

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



## Porovnání clonné a holosečné obnovy lesa na přirozených borových stanovištích

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Autor práce: Marek Štancík

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

2020

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Marek Štancík

Lesnictví  
Lesnictví

Název práce

**Porovnání clonné a holosečné obnovy lesa na přirozených borových stanovištích**

Název anglicky

**Comparison of shelterwood and clearcut forest regeneration on natural pine sites**

---

### Cíle práce

Vyhodnotit parametry obnovy borovice lesní po provedené první fázi clonné seče a po holosečné těžbě na experimentálních plochách s různými variantami přípravy půdy.

Dílčími cíli jsou:

- Srovnání počtů jedinců obnovy při různých variantách prosvětlení mateřského porostu včetně porovnání výsledků s kontrolním holosečným zásahem (ten představuje běžný provozní postup v dané oblasti).
- Srovnání počtů jedinců obnovy pro jednotlivé varianty přípravy půdy.

### Metodika

Metodika:

- Získání základního přehledu prostřednictvím publikovaných informací k danému tématu
- Založení sítě zkusných ploch v jednotlivých variantách přípravy půdy a stupně zakmenění
- Stanovení charakteristik mateřského porostu a mikrostanoviště
- Opakovaná inventarizace jedinců obnovy během vegetačního období 2019
- Porovnání stavu obnovy borovice lesní pro jednotlivé varianty s využitím vhodných statistických metod
- Formulování doporučení pro lesnickou praxi

**Doporučený rozsah práce**

30 normostran bez příloh

**Klíčová slova**

clonná seč, holosečná obnova, příprava půdy, přirozená borová stanoviště, zakmenění, konkurence

---

**Doporučené zdroje informací**

- Aleksandrowicz-Trzcinska M., Drozdowski S., Brzeziecki B., Rutkowska P., Jablonska B. (2014): Effects of different methods of site preparation on natural regeneration of *Pinus sylvestris* in Eastern Poland. *Dendrobiology*, 71: 73-81.
- de Chantal M., Leinonen K., Kuuluvainen T., Cescatti A. (2003): Early response of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings to an experimental canopy gap in boreal spruce forest. *Forest Ecology and Management*, 176: 321-336.
- Mikeska M., Vacek S., Prausová R., Simon J., Minx T., Podrázský V. et al. (2008): Typologické vymezení, struktura a management přirozených borů a borových doubrav v ČR. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce. 447 s. ISBN 978-80-87154-20-5.
- Nilsson U., Gemmel P., Johansson U., Karlsson M., Welander T. (2002): Natural regeneration of Norway spruce, Scots pine and birch under Norway spruce shelterwoods of varying densities on a mesic-dry site in southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 161: 133-145.
- Poleno Z., Vacek, S. et al. (2009): Pěstování lesů III. – Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 1012 s.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – FLD

**Vedoucí práce**

doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra pěstování lesů

---

Elektronicky schváleno dne 5. 6. 2019

**prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

**prof. Ing. Róbert Marušák, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 13. 06. 2020

**Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Porovnání clonné a holosečné obnovy lesa na přirozených borových stanovištích* vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Lukáše Bílka, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V ....., dne .....

.....

Podpis autora



## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce doc. Ing. Lukáši Bílkovi, Ph.D., který mě doprovázel po celou zpracování mé bakalářské práce. Jako dalším bych chtěl poděkovat Ing. Jakubovi Brichtovi, který mi pomohl s konzultací mé bakalářské práce. V neposlední řadě děkuji mé rodině, která mi byla po celou dobu velkou oporou.

## Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá přirozenou obnovou borovice lesní při různých variantách zakmenění mateřského porostu a různé přípravy půdy. V dnešní době dochází k výrazným ideovým přeměnám lesního hospodaření v ČR, mnoho zdejších lesníků se proto snaží vytvořit stabilní lesní porosty, které by tak při respektování přirozených procesů, měly jevit rovněž vyšší adaptabilitu na měnící se podmínky prostředí. Souhrnně takto hovoříme o přírodě blízkém hospodaření s lesy (PBL). Jedním z hlavních pilířů PBL je využívání přirozené obnovy. Právě tento přirozený proces je u nás běžný na holých plochách či s ohledem na stín snášející dřeviny, také pod porostem. Nicméně se postupně odhaluje také schopnost borovice přirozeně se obnovit právě pod částečným zastínění mateřským porostem.

Výzkum probíhal na plochách spravovaných Vojenskými lesy a statky (VLS), s.p., divize Mimoň, lesní hospodářský celek (LHC) Břehyně. Výzkumná plocha byla pojmenována Mariánka III. V porostech 63A12a a 63A12b byly vyznačeny čtyři zkusné plochy o rozměrech 250 x 60 m. V těchto zkusných plochách bylo sníženo zakmenění v roce 2018 na úroveň 0,0; 0,3; 0,5 a 0,7. V rámci každé varianty zakmenění byla provedena příprava půdy, a to v následujícím pořadí: shrnovač klestu, bez přípravy půdy, řádkovač, půdní fréza – neprovedeno. Každý způsob přípravy půdy měl jedno opakování v každém stupni zakmenění. Takto vzniklo 32 dílčích ploch, ve kterých probíhalo pozorování umělé a přirozené obnovy. Kontrola a celkový výzkum probíhal ve vegetační sezóně v roce 2019, konkrétně od začátku května do začátku listopadu.

