, 2007). Šišky se objevují u většiny borovic poprvé ve 20 – 30 letech, výjimečně i dříve, ale dosti často i později ve 40 – 50 letech (HIEKE, 1978). To souvisí s druhem výsadby: solitéry plodí dříve než stromy v porostu. Semena jsou zpravidla okřídlená, v menší míře i bezkřídla. Klíčivost předržují několik let a u některých druhů je semeno přeléhavé (FÉR, POKORNÝ 1993).

Borovice se svým habitem a měkčím uspořádáním koruny řadí někdy blíže k listnáčům než k jehličnanům. Tvoří tvarově jakýsi přechod mezi nimi (HIEKE, 1978). Kmeny stromovitých borovic patří ve většině případů k nejmalebnějším ze všech jehličnanů. Jsou buď rovné nebo různě pokroucené, vysoké nebo podsadité. Jen asi 4 taxony jsou vysloveně keřovité (MUSIL, HAMERNÍK, 2007). Borka se odlupuje v drobnějších nebo i větších šupinách. Na hlubších půdách mívají borovice (podle druhu) větší a silnější kůlový kořen nebo hlouběji kořenicí vedlejší kořeny. Na skalnatých stanovištích se kůlový

kořen nevyvíjí, ale vedlejší kořeny jsou natolik prodloužené, že stabilita stromu je zajištěna. To platí i pro několik druhů, které koření mělce (HIEKE, 1978). Na půdní podmínky je většina borovic minimálně náročná a proto snáší i půdy písčité, kamenité a chudé.

Borovice jako nejrozšířenější rod čeledi borovicovitých má i největší zastoupení ze všech jehličnatých dřevin co se týče počtu druhů. Počty druhů se podle jednotlivých autorů dosti často liší. Například ÚRADNÍČEK (2003) uvádí, že rod čítá přes 140 druhů, rozšířených v Euroasii i v Severní Americe, z oblastí tajgy až do subtropů a tropů v Guatemale, sev. Africe, Malajsku a Indonésii. Jediný druh překračující rovník – *P. merkusii* v horách na Sumatře. Je ale pravdou, že většina autorů se přiklání k počtu 100 až 120 druhů. (KŘÍŽ A KOL. 1971, HEJNÝ, SLAVÍK, 1988, MUSIL, HAMERNÍK, 2007, BUSINSKÝ, 2008). K nejbohatším územím druhové pestrosti patří Asie, kde se přirozeně vyskytuje celkem 39 druhů. Na severoamerickém kontinentu se vyskytuje přibližně 30 druhů. Podle BUSINSKÉHO (1999) je v oblasti Eurasie domácích celkem 43 druhů borovic, z toho se pro evropský kontinent uvádí cca. 11 druhů. MUSIL, HAMERNÍK, (2007) popisují pro Evropu 12 až 13 druhů a pro americký kontinent minimálně 40. Zajímavostí určitě může být subtaxon borovice osinaté, borovice dlouhověká, *P. longaeva*, která se v kalifornských horách White Mts. dožívá nejvyššího stáří ze všech dřevin, až 5000 let.

V České republice rostou autochtonně 3 druhy: *Pinus sylvestris* L. (borovice lesní), *Pinus uncinata* subsp. *uliginosa* (borovice blatka) a *P. mugo* (borovice kleč). Hojněji se ještě vyskytují kříženci posledních dvou (*P. x pseudopumilio*), řidčeji kříženci b. lesní a b. blatky (*P. x digenea*).

První systémové zařazení pochází již z roku 1753 (CARL VON LINNÉ), mezi jedno z posledních, zabývajících se rodem *Pinus*, patří monografie od BUSINSKÉHO z roku 2008. Zřejmě nejobsáhlejší monografií, jak uvádí ve své disertační práci (KAŇÁK, 2011) napsal v roce 1967 N.T. MIROV pod názvem "Genus *Pinus*". Borovicemi se u nás zabýval především ING. KAREL KAŇÁK, CSc., zakladatel arboreta Sofronka (v r. 1956) s celosvětovou sbírkou rodu *Pinus*.

### **Systematika.**

Rod *Pinus* dělíme obvykle na dva podrody (subgenus *Pinus* a subg. *Strobus*) eventuelně dále na sekce a serie.

- **Podrod *Pinus*** (syn. *Diploxylon*) tzv. „tvrdé (smolnaté či žluté) borovice“, které mají jehlice po 2 – 3 na brachyblastu a přechod mezi jarním a letním dřevem je náhlý. Jen vzácně jsou jehlice po 5 až 8 ve svazečku. Každá jehlice má 2 cévní svazky. Semenné šupiny šišek bývají v apofýze zesílené, často s hrotem. Oddělitelné křídlo objímá semeno „klíštkovitě“. Podrod *Pinus* zahrnuje cca  $\frac{2}{3}$  druhů celého rodu.
- **Podrod *Strobus*** (syn. *Haploxylon*) tzv. „měkké borovice“, které mají jehlice převážně po 5 na brachyblastu a přechod mezi jarním a letním dřevem je pozvolný. Každá jehlice má 1 cévní svazek. Pochvy svazečků jehlic jsou opadavé. Semenné šupiny šišek bývají v apofýze relativně nezesílené a bez hrotu. Semena jsou bezkřídlá nebo s malým zbytkovým lemem, případně s křídlem na břišní straně pevně přirostlým, nebo na břišní straně sice nepřirostlým, pouze kleštičkovitým, ale jen těžko oddělitelným (MUSIL, HAMERNÍK 2007).

Na základě paleontologických dat bylo zjištěno, že se rod *Pinus* objevil na Zemi již ve druhohorách (FLORIN, 1963 EX GIERTYCH, MÁTYÁS, 1991).

### **3.3. Charakteristika druhu – Borovice lesní – *Pinus sylvestris* L.**

#### **3.3.1. Popis druhu**

Borovice lesní je strom až 40 m, výjimečně 50(?) m vysoký, s přímým válcovitým kmenem, který se poměrně záhy čistí od větví, zvláště v porostech s dokonalým zápojem. Ve volnu nebo v uvolněném zápoji vytrvávají i spodní větve na kmeni, sílí a koruna se rozrůstá do šířky, mnohdy velmi nepravidelně.

Kmen je nahoře kryt tence kožovitou papírovitou žlutou nebo žlutohnědou korou, která u některých jedinců sestupuje hluboko po kmeni (forma *laevigata* Schwerin). U jiných borovic vystupuje naopak hrubá borka téměř až do korun (forma *corticans* Domin). Borka vytváří buď úzké šupiny (šupinovitá borovice, forma *Kienitzii* Seitz), anebo

široké desky a pláty (forma Sietzii Schweirin) rozdělené vodorovně i svisle u starých stromů tak, že se podobají želvímu krunýři. Jindy je borka lasturovitě penížkovitá, podobná borce smrkové (lasturovitá borovice, forma Bonapartei Seitz), složená s konkávních hnědavých tenkých plátků (MEZERA, 1952). ZLATNÍK (1957) uvádí, že kůra je nejprve šedožlutá a asi po desátém roce červenožlutá, je hladká a lesklá a odlupuje se v tenkých plátcích. Později vytvářející borka je brázditá a tvoří se nejdříve jen na basi a postupně pokrývá kmen. Podle jejího tvaru i barvy můžeme rozeznávat několik forem, podle nichž můžeme namnoze usuzovati na provenienci a jakost dřeva. Poškození kůry má za následek silné ronění pryskyřice.

Koruna je v severní a severovýchodní části evropského areálu spíše štíhlá, s jemným ovětvením, v část střední a jižní přibývají a posléze i převažují jedinci s klenutou až deštníkovitou korunou se silnými větvemi (MUSIL, HAMERNÍK, 2007). Zastoupení těchto forem potvrzuje například i FÉR a POKORNÝ (1993), kteří píší, že koruny na západě jsou všeobecně širokokorunné a mají méně přímé kmeny, kdežto borovice na východě a severovýchodě mají úzkou korunu, jemné větve a přímý kmen. Horské borovice stejně jako borovice severské se podobají habitem smrku. V podmínkách ČR se vyskytují úzké koruny s jemným ovětvením u náhorní varianty borovice, kdežto její pionýrská varianta pahorkatinná (neboli chlumní) má korunu klenutou až deštníkovitou se silnými větvemi (KAŇÁK J., 1985).

Borovice má mohutný kořenový systém. Tvoří ho hlavní kůlový kořen, který proniká hluboko do půdy a bohatě se rozvětňuje. Boční kořeny se rozprostírají do stran, ale i do hloubky. Borovice je dobře zakotvená v půdě a netrpí proto vývraty. Na méně únosných půdách a bažinách vytváří povrchovou kořenovou soustavu (PAGAN, 1999). MUSIL, HAMERNÍK (2007) uvádějí, že kůlový kořen jde do hloubky 1,5 – 3m, v suchých a písčitých půdách ještě hlouběji. Na pohyblivých písčích mohou vznikat i chůdovité kořeny, a proto je považována za zpevňující dřevinu.

Pupeny jsou protáhle vejčité, středně veliké (až 2 cm), zpravidla pryskyřičné, vyrůstající v přeslenech. Jehlice vyrůstají na brachyblastech po dvou a na větévkách všestranně odstávají. Na průřezu jsou na hřbetní straně polokruhovitě vyklenuté a po délce zpravidla poněkud stočeny. Jsou 5 – 6 cm dlouhé, silné, ostře špičaté a obsahují



několik pryskyřičných kanálků. Opadávají během 3 – 6 let i s brachyblasty (KŘÍŽ, 1971). Barva je na ploché straně šedozelená a na vyklenuté straně až tmavě zelená. Jehlice jsou na příčném průřezu značně zploštělé a jsou více než 2 x delší než širší (SLAVÍK, HEJNÝ, 1997).

Plodnost se u borovice dostavuje již v 15 letech, v zápoji ve 30 – 40, na úrodnějších půdách až po 50 roce. Semenné roky následují ve 2 – 4letých intervalech (KŘÍŽ, 1971). MEZERA (1952) uvádí, že na půdách minerálními živinami bohatých a dostatečně vlhkých začíná borovice plodit mezi 50. – 70. rokem a semenné roky se opakují po 3 až 4 letech. K odkvětu dochází v květnu, někdy až počátkem měsíce června. I když je borovice lesní jednodomá, může na některých stromech převládat jedno pohlaví (MUSIL, HAMERNÍK 2007). Toto potvrzuje i ÚRADNÍČEK, CHMELAR (1995), kteří píšou, že existují převážně samčí a samičí exempláře a proto se stává, že některé stromy neplodí. Základy samčích šištice jsou vytvořeny již v pozdním létě předchozího roku, na bázi pupenu připraveného k prodlužovacímu růstu v roce následujícím. Nejčastěji vyrůstají v dolní části koruny, na krátkých bočních větévkách (MUSIL, HAMERNÍK 2007). Samčí šištice jsou sírově žluté, 6 – 8 mm dlouhé, mají na střední ose spirálovitě sestavené četné tyčinky, z nichž každá má drobný, okrouhlý konektivový výrůstek a dva prašnickové pytlíčky (FÉR, POKORNÝ 1993). KAŇÁK J. ve své disertační práci z roku 2011 uvádí, že samčí primordia mohou být i červená. Toto potvrzuje i HEJNÝ, SLAVÍK, (1988) kteří uvádějí, že se jedná o formu *erythranthera* Sanio. Borovice je větrosná a pyl může dolétnout na velké vzdálenosti až 60 km. Tuto vzdálenost pomáhají překonat dva vzdušné vaky v každém pylovém zrnku (MEZERA, 1952). Popsány jsou však i případy s mnohem vzdálenějším přenosem pylu, až na vzdálenosti tisíce kilometrů. Základy samičích šištice jsou vytvořeny v předchozím létě a jsou jen mikroskopické velikosti, umístěné po 1 – 3 ve špičce pupenů připravených k prodlužovacímu růstu následujícího roku. Jsou barvy načervenalé (KŘÍŽ, 1971). Objevují se na nejvitálnějších výhonech, obvykle v horní části koruny nebo v jejich osluněných částech. Viditelná jsou až na jaře po vyrašení výhonů. Během 2 týdnů po začátku rašení se primordia vyvinou v samičí šištice 6 – 7 mm dlouhé, které jsou připravené k opylení. V tomtéž porostu většina stromů kvete alespoň 1 nebo 2 dny společně. U různých proveniencí se ovšem doba kvetení liší: např. severské provenience kvetou na stejné lokalitě dříve než provenience jižní (MUSIL, HAMERNÍK 2007). Zprvu přímé samičí šištice se

po opylení obracejí dolů a dosahují do konce prvního roku velikosti lískového oříšku (ZLATNÍK, 1957). Naklíčený pyl zůstává po 12 měsících dormantní. Během této doby šištice povyroستou. Teprve po 12 měsících po opylení obnovuje klíčící pyl svůj růst a oplodní vajíčko. Krátce nato v červnu druhého roku se celý útvar začne rychle zvětšovat a počátkem léta dosahuje konečné velikosti šišky (3 – 6 cm délky). Začátkem října druhého roku dospívá semeno a šišky dozrávají (MUSIL, 2003). Zralé šišky jsou kuželovité, nelesklé, silně zdřevnatělé (KŘÍŽ, 1971). Je-li příznivé počasí (suchá období se střídají s vlhkými), může ještě v X. – XII. měsíci menší množství semen ze šišky vylétnout. K hlavnímu otevření šišek však dochází až v předjaří 3. roku (MUSIL, HAMERNÍK, 2007). Prázdné šišky zůstávají zpravidla do léta, někdy i do podzimu na stromě. Na jedné větvi můžeme v jednom roce nalézt při vrcholu letošního letorostu malé kulaté, červenohnědé květní šištice na hákovitě ohnuté stopečce, zelené kuželovité uzavřené šišky na loňských prýtech a na předloňských větévkách pak zralé otevřené šišky po 1 – 2 na jedné stopce. Šišky borovice jsou v rámci oblastí obrovského areálu borovice velmi proměnlivé (MEZERA, 1952), avšak šišky jednoho stromu jsou naprosto stejné a totéž platí i pro semena (KAŇÁK J., 2011).

Semena jsou vejčitě podlouhlá, 3 – 4 mm dlouhá, buď černá, skvrnitá, hnědá až světle hnědá, s blanitým lesklým křídlem 12 – 20 mm dlouhým. V jednom kilogramu se počítá asi 165.000 – 200.000 semen, klíčivost je kolem 80% i více a trvá asi tři roky, časem ovšem slábne (FÉR, POKORNÝ, 1993). Semena borovice patří mezi tzv. ortodoxní, tato jsou charakteristická tím, že ztrácejí obsah vody už během svého dozrávání, takže v období své fyziologické zralosti mají už nízký obsah vody (obvykle méně než 15%). V takovémto stavu si udržují dlouhou dobu svou životnost a mohou být zejména při nízkých teplotách skladována po velmi dlouhou dobu (KUPKA, 2008). Klíčení probíhá na jaře, lépe za slunečného světla. Primární jehlice vyrůstají vždy jednotlivě, svazečky jehlic se mohou ojediněle objevit již v prvním roce věku semenáčku.

V mládí roste borovice lesní velmi rychle a roční délkový přírůst může dosáhnout až kolem 80 cm. V průběhu roku má prodlužovací růst výhonů zpravidla monocyklický charakter, tj. probíhá poměrně krátce na jaře a končí většinou již během května a června. Výjimkou však není ani dicyklický růst, kdy v období od 2. poloviny června do září dochází

u právě vytvořených pupenů k narašení nebo dokonce úplnému vyrašení nových, letních výhonů. Tak vznikají tzv. jánské výhony (z terminálního pupenu), případně proleptické výhony z bočních pupenů (MUSIL, HAMERNÍK, 2007). Vyvrcholení výškového přírůstu borovice nastává mezi 15. až 25. rokem, pak se zpomaluje a končí asi ve 100 letech (ÚRADNÍČEK, 2003). Rytmus růstu je velice variabilní a je závislý především na původu sazenic, o čemž svědčí výsledky všech provenienčních pokusů. Obecně platí, že provenience s klimaxovým charakterem (náhorní varianta borovice lesní) rostou zpočátku pomaleji, ale později, okolo 20 let věku velmi zrychlují svůj růst a v provenienčních pokusech se dostávají na první místa v pořadí. Naproti tomu provenience s pionýrským charakterem rostou zpočátku velmi rychle, ale po zhruba 20. roce věku svůj růst zpomalují (KAŇÁK J., 1994). Borovice lesní dosahuje stáří asi 300 let, na exponovaných stanovištích, kde chybí konkurence, může se borovice dožít až 500 let (ÚRADNÍČEK, 2003). Jiní autoři jako např. FÉR, ROHON (2002) uvádějí věk dožití až 600 let. Objem středního kmene ve 100 letech na nejlepších stanovištích může být až 1,4 m<sup>3</sup> a porostní zásoba až 550 m<sup>3</sup>/ha hroubí s kůrou (MUSIL, HAMERNÍK 2007). PAGAN (1999) ve své lesnické dendrologii píše, že borovice na nejlepších bonitách může vytvářet ve věku 140 let zásobu až 840 m<sup>3</sup>/ha hroubí bez kůry.

#### **3.3.2. Ekologické nároky druhu**

Borovice je dřevina v maximální míře světlomilná, neschopná růstu v semknutých porostech a zmlazování v zástinu (ÚRADNÍČEK, 2003). SCHÜTZ (2011) se vyjadřuje k zmlazování v zástinu takto: borovice je schopná se zmlazovat v dlouhých zmlazovacích obdobích pod zastíněním vlastními korunami. K tomu ale dochází jen při dobrém zásobování vodou. Nejúspěšnější obnova vzniká na holé, nebo jen velmi málo zastíněné ploše s odkrytou minerální půdou, bez souvislé vrstvy surového humusu. Náletové porosty mohou také vznikat v devastovaných lesích nebo po požárech. Obecně se řadí mezi dřeviny pionýrské, schopné osidlovat nejrůznější volné plochy (MUSIL, 2003). Borovice roste jak na písku, tak i na hlinitých a těžkých půdách, hlavní požadavek klade však na hloubku půdy. Její hluboké kořání nemá schopnost se přizpůsobit kamenitým

a jiným tvrdým překážkám (KONIAS, 1951). Tomuto tvrzení oponuje ÚRADNÍČEK (2003) a udává, že druh je schopen krýt potřebu vody z mnohem větší hloubky než jiné dřeviny. Vyskytuje se proto na stanovištích extrémně suchých, kde ostatní dřeviny již nemají šanci na přežití, pakliže se vůbec uchytlí. Borovice však vyklíčí i ve štěrbinách holých skal. Druh se vyskytuje na územích s velkými srážkovými rozdíly, na jedné straně to bývají suché oblasti, kde naprší sotva 400 mm, na druhé straně podhorské a horské lokality se srážkami přes 1000 mm. Borovice lesní jako druh je adaptována na velmi široký klimatický rozsah. Roste na územích s délkou vegetační doby 90 – 200 dnů (výjimečně i méně). Převážnou část areálu je možno charakterizovat jako kontinentální nebo alespoň kontinentálně laděnou. Klimatotypy Verchojanského pohoří na Sibiři snášejí teplotu až -64°C a přežívají na půdě téměř trvale zmrzlé, kde vegetační doba nepřekračuje 90 dní. Jiné klimatotypy však rostou ve vegetační době delší jak 200 dní a snášejí i vysoké teploty jižního Španělska, kde tepelná suma je 3 – 4x větší než na severu (MUSIL, HAMERNÍK, 2007). Zajímavou edafickou odchylku představují některé ekotypy stepní borovice z jihu evropské části Ruska, schopné snášet slané půdy. V rámci ekologické variability tohoto druhu je to snad jedna z nejvýraznějších zvláštností (ÚRADNÍČEK, CHMELAR, 1995).

### **3.3.3. Rozšíření a proměnlivost druhu**

Největší zastoupení borů s *Pinus sylvestris* se nachází v kontinentální Eurasii – na jižním okraji formace boreálních lesů severní polokoule, a to především na přechodu k formacím lesů suchých oblastí, případně na přechodu k formacím smíšených opadavých lesů mírného pásma (MIKESKA A KOL., 2008). V současném období má borovice lesní rozsáhlý areál, který v Evropě a Asii zabírá téměř třetinu severní polokoule. Rozprostírá se přibližně od 0° - 140° východní délky a od 40° po 70° severní šířky. Na západě je její výskyt ohraničený čarou Labe – Sale, která odpovídá hranici výrazného oceánského klimatu. Na západ od ní je jen několik malých enkláv. Jako původní dřevina se nevyskytuje v nížinách západní Evropy s výrazně oceánským klimatem, tedy v Anglii s výjimkou Skotska, v Irsku, severozápadní Francii, Německu a Dánsku. Mimo tato území její výskyt pokračuje na severozápadě izolovaným ostrůvkem ve Skotsku, odtud jde na východ celou Skandinávií,

přesahuje tady polární kruh a vystupuje až po 70° 20' s.š. a od řeky Oleňok klesá k Ochotskému moři. V severozápadní části Ruska, včetně Kamčatky se nevyskytuje. Od Ochotského moře se hranice otáčí na jihozápad a přes severní Mandžusko a severní Mongolsko jde na západ k Altaji. Na severu střední Asie probíhá po 48° 33' s.š., jde k Čeljabinsku, na Saratov a pokračuje na Balkánský a Apeninský poloostrov a zasahuje až do Španělska. V jižní Evropě v oblasti vždyzelených lesů se nevyskytuje. Najdeme jí však v severní části Malé Asie, na Krymu a na Kavkaze (PAGAN, 1999). Maximum výskytu borovice lesní je v severní části areálu, roste zde hlavně v nížinách, na chudých, písčitých podkladech dostatečně zásobených vláhou, případně až bažinatých, převážně v rozlehlých porostech v pásmu smrku. V severní Evropě je sosna převládajícím lesním druhem, jdoucím na sever dále než smrk. V evropské části Ruska borovice lesní roste na značně rozsáhlém území, od tundry na severu po stepi na jihu. Na Sibiři roste borovice lesní na celkové ploše asi 5,7 milionů km<sup>2</sup> což je zhruba 54% rozlohy Evropy (MUSIL, HAMERNÍK, 2007). Jako druh velmi proměnlivý a přizpůsobivý nejrozmanitějším podmínkám vytváří borovice lesní mnoho ekotypů, lišících se růstem, typem koruny a ovětvení. Po této stránce je borovice jednou z nejlépe prostudovaných dřevin. Bylo provedeno mnoho provenienčních pokusů, které prokázaly stálost řady znaků, alespoň v první generaci. Pod patronací organizace IUFRO byl založen velký provenienční pokus, který souběžně probíhal v mnoha státech. Výsledkem takovýchto pokusů je především zjištění, v jakých hranicích je ještě možný přenos osiva (ÚRADNÍČEK, 2003).

Díky svému velmi rozlehlému areálu je tento druh velmi variabilní a je možné z historického i ekologického hlediska rozlišovat podstatně rozdílné typy borovice lesní, které se různí historicky, ekologicky, filologicky, zastoupením různých forem a tvorbou společenstev. Podle Svobody (SVOBODA, 1953) jsou to borovice nížin (severské), které jsou mladší, a borovice horské a stepní, které jsou starší – reliktní:

1. **Severská borovice** – *Pinus sylvestris septentrionalis*.

Tvoří jí převážně nížinné klimatotypy s dosti souvislým areálem (MUSIL, HAMERNÍK, 2007). Jižní část hranice probíhá po úpatí Krkonoš, Beskyd a Karpat, evropskou a sibiřskou částí Ruska a na severu zasahuje až po severskou hranici lesa. V tomto rozsáhlém území se vyskytují velmi kontrastní podmínky prostředí, zejména

klimatické, které poukazují na velkou plasticitu borovice lesní vzhledem ke klimatu. Vyskytuje se na různých druzích půd, od písků po rašeliny. Na písčitých půdách vytváří často monokultury s přimíšením břízy a osiky. Na vlhčích hlinitějších půdách na severu a východě tvoří porosty se smrkem a břízou, na západě s dubem a bukem (SVOBODA, 1953). Rozsáhlé porosty borovice lesní v severské oblasti jsou v mnohých případech druhotným jevem, který podmiňuje požáry. Bez těchto požárů by smrk vytlačil borovici z lepších stanovišť a ta by rostla pouze na půdách, které smrku nevyhovují (PAGAN, 1999).

2. **Stepní borovice** – *Pinus sylvestris stepposa*.

Zaujímá užší, nesouvislé pásmo podél jihovýchodní hranice evropské části areálu a podél jižní hranice jeho záposibiřské části, některé ekotypy rostou i na zasolenějších lesostepních až stepních půdách (MUSIL, HAMERNÍK 2007). SVOBODA (1953) popisuje tento typ jako pás izolovaných ostrůvkovitých výskytů reliktních borovic, které na jihu lemují oblast souvislého výskytu borovice lesní a pronikají do oblastí lesostepí. Jsou morfologicky a ekologicky různorodé a někdy se hodnotí už jako samostatné druhy. Vytváří vícero charakteristických edafotypů. Je výrazně specializována na klima a půdu, možná výrazněji než u borovic horských.

3. **Horská borovice** – *Pinus sylvestris montana*.

Vyskytuje se na zbylém území jižní a střední části areálu, roztroušeně i izolovaně především v horských soustavách, na extrémních stanovištích, od suchých poloh až po rašeliniště, jako zbytky (relikty) původního většího rozšíření z počátku mladších čtvrtohor. Výskyt na reliktních stanovištích potvrzuje i PAGAN (1999), zmiňuje, že vzhledem k extrémnímu charakteru stanovišť, nemohla být v poledovém období vytlačena citlivějšími dřevinami, které se šířily později. Zejména se jedná o buk, smrk a jedli. Na rozdíl od nížinných borovic se borovice lesní horská po stránce fyziologické různí tím, že její výskyt je úzce specializován na dané podmínky prostředí (reliktní typy), takže špatně snáší přenos do jiných podmínek. Proto tyto borovice v kulturách často zklamaly (francouzské, slovenské, bulharské, alpské). V poměrně stejných klimatických podmínkách však rostou rychleji (SVOBODA, 1953). I když má borovice horská daleko menší areál než

borovice severské, vykazuje velký počet ekotypů, z čehož jasně vyplývá, že borovice horská je velmi různorodá, což je dáno různorodými podmínkami prostředí v jejím disjunktivním areálu (PAGAN, 1999).

MEZERA (1952) uvádí, že pro borovice nížinné můžeme rozlišovat v podstatě tyto hlavní klimatotypy:

- *Pinus silvestris borusica* (Schott) – severoněmecká, pruská
- *Pinus silvestris sarmatica* (Zapal.) – borovice sarmatská
- *Pinus silvestris baltica* – Polsko, Litva, Estonsko
- *Pinus silvestri rossica* – střed evropské části Ruska

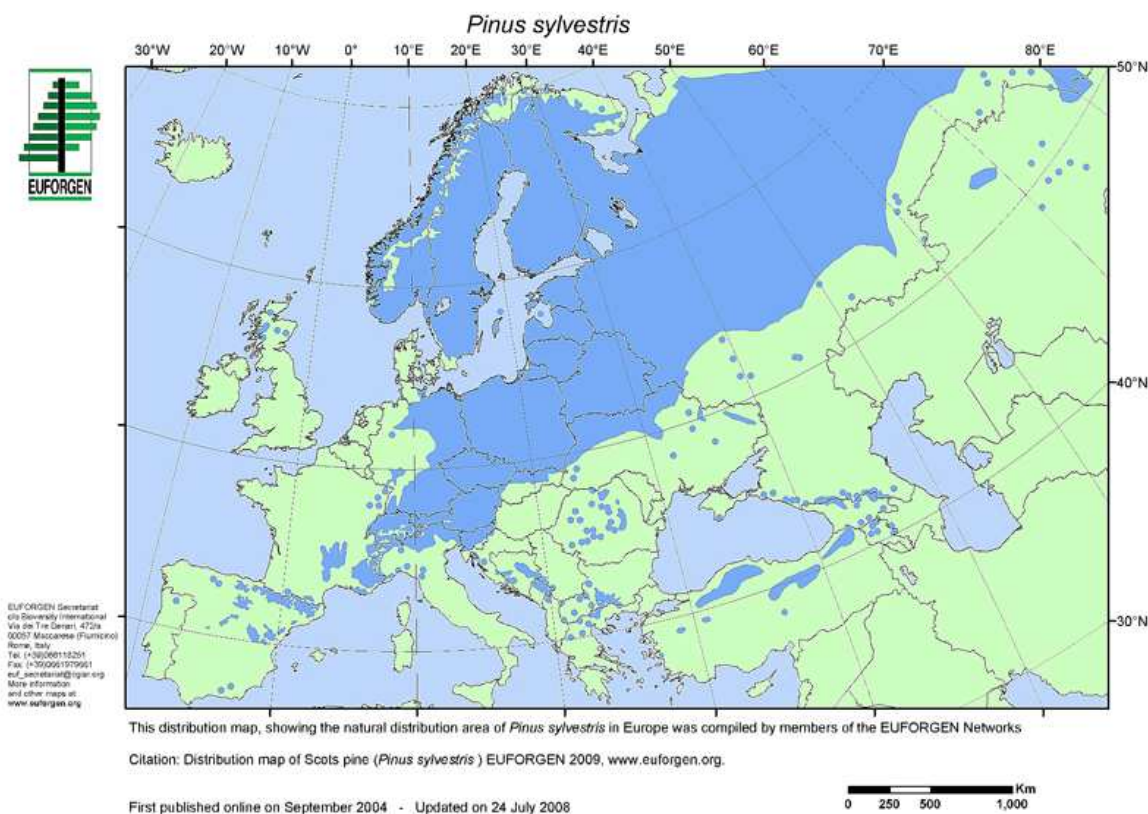
Pro borovice horské uvádí tyto klimatotypy:

- *Pinus silvestris septentrionalis* (Schott) – jižní Skandinávie
- *Pinus silvestris lapponica* (Fries) – nejsevernější části euroasijské tajgy
- *Pinus silvestris sibirica* – území střední a severní Sibiře

Pro podhorské a horské borovice rozděluje v podstatě na několik základních typů a to:

- *Pinus silvestris scottica* (Schott) – izolovaný okrsek ve Skotsku
- *Pinus silvestris hispanica* – horské oblasti Pyrenejského poloostrova
- *Pinus silvestris aquitana* (Schott) – izolovaná oblast ve Francii
- *Pinus silvestris alpina* – centrální Alpy
- *Pinus silvestris vindelica* (Schott) – severní předalpské oblasti
- *Pinus silvestris superrhenana* (Schott) – jihozápadní část Německa
- *Pinus silvestris hercynica* (Münch) – pahorkatiny a podhůří střední Evropy
- *Pinus silvestris karpatica* (Klika) – typ karpatského oblouku
- *Pinus silvestris panonica* (Schott) – chlumní a pahorkatinný typ východních výběžků Alp
- *Pinus silvestris rumunica* – východní Karpaty
- *Pinus silvestris caucasica* (Busch-Fisch) – izolovaný okrsek na Kavkaze
- *Pinus silvestris balcanica* – středohory Balkánu
- *Pinus silvestris rhodopea* – porosty v bulharských horách

- *Pinus silvestris Pontica* (Bayer) – ostrůvkovité oblasti v Malé Asii
- *Pinus silvestris stepposa* – nesouvislé stepní bory zasahující hluboko do Sibiře, Polska a hercynské oblasti.



Obr. 1: Rozšíření borovice lesní (EUFORGEN, [http://www.euforgen.org/distribution\\_maps.html](http://www.euforgen.org/distribution_maps.html))

### 3.3.4. Rozšíření a variabilita borovice lesní v rámci ČR

Zastoupení borovice je v ČR poměrně vysoké – 17,2% (MIKESKA A KOL., 2008) tj. pětinasobné ve srovnání s rekonstruovanou přirozenou skladbou našich lesů. Vyšší zastoupení ve střední Evropě je pouze v Německu a Polsku. Proto se v těchto státech i u nás počítá s určitým snížením tohoto zastoupení (POLENO, VACEK, 2009). Přirozené zastoupení se pohybovalo podle různých autorů mezi 3 až 5,5%. Původní rozšíření borovice lesní má své těžiště v mezofytiku. V montánním vegetačním stupni je zastoupena většinou pouze roztroušeně, maximem je Šumava – suť u Plešného jezera, 1070 m n.m. V obou stupních termofytika roste vzácně. Výskyty v oreofytiku a termofytiku bývají dodnes považovány za azonální (MUSIL, HAMERNÍK 2007). Autochtoní porosty borovice lesní



(reliktní bory) se u nás nyní vyskytují jen ostrůvkovitě na extrémních reliktních stanovištích, například ve světlých lesích, na balvanitých svazích, na sutích, štěrcích, píscích a na některých písečných přesypech, na lokalitách často suchých a mělkých, ale i na vlhkých lemech rašelinišť. Nejníže se nachází v doubravách v Polabí. Dále roste na hadcích Slavkovského lesa a Českomoravské vrchoviny, na balvanitých svazích a sutích Šumavy, na píscích a zrašeliněných půdách Třeboňska, na pískovcových skalách a ve skalních městech severních a severovýchodních Čech. Dále je přirozeně najdeme na skalních výspách a příkrých stráních zaříznutých údolí řek Jihlavy, Oslavy, Rokytne a Dyje, nachází se též na výspách Dražanské vrchoviny, na sutích Hrubého Jeseníku a na vápencových skalách v jižní části Moravy (POLENO, VACEK, 2009). Naše území leží celé uvnitř areálu borovice – ekotypu hercynského. Hercynská borovice se přirozeně vyskytovala jen ostrůvkovitě (ÚRADNÍČEK, 2003). Velmi obsáhle popisuje hercynskou borovici ve své knize MEZERA (1952); uvádí, že se vyznačuje štíhlým, rovným kmenem, úzkou kuželovitou a pravidelnou korunou a krátkými, většinou v ostrém úhlu odstávajícími větvemi. Tyto typy borovice jsou vyvinuty především ve vyšších polohách. V literatuře se můžeme setkat také s pojmem náhorní či horská borovice lesní, která se vyznačuje schopností růst úspěšně ve smíšených porostech (smrk, jedle, buk, borovice) a také na vlhčích půdách a na rašelínách. K. KAŇÁK (1998) uvádí, že její nejlepší ukázky jsou z pohoří, kde na blízkých rašeliništích či vrchovištích roste i borovice blatka (MUSIL, HAMERNÍK, 2007) a usuzuje na možnou dávnou hybridizaci s druhem agregátu *Pinus mugo*. Náhorní borovice se chová jako klimaxový druh, který roste převážně ve směsi s bukem, smrkem a jedlí a zmlazuje se pod porostem. Z toho lze usuzovat, že o borovici lesní nemůžeme hovořit jako o dřevině s výlučně pionýrským charakterem, jak je často podle literárních pramenů zařazována. Klasickým typem borovice pionýrského charakteru je borovice pahorkatinná (chlumní), která se vyskytuje převážně v nižších polohách. Je charakteristická širokou korunou se silnějšími větvemi a méně přímým kmenem (MEZERA, 1952).

Podle zvláštních růstových oblastí a jakosti dřeva dělíme naše borovice do několika sort. Mezi nejznámější borovici patří jihočeská borovice čili třeboňská (forma *Bohemica* Kavina), která zde vytváří jakostní, vzrůstavé porosty. Vyznačuje se štíhlým, pravidelně rostlým kmenem, poměrně úzkou korunou a málo smolnatým dřevem. Známa je také

borovice šumavská, polabská, severočeská a západočeská, východočeská, svratecká a hodonínská (MEZERA, 1952). Podle jednotlivých autorů je uváděno několik variant borovice lesní, které se vyskytují na našem území. Např. KLIKA (1953) uvádí tři ekotypy – *Pinus sylvestris hercynica* (Münch) s výskytem v západních Čechách a na Šumavě, *Pinus sylvestris bohémica* (Šiman), kterou najdeme na Třeboňsku, Šumavě a Jindřichohradecku a *Pinus sylvestris sarmatica* (Zapalowicz) – Horní Slezsko a Lysá hora. DOSTÁL(1989) pro *Pinus sylvestris* L. vylíčuje tyto tři variety – var. *Sylvestris*, rozšířená na pískách, var. *Hercynica* (Münch) s výskytem převážně na Šumavě a v Krušných horách a var. *Bohémica* (Šiman) – na rašelinách jižních Čech.

Pěstováním borovice různých proveniencí a produkčních typů získaných šlechtěním byly ovlivněny genotypicky populace borovic i na autochtonních stanovištích, takže např. nikde v ČR není homogenní populace původního typu borovice, Rothmalerem označovaného jako subsp. *Hercynica* (Münch), se štíhlým kmenem a úzce kuželovitou korunou, i ve stáří připomínající smrk. Jen tento typ podle SVOBODY (1953), by měl být původním na reliktních biotopech v ČR (HEJNÝ, SLAVÍK, 1997).

#### **3.3.5. Historie druhu *Pinus sylvestris***

Rod *Pinus* je znám již z geologického období jury, tj. asi před 200 miliony let (MIROV, 1967). MIROV (1967) uvádí společné centrum vzniku druhů rodu *Pinus* v oblasti dnešního Wrangelova ostrova severně od Čukotky.

V celém pleistocenu (asi 1 000 000 r.) se na základě kvantativního hodnocení rostlinných zbytků uvádí, že borovice byla na našem území jedním z nejvíce zastoupených rodů i když vzhledem k mnohým teplotním výkyvům tohoto období se její zastoupení měnilo (OPRAVIL, 1974). Týká se to především borovice lesní, ale i kosodřeviny a limby. Představa o rozšíření borovice lesní na naše území v průběhu maximálních ochlazení není ještě dostatečná (PAGAN, 1999). Borovice jako dřevina neobyčejně odolná k tuhým zimám přečkala i období nejvyššího zalednění na několika refugiích v panonské kotlině, odkud dosahovala částečně i na naše území v krajinách severních a severovýchodních od Karpatského oblouku na jihovýchodní okraj Alp. Ale i na západ od Alp musela být taková

místa, neboť je velmi nepravděpodobné, že by se rozšířila do jihofrancouzských a španělských pohoří až v postglaciálu ze vzdálených území střední Evropy (ZLATNÍK, 1957). Paleoekologické rekonstrukce vývoje vegetace od pozdního glaciálu po současnost se provádějí především z výsledků pylových analýz, které jsou základní paleobotanickou metodou. Pylové analýzy se opírají o tři skutečnosti: 1. Většina rostlinných taxonů má morfologicky odlišná pylová zrna. 2. Buněčná blána pylových zrn je obvykle tak odolná, že ve vhodném sedimentačním prostředí přetrvá bez poškození tisíce i miliony let. 3. blána pylových zrn odolává dobře i působení velmi razantní chemické preparace, při separaci zrn z příslušných sedimentů pro potřeby pylové analýzy (MUSIL, HAMERNÍK, 2007). Pylová analýza má však i svá úskalí. Především jednotlivé taxony produkují různé množství pylu. Různá je i délka doletu pylových zrn, četnost semenných roků a i odolnost buněčné blány pylu. Kupříkladu až do našich zeměpisných šířek bývá zanášen pyl mediteráních borovic, v době, kdy u nás tento rod ještě nekvete. Vedle pylových analýz může rekonstrukci vývoje vegetace posloužit i tzv. makroskopická analýza zbytků jehlic, plodů, šišek, semen, semenných šupin apod. (MUSIL, HAMERNÍK, 2007).

