

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesa



Diplomová práce

Vliv uvolnění na tloušťkový přírůst dospělých jedinců borovice lesní

Autor: Bc. Jakub Brichta

Obor: LES

Vedoucí práce: doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

Praha 2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Jakub Brichta

Lesní inženýrství

Název práce

Vliv uvolnění na tloušťkový přírůst dospělých jedinců borovice lesní

Název anglicky

Individual tree diameter increment of mature Scots pine after partial logging

Cíle práce

Cílem práce je vyhodnotit míru přírůstové reakce borovice lesní v dospělém věku na provedený těžební zásah a odvodit pěstební doporučení pro dané stanovištní podmínky.

Metodika

Získání základního přehledu z publikovaných prací k danému tématu

Výběr vhodných porostů pro stanovení míry přírůstové reakce borovice lesní v dospělém věku

Odběr vzorků Presslerovým nebozecem z vybraných jedinců a zjištění jejich základních dendrometrických charakteristik

Stanovení přírůstu jedinců borovice lesní v dendrochronologické laboratoři a posouzení tloušťkového přírůstu v závislosti na provedených těžebních opatřeních v minulosti

Formulování závěrů výzkumu a doporučení pro lesnickou praxi

Doporučený rozsah práce

Minimálně 50 normovaných stran textu bez příloh

Klíčová slova

Borovice lesní, tloušťkový přírůst, dospělý porost, těžba

Doporučené zdroje informací

Bílek L., Vacek S., Vacek Z., Remeš J., Král J., Bulušek D., Gallo J. 2016: How close to nature is close-to-nature pine silviculture? *Journal of Forest Science* 62(1): 24-34

Poleno Z., Vacek S. et al. 2009. Pěstování lesů III. – Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce. 1012 p

Schütz J.P. 2002. Silvicultural tools to develop irregular and diverse forest structures. *Forestry* 75: 329-337

Vacek S., Vacek Z., Bílek L., Simon J., Remeš J., Hůnová I., Král J., Putalová T., Mikeska M. 2016: Structure, regeneration and growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands with respect to changing climate and environmental pollution. *Silva Fennica* 50(4) article id 1564. 21 p.
<http://dx.doi.org/10.14214/sf.1564>

Vanninen P. 2004: Allocation of above-ground growth in *Pinus sylvestris* – impacts of tree size and competition. *Silva Fennica* 38(2): 155–166

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 28. 4. 2017

prof. Ing. Vítězslav Podrázský, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 5. 2. 2018

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 09. 03. 2018

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Vliv uvolnění na tloušťkový přírůst dospělých jedinců borovice lesní“ vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Lukáše Bílka, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním diplomové práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne: 18. 4. 2018

Podpis:

Poděkování:

Děkuji především doc. Ing. Lukáši Bílkovi, Ph.D., který byl po celou dobu zpracování mé diplomové práce velice vstřícný a aktivní ve všech ohledech. Díky takovému přístupu pak práce nebyla povinností, nýbrž zábavou. Dále děkuji kolegům z katedry ekologie lesa a katedry pěstování lesů za školení ve věci dendrochronologické analýzy a příteli a kolegovi Bc. Jiřímu Vaníčkovi za rady ohledně zpracování dat.

Vliv uvolnění na tloušťkový přírůst dospělých jedinců borovice lesní

Individual tree diameter increment of mature Scots pine after partial logging

Abstrakt

Předložená diplomová práce se zabývá vlivem uvolnění na tloušťkový přírůst dospělých jedinců borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.). Měření proběhlo v rámci 3 lesních správ, LČR, s. p.: LS Choceň, LS Nasavrky a LS Plasy, dohromady ve 22 porostech. Celkem byly pomocí Presslerova přírůstového nebozezu odebrány vývrty ze 104 stromů. Tyto vývrty byly dále analyzovány s ohledem na tloušťky jednotlivých letokruhů v dendrochronologické laboratoři. Dle porovnání tlouštěk letokruhů 10 let před uvolněním a 10 let po uvolnění, bylo zjištěno, že dospělí jedinci borovice reagovali na uvolnění hospodářsky významným tloušťkovým přírůstem ve více než polovině případů, dle Studentova t-testu statisticky významného navýšení přírůstu dosáhla třetina stromů. Výzkum dokazuje, že dospělé borovice reagují na uvolnění velmi rychle, a to takřka bezprostředně či do dvou let po momentu uvolnění. Průměrná doba reakce zvýšeného tloušťkového přírůstu byla vyčíslena na 18 let. Přírůstovou reakci dospělých jedinců lze očekávat na přirozených borových stanovištích (CHS 13) a na kyselých stanovištích nižších a středních poloh (CHS 23 a 43). Na těchto stanovištích je možné počítat s minimálně 50 % pravděpodobností výrazného světlostního přírůstu.

Klíčová slova: Borovice lesní, tloušťkový přírůst, dospělý porost, těžba

Abstract

This diploma theses deals with individual tree diameter increment of mature Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) trees after partial logging. Measurement was done within 3 forest administrations (State Forest of the Czech Republic): LS Choceň, LS Nasavrky a LS Plasy, altogether in 22 forest stands. By Pressler auger were sampled in total 104 trees. Increment cores were further analyzed in dendrochronological laboratory. By comparing increments of tree rings thickness 10 years before and 10 years after partial logging, there was found that mature trees of Scots pine responded to partial logging by diameter increment in more than half of the cases (at least 10% increase after logging compared to previous decade), nevertheless the Student's t-test confirmed statistically significant increment by one third of tree individuals. The study proved, that mature trees of Scots pine reacted to partial logging very quickly, within one or two years after the partial logging. The period of elevated diameter increment was for 18 years in average. The reaction of diameter increment of individual Scots pine trees can be expected on the natural pine habitats (CHS 13) and on the acidic habitats of low and medium positions (CHS 23 and 43). At these sites it is possible to expect a 50% probability of elevated diameter increment.

Key words: Scots pine, diameter increment, mature forest stand, harvest

OBSAH:

1. ÚVOD	12
2. LITERÁRNÍ REŠERŠE	14
2.1. Taxonomické zařazení borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	14
2.2. Základní charakteristika druhu	15
2.3. Ekologické projevy a nároky	17
2.4. Borovice při sukcesi	18
2.5. Škůdci a choroby borovice lesní.....	19
2.5.1. Houbové patogeny.....	20
2.5.1.1. Hlavní houbové patogeny v ČR.....	20
2.5.1.2. Rzi	21
2.5.1.3. Sypavky	22
2.5.2. Hmyzí škůdci.....	23
2.6. Ekotypy borovice lesní	26
2.7. Hospodářský význam borovice lesní v ČR	29
2.8. Zakládání borových porostů.....	30
2.8.1. Umělá obnova.....	30
2.8.2. Přirozená obnova	32
2.8.2.1. Postupy přirozené obnovy	33
2.8.2.2. Péče o nárosty.....	36
2.9. Výchova borových porostů.....	37
2.9.1. Prořezávky	37
2.9.2. Probírky	39
2.10. Vhodná smíšení a přestavba borových monokultur	40
2.11. Tloušťkový přírůst.....	42
2.11.1. Obecná východiska.....	42
2.11.2. Reakce borovice na uvolnění.....	43
2.12. Dendrochronologie	44
2.12.1. Letokruhy	44
2.12.2. Výsledky a dělení dendrochronologie	45
3. METODIKA	47
3.1. Popis lokalit.....	47
3.1.1. Revíry Kunětická hora a Chocení.....	48
3.1.2. Revír Slatiňany	49
3.1.3. Revír Špankov	51

3.2.	Sběr dat v terénu.....	52
3.2.1.	Nástroje pro sběr dat a vzorků.....	52
3.2.2.	Pracovní postup	53
3.3.	Zpracování dat.....	53
3.3.1.	Dendrochronologická analýza	53
3.3.2.	Charakteristiky výstavek na jednotlivých lesních správách.....	55
3.3.2.1.	Posouzení reakce	56
3.3.2.2.	Míra reakce.....	57
3.3.2.3.	Trvání pozitivní reakce na uvolnění	57
3.3.2.4.	Faktory ovlivňující tloušťkový přírůst po uvolnění.....	58
4.	VÝSLEDKY	60
4.1.	Zjištěné dendrometrické veličiny	60
4.1.1.	Věk	60
4.1.2.	Výšky.....	61
4.1.3.	Výčetní tloušťka	62
4.1.4.	Objem hroubí.....	63
4.1.5.	Parametry korun	64
4.2.	Reakce dospělých jedinců borovice na uvolnění.....	65
4.2.1.	Podíl reagujících jedinců na celkovém souboru vzorků	65
4.2.2.	Pozitivní reakce na uvolnění v rámci lesních správ	67
4.2.3.	Rozdíl různých parametrů jedinců s prokazatelnou reakcí a bez reakce s ohledem na jednotlivé LS	68
4.2.4.	Pozitivní reakce na uvolnění v rámci stanovišť.....	70
4.2.5.	Míra pozitivní reakce na uvolnění	71
4.2.6.	Trvání pozitivní reakce po uvolnění.....	72
4.3.	Faktory ovlivňující tloušťkový přírůst po uvolnění	73
4.3.1.	Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstků na stanovišti	73
4.3.2.	Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstků na oblasti lesní správy	74
4.3.3.	Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstků na věku jedince v době odclonění 75	
4.3.4.	Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstků na výčetní tloušťce jedince v době uvolnění 75	
4.3.5.	Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstků na délce koruny	76
4.3.6.	Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstků na opláštění koruny	77
4.3.7.	Závislost rozdílu průměrných tloušťkových přírůstků na míře růstu před uvolněním	77
4.3.8.	Míra růstu před uvolněním	78

4.3.9.	Míra růstu po uvolnění	79
5.	DISKUZE	81
6.	ZÁVĚR A DOPORUČENÍ PRO LESNICKOU PRAXI	86
7.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	88
8.	SEZNAM PŘÍLOH	101

Seznam tabulek:

Tab. 1: Významné regionální populace borovice lesní – aktuálně vyhlášené genové základny (zdroj: www.vulhm.cz).	28
Tab. 2: Podíl borovice lesní v ha a % z celkové plochy porostní půdy ČR (zdroj: MZE 2015, Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství v ČR za rok 2014).	29
Tab. 3: Klimatická charakteristika rajonu T4 (zdroj: QUITT 1971).....	48
Tab. 4: Klimatická charakteristika rajonu MT10 (zdroj: QUITT 1971).....	49
Tab. 5: Klimatická charakteristika rajonu MT3 (zdroj: QUITT 1971).....	51
Tab. 6: Rozdělení vzorků dle lesní správy a stanoviště.....	60
Tab. 7: Výsledek Studentova t-testu pro posouzení významných změn na tloušťce letokruhů... ..	66
Tab. 8: Změna výčetní tloušťky v rámci 10 let před uvolněním a 10 let po uvolnění.	71
Tab. 9: Změna objemu průměrného jedince na LS Choceň se zvýšeným přírůstem a bez reakce na uvolnění.....	72

Seznam grafů:

Graf 1: Průměrný věk aktuální a průměrný věk uvolnění měřených jedinců borovice na různých lesních správách.....	61
Graf 2: Průměrné výšky stromů a nasazení suchých a živých korun na jednotlivých lesních správách.....	62
Graf 3: Průměrné výčetní tloušťky měřených jedinců v rámci jednotlivých lesních správ.....	63
Graf 4: Průměrná hmotnatost posuzovaných stromů na odlišných stanovištích.....	64
Graf 5: Průměrné opláštění korun pro jednotlivé lesní správy.	65
Graf 6: Křivky znázorňující průměrnou tloušťku letokruhů před a po uvolnění.	66
Graf 7: Počet jedinců bez reakce na uvolnění, se zvýšeným přírůstem neprokázaným analýzou, s prokazatelně zvýšeným přírůstem a s prokazatelně sníženým přírůstem.....	67
Graf 8: Podíl pozitivně reagujících jedinců alespoň o 10% a statisticky významných reakcí, ze souboru měřených jedinců na jednotlivých lesních správách.	68
Graf 9: Délky korun prokazatelně reagujících jedinců (S.) a jedinců bez zvýšeného tloušťkového přírůstu (N.) na jednotlivých LS.....	69
Graf 10: Opláštění korun prokazatelně reagujících jedinců (S.) a jedinců bez zvýšeného tloušťkového přírůstu (N.) na jednotlivých LS.	69
Graf 11: Výčetní tloušťka v době uvolnění reagujících jedinců (S.) a jedinců bez zvýšeného tloušťkového přírůstu (N.) na jednotlivých LS.	70
Graf 12: Podíl pozitivně reagujících jedinců alespoň o 10 % a statisticky významných reakcí, ze souboru měřených jedinců na různých stanovištích dle ekologických řad.	71
Graf 13: Doba nástupu pozitivní reakce na základě uvolnění.....	72
Graf 14: Délka trvání pozitivní reakce po uvolnění pro stanoviště přirozená borová a kyselá. 73	
Graf 15: Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstů 10 let před / 10 let po na stanovišti dle ekologické řady.	74
Graf 16: Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstů 10 let před / 10 let po uvolnění na oblasti lesní správy.....	74
Graf 17: Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstů po uvolnění / před uvolněním na věku jedince v době uvolnění.....	75
Graf 18: Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstů po uvolnění / před uvolněním na výčetní tloušťce jedince v roce uvolnění.....	76
Graf 19: Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstů po uvolnění / před uvolněním na délce korun.	76
Graf 20: Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstů po uvolnění / před uvolněním na opláštění korun.....	77
Graf 21: Vyjádření závislosti rozdílů přírůstu po uvolnění – před uvolněním na míře růstu letokruhů před uvolněním.	78
Graf 22: Závislost míry růstu letokruhů před uvolnění na věku jedince v době uvolnění.	79
Graf 23: Závislost míry růstu letokruhů po uvolnění na věku jedince v době uvolnění.....	79

Seznam obrázků:

Obr. 1: Habitus borovice lesní (foto: Brichta J., 2017).....	16
Obr. 2: Borovice lesní (ilustrace: Dohnal J., zdroj: www.botanickafotogalerie.cz).....	16
Obr. 3: Kornice borová (vlevo), václavka smrková (uprostřed), <i>Sphaeropsis sapinea</i> (vpravo), (foto: archiv LOS, zdroj: Pešková a kol. 2016).....	21
Obr. 4: Příznaky napadení rzí sosnokrutem (vlevo) a rzí jehlicovou (foto: Kapitola P., 2000., zdroj: www.ipmimages.org).....	22
Obr. 5: Borové jehlice s přítomností červené sypavky vlevo a hnědé sypavky vpravo (foto: Dolének M. a Kapitola P., zdroj: Kapitola a kol. 2017).....	23
Obr. 6: Dospělec klikoroha borového (foto: Bohdal J., zdroj: www.naturfoto.cz).....	24
Obr. 7: Lýkožrout vrcholkový (foto: Schmidt U., 2014, zdroj: www.kaefer-del.welt.de).....	25
Obr. 8: Lýkožrout borový (foto: Jurc M., zdroj: www.forestryimages.org).....	25
Obr. 9: Lýkohub sosnový (vlevo) a lýkohub menší (vpravo), (foto: archiv LOS, zdroj: Pešková a kol. 2016).....	26
Obr. 10: Paseka zalesněná sazenicemi borovice lesní (foto: Brichta J., 2017).....	31
Obr. 11: Přirozené zmlazení borovice lesní pod mateřským porostem, (foto: Bůžková A., 2015, zdro: www.mestske-lesy.cz).....	34
Obr. 12: Semenné výstavky borovice lesní (vlevo a uprostřed fotografie) s přirozeným zmlazením (foto: Brichta J., 2017).....	35
Obr. 13: Počty jedinců (<i>N</i>) v závislosti na výšce porostu (<i>h</i>) pro kvalitní a nekvalitní borové porosty pro +1 (32) a 5 (22) bonitu (zdroj: Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky, Černý a kol. 1996).....	39
Obr. 14: Procenta deceniálních probírek v plně zakmeněných porostech borovice lesní ze zásoby kmenové na sdruženém porostu v závislosti na věku a bonitě porostů (zdroj: www.vulhm.cz).....	40
Obr. 15: Jarní a letní dřevo borovice lesní (foto: Brichta J., 2018).....	45
Obr. 16: Mapka PLO ČR, 1 – LS Choceň, 2 – LS Nasavrky, 3 – LS Plasy (zdroj: www.uhul.cz).....	47
Obr. 17: Lokalizace revírů Kunětická hora a Choceň (zdroj: www.google.cz).....	49
Obr. 18: Lokalizace revíru Slatiňany (zdroj: www.google.cz).....	50
Obr. 19: Lokalizace revíru Špankov (zdroj: www.google.cz).....	51
Obr. 20: Některé použité nástroje pro terénní práce (foto: Brichta J., 2018).....	52
Obr. 21: Příklad křivky tloušťek konkrétního vývrtnu uvolněného v roce 2008 (foto: Brichta J., 2017).....	54

1. ÚVOD

Lesní ekosystémy jsou dějišti mnoha přírodních procesů a posláním dnešní lesnické a vědecké komunity je především porozumění přírodním procesům a zachování těchto procesů v míře akceptovatelné pro možnosti hospodářského využití lesů.

Vedle vlivu klimatické změny a populačních gradací podkorního hmyzu, je jedním z důvodů špatného stavu lesů v ČR zejména velký podíl monokultur zakládaných v minulosti. Navzdory problémům silných gradací podkorního hmyzu a klimatickým extrémům, v poslední době lesnictví prochází řadou ideových proměn, které se naopak stav našich lesů snaží stabilizovat (JONÁŠOVÁ 2013). V rámci národního lesního hospodářství lze například sledovat trend zvyšování podílu přirozené obnovy lesních porostů, jak jehličnatých tak listnatých. Za rok 2016 byl na celkové ploše obnovovaných porostů zaznamenán téměř 20 % podíl přirozené obnovy (MZE 2016). Právě přirozená obnova je obecně považována za hlavní pilíř přírodě blízkého hospodaření v lesích (KOLIBÁČ a JELÍNEK 2011).

Využívání přirozené obnovy borových porostů je dnes naprosto běžné, lze jí docílit holosečně, a to v blízkosti stěny mateřského porostu či za podpory semenných výstavků nebo clonosečným obnovením způsobem (BÍLEK a kol. 2017). Podaří-li se na daném stanovišti přirozenou obnovu uplatnit pomocí clonných sečí či semenných výstavků, jsou často výrazně sníženy náklady na zajištění porostu. Dalším důležitým výsledkem takto obnovených porostů může být zvýšení biodiverzity lesního ekosystému, a zároveň kladný pohled veřejnosti na lesní hospodářství. V neposlední řadě lze ale na některých stanovištích očekávat také určitý světlostní přírůst dospělých jedinců borovice v horní etáži porostu. O reakci dospělých jedinců borovice lesní na uvolnění, je zatím velmi málo informací, a to i navzdory tomu, že jsou takové stromy stěžejní pro ekologii lesního ekosystému, ochranu lesa i autoreprodukci borového porostu (BEBBER a kol. 2004).

Cílem práce bylo vyhodnotit míru přírůstové reakce borovice lesní v dospělém věku na provedený těžební zásah a odvodit pěstební doporučení pro dané stanovištní podmínky.

Práce byla zaměřena výlučně na výstavky, které byly v době uvolnění minimálně ovlivněny okolním porostem.

2. LITERÁRNÍ REŠERŠE

2.1. Taxonomické zařazení borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.)

Borovicí lesní (*Pinus sylvestris* L.) se zabývala řada autorů (MUSIL 2003, ÚRADNÍČEK 2003, HEIKE 2008, MUSIL a HAMERNÍK 2009, ŘEPKA a KOBLÍŽEK 2007, SVOBODA 1953), jedná se o stálezelený jehličnatý strom, který je v ČR dokládán již od preboreálu (HORSKÁK a CHYTRÝ 2010). Má mnoho lidových pojmenování: sosna, borec, špendličí, chvoj či chvůje.

Borovici lesní řadíme do taxonomických kategorií:

Doména: *Eukaria* (eukaria)

Říše: *Plantae* (rostliny)

Podříše: *Viridiplantinae* (zelené rostliny)

Vývojová linie: *Streptophytae* (streptofyty)

Vývojová větev: *Cormophytae* (vyšší rostliny)

Vývojový stupeň: *Gymnospermae* (nahosemenné rostliny)

Oddělení: *Pynophyta* (jehličnany)

Čeleď: *Pinaceae* (borovicovité)

Rod: *Pinus* (borovice)

Druh: *Pinus sylvestris* (borovice lesní)

(ŘEPKA a KOBLÍŽEK 2007)

2.2. Základní charakteristika druhu

Borovice lesní je rychlerostoucí dvoujehličná borovice, vyznačující se výraznou genetickou diverzitou (KOŠULIČ 2007). Mezi stromovitými dřevinami má nejrozsáhlejší areál s největší ekologickou amplitudou. Těžištěm jejího areálu je západní Asie (MUSIL 2003), odkud sahá přes Sibiř, až po Skotsko, odtud anglický název „Scots pine“ (VERMEULEN 1997). V ČR tvoří borovice lesní hospodářsky významné porosty zejména v oblastech původního výskytu, tj. v jihočeském, východočeském, severočeském, západočeském a jihomoravském regionu (KOVÁŘ a kol. 2013).

Jde o strom středních rozměrů (CVRČKOVÁ a kol. 2017), ale v zápoji dosahuje až 40 m výšky s maximální výčetní tloušťkou $d_{1,3}$ do 1 m (ÚRADNÍČEK 2003). Může se dožít věku 300 let, v optimu a jako soliterní jedinec až 500 let (SVOBODA 1953). V podmínkách východní a severovýchodní části areálu se borovice lesní vyznačuje spíše štíhlou korunou s jemným ovětvením. Ve střední a jižní části areálu se vyskytují jedinci s klenutou až deštníkovitou korunou se silnými větvemi (MUSIL 2003). Kmen bývá přímý s větvením až v horní čtvrtině, nicméně na extrémních stanovištích dochází často ke křivostem. V dolní části je kmen pokrytý silnou šedohnědou borkou rozpukavého vzhledu, v horní části se tenká oranžová až červená borka odlupuje ve formě lístků, tento jev je pak v porostu často viditelný při bázi kmene (MUSIL 2003). ÚRADNÍČEK (2003) obecně tvrdí, že borovice jsou na západě širokokorunné a mají méně přímé kmeny, kdežto borovice na východě a severovýchodě vytváří úzké koruny, jemné větve a přímé kmeny (*Obr. 1*).

Jehlice jsou po 2 v přeslenu a opadávají zhruba po 3 letech. Jsou tuhé, mírně točené a špičaté s pilovitými okraji a na vnitřní straně opatřeny pruhy průduchů. Jehlice jsou 4–7 cm dlouhé a až 2 mm široké. Mají namodralou či šedavě zelenou barvu (HEIKE 2008). Kuželovité, matně hnědé šišky bývají samostatně či po 2-3 na krátkých stopkách, poprvé se objevují po 20-30 letech (MUSIL a HAMERNÍK 2009) (*Obr. 2*). Kořenový systém je charakteristický hluboko sahajícím kúlovým kořenem s doprovodnými bočními kořeny. Borovice je tedy v půdě pevně ukotvena a netrpí vývraty, o to více se v zimních měsících pod nápoem sněhu láme v kmeni či v koruně. Na vodou ovlivněných stanovištích však hluboký kořen nevytváří a zakořeňuje mělce. Na suťových či skalnatých podkladech jsou kořeny často obnažené, vedou po povrchu balvanů a zarůstají do puklin. Typicky na pohyblivých

pískách dochází k odnosu materiálu z kořenů a vznikají tak chůdovité kořeny (MIKESKA 2006, ÚRADNÍČEK 2003).



Obr. 1: Habitus borovice lesní (foto: Brichta J., 2017).



Obr. 2: Borovice lesní (ilustrace: Dohnal J., zdroj: www.botanickafotogalerie.cz).

2.3. Ekologické projevy a nároky

Borovice lesní je výrazně světlomilnou dřevinou se silnou intolerancí k zastínění (HOLUŠA a HOLUŠA 2000, MUSIL 2003). Dle SLAVÍKOVÉ (1986) patří borovice lesní mezi S – strategy, tedy druhy rostlin stres snášejících, a to díky komplexu vlastností, které jsou adaptacemi k trvale nepříznivým podmínkám prostředí. Například LINDER (1997) řadí borovici lesní díky schopnosti kolonizace nepříznivých stanovišť mezi dřeviny tzv. pionýrské. Pionýrská povaha obsazování stanovišť byla v preboreálu příčinou masivního rozšíření po celé Evropě v doprovodu s břízou bělokorou (*Betula pendula* Roth), později ji z živných a vyšších stanovišť vytlačily dřeviny náročnější, jako: duby, jilmy, javory a jasany (HORSKÁK a CHYTRÝ 2010). Borovice lesní je adaptována na velice široké klimatické podmínky. Roste na lokalitách s 90-200 denní vegetační dobou a srážkami od 200 do 1780 mm. Její areál lze označit za kontinentálně laděný (MUSIL 2003), nicméně roste přirozeně i v oblastech s atlantickým klimatem, například ve Skotsku (VERMEULEN 1997). Na jihu Evropy, kde zasahuje až na Pyrenejský, Apeninský a Balkánský poloostrov (BOGUNIC a kol. 2003), je pak vysloveně horskou dřevinou (BÍLEK a kol. 2017).

Tento druh je schopný čerpat vodu z daleko větší hloubky než ostatní dřeviny ČR, děje se tak díky hlubokému kořenění. Borovice je tedy častá na nepříznivých stanovištích, kde ostatní druhy nemají šanci přežít. Dokáže poměrně pohodlně zakořenit na rankerových půdách či suťových polích (ÚRADNÍČEK 2003). Roste na mělkých, chudých písčitých půdách, vzniklých na silikátových podkladech, ale také na vápencích či hadcích, kde je často jedinou dřevinou schopnou růstu. Ideálními stanovišti jsou tak hluboké, lehké, mírně vlhké písčité půdy (HEIKE 2008). Borovice se také může vyskytovat v bažinatých nebo rašelinných lokalitách, kde však roste hůře, často zakrsle. Na živných, úrodnějších půdách, kde by jako hlavní hospodářská dřevina vykazovala velkou kvantitativní produkci, bývá vytlačena dřevinami náročnějšími. Opad má často negativní účinky na půdní chemismus, je obvykle silně vrstvený (MUSIL 2003). Borovice lesní je mrazuvzdorná a příliš netrpí ani jarními mrazíky. Patří mezi výrazně světlomilné dřeviny, v zápoji se rychle vyvětvuje. Jako solitérní jedinec nesnáší jakýkoli zástín. Je poměrně rezistentní ke znečištěnému ovzduší a vysokým teplotám (HEIKE 2008).

2.4. Borovice při sukcesi

Borovice je velice plastická k obsahu živin v půdě, proto je schopna masivně obsazovat odlesněná území či plochy dosud lesnicky nevyužitá (MIKESKA 1997, 2006). Dokáže výrazně podporovat sekundární sukcesi, a to především na větších prosluněných plochách, ale také v blízkosti porostní stěny mateřského porostu či pod semennými výstavky nebo hloučky dospělých jedinců (ŠINDELÁŘ 2004). ŠINDELÁŘ (2004) a HILL a OUDEN (2004) také uvádí, že v minulosti se borovici v přirozené obnově dařilo především díky předešlému hrabání steliva, pastvě či požárům. Například v případě řízených požárů jsou napodobovány přirozená narušování lesních ekosystémů (CORACE 2010), může tak často docházet k ochuzování daných stanovišť a dočasné eliminaci bylinné konkurence pro přirozenou obnovu borovice lesní. COCHARD (2006) tvrdí, že se borovice může prosadit i v husté buřeni, dokonce lépe než buk, a to díky velké plasticitě vůči obsahu živin. Jestliže navíc uvážíme fakt, že se borovici daří i na výrazně nepříznivých skeletovitých půdách (ÚRADNÍČEK 2003), můžeme borovici označit jako jeden z významných druhů při primární i sekundární sukcesi lesního porostu.

VACEK a kol. (2007) například píše, že sekundární sukcese začíná šířením pionýrských dřevin, jako bříza bělokorá (*Betula pendula*), olše šedá (*Alnus glutinosa* L.), ale také borovice lesní (*Pinus sylvestris*), která tak dokáže utvářet i souvislé porosty trvalého charakteru. Význam pionýrské dřeviny jakou je borovice lesní, lze demonstrovat na základě velkého vývojového cyklu, který v podmínkách boreální tajgy popisuje KOŠULIČ (2008). Tento cyklus se dělí na několik stádií: les závěrečný – holina po úplném rozpadu – les přípravný – les přechodný – les závěrečný. Význam borovice v procesu sukcese je patrný zejména ve stádiu lesa přípravného a lesa přechodného. Ve stádiu lesa přípravného bývá borovice v doprovodu břízy, společně mohou obsadit celou plochu bezlesí, v tomto stádiu pionýrské dřeviny tvoří hlavní dřevinnou skladbu. V lese přechodném se při předpokladu dobrých půdních poměrů začínají projevovat dřeviny klimaxové, které vyrůstají ve stínu borových pionýrských porostů a pro svou schopnost snášet zastínění, borovici potlačují a časem nahrazují (ÚRADNÍČEK 2003). Postupně tak vzniká les závěrečný, označovaný též jako klimax. Klimaxový les charakterizujeme jako stálé a neměnné společenstvo dřevin, které je finální fází celého procesu sukcese (HOŠEK a STORCH 1999). Třebaže borovice lesní patří mezi dřeviny pionýrské, je schopná dospět stádia klimaxu, a to přirozeně

v podobě reliktních borů. MIKESKA (2006) takovýto klimax klasifikuje jako klimaticko – edafický. Typické příklady velkého vývojového cyklu reprezentovaného především borovicí lze nalézt zejména v oblasti boreálních lesů (ANGELSTAM 1998), zde nakonec často tvoří klimaxová společenstva. V rámci boreálních lesů je velký vývojový cyklus iniciován přirozeným narušováním lesních ekosystémů, tzv. přírodními disturbancemi či jejich napodobením (KUULUVAINEN 2002), díky kterým jsou plochy zbavovány souvislého porostu (METZL a KOŠULIČ 2006). Nastartovat přirozenou sukcesi s cílem vypěstovat borový porost lze tedy i napodobením těchto disturbancí, děje se tak často pomocí řízených lesních požárů (CORACE a kol. 2009).

2.5. Škůdci a choroby borovice lesní

Vývoj klimatu jistě ovlivňuje růst a negativní potenciál houbových organismů, rozvoj podkorního hmyzu a stav jejich hostitelů. Stále běžnější střídání klimatických extrémů v posledních letech například vyvrcholilo v roce 2015, který byl mimořádný několika periodami extrémně vysokých teplot v letních měsících a současně na většině našeho území výrazným srážkovým deficitem spojeným s poklesem hladiny spodní vody. Takový průběh počasí vedl k oslabení borovice lesní, a tím napomohl aktivaci houbových patogenů a podkorního hmyzu (PEŠKOVÁ a kol. 2016). Borovice je hostitelem pro celou řadu druhů hmyzu. Prakticky v každém růstovém stádiu má několik druhů škůdců způsobujících její poškození či mortalitu. Nejzranitelnější je ve vyšších věkových třídách, kde se k defoliátorům přidávají ve větší míře i podkorní hmyz a dřevokazné houby (BERÁNEK 2008).

2.5.1. Houbové patogeny

2.5.1.1. Hlavní houbové patogeny v ČR

Dle PEŠKOVÉ a kol. (2016) mezi hlavní houbové patogeny borovice lesní patří kornice borová (*Cenangium feruginosum* Fr.), václavka smrková (*Armillaria ostoyae* Romagn) a *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) nemající český název (Obr. 3).

Kornice borová je u nás běžně se vykytujícím vřeckatým terčoplodým houbou. Dozrálé plodnice houby jsou miskovité, za dostatečné vlhkosti otevřené o průměru 1-3 mm, černohnědé barvy, thecium uvnitř plodnice je zbarveno šedohnědě. Vřeka jsou typicky kyjovitěho tvaru s osmi bezbarvými jednobuněčnými vejčitými výtrusy (askosporami). Pro šíření infekce se jako rozhodující jeví právě askospory. Kornice hostitele obsazuje prostřednictvím výtrusů, které jsou postupně během jarního až letního období uvolňovány. Tak dochází k infekci a mycelium prorůstá do větévek, větví či kmínků borovic, na nichž se pak vytvářejí plodnice, které během následujícího jara produkují nové výtrusy (SOUKUP a PEŠKOVÁ 2004).

