

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Fakulta lesnická
a dřevařská**

**Možnosti uplatnění clonné obnovy borovice lesní v oblasti
Třeboňska**

Diplomová práce

Bc. Pavel Kvasnička

doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

2024

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Pavel Kvasnička

Lesní inženýrství

Název práce

Možnosti uplatnění clonné obnovy borovice lesní v oblasti Třeboňska

Název anglicky

Shelterwood Regeneration of Scots Pine in the Třeboň Region

Cíle práce

Cílem práce je vyhodnotit možnosti uplatnění clonné obnovy borovice lesní v podmínkách Lesní správy Třeboň, Lesy České republiky, s. p. na základně vyhodnocení stavu a vývoje porostní struktury a přirozené obnovy na síti trvalých zkušných ploch. V návaznosti na tato šetření bude navržen vhodný těžební zásah s ohledem jak na stav přirozené obnovy, tak i kvalitu a stabilitu stromů mateřského prostu.

Metodika

- Obnovená měření na síti trvalých zkušných ploch na revíru Kunšach (Lesy ČR, s.p., LS Třeboň) (termín červen 2023)
- Získání detailního přehledu k dané problematice studiem odborné literatury a vypracování literární rešerše (termín říjen 2023)
- Ukončení terénního šetření zaměřeného na inventarizaci jedinců mateřského porostu a přirozené obnovy (termín listopad 2023)
- Zpracování výsledků s využitím vhodných statistických metod (termín leden 2024)
- Formulace výsledků, diskusní kapitoly a doporučení pro lesnickou praxi (termín březen 2024)

Doporučený rozsah práce

Minimálně 50 normovaných stran textů bez příloh

Klíčová slova

clonná obnova, přirozená borová stanoviště, zápoj, světelné podmínky, konkurence, těžba

Doporučené zdroje informací

- Bílek L., Remeš J., Švec O., Vacek Z., Štícha V., Vacek S., Javůrek P. (2017) Ekologicky orientované pěstování borových porostů v podmínkách nižších až středních poloh. Jiloviště-Strnady. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. 48 p. ISBN: 978-80-7417-149-9.
- Bílek L., Zeidler A., Pulkrab K., Ulbrichová I., Vacek S., Borůvka V., Vítámvás J., Remeš R., Vacek Z., Sloup R. (2018) Pěstební a ekonomické aspekty clonné obnovy borovice lesní. Jiloviště-Strnady. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. 56 p. ISBN 978-80-7417-169-7.
- Brichta J., Bílek L., Linda R., Vítámvás J. (2020) Does shelterwood regeneration on natural Scots pine sites under changing environmental conditions represent a viable alternative to traditional clear-cut management? *Cent Eur For J* 66:104–115. – doi: 10.2478/forj-2020-0014.
- Kuuluvainen T., Pukkala T. (1989) Effect of Scots pine seed trees on the density of ground vegetation and tree seedlings. *Silva Fennica*, 23: 159–167.
- Lundqvist L., Ahlström MA., Axelsson P., Mörling T., Vällinger E. (2019) Multi-layered Scots pine forests in boreal Sweden result from mass regeneration and size stratification. *For Ecol Manage* 441. – doi: 10.1016/j.foreco.2019.03.044.
- Poleno Z., Vacek S. et al. (2009) Pěstování lesů III. – Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy. Lesnická práce. 1012 p.
- Schütz JP. (2002) Silvicultural tools to develop irregular and diverse forest structures. *Forestry* 75: 329-337.
- Vacek S., Vacek Z., Bílek L., Šimon J., Remeš J., Hůnová I., Král J., Putalová T., Mikeška 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>.
-

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – FLD

Vedoucí práce

doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 2. 5. 2023

doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 28. 7. 2023

prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.

Říkan

V Praze dne 26. 03. 2024

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma: Možnosti uplatnění clonné obnovy borovice lesní v oblasti Třeboňska vypracoval samostatně a citoval jsem všechny informační zdroje, které jsem v práci použil, a které jsem rovněž uvedl na konci práce v seznamu použitých informačních zdrojů.

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

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

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

V Praze dne 4.4.2024

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu práce doc. Ing. Lukáši Bílkovi, Ph.D. za pomoc se zpracováním dat, odbornou kontrolu a dohled. Dále bych rád poděkoval své rodině za projevenou podporu a pomoc při tvoření celé práce. Dále bych rád poděkoval pracovníku Lesů České republiky s. p. Jiřímu Fučíkovi za pomoc při terénním sběru dat a vyznačení těžebního zásahu.

Možnosti uplatnění clonné obnovy borovice lesní v oblasti Třeboňska

Souhrn

Cílem práce bylo vyhodnotit možnosti uplatnění clonné obnovy borovice lesní (*Pinus sylvestris*) v podmínkách Lesní správy Třeboň, Lesy České republiky, s. p. na základě vyhodnocení stavu a vývoje porostní struktury a přirozené obnovy na síti trvalých zkušných ploch (TVP). Na základě provedených šetření bude navržen a vyhodnocen těžební zásah jako další fáze clonného postupu v daných porostech.

V roce 2019 byly na revíru Kunšach (LS Třeboň) založeny tři TVP o rozměrech 50 x 50 m (0,25 ha). Na každé TVP byly pomocí technologie FiedMap zaměřeny pozice všech stromů spadajících do mateřského porostu s výčetní tloušťkou vyšší než 4 cm. V této kategorii byly zjišťovány hlavní charakteristiky mateřského porostu, kterými byly výčetní tloušťka ve dvou na sebe kolmých směrech, výška stromu, výška nasazení koruny a korunové projekce. V kategorii přirozené obnovy byla při opakovaném měření zjišťována pouze výška jedinců. Na každé TVP byly vyznačeny 3 kruhové plochy s poloměrem 2,82 m (25 m²), na nichž byli zaznamenáváni jedinci přirozené obnovy. Tyto plochy byly náhodně rozmístěny po jednotlivých TVP. Součástí terénních prací bylo i navržení a vyznačení těžebního zásahu v součinnosti s pracovníky LČR.

Na jednotlivých TVP byl zjištěn počet jedinců přirozené obnovy, který je více než dostačující pro úspěšnou obnovu porostu. Na TVP 47 bylo zaznamenáno 12 533 jedinců na hektar, na TVP 46 se vyskytovalo 21 333 jedinců na hektar a na TVP 48 bylo dokonce 36 933 jedinců na hektar plochy. Lze konstatovat, že v daných podmínkách borovice lesní dárně odrůstá pod přiměřenou clonou mateřského porostu. Míra clonění mateřského porostu pak úzce souvisí s parametrem zakmenění. Tento parametr se před provedením těžebního zásahu pohyboval okolo hodnoty 0,7. Nejvyšší zakmenění bylo zaznamenáno na TVP 47, kde jeho hodnoty byla 0,75. Na ostatních TVP bylo zakmenění mírně nižší, na TVP 48 na hodnotě 0,73 a na TVP 46 na hodnotě 0,70. Po provedení těžebního zásahu se hodnoty zakmenění snížily na hodnoty 0,58 na TVP 47, 0,53 na TVP 48 a 0,51 na TVP 46. Toto snížení zakmenění bylo dosaženo těžebním zásahem s průměrnou intenzitou 25,5 % ze zásoby porostu. Nejvyšší intenzita těžby byla navržena na TVP 48, kde představovala 27,5 %. Na TVP 46 byla intenzita zásahu 26,0 % a na TVP 47 23,1 %.

Klíčová slova: clonná obnova, přirozená borová stanoviště, zápoj, světelné podmínky, konkurence, těžba

Shelterwood Regeneration of Scots Pine in the Třeboň Region

Summary

The aim of the work was to evaluate the possibilities of applying shelterwood regeneration of Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the conditions of the Třeboň Forestry Administration, state enterprise Forests of the Czech Republic, based on the evaluation of the state and development of the stand structure and natural regeneration on network of permanent research plots (PRP). On the basis of the conducted investigations, a harvesting intervention will be proposed and evaluated as the next phase of the shelterwood method in the given stands.

In 2019, three PRPs with dimensions of 50 x 50 (0.25 ha) were established on the Kunšach district (Forestry Administration Třeboň). For each PRP, the positions of all trees falling into the plots with a diameter at breast height than 4 cm were targeted using FiedMap technology. In this category, the main characteristics of the parent stand were determined, which were the diameter at breast height in two mutually perpendicular directions, the height of the tree, the height of the crown and crown projections. In the category of natural regeneration, only the height of individuals was determined during repeated measurements. On each PRP, 3 circular areas with a radius of 2.82 m (25 m²) were marked, on which individuals of natural regeneration were recorded. These areas were randomly distributed within individual TVPs. Part of the field work was also the design and marking of the harvesting intervention in cooperation with the employees of the Forests of Czech Republic.

The number of individuals of natural regeneration was determined at individual PRPs, which is more than sufficient for the successful development of the stand. At PRP 47, 12,533 individuals per hectare were recorded, at PRP 46 there were 21,333 individuals per hectare, and at PRP 48 there were even 36,933 individuals per hectare. It can be stated that in the given conditions the pine tree grows successfully under the shelter of the parent stand. The shelter of the parent stand is closely related to the stand density. This parameter hovered around the value of 0.7 before the harvesting operation. The highest density was recorded at PRP 47, where its values were 0.75. On the other PRPs, density was slightly lower, on PRP 48 at a value of 0.73 and on PRP 46 at a value of 0.70. After the harvest intervention, density decreased to values of 0.58 at PRP 47, 0.53 at PRP 48 and 0.51 at PRP 46. This reduction in

crop density was achieved by harvesting with an average intensity of 25.5% of the standing volume. The highest harvesting intensity has been proposed at PRP 48, where it represented 27.5%. On PRP 46 the intensity of intervention was 26.0% and on PRP 47 23.1%.

Keywords: Shelterwood regeneration, natural pine sites, canopy, light conditions, competition, harvesting

Obsah

1 Obsah

2 Úvod.....	12
3 Cíl práce.....	13
4 Rozbor problematiky.....	14
4.1 Dendrologická klasifikace	14
4.1.1 Čeleď borovicovité	14
4.1.2 Rod borovice	14
4.1.3 Borovice lesní.....	15
4.2 Ekologické charakteristiky borovice lesní	16
4.2.1 Stanovištní nároky borovice lesní	16
4.2.2 Klimatické nároky borovice lesní	16
4.2.3 Zpevňující a meliorační funkce borovice lesní.....	17
4.3 Pěstební charakteristiky borovice lesní	19
4.3.1 Problematika semenářství a školkařství ve vztahu k borovici lesní.....	19
4.3.1.1 Semenářství.....	19
4.3.1.2 Školkařství	20
4.3.2 Obnova a výchova porostů borovice lesní.....	22
4.3.2.1 Obnova porostů borovice lesní	22
4.3.2.2 Výchova porostů borovice lesní	25
4.3.3 Hospodářské způsoby vhodné pro pěstování borovice lesní	29
4.3.3.1 Holosečný hospodářský způsob	29
4.3.3.2 Násečný hospodářský způsob	30
4.3.3.3 Podroštní hospodářský způsob	30
4.3.3.4 Výběrný hospodářský způsob	32
4.3.3.5 Východisko a směr postupu obnovy vhodné pro pěstování borovice lesní.....	33
4.3.4 Tvorba porostních směsí s borovicí lesní.....	34
4.3.5 Význam borovice lesní při adaptaci lesů na dopady klimatické změny....	35
4.3.5.1 Projevy klimatické změny.....	35
4.3.5.2 Možnosti využití borovice lesní jako pionýrské dřeviny.....	36
4.4 Poškození borových porostů a možnosti ochrany proti nim	38
4.4.1 Biotická poškození borových porostů.....	38
4.4.1.1 Hlavní hmyzí škůdci borových porostů.....	38
4.4.1.2 Ochrana proti hmyzu.....	43

4.4.1.3	Houbové a virové patogeny na borovici	46
4.4.1.4	Škody zvěří	47
4.4.1.5	Ochrana proti zvěři.....	49
4.4.2	Abiotická poškození borových porostů	50
4.4.2.1	Ochrana borových porostů proti abiotickým poškozením.....	51
4.5	Přírodní charakteristika CHKO Třeboňsko	53
4.5.1	Klimatické poměry na CHKO Třeboňsko	53
4.5.2	Geologické a půdní poměry na CHKO Třeboňsko.....	53
4.5.3	Cíle ochrany přírody a hospodaření v lesích na CHKO Třeboňsko.....	54
5	Metodika	55
5.1	Charakteristika výzkumných ploch.....	55
5.2	Sběr dat v terénu.....	56
5.3	Zpracování a analýza dat	57
6	Výsledky	59
6.1	Charakteristika mateřského porostu	59
6.2	Vyhodnocení těžebního zásahu	64
6.3	Charakteristka přirozené obnovy	66
7	Diskuze	69
8	Závěr	73
9	Literatura.....	74
10	Seznam použitých zkratk a symbolů	84
11	Seznam obrázků a tabulek	85
	Samostatné přílohy.....	86

2 Úvod

V současnosti, kdy klimatická změna čím dál více ovlivňuje celé lesní porosty, je důležité zkoumat a aplikovat do praxe nové metody a postupy v pěstování lesa, abychom byli schopni naše lesy adaptovat na nové, především klimatické podmínky. Jedním z hlavních adaptačních principů je vylučování z hospodaření holé seče a zavádění postupů bližších přírodě. Do popředí zájmu se proto dostávají hospodářské způsoby podrostní nebo výběrný. Vzhledem k značné náročnosti při hospodaření za pomoci výběrného HZ se mnohem častěji využívá HZ podrostní. Pro tyto hospodářské způsoby jsou většinou využívány dřeviny stín snášející, protože mladí jedinci rostou pod clonou mateřského porostu. Není ale vyloučeno ani zavedení podrostních způsobů do porostu dřevin světlomilných.

3 Cíl práce

Cílem práce je vyhodnotit možnosti uplatnění clonné obnovy borovice lesní v podmínkách Lesní správy Třeboň, Lesy České republiky, s. p. na základě vyhodnocení stavu a vývoje porostní struktury a přirozené obnovy na síti trvalých zkusných ploch. To bude zahrnovat analýzu vývoje mateřského porostu a prosperity a růstu přirozené obnovy borovice lesní v gradientu různého zakmenění. Měření bude prováděno na 3 trvalých zkusných plochách (TVP) ve 3 různých porostech. V návaznosti na tato šetření bude navržen vhodný těžební zásah s ohledem jak na stav přirozené obnovy, tak i kvalitu a stabilitu stromů mateřského porostu.

4 Rozbor problematiky

4.1 Dendrologická klasifikace

4.1.1 Čeleď borovicovité

Borovicovité (*Pinaceae*) je čeleď řádu borovicotvarých z třídy jehličnanů. Nejčastěji se dělí na čtyři podčeledě, obsahuje 10 (11) rodů a 225 (235) druhů (Musil, Hamerník, 2003). Toto z této čeledi dělá druhově nejpočetnější čeleď jehličnanů a ekologicky i ekonomicky nejvýznamnější skupinu nahosemenných rostlin. Jsou to nejčastěji stromy vysokého vzrůstu, výjimečně keře, obvykle vždyzelené, vzácně opadavé (Musil, Hamerník, 2003). Borka je u některých druhů hladká, u jiných šupinovitá nebo silně zbrázděná. Jednožilkové jehlice, umístěné na brachyblastech buď jednotlivě nebo ve svazečcích (Úradníček, Chmelař, 1995) po 2-50, bývají rozdílné délky. Jedná se rostliny jednodomé, což znamená, že samčí i samičí pohlavní orgány jsou na jedné rostlině. Opylování probíhá výhradně anemogamií, neboli pomocí větru (Musil, Hamerník, 2003). Plodem borovicovitých jsou šišky, které jsou tvořeny větrem a kolem něho spirálovitě uspořádaných šupin (Úradníček, Chmelař, 1995). Šišky borovicových mohou být rozpadavé nebo nerozpadavé, kdy se ve stádiu fyziologické zralosti šišky otevírají a semena z nich vypadávají, nebo se rozpadají celé šišky a semena padají společně s šupinami na zem. Semena se šíří pomocí větru, anemochorie, nebo pomocí živočichů, zoochorie.

4.1.2 Rod borovice

Borovice (*Pinus*) je rod stálezelených jehličnatých stromů, popřípadě keřů, z čeledi borovicovité (*Pinaceae*) (Musil, Hamerník, 2003). Tento rod obsahuje 100 (120) druhů převážně se vyskytujících na severní polokouli (Úradníček, Chmelař, 1995). Areál, na němž lze nalézt zástupce tohoto rodu je velmi rozsáhlý, zahrnuje severské polohy, postupuje nadále přes smíšené lesy mírného pásu až do subtropických poloh a někde dokonce až do tropického podnebného pásma. Vyskytují se napříč výškovými stupni od nižších poloh u hladiny moře, po horní hranici lesa, nebo až nad tuto hranici (Musil, Hamerník, 2003). Pokud jde o postup od východu na západ, tak se zástupci rodu borovice vyskytují v celém gradientu, tedy od východní Asie, přes Himaláje, Evropu, až po severní a střední Ameriku. V Evropě se vyskytuje 12–13 původních druhů, z toho 9–10 dvoujehličných a 3 pětijehličné (Musil,

Hamerník, 2003). Rod se taxonomicky dělí na dva podrody: *Pinus*, se 2–3, výjimečně 5 nebo až 8 jehlicemi ve svazečku a *Strobis* obvykle s 3 nebo 5 jehlicemi ve svazečku. V České republice jsou původní 3 druhy spadající do rodu borovice. Jedná se o borovici lesní, borovici blatku a borovici kleč.

4.1.3 Borovice lesní

Borovice lesní (*Pinus sylvestris*) je jehličnatý strom z čeledi borovicovitých. Borovice lesní se vyskytuje na velké ploše a její areál je nejrozsáhlejší z našich dřevin (Poleno, Vacek, 2009). V České republice je původním druhem. Vzhled tohoto druhu je značně proměnlivý, existuje zde mnoho ekotypů, klimatypů a edafotypů. Obecně ale platí, že koruna borovice lesní je v mládí kuželovitá a v pozdějším věku deštníkovitá. Tvar koruny se odvíjí hlavně od části areálu, kde daný jedinec roste. V severní a severovýchodní části areálu je koruna spíše štíhlá a s postupem přes střední do jižní části areálu se koruna mění v deštníkovitou korunu (Musil, Hamerník, 2003). Borka je ve spodní části kmene šedohnědá a hluboce rozbrázděná, v horní části kmene se pak obvykle vyskytuje rezavě červená šupinovitá kůra, odlupující se v tenkých lístcích (Musil, Hamerník, 2003). Co se týká kořenů, tak borovice má dlouhý kůlový kořen, který zajišťuje její velkou stabilitu. Dlouhé kořeny jí také umožňují využívat vodu z hlubších vrstev půdy (Úradníček a kol, 2001). Jehlice vyrůstají ve svazečcích po 2 na brachyblastech. Jehlice asimilují zpravidla 2 až 3 roky, starší ročníky jehlic poté opadávají (Špulák, Černý, 2023). Kvetení borovice lesní probíhá v květnu a červnu. Sběr osiva z borovice lesní se poté provádí v listopadu a prosinci stejného roku, kdy probíhá kvetení, a od ledna do března roku následujícího (Bušina, Hrdina, 2016). Borovice lesní je v České republice druhou nejzastoupenější jehličnatou dřevinou. Podle údajů ze zprávy o stavu lesa za rok 2022 bylo zastoupení borovice v českých lesích na úrovni 16% (MZE, 2022). Přirozené zastoupení borovice lesní v českých lesích bylo 5,4% (Musil, Hamerník, 2003).

4.2 Ekologické charakteristiky borovice lesní

4.2.1 Stanovištní nároky borovice lesní

Borovice lesní je co se půdních poměrů týká velice nenáročná dřevina. Snáší suché, ale i zamokřené půdy (Úradníček a kol. 2001) s nízkým obsahem živin. V období po poslední době ledové byla borovice jedna z prvních dřevin, které rychle kolonizovaly území Evropy, které bylo bez vegetace. V pozdější době byla z lepších stanovišť vytlačena konkurenčně silnějšími dřevinami (Musil, Hamerník, 2003). Původní borové porosty se v České republice vyskytují jen ostrůvkovitě na extrazonálních stanovištích zvaných reliktní bory. V ČR borovice roste na relativně suchých stanovištích, jakými jsou písčité, skalní, mělké půdy, nebo na okrajích rašelinišť (Musil, Hamerník, 2003). Borovice lesní je podle vyhlášky 298/2018 Sb. hlavní dřevinou na stanovištích oglejených a podmáčených (MZE 2018). Na těchto stanovištích má sníženou zpevňující schopnost (Kovář, Hrdina, Bušina, 2016). Z toho vyplývá, že limitním faktorem pro borovici lesní jsou půdní poměry na stanovišti. Borovice je nenáročná z hlediska půdních podmínek, tudíž ustupuje z bohatších stanovišť, kde je velký konkurenční tlak jiných dřevin (Úradníček a kol. 2001). Kromě reliktních poloh tvoří borovice přirozenou příměs na chudých stanovištích. Těmito stanovišti jsou porosty na edafických kategoriích M, Q, nebo R (Poleno, Vacek, 2009). Nejvhodnější pro pěstování borovice lesní jsou lehké hlinito – písčité až písčité půdy s mírnou vlhkostí. Není vhodné ji pěstovat na stanovištích živné ekologické řady. Na těchto stanovištích borovice neplní svou obvyklou zpevňovací funkci, protože vzhledem k všudypřítomnému dostatku živin nemá potřebu tvořit dlouhé kořeny. Rozsáhlé borové porosty jsou pěstovány zejména na stanovištích chudých písků, kde historicky docházelo k hrabání steliva a tudíž ke vzniku méně produktivních půd (Bílek a kol. 2017). Proto je na těchto stanovištích borovice velmi důležitou dřevinou, protože ostatní dřeviny zde strádají.

4.2.2 Klimatické nároky borovice lesní

Borovice lesní je ve vztahu ke klimatu velmi tolerantní. Je schopná snášet teploty v širokém rozmezí. Z toho vyplývá, že klima není hlavní limitující podmínkou pro růst a prosperitu borovice (Slodičák, Novák, Dušek, 2013) jako u jiných dřevin. Také co se týká vlhkostních poměrů, je tato dřevina značně skromná, ale dokáže růst také na stanovištích ovlivněných vodou a dokonce i na rašeliništích. Značná část areálu borovice lesní je kontinentální, nebo alespoň kontinentálně laděna (Musil, Hamerník, 2003). Kontinentální

klima je charakterizováno velkými výkyvy teplot v rámci dne i roku a nižšími úhrny srážek. Borové porosty tvoří v typologickém systému samostatný stupeň zvaný bory s označením 0. Převážná část těchto stanovišť se pohybuje mezi 3 a 5 lesním vegetačním stupněm (Poleno, Vacek, 2009). Některá stanoviště zasahují do 2 LVS, kde vytvářejí borové doubravy. Může také zasahovat do vyšších poloh, někdy až do 7 LVS. (Bušina, Hrdina, 2016). Jiná stanoviště jakými jsou např. 0Y, 0N, 0G, zase odpovídají inverzním polohám se smrkem (Poleno, Vacek, 2009). Areál borovice lesní zahrnuje široký gradient poloh nadmořských poloh. Roste od 200 do 2000 m. n. m., v ČR jen do 1070 m. n. m. (Musil, Hamerník, 2003). Z toho vyplývá, že borovice snáší široké spektrum teplot. P. Svoboda (1953) člení borovice na 3 klimatypy. Tyto klimatypy jsou severská, stepní a horská borovice.

Extrémní výkyvy klimatických podmínek jsou jedním z limitujících faktorů pro růst dřevin, protože z dlouhodobého hlediska průměrných hodnot klimatických podmínek (průměrné teploty, průměrné srážky, ...) se může lokalita zdát vhodná pro danou dřevinu, ale může se také objevit nějaký extrémní výkyv např. teplot, které může mít za následek velké škody na lesních porostech. Proto je při hodnocení vhodnosti stanoviště třeba také posuzovat rizika výskytu nějakých klimatických výkyvů v dlouhém časovém horizontu, aby se dalo předejít poškození lesních porostů. Vzhledem ke značné klimatické toleranci borovice jsou borové porosty ovlivněné klimatickými extrémy méně ohrožené než porosty jiných dřevin.

Borovice lesní je jedna z nejvíce světlomilných dřevin rostoucích u nás (Bušina, Hrdina, 2016). Obnova borových porostů může probíhat také pod mírnějším zástínem (Bílek a kol. 2017). Pokud je přísun světla do porostu nějakým způsobem omezen tak borovice poměrně silně reaguje na jakékoli mezery vzniklé v porostech. Stejně tak reaguje na porostní okraje. Vzhledem k morfologii jehlic je borovice konkurenčně velmi silná, pokud se jedná o využívání světla v porostních mezerách (Bílek a kol. 2017). V mladém věku mohou semenáčky trpět na nedostatek vody, který se může projevit jako snížení tolerance k zastínění. Při vzcházení semenáček je borovice schopna odolávat zastínění rovnající se až hodnotě 0,8 plného zakmenění (Bílek a kol. 2017). S rostoucím věkem se však nároky na světlo značně zvyšují. V průběhu přizpůsobování na sníženou intenzitu světla může růst ovlivnit také dostupnost živin na stanovišti (Niinemets et. al. 2002).

4.2.3 Zpevňující a meliorační funkce borovice lesní

Borovice lesní je v zemi kotvena dlouhým křivým kořenem, který může dosahovat hloubky 1,5 až 3 m (Musil, Hamerník, 2003). Kromě křivého kořenu borovice vytváří také

horizontální kořeny, které dávají kořenovému systému mřížový charakter (Köstler a kol. 1968). Tento druh není příliš ohrožen působením větru a na vývraty netrpí. K ohrožení dochází pouze v případech, kdy je stanoviště ovlivněno vysokou hladinou podzemní vody, protože růst kořenů se v anaerobním prostředí zastavuje. Dalším případem, kdy je borovice ohrožena na stabilitě, jsou stanoviště kamenitá, s výskytem velkých kamenů. Protože když kůlový kořen narazí na tuto mechanickou překážku, dochází k zpomalení, někdy dokonce zastavení jeho růstu. Dochází také k případům, že se kořen ohne do strany, obroste překážku a pokračuje v růstu dále vertikálním směrem (Köstler a kol. 1968). Borovice lesní je, jako zpevňující dřevina využívána především na stanovištích, jakými jsou kamenná moře, písečné přesypy nebo pohyblivé písky. Na těchto stanovištích mohou u borovic vznikat dokonce chůdovité kořeny (Musil, Hamerník, 2003).

Zpevňující funkce bývá tradičně spojována s funkcí meliorační. Borovice lesní není obvykle vnímána jako meliorační dřevina. Je pravda, že z borového opadu nevznikají příznivější humusové formy, tyto formy humusu mohou vznikat rozpadem jiných částí stromu. Významnou dlouhodobou meliorační funkci mají borové pařezy a kořeny (Kacálek a kol. 2017).