Podle KRIPPELA (1986) i v pozdním glaciálu dochází k vícerym teplotním výkyvům. V chladnějších obdobích (starší a mladší dryas) se na nejpříhodnějších místech v refugiích zachovala borovice společně s břízou a odtud se při zlepšení podmínek (interstadiálech) šířila. V těchto obdobích (10 000 – 9 000 l.p.n.l.) vytvářela rozsáhlé pralesy doplněné břízou a byla hlavní dřevinou zejména v nižších polohách. Poté ještě několikrát musela tato stanoviště opustit a stěhovat se do nižších a teplejších oblastí z důvodu opětovného ochlazení. Zlom nastává v postglaciálu (od roku 8 200 p.n.l.), kdy dochází k celkovému oteplení, což mělo vliv na šíření dřevin včetně borovice. V boreálu (7 700 – 6000 l. před n.l.), který je označován jako období borovice a lísky, vznikaly rozsáhlé borové lesy doplněné převážně lískou. Atlantik (6 000 – 4000 p.n.l.) již není pro borovici tak příznivý v důsledku intenzivního šíření smíšeného listnatého opadavého lesa a postupně byla vytlačována do poloh s extrémními půdními podmínkami, ze kterých se stala reliktní stanoviště na kterých se borovice lesní dochovává dodnes. V epiatlantiku (4000 – 1300 l.před n.l.) se zastoupení borovice projevovalo ve vlnách. V první polovině pokračoval pomalý ústup, kdežto v jeho druhé polovině docházelo k mírnému navýšení zastoupení.

Od subatlantiku (800 l. před n.l. po současnost) ovlivňuje už rozšíření borovice lesní i člověk, kdy v důsledku ničení lesů, požárů, ale i výsadeb dochází k výrazným změnám v zastoupení *Pinus sylvestris* jak světovém, tak i v rámci střední Evropy (PAGAN, 1999). Původní rozšíření borovice ve střední Evropě lze nyní těžko určit, poněvadž rozsáhlá kultura přeměnila ráz přirozených střeoevropských lesů na velkých plochách, zejména v nižších polohách. Borovice se šířila již před počátkem lesní kultury přirozeným náletem na plochy, kde byl les zničen. Daleko více se však šířila od konce 18. století umělou obnovou, protože borové porosty rostly rychleji než porosty jiných dřevin. Tak vznikly druhotně rozsáhlé bory v oblastech dubových lesů (POLENO, VACEK, 2009). V současné době je největší zastoupení borovice v ČR v cílovém hospodářském souboru 23 (kyselá stanoviště nižších poloh), kde zaujímá rozlohu téměř 200 tis. ha (PLÍVA, 2000).

#### **3.4. Šlechtění lesních dřevin – *Pinus sylvestris***

##### **3.4.1. Šlechtění a cíle lesnické genetiky**

Jestliže pokládáme genetiku za vědu o zákonech dědičnosti a proměnlivosti živých organismů, potom lesnickou genetiku pokládáme za základní vědní disciplínu zkoumající dědičnost a proměnlivost lesních dřevin. Tento termín navrhl BATESON na Mezinárodní konferenci o šlechtění rostlin v Londýně v roce 1906. Návrh byl přijat a jeho používání se vžilo nejen ve vědeckých kruzích, ale i v praxi (PAULE, 1992). KANTOR, POSPÍŠIL, (1983), charakterizují šlechtění lesních dřevin a lesnickou genetiku slovy prof. K.HRUBÉHO, který byl naším předním a na mezinárodním fóru uznávaným genetikem. Již v roce 1956, tedy v době, kdy se kladly první stavební kameny pro šlechtění lesních dřevin, řekl na genetické konferenci biologické fakulty Karlovy univerzity v Praze: „Mimo to bych ještě rád upozornil na jeden obor genetiky, vysloveně praktický, pro který u nás jsou prvotřídní předpoklady dané přírodními podmínkami. Jde o lesnickou genetiku. Intenzivní exploatace lesů, prováděná po řadu let, může znamenat vážné nebezpečí, pokud jde o kvalitu porostů jednotlivých důležitých lesních dřevin. Tyto porosty jsou populace složené z řady genotypů o velmi rozmanitých vlastnostech. Nebezpečí intenzivní těžby

lesů spočívá v tom, že nejkvalitnější genotypy jsou vlastně ustavičně odstraňovány, aniž by bylo zajištěno jejich kvalitní potomstvo. Je proto třeba urychleně věnovat pozornost genetickému průzkumu našich lesů. Je třeba nejhodnotnější typy vybrat a podchytit pro další množení. Pro namnožení elitních stromů je třeba počítat s roubováním a to na vhodné podnože, které urychlí a zvýší produkci semene.”

Šlechtění lesních dřevin je systematická činnost, jejímž cílem je zvyšování produkce, kvality a odolnosti dřevin proti abiotickým a biotickým činitelům (NAMKOONG, 1988 in KOBLIHA A KOL. 2011). Zejména v podmínkách střední Evropy (s účelovým orientováním lesního hospodářství na udržování a zvyšování produkce a zabezpečování mimoprodukčních funkcí) má a v systémech přírodě blízkého LH nadále bude mít šlechtění lesních dřevin v nejširším pojetí spolu s lesním semenářstvím a některými opatřeními biotechnologické povahy nezastupitelný význam. Přes stoupající podíl přirozené obnovy bude třeba i v dlouhodobé perspektivě počítat s převahou obnovy umělé. V určitém rozsahu se bude nadále pokračovat i v zalesňování půd vyčleněných ze zemědělského obhospodařování. Pro tyto účely bude třeba značné množství reprodukčního materiálu. Funkce prakticky orientovaného šlechtění, založeného na vědeckých základech genetiky, bude spočívat ve vytváření a zajišťování vhodných zdrojů reprodukčního materiálu a jeho přísunu pro potřeby lesního provozu. K těmto zdrojům budou i nadále patřit lesní porosty uznané ke sklizni osiva a ověřené co do genetické podmíněnosti v systémech srovnávacích výsadeb i na bázích genetických markerů. Dalším významným zdrojem lesního osiva budou i nadále semenné sady, sady jako celek experimentálně pozitivně ověřené a v dalších fázích vývoje sady 2. generace zakládáné s využíváním ověřených klonů (FRÝDL, ŠINDELÁŘ, 2004).

Šlechtění lesních dřevin je aplikace poznatků lesnické genetiky v praxi lesního hospodářství. Je to činnost lesních hospodářů, zaměřená na zlepšení populací lesních dřevin z hlediska hospodářských cílů a potřeb člověka. Pod pojmem šlechtění lesních dřevin chápeme jednorázovou aplikaci šlechtitelské metody, například hybridizaci (tree breeding), a nebo celý proces, spojitý program, vztahující se na aplikaci různých šlechtitelských metod na zlepšení stavu totožné populace (tree improvement). V tomto smyslu jde o spojení různých šlechtitelských a pěstebních opatření. Lesnická genetika jako

vědní disciplína je úzce spojená se základními vědními disciplínami lesnického zaměření (například všeobecnou a specializovanou botanikou, dendrologií a jejími specifickými oblastmi – anatomií, morfologií, fyziologií, ekologií), které tvoří podklad pro praktické šlechtění. Mimo to se musí šlechtění lesních dřevin orientovat i na aplikované vědní disciplíny, jakými jsou pěstování lesa, nauka o produkci, nauka o dřevě atd. (PAULE, 1992).

V současném světě můžeme zaznamenat v odvětví lesního hospodářství nesmírný nárůst významu lesnické genetiky a šlechtění lesních dřevin. Dochází k intenzivnímu využití teoretických studií na poli lesnické genetiky včetně aplikací molekulární genetiky jako podkladu pro rozvoj šlechtění lesních dřevin a pro koncipování jednotlivých šlechtitelských programů a strategií. Ve šlechtění lesních dřevin jsou dnes v masovém měřítku využívány metody konvenčního šlechtění a začíná se využívat také biotechnologických postupů (KOBLIHA, KLÁPŠTĚ, LSTIBŮREK, Interní dokument 2013).

Šlechtění lesních dřevin je v dnešním světě metodicky orientováno především na:

- Studium, záchranu a využívání zdrojových populací lesních dřevin.
- Rozvoj semenných sadů lesních dřevin v sepětí s testy potomstev.
- Vegetativní množení lesních dřevin konvenčním řízkováním a explantátovými kulturami in vitro v sepětí s klonovými testy.
- Hybridizaci lesních dřevin.
- Využití genových markerů.
- Aplikaci genového inženýrství.

(KOBLIHA, KLÁPŠTĚ, LSTIBŮREK, Interní dokument 2013)

Cíle šlechtění lesních dřevin můžeme rozdělit takto:

- Zvýšení kvantity produkce dřevní hmoty a nebo jiných produktů.
- Zvýšení kvality dřevní hmoty a nebo jiných produktů.
- Zvýšení odolnosti lesních dřevin:
  - proti abiotickým činitelům (sníh, námraza, sucho, mráz);
  - proti biotickým činitelům (hmyz, houby, bakterie).

(PAULE, 1992)

### 3.4.2. Šlechtitelské metody

Základní šlechtitelskou metodou je výběr. Tento obecně může být přirozený nebo umělý (KANTOR, POSPÍŠIL, 1983).

**Přirozený výběr** – sehrál ve vývoji živých organismů prvořadou úlohu. Jako by sama příroda byla šlechtitelem. Vezmeme-li v úvahu lesní dřeviny, můžeme říct, že celá pestrá paleta různých ekotypů je v podstatě výsledkem po řadu generací působícího přirozeného výběru, který stále trvá a nebude nikdy ukončen. Ve všech lesních porostech, ať již přirozených nebo člověkem založených, je stále selekčním prvkem přirozený výběr (KANTOR, POSPÍŠIL, 1983).

**Umělý výběr** – je záměrná, uvědomělá činnost člověka, řízená šlechtitelským cílem, který může mít řadu aspektů. Na prvním místě je produkce dřeva a to jak z hlediska kvality tak i kvantity. Produkce hmoty sama o sobě by příliš neznamenal, kdyby nebyla ve spojení s odolností dřeviny proti abiotickým a biotickým činitelům (KANTOR, POSPÍŠIL, 1983).

PAULE (1992), dělí šlechtitelské metody do těchto základních skupin:

- 1) Šlechtění výběrem:
  - a) individuální výběr
  - b) hromadný výběr
- 2) Novošlechtění:
  - a) hybridizace
  - b) mutační šlechtění
  - c) genové manipulace

### 3.4.3. Moderní šlechtitelské metody v lesnictví

Nezbytným předpokladem pro aplikaci moderních šlechtitelských postupů je znalost genetické informace (genotypu) stromů, které jsou součástí šlechtitelského programu. Tento údaj, který je pro každého pohlavně vzniklého jedince unikátní, je dán pořadím nukleotidů v řetězci DNA. Genotyp nepodléhá změnám v prostoru a čase a je tedy nezávislý na podmínkách vnějšího prostředí. I přes značný pokrok a neustálý vývoj

v oblasti metod molekulární biologie a genetiky není současný stav poznání takový, aby bylo možné v rámci „běžných studií“ číst celou genetickou informaci jedince. Celkový genotyp je reprezentován pouze jeho vybranou částí, znakem, tzv. genetickým markerem (KLÁPŠTĚ A KOL., 2012).

Molekulární markery ve šlechtění lesních dřevin – molekulární biologie vznikla v 50. letech minulého století a u jejího zrodu stáli J. D. WATSON A F. CRICK, kteří popsali strukturu DNA. Molekulární markery (značky, ukazatele) jsou pro vědce přibližně to, co otisk palce pro kriminalistu. Jednotlivé „papírní linie“ umožňují identifikaci organismu, resp. jeho genetických vlastností, stanoví příbuzenské vztahy mezi organismy, podají informaci o zdravotním stavu organismu apod. (JANKOVSKÝ, ŠMERDA, 2003). Při genetických studiích jsou tradičně využívány izoenzymy a dnes již také analýzy DNA. Vykonány byly jisté práce metodou RFLP (**R**estriction **F**ragment **L**engh **P**olymorphism **D**N**A**, tj. Polymorfismus délky restričních fragmentů DNA). Ovšem v současnosti se pracuje hlavně na bázi metody PCR (Polymerase Chain Reaction, tj. polymerázová řetězová reakce) a jejích modifikací (KOBLIHA, FUNDA, Interní dokument 2013). Typy používaných markerů je možné rozdělit do několika skupin. Nejprve se používaly morfologické markery, kde se využívalo toho, že se některé vnější charakteristiky stromu mění se změnou jeho genetické informace. Od 60. let se uplatňovaly biochemické markery, mezi kterými jsou nejznámější isoenzymy. Tyto markery jsou založeny na analýze metabolických produktů (enzymů), jelikož druh produkovaného enzymu je v úzké korelaci s variabilitou struktury DNA. Molekulární markery, ve větší míře používané od 80. let, jsou založeny na přímém zjišťování struktury (pořadí nukleotidů) v řetězci DNA. V minulém desetiletí našla největší uplatnění v analýzách populační struktury metoda mikrosatelitů neboli SSR markerů. Jako mikrosatelity se označují úseky řetězců DNA s opakujícím se výskytem stejných kombinací nukleotidů. Mikrosatelitové sekvence se nacházejí na mnoha místech genomu a počet těchto opakujících se sekvencí vykazuje značnou individuální variabilitu, díky které je při analýze několika různých mikrosatelitových úseků současně možno jednoznačně rozlišit i značně příbuzné jedince a definovat mezi nimi základní příbuzenské vztahy (KLÁPŠTĚ A KOL., 2012).



Další pokroky v metodách analýzy genetické informace, spočívající ve zjednodušení, zautomatizování a v neposlední řadě také snížení nákladů, umožnily rozšíření nového přístupu analýzy genomu metodou „snipů“ (SNP, polymorfismus jednotlivých nukleotidů) (KLÁPŠTĚ A KOL. 2012). SNP jsou nukleotidní rozdíly vyskytující se na specifických místech v genomu, který vzniknul mutací. Metody založené na DNA sekvencích jsou použity ke zjištění SNP. U borovice kadidlové (*Pinus taeda*) je odhadováno, že se SNP objevuje jednou za každých 60 základních párů (bp). Na rozdíl od SNP nacházejících se u lidí v průměru 1/1000 bp, proto je SNP očividně hojně zastoupené v některých stromech a jejich objevení je zjevné. SNP jsou většinou bi- alelické, ačkoli velmi zřídka (méně než 1 %) může být tri- nebo tetra- alelické. To je proto, že pravděpodobnost druhé mutace objevující se ve stejné nukleotidní pozici v populaci je krajně malá (WHITE, ADAMS, NEALE, 2007). Takto odlišných nukleotidů, snipů, může být nalezeno několik (set) tisíc až milionů v závislosti na délce analyzovaného genomu a intenzitě sekvenování (KLÁPŠTĚ A KOL. 2012).

Genomická selekce – jedná se o moderní metodu, která v posledních letech nachází upatnění ve šlechtění lesních dřevin. Tato metoda umožňuje časnou selekci v potomstvech pouze na základě genetické informace, aniž by musela být založena testovací výsadba. Není totiž již nutné posuzovat vzhled stromu (fenotyp) v testu potomstev. Princip je postaven na vývoji predikčního modelu, kde je efekt každého genetického markeru odhadnut na základě dostupných fenotypových informací ze stávajících testovacích výsadeb a okamžitého využití selektovaného materiálu (KLÁPŠTĚ A KOL. 2012). V současnosti nachází tato metoda uplatnění u rychlerostoucích dřevin jako jsou např. eukalypty. V podmínkách České republiky mohou být pro genomickou selekci velmi zajímavé topoly a vrby určené pro intenzivní výmladkové plantáže. U semenných sadů může být určitým řešením využití fytohormonů, které indukují kvetení a tím rychlejší vytvoření nové generace pro následnou selekci. Kontrolované křížení by se mělo koncentrovat mezi nejlepší jedince a cílem genomické selekce je pak získání nejlepších jedinců v potomstvech kumulujících preferované formy genu, což je možné ověřit analýzou jejich genetické informace (KLÁPŠTĚ A KOL. 2012).

Hybridizace lesních dřevin – Hybridizační experimenty s lesními dřevinami byly sice uskutečňovány již v 19. století, ale teprve s rozvojem semenných sadů lesních dřevin a zvláště intenzivních tzv. skleníkových semenných sadů (Indoor Seed Orchards) mohla být hybridizace na bázi kontrolovaného opylení zavedena do lesnické praxe ve větším měřítku. Dnes je ve velkém měřítku využívána hybridizace vnitrodruhová (KOBLIHA, FUNDA, Interní dokument 2013). Novým prvkem je využívání hybridizačních semenných sadů pro osvědčené kombinace křížení. V tomto případě nejde o využití kontrolovaného, ale volného opylení k masové produkci hybridů (KOBLIHA, FUNDA, Interní dokument 2013).

V Jižní Koreji byla u dvou severoamerických borovic, *Pinus rigida* a *Pinus taeda*, zavedena hybridizace. První druh je mrazuvzdorný, ale má špatnou kvalitu kmene. Druhý druh není tak odolný k mrazu, ale má přijatelnou formu kmene. Proto se vyvíjí velké úsilí, aby se zkombinovala mrazuvzdornost a kvalita kmene u mezidruhových hybridů. Šlechtitelský program pro tuto mezidruhovou hybridizaci se provádí v souladu se vzájemnou rekurentní selekcí. Toto je typický příklad druhové hybridizace použité ke spojení dvou dobrých znaků z jednotlivých rodičovských druhů (ERIKSSON, 2002).

Vegetativní množení včetně explantátových kultur *in vitro* – Vegetativní (nepohlavní) rozmnožování se v poslední období stává aktivní a velmi využívanou součástí šlechtění lesních dřevin. V minulosti se vegetativní rozmnožování lesních dřevin využívalo hojněji jen u rodu *Salix*, *Populus* a *Cryptomeria*, přičemž v posledních dvou desetiletích se rozpracovaly technologie vegetativního rozmnožování na provozní úrovni u jižních borovic (*Pinus taeda*, *Pinus Elliottii*, *Pinus radiata*), smrků (*Picea abies*, *Picea mariana*). ERIKSSON (2002) uvádí, že k vegetativnímu množení Kryptomerie japonské (*Cryptomeria japonica*) docházelo v Japonsku po celá staletí a dodnes dochází k rozsáhlému zalesňování tímto druhem. Takzvané energetické lesnictví se ve Švédsku opírá o vegetativní množení vynikajících klonů vrb. Jedny z nejproduktivnějších lesů na světě jsou tvořeny klony *Eucalyptu*. Na přelomu století byla přibližně polovina všech vysázených eukalyptových lesů vegetativního původu.

Vegetativní rozmnožování má v lesním hospodaření několik způsobů využití, které se dají rozdělit do čtyř bodů:

1. Zachování genotypů v klonových archivech.
2. Rozmnožování požadovaných genotypů na speciální použití, jako například semenné sady anebo šlechtitelské pokusy (hybridizace).
3. Vyhodnocení genotypů a jejich interakce s prostředím prostřednictvím testů potomstev .
4. Zabezpečení maxima genetických zisků šlechtěného materiálu na produkci sadebního material.

(PAULE, 1992).

Perspektivně je třeba očekávat masové klonování lesních dřevin především v sepětí s využitím explantátových kultur *in vitro*. Toto masové klonování může sehrát významnou úlohu v záchraně cenných genotypů a ve využití výsledků šlechtění – klonování stromů tradičně selektovaných, hybridních, mutantních i geneticky transformovaných. Velký význam tohoto množení spočívá i v tom, že materiálu získaného náročnějšími metodami šlechtění nebývá velké množství a tímto způsobem lze zajistit jeho značné zmnožení. V současné době se jako velmi perspektivní jeví metoda somatické embryogeneze ve spojení s tvorbou umělých semen, která klíčí jako semena vzniká přirozenou cestou (KOBLIHA, KLÁPŠTĚ, LSTIBŮREK, Interní dokument 2013). Tento postup spočívá v obalení somatických embrií speciálním gelem, který nahrazuje semenné obaly. Díky tomu lze umělá semena tradičně vysévat v lesních školkách jako semena přirozená. V současné době jsou zatím umělá semena (borovice) využívána ve velkém v lesnické praxi Nového Zélandu, ve Švédsku mají již juvenilní výsadby smrku ztepilého rozmnožovaného touto metodou (KAŇÁK, J., 2005).

K zemím, kde je větší význam přikládán konvenčnímu vegetativnímu množení lesních dřevin, patří v Evropě především skandinávské země. Např. ve Švédsku se dnes nachází přes 6 000 ha klonových výsadeb smrku ztepilého s testovanými klony. Výzkum využití řízkovaného materiálu smrku ztepilého ukázal některé zajímavé rozdíly mezi semenáčky a řízkovanci. Projevila se například nižší poškození mrazem u řízkovanců než u semenáčků podobného genetického původu. Může to být výsledkem skutečnosti, že řízkovance jsou fyziologicky starší než semenáčky. Starší materiál později raší a dřevnatí dříve než mladý materiál. Řízkovance mají také nižší mortalitu způsobenou klikorohem

než semenáčky podobné výšky. Řízkovance ve srovnání se semenáčky podobné velikosti mají hrubší kůru kořenového krčku ve vztahu k jejich výšce a jehlice u báze kmene. Všechny tyto faktory mohou působit menší dostupnost pro klikorohy (KOBLIHA, 2006).

Řízkovanci *Pinus sylvestris* mají podstatně menší ujímavost nežli je tomu u *Picea abies*, a proto se využití výhod, které nám řízkovanci poskytují, zdá být prozatím méně perspektivní u borovice než u smrku.

Rozmnožování konifer pomocí orgánových kultur je obtížnější než u listnatých stromů zejména z důvodů jejich odchylné morfologické stavby (malého počtu axilárních pupenů) (CHALUPA, 2000).

Genové inženýrství – Velkou výhodou genetické transformace pomocí genového inženýrství je skutečnost, že důležitý gen nebo skupina genů je rychle přenosná na rozdíl od odrůdy vyšlechtěné metodami konvenčního šlechtění. V budoucnu může genové inženýrství hrát důležitou roli, pokud bude integrováno do konvenčních šlechtitelských programů. Genetická transformace znamená přenos rekombinantních genových konstrukcí do rostlinných buněk, selekce transgenních buněk a regenerace těchto buněk do transgenních rostlin. Výzkum je tak změřen do tří větších oblastí:

1. Izolace a identifikace genů důležitých pro šlechtění lesních dřevin.
2. Vývoj vhodných prostředků genového transféru.
3. Vývoj efektivního regeneračního systému k produkci a množení transgenních rostlin.

Nedostatečné zvládnutí této technologie k množení transgenních buněk až po transgenní rostliny je zatím určitou brzdou u řady druhů lesních dřevin včetně borovice lesní (KAŇÁK, J., 2005).

Moderní biotechnologické postupy (zahrnující mikropropagaci a genetické inženýrství) představují v současnosti nové alternativy ve šlechtění lesních dřevin. Aplikace biotechnologií v lesnictví je prioritou při plnění programů na ochranu biodiverzity (MALÁ A KOL., 2010).

#### **3.4.4. Současný stav šlechtění v České republice**

Téměř v každém biologickém vědním oboru se ve stále větší míře uplatňují postupy založené na znalostech genetické informace. Stejně je to i v lesnictví při výběru a šlechtění lesních dřevin. Vhodná aplikace inovativních metod umožňuje nejen zkrácení klasického šlechtitelského cyklu, což ve výsledku přináší lesnímu hospodářství rychlejší a větší ekonomický zisk, ale také otvírá nové možnosti v otázkách zachování a záchranu genových zdrojů, studia původu a struktury populací lesních dřevin či sledování projevu klimatických změn (KLÁPŠTĚ, A KOL., 2012).

JAN KAŇÁK, (2005) zhodnotil situaci šlechtění v České republice takto: „V ČR je tradičně pro šlechtění využíváno výsledků provenienčního výzkumu, existují soubory rodičovských stromů, jsou založeny semenné sady, u smrku matečnice, je využíváno řízkování, potomstva a klony se podrobují tesování. Množství rozpracovaných šlechtitelských programů je však omezené ve srovnání se zeměmi EU. Navíc většina našich tzv. šlechtitelských programů je spíše udržovacího charakteru na rozdíl od zemí EU, kde je rozpracována a řešena řada šlechtitelských programů novošlechtitelského charakteru zacílených na zvyšování produkce a jakosti dřeva a odolnosti stromů. Kromě toho některé naše programy nesplňují náročná kritéria dlouhodobého šlechtění a zatím nelze hovořit v našich poměrech o řízení šlechtitelských programů do šlechtitelských strategií. Z jednotlivých šlechtitelských prvků těchto programů pak Česká republika zaostává ve větším využívání semenných sadů, ve směřování k semenným sadům druhé generace včetně rozsáhlejšího testování potomstev rodičovských stromů, v širě koncipovaném nakládání s klonovým materiálem. Biotechnologické aplikace pro šlechtění jsou velmi omezené. Větší rozvoj šlechtitelských programů by vyžadoval rozsáhlejší a provázanější koncipování rozvoje šlechtění a větší financování výzkumu na poli lesnické genetiky a šlechtění lesních dřevin.”

Pro potřeby aplikace základních metodik, založených především na bázi PCR, je nutno vybavit laboratoř přístrojovým vybavením v min. hodnotě cca. 400 – 600 tis. Kč. Toto základní vybavení zahrnuje PCR termocykler, centrifugu, elektroforezu,

transiluminator a některé další přístroje. Vybavení pro specializovaná pracoviště molekulární biologie se však pohybují v desítkách milionů Kč (JANKOVSKÝ, ŠMERDA, 2003).

Pohled na současný stav šlechtění v České republice po přečtení této kapitoly působí velmi pesimisticky, proto je nutné se zmínit o katedře dendrologie a šlechtění lesních dřevin na lesnické fakultě v Praze. ING. JAN KAŇÁK, PH.D. říká: „Co se týká Výzkumného ústavu, je práce týkající se šlechtění ve velkém útlumu a spíše se paběrkuje. Naproti tomu kolektiv lidí pod vedením PROFESORA KOBLIHY ze jmenované katedry vyvíjí činnost v tomto oboru v takové kvalitě, že je jejich výsledky řadí ke špičce nejen v evropském měřítku, ale i světovému. Někteří odborníci jsou na stážích ve Skandinávii a Severní Americe, tyto země jsou ve šlechtění lesních dřevin na úplném vrcholu a je proto velmi cenné, že jsou při uplatňování nových metod přítomni i naši odborníci. Za připomenutí stojí např. nové certifikované metody, originální řešení označované BWB nebo hybridizační křížení prováděné těmito pracovníky.“ (Ústní sdělení)

#### **3.4.5. Šlechtitelské programy pro borovici lesní v ČR**

Podle PAULEHO (1992) se pro další období předpokládá rozpracování šlechtitelských programů pro borovici lesní s tímto zaměřením:

- Šlechtění z hlediska vysoké produkce biomasy a optimální kvality dřeva.
- Šlechtění na rychlý růst v mládí a tvárnost kmene.
- Selektce vhodných populací z hlediska produkce, kvality a odolnosti na minerálně velmi chudých písčitých půdách a suchých stanovištích. Tomuto problému se u nás v poslední době věnovali NÁROVEC, NÁROVCOVÁ (2012), kteří v tomto roce publikovali certifikovanou metodiku „Kritéria výběru sadebního materiálu borovice lesní pro stanoviště ohrožovaná suchem.“
- Šlechtění na odolnost proti sypavce (*Lophodermium pinastri*).
- Šlechtění na toleranci proti průmyslovým imisím, zejména pomocí genetických markerů.
- Šlechtění na odolnost proti červené hnilobě (*Heterobasidion annosus*).

Mezi nejaktuálnější šlechtitelské programy patří zejména šlechtění na zvýšení produkce a jakosti biomasy, šlechtění borovice na chudých, suchých a písčitých půdách a šlechtění na odolnost proti znečištění ovzduší.

Jedním z hlavních problémů ve šlechtění lesních dřevin je to, že vysoké cíle prioritního šlechtění dneška mohou mít omezenou hodnotu v obdobích, kdy nastane čas sklízet zisky z tohoto šlechtění. Významným faktorem této velké nejistoty je skutečnost, že podmínky okolního prostředí se mohou dramaticky měnit v období 50 – 150 let. Zalesňovací a pěstební metody se budou s vysokou pravděpodobností během takového období měnit. K tomu je třeba přičíst změnu prostředí, které je do jisté míry mimo lidskou kontrolu. Dnes, při klimatických změnách, čelí šlechtitel velkým problémům. Na rozdíl od pěstování obilovin není možné měnit kultivary každý rok nebo jednou za dva roky. Efektivní program šlechtění lesních dřevin by měl být navržen tak, aby odpovídal budoucím změnám šlechtitelských cílů a změnám životního prostředí (ERIKSSON, 2002). Pokud bude přijato, že šlechtění by mělo mít dlouhodobý charakter, je důležité, aby organizace, které šlechtitelský program provádí, byly stabilní a to nejlépe po celá desetiletí. Bez takové stability je vysoké riziko, že krátkodobé problémy budou mít prioritu na úkor dlouhodobých a možná méně atraktivních úkolů (ERIKSSON, 2002).

#### **3.5. Semenné sady**

##### **3.5.1. Důvody zakládání semenných sadů**

Dlouhá periodičita mezi jednotlivými roky plodnosti některých lesních dřevin, nepatrná plodnost stromů a porostů rostoucích v nevhodných podmínkách pro kvetení a plodnost i obtížnost sběru z nejkvalitnějších vysokých stromů často znemožňují získat potřebné osivo. V tomto případě jsou východiskem vegetativně namnožené výběrové stromy, pěstované v semenných plantážích v podmínkách příznivějších pro generativní rozmnožování. To byl také jeden z prvních důvodů, které vedly lesnický vyspělé země Skandinávie k zakládání provozních semenných plantáží. Brzy však ostatní výhody vyplývající ze semenných plantáží rozhodly, že v současné době se zakládají semenné plantáže nejen k produkci osiva, ale i k urychlení, zvětšení a zkvalitnění produkce osiva

z genofondu, který je v současné době k dispozici. Takto charakterizoval důvody zakládání semenných sadů (ZAVADIL, 1982). Požadavek na dostatek kvalitního sadebního materiálu se stále více dostává do rozporu s nedostatkem potřebného osiva, a to nejen u nás, ale i na celém světě. Příkazem doby je i záchrana genofondu těch nejkvalitnějších porostů, populací i jednotlivých stromů, které postupně mizí z našich lesů, ať již vlivem přírodních kalamit, průmyslových exhalátů nebo i jinou činností člověka (ZAVADIL, 1982). Z těchto důvodů mají semenné sady v lesním hospodářství celosvětově mimořádný význam, neboť propojují šlechtění a lesní výrobu. Výhodou sadů pro lesní provoz je možnost centralizovaného sběru významného objemu osiva s relativně nízkými náklady. Další výhodou, která se projeví v lesních porostech původem ze semenných sadů, je genetická kvalita, tj. takové parametry populace, které vyhovují požadavkům lesního hospodářství a navazujícího zpracovatelského průmyslu (KOBLIHA, A KOL. 2012).

### 3.5.2. Šlechtitelské programy

Pro potřeby koncepce šlechtění konkrétních druhů dřevin se v lesním hospodářství začaly vytvářet tzv. šlechtitelské programy. (Na Slovensku pro borovici lesní např. BRUCHÁNIK (2001). Šlechtitelské programy pracují postupně se třemi typy populací (zdrojová, šlechtitelská, produkční).

- Zdrojová populace: se skládá z jedinců selektovaných primární fenotypovou selekcí v porostech a její rozsah je dán jednak účelem šlechtitelského programu (konzervace genetických zdrojů nebo aktivní šlechtění) a jednak velikostí a rozmanitostí přírodních podmínek cílové oblasti, ve které má být vyšlechtěný materiál využit.
- Šlechtitelská populace: v ní se koncentrují aktivity spojené s křížením jedinců kandidátské populace a jejich testováním ať již polními šlechtitelskými výsadbami nebo testováním genetické informace analýzami genetických markerů (NAMKOONG, 1988 IN IVANEK, A KOL. 2009).
- Produkční populace: slouží k přenosu zisku vygenerovaného ve šlechtitelském programu do provozních hospodářských výsadeb. Hlavními



produkčními populacemi jsou semenné sady a pro klonové programy matečnice (PAULE, 1992 IN IVANEK, A KOL. 2009).

Efektivita šlechtitelských programů je závislá na četnosti realizovaných šlechtitelských cyklů. Již po prvním cyklu šlechtění je možné u řady hospodářských znaků generovat genetický zisk kolem 12% a po druhém cyklu dokonce 25% (LI ET AL., 2000 IN KAŇÁK, J., 2011).

### **3.5.3. Základní charakteristika semenného sadu**

Semenné sady lesních dřevin jsou účelové výsadby selektovaných klonů, jejichž hlavním cílem je produkce geneticky hodnotného osiva. Aby mohlo být toto osivo využíváno pro obnovu lesa a zalesňování, je nutno každý semenný sad ve fázi nástupu jeho plodnosti uznat jako zdroj kvalifikovaného reprodukčního materiálu. Poměrně dlouhá časová perioda od založení sadu do fáze, kdy začíná produkovat osivo a lze jej uznat jako zdroj reprodukčního materiálu, znamená, že je nutno již při zakládání sadu dodržet určité povinnosti vyplývající z platných legislativních předpisů (KOTRLA, PAŘÍZEK, 2009). Tyto povinnosti vyplývající z legislativy pro oblast semenných sadů upravuje v České republice především zákon č. 149/2003 Sb. O uvádění reprodukčního materiálu lesních dřevin do oběhu v platném znění, a jeho prováděcí vyhláška č. 29/2004 Sb. Dva odstavce věnuje semenným sadům (kvalifikovaným zdrojům reprodukčního materiálu) také vyhláška č. 139/2004Sb., kterou se provádí zákon č. 289/1995 Sb., o lesích v platném znění (KOTRLA, PAŘÍZEK, 2010). HYNEK A KOL. (2010) doplňují, že za zdroj kvalifikovaného reprodukčního materiálu lze uznat pouze semenný sad, který vyhovuje požadavkům na postup při založení zdroje a při jeho dalším udržování, jakož i požadavkům na jeho genetickou a morfológickou kvalitu, polohu, rozlohu, věk, strukturu a zdravotní stav a který splňuje podmínku vhodnosti stanoviště. O uznání zdroje kvalifikovaného reprodukčního materiálu rozhoduje orgán veřejné správy na základě odborného posudku vypracovaného pověřenou osobou.

Semenné sady – jsou účelovými výsadbami potomstev klonů vybraných jedinců, které slouží ke sběru reprodukčního materiálu. Rozlišujeme sady semenného původu

(seedling seed orchards) a vegetativního původu z řízkovanců nebo roubovanců. Při zakládání semenných sadů se dodržují stanovená kritéria, která vycházejí z konkrétního šlechtitelského programu (KAŇÁK J. A KOL., 2008). 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. Podle směrnice Rady č. 1999/105/ES, o uvádění reprodukčního materiálu lesních dřevin na trh, představují komponentu reprodukčního materiálu (IVANEK, NOVOTNÝ, FRÝDL, 2010). Většina semenných sadů lesních dřevin ve světě a všechny na území České republiky jsou klonové. Jednotlivé stromy v semenných sadech jsou vegetativní kopií mateřského stromu (selektovaného genotypu ve šlechtitelské populaci). Výhodou klonových sadů je skutečnost, že nástup kvetení a plodnosti většiny lesních dřevin je pozdní, zatímco při vegetativním množení se zachovává nejen genetická identita, ale i stadium ontogenetického vývoje množení stromu. Tím je dán i podstatně dřívější nástup úrody v klonových semenných sadech obsahujících rodičovské stromy rozmnožené vegetativně, většinou roubováním, než by tomu bylo u semenných sadů, založených ze sazenic semenného původu (KOBLIHA, LSTIBŮREK, Interní dokument 2013). Jádrové semenné sady založené z generativně rozmnožovaných rodičovských stromů se zakládají pouze z druhů lesních dřevin s časným nástupem kvetení (např. borovice přímořská ve Francii, borovice pokroucená a jižní druhy borovic v USA (KAŇÁK J., 2005). KAŇÁK A KOL. (2008) uvádí, že jádrové semenné sady jsou vhodné zejména pro ty druhy dřevin, které velice brzy plodí, tedy druhy považované za pionýrské. V ČR je pouze jeden jádrový semenný sad borovice pokroucené (*Pinus contorta*), založený v Krušných horách jako pokusná plocha Výzkumného ústavu lesního hospodářství a myslivosti.

Semenné sady se zakládají na vhodných plochách v příznivých klimatických podmínkách, ve vyšších nadmořských výškách pouze na stanovištích teplých, osluněných, s minimálním nebezpečím pozdních mrazů. Vhodné jsou rovinaté plochy a mírné svahy s dobrou expozicí a úrodnější půdou. Při zakládání semenného sadu je nutno rovněž respektovat tzv. klimatické ekotypy (např. u smrku ztepilého vysokohorský, horský a chlumní a u borovice lesní náhorní a pahorkatinný) (IVANEK, NOVOTNÝ, FRÝDL, 2010). V této

souvislosti je třeba zmínit i možnosti umístění semenného sadu *in situ* nebo *ex situ*. Obecně vzato je umísťování *in situ* ze všech možných hledisek mnohem výhodnější a není-li k tomu pádný důvod (např. limitní podmínky pro přežití, imise apod.), umístění *ex situ* se raději nevolí, neboť díky srovnávání fenofází kvetení semenného sadu s jeho okolím lze očekávat kontaminaci nevhodným pylem (IVANEK A KOL., 2009). Výsledná produkce sadu je významně závislá na schématu výsadby, resp. prostorovém rozmístění klonů. V rámci tzv. hybridních sadů jsou soustřeďovány klony z různých přírodních lesních oblastí a lesních vegetačních stupňů, zatímco v jiných sadech pocházejí klony pouze z jedné nebo více vybraných PLO (IVANEK, PROCHÁZKOVÁ, 2008).