Václavka smrková je nejrozšířenějším druhem houbového patogenu na území ČR, je odpovědná za většinu kořenových hnilob ve středních a nižších polohách na smrku, ale také na borovici (JANČAŘÍK a JANKOVSKÝ 1999). Jedná se o stopkovýtrusnou dřevokaznou houbu vytvářející pomíjivé kloboukaté plodnice vyrůstající většinou v trsech z napadených kořenů začátkem podzimu. Povrch klobouku bývá medově hnědě zbarvený. Napadení dřeviny václavkou může mít chronický či akutní průběh, častěji se setkáváme s chronickým. Masová mortalita může postihnout jak borovice vyššího věku, tak porosty ve stádiu mlazin, nezajištěných kultur i čerstvé výsadby (PEŠKOVÁ a kol. 2016).

Sphaeropsis sapinea je jednou z nejběžnějších hub na borovici lesní a borovici černé (*Pinus nigra* Arnold), ale obsazuje i další druhy především amerických borovic (SMITH a kol. 1996). Tato houba může negativně působit na borovice ve stádiu semen až dospělých porostů, jak uvádí například BLODGETT (1997). Napadá letorosty borovic a mycelium proniká do těla hostitele průduchy. Může dojít k odumření nenarašeného výhonu, ale běžně na napadených letorostech dochází k dozrání a plození šišek (již napadených). ZAPLETALOVÁ a BALEJOVÁ (2012) upozorňují na to, že typické pro tuto houbu je odumírání pupenů provázené výrony pryskyřice na větvičkách a kmeni

stromu. Rozhodující období infekce je na jaře, kdy je možné najít nejvíce pyknid s výtrusy na šiškách (PEŠKOVÁ a kol 2016).



Obr. 3: Kornice borová (vlevo), václavka smrková (uprostřed), *Sphaeropsis sapinea* (vpravo) (foto: archiv LOS, zdroj: Pešková a kol. 2016).

2.5.1.2. Rzi

Rzi jsou organismy patřící také mezi houbové patogeny napadající jehlice či letorosty dřevin, v případě borovice lesní se jedná především o rez sosnokrut (*Melampsora pinitorqua* Rostr.) a rzi borového jehličí (*Coleosporium* spp.) (SOUKUP 1999) (Obr. 4).

Rez sosnokrut je rez dvoubytná s úplným životním cyklem a řadíme ji také mezi významné parazitické houby v ČR. Jedná se o houbu stopkovýtrusnou. Je významným škůdcem na borovici lesní a borovici černé, ale jejím dalším hostitelem bývá také topol osika (*Populus tremula* L.) (SOUKUP 1999, FJELLBORG 2009, MATTILA 2005). Parazituje na ročních letorostech. Ohnuté či zlomené letorosty lze považovat za příznaky napadení. Tato defoliace může mít za následek výrazný pokles přírůstu a zhoršení kvality dřeva (FJELLBORG 2009). Nejvíce ohroženy jsou sazenice borovic ve školkách či výsadbách, kde při opakovaných a silných nákazách hrozí masová mortalita (SOUKUP 1999).

Rez borového jehličí respektive rez jehlicová zahrnuje celou řadu druhů neboli biologicky specializovaných forem (HEFLER 2013). Tyto rzi se u nás ještě v 70. letech vyskytovaly velice zřídka, a to takřka výlučně ve vysokohorských polohách, zejména pak na hřebenech Jeseníků, kde napadaly výsadby kosodřeviny. Od 80. let se rez jehlicová začala šířit po celé republice a dnes je již naprosto běžnou rzí. Jejím hlavním hostitelem je borovice lesní a borovice kleč (*Pinus mugo* Turra), z nepůvodních

borovic především borovice černá. Mezihostitelem této rzi mohou být různé bylinné druhy, například starček (*Senecio*) nebo podběl (*Tussilago*) (JANČAŘÍK 1998). Nákaza jehlic probíhá během pozdního léta až podzimu přenosem z bylinného hostitele na jehlice. V celkovém měřítku jsou úhyny ojedinělé, ale zejména na plantážích vánočních stromků může rez jehlicová způsobit nemalé ekonomické ztráty (KLÍMA 2002).



Obr. 4: Příznaky napadení rzi sosnokrutem (vlevo) a rzi jehlicovou (foto: Kapitola P., 2000., zdroj: www.ipmimages.org).

2.5.1.3. Sypavky

ŠRŮTKA (2003) označuje sypavku jako takové onemocnění asimilačních orgánů dřevin (jehlic), jehož následkem je nakonec jejich opadávání. V tomto smyslu může sypavku způsobit řada fyziologických, abiotických i biotických příčin. Na území ČR evidujeme několik zásadních druhů sypavek borovice, a to zejména dva druhy karanténní: červenou sypavku (*Mycosphaerella pini* Rostrup) a hnědou sypavku (*Mycosphaerella dearnessii* Barr), dále například sypavku borovou (*Lophodermium pinastri* Schrad) (KAPITOLA a kol. 2017).

Červená sypavka je vřeckovýtrusná houba znatelná na jehličí borovic cihlově červenými skvrnami (Obr. 5). Mezi borovicemi nalézá zhruba 30 hostitelských druhů, z nichž v Evropě je nejvíce rozšířena na borovici černé, borovici kleči, ale také na borovici lesní (HANSO a DRENKHAN 2008). Největší riziko napadení a případné ztráty jsou na sazenicích, kulturách a především na plantážích vánočních stromků do 10 let věku. Při příznivých podmínkách napadá všechny ročníky jehlic a způsobuje

tak úplnou defoliaci (JANKOVSKÝ a PALOVČÍKOVÁ 2000). Ke tvorbě nápadných rezivých jehlic u nás dochází na jaře až počátkem léta (PEŠKOVÁ a SOUKUP 2001).

Hnědá sypavka se vyznačuje hnědou pruhovitostí jehlic (*Obr. 5*). Má obdobný okruh hostitelů jako červená sypavka, jsou známé i případy napadení smrku omoriky (*Picea omorika* Pančić) a smrku sivého (*Picea glauca* Conica) (KAPITOLA a kol. 2017). Obě tyto sypavky se kromě barvy navzájem dají odlišit povrchem konidií, které jsou u hnědé sypavky hrboľkaté, kdežto červená sypavka má povrch konidií hladký. Konidie hnědé sypavky jsou navíc zavalitější a srpovitě zahnuté (JANKOVSKÝ a PALOVČÍKOVÁ 2000).

Sypavka borová je v ČR nejčastější původce sypavky na borovici černé a borovici lesní. K infekci dochází od června do počátku října prostřednictvím askospor. Prvními příznaky napadení sypavkou jsou žluté skvrny na jehlicích, které se začínají projevovat od pozdního léta. Nejvýraznějším projevem je pak zhnědnutí všech ročníků jehlic koncem zimy a během jarních měsíců. Odumřelé jehlice z větviček opadávají koncem června (JANKOVSKÝ 2004).



Obr. 5: Borové jehlice s přítomností červené sypavky vlevo a hnědé sypavky vpravo (foto: Dolének M. a Kapitola P., zdroj: Kapitola a kol. 2017).

2.5.2. Hmyzí škůdci

Borovice lesní je hostitelem nejrůznějších hmyzích škůdců. V rámci výsadeb se jedná především o klikoroha borového (*Hylobius abietis* Linnaeus). Škody na porostech způsobuje několik druhů podkorního hmyzu, jako například: lýkožrout vrcholkový (*Ips acuminatus* Gyll.), lýkožrout borový (*Ips sexdentatus* Boern.) či lýkohub sosnový (*Tomicus piniperda* L.) a lýkohub menší (*Tomicus minor* Hart) (LUKÁŠOVÁ a HOLUŠA 2012, MODLINGER a kol. 2015). Dle PEŠKOVÉ a kol. (2016)

je významným borovým kůrovcem také lýkožrout lesklý (*Pityogenes chalcographus* L.). Mezi další škůdce patří korovnice (*Pineus*) ze skupiny mšic (LIŠKA 2011), z řádu motýlů sosnokaz borový (*Panolis flammea* Schiff.) (HICKS 2007) či obaleč prýtový (*Rhyacionia buoliana* Schiff.) (HEELEY a kol. 2003).

Klikoroh borový je dle NÁROVCOVÉ (2010) vůbec nejvýznamnější hmyzí škůdce výsadeb borovice lesní a smrku ztepilého a patří mezi kalamitní škůdce ČR (Vyhláška Mze č. 101/1996 Sb.). Způsobuje žíry na kořenových krčcích sazenic většinou čerstvě vysázených kultur (LÅNGSTRÖM a DAY 2007). Jedná se o brouka z čeledi nosatcovitých (*Curculionidae*) s nápadně protáhlou přední částí hlavy. Velikost dospělce je rámcově 6 až 15 mm (Obr. 6). Délka života imag klikorooha borového může dosáhnout 3, ojediněle 4 let (AMANN 1995). Letová aktivita klikorooha zpravidla začíná při teplotách 18 – 19 °C, celková průměrná doletová vzdálenost se pohybuje okolo 1,5 km. Vhodnou lokalitu ke kladení klikorozi vyhledávají pomocí čichových senzil na tykadlech, jsou to výlučně čerstvé borové paseky, respektive atraktivní pařezy v následující vegetační sezóně po těžbě porostu. Larvální vývoj klikorooha pak probíhá v kořenech pařezů. Rozlišujeme 3 varianty žíru imag: zralostní žír mladých brouků (podzim), žír mladých a starých brouků po přezimování a úživný žír v létě při kladení (MODLINGER a kol. 2015). LÅNGSTRÖM a DAY (2007) proti žíru klikorooha doporučují pasečný klid nebo ve větší míře využívat přirozené obnovy, tím diferencovat věk jednotlivých jedinců a snížit počet atraktivních pařezů na plochu porostu.



Obr. 6: Dospělec klikorooha borového (foto: Bohdal J., zdroj: www.naturfoto.cz).

Lýkožrout vrcholkový je brouk z čeledi kůrovcovitých (*Scoltidae*), je nejmenší z kůrovců napadajících borovici v ČR (2,2 – 3,9 mm) (Obr. 7). U nás se vyskytuje

téměř ve všech borových lesích, upřednostňuje jižní až jihozápadní svahy a porostní okraje. Je škůdcem sekundárním, tj. napadá stromy především oslabené, nicméně při přemnožení může napadat i zdánlivě zdravé stromy. Obsazuje větve a vrcholkové části kmene (ZAHRADNÍK a KNÍŽEK 1999). Dospělci létají v dubnu a květnu, kdy se začínají rojit a zakládají novou generaci, noví brouci pak koncem června do srpna. Požerek je hluboce zaříznutý v běli a má hvězdčovitý tvar (PEŠKOVÁ a kol. 2016).



Obr. 7: Lýkožrout vrcholkový (foto: Schmidt U., 2014, zdroj: www.kaefer-del.welt.de).

Lýkožrout borový je největší z rodu *Ips* (5–8 mm) a je tmavě hnědé barvy (Obr. 8). Obecně se mu nepřisuzuje viditelný pohlavní dimorfismus. Tvoří podélně hvězdčovité požerky se 2–4 matečnými chodbami. Na rozdíl od lýkožrouta vrcholkového napadá spodní části kmene a většinou nevytváří kůrovcová kola, při vyrovnaném stavu se nachází roztroušeně po porostu (KNÍŽEK a ZAHRADNÍK 2004).

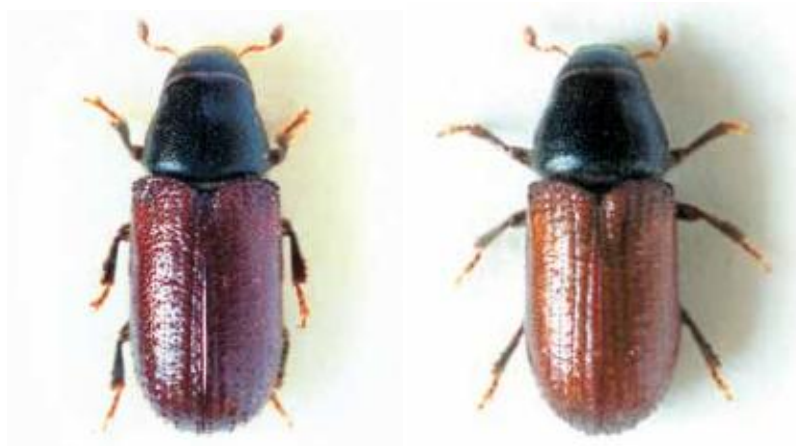


Obr. 8: Lýkožrout borový (foto: Jurc M., zdroj: www.forestryimages.org).

Lýkohub sosnový je 3,5–4,8 mm velký brouk černé barvy s malou prohlubní na konci zadečku (Obr. 9). Žije monogamicky a není u něho patrný pohlavní

dimorfismus. První dospělce nalétávající na stromy je možné pozorovat již koncem února a začátkem března. Jeho požerek se skládá pouze z jedné matečné chodby rovnoběžné s osou kmene, kde je možné naléznout až 3 větrací otvory (KNÍŽEK 1998). Nejnebezpečnější je jeho zralostní žír, kdy se vyživuje na dřeni mladých letorostů, které poté opadávají, a strom tak přichází o část asimilačního aparátu (PEŠKOVÁ a kol. 2016).

Lýkohub menší se často vyskytuje v doprovodu lýkožrouta vrcholkového, jelikož se jeho larvální stádia vyvíjí také v horních partiích stromů a v silnějších větvích. Od příbuzného lýkohuba sosnového se odlišuje především barvou krovek, které jsou vždy světlejší než štít a absencí prohlubně na konci zadečku (*Obr. 9*). Narozdíl od předchozího druhu mívá v teplejších oblastech i dvě generace do roka. Liší se i podobou požerku, kdy matečné chodby směřují ze snubní komůrky kolmo na osu kmene (KNÍŽEK 1998).



Obr. 9: Lýkohub sosnový (vlevo) a lýkohub menší (vpravo) (foto: archiv LOS, zdroj: Pešková a kol. 2016).

2.6. Ekotypy borovice lesní

V České republice se autochtonní borovice lesní vyskytuje pouze na reliktních a extrémních stanovištích (BÍLEK a kol. 2017). Jsou zde známé dva hlavní přirozené ekotypy borovice lesní: tzv. náhorní ekotyp vyšších poloh, považovaný za reliktní

a tzv. chlumní ekotyp nízkých poloh, který je obecně dokládán jako mladší (KAŇÁK 2011).

ČÁP a kol. (2016) upozorňuje na to, že v ČR dosud není známý kompletní seznam ekotypů borovice lesní, nicméně v této problematice existuje alespoň solidní základ. V lesnické praxi jsou rozlišovány regionální populace borovice lesní – ekotypy, které se odlišují určitými typickými vlastnostmi. V Čechách se například jedná o borovici jihočeskou (třeboňská), borovici šumavskou (stožecká), polabskou, východočeskou (týnišťská), západočeskou, severočeskou, na Moravě pak svrateckou, heraltickou, záhorskou a karpatskou (MÁCHOVÁ a kol. 2016).

Borovice jihočeská (třeboňská) je ceněna zejména pro tvárnost kmene a jakost dřeva, a to díky stejnoměrným letokruhům. Ve dřevozpracujícím průmyslu je často využívána k výrobě palubek (ŠINDELÁŘ a kol. 2007). Borovice šumavská (stožecká) je náhorním typem borovice, roste jako příměs v porostech smrku, buku či jedle, ale vytváří i zapojené borové porosty s příměsí smrku. Roste také na podmáčených půdách. Má tvárný kmen a jemné ovětvení. Poměrně vitálně se zmlazuje pod porostem se schopností předrůstání konkurence (ČÁP a kol. 2016). Dokáže růst až v 1100 m n. m. (KOŠULIČ 2007). Borovice polabská se společně s borovicí východočeskou (týnišťskou) vyskytuje v Polabí, nicméně na rozdíl od týnišťského ekotypu zaujímá spíše západní a centrální část této přírodní oblasti (ŠINDELÁŘ a kol. 2007). Borovice východočeská (týnišťská) je ekotyp nacházející se v okolí bývalých lesních závodů Opočno, Vysoké Chvojno a Rychnov s celkovou rozlohou téměř 10 000 ha. Na zmíněných územích převládají pleistocénní sedimenty, které reprezentují fluviální terasy. Jemnozemi zde tvoří z 95 % písek. Populace týnišťské borovice vykazují z hlediska provenienčního výzkumu mimořádné růstové, kvalitativní i produkční schopnosti, které lze dokumentovat na několika výzkumných plochách v ČR. Borovice z takového genetického materiálu vykazují pouze do 5 % jedinců se sklonem k vytváření přerostlíků a obrostlíků (ŠIMERDA 2002). Borovice západočeská se oproti týnišťské a šumavské vyznačuje širokým výskytem. Její populace jsou hojné na Plzeňsku, Křivoklátsku i Karlovarsku. Areál ekotypu borovice severočeské se rozléhá od českého středohoří, přes Jizerské hory, Krkonoše až po Sudety (ŠINDELÁŘ a kol. 2007). O některých moravských ekotypech borovice lesní se vedou diskuze, zda je vůbec považovat za ekotypy či nikoli. Například populace borovice záhorské (rohatecké, hodonínské) se podle ŠINDELÁŘE a kol. (2007) dají spíše připojit

k borovici karpatské, dle některých regionálních zdrojů je možné, že populace borovice záhorské byly ovlivněny masivním zalesňováním písků za vlády Marie Terezie. Roste částečně v zapojených porostech, většinou však smíšeně s dubem, habrem či lípou srdčitou. Diskutuje se také o ekotypu borovice heraltické. HOLUŠA a HOLUŠA (2000) uvádějí, že se již v minulosti objevily pochybnosti o borovici heraltické jako o ekotypu, jednoznačně však tato otázka dořešena není. V některých literárních zdrojích (ŠIMERDA 2002) se lze setkat také s pojmenováním regionální populace borovice: „lánské“. Jedná se o borovici s průběžným kmenem a kuželovitou korunou, která se vyznačuje schopností růstu na rašelinných a podmáčených půdách, kde dokáže odolávat vlivu sněhových srážek i extrémním mrazům. Přirozeně se borovice lánská vyskytuje v oblasti Vysočiny (RAMBOUSEK 2003).

ČÁP a kol. (2016) rozlišuje 18 platných genových základů s porosty, které jsou víceméně přírodě blízkého charakteru, a jsou tak důležité z pohledu genetického výzkumu a vylíšení regionálních populací (*Tab. I*).

Tab. I: Významné regionální populace borovice lesní – aktuálně vyhlášené genové základny (zdroj: www.vulhm.cz).

Název GZ	Kraj	PLO	LVS
Holická terasa	E,H	17	1, 2
Orlická terasa	E,H	17	1, 2
Týništská terasa	H	17	1, 2
Cvilín	T	29	3, 4
Hůrky	T	29	3, 4
Nepojmenovaná oblast	J	16	6
Suchdol – Zámecký	C	15	0, 4
Jakule	C	15	3, 4
Vojířov	C	16	3
Jemčina	C	15	3
Valdštejn	L	18	2, 3
Mnichov	K	3	0, 5, 7
Studenec	K	1	5, 6
Sedmihoří	P	6	0, 3
Kolowratovy lesy	P	6	0, 3
Jetřichovice Goliště	U	19	2, 3
Vysoká lípa	U	19	3, 4, 5
Teplicko-adršpašské skály	H	24	5, 6

Zkratky: GZ – genetická základna, LVS – lesní vegetační stupeň, PLO – přírodní lesní oblast

2.7. Hospodářský význam borovice lesní v ČR

Borovice lesní je po smrku ztepilém (*Picea abies* L. Karst) druhou nejzastoupenější dřevinou v ČR (CVRČKOVÁ a kol. 2017). Zastoupení borových porostů se od poloviny 19. století začalo výrazně zvyšovat (SVOBODA 1953). Současné zastoupení borovice lesní v našich lesích činí 16,8 %, přirozené však pouze 3,4 %, doporučené zastoupení se rovná současnému, tedy 16,8 % (PODRÁZSKÝ a kol. 2013). Díky tendenci snižovat zastoupení smrku a borovice a vytvářet vícero smíšených porostů, podíl borovice v průběhu posledních let slabě klesl, o čemž informuje MZE 2014 (Tab. 2).

Tab. 2: Podíl borovice lesní v ha a % z celkové plochy porostní půdy ČR (zdroj: MZE 2015, Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství v ČR za rok 2014).

Dřevina Species	Rok Year				
	2000	2010	2012	2013	2014
	plocha porostní půdy ha / % Timber land in ha / %				
borovice Pine	453 159	436 308	432 915	431 721	429 636
	17,6	16,8	16,7	16,6	16,5

Uplatnění borovice v průmyslu je podobné jako uplatnění smrkového dříví, nicméně díky ostrému přechodu jarních a letních letokruhů je borové dříví z estetického hlediska obecně více ceněno. Používá se proto pro dekorační účely v exteriéru a interiéru, ale využívá se zejména pro stavební konstrukce či truhlářskou výrobu (BAŠTOVÁ 2015). Jak uvádí například BUNDA (2016), v minulosti se na borovicích často prováděla těžba pryskyřice. Na rozdíl od smrku je borovice schopna ránu po těžbě zregenerovat a strom může žít ještě několik desítek let poté (NEUMANN 2015). Pro vysoký obsah pryskyřic se borové dříví využívá také ve vodním stavitelství (KOČÍ 2012).

Hospodářský význam borovice je dnes nesporně velký. Díky ekologické plasticitě borovice, která podmiňuje růst na extrémních stanovištích (SLAVÍKOVÁ 1986, LINDER 1997, MUSIL 2003, ÚRADNÍČEK 2003, HEIKE 2008, HORSÁK a CHYTRÝ 2010) se právě na těchto nepříznivých stanovištích zatím jeví jako nenahraditelná dřevina. Ve světle klimatické změny se stále více diskutuje o vnášení listnatých dřevin do borových monokultur (VACCHIANO a MOTTA 2015), ale také o významu přirozené obnovy borových porostů, které se pak obecně vyznačují vyšší stabilitou a adaptabilitou na podmínky prostředí (ŠINDELÁŘ 2000). V rámci snahy o zmírnění dopadů klimatické

změny na borové porosty, je tedy třeba obnovovat je přirozeně, doplňovat melioračními dřevinami, ale především zachovat cenné regionální populace, jakožto zdroje genetické informace původních ekotypů (ČÁP a kol. 2016).

Ačkoli je momentálně borovice společně se smrkem pro průmysl v ČR stěžejní, PODRÁZSKÝ a kol. (2013) uvádí, že se zvyšujícím se trendem přeměn borových porostů lze v budoucnu očekávat výrazný pokles nabízených jehličnatých sortimentů.

2.8. Zakládání borových porostů

Obnova lesa probíhá v rozdílných ekologických a edafických podmínkách, vyžaduje tedy diferencovaný přístup, který by měl optimálním způsobem zajistit existenci zdravých a kvalitních porostů (KRIEGEL 1998). Porosty borovice lesní lze zakládat uměle či v rámci přirozené obnovy. Zdaleka však není pravidlem, že jsou na dané lokalitě možné obě tyto varianty. Jak píše například PEŘINA (1988), přirozenou obnovu lze využít pouze u kvalitních a vysoce kvalitních hospodářských porostů. ULBRICOVÁ a kol. (2017) uvádí, že obnova borovice je vzhledem k jejím vlastnostem převážně spjata s holosečným obnovním postupem s celoplošnou přípravou půdy. Vedle tohoto tradičního postupu např. VACEK a PODRÁZSKÝ (2006) uvádí i jemnější postupy obnovy borových porostů, které souhrně označují jako přírodě blízké.

2.8.1. Umělá obnova

Nový porost je zde zakládán uměle sítí semen či výsadbou sazenic (*Obr. 10*). Umělá obnova se předně uplatňuje v porostech, které: se nedaří obnovit přirozeně, není vhodný genetický materiál mateřského porostu nebo není vhodná druhová skladba obnovovaného porostu (ŠINDELÁŘ 2000). Umělou obnovou vzniká kultura, tedy mladý porost o stejných výškových parametrech (POLENO a kol. 2009). Kultury vznikají výsadbou - ve většině případů prostokořenného sadebního materiálu, jehož minimální počty stanovuje vyhláška č. 139/2004 Sb., a sice například: od 8 000 ks/ha v CHS 27, 29, 41 a 51 do 9 000 ks/ha v CHS 13, 21, 23 a 25 (Vyhláška 139/2004 Sb.). Jsou-li borové kultury založeny dle odpovídajících technologických postupů,

nevyžadují zvláštní péči. Borové kultury se zpravidla neoplocují, ochrana proti zvěři se aplikuje formou nátěru terminálních výhonů, na živných stanovištích zasahujeme proti buřeni (ošlapáváním, ožínáním či chemickou cestou) (SLODIČÁK a NOVÁK 2007). V borových kulturách může dojít ke zhoršení kvality, a to žírem klikoroha borového (*Hylobius abietis* Linnaeus) (NÁROVCOVÁ 2010) nebo tvorbou proleptických výhonů, které způsobují závažné deformace ve formě zakřivení kmínků. V dostatečně hustých kulturách se deformované stromky odstraní při prvních pročistkách, v případě řídkých porostů se výhony ořezávají nebo se redukuje počet pupenů (SLODIČÁK a NOVÁK 2007).



Obr. 10: Paseka zalesněná sazenicemi borovice lesní (foto: Brichta J., 2017).

Před samotnou sadbou či sítí je navíc často třeba mechanizovaně upravit půdu, a to orbou nebo frézováním půdy. Na připravené ploše se na podzim provádí ještě hluboká orba a na jaře dalšího roku se půda urovná, nejčastěji smykováním (MAUER 2002). Celoplošná příprava půdy se pro vysoké náklady používá omezeně, navíc pouze v rovinnatém terénu, bývá tedy nahrazována pruhovou přípravou diskovými branami. Tuto metodu však nelze použít na plochách ohrožených erozí (KRIGEL 1998). Především na stanovištích s písčitými půdami je možné využít ruční (štěrbínovou) výsadbu. Na lokalitách, kde je pak horší manipulovatelnost s půdou, je vhodná

mechanizovaná výsadba. Hloubka výsadby se provádí podúrovňová a utopená tak, aby byl kořenový systém co nejbližší spodní vody (MAUER 2002).

Z doporučeného počtu 9 000 sazenic/ha vychází čtvercový spon 1,1 x 1,1 m nebo obdélníkový například 1,4 x 0,8 m (KADLUS 2002). Nicméně ŠIMERDA (2002) při příkladu týnišťského ekotypu borovice klade důraz na počáteční hustotu výsadby 12 – 15 000 ks/ha.

2.8.2. Přirozená obnova

Přirozenou obnovou lesních porostů rozumíme proces autoreprodukce mateřského porostu. Tento proces je zásadní při udržení či vytvoření trvale udržitelného hospodaření v lesích, které jsou schopny plnit funkce produkční i mimoproduční (VACEK a kol. 1995).

KRIEGEL (1998) uvádí, že k obnově borovice lesní je vhodné využívat přirozeného zmlazení i přesto, že růst náletových semenáčků je v raném věku pomalejší. Nicméně porosty takto vzniklé mají oproti nově založeným kulturám řadu výhod, například menší poškození biotickými činiteli (především klikorohem) či houbovými patogeny. Další výhodou mohou být často větší potřebné počty k případné výchovné selekci. Při předpokladu vhodné genetické a hospodářské hodnoty lze přirozenou obnovu uplatňovat takřka ve všech HS s výskytem borovice, vedle HS 13 zejména v HS 21, ve kterém nalézáme exponovaná stanoviště často s charakterem ochranného lesa (PEŘINA 1988).

Příznivé podmínky pro přirozenou obnovu borovice představují porosty lišejníků a mechů, které často zabraňují vysychání půdy. Na travnatých stanovištích, či stanovištích s porosty borůvek a brusinek lze mnohdy úspěšné přirozené obnovy docílit pouze zraňováním půdy - branami, pluhem či frézami (ŠINDELÁŘ 2004, Hill a OUDEN 2004). Důležitými faktory pro přirozenou obnovu jsou tedy - stav vegetačního krytu a eventuálně příprava půdy, ale také periodicitu semenných roků, podmínky pro nálet semen, obsah humusu v půdě či poškození zvěří a lesní mechanizací (KOSTOHRYZOVÁ 2016). Podmínky pro přirozenou obnovu borovice jsou z velké části dány typologickými poměry. Přirozená obnova bývá úspěšná zejména v oblastech, kde si borovice v přirozeném stavu zachovala dominantní postavení,

tj. na podloží písčitých sedimentů, hadců či v určitých extrémních podmínkách a lokalitách reliktních borů. To ovšem neznamená, že porosty borovice nejsou schopny přirozené obnovy i na jiných stanovištích. Dle PLÍVY (1987) se například přirozeným zmlazováním projevuje také na edafických kategoriích: kyselá (K), chudá (M), oglejená chudá (P) či oglejená kyselá (Q). Ačkoli je borovice velice plastická k obsahu živin i vlhkosti v půdě (SLAVÍKOVÁ 1986), důležitým faktorem pro její přirozenou obnovu je i půdní vlhkost. Za určitých podmínek se ekologicky překrývá s jinými dřevinami, např. s břízou, a v rámci kořenové kompetice jí tyto dřeviny mohou značně konkurovat (ULBRICOVÁ a kol. 2017).

2.8.2.1. Postupy přirozené obnovy

KOŠULIČ (2007) uvádí, že již neplatí kdysi převládající názor spojující borovici výlučně s holou sečí. V rámci velice rozmanitých podmínek borového hospodářství je možné přirozené obnovy docílit jak holosečným obnovením způsobem s různou velikostí a orientací sečí, tak násečným způsobem, kotlíkovou sečí, velkoplošným i maloplošným clonným obnovením způsobem s přechodem až do skupinovitěho nebo jednotlivého výběru (BÍLEK a kol. 2017). Tyto obnovní postupy se diferencují dle konkrétních podmínek prostředí (ŠINDELÁŘ 2004), paušálně nejvhodnější univerzální postup tedy určit nelze (BÍLEK a kol. 2017).

Typickým postupem je clonný způsob obnovy (*Obr. 11*), jenž spočívá v počátečním snížení zakmenění na 0,7 – 0,5, po úspěšném vyklíčení semen a existenci nové generace se zpravidla přistupuje k dalšímu zásahu, kterým se přítomný nálet uvolní, následně pak s ohlednutím na výraznou světломilnost dřeviny dochází k postupnému domycování obnovovaného porostu, v praxi často i do 10 let po vzniku náletů. Tento postup řadíme do hospodářského způsobu podrostního (VACEK A PODRÁZSKÝ 2006).



Obr. 11: Přirozené zmlazení borovice lesní pod mateřským porostem

(foto: Bůžková A., 2015, zdroj: www.mestske-lesy.cz).

Dalším způsobem může být přirozená obnova v rámci porostních okrajů, tedy prosvětlení porostního okraje s případnou přípravou půdy. Na rozdíl od obnovy buku a smrku, které se tak obvykle obnovují v severních okrajích, aby byly chráněny před vysycháním a přímým zářením, se borové porosty v severních okrajích neobnovují. Ve fázi náletů a nárůstů zde totiž nebývá dostatek slunečního záření a porost může trpět sypavkou (ŠINDELÁŘ 2004).

Přirozenou obnovu bočním náletem lze též označit jako obnovní způsob násečný, který v kostce popisuje DUŠÁTKO (2014) jako úzké holoseče, jejichž šířka nepřekračuje střední výšku stromu. Nálet semen se v tomto případě očekává ze stěn i hlubších partií porostu. Seč je vhodné provést nejlépe v období, kdy je očekávána zvýšená úroda semen. ŠINDELÁŘ (2004) náseky od severu opět nedoporučuje.

Přirozená obnova z borových výstavek (*Obr. 12*) představuje variantu využívání těchto ponechaných stromů jako zdroje osiva (UTINEK 2010). Na holině vhodné šířky, většinou ne více než dvojnásobek střední porostní výšky, se ponechává úměrný počet kvalitních výstavek s vyvinutými korunami (až 30 ks na 1ha). Jednotlivé

nebo stejnoměrné rozmístění na ploše není vhodné s ohledem na zhoršenou možnost vzájemného opylování relativně vzdálených stromů. Z genetického hlediska se doporučuje ponechávání výstavků v hloučcích (ŠINDELÁŘ 2004).



Obr. 12: Semenné výstavky borovice lesní (vlevo a uprostřed fotografie) s přirozeným zmlazením (foto: Brichta J., 2017).

Značnou komplikací při zajištění a výchově porostů vzniklých pod semennými výstavky, může však být odtěžení stávajících jednotlivých výstavků, hlouček či svrchní proředěné etáže (ŠINDELÁŘ 2004). VACEK A PODRÁZSKÝ (2006) nicméně upozorňují například na to, že v minulosti zásluhou neobjektivní kritiky, která sledovala spíše možnost plné mechanizace těžebních prací na úkor stavu lesních porostů, byly tyto šetrné způsoby odmítnuty a právní úprava z roku 1977 zvrátila vývoj opět k holým sečím. Problémem je poškozování již vzniklých mladých porostů při těžbě a následném vyklizování. Je tedy nutné dodržovat směrové kácení, vytvářet vyklizovací linky či výstavky a hloučky výstavků situovat při okrajích porostu

nebo v blízkosti rozdělovacích linií (vyklizovacích linek). Poškození následného porostu lze eliminovat také odtěžením výstavků ve dvojnásobném obmýtí či dříve ve stádiu kmenoviny spodního porostu (ŠINDELÁŘ 2004). Jestliže se jedná o několik výstavků, je v některých případech možné ponechat tyto jedince samovolnému rozpadu a tuto skutečnost vyjádřit jako újmu z ponechání jednotlivých stromů do jejich fyzického rozpadu v případě, že ponechané stromy tvoří část porostní skupiny o zakmenění maximálně 0,2 (VYHLÁŠKA č. 335/2006 Sb.).