4.3 Pěstební charakteristiky borovice lesní

Borovice lesní je dřevina velice světlomilná. Pro pěstování kvalitních borových porostů musí být splněny 4 základní podmínky. Jsou to vhodné stanoviště, vodný ekotyp, optimální (vysoká) hustota porostu, výšková vyrovnanost porostu. Výchova borových porostů by neměla mít velkou intenzitu, protože borovice reaguje na uvolnění poměrně pomalu, což má za následek ztrátu přírůstu (Slodičák, Novák, Dušek, 2013). Na druhou stranu by zásahy v borových porostech neměly být ani slabé, protože to má za následek zhoršení klimatických podmínek v mladých borových porostech (Novák a kol. 2010a). Jedinci borovice lesní rostou v prvním roce pomalu, pak se jejich růst zrychluje, nejvyšších přírůstů dosahují mezi 15 až 25 rokem života. Ve vyšším věku výškový růst téměř ustává a dochází tak ke změně habitatu (Bušina, Hrdina, 2016). Výchova borových porostů je znesnadněna tím, že borovice, stejně jako např. dub, vytváří 2 hlavní typy nekvalitních jedinců s rozpínavými korunami a silnými větvemi (Kovář, Hrdina, Bušina, 2013) zvaných obrostlíci a předrostlíci. Obrostlík je nekvalitní jedinec v hlavní porostní úrovni a předrostlík je nekvalitní, rozpínavý jedinec v nadúrovni. Na druhou stranu borovice netvoří žádné proventativní výhony, jak kořenové, pařezové ani kmenové.

4.3.1 Problematika semenářství a školkařství ve vztahu k borovici lesní

4.3.1.1 Semenářství

Semena borovice lesní spadají mezi malá semena s nižším obsahem vody. To znamená, že se semena před případným skladováním nemusí zbavovat nadbytečné vody. Semena se nacházejí v šiškách vysoko na kmeni a jejich sběr je komplikovaný. Sběr semen borovice se provádí v zimních měsících a brzy z jara, nejčastěji od listopadu do března (Bušina, Hrdina, 2016). Po dosažení technické zralosti se šišky otevírají a semena volně vypadávají ven. V plodnosti lesních dřevin jsou určité zákonitosti, které stanovují, kdy určité dřeviny plodí. U většiny dřevin se plodnost nedostavuje každý rok, ale v určitých intervalech zvaných semenné roky. U borovice lesní se uvádí interval 2 – 3 roky. Rozpětí semenných roků závisí na různých faktorech (obsah živin v půdě, dostatek světla, schopnost opylení a mnoho dalších) (Bušina, Hrdina, 2016).

Klíčení borových semen probíhá lépe za plného nebo alespoň částečného oslunění než v zástínu (Poleno, Vacek, 2009). U jedinců borovice lesní není neobvyklý ani vznik takzvaných jánských prýtů. K vzniku těchto výhonů dochází v letním období a do zimy

nestačí plně zdřevnatět. Tyto výhony se tvoří z terminálních i laterálních pupenů (Musil, Hamerník, 2003). Z pěstebního hlediska jsou tyto výhony méně vhodné až nežádoucí (Nárovec, 2000).

4.3.1.2 Školkařství

Hlavním cílem lesního školkařství je produkovat v dostatečné míře kvalitní sadební materiál pro umělou obnovu lesa. Sadební materiál může pocházet ze semen, což znamená původu generativního, nebo z rostlinných částí, původu vegetativního. Sadebním materiálem se rozumí semenáčky, sazenice, poloodrostky a odrostky. Semenáčky jsou rostliny vypěstované ze semen, u nichž v průběhu růstu nebyl kořenový systém nijak upravován (Poleno, Vacek, 2009). Sazenice jsou rostliny vypěstované ze semenáčků, nebo z částí rostlin vzniklých vegetativním množím, u kterých byl kořenový systém v průběhu růstu upravován podřezáváním, školkováním, přesazováním do obalů, nebo pomocí jiných pěstebních technik. Výška nadzemní části sazenic dosahuje maximálně 50 cm. Poloodrostky jsou rostliny, které měly minimálně dvakrát upravovaný kořenový systém školkováním, podřezáváním, přesazováním do obalů nebo kombinací těchto postupů. Výška nadzemní části rostliny se pohybuje mezi 51 a 120 cm (Poleno, Vacek, 2009). Odrostky jsou pěstovány obdobnými postupy jako poloodrostky, rozdíl je však ve výšce nadzemní části rostliny, která u odrostků spadá do intervalu od 121 do 250 cm (Bušina, Hrdina, 2016). Podle metod použitých pro pěstování se sadební materiál dělí na prostokořený, který nemá kořenový systém krytý, a obalovaný sadební materiál, který má kořeny chráněné substrátem. Za rok 2022 činila produkce lesních školek v České republice 250 609 182 ks. sadebního materiálu. Z tohoto celkového počtu reprodukčního materiálu činil podíl borovice lesní 26 816 300 ks. (MZE, 2022). To znamená, že 10,7% z celkového počtu vyprodukovaných sazenic tvořila borovice lesní.

Podřezávání

Podřezáváním se rozumí zkracování kořenových systémů pro následnou snazší výsadbu (Bušina, Hrdina, 2016). Podřezávání se může provádět ve vodorovném i svislém směru (Poleno, Vacek, 2009). Horizontální podřezávání je prováděno pomocí podřezávacího adaptéru, který se dá připojit na univerzální kolový traktor. Horizontální podřezávání se provádí na celém záhoně najednou. Je důležité, aby provedený řez byl čistý, proto je potřeba používat ostré nože s tloušťkou nejvíce 3 mm. Při použití silnějších nožů dochází k nežádoucímu pohmoždění nebo dokonce rozštěpení kořenů (Poleno, Vacek, 2009).

Tloušťka kořenů, které jsou takto upravovány, by měla přesahovat 6 mm (Mauer a kol. 2013). Toto je důležité pro správné zacelování a hojení ran vzniklých podřezáváním. Podřezávání se uplatňuje zejména u dřevin s dlouhým křivým kořenem a malým počtem bočních kořínků. Takovými dřevinami jsou zejména borovice lesní (*Pinus sylvestris*, L), buk lesní (*Fagus sylvatica*, L), dub zimní (*Quercus petraea*, Matt., Liebl.), nebo modřín opadavý (*Larix decidua*, Mill) (Bušina, Hrdina, 2016). Specifické postupy pokud jde o podřezávání, platí pro dub zimní, u kterého dochází k podřezávání už v půl roce věku, a borovice lesní, kde se první podřezávání může provádět v polovině druhého roku věku. Častější je však podřezávání realizováno ve věku 1 roku stáří. První podřezávání se nejčastěji provádí v hloubce 10 -12 cm, druhé podřezávání poté v hloubce 12 -15 cm a následné vyzvedávání v hloubce 18 cm pod povrchem půdy. Nejčastěji se podřezávají jednoleté semenáčky, které zůstávají ještě další rok na stejném záhoně (©Copyright LESOŠKOLKY s.r.o., 2022). V pěstebním vzorci se podřezávání značí symbolem „-“. Při podřezávání se odstraňuje maximálně 1/3 objemu kořenového systému. Při odstranění většího podílu kořenů dochází k vyššímu stresu sadebního materiálu (Mauer a kol. 2013).

Školkování

Hlavním úkolem školkování je vypěstovat vyspělé rostliny s dobře vyvinutým a nedeformovaným kořenovým systémem. Školkováním se rozumí přesazování semenáčků, případně sazenic do minerální půdy (Poleno, Vacek, 2009). Jedná se o rozsazování semenáčků nebo sazenic na jiné záhony nejčastěji 5 – 7,5 cm od sebe (Burda, 2009), aby na nových záhonech neprobíhal konkurenční boj o prostor a rostliny se mohly volně vyvíjet. Před tímto rozsazováním se každému jedinci ručně upraví kořenový systém (Mauer a kol. 2013). Školkování se provádí z důvodu, protože ve školkách se semenáčky většinou pěstují metodou plnosíje, kdy se využívá celá plocha záhonů a na těchto záhonech si sazenice silně konkurují v boji o prostor. V pěstebním vzorci se školkování značí symbolem „+“. Pokud jde o školkování borovice lesní, vyzvedávají se jednoleté semenáčky, které jsou následně školkované (©Copyright LESOŠKOLKY s.r.o., 2022). Školkování lze provádět v několika ročních obdobích. Provádět lze jarní školkování, které je nejpoužívanější (Mauer a kol. 2013). Dalšími možnostmi školkování jsou letní a podzimní školkování. Školkování lze provádět ručně nebo za pomoci mechanizace. (Mauer a kol. 2013). Školkování se u borovice provádí v jarním období. Velmi důležitou roli hraje školkování při pěstování sadebního materiálu borovice lesní (Mauer a kol. 2013).

Pěstební vzorce

Pěstební vzorce označují způsob pěstování a věk sadebního materiálu lesních dřevin. První číslo v tomto vzorci znázorňuje počet vegetačních období před podřezáváním nebo školkováním (Bušina, Hrdina, 2016), druhé číslo značí počet vegetačních období po tomto zásahu. Mezi tato čísla je vložen symbol, který označuje způsob úpravy kořenového systému, nebo zvláštní zařízení pro pěstování sadebního materiálu, např. f= pěstování sadebního materiálu v umělém krytu (fóliovník, skleník, pařeniště), k= krytokořený sadební materiál. U borovice lesní je možné provádět podřezávání s pěstebním vzorcem 1,5 – 0,5, 1-1, školkování s pěstebním vzorcem 1 + 1, nebo kombinaci obou způsobů 1 – 1 + 1 (©Copyright LESOŠKOLKY s.r.o., 2022).

4.3.2 Obnova a výchova porostů borovice lesní

4.3.2.1 Obnova porostů borovice lesní

Obnovou porostů se obecně rozumí soubor všech opatření a postupů, která vedou k vzniku nového porostu (Kovář, Hrdina, Bušina, 2013). Tradiční přístup k pěstování borových porostů říká že, borovice lesní je extrémně světlomilná dřevina, proto jí při obnově vyhovuje hospodářský způsob holosečný, kdy na přirozených borových stanovištích jsou povoleny maloplošná i velkoplošná holá seč (Bušina, Hrdina, 2016). Maloplošná holá seč je plocha vytěženého porostu, jejíž plocha je maximálně 1 ha a její šířka nepřesahuje dvojnásobek výšky těženého porostu. Velkoplošná holá seč je plocha, jejíž výměra rozlohou nepřesahuje 2 ha a její šířka je neomezená (MZE 1995). Je vhodné při obnově využívat také přípravu půdy, na podzolových půdních typech je vhodné používat přípravu půdy celoplošnou, na jiných půdních typech postačuje pruhová příprava půdy (Bušina, Hrdina, 2016). Vhodný postup obnovy je od východu. Postup obnovy od východu zajišťuje značnou stabilitu porostu z hlediska ohrožení větrem, protože v našich zeměpisných podmínkách převládají větry, které vanou od západu. Dalším aspektem, který přináší postup obnovy od východu, je sucho. Vzhledem k růstovým podmínkám borovice lesní jí tento postup obnovy vyhovuje nejvíce. Obnova lesních porostů může probíhat třemi základními způsoby. Prvním z těchto způsobů je přirozenou cestou, kdy zralá semena padají z mateřského porostu na povrch půdy. Druhým způsobem je umělá obnova, která se provádí vysazováním sadebního materiálu, vypěstovaného v lesních školkách, nebo za pomoci sítě cílových dřevin na obnovovanou plochu. Třetím způsobem je obnova kombinovaná, která zahrnuje principy obou předchozích způsobů obnovy.

Přirozená obnova

Průběh přirozené obnovy trvá zpravidla déle než obnova umělá. Začíná se vhodně načasovanou fruktifikací vhodných stromů a končí dosažením fáze mlaziny. Všechny přirozené procesy, které probíhají, musí představovat jeden souvislý sled (Vacek, Lokvenc, Souček, 1995). Přirozená obnova by se měla provádět v porostech, které splňují základní předpoklady. Porost, který se obnovuje přirozeně, musí obsahovat určité množství kvalitních jedinců, ze kterých může náletem semen vzniknout nová generace lesa. Nejsnazší dosažení přirozené obnovy, je v ekologické řadě na edafické kategorii K. Důvodem k tomuto předpokladu je menší sklon stanoviště k zabuření. Na některých stanovištích může ale také nastat problém s přirozenou obnovou stanovištně nevhodných dřevin. Většinou se jedná o přirozenou obnovu smrku ztepilého v nižších nadmořských výškách (Poleno, Vacek, 2009). Jiným případem může být obnova stanovištně vhodných dřevin, které jsou ale ve svém růstu velice agresivní a utlačují cílové dřeviny na daném stanovišti. Takovým případem může být zmlazení habru obecného v 1 a 2 LVS. Zde je přirozená obnova u habru dobrá a u dubu obtížná (Plíva, 1991).

Pokud jde o borové porosty, neměl by být počet jedinců v porostu velký, aby měly semenáčky vhodné podmínky pro růst. Klíčení borovice totiž probíhá lépe za plného, nebo alespoň částečného oslunění (Poleno, Vacek, 2009). V mládí je růst borovice velice rychlý a může dosahovat dokonce 80 cm za rok (Musil, Hamerník, 2003). Borovice lesní si v přirozené obnově udržuje dominanci pouze na chudých písčitých půdách, vápencích, rašeliništích nebo skalních výchozech kyselých hornin (Mikeska, Vacek, a kol. 2008). Přirozená obnova borovice lesní je možná pouze z geneticky vhodných porostů, popřípadě jedinců (Kovář, Hrdina, Bušina, 2013). Na těchto stanovištích je přirozená obnova možná, protože zde není velký tlak buřně. Nejúpornější buření na borových stanovištích je brusnice borůvka, která vytváří mocné souvislé porosty. Proto je pro úspěšnou přirozenou obnovu nezbytné provádět přípravu půdy (Poleno, Vacek, 2009).

Umělá obnova

Umělá obnova je nezbytná v porostech, kde chybí vhodné mateřské stromy. Základem úspěšné umělé obnovy lesa je při zalesňování využít kvalitní sadební materiál, který slibuje vysokou ujímavost a dobrý vývoj následného porostu (Holen a kol. 2000). Historicky byla umělá obnova využívána již ve středověku, kdy docházelo v důsledku zvyšujících se nároků obyvatelstva k nedostatkům dřeva (Poleno, Vacek, 2009).

Umělá obnova lze provádět několika způsoby. Jedním ze základních způsobů, kterými se umělá obnova může realizovat je síje. Pro tento postup je většinou nezbytná příprava půdy, protože raný vývoj semen nejlépe probíhá v kypré, odplevelené půdě (Poleno, Vacek, 2009). Doba provádění síje je v tradičním období podzimu, nebo jara. V dnešní době je obnova síjí již málo používaná. Využití síje je přibližně 0,9% (Kovář, Hrdina, Bušina, 2013). Dosud je využívána především u dubu. Obnovu síjí je ale také možné využít i u jiných dřevin, jakými mohou být borovice lesní, buk lesní, nebo javory (Poleno, Vacek, 2009).

Další varianta, jak můžeme umělou obnovu provádět, je sadba. Tento způsob nezávisí na stavu mateřského porostu, ani na výskytu semenných roků. Tento způsob obnovy může proběhnout výsadbou prostokořeného nebo obalovaného sadebního materiálu. Výsadba se stejně jako síje provádí v jarním a podzimním období (Bušina, Hrdina, 2016). Sadbu lze provádět ručně nebo mechanizovaně. Ruční sadba se provádí několika základními způsoby, kterými jsou jamková, šterbinová nebo kopečková, případně záhrobcová sadba. Vzhledem ke kořenovému systému borovice, který je kúlovitý, se k zalesňování často používá šterbinová sadba. Na stanovištích ovlivněných vodou může být tento způsob nahrazen modifikací šterbinové sadby, sadbou kopečkovou za pomoci sazeče (Kovář, Hrdina, Bušina, 2013). Ruční výsadby lze provádět na všech terénních i půdních poměrech. Mechanizovaná sadba se provádí za pomoci rýhového zalesňovacího stroje (RZS). Výsadba sazenic pomocí RZS je vhodná použít pro zalesňování lehkých písčitých nebo písčitohlinitých půd bez terénních překážek (Kovář, Hrdina, Bušina, 2013). Pro výsadbu borových sazenic je použití RZS nevhodné, protože výsadby borových porostů vytváří úzké obdélníkovité spony (Kovář, Hrdina, Bušina, 2013).

Umělá obnova se využívala ve velké míře od konce 18. století, protože borové porosty rostly rychleji než ostatní dřeviny (Poleno, Vacek, 2009). První zmínka o umělé obnově pochází už z roku 1368, kdy v Norimberském říšském lese byly zakládány porosty borovice lesní. Tyto porosty byly zakládány síjí (Poleno, Vacek, 2009). Pro síji borovice lesní se používá 2 – 3 kg semen na hektar (Burschel, Huss, 1997). Minimální počet sazenic borovice lesní na 1 hektar plochy je podle vyhlášky 456/2021 Sb. 8 000 ks. Výsadba jehličnatých dřevin včetně borovice se provádí v jarním období. Na podzim se nedoporučuje zalesňovat jehličnany, protože jejich kořeny zastavují svůj růst již při teplotách pod 10 °C (Kovář, Hrdina, Bušina, 2013).

4.3.2.2 Výchova porostů borovice lesní

Výchova borových porostů je členěna podle kvality vychovávaných porostů na porosty kvalitní, porosty snížené kvality a porosty nekvalitní. Kvalitní borové porosty jsou takové porosty, kde byly při jejich zakládání splněny všechny 4 základní podmínky (viz výše). V takovýchto porostech je vhodné dělat první výchovný zásah při střední výšce 2 – 3 metry. U borových porostů se nepoužívá horní výška, protože ta je značně zkreslena předrostlíky, ani věk, protože ten je ovlivněn podmínkami panujícími na stanovišti (Bušina, Hrdina, 2016). Metodika z roku 2013 ale v modelech výchovy horní výšku používá (Slodičák, Novák, Dušek, 2013). S horní výškou operují ve své publikaci také páni Poleno a Vacek z roku 2009 (Poleno, Vacek, 2009). Výchova se provádí individuálním způsobem, kdy se vybírají jednotlivé stromy, především obrostlíci, předrostlíci (Poleno, Vacek, 2009), dále jinak netvární jedinci z hlavní úrovně i nadúrovně, poškození nebo nemocní jedinci a nežádoucí druhy dřevin. Je důležité dbát na sílu zásahu, protože borovice reaguje pomalu na uvolnění, je žádoucí volit sílu zásahů mírnou až slabou, kdy se neporuší dokonalý zápoj (Bušina, Hrdina, 2016). Interval mezi jednotlivými zásahy se volí nejčastěji 5 let. Následuje další prořezávka zaměřená na zbylé netvárné jedince v hlavní úrovni, jakými jsou např. dvojáky, křivé, atd.. Probírky se poté provádějí zpočátku slabší intenzitou a jsou zaměřeny na podúroveň, zejména na stromové třídy 3, 4 a 5 Konšelovy stupnice stromových tříd. Později zde převládá kladný výběr, kdy se podporují kvalitní jedinci, které chceme podporovat a dopěstovat je až do mýtního věku. V této fázi se interval mezi jednotlivými zásahy volí 10 let. Pokud se ve stádiu probírek v borových porostech vyskytnou jiné dřeviny schopné odrůstat v podúrovni, je vhodné je v porostu ponechat. Tyto dřeviny mají většinou funkci pomocnou, nebo kryjí půdu (Kovář, Hrdina, Bušina, 2013).

Dále jsou zde porosty snížené kvality, kdy při jejich zakládání není splněna 1 ze základních podmínek (viz výše). Nejspíše nejčastější chybou je zde pěstování borovice lesní na bohatých stanovištích např. HS 25 (Bušina, Hrdina, 2016). Na takovýchto stanovištích má borovice tendence rozpínavého růstu korun. Ale na druhou stranu nemá tendenci si vytvářet rozsáhlejší kořenový systém, protože vše co k růstu potřebuje má dobře dostupné ve své blízkosti. Z toho vyplývá, že na těchto stanovištích bude velký problém se stabilitou porostů, protože je redukován rozsah kořenového systému, zato nadzemní biomasa je nadměrně vyvinuta. Výchovný zásah je zde prováděn při horní výšce 4 m (Poleno, Vacek, 2009). Za předpokladu, že se v porostech nachází dostatečné množství kvalitních jedinců, tak se zde výchova provádí obdobně jako u kvalitních borových porostů (Bušina, Hrdina, 2016).

V opačném případě se v první řadě odstraňují nejhorší a poškození jedinci. V takovýchto porostech snížené kvality se ponechávají borovice s nejvzrůstnějším a nejprůběžnějším kmenem, to má za následek vysoký objemový přírůst, ale také sníženou kvalitu sortimentů. Jen je zde třeba dbát na stabilitu porostů a intenzitu zásahů volit trochu silnější. Interval mezi jednotlivými výchovnými zásahy se volí nejprve 5 a v pozdějším věku 10 let.

Posledním tipem borových porostů jsou nekvalitní borové porosty nebo porosty se zanedbanou výchovou. U těchto porostů při jejich pěstování nejsou splněny 2 nebo více základních podmínek (viz výše) (Bušina, Hrdina, 2016). V nekvalitních borových porostech je hlavním úkolem dopěstovat je až do mytního věku. Nejdůležitějším cílem je zde proto stabilita porostu. Aby byla zajištěna stabilita, tak se mladší, nejohroženější porosty ponechávají ve volnějším zápoji. V těchto porostech se preferují předrůstaví a úrovnioví jedinci s pravidelnými korunami, kteří přinášejí velkou objemovou produkci, ale nižší kvalitu (Bušina, Hrdina, 2016). První výchovné zásahy by se zde měly dělat při horní výšce 4 m, při nichž se odstraňují netvární obrostlíci a předrostlíci, dochází také k redukci hustoty mlazin. U těchto porostů je postup obrácený oproti kvalitním borovým porostům, protože zde jsou zásahy v mládí silnější a v pozdějším věku se nechávají zapojit. Porosty se zanedbanou výchovou by na rozdíl od nekvalitních porostů neměly být příliš rozvolňovány (Poleno, Vacek, 2009). Výchovné zásahy se zde provádí pomocí slabých zásahů, u nichž je čas mezi jednotlivými výchovnými zásahy kratší. Tyto slabé zásahy by měl být přednostně zaměřeny do podúrovně (Poleno, Vacek, 2009).

Prostřihávky

Tento výchovný zásah se provádí v nejmladších vývojových stádiích porostu, kterými jsou v porostech vzniklých umělou obnovou kultury a nárosty v porostech vzniklých přirozenou cestou. V těchto porostech by se první výchovný zásah, prostřihávky, měl provádět v 7-9 let věku porostu (Poleno, Vacek, 2009). Tyto zásahy by se měly poprvé provádět současně s dotěžením mateřského porostu společně s vyklizením klestu, vzniklého při těžební činnosti. Věk porostu, ve kterém by měly být prostřihávky uskutečňovány, je odvozen od věku, kdy je v porostu možné rozlišit kvalitní a nekvalitní jedince. Cílem prostřihávek je po dotěžení starého porostu upravit prostorové uspořádání následného porostu odstraněním silně poškozených jedinců, obrostlíků (nekvalitních a rozpínavých jedinců v hlavní úrovni), předrostlíků (nekvalitních a rozpínavých jedinců v nadúrovni) (Starý, 2007). Prostřihávky se v porostech borovice lesní provádí zejména v případech, že se jedná o přehoustlé mlaziny a věk takových porostů by měl být 4 - 5 let (Slodičák, Novák, Dušek,

2013). Když se jedná o výchovu mlazin, je důležité zjistit jaký ekotyp borovice má být vychováván. Jinak na uvolnění reaguje ekotyp borovice horské a jinak ekotyp borovice chlumní. Horská borovice dokáže snášet i silnější uvolnění, aniž by vytvářela rozsáhlou košatou korunu, na druhou stranu chlumní borovice při uvolnění vytváří široké koruny a jejich růst lze popsat jako obrostlíky (Poleno, Vacek, 2009). V této fázi vývoje je u horské borovice hlavním úkolem zamezit předstihu vyspělejších jedinců před ostatními. U chlumních borovic platí odlišné principy výchovy. Zde se prostrihávkou nesmí rozvolnit zápoj (Poleno, Vacek, 2009). Hlavní činností prováděnou v těchto porostech je odstraňování netvárných, nebo poškozených jedinců v hlavní úrovni obrostlíci, nebo v nadúrovni předrostlíci, za použití negativního výběru.

Prořezávky

Prořezávky jsou výchovné zásahy prováděné ve fázi mlazin a tyčkovin. Tyto zásahy by měly mít slabší intenzitu, ale tím pádem by se měly provádět častěji. Nejprve se v těchto porostech při výchově vyžívá záporný výběr, kterým se redukuje počet jedinců v porostu, aby se mohl projevit přírůst (Copyright © 2001 UZPL – LDF – MZLU Brno) a také se z porostu odstraňují nežádoucí škodliví jedinci (Starý, 2007). V těchto případech odstraňujeme obrostlíky, předrostlíky, nežádoucí dřeviny. Později se přechází na kladný způsob výběru (Bušina, Hrdina, 2016), jehož cílem je podporovat kvalitní jedince daného druhu. Hlavním cílem v porostech borovice lesní je zajištění kvality porostu (Chroust 1997). Není vhodné odstraňovat podúroveň, která má mnoho významných funkcí, jako např. chrání půdu, zlepšují mikroklima,... (Starý, 2007). V této fázi výchovy je možné a také vhodné rozčlenit vychovávaný porost vyklizovacími linkami o šířce 3 m a vzdálenosti nejčastěji 15 – 20 m od sebe. Doporučuje se ponechávat příměs cenných dřevin, jako jsou MD, BK, DB (Kovář, Hrdina, Bušina, 2013).

Interval výchovných zásahů je v borových porostech většinou 5 – 10 let (Kovář, Hrdina, Bušina, 2013). Při správném odstranění obrostlíků a předrostlíků na začátku fáze mlazin a kombinace tohoto postupu se zdravotním výběrem se dosáhne intervalu 10 let mezi výchovnými zásahy (Wagenknecht, 1968). Zásah do spodních etáží se doporučuje provádět jen na chudých stanovištích a účel těchto zásahů je zlepšení hospodaření s vodou a zlepšení tloušťkového přírůstu (Korpel. 1986). Důležitým úkolem je také odstranění nežádoucích, plevelných dřevin, jakými jsou vrba jíva (*Salix caprea*, L), krušina olšová (*Frangula alnus*), nebo topol osika (*Populus tremula*, L). S ohledem na biologické vlastnosti borovice lesní je žádoucí vytvářet věkově i výškově nediferencované porosty (Slodičák, Novák, Dušek, 2013).