Často diskutovanou problematikou je počet klonů, tj. vegetativně namnožených rodičovských stromů v semenných sadech. Tímto problémem se zabýval např. KOBLIHA (1999) a uvádí, že tento problém je spojován především s otázkou nebezpečí vyplývajícího ze zúžení genetické variability. Je třeba v úvodu řešení této otázky zdůraznit, že musíme odlišit reálná rizika od zveličování těchto rizik či dokonce účelového „strašení“ těmito riziky směřovaného k paušálnímu odmítání klonování, vegetativního množení a šlechtění vůbec. V této části je nutné upozornit, že konkrétní klonování musí být nejen šlechtitelskou aktivitou, ale musí být zahrnuto i do konkrétního šlechtitelského programu. Toto potvrzuje např. EL-KASSABY A ASKEW (1998): Konkrétní počet vždy závisí na krátkodobých a dlouhodobých cílech šlechtitelského programu. Doporučené minimální počty klonů v produkčních populacích lesních dřevin jsou zavádějícím měřítkem neboť: (1) prostý součet klonů není objektivním ukazatelem genové diverzity; (2) požadovaná diverzita těchto populací závisí na konkrétním šlechtitelském programu, respektive vyplývá z optimalizace šlechtitelského postupu s ohledem na tyto cíle (LSTIBŮREK, 2006). Celkově lze říci, že konkrétní počty klonů v semenných sadech mohou být různé: např. 50 – 100 klonů u běžných semenných sadů, 30 – 40 klonů v některých případech, méně klonů ve zvláštních případech. Ve výjimečných případech se může jednat i o biklonální či dokonce monoklonální semenné sady (KOBLIHA, 1999). Určité obavy ze snížení genetické variability a z množství používání semenného materiálu ze semenných sadů uvádí ve svém článku RAMBOUSEK, NOVÁK (2000); jejich tvrzení je takové, že semenné sady produkují osivo výrazně selektované, s předpokládaným heterozním efektem (zvýšená frekvence výskytu

znaků, podle nichž byl výchozí materiál, tj. výběrové stromy, selektovány). Význam osiva ze semenných sadů proto není primárně v oblasti zachování genofondu, ale v zakládání produkčně a kvalitativně výkonných lesních porostů. Především z tohoto důvodu se počítá s určitým omezeným podílem tohoto osiva v obnově lesních porostů. Současná legislativa žádné takové omezení neuvádí. Jedná se však spíše o opomenutí této otázky než o záměr. Dříve platná Směrnice pro uznávání z r. 1988 uváděla jako přípustný podíl osiva ze semenných sadů 30% z celkového objemu osiva v obnově lesa. Legislativa platná v tomto směru v okolních evropských státech také uvádí omezení podílu tohoto osiva v řádu 30%. Např. v Polsku v programu u státních lesů omezuje maximální podíl individuální selekce. Při tvorbě cílové semenářské základny pro roky 1991 – 2010 je stanoveno, že podíl osiva získaného na základě individuální selekce nesmí překročit v případě obnovy lesa 15%, ale v případě zalesňování může být tento podíl mnohem vyšší – až 100% (MATRAS, 2006). Dle ERIKSSONA (2001) ztráta tzv. vzácných alel, která vznikne nepoužitím výrazně vyššího počtu klonů než 100, je v následné generaci dvojnásobně nahrazena mutačním procesem. V případě semenných sadů především produkčních, které ve světě převažují, je postačujícím počtem obvykle 50 klonů, pro vzácnější dřeviny je pak dostačující i 30 klonů.

Dalším diskutovaným problémem je kontaminace semenného sadu pylem z okolí. Tímto problémem se zabývalo mnoho autorů, např. ERIKSON (2001) uvádí, že umístění řízkovanců smrku ve skleníku v době kvetení brání nežádoucímu sprášení neznámým pylem, což je v semenných sadech jehličnatých lesních dřevin velký problém, který snižuje jejich geneticko – šlechtitelskou efektivnost, respektive konkrétně genetický zisk. Ve Švédsku v průměru 50 % semen v semenných sadech vzniklo na základě opylení z jiných zdrojů. Kromě toho se ve skleníku či fóliovníku snadněji provádí kontrolované opylení pro získání plnosesterských potomstev.

S ohledem na to, že borový pyl může v ideálních podmínkách doletět až desítky kilometrů, zdají se být opatření pro zabránění kontaminace z okolí zbytečná. Je však více než pravděpodobné, že právě vzdálenost pylového producenta a jeho receptora je pro úspěšné opylení zásadní a rozhodující. Dopad pylu významně klesá ve vzdálenosti řádu několika metrů až desítek metrů od zdroje. Při výběru vhodného místa pro semenný sad musíme vzít v úvahu i skutečnost, že by optimálně neměly být v nejbližším okolí nekvalitní

porosty stejného druhu kvůli kontaminaci sadu cizím pylem. I když toto riziko nemůžeme nikdy vyloučit, je třeba ho alespoň zmírnit (např. negativní selekcí) (KAŇÁK, 2008). Zvláštní způsob ochrany před nežádoucí kontaminací, který se používá ve Skandinávii, jsou mobilní skleníkové semenné sady. Takovéto umístění řízkovanců brání nežádoucímu sprášení neznámým pylem.

#### **3.5.4. Semenné sady různých generací**

Rozlišujeme semenné sady různých generací a to buď netestované a nebo testované. Netestované semenné sady jsou 1. generací semenných sadů, testované semenné sady jsou sady vyšších generací. V ČR jsou na rozdíl od zahraničí stále ještě provozně zakládány pouze semenné sady 1. generace (KAŇÁK J. A KOL., 2008). Tyto vznikly na základě fenotypového výběru rodičovských stromů v lesních porostech. Značným nedostatkem je skutečnost, že většina sadů zde není geneticky testována, respektive nebyly založeny takové testovací výsadby, které by umožnily u konkrétních rodičovských stromů kalkulaci základních šlechtitelských parametrů (KOBLIHA A KOL., 2011.) V semenných sadech 1. generace je předmětem sledování a hodnocení řada kritérií. Jde v první řadě o evidenci úhynu roubovanců včetně stanovení jeho příčiny. Fenologii kvetení, fruktifikaci a vlastnosti osiva je třeba sledovat několik let po sobě (IVANEK, NOVOTNÝ, FRÝDL, 2010). Porovnáním kvality semene ze semených sadů a porostů se u nás v poslední době zabývala PROCHÁZKOVÁ, BEZDĚČKOVÁ (2007), které hodnotily základní kvalitativní parametry semen borovice lesní a modřínu opadavého z porostů fenotypové třídy A, B a semenných sadů. U borovice byly zpracovány výsledky zkoušek kvality za 9 let (od roku 1997 – 2005) a u modřínu za dobu 16 let (1989 – 2004). Ze závěrů vyplývá, že u borovice lesní byla energie klíčení, klíčivost čistých i plných semen a podíl plných semen u osiva z porostů vyšší nebo stejné než u osiva ze semenných sadů. Absolutní hmotnost semene z porostů byla nižší než ze semenných sadů. U modřínu opadavého byla energie klíčení, klíčivost čistých i plných semen a podíl čistých plných semen vyšší u osiva ze semenných sadů v porovnání s osivem z porostů. U semenných sadů založených pouze na základě fenotypového výběru však nelze vzhledem k částečnému ovlivnění fenotypových

znaků prostředím očekávat vysokou míru genetické odezvy. Pro zvýšení šlechtitelského efektu je proto nutno získat informace o genetické kvalitě klonů zastoupených v semenném sadu. Hlavní nástroj pro tento účel nejčastěji představují experimentální tasy potomstev těchto klonů. Nová výsadba složená z pozitivně ověřených klonů se pak stává další šlechtitelskou populací, tj. semenným sadem 2. generace (IVANEK, NOVOTNÝ, FRÝDL, 2010).

Testováním klonů semenného sadu prostřednictvím hodnocení jejich potomstev za účelem založení semenného sadu vyšší generace je možné dvěma způsoby:

- 1) potomstva jednotlivých klonů se získají kontrolovaným křížením vybraných klonů, známe tedy oba rodiče – jedná se o plnosesterská potomstva
- 2) potomstva jednotlivých klonů resp. ramet se získají z osiva jednotlivých ramet, známe tedy matku – jedná se o polosesterská potomstva

Použijeme-li způsob (1), můžeme z pozitivně testovaných klonů založit semenný sad vyšší generace. Použijeme-li způsob (2), můžeme z pozitivně testovaných klonů založit semenný sad 1,5. generace, v případě využití genetických markerů (zjišťování otcovských klonů) i sady vyšších generací. Semenný sad 1,5. generace můžeme získat i odstraněním geneticky nevhodných klonů ze semenného sadu 1. generace (KAŇÁK A KOL. 2008).

V současnosti je věnována v Evropě zvláštní pozornost semenným sadům druhé generace. Semenné sady druhé generace jsou založené skutečně z druhé generace. Potomstva jednotlivých klonů se získají kontrolovaným křížením vybraných klonů, známe tedy oba rodiče – jedná se o plnosesterská potomstva. V případě testování plnosesterských potomstev je možné z pozitivně testovaných potomstev zakládat sady vyšší generace (KAŇÁK J. A KOL., 2008). V zemích s nejvyspělejším šlechtěním lesních dřevin se lze setkat i se semenými sady 6. generace (IVANEK, NOVOTNÝ, FRÝDL, 2010).

### 3.5.5. Genetický zisk semenného sadu

Semenné sady představují nejběžnější formu tzv. produkčních populací lesních dřevin. Tyto populace se zakládají za účelem zhodnocení genetického zisku akumulovaného opakovanou selekcí ve šlechtitelských populacích (NAMKOONG ET AL. 1998 IN KOBLIHA, LSTIBŮREK, 2006). Ekonomická hodnota tak narůstá s počtem šlechtitelských generací. S realizací každého šlechtitelského cyklu je tak spojen nárůst genetického zisku v lesních porostech zakládaných z osiva původem ze semenných sadů (KOBLIHA, LSTIBŮREK, 2006). Cílem je dosažení vysoké hodnoty genetického zisku při udržení dostatečné úrovně diverzity. Vzhledem ke komerčnímu využití šlechtění v lesním provozu bývá genetický zisk často kalkulován na jednotku času a nákladů (LINDGREN, MULLIN, 1997 IN KOBLIHA A KOL, Interní dokument 2013).

EL-KASSABY ET AL. (2007 IN KAŇÁK, 2011) vyvinul program k optimalizaci semenné produkce se zřetelem na:

- velikost semenného sadu
- spon
- náklady na založení a vedení semenného sadu
- náklady na sklizeň a luštění šišek
- roční genetický zisk generovaný šlechtitelskou populací a dostupný pro nové semenné sady
- vliv pylové kontaminace
- hodnota osiva vyjádřená jako funkce jeho genetické kvality
- první a poslední rok provozu semenného sadu.

Ve své kalkulaci zisku započítávali sklizeň šišek, začínající od 8. nebo 15. roku věku, se 400 a 600 roubovanci na hektar. Počátek sklizně u sadů ve věku 8 let byl lepší než počátek ve stáří sadu 15 let. Tato vyšší kvalita s věkem poněkud klesala. Maximum zisku bylo dosaženo ve věku semenného sadu 25 let (u sadu s počátkem plodnosti ve věku 8 let) a ve věku 30 let ( u sadu s počátkem plodnosti v 15 letech). Zisk byl jen okrajově ovlivněn počtem roubovanců na hektar (400 nebo 600) (KAŇÁK, 2011).

Zajímavé jsou publikované realizované genetické zisky v jednotlivých generacích u šlechtění jižních druhů borovic v USA. V první generaci se zisk pohyboval mezi 7 – 12% u objemové produkce. U sadů druhé generace byl kumulovaný zisk již 13 – 21%. Odhadovaný zisk u semenných sadů, kde byla provedena selekce na základě testů potomstev činí 26 – 35% (LI ET AL. 2000 IN KOBLIHA A KOL., 2011). Skutečné zhodnocení je ale podstatně vyšší, protože vyšlechtěný materiál je odolnější proti biotickým a abiotickým vlivům a v neposlední řadě se vyznačuje i vyšší kvalitou jakou je např. tvárnost kmene. PALMER ET.AL. (1998 IN KOBLIHA A KOL., 2011) provedli ekonomickou analýzu pěti různých typů šlechtitelských strategií:

1. Jednoduchý hromadný výběr, tj. výběr rodičovských stromů z mateřských porostů a sběr osiva z volného sprášení. Použití tohoto osiva bez dalšího genetického testování by mělo přinést zisk v rozpětí 6 – 10%.
2. Hromadný výběr s následným testováním, tj. výběr rodičovských stromů v mateřském porostu, je proveden s mnohem větší intenzitou oproti prvnímu případu. Poté následuje založení a následné vyhodnocení testovaných potomstev a na to navazuje genetická probírka a sběr osiva ze zbylých jedinců v testech potomstev. V tomto případě se odhaduje genetický zisk v rozmezí 15 – 21%.
3. Jednoduchý opakovaný výběr, tj. výběr rodičovských stromů v mateřském porostu probíhá ve stejných intenzitách jako ve druhém případě, ale vybraní jedinci jsou naroubováni na podnože, ze kterých se založí semenný sad. Osivo z takto založeného sadu se používá pro praktické zalesňování, přičemž se nezakládají testy potomstev. Takto provedený výběr by nám měl přinést odhadovaný zisk ve výši 18 – 32%.
4. Výběr s hromadnou vegetativní propagací, tj. rodičovský strom vybíráme stejně jako ve druhém a třetím případě. Poté následuje vegetativní namnožení a založení matečnic. Z takto založených matečnic získáváme řízkovance pro provozní zalesňování. Testovací výsadby nezakládáme. Genetický zisk by měl být 37 – 46%.



5. Hromadná vegetativní propagace testovaných klonů, tj. rodičovské stromy jsou vybrány a množeny jako ve čtvrtém případě (matečnice) a poté jsou všechny klony vyhodnoceny v klonových testech. Předpokládaný odhad genetického zisku se pohybuje v rozmezí 60 – 65%.

PERRY A WANG (1958 IN KOBLIHA A KOL., 2011) byli jedni z prvních, kteří provedli ekonomickou studii zakládání semenných sadů ve srovnání se sběrem osiva z porostů. Výsledkem jejich studie bylo, že stačí pouze jedno až dvě procenta genetického zisku, aby se zaplatilo zakládání a provozování semenných sadů. Je důležité, aby v praxi bylo osivo ze semenných sadů odpovídajícím způsobem ohodnoceno, neboť přináší vlastníkům lesa prokazatelný ekonomický přínos, resp. výnos v budoucnosti. Bohužel, dnešní situace je taková, že většina majitelů lesa si tento efekt neuvědomuje (je pro ně příliš vzdálen) a např. podle sdělení ing. Hrdličky, který je hlavním genetikem u LČR v Plzni, pokus s navýšením cen takto selektovaného materiálu byl neúspěšný a ceny musely být posléze sníženy na úroveň klasického materiálu.

### **3.5.6. Semenné sady v České republice**

První semenné sady byly u nás zakládány v letech 1958 až 1960, nebereme-li v úvahu výsadbu roubovanců modřínu a jedle z roku 1955 na polesí Horní Lhota u Luhačovic. Tyto plochy založil Ing. Dr. Gustav Vincent (ZAVADIL, 1982). Pro jiné autory je ale rok 1955 – 1956, kdy byly tyto plochy založeny, skutečným počátkem zakládání semenných sadů na našem území. Konkrétně se jedná o pokusnou výsadbu roubovanců modřínu ve sponu 4 x 4 m na ploše 0,86 ha (MUSIL, NOVÁK, ŠEFL 2007). V počátcích se spíše jednalo o klonové archivy, které byly později vyhlášeny jako semenné sady. Z dnešního hlediska a zejména znalostí a doporučení o přenosu reprodukčního materiálu bude asi účelné některé z nejstarších semenných sadů využívat jen omezeně. V těchto semenných sadech jsou vysázeny klony nejen z různých vegetačních lesních stupňů, ale i různých PLO, často geograficky velmi vzdálených (např. semenný sad buku lesního na území LS Nové Hradky, kde jsou zastoupeny klony z Novohradských hor a současně i klony z Krušných hor)

(HYNEK, 1999). Ke konci roku 2006 bylo na území ČR obhospodařováno 88 legislativně uznaných sadů. Ostatní sady v počtu 58 jsou buď ve stadiu vývoje – předpokládá se jejich brzké uznání a nebo už nejsou dostatečně obhospodařovány a zřejmě v nejbližší době budou vyřazeny z evidence semenných sadů (MUSIL, NOVÁK, ŠEFL 2007). Prostým součtem je tedy evidováno v roce 2007 146 semenných sadů. Jenom pro zajímavost MUSIL (2006) na semináři v Bzenci, který se konal 20.-21. června 2006 uvádí, že ke konci roku 2005 bylo na našem území evidováno 151 sadů (z toho 88 uznaných). Během takto krátkého období tedy došlo k snížení celkového počtu o 5 semenných sadů! Ke konci roku 2006 je v České republice evidováno 353,77 ha semenných sadů (MUSIL, NOVÁK, ŠTEFL, 2007). Naproti tomu ale do roku 2000 bylo v ČR založeno 129 sadů o celkové výměře 349,96 ha v kterých bylo zastoupeno 9 jehličnatých a 13 listnatých dřevin (RAMBOUSEK, NOVÁK, 2000). Nejvíce uznaných sadů je obhospodařováno k produkci osiva borovice lesní – je to celkem 29 sadů a jejich výměra činí 114,46 ha, pro modřín opadavý je udržováno 21 sadů o rozloze 72,85 ha a pro smrk ztepilý 13 sadů s výměrou 42,44 ha. Z listnatých dřevin má největší zastoupení buk lesní, jedná se o 7 sadů a jejich výměra činí 11,34 ha. (MUSIL, 2006). Zastoupení semenných sadů není v České republice plošně rovnoměrné podle přírodních lesních oblastí. MUSIL, NOVÁK, ŠEFL, (2007) uvádějí, že největší zastoupení sadů je pro PLO 10, 13, 16 a 38, které tvoří 36% veškerých sadů v ČR. Na druhé straně jsou PLO, kde není přímo založen ani jediný semenný sad. Jedná se o tyto PLO: 2, 4, 5, 7, 9, 20, 21, 23, 25, 31, 32, 33, 35, 37 a 41. S tímto tvrzením ovšem nemohu souhlasit, protože např. u Vojenských lesů a statků s.p., divize Karlovy Vary, která hospodaří v PLO 4 (Doupovské hory) jsou dva semenné sady. Jedná se o semenný sad borovice lesní a třešně ptačí (KOBLIHA A KOL. 2012). Z dnes platné vyhlášky 139/2004 Sb., která se zabývá možnostmi přenosu reprodukčního materiálu v ČR je logické, že největší pokrytí semenných sadů bude v lesním vegetačním stupni 4, protože tento LVS nám umožňuje přenos i do LVS 1 – 4 a ze 4. do 5. lesního vegetačního stupně. Samozřejmě, že přehledy o počtech zastoupení semenných sadů nejsou vypovídající ve vztahu o pokrytí území vhodným reprodukčním materiálem, protože tato vyhláška nám umožňuje pokrýt i PLO a LVS, pro než není přímým způsobem sad určen. Současný přehled o aktuálním pokrytí semennými sady v ČR

je možno získat z informačního systému ERMA, který je k dispozici na internetových stránkách Ústavu pro hospodářskou úpravu lesa.



Obr. 2: Semenný sad borovice lesní, VLS ČR, s.p., divize Karlovy Vary - Bukovina (foto autor)

### **3.6. Testování potomstev semenných sadů a porostů v ČR**

#### **3.6.1. Co je předmětem testování**

Testování potomstev hraje významnou roli ve šlechtění lesních dřevin. Především slouží k identifikaci rodičů s dobrou obecnou kombinační schopností. Výběr rodičů na základě údajů z testů potomstev se obvykle označuje jako zpětná selekce. Odhady těchto odchylek jsou dalším cílem testování potomstev. Tyto odhady jsou použity pro budoucí šlechtění a predikci možných zisků ze šlechtění. Konečně testování potomstev je zdrojem pro výběr stromů pro novou generaci šlechtěné populace, tj. jsou vybrány nejlepší stromy v nejlepších rodinách (ERIKSSON, 2002)

Ověřování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin se praktikuje většinou na výzkumných plochách, které by měly mít dlouhodobé využití. Jsou rovněž zakládány na různých stanovištních podmínkách, na kterých jsou podle příslušných metodických principů vysazována potomstva uznaných semenných sadů a semenných porostů. Srovnávací výsadby těchto potomstev je možno považovat za specifický případ prakticky orientovaného ověřovacího experimentu (FRÝDL A KOL., 2009). Předmětem testování jsou především dílčí populace (porosty uznané ke sklizni semenného materiálu), rodičovské stromy (které ověřujeme jako samostatné reprodukční zdroje materiálu nebo jako jednotlivé klony) a v neposlední řadě umělé syntetické směsi (semenné sady), které se v praxi lesního hospodářství za uznané jednotky specifického typu považují (ŠINDELÁŘ, 2004).

Cílem ověřování zdrojů reprodukčního materiálu, zejména uznaných porostů a semenných sadů, je získat informace o genetické proměnlivosti hospodářsky významných znaků a vlastností těchto dílčích populací. Ověřování je základem pro následnou selekci zkoumaných jednotek na genetické úrovni a pro formulaci návrhů na zařazení nejhodnotnějších variant do kategorie testovaných zdrojů reprodukčního materiálu. Tato kategorie je součástí příslušné legislativy EU (zejména směrnice Rady 1999/105/ES ze dne 22. 12. 1999 o obchodu s reprodukčním materiálem lesních dřevin) a zároveň i nově přijatého zákona č. 149/2003 Sb. v rámci přizpůsobování legislativních opatření České republiky předpisům Evropské unie, který tuto kategorii rovněž zahrnuje (FRÝDL ET. ŠINDELÁŘ, 2006 IN KAŇÁK, 2011). Za zdroj testovaného reprodukčního materiálu lze uznat porost, semenný sad, rodičovský strom, klon nebo směs klonů, který vyhovuje požadavkům pro uznání selektovaného nebo kvalifikovaného reprodukčního materiálu, pokud jeho vlastnosti byly ověřeny srovnávacími nebo genetickými testy. Podrobné požadavky pro uznání testovaného zdroje reprodukčního materiálu jsou uvedeny v příloze č. 28 vyhlášky č. 29/2004 Sb. Praktický postup uznání zdroje testovaného reprodukčního materiálu je obdobný jako v případě selektovaného (porosty) nebo kvalifikovaného (semenné sady, rodičovské stromy, klony, směsi klonů) zdroje reprodukčního materiálu (PAŘÍZEK, 2008).

V případě semenných sadů jsou pro potřeby ověřovacích experimentů testována jak generativní potomstva, vypěstovaná ze směsí osiva, kdy jedno potomstvo reprezentuje příslušný semenný sad, tak potomstva jednotlivých klonů zastoupených v semenných sadech (FRÝDL A KOL., 2009). Testováním potomstev semenných sadů se ověřuje, zda potomstvo zdědilo geneticky podmíněné vlastnosti mateřského stromu. Efektivní selekce probíhá na základě všeobecné kombinační schopnosti, kdy jsou předmětem nejlepší jedinci z nejlepších potomstev (IVANEK, NOVOTNÝ, FRÝDL, 2010). Výsledkem testování je uznání semenného sadu jako zdroje testovaného reprodukčního materiálu, který může být podkladem pro založení semenného sadu vyšší generace (KAŇÁK A KOL., 2008).

### **3.6.2. Historie zakládání testovacích ploch**

První testovací výsadby – provenienční plochy – byly založeny na území České republiky ve 30. letech dvacátého století v Krušných horách (2x modřín opadavý a 1x smrk ztepilý), tyto plochy založil profesor Rubner, a v jižních Čechách – serie IUFRO s borovicí lesní. S výjimkou smrkové plochy z oblasti Krušných hor jsou dodnes všechny tyto plochy hodnoceny. V dalších letech byly testovací výsadby zakládány především Výzkumným ústavem lesního hospodářství se sídlem ve Strnadlech a jeho výzkumných stanicích Uherské Hradiště a Opočno. Nemůžeme ovšem zapomenout ani na obě lesnické fakulty v Praze a Brně. Z jehličnatých dřevin se významná pozornost věnovala plochám s borovicí lesní (K. KAŇÁK, ŠINDELÁŘ), smrkem ztepilým se zabýval (VINŠ, ŠINDELÁŘ, HYNEK) a modřínem opadavým (ŠINDELÁŘ, FRÝDL). Testovací výsadby s rodem *Abies* a jeho mezidruhovými kříženci zakládali pánové KANTOR, VINŠ, ŠINDELÁŘ, KOBLIHA A HYNEK. Introdukovanými jehličnatými dřevinami se u nás zabýval HOFMAN, ŠIKA, VANČURA, BERAN A KAREL A JAN KAŇÁKOVI. První takto zakládané plochy nebyly vždy zakládány podle současných doporučení IUFRO (1964) – tj. sadební materiál nebyl vypěstován v jedné školce, byl i rozdílný počet vysazovaných jedinců od každé z testovaných variant a tyto varianty nebyly vysazovány v minimálně třech opakováních (KOBLIHA A KOL., Interní dokument Metodika testů potomstev, 2013). V roce 1974 byl zpracován „Návrh metodických

postupů ověřování porostů uznaných ke sklizni osiva” (ŠINDELÁŘ, 1974). Tato zpráva byla spolu se směrnicemi Evropského hospodářského společenství OECD metodickým základem pro zakládání srovnávacích ploch pro vybrané jednotky lesních dřevin uznaných pro sběr osiva. Plochy zakládáné v 60. a 80. letech měly vedle ověřování zastoupených potomstev vybraných jednotek doložit základní informace především o proměnlivosti lesních dřevin na území ČR. V devadesátých letech byly podle metodiky tehdejšího pracovníka VÚLHM J. Šindeláře založeny početné výsadby s potomstvy uznaných porostů smrku ztepilého a srovnávací plochy potomstev uznaných porostů a semenných sadů borovice lesní. To platilo i u modřínu opadavého. V roce 1994 bylo JANEM KAŇÁKEM založeno (v rámci VÚLHM) celkem deset výzkumných ploch s potomstvy porostů kategorie „A” a s potomstvy různých semenných sadů borovice lesní na různých lokalitách v Čechách a na Moravě, které byly pravidelně sledovány a hodnoceny. Dosavadní výsledky měření a hodnocení mají zatím předběžný, orientační charakter, avšak předpokládaný výsledek, tedy návrh na zařazení nejhodnotnějších populací (mateřských porostů a semenných sadů) do kategorie „ověřených” je alespoň u potomstev semenných sadů vzhledem k metodice založení přinejmenším diskutabilní (KAŇÁK, 2011).

V současné době se testování (šlechtitelské programy) zaměřuje nejen na zvyšování produkce a kvality dřevní hmoty, ale také na řešení problematiky zajištění žádoucí úrovně biodiverzity a stability lesních ekosystémů (FRÝDL A KOL. 2009). V případě borovice lesní se již zahájilo i testování vybraných semenných sadů. Z dalších dřevin jsou založené poměrně rozáhlé serie provenienčních ploch s jedlí bělokorou a bukem lesním. Přes poměrně velké množství založených a testovacích pokusných výsadeb existují přírodní lesní oblasti, kde není dosud založena žádná pokusná plocha některé hospodářsky významné dřeviny (HYNEK, 1999).

### 3.6.3. Testování potomstev a semenných sadů

Testování semenných sadů lze založit podle konkrétního cíle dvojím způsobem. Buď je cílem otestovat jednotlivé klony a nebo otestovat semenný sad jako celek. Otestované klony budou využívány pro zakládání sadů vyšších generací. Pozitivně otestované semenné sady a vyselektované směsi otestovaných klonů slouží pro další produkci již testovaného reprodukčního materiálu (KAŇÁK A KOL., 2008). Testování semenného sadu jako celku (tj. testovací výsadba směsného vzorku semen ze všech klonů) by však z pohledu zakládání semenných sadů vyšší generace nepřineslo potřebné informace. Využitelné výsledky lze získat pouze testováním jednotlivých klonů a to ještě nejlépe podle jednotlivých ramet, které selekci zacílenou na založení sadu vyšší generace umožní (IVANEK, NOVOTNÝ, FRÝDL, 2010). Testování klonů daného semenného sadu prostřednictvím hodnocení jejich potomstev pro účely založení semenného sadu vyšší generace je možné provádět dvěma způsoby. Prvním způsobem je volné sprášení a druhým způsobem je kontrolované křížení.

#### Volné sprášení můžeme rozdělit:

1. Nestrukturovaná potomstva, kdy dochází ke sběru osiva bez evidence rodičovského původu a neprovádíme evidenci dle jednotlivých oddílů. Tento způsob používáme např. při srovnávání potomstev ze semenného sadu s potomstvy neselektovaných rodičovských stromů.
2. Potomstva jednotlivých klonů (ramet) se získávají z osiva jednotlivých klonů. V tomto případě známe pouze matky. Jde o tzv. polosesterská potomstva. Takto založená potomstva slouží především k odhadu obecných kombinačních schopností rodičovských stromů a nevyužívají se k přímé selekci v rámci potomstva.

#### Kontrolované křížení:

1. Metoda polykros (polycross design), při aplikaci této metody se každý mateřský jedinec opylí směsí pylu z definovaného počtu otcovských

jedinců. Ve všeobecnosti musí být ve směsi pylu zastoupen dostatečný počet otcovských jedinců, aby se zabezpečilo opylování mateřského stromu reprezentativním vzorkem otcovských jedinců (PAULE, 1999). Tato metoda slouží spíše k ověřování a není příliš vhodná pro selekci.

2. Specifické rodičovské kombinace. V této metodě se provádí specifické křížení mezi konkrétními rodiči. Známe tedy jak matku tak i otce. Jedná se o nejpřesnější metodu, ale její obrovskou nevýhodou je značná pracnost a je velmi náročná na statistické vyhodnocení. Zakládání testovacích výsadeb je ekonomicky náročné a např. při poškození obtížně hodnotitelné.

V poslední době dochází postupně k propojování těchto postupů, kdy se spojují výhody volného sprášení s výhodami kontrolovaného křížení a jejich nevýhody se postupně eliminují. Jde především o metody rekonstrukce rodokmene tzn. (Strategie Breeding Without Breeding, EL-KASSABY A LSTIBŮREK 2009). Využívá se potomstev z volného sprášení, jednoduchých testů potomstev (poloprovozní výsadby), jednoduché i náročnější statistické vyhodnocení podle potřeb konkrétního programu, rekonstrukce rodokmene a navazující selekce. Tato metoda podstatně zjednodušuje klasický šlechtitelský cyklus, v našich podmínkách jde především o značnou úsporu času plynoucí z přeměny polosesterských na plnosesterská potomstva. Tím pádem bude dosaženo rychlejšího genetického zisku realizovaného především při umělé obnově borových porostů. Při zvážení rozsahu umělé obnovy borovice lesní v ČR a na základě zkušeností ze zahraničí lze očekávat vysoké zúročení vložených investic do tohoto projektu a šlechtitelských aktivit obecně (LI ET AL., 2000, MIKOLA, 2002). Výhody této metody oproti klasickým lze shrnout následovně. Po provedení molekulárně – genetické analýzy je možné **zpětně určit** příbuzenské vztahy v rámci semenného sadu první generace a polosesterských potomstev těchto sadů. K rekonstrukci rodokmene lze v současnosti využít vysoce informativní molekulární markery (např. mikrosatelity) jako podklad pro komplexní statistickou analýzu (MARSHALL ET AL., 1998, SLAVOV ET AL., 2004, 2005A, 2005B). Pro další šlechtitelské aktivity budou vybrány pouze ty soubory jedinců, kde bude možné identifikovat oba rodičovské stromy v testovaném sadu. Jedině, u kterých se nám podaří určit oba rodiče, můžeme označit za plnosesterská potomstva, protože kompletní znalost rodokmene je



nezbytným podkladem pro založení sadů vyšších generací. V důsledku zpětného určení příbuzenských vztahů dojde ke zkrácení celého procesu z běžných řádově 25 let na 5 let a tím dojde k zásadním úsporám nákladů. Touto metodou jsem se ve své práci zabýval poněkud obsáhleji, protože tato špičková metoda bude realizována u podniku Vojenské lesy a statky ČR, s.p., (dále VLS), kterého jsem zaměstnancem. KOBLIHA A KOL. (2012) charakterizují přínos tohoto projektu pro podnik VLS a v širším kontextu pro ČR ve vytvoření vysoce efektivních reprodukčních výsadeb s vysokou produkcí geneticky kvalitního osiva při zajištění dostatečné genetické diverzity reprodukčního materiálu a následně vzniklých lesních porostů zaručující vysokou produkci kvalitního dřeva a stabilní lesní porosty. Přínosem pro ČR bude prolomení objektivní znalosti ČR v problematice využívání a rozvoje semenných sadů.

#### **3.6.4. Parametry a výběr testovací plochy**

Zakládání testů potomstev semenných sadů předpokládá výskyt takového semenného roku, aby bylo k dispozici osivo pokud možno ze všech zastoupených klonů, resp. ramet. Vhodnější je ovšem použít vzorky semenného materiálu za delší časové období (IVANEK, NOVOTNÝ, FRÝDL, 2010). Jednotlivé klony můžeme testovat smíšeným vzorkem z jednotlivých ramet daného klonu nebo testováním každé ramety zvlášť. Testování podle jednotlivých ramet je sice náročnější a pracnější, ale při následném výběru je výhodnější, protože můžeme eliminovat možné omyly v označení a evidenci jednotlivých ramet. Plochy, na nichž by měly být zakládány srovnávací pokusy, by měly být pokud možno homogenní z hlediska vlastností půdy, svažitosti a mikroreliefu. Stejně tak i předchozí využití, zejména pokud jde o hnojení, by mělo být stejné. Problémy mohou nastat pěstováním velkého množství testovaného materiálu, což obvykle vyžaduje velké plochy. Relativně stejnoměrných podmínek půdních lze dosáhnout použitím umělých rašelinných nebo jiných substrátů. Zkušenosti ovšem naznačují, že i tyto substráty mohou být značně nehomogenní, zejména je nutno uvažovat nestejně rozptýlení přimíšených hnojiv (ŠINDELÁŘ, 2004) Proměnlivost půdních podmínek je možno v přípravných fázích posoudit reprezentativním odběrem půdních vzorků, přičemž

charakter stanovištních podmínek je patrný mj. i z výšek a výčetních tloušťek zdejších stromů (FRÝDL A KOL. 2009). Vhodné plánování, volba výzkumné plochy a celé soustavy v sérii má značný vliv na vzájemné interakce mezi genotypem a prostředím. Hledání vhodného stanoviště nebo souborů lokalit pro založení série výzkumných ploch by se proto mělo řídit mimo jiné snahou udržet chybu pokusu na úrovni co možná nejmenší (ŠINDELÁŘ, 2004). Testovací plochy by měly být proto založeny s opakováním a pokud možno na homogenním stanovišti, aby bylo možno jeho vliv vyloučit. Obdobně by měla být testovací plocha homogenní i z hlediska terénních charakteristik jako je sklon a expozice. V neposlední řadě by měla být jakákoliv testovací plocha řádně oplocena, tj. zajištěna proti nežádoucímu vniknutí jak lidí tak i zvířete. Především zvířata dokážou v krátké době zejména v zimních měsících naše snahy překazit. Vhodná je častá kontrola stavu oplocení testovací plochy.



Obr. 3: Poškození testované výsadby divokými prasaty (foto autor)

S ohledem na proměnlivost testovaných potomstev se počet opakování omezuje zpravidla na tři až čtyři (pokud se nejedná o krátkodobé testy nebo tzv. jednostromové

parcely). Dostatečný počet sazenic od jednoho vzorku (ramety) by měl být 40 až 60 ks (uvažujeme-li výsadbu ve 4 opakováních, pak je potřeba na jednu plochu minimálně 10 až 15 ks.). Pro eliminaci potencionálního vlivu okolí plochy na testovaný materiál se kolem testovací plochy zakládají tzv. okrajové pásy tvořené zpravidla dvěma řadami téže či jiné dřeviny než té, která je předmětem experimentu. Sazenice jednotlivých potomstev pro potřeby zakládání testovacích ploch bývají většinou 2 – 3 leté (IVANEK, NOVOTNÝ, FRÝDL, 2010). Postup zakládání ploch k testování potomstev vychází z principu zakládání provenienčních ploch. Jedná se zejména o metodu kompletního blokového uspořádání a metodu dvojitého mřížového uspořádání.

Kompletní blokové uspořádání – představuje podle ŠINDELÁŘE (2004) nejjednodušší metodu. Potomstva ověřovaných jednotek jsou soustředěna do bloků, které lze libovolně opakovat. Každý blok obsahuje všechna ověřovaná potomstva a odpovídá tedy jednomu opakování. Ověřovaná potomstva jsou do bloků rozdělována náhodně (FRÝDL A KOL., 2009). Rozdělení do bloků se realizuje obvykle na základě losování číselně nebo jinak označených členů. Metoda blokového uspořádání se nejčastěji užívá při zakládání provenienčních výzkumných ploch a jiných šlechtitelských pokusech, pokud počet pokusných členů není příliš veliký. Je velmi flexibilní a může se proto přizpůsobit nejrůznějším problémům (ŠINDELÁŘ, 2004). Parcely bývají většinou čtvercové nebo obdelníkové. U klasických bloků je problémem velikost celkové výsadby a zajištění heterogenity stanoviště (HAJNALA ET AL., 2006, FUNDA ET AL., 2006, KLÁPŠTĚ ET AL. 2006).

Příklad náhodného uspořádání blokového pokusu (PAULE 1992, upraveno)

12	7	4	5	8	1	6	11	9
5	10	8	11	2	9	10	3	7
3	2	11	4	10	6	1	4	12
9	1	6	3	7	12	5	8	2

Obr. 4: Příklad náhodného uspořádání blokového pokusu (PAULE 1992, upraveno, Metodické postupy ověřování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin v ČR, Lesnický průvodce 12/2009)

Metoda dvojitého blokového uspořádání – je nevhodnějším a nejčastěji používaným způsobem při zakládání testovacích ploch, na kterých je testován větší počet

experimentálních variant. Počet testovaných potomstev přitom musí obsahovat druhou mocninu určitého základního čísla (IVANEK, NOVOTNÝ, FRÝDL, 2010). Charakteristickým znakem této metody, jakož i dalších pokusů mřížového uspořádání, je používání neúplných bloků. Bloky neobsahují všechny testované členy, nýbrž jen jejich část, a tak rozdíly především v půdních podmínkách mohou být zachyceny se stejnou přesností jako při kompletním blokovém uspořádání s malým počtem pokusných členů (ŠINDELÁŘ 2004).