Dle BÍLKA a kol. (2017) se ekologicky orientované pěstební postupy v borových porostech liší s převažující funkcí lesa. Porosty s převažující ochranou a ekologickou funkcí (většinou přirozená borová stanoviště) je v první řadě třeba zachovat, často se jedná o bezzásadová území, nicméně v některých případech bývá žádoucí aplikace jednotlivého výběru pro podporu obnovy cenných místních populací a vytvoření víceetážového lesa. Zde je také vhodné ponechávat některé stromy na dožití. Význam mrtvého dřeva v porostu popisuje například FRANKLIN a kol. (2007), KJUČUKOV a kol. (2012), KOMONEN a kol. (2000), JONÁŠOVÁ (2013). Zmínění autoři tvrdí, že mrtvé dřevo jako biologické dědictví bezesporu zvyšuje biodiverzitu lesního ekosystému například už jen tím, že poskytuje útočiště mnoha živočišným druhům, ale svým rozpadem také zásadně ovlivňuje koloběh živin v půdě. V porostech, kde převažuje produkční funkce lesa, je vhodné vyvarovat se velkých holin a podporovat listnaté přimíšené dřeviny, postupovat podrostním či násečným způsobem nebo využívat přirozené obnovy v porostních okrajích, kde se v mírném zástínu často formují jedinci s jemným větvením a kvalitnější dřevní hmotou (BÍLEK a kol. 2017). O tom, že vypěstování dostatečně jemnoletého a bezvětvého cenného dřeva borovice lze dosáhnout především v zástínu hovoří také KOŠULIČ (2007).

2.8.2.2. Péče o nárosty

Nárostem rozumíme druhou růstovou fázi mladého porostu ve výšce 50 – 150 cm, přibližně věku 4 – 10 let, vzniklého z přirozené obnovy (POLENO a kol. 2009). Borové nárosty obvykle nevyžadují zvláštní péči. Prostřihávky jsou třeba spíše výjimečně v přehoustlých nárostech, a to ve věku 4 - 5 let při výšce do 1 m, odstraňují se zejména předrostlíci a obrostlíci. Pokud se však v nárostech objeví přirozené zmlazení dřevin nežádoucích, jako je bříza bělokorá či vrba jíva (*Salix caprea* L.),

přístupuje se k jejich redukci. Jestliže je nárost mezernatý, je vhodné mezery vyplnit skupinovitou výsadbou listnatými dřevinami, a to bukem lesním (*Fagus sylvatica* L.) či dubem (*Quercus sp.*). Zvyšuje se tak meliorační funkce porostu (SLODIČÁK a NOVÁK 2007).

2.9. Výchova borových porostů

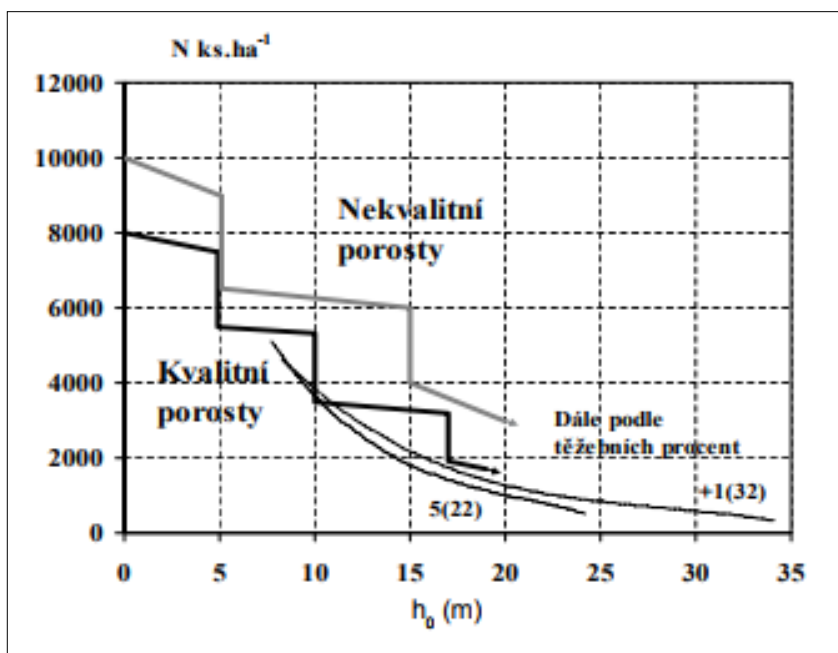
Ekologické nároky a vlastnosti borovice vyžadují odlišný přístup k výchovným zásahům ve srovnání s výchovou smrkových porostů. Oproti smrku reaguje borovice na výchovný zásah pomaleji a obecně nepříliš výrazně. Při příliš intenzivním zásahu může dojít k dlouhodobému poklesu přírůstu i ke ztrátě na celkové objemové produkci (COP) (DUŠEK a kol. 2010). Naopak slabý výchovný zásah zapříčiňuje zhoršení mikroklimatu uvnitř porostu a rychlé zhoršení kvality celého porostu (SLODIČÁK a NOVÁK 2000). V zásadě lze říci, že názory na výchovu borových porostů v důsledku velké rozmanitosti stanovištních podmínek a genetické variability nejsou jednotné, a tedy univerzální model výchovy neexistuje (CHROUST 2002). Nicméně obecně platí, že v rámci prořezávek se přístupuje k negativním zásahům v úrovni a nadúrovni (ŠIMERDA 2002, SVOBODA a kol. 2015), probírky pak bývají prováděny pozitivním výběrem v úrovni (ŠIMERDA 2002), přílišné uvolňování zápoje se však u výchovných těžeb nedoporučuje.

2.9.1. Prořezávky

Dle KANTORA a kol. (2010) musí být výchovné zásahy ve fázi mlazin a tyčkovin velmi mírné proto, aby mohlo docházet k vyvětřování. V rámci výchovy borových porostů považuje SIXTA (1998) zásahy v mlazinách a tyčkovinách za stěžejní. Jelikož ještě není dosaženo vyvrcholení výškového přírůstu, v tomto období lze zlepšit kvalitu odstraňováním přerostlíků a obrostlíků, tj. negativním výběrem v úrovni a nadúrovni (ŠIMERDA 2002, SVOBODA a kol. 2015). Odstraňování podúrovně je považováno za ekonomicky naprosto neefektivní. První prořezávka v borových porostech začíná ve věku 7–10 let při výšce 1,5–2 m, odstraňují se právě přerostlíci a obrostlíci.

Cílem prvního zásahu tedy není redukce počtu jedinců, nýbrž odstranění stromů nekvalitních a rozpínavých. V rámci prořezávky se podporují cenné příměsi MD, BK či DB. Druhá prořezávka je zpravidla podúrovňová, neporušuje příliš hustotu ani zápoj porostu. Prořezávky bývají v intervalech 5–10 let v závislosti od produkčního charakteru stanoviště. Po první prořezávce, tedy odstranění přerostlíků a obrostlíků se opakují ještě 2 – 3 prořezávky (KOVÁŘ a kol. 2013). Naopak SLODIČÁK a kol. (2013) uvádí, že ve fázi zapojujících se mlazin lze pozitivně vývoj borových porostů ovlivnit pouze silnějšími zásahy, tedy kdy má uvolnění zápoje stimulační vliv na tloušťkový přírůst a statickou stabilitu porostů s příznivějším štíhlostním koeficientem.

Ze studie SLOUPA a LEHNEROVÉ (2016) vyplývá, že v porostech z přirozené obnovy je často možné využít vícero možností výchovy, které mohou naplňovat jak požadavky vlastníka, tak požadavky na stabilitu porostu. SLODIČÁK a kol. (2013) dělí výchovu borových porostů na výchovu v porostech kvalitních, méně kvalitních a v porostech s opožděnou výchovou. Způsob výchovy se v těchto 3 typech porostů liší zejména hustotou jedinců v porostu (*Obr. 13*). V kvalitních porostech redukuje počty při prvním zásahu až na 5 500 jedinců/ha, dalším negativním výběrem na 3 500 ks/ha, následným zásahem jsou odstraňováni ustupující jedinci a nemělo by již docházet k porušování zápoje. Oproti kvalitním porostům udržujeme méně kvalitní porosty ve větší hustotě a při prvním zásahu redukuje počty na 6 500 ks/ha. Ve srovnání s kvalitními porosty zůstává v porostech méně kvalitních po navržených zásazích větší počet jedinců. Za borové porosty s opožděnou výchovou se považují ty porosty, v nichž nebyl provedený zásah do zhruba 15 let věku a porostní výšky do 10 m. V tomto věku již z důvodu stability porostu není možné příliš rozvolňovat zápoj, je tedy třeba výchova slabými podúrovňovými zásahy. V geneticky kvalitních porostech je možné pozitivním výběrem v úrovni a nadúrovni postupně uvolňovat vitálnější jedince.



Obr. 13: Počty jedinců (N) v závislosti na výšce porostu (h) pro kvalitní a nekvalitní borové porosty pro +1 (32) a 5 (22) bonitu (zdroj: *Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky*, Černý a kol. 1996).

Nad rámec běžných pěstebních postupů v zapojujících se borových porostech, se v některých případech přistupuje také k vyvětování cílových stromů formou oklestu suchých větví. Tento postup je účelné realizovat pouze tam, kde nehrozí zvýšené nebezpečí poškození ohryzem a loupáním. Vyvětování se obecně provádí nejpozději ve fázi, kdy výčetní tloušťka zaujímá 1/3 cílové tloušťky (tedy 15–20 cm). Suché vyvětování je pak možné kdykoliv, v době vegetační sezóny je pak nutné zabránit poranění kmene (SVOBODA a kol. 2015).

2.9.2. Probírky

Probírky v borových porostech navazují na prořezávky od doby, kdy je dosaženo hmoty hroubí. Prvním probírkám zpravidla předchází rozčlenění porostu 2 – 4 m širokými linkami a vymezení pracovního pole na šířku 40 – 60 m (KOVÁŘ a kol. 2013). Borové probírky se provádějí pozitivním výběrem v úrovni cca 150-200 cílových stromů. Zásahy v podúrovni se neprovádějí, jelikož podúroveň borového porostu je v zástinu sama odstraňována autoredukci, navíc není schopna při dlouhodobé cloně vytvořit po odclonění kýženou jakost (ŠIMERDA 2002). Interval probírek ve starších porostech může být až období jednoho decennia. Borovice jakožto

slunná dřevina nevytváří podružný porost, jelikož stromy v podúrovni rychle zakrňují a odumírají. Při velkém množství světla má sklon k tvorbě silných větví a rozložitých korun (SLOUP a LEHNEROVÁ 2016).

V borových porostech se od stádia tyčkovin začíná vyrovnávat korunová úroveň a vytváří se tak typicky horizontální zápoj (ŠIMERDA 2002). Větší porušení tohoto zápoje a snížení zakmenění způsobuje zhoršení kvality jedinců a snížení přírůstu. Jsou-li přítomny pomocné dřeviny jako například bříza bělokorá, z porostu je neodstraňujeme, nýbrž je ponecháváme pro krycí funkci půdy (KOVÁŘ a kol. 2013). V podúrovni jsou mimo břízy vhodné především stín snášející listnáče (lípa, habr, apod.) (SVOBODA a kol. 2015). Podobně jako u ostatních hospodářských dřevin se k určení výše probírky v borových porostech využívají procenta deceniálních probírek (*Obr. 14*).

Decennální procenta probírek		
Věk	bonita +1-3	bonita 4-7
31-40	18	
41-50	16	16
51-60	15	14
61-70	13	13
71-80	10	10
81-90	10	8
91-100	8	6

Obr. 14: Procenta deceniálních probírek v plně zakmeněných porostech borovice lesní ze zásoby kmenové na sdruženém porostu v závislosti na věku a bonitě porostů (zdroj: www.vulhm.cz).

2.10. Vhodná smíšení a přestavba borových monokultur

MIKESKA (2006) uvádí, že smíšené borové lesy jsou u nás běžné už od preboreálu, a to ve formě boro-březových porostů. V boreálu pak nastoupila fáze světlých borových lesů s lískou. V atlantiku díky klimatickému optimu dochází k rozvoji smíšených lesů s převahou listnáčů a v epiatlantiku se nakonec formují společenstva blízká těm dnešním.

Zdárný vývoj borových porostů často vyžaduje příměs stinných či polostinných dřevin v podúrovni, například: habru, buku či lípy. Dochází tak ke zvyšování stability porostu a vyvětvování vrchní borové etáže (POLENO a VACEK 2009). Pěstování a obnovu borovice s ostatními dřevinami, ať už v podúrovni nebo v úrovni doporučují také HOLUŠA a HOLUŠA (2000) tvrzením, že borovice lesní ve formě smíšení dosahovala a dosahuje vždy nejvyšší kvality. V nesmíšených borových porostech může mít opad degradační vliv na složení a pH půd, a proto je vhodné především listnaté smíšení (PEŘINA a VINTROVÁ 1958). Dalším důvodem pro pěstování smíšených borových lesů, respektive vnášení listnatých dřevin do borových porostů, je změna klimatu a v některých případech neschopnost borovice na tyto změny reagovat (CZEREPKO 2004).

Na chudých vysýchavých stanovištích je nejvhodnější příměs dubu, nejčastěji se jedná o tzv. borové doubravy (CHYTRÝ 2010). V nižších polohách je kromě dubového smíšení vhodná také směs s habrem (VACEK a PODRÁZSKÝ 2006). Od třetího LVS je pak aktuální smíšení s bukem, zde je ale obtížné založit směs současně, jelikož v mládí buk není schopný udržet růstové tempo borovice (DRAGOUN 2016). Na zonálních stanovištích a v rámci sukcese ve fázi přípravného lesa se pak samovolně vyskytuje smíšení s břízou (SUCHOMEL 2014). Dle DRAGOUNA a kol. (2015) se jako nej přirozenější směs jeví borovice s lípou v podúrovni. Tato příměs má podle tohoto autora často prokazatelně pozitivní vliv na výškový přírůst borovice, celkovou zásobu i výčetní tloušťku. KOŠULIČ st. (2008) radí zakládat výsadby borovice lesní vždy s příměsí listnatých dřevin, vedle dubu uvádí konkrétně také příměs olše či osiky.

Vzhledem ke zvyšování teplot v důsledku klimatických změn a posouváním areálu borovice lesní do vyšších poloh (VACCHIANO a MOTTA 2015) je dnes přestavba borových monokultur ve prospěch smíšených porostů obecně rozšířeným trendem v celé střední Evropě. Dle SOUČKA (2006) je nejčastějším postupem přestavby borových porostů podsadba vhodnými dřevinami. Dostatečný průnik slunečního záření a srážek zajišťuje jejich růst i bez výrazných přírůstových ztrát. Na takových stanovištích, kde jsou dostatečné zásoby vody a živin, a borovice zde není v původní dřevinné skladbě, nebývá se změnou druhové skladby závažnější problém. Ve věci přestavby borových porostů je možné uvést jako příklad hospodaření v Polsku, kde přeměny uskutečňují zejména podsadbami buku a jedle nebo také

podsíjemi jedle. Nutno dodat, že důležitým procesem těchto přestaveb je vyřezávání náletových dřevin, jež vytvořili podrost pod přípravnými porosty (KOZEL 2010). Dalším příkladem změny druhového složení je přeměna borových porostů clonným způsobem s kotlíky v severovýchodním Německu. Do dospívajících porostů se vkládají kruhové kotlíky s výsadbou dubu. V okolních borových porostech se uplatňuje přirozená obnova pomocí dalších clonných sečí. V těchto porostech sice borovice v druhové skladbě dominuje, nicméně kotlíky dubu mají potenciál postupně se rozšiřovat (SOUČEK 2006). V ČR probíhá změna druhové skladby například v NP Podyjí, zde například odhadují přestavbu borových porostů skupinovitým výběrem na dobu minimálně 40 let (VRŠKA 2012).

2.11. Tloušťkový přírůst

2.11.1. Obecná východiska

Tloušťkovým přírůstem rozumíme zvětšení tloušťky stromu za určitou časovou periodu. Jestliže je touto periodou jedno vegetační období, pak hovoříme o běžném tloušťkovém přírůstu, pokud se jedná o přírůst v rámci několika vegetačních období, jedná se o tloušťkový přírůst periodický. Další používaný typ přírůstu je přírůst průměrný, který informuje o podílu dané růstové veličiny za určité časové období připadající průměrně na jeden rok (ŠEBÍK a POLÁK 1990).

Na tloušťkový přírůst dřevin má vliv mnoho faktorů, například SCHWEINGRUBER (1996) tyto faktory dělí na:

- biotické
- abiotické
- vnitřní (genetické)

Mezi biotické faktory lze zařadit zejména napadení hmyzími škůdci, a to: hmyzem živícím se v lýku dřevin či živícím se dřevem a hmyzem poškozujícím asimilační aparát (FRELICH 2002). Dalším významným biotickým faktorem je výskyt houbových

patogenů či okus a ohryz zvěří (KROUPOVÁ a VINŠ 1999). Nejdůležitějšími abiotickými faktory, které se projevují na tloušťce stromového jedince v rámci celé tloušťky nebo určité letokruhové sekvence, jsou rychlost a proudění větru, často reprezentované vichřicemi (JONES a BOWLES 2012) či přítomnost lesního požáru v minulosti (DROSSEL a SCHWABL 1992), dostupnost živin, půdní vlhkost a vodní režim v porostu (SLAVÍKOVÁ 1986), teplota ovzduší a sluneční záření, které je původcem fotosyntézy (KULHAVÝ a kol. 2003).

Jev zvýšené přírůstové reakce jedinců nastávajících a starších kmenovin na základě uvolnění označujeme jako světlostní přírůst (SIMON a VACEK 2008), snažíme se ho dosáhnout v rámci tzv. přírůstového hospodářství, do kterého lze svým způsobem zařadit jak pěstování borových výstavek, tak proředění porostu v rámci clonosečného způsobu obnovy (FIŠERA 2000).

2.11.2. Reakce borovice na uvolnění

Borovice na uvolnění zápoje reaguje odlišně v různém stáří. V mladém věku pod clonou mateřského porostu, prochází tloušťkový přírůst často významným tlumením, avšak po odclonění dochází u těchto jedinců k výraznému zvýšení tloušťkového přírůstu. Růstový výkon tak dosahuje srovnatelných výsledků jako stejně stará borovice na holoseči, v některých případech ji dokáže i přerůst (KOŠULIČ 2004).

Obecně lze říci, že dřeviny stín snášející v dospělosti reagují na uvolnění výrazněji nežli dřeviny světlomilné (SIMON a VACEK 2008, SVOBODA a kol. 2015). O reakci dospělých jedinců borovice na uvolnění z konkurence se toho dosud ví velmi málo. V rámci starších porostů borovice ve srovnání se smrkem na uvolnění zápoje reaguje zvýšením tloušťkového přírůstu v menší míře. Přesto však po zásahu bývá zaznamenáván vyšší tloušťkový přírůst ponechaných jedinců borovice, zejména pak ve spodní části kmene (VALINGER 1992). Ačkoli je borovice, podobně jako dub, výrazně světlomilná dřevina, ve starším věku reaguje na uvolnění prokazatelně menším tloušťkovým přírůstem nežli dub (KADAVÝ 2009). Nicméně BEBBER a kol. (2004) tvrdí, že dospělé stromy například borovice vejmutovky (*Pinus strobes L.*) na provedený těžební zásah reagují výrazným tloušťkovým přírůstem. Někteří autoři (VALINGER 1992, SOUČEK 2006) však hovoří o pozitivní reakci na uvolnění

i u borovice lesní. SVOBODA a kol. (2015) pak upozorňují na to, že uvolněním borovice lesní až do formy výstavku lze díky světlostnímu přírůstu docílit cenných silných sortimentů. Možnost reakce na uvolnění je v prvopočátku mimo větší oslunění koruny dána zejména zásobením vodou. Na sušších stanovištích se tedy projeví nižší tloušťkový přírůst (DRAGOUN a kol. 2015).

2.12. Dendrochronologie

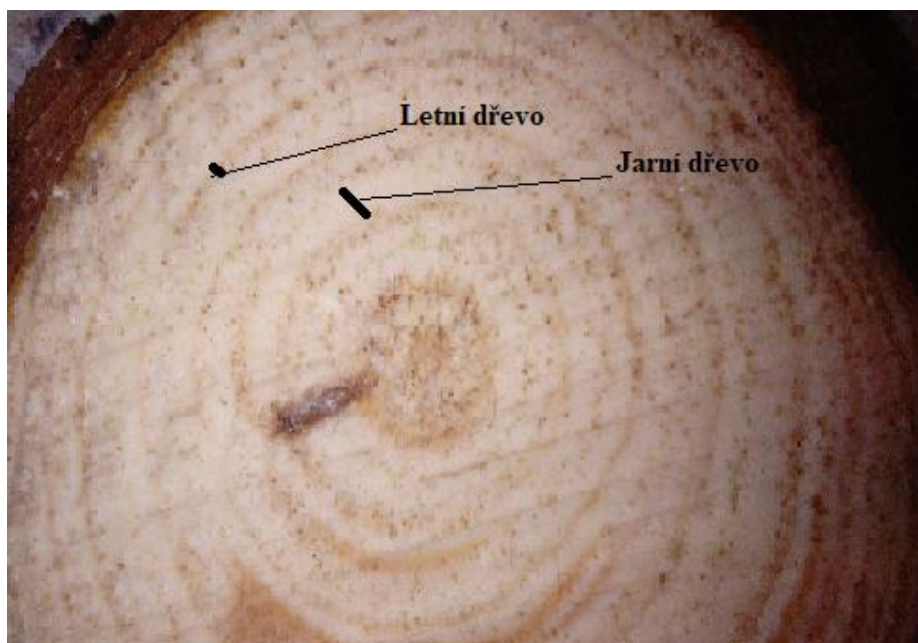
Dendrochronologie je vědecká disciplína zabývající se studiem letokruhů: jejich analýzou a datováním ročních přírůstů (FRITTS 1971, COOK a KAIRIUKSTIS 1990). Pojem dendrochronologie pochází z řečtiny spojením slov: dendron (strom), chronos (čas) a logos (nauka) (MÁNEK 1999).

2.12.1. Letokruhy

Letokruhy jsou jednotlivé radiální přírůsty dřeva ve vegetačním období roku vytvořené dělivými buňkami kambia. Vznikají přerušením právě tloušťkového (radiálního) růstu v době vegetačního klidu dřeviny (GANDELOVÁ a kol. 2002).

U dřevin rostoucích v podmínkách s výraznou sezonalitou podnebí se letokruh skládá ze dvou odlišných typů dřeva. Nejlépe jsou rozlišitelné letokruhy jehličnanů, kde se tvoří stále stejný typ buněk, jejichž forma se mění během vegetační sezóny. Nejprve vzniká tzv. jarní dřevo, složené z širokých tenkostěnných tracheid, ke konci vegetačního období pak tzv. letní dřevo, kde jsou tracheidy tlustostěnné a zploštělé. Díky této anatomii má tak letní dřevo vyšší hustotu než dřevo jarní a je obecně tmavší barvy, nicméně podíl jarního dřeva bývá oproti podílu letního dřeva nižší (SCHWEINGRUBER 2007). Letokruhy jsou typické pro oblasti temperátní či boreální zóny, v oblastech se stacionárním klimatem, především v tropech s nepřerušovanou vegetační dobou, se radiální přírůst vyznačuje souvislou kontinuitou, tudíž dřeviny obvykle letokruhy nevytváří (COOK a KAIRIUKSTIS 1990).

Jako jehličnan má borovice dřevo tvořené zejména z tracheid, které vytváří pravidelné radiální řady. Převažuje zde jarní dřevo. Na letokruzích borovice jsou jasně patrné ostré přechody mezi jarním a letním dřevem (*Obr. 15*), tvoří také pryskyřičné kanálky orientované vertikálně i horizontálně (LEHEČKOVÁ 2013).



Obr. 15: Jarní a letní dřevo borovice lesní (foto: Brichta J., 2018).

2.12.2. Výsledky a dělení dendrochronologie

Dendrochronologie studuje události v čase, které jsou zaznamenány v rámci struktury jednotlivých letokruhů. Jediný strom tedy může poskytovat záznamy o událostech z celé historie svého života. Dendrochronologická analýza nejčastěji odhaluje informace o teplotách, srážkách, rozvolnění zápoje, sesuvech půdy, o hmyzích a větrných kalamitách nebo lesních požárech (KNÍŘ 2016). Touto analýzou lze tedy zjistit především konkrétní rok, ve kterém došlo k významné události, její intenzitu či periodicitu určitých disturbancí (ČERVENÝ 2013).

Dle účelu využívání letokruhových dat, se dendrochronologie dále dělí do několika podoborů: dendroklimatologie, dendroekologie, dendrogeomorfologie, dendrohydrologie a dendroarcheologie (DRÁPELA a ZACH 1995, SPEER 2010). V rámci dendroklimatologie jsou letokruhové série využívány k rekonstrukci klimatických procesů v minulosti. Výsledkem mohou být informace o klimatických změnách

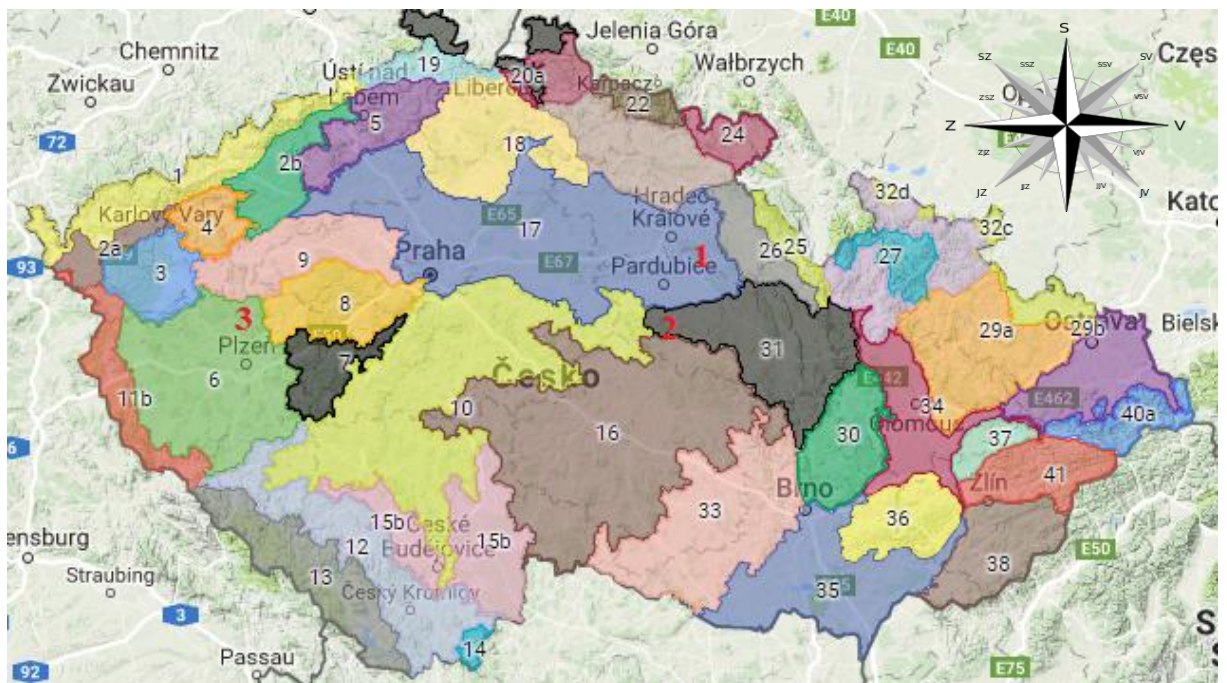
či budoucí prognózy klimatu (KNÍŘ 2016). Dendroekologie se zabývá vlivem prostředí na tvorbu letokruhů. Na základě letokruhových sérií je možné zpětně identifikovat některé faktory prostředí a určit, zda měly či neměly zásadní vliv na tvorbu letokruhu v daném časovém úseku. Pro potřeby hospodářské lze například v konkrétních letech zjistit produktivitu daného stanoviště, porostu či jednotlivého jedince (SPEER 2010). Vliv pohybu země (svahové sesuvy, vulkanické erupce, apod.) studuje dendrogeomorfologie. Procesy vyvolané zejména gravitací či sopečnou činností, mohou zapříčinit naklánění stromu k jedné straně, reakce bývá zaznamenána v letokruzích například v podobě reakčního dřeva (STOFFEL 2006). Dendrohydrologie se v rámci letokruhových sérií zabývá rekonstrukcí změn toku řek, hladin jezer či tůní (SPEER 2010). Při datování dřevěných archeologických nálezů je používána dendroarcheologie, díky které je možné určit stáří dřevěných uměleckých předmětů, historických dřevěných staveb či hudebních nástrojů (WIGHT a GRISSINO-MAYER 2009).

3. METODIKA

3.1. Popis lokalit

Studie byla provedena ve 22 porostech v rámci 3 lesních správ na majetku státního podniku Lesy ČR, a sice: LS Choceň, LS Nasavrky a LS Plasy. Z těchto 3 lesních správ byly dále vybrány dohromady 4 revíry. V oblasti LS Choceň bylo měřeno na dvou revírech: Kunětická hora a Choceň, které spolu sousedí a jsou si podobné způsobem hospodaření i přírodními podmínkami, a proto jsou popisovány dohromady. V rámci LS Nasavrky bylo měřeno na revíru Slatiňany a v oblasti LS Plasy na revíru Špankov.

Jednotlivé revíry se obdobně vyznačují vysokým zastoupením borových porostů, ale nacházejí se v různých přírodních lesních oblastech (PLO). Pro revíry Kunětická hora a Choceň je to PLO 17 – Polabí, pro r. Slatiňany zejména PLO 31 – Českomoravské mezihoří a pro r. Špankov pak PLO 6 – Západočeská pahorkatina (Obr. 16).



Obr. 16: Mapa PLO ČR, 1 – LS Choceň, 2 – LS Nasavrky, 3 – LS Plasy (zdroj: www.uhul.cz).

3.1.1. Revíry Kunětická hora a Choceň

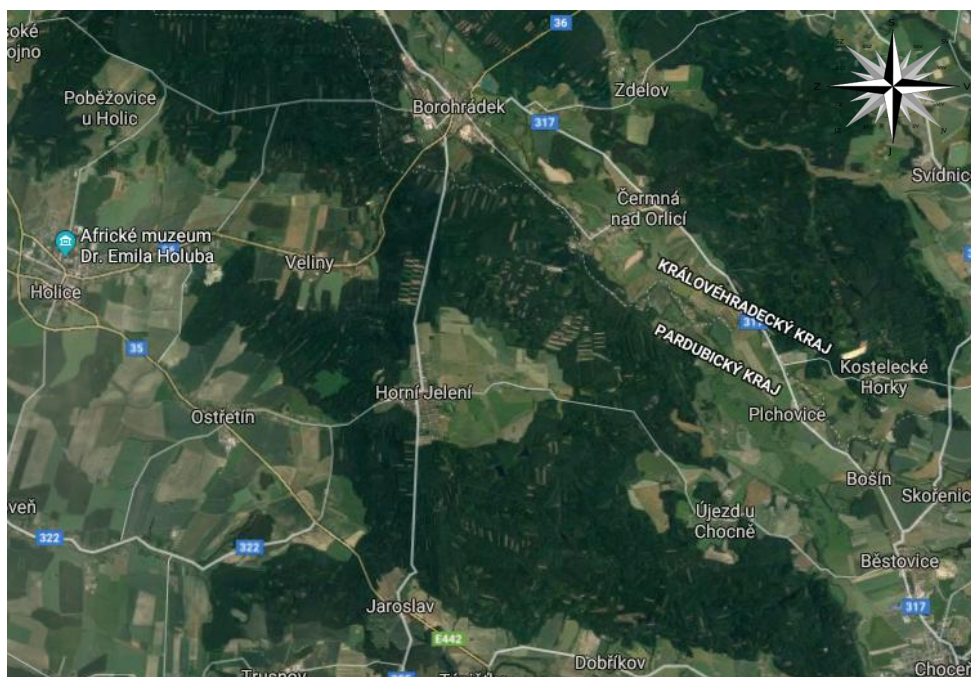
Oba tyto revíry spadají do PLO 17 (Polabí), a jsou situovány v západní části LS Choceň (*Obr. 17*). Lokality se nachází ve výšce 220–330 m n.m. s průměrnou roční teplotou 7–9 °C a průměrnými ročními srážkami 500–700 mm. Dle tzv. Quittovy klimatické stupnice lze oblast zařadit do klimatického regionu T4 (teplé) (*Tab. 3*).