V této fázi je důležité tvořit příznivé porostní podmínky pro budoucí stabilitu borových porostů. Toho se docílí silnými výchovnými zásahy ve fázi zapojujících se mlazin (Slodičák, Novák, Dušek, 2013). V této fázi mají zásahy největší stimulační vliv na tloušťkový přírůst. Intenzita zásahu ale nesmí být moc vysoká, protože borovice reaguje na vyšší přísun světla tvorbou rozložitých korun se silnými větvemi. Násobnost probírek v borových porostech je 2 – 3 krát (Kovář, Hrdina, Bušina, 2013).

Probírky

Probírky jsou výchovné zásahy prováděné ve fázi tyčkovin, tyčovin a slabších kmenovin. Zde se z porostu odstraňují stromy s nežádoucími vlastnostmi nebo stromy, které konkurují kvalitnějším jedincům, a tak zlepšovat růstové podmínky, druhové složení, jakost sortimentů nebo stabilita porostu (Korpel, 1986). Cíle probírek jsou stejné jako cíle předchozích výchovných zásahů a to zajištění stability porostu, podpora hodnotového přírůstu, optimalizace druhové skladby a výběr fenotypově nejhodnotnějších jedinců (Poleno, Vacek, 2009). Jedinou odlišností od předchozích zásahů je cílená péče o jednotlivé stromy, které budou pravděpodobně tvořit cílový porost v mytním věku. Historicky byly prováděny zásahy, které směřovaly pouze do podúrovně a záporným výběrem se odstraňovaly zastíněné stromy (Hartig, 1791). Kladný výběr byl již před několika stoletími odvozen a do praxe uveden ve Francii, odkud se pomalu začal šířit i do jiných států (Poleno, Vacek, 2009).

Pro borovici lesní platí, že největší možnost formování porostů je ve fázi mlazin a tyčkovin. Sem spadají prořezávky a rané probírky (Poleno, Vacek, 2009). V dřívějších dobách se borové porosty pěstovaly ve značné hustotě, kdy spon byl 20 000 až 40 000 ks na hektar. Tento postup byl prováděn s cílem dosažení kvalitních bezsukých sortimentů. Často také byly tyto porosty výchovně zanedbávané a udržované dlouho ve vysoké hustotě, což mělo za následek snížení jejich stability. Ve fázi tyčovin by se měly provádět silnější výchovné zásahy a provozní dělení porostů na porosty produkující stavební dříví a na porosty produkující cenné výřezy. Zde se zásah může provádět 2 způsoby, buď silnou podúrovňovou probírkou, nebo mírnou úrovňovou probírkou (Poleno, Vacek, 2009). V pozdějším věku se intenzita výchovných zásahů zmírňuje. Velmi důležité je rozčlenění porostů na pracovní pole široká cca. 20 m přibližovacími linkami se šířkou cca. 4 m (Slodičák, Novák, Dušek, 2013). Obecně platí, že se negativním výběrem odstraňují nemocné a poškozené stromy a kladným výběrem se podporují cílové stromy odstraněním jedinců, kteří je utlačují (Poleno, Vacek, 2009). Výchovou se zde také zvyšuje druhová rozmanitost porostů. Zde se podporuje zejména

zastoupení melioračních a zpevňujících dřevin (Mikeska, Vacek, a kol. 2008). Takovými dřevinami mohou být dub zimní, bříza bělokorá, nebo lípa srdčitá.

4.3.3 Hospodářské způsoby vhodné pro pěstování borovice lesní

Rozeznáváme 4 základní hospodářské způsoby, holosečný násečný, podrostní a výběrný (Bušina, Hrdina, 2016). Každý z těchto hospodářských způsobů má své specifické seče. Při výběru hospodářského způsobu je zapotřebí brát do úvah několik základních kritérií. Základní kritéria jsou stanovištní podmínky, skutečný stav a stabilita mateřského porostu, požadavky nového porostu na ochranu mateřským porostem, dřevina a provozní cíle a převládající funkce lesa (Bušina, Hrdina, 2016). Na základě způsobu obnovy se rozděluje na obnovu vedle mateřského porostu, které zahrnuje holosečný a násečný hospodářský způsob a obnovu pod mateřským porostem, které zahrnuje podrostní a výběrný hospodářský způsob

4.3.3.1 Holosečný hospodářský způsob

Hospodářský způsob holosečný byl historicky zaveden v reakci na využívání toulavé seče v 18. století (Poleno, Vacek, 2009). Při tomto hospodářském způsobu je základní myšlenkou vytěžení souvislé plochy, tudíž všech stromů v daném porostu. Jsou zde 2 základní typy holých sečí, jedná se o maloplošnou a velkoplošnou holou seč. Maloplošná holá seč je souvislá vytěžená plocha porostu, která má maximální výměru 1 ha a jejíž šířka nepřesahuje dvojnásobek výšky těžného porostu (MZE, 1995). Druhým základním typem holé seče je velkoplošná holá seč, kde maximální výměra činí 2 ha a šířka je zde neomezená. Velkoplošné holé seče je možné používat pouze na povolení orgánu státní správy lesů a to pouze na některých stanovištích (Bušina, Hrdina, 2016). Těmito stanovišti jsou přirozená borová stanoviště na hospodářském souboru 13, přirozená lužní stanoviště na hospodářském souboru 19 a dopravně nepřístupné horské svahy delší než 250 m (MZE, 1995). Holé seče se mohou umísťovat pouze do porostů, kde se v přímém sousedství holé seče nevyskytuje jiná holá seč nebo nezajištěná kultura. Nejmenší přípustná vzdálenost nezajištěných kultur od holé seče je rovna průměrné výšce těžného porostu. Holosečný HZ má své výhody, ale také nevýhody. Výhodami holé seče jsou snadné zalesňování a pozdější výchova, snadná těžba a vyklizování dříví (Poleno, Vacek, 2009). Největšími riziky holé seče jsou nebezpečí eroze, nejčastěji výmolné, nepříznivé mikroklimatické podmínky na stanovišti, nebo chybějící ochrana mateřského porostu. Tyto seče jsou vhodné zejména pro umělou obnovu světlostních

dřevin. Je možné využít také přirozenou obnovu, ale vždy se jedná pouze o světlostní dřeviny, využití stinných dřevin při obnově pomocí holosečného hospodářského způsobu je vyloučené.

Vzhledem k tomu, že borovice lesní je světlomilná dřevina, při obnově porostů se často vyskytují tzv. výstavky. Výstavky jsou stromy nebo jejich skupinky s výrazným hodnotovým přírůstem a se značnou kvalitou, které se ponechávají na holinách po vytěžení okolního porostu. Tyto stromy, nebo skupinky by ale neměly být uvolňovány náhle, protože takto uvolněné stromy zpravidla mnoho let živoří (Poleno, Vacek, 2009). Vhodné je včas určit, které stromy budeme ponechávat jako výstavky a začít je pozvolna uvolňovat již dříve před mýtní těžbou

4.3.3.2 Násečný hospodářský způsob

Při tomto hospodářském způsobu dochází k obnově vedle mateřského porostu a také pod porostním okrajem. Násečný HZ se provádí tak, že se od okraje obnovovaného porostu vykácí naholo úzký pruh a porostní okraj tohoto porostu se prosvětlí (Poleno, Vacek, 2009). Maximální šířka této seče rovna průměrné výšce těženého porostu (Kovář, Hrdina, Bušina, 2013). Při násečném hospodářském způsobu je možné kombinovat přirozenou i umělou obnovu, a dokonce je možno kombinovat obnovu světlomilných i stinných dřevin, protože obnova může probíhat také pod porostním okrajem. Náseky se posouvá porostní stěna ve směru obnovy o šířku typické úzké holé seče (Kovář, Hrdina, Bušina, 2013). Tento hospodářský způsob zajišťuje vhodné podmínky pro velké množství dřevin (Bušina, Hrdina, 2016). Tato seč je vhodná pro zakládání obranných opatření proti škodám způsobovaným větrem. Těmito opatřeními jsou zejména odluky. Odluky jsou seče tvořené proti směru převládajícího větru, mají střešovitý tvar, aby po nich vítr mohl „klouzat“ nahoru a nebořil porosty.

4.3.3.3 Podrostní hospodářský způsob

U tohoto hospodářského způsobu se jedná o obnovu pod mateřským porostem. Zde vstupuje do procesu obnovy celá plocha porostu. Nevstupuje však do obnovy najednou, ale postupně v průběhu obnovní doby (Poleno, Vacek, 2009). Sestává z několika fází, při nichž se porost stále více prosvětluje, aby mohla nastoupit přirozená obnova. Těmito fázemi jsou přípravná, semenná, uvolňovací a domýtná (Bušina, Hrdina, 2016). Při přípravné fázi jde zejména o uvolňování korun nejlepších perspektivních jedinců za účelem podpoření jejich semenění. Zde se nejvíce používá negativní výběr jakostní na odstranění nekvalitních jedinců, ze kterých nechceme, aby padalo osivo (Poleno, Vacek, 2009) a dále se odstraňují jedinci,

kteří konkurují kvalitním jedincům, ze kterých naopak chceme, aby padalo osivo. Dále se používá negativní výběr druhový, kdy se odstraňují nežádoucí druhy dřevin. Dále je potřeba upravit povrch půdy, kdy se odstraňuje nahromaděný surový humus, aby se podpořilo vzcházení borových semenáčků (Poleno, Vacek, 2009). Druhá v pořadí při podrostním hospodářském způsobu je fáze semenná. V této fázi dochází k dalšímu rozvolnění, které se provádí rovnoměrně po celé ploše porostu, kdy se zakmenění snižuje na hodnotu 0,6 – 0,7 (Bušina, Hrdina, 2016). U těchto hodnot je důležité vycházet z růstových podmínek jednotlivých dřevin. Důležitý parametr pro úspěch semenné fáze clonné seče je jeho načasování, protože se musí provádět v semenném roce po opadu semen (Poleno, Vacek, 2009). Vhodné je také doplnění semenné fáze narušením půdy, které podporuje klíčení semen a následné vzcházení semenáčků. Narušení půdy je možné provést mechanizovaně, nebo je možné využít biologickou cestu. Při mechanickém narušení se mohou používat např. finské brány, nebo půdní fréza, při biologickém narušení půdy se využívá černá zvěř, kdy se v porostu po zemi rozhází krmivo např. kukuřice a černá zvěř při jejím sběru naruší půdní povrch.

Další fáze clonné seče se nazývá uvolňovací, někde je možné se setkat s termínem prosvětlovací fáze. Zde se provádí opakované uvolnění mladých náletů. Toto následné uvolňování by se mělo provádět nejdříve 2 roky po vzejtí semenáčku, aby došlo k podpoře růstu mladé generace (Bušina, Hrdina, 2016). Dochází k dalšímu rozvolnění porostu, aby nálety měly dostatek světla a mohly odrůstat. Opět zde záleží na vlastnostech dřeviny, která se v porostu obnovuje, protože u dřevin s hladkou kůrou, jakou je např. jedle bělokorá, je potřeba při uvolňování postupovat pomalu, mnohdy se provádí „nadvakrát“, aby nedošlo k poškození kůry (např. korní spálou), které může být vstupní branou pro patogeny, jakými jsou nejčastěji spory dřevokazných hub. Tento zásah se doporučuje provádět za sněhové pokrývky. Nesmí však být doprovázena tuhými mrazy (Poleno, Vacek, 2009). Poslední fází clonné seče je fáze domýtná. Podstata této fáze je domýcení zbytků porostu nad zajištěnými nálety, popřípadě nárosty (Bušina, Hrdina, 2016). Je možné ponechávat v porostu odpovídající množství výstavků (Poleno, Vacek, 2009). Fáze domýtná je nejrizikovější část clonné seče, protože zde dochází k poškození náletů (nárostů) při dotěžování zbytků mateřského porostu. Velikost škod na náletech (nárostech) záleží na zvolené těžební metodě, těžební technologii a zručnosti pracovníků. Škody se ale nedají úplně eliminovat. Mezery v náletech (nárostech) se doplňují nejčastěji modřínem opadavým, popř. javorem klenem. K tomuto účelu je vhodné použít poloodrostky nebo vyspělé sazenice.

U světломilných dřevin, jakými jsou např. borovice lesní, je možné, a v mnohých případech žádoucí sloučení fází přípravné a semenné a fází uvolňovací a domýtné (Bušina, Hrdina, 2016). Tímto sloučením vzniknou v podstatě 2 fáze, kdy v první sloučené fázi dochází k značnému rozvolnění porostu až na hodnoty 0,6 – 0,7 plného zakmenění, dále dochází k odstranění nežádoucích druhů dřevin a jakostně nevhodných jedinců, u kterých nechceme, aby docházelo k semenění. Je možné také provést narušení půdního krytu. V druhé sloučené fázi, která obsahuje fáze uvolňovací a domýtnou, dochází rovnou k domýcení zbytků porostu a v podstatě se vylučuje uvolňovací fáze.

Vzhledem ke své značné světломilnosti je pěstování borovice lesní pod clonou mateřského porostu méně používané než pěstování této dřeviny na volné ploše (Bílek a kol. 2018). V dnešní době je ale tato obnova využívána stále více. Jedná se o především o opatření pro snížení nákladů na obnovu a také jako adaptační opatření k minimalizování dopadů klimatické změny (Merlin a kol. 2015). Při přirozené obnově pod mateřským porostem je důležitá úprava půdního povrchu pod mateřským porostem a dále pak úprava porostní hustoty (Bílek a kol. 2018). Ukázalo se, že na přirozených borových stanovištích dokáže obnova v první fázi vývoje snášet zástin po dobu 10 – 20 let (Coban a kol. 2016). Z výzkumů vyplývá, že zástin mateřského porostu měl pozitivní vliv na vzcházení semenáčků přirozené obnovy borovice lesní (Bílek a kol. 2018).

4.3.3.4 Výběrný hospodářský způsob

Výběrný hospodářský způsob nehospodáří s porosty, hospodářskou jednotkou je u tohoto způsobu každý jednotlivý strom. Při tomto HZ jsou ve všech porostech zastoupeny všechny tloušťkové i věkové stupně (Poleno, Vacek, 2009). Hlavním předpokladem pro využití tohoto způsobu je značná věková diverzita porostu, ve kterém chceme výběrně hospodařit. Při vyhodnocování kritérií pro vhodnost smýcení není hlavním ukazatelem věk, ale mýtní zralost. Toto nám umožňuje v daném porostu uskutečňovat trvalou těžbu mýtně zralých stromů v krátkých po sobě jdoucích intervalech, to znamená, že obnovní doba je zde nepřetržitá (Poleno, Vacek, 2009). Při těžebních zásazích je vhodné uplatňovat kritéria zušlecht'ovacího výběru, která vedou k následnému zvýšení kvality porostu, případně zvýšení jeho produkce, nebo přinejmenším k zachování současného stavu, co se kvality a produkce týká. Zušlecht'ovací výběr spočívá v důsledném podporování růstu nejkvalitnějších jedinců, případně i jejich plodivost. Ve výběrných lesích se také vyskytuje kontinuální přirozená obnova odpovídající zvolenému porostnímu typu. Historicky se výběrné lesy vyskytovaly hlavně u soukromých vlastníků, zejména v selských lesích, kde hospodáři potřebovali,

každoroční vyrovnanou těžbu. Toto je možné dosáhnout samou podstatou výběrných principů, kdy jejich správným využíváním je možné na poměrně malé ploše dosáhnout vyrovnané struktury, která zahrnuje všechny tloušťkové třídy a je možno ji udržet v tomto stavu natrvalo. (Bušina, Hrdina, 2016). Stromy ve výběrných lesích často procházejí velmi dlouhou dobou zastínění, které v některých případech může trvat i 80 – 100 let. Tento fakt omezuje při výběrných strukturách využití světlomilných dřevin, mezi které patří borovice lesní, dub letní, nebo modřín opadavý, buď úplně, nebo ve velké míře. Při vykonávání těžby ve výběrných lesích velmi záleží na zvolených těžebních technologiích a zručnosti personálu těžební zásahy vykonávající, protože vzhledem k všudypřítomné přirozené obnově nejdou škody způsobené na nové generaci lesa úplně eliminovat.

V širším slova smyslu je výběrný HZ, nebo alespoň některé jeho principy využitelné pro pěstování borových porostů. V borových porostech byl vytvořen Mölerem proslavený les trvale plně tvořivý (Bílek a kol. 2017). Přestože je tento princip hospodaření využíván především pro stín snášející dřeviny, ani borové porosty nejsou úplně opomíjeny. Takové porosty jsou lokalizovány především do poloh jižní Evropy (Bílek a kol. 2017). Ve střední Evropě je toto hospodaření omezeno pouze na malé celky nebo zvláštní podmínky hospodaření. V České republice jsou přírodě blízké principy pěstování využívány jen na hrstce majetků. Takovými majetky jsou Městské lesy Hradec Králové, některé porosty na lesní správě Třeboň, některé porosty na lesní správě Česká lípa, nebo některé porosty na lesní správě Plasy.

4.3.3.5 Východisko a směr postupu obnovy vhodné pro pěstování borovice lesní

Pro obnovu porostů je velmi důležitý směr, odkud se obnova provádí. Při obnově lesa lze rozeznávat 4 základní postupy obnovy, které jsou totožné se světovými stranami. Jde o vyhovění nárokům jednotlivých dřevin, pokud jde o teplotní poměry na stanovišti, podmínky týkající se vlhkosti, jsou zde ale také zohledněna rizika, zejména ohrožení větrem. Při volbě obnovního postupu se vychází ze základních předpokladů, jakými jsou obnovovaná dřevina, směr převládajícího větru a terénní podmínky na daném stanovišti (Bušina, Hrdina, 2016). Každý z těchto směrů obnovy přináší různé pozitivní, ale také negativní vlivy na obnovovaný porost, které jsou různé pro jednotlivé dřeviny. Postup obnovy od severu je vhodný pro dřeviny vyžadující především stín a vláhu, těmito dřevinami jsou zejména buk lesní, jedle bělokorá a smrk ztepilý. Další možností obnovy porostů je postup od jihu. Takový postup je nejlepší zejména pro výrazně světlomilné dřeviny, jakými jsou borovice lesní, modřín opadavý nebo dud zimní. Jižní porostní okraj je ovšem také poměrně suchý a teplý

v porovnání s jinými expozicemi, vhodný je proto zejména ve vyšších nadmořských výškách, kde je limitním faktorem pro růst dřevin právě nízká teplota vzduchu. Na těchto stanovištích je riziko zejména vytranspirování, které je zapříčiněno dočasným vzestupem teplot v zimních měsících, kdy si dřeviny myslí, že už začalo jaro a začínají transpirovat. Postup od západu se zprvu jeví jako nejlepší, protože do porostu přináší zároveň světlo, teplo i vláhu. Je vhodný pro většinu dřevin, ale využíván moc není. Důvod, proč není tento postup obnovy tolik používaný je, že v tomto směru platí pravidlo nevystavovat porost vlivu silných větrů (Copyright © 2001 UZPL – LDF – MZLU Brno), a na našem území je největší riziko bořivých větrů právě od západu. Posledním možným postupem obnovy, který je asi nejpoužívanějším, je postup obnovy od východu. Tento postup přináší mladému porostu teplo a sucho, navíc je bezpečný vzhledem k rizikovému působení větru. Pro tuto výhodu, kterou je nízké riziko rozvratu porostů větrem, je tento postup vhodný pro smrk ztepilý. V imisních oblastech musí být obnovní postup volen proti kritickému směru působení imisí (Copyright © 2001 UZPL – LDF – MZLU Brno)

4.3.4 Tvorba porostních směsí s borovicí lesní

Vytváření smíšených porostů je náročný úkol. I přes značnou náročnost tohoto úkolu je to úkol splnitelný (Poleno, Vacek, 2009). Na převážně většině lesních půd na našem území původně rostly smíšené porosty. Pouze na některých nepříznivých stanovištích je potřeba se spokojit pouze s jednou dřevinou. Takovými stanovišti jsou stanoviště podmáčené nebo stanoviště s velkými mocnostmi písčitých vrstev. Hospodaření ve smíšených porostech je složitější než v porostech tvořených pouze jedinou dřevinou, protože se musí brát do úvahy různé nároky různých dřevin. Těmito nároky jsou půdní nároky, požadavky na světlo, které se v průběhu věku mění (Poleno, Vacek, 2009), nebo náchylnost na biotická, nebo abiotická poškození. Smíšení porostů lze dosáhnout různými cestami. Lze to provést přirozeně, uměle nebo kombinovanou formou.

Borovice lesní se v mladých porostech může vyskytovat v podobě jednotlivých, nebo i skupinkovitých náletů. Tyto nálety se mohou překvapivě vyskytovat také pod přiměřenou clonou mateřského porostu (Poleno, Vacek, 2009). Důležité je také zmínit zakládání smíšených porostů borovice a dubu. Dubo – borové porosty jsou zakládány na bývalých lužních stanovištích, která byla v minulosti odvodněna (Poleno, Vacek, 2009). Na přirozených borových stanovištích hospodářského souboru 13 je podle rámcových směrnic hospodaření značné zastoupení borovice lesní. Toto zastoupení se často pohybuje od 60,

někdy dokonce až do 90%. Dalšími dřevinami vhodnými podle těchto směrnic do směsí s borovicí lesní jsou smrk ztepilý, dub zimní a bříza bělokorá (Špulák a kol. 2023). Na stanovištích ovlivněných vodou připadá do úvahy také jedle bělokorá. Tyto dřeviny jsou ve směsi zastoupené různým podílem, který ale většinou není příliš výrazný. Tento podíl se většinou pohybuje okolo 10 až 20%, někdy se ale může dostat až na hodnotu 50 % zastoupení.

Borovice lesní je významnou hospodářskou dřevinou. Na mnoha CHS je to dřevina cílová, na jiných CHS je to přípravná dřevina. Borovice lesní je podle vyhlášky 298/2018 Sb. cílovou dřevinou na HS 13, 21, 23, 27, 39, 41, 43, 47, 51, 53, 57, 59, 01. Na hospodářském souboru 13, přirozených borových stanovištích, je borovice pochopitelně hlavní dřevinou na všech souborech lesních typů. Další dřevinou, která může na těchto stanovištích borovici doprovázet je dub zimní (MZE, 2018). Další cílový hospodářský soubor, kde je borovice hlavní dřevinou, je HS 21. Zde je borovice hlavní cílovou dřevinou společně s dubem zimním na všech souborech lesních typů (MZE 2018). Stejně jako na předešlých stanovištích je to se smíšením dřevin také na CHS 23. Na oglejených stanovištích hospodářského souboru 27 doprovází borovici oba dva obvyklé druhy dubů, letní a zimní. Na hospodářském souboru 39 se borovice také vyskytuje na všech SLT. Zde bývá doplněna dubem letním, jedlí bělokorou a smrkem ztepilým (MZE 2018). Také na hospodářském souboru 41 je borovice hlavní dřevinou. Není ale hlavní dřevinou na všech SLT, ale pouze na edafických kategoriích M, N, K a C. NA CHS 51 a 53 bývá borovice klasifikována jako hlavní dřevina na SLT spadajících do ekologické řady kyselé (MZE, 2018). Přesněji řečeno na edafických kategoriích M, N a K. Na oglejených a podmáčených stanovištích středních a vyšších poloh se borovice vyskytuje na edafických kategoriích G, P, Q. Na těchto stanovištích bývá nejčastěji doplněn smrkem ztepilým (MZE 2018). Pokud se jedná o CHS 01 borovice se vyskytuje na stanovištích spadajících do ekologické řady extrémní a také na stanovištích označených jako bory, to znamená 0M, 0N, 0C, 0Q a 0R (MZE 2018). Polohy, kde se borovice vyskytuje jako hlavní dřevina, jsou značně rozkolísané. Pohybují se od nízkých poloh až po polohy vysoké.

4.3.5 Význam borovice lesní při adaptaci lesů na dopady klimatické změny

4.3.5.1 Projevy klimatické změny

V posledních letech se čím dál častěji a na stále větších plochách vyskytuje působení klimatických podmínek pro tato stanoviště dosud zcela neobvyklé. Takovým působením jsou

nejčastěji vyšší teploty a nižší srážky, nebo jejich nerovnoměrná distribuce v průběhu vegetačního období (Špulák a kol. 2023). Klimatická změna se v největší míře dotýká smrku ztepilého, protože tento druh je znám svým kořevým systémem, který má na mnoha stanovištích povrchový charakter (Maurer et al 2013). Chřadnutí spojené s klimatickou změnou se ale týká také dřevin hluboko kořenících, mezi které patří borovice lesní. Vzhledem k značné toleranci k výkyvům teplot a pionýrským vlastnostem borovice lesní je její odolnost proti výkyvům klimatu dobrá. Ale i tato odolnost má své hranice (Špulák a kol. 2023). Především vysoké jarní a letní teploty nepříznivě působí na umělou obnovu a také nepříznivě působí na vzcházení přirozené obnovy (Bílek a kol. 2018). Vyšší teploty, nebo dokonce poškození imisemi mají za následek dřívější opad jehličí, v některých případech po roce nebo dvou (Niinemens, Lukjanova, 2003).

Obecná pravidla pro úpravu porostního prostředí borových porostů stanovil ve své metodice Špulák a kol. z roku 2023 (Špulák a kol. 2023). Tato pravidla jsou následující. Při provádění zásahů v borových porostech se při úrovnových zásazích doporučuje jako první záporným výběrem odstraňovat jedince napadené jmelím. Dále se na stanovištích slunných doporučuje pro zajištění produkce prodlužovat obnovní dobu nebo snížit obmýtí o 10 let. Toto doporučení se netýká stanovišť ovlivněných vodou. Třetím pravidlem doporučovaným v této metodice je na stanovištích s hladinou vody mimo dosah kořenů odstranění smrkové podúrovně (Špulák a kol. 2013). Tato smrková podúroveň svým povrchovým kořevým systémem brání hlouběji kořenícím borovicím v přístupu k vodě z atmosférických srážek.

4.3.5.2 Možnosti využití borovice lesní jako pionýrské dřeviny

Pionýrská dřevina je krátkověká dřevina s rychlým růstem a zpravidla vysokými požadavky na světlo, která po svém dožití uvolňuje místo v úrovni klimaxovým dřevinám. Pionýrská dřevina kryje svým růstem půdu a vytváří tak vhodné podmínky pro růst cílových dřevin, které jsou většinou stinné a dlouhověké. Další z možností, kdy je vhodné využívat pionýrské dřeviny, je v mrazových kotlinách, kde vytváří aktivní povrch, pod který se nedostane studený vzduch, a tudíž zajišťuje ochranu mladým jedincům pod tímto porostem. Borovice lesní je dřevina s pionýrskými vlastnostmi a je schopna růst na široké škále stanovišť (Úradníček a kol. 2009). Vzhledem ke své značné světlomilnosti a rychlému růstu v mládí bývá borovice lesní hojně hospodářsky využívána také jako pionýrská dřevina (Čáp, Novotný, 2020). Pod borovými porosty dochází k poměrně malému krytu půdy, protože borovice tvoří řídké koruny (Kovář, Hrdina, Bušina, 2013). Další významnou vlastností borovice jako pionýrské dřeviny je odolnost k výkyvům teplot. Je odolná vůči časným i

pozdním mrazům a také proti přisuškům (Kovář, Hrdina, Bušina, 2013). Borovice lesní je vzhledem k výše uvedeným vlastnostem stále více využívána vedle tradičně vnímaných dřevin, kterými jsou bříza nebo olše, také jako přípravná dřevina (Souček a kol. 2016). Využití borovice jako pionýrské dřeviny je vhodné na mnoha stanovištích. Podle vyhlášky 298/2018 Sb. se jedná o 31 podsouborů cílových hospodářských souborů.