Příklad uspořádání pokusu v podobě dvojité mříže (PAULE 1992, upraveno)

„Číslo bloku“													„Číslo bloku“
5	26	28	30	25	27	29	19	31	7	25	13	1	7
2	12	7	10	9	11	8	11	29	5	23	35	17	11
1	3	5	2	1	4	6	24	12	30	36	6	18	12
4	23	22	19	21	24	20	26	14	8	20	32	2	8
6	34	36	32	35	33	31	15	33	3	21	9	27	9
3	15	17	16	14	18	13	22	10	4	34	16	28	10
6	31	32	33	34	35	36	8	20	2	32	14	26	8
5	25	26	27	28	29	30	11	29	23	5	17	35	11
4	19	20	21	22	23	24	1	13	31	7	19	25	7
3	13	14	15	16	17	18	10	22	34	16	28	4	10
2	7	8	9	10	11	12	24	6	36	12	30	18	12
1	1	2	3	4	5	6	9	27	21	3	33	15	9

Obr. 5: Příklad uspořádání pokusu v podobě dvojité mříže (PAULE 1992, upraveno, Metodické postupy ověřování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin v ČR, Lesnický průvodce 12/2009)

Podle typu materiálu lze doporučit konkrétní schémata dle katalogu srovnávacích experimentů. V České republice byla často používána standardní schémata, nejčastěji náhodné blokové uspořádání, ale i složitější schémata. Mezi složitější schémata patří např. latinské čtverce a trojúhelníky, tyto však bývají dosti často citlivé k mortalitě, která bývá u lesních dřevin nezanedbatelná.

Pro účely testování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin v podmínkách ČR doporučují IVANEK, NOVOTNÝ, FRÝDL (2010) na základě praxe a zkušeností zvolit princip náhodného blokového uspořádání s minimálním počtem tří opakování

testovaných potomstev. U smrku ztepilého, modřínu opadavého, jedle bělokoré, buku lesního je doporučován větší spon 2 x 1 nebo 2 x 2 m a velikost parcely 10 x 10 m. Pro borovici lesní doporučuje ŠINDELÁŘ (2004) spon řadový 1,4 x 0,7 m. V dnešní době se přistupuje k zavádění pokročilejších a efektivnějších testovacích schémat. Ve většině případů za pomoci výpočetní techniky. K tomuto využíváme statistické programy, mezi které patří např. SAS nebo ASReml. Testovací výsadby je možno zakládat ze sazenic, eventuelně z řízkovanců, ale i výpěstků *in vitro* a dalších.

### **3.6.5. Měření a pozorování na testovacích plochách**

Měření a další pozorování se realizuje zpravidla v souvislosti s cílem výzkumu, ve víceméně pravidelných časových odstupech. V České republice se zpravidla postupuje tím způsobem, že v prvním roce na podzim (po ukončení vegetační doby) se uskuteční inventarizace ztrát a někdy i měření přírůstu a výšky sazenice. Tímto způsobem se zachytí počáteční stav na testované ploše. Ve druhém a třetím roce se opakuje opět inventarizace mortality a vlastní měření. Hodnocení získaných údajů se realizuje zpravidla 3 až 5 let po výsadbě a dále v pravidelných intervalech cca 5 let až do věku 20 let. V dalších letech můžeme tento interval posunout až na 10 let. Vedle pozorování uskutečňovaných systematicky v pravidelných intervalech doporučuje ŠINDELÁŘ (2004) provádět také mimořádná pozorování, realizovaná v souvislosti s vlivy prostředí, které se na testované ploše uplatnily (silné mrazy, extrémní sucho, sněhový tlak, výskyt hmyzích škůdců a jiných abiotických a biotických činitelů). Podle délky testování můžeme tato období rozdělit podle ŠINDELÁŘE (2004) na:

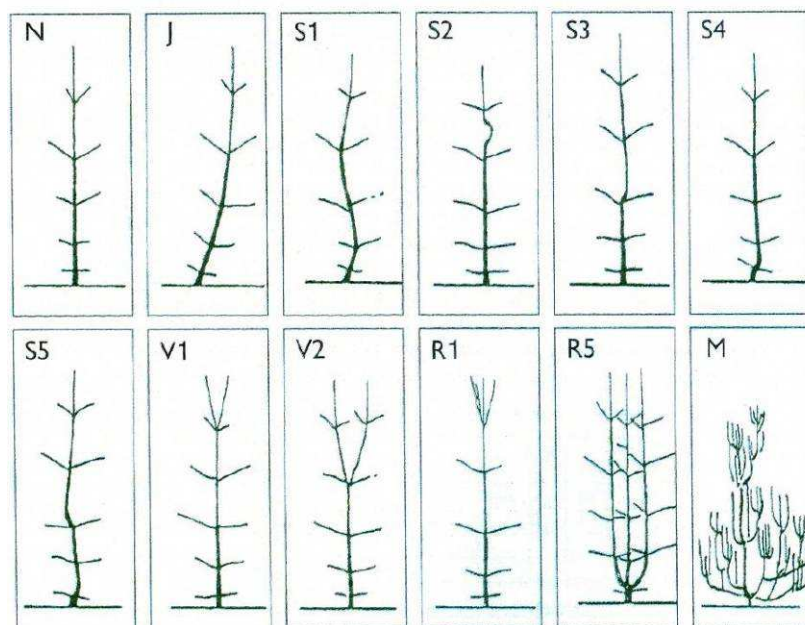
- Krátkodobé testování, tj. takové výsadby, které nám mají poskytnout informace ještě před tím, než se porost zapojí a projeví se konkurenční vztahy mezi jedinci na ploše.
- Střednědobé testování, tj. poskytující realistické informace v období od výsadbě až do třetiny, případně poloviny doby obmýtlí.
- Dlouhodobé testování, tj. aby umožnilo zjišťování a hodnocení produkce ve vyšším věku než je polovina doby obmýtlí.

V současné době jsou při testování potomstev vkládány velké naděje do tzv. časných testů, které umožňují předpovídat budoucí růstové vlastnosti již ve stadiu semenáčků či dokonce semen. Tomuto zajímavému testování bych se chtěl věnovat trochu podrobněji v další kapitole.

Podle doporučení pracovní skupiny IUFRO z r. 1964 sledujeme na testovacích plochách především tyto veličiny:

- Růst, tj. produkce sušiny
- Morfologie, tj. naklonění kmene, zakřivení, průběžnost, vidličnatost, výtvarnice, soustřednost kmene, délka a šířka koruny, počet a postavení větví, charakter kůry, morfologické vlastnosti jehlic a charakteristiky šišek atd. Velmi zajímavou klasifikaci tvaru kmene podle NÁROVCOVÁ, NÁROVEC A ČERMÁK (2004) použil ve své práci LSTIBŮREK (2008) a KAŇÁK (2011). Pro složitý popis tohoto návrhu uvádím obrázek:

*Projekt Grantové služby LČR  
Zakládání semenných sadů druhé generace pro borovici lesní.*



**Obr. 6: Klasifikace tvaru kmene (NÁROVCOVÁ, NÁROVEC ET ČERMÁK 2004, projekt Zakládání semenných sadů druhé generace pro borovici lesní, 2009)**

Kdy: N – normální, J – jednostranně prohnutý, S – dvoustranně prohnutý, V – vidlice R – jako rozsocha a M jako metličnatost. Tyto základní prvky jsou ještě doplněny o další podrobnější indexy.

- Fyziologie, tj. fototropismus, fenologie kvetení, tvorba jánských výhonů (prolepsis), fotosyntéza, respirace.
- Technologie, tj. technologické vlastnosti dřeva, anatomie dřeva, obsah celulózy, délka vláken, podíl pozdního dřeva atd.
- Odolnost, tj. odolnost k biotickým a abiotickým faktorům.
- Biochemie, tj. obsah vybraných prvků v jehlicích, kůře, tvorba pryskyřice aj. (ŠINDELÁŘ, 2004).

Najdou se ovšem i případy, kdy měření není možné a je potřeba příslušný znak charakterizovat např. spočítáním. Zvláštním případem je tzv. okulární posouzení – např. barevné odstíny jehlic, postavení větví v přeslenu, celkový vzhled testovaného materiálu. V tomto případě je ovšem podmínkou vytvoření stupnice s jasným popisem námi hodnocených znaků.

### **3.6.6. Některé zajímavé výsledky výzkumů uskutečněných K. & J. KAŇÁKEM v arboretu Sofronka**

Výzkum borovice lesní a dalších druhů rodu *Pinus* je spojován zejména se jménem KARLA KAŇÁKA. Tento autor navázal na dřívější aktivity lesnické fakulty v Praze a v prvních etapách se orientoval zejména na problematiku zeměpisné proměnlivosti borovice lesní v České republice. Vedle hodnocení produkce a jakosti byly získávány také informace o fenologické proměnlivosti a variabilitě jehlic. Novým směrem byla analýza monoterpenů, která měla podat některé základní údaje o geneticky podmíněné proměnlivosti borovice lesní. Výsledky těchto studií byly použity pro zpracování návrhu na klasifikaci lesních porostů především pro semenářské účely (kategorie A, B, C, D). Tento výzkum stanovištních odrůd borovice a modřínu začal už v roce 1952. První etapa počátku výzkumu byla zaměřena na oblasti borovice v ČSR, tedy oblast severočeskou, východočeskou, třeboňskou, šumavskou a značně se od nich lišící oblast západočeskou. První výsledky byly publikovány už v roce 1956 v Brně. Ve druhé fázi byly hodnoceny plochy IUFRO 1938 a zvláště pak nejstarší plocha tohoto druhu založená již v roce 1904. Výsledky byly publikovány v roce 1959. Výsledkem bylo především

konstatování, že přírůsty horských typů jsou v mládí pomalé a s přibývajícím věkem se zvyšují, kdežto u typů z nížin a pahorkatin je tomu přesně naopak. Toto potvrdilo i měření KANTORA (1982), kdy pyrenejská borovice La Matte des Angles, po dlouhé sérii měření výšek patřila i s jednou proveniencí z Třeboně mezi poslední, ale ve věku 44 let se obě společně objevily na prvních dvou místech.

Mezi další výzkum patřilo sledování rytmu růstu populací různého původu a výsledkem měření výšek různých proveniencí v různém věku jsou diagramy, které ukazují, jaké změny se vyskytují uvnitř jednoho vzorku populace od 9 do 23 let (KAŇÁK, J. 1994). Výsledky těchto výzkumů jasně prokazují, že posuzováním kvality rychlosti růstu v mladém věku se dopouštíme omylu, který nás bude stát ztráty na produkci v budoucnu. Preferujeme totiž tu část populace, která má pionýrský charakter (rychlý růst v mládí a brzké ukončení růstu a z toho plynoucí nižší produkce) na úkor populace klimaxového charakteru, u které je to přesně naopak. Tato selekce probíhá bohužel už ve školkách při třídění sazenic před jejich prodejem (KAŇÁK K., KAŇÁK J., 2002).

Specifickou etapou výzkumu borovice lesní byl projekt ověření hospodářské hodnoty a adaptační schopnosti vybraných uznaných jednotek kategorie A a testy potomstev. Základem tohoto projektu bylo založení pěti ověřovacích ploch s potomstvy 126 jednotek z celého Československa. Mezi hlavní závěry patří to, že nelze vyloučit existenci dvou rozdílných klimatotypů borovice lesní (borovici hercynskou a karpatskou) a na základě charakteristik ve věku 17 let se jeví jako oprávněné rozlišovat tzv. borovice nížin a pahorkatin a borovice z horských oblastí.

Zásadním činem K. KAŇÁKA bylo založení Arboreta Sofronka v roce 1956. Od doby založení tohoto arboreta bylo na ploše 22 ha vysázeno a otestováno 63 druhů borovic, z nichž do dnešní doby přežilo cca 30 druhů. S tím souvisí i studia introdukce různých druhů rodu *Pinus*, především testování vhodných proveniencí borovic odolných v imisních polohách Krušných hor a to zejména borovice pokroucené (*Pinus contorta*), ale i dalších.

Oba autoři uvádějí, že další výzkum, a to nejen u borovice lesní by se měl orientovat na nejmodernější metody zkoumání dědičnosti pomocí genových markerů. Zvláště důležitá je podle nich též záchrana genofondu regionálních populací pomocí



klonových archivů resp. semenných sadů. Testování potomstev porostů kategorie A a semenných sadů, které bylo zahájeno v roce 1994, by mohlo přinést zajímavé výsledky i s ohledem na zakládání elitních sadů, které se stalo zejména v severských zemích samozřejmostí (KAŇÁK K., KAŇÁK J., 2002).

V této kapitole jsem se pokusil o velmi stručný výtah z více jak čtyřicetileté historie výzkumu, prováděném ING. KARLEM KAŇÁKEM, CSC. a jeho synem ING. JANEM KAŇÁKEM, PH.D. Podrobnější popis této činnosti byl publikován pod názvem „Genetika a šlechtění rodu *Pinus*, minulost, současnost a další perpektivy.“ (KAŇÁK K., KAŇÁK J., 2002)

### **3.6.7. Časné testy**

Pomocí těchto testů jsme schopni předpovídat budoucí růstové vlastnosti již ve stádiu semen a semenáčků. Velmi významnou výhodou těchto testů je radikální snížení doby trvání šlechtitelského cyklu v rámci šlechtitelských programů. Odhadování budoucího vývoje a růstu stromů spočívá v identifikaci jednotlivých znaků nebo jejich kombinací na juvenilním materiálu, u kterého dochází ke korelaci s hospodářsky významnými znaky v dospělosti. Takové znaky jsou ovšem, na rozdíl od snadno identifikovatelných znaků (monogenních), kontrolovány rozsáhlými genovými komplexy, které interagují s věkem stromů a s proměnlivými ekologickými podmínkami během obmýtí. Přitom platí, že genetický zisk po selekci na základě časných testů závisí na míře korelace sledovaných znaků mezi juvenilním a dospělým materiálem. LAMBERT (1980, EX NILSON, 2012) na základě výzkumu různých druhů borovic uvádí, že taková selekce je ze šlechtitelského hlediska efektivnější než selekce v dospělém věku. Mezi sledované znaky u časných testů patří zejména výška a dále pak mortalita, odolnost a kvalita dřevní hmoty. PRESSLER (1995, EX NILSON, 2002) zjistili, že korelační koeficient mezi výškou ve věku 12 let a objemem kmene ve věku 30 let se pohybuje mezi hodnotami 0,7 a 0,8 pro různé švédské provenience borovice lesní, což naznačuje, že výška u mladých stromů může být využita pro predikci objemu kmene stromů v mýtním věku.

Časné testy jsou dále využívány i jako kontrola autentičnosti proveniencí, jejichž osivo bylo získáno od semenářských závodů a jiných subjektů. Časné testy mohou začínat již zjišťováním charakteristik osiva. Sleduje se např. podíl hluchých semen, podíl semen klíčivých nebo životaschopných, klíčivost, velikost embria a energie klíčení. Tyto výsevy se zpravidla realizují v laboratořích, v klimatizovaných komorách nebo ve sklenících. Značný význam má pro charakteristiku zkoumaných proveniencí (potomstev) sledování proměnlivosti fotoperiody a termoperiody. Specifické podmínky prostředí lesního porostu se v laboratoři nedají s dostatečnou spolehlivostí simulovat a existuje řada případů, kdy provenience nebo dílčí populace dřevin, které se v časných testech jeví jako perspektivní, po výsadbě v porostech zklamaly, např. v důsledku citlivosti k mrazům nebo suchu (ŠINDELÁŘ, 2004). ERIKSSON (2002), udává, že bylo poměrně snadné vyvinout časné testy pro toleranci k mrazu. Tento znak se nejvíce projevuje během fáze usazování tj. v době, kdy jsou rostliny blízko u země a teploty během jasných nocí s chladným vzduchem jsou mnohem nižší, než je zaznamenáváno meteorologickými stanicemi, protože tyto stanice zaznamenávají teplotu ve výšce 1,3 m nad zemí. Ve Švédsku se testování mrazem běžně provádí u borovice lesní ve vnitrozemí na severu tohoto státu.

## **4. Metodika a materiál**

### **4.1. Semenný sad a testovací plocha borovice lesní u VLS ČR, s.p., divize K. Vary**

#### **4.1.1. Přírodní podmínky Doupovských hor**

Doupovské hory vznikly třetihorní vulkanickou činností jako mohutná sopka – tzv. stratovulkán, mají tedy zhruba kruhovitý tvar. Leží na pravém břehu řeky Ohře a zároveň jsou vklíněny mezi Sokolovskou a Mosteckou pánev. Svým severním okrajem se dotýkají Krušných hor, z jihu jsou ohraničeny Karlovarskou vrchovinou a Plzeňskou hornatinou. Plochá sopečná hornatina Doupovských hor tvoří jednotný horský celek, který vznikl rozčleněním mohutného třetihorního stratovulkánu o průměru 30 km a který zaujímá plochu asi 650 km<sup>2</sup>. Geomorfologicky se Doupovské hory dělí na tři celky: Hradištskou hornatinu, Jehličenskou hornatinu a Rohozeckou vrchovinu (ROUŠAR 2006). Z hlediska makroreliefu je možné území zařadit do nižšího horského pásma, pro něž jsou typické oblé vrcholy a široké hřbety s náhorními plošinami (KŘIVÁNEK 2009). Tyto hory jsou po svém okraji zalesněny směsicí jehličnatých a listnatých dřevin s převahou smrku a buku. Centrální část tohoto pohoří tvoří travnaté porosty, drobné remízky a neproniknutelné porosty šípku, trnek a hlohu. Charakteristickým znakem tohoto území je velká členitost se značným rozpětím nadmořských výšek. Nejvýše položeným místem je vrchol kopce Hradiště ve výšce 934 m n. m. Jejím nejnižším bodem je hladina řeky Ohře u Kadaně asi 280 m n. m.

#### **4.1.2. Charakteristika LHC Valeč**

LHC Valeč je tvořen velmi málo arondovaným lesním komplexem. Rozkládá se zhruba v jihovýchodní části Doupovských hor. Hranice LHC Valeč jsou totožné s hranicemi organizační jednotky LS Valeč. Hlavní část území je součástí vojenského výcvikového prostoru Hradiště a leží z větší části v Karlovarském kraji.

### **Přírodní poměry**

#### **Poměry klimatické**

Dle Atlasu podnebí ČSR (1958) patří do klimatické oblasti mírně teplé s tím, že jde o vrchovinné, mírně suché klimatické okrsky. Průměrná teplota vegetačního období se pohybuje okolo +10°C. V oblasti LHC se uplatňuje bezprostřední blízkost Krušných hor i mezoklimatická inverze plochých kotlin. Průměrná roční teplota je v rozpětí 6,2°C Bukovina a 7,6°C Valeč. Průměrný roční úhrn srážek je okolo 600 mm, ale v nejnižších polohách jen 475 mm (vlivem srážkového stínu Krušných hor). Průměrná délka vegetační doby je 141 až 155 dní. Škody na nejmladších porostech působí časté pozdní mrazy a ve starších hlavně bořivý vítr.

#### **Poměry pedologické**

Pedologický proces převážně bohatých podloží vedl ke vzniku mezotrofních až eutrofních hnědých lesních půd, často málo vyvinutých, s přechody k rankerům. Pomístně se vyskytují půdy oglejené s přechody do pseudoglejových kambizemí. Vláhové poměry půd nejsou jednotné, často s ohledem na J a JV expozici vykazují půdy sklon k vysychání. Většina půd je vesměs příznivá pro produkci.

#### **Poměry orografické a hydrografické**

Z hlediska geomorfologického členění je území součástí Hercynského pohoří. Z hlediska vertikální členitosti je území charakterizováno poměrně velkým rozpětím nadmořských výšek od 340 m.n.m. až po 871 m.n.m. Celkové rozpětí tedy činí 531 m. Z hlediska hydrografického spadá severovýchodní část LHC do povodí řeky Ohře a jihozápadní a jižní část do povodí Berounky.

#### **4.1.3. Charakteristika LHC Dolní Lomnice**

LHC Dolní Lomnice leží východně až severovýchodně od Karlových Varů. Na západě se přimyká k výraznému oblouku řeky Ohře. Zaujímá tedy jihozápadní část Doupovských hor. Po stránce správní patří převážná část LHC do vojenského újezdu Hradiště. Lesní půda

je tvořena roztržitou soustavou větších a menších lesních komplexů, jež jsou prostoupeny účelově využívanými plochami nebo zemědělskými pozemky.

### **Přírodní poměry**

#### **Poměry klimatické**

Podle Končekova Atlasu podnebí ČSR lze polohy LHC zařadit do klimatické oblasti mírně teplé, vyznačující se poměrně mírnou zimou a mírným létem. Dosti často se však objevují krátkodobé extrémní výkyvy. Průměrná roční teplota je 6,3°C, maximální teploty dosahují v létě 35°C a minimální teploty v zimě -30°C. Průměrný roční úhrn srážek se pohybuje v rozmezí 580 – 680 mm a je do značné míry ovlivněn zádržným účinkem Krušných hor. Velmi častý je i výskyt mlh. Absolutní maximální sněhová pokrývka se pohybuje od 60 do 120 cm. Proudění větru je převážně západních až severozápadních směrů. Vegetační doba se pohybuje mezi 140 až 150 dny (LHP 1998 – 2007).

#### **Poměry pedologické**

Geologicky náleží území LHC Dolní Lomnice především k masivu Doupovských hor. Z pedologického hlediska je hlavní mateční horninou čedič. Zvětráváním této horniny vznikají velmi úrodné kambizemě s větším obsahem skeletu. Tyto půdy mají velmi dobré fyzikální vlastnosti, výraznou drobtovitou strukturu a jsou dobře propustné pro vodu a vzduch (KUČÍREK 1963). Na mírnějších svazích najdeme také velmi úrodné hnědé půdy. Pomístně se vyskytují půdy oglejené s přechody do glejů a pseudoglejů. Na místech, kde jsou hlavní matečnou horninou horniny s kyselou reakcí, zejména žuly a ortoruly, se vytváří hlinitopísčité kambizemě, které jsou však značně náchylné k degradacím. V oblastech kolem potoků najdeme naplavené půdy.

#### **Poměry orografické a hydrografické**

Konfigurace terénu je velmi členitá se značným rozsahem nadmořských výšek. Nejvyšším bodem je Hradiště s 933,5 m n.m a rozpětí nadmořských výšek je 339 m. Severozápadní část je značně členitá, zbrázděná hlubokými údolními. Z hydrografického hlediska je tato lokalita především pramennou oblastí. Prameniště tvoří množství stružek, které jsou zřetelné hlavně v době tání a po vydatných deštích. Převážná část LHC leží v povodí Ohře a dále v povodí Vltavy. Nejvýznamnějším tokem je právě řeka Ohře, která

na severu a západě tvoří hranice LHC. Významným přírodním bohatstvím jsou také minerální prameny. Nejznámější z nich představují vývěry alkalické kyselky v Kyselce, tzv. Mattoniho pramen.

#### **4.1.4. Semenný sad borovice lesní – Bukovina**

Semenný sad náhorní varianty borovice lesní Doupovských vrchů byl založen v roce 2003 až 2004 na LS Valeč na lokalitě zvané Bukovina. Základním materiálem byly výběrové stromy mimořádné kvality, které byly v roce 2000 až 2001 vyhledány na území lesní správy Valeč. V roce 2002 byly tyto stromy uznány za výběrové a patří vzhledem ke svému věku (160 až 200 let) ke zbytkům původní autochtonní populace. Na pracovišti VÚLHM v Plzni – Bolevci (Arboretum Sofronka) byly naroubovány a z těchto roubovanců byl semenný sad Bukovina založen.

##### **Charakteristika semenného sadu**

počet uznaných výběrových stromů: 75

počet použitých výběrových stromů (klonů): 74

počet vysázených roubovanců: 489

spou výsadby: 6 x 6 m

plocha: 1,9 ha

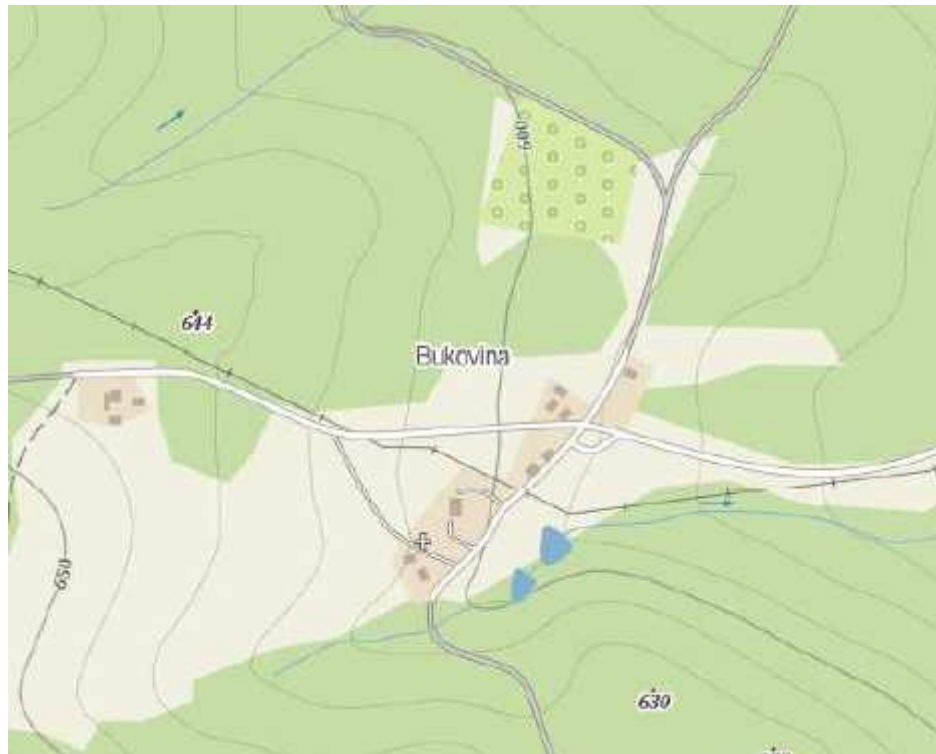
nadmořská výška: 590 – 600 m n.m.

PLO: 4 – Doupovské hory

LVS: 4

Lokalita: Bukovina, LS Valeč, VLS ČR s.p. divize Karlovy Vary

GPS souřadnice (WGS-84) 50° 13' 19" N, 13° 13' 16" E



Obr. 7: Lokalizace semenného sadu (zdroj: Mapy.cz)

Tento semenný sad je založen na ploše bývalé lesní školky. Jedná se o stanoviště poměrně úživné a proto není potřeba přihnojování. Mezi problematické faktory uvádí KAŇÁK J., autor „Plánu péče“ o tento semenný sad, velmi silné kořenové zmlazování jasanu ztepilého v části sadu jako pozůstatek školkařské činnosti. Samozřejmostí je kvalitní oplocení. Mezi doporučená pěstební opatření patří mimo jiné těžba netvárných borovic s evidentními genetickými vadami (vidličnatost, točitost, sukatost, křivost, nebo boulovitost kmene) v bezprostředním okolí sadu, které by mohly roubovance kontaminovat geneticky nevhodným pylem.

Každý podzim se provádí inventarizace roubovanců a je aktualizován plán výsadby a zaevidování ztrát. Uhynulé roubovance jsou nahrazovány naroubováním sekundárního roubu stejného klonu. Poslední inventura k 31.10.2012 uvádí, že z celkového počtu 489 vysázených roubovanců je 42 roubovanců mrtvých a je tedy potřeba jejich doplnění.

**4.1.5. Testovací plocha borovice lesní „Zátočina” – LS Dolní Lomnice**

Testovací plocha „Zátočina” byla založena na jaře roku 2012. Jedná se o testování potomstev náhorní varianty borovice lesní ze semenného sadu Bukovina. Tato testovací plocha se nachází na sousedící Lesní správě Dolní Lomnice, nedaleko stejnojmenné obce. Byla založena na pozemku bývalé lesní školky, což nám v dostatečné míře splňuje jeden ze základních požadavků na vytvoření testovací výsadby, a to jest homogenitu stanoviště. Plocha se nachází na rovině v bezprostřední blízkosti zpevněné cesty. Na první pohled působí stejnorodě a vizuální pochůzkou i celistvě, tj. nejsou zde rozdílná místa co se týká zamokření a jiných faktorů, které by mohly negativně působit na homogenitu stanoviště. Na celé ploše se vyskytují stejné druhy bylinného patra, z čehož lze usoudit, že jsou zde obdobné půdní podmínky. Vliv okrajových pásů je zanedbatelný a podíl náletových dřevin minimální. Poněkud nevhodná je zřejmě orientace testovací plochy severozápadním směrem a její umístění na dně poměrně příkrého údolí, do kterého jen omezeně proniká vzdušné proudění, což má za následek vznik částečné mrazové kotliny. Příkré údolí brání i dostatečnému pronikání slunečního záření, což pro borovici lesní a její ekologické nároky není příliš vhodné. Sazenice byly obalované a vysázené dle schématu výsadby.



Číslo potomstva	Číslo RS	Počet ks v sadbovači	K výsadbě	Číslo potomstva	Číslo RS	Počet ks v sadbovači	K výsadbě
1	21073	21	15	39	21111	27	20
2	21074	24	20	40	21112	16	15
3	21075	0	0	41	21113	27	20
4	21076	18	15	42	21114	14	14
5	21077	27	20	43	21115	20	15
6	21078	20	15	44	21116	23	20
7	21079	0	0	45	21117	14	14
8	21080	9	9	46	21118	34	20
9	21081	25	20	47	21119	0	0
10	21082	18	15	48	21120	25	20
11	21083	16	15	49	21121	0	0
12	21084	24	20	50	21122	25	20
13	21085	23	20	51	21123	22	20
14	21086	20	15	52	21124	0	0
15	21087	16	15	53	21125	16	15
16	21088	0	0	54	21126	35	20
17	21089	21	20	55	21127	0	0
18	21090	19	15	56	21128	18	15
19	21091	13	13	57	21129	25	20
20	21092	32	20	58	21130	10	10
21	21093	19	15	59	21131	0	0
22	21094	19	15	60	21132	19	15
23	21095	30	20	61	21133	24	20
24	21096	19	15	62	21134	30	20
25	21097	24	20	63	21135	0	0
26	21098	10	10	64	21136	22	20
27	21099	0	0	65	21137	23	20
28	21100	30	20	66	21138	30	20
29	21101	31	20	67	21139	25	20
30	21102	2	0	68	21140	22	20
31	21103	27	20	69	21141	23	20
32	21104	18	15	70	21142	0	0
33	21105	23	20	71	21143	0	0
34	21106	25	20	72	21144	18	15
35	21107	32	20	73	21145	32	20
36	21108	23	20	74	21146	25	20
37	21109	17	15	75	21147	14	14
38	21110	0	0				

Tab. 1: Materiál k výsadbě

**Podrobnější údaje k testované ploše Zátočina:**

Lesní správa: Dolní Lomnice

GPS souřadnice: 50° 15' 52" N, 13° 01' 43" E

Nadmořská výška: 415 m n.m.

Půdní typ: kambizem obohacená ronem po svahu

Počet potomstev: 61

Počet opakování: v rozmezí 9 až 20

Počet parcel: 1069

Celková plocha /ha/: 0,108

Rok založení: 2012

Spon /m/: 1 x 1

Testuje semenný sad: Bukovina



Obr. 8: Lokalizace testovací plochy (zdroj [www.maps.google.cz](http://www.maps.google.cz))

Testovaná plocha byla v roce 2012 dvakrát velmi kvalitně ožnuta a při testovacích měřeních jsem neshledal žádná poškození, způsobená tímto opatřením. Samozřejmostí je rovněž velmi bytelné oplocení se spodními i vrchními ráhny, která mají zvyšovat odolnost oplocení proti vnikání zvěře, zvláště divokých prasat. I přes tato opatření se na testovací plochu divoká prasata dostala, ale naštěstí nezpůsobila významné škody a poškozená výsadba byla ihned uvedena do výchozího stavu. Brána, kterou se černá zvěř do oplocení

dostala, byla ve spodní části osazena zajištěním, aby nedocházelo k dalšímu nežádoucímu vnikání. Zbývajících 284 sazenic bylo překelímkováno ze sadbovačů do 1,4 l kontejnerů, které jsou označeny číslem dle jednotlivých klonů a jsou takto připraveny jako rezerva, kdyby některá z vysazených sazenic uhynula.

### Schéma založení výsadby:

Stoupec / řada	SILNICE										SILNICE									
	54	53	52	51	50	49	48	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37		
1	19	45	5	28	53	58	25	19	66	40	4	53	19	74	51	2	19	13		
2	35	28	67	45	32	67	35	51	35	4	35	35	51	62	53	40	54	44		
3	28	44	53	19	25	23	74	53	32	74	53	51	45	14	35	44	4	9		
4	19	23	73	23	67	73	51	40	11	21	20	46	14	69	44	74	46	51		
5	73	54	19	35	44	34	9	44	23	48	34	25	58	35	45	66	23	54		
6	74	28	74	25	62	53	11	23	34	22	11	73	44	23	46	11	74	40		
7	61	67	51	44	53	35	67	58	25	5	54	13	46	39	73	14	39	46		
8	29	54	50	39	45	14	19	14	69	20	12	24	1	20	54	39	29	23		
9	12	19	31	54	51	39	46	19	53	22	50	64	33	5	22	50	11	20		
10	35	35	33	9	33	1	33	33	62	64	57	12	57	31	33	56	24	67		
11	45	17	17	51	12	17	5	73	23	28	56	17	32	12	64	42	48	1		
12	50	5	28	5	50	28	12	9	46	68	5	39	31	41	68	28	57	5		
13	53	39	5	73	73	68	57	39	50	1	31	22	48	17	42	41	36	33		
14	23	28	54	54	75	56	75	31	33	12	22	15	1	65	12	68	12	48		
15	28	44	33	68	41	68	64	12	39	54	23	23	9	29	20	56	36	50		
16	33	51	50	28	28	17	12	41	57	9	50	73	44	39	54	1	5	17		
17	54	45	9	17	1	1	5	28	68	56	68	13	69	46	23	20	65	39		
18	51	35	73	31	31	54	31	75	56	17	5	39	51	14	34	22	15	48		
19	44	54	62	44	44	51	50	57	36	56	75	40	23	25	45	9	23	24		
20	67	39	44	44	51	44	34	1	12	41	36	53	67	50	17	73	34	66		

Společně:	1x1
Počet jedinců na ploše	1069
Počet řad	54
Jedinců v řadě	20

Obr. 9a: Schéma založení výsadby

SILNICE																		
SILNICE																		
36	35	34	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18
62	44	54	17	19	53	12	74	5	53	54	12	17	45	74	53	23	12	5
4	73	45	12	5	44	74	25	51	46	23	32	45	51	19	18	54	17	46
25	19	35	46	23	34	58	33	14	25	44	18	46	44	25	46	5	33	6
54	67	40	18	25	66	45	1	34	58	14	33	51	6	14	33	9	58	34
45	74	14	9	34	33	29	15	69	9	34	6	14	1	34	66	48	9	29
9	23	11	69	14	6	66	48	29	1	66	48	9	69	66	29	34	48	69
66	25	15	32	48	1	69	35	4	15	69	32	29	4	15	22	69	1	39
14	29	39	35	9	4	15	39	22	35	4	69	22	43	11	32	35	22	4
74	20	9	24	61	22	35	75	11	40	43	75	11	40	65	37	75	61	43
54	31	74	42	11	61	65	50	61	37	24	65	40	35	64	50	73	37	65
51	39	54	73	31	75	11	64	24	31	68	61	37	56	31	24	72	73	40
50	1	51	36	20	21	65	20	42	73	50	24	73	13	36	28	64	24	50
56	75	23	32	72	24	2	67	62	21	13	31	50	72	41	31	42	72	64
12	48	28	20	75	68	40	13	2	57	10	28	42	2	73	20	8	57	28
75	18	5	21	62	32	67	31	21	62	20	68	64	20	60	36	56	8	42
68	36	33	31	28	67	41	72	68	42	36	20	56	67	68	21	41	68	10
31	22	12	50	24	72	13	11	50	2	41	57	62	68	64	32	68	2	20
32	9	39	61	65	20	40	57	56	72	21	72	36	21	10	10	72	67	56
17	54	67	57	42	24	75	65	40	80	50	2	41	2	41	67	2	60	36
23	11	34	36	10	64	42	24	61	10	64	67	60	8	22	57	62	13	41

Obr. 9b: Schéma založení výsadby - pokračování

SILNICE																
SILNICE																
17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
51	58	17	74	9	25	33	10	17	21	74	61	34	33	13	25	2
53	44	14	46	18	5	66	74	46	25	21	43	18	8	26	74	34
18	25	12	5	66	12	29	34	18	17	6	25	66	20	29	6	29
46	74	58	6	48	44	6	66	29	46	69	34	48	21	74	66	18
66	9	48	33	34	5	25	21	6	66	17	6	43	66	25	2	6
1	66	18	29	69	9	43	69	64	18	46	29	61	2	37	18	48
35	29	75	39	43	29	37	15	2	69	48	64	17	43	60	69	65
15	69	11	15	72	39	73	43	61	29	32	2	46	13	48	31	69
75	35	66	65	10	15	62	65	43	64	18	43	65	37	4	64	13
11	32	72	61	32	61	57	13	66	2	33	13	2	18	36	65	6
61	65	62	37	60	24	68	37	74	65	17	37	61	34	40	26	26
40	37	8	73	2	72	8	26	20	43	46	62	37	60	15	61	37
73	24	10	62	58	13	21	62	8	61	26	13	62	4	65	41	43
62	72	2	56	22	41	2	72	25	26	37	65	57	61	6	10	61
13	57	36	10	20	32	58	68	17	62	57	48	10	26	65	15	62
8	10	26	8	31	26	4	67	29	60	62	69	4	60	33	36	57
68	56	60	67	5	21	22	28	36	13	41	29	15	41	43	48	60
60	2	42	28	18	41	31	36	57	48	42	6	36	65	61	13	10
67	42	41	64	6	42	60	20	13	69	15	60	26	64	41	57	37
21	64	31	36	14	28	72	64	43	10	4	57	13	36	4	60	41

Obr. 9c: Schéma založení výsadby - pokračování

#### 4.1.6. Kontrolní šetření na testované ploše

Všechny sazenice na testovací ploše byly měřeny a hodnoceny stejným způsobem. Z kvantitativních znaků byla sledována celková výška, roční přírůst a tloušťka kořenového krčku. Měření bylo z důvodu ukončení růstu prováděno na konci vegetační doby na přelomu měsíce září a října. Z kvalitativních znaků byla hodnocena mortalita a okulární metodou celkový vizuální vzhled vysázených jedinců.

**Výška:** Měření bylo provedeno s přesností na celé centimetry se standardním zaokrouhlováním. K tomuto účelu byl použit kvalitní rozkládací metr od firmy Stihl.

**Přírůst:** Tato veličina byla měřena stejným měřidlem. Z důvodu ukončení přírůstu bylo měření provedeno na přelomu měsíce září a října. Přírůst byl zaznamenáván v celých centimetrech se standardním zaokrouhlováním.