Výsledky této práce odhalují, že přirozená obnova na této ploše dosahovala nejvyšších počtů právě na variantě hustoty porostu úrovně 0,7 při provedení přípravy půdy řádkovačem. Inventarizace jedinců při této dílčí kombinaci pak konstatovala  $44 \text{ ks.m}^{-2} \pm 21,94 \text{ S.D.}$ , tedy  $440 \text{ 000 ks.ha}^{-1}$ . V případě umělé obnovy byla rovněž jako nejlepší kombinace vyhodnocena varianta zakmenění mateřského porostu 0,7 a přípravy půdy pomocí řádkovače. Zde bylo zjištěno  $101 \text{ ks.m}^{-2}$  ( $101 \text{ 000 ks.ha}^{-1} \pm 43,48 \text{ S.D.}$ ).

**Klíčová slova:** clonná seč, holosečná obnova, příprava půdy, přirozená borová stanoviště, zakmenění, konkurence

**Abstrakt:**

The Bachelor's thesis is focused on natural regeneration of scots pine while various basal area reduction and various soil preparation are used. Czech forests walks through huge ideological change of management principles recently. Many foresters try to make stable forest stands, which should be more adaptable to changing condition of environment with respect of natural processes. This is called near-natural forest management. One of the most important principle is natural regeneration. This natural process is in our forests common in empty areas or in case of shade-bearing species, also under stand. The ability of pine to regenerate naturally under partial shading by the parent stand is also being revealed gradually

The research was set on area under management of Vojenské lesy a statky (VLS), s.p., division Mimoň, forest management unit (LHC) Břehyně. Research area was called Mariánka III. Four large testing areas was marked in locality 63A12a and 63A12b. Size of testing area was 250 x 60 meters. Basal area reduction was reduct in 2018 to 0,0; 0,3; 0,5 and 0,7 in these testing areas. Each basal area reduction had soil preparation in this order: brush dozer, no soil preparation, windrower, soil rotavator – unperformed. Every soil preparation process was done once. This combination created 32 areas, where natural and artificial regeneration were observed. The reearch and supervision were taken in vegetation period from may to november 2019.

The research showed this results: combination of basal area reduction 0,7 with soil preparation using windrower had the best number for natural regeneration of scots pine. Stocktaking of individuals in this combination shows  $44 \text{ pcs.m}^{-2} \pm 21,94 \text{ S.D.}$ , it means  $440\ 000 \text{ pcs.ha}^{-1}$ . In case of artificial regeneration the same combination of basal reduction area and soil preparation was evaluated as the best. There were observed  $101 \text{ pcs.m}^{-2}$ , it is  $101\ 000 \text{ pcs.ha}^{-1} \pm 43,48 \text{ S.D.}$  The numbers of seedling are listed to November 10, 2019.

**Keywords:** shelterwood cutting, clearcutting, soil preparation, natural pine habitats, stocking, competition.

## Obsah

1. Úvod .....	11
2. Cíle práce .....	13
3. Literární rešerše .....	14
3.1. Borovice lesní .....	14
3.1.1. Taxonomické zařazení a popis druhu .....	14
3.1.2. Ekologické nároky borovice lesní .....	16
3.1.3. Rozšíření borovice lesní ve světě .....	16
3.1.4. Rozšíření borovice lesní v ČR .....	17
3.2. Pěstební a produkční charakteristiky borovice lesní .....	20
3.2.1. Hospodářský význam borovice v ČR .....	20
3.2.2. Zásady výchovy borovice lesní .....	21
3.2.3. Obnovní způsoby borových porostů .....	22
3.3. Škodliví činitelé borovice lesní a jejích porostů .....	28
3.3.1. Biotičtí škodliví činitelé .....	28
3.3.2. Abiotičtí škodliví činitelé .....	32
3.4. Charakteristika zájmové oblasti .....	34
3.4.1. Geologické poměry .....	34
3.4.2. Pedologické poměry .....	35
3.4.3. Klimatické poměry .....	36
3.4.4. Floristické poměry .....	37
4. Metodika práce .....	39
4.1. Výběr výzkumných ploch .....	39
4.2. Popis výzkumných ploch .....	40
4.3. Sběr dat .....	42

4.4. Zpracování dat .....	42
5. Výsledky .....	44
5.1. Porostní charakteristiky.....	44
5.2. Vývoj přirozené a umělé obnovy během vegetačního období.....	45
5.3. Souhrnné počty jedinců obnovy pro varianty přípravy půdy.....	47
6. Diskuse.....	50
7. Závěr .....	53
8. Použitá literatura a zdroje.....	55
9. Seznam obrázků a tabulek .....	62
10. Seznam příloh .....	63
11. Přílohy .....	64