4.4 Poškození borových porostů a možnosti ochrany proti nim

4.4.1 Biotická poškození borových porostů

4.4.1.1 Hlavní hmyzí škůdci borových porostů

Ploskohřbetka sazenicová (*Acantolyda hieroglyphica* (Christ.))

Ploskohřbetka sazenicová patří podle biologické nomenklatury do třídy hmyzu, řádu blanokřídlí. Dospělci ploskohřbetek sazenicových jsou 10 – 16 mm dlouzí, rozpětí jejich křídel činí 22 – 30 mm. Hostitelskou dřevinou je u tohoto druhu borovice lesní, případně borovice vejmutovka. Ploskohřbetka sazenicová napadá mladá stádia borovic ve věku nejčastěji 2 – 6 let. Typickým příznakem napadení sazenic tímto škůdcem je hnědožlutý útvar, ve kterém žijí housenice a shromažďují v nich svůj trus, čímž se tyto útvary stávají nápadnými (Křístek a kol., 2002). Rojení probíhá v období dubna až června. Samičky kladou jednotlivá vajíčka na letošní jehlice (Křístek a kol. 2002). Po skončení žíru na přelomu července a srpna housenice padají na zem, do které se zahrabávají a zde také přezimují. U tohoto druhu je také častý výskyt takzvaného přeležení, kdy se housenice kuklí až v dalším roce. Vzhledem k těmto skutečnostem je k monitorování stavů tohoto škůdce vhodná kontrolní metoda prosívání půdy a hrabanky. Ta spočívá ve vybírání housenic z vyhloubené jámy a počítání housenic s pupálním okem, které se budou v nadcházejícím období kuklit.

Klikoroh borový (*Hilobius abietis* (L.))

Klikoroh borový náleží do řádu brouci a čeledi nosatcovití. Velikost tohoto brouka činí 6 – 15 mm (Atlas poškození MENDELU). Jeho zbarvení je převážně černé doplněné žlutými šupinami a několika příčnými pruhy na krovkách. Rojení probíhá v jarních měsících, kdy samičky střídají kladení vajíček s úživným žírem. Samičky kladou vajíčka do jamek na kořenových náběžích pařezů. Pro kladení vajíček jsou nejatraktivnější pařezy čerstvě po těžbě. V druhém roce po těžbě atraktivnost pařezů klesá a brouci tyto plochy opouštějí (Křístek a kol. 2002). Z tohoto důvodu se jako obranné opatření proti klikorohu může používat takzvaný „pasečný klid“, což znamená odsunutí zalesnění až na další rok po těžbě, kdy už pařezy nejsou atraktivní pro brouky. Larvy po vylíhnutí vyhlodávají dlouhé chodby v kořenech (Atlas poškození MENDELU) a na konci těchto chodeb se kuklí v komůrce, kterou vytvářejí hlouběji ve dřevě. Dospělci uskutečňují úživný žír na tenké kůře sazenic, jimž okusují kořenové krčky. Poškození může znamenat i odumření jedince, pokud je poškození větší než $\frac{1}{4}$ obvodu kořenového krčku. Ochrana proti škodám se provádí zavedením pasečného klidu, jak je uvedeno výše, nebo je také možné využití insekticidních

přípravků na bázi pyrethroidů (Křístek a kol. 2002). Tyto chemické přípravky lze používat preventivně jako namáčení sazenic před výsadbou do suspenze pyrethroidů nebo jako postřik po výsadbě přímo na kořenové krčky ohrožených sazenic. V oblastech, kde je použití chemických přípravků zakázané, je možné na ochranu proti klikorohům použít lapací kůry (Křístek a kol. 2002). Lapací kůra je svitek čerstvé smrkové kůry, který se přeloží na polovinu a dovnitř se vloží čerstvá smrková větévka. Tyto svitky se vkládají mezi kořenové náběhy čerstvých pařezů a jejich kontrola se provádí každý den a brouci se sbírají a počítají.

Obaleč prýtový (*Rhyacionia buoliana* (Den. Et Schiff.))

Velikost tohoto zástupce řádu motýlů se pohybuje okolo 20 mm. Jejich rozpětí se pohybuje v rozmezí 8 – 17 mm (Křístek a kol., 2002). Rojení tohoto motýla trvá 3 – 4 týdny a probíhá v letních měsících, konkrétně v červnu a červenci. Rojení probíhá v odpoledních hodinách až do setmění (Atlas poškození MENDELU). Samička naklade až 170 vajíček, která klade jednotlivě, nebo po skupinkách 2 – 3 vajíček na báze jehlic, šupiny pupenů nebo kůru letorostů (Křístek a kol., 2002). První žír housenek tohoto motýla je uskutečňován na jehlicích. Hlavním poškozením, které tento druh ale způsobuje, je likvidace terminálního pupenu, která se děje tak, že housenka ze svého zápedku vyžírá pupen. Roli terminálního pupene, poté převezme pupen laterální a tím se vytváří charakteristické bajonetové nebo lyrovité útvary (Atlas poškození MENDELU).

Můra sosnokaz (*Panolis flammea*, (Schiff.))

Můra sosnokaz spadá do řádu motýlů a čeledi můrovití (biolib), tím pádem má charakteristické značky na křídlech, kterými jsou světlá kruhová a ledvinovitá skvrna a 2 příčné vlnovky (Křístek a kol., 2002). Mimo těchto muřích značek je zbarvení tohoto druhu variabilní od hnědé, po šedočenou. Můra sosnokaz patří mezi středně velké motýly, rozpětí jejich křídel může dosahovat 30 – 35 mm. Rojení probíhá v průběhu dubna. Samička klade vajíčka na jehlice napříč celou korunou. Vajíčka jsou uspořádána do řad. Nejčastější počet vajíček se pohybuje mezi 1 a 18 ks na každé jehlici (Křístek a kol., 2002). Mladé housenky žerou čerstvé jehlice, starší housenky žerou také starší jehličí. Můra sosnokaz je nebezpečný škůdce, protože žír probíhá velmi rychle a začíná na jaře brzy po olistění. Přestože se u nás přemnožuje sporadicky, jsou známy také rozsáhlé škody způsobené tímto škůdcem, například ve 20. letech minulého století způsobil vážné škody v Německu, kde vážně poškodil více než 500 000 ha (Křístek a kol., 2002). Kontrolní metoda, která se dá použít k monitorování stavů tohoto škůdce, je prosívání půdy a hrabanky.

Píd'alka tmavoskvrnáč (*Bupalus piniarius* L.)

Rozpětí křídel tohoto zástupce řádu motýlů se pohybuje od 30 do 40 mm (Atlas poškození MENDELU). U tohoto druhu je vyvinut pohlavní dimorfismus, kdy jsou od sebe pohlaví oddělena barvou. Samička je rezavohnědá se světlejší kresbou uprostřed křídel. Zato sameček má křídla černohnědá se žlutou kresbou (Křístek a kol., 2002). Housenka je zbarvená zeleně se dvěma podélnými žlutobílými pruhy. Rojení zde probíhá od května do poloviny července. Poté samička klade vajíčka na staré jehlice. Celkem naklade 100 až 150 vajíček, která umísťuje ve skupinách po 2 – 7 kusech. Vylíhlé housenky způsobují defoliace tím, že ožirají jehlice z boku (Atlas poškození MENDELU). Škody způsobené tímto škůdcem nejsou většinou závažné, protože žír je časově rozvleklý a tím pádem umožňuje napadeným stromům vyrašit znovu. Kontrolní metoda využitelná k monitoringu píd'alky je prosívání půdy a hrabanky.

Bourovec borový (*Dendrolimus pini*, L.)

Bourovec borový je se svým rozpětím křídel až 90 mm jeden z velkých zástupců řádu motýli. Zbarvení dospělců je značně variabilní. Motýli se rojí v letních měsících od poloviny července přibližně do poloviny srpna. Samička po rojení naklade dohromady přibližně 200 vajíček. Tato vajíčka jsou kladena ve skupinách, jejichž početnost se může velmi různit. Vajíčka jsou kladena na jehlice nebo tenké větvičky, většinou ve spodní části koruny (Křístek a kol., 2002). Housenky žerou jehlice na podzim a po přezimování v žíru pokračují (Atlas poškození MENDELU). Kontrolní metoda, která se používá na monitoring stavů tohoto motýla, je prosívání půdy a hrabanky. Je možné také využít lepové pásy, které se ale musí aplikovat brzy na jaře, před výstupem housenek do korun stromů.

Bekyně mniška (*Lymantria monacha* L.)

Bekyně mniška je celkem běžný motýl z čeledi bekyňovitých a řádu bekyně. Bekyně mniška také náleží mezi kalamitní škůdce. Tito škůdci jsou velice obávanými parazity lesních dřevin, protože způsobují rozsáhlé kalamity s vysokým množstvím znehodnoceného dřeva a rozlehlými holinami, které je potřeba následně zalesnit. Bekyně mniška napadá velké spektrum dřevin, je výrazně polyfágní, od smrku ztepilého, borovice lesní, modřínu opadavého, po dub zimní i letní, buk lesní, lípu srdčitou, nebo břízu bělokorou. Dospělec tohoto druhu dosahuje velikosti 32 – 45 mm (Křístek a kol. 2002). Samička bývá větší než sameček, ale pro rozeznání pohlaví je podstatný spíše tvar motýla. Samičky mají při pohledu shora tvar krovek v podobě rovnoramenného trojúhelníku, zatímco samečci mají tvar

trojúhelníku rovnostranného. Bekyně mniška patří mezi noční motýly (můry) a tudíž nese na svém těle tzv. muří značky (vlnovka, ledvinovitá a čípkovitá skvrna). Vzhled dospělého tohoto motýla může být velice variabilní. Rojení tohoto motýla probíhá v červenci a srpnu a probíhá večer, za soumraku. Přes den sedí na kmenech stromů (Atlas poškození MENDELU), kde se dají snáze rozeznat podle svého tvaru. Samička poté klade cca. 150 – 200 vajíček, která umísťuje na kořenové náběhy napadených stromů v sekcích po 50 – 60 vajíčkách. Tyto útvary na kořenových náběžích se nazývají hupky. Z přezimujících vajíček se později druhým rokem líhnou housenky, které následně jdou do koruny napadeného stromu, kde housenka žere asimilační orgány hostitele. Borovice je oproti smrku odolnější vůči žíru housenek, a pokud je vlhčí počasí, tak velká část borovic žír přežívá.

Housenky bekyně mnišky mají mnoho přirozených nepřátel. Můžeme jmenovat hmyzožravé ptáky jako kukačku obecnou, datla černého nebo strakapouda velkého. Dále mohou být napadány hmyzími predátory, kterými mohou být krajník hnědý a pižmový, či mrchožrout housenkář. Mohou je také napadat zástupci blanokřídlého hmyzu, kterými jsou nejčastěji lumek velký nebo lumčík žlutonohý. Nejspíše nejpoužívanější kontrolní metodou používanou na monitoring bekyně mnišky je feromonová past (bývá také nazývána Metoda Dykova), kdy se do porostu umístí klíčka s deskou natřenou lepem a v klíčce je neoplozená samička (nebo feromon napodobující samičku) a přilétající samečci se nalepí na desku a hynou. Dále se na kontrolu bekyně mnišky používá metoda Wellensteinova. Tato metoda spočívá v tom, že ve výšce 3 metrů je na stromě bílý pásek o šířce 3 cm, odpovědná osoba poté chodí s třímetrovou tyčí a zamačkává samičky.

Lýkohub sosnový (*Tomicus piniperda*, L.)

Lýkohub sosnový je zástupce řádu brouků z čeledi nosatcovití. Jeho velikost se pohybuje v rozmezí 3,5 – 4,8 mm. Rojení tohoto brouka probíhá v březnu a dubnu. Dospělci vytváří požerky v bazální části pod silnou kůrou starých borovic. Požerek je jednoduchý a podélně orientovaný k ose kmene. Matečná chodba je v dolní části zakončena botkou, která je vyhnutá do strany oproti zbytku matečné chodby (Křístek a kol., 2002). Úživný žír probíhá u tohoto druhu na koncových větévkách, které vyžírají zevnitř. Takto oslabené větvičky jsou často ulamovány působením větru a vznikají tak řídké koruny. Kontrola u tohoto druhu probíhá na základě přítomnosti požerků nebo pryskyřičných nálevek vznikajících okolo závrtů (Křístek a kol., 2002). Je možné také pokládat lapáky. Tato opatření se aplikují do ohrožených porostů starších 50 let, na osluněná místa. Období, kdy by se měly instalovat lapáky proti tomuto druhu, je v polovině února.

Lýkohub menší (*Tomicus minor*, Htg.)

Velikost tohoto zástupce řádu brouků z čeledi nosatcovitých se pohybuje od 3,5 do 4,5 mm. Rojení probíhá v dubnu (Křístek a kol., 2002). Požerky u tohoto druhu jsou svorkovitého tvaru a jsou umístovány na části kmene se slabší kůrou. Požerek tvoří pouze 1 matečná chodba se dvěma rameny. Požerky vzhledem k tomu, že jsou umístovány pod tenkou kůrou, zasahují hluboko do běle a působí někdy i rozsáhlé prosychání koruny (Křístek a kol., 2002). Úživný žír probíhá stejně jako u lýkohuba sosnového na tenkých koncových větévkách, které využívají. Kontrola se u tohoto druhu provádí obdobně jako u lýkohuba sosnového.

Lýkožrout borový (*Ips sexdentatus*, Börn)

Lýkožrout borový je co do délky větší než předešlé druhy. Jeho délka se pohybuje v rozmezí 5,5 až 8 mm. Jako u předešlých druhů se zde jedná o zástupce řádu brouci a čeledi nosatcovití. Rojení probíhá od dubna do května (Křístek a kol., 2002). Brouci primárně nalétávají na stromy, které jsou nějakým způsobem oslabené nebo jsou čerstvě pokácené. Požerky jsou orientované do bazálních částí kmene, do míst se silnou kůrou. Požerek je hvězdicovitého tvaru s 2 až 5 matečnými chodbami. Přemnožení tohoto druhu bývají lokálního charakteru a nejčastěji se vyskytují v nížinných nebo chlumních oblastech. V těchto oblastech dochází v důsledku žíru někdy až kotlíkovité odumírání porostů (Křístek a kol., 2002). Kontrola se u tohoto druhu provádí stejně jako u druhů předešlých.

Lýkožrout vrcholkový (*Ips acuminatus*, Gall.)

Jedná se o poměrně malého zástupce řádu brouků z čeledi nosatcovití. Jeho velikost je mezi 2,2 až 2,7 mm. Rojí se od dubna do května. Pro žír vyhledávají takové části stromu, kde se vyskytuje slabá kůra. Požerek je hvězdicovitý s 3 až 5 matečnými chodbami (Křístek a kol., 2002). Může docházet k lokálním přemnožením. Za těchto podmínek působí značné škody. Kontrola se provádí obdobně jako u předchozích druhů.

Hád'átko borovicové (*Bursaphelenchus xylophilus*, Steiner, Buhrer)

Hád'átko borovicové je průsvitná malá hlístice, která měří necelý milimetr. Tento patogen napadá mnoho druhů dřevin. Dřeviny, které tento škůdce napadá, jsou pouze konifery. Nejohroženějšími druhy jsou borovice lesní, borovice černá nebo borovice montereyská. Dalšími rody napadanými hád'átky jsou smrk, modřín, douglaska, jedle nebo cedr. Vektorem pohybu tohoto patogenu jsou kozlíčci z rodu *Monochamus*. (eagri.). Kromě tohoto vektoru se tito KŠO dokáží také aktivně pohybovat v rostlinných pletivech. Hád'átko

má 2 odlišné životní cykly, buď se živí houbami, nebo rostlinnými pletivy. Vývojový cyklus háďátka je velmi rychlý a brzy se ve stromě nachází mnoho larev v různých stádiích vývoje (eagri.). Tento druh je vážným škůdcem jehličnatých porostů, u nichž ve velmi krátkém čase způsobuje mortalitu. Napadení stromů se projevuje nepravidelným rozmístěním uvadajících částí koruny, přičemž napadené jehlice zůstávají viset na větvkách (Atlas poškození, MENDELU). Původním areálem rozšíření háďátka je pravděpodobně v Severní Americe, kde je hojně rozšířeno. Háďátko borovicové je podle prováděcího nařízení Komise EU 2019/2072, přílohy II zařazeno mezi karanténní škodlivé organismy pro EU, jejichž výskyt je na území EU znám (eagri.).

4.4.1.2 Ochrana proti hmyzu

Škody způsobené vlivem dřevokazného hmyzu jsou nejvážnější škody, kterými jsou lesní porosty poškozovány. Zejména se jedná o poškození způsobené brouky z čeledi nosatcovití a podčeledi kůrovci. Kůrovci napadají především stromy, které jsou nějakým způsobem oslabené. Při přemnožení mohou napadat také zdravé stromy. Oslabení stromů může vznikat v důsledku stresu pocházejícího z nedostatku srážek nebo změny jejich distribuce během vegetačního období (Hanel a kol. 2011). Oslabení jednotlivých stromů nebo i celých porostů vzniká v dnešní době především v důsledku klimatické změny. Klimatická změna má za následek také další nepříznivé důsledky, kterým jsou např. rychlejší vývoj škůdců, nebo vývoj více generací škůdce než dříve (Knížek a kol. 2021). Stejně jako ochranu lesa proti zvěři je možné ochranu lesa proti škodlivému hmyzu dělit na ochranu biologickou, mechanickou a chemickou (Křístek a kol. 2002). Dále se ještě ochrana proti hmyzu dělí na 3 fáze. Těmito fázemi jsou kontrola, samotná ochrana a obrana.

Borovice lesní je ve velké míře napadána hmyzími škůdci. Nejvýznamnějšími škůdci borových porostů jsou lýkožrout vrcholkový (*Ips acuminatus*), lýkožrout borový (*Ips sexdentatus*), lýkohud menší (*Tomicus minor*) nebo lýkohub sosnový (*Tomicus piniperda*) (Liška a kol. 2021). Podle statistik představoval úhrn napadeného borového dřeva v roce 2011 5 000 m³, ale do roku 2020 se zvýšil na 124 500 m³ (Knížek, 2010, Knížek, Liška, 2021). Ochrana před působením škodlivých organizmů by se v souvislosti s postupující klimatickou změnou měla stát nedílnou součástí hospodaření v borových porostech (Knížek a kol. 2021). V rámci zvyšování ekologické stability borových porostů je žádoucí vnášet do těchto porostů další dřeviny (Souček a kol. 2018).

Kontrola

Kontrola se v porostech provádí pomocí kontrolních metod. Kontrolní metody využívané na monitoring škodlivých organismů jsou metoda pochůzková, metoda feromonových lapačů, metody lapáků, metoda lapacích kůr atd.. Metodu pochůzkovou je možné využít na monitoring všech druhů škodlivého hmyzu. U lýkožroutů se při pochůzkách vyhledávají odumírající nebo čerstvě odumřelé stromy (Knížek a kol. 2021). U těchto stromů se sledují změny ve zbarvení jehličí a závrtové otvory na kmenech. U lýkožrouta vrcholkového se při pochůzkách kontrolují také těžební zbytky, kterými jsou tenké větve, nebo vršky pokácených stromů nebo vývratů (Knížek a kol. 2021). U klikoroha borového se pochůzkou zjišťuje míra poškození kořenových krčků. Za slabé poškození se zde považuje poškození, při němž je okousána jedna čtvrtina obvodu kořenového krčku (Knížek a kol. 2021). U klikoroha borového je možné pro kontrolu početnosti také využitelné používání lapacích kůr. Lapací kůra je svitek tenké kůry o rozměrech 30 x 30 cm přeložena na půl, dovnitř je vložena čerstvá větvička a vkládá se mezi kořenové náběhy čerstvých pařezů. Větvička vkládaná dovnitř lapací kůry může být namočená do insekticidu, pokud je tomu tak, kontrola se provádí 1 krát za týden. Pokud je větvička bez insekticidu, kontrola se musí provádět každý den. Kontrolní metoda založená na využití feromonových lapačů je vhodná pro mnoho druhů hmyzích škůdců. Monitoring škodlivých organismů pomocí feromonových lapačů je lokalizován především do míst se zvýšenou četností škůdců, kde může tato kontrolní metoda částečně plnit také obrannou funkci (Knížek a kol. 2021). Další možností, jak lze kontrolu stavu škůdců provádět, je za pomoci lapáků. Tato metoda je také vhodná pro mnoho druhů lesnicky významných škůdců. Klasický lapák je zdravý pokácený odvětvený a podložený strom přikrytý větvemi. Další možností je kladení otrávených lapáků. Ty jsou stejné jako klasické lapáky, jen jsou po celém svém obvodu ošetřeny insekticidy.

Ochrana

Ochrana lesních porostů je založena především na zavádění preventivních opatření. Těmito preventivními opatřeními je jako u ostatních druhů kůrovců zejména odstranění veškerého materiálu, na kterém může docházet k jejich množení a to nejdéle do konce dubna (Knížek a kol. 2021). Tento materiál zahrnuje všechny vývraty, polomy a to včetně větví, na nichž může docházet k množení druhů kůrovců, kteří nevyžadují pro vývoj silné dřevo nebo silnou kůru. Takovými druhy jsou lýkožrout vrcholkový, lýkožrout lesklý, lýkožrout obecný nebo lýkohub menší. Další možností, jak se může ochrana v lesních porostech provádět, je podporovat přirozené nepřátele škůdců (Knížek a kol. 2021). Takovými přirozenými nepřáteli škůdců mohou být ptáci, dravý hmyz nebo parazitoidi. Z ptáků, kteří jsou významní

pro snižování stavů dřevokazného hmyzu, jsou nejdůležitější ptáci z čeledi datlovití. Zejména se jedná o druhy datel černý (*Dryocopus martius*, L) a strakapoud velký (*Dendrocopos major*, L). Významným dravým hmyzem jsou drabčáci (*Staphylinidae*), střevlíci (*Carabidae*) a pestrokrovečníci (*Cleridae*). Mezi parazitoidy je mnoho zástupců lumků (*Ichneumonidae*), lumčíků (*Braconidae*) a stehnatek (*Chalcididae*) (Knížek a kol. 2021). Při ochraně proti škodám způsobeným klikorohem borovým se velmi často využívá pasečný klid. Při tomto opatření dochází k odložení zalesnění alespoň o 1 rok (Křístek a kol. 2002). Při pasečném klidu nedochází k souběžné přítomnosti výsadeb a čerstvých pařezů. Další možností ochrany proti tomuto škůdci je výběr sadebního materiálu a volba dřevin. Větší sazenice v lepší fyziologické kondici jsou schopny lépe snášet poškození způsobená klikorohem borovým než sazenice méně vitální (Knížek a kol. 2021). Možné je také využití listnatých dřevin, protože klikoroh škodí pouze na dřevinách jehličnatých.

Obrana

Základem obranných opatření je včasné vyhledávání a následná asanace veškerého napadeného materiálu, tzn. vývraty, větve, těžební zbytky, atd. (Knížek a kol. 2021). Asanaci napadeného materiálu lze provádět mechanicky nebo chemicky. Mechanickou asanaci lze provádět odkornováním, štěpkováním nebo pálením. Štěpkování a pálení se využívá především u větví. Chemická asanace se provádí u špiček stromů. K chemické asanaci lze využít pouze přípravky uvedené v Registru přípravků na ochranu rostlin, na stránkách ÚKZÚZ (Knížek a kol. 2021). Jedním z častých obranných opatření aplikovaných hlavně proti kůrovci je kladení lapáků. Nejčastější obranou proti klikorohu borovému je obrana chemická. Tato obrana spočívá v namáčení sazenic do insekticidní jíchy (Knížek a kol. 2021). Toto ošetření se provádí před výsadbou sazenic. Po výsadbě je možný pouze individuální postřik pyrethroidy (Křístek a kol. 2002). Brouky je možné také odchyťovat do různých pastí. V Polsku jsou hojně využívány trubkovité pasti s otvory na obou stranách (Knížek a kol. 2021). Pasti je vhodné umisťovat se vstupními otvory v úrovni půdy, aby byl vstup brouků pokud možno nejsnazší. Je možné také využití složených pastí s provrtanými otvory pro vstup brouků v nadzemní části. Do pastí je brouk nalákán atraktantem uvnitř pastí. Nejčastěji se jedná o borovou větvičku. Využití těchto pastí je efektivní a nákladově nenáročné (Knížek a kol. 2021).

4.4.1.3 Houbové a virové patogeny na borovici

Sypavka borová (*Lophodermium pinastri*, Schrad)

Sypavka borová je vázána na různé druhy borovic, včetně borovice lesní, černé, kleče, atd. (Křístek a kol. 2002). Primární napadení je orientováno na nejstarší ročníky jehlic. Prvními symptomy poškození je výskyt žlutých skvrn na jehlicích, které se postupem času mění do hněda (Atlas poškození, MENDELU). Napadené jehlice opadávají ze stromu a vytváří se na nich plodnice zvané hysterothecia, která mají tvar kávového zrna (eagri). Citlivé k napadení tímto patogenem jsou dřeviny rostoucí na vlhčích stanovištích. Největší problém s napadením sypavkou borovou je v lesních školkách, protože semenáčky a sazenice jsou nejvíce náchylné k napadení (eagri).

Červená sypavka borovice (*Mycosphaerella pini* Rostr. ex Munk)

Červená sypavka borovice je ohledně hostitelských dřevin nevybíravá. Postihuje mnoho druhů borovic, včetně borovice lesní, borovice kleče, borovice pokroucené a mnoha dalších. Dále napadá řadu druhů smrku, zahrnující smrk ztepilý nebo pichlavý a douglasku tisolistou (Atlas poškození, MENDELU). Pro napadení touto sypavkou je typické rezivění jehličí ve spodní části koruny. Na napadených jehlicích se vytvářejí rezavé pruhy (Křístek a kol. 2002) a v nich se vyskytují plodnice, acervuli. Napadené jsou především nejstarší jehlice. Opad napadeného jehličí se značně liší podle druhu dřeviny. Zatímco borovice těžká, černá nebo kleč drží jehličí dlouho na větévkách, ale borovice lesní shazuje napadené jehličí brzy po napadení (Atlas poškození, MENDELU). Acervuli jsou útvary obsahující konidie. Konidie jsou spory hub v podobě dlouhých hladkých vláken. Napadené jehlice odumírají směrem od špičky. Prvním příznakem napadení jsou zpočátku žluté skvrny na zelených jehlicích, které postupně přecházejí do hnědého nebo červeného zbarvení (Atlas poškození, MENDELU). Červená sypavka borovice nese v ČR status regulovaný nekaranténní škodlivý organismus (eagri).