**Tloušťka kořenového krčku:** U všech jedinců na ploše byla měřena tloušťka kořenového krčku. Před samotným měřením muselo dojít k důkladnému odhalení kořenového krčku, aby nedocházelo ke zkreslení údajů. K samotnému měření bylo použito digitální posuvné měřítko značky Senator – 331 – 1330K. Maximální odchylka při správném použití je  $\pm 0,035$  mm. Pracovní teplota  $+5$  °C až  $+40$  °C byla dodržena. Měření bylo provedeno s přesností na setiny milimetru, bez zaokrouhlování.

**Mortalita:** Na celé testované ploše byla sledována a evidována mortalita. Vzhledem k tomu, že testovaný materiál je malého vzrůstu, byla důležitá správná identifikace a důkladná kontrola, aby nedošlo k záměně. Tato identifikace probíhala kontrolou v řadách, ve kterých byly sazenice vysázeny v počtu 20 kusů ve sponu 1 x 1 m.

**Vizuální vzhled:** Po celé ploše byly okulární metodou posouzeny jednotlivé sazenice a podle vizuálního vzhledu byly zařazeny do čtyř kvalitativních tříd.

- Do první třídy byly zařazeny sazenice bezvadné kvality, přímého vzrůstu, dobře olistěné, vitální, působící silným a zdravým vzhledem.
- Do druhé třídy byly zařazeny sazenice normálního vzrůstu, přiměřeného olistění, působící zdravě, ale okulárně nedosahující kvality třídy jedna.

- Třetí třída: do této kategorie byli zařazeni jedinci převážně metlicovitého vzrůstu, často bez terminálního výhonu, kteří působí nezdravě a spíše budí dojem, že na daném stanovišti živoří.
- Čtvrtá třída zahrnovala jedince, kteří na ploše uhynuli.



Obr. 13: Příklad jedince 1. třídy (foto autor)



Obr. 13: Příklad jedince 2. třídy (foto autor)



Obr. 13: Příklad jedince 3. třídy (foto autor)



Obr. 13: Příklad jedince 4. třídy (foto autor)

Veškerá měření a posuzování jsou uvedena v tabulce, kde je každý jedinec identifikován prostorovou evidencí sloupec / řada. U každého takového jedince je dále

uvedeno číslo rodičovského stromu, zaznamenána jeho celková výška, přírůst, síla kořenového krčku a zařazení do kvalitativní třídy. Dále byl proveden záznam u sazenice, které chybí terminální výhon. Dalším záznamem je procentuelní defoliace způsobená ploskohřbetkou sazenicovou (*Acantholyda hieroglyphica*), která na dané ploše působila především ztráty na přírůstu.



## 5. Výsledky

### 5.1. Základní tabulka dle potomstev

V tabulce č. 2 jsou uvedena základní měření a statistická šetření a porovnání dle jednotlivých potomstev. Na sledované testovací ploše bylo hodnoceno celkem 61 potomstev. Ze základních veličin byla hodnocena výška, přírůst, průměr kořenového krčku, dále mortalita, okulární hodnocení a korelace.

- 1) **Mortalita** – v tabulce je uveden celkový počet vysázených jedinců, počet živých a uhynulých jedinců a procento mortality.
- 2) **Výška, přírůst, průměr kořenového krčku, okulární hodnocení** – pro tyto veličiny jsou v tabulce uvedena tato matematická a statistická data:
  - a) **minimum** – je to matematická funkce, jejíž funkční hodnota představuje nejnižší hodnotu ze všech vstupních parametrů.
  - b) **maximum** – je to matematická funkce, jejíž funkční hodnota představuje nejvyšší hodnotu ze všech vstupních parametrů.
  - c) **rozpětí** – je definováno jako rozdíl největší (maximální) a nejmenší (minimální) hodnoty znaku.
  - d) **aritmetický průměr** – je statistická veličina, která v jistém smyslu vyjadřuje typickou hodnotu popisující soubor mnoha hodnot. Definice aritmetického průměru je součet všech hodnot vydělený jejich počtem.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

- e) **medián** – je definován jako prostřední hodnota výběru, a to prostřední v pořadí hodnot uspořádaných podle velikosti.
- f) **modus** – je hodnota, která se v daném statistickém souboru vyskytuje nejčastěji, představuje jakousi typickou hodnotu sledovaného souboru.
- g) **průměrná odchylka** – jinak nazývána i jako absolutní odchylka – je definována jako průměr absolutních hodnot odchylek proměnné od jejich aritmetického průměru.

$$\bar{d} = \frac{\sum_{i=1}^n |x_i - \bar{x}|}{n}$$

- h) **variační koeficient** – slouží k měření relativní variability. Je definován jako podíl směrodatné odchylky a průměru.

$$V = \frac{100 \cdot s}{\bar{x}}$$

- i) **rozptyl** – je definován jako součet kvadratických odchylek od průměru dělený počtem prvků souboru. Používá se jako určité kritérium, jak moc se dá věřit, či nevěřit průměru. Malé hodnoty rozptylu zvyšují význam průměru.

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$$

- j) **směrodatná odchylka** – je definována jako druhá odmocnina z rozptylu. Používá se nejčastěji pro charakterizování variability. Platí pro ní to samé co pro rozptyl.
- 3) **Korelace** – definuje vzájemný vztah mezi dvěma procesy nebo veličinami. Pokud se jedna z nich mění, mění se korelativně i druhá a naopak. Pokud se mezi dvěma procesy ukáže korelace, je pravděpodobné, že na sobě závisejí, nelze z toho však ještě usoudit, že by jeden z nich musel být příčinou a druhý následkem. V tabulce je sledována korelace mezi výškou sazenice a průměrem kořenového krčku, mezi přírůstem sazenice a její výškou a průměrem kořenového krčku a přírůstem.

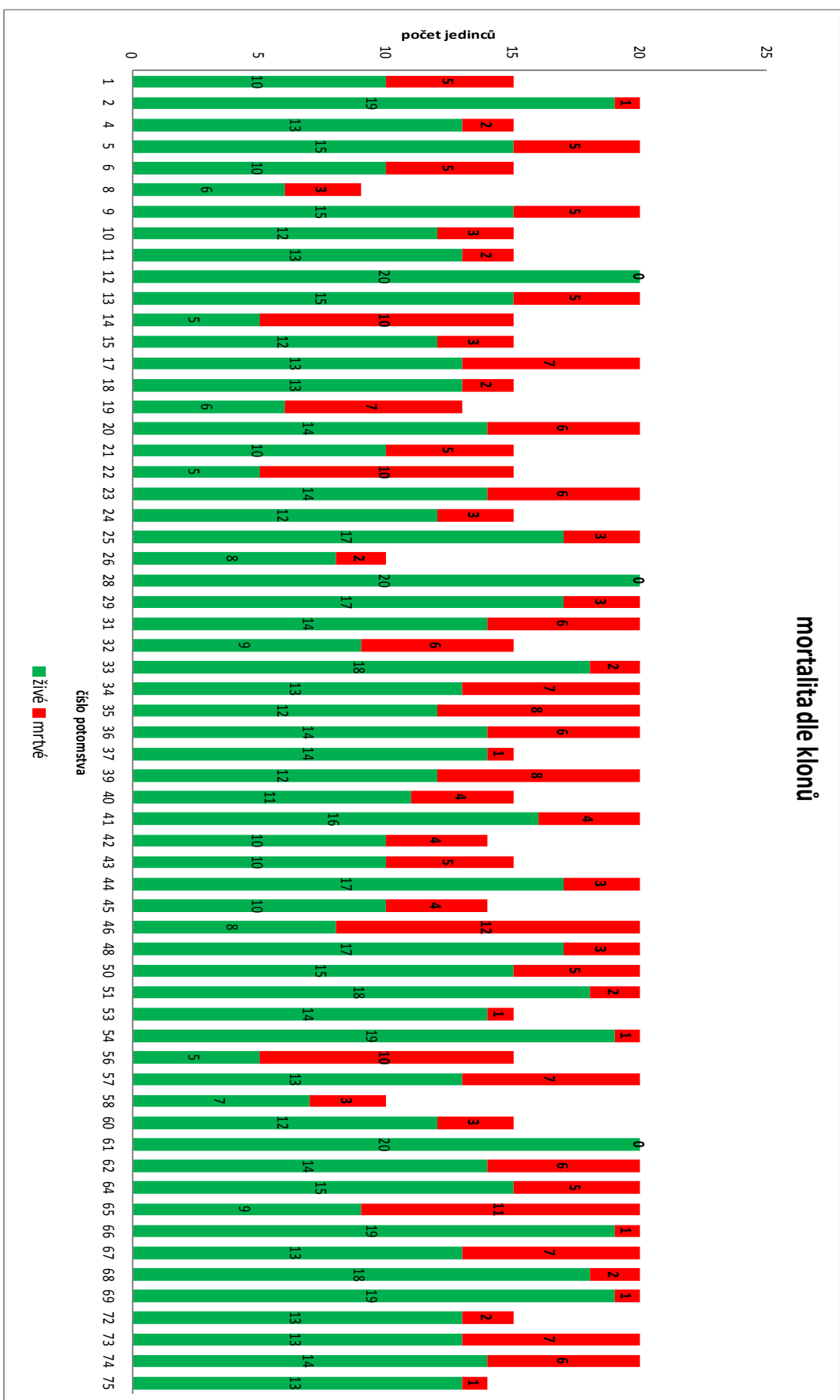
Pro vysvětlení jednotlivých sledovaných dat bylo použito definic z knihy autorů HANOUSEK, CHARAMZA (1992): Moderní metody zpracování dat – matematická statistika pro každého.



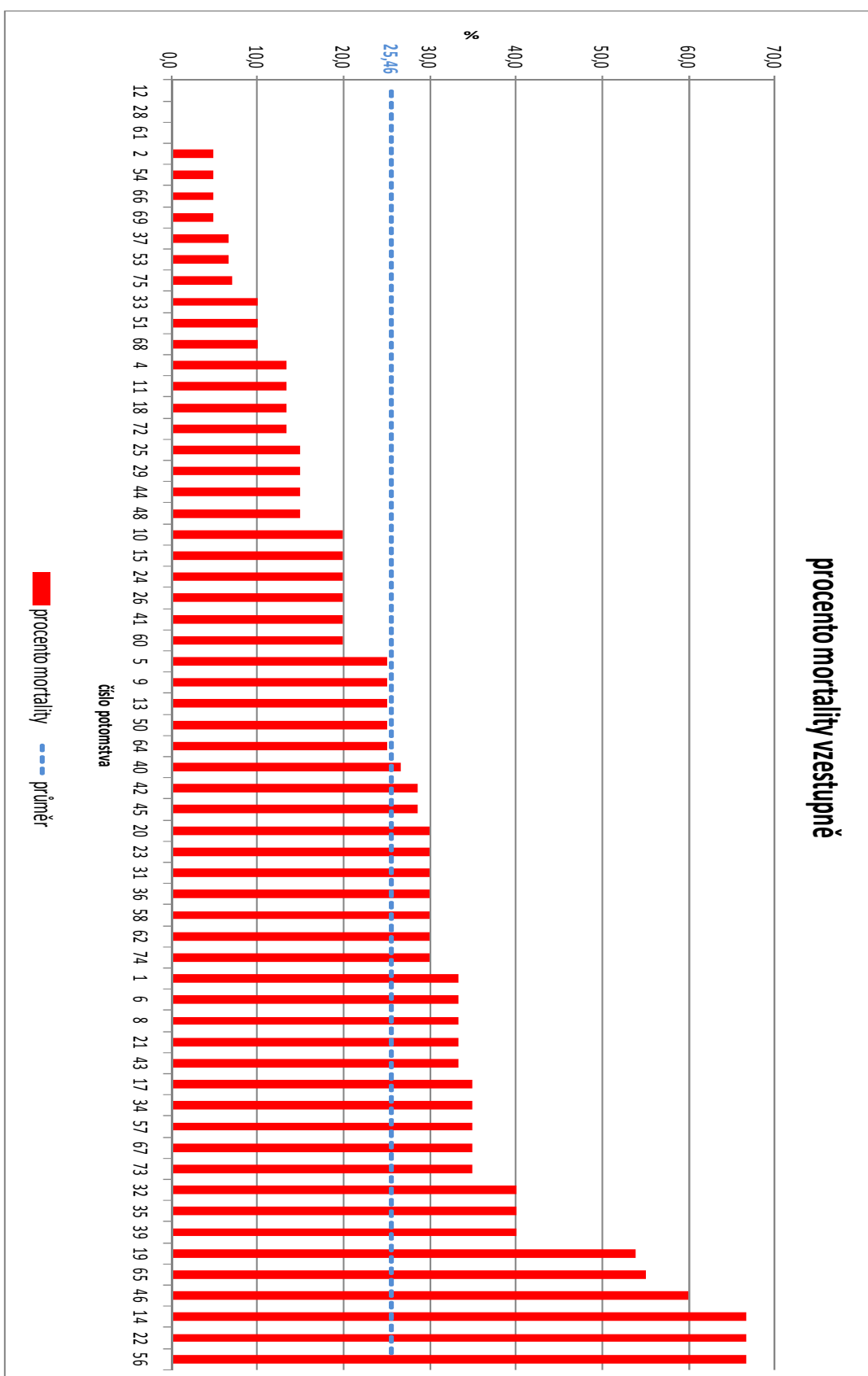
## 5.2. Hodnocení mortality

Pro hodnocení této veličiny byly použity dva grafy (Graf č. 1 a č.2). Graf č. 1 nám udává číslo potomstva, celkový počet jedinců, kteří první vegetační období přežili a počet nepřeživších. Prostým součtem těchto dvou hodnot získáme celkový počet jedinců vysazených v jednotlivých potomstvech. Je nutno podotknout, že pro objektivní posouzení mortality se u sledovaných vzorků jedná o poměrně malý počet jedinců, tudíž ani potomstvo, které vykázalo nejvyšší mortalitu, nelze v této chvíli zavrhnout z důvodu nevelkého počtu testovaných jedinců v daném potomstvu.

V grafu číslo 2 jsou jednotlivá potomstva srovnána vzestupně od potomstev s nejnižší mortalitou až po potomstva, která mortalitu vykazují nejvyšší. Součástí grafu je i osa, která nám udává průměrnou mortalitu u všech testovaných potomstev, jejíž hodnota činí 25,46%. Z přiloženého grafu je patrné, že 32 testovaných potomstev vykazuje nižší mortalitu než je její průměrná hodnota a 29 se jich nachází nad tímto průměrem. Prozatím nejnižší mortalitu vykazují potomstva číslo 12, 28 a 61 u kterých všichni vysazení jedinci přežili a výše mortality je tedy 0%. Naproti tomu nejvyšších hodnot dosáhla potomstva číslo 14, 22 a 56 u kterých je procento úmrtnosti stejné a vykazuje hodnotu 66,7 %.



Graf 1: Mortalita dle klonů



Graf 2: Procento mortality (vzestupně)

### 5.3. Porovnání průměrných hodnot

Součástí tohoto porovnání jsou čtyři grafy (č. 3 – č. 6). Graf číslo 3 znázorňuje jednotlivá potomstva s uvedením jejich průměrných výšek, průměrných přírůstů a průměrných tloušťek, u jednotlivých průměrných hodnot jsou graficky znázorněny směrodatné odchylky. Součástí grafu jsou i průměrné hodnoty celého testovaného souboru, tyto hodnoty jsou vyznačeny v grafu přerušovanými čarami.

V grafu č. 4 jsou jednotlivá potomstva seřazena vzestupně podle průměrných zjištěných výšek. Průměrná naměřená hodnota výšek je 29,75 cm. 29 potomstev se nachází nad touto hodnotou a 32 se jich nachází pod daným průměrem. Největších výšek zjištěných po prvním měření dosahují potomstva číslo 29 (průměr 41,18 cm), 48 (průměr 36,94 cm) a 69 (průměr 36,68 cm). Naopak nejmenšího vzrůstu dosahují potomstva číslo 19 (průměr 21,50 cm), 17 (průměr 22,85 cm) a 58 (průměr 23,00 cm). Závěrem tohoto hodnocení je však třeba konstatovat, že se jedná o první měření a potomstva, která po tomto měření dosahují největšího vzrůstu mohou být a často i bývají předstižena potomstvy, která jsou v současnosti menší.

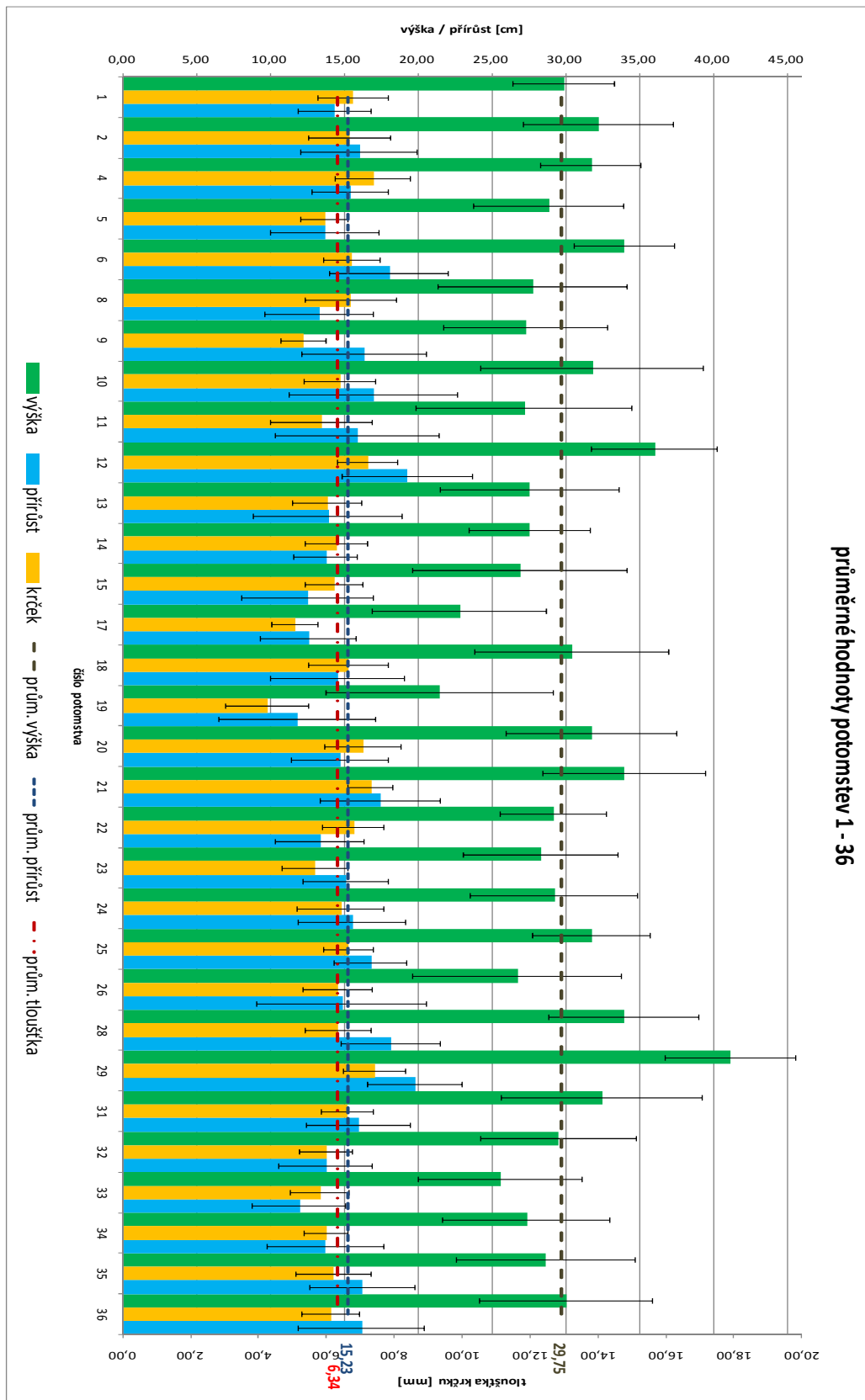
Pátý graf je zaměřený na porovnání jednotlivých potomstev dle přírůstu. Hodnoty jsou opět řazeny vzestupně a součástí grafu je i vyznesení průměrné hodnoty přírůstu celého souboru. Součástí hodnocení je i směrodatná odchylka. Průměrná hodnota přírůstu je 15,23 cm. 33 potomstev vykazuje nižší přírůst a 28 se jich nachází nad touto hranicí. Nejnižších průměrných hodnot dosáhla potomstva s čísly 58 (průměr 11,14 cm), 19 (průměr 11,83 cm) a 33 (průměr 12,00 cm), nejvyššího přírůstu dosáhla potomstva číslo 69 (průměr 19,95 cm), 29 (průměr 19,82 cm) a 12 (průměr 19,30 cm). Potomstva č. 58 a 19, která vykazala nejnižší přírůst, byla vyhodnocena i v předchozím grafu, kde měla nejnižší hodnotu měřených výšek. Naproti tomu potomstva č. 69 a 29 s největším přírůstem, mají i nejvyšší hodnoty týkající se průměrných výšek. I pro toto srovnání platí, že se jedná o první měření a výsledky jsou pouze orientační.

V šestém grafu je znázorněna tloušťka kořenového krčku. Řazení je rovněž vzestupné. Součástí je osa s vyznačeným průměrem ze všech potomstev a směrodatné odchylky. Celkový průměr má hodnotu 6,34 mm. 27 potomstev je pod hranicí průměrných

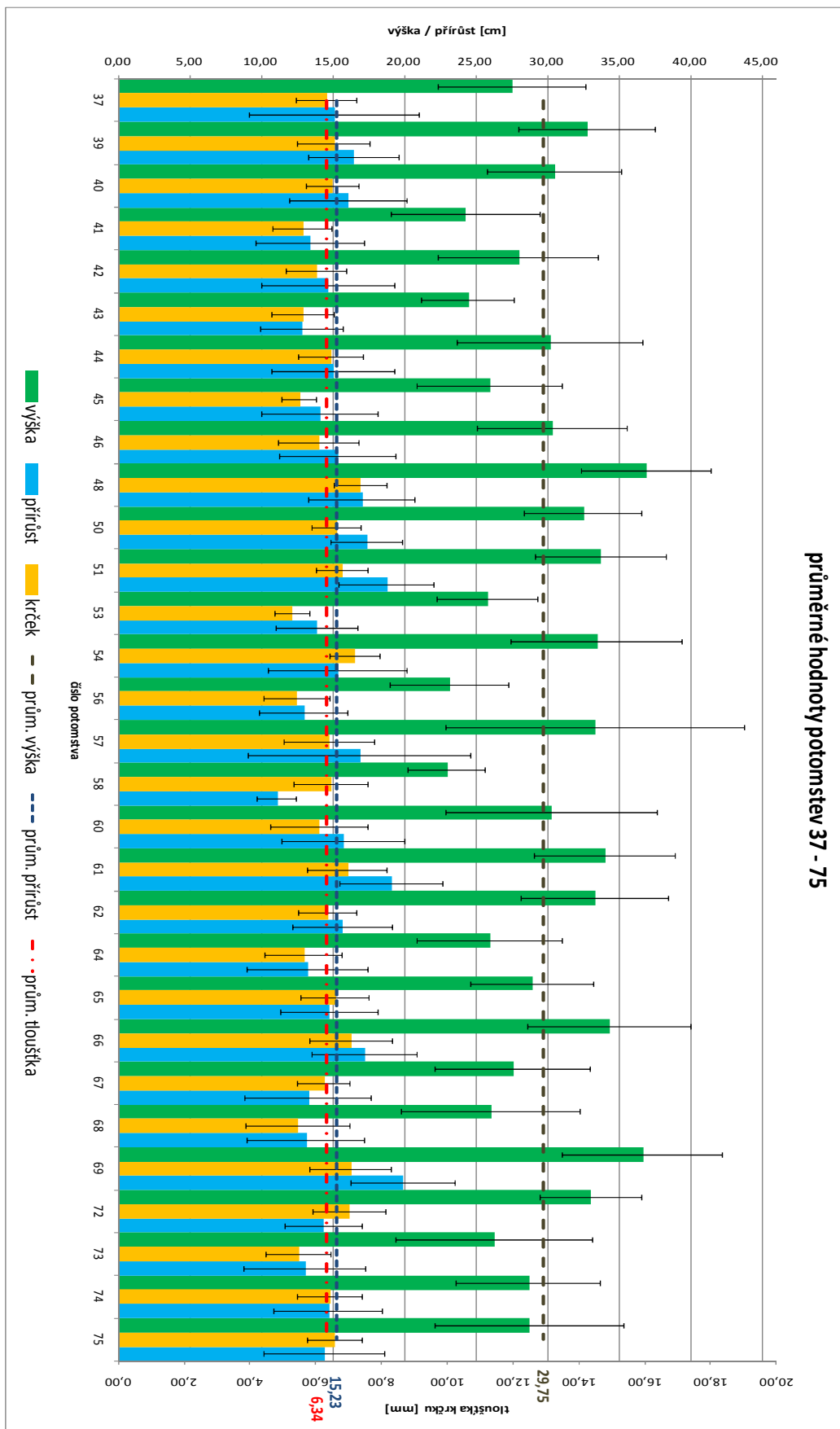
hodnot, testované potomstvo č. 37 vykazuje stejnou hodnotu jako je průměrná celková tloušťka a 33 potomstev je nad průměrnou hodnotou. Mezi nejtenší jedince patří potomstva č. 19 (průměr 4,28 mm) č. 17 (průměr 5,10 mm) a 53 (průměr 5,30 mm), nejvyšší průměrné tloušťky dosáhla potomstva č. 29 (průměr 7,44 mm) č. 4 (průměr 7,39 mm) a č. 48 (průměr 7,37 mm).

Z uvedeného měření se prozatím jeví jako nejvíce přirůstavé potomstvo č 29, které se objevilo na prvních třech místech u všech měřených hodnot. Na opačné straně, tudíž potomstvo, které vykazuje nejnižších naměřených hodnot je testované potomstvo č. 19, které se rovněž objevilo ve všech třech měřených veličinách na posledních místech. Ze získaných výsledků je velmi patrná vzájemná korelace mezi výškou, přírůstem a tloušťkou kořenového krčku.

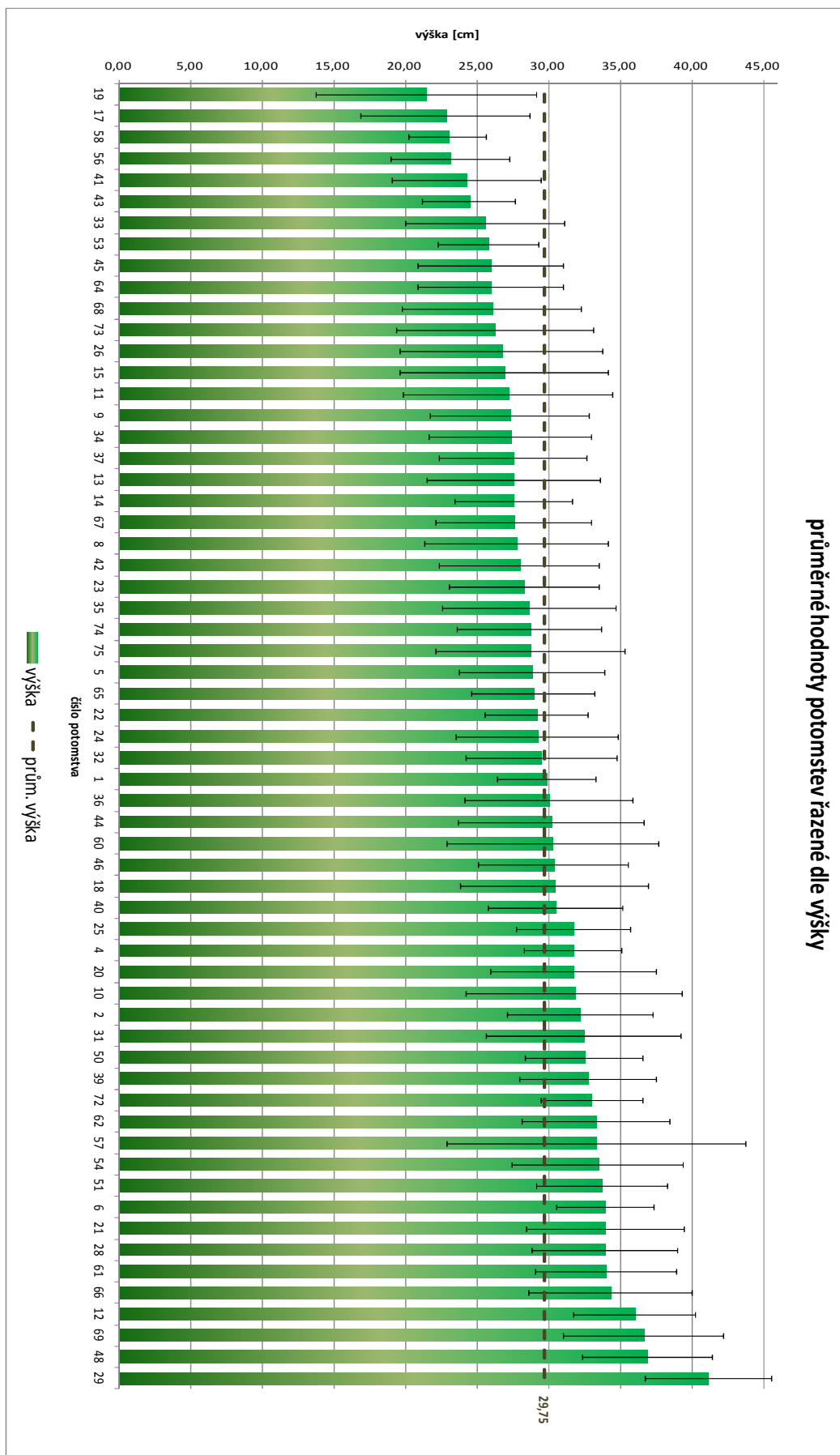




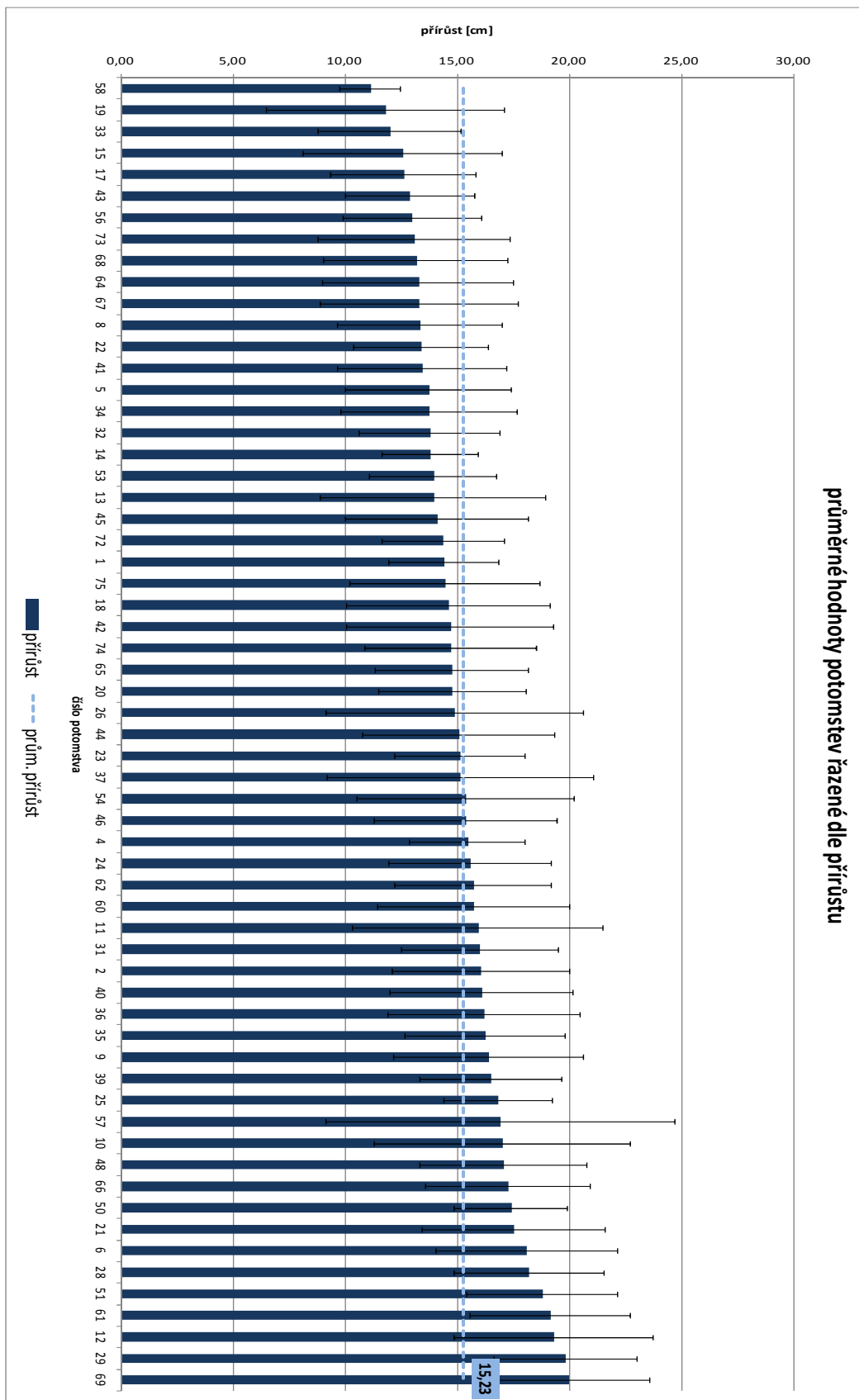
Graf 3a: Průměrné hodnoty potomstev



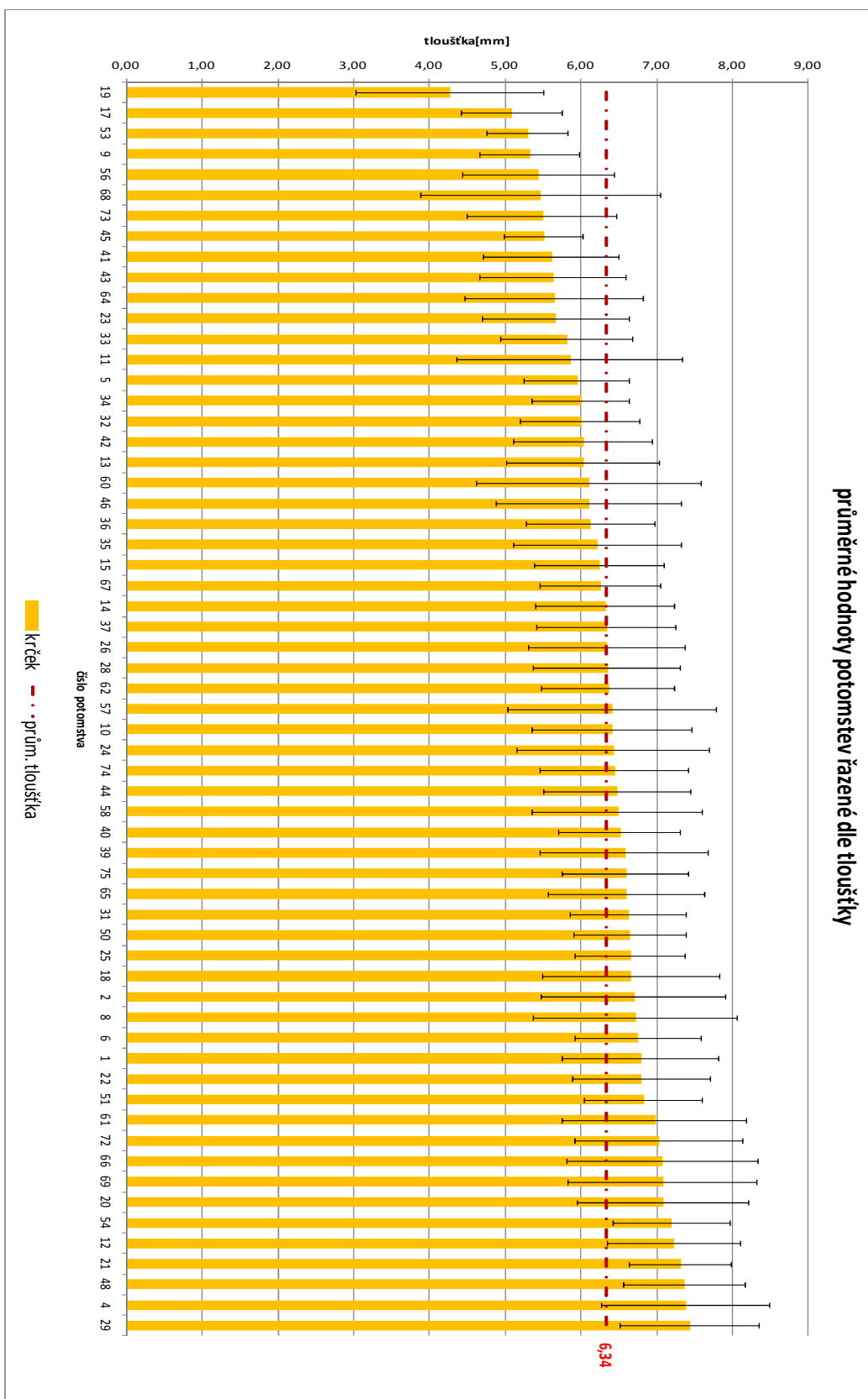
Graf 3b: Průměrné hodnoty potomstev (pokračování)



Graf 4: Průměrné výšky (vzestupně)



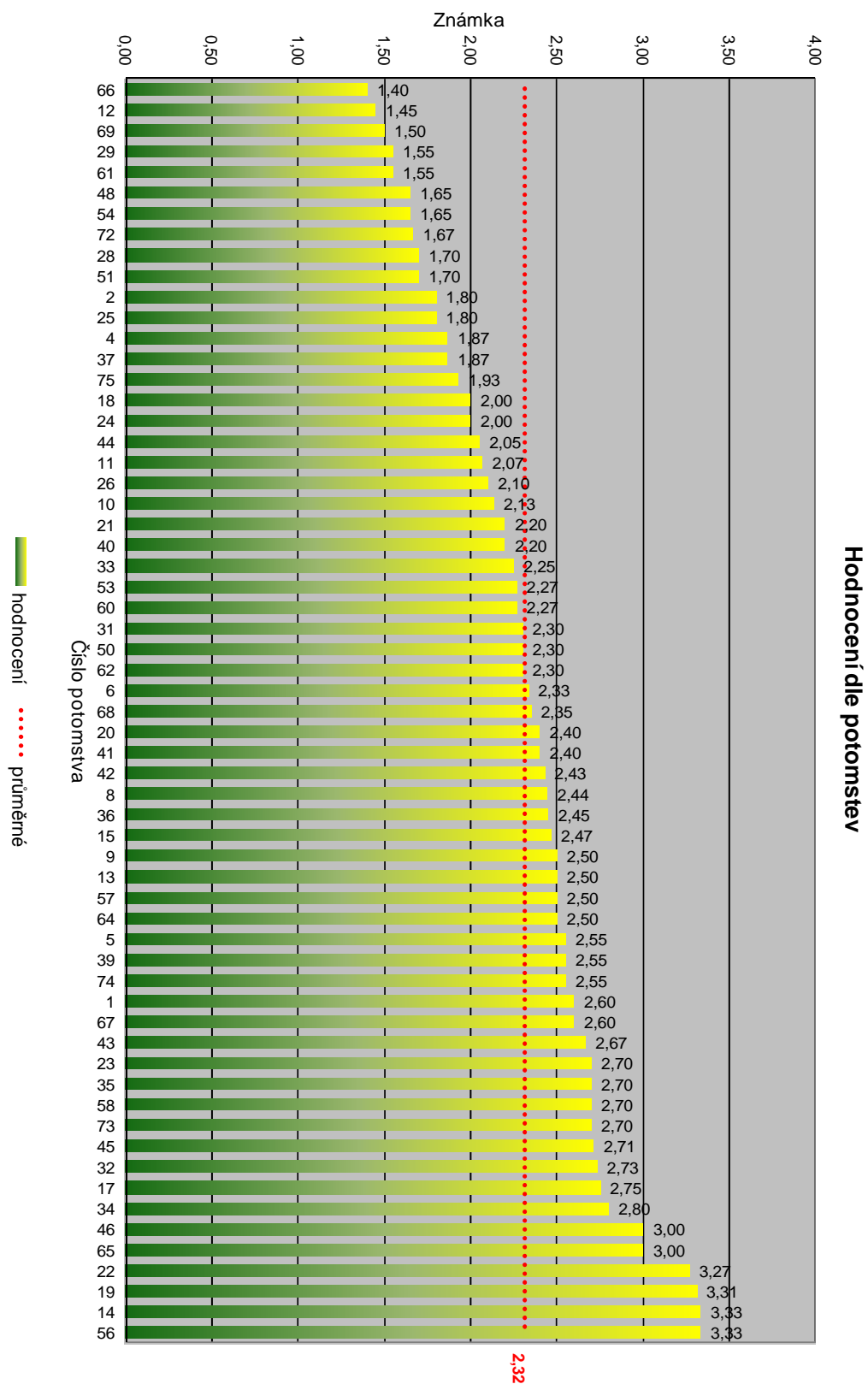
Graf 5: Průměrné přírůsty (vzestupně)



Graf 6: Průměrné tloušťky (vzestupně)

#### 5.4. Okulární posouzení kvality

Ve své podstatě se jedná o posouzení zdravotního stavu jednotlivých jedinců, kteří se vyskytují na testovací ploše a jejich roztrídění podle jakosti. Do první třídy byly zařazeny sazenice bezvadné kvality, přímého vzrůstu, kvalitního olistění, zdravé a vitální. Ve druhé třídě jsou sazenice normálního vzrůstu, přiměřeného olistění, působící zdravě, ale okulárně nedosahující kvality třídy jedna. Třetí třída: v této kategorii jsou jedinci převážně metlicovitého vzrůstu, často bez terminálního výhonu, kteří působí nezdravě a spíše budí dojem, že na daném stanovišti živoří. Čtvrtá třída jsou jedinci, kteří na ploše uhynuli. Průměrná hodnota ze všech posuzovaných potomstev je známka 2,32, která je v grafu vyznačena čerchovanou čarou. 32 potomstev má horší hodnocení než je průměr, 29 jich vykazuje lepší hodnocení. V tomto hodnocení dosáhla nejhorších výsledků potomstva č. 56 (3,33), č. 14 (3,33) a č. 19 (3,31). Nejlepšího hodnocení dosáhla potomstva č. 66 (1,40), č. 12 (1,45), č. 69 (1,50) a za zmínku stojí i potomstvo č. 29 (1,55). I z tohoto hodnocení je patrné, že potomstvo 19 vykazuje i v tomto parametru nejhorších hodnot a proti tomu potomstvo č. 29 je neustále v popředí.