# 1. Úvod

V dnešní době se potýkáme s velkou přeměnou našich lesů. Můžeme pozorovat rostoucí teploty, se kterými ovšem nerostou úměrně srážky. Dalšími doprovodnými faktory přeměny podoby našich lesů jsou dnes již velmi časté gradace podkorního hmyzu. Suchá období doprovázená kůrovcovou kalamitou ale zvyšují zájem o lesnictví a přírodu jako takovou. Během několika následujících desetiletí tak byly vytvořeny zásady hospodaření respektující přirozené procesy v lesním ekosystému, takové zásady souhrnně označujeme jako přírodě blízké hospodaření v lesích (Vacek a Podrázský, 2006). Na základě tohoto způsobu lesního managementu dnes ve snaze o vytvoření stabilních lesních porostů schopných případné adaptace na změny klimatu, ale také schopných plnit i další funkce lesa, hospodaří celá řada lesníků. Jedním ze základních prvků přírodě blízkého hospodaření je přirozená obnova. Tématu přirozené obnovy borovice se pak věnuji v rámci této práce, kde popisuji různé možnosti uvolnění porostu a varianty přípravy půdy, právě jako prostředky k iniciaci přirozené obnovy.

Borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) je dřevinou s velmi rozmanitými ekologickými požadavky, rovněž se skutečně rozsáhlým areálem výskytu. Tato dřevina se dokáže přizpůsobit jak velmi chladným, tak vysloveně teplým lokalitám, stejně tak je přizpůsobivá i k různému množství srážkového úhrnu (Hamerník, 2003). Ideálními stanovišti pro borovici lesní jsou u nás především lokality s písčitymi půdami, často se s ní ale setkáváme také na vápencích, na sutích či skalách, kde je často jedinou dřevinou schopnou růstu. Na takovýchto často extrémních lokalitách je obvykle hlavně dřevinou (Mikeska a kol., 2009). Benefitem tohoto druhu je také schopnost borových semen snášet extrémní teploty, proto například po lesním požáru v borovém porostu bývá pravidlem její masivní přirozená obnova (National forests foundation, 2020). Borovice lesní je výrazně světlomilná dřevina, nicméně již mnohé studie dokazují, že její taxativní spojování výlučně s holou sečí, není jedinou a často ani nejvýhodnější možností obnovy. Borovice je charakteristická také charakterem pionýrské dřeviny, kdy dokáže kolonizovat i stanoviště s absolutně nevyvinutými půdními horizonty

(Úradníček a kol., 1995), v mnoha případech ale plní funkci vysloveně klimaxové dřeviny.

Terénní šetření BP bylo prováděno na území VLS, s.p, divize Mimoň, LHC Břehyně a výzkumná plocha byla pojmenována Mariánka III. Výzkum a sběr dat byl prováděn ve vegetačním období roku 2019 a to od května do listopadu. Na ploše bylo provedeno snížení zakmenění v roce 2018 na 0,0; 0,3; 0,5 a 0,7. V těchto zakmenění byla provedena pravidelně s jedním opakováním příprava půdy – shrnovač klestu, bez přípravy půdy, řádkovač. Do těchto ploch bylo rovnoměrně rozmístěno 64 kruhových zkusných ploch, V každé kruhové zkusné ploše byl vyznačen středový kolík, od kterého na každou světovou stranu byly vyznačeny další dva kolíky ve vzdálenosti 1,5 m a 3 m od středového kolíku. Tyto nově vytyčené plochy nazýváme subplochy o průměru 0,625 m. V každé kruhové zkusné ploše se nachází 9 subploch. Do středové subplochy bylo vyseto 200 semen borovice lesní, zde se zkoumala umělá obnova. V dalších 8 subplochách probíhal výzkum přirozené obnovy. V průběhu vegetační sezóny (od května do listopadu) docházelo začátkem každého měsíce ke kontrole a počítání semenáčků.



## 2. Cíle práce

Hlavním cílem této bakalářské práce je vyhodnocení parametrů obnovy borovice lesní po provedeném těžebním zásahu, a to na různé úrovni clonné seče a na holoseči. Dalším cílem bylo také stanovení vlivu jednotlivých variant přípravy půdy právě na přirozenou obnovu borovice pod porostem a na holé seči.

Dílními cíli jsou:

- Srovnání počtů jedinců obnovy při různých variantách prosvětlení mateřského porostu včetně porovnání výsledků s kontrolním holosečným zásahem (ten představuje běžný provozní postup v dané oblasti).
- Srovnání počtů jedinců obnovy pro jednotlivé varianty přípravy půdy, opět v porovnání s kontrolní plochou.
- Doporučení optimálního postupu obnovy pro daná stanoviště.

### 3. Literární rešerše

#### 3.1. Borovice lesní

##### 3.1.1. Taxonomické zařazení a popis druhu

Borovice lesní, je stálezelená nahosemenná jehličnatá dřevina patřící do rodu Borovice (*Pinus*). Rod Borovice spadá do čeledi borovicovité (*Pinaceae*), ve které nalézáme také další známé jehličnaté dřeviny (rody: *Picea*, *Larix* či *Pseudotsuga*) (Úradníček a Chmelař, 1995).