Hnědá sypavka borovice (*Mycosphaerella dearnessii* M.E. Barr)

V našich podmínkách je potvrzen výskyt pouze na borovici blatce (*Pinus rotundata*). V zahraničí je dále potvrzen výskyt na borovici lesní, borovici černé nebo borovici kleči (Atlas poškození, MENDELU). Tento patogen napadá nejstarší ročníky jehlic a způsobuje jejich předčasný opad. Další symptomy, kterými jsou hnědnutí jehlic, se posléze vyskytují na zelených jehlicích. Tyto jehlice postupně odumírají směrem od špičky. Na odumřelých pletivech se tvoří zelenohnědé plodnice, zvané acervuli, které obsahují spory zvané konidie

(Atlas poškození MENDELU). Poprvé byla tato sypavka zaznamenána v roce 2007 v NPR Červené blato v jižních Čechách nedaleko města Suchdol nad Lužnicí na borovici blatce. Tato národní přírodní památka spadá pod správu CHKO Třeboňsko. Hnědá sypavka borovice je klasifikována jako regulovaný nekaranténní škodlivý organismus (Atlas poškození MENDELU).

Fusarium circinatum (Nirenberg, O'Donnell).

Tento patogen pochází z říše hub, napadá celou řadu dřevin, včetně borovice lesní, douglasky tisolisté, borovice vejmutovky a mnoho dalších druhů. *Fusarium* může napadat všechna vývojová stádia stromů, od semen, přes semenáčky, sazenice, až po dospělé stromy. U napadených semenáčků dochází k hnilobám hypokotylu a k následnému odumírání semenáčků. Napadení kořenů se nejčastěji vyskytuje u mladých jedinců borovice lesní v lesních školkách nebo na plantážích vánočních stromků (eagri.). V nadzemní části stromů není napadení většinou zprvu patrné, dokud houba nedosáhne kořenového krčku. V další fázi napadení dochází ke změnám barvy jehličí, od žluté až po černou. K napadení kmenů nebo větví borovice může dojít v jakémkoli stáří. Infekce obvykle začíná na tenkých větvích (eagri.). Tento patogen pochází pravděpodobně ze Severní Ameriky. *Fusarium circinatum* je podle prováděcího nařízení Komise EU 2019/2072, přílohy II. části B karanténní škodlivý organismus, jehož výskyt je na území EU znám (eagri.).

4.4.1.4 Škody zvěří

Lesy v České republice bývají poškozovány zejména působením zvěře spárkaté a zvěře černé. Ze spárkaté zvěře lze jmenovat jelena evropského (*Cervus elaphus* L), srnce obecného (*Capreolus capreolus* L), daňka skvrnitého (*Dama dama* L) a muflona (*Ovis musimon* Pall). Dále ještě můžeme zmínit prase divoké (*Sus scrofa* L). Pro spárkatou zvěř jsou potravně atraktivní především listnaté dřeviny a jedle bělokorá, je pravda, že nepohrdnou ani jehličím, ale listnáče jim „chutnají“ více. Škody způsobené zvěří jsou uspokojení potřeby zvěře po esenciálních látkách, které se vyskytují v kůře a větvičkách stromů. Borovice lesní bývá poškozována zvěří pouze v mladém věku (Musil, Hamerník, 2003).

Nejspíše nejčastější škodou způsobovanou zvěří je okus. Okus představuje poškození nejčastěji terminálních, případně laterálních výhonů všech druhů dřevin. Okusem jsou ohroženy zejména semenáčky a sazenice ve výškovém rozmezí 20 – 130 cm (Poleno, Vacek, 2009). Podle charakteru poškození je možné stanovit původce okusu pouze rámcově. Pokud se jedná o okus od sudokopytníků, tak je ukousnutá plocha roztřepená s nerovnými okraji,

zato při škodách způsobených zaječí zvěří je ukousnutá ploška rovná (Atlas poškození MENDELU). Okusem je poškozována většina dřevin nejčastěji listnatých, ale nepohrdnou ani jehličnany. Protože se borové porosty vyskytují většinou na chudých stanovištích, je borovice jedinou dřevinou, kterou zde zvěř může poškozovat. Poškození okusem má za následek snížení výškového přírůstu, což má za následek ztrátu přírůstu, který by vznikl za 4 – 6 měsíců (Poleno, Vacek, 2009). Vzhledem k redukci nebo dokonce až ztrátě asimilačních orgánů může docházet až k mortalitě poškozených jedinců (Atlas poškození MENDELU).

Loupáním je také častou škodou způsobovanou zvěří na lesních porostech. Loupáním se rozumí takové poškození, při kterém zvěř odloupne dlouhý pruh kůry z kmene stromu (Atlas poškození MENDELU). Toto poškození se vyskytuje ve vegetační době, kdy stromy mají mízu. Díky míze je možné odloupnout pruhy kůry. Letní loupání je nebezpečnější než zimní ohryz, protože zvěř odtrhává dlouhé pruhy kůry i s lýkem (Poleno, Vacek, 2009). Pokud jde o výchovu takovýchto porostů, je zaměřena na podporování nepoškozených stromů v úrovni. Dále se také podporují nepoškozené stromy v podúrovni (Program trvale udržitelného hospodaření v lesích, 2015). Následkem poškození bývá snížení přírůstu a sekundární napadení houbovými patogeny. (Atlas poškození MENDELU).

Podobné škody, které vznikají při loupání, jsou škody ohryzem. Ohryz je vlastně jen loupání, prováděné v zimním období, kdy stromy nemají mízu. Tudíž zvěř nemůže kůru hladce odloupnout a musí ji ohryzat, kdy jsou zřetelně znát stopy po zubech (Křístek a kol. 2002). Vzniká na různých místech na kmenech nebo větvích, poškozována je většina dřevin (Poleno, Vacek, 2009). Ohryz vznikl stejným způsobem jako loupání a tak pro ně platí stejné principy výchovy.

Další významnou škodou způsobovanou zvěří je vytloukání. Vytloukáním se rozumí zbavování vyzrálého paroží lýčí (Penzum znalostí z myslivosti, 2016). Vytloukáním se rozumí poškození kůry a lýka na kmínku (Poleno, Vacek, 2009). Výskyt těchto škod v průběhu roku je závislý především na druhu zvěře. U srnčí zvěře je vytloukání zaznamenáváno v období od března do května. Dančí a jelení zvěř vytlouká své paroží v letních měsících od června do srpna (Poleno, Vacek, 2009). Mezi dřeviny nejvíce poškozované vytloukáním patří douglasky, borovice nebo různé listnáče (Poleno, Vacek, 2009).

4.4.1.5 Ochrana proti zvěři

Vzhledem k vysokým stavům zvěře v rámci české republiky je důležité chránit zejména mladé porosty proti jejímu nepříznivému působení. Přesto, že je v posledních letech lov zvěře vyšší než dříve, její stavy se nadále zvyšují (zpráva o stavu lesa 2022). Při ochraně lesních porostů před zvěří je potřeba dodržovat zásady integrované ochrany lesa IOL (Poleno, Vacek, 2009). Těmito principy jsou systematická prevence a využívání ekologicky přijatelného boje. IOL klade důraz na přednostní využívání biologických, biotechnických nebo technických metod před používáním chemickým přípravků. (Poleno, Vacek, 2009). V rámci IOL je žádoucí vždy skloubit vhodné biologické, mechanické i chemické postupy ochrany (Poleno, Vacek, 2009). Ochrana proti zvěři může být prováděna biologicky, mechanicky nebo chemicky.

Obrana se podle použitých prostředků dělí na ochranu mechanickou, chemickou a biologickou. Mechanická ochrana využívá na potlačení škodlivého působení na porosty mechanické prostředky. Účelem těchto prostředků je zabránit přístupu škodlivého organismu do porostu, sbírání škůdce v porostech v mnohých případech i aktivní výchova. Chemická obrana při své aplikaci využívá chemické látky, kterými jsou insekticidy, herbicidy, feromony nebo repelenty. Úkolem chemické obrany je zlikvidovat škodlivý organismus pomocí insekticidů nebo herbicidů, soustředění škůdce do jednoho místa pomocí feromonů a následný odchyt a likvidace, nebo odpuzení nejčastěji zvěře za pomoci repelentů. Biologická obrana ve svých metodách využívá přírodní procesy, kterými jsou např. přirození nepřátelé nebo patogeny na potlačení jiných škodlivých organismů.

Ochrana biologická je nejčastěji prováděna zvyšováním úživnosti prostředí (Poleno, Vacek, 2009). Toto zvyšování úživnosti se nejčastěji provádí vytvářením políček pro zvěř, ploch okusových dřevin, vhodná volba dřevin a vhodné příkrmování zvěře. Významným opatřením je také zajištění klidu pro zvěř (Cislerová, 2001). Pro úspěch biologické ochrany lesa jsou důležité stavy zvěře a její stáří. Snižování stavů zvěře na úroveň normovaných stavů je nejdůležitějším opatřením v rámci biologické ochrany lesa (Poleno, Vacek, 2009). Biologická ochrana spadá do oblasti pěstování lesa, kdy jsou do kultur vysazovány krycí dřeviny, které v růstu pomáhají dřevinám cílovým, nebo slouží i jako pastva pro zvěř (Křístek a kol. 2002).

Mechanická ochrana spočívá v bránění přístupu zvěře k jednotlivým dřevinám, jejich částem nebo celým osázeným plochám ohrožených dřevin (Poleno, Vacek, 2009). Tato ochrana zahrnuje mnoho typů a forem mechanických opatření. Zahrnuje-li toto opatření celou

plochu kultury, jedná se o oplocenku (Křístek a kol. 2002). Oplocenky mají řadu výhod, ale také nevýhod (Poleno, Vacek, 2009). Nevýhodou jsou vysoké náklady, náročná údržba a snížení úživnosti honitby zabráněním přístupu zvěře na velkou plochu. Obecně se ale jedná o nejúčinnější mechanické opatření v ochraně lesa (Poleno, Vacek, 2009). Výměra oplocenek je značně variabilní. Může se pohybovat od 10 arů do 1 ha, ale maximální výměra oplocenky by neměla překročit 4 ha (Cislerová, 2001). Další možností, jak se mechanická ochrana může provádět, je ochrana jednotlivých sazenic nebo stromů (Poleno, Vacek, 2009). Individuální oplocení může být stejně jako oplocenka tvořeno z různých materiálů, kterými mohou být tyčky, drátěné pletivo nebo plasty. Proti poškození loupáním nebo ohryzem se provádí individuální ochrana jednotlivých stromů zvaná ovaz. Ovaz se může provádět pomocí suchého nebo zeleného klestu (Poleno, Vacek, 2009). Proti okusu mladých stromků je možno ovazovat terminály staniolovými páskami, koudelí nebo ovčí vlnou (Křístek a kol. 2002).

Chemická ochrana proti zvěři je v současnosti v ČR nejvíce rozšířená (Poleno, Vacek, 2002). Při této ochraně se používají různé repelenty, které na zvěř působí čichově, zrakově nebo chuťově odpudivě (Křístek a kol. 2002). Chemicky se ošetřují jednotlivé semenáčky, sazenice nebo poloorstky dokud neodrostou vlivu zvěře. Nejdůležitější parametry repelentů jsou především neškodnost vůči chráněným dřevinám, dostatečná odpudivost a dlouhodobý účinek (Cislerová, 2001). Repelenty jsou vyráběny jako nátěrové pasty, vodou mísitelné suspenze i kapalné koncentráty (Křístek a kol. 2002). Všechny přípravky, které je možné použít na ochranu lesa, jsou uvedeny v Seznamu registrovaných přípravků na ochranu lesa vydávaném Státní rostlinolékařskou službou každý den. Aplikace repelentů se může provádět postřikem nebo nátěrem. Postřik je vhodný na ochranu především jehličnatých sazenic vysázených v těsném sponu, nátěr se používá hlavně na ochranu listnatých dřevin v nepřehledných kulturách v řídkém sponu (Poleno, Vacek, 2009).

4.4.2 Abiotická poškození borových porostů

Abiotické faktory jsou všude kolem nás. Patří sem ovzduší, srážky, půdní poměry nebo teploty (Křístek a kol. 2002). Všechny tyto faktory jsou pro lesy příznivé, dokud nepřesáhnou určité hranice. Při překročení těchto hranic způsobují škody na lesních porostech. Mezi nejvýznamnější abiotické škodlivé činitele patří vítr, sucho, námraza, sníh, atd.... Vítr je, pokud se jedná o škody způsobené na lesních porostech, nejvýznamnějším škodlivým činitelem. Z dlouhodobého hlediska stojí vítr za největšími škodami. Vítr poškozuje lesní porosty od rychlosti 17 m/s (Křístek a kol. 2002). Borovice lesní je

považována za zpevňující dřevinu a tudíž na škody způsobené větrem trpí pouze na zamokřených stanovištích. Dalším faktorem abiotického prostředí, který získává na významnosti zejména v posledních několika letech, je sucho. Sucho je projevem nedostatku vody především v půdě, ale také nedostatku vzdušné vlhkosti. Sucho má za následek vadnutí listů nebo ztráty olistění, v krajních případech může docházet až k mortalitě jedince nebo skupiny stromů (Křístek a kol. 2002). Borovice lesní je značně tolerantní k suchu. Námraza je též významným škodlivým činitelem. Námraza vzniká na povrchu podchlazených předmětů kondenzací vodních par nebo mlhy. Dalším významným faktorem je působení sněhu.

Škody sněhem vznikají především při velkém výskytu těžkého, mokrého sněhu. Tento sníh většinou způsobuje polomy. Tento mokrý sníh způsobující škody dosahuje hmotnosti 300 – 500 kg/m³. Měřeními bylo ověřeno, že ke zlomům kmenů dochází při tlaku 150 Pa (Křístek a kol. 2002). Tomuto tlaku působícímu na kmeny stromů odpovídá vrstva 25 – 40 cm sněhu. Velké rozpětí mocnosti vrstvy sněhu se odvíjí od okamžité vlhkosti sněhu. Sněhem jsou poškozovány zejména jehličnaté porosty s výrazným zastoupením smrku ztepilého a borovice lesní. Z listnatých dřevin jsou poté více ohroženy buk lesní a duby. V rámci oblastních plánů rozvoje lesa jsou pro jednotlivé PLO vymezeny tzv. provozní soubory (Mansfeld a kol. 2020). Tyto provozní soubory v sobě seskupují podobné CHS ohrožené působením škodlivých činitelů, zejména sněhu a větru.

Borovice lesní je výrazně citlivá na působení sněhu. Nejvíce jsou sněhem ohroženy nížinné ekotypy borovice, které mají široce rozložené koruny (Křístek a kol. 2002). Více odolné jsou horské ekotypy, které mají úzké koruny a krátké větve. Poškození borových porostů vzniká již v mladých vývojových stádiích. Nejvíce jsou postihovány mladé porosty I – III. věkové třídy, které jsou slabě vychovávané. V rámci provozních souborů jsou doporučovány výchovné zásahy a následně se rámuje podmínky trvale udržitelného hospodaření v těchto porostech vzhledem ke klimatické změně (Novák, a kol. 2021).

4.4.2.1 Ochrana borových porostů proti abiotickým poškozením

Za nejvýznamnější abiotické škody na lesních porostech lze považovat škody způsobené větrem, sněhem, krupobitím nebo lesními požáry. Přímá ochrana proti těmto abiotickým škodám je velmi omezená a spadá především do působnosti pěstování lesů (Poleno, Vacek, 2009). Abiotickým škodám lze do jisté míry zabránit použitím hlavně vhodného obnovního postupu. Dalšími opatřeními, kterými je možné omezit škody způsobené abiotickými faktory, jsou volba dřeviny nebo zakládání přípravného porostu (Poleno, Vacek, 2009). Důležitým dále použitelným opatřením je porostní výchova.

Porostní výchova je velmi důležitým nástrojem pro borové porosty ohrožené sněhem, popřípadě větrem. Borovice lesní dokáže dobře reagovat na uvolnění, proto je zejména v mládí vhodné podpořit výraznějším uvolněním tloušťkový přírůst a přirozeně tím zpomalit růst štíhlostního kvocientu (Valinger, 1992, Novák a kol. 2013). Dalším důležitým opatřením k zvýšení stability porostu je volba dřevin. Na lokalitách, které jsou významně ohroženy sněhem, popřípadě větrem, je žádoucí využívat zpevňující dřeviny. Na přirozených borových stanovištích hospodářského souboru 13 je borovice považovaná za vhodnou zpevňující dřevinu (Kacálek a kol. 2017; Slodičák a kol. 2017).

Borové porosty jsou dále ohroženy lesními požáry. Vzhledem k tomu, že se borovice vysazuje zejména na suchých písčitých stanovištích, která jsou chudá na srážky, jsou tyto porosty náchylné na vznik lesních požárů (Poleno, Vacek, 2009). Dalším předpokladem pro vznik požáru v borových porostech je opad. Jehličí borovice lesní a borovice černé je velmi hořlavé. Kromě jehličí se v opadu vyskytují také šupiny kůry, větévky s velkým obsahem pryskyřice a smolné pecičky, které se velmi lehce vznítí (Poleno, Vacek, 2009). Pro zabránění vzniku požárů se mohou využívat preventivní opatření, kterými může být zakládání protipožárních pásů. Tyto pásy mohou být udržovány bez vegetace, nebo dokonce bez hrabanky pouze s minerální půdou (Poleno, Vacek, 2009).

4.5 Přírodní charakteristika CHKO Třeboňsko

4.5.1 Klimatické poměry na CHKO Třeboňsko

Nadmořská výška se v celé CHKO pohybuje od 410 do 550 m. n. m., což spadá do třetího a čtvrtého lesního vegetačního stupně (Charakteristika oblasti, AOPK). Průměrné roční teploty se na tomto majetku pohybují mezi 6,8 a 7,8 °C a průměrný roční úhrn srážek převyšuje 600 mm (Charakteristika obhospodařovaného území, LČR). Většina lesní správy spadá do přírodní lesní oblasti 15 Jihočeské pánve. Dále jsou zde ještě zastoupeny přírodní lesní oblasti 16 Českomoravská vrchovina a 12 Předhůří Šumavy a Novohradských hor. Zastoupení dřevin na lesní správě je orientován značně ve prospěch borovice lesní, jejíž podíl představuje 53%. Borovice je následována smrkem ztepilým s 34%. Za zmínku stojí také oba původní druhy dubů, jejichž zastoupení je přibližně 5% (Charakteristika obhospodařovaného území, LČR).

4.5.2 Geologické a půdní poměry na CHKO Třeboňsko

Podklad zde tvoří vyvřelé horniny, především žuly a granodiority, jejichž stáří je předprvohorní, a přeměněné horniny, zvláště pararuly a migmatity, které rovněž pochází z období předprvohorního. V druhohorách docházelo k rozrušování podložních hornin a jejich splavování do mělkého jezera, kde se následně vytvořily sedimenty. Svrchnokřídá sedimentace s mocností někdy i 300 m představuje nejrozsáhlejší výplň Třeboňské pánve. (Horniny a geologický vývoj, AOPK). Tyto usazené horniny jsou tvořeny především pískovci, slepenci, prachovci, jílovci, jíly a písky různého zbarvení, zrnitosti a stupně zpevnění. Na malé ploše zejména v západní části CHKO Třeboňsko se vyskytují sedimenty pocházející z třetihor. Tyto sedimenty sestávají zejména z jílu písků a křemenců. Nemladšími geologickými útvary jsou říční štěrky a písky v nivách větších řek, zejména Lužnice a Nežárky s mocností až 30 m. Dalším specifickým typem stanovišť zastoupených na lesní správě Třeboň jsou rašeliniště. Ta vznikala na místech s příznivými podmínkami, jakými jsou nepropustné podloží nebo vývěr pramenů. Vývoj těchto stanovišť započal po poslední době ledové (Horniny a geologický vývoj, AOPK).

4.5.3 Cíle ochrany přírody a hospodaření v lesích na CHKO Třeboňsko

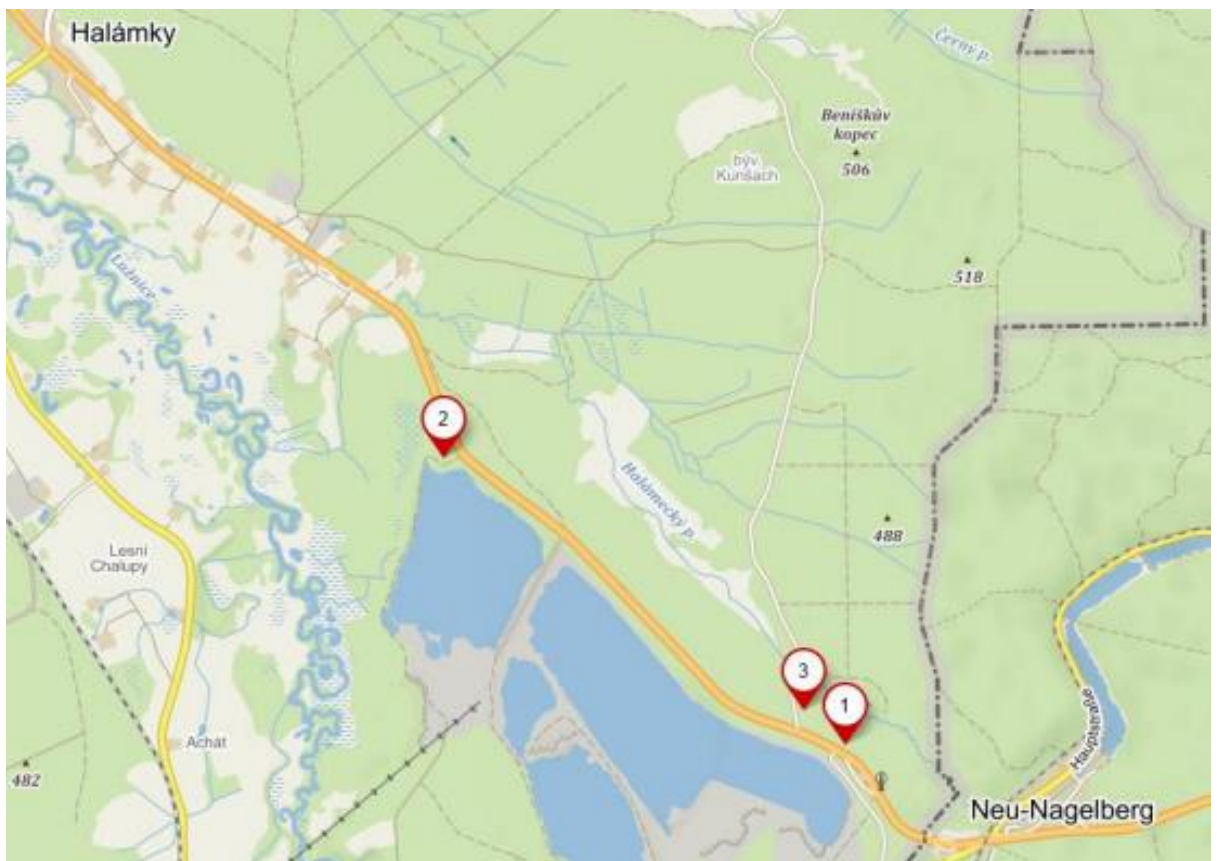
Tato významná CHKO se nalézá v přírodní lesní oblasti 15b, Jihočeské pánve: Třeboňská pánev. CHKO Třeboňsko se nachází na východním okraji Jihočeského kraje na státní hranici České republiky s Rakouskem. Rozloha CHKO Třeboňsko je 700 km², kde se táhne od Veselí nad Lužnicí na severu až po státní hranici s Rakouskem na jihu a od Mazelova na západě až po Staňkovský rybník na východě. Nadmořská výška se v celém CHKO pohybuje od 410 do 550 m.n. m., což celé spadá do třetího lesního vegetačního stupně, dubobukového. (Charakteristika oblasti, AOPK). Toto CHKO bylo vyhlášeno 14. 3. 1980, to znamená, že jde o středně starou CHKO. V CHKO Třeboňsko se nachází 33 maloplošných zvláště chráněných území, 4 národní přírodní rezervace, 19 přírodních rezervací, 2 národní přírodní památky, 8 přírodních památek, 17 evropsky významných lokalit a 1 ptačí oblast. Výzkumné plochy se nacházejí na majetcích státního podniku Lesy České republiky na území lesní správy Třeboň. Lesy, ve kterých se TVP nachází, spadají do kategorie lesa hospodářského, to znamená, že primárním úkolem je zde produkce dřeva. V současnosti lesní správa Třeboň hospodaří na ploše 16 222,69 ha pozemků určených k plnění funkcí lesa (Charakteristika obhospodařovaného území, LČR). Na lesní správě Třeboň je 10 revírů.

5 Metodika

5.1 Charakteristika výzkumných ploch

Trvalé výzkumné plochy (TVP) byly založeny v roce 2019. Tyto TVP o rozměrech 50 x 50 m (0,25 ha) se nachází na pozemcích obhospodařovaných Lesy ČR, s. p. na lesní správě Třeboň a konkrétně na revíru Kunšach (Fučík, 2020).

Porosty, kde byly umístěny výzkumné plochy, jsou nedaleko obce Halámky. Přesněji řečeno mezi obcí Halámky a státní hranicí. Výzkumné plochy se nacházely ve 3 porostech s označením 919C10, 919C15 a 925A13a. Všechny TVP se nachází ve II. zóně chráněné krajinné oblasti Třeboňsko (Fučík, 2020). Nadmořské výšky na jednotlivých plochách spadají všechny do intervalu 465 až 479 m. n. m. Rozmezí těchto nadmořských výšek spadá do 4 lesního vegetačního stupně. Typologická klasifikace všech pozemků, na nichž jsou TVP, je shodná a nese označením 0K1 (dubový bor borůvkový).