Tab. 3: Klimatická charakteristika rajonu T4 (zdroj: QUITT 1971)

Počet letních dní	60–70
Počet mrazových dní	100–110
Průměrná teplota v lednu (°C)	-2,5
Průměrná teplota v červenci (°C)	19–20
Srážkový úhrn ve vegetačním období (mm)	300–350
Srážkový úhrn v období vegetačního klidu (mm)	200–300
Počet dní jasných	110–120
Počet dní zatažených	50–60

V rámci těchto revírů je borové hospodaření stěžejní a borovice je zastoupena zhruba 45 % plošným podílem. Lesní hospodáři se zde snaží využívat přirozené obnovy, a to jak pod clonou mateřského porostu, tak na holých plochách pomocí semenných výstavků. Podíl přirozené obnovy se pohybuje okolo 30 %.

Typologické poměry jsou v této oblasti různorodé, setkáme se zde se stanovišti ekologické řady živné, kyselé, oglejené a s přirozenými borovými stanovišti. Nicméně nejvíce zastoupenými jsou kyselá a přirozená borová stanoviště. Nejvíce zastoupenými CHS jsou zde HS 23 – kyselá stanoviště nižších poloh.



Obr. 17: Lokalizace revírů Kunětická hora a Choceň (zdroj: www.google.cz).

3.1.2. Revír Slatiňany

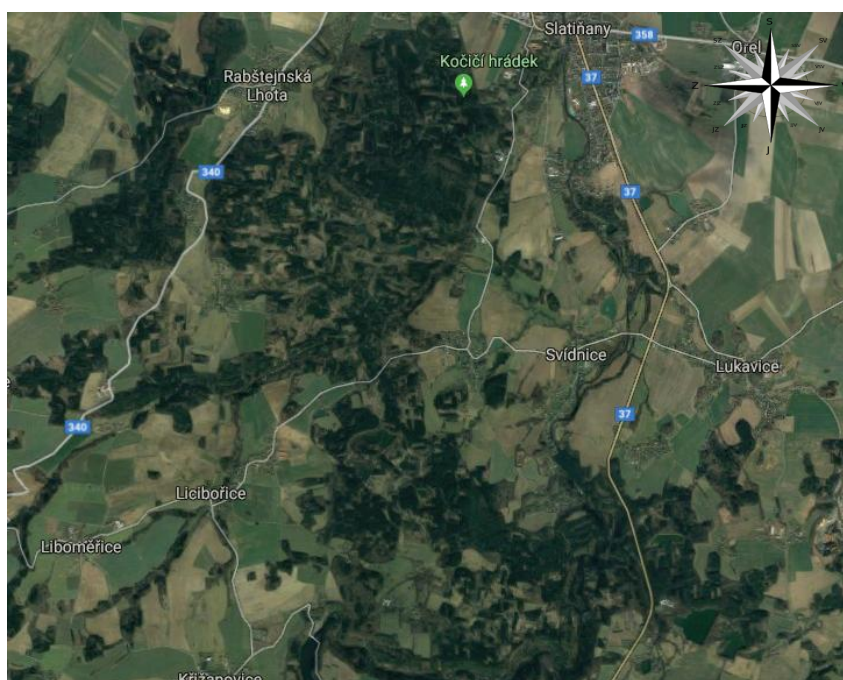
Podstatná část tohoto revíru náleží do PLO 31 (Českomoravské mezihoří), malá část pak v severní části revíru do PLO 17 (Polabí) a v západní části do PLO 10 (Středočeská pahorkatina). Revír je situován v severní části LS Nasavrky, nedaleko obce Slatiňany (*Obr. 18*). Oblast se nalézá ve výšce 400–450 m n.m. Krajina má charakter pahorkatiny, která se směrem k jihu pozvolna zvedá. Průměrná roční teplota zde činí 7–9 °C s průměrným úhrnem srážek 600–700 mm. Dle Quittovy klimatické stupnice lze oblast zařadit do klimatického regionu MT10 (mírně teplá) (*Tab. 4*).

Tab. 4: Klimatická charakteristika rajonu MT10 (zdroj: *QUITT 1971*)

Počet letních dní	40–50
Počet mrazových dní	110–130
Průměrná teplota v lednu (°C)	-2,5
Průměrná teplota v červenci (°C)	17–18
Srážkový úhrn ve vegetačním období (mm)	350–400
Srážkový úhrn v období vegetačního klidu (mm)	200–250
Počet dní jasných	120–150
Počet dní zatažených	40–50

Borové hospodaření k této lokalitě neodmyslitelně patří, není ale tak významné jako na předchozích dvou revírech. Borovici se zhruba 20 % zastoupením výrazně převyšuje smrk, který tvoří 52 % podíl. Cílem zdejšího lesního hospodáře je přirozená obnova, nicméně na většině stanovišť se jí díky častému zabuření nedaří realizovat. Typologické poměry jsou zde velice pestré, porosty se nalézají v rámci všech ekologických řad, vyjma extrémní a rašelinné. Tato variabilita je dána zejména charakterem pahorkatiny. Vedle písčitých, hlinitopísčitých a hlinitých půd, jsou zde častými úkazy půdy nevyvinuté, často kamenité, v blízkosti vodotečí a lokalit se stagnující vodou pak půdy glejové či pseudoglejové. Nejvíce zastoupenými CHS jsou zde HS 43 – kyselá stanoviště středních poloh (MORCH 2013).

Zajímavostí a zároveň hlavním důvodem existence uvolněných dospělých jedinců borovice na revíru Slatiňany, je větrná kalamita Ivan z roku 2008, která zde zapříčinila rozvrácení 170 ha lesa. Ještě téhož roku se započala těžba poškozených porostů a nahodilá těžba dosáhla 53 800 m³. Následující rok postihla území kůrovcová kalamita a nahodilá těžba činila 35 000 m³. Za roky 2008 a 2009 bylo tedy na jediném revíru těženo 88 800 m³ nahodilé těžby (MORCH 2013). Na pokalamitních holinách byly ponechány výstavky borovic a modřínů zejména proto, aby podpořili umělou obnovu. Některá místa se ale pod borovými výstavky a za podpory stěn mateřských porostů podařilo zalesnit bez nutnosti umělé obnovy i zde na revíru.



Obr. 18: Lokalizace revíru Slatiňany (zdroj: www.google.cz).

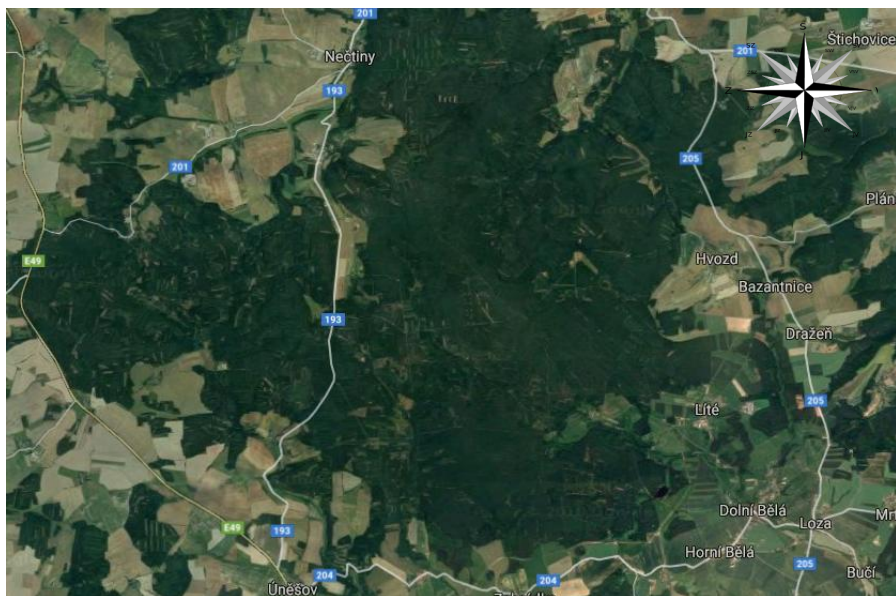
3.1.3. Revír Špankov

Revír Špankov se nachází v PLO 6 (Zápodočeská pahorkatina) v západní části lesní správy Plasy nedaleko obce Špankov a Lité (Obr. 19). Revír je situován ve výšce 550–650 m n.m. Průměrná roční teplota se zde v závislosti na nadmořské výšce pohybuje v rozmezí 6,5–8 °C, roční úhrn srážek v intervalu 550–650 mm. Dle Quittovy klimatické stupnice lze oblast zařadit do klimatického regionu MT3 (mírně teplá) (Tab. 5).

Tab. 5: Klimatická charakteristika rajonu MT3 (zdroj: QUITT 1971)

Počet letních dní	20–30
Počet mrazových dní	130–160
Průměrná teplota v lednu (°C)	-3,5
Průměrná teplota v červenci (°C)	16–17
Srážkový úhrn ve vegetačním období (mm)	450–500
Srážkový úhrn v období vegetačního klidu (mm)	250–300
Počet dní jasných	150–160
Počet dní zatažených	40–50

Současná dřevinná skladba revíru vykazuje 89 % jehličnatých a 11 % listnatých dřevin, jasně zde dominuje borovice s podílem 52 %. Tento podíl je dán zejména ekologickým optimem borovice - velká část revíru spadá do CHS 13 – přirozená borová stanoviště. Zdejší lesní hospodář ve velké míře pracuje s přirozenou obnovou borovice, jako hlavní výhodu přirozené obnovy vnímá například snížené škody zvěří.



Obr. 19: Lokalizace revíru Špankov (zdroj: www.google.cz).

3.2. Sběr dat v terénu

Data byla pořizována v terénu v rámci jednotlivých porostů a byla zjišťována pro konkrétní jedince. Měřený jedinec byl vybírán na základě následujících parametrů: dimenzí či známého věku (vysokému rozdílu parametrů v porovnání s porostní skupinou na stejném místě) a na základě míry ovlivnění v koruně jedinci podobných parametrů. Výběr jedinců byl výlučně zaměřen na výstavky v nárostech / kulturách či v porostech s již stabilní spodní etáží.

3.2.1. Nástroje pro sběr dat a vzorků

Při terénním měření bylo použito několik nástrojů pro sběr dat (*Obr. 20*):

1. Presslerův přírůstový nebozez a pouzdra na ukládání vzorků
2. Laserový výškoměr Nikon Forestry Pro
3. Obvodové/průměrové pásma (5 m)
4. Kapesní nůž, kompas a kancelářské potřeby
5. Štěpařský vosk



Obr. 20: Některé použité nástroje pro terénní práce (foto: Brichta J., 2018).

3.2.2. Pracovní postup

Po lokalizaci dotyčného porostu dle porostní mapy byl vyhledán konkrétní výstavek. Daný výstavek byl lesnickým sprejem označen pořadovým číslem jedince v porostu. Okulárním odhadem byl určen zdravotní stav stromu a případné odchylky (lizina po těžbě pryskyřice, zlom v koruně, apod.) byly zaznamenány v poznámkovém bloku. Stejnou metodou byla určena foliace koruny (s přesností na 5 %). Pomocí obvodového pásma byla zjištěna tloušťka v prsní výšce (s přesností na 1 mm). Pásmem byla zjišťována šířka koruny ke světovým stranám určených kapesním kompasem (s přesností na 0,1 m). Laserovým výškoměrem byla nejprve změřena výška stromu (s přesností na 0,1 m), výška nasazení živé koruny (s přesností na 0,1 m) a výška nasazení suché koruny (s přesností na 0,1 m).

Po zaznamenání naměřených hodnot byl proveden vývrt Presslerovým přírůstovým nebozezem v prsní výšce, vedoucí kolmo na tečnou rovinu stromu do jeho středu. Získaný vývrt byl vlepen do dřevěného zásobníku a očíslován příslušným pořadovým číslem. Nakonec byla rána po vrtu ošetřena štěpřským voskem. Obdobný postup byl použit pro všechny měřené jedince.

3.3. Zpracování dat

3.3.1. Dendrochronologická analýza

Nástroje a materiály pro měření

Celé zařízení, které se k základnímu měření použilo, bylo složeno z 3 částí: posuvný měřicí stůl, stereolupa vybavená nitkovým křížem a datovací software TSAP-Win.

V rámci dendrochronologické analýzy bylo použito:

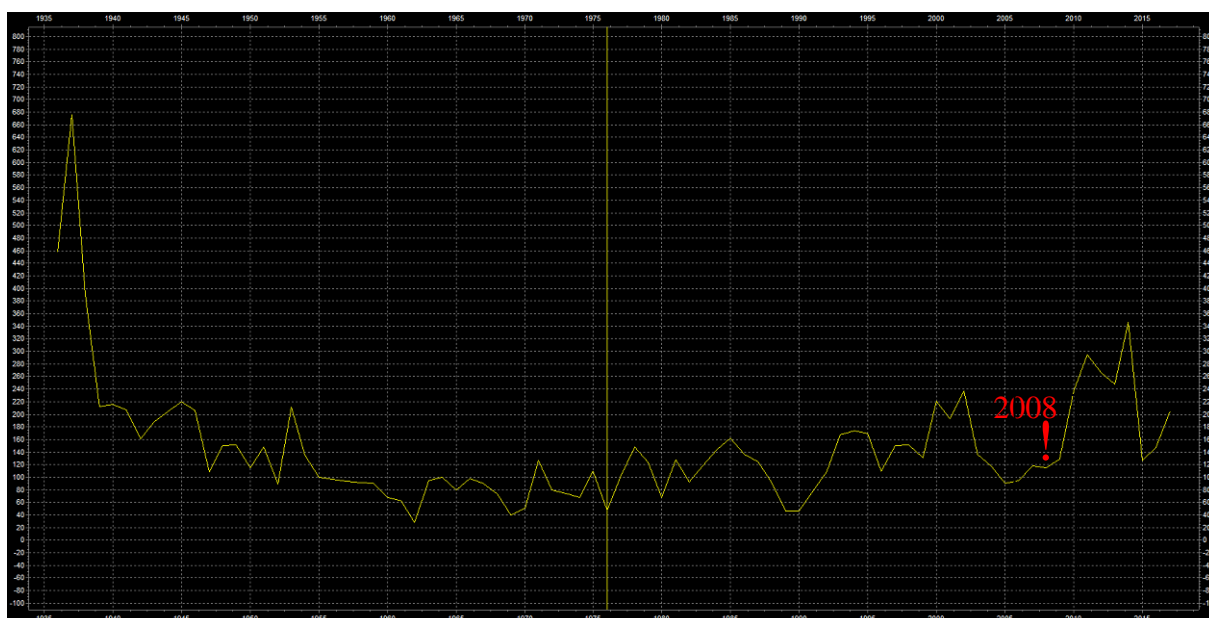
1. Měřicí stůl RINNTECH LINTAB™
2. Stereolupa OLYMPUS SZ51
3. Lampa
4. Softwary: TSAP-Win, Cdendro, R1, MS Excel

5. Kancelářské potřeby a brusné papíry

6. Zásobníky se vzorky

Ještě před započítím samotného měření byly vzorky zbroušeny brusnými papíry několika různých hrubostí. Napřed byl vzorek broušen hrubými papíry, poté jemnými (zrnitosti až 400), aby byl zajištěn lesk letokruhů a daly se tak snadněji identifikovat. Vzorky upravené broušením již bylo možné měřit, tj. provést základní datování.

K základnímu datování byla použita kombinace měřicího stolu, stereolupy a softwaru TSAP-Win (*Obr. 21*). Tloušťky jednotlivých letokruhů byly stanoveny s přesností na 0,01 mm.



Obr. 21: Příklad křivky tlouštěk konkrétního vývrtné uvolněného v roce 2008 (foto: Brichta J., 2017).

Po provedení základního datování pomocí programu TSAP-Win byla data opravena v softwaru Cdendro o přebytečné letokruhy způsobené dvojklikem myši či ojediněle doplněna o chybějící letokruh vinou špatně viditelného potlačeného letokruhu. Data nebyla upravena funkcí detrend, tedy nedošlo k odstranění věkového trendu.

Data opravených letokruhových sérií byla prostřednictvím programovacího jazyka v matematickém softwaru R1 převedena do textových souborů, následně pak do jednotlivých tabulek v MS Excel.

3.3.2. Charakteristiky výstavků na jednotlivých lesních správách

V programu Microsoft Excel byl nejprve rozdílem zjištěn věk uvolnění jednotlivých jedinců, způsobem:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}$$

\bar{X} - průměrný věk pro LS

x – věk stromu v době uvolnění

n = počet vzorků na LS

Z předchozích hodnot byla rozdílem aktuálního věku - věku v době uvolnění, zjištěna průměrná doba, před kterou došlo k uvolnění borovic na jednotlivých lesních správách.

Z naměřených výšek byly opět v programu Microsoft Excel vypočteny průměrné hodnoty pro: výšku stromu, výšku nasazení koruny a výšku nasazení suché koruny, a to pro každou lesní správu. Dále byla pro zmíněné výšky určena střední hodnota (medián):

$$Med(x) = \frac{X_{n/2} + X_{(n+2)/2}}{2}$$

$Med(x)$ – střední výška na LS

x - výška stromu

n – počet vzorků na LS

Na základě zjištěných tloušťek zájmových jedinců z terénu, byla v programu RStudio pomocí analýzy variance (ANOVA) vyčíslena průměrná tloušťka měřených borovic pro každou lesní správu.

Pomocí aplikace na kubírování stojícího stromu, vycházející ze soustavy česko-slovenských objemových tabulek dřevin dle PETRÁŠE a PAJTÍKA (1991), byl zjištěn objem každého jednotlivého stromu bez kůry. Pro různé druhy stanovišť, v rámci kterých bylo měření prováděno (přirozená borová, kyselá, živná a oglejená stanoviště), byla v rámci analýzy variance vypočtena průměrná hmotnatost.

Rozdílem hodnot výšky stromu – výšky nasazení koruny, byla zjištěna délka koruny pro každý strom. Z rozpětí koruny ke světovým stranám byl pro každý strom vyčíslen poloměr koruny (r). Dále byla se zohledněním foliace (olistění) vypočtena plocha (oplaštění) koruny jako povrch rotačního jehlanu bez jeho podstavy.

3.3.2.1. Posouzení reakce

Pro zjištění reakce na uvolnění byla u všech 104 vzorků porovnána průměrná šířka letokruhu za periodu 10 let před uvolněním a 10 po uvolnění (včetně roku uvolnění). Byl-li rozdíl průměrné šířky letokruhu po uvolnění versus před uvolněním kladný, pak tento jedinec vykázal průměrně větší tloušťkový přírůst po uvolnění. Ze souboru vzorků, u kterých byl na základě rozdílu zjištěn průměrně vyšší roční přírůst, se dále přistoupilo k posouzení hospodářské významnosti hodnoty navýšení přírůstu po uvolnění. Tato hodnota byla předem stanovena na minimálně +10 % oproti průměrnému ročnímu přírůstu periody 10 let před uvolněním. Jestliže bylo dosaženo hodnoty navýšení minimálně o této hranici, byl daný jedinec z hospodářského hlediska hodnocen jako pozitivně reagující na uvolnění.

Statistická významnost reakce na uvolnění byla posuzována párovým Studentovým t -testem pro dva výběry s různým rozptylem, a to na hladině významnosti $\alpha = 0,05$. Testem byla posuzována nulová hypotéza (H_0), tedy že každý strom rostl stejně rychle po uvolnění i před uvolněním. Byl-li výsledek testu (p) pro jednotlivý strom nižší než zadaná hladina α , tj. $p < 0,05$, byla u něj nulová hypotéza vyvrácena s pravděpodobností 95%. U takového jedince byl tedy zjištěn statisticky významný (signifikantní) rozdíl v tloušťce letokruhů po uvolnění versus před uvolněním. U těch jedinců, kteří vykazovali průměrně širší letokruhy po uvolnění se zjištěním statisticky významného rozdílu v přírůstu, byl odvozen status prokazatelně vyššího přírůstu po uvolnění. Naopak u jedinců s nižším přírůstem po uvolnění potvrzeným t -testem, byla tato skutečnost klasifikována jako prokazatelné snížení tloušťkového přírůstu po uvolnění.

V programu RStudio byly v rámci jednotlivých lesních správ pomocí analýzy variance (ANOVA) dále posouzeny rozdíly různých parametrů jedinců se statisticky prokazatelným navýšením tloušťkového přírůstu po uvolnění a jedinců, jež zvýšený

tloušťkový přírůst nevykázali. Jednalo se o: délky korun, opláštění korun a výčetní tloušťky v době uvolnění.

3.3.2.2. Míra reakce

Ze souboru 62 pozitivně reagujících jedinců (s navýšením tloušťkového přírůstu alespoň 10%), bylo vybráno 52, u kterých bylo možné porovnat 10 + 10 periodu (tj. nárůst tloušťky letokruhu v rámci 10 let po uvolnění oproti 10 letům před uvolněním alespoň o 10%). U 10 vzorků nebylo možné měřit sérii 10 let po uvolnění, jelikož tito jedinci byli uvolněni teprve nedávno. Míra navýšení přírůstu byla odvozena na základě rozdílu průměrné šířky letokruhů po uvolnění a před uvolněním. Tloušťky letokruhů před a po uvolnění byly dále přepočteny na změnu výčetní tloušťky stromů za 10 let:

$$Zd_{10} = (\bar{Š}lp_{10} * 2 * 10) - (\bar{Š}lpřed_{10} * 2 * 10)$$

Zd_{10} = změna tloušťky za dobu 10 let,

$\bar{Š}lp_{10}$ = průměrná šířka letokruhu po uvolnění za dobu 10 let,

$\bar{Š}lpřed_{10}$ = průměrná šířka letokruhu před uvolněním za dobu 10 let

Pro účely porovnání objemové produkce byla pro průměrného jedince s hospodářsky významným navýšením přírůstu na LS Choceň s využitím objemových rovnic (PETRÁŠ a PAJTÍK 1991) provedena kalkulace objemového přírůstu za 20 let po uvolnění. S ohledem na věk stromů byl přitom zanedbán přírůst výškový. Porovnáním zvýšeného objemového přírůstu a přírůstu ve stejné výši jako před uvolněním, byla reakce na uvolnění stanovena jako navýšení objemového přírůstu v m³ b.k.

3.3.2.3. Trvání pozitivní reakce na uvolnění

Začátek pozitivní reakce na uvolnění (zvýšeného tloušťkového přírůstu) byl zjištěn ze souboru 36 jedinců, kteří na uvolnění zareagovali alespoň +10 % přírůstem oproti svým průměrným ročním přírůstům za 10 let před uvolněním. U těchto jedinců byl dle evidence znám moment uvolnění. U těch stromů, kde k uvolnění došlo v minulosti přesahující délku trvání 2 decenií (2 LHP), nebylo možné přesně stanovit rok uvolnění

porostu. Předpokládaný moment uvolnění tak byl odvozen na základě věku spodní etáže. Se zohledněním faktoru hospodářského způsobu se u těchto jedinců vzala v úvahu časová rezerva 4 let. Začátek reakce na uvolnění byl určen porovnáním klouzavého průměru ze 3 let pro každý rok po uvolnění oproti prostému aritmetickému průměru tloušťky 10 letokruhů před uvolněním. První rok, kde byla hodnota klouzavého průměru tloušťky po uvolnění vyšší alespoň o 10 % oproti průměrné tloušťce letokruhu před uvolněním a zároveň převyšoval přírůst posledního letokruhu před uvolněním, byl označen za začátek reakce. Jakmile klouzavý průměr klesl pod hranici překročení přírůstu alespoň o 10%, byl tento rok považován za konec reakce na uvolnění, takto byla určena délka reakce. Délka reakce byla zjišťována ze souboru 52 jedinců, kde bylo možné určit konec reakce.

3.3.2.4. Faktory ovlivňující tloušťkový přírůst po uvolnění

Na základě souboru všech 104 získaných vzorků a jejich průměrných hodnot tlouštěk letokruhů 10 let před a 10 let po uvolnění, byly posuzovány závislosti tloušťkového přírůstu na jednotlivých faktorech: vliv stanoviště, vliv oblasti lesní správy, vliv věku, vliv výčetní tloušťky, délce korun, opláštění korun a vliv růstu před uvolněním.

Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstů na stanovišti byla zjišťována v programu RStudio pomocí Kruskal – Wallisova testu (neparametrické alternativy analýzy variance). Vstupními daty byly poměry průměrných šířek letokruhů po uvolnění / před uvolněním pro jednotlivá stanoviště: přirozená borová (CHS 13), kyselá (CHS 23 a 43), živná (CHS 25 a 45) a oglejená stanoviště (CHS 27).

Testování závislosti poměru průměrných tloušťkových přírůstů na oblasti lesní správy, bylo provedeno taktéž v programu RStudio, v tomto případě nicméně analýzou variance (ANOVA). Vybranými daty byly poměry průměrných šířek letokruhů po uvolnění / před uvolněním pro jednotlivé lesní správy.

Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstů na věku jedince byla v programu MS Excel zjišťována pomocí funkce lineární regrese, kde závislými veličinami byly poměry (rozdíly) průměrných tloušťkových přírůstů a nezávislými věky měřených jedinců. Obdobný postup byl použit v případě posouzení závislosti: poměru průměrných tloušťkových přírůstů na výčetních tloušťkách, poměru přírůstů

na délce korun, poměru přírůstů na opláštění korun, rozdílu přírůstů na míře růstu před uvolněním a závislost míry růstu na věku v době uvolnění.

4. VÝSLEDKY

4.1. Zjištěné dendrometrické veličiny

Data byla měřena v rámci 3 lesních správ (LS Choceň, LS Nasavrky a LS Plasy) dohromady z 22 porostů. Naměřeno bylo celkem 120 jedinců, z toho použito 104: pro LS Choceň – 41, pro LS Nasavrky – 33 a pro LS Plasy – 30. Parametry jednotlivých uvolněných jedinců se vztahují jak k porostu, revíru a lesní správě, tak k typologické jednotce, kterou v práci reprezentují stanoviště dle ekologické řady. Měřená data a zjištěné informace se tedy vztahují také k charakteru přítomných stanovišť dle cílových hospodářských souborů: přirozená borová stanoviště (CHS 13), kyselá stanoviště nižších a středních poloh (CHS 23 a 43), živná stanoviště nižších a středních poloh (CHS 25 a 45) a oglejená a chudá stanoviště nižších a středních poloh (CHS 27). Nejvíce vzorků bylo měřeno na kyselých stanovištích, dále na přirozených borových stanovištích, živných a nejméně na stanovištích oglejených (*Tab. 6*).

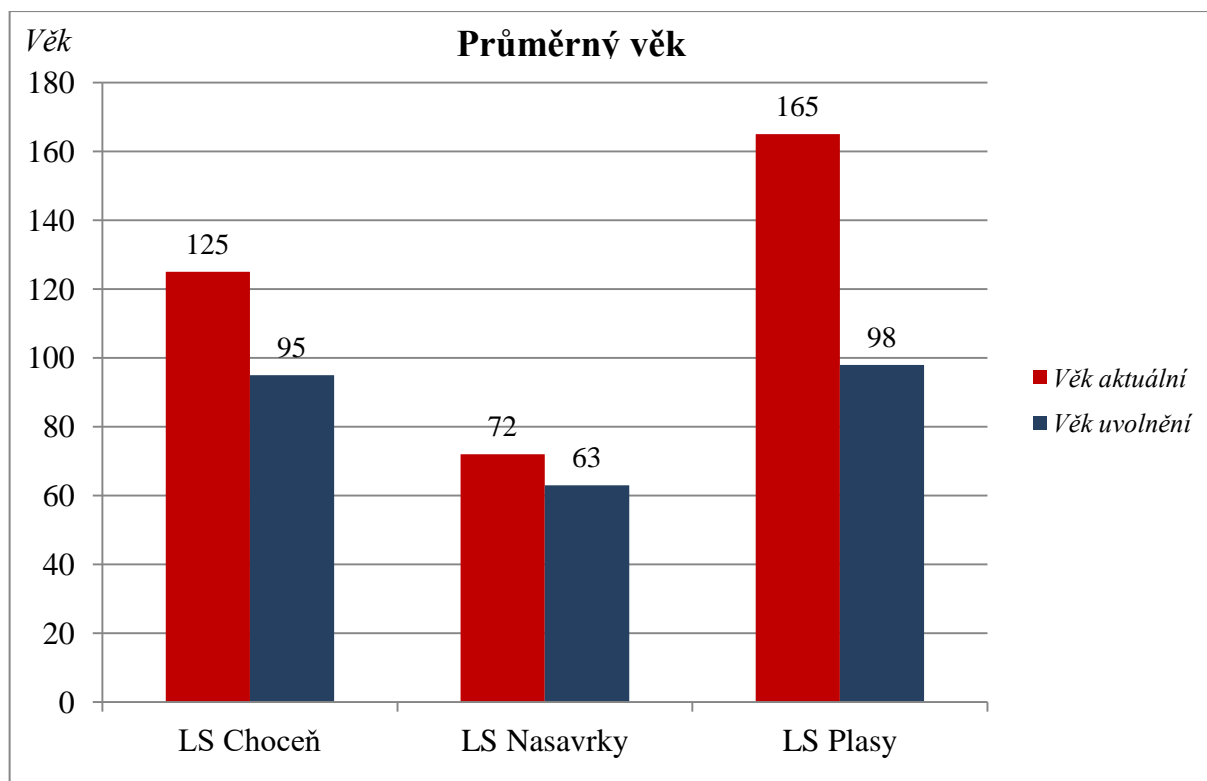
Tab. 6: Rozdělení vzorků dle lesní správy a stanoviště.

Stanoviště	Lesní správa			Celkem
	Choceň	Nasavrky	Plasy	
CHS 13	6	0	30	36
CHS 23 a 43	21	20	0	41
CHS 25 a 45	4	13	0	17
CHS 27	10	0	0	10
Celkem	41	33	30	104

4.1.1. Věk

Na jednotlivých lesních správách byly měřeny borovice různého stáří, a to věku 56–205 let. Aktuální průměrný věk měřených stromů na LS Choceň činí 125 let, na LS Nasavrky 72 let a v rámci LS Plasy pak 165 let. Zároveň bylo zjištěno, v jakém věku jednotlivých stromů docházelo k uvolnění. Věk uvolnění se pohybuje v rozmezí

56–160 let. Průměrný věk jedince v době uvolnění: LS Choceň – 95 let, LS Nasavrky – 63 let, LS Plasy – 98 let (*Graf 1*).

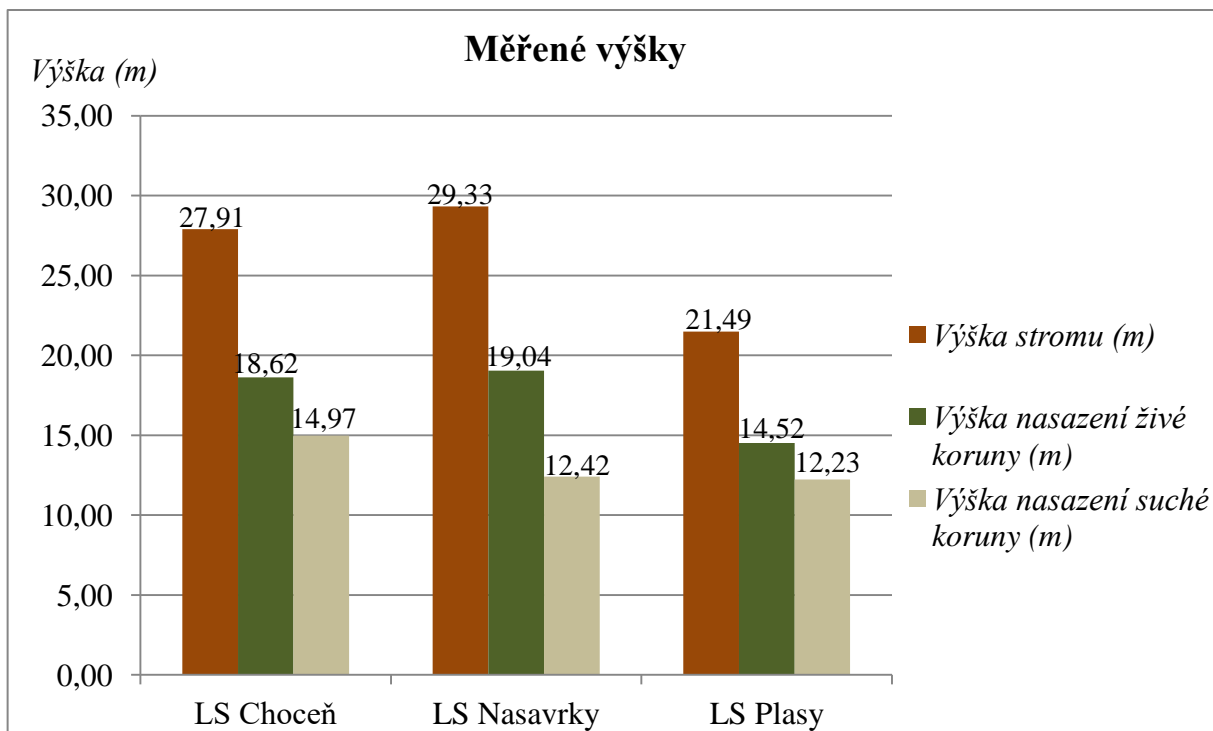


Graf 1: Průměrný věk aktuální a průměrný věk uvolnění měřených jedinců borovice na různých lesních správách.