Borovice se obecně vysloveně nevymyká dimenzím ostatních jehličnanů, nicméně maximální výška stromu je až 45 m, tloušťka pak může dosahovat až 100 cm. Stáří stromu může být rovněž vysoké, a to 300 až 500 let (Úradníček, a kol., 2001). Borovice však zpravidla dorůstá výšky 30-40 m. Na vhodných stanovištích v zapojeném porostu se borovice vyznačuje přímým válcovitým kmenem, který je velmi často prostý od větví až k samotné koruně stromu (Pleva, 1962). Koruna pak bývá kuželovitá, ale v některých případech se můžeme setkat také s kopulovitým či deštníkovitým tvarem její koruny (Pagan a Randuška, 1987). V mladém věku je koruna pravidelná a kuželovitá, ve stádium kmenoviny či dospívající kmenoviny je koruna typicky asymetrická, kopulovitá či právě deštníkovitá (Úradníček a kol., 2001).

V dolní části kmene je borka tlustá, hrubá, rozpraskaná a má tmavě hnědou barvu. Směrem ke koruně je borka hladká a šupinovitě odlupčivá. Její barva je žlutohnědá až červenohnědá (Pagan a Randuška, 1987).

Borovice má kulovitý a mohutný hluboko sahající kořenový systém, který je doplněn o boční kořeny. Borovice lesní díky tomuto kořenovému systému, který ji dobře kotví v zemi, netrpí vývraty ale spíše zlomy a polomy (Wohlleben, 2016). Dokáže se velmi dobře přizpůsobit svému životnímu prostředí, kde například na bažinatých lokalitách koření mělce a na skalnatém povrchu dokáže obepínat povrchy skal (Maděra a Úradníček, 2001). Hlavní kořen může dorůst do hloubky až 10 m. Díky tomuto kořenu může borovice lesní růst na různých stanovištích, jako jsou suchá, chudá či zamokřená stanoviště či jiné nevhodné stanoviště pro ostatní dřeviny (Brtnová a Kvasničková, 1998).

Jehlice borovice lesní vyrůstají ve svazečku po dvou na brachyblastech. Jejich délka je 3-7 cm. Jedná se o pichlavé, modrozeleně zbarvené jehlice. Jehlice běžně přetrvávají 3 roky, na stanovištích ovlivněných suchem 2 roky a v horských či chladnějších oblastech 4 roky (Wohlleben, 2016). Jehlice jsou na průřezu půlkruhové, tuhé a ostré (Pagan a Randuška, 1987). Letorosty borovice lesní jsou nažloutlé a lysé. Pupeny jsou vejcovité, červenohnědě zbarvené (Koblížek, 2006).

Borovice lesní začíná plodit jako solitér kolem 15–20 roku. Pokud roste v zápoji, začíná plodit až kolem 30–40 let. Borovice lesní začíná kvést v květnu – červnu (Pleva, 1962). Samčí šištice mají žlutou barvu, samičí šištice mají barvu červenou. Ze samičích šištic za dva roky dozrávají a dřevnatí šišky (Brtnová a Kvasničková, 1998).

Šišky mají rozměr 30–70 x 20–35 mm. Tvar je vajíčkovitě kuželovitý a barva světle hnědá (Pagan a Randuška, 1987). Při dobrém osvětlení může borovice plodit každým rokem, ovšem šišky dozrávají až druhým rokem. V prvním roce mají velikost lískových oříšků. Normální velikosti dorůstají až v druhém roce. Velikost šišek je velmi nepravidelná a nestálá (Úradníček a kol., 2001). Šišky mohou růst samostatně, případně po dvou nebo třech. Mohou být také přisedlé či stopkaté (Větvicka, 1998). Semeno má velikost kolem 3–4 mm. Tvar má vajíčkovitý a barva je různá (hnědá, bělavá, mramorová). Semeno má lesklé křídélko (Pagan a Randuška, 1987). Průměrná klíčivost semen borovice lesní je 85 %, tuto klíčivost si borovice lesní může ponechat i tři a více let. Čistota semen je kolem 95 % a podíl plných semen je také 95 %. Jeden tisíc semen váží kolem 6,3 gramu a v jednom kilogramu je asi 159 000 semen (MZLU Brno, 2020).

Dřevo borovice lesní je měkké a lehké. Toto dřevo je poměrně bohaté na pryskyřici. Používá se ve stavebnictví a dřevozpracujícím průmyslu například na výrobu nábytku (Brtnová a Kvasničková, 1998). Dřevo má nažloutlou barvu, jádro je zbarveno do červeno hněda a letokruhy jsou velmi výrazné. Dřevo je pružnější a zároveň křehčí než dřevo smrkové (Pleva, 1962).

### **3.1.2. Ekologické nároky borovice lesní**

Borovice lesní díky svému velkému rozšíření má také velké ekologické rozhraní. Dokáže akceptovat různě dlouhou vegetační dobu, která může být dlouhá 90 dní na severu jejího výskytu ale také kolem 200 dní v jižním Španělsku, kde je její nejjižnější rozšíření. Na Sibiři dokáže také růst ve stále zamrzlé půdě, tzv. permafrost, kde nejnižší teploty mohou dosahovat až – 64 °C. Roční úhrn srážek, který dokáže snášet, může být od 200 mm až po 1 780 mm (Leugnerová, 2020; Musil a Hamerník, 2003).