Graf 7: Průměrné hodnocení (od nejlepšího)

## 6. Diskuse

### 6.1. Různé vlivy na testovaná potomstva

Ve výsledcích se u všech měřených a porovnávaných veličin opakovaně zmiňují o tom, že výsledky jsou získány z prvního měření a posuzování a že až další následná měření v pozdějším věku budou mít vyšší vypovídající hodnotu. Na jejich základě bude provedeno podstatně objektivnější hodnocení, které nám skutečně napoví, jak si jednotlivá potomstva stojí. K tomuto tvrzení mě vedly především diskuse s ING. JANEM KAŇÁKEM PH.D.

Na rychlost růstu všech potomstev má významný vliv několik základních faktorů o kterých bych se v této diskusi zmínil.

#### 1. Vliv věku mateřského porostu na rychlost růstu potomstva.

První známý pokus ke zjištění vlivu věku mateřských porostů na růst potomstev založil již v roce 1914 profesor BUSSE z EBERSWALDE v prostoru dnešního polesí Trzciel v poznaňské oblasti. Jednalo se o potomstva borovice lesní. Tato potomstva pocházela ze stromů, které náležely do šesti věkových tříd, věkové rozmezí bylo 16 až 170 let. Jednalo se o jedince stejné provenience, u kterých byly v různém věku zjišťovány údaje o počtu stromů a jejich průměrných výškách. Počáteční převaha ve výšce u potomstev mladších porostů, kterou zdůvodňoval BUSSE vysokou hodnotou hmotnosti 1000 semen, už v sedmém roce nebyla zjištěna. Ve druhém desetiletí se potomstva mladších věkových tříd opět dostala do popředí až do doby měření, které bylo provedeno u 21letých kultur. Pokles růstu v 7 letech si BUSSE nedovedl dost dobře vysvětlit (KAŇÁK J., 1980). Obdobného výsledku vyjádřeného koeficienty korelace s opětovným poklesem přírůstu u borovice v sedmém roce věku bylo dosaženo u provenienčních pokusů v arboretu na Sofronce v Plzni – Bolevci. JAN KAŇÁK toto období ve věku kolem 7 let přirovnává k příznakům tzv. „puberty“.

Ve druhé polovině padesátých let byla plocha založená profesorem BUSSEM opět změřena, a to ve věku 43, 50 a 59 let. Pracovníci Institutu dendrologie v Kórniku konstatovali, že rytmus růstu ve věku do 30 let není směrodatným ukazatelem pro



rychlost růstu v pozdějším období předmýtního a mýtního věku porostu. Toto tvrzení s potomstvy borovice lesní potvrdil také STERN, který při hodnocení svého pokusu konstatoval, že nezjistil ani jeden případ, kdy rychlerostoucí mladé porosty si stejnou rychlost podržely i v pozdějších letech. Z výsledků, které byly u nás publikovány, lze vyvodit, že přírůsty „horských typů“ jsou v mládí pomalé a s přibývajícím věkem se zvyšují, kdežto u typů z nížin a pahorkatin je tomu přesně naopak. Toto potvrdilo i měření KANTORA (1982), kdy pyrenejská borovice La Matte des Angles s jednou proveniencí z Třeboně patřily v prvních letech měření vždy mezi poslední, ale ve věku 44 let se obě společně objevily na prvních dvou místech.

Ze zjištěných výsledků vyplývá, že:

- a) z mimořádné rychlosti růstu v mladém věku nelze vždy usuzovat na stejnou rychlost růstu ve věku pozdějším;
- b) pěstování potomstev ze semen získaných z mladších porostů může mít význam jen tehdy, kdyby nám šlo o získání rychlerostoucích výpěstků s velmi krátkou dobou obmýtí;
- c) semena získaná z porostů nejstarších věkových tříd jsou geneticky plnohodnotná a i přes počáteční pomalý růst v mládí svůj růst ve vyšším věku zrychlí a v pozdějších letech se dostanou na přední místa v pořadí;
- d) třídění školkařského materiálu podle velikosti by se mělo provádět velmi opatrně a vyřazovat bychom měli pouze jedince, kteří jsou viditelně neduživí a nebo jinak poškození. U výchovných zásahů v mladých kulturách se znovu potvrzuje staré pravidlo výběru předrostlíků, jejichž růstová energie zpravidla nevydrží do mýtního věku;
- e) pravidelně se projevující vyrovnání průměrné výšky zkoumaných kultur ve věku kolem 7 let ukazuje zřejmě rozhraní etap individuálního vývoje mladých borovic (KAŇÁK J., 1980).

## 2. Vliv věku mateřského porostu na váhu semen.

V tomto ohledu byla zjištěna vysoce průkazná záporná korelace. Z tohoto zjištění vyplývá, že čím je porost mladší, tím plodí větší semena a naopak. Hmotnost 1000

semen má ovšem výraznou souvislost s výškovým růstem sazenic v prvních letech života potomstev: čím menší semeno, tím pomalejší růst. Tato korelace však mizí po dosažení věku kolem 8 let.

### 3. Vztah váhy semen k zeměpisné šířce původu mateřského porostu.

I v tomto ohledu byla zjištěna vysoce signifikantní záporná korelace. Čím se nachází mateřský porost jižněji, tím plodí větší semena a naopak (KAŇÁK J., 1980).

### 4. Vztah mezi rychlostí růstu a tvarem kmene borových kultur.

Při šlechtitelských úvahách je potřeba zdůraznit, že jedinci, kteří se nejlépe adaptovali na dané stanoviště nemusejí být kvalitativně nejlepší z pohledu lesního hospodáře. V praxi se dosti často setkáváme se stavem, že borový porost, který má vytvořeny všechny podmínky k dosažení nejlepší bonity nemusí poskytovat vynikající kulatinové sortimenty. Bylo zjištěno, že např. rasy borovice, které se vyvíjely v oblastech, kde byl hlavním limitním faktorem sníh, mají velmi silné větve a nejsou příliš tvárné. Naproti tomu borovice z vysočin hercynské oblasti, kde hlavním faktorem výběru byla konkurence smrku, mají rovné, štíhlé a smrku se podobající kmene (např. náhorní borovice z oblasti Šumavy nebo Vogtlandu). Borovice rostoucí na mokřích stanovištích dosahují sice velkých dimenzí, ale mají silné, často lámavé větve a netvárný kmen. Změnou ekologických poměrů tedy nezlepšíme ani neudržíme dobrý tvar kmene (KAŇÁK J., 1980).

Testované potomstvo borovice lesní semenného sadu Bukovina jsme chtěli podrobit analýze genetických parametrů pomocí programu ASReml, avšak bohužel, poskytnutá data v takto mladém věku nebyl schopen tento program vyhodnotit. Důvody, proč tomu tak je, jsou následující: testovaný materiál je čerstvě po výsadbě a měřené znaky mohou být ještě ovlivněny způsobem zacházení s daným materiálem. Za druhé: analýza pracuje s předpokladem polosesterských potomstev, i když je osivo získané ze semenného sadu a je zde vysoká pravděpodobnost mnohem vyšší příbuznosti než je deklarovaná v modelu. Z daných výsledků vyplývají dvě doporučení: rekonstrukce rodokmenu pro přesnější odhad genetických komponent rozptylu a počkat s měřením do pozdějšího věku, až bude získaná data možné testovat na genetické parametry.

## **6.2. Jak dále pokračovat v testování potomstva**

Z předchozích informací vyplývá, že je nutné v daném testování pokračovat. Rozhodující roli bude hrát zřejmě ekonomická náročnost, ale optimální se jeví čtyř až pětiletý interval. Mimo měřené veličiny (výška a tloušťka) bude nezbytné zjišťovat jakostní parametry tvaru kmene, které by nahradily dosavadní „okulární hodnocení sazenic“, které bylo zaměřeno spíše na zdravotní stav a celkový dojem. Nejvhodnější by bylo použít klasifikaci tvaru kmene podle NÁROVCE (NÁROVCOVÁ ET AL. 2004).

S narůstající výškou testovaných potomstev bude nezbytné ustoupit od měření tloušťky kořenového krčku a přejít na měření tloušťky ve výšce 1,30 m. Pro větší přesnost by bylo vhodné měřit obvod kmínku s přesností 0,5 cm. V případě, že by výška 1,30 m vycházela do místa přeslenu, měřili bychom obvod 10 cm pod a 10 cm nad přeslenem a použili průměr těchto dvou hodnot.

U mortality, která je na testované ploše rovněž sledována, by bylo vhodné pokud možno co nejvíce omezit vliv především biotických škůdců. V současné době je zhruba 80% jedinců postiženo sypavkou borovou. Jedná se o jednu z nejvážnějších chorob borových výsadeb, kterou způsobuje houba skulinatec borový (*Lophodermium pinastri*). Ztráty sypavkou borovou jsou varující a zdůrazňují bezpodmínečnou nutnost dodržovat všechna známá opatření na ochranu borovice. Zde bych doporučoval použití fungicidního přípravku Dithane M 45 nebo Novozir MN 80. Jsou vysoce účinné, je však nutno přesně dodržovat termíny postřiků a tím zabránit zvýšené mortalitě (ŠVESTKA A KOL. 1996). Další nebezpečí, které by mohlo významně ovlivnit zejména tvar hlavního výhonu, je napadení rzí sosnokrutem. Nejvíce ohroženy jsou mladé výsadby borovice, které mohou při silné a opakované nákaze touto rzí i odumřít. Pokud přežijí, zůstávají trvale poškozené růstovými deformacemi, jako jsou esovité zakroucení, metlovitost a rozkošatění. Důvodem, proč se o tomto napadení zmiňuji je fakt, že rez sosnokrut potřebuje ke svému životu střídání hostitelů. Tohoto faktu lze s úspěchem využít v obraně. Druhým hostitelem je hlavně topol osika, popř. topol bílý či šedý. Lze proto jako jednoznačně nejjednodušší obranné opatření doporučit důsledné odstraňování druhých hostitelů (u nás téměř výlučně osik) z blízkosti borových výsadeb. Bohužel nedaleko testované plochy ve

vzdálenosti cca 80 m se nachází vícero jedinců tohoto topolu. Nejmenší přijatelná vzdálenost, při které by došlo k výraznému snížení infekčního tlaku je 300 m. Doporučuji tyto jedince odstranit a použít chemickou ochranu. Z přípravků v současné době povolených k použití v lesním hospodářství se pro tento účel jeví jako nejvhodnější přípravek Impact v 0,1 % koncentraci.

Samozřejmě, že se jedná o pouhý návrh, jakým směrem a za pomoci jakých opatření by se mělo dále pokračovat v započatém testování. Možná by bylo vhodné založit k této ploše plochu srovnávací, založenou z jedinců známé genetické kvality (nejlépe potomstvo místního porostu), popřípadě další testovací plochy jedinců vypěstovaných ze semen získaných ze semenného sadu. Jelikož je testovaná plocha ze dvou stran v těsné blízkosti obklopena lesním porostem, bylo by vhodné zjistit např. průměrné hodnoty osvětlení na jednotlivých částech této plochy a vliv tohoto osvětlení na výsadbu, dále srážkové a teplotní podmínky a další možné vlivy prostředí. Na jaře letošního roku, bude rovněž provedeno doplnění a nahrazení odumřelých jedinců, jelikož existuje určitá rezerva pro jednotlivá potomstva, bude toto doplnění přednostně uskutečněno z této rezervy. Potomstva, která nemají dostatečné množství náhradního materiálu, budou nahrazena jiným potomstvem, pro které je dostačující. Nové schéma doplnění a nahrazení jedinců na testované ploše Zátočina je součástí přílohy.

## 7. Závěr

Tato práce má za úkol zpracovat a využít výsledků hodnocení testovací plochy s potomstvy semenného sadu borovice lesní Bukovina u Vojenských lesů a statků s.p., divize Karlovy Vary. Na základě získaných měření a vyhodnocení dat je vytypování nadějných klonů resp. jejich potomstev, která bychom mohli na základě dalšího testování využít při zakládání semenných sadů druhé generace. Tato diplomová práce je de facto první částí a je potřeba v započatém testování dále pokračovat. Získávání potřebných dat je možné na základě doporučení, o kterých jsem se podrobněji zmiňoval v diskusi. Semenné sady druhé generace je možné projektovat za pomoci takto získaných výsledků z testované plochy a pomocí rekonstrukce rodokmene námi vytypovaných kandidátů. Podle námi stanovených parametrů a provedením následné selekce pak budeme schopni navrhnout konkrétní klony, ze kterých bude vytvořen semenný sad druhé generace.

K trvalému zachování kvalitních, zdravých, stabilních a odolných lesních porostů a ke zvyšování biologické různorodosti lesa je nutné dodržovat základní podmínky při obnově a zakládání porostů. Jednou z těchto základních podmínek je v případě využití umělé obnovy, která bude i přes narůstající trend přirozené obnovy převládajícím způsobem obnovy lesa, zajištění geneticky kvalitního a zároveň stanovištně vhodného reprodukčního materiálu lesních dřevin. K tomuto účelu by nám měli pomoci jedinci vyprodukovaní ze semenných sadů především vyšších generací.

V dnešní době, i přes existenci různých směrů prosazujících přírodě blízké hospodaření, je nutností využívat kvalitní sadební materiál, který bude schopen přinášet jakostně kvalitní sortimenty a zároveň generovat potřebný zisk, který nám tyto sortimenty poskytují. K produkci takovýchto sortimentů se bez využití šlechtitelských metod budeme dostávat podstatně obtížněji. Je zřejmé, že se najde mnoho oponentů, kteří se budou obávat snížení diverzity a zavedení jakési uniformity při pěstování lesa. Většina z těchto obav ale vyplývá především z neznalosti daného tématu. Moderní šlechtitelství není zaměřeno pouze na zvyšování zisku, i když genetický zisk v řádech desítek procent musí být lákavý pro všechny lesní hospodáře. Mnoho šlechtitelských programů je zaměřeno na zachování či záchranu velmi vzácných populací a zvyšování jejich odolnosti v našem

mnohdy přetechnizovaném světě. Lesnictví prodělalo v posledních letech mnoho změn. Často zmiňovaný problém je například nepřiměřená velikost lesnických úseků. Bohužel se ale domnívám, že tento stav je v dnešní době nezvratitelný a lesní hospodářství bude muset být rentabilní a zároveň na něj a i na nás budou kladeny čím dál tím větší nároky společnosti na zachování i velmi důležitých mimoprodukčních funkcí lesa. Bylo by určitě příjemné, kdyby nám i tyto funkce přinášely potřebný zisk, ale dnes se jedná zřejmě pouze o fikci.

Od roku 1995 jsem zaměstnancem Vojenských lesů a statků u divize Karlovy Vary, mou specializací je především prodej dřeva. Čím lepšího zpeněžení se dosahuje, tím lépe se nám „dýchá“ a máme podstatně větší možnost se vyvarovat ekonomických problémů. U borovice lesní jako dřeviny, kterou jsem se ve své práci zabýval, musím konstatovat, že ani zdaleka nedosahuje, při pomnutí nižší ceny (není kvalitativně tak ceněná jako smrk nebo modřín), tak dobrých sortimentních modelů jako je tomu např. u smrku. Za posledních patnáct let se například procento vlákniny u smrku stabilně pohybuje v rozmezí 18 – 21%, u borovice je tento objem více jak dvojnásobný. Významným ukazatelem je i skutečnost, že smrková vláknina je z velké části ovlivněna především vlivem hnilob. U borovice lesní, která ani zdaleka tak netrpí hnilobou, je limitujícím faktorem pro zařazení do vlákninových sortimentů především křivost a sukatost. Testování potomstev a následná produkce kvalitního sadebního materiálu pro tuto dřevinu je z velké části zaměřena na zlepšení kvalitativních znaků, kterými jsou především přímota kmene a jemné zavětvení. Dobrých výsledků lze docílit použitím vhodného selektovaného reprodukčního materiálu a vhodné výchovy.

Náhorní varianta doupovské borovice, pro kterou byl vytvořen semenný sad Bukovina a následně testovací plocha Zatočina, vykazuje vynikající parametry z hlediska jemného zavětvení a přímoty kmene. Svými růstovými parametry se bez problémů vyrovná smrku a mnohdy ho předstihuje. Přestože se v Doupovských horách nachází takto kvalitní borovice, její výsadby jsou v posledních letech v rozmezí jednoho až pěti hektarů při celkovém ročním zalesňování cca 200 ha. Určitě i tato informace stojí za zamyšlení. Najde se mnoho vhodných lokalit, kde by borovice prosperovala a je jenom škoda, že se tohoto nevyužívá. (Tabulka zalesňování podle dřevin za posledních sedm let je součástí přílohy.)

Závěrem bych chtěl dodat, že jsem v žádném případě nechtěl, aby závěr práce vyzněl jako honba za co největším ziskem. I já obdivuji nádherné soliterní jedince s překrásnou architekturou kmene a mnohem raději bych chtěl mít na zahradě takový exemplář než strom jako „svíce“. Zde ale musím zdůraznit, že hospodaříme v lesích hospodářských a z tohoto označení se odvíjejí i naše cíle. Inspirací nám mohou být například skandinávské země, které jako evropské lesnické velmoci ve šlechtění lesních dřevin jsou dále než my a je jenom na nás, vybrat si z jejich poznatků to dobré a dále tyto vědomosti aplikovat i v našem lesním hospodářství.

## 8. Literatura:

**BRUCHÁNIK R., 2001:** Šľachtiteľský program borovice lesnej pre pahorkatiny stredného Slovenska. Dizertačná práca, Banská Bystrica, 113 s.

**BUSINSKÝ R., 1999:** Taxonomická revíza euroasijských borovic – prehľad druhů a vnitrodruhových taxonů podle nejnovějších poznatků, Sborník referátů: Studium domácích a introdukovaných druhů rodu *Pinus*, Acta Průhonice 68, Průhonice: s.28 -31.

**BUSINSKÝ R., 2008:** The genus *Pinus* L., Pines: contribution to knowledge. A monograph with cone drawings of all species of the world by Ludmila Businska. Acta Pruhoniana 88, Průhonice: 125 s.

**CHALUPA V., 2000:** Růst lesních stromů vypěstovaných *in vitro* z orgánových kultur a ze somatických embryí, Nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce 2000, Kostelec nad Černými lesy: 11/2000.

**CHMELÁŘ J., 1984:** Dendrologie s ekologií lesních dřevin, Státní pedagogické nakladatelství, n.p., Praha: 120s.

**DOSTÁL J., 1989:** Nová květena ČSSR.Sv. 1. Akademia, Praha: 758 s.

**EL- KASSABY Y.A., ASKEW G.R., 1998:** Seed orchards and their genetics. In: Forest genetics and Tree Breeding, Chap. 6, 103-111. A.K. Mandalna G.L. Gibson (eds.). CBS Publishers and Distributors. Darayaganj, New Delhi.

**EL-KASSABY Y.A., LSTIBŮREK M., 2009:** Breeding without breeding, Genetics Research 91(2): 111-20.

**EL-KASSABY, Y.A., PRESCHER F. AND LINDGREN D., 2007:** Advanced generation seed orchards as affected by breeding advance, timing of seed crop, and cost components with special reference to Scots pine in Sweden. Scand. J. For. Res. 22: 88-98.

**ERIKSSON G., EKBERG I., 2001:** An Introduction to Forest Genetics, Sveriges Lantbruksuniversitet, Upsala.

**FÉR F., POKORNÝ J., 1993:** Lesnická dendrologie – jehličnany, Lesnická fakulta Praha a Matice lesnická Písek, Písek: 130 s.

**FÉR F., ROHON P., 2002:** Biologie, Botanika, Dendrologie., Vydavatelství ČVUT Praha 6, Praha: 156 s.

**FRÝDL J. A KOL., 2009:** Metodické postupy ověřování zdrojů reprodukčního materiálu lesních dřevin v České republice, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Strnady: 60 s.



- FRÝDL J., ŠINDELÁŘ J., 2004:** Šlechtění a introdukce v ekologicky orientovaném LH, Nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce 2004, Kostelec nad Černými lesy: 2/2004.
- FRÝDL J., ŠINDELÁŘ J., 2006:** K problematice ověřování semenných sadů – metodické principy. In: Semenné sady jako zdroj kvalifikovaného reprodukčního materiálu, Sbor. Abstr. z mezinárod. odbor. sem., Bzenec 20. 21.6. 2006, eds. Z. Procházková, P. Kotrla. VÚLHM, Jíloviště-Strnady 2006: 19 s.
- FUNDA T., LSTIBŮREK M., KLÁPŠTĚ J., PERMEDLOVÁ I., KOBLIHA J., 2006:** Addressing spatial variability in provenance experiments exemplified in two trials with black spruce. *Jurnal of Forest Science* 53: 47-56.
- GIERTYCH M., MÁTYAS C., 1991:** Genetics of Scots Pine, Akademia Kiadó Budapest, Budapest: 280 s.
- HAJNALA M., LSTIBŮREK M., KOBLIHA J., 2006:** First evaluation of growth parametres in clonal test with Wild Cherry. *Jurnal of Forest Science* 53: 57-65.
- HANOUSEK J., CHARAMZA P., 1992:** Moderní metody zpracování dat – matematická statistika pro každého, Vydavatelství a nakladatelství – Grada a.s., Praha: 216 s.
- HEJNÝ S., SLAVÍK B., 1988:** Květena České republiky, Československá akademie věd, Praha: 560 s.
- HEJNÝ S., SLAVÍK B., 1997:** Květena České republiky 1.díl, Academia Praha, Praha: 557 s.
- HIEKE K., 1978:** Praktická dendrologie, Státní zemědělské nakladatelství v Praze, Praha: 533 s.
- HOSPODÁŘSKÝ PLÁN, LESNÍ HOSPODÁŘSKÝ CELEK DOLNÍ LOMNICE 2008 – 2017, 2008:** Textová část, Taxles s.r.o.
- HOSPODÁŘSKÝ PLÁN, LESNÍ HOSPODÁŘSKÝ CELEK VALEČ 2005 – 2014, 2005:** Textová část, Taxles s.r.o.
- HYNEK V. A KOL., 2010:** Semenné sady z hlediska platné legislativy, Nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce 2010, Kostelec nad Černými lesy: 2/2010.
- HYNEK V., 1999:** Výsledky výzkumu a z toho vyplývající možné změny na úseku semenářství lesních dřevin, In, Sborník referátů z celostátní konference s mezinárodní účastí k 80. výročí založení Fakulty lesnické a dřevařské v Brně, 3. – 4.3. 1999 Křtiny: 51 – 61 s.
- IVANEK O. A KOL., 2009:** Zakládání semenných sadů druhé generace pro borovici lesní, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Strnady: 32 s.
- IVANEK O., NOVOTNÝ P., FRÝDL J., 2010:** Metodika zakládání semenných sadů 1,5. generace, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Strnady: 29 s.

**IVANEK O., PROCHÁZKOVÁ Z., 2008:** Ověření identity a testování klonů v semenných sadech borovice a modřínu s využitím genových markerů, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Jíloviště – Strnady: 18s.

**JANKOVSKÝ L., ŠMERDA J., 2003:** Aplikace molekulární biologie v lesnictví – molekulární markery, Nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce 2003, Kostelec nad Černými lesy: 1/2003.

**KAŇÁK J. A KOL., 2008:** Metodika zakládání semenných sadů, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Jíloviště – Strnady: 24 s.

**KAŇÁK J., 1980:** Praktický význam studií populace borovice lesní a jejich potomstev, Lesnická práce 59: 9 - 12, 1980.

**KAŇÁK J., 1985:** Náhorní varianty borovice lesní okrajových pohoří hercynské kotliny, Sborn. ČSAZV – Lesnictví: 259 – 265 s.

**KAŇÁK J., 1994:** Evoluto of the Scote pine mountainous variant. Ex: Kaňák. K. et Kaňák, J. (eds.) IUFRO Meet. „Genetics of Scote pine“ Kaunas. Indications acquired by the provenance research. . 25

**KAŇÁK J., 2005:** Lesnická genetika – současný stav a perspektivy u nás a ve světě, In, Převážně dubové hospodářství na permokarbonské pánvi západočeské pahorkatiny, Upraveno pro potřeby celostátního semináře ČLS zaměřeného na hospodaření v genových základnách a semenných sadech, 4.10. 2005 Plasy: 44 – 48 s.

**KAŇÁK J., 2011:** Disertační práce, Návrh šlechtitelských postupů pro borovici lesní v západních a jižních Čechách, Fakulta lesnická a dřevařská Praha: 148s.

**KAŇÁK J., KAŇÁK K., 2002:** Genetika a šlechtění rodu Pinus, minulost, současnost a další perspektivy, Sborník útvaru biologie a šlechtění lesních dřevin, Výzkum v oboru biologie, genetiky, šlechtění a introdukce lesních dřevin se zřetelem k 80. výročí založení lesnických výzkumných ústavů v ČR, VÚLHM Jíloviště-Strnady: 16 s.

**KAŇÁK K., 1998:** Evoluční původ azonálních výskytů smrku (*Picea abies*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*), Zprávy Čes. Bot. Společ., Praha, 33, Mater. 16: 17 – 23 s.

**KANTOR J., POSPÍŠIL J., 1983:** Šlechtění lesních dřevin, Vysoká škola zemědělská v Brně, Brno: 133 s.

**KLÁPŠTĚ J. A KOL., 2012:** Moderní šlechtitelské metody v lesnictví, Nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce 2012, Kostelec nad Černými lesy: 10/2012.

**KLÁPŠTĚ J., LSTIBŮREK M., KOBLIHA J., 2006:** Initial evaluation of half-sib progenies of Norway spruce using the best linear unbiased prediction. Jurnal of forest Science 53: 41-46.

**KLIKA J. A KOL., 1953:** Jehličnaté, Nakladatelství Československé akademie věd, Praha: 310 s.

- KOBLIHA J. A KOL., 2012A:** Péče o genové zdroje lesních dřevin v podmínkách VLS ČR, Nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce 2012, Kostelec nad Černými lesy: 8/2012.
- KOBLIHA J., LSTIBŮREK M., SLÁVIK M., MARUŠÁK R., STEJSKAL H., KLÁPŠTĚ J., HYNEK V., 2011:** Metodika výpočtu ekonomické efektivity semenných sadů, Certifikovaná metodika 107839/2011 – MZE – 16222/M20.
- KOBLIHA J., 1999:** Zásady klonového hospodářství, prokazování původu reprodukčního materiálu lesních dřevin, In, Sborník referátů z celostátní konference s mezinárodní účastí k 80. výročí založení Fakulty lesnické a dřevařské v Brně, 3. – 4.3. 1999 Křtiny: 17 – 22 s.
- KOBLIHA J., LSTIBŮREK M., 2006:** Význam semenných sadů jako produkčních populací lesních dřevin. In, Semenné sady jako zdroj kvalifikovaného reprodukčního materiálu. 20. – 21.6. 2006 Bzenec. VÚLHM Jíloviště – Strnady, Uherské Hradiště: 69 s.
- KOBLIHA J., LSTIBŮREK M., HYNEK V., KLÁPŠTĚ J., STEJSKAL J., 2012B:** Metodika testů potomstev lesních dřevin pro zakládání semenných sadů 2. generace, certifikovaná metodika 218370/2012-MZE-16222/M57.
- KONIAS H., 1951:** Lesní hospodářství, Nakladatelství jednotného svazu zemědělců, Praha: 140 s.
- KOTRLA P., PAŘÍZEK M., 2009:** Zakládání semenných sadů z pohledu legislativy, Nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce 2009, Kostelec nad Černými lesy: 8/2009.
- KOTRLA P., PAŘÍZEK M., 2010:** Zakládání semenných sadů z pohledu legislativy II, Nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce 2010, Kostelec nad Černými lesy: 4/2010.
- KRIPPEL E., 1986:** Postglaciální vývoj vegetace Slovenska, Veda, Bratislava: 307 s.
- KŘIVÁNEK J. A KOL., 2009:** Lesy v České republice, Consult Praha 2009, Praha: 400 s.
- KŘÍŽ Z. A KOL., 1971:** Lesnická botanika, Státní zemědělské nakladatelství, Praha: 450 s.
- KUČÍREK L., 1963:** Zpráva o typologickém průzkumu na LHC Dolní Lomnice, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů a statků, Velká bystřice u Olomouce: 65 s.
- KUPKA I., 2008:** Pěstování lesů I, Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha: 150 s.
- LI B., MCKEAND S., WEIR R., 2000:** Impact of forest genetics on sustainable forestry – results from two cycles of loblolly pine breeding in the US. J. Sustain. For. 10: 79 – 85.
- LSTIBŮREK M., 2006:** Objektívizace počtu klonů v semenných sadech. In, Semenné sady jako zdroj kvalifikovaného reprodukčního materiálu. 20. – 21.6. 2006 Bzenec. VÚLHM Jíloviště – Strnady, Uherské Hradiště: 69 s.

- MALÁ J. A KOL., 2010:** Biotechnologie v lesním hospodářství a šlechtění, Nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce 2010, Kostelec nad Černými lesy: 8/2010.
- MARSHALL T.C., SLATE J., L.E.B., PEMBERTON J.M., 1998:** Statistical confidence for likelihood-based paternity inference in natural populations. *Molecular Ecology* 7, 639-655.
- MATRAS J., 2006:** Využití individuální selekce v rámci naplňování „Programu zachování genových zdrojů a šlechtění lesních dřevin v Polsku na roky 2011 – 2035“. In, Semenné sady jako zdroj kvalifikovaného reprodukčního materiálu. 20. – 21.6. 2006 Bzenec. VÚLHM Jíloviště – Strnady, Uherské Hradiště: 69 s.
- MEZERA A., 1952:** Pěstování borových porostů, Biologie a pěstování borovice obecné *Pinus silvestris*, Nakladatelství Brázda, Praha: 190 s.
- MIKESKA M. A KOL., 2008:** Lesnicko – typologické vymezení, struktura a management přirozených borů a borových doubrav v ČR, Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy: 448 s.
- MIKOLA J., 2002:** Long-term tree breeding strategy in Finland: integration of seed production and breeding. In: Integrating tree breeding and forestry. (Proceedings of the Nordics group for management of genetic resources of trees, Mekrijärvi, březen 2001. Research papers 842) Finnish Forest Research Institute, Mekrijärvi, pp 12-13.
- MIROV N.T., 1967:** The genus *Pinus*, The Ronald Press Comp, New York.
- MUSIL I., 2003:** Lesnická dendrologie I.: jehličnaté dřeviny, ČZU Praha, Praha: 177 s.
- MUSIL I., HAMERNÍK J., 2007:** Jehličnaté dřeviny, Lesnická dendrologie 1, Nakladatelství Academia, Praha: 352 s.
- MUSIL J., 2006:** Semenné sady v ČR. In: Význam semenných sadů jako zdroj kvalifikovaného reprodukčního materiálu. 20. – 21.6. 2006 Bzenec. VÚLHM Jíloviště – Strnady, Uherské Hradiště: 69 s.
- MUSIL J., NOVÁK P., ŠEFL J., 2007:** Semenné sady v České republice, In, Zborník referátov z mezinárodného seminára, ktorý sa konal 27. – 28.3.2007 v Liptovskom Jáne: 37 – 43 s.
- NAMKOONG G., 1988:** Tree breeding: Principles and strategies. Springer – Verlag, New York.
- NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V., 2012:** Kritéria výběru sadebního materiálu borovice lesní pro stanoviště ohrožovaná suchem, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i, Strnady: 36 s.
- NÁROVCOVÁ J., NÁROVEC V., ČERMÁK M., 2004:** Netvárnost borovice lesní v nejmladších kulturách. Lesnická práce 83: 420-421.
- NILSON J. E., 2002:** The value of early testing. Studijní materiály pro kurz Genetiky a šlechtění lesních dřevin 2002, SLU Umea, Sweden.

- OPRAVIL E., 1974:** Moravskoslezský pomezní les do začátku kolonizace, Archeologický sborník I, Přerov: 113 – 133 s.
- PAGAN J., 1999:** Lesnícka dendrológia, Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen: 378 s.
- PALMER H.E., NEWTON A.C., C.J., THOMPSON S., STEWART L.E.D., 1998:** An economic evaluation of alternative genetic improvement strategies for farm woodland trees. *Forestry* 71: 333 – 347.
- PAŘÍZEK M., 2008:** Získávání reprodukčního materiálu lesních dřevin, Nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce 2008, Kostelec nad Černými lesy: 10/2008.
- PAULE L., 1992:** Genetika a šľachtenie lesných drevín, Príroda a.s., Bratislava: 304 s.
- PERRY T.O., WANG CH. W., 1958:** The value of genetically superior seed. *J.Forest.* 56: 843 – 845.
- PLÍVA K., 2000:** Trvale udržitelné obhospodařování lesů podle souboru lesních typů, UHUL Brandýs nad Labem: 34 s.
- POLENO Z. A KOL., 2009:** Pěstování lesů III., Praktické postupy pěstování lesů, Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy: 951 s.
- PROCHÁZKOVÁ Z., BEZDĚČKOVÁ L., 2007:** Porovnání kvality semene ze semenných sadů a porostů, In, Aktuálne problémy lesného škôlkárstva, semenárstva a umelej obnovy lesa 2007, Zborník referátov z mezinárodného seminára, ktorý sa konal 27. – 28.3. 2007 v Liptovskom Jáne: 44 – 52 s.
- RAMBOUSEK J., NOVÁK P., 2000:** Semenné sady lesních dřevin v České republice, Nakladatelství a vydavatelství Lesnická práce 2000, Kostelec nad Černými lesy: 4/2000.
- SCHÜTZ J.-P., 2011:** Výběrné hospodářství a jeho různé formy, Lesnická práce s.r.o., Kostelec nad Černými lesy: 159 s.
- SLAVOV, G.T., HOWE, G.T., ADAMS, W.T., 2005A:** Pollen contamination and mating patterns in a Douglas-fir seed orchard as measured by simple sequence repeat markers. *Canadian Journal of Forest Research* 35:1592-1603.
- SLAVOV G.T., HOWE G.T., GYAOUROVA A.V., BIRKES D.S., ADAMS W.T., 2005B:** Estimating pollen flow using SSR markers and paternity exclusion: accounting for mistyping. *Molecular Ecology* 14:3109-3121.
- SLAVOV G.T., HOWE G.T., YAKOVLEV I., KRUTOVSKII K.J., TUSKAN G.A., CARLSON J.E., STRAUSS S.H., ADAMS W.T., 2004:** Highly variable SSR markers in Douglas-fir: Mendelian inheritance and map locations. *Theoretical and Applied Genetics* 108:873-880.
- SVOBODA P., 1953:** Lesní dřeviny a jejich porosty, Část I. Státní zemědělské nakladatelství Praha: 411 s.

**ŠINDELÁŘ J., 2004:** Výzkumné provenienční a jiné šlechtitelské plochy v lesním hospodářství České republiky, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Strnady: 79s.

**ŠINDELÁŘ J., ČÁP J., NOVOTNÝ P., 2005:** Význam a možnosti využívání původních (autochtonních) populací lesních dřevin v ČR, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště – Strnady: 51 s.

**ŠVESTKA M., HOCHMUT R., JANČAŘÍK V., 1996:** Praktické metody v ochraně lesa, Ministerstvo zemědělství ČR, Nakladatelství Silva Regina, Praha: 309 s.