Obr. 1: Umístění trvalých výzkumných ploch (TVP). Zdroj: www.mapy.cz

5.2 Sběr dat v terénu

Sběr dat byl prováděn v podzimních měsících roku 2023. Data byla sbírána pomocí programu FieldMap. Sbírána byla data o mateřském porostu i o přirozené obnově. Celý porost byl rozdělen na stromové patro a přirozenou obnovu na 3 kruhových plochách. Předěl mezi těmito úrovněmi byl stanoven na 4 cm. U všech stromů, zařazených do stromového patra, bylo zjišťováno několik parametrů. Těmito parametry byla poloha, projekce koruny, výčetní tloušťka, výška, výška nasazení koruny. Poloha stromu byla zjišťována pomocí technologie FieldMap. Stejnou metodou byla zjišťována i korunová projekce všech jedinců stromového patra. Projekce byla zjišťována za pomoci minimálně 4 bodů umístěných po obvodu koruny. Výčetní tloušťka byla měřena ve dvou rovinách, které na sebe byly navzájem kolmé. Na měření výčetní tloušťky byla využita průměrka s přesností 0,1 cm. Výška stromů a výška nasazení koruny byly měřeny pomocí výškoměru Haglöf Laser Vertex s přesností 0,1 m. Jedinci přirozené obnovy byli takoví jedinci, kteří měli výčetní tloušťku nižší než 4 cm. Obnova byla zaznamenávána na kruhových zkusných plochách o výměře 25 m². U obnovy byla zaznamenávána tloušťka kořenového krčku s přesností na 0,1 cm a výška jedince s přesností na jednotky cm.

5.3 Zpracování a analýza dat

Prvotní zpracování dat proběhlo v programu MS Excel. Vyhodnocování dat provedená v MS Excel jsou v podobě grafů. Jedná se především o grafy sloupcové a grafy bodové.

Statistické zpracování dat bylo uskutečněno v programu Statistika 13.5. Vzhledem k rozdělení dat, které nebylo shledáno jako normální (Shapiro- Wilkův test) byl pro porovnání více nezávislých skupin použit Kruskal- Wallisův (K-W) test. Všechny testy byly prováděny na hladině významnosti 0,05.

Ze získaných dendrometrických údajů byly v programu SIBYLA Triquetra 10 (Fabrika, Ďurský, 2005) pro každý zkoumaný porost vypočteny porostní charakteristiky: průměrná výčetní tloušťka, střední porostní výška, výtvarnice, objem jednotlivých stromů, hektarový počet stromů, hektarová výčetní kruhová základna, hektarová zásoba porostu, štíhlostní kvocient, index hustoty porostu (Reineke, 1933) a stupeň zápoje (Crookstone, Stage, 1999). Objem stromů byl počítán podle objemových rovnic publikovaných v práci Petráš, Pajčík (1991). Pro hodnocení produkceporostů byl tradičně použit objem hroubí bez kůry.

V rámci hodnocení porostní struktury a diverzity je pro každou zkusnou plochu vypočítána tloušťková a výšková diference (Füldner, 1995), agregační index (Clark, Evans, 1954), Arten-profil index (Pretzsch, 2006), vertikální struktura, korunová diference a index celkové porostní diverzity (Jaehne, Dohrenbusch, 1997). Kritéria strukturálních a komplexních indexů jsou uvedena v Tabulce č. 1.

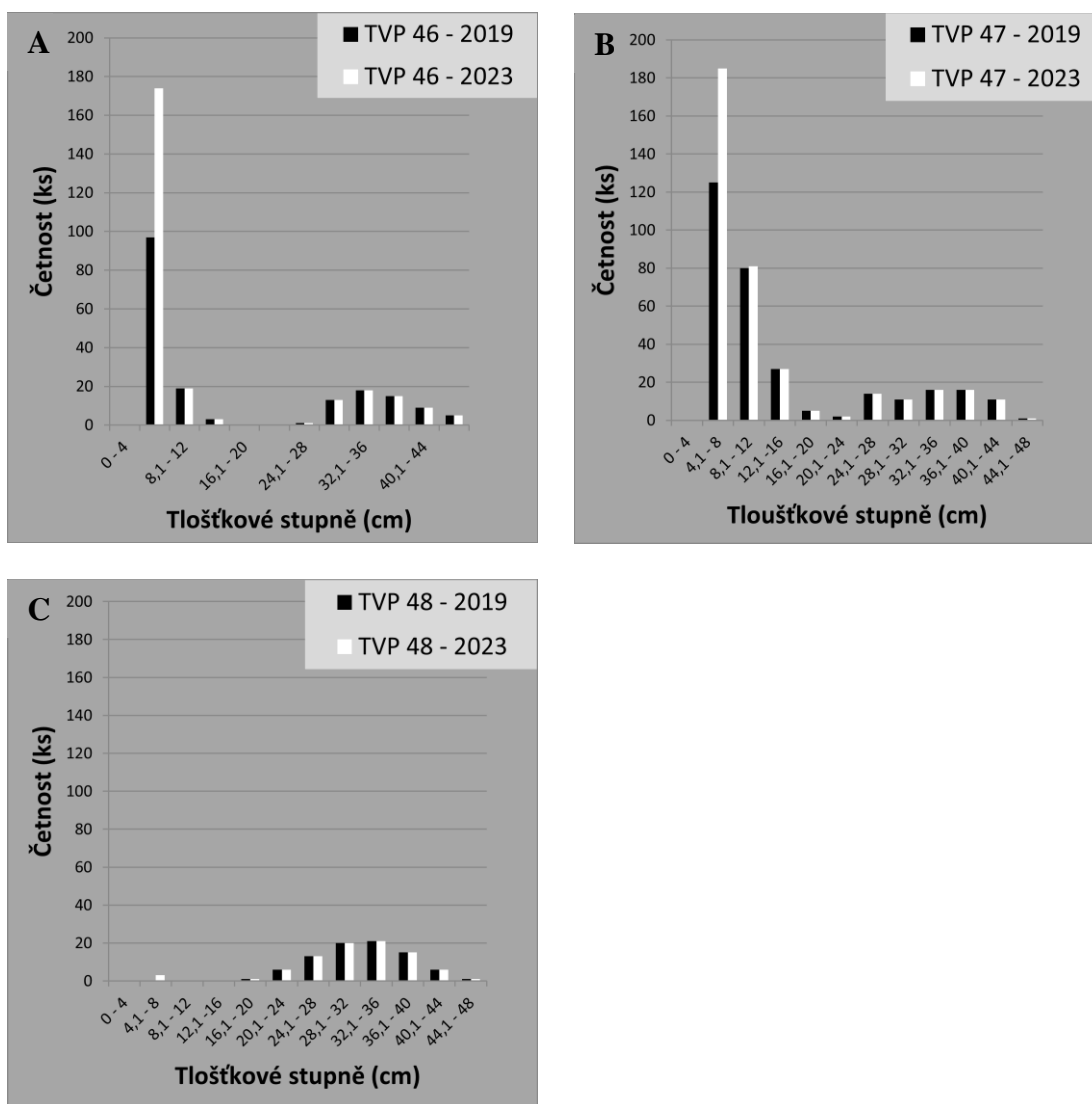
Tab. 1: Přehled indexů popisujících strukturu porostu a jejich interpretace (Fučík, 2020)

Kritérium	Index	Označení	Citace	Interpretace hodnoty indexu
Vertikální struktura	Arten-profil index	A (Pi)	PRETZSCH 2006	rozpětí 0-1; vyrovnaná vertikální struktura A < 0,3, výběrný les A > 0,9
	Vertikální diverzita	S (J&Di)	JAEHNE, DOHRENBUSCH 1997	nízká S < 0,3, střední S = 0,3-0,5, vysoká S = 0,5-0,7, velmi vysoká diferenciacce S > 0,7
Horizontální struktura	Agregační index	R (C&Ei)	CLARK, EVANS 1954	střední hodnota R = 1, shlukovitost R < 1, pravidelnost R > 1
Strukturální diferenciacce	Tloušťková diferenciacce	TM _d (Fi)	FÜLDNER 1995	rozpětí 0-1; nízká TM < 0,3, střední TM = 0,3-0,5, vysoká TM = 0,5-0,7, velmi vysoká diferenciacce TM > 0,7
	Výšková diferenciacce	TM _h (Fi)	FÜLDNER 1995	
	Korunová diferenciacce	K (J&Di)	JAEHNE, DOHRENBUSCH 1997	nízká K < 1,0, střední K = 1,0-1,5, vysoká K = 1,5-2,0, velmi vysoká diferenciacce K > 2
Komplexní diverzita	Porostní diverzita	B (J&Di)	JAEHNE, DOHRENBUSCH 1997	monotónní struktura B < 4, nerovnoměrná struktura B = 6-8, velmi různorodá struktura B > 9

6 Výsledky

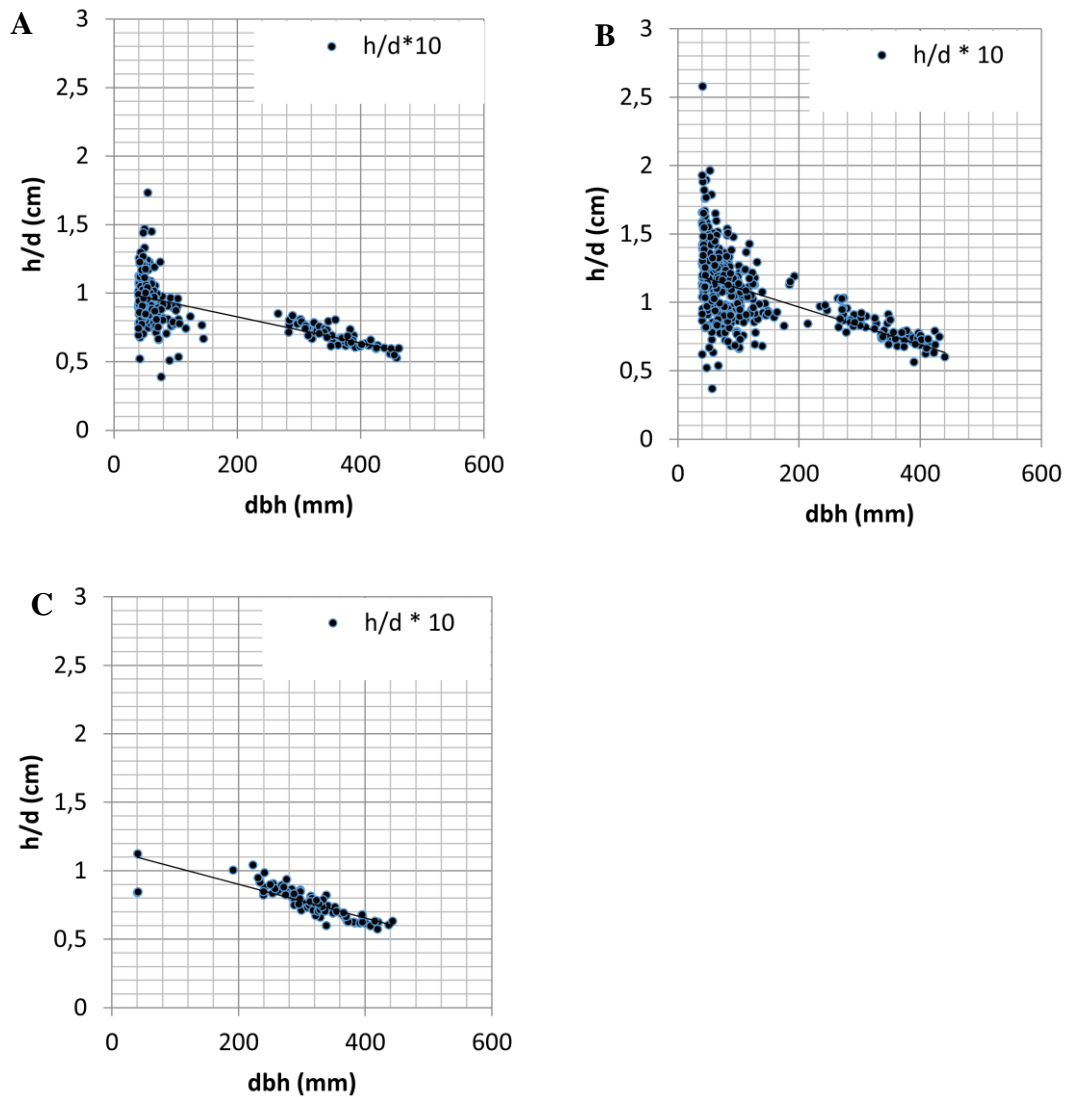
6.1 Charakteristika mateřského porostu

Na obrázku 2 je uvedena tloušťková struktura na jednotlivých TVP 46 – 47. Nejvyšší četnost jedinců byla na TVP 46 a 47 zjištěna v tloušťkovém stupni 4,1 – 8,0 cm, na TVP pak 48 pak v tloušťkovém stupni 32,1 – 36 cm. Z grafů je rovněž na TVP 46 a 47 patrný dorost do nejnižšího tloušťkového stupně s celkově charakterem dvouetážových porostů, zatímco na TVP 48 se jedná o charakteristický jednoetážový porost s homogenní tloušťkovou strukturou.



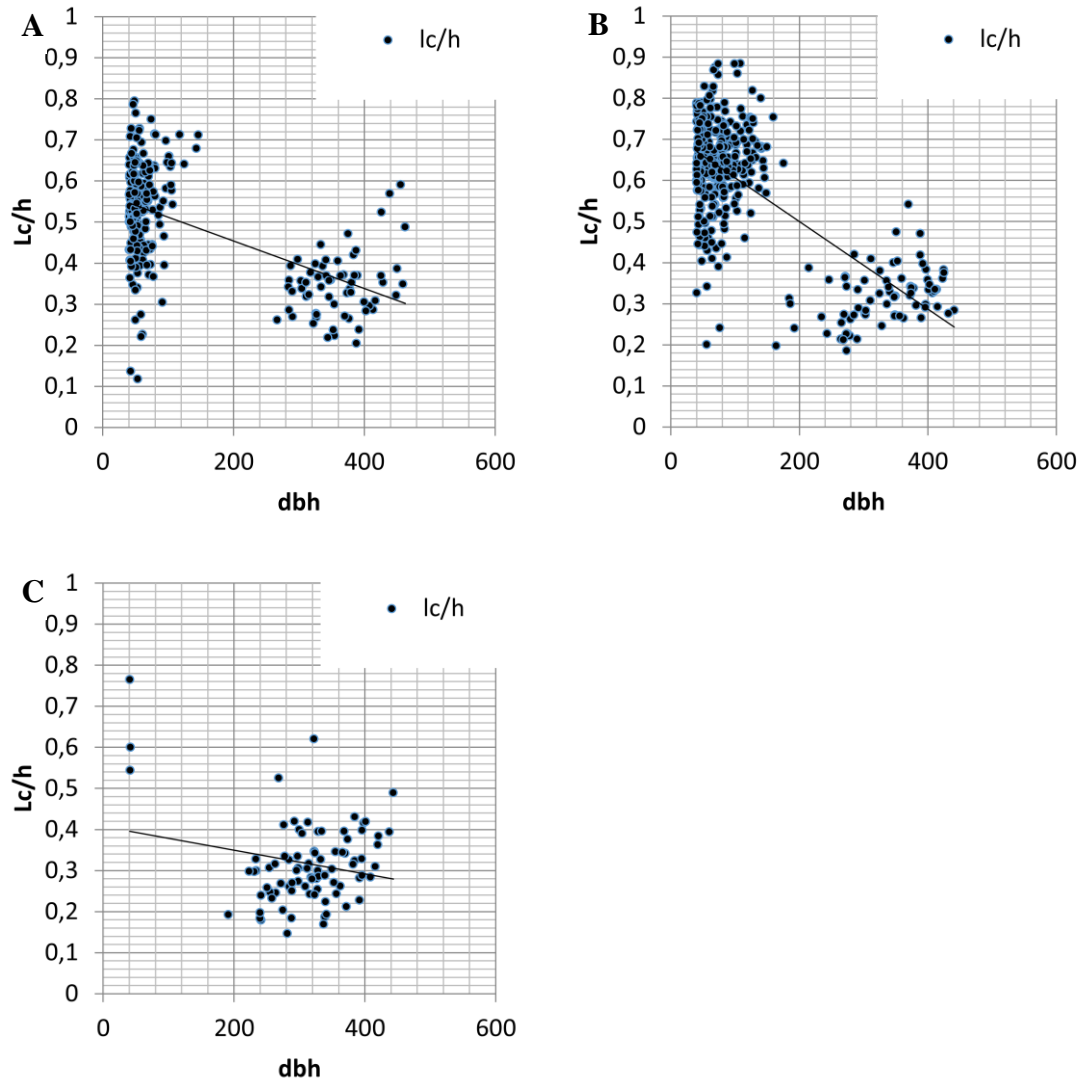
Obr. 2: Tloušťková struktura porostů zjištěná na jednotlivých TVP v roce 2019 a 2023 (a – TVP 46; b – TVP 47; c – TVP 48)

Na obrázku 3 je vidět závislost štíhlostního kvocientu jednotlivých stromů na výčetní tloušťce. Nejvíce jedinců bylo na TVP 46 a 47 zaznamenáno v nejnižších tloušťkových stupních od 4 do 14 cm. Na TVP 48 byl nejvyšší počet jedinců pozorován ve vyšších tloušťkových stupních od 24 do 44 cm. Struktura porostů ukazuje, že štíhlostní kvocient u většiny stromů na TVP 46 a 47 se pohybuje v okolí hodnoty 1. Na TVP 48 jsou hodnoty štíhlostního kvocientu u většiny jedinců pod hodnotou 1.



Obr. 3: Závislost štíhlostního kvocientu na výčetní tloušťce zjištěná na jednotlivých TVP (a – TVP 46; b – TVP 47; c – TVP 48)

Obrázek 4 popisuje závislost poměru délky koruny a výšky stromu na výčetní tloušťce. Na TVP 46 a 47 je největší četnosti jedinců nahloučena ve dvou centrech, jedním z nich jsou nejnižší tloušťkové stupně a druhým jsou stromy s vyššími tloušťkami, většinou mezi 25 a 46 cm. Na TVP 48 je nejvíce jedinců zastoupeno ve vyšších tloušťkových stupních. Přesněji od 18 do 45 cm.



Obr. 4: Závislost poměru délky koruny a výšky stromu ve vztahu k výčetní tloušťce zjištěná na jednotlivých TVP (a – TVP 46; b – TVP 47; c – TVP 48)

Tab. 2: Zastoupení dřevin stromového patra na jednotlivých plochách v roce 2019, v roce 2023 před těžbou.

		Stav v roce 2019					Stav v roce 2023 před těžbou				
		BO	SM	DB	BR	celkem	BO	SM	DB	BR	celkem
46	jedinci	180	-	-	-	180	252	-	-	-	252
	%	100,0	-	-	-	100,0	100,0	-	-	-	100,0
47	jedinci	305	3	-	-	308	366	1	1	1	369
	%	99,0	1,0	-	-	100,0	99,1	0,3	0,3	0,3	100,0
48	jedinci	83	-	-	-	83	86	-	-	-	86
	%	100,0	-	-	-	100,0	100,0	-	-	-	100,0

Vysvětlivka: BO-borovice lesní; SM-smrk ztepilý; DB-dub zimní; BR-bříza bělokorá

Tab. 3: Změna taxačních veličin mezi prvním a druhým měřením.

TVP	Stav porostu v roce 2019										
	d	h	f	v	N/ha	G/ha	V/ha	h/d	SDI	CC	ρ
46	21,4	12,8	0,881	0,383	728	26,1	279	0,564	0,57	66,9	0,66
47	16,8	12,4	0,894	0,24	1252	27,8	301	0,723	0,67	77,9	0,65
48	33,1	23,56	0,461	0,824	420	31,8	346	0,758	0,60	70,8	0,82
TVP	Stav porostu v roce 2023 před těžbou										
	d	h	f	v	N/ha	G/ha	V/ha	h/d	SDI	CC	ρ
46	18,7	10,12	1,02	0,284	1028	28,2	292	0,541	0,65	69	0,70
47	16,8	11,79	0,89	0,233	1488	32,8	346	0,702	0,79	79,7	0,75
48	32,1	23,12	0,474	0,888	344	27,8	305	0,72	0,52	65,3	0,73

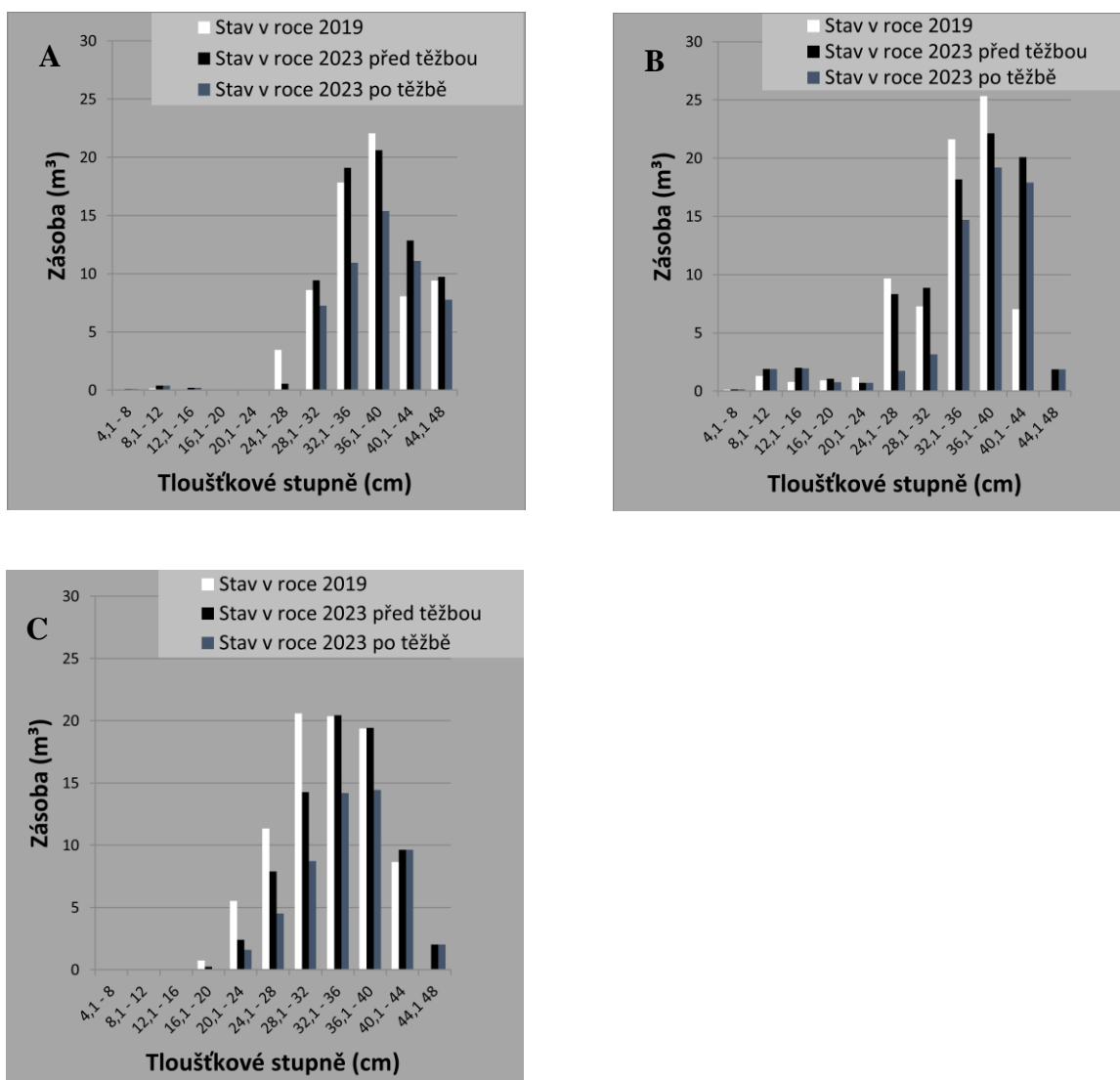
Vysvětlivka: d-výčetní tloušťka; h-výška stromu; f-výtvarnice; v-objem jednotlivých stromů; N/ha-počet jedinců na hektar; G/ha-výčetní kruhová základna na hektar; V/ha-zásoba na hektar; h/d-štíhlostní kvocient; SDI-index hustoty stanoviště; CC-korunový zápoj; ρ-zakmenění

Tab. 4: Indexy biodiverzity na jednotlivých TVP.

	Stav porostu	R	APi	TMd	TMh	S (J&D)	K (J&D)	B (J&D)
46	rok 2019	0,838	0,605	0,411	0,351	0,882	1,904	5,514
	rok 2023 před těžbou	0,818	0,674	0,404	0,363	0,924	2,108	5,856
	rok 2023 po těžbě	0,767	0,526	0,378	0,342	0,922	2,108	5,85
47	rok 2019	0,755	0,562	0,483	0,411	0,937	2,093	6,487
	rok 2023 před těžbou	0,832	0,479	0,449	0,382	0,937	2,102	6,856
	rok 2023 po těžbě	0,829	0,46	0,416	0,355	0,935	2,093	6,845
48	rok 2019	1,098	0,471	0,188	0,075	0,361	0,817	2,725
	rok 2023 před těžbou	1,155	0,344	0,204	0,105	0,879	1,977	5,45
	rok 2023 po těžbě	1,218	0,349	0,267	0,157	0,879	1,977	5,397

Vysvětlivka: R-index horizontální struktury; APi-index vertikální struktury; TMd-index diferenciacce průměru; TMh-index výškové diferenciacce; S-rozmanitost vertikální struktury; K-rozmanitost diferenciacce korun; B-celková rozmanitost

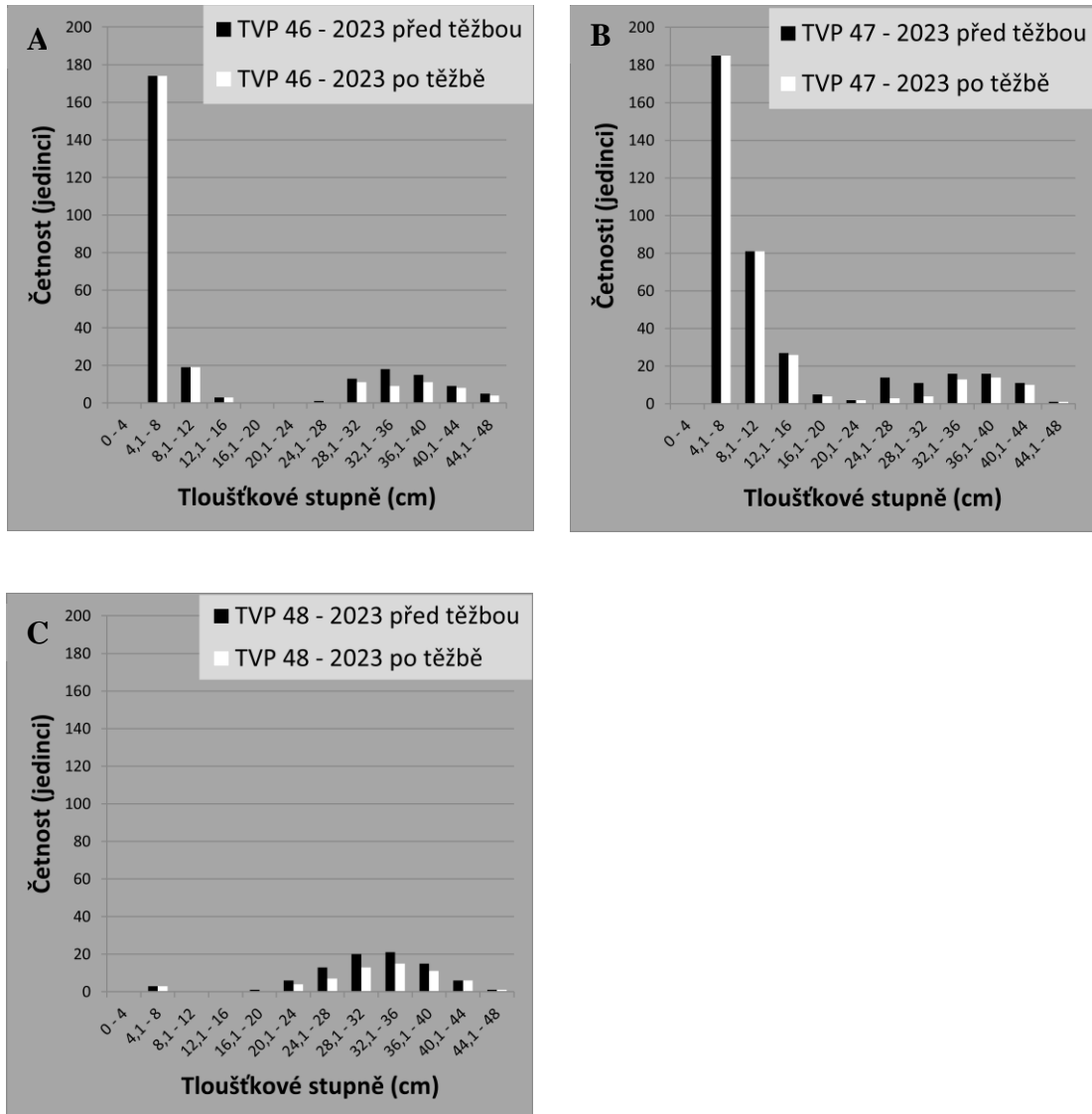
Na obrázku 5 je vidět jak jak se na jednotlivých TVP vyvíjela zásoba v jednotlivých tloušťkových stupních. Na TVP 46 došlo v roce 2023 ve většině tloušťkových stupňů ke zvýšení zásoby oproti roku 2019. Toto zvýšení bylo patrné zejména v tloušťkových stupních 28,1 – 32, 32,1 – 36 a 40,1 – 44 cm. Na TVP 47 došlo ve většině tloušťkových stupňů ke snížení zásoby oproti roku 2019. Snížení zásoby je možné na TVP 47 pozorovat zejména v tloušťkových stupních 24,1 – 28, 32,1 – 36, 36,1 – 40 cm. Zato ve stupni 40,1 – 44 cm je značný nárůst zásoby. Na TVP 48 došlo v tloušťkových stupních 20,1 – 24, 24,1 – 28 a 28,1 cm ke snížení zásoby oproti roku 2019. Těžbou byly nedotčené tloušťkové stupně 32, 1 – 36, 36,1 -40 cm, kde zásoba zůstala stejná, a tloušťkový stupeň 40,1 – 44 cm, kde se zásoba zvýšila.