Borovice lesní se vyskytuje především na podloží pískovců a písčítých sedimentů, na hadcích, v extrémních podmínkách vápenců a rašelin a na skalnatých výchozech kyselých hornin. Na těchto půdách se často vyskytuje jako hlavní, nebo dokonce jako jediná dřevina (Mikeska a kol., 2008). Na těchto půdách při zmlazování borovice lesní, jsou semenáčky schopny snášet extrémní teploty. Semenáčky borovice lesní nepoškozují ani mrazíky, ovšem s výjimkou humusových půd, kde hrozí holomrazy (Pleva, 1962). Při výskytu borovice lesní na hlubších živných půdách dokáže dosahovat velkých dimenzí. Z těchto lokalit je ovšem často vytlačována stín snášejícími dřevinami (Úradníček a kol., 2001).

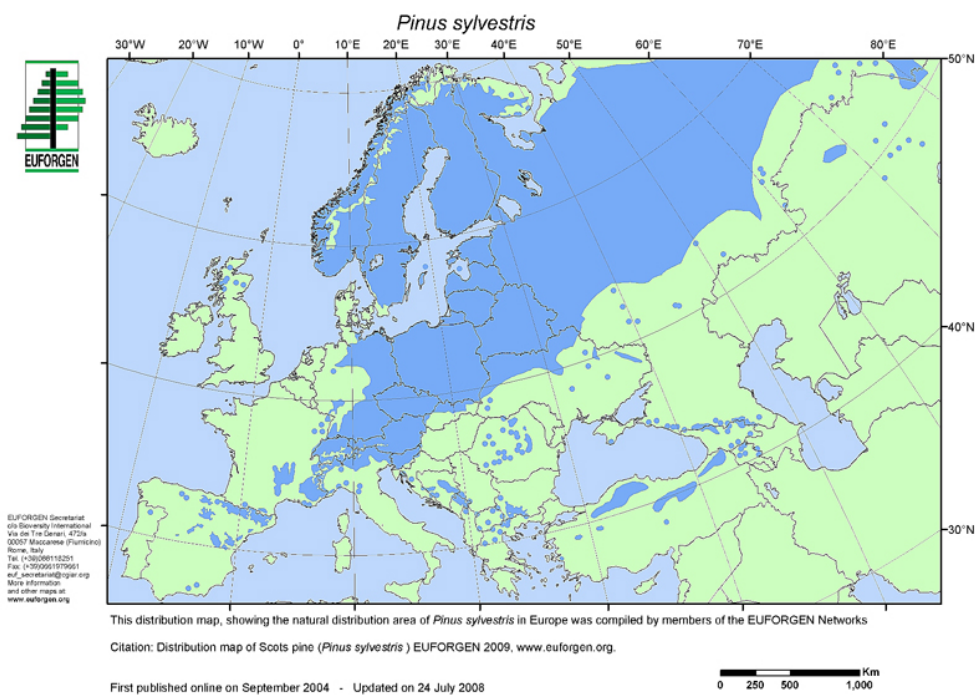
Jedná se celkově o světlomilnou dřevinu. Nemá ráda růst ve zmlazení v zástínu a v přehoustlých porostech. Borovice lesní je také jedna z pionýrských dřevin. Potenciál pionýrské dřeviny často využívá na spáleništích nebo volných slunných plochách. Díky svému kořenovému systému dokáže získávat vodu z větší hloubky než ostatní dřeviny (Úradníček a kol., 2001).

### **3.1.3. Rozšíření borovice lesní ve světě**

Borovice lesní je rozšířena téměř v celé Euroasii. Její výskyt začíná v Atlantiku a severozápadní části Pyrenejského poloostrova, přes celou Evropu a Sibiř téměř až k Ochotskému moři. Nejjižněji se nachází v jižním Španělsku a její nejsevernější výskyt je ve Skandinávii, kde se vyskytuje až za polárním

kruhem. Mezi stromovými dřevinami je její areál největší na světě. Na Sibiři roste na ploše 5.7 mil. kilometrů čtverečných, což představuje 54% plochy Evropy (Leugnerová, 2020). Jedná se tedy o jednu z nejrozšířenějších dřevin na severní polokouli, která kromě nížin západní Evropy, kde je výrazné oceánské klima, roste od Skotska k Sibiři až po Kamčatku a jižní stepi (Pagan a Randuška, 1987).

Velké zastoupení borovice lesní v tajze je především díky tomu, že borovice lesní může díky své schopnosti pionýrsky osídlit vypálené plochy. Tato vlastnost jí dává náskok před ostatními dřevinami. Například smrk je na těchto plochách znevýhodněn kvůli nedostatku humusu (Úradníček, Chmelař, 1998).



Obrázek 1.: Areál výskytu borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) (EUFORGEN, 2020).

### 3.1.4. Rozšíření borovice lesní v ČR

Ekotyp borovice hercynské se vyskytuje na celém území České republiky. Přirozený výskyt hercynského ekotypu borovice byl ostrůvkovitý v oblasti pahorkatin a nižších pohoří na reliktních stanovištích. Hlavní ekotyp borovice byl s deštníkovitou korunou a silnými větvemi. V nízko položených polohách rostla na suchých a písčitéch půdách. Území těchto reliktních borů najdeme

například ve Slavkovském lese, v písčítých skalách v severovýchodních Čechách nebo na písčítých oblastech v Polabí. Rozšíření borovice lesní mimo její areál bylo způsobeno především lidskou činností (Úradníček, 1998; Musil, 2003).