**ÚRADNÍČEK L., 2003:** Lesnická dendrologie I. (Gymnospermae), Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno: 102 s.

**ÚRADNÍČEK L., CHMELÁŘ J., 1995:** Dendrologie lesnická – jehličnany, Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno: 130s.

**WHITE T.L., ADAMS W.T., NEALE D.B., 2007:** Forest genetics, CABI Publishing division of CAB International, a catalogue record for this book is available from Library of Congress, Washington, DC., ISBN 9780851990835.

**ZAVADIL Z., 1982:** Semenné plantáže lesních dřevin, Státní zemědělské nakladatelství, Praha: 144 s.

**ZLATNÍK A., 1957:** Dendrologie, Státní pedagogické nakladatelství, n.p. Praha, Praha: 133 s.

## 9. Přílohy

Získané hodnoty z testovací plochy "Zátočina" pro rok 2012

řada	sloupec	číslo potomků	č. RS	výška zároste (cm)	přrůst za rok 2012 (cm)	průměr 9/2012 (mm)	mortalita	poznámka	hodnocení
1	1	2	21074	30	13	5,86			2
1	2	34	21106	0	0	0	1 a.		4
1	3	29	21101	43	19	7,32		20%	2
1	4	18	21090	34	11	6,08		□	2
1	5	6	21078	38	25	8,71			1
1	6	48	21120	38	15	6,99			1
1	7	65	21137	0	0	0	1 a.		4
1	8	69	21141	34	18	6,74			1
1	9	13	21085	37	21	8,23			1
1	10	6	21078	0	0	0	1 a.		4
1	11	26	21098	36	18	6,38			1
1	12	37	21109	21	5	5,32		□	2
1	13	43	21115	25	11	5,68		□	2
1	14	61	21133	34	18	6,8			1
1	15	62	21134	36	18	6,16			1
1	16	57	21129	36	15	8,61			1
1	17	60	21132	0	0	0	1 a.		4
1	18	10	21082	0	0	0	1 a.		4
1	19	37	21109	32	21	7,8			1
1	20	41	21113	25	15	5,16			2
2	1	25	21097	27	13	5,84			2
2	2	74	21146	33	16	4,81			2
2	3	6	21078	0	0	0	1 a.		4
2	4	66	21138	34	18	5,77			2
2	5	2	21074	30	14	5,34			2
2	6	18	21090	34	16	6,12		20%	2
2	7	69	21141	39	18	7,93			1
2	8	31	21103	34	15	5,57			2
2	9	64	21136	23	10	4,71			2
2	10	65	21137	0	0	0	1 a.		4
2	11	26	21098	25	13	5,79			2
2	12	61	21133	41	26	8,56		40%	2
2	13	41	21113	18	12	4,78			2
2	14	10	21082	33	20	6,74			1
2	15	15	21087	37	17	7,46			1
2	16	36	21108	26	13	5			2
2	17	48	21120	30	13	7,43			2
2	18	13	21085	33	15	5,7		20%	2
2	19	57	21129	0	0	0	1 a.		4
2	20	60	21132	0	0	0	1 a.		4
3	1	13	21085	0	0	0	1 a.		4
3	2	26	21098	38	26	6,29			1
3	3	29	21101	33	12	6,99			1
3	4	74	21146	30	15	7,49		□	2
3	5	25	21097	37	20	7,08			1
3	6	37	21109	28	16	6,82		□	2
3	7	60	21132	30	14	5,6		□	2
3	8	48	21120	34	12	6,51			1
3	9	4	21076	34	19	7,11			1
3	10	36	21108	42	26	7,91			1
3	11	40	21112	38	18	7,9			1
3	12	15	21087	28	14	4,9			2
3	13	65	21137	0	0	0	1 a.		4
3	14	6	21078	31	17	5,78			2
3	15	65	21137	37	21	7,13			1
3	16	33	21105	18	10	4,45		50%	2
3	17	43	21115	28	15	5,92		□	2
3	18	61	21133	41	23	7,81		30%	2
3	19	41	21113	26	9	5,96		□	2
3	20	4	21076	30	20	6,34		10%	2
4	1	33	21105	29	16	6,43			2
4	2	8	21080	37	18	7,02			1
4	3	20	21092	29	12	5,38			2
4	4	21	21093	38	20	6,24			1
4	5	66	21138	34	15	7,82			1
4	6	2	21074	35	16	9,05			1
4	7	43	21115	25	15	4,39		40%	2
4	8	13	21085	20	10	5,4			2
4	9	37	21109	27	15	6,53			2
4	10	18	21090	38	21	7,54			1
4	11	34	21105	33	19	6,84			2

4	12	60	21132	26	12	4,84			2
4	13	4	21076	30	15	6,64		□	2
4	14	61	21133	35	20	6,53			1
4	15	26	21098	30	15	7,96			2
4	16	60	21132	41	22	8,19			1
4	17	41	21113	21	13	4,96			2
4	18	65	21137	0	0	0	↓ a.		4
4	19	64	21136	23	10	5,63			2
4	20	36	21108	33	21	6,04		10%	2
5	1	34	21105	22	10	5,88			2
5	2	18	21090	30	18	6,14		30%	2
5	3	66	21138	44	18	7,44			1
5	4	48	21120	29	15	5,66			2
5	5	43	21115	25	14	5,03			2
5	6	61	21133	36	18	7,53			1
5	7	17	21089	18	9	4,66			2
5	8	46	21118	22	8	6,84			2
5	9	65	21137	29	13	5,99			2
5	10	2	21074	33	20	7,51			1
5	11	61	21133	33	17	6,21			2
5	12	37	21109	37	25	6,91			1
5	13	62	21134	37	14	7			1
5	14	57	21129	24	12	4,87			2
5	15	10	21082	29	16	6,38		□	3
5	16	4	21076	31	14	9,1		□	2
5	17	15	21087	0	0	0	↓ a.		4
5	18	36	21108	28	16	5,66		30%	2
5	19	26	21098	0	0	0	↓ a.		4
5	20	13	21085	0	0	0	↓ a.		4
6	1	61	21133	31	17	5,76			2
6	2	43	21115	21	9	6,27		□	2
6	3	25	21097	33	18	6,34			1
6	4	34	21105	0	0	0	↓ a.		4
6	5	6	21078	37	20	7,2			1
6	6	29	21101	42	24	7,02			1
6	7	64	21136	0	0	0	↓ a.		4
6	8	2	21074	40	21	7,32			1
6	9	43	21115	0	0	0	↓ a.		4
6	10	13	21085	30	16	5,66			2
6	11	37	21109	27	12	6,64			2
6	12	62	21134	24	11	5,67			2
6	13	13	21085	28	15	5,14		□	2
6	14	65	21137	0	0	0	↓ a.		4
6	15	48	21120	45	21	8,34			1
6	16	69	21141	36	23	6,02			1
6	17	29	21101	39	17	7,29		10%	1
6	18	6	21078	0	0	0	↓ a.		4
6	19	60	21132	0	0	0	↓ a.		4
6	20	57	21129	54	33	7,41			1
7	1	74	21146	0	0	0	↓ a.		4
7	2	21	21093	0	0	0	↓ a.		4
7	3	6	21078	0	0	0	↓ a.		4
7	4	69	21141	30	17	5,94		□	2
7	5	17	21089	26	15	5,11			2
7	6	46	21118	0	0	0	↓ a.		4
7	7	48	21120	39	18	7,72		10%	1
7	8	32	21104	0	0	0	↓ a.		4
7	9	18	21090	34	18	7,66			1
7	10	33	21105	35	15	6,95			1
7	11	17	21089	29	12	5,89			2
7	12	46	21118	27	12	4,82			2
7	13	26	21098	17	5	6,48		□	2
7	14	37	21109	19	5	5,51			2
7	15	57	21129	42	25	7,49			1
7	16	62	21134	0	0	0	↓ a.		4
7	17	41	21113	0	0	0	↓ a.		4
7	18	42	21114	33	18	5,4			2
7	19	15	21087	34	15	5,62			2
7	20	4	21076	29	12	6,6		□	2
8	1	21	21093	0	0	0	↓ a.		4
8	2	25	21097	0	0	0	↓ a.		4
8	3	17	21089	17	13	4,67			2
8	4	46	21118	31	15	5,89			1
8	5	66	21138	34	16	7,09			1
8	6	18	21090	21	4	7,67			2
8	7	69	21141	43	19	7,9			1
8	8	29	21101	30	17	5,39		10%	2
8	9	64	21136	30	10	6,8		20%	2
8	10	2	21074	37	14	6,66			1



8	11	65	21137	27	13	5,61			2
8	12	43	21115	28	15	7,48			2
8	13	61	21139	28	15	5,57			2
8	14	26	21098	21	13	4,12			2
8	15	62	21134	0	0	0	l.a.		4
8	16	60	21132	23	13	4,48			2
8	17	13	21085	14	0	7,88		□	3
8	18	48	21120	39	17	7,3			1
8	19	69	21141	34	21	6,6			1
8	20	10	21082	26	11	6,07		□	2
9	1	17	21089	0	0	0	l.a.		4
9	2	46	21118	0	0	0	l.a.		4
9	3	18	21090	0	0	0	l.a.		4
9	4	29	21101	42	20	7,13			1
9	5	6	21078	39	25	7,19			1
9	6	64	21136	34	20	6,85			1
9	7	2	21074	29	14	6,05			2
9	8	61	21139	41	24	8,9			1
9	9	43	21115	21	13	4,59			2
9	10	66	21138	33	15	6,77			1
9	11	74	21146	32	20	5,76			2
9	12	20	21092	28	13	7,08			2
9	13	8	21080	20	6	5,32		□	2
9	14	25	21097	38	21	7,72			1
9	15	17	21089	0	0	0	l.a.		4
9	16	29	21101	38	16	6,94			1
9	17	36	21108	33	18	6,42		□	2
9	18	57	21129	0	0	0	l.a.		4
9	19	13	21085	34	16	6,48			1
9	20	43	21115	0	0	0	l.a.		4
10	1	10	21082	33	18	6,15			1
10	2	74	21146	0	0	0	l.a.		4
10	3	34	21106	33	21	6,69			1
10	4	66	21138	21	11	4,44			2
10	5	21	21093	26	9	7,16		□	2
10	6	69	21141	0	0	0	l.a.		4
10	7	15	21087	0	0	0	l.a.		4
10	8	43	21115	22	10	5,23			2
10	9	65	21137	0	0	0	l.a.		4
10	10	13	21085	18	9	5,26		□	3
10	11	37	21109	0	0	0	l.a.		4
10	12	26	21098	29	18	6,81			1
10	13	62	21134	36	18	5,91			2
10	14	72	21144	29	10	8,05			1
10	15	68	21140	15	8	2,3			3
10	16	67	21139	38	22	7,02			1
10	17	28	21100	39	23	8,29			1
10	18	36	21108	34	18	6,73			2
10	19	20	21092	35	16	6,59			2
10	20	64	21136	26	14	4,59			2
11	1	33	21105	24	12	6,26			2
11	2	66	21138	0	0	0	l.a.		4
11	3	29	21101	43	20	7,54			1
11	4	6	21078	0	0	0	l.a.		4
11	5	25	21097	27	16	6,26			2
11	6	43	21115	0	0	0	l.a.		4
11	7	37	21109	35	21	6,18			1
11	8	73	21145	0	0	0	l.a.		4
11	9	62	21134	37	20	6,97			1
11	10	57	21129	44	22	7,32			1
11	11	68	21140	32	16	8,53			1
11	12	8	21080	19	15	8,92		□	2
11	13	21	21093	0	0	0	l.a.		4
11	14	2	21074	34	17	6,81			2
11	15	58	21130	0	0	0	l.a.		4
11	16	4	21076	36	19	7,13			1
11	17	22	21094	0	0	0	l.a.		4
11	18	31	21103	0	0	0	l.a.		4
11	19	60	21132	28	18	5,81			2
11	20	72	21144	34	15	5,68			2
12	1	25	21097	27	14	6,38			2
12	2	5	21077	36	19	7,52			1
12	3	12	21084	37	22	6,71			1
12	4	44	21116	23	12	4,76		40%	2
12	5	5	21077	22	13	5,4			2
12	6	9	21081	28	15	5,2			2
12	7	29	21101	37	17	6,01			1
12	8	39	21111	32	14	7,23		□	2
12	9	15	21087	26	14	6,33			2

8	11	65	21137	27	13	5,61			2
8	12	43	21115	28	15	7,48			2
8	13	61	21133	28	15	5,57			2
8	14	26	21098	21	13	4,12			2
8	15	62	21134	0	0	0	l.a.		4
8	16	60	21132	23	13	4,48			2
8	17	13	21085	14	0	7,88		□	3
8	18	48	21120	39	17	7,3			1
8	19	69	21141	34	21	6,6			1
8	20	10	21082	26	11	6,07		□	2
9	1	17	21089	0	0	0	l.a.		4
9	2	46	21118	0	0	0	l.a.		4
9	3	18	21090	0	0	0	l.a.		4
9	4	29	21101	42	20	7,13			1
9	5	6	21078	39	25	7,19			1
9	6	64	21136	34	20	6,85			1
9	7	2	21074	29	14	6,05			2
9	8	61	21133	41	24	8,9			1
9	9	43	21115	21	13	4,89			2
9	10	66	21138	33	15	6,77			1
9	11	74	21146	32	20	5,76			2
9	12	20	21092	28	13	7,08			2
9	13	8	21080	20	6	5,32		□	2
9	14	25	21097	38	21	7,72			1
9	15	17	21089	0	0	0	l.a.		4
9	16	29	21101	38	16	6,94			1
9	17	36	21108	33	18	6,42		□	2
9	18	57	21129	0	0	0	l.a.		4
9	19	13	21085	34	16	6,48			1
9	20	43	21115	0	0	0	l.a.		4
10	1	10	21082	33	18	6,15			1
10	2	74	21146	0	0	0	l.a.		4
10	3	34	21105	33	21	6,69			1
10	4	66	21138	21	11	4,44			2
10	5	21	21093	26	9	7,16		□	2
10	6	69	21141	0	0	0	l.a.		4
10	7	15	21087	0	0	0	l.a.		4
10	8	43	21115	22	10	5,23			2
10	9	65	21137	0	0	0	l.a.		4
10	10	13	21085	18	9	5,26		□	3
10	11	37	21109	0	0	0	l.a.		4
10	12	26	21098	29	18	6,81			1
10	13	62	21134	36	18	5,91			2
10	14	72	21144	29	10	8,06			1
10	15	68	21140	15	8	2,3			3
10	16	67	21139	38	22	7,02			1
10	17	28	21100	39	23	8,29			1
10	18	36	21108	34	18	6,73			2
10	19	20	21092	36	16	6,59			2
10	20	64	21136	26	14	4,89			2
11	1	33	21105	24	12	6,26			2
11	2	66	21138	0	0	0	l.a.		4
11	3	29	21101	43	20	7,54			1
11	4	6	21078	0	0	0	l.a.		4
11	5	25	21097	27	16	6,26			2
11	6	43	21115	0	0	0	l.a.		4
11	7	37	21109	36	21	6,18			1
11	8	73	21145	0	0	0	l.a.		4
11	9	62	21134	37	20	6,97			1
11	10	57	21129	44	22	7,32			1
11	11	68	21140	32	16	8,53			1
11	12	8	21080	19	15	8,92		□	2
11	13	21	21093	0	0	0	l.a.		4
11	14	2	21074	34	17	6,81			2
11	15	58	21130	0	0	0	l.a.		4
11	16	4	21076	36	19	7,13			1
11	17	22	21094	0	0	0	l.a.		4
11	18	31	21103	0	0	0	l.a.		4
11	19	60	21132	28	18	5,81			2
11	20	72	21144	34	15	5,68			2
12	1	25	21097	27	14	6,38			2
12	2	5	21077	36	19	7,52			1
12	3	12	21084	37	22	6,71			1
12	4	44	21116	23	12	4,76	40%		2
12	5	5	21077	22	13	5,4			2
12	6	9	21081	28	15	5,2			2
12	7	29	21101	37	17	6,01			1
12	8	39	21111	32	14	7,23		□	2
12	9	15	21087	25	14	6,33			2

12	10	61	21133	33	19	7,61			1
12	11	24	21096	34	21	6,88			1
12	12	72	21144	36	16	8,11			1
12	13	13	21086	26	15	5,62			2
12	14	41	21113	0	0	0	1 a.		4
12	15	32	21104	33	16	5,18			2
12	16	26	21098	19	11	6,94			2
12	17	21	21093	31	18	6,23			1
12	18	41	21113	34	21	7,96			1
12	19	42	21114	0	0	0	1 a.		4
12	20	28	21100	36	22	5,85			2
13	1	9	21081	34	20	5,69			1
13	2	18	21090	40	20	8,42			1
13	3	66	21138	31	18	5,94			1
13	4	48	21120	37	14	8,78			1
13	5	34	21105	35	16	5,7			2
13	6	69	21141	43	25	7,46			1
13	7	43	21115	30	18	6,91			1
13	8	72	21144	0	0	0	1 a.		4
13	9	10	21082	35	16	6,51	□		2
13	10	32	21104	0	0	0	1 a.		4
13	11	60	21132	33	18	5,62			2
13	12	2	21074	26	14	5,36			2
13	13	58	21130	0	0	0	1 a.		4
13	14	22	21094	0	0	0	1 a.		4
13	15	20	21092	43	20	8,73			1
13	16	31	21103	33	14	6,24			1
13	17	5	21077	0	0	0	1 a.		4
13	18	18	21090	0	0	0	1 a.		4
13	19	6	21078	29	13	6,28	□		2
13	20	14	21086	32	17	6,19			2
14	1	74	21146	29	18	6,68			2
14	2	46	21118	0	0	0	1 a.		4
14	3	5	21077	25	14	6,08			2
14	4	6	21078	36	17	7,24			1
14	5	33	21105	19	10	4,87	□		2
14	6	29	21101	42	24	7,98			1
14	7	39	21111	0	0	0	1 a.		4
14	8	15	21087	11	2	4,73			3
14	9	65	21137	0	0	0	1 a.		4
14	10	61	21133	33	16	7,41			1
14	11	37	21109	22	14	5,86			2
14	12	73	21145	15	8	3,86			2
14	13	62	21134	23	9	4,74			2
14	14	56	21128	0	0	0	1 a.		4
14	15	10	21082	47	28	7,23	30%		2
14	16	8	21080	0	0	0	1 a.		4
14	17	67	21139	18	3	6,77			2
14	18	28	21100	32	18	6,68	30%		2
14	19	64	21136	19	11	3,51			2
14	20	36	21108	31	15	6,7			2
15	1	17	21089	20	11	5,91			2
15	2	14	21086	0	0	0	1 a.		4
15	3	12	21084	27	15	6,65			2
15	4	58	21130	0	0	0	1 a.		4
15	5	48	21120	30	15	7,23			2
15	6	18	21090	21	11	5,14			2
15	7	75	21147	32	18	7,55			1
15	8	11	21083	28	20	5,49			1
15	9	66	21138	29	18	4,82			2
15	10	72	21144	32	16	8,07			1
15	11	62	21134	0	0	0	1 a.		4
15	12	8	21080	29	13	5,04			2
15	13	10	21082	30	15	7,61			2
15	14	2	21074	33	18	7,09	□		2
15	15	36	21108	25	14	4,45			2
15	16	26	21096	0	0	0			4
15	17	60	21132	25	14	6,49			2
15	18	42	21114	29	12	6,23			2
15	19	41	21113	0	0	0	1 a.		4
15	20	31	21103	0	0	0	1 a.		4
16	1	58	21130	25	12	7,74			2
16	2	44	21116	38	25	6,81			1
16	3	25	21097	32	18	6,92			1
16	4	74	21146	0	0	0	1 a.		4
16	5	9	21081	30	18	5,03			2
16	6	66	21136	30	15	9,54			1
16	7	29	21101	46	22	7,72			1
16	8	69	21141	30	17	5,4			2

16	9	35	21107	34	16	7,81			1
16	10	32	21104	0	0	0	l.a.		↓
16	11	65	21137	0	0	0	l.a.		↓
16	12	37	21109	26	18	7,09			2
16	13	24	21096	0	0	0	l.a.		↓
16	14	72	21144	32	12	5,16			2
16	15	57	21129	30	17	7			2
16	16	10	21082	0	0	0	l.a.		↓
16	17	56	21128	0	0	0	l.a.		↓
16	18	2	21074	28	10	5,47			2
16	19	42	21114	24	12	5,99		□	2
16	20	64	21136	27	11	4,7			2
17	1	51	21123	34	15	7,49			1
17	2	53	21126	26	15	5,13			2
17	3	18	21090	20	12	4,42			2
17	4	46	21118	30	15	4,02			2
17	5	66	21138	28	14	7,15			1
17	6	1	21073	0	0	0	l.a.		↓
17	7	35	21107	0	0	0	l.a.		↓
17	8	15	21087	27	10	6,07			2
17	9	75	21147	25	15	4,96			2
17	10	11	21083	31	22	5,33			1
17	11	61	21139	27	14	7,31			2
17	12	40	21112	38	20	7,1			1
17	13	73	21145	34	17	6,25			1
17	14	62	21134	0	0	0	l.a.		↓
17	15	13	21085	28	9	6,74			2
17	16	8	21080	0	0	0	l.a.		↓
17	17	68	21140	25	12	6,07			2
17	18	60	21132	33	17	6,27			2
17	19	67	21139	29	13	5,86			2
17	20	21	21093	32	15	8,01		□	2
18	1	5	21077	0	0	0	l.a.		↓
18	2	46	21118	39	20	7,59			1
18	3	6	21078	33	19	6,26			1
18	4	34	21106	0	0	0	l.a.		↓
18	5	29	21101	46	23	9,29			1
18	6	69	21141	38	23	7,2			1
18	7	39	21111	30	15	5,27			2
18	8	4	21076	37	16	8,73			1
18	9	43	21115	20	9	4,88		□	3
18	10	65	21137	35	20	8,89			1
18	11	40	21112	28	15	5,85			2
18	12	50	21122	39	20	7,08			1
18	13	64	21136	24	15	5,87			2
18	14	28	21100	37	20	7,98			1
18	15	42	21114	31	15	5,96			1
18	16	10	21082	18	6	4,36		□	2
18	17	20	21092	33	14	8,81			1
18	18	56	21128	31	19	6,78			1
18	19	36	21108	40	20	6,98			1
18	20	41	21113	29	16	6,11			2
19	1	12	21084	42	26	7,99			1
19	2	17	21089	16	9	4,28		□	2
19	3	33	21105	36	19	6,98			1
19	4	58	21130	21	10	7,59		□	2
19	5	9	21081	18	11	6,21		□	2
19	6	48	21120	0	0	0	l.a.		↓
19	7	1	21073	31	16	6,91		20%	2
19	8	22	21094	34	18	5,95			2
19	9	61	21133	33	19	5,06			2
19	10	37	21109	30	20	7,17			1
19	11	73	21145	0	0	0	l.a.		↓
19	12	24	21096	0	0	0	l.a.		↓
19	13	72	21144	38	18	6,57			1
19	14	57	21129	0	0	0	l.a.		↓
19	15	8	21080	0	0	0	l.a.		↓
19	16	68	21140	31	14	4,76			2
19	17	2	21074	29	12	6,59		□	2
19	18	67	21139	30	14	8,24			1
19	19	60	21132	27	10	4,04			2
19	20	13	21085	28	17	4,6			2
20	1	23	21095	34	18	5,95			2
20	2	54	21126	32	16	7			1
20	3	5	21077	19	7	5,81			2
20	4	9	21081	30	21	5,19			2
20	5	48	21120	44	23	7,81			1
20	6	34	21106	20	9	5,17			2
20	7	69	21141	44	29	8,68			1

20	8	35	21107	0	0	0	1 a.		4
20	9	75	21147	17	6	5,79			2
20	10	73	21145	27	13	5,1			2
20	11	72	21144	25	12	6,27			2
20	12	64	21136	0	0	0	1 a.		4
20	13	42	21114	36	21	6,95			1
20	14	8	21080	30	15	6,35			1
20	15	56	21128	21	13	5,63			2
20	16	41	21113	15	9	4,64		0	2
20	17	68	21140	23	7	6,91			2
20	18	72	21144	31	11	6,44			1
20	19	2	21074	29	17	4,43		60%	3
20	20	62	21134	33	18	6,24			1
21	1	53	21125	24	13	5,78			2
21	2	18	21090	25	12	5			2
21	3	46	21118	31	16	5,74			1
21	4	33	21105	23	13	5,05			2
21	5	66	21138	37	15	7,15			1
21	6	29	21101	0	0	0	1 a.		4
21	7	22	21094	0	0	0	1 a.		4
21	8	32	21104	31	13	6,86			2
21	9	37	21109	26	9	7,12			2
21	10	50	21122	33	15	7,92			1
21	11	24	21096	29	14	6,88			2
21	12	28	21100	35	17	6,05			1
21	13	31	21103	37	17	7,12			1
21	14	20	21092	33	21	6,83		50%	2
21	15	36	21108	0	0	0	1 a.		4
21	16	21	21093	32	18	7,01			1
21	17	32	21104	37	17	7,83			1
21	18	10	21082	39	18	8,34			1
21	19	67	21139	0	0	0	1 a.		4
21	20	57	21129	30	13	6,22			2
22	1	74	21145	28	14	8,35		0	2
22	2	19	21091	30	20	5,48			2
22	3	25	21097	30	17	6,3			2
22	4	14	21085	26	15	6,31			2
22	5	34	21105	17	8	5,04			3
22	6	66	21135	39	23	7,95			1
22	7	15	21087	18	9	6,19			2
22	8	11	21083	28	19	6,84			1
22	9	65	21137	24	12	7,48			2
22	10	64	21135	30	16	8,12			1
22	11	31	21103	0	0	0	1 a.		4
22	12	36	21108	27	14	5,96			2
22	13	41	21113	26	15	6,02			2
22	14	73	21145	27	15	5,43			2
22	15	60	21132	37	19	7,03			1
22	16	68	21140	31	19	5,1			2
22	17	64	21135	36	20	6,78		40%	2
22	18	10	21082	34	25	6,62			1
22	19	41	21113	23	12	4,63			2
22	20	22	21094	23	9	6,82			2
23	1	45	21117	25	14	4,85			2
23	2	51	21123	30	16	6,22			1
23	3	44	21116	22	10	5,43			2
23	4	6	21078	29	14	5			2
23	5	1	21073	0	0	0	1 a.		4
23	6	69	21141	25	14	5,03			2
23	7	4	21076	33	17	9,19			1
23	8	43	21115	0	0	0	1 a.		4
23	9	40	21112	30	16	5,5		40%	2
23	10	35	21107	25	14	5,57			2
23	11	56	21128	24	11	5,31			2
23	12	13	21085	0	0	0	1 a.		4
23	13	72	21144	32	13	9,01			1
23	14	2	21074	27	14	6,99			2
23	15	20	21092	31	15	7,08			2
23	16	67	21139	0	0	0	1 a.		4
23	17	68	21140	30	16	6,91			2
23	18	21	21093	29	15	7,75			2
23	19	2	21074	0	0	0	1 a.		4
23	20	8	21080	32	13	7,7		50%	2
24	1	17	21089	32	19	5,24			1
24	2	45	21117	24	14	5,19			2
24	3	46	21118	0	0	0	1 a.		4
24	4	51	21123	37	19	8,01			1
24	5	14	21085	0	0	0	1 a.		4
24	6	9	21081	0	0	0	1 a.		4

24	7	29	21101	43	20	8,63			1
24	8	22	21094	0	0	0	l.a.		4
24	9	11	21083	18	9	4,17			3
24	10	40	21112	26	15	5,1			2
24	11	37	21109	33	20	5,93			2
24	12	73	21145	37	18	7,46			1
24	13	50	21122	0	0	0	l.a.		4
24	14	42	21114	22	12	5,72			2
24	15	64	21136	0	0	0	l.a.		4
24	16	56	21128	20	11	5,81		□	2
24	17	62	21134	40	20	7,21			1
24	18	36	21108	27	14	5,57			2
24	19	41	21113	19	10	5,36			2
24	20	60	21132	17	9	5,48		□	3
25	1	12	21084	31	12	7,04			1
25	2	32	21104	28	13	5,53			2
25	3	18	21090	34	15	8,26		□	2
25	4	33	21105	31	13	6,06			2
25	5	6	21078	35	17	6,06			2
25	6	48	21120	0	0	0	l.a.		4
25	7	32	21104	0	0	0	l.a.		4
25	8	69	21141	44	23	10,29			1
25	9	75	21147	21	15	5,97			2
25	10	65	21137	28	14	6,9			2
25	11	61	21133	24	13	5,98			2
25	12	24	21096	35	20	7,25			1
25	13	31	21103	28	14	7,29		□	2
25	14	28	21100	25	14	4,88			2
25	15	68	21140	15	6	2,89			3
25	16	20	21092	0	0	0	l.a.		4
25	17	57	21129	38	20	7,01			1
25	18	72	21144	37	14	6,98			1
25	19	2	21074	41	23	8,29			1
25	20	67	21139	25	12	5,13		□	2
26	1	54	21126	24	11	5,88			2
26	2	23	21096	0	0	0	l.a.		4
26	3	44	21116	0	0	0	l.a.		4
26	4	14	21086	0	0	0	l.a.		4
26	5	34	21106	26	14	6,43			2
26	6	66	21138	32	13	6,39		□	2
26	7	69	21141	35	19	7,64			1
26	8	4	21076	31	14	7,15		□	2
26	9	43	21115	0	0	0	l.a.		4
26	10	24	21096	19	10	5,76			2
26	11	68	21140	33	18	6,03			1
26	12	50	21122	34	17	6,17			1
26	13	13	21085	26	13	5,04			2
26	14	10	21082	37	17	6,37			1
26	15	20	21092	37	17	8,36			1
26	16	36	21108	0	0	0	l.a.		4
26	17	41	21113	21	11	6,63			2
26	18	21	21093	32	14	7,85			1
26	19	50	21122	38	21	7,94			1
26	20	64	21136	23	19	6,48			2
27	1	53	21125	25	17	5,72			2
27	2	46	21118	0	0	0	l.a.		4
27	3	25	21097	30	16	6,9			1
27	4	58	21130	21	10	6,01			2
27	5	9	21081	21	13	4,26			2
27	6	1	21073	36	17	9,49			1
27	7	15	21087	20	8	6,62		□	3
27	8	36	21107	0	0	0	l.a.		4
27	9	40	21112	31	19	6,62			1
27	10	37	21109	23	11	4,18			2
27	11	31	21103	27	12	6,43			2
27	12	73	21145	14	4	4,34		□	3
27	13	21	21093	0	0	0	l.a.		4
27	14	57	21129	0	0	0	l.a.		4
27	15	62	21134	0	0	0	l.a.		4
27	16	42	21114	36	24	8,12			1
27	17	2	21074	36	25	8,55			1
27	18	72	21144	34	15	7,96			1
27	19	60	21132	44	23	9,49			1
27	20	10	21082	21	13	4,66			2
28	1	5	21077	32	15	5,44			2
28	2	51	21123	40	23	6,82			1
28	3	14	21086	0	0	0	l.a.		4
28	4	34	21106	31	16	5,78			2
28	5	69	21141	45	22	8,54		30%	2

28	6	29	21101	44	22	8,12			1
28	7	4	21076	0	0	0	l.a.		↓
28	8	22	21094	0	0	0	l.a.		↓
28	9	11	21083	20	11	6,17			2
28	10	61	21133	32	19	6,79		20%	2
28	11	24	21096	0	0	0	l.a.		↓
28	12	42	21114	0	0	0	l.a.		↓
28	13	62	21134	0	0	0	l.a.		↓
28	14	2	21074	37	16	6,97			1
28	15	21	21093	0	0	0	l.a.		↓
28	16	68	21140	32	16	7,3			2
28	17	50	21122	27	13	6,22			2
28	18	56	21128	0	0	0	l.a.		↓
28	19	40	21112	31	18	7,23			1
28	20	61	21133	33	18	6,24			2
29	1	74	21146	22	8	6,49		20%	2
29	2	25	21097	0	0	0	l.a.		↓
29	3	33	21105	27	12	6,34			2
29	4	1	21073	25	14	5,68			2
29	5	15	21087	30	17	7,22			2
29	6	48	21120	33	18	6,19		40%	2
29	7	35	21107	27	15	5,62			2
29	8	39	21111	35	19	6,64			1
29	9	75	21147	0	0	0	l.a.		↓
29	10	50	21122	33	18	5,9			2
29	11	64	21136	25	12	6,01			2
29	12	20	21092	0	0	0	l.a.		↓
29	13	67	21139	30	18	6,43			2
29	14	13	21085	0	0	0	l.a.		↓
29	15	31	21103	33	19	6,5			1
29	16	72	21144	0	0	0	l.a.		↓
29	17	11	21083	23	15	4,49			2
29	18	57	21129	40	21	7,23			1
29	19	65	21137	29	14	5,63			2
29	20	24	21096	37	21	7,78		10%	1
30	1	12	21084	33	18	6,72		40%	2
30	2	74	21146	30	15	5,78		20%	2
30	3	58	21130	24	11	5,1			2
30	4	45	21117	0	0	0	l.a.		↓
30	5	29	21101	0	0	0	l.a.		↓
30	6	66	21138	35	18	6,77			1
30	7	69	21141	39	22	7,06			1
30	8	15	21087	26	12	5,74			2
30	9	35	21107	40	23	8,02			1
30	10	65	21137	0	0	0	l.a.		↓
30	11	11	21083	25	15	5,77			2
30	12	65	21137	23	10	5,83			2
30	13	2	21074	38	17	7,93			1
30	14	40	21112	34	20	6,72			1
30	15	67	21139	21	10	5,21		□	2
30	16	41	21113	26	11	6,02		□	2
30	17	13	21085	0	0	0	l.a.		↓
30	18	40	21112	32	18	6,82			2
30	19	75	21147	32	14	7,07			1
30	20	42	21114	0	0	0	l.a.		↓
31	1	53	21125	23	14	5,06			2
31	2	44	21116	0	0	0	l.a.		↓
31	3	34	21106	0	0	0	l.a.		↓
31	4	66	21138	38	20	8,06			1
31	5	33	21105	27	14	5,3			2
31	6	6	21078	33	14	6,86			2
31	7	1	21073	0	0	0	l.a.		↓
31	8	4	21076	0	0	0	l.a.		↓
31	9	22	21094	29	15	6,63			2
31	10	61	21133	33	19	6,22			2
31	11	75	21147	23	9	6,31			2
31	12	21	21093	40	23	7,44			1
31	13	24	21096	26	11	5,67			2
31	14	68	21140	0	0	0	l.a.		↓
31	15	32	21104	34	15	5,91			2
31	16	67	21139	26	12	6,09			2
31	17	72	21144	38	15	7,28			1
31	18	20	21092	0	0	0	l.a.		↓
31	19	24	21096	35	18	8,47			1
31	20	64	21136	0	0	0	l.a.		↓
32	1	19	21091	32	16	6			1
32	2	5	21077	34	17	5,51			1
32	3	23	21095	20	11	5,67			2
32	4	25	21097	37	20	8,66			1

32	5	34	21105	0	0	0	l.a.		↓
32	6	14	21085	0	0	0	l.a.		↓
32	7	48	21120	0	0	0	l.a.		↓
32	8	9	21081	0	0	0	l.a.		↓
32	9	61	21133	35	20	6,81			1
32	10	11	21083	0	0	0	l.a.		↓
32	11	31	21103	24	10	5,74			2
32	12	20	21092	0	0	0	l.a.		↓
32	13	72	21144	32	20	5,86			2
32	14	75	21147	29	14	7,86			1
32	15	62	21134	33	16	5,97			2
32	16	28	21100	38	23	6,42			1
32	17	24	21095	30	15	7			1
32	18	65	21137	0	0	0	l.a.		↓
32	19	42	21114	22	9	5,2		□	2
32	20	10	21082	0	0	0	l.a.		↓
33	1	17	21089	0	0	0	l.a.		↓
33	2	12	21084	42	25	7,62			1
33	3	46	21118	25	15	6,18		□	2
33	4	18	21090	28	13	7,21		□	2
33	5	9	21081	28	18	5,68			2
33	6	69	21141	32	17	5,94			2
33	7	32	21104	32	16	6,08			2
33	8	35	21107	34	18	8,21			1
33	9	24	21095	23	14	4,11			2
33	10	42	21114	0	0	0	l.a.		↓
33	11	73	21145	30	18	5,34			2
33	12	36	21108	0	0	0	l.a.		↓
33	13	32	21104	23	9	5,69		40%	2
33	14	20	21092	0	0	0	l.a.		↓
33	15	21	21093	34	21	7,21			1
33	16	31	21103	43	24	6,91			1
33	17	50	21122	31	15	6,37			2
33	18	61	21133	33	21	6,13			1
33	19	57	21129	37	20	7,12			1
33	20	36	21108	0	0	0	l.a.		↓
34	1	54	21125	29	14	7,18			2
34	2	45	21117	20	8	5,85		50%	3
34	3	35	21107	0	0	0	l.a.		↓
34	4	40	21112	25	13	5,75			2
34	5	14	21085	0	0	0	l.a.		↓
34	6	11	21083	0	0	0	l.a.		↓
34	7	15	21087	34	18	7,33		20%	2
34	8	39	21111	30	13	5,65			2
34	9	9	21081	0	0	0	l.a.		↓
34	10	74	21145	33	16	7,3			2
34	11	54	21125	35	11	8,51			1
34	12	51	21123	40	23	7,45			1
34	13	23	21095	32	16	5,62			2
34	14	28	21100	38	18	7,44			1
34	15	5	21077	33	12	6,72			2
34	16	33	21105	20	10	5,05			2
34	17	12	21084	37	20	6,51			1
34	18	39	21111	27	16	5,33			2
34	19	67	21139	30	12	6,23			2
34	20	34	21105	29	14	6,47			2
35	1	44	21116	0	0	0	l.a.		↓
35	2	73	21145	34	12	5,89		□	2
35	3	19	21091	10	4	2,43			3
35	4	67	21139	0	0	0	l.a.		↓
35	5	74	21145	31	16	6,5			1
35	6	23	21095	29	11	5,81			2
35	7	25	21097	37	19	6,9			1
35	8	29	21101	41	20	6,82			1
35	9	20	21092	35	18	7,67			1
35	10	31	21103	40	19	8,15			1
35	11	39	21111	28	14	7,73			1
35	12	1	21073	28	12	6,65			2
35	13	75	21147	22	8	5,54			3
35	14	48	21120	43	17	7,39			1
35	15	18	21090	37	19	6,04			1
35	16	36	21108	25	14	5,41			2
35	17	22	21094	0	0	0	l.a.		↓
35	18	9	21081	0	0	0	l.a.		↓
35	19	54	21125	39	15	8,88			1
35	20	11	21083	35	25	8,43			1
35	1	62	21134	28	11	5,47			2
35	2	4	21075	29	12	7,73			2
35	3	25	21097	0	0	0	l.a.		↓