Nejstarší měřené stromy se nalézají na LS Plasy, zde také dosáhly průměrně nejvyššího věku v době uvolnění. Naopak nejnižších hodnot dosahují jedinci na LS Nasavrky, v porovnání s LS Plasy s téměř polovičním věkem aktuálním. Nicméně právě na LS Nasavrky došlo k uvolnění průměrně před nejkratší dobou (9 let), na LS Choceň před 30 lety a na LS Plasy před 67 lety.

4.1.2. Výšky

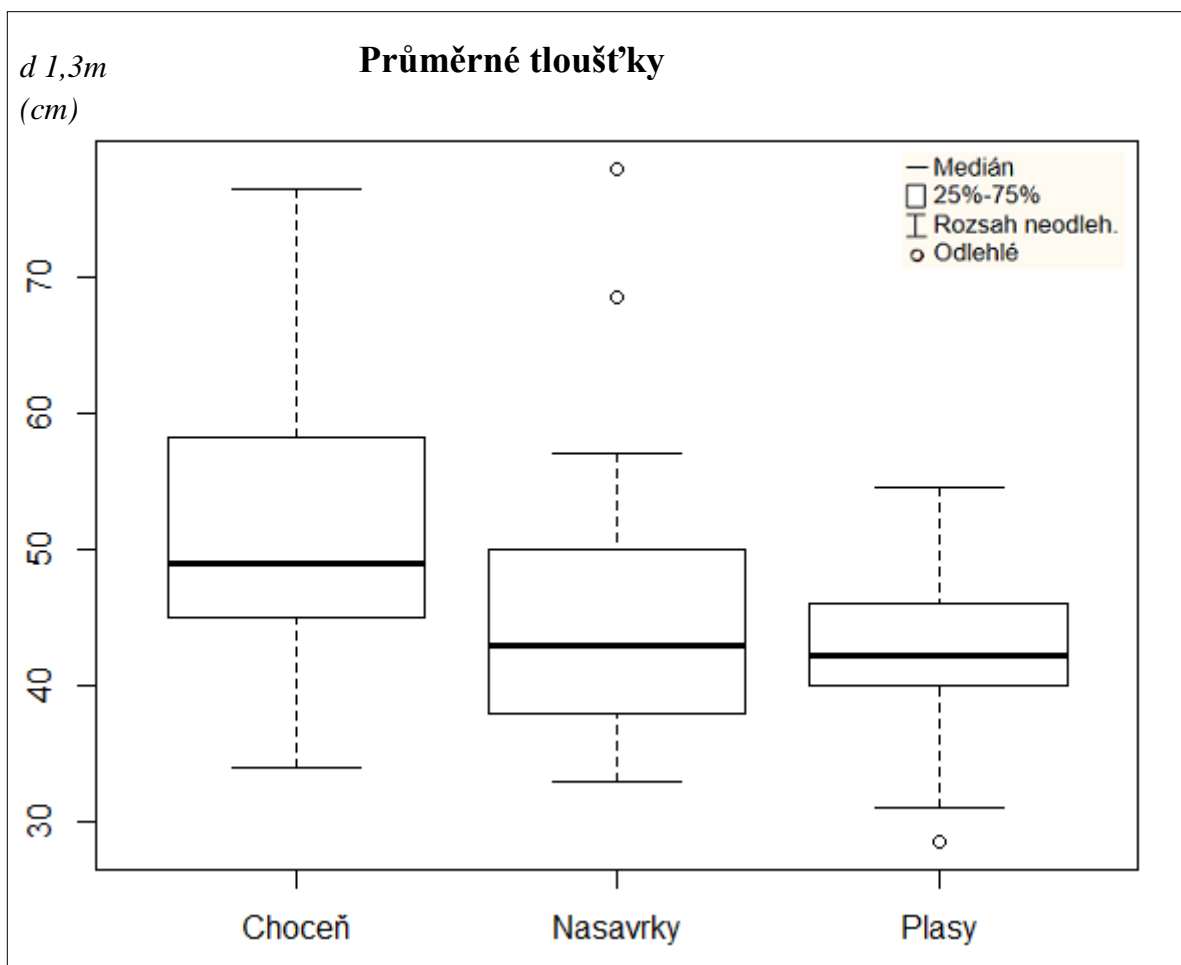
Na dotyčných lesních správách se změřené výšky zájmových jedinců pohybují v rozmezí 17,3–34,4 m, výšky nasazení živé koruny v rozmezí 9,7–25,3 m, nasazení suché koruny pak 5,8–21,2 m. Průměrná výška měřených jedinců na LS Choceň je 27,9 m, nasazení živé koruny – 18,6 m a nasazení suché koruny – 15,0 m, na LS Nasavrky: 29,33; 19,0; 12,4 a na LS Plasy: 21,5; 14,5; 12,3 (*Graf 2*). Průměrně nejvyšší stromy tedy byly zjištěny na LS Nasavrky, naopak nejnižší na LS Plasy.



Graf 2: Průměrné výšky stromů a nasazení suchých a živých korun na jednotlivých lesních správách.

4.1.3. Výčetní tloušťka

V rámci zkoumaných lesních správ se výčetní tloušťky pohybují v rozmezí 28,5–76,5 cm. Průměrná tloušťka měřených stromů na LS Choceň činí 51,2 cm (střední hodnota: 49 cm), na LS Nasavrky – 45,3 cm (43 cm) a na LS Plasy – 42,5 cm (42,3 cm) (*Graf 3*). Ačkoli dle *grafu 2* byly na LS Nasavrky zjištěny nejvyšší jedinci, stromy s největší tloušťkou se v tomto případě nachází na LS Choceň. Stejně jako v případě výšek, jsou i tloušťky nejnižší na LS Plasy.

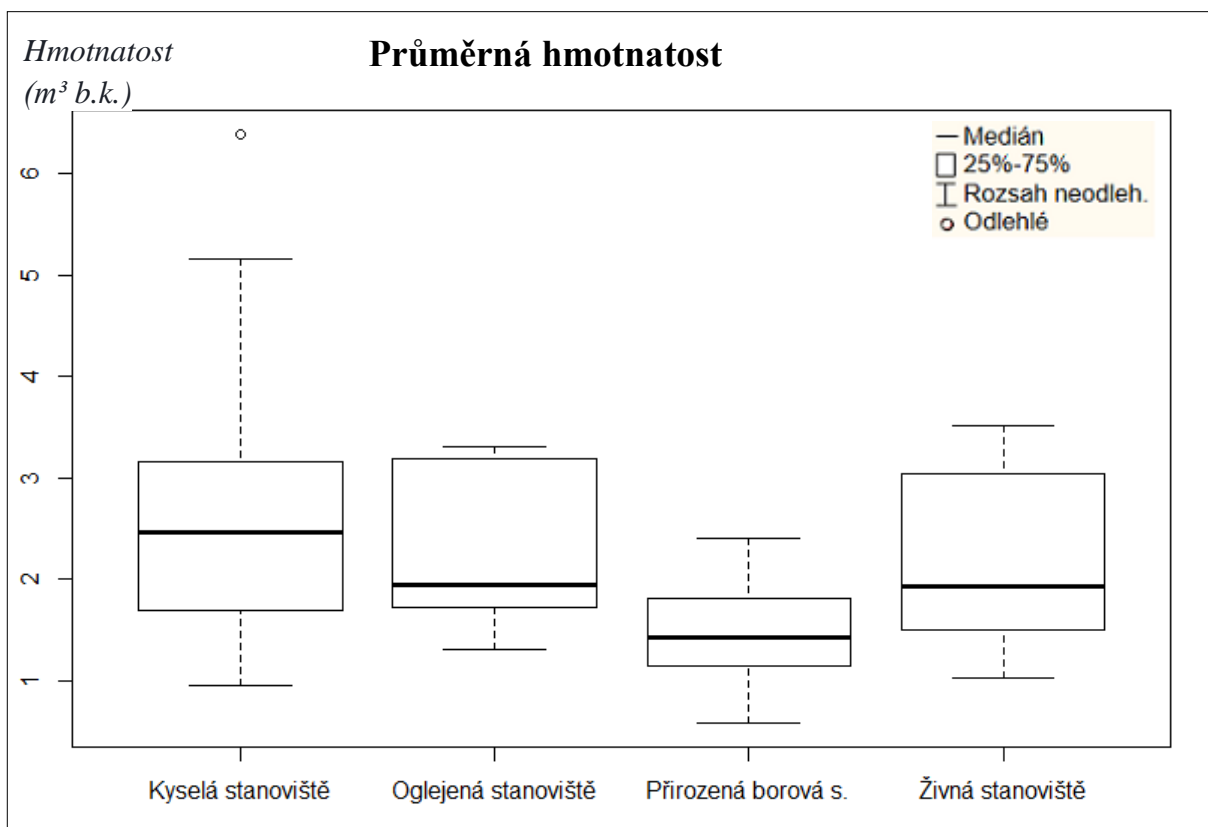


Graf 3: Průměrné výčetní tloušťky měřených jedinců v rámci jednotlivých lesních správ.

4.1.4. Objem hroubí

Na základě výčetní tloušťky a výšky každého měřeného jedince, byl vyčíslen objem hroubí bez kůry (dále jen hmotnatost). Průměrná hmotnatost zájmových stromů z oblasti LS Choceň činí 2,4 m³, na LS Nasavrky – 2 m³ a pro LS Plasy – 1,3 m³. Tento výsledek odpovídá pořadí lesních správ s ohledem na tloušťky dle grafu 3.

Hmotnatost se liší také na odlišných stanovištích dle ekologické řady. Na přirozených borových stanovištích se průměrná hmotnatost rovná 1,3 m³ o stejné střední hodnotě, kyselá stanoviště reprezentuje hmotnatost 2,4 m³ (2,5 m³), živná stanoviště – 2,1 m³ (1,8 m³) a oglejená stanoviště pak – 2 m³ (1,8 m³) (Graf 4).



Graf 4: Průměrná hmotnatost posuzovaných stromů na odlišných stanovištích.

4.1.5. Parametry korun

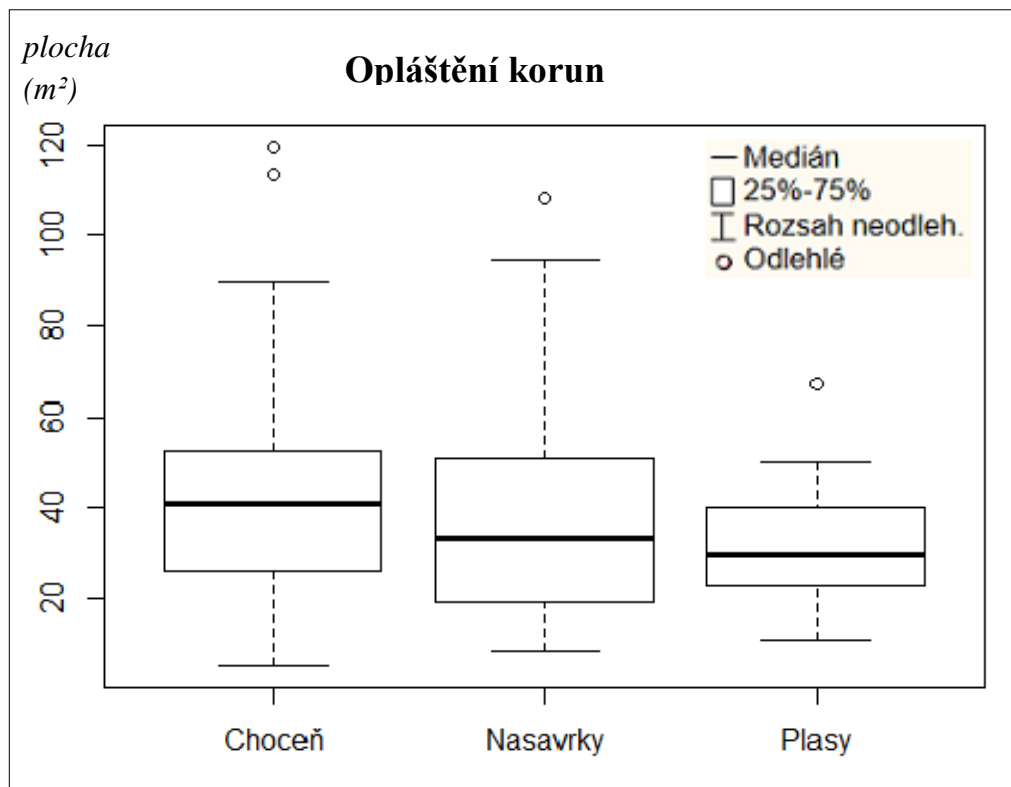
Délky korun jsou různé s ohledem na lesní správy, byly naměřeny v rozmezí 3,9–17,9 m. Průměrná délka koruny zájmových jedinců na LS Choceň činí 9,2 m, na LS Nasavrky – 10,5 a pro LS Plasy – 7,0.

Poloměry (r) byly zjištěny v rozmezí 0,6–4,6 m, tj průměr (d) 1,2–9,2 m. Oproti průměrnému rozpětí korun borovic na LS Choceň a LS Plasy, které dosahují shodného rozpětí (d) 5,3 m, je rozpětí korun na LS Nasavrky nižší – 4,3 m.

Stupeň olistění (foliace) měřených jedinců byl pozorován v rozmezí 35–70 %, pro lesní správy Choceň a Nasavrky bylo zjištěno průměrné olistění 52 % shodně a pro LS Plasy 49 %. Foliace korun je tedy obdobná pro všechny 3 lesní správy.

Hodnoty výsledného opláštění korun jsou pro jednotlivé lesné správy odlišné, bylo zjištěno rozmezí 5,1–119,6 m^2 , nejvyšších hodnot opláštění dosahují borovice na LS Choceň, kde průměrné opláštění činí 43,9 m^2 o střední hodnotě 41,1 m^2 , na

LS Nasavrky – 40,7 m² (33,3 m²), nejnižší hodnoty jsou patrné na borovicích LS Plasy – 31,4 m² (29,7 m²) (Graf 5).



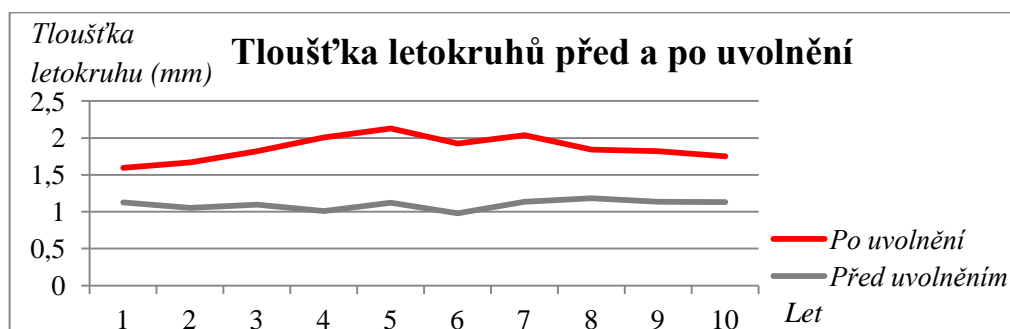
Graf 5: Průměrné opláštění korun pro jednotlivé lesní správy.

4.2. Reakce dospělých jedinců borovice na uvolnění

4.2.1. Podíl reagujících jedinců na celkovém souboru vzorků

Na základě porovnání průměrného tloušťkového přírůstu letokruhů za dobu 10 let před uvolněním a 10 let po uvolnění, vyplývá, že ze 104 zkoumaných jedinců je u 77 z nich patrný vyšší tloušťkový přírůst po uvolnění, 27 jedinců vyšší přírůst po uvolnění nevykazuje. Ze zmíněného souboru 77 stromů, u kterých je patrný vyšší tloušťkový přírůst po uvolnění, dosahuje zvýšení tloušťky letokruhu průměrně 0,6 mm, relativně pak 63 % navýšení oproti průměrnému přírůstu letokruhu v 10 letech před uvolněním. V rámci procentuálního zvýšení tloušťkového přírůstu, se zjištěné hodnoty pohybují od hranice 0,2 % až po 546 % zvýšení přírůstu.

Za hospodářsky významné navýšení přírůstu je zde považována hranice 10 %, které ze souboru 77 dosáhlo 62 jedinců. Průměrné zvýšení tloušťky letokruhů u těchto 62 vzorků dosahuje 80 % (Graf 6).



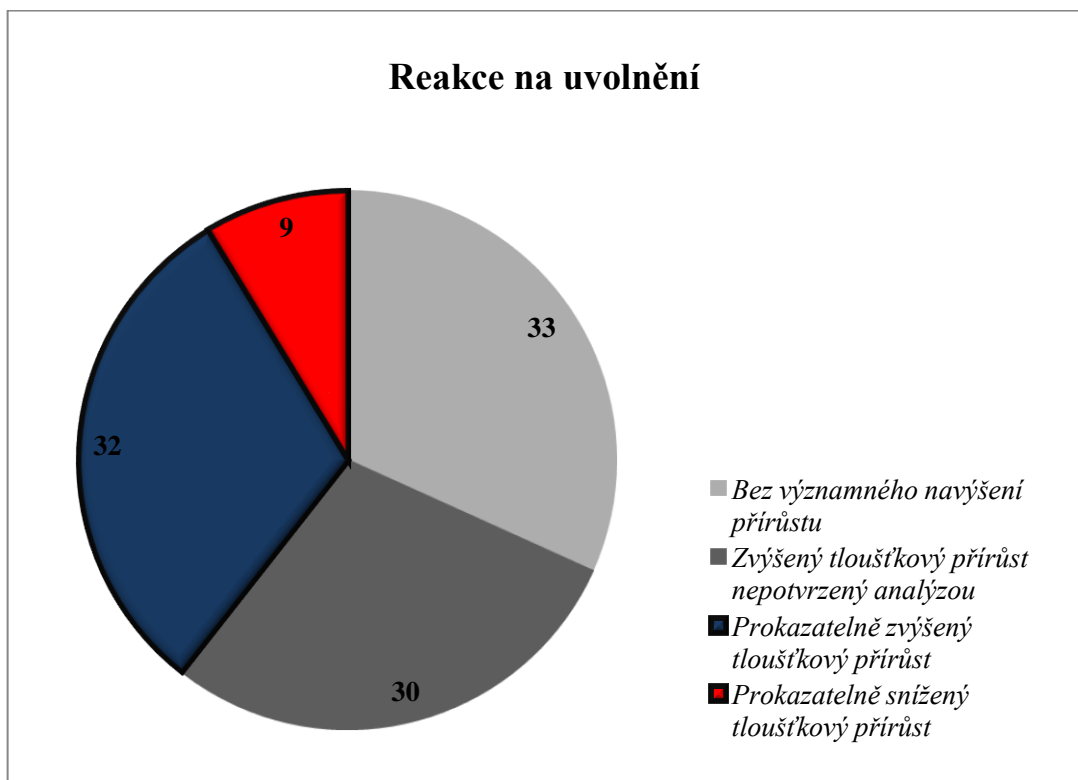
Graf 6: Křivky znázorňující průměrnou tloušťku letokruhů před a po uvolnění.

Při použití Studentova t-testu byla na hladině $\alpha=0,05$ zjištěna prokazatelně vyšší reakce pouze u 32 jedinců, respektive u nich byla zamítnuta hypotéza H_0 – že každý strom rostl stejně rychle po uvolnění i před uvolněním. 9 stromů pak prokazatelně reagovalo snížením tloušťkového přírůstu (Tab. 7).

Tab. 7: Výsledek Studentova t-testu pro posouzení významných změn na tloušťce letokruhů.

č. vzorku	p	α	č. vzorku	p	α	č. vzorku	p	α	č. vzorku	p	α
1	0,002	< 0,05	27	0,093	> 0,05	53	0,318	> 0,05	79	0,011	< 0,05
2	0,765	> 0,05	28	0,887	> 0,05	54	0,837	> 0,05	80	0,033	< 0,05
3	0,908	> 0,05	29	0,468	> 0,05	55	0,949	> 0,05	81	0,067	> 0,05
4	0,024	< 0,05	30	0,335	> 0,05	56	0,039	< 0,05	82	0,007	< 0,05
5	0,326	> 0,05	31	0,884	> 0,05	57	0,984	> 0,05	83	0,567	> 0,05
6	0,02	< 0,05	32	0,774	> 0,05	58	0,024	< 0,05	84	0,75	> 0,05
7	0,118	> 0,05	33	0,719	> 0,05	59	0,116	> 0,05	85	0,751	> 0,05
8	0,008	< 0,05	34	0,103	> 0,05	60	0,031	< 0,05	86	0,002	< 0,05
9	0,46	> 0,05	35	0,773	> 0,05	61	0,342	> 0,05	87	0,009	< 0,05
10	0,413	> 0,05	36	0,533	> 0,05	62	0,452	> 0,05	88	0,234	> 0,05
11	0,361	> 0,05	37	0,0001	< 0,05	63	0,195	> 0,05	89	0,0003	< 0,05
12	0,22	> 0,05	38	0,049	< 0,05	64	0,010	< 0,05	90	0,225	> 0,05
13	0,047	< 0,05	39	0,82	> 0,05	65	0,0003	< 0,05	91	0,032	< 0,05
14	0,563	> 0,05	40	5,975	> 0,05	66	0,906	> 0,05	92	1,919	> 0,05
15	0,158	> 0,05	41	0,011	< 0,05	67	0,058	> 0,05	93	0,005	< 0,05
16	0,085	> 0,05	42	0,878	> 0,05	68	2,171	> 0,05	94	0,004	< 0,05
17	0,062	> 0,05	43	0,031	< 0,05	69	0,918	> 0,05	95	0,142	> 0,05
18	0,043	< 0,05	44	0,002	< 0,05	70	0,0009	< 0,05	96	0,68	> 0,05
19	0,004	< 0,05	45	0,0008	< 0,05	71	0,209	> 0,05	97	0,072	> 0,05
20	5,347	> 0,05	46	0,065	> 0,05	72	0,161	> 0,05	98	0,186	> 0,05
21	0,174	> 0,05	47	0,653	> 0,05	73	0,536	> 0,05	99	0,043	< 0,05
22	0,025	< 0,05	48	0,044	< 0,05	74	0,234	> 0,05	100	0,0006	< 0,05
23	0,086	> 0,05	49	0,011	< 0,05	75	0,814	> 0,05	101	0,0006	> 0,05
24	0,015	< 0,05	50	0,047	< 0,05	76	0,055	> 0,05	102	0,0001	< 0,05
25	0,026	< 0,05	51	0,004	< 0,05	77	0,86	> 0,05	103	0,00001	> 0,05
26	0,006	< 0,05	52	0,008	< 0,05	78	0,206	> 0,05	104	0,0005	< 0,05

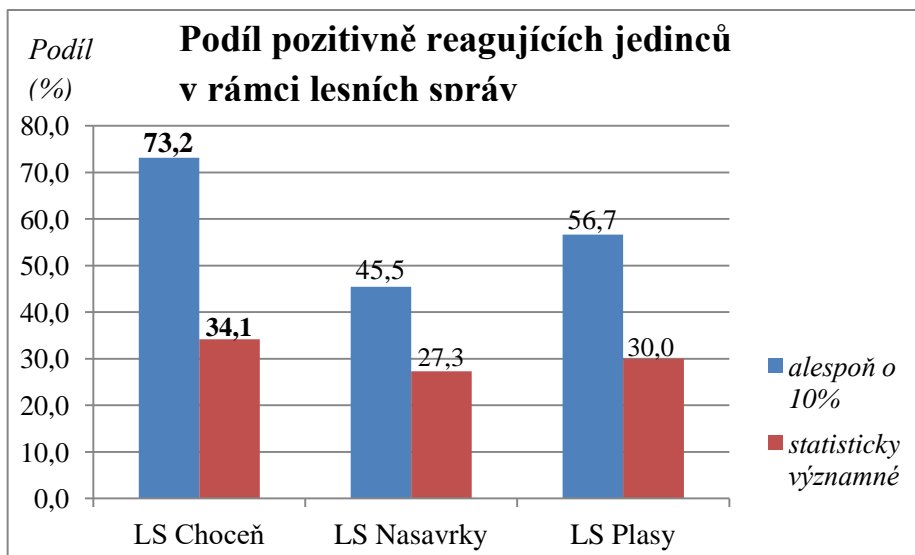
Modrá pole v *tabulce 7* představují vzorky, u kterých je na hladině $\alpha=0,05$ prokazatelně zvýšený tloušťkový přírůst po uvolnění, zatímco červená pole reprezentují ty jedince, u kterých dle tohoto testu došlo po uvolnění ke snížení tloušťky letokruhů. Pro přehlednost zobrazeno v *grafu 7*.



Graf 7: Počet jedinců bez reakce na uvolnění, se zvýšeným přírůstem neprokázaným analýzou, s prokazatelně zvýšeným přírůstem a s prokazatelně sníženým přírůstem.

4.2.2. Pozitivní reakce na uvolnění v rámci lesních správ

Za předpokladu překročení alespoň 10 % průměrného přírůstu periody 10 let před uvolněním, v oblasti LS Choceň z počtu zdejších měření na uvolnění reagovalo 30 jedinců, tj. 73,2 %, na LS Nasavrky - 15 (45,5 %) a v oblasti LS Plasy – 17 jedinců (56,7 %). Počet vzorků se statisticky významným zvýšením přírůstu je pak následující: LS Choceň – 14 (35,1 %), LS Nasavrky – 9 (27,3 %), LS Plasy – 9 (30 %). Oblast s největším počtem borovic, které reagovaly zvýšením tloušťkového přírůstu, je tedy v obou případech LS Choceň (*Graf 8*).

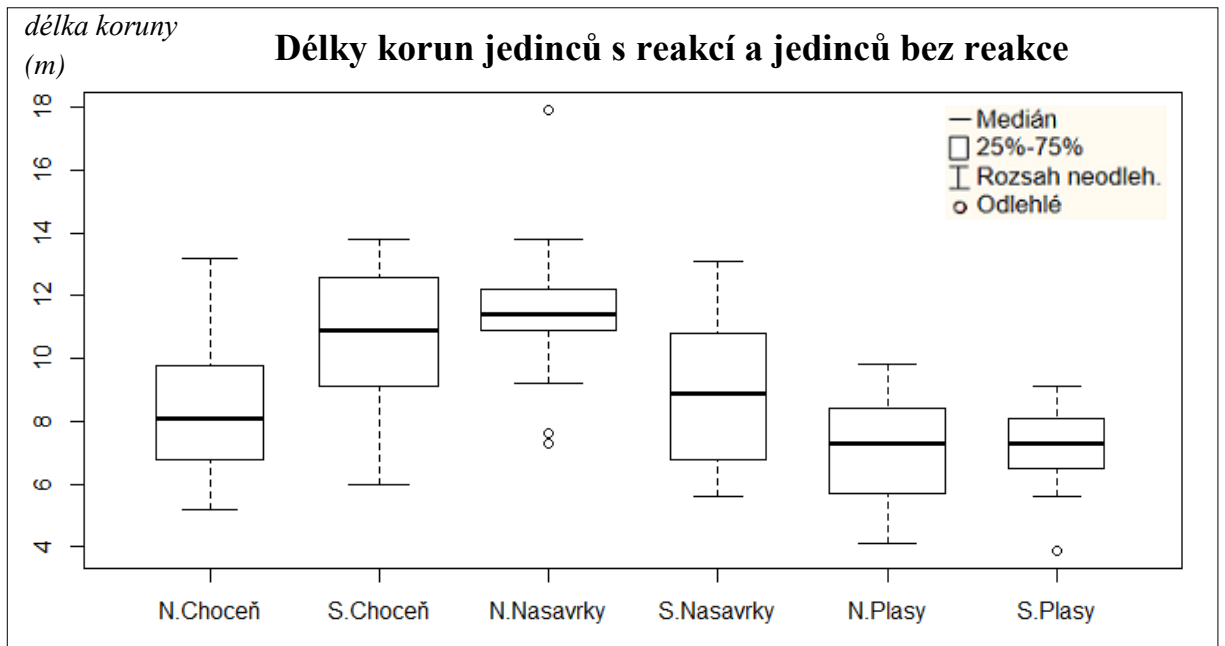


Graf 8: Podíl pozitivně reagujících jedinců alespoň o 10 % a statisticky významných reakcí, ze souboru měřených jedinců na jednotlivých lesních správách.

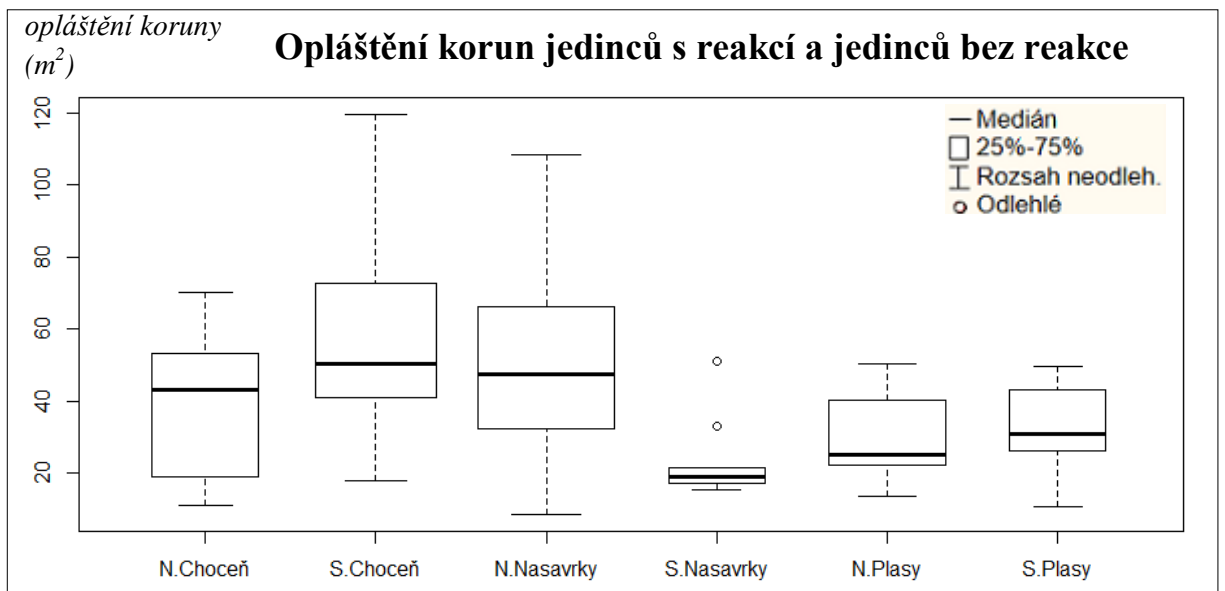
4.2.3. Rozdíl různých parametrů jedinců s prokazatelnou reakcí a bez reakce s ohledem na jednotlivé LS

Pro jednotlivé lesní správy byly posouzeny rozdíly parametrů prokazatelně reagujících jedinců a jedinců, jež reakci nevykázali: délky korun (*Graf 9*), opláštění korun (*Graf 10*) a výčetní tloušťky v době uvolnění (*Graf 11*). Pro LS Choceň byla pro délky korun za předpokladu $F_{1,101}=0,4524$, $p>0,05$, potvrzena hypotéza H_0 , že není rozdíl v délkách korun prokazatelně reagujících jedinců a jedinců bez zvýšené tloušťkové reakce. Nulová hypotéza byla na LS Choceň potvrzena i s ohledem na opláštění korun (kdy $F_{1,101}=0,1561$, $p>0,05$) a výčetní tloušťku v době uvolnění ($F_{1,101}=2,4468$, $p>0,05$). Pro LS Plasy byla nulová hypotéza potvrzena opět u všech 3 parametrů, kdy rozdíl délek korun není statisticky signifikantní ($F_{1,101}=2,1835$, $p>0,05$), stejně jako rozdíl v opláštění korun ($F_{1,101}=2,2270$, $p>0,05$) a rozdíl výčetních tlouštěk v době uvolnění ($F_{1,101}=0,7309$, $p>0,05$). Pro LS Nasavrky není statisticky signifikantní rozdíl u délek korun ($F_{1,101}=0,4112$, $p>0,05$), nicméně v rámci rozdílu opláštění korun byla nulová hypotéza H_0 vyvrácena ($F_{1,101}=9,3619$, $p<0,05$), nulová hypotéza zde byla vyvrácena také v případě rozdílu výčetních tlouštěk v době uvolnění ($F_{1,101}=14,1054$, $p<0,05$). Na LS Nasavrky prokazatelně lépe reagovaly borovice se slabší výčetní tloušťkou v době uvolnění a stromy, které mají aktuálně menší opláštění koruny. V případě délky a opláštění korun si lze u signifikantně reagujících

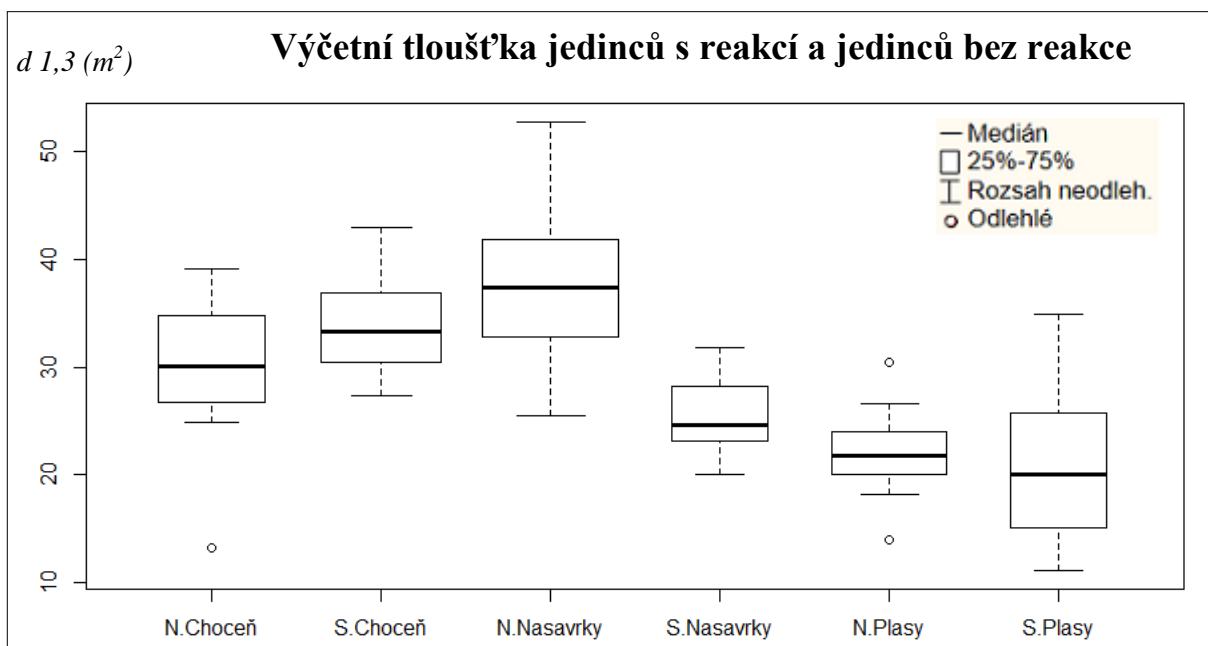
jedinců na LS Choceň a LS Plasy všimnout náznaku trendu, že borovice, které na uvolnění prokazatelně reagovaly, mají spíše delší koruny s větším opláštěním.