Původní typ borovice lesní v dnešní době roste v České republice pouze ostrůvkovitě na extrémních reliktních stanovištích, kterým se říká reliktní bory. Toto území je nejnižše položené v Polabí na písčítých terasách z vátých písků, poté na hadcích Slavkovského lesa a Českomoravské vrchoviny, na balvanitých a kamenitých půdách Šumavy (nejvýše u Plešného jezera v nadmořské výšce 1070 m n. m.). Dále se vyskytuje na písčítých a rašelinovitých půdách Třeboňska, pískovcových skalách severních a severovýchodních Čech. Vyskytuje se také na skalnatých a prudkých stráních v údolích řek Vltavy, Jihlavy, Oslavy, Rokytne a Dyje. Její výskyt je také na výsypkách Dražanské vrchoviny, na kamenitých půdách Hrubého Jeseníku a na vápencových skalách Jižní Moravy. V porostu je v dnešní době borovice lesní pěstována na 3x větší ploše, než je její přirozený výskyt v České republice (botany.cz, 2020; Maděra a Úradníček, 2001). V dnešní době se borovice lesní vyskytuje v zastoupení kolem 17 %, přičemž přirozené zastoupení by mělo být 3,5 – 5,5 % (Musil, Hamerník, 2003).

V České republice rozlišujeme následující ekotypy borovice lesní (Mikeska a kol., 2008) :

Nížinný ekotyp: Roste v 1. – 2. LVS (do 350 m n. m.). Východočeská (týnišťská) borovice lesní roste na štěrkopískových říčních pleistocenních terasách. Tento ekotyp je jeden z nejplastičtějších populací borovice, která byla doporučena k využití i v jiných PLO ČR (Kaňák, 1979).

Chlumní ekotyp: Roste ve 3.–4. LVS (300–500 m n. m.). Třeboňská borovice lesní je nejznámější ekotyp borovice lesní u nás z oblasti jihočeských pánví na rozpadech křídlových pískovců a na terciérních písčích. Heraltická borovice je zajímavý ekotyp borovice lesní, který tvoří jen pouze příměs v lesních porostech na Opavsku (Holuša, 2000).

Náhorní ekotyp: Roste v 5.–6. LVS (550–700 m n. m.). Adršpašská borovice lesní se nachází pouze v NPR Adršpašsko – teplické skály. Jedná se o vázaný, plnodřevný a sněhu odolný ekotyp (Vacek, Podrázský, 2001). Lánská borovice lesní tvoří pouze příměs na střídavě nebo trvale zamokřených stanovištích. Je odolná vůči sněhu a zároveň je plnodřevná. Ranská borovice lesní je ekotyp nepotvrzeného původu na hořečnatých horninách (Mikeska a kol., 2009).

Horský ekotyp: Roste v 7. LVS (700 – 1 000 m n. m.). Vogtlandský náhorní ekotyp borovice lesní je specifický ekotyp rostoucí na hadcích ve Slavkovském lese. Stožecká borovice lesní je Šumavský, velmi odolný ekotyp borovice, který se vyskytuje na vlhkých a skalnatých stanovištích (Kaňák 1999, Hladilín, 1997).

Největší zastoupení v České republice má borovice lesní v CHS (cílový hospodářský soubor) 23 (kyselá stanoviště nižších poloh). Mezi další významné CHS můžeme zařadit CHS 27 (oglejená chudá stanoviště nižších a středních poloh), 21 (exponovaná stanoviště nižších poloh), 39 (podmáčená chudá stanoviště). Významný je také CHS 13 (přirozená borová stanoviště) (Mikeska a kol., 2008).

Borovice lesní si zachovala v přirozeném stavu dominanci nebo velký podíl pouze na podloží pískovců a pískových sedimentů., hlavně na kvádrových křídových pískovcích a píscích. Hadců, v extrémních podmínkách vápenců a rašelin na skalnatých výchozech různých kyselých hornin. Tato půdně exponovaná stanoviště překrývají svou osobitou povahou rozdíly klimatu a byla v lesnické typologii shrnuta mimo rámec klimatické stupňovitosti do stupně 0. Velká část těchto stanovišť se nachází v přibližně v rozpětí klimatu 3. – 4. LVS (lesního vegetačního stupně). Do 2. LVS zasahují bory na přechodu do borové doubravy nebo jako ojedinělý výskyt dealpínského boru. Oproti tomu, jako klimaticky vyšší můžeme hodnotit některé inverzní polohy se smrkem (0N, 0Y, 0T, 0G) nebo vyšší polohy sedimentů ze srážkově deficitních oblastí. Celkem vylišuje lesnicko – typologická klasifikace ÚHUL 13 souborů lesních typů, které jsou zařazeny do azonálního stupně 0 – bory (Mikeska a kol., 2008).