Obr. 5: Porostní zásoba změřená na jednotlivých TVP (a – TVP 46; b – TVP 47; c – TVP 48)

6.2 Vyhodnocení těžebního zásahu

Na obrázku 6 je znázorněna změna četnosti jedinců v jednotlivých tloušťkových stupních. Těžební zásah směřoval do vyšších tloušťkových stupňů. Na TVP 46 byl těžební zásah proveden v tloušťkových stupních 24 – 28 až do 44 – 48 cm. Na TVP 47 byl těžební zásah lokalizován mimo stupně 24 – 28 až 40 – 44 cm také do stupňů 12 – 16 a 16 – 20 cm. Na TVP 48 byl těžební zásah proveden v tloušťkových stupních 16 – 20 až 36 – 40 cm.



Obr. 6: Tloušťková struktura porostu na jednotlivých TVP před a po provedení těžebního zásahu (A – TVP 46; B – TVP 47; C – TVP 48)

Tab. 5: Zastoupení dřevin na jednotlivých TVP v roce 2023 před a po vykonání těžebního zásahu.

		stav v roce 2023 před těžbou					stav v roce 2023 po těžbě				
		BO	SM	DB	BR	celkem	BO	SM	DB	BR	celkem
46	jedinci	252	-	-	-	252	234	-	-	-	234
	%	100	-	-	-	100	100	-	-	-	100
47	jedinci	366	1	1	1	369	340	1	1	1	343
	%	99,1	0,3	0,3	0,3	100	99,1	0,3	0,3	0,3	100
48	jedinci	86	-	-	-	86	60	-	-	-	60
	%	100	-	-	-	100	100	-	-	-	100

Vysvětlivka:BO-borovice lesní; SM-smrk ztepilý; DB-dub zimní; BR-bříza bělokorá

Tab. 6: Změna taxačních veličin po provedení těžebního zásahu.

TVP	Stav porostu v roce 2023 před těžbou										
	d	h	f	v	N/ha	G/ha	V/ha	h/d	SDI	CC	ρ
46	18,7	10,12	1,02	0,284	1028	28,2	292	0,541	0,65	69	0,70
47	16,8	11,79	0,89	0,233	1488	32,8	346	0,702	0,79	79,7	0,75
48	32,1	23,12	0,474	0,888	344	27,8	305	0,72	0,52	65,3	0,73
TVP	Stav porostu v roce 2023 po těžbě										
	d	h	f	v	N/ha	G/ha	V/ha	h/d	SDI	CC	ρ
46	16,9	9,13	1,103	0,226	956	21,5	216	0,54	0,52	61	0,51
47	15,4	10,85	0,947	0,191	1388	25,9	266	0,705	0,65	73,9	0,58
48	32,7	22,77	0,481	0,919	240	20,1	221	0,696	0,37	53,6	0,53

Vysvětlivka:d-výčetní tloušťka; h-výška stromu; f-výtvarnice; v-objem jednotlivých stromů; N/ha-počet jedinců na hektar; G/ha-výčetní kruhová základna na hektar; V/ha-zásoba na hektar; h/d-štíhlostní kvocient; SDI-index hustoty stanoviště; CC-korunový zápoj; ρ -zakmenění

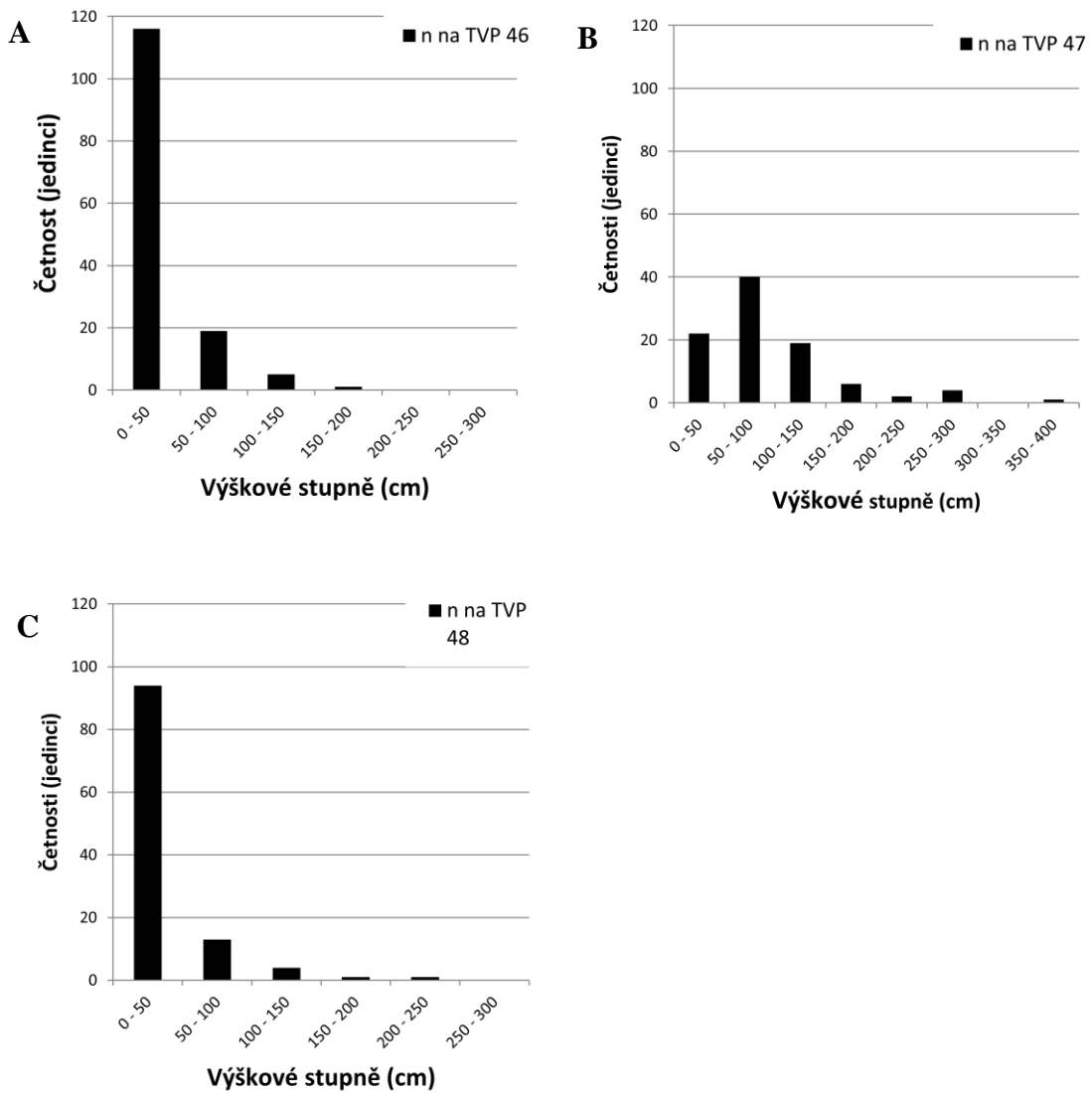
Tab. 7: Úbytek hlavních porostních charakteristik těžbou.

TVP	N/ha (jedinci)	G/ha (m ²)	V/ha (m ³)	N/ha (%)	G/ha (%)	V/ha (%)
46	72,00	6,70	76,00	7,00	23,76	26,03
47	100,00	6,90	80,00	6,72	21,04	23,12
48	104,00	7,70	84,00	30,23	27,70	27,54

Vysvětlivka:N/ha-počet jedinců na hekta; G/ha-výčetní kruhová základna na hektar; V/ha-zásoba na hektar

6.3 Charakteristka přirozené obnovy

Na obrázku 7 jsou vidět distribuce jedinců přirozené obnovy v jednotlivých výškových stupních s výjimkou jedinců, jejichž výška byla nižší než 10 cm. Na TVP 46 a TVP 48 bylo nejvíce jedinců přirozené obnovy zaznamenáno v nejnižším výškovém stupni 0 – 50 cm. Na TVP 47 bylo nejvíce jedinců zaznamenáno ve výškovém stupni 50 – 100 cm. Dále se na všech TVP počet jedinců v jednotlivých výškových stupních snižoval.



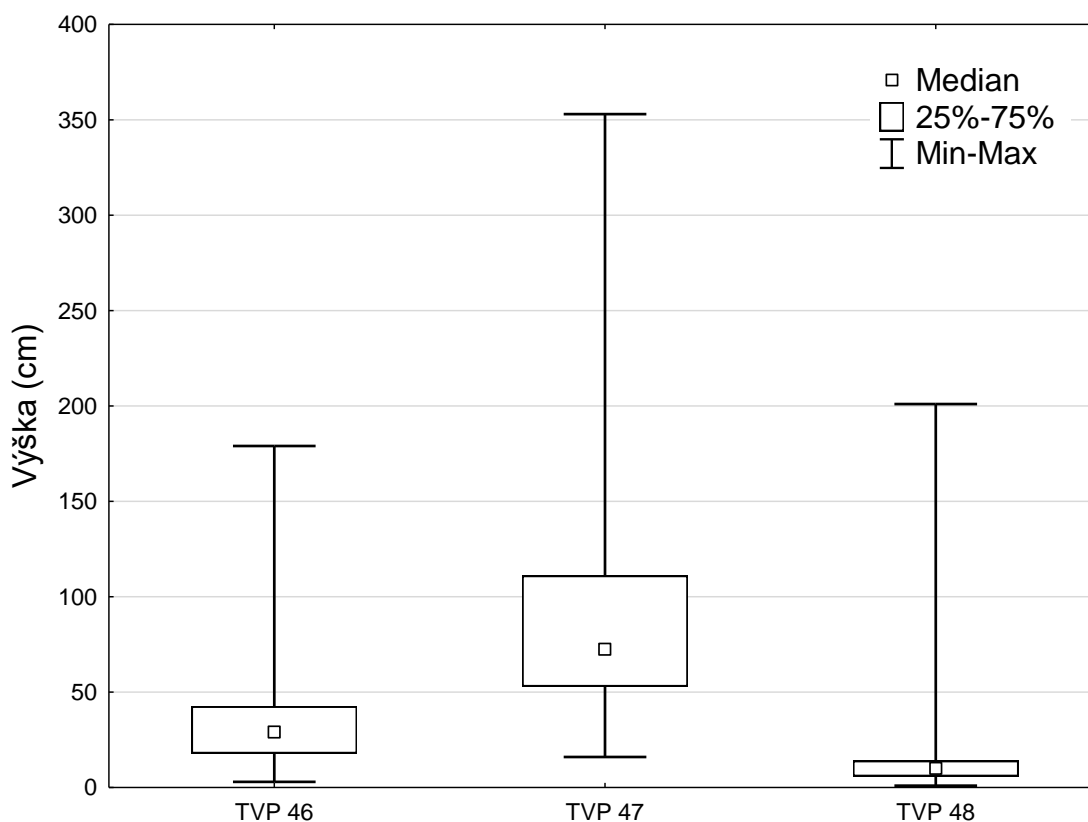
Obr. 7: Počty jedinců přirozené obnovy v jednotlivých výškových třídách zaznamenaných na jednotlivých TVP (A - TVP 46; B – TVP 47; C – TVP 48)

Tab. 8: Zastoupení jednotlivých dřevin v přirozené obnově.

	n/ha	BO (%)	DB (%)	SM (%)	do 10 cm (ks)	do 10 cm (%)
TVP 46	21333	99,4	0,6	0	19	11,9
TVP 47	12533	64,9	35,1	0	0	0,0
TVP 48	36933	99,3	0,0	0,7	164	59,2

Vysvětlivka: n/ha-počet jedinců na hektar; BO-borovice lesní; DB-dub zimní; SM-smrk ztepilý

Na obrázku 8 je vidět krabicový graf znázorňující výšky jedinců přirozené obnovy změřené na jednotlivých TVP. Nejvyšší průměrná i nejvyšší změřená výška byla zaznamenána TVP 47. Na dalších dvou TVP byly průměrné výšky jedinců přirozené obnovy nižší než 50 cm.

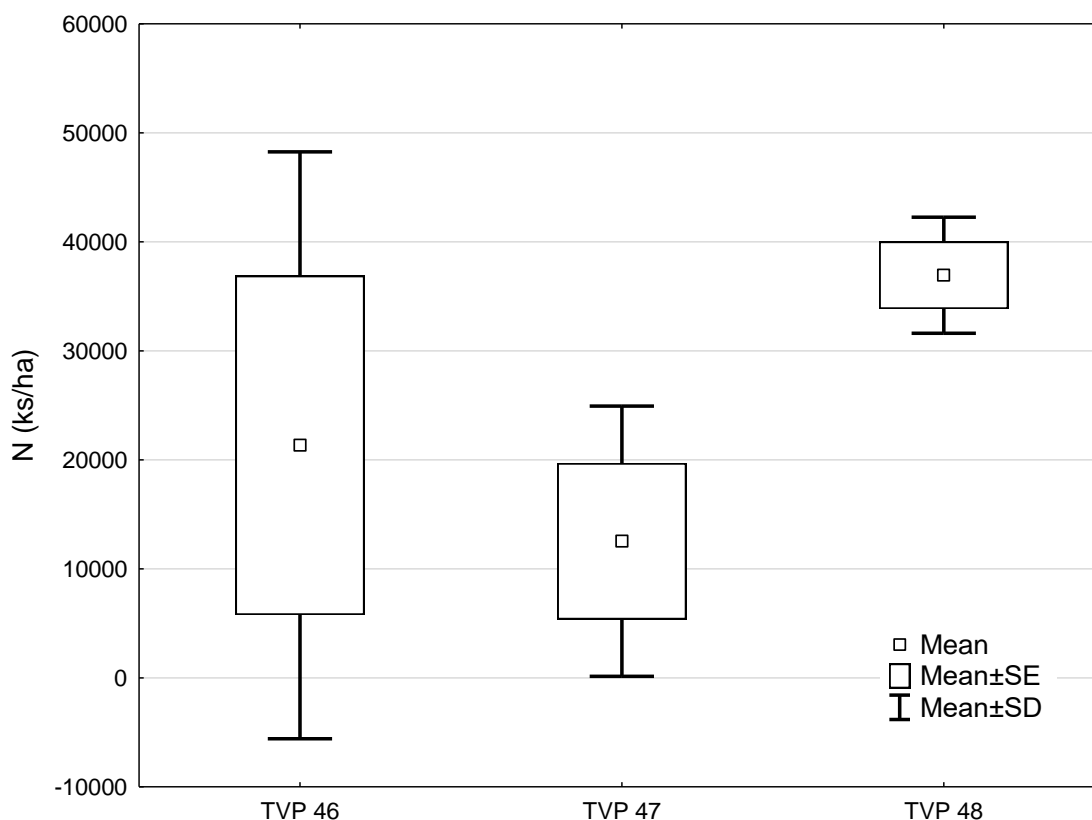


Obr. 8: Výšky jedinců přirozené obnovy na jednotlivých TVP

Multiple Comparisons z' values; Výška (cm) (List3 in stromy_na_diplomku_poslat_2_LB_pro_Statistica)			
Independent (grouping) variable: TVP			
Kruskal-Wallis test: H (2, N= 531) =263,7868 p =0,000			
Depend.: Výška (cm)	TVP 46 R:320,53	TVP 47 R:451,95	TVP 48 R:171,40
TVP 46		6,59069	9,78876
TVP 47	6,590693		15,31833
TVP 48	9,788759	15,31833	

Multiple Comparisons p values (2-tailed); Výška (cm) (List3 in stromy_na_diplomku_poslat_2_LB_pro_Statistica)			
Independent (grouping) variable: TVP			
Kruskal-Wallis test: H (2, N= 531) =263,7868 p =0,000			
Depend.: Výška (cm)	TVP 46 R:320,53	TVP 47 R:451,95	TVP 48 R:171,40
TVP 46		0,000000	0,00
TVP 47	0,000000		0,00
TVP 48	0,000000	0,000000	

Na obrázku 9 je zaznamenán počet jedinců přirozené obnovy přepočítané na hektar na jednotlivých TVP. Nejvyšší četnost jedinců přirozené obnovy bylo zaznamenáno na TVP 48. Vysoká četnost jedinců přirozené obnovy byla zaznamenána také na TVP 46. Na TVP 47 byl zaznamenán nejnižší podíl jedinců přirozené obnovy.



Obr. 9: Počty jedinců přirozené obnovy vztažené na hektar na jednotlivých TVP

Multiple Comparisons z' values; N (ks/ha) (stromy_na_diplomku_poslat_2_LB_pro_Statistica)			
Independent (grouping) variable: TVP			
Kruskal-Wallis test: H (2, N= 9) =2,755556 p =,2521			
Depend.: N (ks/ha)	TVP 46 R:4,6667	TVP 47 R:3,3333	TVP 48 R:7,0000
TVP 46		0,596285	1,043498
TVP 47	0,596285		1,639783
TVP 48	1,043498	1,639783	

Multiple Comparisons p values (2-tailed); N (ks/ha) (stromy_na_diplomku_poslat_2_LB_pro_Statistica)			
Independent (grouping) variable: TVP			
Kruskal-Wallis test: H (2, N= 9) =2,755556 p =,2521			
Depend.: N (ks/ha)	TVP 46 R:4,6667	TVP 47 R:3,3333	TVP 48 R:7,0000
TVP 46		1,000000	0,890153
TVP 47	1,000000		0,303151
TVP 48	0,890153	0,303151	

7 Diskuze

TVP 46 a 47 představují plochy s nejvíce pokročilým stavem obnovy a mírou rozpracovanosti mateřského porostu. Na TVP 46 a TVP 47 je z tloušťkové struktury zřejmý dvouetážový charakter porostu, zatímco TVP 48 představuje porost se stále značnou homogenní strukturou (v nejnižším tloušťkovém stupni jsou zaznamenány pouze 3 jedinci). Co se týká druhového složení mateřského porostu na TVP 46 a TVP 48 je přítomna ve 100 % pouze borovice lesní. Na TVP 47 jsou kromě borovice lesní přítomny také jiné dřeviny. Při prvním měření v roce 2019 zde byl kromě borovice lesní zaznamenán také smrk ztepilý s podílem 1 %. Při opakovaném měření v roce 2023 se jednalo o dub zimní, smrk ztepilý a břízu bělokorou se zastoupeními 0,3%. Jedná se ale stále o porosty nesmíšené, kdy se příměs do 5 % nezvažuje (Kovář, Hrdina, Bušina, 2013).

Zjištěná zásoba porostů se pohybovala v rozmezí 216 až 266 m³ na hektar. To jsou hodnoty srovnatelné s údaji z podmínek chudých stanovišť (0M2) z podmínek z okolí Doksů (Bílek a kol. 2016). Na bohatších stanovištích (0K3) v podmínkách Doksů je zásoba mnohem vyšší. Zde je nižší hodnota zásoby způsobena sníženým zakmeněním (0,5). Průměrná hektarová zásoba lesních porostů činila podle údajů národní inventarizace lesů v jihočeském kraji 374,8 ± 11,2 m³ /ha (ÚHÚL, 2023). Zásoby v námi zkoumaných porostech byly nižší než tato hodnota, zřejmě z důvodu snížení zakmenění.

Štíhlostní kvocient je důležitým parametrem popisujícím stabilitu porostu. Čím nižší štíhlostní kvocient je, tím větší je odolnost stromů i celých porostů vůči působení větru a sněhu (Pěstování lesa, MENDELU). Pouze na TVP 48 jsou hodnoty štíhlostního kvocientu v naprosté většině nižší než 1. Tyto hodnoty se vztahují k mateřskému porostu. Na TVP 46 a TVP 47 jsou zastoupeny hodnoty, které přesahují hodnotu jedna. Tyto výsledky jsou nejspíše způsobeny velkým množstvím tenkých stromů, často nově dorostlých. Mladí jedinci borovice lesní jsou určitou dobu (až 20 let) schopni tolerovat zástín, což se projevuje rostoucím štíhlostním kvocienem (Bílek a kol. 2018). Po provedení těžebního zásahu se na TVP 46 a 48 štíhlostní kvocient snížil, zato na TVP 47 byl tento parametr vyšší než před těžbou. Z výsledků vyplývá, že zkoumané porosty nejsou výrazně ohroženy působením větru a sněhu protože v mateřském porostu jsou zastoupeny stromy se štíhlostním kvocienem nižším než 0,75, která představuje velmi stabilní jedince (Kovář, Hrdina, Bušina, 2013). U jedinců spodní etáže jsou hodnoty tohoto parametru vyšší a dokládají nutnost postupného uvolňování pro podporu jejich stability.

Dalším významným parametrem, který zvyšuje stabilitu stromu je těžiště. Tento údaj je závislý především na délce koruny vzhledem k výšce stromu. Čím je koruna delší, tím níže je položeno těžiště stromu a tím pádem je i vyšší stabilita stromu. Nejvíce jedinců s nejdelšími korunami je na TVP 46 a TVP 47 lokalizováno v nejnižších tloušťkových stupních. Na TVP 48 se nejvíce jedinců nachází mezi 20 a 40 cm. S rostoucím věkem se délka koruny vzhledem k délce kmene snižuje. U starších stromů se poměr délky koruny na všech TVP pohybuje okolo hodnoty 0,3, u mladších jedinců spodní etáže je tato hodnota ještě příznivější a pohybuje se okolo hodnoty 0,6 až 0,7.

V tabulce 3 je uvedena změna taxačních veličin mezi měřeními provedenými v roce 2019 a 2023. Co se týká průměrné výčetní tloušťky, ta byla při druhém měření na všech plochách s výjimkou TVP 47 nižší. To bylo způsobeno dorostem nových stromů do stromového patra. Na TVP 47 se výčetní tloušťka mezi jednotlivými měřeními nezměnila. Průměrná výška stromu byla na jednotlivých TVP v roce 2023 ve všech případech nižší než v roce 2019. Snížení průměrné výšky bylo důsledkem dorostu nových stromů do stromového patra. Výtvarnice byla na TVP 46 a 48 vyšší. Zato u TVP 47 se tato hodnota nepatrně snížila. Objem jednotlivých stromů se na TVP 46 a 47 oproti prvnímu měření snížil, ale na TVP 48 byl při druhém měření vyšší. Počet jedinců na 1 hektar byl na TVP 46 a TVP 47 vyšší než při prvním měření, naopak na TVP 48 byl tento počet nižší. Tento výsledek byl způsoben nahodilou těžbou, která byla na TVP 48 nejvýraznější. S tímto údajem souvisí také nižší výčetní kruhová základna na hektar a zásoba na hektar při opakovaném měření. Na TVP 46 a 47 byly tyto ukazatele v roce 2023 vyšší než při prvním měření, z důvodu dorostu nových jedinců do stromového patra. Hodnoty štíhlostního kvocientu jsou na všech TVP při druhém měření nižší než v roce 2019, což snižuje kvalitu, ale zvyšuje stabilitu stromů (Poleno, Vacek, 2009). U indexů hustoty porostu (SDI) a projekce korun (CC) se na TVP 46 a TVP 47 hodnoty zvýšily, ale na TVP 48 byly naopak nižší než při prvním měření. Tento fakt je nejspíše opět způsoben nahodilou těžbou. Zakmenění bylo v roce 2023 na TVP 46 0,7; na TVP 47 0,75 a na TVP 48 0,73. Tyto hodnoty zakmenění odpovídají první fázi clonné seče (Bílek a kol. 2017).

. Na TVP 47 bylo zaznamenáno 12 533 jedinců/ha , na TVP 46 bylo změřeno 21 333 jedinců/ha a na TVP 48 dokonce 36 933 jedinců /ha. Tyto počty jsou mnohem vyšší než minimální počty na 1 ha používané při zalesňování, které jsou podle vyhlášky 456/2021 Sb. stanoveny u borovice lesní na 8 000 jedinců a hektar (MZE, 2021). Hodnoty počtu jedinců jsou podle autorů zabývajících se danou problematikou (Vacek, a kol. 2016) dostačující, nebo dokonce výrazně převyšující počty potřebné k úspěšné obnově (Moreno-Fernández, 2015),

kteří uvádí 2 000 – 3 000 na hektar. Výšky jedinců přirozené obnovy se pohybují od nejnižších hodnot pod 10 cm až po hodnoty 3,5 m. Výškovou rozrůzněnost porostu nelze z pěstebního pohledu vnímat jako negativní. Různé výzkumy dokazují, že nejvyspělejší jedinci z obnovy, kteří odrůstají v hloučcích pod mateřským porostem vykazují nejvyšší jakost, což je určeno nejlepším přístupem ke světlu a zároveň čištěním kmene od okolních jedinců. V žídném případě se tedy nejedná o předrostlíky, které v klasickém pojetí výchovy stejnověkových porostů přednostně odstraňujeme (Bílek, a kol. 2018).