Graf 9: Délky korun prokazatelně reagujících jedinců (S.) a jedinců bez zvýšeného tloušťkového přírůstu (N.) na jednotlivých LS.



Graf 10: Opláštění korun prokazatelně reagujících jedinců (S.) a jedinců bez zvýšeného tloušťkového přírůstu (N.) na jednotlivých LS.

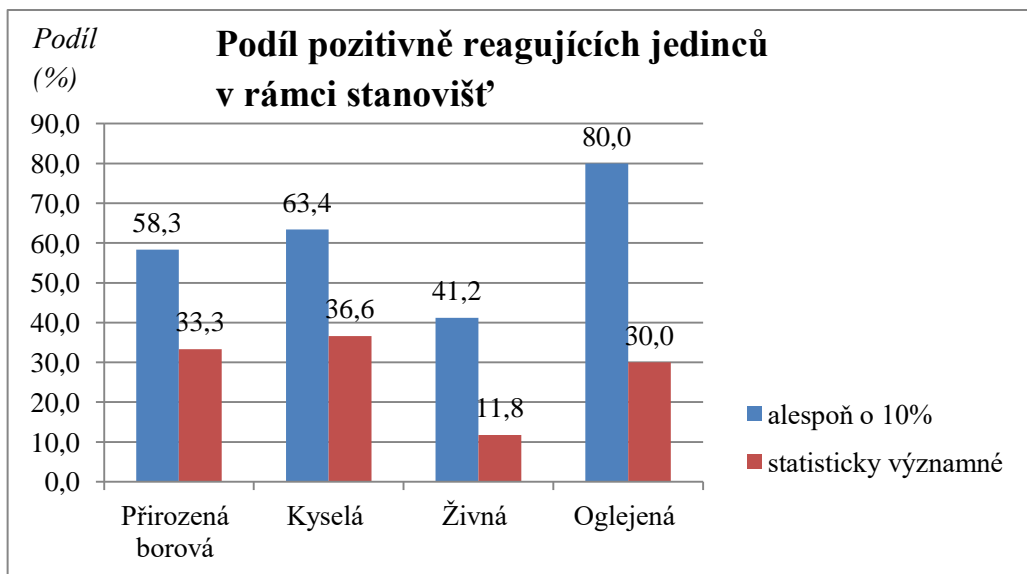


Graf 11: Výčetní tloušťka v době uvolnění reagujících jedinců (S.) a jedinců bez zvýšeného tloušťkového přírůstu (N.) na jednotlivých LS.

4.2.4. Pozitivní reakce na uvolnění v rámci stanovišť

Za předpokladu překročení alespoň 10 % průměrného přírůstu periody 10 let před uvolněním, na přirozených borových stanovištích reagovalo na uvolnění 21 jedinců z počtu 36 měření, tj. 58,3 %, na kyselých stanovištích pak 26 ze 41 (63,4 %), na živných stanovištích 7 ze 17 jedinců (41,2 %) a 8 z 10 (80%) jedinců vykazovalo zvýšený přírůst na oglejených stanovištích. Počet vzorků se statisticky významným zvýšením přírůstu je pak následující: přirozená borová stanoviště – 12 (33,3 %), kyselá stanoviště – 15 (36,6 %), živná stanoviště – 2 (11,8 %) a oglejená stanoviště – 3 jedinci (30%) (Graf 12).

S přihlédnutím k množství vzorků, které byly získány v rámci jednotlivých stanovišť dle ekologických řad a počtům navýšení alespoň o 10% a statisticky významných zvýšení, jsou stabilní výsledky zvýšeného tloušťkového přírůstu na přirozených borových a kyselých stanovištích, kde se nachází více než poloviční počet stromů, které reagovaly na uvolnění zvýšeným tloušťkovým přírůstem.



Graf 12: Podíl pozitivně reagujících jedinců alespoň o 10 % a statisticky významných reakcí, ze souboru měřených jedinců na různých stanovištích dle ekologických řad.

4.2.5. Míra pozitivní reakce na uvolnění

Šířka letokruhů před uvolněním dosahuje u jedinců s hospodářsky významným navýšením tloušťkového přírůstu průměrně 1,10 mm a šířka letokruhů po uvolnění 1,86 mm. Tloušťkový přírůst z hlediska výčetní tloušťky jedince tak dosáhl za celou periodu 10 let před uvolněním v průměru 22,06 mm, zatímco za celou dobu 10 let po uvolnění, tloušťkový přírůst v průměru 37,2 mm. Míra zvýšení přírůstu (navýšení výčetní tloušťky oproti době před uvolněním) v rámci pozitivně reagujících jedinců za dobu 10 let, dosahuje hodnot 2,14–52,92 mm, tj. navýšení tloušťky na základě uvolnění o 10,16–546,47 %. Průměrný světlostní přírůst na výčetní tloušťce nabývá +15,14 mm, tedy 80,49 % navýšení. Střední hodnota (medián) činí 12,82 mm; 50,15 % (Tab. 8).

Tab. 8: Změna výčetní tloušťky v rámci 10 let před uvolněním a 10 let po uvolnění.

Funkce	Změna výčetní tloušťky za 10 let			
	přírůst za 10 let před (mm)	přírůst za 10 let po (mm)	navýšení přírůstu (mm)	navýšení přírůstu (%)
Průměr	22,06	37,20	15,14	80,49
Medián	22,24	39,02	12,82	50,15
Minimum	3,24	5,38	2,14	10,16
Maximum	38,80	74,88	52,92	546,47

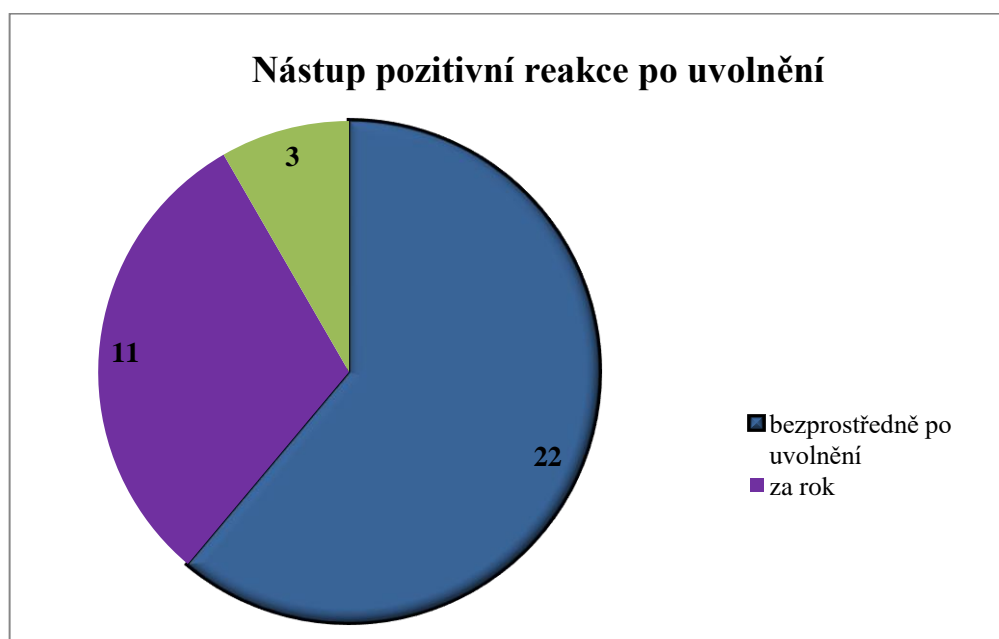
Dle uvedených hodnot z *tabulky 9* vyplývá, že rozdíl v objemovém přírůstu jedince se zvýšeným tloušťkovým přírůstem a jedince, jež zvýšený přírůst nevykázal, za 20 let po uvolnění činí 0,25 m³ b.k.

Tab. 9: Změna objemu průměrného jedince na LS Choceň se zvýšeným přírůstem a bez reakce na uvolnění.

Průměrný jedinec	Změna objemu za 20 let po uvolnění				
	d b.k. v době uvolnění (cm)	d 1,3 za 20 let (cm)	h (m)	přírůst za 20 let (m ³ b.k.)	rozdíl přírůstů (m ³ b.k.)
Zvýšený přírůst	34,7	42,2	29	0,58	0,25
Bez reakce		39,1		0,33	

4.2.6. Trvání pozitivní reakce po uvolnění

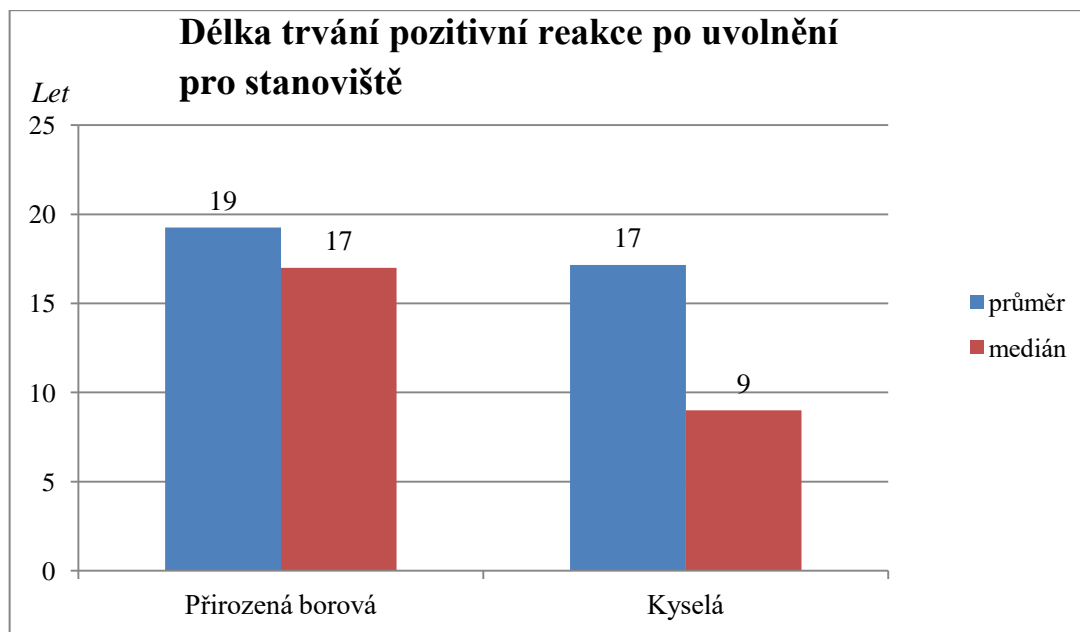
U 22 (61,11 %) vzorků je patrné zvýšení přírůstu bezprostředně po uvolnění, 11 (30,55 %) jedinců pak vykazalo reakci rok po uvolnění a 3 jedinci (8,33 %) za dva roky. (*Graf 13*). U jedinců, kde nebylo možné přesně stanovit rok uvolnění a nejsou tedy zahrnuti v grafu, se zvýšený tloušťkový přírůst dostavil pravděpodobně do 4 let.



Graf 13: Doba nástupu pozitivní reakce na základě uvolnění.

Doba trvání reakce byla zjištěna v rozmezí 2–65 let, průměrně však 18 let se střední hodnotou 14 let. Délku reakce borovic na jednotlivých lesních správách, bylo možné

porovnat pouze mezi LS Choceň a LS Plasy. Doba trvání zvýšeného tloušťkového přírůstu se na těchto dvou správách liší v průměru o několik let, průměrné trvání reakce na LS Choceň činí 18 let a pro LS Plasy 21 let, střední hodnota délky trvání pak pro LS Choceň – 10 let a na LS Plasy – 17 let. Délka trvání se liší od charakteru stanoviště. Průměrná délka zvýšeného tloušťkového přírůstu dosahuje na přirozených borových stanovištích 19 let a střední hodnoty 17 let, kdežto na kyselých stanovištích 17 let se střední hodnotou 9 let (*Graf 14*).

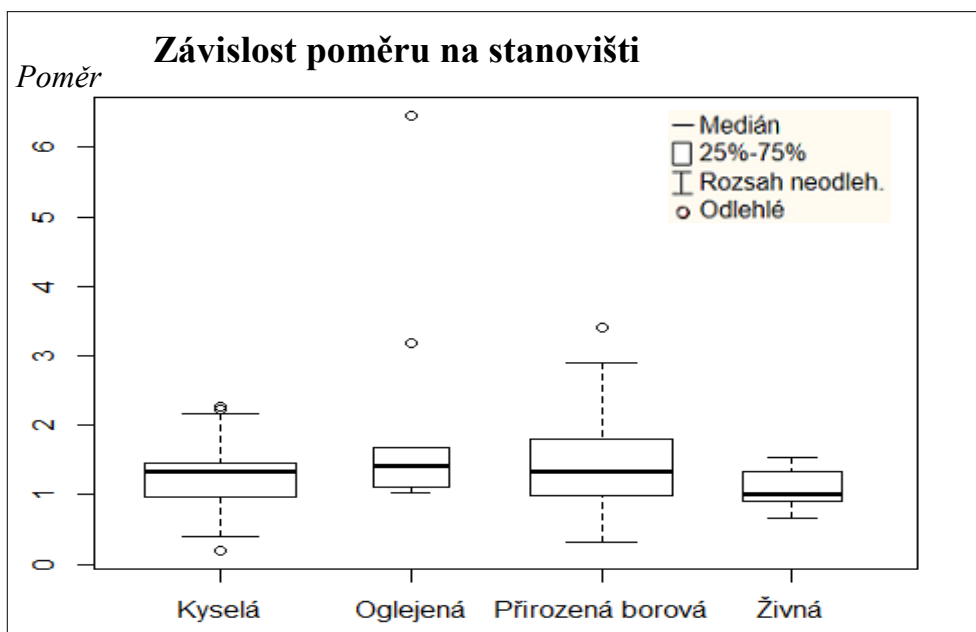


Graf 14: Délka trvání pozitivní reakce po uvolnění pro stanoviště přirozená borová a kyselá.

4.3. Faktory ovlivňující tloušťkový přírůst po uvolnění

4.3.1. Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstů na stanovišti

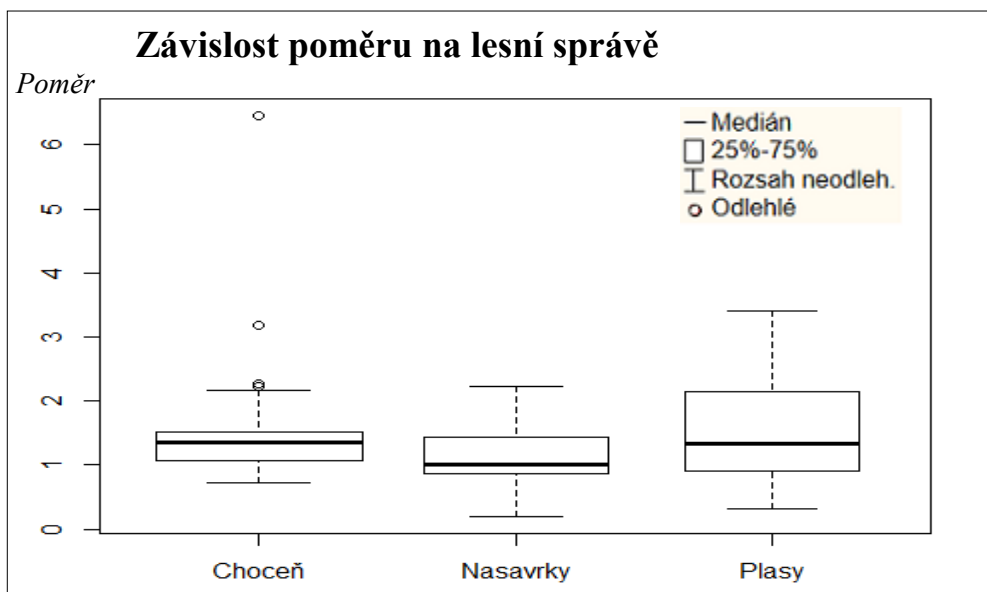
Při posouzení poměru průměrného přírůstu letokruhu po uvolnění / před uvolněním z celkového počtu 104 měřených jedinců, dle Kruskal – Wallisova testu, kdy $\chi^2=5,75$ a $p=0,12$, se poměr mezi stanovišti dle ekologické řady neliší (*Graf 15*).



Graf 15: Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstů 10 let před / 10 let po na stanovišti dle ekologické řady.

4.3.2. Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstů na oblasti lesní správy

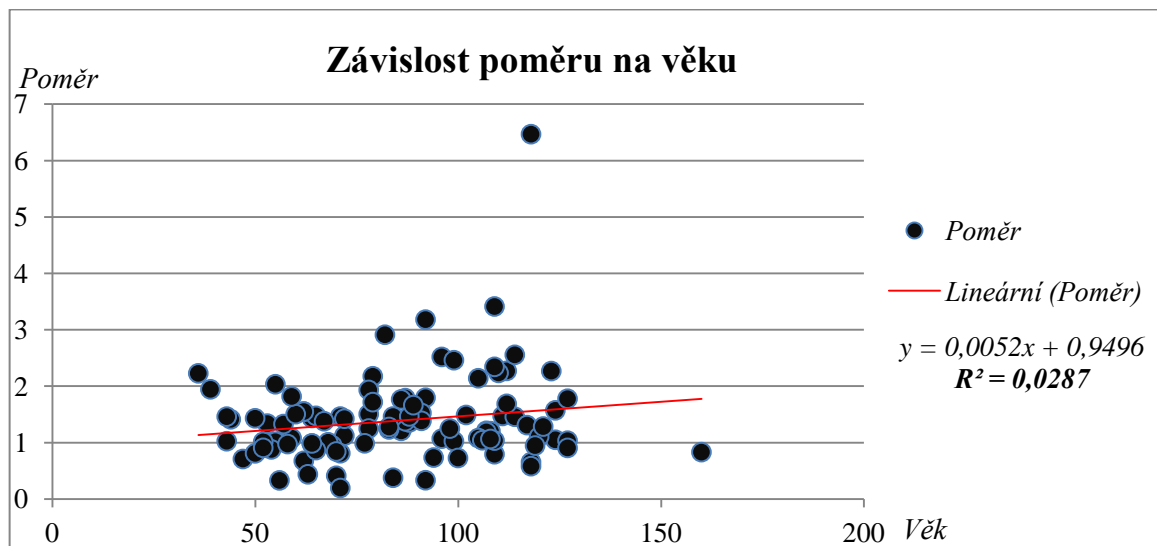
Posouzením poměru tloušťkového přírůstu před uvolněním / po uvolnění, pomocí analýzy variance (ANOVA), byla potvrzena nulová hypotéza H_0 , že není rozdíl mezi poměrem přírůstů v oblasti jednotlivých lesních správ ($F_{2,101}=2,54$, $p>0,05$) (Graf 16).



Graf 16: Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstů 10 let před / 10 let po uvolnění na oblasti lesní správy.

4.3.3. Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstků na věku jedince v době odclonění

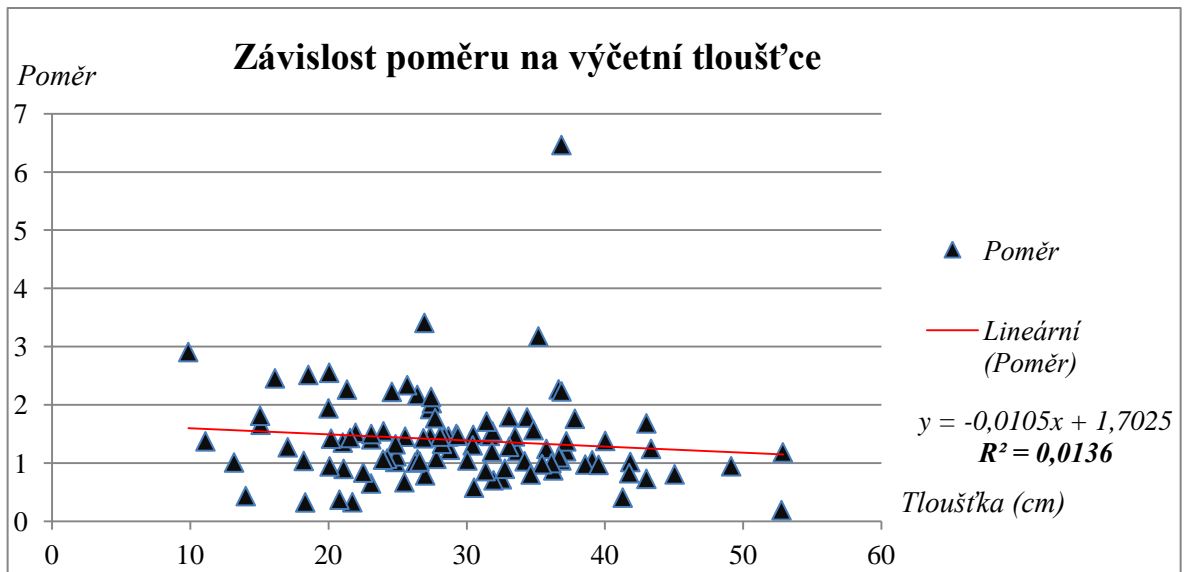
Na základě lineární regrese ($R^2=0,03$) bylo zjištěno, že poměr průměrného tloušťkového přírůstu letorku po uvolnění / před uvolněním, není závislý na věku jedince v době uvolnění (*Graf 17*).



Graf 17: Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstků po uvolnění / před uvolněním na věku jedince v době uvolnění.

4.3.4. Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstků na výčetní tloušťce jedince v době uvolnění

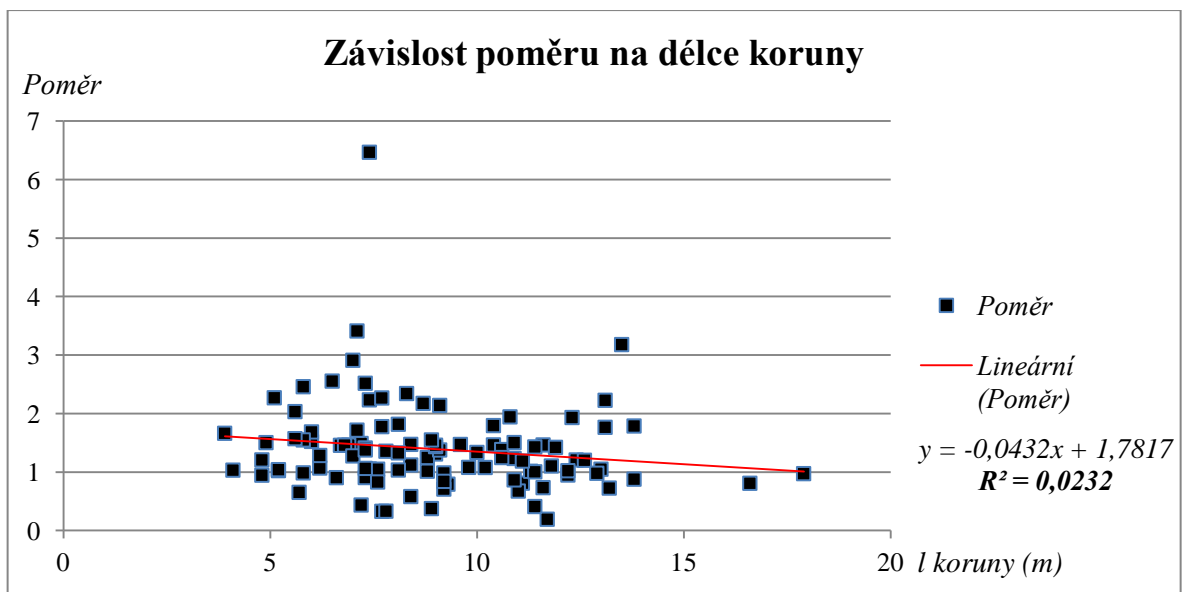
Poměr průměrných tloušťkových přírůstků letokruhů po uvolnění / před uvolněním, není dle koeficientu determinace $R^2=0,0136$ závislý na výčetní tloušťce bez kůry v době uvolnění (*Graf 18*).



Graf 18: Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstků po uvolnění / před uvolněním na výčetní tloušťce jedince v roce uvolnění.

4.3.5. Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstků na délce koruny

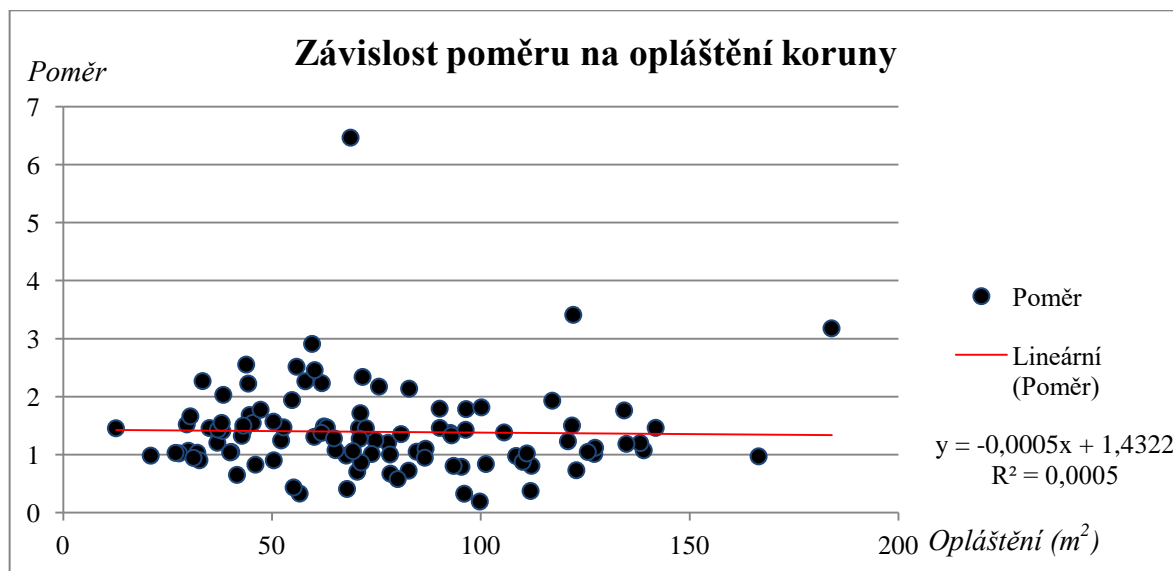
Poměr tloušťkových přírůstků letokruhů po uvolnění / před uvolněním není dle $R^2=0,0232$ závislý na délce korun (Graf 19).



Graf 19: Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstků po uvolnění / před uvolněním na délce korun.

4.3.6. Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstků na opláštění koruny

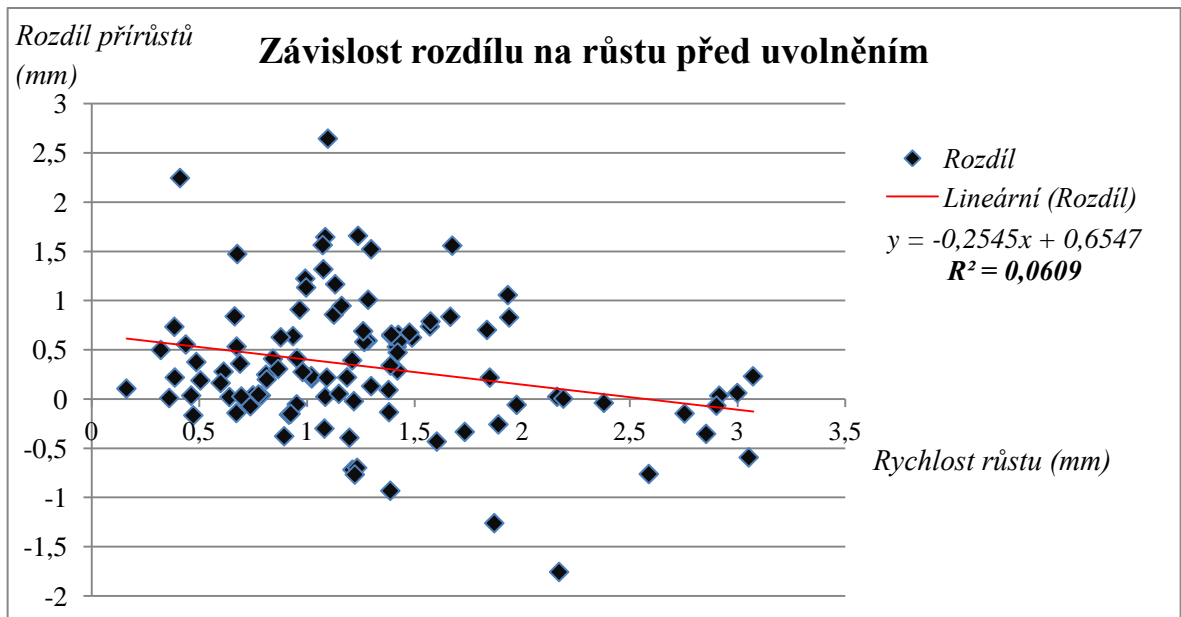
Poměr tloušťkových přírůstků letokruhů po uvolnění / před uvolněním není dle $R^2=0,0232$ závislý na opláštění korun (*Graf 20*).



Graf 20: Závislost poměru průměrných tloušťkových přírůstků po uvolnění / před uvolněním na opláštění korun.

4.3.7. Závislost rozdílu průměrných tloušťkových přírůstků na míře růstu před uvolněním

Dle lineární regrese ($R^2=0,06$) bylo zjištěno, že hodnota rozdílu průměrného ročního přírůstu letokruhu po uvolnění – před uvolněním, je velmi slabě závislá na průměrném ročním přírůstu letokruhů před uvolněním, (respektive vykazuje velmi slabou závislost na míře růstu) (*Graf 21*).