## **3.2. Pěstební a produkční charakteristiky borovice lesní**

### **3.2.1. Hospodářský význam borovice v ČR**

Borovice lesní je společně se smrkem ztepilým jednou z našich hlavních jehličnatých hospodářských dřevin (Slávik a Bažant, 2016). V roce 2 000 byla borovice lesní zastoupena v 17,6 % z celkové plochy porostní půdy. V roce 2018 byla borovice lesní zastoupena v 16,2 % z celkové plochy porostní půdy. Přirozené zastoupení borovice lesní v České republice je 3,4 % a doporučené zastoupení je 16,8 %. V roce 2 000 byl střední věk borových porostů 69 let, v roce 2018 byl střední věk borových porostů 75 let, což znamená, že nám borové porosty stárnou. V roce 2018 se vyvezlo 278 tis. m<sup>3</sup> borové kulatiny a vlákniny a dovezlo se 197 tis. m<sup>3</sup> borové kulatiny a vlákniny (Mze, 2018).

Průměrné ceny surového dříví pro tuzemsko v roce 2018 (Mze, 2018) :

Výřezy III. A/B třídy – 1 627 Kč/m<sup>3</sup>

Výřezy III. C třídy – 1 436 Kč/m<sup>3</sup>

Výřezy III. D třídy – 1 091 Kč/m<sup>3</sup>

Dříví V. třídy – 676 Kč/m<sup>3</sup>

Borovice lesní nám poskytuje velmi kvalitní dřevo s vynikajícími vlastnostmi. Toto dřevo je pružné, poměrně lehké a měkké. Nalezneme zde také pryskyřičné kanálky a dřevo má výraznou kresbu letokruhů. Jeho použití je především vhodné do dolů, kde se používá jako výdřeva, jako stavební dříví, dříví pro stavbu lodí nebo jako dříví na výrobu železničních pražců (Skalická a kol., 1988). Neopomenutelné využití je také při výrobě telegrafních sloupů nebo jako vinohradnické dřevo. Kvalitní výřezy borového dřeva můžeme použít také na výrobu krájených nebo loupaných dých (Úradníček, Chmelař, 1995).



### 3.2.2. Zásady výchovy borovice lesní

Borovice lesní se světlomilná dřevina, která má tendenci při solitérním růstu tvořit velké a košaté koruny. Pokud borovice lesní roste v dobrém zápoji, dochází k odumírání větví a na kmeni zůstávají pouze suché větve, později pouze jejich zbytky. Z tohoto důvodu se tedy snažíme pěstovat borovici lesní ve větším zápoji, nikoliv rozvolněně nebo solitérně (Mikeska a kol., 2008). Kvůli specifickým vlastnostem borovice lesní, je důležité při výchovných zásazích dodržovat speciální přístup. Oproti smrkovým porostům, borové porosty reagují na výchovné zásahy pomaleji. Při velkém, nešetrném výchovném zásahu je možné, že v porostu dojde k poklesu přírůstu nebo ztrátě produkce porostu. Pokud by došlo k příliš malému výchovnému zásahu, může tento zásah negativně ovlivňovat klima uvnitř porostu (Novák a kol., 2010). Z důvodů růstových vlastností borovice lesní je důležité, aby se při pěstování této dřeviny vytvářely porosty stejně staré a výškově nerozrůzněné.

Přirozeně zmlazené porosty borovice lesní v mladém věku (nárosty a kultury) nevyžadují téměř žádnou péči. Spíše výjimečně můžeme v přehoustlých porostech provést výřez především předrostlíků a obrostlíků pomocí prostřihávky či prořezávky. V případě přimíšení jiných pionýrských dřevin (bříza, vrba), je nutné tyto dřeviny vyřezat a doplnit tato místa dřevinami, které zde budou mít melioračně zpevňující význam (dub, buk) (Nárovec, 2000).

Při vzniku porostů z umělé obnovy, kterou provádíme pomocí krytokořených nebo prostokořených sazenic, kde nám minimální počty, které musíme vysadit na jeden hektar, určuje vyhláška č. 139/2004 Sb., se tyto počty pohybují kolem 8 – 9 000 kusů na hektar. Tyto porosty také v mladém věku nepotřebují zvláštní péči, pokud jsou založeny správným postupem. Důležitá je ovšem ochrana těchto uměle založených mladých kultur před klikorohem borovým, zvěří nebo například buřením (Nárovec, 2000).

První výchovné zásahy, které provádíme v borových porostech, směřujeme na výřez nekvalitních jedinců, kteří by neměli přínos pro dobrou kvalitu porostu. Jedná se především o předrostlíky a obrostlíky, což jsou jedinci, kteří mají košaté koruny, silné větve nebo mají abnormální růst a dostávají do nadúrovně

porostu (Poleno a kol.,2009). Tento zásah se projeví kladně a zlepší podmínky pro porost. První takovýto výchovný zásah se snažíme provést kolem 5–9 roku porostu, kdy je možné rozpoznat nežádoucí jedince v porostu, které je potřeba odstranit (Slodičák a kol., 2013).