Důležitým předpokladem pro úspěšnou přirozenou obnovu jsou také půdní poměry na stanovišti. Na borových stanovištích je typická humusová forma mor, která je typická silnými vrstvami nadložního humusu a slabým minerálním horizontem označeným Ah.

V roce 2023 byl v porostech, v nichž se nacházejí jednotlivé TVP, vyznačen těžební zásah s průměrnou intenzitou 25,5% z porostní zásoby. Tento zásah má za cíl uvolnit vzniklé jedince přirozené obnovy, aby nedocházelo k jejich přeštíhlení a umožnit jim příznivější podmínky pro zdárné odrůstání. Tento těžební zásah měl za následek změnu taxačních veličin. V tabulce 6 jsou uvedeny změny taxačních parametrů před těžebním zásahem a po jeho vykonání. Po provedení těžebního zásahu se samozřejmě snížil počet stromů přítomných na 1 hektaru plochy porostu. S těmito údaji korelují výčetní kruhová základna vztažena na hektar a zásoba na hektar, které byly rovněž nižší. Pokud se jedná o indexy hustoty porostu (SDI) a korunové projekce (CC), ty se na všech TVP s provedením těžby snížily. Na všech TVP se parametr zakmenění pohyboval po provedení těžebního zásahu okolo hodnoty 0,5. Konkrétně se jednalo o hodnoty 0,51 na TVP 46, 0,58 na TVP 47 a 0,53 na TVP 48, což představuje intenzitu zásahu v rozmezí 23,1 až 27,5 % (vyjádřeno ze zásoby porostu). To představuje adekvátní míru uvolnění spodní etáže a v klasické terminologii odpovídá charakteru uvolňovací fáze. Zároveň se však jedná o maloplošný postup se záměrně spíše delší obnovní dobou a podporou bohatší struktury porostu. Zde se berou do úvahy zejména 2 kritéria, na jejichž základě se posuzuje vhodnost stromů k těžbě. Těmito kritérii jsou zdravotní stav stromů a stav přirozené obnovy. To je do jisté míry v rozporu s velkoplošnou formou obnovy, kde je cílem spíše postup rychlejší. Zde se doporučuje buď jednorázové snížení zakmenění z plné hodnoty na 0,5, v případě snížení na 0,7 je pak vhodné v clonné seči další fázi navázat velmi brzy v horizontu 2 – 3 let (Bílek a kol. 2017). Zvolený postup v této práci lze doporučit pro obdobné stanovištní podmínky, kde je cílem odklon od holosečného způsobu obnovy a pěstební potupy využívající principy přírodě blízkého hospodaření.

Doporučení pro následný vývoj porostů by mělo být přiměřeně uvolňovat mladou generaci stromků, aby nedocházelo k jejich přeštíhlení a většímu riziku rozvratu porostu

sněhem (Nárovcován Nárovec, 2013). Na druhou stranu příliš rychlý postup by znamenal nižší míru využití biologické automatizace což by se mohlo projevit vznikem netvárných jedinců (obrostlíci a předrostlíci) a nutnosti náročnější výchovy porostů. Při výchově mladé generace je dále vhodné ve spodní etáži ponechávat přimíšené listnaté dřeviny, jakými mohou být dub zimní, nebo bříza bělokorá. Tyto dřeviny mají zásadní význam pro vývoj půd na stanovišti (Bílek a kol. 2017).

8 Závěr

Cílem diplomové práce bylo vyhodnotit možnosti využití clonné obnovy borovice lesní v podmínkách Lesní správy Třeboň (LČR, s. p.) a vyhodnotit stav a vývoj porostní struktury a přirozené obnovy na síti trvalých zkusných ploch. V rámci výzkumu proběhla analýza vývoje mateřského porostu a prosperity a růstu přirozené obnovy borovice lesní v gradientu různého zakmenění a nakonec navržení vhodného těžebního zásahu.

Hranice mezi jedinci přirozené obnovy a jedinci stromového patra byla stanovena na 4 cm. Četnost přirozené obnovy se na jednotlivých plochách pohybuje mezi hodnotami 12 533 až 36 933 jedinců na m². Toto množství je více než dostačující pro úspěšnou obnovu a další vývoj porostu. Hranice mezi spodní a horní etáží byla již v předchozí práci stanovena na 15 cm (Fučík, 2018). Jedinci mateřského porostu byly na dvou ze třech TVP dosti rozrůzněny a porosty měly charakter dvouetážového lesa. Na třetí TVP měl mateřský porost charakter jednoetážového lesa.

Pokud jde o přirozenou obnovu, nejvíce jedinců přirozené obnovy se vyskytuje na ploše, která měla hodnotami indexů SDI a CC trvale nejnižší. Zde byla zaznamenána hustota přirozené obnovy 36 933 jedinců na m². Zde sice bylo nejvíce zjištěných jedinců přirozené obnovy, ale 59,21 % z tohoto množství bylo nižší než 10 cm. Nejméně těchto jedinců (12 533 jedinců/ ha) bylo změřeno na ploše s nejvyšší hustotou mateřského porostu. Nutno ale říci, že i na této ploše je počet jedinců přirozené obnovy dostačující pro úspěšnou obnovu porostu. Zde byl podíl jedinců, jejichž výška dosahuje maximálně 10 cm 11,88 %. Obecně se nejvíce jedinců přirozené obnovy nachází v nejnižším výškovém stupni, 0 – 50 cm. V přirozené obnově se vyskytovala převážná většina (93,2%) borovice. Zastoupení jiných dřevin (převážně dubů) bylo přibližně 6,8 %.

Z výše uvedených údajů vyplývá, že použití clonné seče při obnově porostů borovice lesní v přírodních podmínkách Lesní správy Třeboň (LČR s. p.) je možnou alternativou k holosečnému způsobu hospodaření. Při využití přírodě blízkých postupů hospodaření a respektování ekologických nároků borovice lesní plní tyto porosty produkční i mimoprodukční funkce lesa. Tento postup hospodaření je vhodný vzhledem k zařazení porostů do kategorie zvláště chráněných území a také jako jedna z možností adaptace lesů na klimatickou změnu.

9 Literatura

AOPK ČR (2023). Správa CHKO Třeboňsko. Horniny a geologický vývoj (online). Dostupné z: <https://trebonsko.nature.cz/en-GB/horniny-a-geologicky-vyvoj>

AOPK ČR (2019). Správa CHKO Třeboňsko. Charakteristika oblasti (online). Dostupné z: <http://trebonsko.ochranaprirody.cz/charakteristika-oblasti/>

Atlas poškození dřevin, MENDELU. Online. Dostupné z: <https://rumex.mendelu.cz/atlasposkozenidrevin/?s=bekyn%C4%9B+mmi%C5%A1ka>. [cit. 2024-03-21].

Atlas poškození dřevin, MENDELU. Online. Dostupné z: <https://rumex.mendelu.cz/atlasposkozenidrevin/?s=borovice+lesn%C3%AD>. [cit. 2024-03-21].

Atlas poškození dřevin, MENDELU. Online. Dostupné z: <https://rumex.mendelu.cz/atlasposkozenidrevin/?s=h%C3%A1%C4%8F%C3%A1tko+borovicov%C3%A9>. [cit. 2024-03-21].

Atlas poškození dřevin, MENDELU. Online. Dostupné z: <https://rumex.mendelu.cz/atlasposkozenidrevin/index.php/klikoroh-borovy/>. [cit. 2024-03-21].

Atlas poškození dřevin, MENDELU. Online. Dostupné z: <https://rumex.mendelu.cz/atlasposkozenidrevin/?s=obale%C4%8D+pr%C3%BDtov%C3%BD>. [cit. 2024-03-21].

Atlas poškození dřevin, MENDELU. Online. Dostupné z: <https://rumex.mendelu.cz/atlasposkozenidrevin/?s=p%C3%AD%C4%8Falka+tmavoskvrn%C3%A1%C4%8D>. [cit. 2024-03-21].

Bílek, L.; Remeš, J.; Fulín, M.; Chalupová, T a Procházka, J. Množství a distribuce nadzemní biomasy borovice lesní v oblasti přirozených borů. *Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Katedra pěstování lesů, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 – Suchdol, Czech Republic.* 2016.

Bílek L., Remeš J., Švec O., Vacek Z., Štícha V., Vacek S., Javůrek P., 2017: Ekologicky orientované pěstování borových porostů v podmínkách nižších a středních poloh, Certifikovaná metodika, lesnický průvodce, Jíloviště Strnady, VÚLHM, 2017, ISBN: 978-80-7417-149-9.

Bílek, L., Zeidler, A., Pulkrab, K., Ulbrichová, I., Vacek, S., Borůvka, V., Vítámvás, J., Remeš, J., Vacek, Z., Sloup, R. (2018). Pěstební a ekonomické aspekty clonné obnovy borovice lesní. Certifikovaná metodika. Lesnický průvodce (4). Jíloviště-Strnady: VÚLHM. ISBN 978-80-7417-1697

Biolib. Online. Dostupné z: , <https://www.biolib.cz/cz/taxon/id54379/>. [cit. 2024-03-21].

Burda P., Pěstování sadebního materiálu: Lesní školkařství – část II. Pěstování prostokořenného sadebního materiálu.

Burschel, P. Huss, J. 1997: Grundriss des Waldbaus. Ein Leitfaden für Studium und Praxis. Berlin.

Bušina, F; Hrdina, V. Pěstování lesů. Písek: Vyšší odborná škola lesnická a Střední lesnická škola Bedřicha Schwarzenberga Písek 2016, 201 s.

Císlarová, E. 2001: Škody způsobené zvěří. Lesnická práce, 80: 12, příloha, s. I-IV.

Clark, P. J., Evans, F. C. (1954). Distance to nearest neighbour as a measure of spatial relationship in populations. *Ecology* 35: 445-453

Coban S., Colak A.H., Rotherham I. D. 2016. Interactions between canopy cover density and regeneration cores of older saplings in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands. *Forest Systems* 25(3): e073.

Crookston, N. L., Stage, A. R. (1999). Percent canopy cover and stand structure statistics from the Forest Vegetation Simulator. Gen Tech. Rep. RMRS-GTR-24. Ogden, UT. U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 11 p.

Čáp J., Novotný P. 2020: Rozšíření a ekologické nároky borovice lesní. Zpravodaj ochrany lesa, 23, s. 39-41.

Fabrika, M., Ďurský, J. (2005). Algorithms and software solution of thinning models for SIBYLA growth simulator. Journal of Forest Science 51: 431-445.

Fučík, J. Vliv clony mateřského porostu na přirozenou obnovu borovice lesní. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2020.

Füldner, K. (1995). Strukturbeschreibung von Buchen-Edellaubholz-Mischwäldern. Dissertation Forstliche Fakultät Göttingen, Cuvillier Verlag, Göttingen, Germany.

Hanel M., Kašpárek L., Mrkvičková M. 2011. Odhad dopadů klimatické změny na hydrologickou bilanci v ČR a možná adaptační opatření. Praha, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, 108 s.

Hartig, G. L. 1791: Anweisung zur Waldbau. Dresden

Holen, P; Hanell, B 2000: Performance and planted and naturally regenerated seedlings in Picea abies dominated shelterwood stands in Sweden. Forest Ecology and Management, 127: 129-138.

Chroust L. 1997. Ekologie výchovy lesních porostů. VÚLHM-VS, Opočno. 277 s.

Jaehne, S. C., Dohrenbusch, A. (1997). Ein Verfahren zur Beurteilung der Bestandesdiversität. Forstwissenschaftliches Centralblatt 116: 333-345.

Kacálek, D., Mauer, O., Podrázský, V., Slodičák, M., Houšková, K., Špulák, O., Souček, J., Novák, J., Jurásek, A., Leugner, J., Dušek, D. (2017). Meliorační a zpevňující funkce lesních dřevin. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti v nakladatelství Lesnická

práce 2017. 300 s. – ISBN 978-80-7458-102-1 (Lesnická práce); 978-80-7417-148-2 (VÚLHM)

Knížek M. (ed.) 2010. Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2009 a jejich očekávaný stav v roce 2010. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum, 70 s.

Knížek M., Liška J. (eds.) 2021. Výskyt lesních škodlivých činitelů v roce 2020 a jejich očekávaný stav v roce 2021. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2021. Zpravodaj ochrany lesa. Supplementum, 76 s.

Knížek, M; Liška, J; Véle, A; Zahradník, P; Lubojacký, J; 2012: Ochrana borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) před podkorním a dřevokazným hmyzem, certifikovaná metodika, Jíloviště Strnady, VÚLHM, 978-80-7417-225-0.

KOLEKTIV OMS PRAHA 3. Penzum znalostí z myslivosti. XIV. 2016. ISBN 978-80-87668-22-1.

Korpel, Š. 1986: Pestovanie lesa. Skriptá, Zvolen, VŠLD, 404 s.

Köstler J. N.; Brückner E.; Biebelriether H.; 1968: Die Wurzeln der Waldbäume. Hamburg und Berlin, Verlag Paul Perey: 284 s.

Kovář, K.; Hrdina V., Bušina F., *Učební texty k předmětu pěstování lesů*. Písek: Vyšší odborná škola lesnická a Střední senická škola Bedřicha Schwarzenberga Písek, 2013.

Křístek J., Ochrana lesů a přírodního prostředí. Učebnice (Matice lesnická). Písek: Matice lesnická, c2002. ISBN 80-86271-08-0.

Lesoškolky: Technologie: Prostokořenná sadba [online]. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <https://lesoskolky.cz/prostokorenná-sadba/>

LESY ČESKÉ REPUBLIKY S. P. Charakteristika obhospodařovaného území. Online. Dostupné z: <https://lstrebon.lesy.cz/charakteristika-obhospodarovaneho-uzemi/>. [cit. 2024-01-25].

Liška J., Knížek M., Věle A. 2021. Evaluation of insect pest occurrence in areas of calamitous mortality of Scots pine. *Central European Forestry Journal*, 67: 85–90.

Mansfeld, V., Taubr, K., Novák, J. (2020). Metodické uplatnění provozních souborů a pracovní postup jejich vymezení. (Externí aplikační garant: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem) Brandýs nad Labem, ÚHÚL. 20 s. Dostupné na: http://www.uhul.cz/images/ke_stazeni/publikace/nove/ Metodika_PS_v_OPRL.pdf, (výstup za QK1810443)

Mauer O, Dušek V, Kotyza F, Palátová E, Pěstování sadebního materiálu, Mendelova univerzita v Brně, 2013, 978-80-7375-698-7.

Máslo, J; Adolt, R;Kohn, I a Kučera, M. Zásoba dříví v ČR, Výsledky třetího cyklu národní inventarizace lesů 2016 - 2020. *Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem*. 2023.

Merlin M., Perot T., Perret S., Korboulewsky N., Vallet P. 2015. Effects of stand composition and tree size on resistance and resilience to drought in sessile oak and Scots pine. *Forest Ecology and Management*, 339: 22-33. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2014.11.032>.

Mikeska, M; Vacek, S. a kol. 2008: Lesnicko-typologické vymezení, struktura a management přirozených borů a borových doubrav v ČR. Kostelec nad Černými Lesy, Lesnická práce, s.r.o., 450 s.

Ministerstvo zemědělství. (2023). Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2022. Praha: Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-703-0

Moreno-Fernandéz, D., Canellas, I., Barbeito, I., Sánchez-González, M., Ledo, A. (2015): Alternative approaches to assessing the natural regeneration of Scots pine in a Mediterranean forest. *Annals of Forest Science* 72: 569-583.

Musil, I., Hamerník, J. (2003). Lesnická dendrologie I. Jehličnaté dřeviny. Praha: ČZU. ISBN 80-213-0992-X

Nárovcová, J., Nárovec, V. (2013). Pěstební opatření k udržení kvality borových mlazin. Certifikovaná metodika. Lesnický průvodce (7). Jíloviště-Strnady: VÚLHM. ISBN 978- 80-7417-076-8

Nárovec V.: Dicyklický růst výhonů u borovice a nápravná pěstební opatření v nejmladších kulturách. Lesnická práce 2000. 31 s.

Niinemets Ü., Cescatti A., Lukjanova A., Tobias M., Truus L. 2002. 40 Modification of light-acclimation of *Pinus sylvestris* shoot architecture by site fertility. *Agricultural and Forest Meteorology* 111:121–140.

Niinemets Ü., Lukjanova A. 2003. Needle longevity, shoot growth and branching frequency in relation to site fertility and within-canopy light conditions in *Pinus sylvestris*. *Annals of Forest Science*, 60: 195–208. DOI: 10.1051/forest:2003012

Novák J., Dušek D., Mansfeld V., Křístek Š., Slodičák M., Friedlová E., Černý J., Bednář P., 2021: Pěstební postupy ve smrkových a borových porostech ohrožených sněhem a větrem, certifikovaná metodika, Jíloviště Strnady, VÚLHM, 978-80-7417-224-3

Novák, J., Dušek, D., Slodičák, M. (2013). Výchova porostů borovice lesní a poškození sněhem. *Zprávy lesnického výzkumu*, 58, č. 2, s. 147-157.

Novák J., Slodičák M., Kacálek D., Dušek D. 2010(a): The effect of different stand density on diameter growth response in Scots pine stands in relation to climate situations. *Journal of Forest Science*, 56, 2010, č. 10, s. 461-473.

Obnova lesních porostů, NEMDELU. Online. Dostupné z: https://rumex.mendelu.cz/uzpl/pestovani_v_heslech/obnova/obn_cas_prost.html. [cit. 2024-03-21].

Petráš, R., Pajtík, J. (1991). Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. *Lesnícky časopis* 37: 49-56.

Plíva, K. 1991: Funkčně integrované lesní hospodářství. I. Přírodní podmínky v lesním plánování. II. Funkce lesa v lesním plánování. III. Modely hospodářských opatření. Brandýs n. L., ÚHÚL.

Poleno, Z., Vacek, S. a kol. (2009). Pěstování lesů III.: Praktické postupy pěstování lesů. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce. ISBN 978-80-87154-34-2

Program trvale udržitelného hospodaření v lesích. Hradec Králové: Lesy České republiky s. p., 2015. ISBN 978-80-86945-27-9.

Pretzsch, H. (2006). Wissen nutzbar machen für das Management von Waldökosystemen. Allgemeine Forstzeitschrift/Der Wald 61: 1158-1159.

Reineke, L. H. (1933). Perfecting a stand density index for even-aged forests. Journal of Agricultural Research 46: 627-638

Rostlinolékařský portál, ÚKZÚZ. Online. Dostupné
z: https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c4dd910%22#r1p|so|choroby|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0cb762c7. [cit. 2024-03-21].

Rostlinolékařský portál, ÚKZÚZ. Online. Dostupné
z: https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c4dd910%22#r1p|so|choroby|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c4d740e. [cit. 2024-03-21].

Rostlinolékařský portál, ÚKZÚZ. Online. Dostupné
z: https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c4dd910%22#r1p|so|choroby|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c4dbdf8. [cit. 2024-03-21].

Rostlinolékařský portál, ÚKZÚZ. Online. Dostupné
z: https://eagri.cz/public/app/srs_pub/fytoportal/public/?key=%22c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c4dd910%22#r1p|so|skudci|detail:c18ccd9cbe2ba381e37b810d0c919d0b. [cit. 2024-03-21].

Slodičák, M., Kacálek, D., Mauer, O., Dušek, D., Houšková, K., Jurásek, A., Leugner, J., Novák, J., Souček, J., Špulák, O., Podrázský, V., Zouhar, V. (2017). Meliorační a zpevňující funkce lesních dřevin v CHS borového a smrkového hospodářství. Certifikovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti 2017. 44 s. Lesnický průvodce 7/2017. – ISBN 978- 80-7417-153-6

Slodičák, M., Novák, J., Dušek, D. (2013). Výchova porostů borovice lesní. Certifikovaná metodika. Lesnický průvodce (5). Jíloviště-Strnady: VÚLHM. ISBN 978- 80-7417-069-0

Souček J., Špulák O., Leugner J., Pulkrab K., Sloup R., Jurásek A., Martiník A., 2016: Dvoufázová obnova lesa na kalamitních holinách s využitím přípravných dřevin. Certifikovaná metodika. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. 35 s. Lesnický průvodce 10/2016.

Souček J., Špulák O., Dušek D. 2018. Metodika přeměny a přestavby borových monokultur na stanovištích přirozených smíšených porostů: Guidelines for transformation of Scotch pine stands on sites naturally dominated by mixed forests: certifikovaná metodika, Lesnický průvodce. Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti: 35 s.

Starý P., *Výchova listnatých a smíšených porostů* [online]. 17. 5. 2007 [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <http://www.dlhk.cz/1095/vychova-listnatych-a-smisenych-porostu-2/>

Svoboda P., 1953. Lesní dřeviny a jejich porosty. Část 1. SZN, Praha: 1-412

Špulák, Ondřej; Slodičák, Marian; Novák, Jiří; Leugner, Jan. 2023: Postupy hospodaření v porostech borovice lesní pro zmírnění nepříznivých dopadů environmentální změny, certifikovaná metodika, Jíloviště Strnady, VÚLHM, 978-80-7417-254-0

Špulák O., Černý J., 2023: Potenciál borovice lesní v podmínkách změny klimatu – review. Zprávy lesnického výzkumu, 68(1) s. 49-58

Taxační tabulky. Online. 1990. Dostupné z: <https://hul.mendelu.cz/wp-content/uploads/2017/04/borovice.jpg>. [cit. 2024-03-27].

Úradníček, L.; Chmelař, J. *Dendrologie lesnická*. Brno: Mendelova zemědělská univerzita v Brně, 1995. ISBN 80-7157-162-8.

Úradníček, L., Maděra, P. a kol. (2001). *Dřeviny České republiky*. 1. vydání. Písek: Matice lesnická. ISBN 80-86271-09-9

Úradníček L., Maděra P, Tichá S, Koblížek J, 2009: *Dřeviny České republiky*. Kostelec nad Černými lesy, *Lesnická práce*, 367 s.

Vacek, S; Lokvenc, T; Souček, J; 1995b: *Přírozená obnova lesních porostů, Metodiky pro zavádění výsledků výzkumu do zemědělské praxe*, Mze ČR, Praha, č. 20, 46 s.

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).

Valinger, E. (1992). Effects of thinning and nitrogen fertilisation on stem growth and stem form of *Pinus sylvestris* (L.) trees. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 7, s. 219-228.

Výchova lesních porostů, NEMDELU. Online. Dostupné z: https://rumex.mendelu.cz/uzpl/pestovani_v_heslech/vychova/vych_tvar_str.html. [cit. 2024-03-21].

VYHLÁŠKA MZE., ČR č. 298/2018 SB. Vyhláška o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů. In: . Praha, 2018.

VYHLÁŠKA MZE. ČR. Č. 456/2021 SB. Vyhláška o podrobnostech přenosu reprodukčního materiálu lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnostech o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa. In: . Praha, 2021.

Wagenknecht, E. 1968: *Rationelle jung Bestands Pflege in Fichtenbestandes*. Berlin, Deutsche Akademie d. Landwirtschaftswissenschaft, 24 p.

www.mapy.cz

Zákon o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon), ve znění pozdějších předpisů.
In: *Zákon č. 298/1995 Sb.* Praha, 1995.

10 Seznam použitých zkratk a symbolů

PRP - permanent research plots

LS – lesní správa

TVP – Trvalá zkusná plocha

Ha – hektar

HZ – hospodářský způsob

MZE – ministerstvo zemědělství

Ks – kusy

LVS – lesní vegetační stupeň

CHS – cílový hospodářský soubor

HS – hospodářský soubor

atd – a tak dále

např. například

ÚKZÚZ – ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský

IOL – integrovaná ochrana rostlin

PLO – přírodní lesní oblast

AOPK – agentura ochrany přírody a krajiny

11 Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1: Umístění trvalých výzkumných ploch (TVP).

Obr. 2: Tloušťková struktura porostů zjištěná na jednotlivých TVP mezi roky 2019 a 2023 (a – TVP 46; b – TVP 47; c – TVP 48)

Obr. 3: Závislost štíhlostního kvocientu na výčetní tloušťce zjištěná na jednotlivých TVP (a – TVP 46; b – TVP 47; c – TVP 48)

Obr. 4: Závislost poměru délky koruny a výšky stromu ve vztahu k výčetní tloušťce zjištěná na jednotlivých TVP (a – TVP 46; b – TVP 47; c – TVP 48)

Obr. 5: Porostní zásoba změřená na jednotlivých TVP (a – TVP 46; b – TVP 47; c – TVP 48)

Obr. 6 Tloušťková struktura porostu na jednotlivých TVP před a po provedení těžebního zásahu (A – TVP 46; B – TVP 47; C – TVP 48).

Obr. 7: Počty jedinců přirozené obnovy v jednotlivých výškových třídách zaznamenaných na jednotlivých TVP (A - TVP 46; B – TVP 47; C – TVP 48)

Obr. 8: Výšky jedinců přirozené obnovy na jednotlivých TVP

Obr. 9: Počty jedinců přirozené obnovy vztažené na hektar na jednotlivých TVP

Tab. 1: Přehled indexů popisujících strukturu porostu a jejich interpretace.

Tab. 2: Zastoupení dřevin na jednotlivých plochách v roce 2019, v roce 2023 před těžbou.

Tab. 3: Změna taxačních veličin mezi prvním a druhým měřením

Tab. 4: Indexy biodiverzity na jednotlivých TVP

Tab. 5: Zastoupení dřevin na jednotlivých TVP v roce 2023 před a po vykonání těžebního zásahu.

Tab. 6: Změna taxačních veličin po provedení těžebního zásahu

Tab. 7: Úbytek hlavních porostních charakteristik těžbou

Tab. 8: Zastoupení jednotlivých dřevin v přirozené obnově

Samostatné přílohy



Typická dvouetážová struktura na TVP 46.



Stav přirozené obnovy na TVP 46. Přirozená obnova se zde vyskytuje v dostatečném množství, aby zajistila zdárnou obnovu porostu.



Značně rozrůzněná struktura porostu na TVP 47. Spodní etáž má dostatečnou kvalitu a značnou hustotu.



Odrostlejší jedinci přirozené obnovy na TVP 47.



Typickou jednoetážovou strukturu porostu na TVP 48.



Stav přirozené obnovy na TVP 48. Obnova se na TVP vyskytovala v dostatečné míře pro zajištění obnovy porostu.