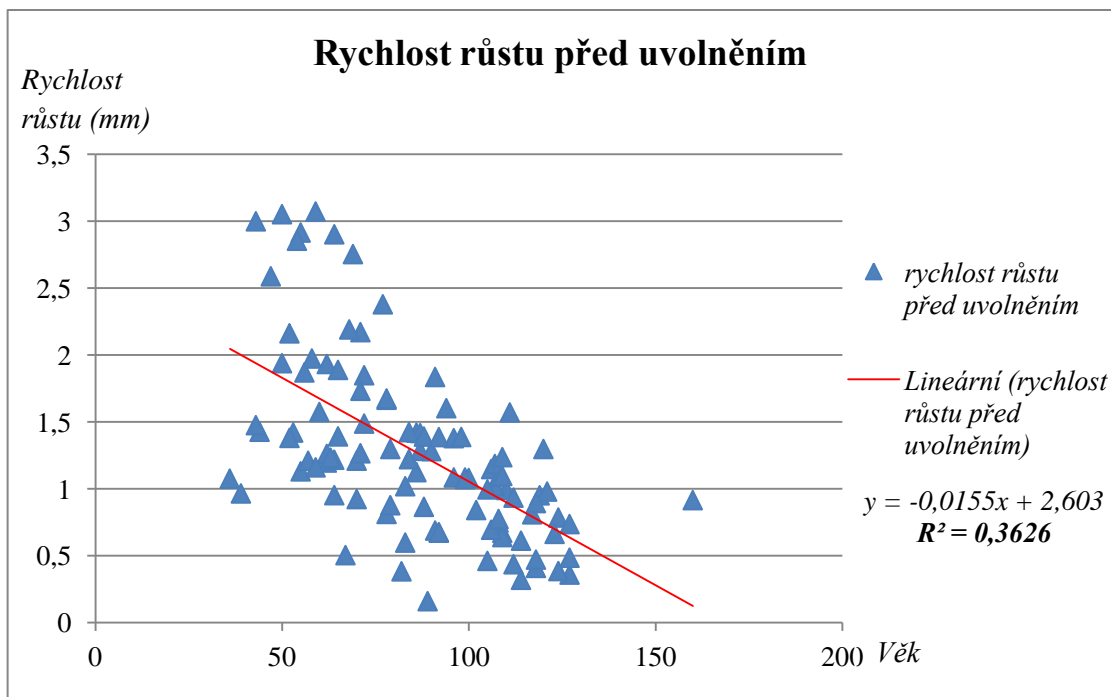


Graf 21: Vyjádření závislosti rozdílů přírůstů po uvolnění – před uvolněním na míře růstu letokruhů před uvolněním.

Na grafu 21 je možné sledovat náznak takového trendu, že ti jedinci, kteří se před uvolněním vyznačovali rychlejším růstem, tj. kladné hodnoty rozdílu, nedokázali na uvolnění zareagovat zvýšeným tloušťkovým přírůstem, kdežto jedinci s pomalým tempem růstu často reagovali.

4.3.8. Míra růstu před uvolněním

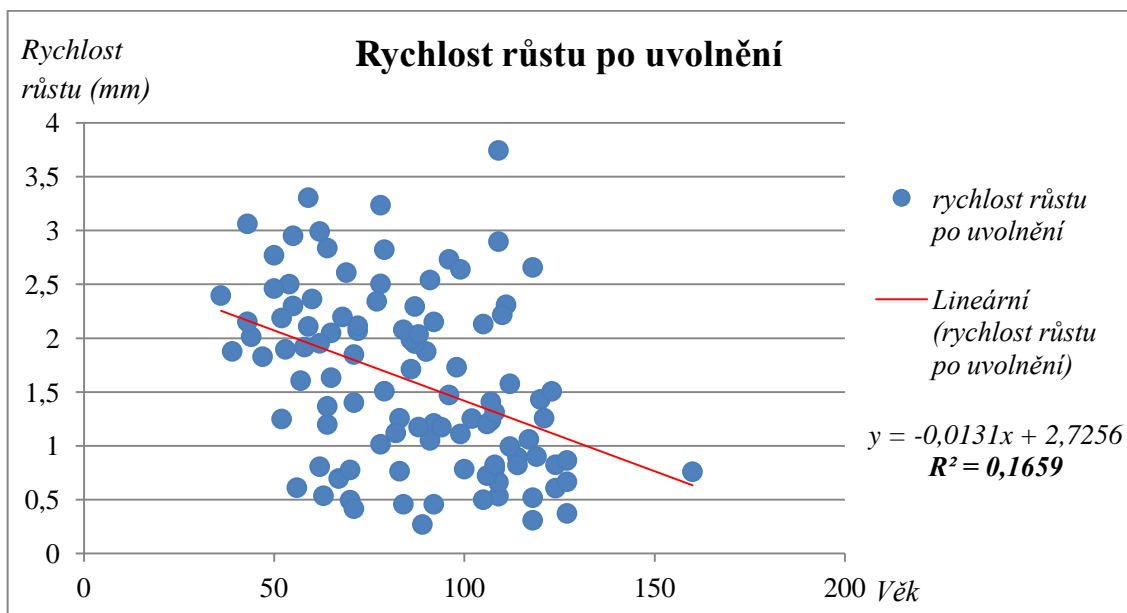
Vztah míry růstu letokruhů před uvolněním na věku v době uvolnění, byl dán koeficientem determinace $R^2=0,36$, který vyjadřuje fakt, že míra růstu před uvolněním je závislá na věku jedince a s rostoucím věkem se míra růstu snižuje (Graf 22).



Graf 22: Závislost míry růstu letokruhů před uvolnění na věku jedince v době uvolnění.

4.3.9. Míra růstu po uvolnění

Oproti míře růstu před uvolněním je v případě závislosti míry růstu po uvolnění na věku patrné snížení závislosti na $R^2=0,17$ (Graf 23), po uvolnění se tedy závislost míry růstu na věku ztrácí.



Graf 23: Závislost míry růstu letokruhů po uvolnění na věku jedince v době uvolnění.

Na základě porovnání *grafů 22 a 23* je patrné, že uvolnění borovice snižuje vliv věkového trendu na míru růstu.

5. DISKUZE

O vlivu uvolnění na tloušťkový přírůst dospělých jedinců borovice lesní se toho dosud ví velmi málo (BEBBER a kol. 2004). Tato problematika je dnes ovšem aktuální, v první řadě vzhledem ke stále většímu úsilí využívat přirozené procesy, ale také snaze podporovat růstový potenciál jedinců mateřského porostu formou světlostního přírůstu.

V rámci hospodaření s borovými porosty se diskutuje o tloušťkovém přírůstu uvolněných jedinců zejména v mlazinách, tyčkovinách a tyčovínách, kde lze tloušťkový přírůst očekávat, a to na základě určité intenzity prořezávek. Takový tloušťkový přírůst je pak zásadní pro udržení příznivého štíhlostního koeficientu, a tedy zvýšení stability mladého porostu proti rozvrácení abiotickými činiteli (TESAŘ 2010, SLOUP a LEHNEROVÁ 2016). S trendem zvyšování stability mladých borových porostů silnějšími zásahy v mladém věku souhlasí většina autorů, tento postup je taktéž realizován většinou lesních hospodářů.

Zjištěné výsledky studií reakce borovic na uvolnění v dospívajících porostech se však poněkud různí. Například DUŠEK a kol. (2011) konstatují, že výchovné zásahy v borových porostech ve věku 33 a 38 let nerezultovaly v prokazatelné rozdíly ve výčetní tloušťce. Ačkoli VALINGER a kol. (2000) zaznamenali v 56 letém porostu při úroňové výchově přírůstové ztráty, zásahy prokazatelně ovlivnily tloušťkový přírůst uvolněných jedinců. Naopak PIROGOWICZ (1983) tvrdí, že zásahy v borových porostech starších 50 let nevedou ke zvýšenému tloušťkovému přírůstu. SOUČEK (2006) popisuje výsledky studie WEISE a EHRINGA (1993) tak, že dospívající borové porosty reagují na prosvětlení snížením výškového přírůstu, nicméně se prosvětlení příznivě projevuje na tloušťkovém přírůstu cílových stromů, který po časně kulminaci postupně klesá.

Problematika vlivu uvolnění na tloušťkový přírůst dospívajících jedinců borovice lesní tedy jednoznačně dořešena není, podobně je tomu v případě vlivu uvolnění na dospělé jedince.

Dle SIMONA a VACKA (2008) lze s výrazným světlostním přírůstem dospělých jedinců počítat pouze u dřevin stín snášejících, narozdíl od borovice, kde je tento přírůst slabý. Ačkoli je borovice velice plastická k obsahu živin i vlhkosti v půdě, na uvolnění v dospělém věku reaguje minimálně (TESAŘ 2010). S těmito tvrzeními souhlasí i SVOBODA a kol. (2015), který vidí největší potenciál světlostního přírůstu především u buků. Světlostní přírůst dospělých borovic vztažený k porostní ploše popisuje jako zanedbatelný. Nepopírá však, že uvolněné borovice při jisté výchozí kvalitě dosahují silných a cenných sortimentů. CHROUST (2002) shrnul dosavadní poznatky do závěru, že každý zásah zvětšuje tloušťkový přírůst jedinců hlavního porostu tím více, čím je zásah silnější, a to navzdory tomu, že světlostní přírůst borovice je menší než u ostatních dřevin. SVOBODA a kol. (2015) pak dodává, že i takto malé zvětšení tloušťkového přírůstu stačí k tomu, aby se hodnotová produkce zvětšila o 5–8 %. Jako hlavní faktory nemožnosti dospělých borovic reagovat na uvolnění zvýšeným tloušťkovým přírůstem DOBROVOLNÝ (2012) uvádí nízkou schopnost rozvíjet korunu i nedostatečné vytváření bočních kořenů. V rámci šetření bylo zjištěno, že dospělí jedinci borovice na uvolnění reagovaly hospodářsky významným navýšením tloušťkového přírůstu, a to ve více než v polovině případů, statisticky významný přírůst pak vykazovala třetina vzorků. Oproti přírůstu na výčetní tloušťce za periodu 10 let před uvolněním – 22,06 mm, činí přírůst na výčetní tloušťce za 10 let po uvolnění 37,20 mm. Průměrná hodnota světlostního přírůstu za dobu 10 let po uvolnění v rámci 62 jedinců s pozitivní reakcí, oproti růstu před uvolněním, dosahuje +15,14 mm (tj. +80 %). Tento výsledek se tedy liší od tvrzení výše zmíněných autorů, a sice že borovice vykazuje minimální světlostní přírůst. Nutno dodat, že podíl reagujících jedinců mohl být negativně ovlivněn způsobem odclonění jedinců na lokalitě LS Nasavrky, kde k uvolnění nedošlo plánovaným zásahem, nýbrž větrnou kalamitou (MORCH 2013). V konstatování výrazného světlostního přírůstu, se výsledek práce takřka shoduje například se studií SOUČKA (2006), který uvádí, že na kvalitních borovicích lze po uvolnění docílit značného zvýšení přírůstu, a to především formou clonných sečí nebo odtěžením porostu až do podoby výstavků. Dle BATELKY (1984) je vliv rozvolnění zápoje dospělého borového porostu na tloušťkový přírůst (s cílem podsadby či přirozené obnovy), opravdu nesporný a ponechané borovice mohou vykazovat zvýšení tloušťkového přírůstu až o 50 %. Během výzkumu bylo nicméně na několika jedincích

zjištěno, že vlivem uvolnění se tloušťkový přírůst zvýšil až o více než 200 %, tento extrémní jev mohl být u těchto jedinců zapříčiněn výrazně potlačenými letokruhy v době před uvolněním, tedy pomalým růstovým tempem v minulosti. Zjištění, že jedinci s pomalým růstovým tempem před uvolněním, tedy borovice pravděpodobně potlačené, v některých případech reagovaly na uvolnění ve větší míře, nesouhlasí s tezí DOBROVOLNÉHO (2012), a sice že potlačené borovice reagují na uvolnění nevalně.

V práci byl zjištěn náznak pozitivní závislosti zvýšeného přírůstu na délce koruny či opláštění koruny (pouze však v rámci LS Choceň a LS Plasy). Předpokládám tedy, že borovice na uvolnění pozitivně reagovala především díky větším parametrům koruny či nárůstu asimilačního aparátu po uvolnění. Dle VANNINENA (2004) má uvolnění zápoje porostu pozitivní vliv například na velikost jehlic, a právě velikost vitalita a množství asimilačního aparátu může zvýšený tloušťkový přírůst zapříčinit.

Rychlost nástupu reakce dospělých borovic na prosvětlení posoudil SVOBODA a kol. (2015) jako velmi pomalou, WAGENKNECHT (1962) v CHROUST (2002) dokonce tvrdí, že efekt uvolnění se na výčetní tloušťce projevuje až po dlouhé době při předržení uvolněných jedinců. V rámci práce však byla zaznamenána velmi rychlá reakce na uvolnění, kdy většina pozitivně reagujících jedinců vykazovala hospodářsky významný světlostní přírůst bezprostředně či do dvou let po momentu uvolnění. K podobnému výsledku došel také VALINGER a kol. (2000), který zaznamenal výrazný světlostní přírůst dospělých jedinců borovice v prvních 4 letech po uvolnění.

Různé literární prameny se příliš neliší v určení celkové doby zvýšeného tloušťkového přírůstu po uvolnění. Například BATELKA (1984) vyčíslil dobu této reakce na maximálně 10 let. VALINGER a kol. (2000) uvádí, že ačkoli se reakce na uvolnění vytrácí po 8 letech, zvýšený tloušťkový přírůst je patrný ještě 4 roky poté. V rámci předkládaných výsledků mé studie, byla průměrná doba zvýšené tloušťkové reakce na základě uvolnění stanovena na 18 let. Toto zjištění se tedy od výsledků citovaných autorů liší takřka o celé desetiletí. Narozdíl od dospělých borovic, které jsou schopny vykazovat světlostní přírůst například zmíněných 8, 10 či 18 let, WEIS a EHRING (1993) upozorňují, že je u dospívajících jedinců tento přírůst patrný většinou delší dobu než 20 let. Proč reakce zvýšeným tloušťkovým přírůstem na uvolnění končí průměrně právě za 18 let, nebylo zjištěno, nicméně se lze domnívat,

že především na přirozeně chudších stanovištích může docházet k určité ztrátě vitality dospělých borovic díky vyčerpání půdních živin a vláhy. Důvodem tohoto vyčerpání může být kořenová konkurence vzniklé spodní etáže nebo její intercepce.

V práci byl zjištěn rozdílný podíl pozitivně reagujících stromů na celkovém souboru vzorků s ohledem na stanoviště. Největšího podílu, tj. 80 % jedinců, jež vykazaly hospodářsky významný světlostní přírůst, dosáhla oglejená stanoviště (CHS 27), kde bylo ovšem měřeno pouze 10 výstavků. Na živných stanovištích (CHS 25 a CHS 45) tento podíl činil 41 %, nicméně opět z nepříliš rozsáhlého souboru. S přihlédnutím k dostatečnému počtu měřených jedinců na určitém typu stanoviště, lze jako relevantní výsledky označit 58 % podíl reagujících jedinců na přirozených borových stanovištích (CHS 13) a 63 % podíl na stanovištích kyselých (CHS 23 a CHS 43). Ačkoli je borovice lesní na přirozených borových stanovištích v přirozené dřevinné skladbě (MIKESKA 2006), v předložené studii bylo zjištěno, že na kyselých stanovištích byla pozitivní reakce dospělých borovic na základě uvolnění minimálně stejně častá. Borovici se dle PLÍVY (1987) daří také na kyselých stanovištích nižších poloh (CHS 23), tento fakt může částečně vysvětlovat výsledek předchozího porovnání. Na přirozených borových stanovištích byla naopak zjištěna průměrně o 8 let delší doba zvýšeného tloušťkového přírůstu po uvolnění nežli na stanovištích kyselých.

Míra růstu před uvolněním se u měřených jedinců ztrácela s přibývajícím věkem, což odpovídá tezi COOKA a KAIRIUKSTISE (1990) o věkovém trendu. Zmínění autoři tvrdí, že letokruhy dospělých stromů jsou oproti růstu v mládí tenké, nicméně připouští, že věkový trend může být razantně ovlivněn určitými změnami prostředí či vlivem klimatu. Tento faktor je patrný v rámci porovnání míry růstu před a po uvolnění, kdy se po uvolnění závislost věkového trendu na míře růstu vytrácí. Toto zjištění tedy potvrzuje závěr, že dospělé borovice v některých případech opravdu na uvolnění reagují.

Ačkoli se světlostnímu přírůstu borovic nevěnuje příliš pozornosti, byl v Kanadě proveden podobný výzkum, nikoli však na světlostní přírůst borovice lesní, nýbrž borovice vejmutovky. Výsledky BEBBERA a kol. (2004) se podobají výsledkům v této práci, tedy především shodnými tvrzeními, že oba druhy borovic vykazují výraznou reakci na uvolnění. Borovice vejmutovka dle BEBBERA a kol. (2004) reaguje zvýšeným tloušťkovým přírůstem za 3 roky po uvolnění, dle mé studie se borovice

lesní s takřka bezprostřední reakcí, zdá být v tomto ohledu rychlejší. To i navzdory faktu, že jehlice borovice vejmutovky jsou větší nežli jehlice borovice lesní a schopnosti borovice vejmutovky v dospělosti vytvářet rozložitě koruny (MUSIL a HAMERNÍK 2003).

6. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ PRO LESNICKOU PRAXI

V souladu se stanoveným cílem práce byla vyhodnocena míra přírůstové reakce dospělých jedinců borovice lesní na provedený těžební zásah, a to především v rámci přirozených borových stanovišť (CHS 13) a stanovišť kyselých (CHS 23 a CHS 43), odkud byl odebrán dostatečný počet vzorků.

Z celkového souboru měření vykazala více než polovina jedinců hospodářsky významný světlostní přírůst, statisticky signifikantní přírůst však pouze třetina borovic. Na přirozených borových stanovištích reagovalo na uvolnění hospodářsky významně 58 % stromů, na kyselých stanovištích pak 63 %. U těch jedinců, kteří reagovali na uvolnění hospodářsky významným světlostním přírůstem, byl tento přírůst oproti přírůstu před uvolněním vyšší průměrně o 80 %. Několik jedinců však vykazalo světlostní přírůst až o 200 % a více, jednalo se většinou o jedince s pomalým růstovým tempem před uvolněním. Dle této studie dospělí jedinci borovice na uvolnění reagují velmi časně, a to takřka bezprostředně či do dvou let po momentu uvolnění. Průměrná doba trvání zvýšené přírůstové reakce pak byla stanovena na 18 let. Zmíněné závěry se zásadně liší od ostatní literatury, zejména pak od starších zdrojů.

Skutečnosti, díky kterým byly dospělé borovice schopny na uvolnění reagovat, nebyly v rámci výzkumu jednoznačně určeny, nicméně byl zjištěn náznak závislosti navýšení tloušťkového přírůstu po uvolnění na parametrech koruny. Toto zjištění může být pobídkou pro další studie problematiky vlivu uvolnění na tloušťkový přírůst dospělých borovic. Kromě parametrů korun by se pak mělo jednat zejména o posouzení závislosti na parametrech kořenové soustavy či jejího rozrůstání na základě uvolnění.

Na základě závěrů této práce lze zejména v rámci CHS 13, 23 a 43 počítat u borových výstavků s přírůstovou reakcí, u kterých lze s minimálně 50 % pravděpodobností očekávat kýžený světlostní přírůst. Zvýšený tloušťkový přírůst nastartovaný clonnou sečí či odtěžením porostu až do formy výstavků může být dalším důvodem využívání přírodě blízkých hospodářských způsobů. V kombinaci s existencí přirozeného zmlazení porostu, je světlostní přírůst mateřských jedinců dalším vítaným

ekonomikým vstupem. Vedle předpokladu finanční efektivity využívání těchto způsobů obnovy, je dalším pozitivem zvýšení odolnosti porostu proti abiotickým i biotickým činitelům. V neposlední řadě je takto praktikované borové hospodářství rozhodně pozitivně vnímané širokou veřejností.

V rámci výběru dospělých jedinců borovic pro účel ponechání výstavku je třeba vycházet především ze zdravotního stavu jedinců a jejich foliace (respektive defoliace). Dále je vhodné k ponechání vybírat jedince s rozložitou korunou, u takových borovic je jednak větší pravděpodobnost navýšení tloušťkového přírůstu po uvolnění, ale zpravidla také větší fruktifikace semen. Aby byl výstavek stabilní proti abiotickým vlivům, je dále třeba vybírat jedince s příznivým štíhlostním koeficientem.

S ohledem na velmi časnou reakci dospělých borovic na uvolnění a průměrnou dobu trvání 18 let, doporučuji ponechávat tyto jedince v nově vzniklém porostu minimálně po dobu trvání reakce, tj. alespoň 18 let po provedeném zásahu. Předpokládáme-li, že se přirozená obnova uvolněného porostu dostaví brzy po prosvětlení, tedy že nově vzniklý porost bude v době dozívání tloušťkové reakce dospělých jedinců ve stádiu mlaziny, lze již mateřské borovice v tomto období odtěžit. Škody vzniklé těžbou a soustředováním jedinců horní etáže pak při respektování zásad z *kap. 2.8.2.1.*, mohou být akceptovatelné. V případě, kdy není možné dodržet zásady šetrného odtěžení dospělých borovic, doporučuji u těchto stromů navýšit plánované obmýetí a předržet je alespoň do té doby, kdy vzniklá spodní etáž dosáhne stádia tyčoviny a riziko poškození porostu tedy bude minimální. Jelikož v práci nebyl zjištěn zásadní podíl dospělých jedinců se špatným zdravotním stavem, je možné doporučení uvolněným stromům obmýetí i zdvojnásobit a těžít je společně s mladším porostem.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Odborné články:

- **ANGELSTAM, P. K. (1998).** Maintaining and restoring biodiversity in European boreal forests by developing natural disturbance regimes. *Journal of vegetation science*, 9(4), 593-602.
- **BATELKA, J. (1984).** Reakce borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) na uvolnění v předobnovním období a možnosti využití ke zvýšení celkové objemové produkce. *Lesnictví*, 1, 33 - 44.
- **BEPPER, D. P., THOMAS, S. C., COLE, W. G., & BALSILLIE, D. (2004).** Diameter increment in mature eastern white pine *Pinus strobus* L. following partial harvest of old-growth stands in Ontario, Canada. *Trees*, 18(1), 29-34.
- **BERÁNEK, J. (2008).** Škůdci borovice lesní. In: Přirozené zmlazování borovice. *Sborník referátů z celostátního semináře*. Mimoň, 17. září 2008. Česká lesnická společnost, 33 - 36.
- **BOGUNIC, F., MURATOVIC, E., BROWN, S. C. & SILJAK-YAKOVLEV, S. (2003).** Genome size and base composition of five *Pinus* species from the Balkan region. *Plant Cell Reports*, 22(1), 59-63.
- **BLODGETT, J. T., KRUGER, E. L. & STANOSZ, G. R. (1997).** *Sphaeropsis sapinea* and water stress in a red pine plantation in central Wisconsin. *Phytopathology*, 87(4), 429-434.
- **CORACE, III, R. G., GOEBEL, P. C., HIX, D. M., CASSELMAN, T. & SEEFELT, N. E. (2009).** Ecological forestry at National Wildlife Refuges: experiences from Seney National Wildlife Refuge and Kirtland's Warbler Wildlife Management Area, USA. *The Forestry Chronicle*, 85(5), 695-701.
- **CZEREPKO, J. (2004).** Development of vegetation in managed Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in an oak–lime–hornbeam forest habitat. *Forest ecology and management*, 202(1-3), 119-130.
- **DUŠEK, D., SLODIČÁK M. & NOVÁK J. (2010).** Experiment s porostní výchovou borovice lesní – Strážnice II. (1962). *Zprávy lesnického výzkumu*, 55 (2), 78-84.
- **DUŠEK, D., NOVÁK, J. & SLODIČÁK, M. (2011).** Experimenty s výchovou borovice lesní na jižní Moravě – Strážnice III. *Zprávy lesnického výzkumu*, 56 (4), 283-290.

- **DRAGOUN, L., STOLARIKOVÁ, R., MERGANIČ, J., ŠÁLEK, L. & KRYKORKOVÁ, J. (2015).** Porovnání vlivu příměsí na růstové veličiny, strukturu a stabilitu porostu borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) na antropogenních půdách sokolovského regionu/Influence of admixed tree species on growth, structure and stability of Scots pine stands on anthropogenic soils of the Sokolov region. *Forestry Journal*, 61(1), 44-51.
- **DROSSEL, B. & SCHWABL, F. (1992).** Self-organized critical forest-fire model. *Physical review letters*, 69(11), 1629 p.
- **FJELLBORG, Å. (2009).** Infection rate of pine twisting rust (*Melampsora pinitorqua*) in Scots pine (*Pinus sylvestris*) regenerations with retained aspens (*Populus tremula*). 26 p.
- **FRANKLIN, J. F., MITCHELL, R. J. & PALIK, B. J. (2007).** Natural disturbance and stand development principles for ecological forestry. US Department of Agriculture, *Forest Service*, Northern Research Station. 44 p.
- **HANSO, M. & DRENKHAN, R. (2008).** First observations of *Mycosphaerella pini* in Estonia. *Plant Pathology*, 57(6), 1177-1177.
- **HEELEY, T., ALFARO, R. I., HUMBLE, L. & STRONG, W. (2003).** Distribution and life cycle of *Rhyacionia buoliana* (Lepidoptera: Tortricidae) in the interior of British Columbia. *Journal of the Entomological Society of British Columbia*, 100, 19-25.
- **HEFLER, S. (2013).** Coleosporium in Europe. *Mycotaxon*, 124(1), 87-99.
- **HICKS, B. J., AEGERTER, J. N., LEATHER, S. R. & WATT, A. D. (2007).** Asynchrony in larval development of the pine beauty moth, *Panolis flammea*, on an introduced host plant may affect parasitoid efficacy. *Arthropod-Plant Interactions*, 1(4), 213-220.
- **HILLE, M. & OUDEN, J. (2004).** Improved recruitment and early growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings after fire and soil scarification. *Eur. J. For. Res.* 12, 213–218.
- **HOLUŠA, J. st. & HOLUŠA, O. (2000).** Je Heraltická borovice ekotypem borovice lesní? *Lesnická práce*, 79, 452–454.
- **HORSÁK, M. & CHYTRÝ M. (2010).** Landscapes Frozen in Time I. Southern Siberia – Modern Analogy of Central Europe in the Ice Age. *Živa* (3/2010), p. 118.
- **FIŠERA, J. (2000).** Součinnost hospodářské úpravy a pěstování lesa. *Lesnická práce*, č. 09.

- **CROUST, L. (2002).** Jak dál ve výchově borových porostů? In: *Borovice – semenářství, školkařství, pěstování*. Sborník referátů z celostátního semináře. Mimoň, 25. Června 2002. Sest. J. Janota. Praha, Česká lesnická společnost, 47 – 51.
- **JANČAŘÍK, V. (1998).** Epidemie rzi jehlicové v roce 1998, In: *Lesnická práce*, 77, 268-270.
- **JANČAŘÍK, V. & JANKOVSKÝ, L. (1999).** Václavka stále aktuální. *Lesnická práce*, 78(9), 25-31.
- **JANKOVSKÝ, L., PALOVČÍKOVÁ, D. & ŠINDELKOVÁ, M. (2000).** Karanténní sypavky. - *Lesnická práce*, 79 (8), 371-372.
- **JANKOVSKÝ, L., BEDNÁŘOVÁ, M. & PALOVČÍKOVÁ, D. (2004).** Dothistroma needle blight *Mycosphaerella pini* E. Rostrup, a new quarantine pathogen of pines in the CR. *Journal of Forest Science*, 50(7), 319-326.
- **JONÁŠOVÁ, M. (2013).** Přírodní disturbance – klíčový faktor obnovy horských smrčín. *Živa*, 5, 2013, 216 – 219.
- **JONES, M. D. & BOWLES, M. L. (2012).** Fire chronology and windstorm effects on persistence of a disjunct oak-shortleaf pine community. In: DEY, D. C., STAMBAUGH, M. C., CLARK, S. L., Schweitzer, C. J. (eds.). Proceedings of the 4th fire in eastern oak forests conference; 2011 May 17-19; Springfield, MO. Gen. Tech. Rep. NRS-P-102. Newton Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station: 103-118.
- **KADLUS, Z. (2002).** Jaro v malolesích ještě nekončí. *Lesnická práce*, 81, 4/02.
- **KJUČUKOV, P., BAČE, R. & SVOBODA, M. (2014).** Staré stromy a tlející dřevo – Pilíř trvalé udržitelnosti lesa, *Lesnická práce 1-2014*
- **KLÍMA, J. (2002).** Coleosporium – můžeme předvídat? *Lesnická práce*, 81, 11/02.
- **KNÍŽEK, M. & ZAHRADNÍK, P. (2004).** Kůrovci na jehličnanech. *Lesnická práce*, 3/2004, příloha, s. 7.
- **KOMONEN, A., PENTTILÄ, R., LINDGREN, M. & HANSKI, I. (2000).** Forest fragmentation truncates a food chain based on an old-growth forest bracket fungus. *Oikos*, 90(1), 119-126.
- **KOŠULIČ, M. st. (2000).** O výběru jednotlivých stromů k obnovní těžbě. *Lesnická práce*, 79, 8/00.
- **KOŠULIČ, M. st. (2004).** Jiný pohled na pěstování borových porostů. *Lesnická práce*, 83, 8/04.

- **KOŠULIČ, M. st. (2008).** Dynamika horských lesů po disturbanci. *Lesnická práce*. 87, 2/08.
- **KOZEL, J. (2010).** Přírodě blízké pěstování lesa v Polsku. *Lesnická práce*. 89, 12/10.
- **KUULUVAINEN, T. (2002).** Introduction: disturbance dynamics in boreal forests: defining the ecological basis of restoration and management of biodiversity. *Silva Fennica*, 36(1), 5-12.
- **KROUPOVÁ, M. & VINŠ, B. (1999).** 14. *Mezinárodní dendroekologický kurz –* Rekonstrukce napadení smrkového porostu kůrovcem, Praha, VÚLHM. 26 p.
- **LÅNGSTRÖM, B. & DAY, K. R. (2007).** Damage, control and management of weevil pests, especially *Hylobius abietis*. In *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis*pp. *Springer Netherlands*, 415-444.
- **LINDER, P., ELFVING B. & ZACKRISSON, O. (1997).** Stand structure and successional trends in virgin boreal forest reserves in Sweden, *Forest Ecology and Management*, Volume 98, Issue 1, 17-33.
- **LIŠKA, J., HAVELKA, J. & STARÝ, P. (2011).** Korovnice rodu *Pineus (s.l.) na borovici*. *Lesnická práce* 90: 4.
- **MÁCHOVÁ, P., CVRČKOVÁ, H., POLÁKOVÁ, L. & TRČKOVÁ, O. (2016).** Genetic variability of selected populations of scots pine in the Czech Republic. *Report of forestry research – Zprávy lesnického výzkumu*, 61(3), 223-229.
- **MÁNEK, J. (1999).** Stránky kroniky přírody skrývají letokruhy. *Šumava*, č.3.
- **MATILLA, U. (2005).** Probability models for pine twisting rust (*Melampsora pinitorqua*) damage in Scots pine (*Pinus sylvestris*) stands in Finland. *Forest Pathology*, 35(1), 9-21.
- **MAUER, O. (2002).** Umělá obnova v hospodářském souboru č. 13. *Lesnická práce*, 81 (8), s. 357 - 359.
- **MIKESKA, M. (2006).** Bory jako potenciální přirozená vegetace. *Lesnická práce*, 85, 07/06.
- **MODLINGER, R. (2015).** Klikoroh borový. In: KNÍŽEK, M., LIŠKA, J., MODLINGER, R. (eds) *Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2014 a jejich očekávaný stav v roce 2015. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum 2015. Strnady*, VÚLHM, v. v. i., 35 p.
- **NÁROVCOVÁ, J. (2010).** Mortalita výsadeb populací borovice lesní. *Zprávy lesnického výzkumu*, 55, 2010, č. 4, 299–306.