36	4	54	21126	0	0	0	1 a.		4
36	5	45	21117	24	10	4,8			2
36	6	9	21081	18	9	3,62			3
36	7	66	21138	34	18	7,02			1
36	8	14	21086	0	0	0	1 a.		4
36	9	74	21146	0	0	0	1 a.		4
36	10	54	21126	32	14	6,59			2
36	11	51	21123	31	17	7,39			1
36	12	50	21122	0	0	0	1 a.		4
36	13	56	21128	20	11	3,69			3
36	14	12	21084	40	22	7,78			1
36	15	75	21147	40	21	6,97			1
36	16	68	21140	24	12	5,06			2
36	17	31	21103	36	18	6,2			1
36	18	32	21104	19	8	5,1		□	2
36	19	17	21089	18	10	5,96			2
36	20	23	21096	27	17	5,29			2
37	1	13	21085	29	16	5,55			2
37	2	44	21116	21	8	5,31			2
37	3	9	21081	34	22	5,78			1
37	4	51	21123	0	0	0	1 a.		4
37	5	54	21126	32	16	6,06			2
37	6	40	21112	23	5	7,02			2
37	7	46	21118	0	0	0	1 a.		4
37	8	23	21095	0	0	0	1 a.		4
37	9	20	21092	36	14	7,52			1
37	10	67	21139	0	0	0	1 a.		4
37	11	1	21073	26	13	6,1			2
37	12	5	21077	28	12	6,38			2
37	13	33	21105	27	13	6,62			2
37	14	48	21120	37	16	7,27			1
37	15	50	21122	36	21	7,24			1
37	16	17	21089	26	17	4,37			2
37	17	39	21111	34	15	6,07			1
37	18	48	21120	37	22	7,07			1
37	19	24	21096	27	14	5,96			2
37	20	66	21138	40	23	8,73			1
38	1	19	21091	21	12	4,22			3
38	2	54	21126	43	22	8,48			1
38	3	4	21076	36	16	8,33			1
38	4	46	21118	0	0	0	1 a.		4
38	5	23	21096	28	15	5,79			2
38	6	74	21146	34	19	7,48			1
38	7	39	21111	27	12	5,23			2
38	8	29	21101	44	20	7,96			1
38	9	11	21083	39	18	6,82			1
38	10	24	21096	22	12	4,31			2
38	11	48	21120	37	18	6,93			1
38	12	57	21129	0	0	0	1 a.		4
38	13	36	21108	30	17	6,6			1
38	14	12	21084	39	24	7,08			1
38	15	36	21108	19	7	6,43			2
38	16	5	21077	30	15	6,48			2
38	17	65	21137	0	0	0	1 a.		4
38	18	15	21087	39	15	6,78		□	2
38	19	23	21096	30	17	4,82			2
38	20	34	21106	35	18	6,83			2
39	1	2	21074	21	10	5,18		20%	3
39	2	40	21112	0	0	0	1 a.		4
39	3	44	21116	26	12	6,13			2
39	4	74	21146	30	16	6,57			2
39	5	66	21138	47	26	8,85			1
39	6	11	21083	38	19	8,63			1
39	7	14	21086	21	11	5,01			2
39	8	39	21111	0	0	0	1 a.		4
39	9	50	21122	36	20	5,96			2
39	10	56	21128	0	0	0	1 a.		4
39	11	42	21114	27	14	6,12			2
39	12	28	21100	39	15	5,71			2
39	13	41	21113	23	13	5,26			2
39	14	68	21140	32	18	6,84			2
39	15	56	21128	0	0	0	1 a.		4
39	16	1	21073	34	20	7,2			2
39	17	20	21092	28	11	7,08			2
39	18	22	21094	0	0	0	1 a.		4
39	19	9	21081	29	16	6,03			2
39	20	73	21145	25	9	5,58			2
40	1	51	21123	34	21	7,83			1
40	2	53	21126	26	14	5,16			2

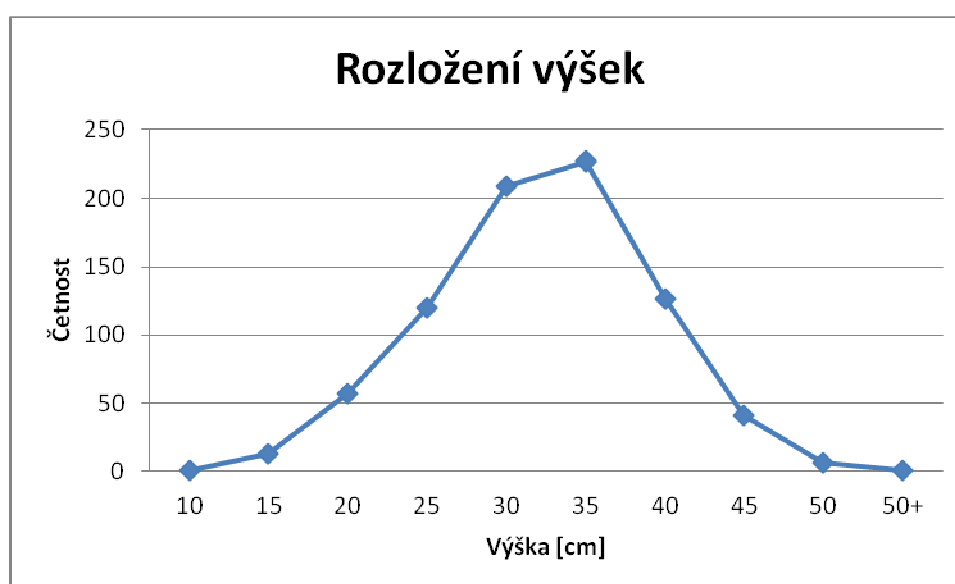
40	3	35	21107	0	0	0	l.a.		4
40	4	44	21116	25	12	5,9			2
40	5	45	21117	34	20	5,86			2
40	6	46	21118	0	0	0	l.a.		4
40	7	73	21145	0	0	0	l.a.		4
40	8	54	21125	27	11	6,35			2
40	9	22	21094	29	12	6,11			2
40	10	33	21105	22	12	7,71		□	2
40	11	64	21135	20	7	5,27		□	3
40	12	68	21140	30	16	5,93			2
40	13	42	21114	20	10	4,65		40%	3
40	14	12	21084	32	12	7,15		□	2
40	15	20	21092	34	15	7,56			2
40	16	54	21125	35	17	7,38			1
40	17	23	21095	0	0	0	l.a.		4
40	18	34	21105	28	13	6,15			2
40	19	45	21117	32	21	6,37			2
40	20	17	21089	0	0	0	l.a.		4
41	1	74	21145	30	14	6,08			2
41	2	62	21134	32	15	6,14			2
41	3	14	21085	0	0	0	l.a.		4
41	4	69	21141	28	14	6,35			2
41	5	35	21107	0	0	0	l.a.		4
41	6	23	21095	0	0	0	l.a.		4
41	7	39	21111	34	19	8,02			1
41	8	20	21092	0	0	0	l.a.		4
41	9	5	21077	35	18	6,16			2
41	10	31	21103	35	17	7,48			1
41	11	12	21084	40	12	8,23			1
41	12	41	21113	30	20	5,91			2
41	13	17	21089	15	8	3,8			3
41	14	65	21137	29	16	6			2
41	15	29	21101	47	24	8,42			1
41	16	39	21111	35	20	8,5			1
41	17	46	21118	0	0	0	l.a.		4
41	18	14	21085	32	14	7,89		□	2
41	19	25	21097	34	17	6,75		30%	2
41	20	50	21122	34	18	5,95		60%	3
42	1	19	21091	0	0	0	l.a.		4
42	2	51	21123	31	14	6,39		20%	2
42	3	45	21117	0	0	0	l.a.		4
42	4	14	21085	27	12	6,2		□	2
42	5	58	21130	19	10	5,48			3
42	6	44	21116	33	17	7,27			2
42	7	46	21118	0	0	0	l.a.		4
42	8	1	21073	0	0	0	l.a.		4
42	9	33	21105	25	11	5,38		□	2
42	10	57	21129	0	0	0	l.a.		4
42	11	32	21104	29	17	6,05			2
42	12	31	21103	0	0	0	l.a.		4
42	13	48	21120	39	15	8,71			1
42	14	1	21073	32	14	7		50%	2
42	15	9	21081	25	12	5,85			2
42	16	44	21116	30	16	5,85		□	2
42	17	69	21141	37	19	6,3		50%	2
42	18	51	21123	34	19	5,29			2
42	19	23	21095	25	14	4,75			2
42	20	57	21139	22	14	6,28			2
43	1	53	21125	22	9	4,98			2
43	2	35	21107	25	13	5,49			2
43	3	51	21123	30	16	7,97			2
43	4	46	21118	37	22	7,84			1
43	5	25	21097	25	13	5,23			2
43	6	73	21145	19	10	5,44		□	2
43	7	13	21085	32	19	6,9			2
43	8	24	21095	34	17	7,44			1
43	9	64	21135	19	7	4,19			3
43	10	12	21084	38	20	7,55			1
43	11	17	21089	29	15	5,37			2
43	12	39	21111	0	0	0	l.a.		4
43	13	22	21094	0	0	0	l.a.		4
43	14	15	21087	0	0	0	l.a.		4
43	15	23	21095	0	0	0	l.a.		4
43	16	73	21145	0	0	0	l.a.		4
43	17	13	21085	32	18	6,32			2
43	18	39	21111	35	18	6,1			2
43	19	40	21112	0	0	0	l.a.		4
43	20	53	21125	25	12	5,12			2
44	1	4	21075	34	14	6,55			1

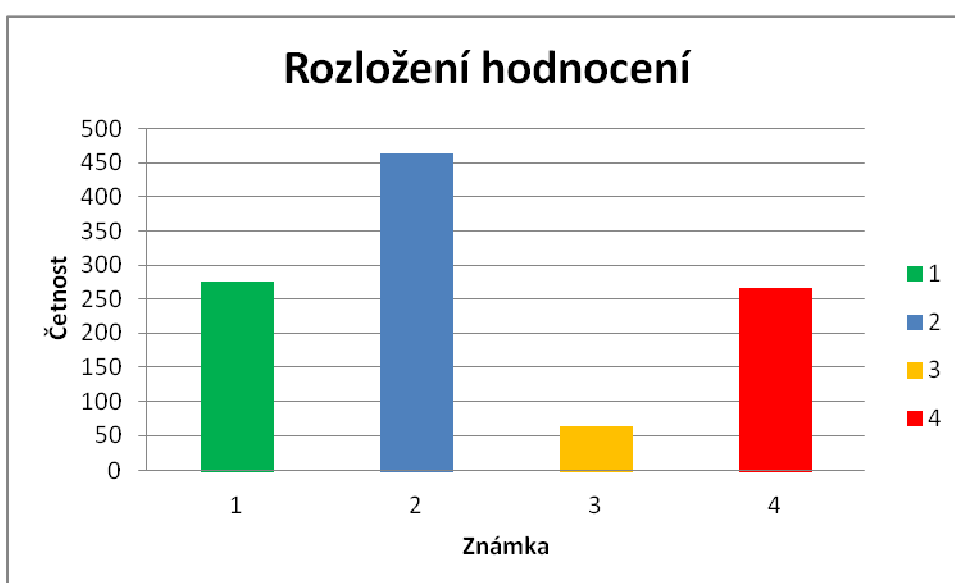
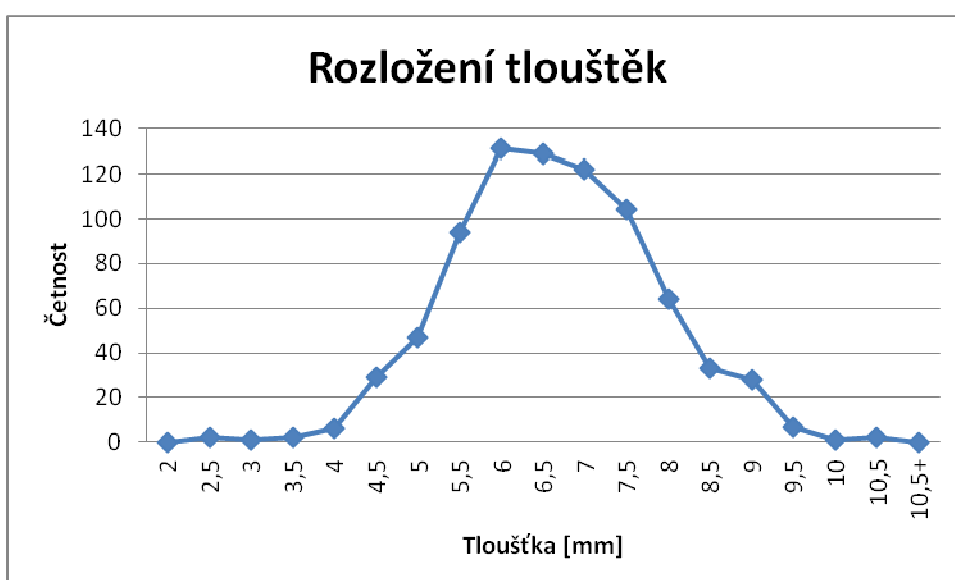
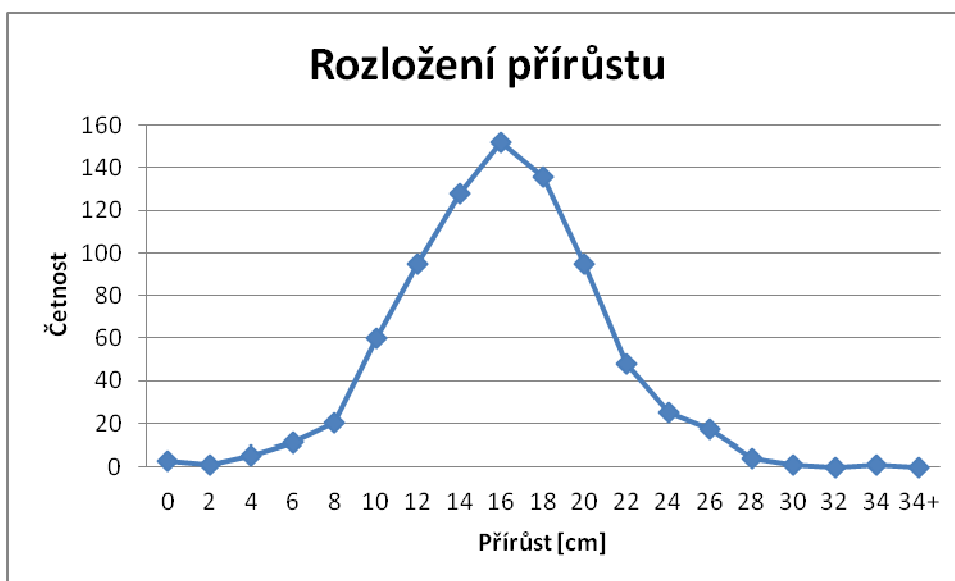
44	2	35	21107	30	19	5,6			1
44	3	53	21125	26	15	4,75		40%	2
44	4	20	21092	26	12	5,81			2
44	5	34	21105	23	10	6,15			3
44	6	11	21089	35	18	5,67			2
44	7	54	21125	35	17	7,14			1
44	8	12	21084	40	21	8,66			1
44	9	50	21122	28	17	5,75			2
44	10	57	21129	23	10	4,64		50%	3
44	11	56	21125	0	0	0	i.a.		4
44	12	5	21077	23	5	4,98			3
44	13	31	21109	35	15	7,5			2
44	14	22	21094	0	0	0	i.a.		4
44	15	54	21125	41	22	7,71			1
44	16	50	21122	23	17	6,59			2
44	17	68	21140	28	15	5,05			2
44	18	5	21077	0	0	0	i.a.		4
44	19	75	21147	29	17	7,37		□	3
44	20	36	21108	0	0	0	i.a.		4
45	1	40	21112	0	0	0	i.a.		4
45	2	4	21076	24	13	5,43			2
45	3	74	21146	0	0	0	i.a.		4
45	4	21	21099	46	22	8,33			1
45	5	48	21120	37	15	7,94			1
45	6	22	21094	31	13	8,52			1
45	7	5	21077	28	12	6,67		30%	2
45	8	20	21092	18	9	4,84		□	3
45	9	22	21094	0	0	0	i.a.		4
45	10	64	21135	0	0	0	i.a.		4
45	11	28	21100	32	19	5,82			2
45	12	68	21140	31	14	6,77			2
45	13	1	21073	26	12	6			2
45	14	12	21084	34	17	7,11		□	2
45	15	39	21111	0	0	0	i.a.		4
45	16	9	21081	0	0	0	i.a.		4
45	17	56	21128	0	0	0	i.a.		4
45	18	17	21089	0	0	0	i.a.		4
45	19	56	21125	0	0	0	i.a.		4
45	20	41	21113	0	0	0	i.a.		4
46	1	66	21138	33	14	6,88			2
46	2	35	21107	35	20	6,48			2
46	3	32	21104	0	0	0	i.a.		4
46	4	11	21083	14	6	3,23		□	3
46	5	23	21095	0	0	0	i.a.		4
46	6	34	21105	0	0	0	i.a.		4
46	7	25	21097	31	15	6,5			1
46	8	69	21141	40	19	7,64			1
46	9	53	21125	0	0	0	i.a.		4
46	10	62	21134	31	13	6,53			2
46	11	23	21095	40	21	8,51			1
46	12	46	21118	0	0	0	i.a.		4
46	13	50	21122	0	0	0	i.a.		4
46	14	33	21105	0	0	0	i.a.		4
46	15	12	21084	31	16	6,3			2
46	16	57	21129	22	12	4,11			3
46	17	68	21140	0	0	0	i.a.		4
46	18	56	21125	0	0	0	i.a.		4
46	19	36	21108	0	0	0	i.a.		4
46	20	12	21084	38	20	7,19			1
47	1	19	21091	0	0	0	i.a.		4
47	2	51	21123	35	21	6,78		40%	2
47	3	53	21125	34	19	6,66			2
47	4	40	21112	0	0	0	i.a.		4
47	5	44	21116	27	15	6,65			2
47	6	23	21095	30	16	6,4		□	2
47	7	58	21130	23	11	7,92			2
47	8	14	21085	0	0	0	i.a.		4
47	9	19	21091	21	12	4,39			3
47	10	45	21117	0	0	0	i.a.		4
47	11	73	21145	0	0	0	i.a.		4
47	12	9	21081	38	25	5,89		30%	2
47	13	39	21111	0	0	0	i.a.		4
47	14	31	21109	15	12	5,9		□	3
47	15	64	21135	31	17	5,31		30%	2
47	16	41	21113	33	19	6,25			2
47	17	28	21100	32	18	5,54			2
47	18	75	21147	31	17	6,49			2
47	19	57	21129	0	0	0	i.a.		4
47	20	1	21073	30	14	6,98			2

48	1	25	21097	30	14	6,07		30%	1
48	2	35	21107	30	20	6,23			2
48	3	74	21146	0	0	0	1 a.		4
48	4	51	21123	33	20	6,38			2
48	5	9	21081	27	16	5,22			2
48	6	11	21083	23	9	5,2		40%	3
48	7	67	21139	35	17	6,56			2
48	8	19	21091	0	0	0	1 a.		4
48	9	46	21118	0	0	0	1 a.		4
48	10	33	21105	25	10	5,12			3
48	11	5	21077	24	15	4,85			3
48	12	12	21084	31	18	4,75			2
48	13	57	21129	14	0	4,4		60%	3
48	14	75	21147	35	19	6,42			2
48	15	68	21140	16	7	4,05		□	3
48	16	12	21084	35	20	7,4			2
48	17	5	21077	0	0	0	1 a.		4
48	18	31	21103	34	18	5,8			2
48	19	50	21122	0	0	0	1 a.		4
48	20	34	21105	0	0	0	1 a.		4
49	1	58	21130	27	14	5,58			2
49	2	67	21139	31	16	6,19		□	2
49	3	23	21095	23	14	6,02		40%	3
49	4	73	21145	0	0	0	1 a.		4
49	5	34	21105	24	11	4,87		50%	3
49	6	53	21125	25	11	5,99			2
49	7	35	21107	19	12	5,62			3
49	8	14	21085	0	0	0	1 a.		4
49	9	39	21111	0	0	0	1 a.		4
49	10	1	21073	0	0	0	1 a.		4
49	11	17	21089	0	0	0	1 a.		4
49	12	28	21100	34	16	6,47			2
49	13	68	21140	17	8	4,35			3
49	14	56	21128	0	0	0	1 a.		4
49	15	41	21113	20	9	4,3			3
49	16	17	21089	0	0	0	1 a.		4
49	17	1	21073	31	12	5,94			2
49	18	54	21125	25	15	6,57			2
49	19	51	21123	0	0	0	1 a.		4
49	20	44	21116	30	10	6,39		50%	2
50	1	53	21125	27	14	4,98			2
50	2	32	21104	0	0	0	1 a.		4
50	3	25	21097	25	16	6,44			2
50	4	67	21139	24	10	5,42		20%	2
50	5	44	21116	34	17	7,04			1
50	6	62	21134	40	18	6,57		40%	2
50	7	53	21125	25	16	5,03		50%	3
50	8	45	21117	27	16	5,47			2
50	9	51	21123	42	24	7,14			1
50	10	33	21105	20	8	4,87			3
50	11	12	21084	33	18	7,35			2
50	12	50	21122	0	0	0	1 a.		4
50	13	73	21145	24	12	5,67			3
50	14	75	21147	37	15	7,43			1
50	15	68	21140	25	15	3,7		50%	3
50	16	28	21100	29	17	6,79			2
50	17	17	21089	31	15	6,01			2
50	18	31	21103	0	0	0	1 a.		4
50	19	44	21116	34	17	6,56			2
50	20	51	21123	25	14	6,02			2
51	1	28	21100	32	15	6,5		30%	2
51	2	45	21117	0	0	0	1 a.		4
51	3	19	21091	0	0	0	1 a.		4
51	4	23	21095	22	10	5,29		30%	3
51	5	35	21107	0	0	0	1 a.		4
51	6	25	21097	35	19	6,55			1
51	7	44	21116	23	13	5,35			2
51	8	39	21111	44	23	7,05		50%	2
51	9	54	21125	37	18	7,13			1
51	10	9	21081	27	15	5,13			2
51	11	51	21123	35	20	6,42			2
51	12	25	21100	39	20	6,99			1
51	13	5	21077	33	17	5,55		70%	3
51	14	54	21125	41	19	7,4		60%	3
51	15	33	21105	34	14	5,51			2
51	16	50	21122	35	20	6,74			2
51	17	9	21081	22	15	5,25			3
51	18	73	21145	0	0	0	1 a.		4
51	19	62	21134	37	19	8,57			1

51	20	44	21116	40	18	8,04			1
52	1	5	21077	29	15	5,77			2
52	2	67	21139	0	0	0	l.a.		4
52	3	53	21125	31	17	5,31		50%	2
52	4	73	21145	31	18	6,93			2
52	5	19	21091	0	0	0	l.a.		4
52	6	74	21145	14	5	4,65			3
52	7	51	21123	37	22	6,91			1
52	8	50	21122	32	15	7,62		30%	2
52	9	31	21103	0	0	0	l.a.		4
52	10	33	21105	18	4	5,81		60%	3
52	11	17	21089	20	11	5,27		30%	3
52	12	5	21077	0	0	0	l.a.		4
52	13	39	21111	0	0	0	l.a.		4
52	14	28	21100	44	25	7,08			1
52	15	44	21116	29	14	6,59		50%	2
52	16	51	21123	24	13	5,39			2
52	17	45	21117	29	12	5,96			2
52	18	35	21107	0	0	0	l.a.		4
52	19	54	21125	40	21	7,24		20%	1
52	20	39	21111	0	0	0	l.a.		4
53	1	45	21117	28	16	5,87			2
53	2	28	21100	41	20	7,15		25%	2
53	3	44	21116	38	18	8,3			1
53	4	23	21095	33	17	5,38			2
53	5	54	21125	33	16	7,67			1
53	6	28	21100	39	15	5,75		10%	2
53	7	67	21139	0	0	0	l.a.		4
53	8	54	21125	32	17	6,78			1
53	9	19	21091	0	0	0	l.a.		4
53	10	35	21107	25	14	5,3			2
53	11	45	21117	16	10	5,55			3
53	12	50	21122	30	14	6,7			2
53	13	53	21125	19	9	4,58			3
53	14	23	21095	24	15	4,15			3
53	15	28	21100	27	14	5,02		40%	2
53	16	33	21105	0	0	0	l.a.		4
53	17	54	21125	20	0	7,22		0	3
53	18	51	21123	35	21	7,12			1
53	19	44	21116	42	22	7,79			1
53	20	67	21139	0	0	0	l.a.		4
54	1	19	21091	15	7	3,15			3
54	2	35	21107	20	11	4,75			3
54	3	28	21100	24	14	4,85		30%	3
54	4	19	21091	0	0	0	l.a.		4
54	5	73	21145	25	16	4,64			2
54	6	74	21145	25	14	6,38			2
54	7	61	21133	45	27	10,31		25%	1
54	8	29	21101	0	0	0	l.a.		4
54	9	12	21084	41	27	8,91		30%	2

oznaky: l. a. - mrtvý je dlece, 0 - chybějící termín hlášení, %, procento hlášení dle folie ploškověbetonové saze i boue





Porovnání homogenity testovací plochy

řada		silnice		stoupec			
1-5	6-10	11-15	16-20	1-5	6-10	11-15	16-20
1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	4	4	4	4
5	5	5	5	5	5	5	5
6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8
9	9	9	9	9	9	9	9
10	10	10	10	10	10	10	10
11	11	11	11	11	11	11	11
12	12	12	12	12	12	12	12
13	13	13	13	13	13	13	13
14	14	14	14	14	14	14	14
15	15	15	15	15	15	15	15
16	16	16	16	16	16	16	16
17	17	17	17	17	17	17	17
18	18	18	18	18	18	18	18
19	19	19	19	19	19	19	19
20	20	20	20	20	20	20	20
21	21	21	21	21	21	21	21
22	22	22	22	22	22	22	22
23	23	23	23	23	23	23	23
24	24	24	24	24	24	24	24
25	25	25	25	25	25	25	25
26	26	26	26	26	26	26	26
27	27	27	27	27	27	27	27
28	28	28	28	28	28	28	28
29	29	29	29	29	29	29	29
30	30	30	30	30	30	30	30
31	31	31	31	31	31	31	31
32	32	32	32	32	32	32	32
33	33	33	33	33	33	33	33
34	34	34	34	34	34	34	34
35	35	35	35	35	35	35	35
36	36	36	36	36	36	36	36
37	37	37	37	37	37	37	37
38	38	38	38	38	38	38	38
39	39	39	39	39	39	39	39
40	40	40	40	40	40	40	40
41	41	41	41	41	41	41	41
42	42	42	42	42	42	42	42
43	43	43	43	43	43	43	43
44	44	44	44	44	44	44	44
45	45	45	45	45	45	45	45
46	46	46	46	46	46	46	46
47	47	47	47	47	47	47	47
48	48	48	48	48	48	48	48
49	49	49	49	49	49	49	49
50	50	50	50	50	50	50	50

Vylepšení jaro 2013

Boupačská	BILNICE											
	64	62	62	61	60	48	48	47	48	46	44	42
1	19	45	5	22	53	58	25	87	65	40	+	53
2	35	22	67	88	81	67	35	51	35	+	35	35
3	28	++	53	+	25	23	+	53	82	+	53	51
4	88	23	73	23	67	73	51	78	11	21	20	45
6	73	5+	81	35	++	3+	9	++	23	48	3+	25
8	7+	22	7+	25	62	53	11	23	3+	22	11	73
7	61	57	51	++	53	35	67	52	25	5	5+	13
8	25	5+	50	35	45	+	19	52	69	20	12	2+
8	12	82	31	5+	51	35	45	19	53	+	50	6+
10	35	33	5	33	1	33	64	62	81	57	12	12
11	45	17	51	12	88	5	73	23	28	2	17	17
12	50	64	28	50	22	12	9	45	68	5	35	35
13	53	35	5	73	68	57	+	50	1	31	22	22
14	23	22	5+	75	+	75	31	33	12	64	+	+
16	22	4+	33	68	41	68	64	12	+	5+	23	23
16	33	51	50	22	17	12	41	57	9	50	73	73
17	5+	45	9	17	1	5	22	62	56	62	13	13
18	51	35	73	+	5+	31	75	56	+	88	35	35
18	++	5+	62	++	51	50	57	35	78	75	+	+
20	22	+	+	++	51	++	+	1	12	41	35	53

Děkujeme  
 výměna  
 změna

BILNICE												BILNICE											
42	41	40	38	38	37	38	36	34	33	31	30	28											
7+	51	2	19	13	62	++	5+	80	19	53	12	7+											
51	62	53	40	5+	++	+	73	45	12	5	++	7+											
1+	35	++	+	9	+	19	35	45	23	+	52	33											
69	++	7+	45	51	5+	67	40	18	25	95	64	1											
52	35	45	65	23	5+	45	7+	9	+	33	25	15											
++	23	45	11	7+	40	9	23	11	69	20	6	65											
45	39	73	1+	35	45	65	25	15	32	+	1	69											
20	5+	35	25	23	1+	25	35	35	9	+	15	35											
33	5	22	50	11	20	+	20	+	61	22	35	75											
57	31	33	+	2+	+	5+	31	7+	88	61	+	50											
32	12	64	42	42	1	51	35	5+	73	31	75	11											
31	41	68	22	57	5	50	1	51	+	20	21	65											
42	17	42	41	35	33	55	75	23	32	72	2+	2											
1	65	12	68	12	48	12	48	22	20	75	+	40											
9	29	20	88	35	50	75	18	5	21	62	32	67											
++	35	5+	1	5	17	68	35	33	31	22	67	41											
69	+	23	20	65	35	31	+	12	50	2+	72	13											
51	1+	3+	+	15	45	32	35	61	65	20	40	57											
23	25	45	9	23	2+	17	5+	67	42	2+	75	65											
67	50	17	73	3+	65	23	11	3+	64	10	6+	2+											

BILNICE													
22	27	28	26	24	22	22	21	20	18	12	17	18	16
5	53	5+	12	17	45	7+	53	23	12	5	51	52	17
51	45	23	32	45	51	19	12	5+	17	45	53	++	+
3+	25	++	12	45	++	25	45	5	33	6	18	25	12
58	58	33	51	6	1+	33	9	52	72	45	20	20	82
69	9	3+	6	+	1	3+	65	42	2	29	65	9	42
29	1	65	22	88	69	65	25	3+	+	69	+	65	18
+	15	69	+	25	+	15	+	69	1	35	35	25	75
35	+	69	82	43	11	32	35	22	+	15	69	11	+
11	40	43	75	11	40	65	37	75	61	43	75	35	65
61	37	2+	65	40	35	6+	50	73	37	65	11	22	72
2+	31	68	61	37	55	31	2+	72	73	40	61	+	62
73	73	50	2+	73	13	35	22	+	2+	50	40	37	8
62	21	13	31	50	72	41	31	42	72	64	73	64	10
2	+	10	22	42	2	73	20	8	+	22	62	72	2
21	82	20	68	+	20	60	82	55	80	42	13	57	35
62	42	+	20	55	+	68	21	41	68	10	8	10	25
50	2	41	57	62	68	6+	32	62	2	20	62	+	60
72	21	72	35	21	10	10	72	67	55	60	2	42	+
40	60	50	2	41	2	41	67	2	60	35	67	42	41
61	10	6+	67	60	8	22	57	62	13	41	21	6+	88

BILNICE							BILNICE						
14	12	11	10	8	8	7	6	4	2	1			
7+	9	25	33	10	82	64	7+	61	3+	33	13	25	2
45	12	5	65	7+	45	25	21	43	12	8	25	7+	82
5	65	12	29	3+	12	17	5	25	95	20	29	+	29
5	42	4+	5	65	25	45	69	+	42	21	7+	65	12
33	3+	5	25	21	6	65	17	6	43	65	25	2	6
29	69	9	43	69	6+	12	45	29	61	2	37	12	42
35	43	29	37	15	2	69	42	82	17	43	60	69	64
15	72	35	73	43	61	29	64	2	45	13	48	31	69
+	10	15	62	+	43	6+	12	+	65	37	+	6+	13
61	88	61	57	13	65	2	33	13	2	18	35	22	5
37	60	2+	68	37	7+	65	17	37	61	3+	40	25	25
73	2	72	8	25	20	43	45	62	37	60	15	61	37
62	80	13	21	62	8	61	25	13	62	+	+	41	43
82	+	41	2	72	25	25	37	64	57	61	6	10	61
10	20	32	62	68	+	22	57	42	10	25	65	15	62
31	25	+	67	25	60	+	69	+	60	33	35	15	57
67	5	21	22	35	13	41	29	15	41	64	42	60	60
22	12	41	31	35	2	42	42	6	35	61	13	10	10
6+	6	+	60	20	13	69	15	60	12	6+	41	82	37
35	14	22	72	6+	+	10	+	57	+	35	+	60	41



## Zřetřování od roku 2006 - 2012 po dřevnících

dřevina	2006		2007		2008		2009		2010		2011		2012		Celkem	
	ha	ks	ha	ks	ha	ks	ha	ks	ha	ks	ha	ks	ha	ks	ha	ks
sm	114,1	500675	147,91	717598	212,61	980825	135,47	627360	142,22	699325	81,92	352607	86,76	373878	920,99	4302158
ld	0,45	2250	0,1	500	0,97	4100	0,39	2200	0	0	0,05	250	0,28	525	2,24	9825
bd	3,95	18250	6,92	33430	10,24	48200	5,35	28060	5,92	26320	2,06	8950	4,98	13850	39,42	177060
db	9,35	78850	2,94	29100	2,4	24125	4,94	39700	1,75	17860	5,26	42750	6,58	57600	33,22	289975
bk	32,54	248945	59,22	441230	75,74	656770	69,46	692705	93,73	1000846	181,97	737128	174,99	650144	687,65	4426768
lv	3,28	22200	0,33	2700	0,89	6300	0,07	600	0	0	1,07	13200	3,89	25500	9,53	70500
ls	0	0	0	0	0,53	2800	0,75	6000	0,2	1600	0	0	3,85	15500	5,33	25900
lp	0,32	2000	1,46	11750	0,71	5700	0,35	2800	0	0	0	0	1,89	14000	4,73	36250
ol	2,23	17750	1,52	8200	7,15	31525	3,27	15150	2,42	13250	3,71	16356	1,99	7700	22,29	108931
ols	0,22	1800	0,05	300	0	0	1,27	4970	0,7	3000	0	0	0,69	3400	2,93	13470
oiz	0	0	0	0	0	0	0,61	3800	0,05	100	0,41	2270	0	0	1,07	6770
dj9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,23	4125	1,23	4125
<b>celkem</b>	<b>170,13</b>	<b>975120</b>	<b>222,41</b>	<b>1263508</b>	<b>311,34</b>	<b>1760345</b>	<b>224,09</b>	<b>1440935</b>	<b>248,12</b>	<b>1777191</b>	<b>276,75</b>	<b>1175961</b>	<b>288,95</b>	<b>1182452</b>	<b>1741,69</b>	<b>9569512</b>

Tabulka procentického zastoupení dřevin u dřevize  
Karlovy Vary podle plochy a zásoby

čerpáno z programu lesní výroby Propia

dřevina	zásoba m <sup>3</sup> b.k.	%	plocha v ha	%
sm	1338510	46,77	6258,36	36,85
ld	2055	0,07	10,97	0,08
bd	1569040	5,52	670,02	4,7
db	219317	7,66	1329,18	9,32
dj9	5119	0,18	16,71	0,12
sm ekody	857	0,03	21,61	0,15
db	82191	2,87	520,64	3,65
bk	456405	15,95	2269,9	15,91
hb	5011	0,18	32,12	0,23
lv	249235	8,71	1828,44	12,81
js	187331	5,85	1020,8	7,15
fm	332	0,01	1,89	0,01
ak	492	0,02	7,19	0,05
br	29189	1,02	255,9	1,79
ol	79611	2,78	537,96	3,77
lp	20167	0,7	119,17	0,84
lp nešl.	31524	1,1	161,98	1,13
lp slech.	6198	0,22	34,23	0,24
vr	2372	0,08	43,06	0,3
osl	7797	0,28	126,43	0,9
<b>Celkem</b>	<b>2881753</b>	<b>100</b>	<b>14268,54</b>	<b>100</b>

čerpáno z programu lesní výroby Propia



Foto 1: Testovací plocha pro borovici lesní „Zátočina“ (foto autor)



Foto 2: Rameta ze semenného sadu Bukovina (foto autor)

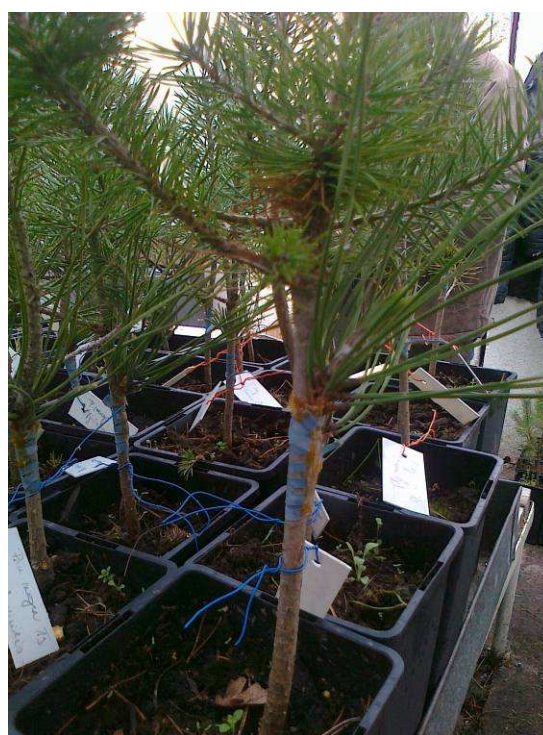


Foto 3: Roubovanec borovice lesní ze Sofronky (foto autor)



Foto 4: Číselné označení ramety (foto autor)



Foto 5: Plná šiška - cíl produkce semenného sadu (foto autor)



Foto 6: Velice hodnotný jedinec borovice lesní - cíl šlechtění (foto autor)



Foto 7: Nádherná architektura kmene (foto autor)



Foto 8: Skupina rodičovských stromů (foto autor)



Foto 9: Poškození výsadby ploskohřbetkou sazenicovou (*Acantholyda hieroglyphica*) (foto autor)



Foto 10: Poškození výsadby sypavkou borovou (*Lepidodermium pinastri*) (foto autor)



Foto 11: Poškození ramety sněhem (foto autor)



Foto 12: Cílový produkt - sortiment kvality II a IIIA, průměrná cena 2600 Kč/m<sup>3</sup> (foto autor)