- **PEŠKOVÁ, V. & SOUKUP, F. (2001).** *Mycosphaerella pini* Rostrup. Červená sypavka borovic. *Lesnická práce* 12/2001.
- **PEŘINA, V., & VINTROVÁ, E. (1958).** Vliv opadu na humusové poměry borových porostů na pleistocenních písčích. *Lesnictví*, 4, 673-688.
- **PEŘINA, V. (1988).** Obnova porostů borovice lesní. In: Pěstování porostů borovice lesní. *Celostátní symposium Hradec Králové*, 21. - 22. června 1988. Hradec Králové, Dům techniky ČSVTS, 17 - 23.
- **PETRAŠ, R., NOCIAR, V., MECKO, J. (2000).** Hrubkový a výškový přírastok stromov borovice sosny poškodených defoliáciou korún. *Journal of Forest Science* 11, 515 - 525.
- **PICON-COCHARD, C., COLL, L. & BALANDIER, P. (2006).** The role of below-ground competition during early stages of secondary succession: the case of 3-year-old Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings in an abandoned grassland. *Oecologia*, 148(3), 373-383.
- **PIROGOWICZ, T. (1983).** Wplyw trzebiezy na produktyjnosc i strukture drzewostanow sosnowych na przykladzie stalych powierzchni doswiadczalnych polozonych w nadlesnictwach Ruciane, Krutyn i Ryjewo. *Prace Instytutu Badawczego Lesnictwa*.
- **PODRÁZSKÝ, V. (2009).** Lesnictví na rozcestí nebo na scestí. *Vesmír*, 88 (139), č. 10, 630–633.
- **RAMBOUSEK, J. (2003).** Semenné sady lesních dřevib v České republice. *Lesnická práce* 82, 01/03.
- **SIXTA, J. (1998).** Výchova lesních porostů. *Lesnická práce*, č.04.
- **SLOUP, M. & LEHNEROVÁ, L. (2016).** Effect of Early Tending Measures on the Growth and Development of Young Pine Stand from Natural Regeneration. *Zprávy lesnického výzkumu*, 61(3), 213-222.
- **SMITH, H., WINGFIELD, M. J., COUTINHO, T. A. & CROUS, P. W. (1996).** Sphaeropsis sapinea and Botryosphaeria dothidea endophytic in Pinus spp. and Eucalyptus spp. in South Africa. *South African journal of botany*, 62(2), 86-88.
- **STOFFEL, M. (2006).** A review of studies dealing with tree rings and rockfall activity: The role of dendrogeomorphology in natural hazard research. *Natural Hazards*, 39(1), 51–70.

- **SOUČEK, J. (2006).** Úprava druhové skladby borových porostů. *Lesnická práce*, 85, 07/06.
- **SOUČEK, J. (2010).** Možnosti úpravy druhové skladby borových porostů. *Sborník přednášek odborného semináře: Sněhová kalamita v borovém hospodářství 2010*. Opočno, VÚLHM. ISBN 978-80-7417-028-7. 30 – 32.
- **SOUKUP, F. (1999).** Rez sosnokrut (*Melampsora pinitorqua*), *Lesnická práce*, 78, 10/99
- **SOUKUP, F. & PEŠKOVÁ, V. (2004).** Odumírání borovice lesní v ČR v roce 2004 (Scots pine die-back in the CR in 2004). *Lesnická práce*, 83, 410-411.
- **ŠIMERDA, L. (2002).** K úrovnové a podúrovnové výchově a obnově borových porostů. *Lesnická práce*, 81, 2/02.
- **ŠINDELÁŘ, J. (2000).** Přirozená obnova lesních porostů v České republice. *Lesnická práce*, 79(7).
- **ŠINDELÁŘ, J. (2004).** Přirozená obnova borovice lesní. *Lesnická práce*, 83, 8.420-426
- **ŠINDELÁŘ, J., FRÝDL, J. & NOVOTNÝ, P. (2007).** Příspěvek k charakteristikám regionálních populací - ekotypů borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) v České republice. *Zprávy lesnického výzkumu*, 52 (2), 148–159.
- **ŠRŮTKA, P. (2003).** Sypavka borová (*Lophodermium pinastri* Shrad.). *Lesnická práce*, 6/98.
- **TESAŘ, V. (2010).** Sněhová kalamita 2010 ve východním Polabí – výzva k přestavbě system borového hospodaření. *Sborník přednášek odborného semináře: Sněhová kalamita v borovém hospodářství 2010*. Opočno, VÚLHM. ISBN 978-80-7417-028-7. 39 – 44.
- **ULBRICOVÁ, I., BÍLEK, L. & REMEŠ, J. (2017).** Vliv zpracování těžebních zbytků na charakteristiky bylinného a keřového patra na přirozených borových stanovištích. *Zprávy lesnického výzkumu*, 62, 2017, (3), 142-152.
- **VACCHIANO, G. & MOTTA, R. (2015).** An improved species distribution model for Scots pine and downy oak under future climate change in the NW Italian Alps. *Annals of Forest Science*, 72(3), 321-334.
- **VALINGER, E. (1992).** Effects of thinning and nitrogen fertilization on stem growth and stem form of *Pinus sylvestris* trees. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 7(1-4), 219-228.

- **VALINGER, E., ELFVING, B., & MÖRLING, T. (2000).** Twelve-year growth response of Scots pine to thinning and nitrogen fertilisation. *Forest Ecology and Management*, 134(1-3), 45-53.
- **VANNINEN, P. (2004).** Allocation of above-ground growth in *Pinus sylvestris* – impacts of tree size and competition. *Silva Fennica*, 38(2), 155–166.
- **WEISE U, EHRING A. (1993).** Growth and value yield of two-aged conifer stands in Baden-Wurttemberg. *Mitteilungen-der-Forstlichen-Versuchs-in-Forschungsenstalt Baden-Wurttemberg*. 170, p. 43.
- **WIGHT, G. D. & GRISSINO-MAYER, H. D. (2004).** Dendrochronological dating of an antebellum period house, Forsyth county, Georgia, USA. *Tree-Ring Research*, 60(2), 91-99.

Internetové zdroje:

- **DOBROVOLNÝ L. (2012).** Pěstění lesů I – učební text. Ústav zakládání a pěstění lesů, Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova univerzita v Brně.
Dostupné na: < akela.mendelu.cz >
- **HOŠEK P. & STORCH D. (1999).** Existuje konečná podoba přírodních společenstev – klimax? *Vesmír* 78 (40), 1999, č. 1 [online] Dostupné na: < www.vesmir.cz >
- **KADAVÝ, J. (2009).** Světlostní přírůst výstavkových stromů středního lesa. [online] Dostupné na: < www.nizkyles.cz >
- **KANTOR, P., SLODIČÁK, M. & NOVÁK, J. (2010),** Modely výchovy borových porostů. *Exkurze po městských lesích Hradec Králové po 100 letech. 2010.* [online] Dostupné na: < www.svol.cz >
- **KOŠULIČ, M. st. (2007).** Borovice lesní ve stinném lese. *Přírodě blízké lesnictví.* [online] Dostupné na: < pbl.fri.13.net >
- **KOŠULIČ, M. st. (2008).** Přestavba severomoravských smrčín decimovaných suchem, václavkou a kůrovcem. *Přírodě blízké lesnictví.* [online] Dostupné na: < pbl.fri.13.net >
- **KOVÁŘ, K., HRDINA, V. & BUŠINA, F. (2013).** *Učební texty z předmětu: Pěstování lesů.* r.č.: CZ.1.07/2.1.00/32.0012 [online] Dostupné na: < www.clatrutnov.cz >

- **MZE, Č. R. (2017).** *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2016.* [online]. Dostupné na: < www.eagri.cz >
- **MZE, Č. R. (2015).** *Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2014.* [online]. Dostupné na: < www.eagri.cz >
- **NEUMANN, J. (2015).** Staré, již zapomenuté řemeslo – smolaření v lesích. *Časopis historického spolku Schwarzenberg.* [online] Dostupné na: < www.hss.barok.org >
- **PODRÁZSKÝ, V., KOUBA, J., ZAHRADNÍK, D. & ŠTEFANČÍK, I. (2013).** Změny v druhové skladbě českých lesů, výzva pro lesnický i dřevozpracující sektor. [online] Dostupné na: < stavba.tzb-info.cz >
- **VRŠKA, T. (2012).** Za jak dlouho a za kolik od borových monokultur k přirozeným listnatým lesům. *Obnovní management, nástroj přestaveb lesů ve zvláště chráněných územích.* VÚKOZ, v.v.i. [online] Dostupné na: < akela.mendelu.cz >

Legislativní dokumenty:

- **VYHLÁŠKA č. 335/2006 Sb.,** kterou se stanoví podmínky a způsob poskytování finanční náhrady za újmu vzniklou omezením lesního hospodaření, vzor a náležitosti uplatnění nároku. [online] Dostupné také na: < www.zakonyprolidi.cz >
- **VYHLÁŠKA č. 101/1996 Sb.,** kterou se stanoví podrobnosti o opatřeních k ochraně lesa a vzor služebního odznaku a vzor průkazu lesní stráže [online] Dostupné také na: < www.zakonyprolidi.cz >
- **VYHLÁŠKA č. 139/2004 Sb.,** kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa [online] Dostupné také na: < www.eagri.cz >

Knihy, metodiky a závěrečné práce:

- **AMANN, G. (1995).** *Hmyz v lese: kapesní obrazový atlas*. Přeložil Kučera, V. Vimperk: Nakladatelství J. Steinbrener. ISBN 80-901324-8-0.
- **BAŠTOVÁ, B. (2015).** *Využití masivního dřeva ve stavebnictví a architektuře obytných staveb*. Diplomová práce. Mendelova Univerzita v Brně, LDF.
- **BÍLEK, L., REMEŠ, J., ŠVEC, O., VACEK, Z., ŠTÍCHA, V., VACEK, S. & JAVŮREK, P. (2017).** Ekologicky orientované pěstování porostů v podmínkách nižších až středních poloh. Strnady, VÚLHM. Lesnický průvodce 9/2017. ISBN 978-80-7417-149-9.
- **COOK, E. R. & KAIRIUKSTIS, L. A. (eds.), (1990).** *Methods of dendrochronology: applications in the environmental science*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London, 394 p.
- **CVRČKOVÁ, H., MÁCHOVÁ, P., POLÁKOVÁ, L. & TRČKOVÁ, O. (2017).** Hodnocení genetických charakteristik u borovice lesní s využitím mikrosatelitových markerů. Strnady, VÚLHM. Lesnický průvodce 4/2017. ISBN 98-80-7417-140-6.
- **ČÁP, J., FULÍN, M., NOVOTNÝ, P., CVRČKOVÁ, H., MÁCHOVÁ, P. TRČKOVÁ, O., POLÁKOVÁ, L., DOSTÁL, J. & FRÝDL, J. (2016).** Genetická charakterizace významných regionálních populací borovice lesní v České Republice. Strnady, Specializovaná mapa s odborným obsahem, 5 map, VÚLHM. 41 P. *Recenzované metodiky. Lesnický průvodce* 19/2016.
- **ČERVENÝ, R. (2011).** Průzkum a hodnocení dřevěného krovu historické budovy. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně.
- **DRAGOUN, L. (2016).** *Produkční a ekologický potenciál borových porostů na antropogenních půdách post-těžebních lokalit*. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Katedra hospodářské úpravy lesa.
- **DRÁPELA, K. & ZACH, J. (1995).** *Dendrometrie:(dendrochronologie)*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 152 str. ISBN 80-7157-178-4
- **DUŠÁTKO, M. (2014).** Vliv lesního managementu na biodiverzitu lesa.
- **FRELICH, L. E. (2002).** *Forest dynamics and disturbance regimes: studies from temperate evergreen-deciduous forests*. Cambridge University Press.
- **FRITTS, H. C. (1971).** *Dendroclimatology and dendroecology. Quaternary Research, 1(4), 419-449.*

- **GANDELOVÁ, L., HORÁČEK, P. & ŠLEZINGEROVÁ, J. (2002).** Nauka o dřevě.
- Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 2. vyd. Brno. 176 str. ISBN: 80-7157-577-1
- **QUITT, E. (1971).** *Klimatické oblasti Československa*. Brno: Geografický ústav ČSAV, Studia Geographica, 16.
- **HIEKE, K. (2008).** *Encyklopedie jehličnatých stromů a keřů*. Brno: Computer Press. ISBN 978-80-251-1901-3.
- **CHYTRÝ, M. (2010).** *Habitat catalogue of the Czech Republic*. 2. vyd. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. ISBN 978-80-87457-02-3.
- **KAŇÁK, J. (2011).** Návrh šlechtitelských postupů pro borovici lesní v západních a jižních Čechách. Disertační práce. Praha, Česká zemědělská univerzita v Praze: 132 p.
- **KAPITOLA, P., KROUTIL, P., RŮŽIČKA, T., ŘEHOŘOVÁ, H. & TOPIČOVÁ, B. (2017).** Karanténní škodlivé organismy na lesních dřevinách. Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský. ISBN: 978-80-7401-149-8
- **KNIŘ, T. (2016).** Vliv prostředí na přírůst jehličnatých dřevin se zaměřením na smrk ztepilý. Bakalářská práce. Česká zemědělská univerzita v Praze.
- **KOČÍ, V. (2012).** Využití stavebního dřeva ve stavebnictví. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci.
- **KOLIBÁČ, P. & JELÍNEK, M. (2011).** Realizace přírodě blízkého hospodaření v lesích. AOPK, ISBN: 978-80-87457-17-7.
- **KOSTOHRYZOVÁ, A. (2016).** *Vliv zástinu na přírůst obnovy borovice lesní pod porostem*. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta lesnická a dřevařská. Katedra ekologie lesa.
- **METZL, J. & KOŠULIČ M, st. (2006).** 100 otázek a odpovědí k obhospodařování lesa přírodě blízkým způsobem. Brno: Občasnské sdružení FSC. ISBN 80-239-6766-5.
- **KRIEGEL, H. (1998).** Optimalizace zakládání porostů s borovicí. Optimalizace zakládání borových kultur. VÚLHM. *Realizační výstup etapy výzkumného úkolu RE-329-92-9206-DÚ03: Zakládání a pěstování borových porostů prvního věkového stupně v ekotypech narušených antropogenní činností*.
- **KULHAVÝ, J. (2003).** *Ekologie lesa: doplňkový učební text*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita.

- **LEHEČKOVÁ, E. (2013).** Citlivost letokruhových řad borovice lesní (*Pinus sylvestris*) ke klimatickým parametrům. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze Přírodovědecká fakulta.
- **LUKÁŠOVÁ, K. & HOLUŠA, J. (2012).** Patogeny lýkožroutů rodu *Ips* (*Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae*). *Zprávy lesnického výzkumu*, 57(3), 230-240.
- **MODLINGER, R., LIŠKA, J. & KNÍŽEK, M. (2015).** Hmyzí škůdci našich lesů. Praha, Ministerstvo zemědělství ve spolupráci s Výzkumným ústavem lesního hospodářství a myslivosti: 20 s. ISBN 978-80-7434-206-6.
- **MORCH, M. (2013).** Gradace kůrovce na revíru Slatiňany po větrné kalamitě Ivan v roce 2008. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze.
- **MUSIL, I. & HAMERNÍK, J. (2003).** Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin: lesnická dendrologie 1. Česká zemědělská univerzita v Praze. 177 str. ISBN 80-213-0992
- **MUSIL, I. & HAMERNÍK, J. (2007).** *Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin*. Praha: Academia. ISBN 978-80-200-1567-9.
- **PEŠKOVÁ, V., SOUKUP, F. & KNÍŽEK, M. (2016).** Biotičtí škodliví činitelé na borovici a sucho. *Lesnická Práce*, 1.
- **PETRÁŠ, R. & PAJTÍK, J. (1991).** Sú- stava česko-slovenských objemových tabuliek dřevín. *Lesnícky časopis*; 1/1991
- **PLÍVA, K. (1987).** Typologický klasifikační systém ÚHÚL. *Brandýs nad Labem, ÚHÚL*, 52.
- **PODRÁZSKÝ, V. (1999).** Ekologie lesa. Česká zemědělská Univerzita v Praze, Lesnická fakulta, Katedra pěstování lesů.
- **POLENO, Z., VACEK, S. & PODRÁZSKÝ, V. (2009).** *Pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: *Lesnická práce*. ISBN 978-80-87154-34-2.
- **POLENO, Z. & VACEK, S. (2009).** *Pěstování lesů III - Praktické postupy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: *Lesnická práce*. 952 p.
- **ŘEPKA, R. & KOBLÍŽEK, J. (2007).** *Systematická botanika*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. ISBN 978-80-7375-024-4.
- **SCHWEINGRUBER, F. H. (1996).** *Tree rings and environment dendroecology*. Bern, Haupt. 609 p.
- **SCHWEINGRUBER, F. H. (2007).** *Wood Structure and Environment*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 279 p.

- **SIMON, J. & VACEK, S. (2008).** *Hospodářská úprava lesů: výkladový slovník hospodářské úpravy lesů*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, ISBN 978-80-7375-140-1.
- **SLAVÍKOVÁ, J. (1986).** *Ekologie rostlin: celostátní vysokoškolská učebnice pro stud. přírodověd. fak. skupiny stud. oborů 15 - biologické vědy*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. Učebnice pro vysoké školy (Státní pedagogické nakladatelství). 368 p.
- **SLODIČÁK, M. & NOVÁK, J. (2000).** Zásady výchovy hlavních hospodářských dřevin v podmínkách antropogenně změněného ekotopu. *Strnady, VÚLHM. Návrh realizačního výstupu projektu: CEZ:M./99:01*
- **SLODIČÁK, M. & NOVÁK, J. (2007).** Výchova lesních porostů hlavních hospodářských dřevin. [Thinning of forest stands of the main forest tree species]. Strnady, VÚLHM. 46 p. Recenzované metodiky. *Lesnický průvodce 4/2007*
- **SLODIČÁK, M. & NOVÁK, J. (2013).** Výchova porostů borovice lesní. [Thinning of Scots pine stands]. Strnady, VÚLHM. Recenzované metodiky, *Lesnický průvodce 5/2013*
- **SUCHOMEL, J., KULHAVÝ, J., ZEJDA, J., PLESNÍK, J. & MENŠÍK, L. (2014).** Ekologie lesních ekosystémů. Mendelova univerzita v Brně. 166 s.
- **SVOBODA, P. (1953).** Lesní dřeviny a jejich porosty. Část I. Praha, *Státní zemědělské nakladatelství*: 412 p.
- **SVOBODA, J., DOHNANSKÝ, T. & KOTEK, K., et al. (2015).** *Program trvale udržitelného hospodaření v lesích*. Hradec Králové: Lesy České republiky, s.p. ISBN 978-80-86945-27-9.
- **ŠEBÍK, L. & POLÁK, L. (1990).** *Náuka o produkci dřeva*. Příroda, Bratislava, 322 p.
- **UTINEK, D. (2009).** Rámcové směrnice pro pěstování středního lesa. *Ochrana přírody, 64(4)*, 12-14.
- **VACEK, S., LOKVENC, T., & SOUČEK, J. (1995).** *Přirozená obnova lesních porostů: metodika*. Ústav zemědělských a potravinářských informací. 41 p.
- **VACEK, S., & PODRÁZSKÝ, V. (2006).** Přírodě blízké lesní hospodářství v podmínkách střední Evropy. *Kostelec nad Černými lesy: ÚZPI Praha*, ISBN 80-213-1561-X, 74 p.
- **VACEK, S., SIMON, J. & REMEŠ, J. (2007).** Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů. *Lesnická práce*. ISBN 978-80-86386-99-7, 447 p.

- **VERMEULEN, N. (1997).** Encyklopedie stromů a keřů, Rebo production, Lisse.
ISBN 80-7234-007-7
- **ZAPLETALOVÁ, E. & BALEJOVÁ, V. (2012).** Původce chřadnutí a prosychání borovic.
MZe. Státní rostlinolékařská správa.

8. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Kompletní přehled zájmových jedinců..... 101

Příloha č. 2: Způsob odebrání vývrtnu..... 109

Příloha č. 3: Vybavení dendrochronologické laboratoře..... 109

Příloha č. 1: Kompletní přehled zájmových jedinců.

Porost:	308 D/1
Lesní správa:	Choceň

LT:	1M3
HS:	133
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
1	1	47,5	30,6	23,4	19	2	3,9	1,2	3,3	55	
2	2	40,5	27,8	21,6	20,4	1,6	1,5	1	1,9	60	
3	3	37,5	25,6	20,4	18,2	1	1,9	0,6	3	40	<i>jmeli</i>

Porost:	305 B/11
Lesní správa:	Choceň

LT:	2M3
HS:	133
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
1	4	43	29,2	18,8	12,2	3,4	1,9	3,3	2,1	55	
2	5	45	32,6	20,2	18	1,9	2,2	2,5	1,3	50	
3	6	43	30,0	16,2	13,2	2,3	2,7	2,6	1,2	50	

Porost:	305 B/12b
Lesní správa:	Choceň

LT:	3K5
HS:	433
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
1	7	46	31,4	18,2	13,8	1,9	2,5	2,1	1,4	60	
2	8	45	29,8	20,2	13,2	1,8	2,3	2,5	1,6	65	
3	9	34	28,0	21,3	18,1	0,5	0,7			40	luk
4	10	49	30,0	21	15,4	2	2,3	2	2	55	

Porost:	305 B/12c
Lesní správa:	Choceň

LT:	3K5
HS:	433
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
2	11	49	32,8	24	21,2	2,3	2,9	2,2	0	50	
3	12	43	26,7	21,6	16	1,6	2	2,6	1,6	55	
4	13	45	26,8	19,4	15,8	3,2	1,9	3,2	1,8	50	
5	14	43	25,4	20,6	17,8	2,6	2,3	2,4	1,6	50	

Porost:	309A/05 a 06
Lesní správa:	Choceň

LT:	2P1
HS:	273
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
1	15	62	24,6	14,2	14,2	3,5	5,1	4,1	3,5	80	
4	16	41,5	21,8	15,8	12,8	1,1	2,3	1,2	1,5	60	trouchnivá a křivá
5	17	43,5	22,0	14,2	13,6	3,3	1,8	4	3,2	65	

Porost:	313 A/06
Lesní správa:	Chocceň

LT:	2M4
HS:	233
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
1	18	65,1	29,4	20,3	14,7	1,5	4,5	3,1	3,2	55	
2	19	66,5	32,4	19,3	13,2	2,5	3,2	4,4	2,6	65	
4	20	52,5	26,4	17,7	13,6	1,2	3,7	3,3	2,4	50	<i>lizina</i>
5	21	67,9	26,6	16	12,4	2	3,1	0,8	6,3	40	<i>lizina</i>
6	22	69	31,8	20,9	15	1,4	5,2	5,6	1,4	40	<i>lizina</i>
7	23	52,1	25,7	18,8	15,3	3,7	2,4	4,6	1,3	45	<i>lizina</i>
8	24	58,3	28,6	17	12,3	1,6	4,5	1,3	2,3	60	<i>mech.pošk. na oddenku</i>
9	25	62,7	30,4	19,5	13,2	3,4	3,8	3,3	3	60	
10	26	56,3	32,8	20,5	18	2,2	3,4	3,9	2,3	55	
11	27	48,2	32,0	21,4	15,9	2,9	1,4	2,3	2,2	45	

Porost:	315 A/06
Lesní správa:	Chocceň

LT:	2S6
HS:	253
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
2	28	64	25,0	16,2	13,4	3,15	5,3	5	3,2	55	
3	29	76,5	30,6	20,4	13	2,65	5,3	5,4	2,8	40	
4	30	58,5	27,0	18,6	15,2	3,7	5,6	4,3	3,6	40	
5	31	58,5	25,0	19,2	13	1,2	5,5	3,8	2,5	45	

Porost:	315 C/03
Lesní správa:	Chocceň

LT:	2M4
HS:	233
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
1	32	50	24,8	17,4	14,2	5,3	1,7	3,1	3,2	60	
2	33	45	29,2	16,2	11,4	3,3	3	3,3	2,4	45	<i>opraven vrt</i>
3	34	46	21,5	12,2	11,4	3,4	5,1	1,5	2,4	45	

Porost:	315 C/02
Lesní správa:	Chocẽň

LT:	2P1
HS:	273
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
1	35	46,5	25,0	17,4	14,2	2,2	1,3	2	1,1	50	
2	36	41	30,0	18,2	13,6	3,3	1,6	0,9	3,4	25	téměř souše
3	37	56,5	29,3	15,8	10,8	5,4	2	4,9	4,3	65	
4	38	57	29,8	17,2	18,4	1	4,9	4,2	3,4	65	opraven vrt
5	39	45,5	25,8	17,7	15,6	1,1	0,8	1	2,1	45	opraven vrt
6	40	49,5	24,2	16,8	14,4	2,6	4	2,5	2	40	
7	41	50	23,8	17,8	18,6	2,4	2,1	1,1	3,3	40	

Porost:	705 B/10
Lesní správa:	Nasavrky

LT:	2I1
HS:	233
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
1	42	49	32,4	19,5	14,2	2,4	2,9	1,7	3,5	65	
2	43	53	33	21,6	6	2,1	2,5	0,3	2,6	45	zlomená koruna
3	44	37,5	32,1	25,3	15	1,3	1,7	1,3	2,1	45	
4	45	57	31,7	20	11,2	1,5	5,1	1,6	2,4	50	
5	46	50	30,6	19,5	10,1	3,7	3,5	2,5	2,7	70	
6	47	49	34	21,8	6,2	2,6	1,5	0,4	4,4	55	
7	48	37,5	31,6	19,7	9,7	1,2	1,2	0,9	1,3	50	
8	49	43	33,2	20,1	12,3	0,7	0,9	0,6	2,1	45	

Porost:	709 D/0
Lesní správa:	Nasavrky

LT:	2K1
HS:	233
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
1	50	47	27	17,8	13,5	0,9	2,7	2,95	2,9	55	
2	51	37,5	24,5	17,2	12,2	0,3	1,7	1,3	3,2	50	
3	52	36	21	15,4	10,3	2,1	1,1	4,1	0,9	40	
4	53	50	31	17,2	10	2,2	2,9	2,3	2,6	60	
5	54	68,5	29,3	11,4	9,6	5,5	2,3	1,5	2,4	65	
6	55	38	29,7	18,4	12,4	3	1,1	2,2	1,9	45	
7	56	44	29,2	19,2	7,2	3,5	2,1	2,8	3	55	

Porost:	709 F/8a
Lesní správa:	Nasavrky

LT:	2O4
HS:	253
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
1	57	44	30,6	19,2	17	1,8	2,3	1,5	3	60	
2	58	41	28,1	17,1	15,9	2	2,8	1,4	2,7	60	
3	59	33	27,5	18,5	16	0,3	1,2	2,2	1,5	40	
4	60	41,5	25,4	19,6	17,4	1	2,9	1,1	2,9	45	
5	61	39,5	22,3	11,2	10,6	4,1	4	3,5	3,1	70	
6	62	41	33	22,1	13	1,3	1,5	3	2,4	45	

Porost:	712 C/07
Lesní správa:	Nasavrky

LT:	3I1
HS:	433
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
1	63	40	27	18	11,2	2,2	2,9	1,5	3,3	50	
2	64	34,5	32,4	21,6	15	1,2	1,6	2,2	1,4	60	
3	65	78	30,8	19,2	19,4	4,1	3,5	4,1	1,3	65	
4	66	51	29,6	17,4	12	1,9	3,5	2,9	3	55	
5	67	42,5	28,2	16,8	15,2	3,9	1,6	3,3	1,7	40	

Porost:	712 D/07
Lesní správa:	Nasavrky

LT:	3H1
HS:	453
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
1	68	41	28,5	20,1	5,8	1,2	3	2,1	1,5	45	
2	69	46	28,7	19,5	12,6	0,2	0,5	0,9	1,3	40	
3	70	35	27,2	25,3	20					40	
4	71	51	34,4	17,8	14,6	1,9	2,7	3,3	1,4	55	
5	72	37	26,4	18,3	10,1	3,1	2,8	0,2	0,5	45	
6	73	45	27,7	20,4	5,8	1,8	2	0,6	1,2	40	
7	74	56	29,8	22,2	18,2	0,5	3,3	3,4	0,3	55	

Porost:	253 C/07
Lesní správa:	Plasy

LT:	0K3
HS:	133
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
1	75	44,5	23,2	13,4	11,2	2,7	0,9	3,3	1,4	40	
2	76	43	23,2	17,5	15,8	1	3	4,1	0,6	55	nahnutá na s
3	77	39,5	21,5	17,4	16,3	0,4	2,8	0,9	3,5	50	
4	78	54,5	23,4	16,4	14,7	4,8	1,7	3,9	1,5	55	
5	79	40,5	23,9	17,4	16,4	0	3,9	4	0,3	60	nahnutá na v
6	80	48	24,4	18,8	16,5	2,7	1,5	3,5	0,7	60	
7	81	45,5	25,8	18,1	17,2	2,1	1	2,9	1,6	55	
8	82	46	24,4	16,7	16,7	1,1	3,8	2,7	1,6	55	
9	83	42	24	17,4	15,9	1,9	3	2,4	1,9	50	
10	84	41	21,1	16,3	14,4	0,9	3,2	0,7	2,9	45	
11	85	42	22,7	17,5	15,6	2,3	1,9	2,3	2,5	50	

Porost:	262 C/07
Lesní správa:	Plasy

LT:	0Q1
HS:	133
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
12	86	38,5	17,3	13,4	12,3	1,4	2,8	2,7	1,8	35	
13	87	28,5	20,6	13,3	11,6	2,5	2,9	2	2,8	40	

Porost:	240 A/09
Lesní správa:	Plasy

LT:	0Q1
HS:	133
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
14	88	48	24,6	15,4	9,7	2,5	4,4	3,7	2,6	40	
15	89	49,5	23,2	15,5	11	4,7	2,6	4,9	2,2	45	
16	90	42,5	20,3	15,4	9,2	2,5	2,7	2,4	2,4	50	
17	91	47,5	22,5	14,4	12,1	3,8	2,2	3	1,9	45	

Porost:	238 B/09
Lesní správa:	Plasy

LT:	0Q1
HS:	133
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
18	92	41	20,3	12,5	9,3	2	1,8	2,4	2,7	40	
19	93	39	21,5	14,3	10,9	2,3	1,9	3,1	2	40	
20	94	44,5	22,8	13,9	10,2	4,3	3,3	4,3	2,9	45	
21	95	31	20,6	13,6	10,4	2,6	2,4	2,3	2,9	35	

Porost:	243 A/14c/2b
Lesní správa:	Plasy

LT:	0Q5
HS:	133
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
22	96	41,5	19,8	12,5	8,1	2,8	3,5	3,9	1,1	45	

Porost:	243 C/04 a 02
Lesní správa:	Plasy

LT:	0Q5
HS:	133
PLO:	17

číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
33	97	49	21,6	14,5	11,9	3,8	2,9	4,1	1	55	
34	98	43	20,3	14,1	11,8	2,6	3,1	4,8	1,5	45	
35	99	47	21,9	13,5	12,5	3,7	3	3,1	1,7	50	

Porost:	243 C/01
Lesní správa:	Plasy

LT:	0Q5
HS:	133
PLO:	17

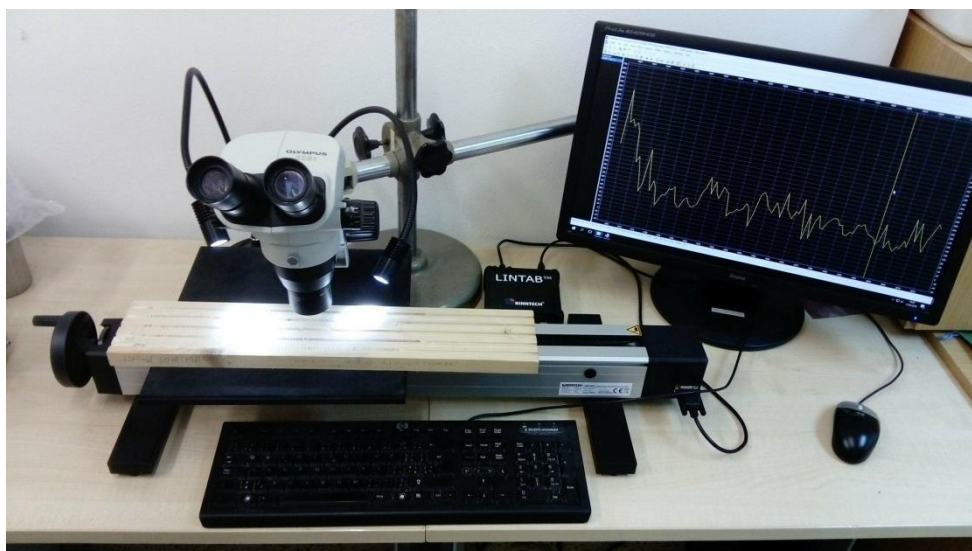
číslo vzorku	pořadové číslo	d 1,3 (cm)	h (m)	hk (m)	hsk (m)	délka koruny ku světovým stranám (m)				foliace (%)	poznámka
						s	j	v	z		
36	100	36,5	18,6	11,3	10,2	2,1	2,2	2,2	2,8	55	
38	101	42,5	17,6	10,5	8,3	3,8	3,9	3,1	1,3	55	
39	102	39,5	19,2	10,1	7,5	1,6	3,6	3,4	2,5	60	
40	103	40	16,5	10,7	9,5	3,5	2,5	2,9	2,9	55	
41	104	40	18	9,7	9,7	2,6	2,5	2,6	2,8	60	

Příloha č. 2: Způsob odebrání vývrtnu.



Odběr vzorků Presslerovým přírůstovým nebozezem, foto: Brichta, J. (2017).

Příloha č. 3: Vybavení dendrochronologické laboratoře.



Vybavení dendrochronologické laboratoře použité při základním datování, foto: Brichta, J. (2017).