Probírky v borových porostech byly v minulosti velice zanedbávány. Porosty borovice lesní byly vysazovány velmi hustě (až 20 – 40 000 sazenic/ha). Toto bylo prováděné z důvodu toho, že se předpokládalo, že tyto porosty díky své velké hustotě dokáží produkovat kvalitní a cenné dříví, kde bude rychlý růst a čistší kmeny. Probírky v těchto porostech se řídili dle tabulek, kde se počítalo se slabou, případně mírnou podúrovňovou probírkou (Poleno a kol., 2009). Nový vývoj probírkové strategie počítá s novými metodami a zásadami. Snažíme se zakládat porosty s menším počtem sazenic, než je 10 000 ks/ha, případně vyšší počet sazenic se snažíme redukovat již ve fázi mlaziny, kde se můžeme dobře přesvědčit o hustotě porostu. Ve fázi tyčovin provádíme silnější výchovné zásahy. V této fázi již můžeme rozdělit porosty, ve kterých můžeme počítat v budoucnu se stavebním dřívím nebo s cennými výřezy. V této fázi podporujeme hlavně úrovňové stromy. Při probírkách se snažíme provést nejsilnější zásahy v první polovině obmýtí. V druhé polovině obmýtí se snažíme zásahy zmírnit, protože by si již vytvořili úrovňové stromy s dobrou vitalitou a těžíme tedy především stromy méně vitální. Podúrovňové náletové dřeviny můžeme v porostu nechávat a pracovat s nimi, případně nám mohou zaplnit mezery v porostu (Mikeska a kol., 2008).

### **3.2.3. Obnovní způsoby borových porostů**

Borové porosty lze obnovovat dvěma způsoby. Jeden ze způsobů obnovy je přirozená obnova, kde dochází k nalétnutí semen z okolních stromů na obnovovanou plochu. Druhým ze způsobů, kterým lze obnovit borové porosty, je umělá obnova, kde dochází k vysazování sazenic na obnovovanou plochu. Umělá obnova se v Evropě provádí již několik staletí z důvodu její snadné realizace a obnovy zabuřeněných ploch. Pokud bychom chtěli zabuřeněné

plochy obnovovat přirozenou obnovou, je zapotřebí provést dostatečnou přípravu půdy (Mikeska a kol., 2008).

### **3.2.3.1. Umělá obnova borovice lesní**

V roce 1990 se uměle obnovilo 5 173 ha borových porostů (MZe 2000). V roce 2000 se pomocí umělé obnovy obnovilo 2 596 ha borovice lesní (MZe 2000). V roce 2010 se borovice uměle obnovila na 2 171 ha (MZe 2010). V roce 2018 proběhlo umělé obnovení borovice na 1 778 ha (MZe, 2018).

Umělá obnova borových porostů se zpravidla provádí výsadbou sazenic na holé plochy. Sazenice na umělou obnovu mohou být prostokořenné nebo krytokořenné. Množství sazenic, které musíme na dané plochy vysadit nám určuje vyhláška č. 139/2004 Sbírky (Slodičák a kol., 2013). Množství sazenic se pohybuje kolem 8 000 – 9 000 dle hospodářského souboru. Na HS 13, 21, 23, 25, 31, 35 se musí vysadit minimálně 9 000 sazenic na jeden ha. Na HS 43, 53, 41, 45, 51, 55, 19, 27, 29, 39, 57, 01 se musí vysadit minimálně 8 000 sazenic na jeden ha. Tyto počty platí, když je borovice lesní jako hlavní dřevina (Vyhláška č.139/2004 Sb., 2020).

Výhoda umělé obnovy borovice lesní může být úplná genetická změna mateřského porostu a vytvoření různé druhové skladby porostu, kde můžeme i úplně změnit druhovou skladbu původního porostu. Při umělé obnově si můžeme vybrat kvalitní sadební materiál, který při obnově použijeme. Pokud použijeme umělou obnovu, můžeme již dopředu počítat s výchovnými zásahy, přičemž můžeme vytvořit linky v porostu nebo použít pro nás vhodný spon výsadby, který nám ulehčí další výchovné zásahy v těchto porostech (Kupka, 2004). Jako nevýhoda umělé obnovy na holých plochách může být přehřívání těchto ploch a nedostatečný srážkový úhrn na těchto plochách. Při nedostatečném srážkovém úhrnu a přehřívání ploch může docházet k přísušku vysazených sazenic. Umělá obnova je vázána na lidskou práci, při které vždy nemusí být výsadba provedena dobře a odborně. Lidský faktor může při výsadbě způsobit špatný růst nebo vysokou mortalitu vysazených sazenic. Při

umělé obnově se také často setkáváme se škodami zvířít, proti kterým je potřeba dělat obranná opatření (Bílek a kol., 2017).

### **3.2.3.2. Přirozená obnova borových porostů**

Při přirozené obnově dochází ke vzniku nového porostu z matečného porostu. Pokud se porost na daném stanovišti obnovoval delší dobu pomocí přirozené obnovy, postupem času se tato populace přizpůsobovala podmínkám na daném stanovišti, což vytvořilo vhodný ekotyp pro dané stanoviště. Při přirozené obnově se se vzniklým semenáčkem již nijak nemanipuluje, což má velmi kladný vliv na jeho kořenový systém, který není nikterak deformován a může se volně vyvíjet. Kořenový systém a jeho stabilita je důležitá po celou životnost daného porostu (Kupka, 2004). Pro přirozenou obnovu je důležitý dostatek semen, ke kterému dochází především v semenných letech. Semenné roky při velmi dobrých podmínkách můžou být i dva za sebou. Obecně jsou semenné roky a množství semen či jejich produkce k velkému areálu a různým podmínkám silně individuální. Nalétnutí semen na plochu a pokrytí plochy semeny je závislé na mnoha faktorech, které mohou být například síla úrody, počet výstavků a případně velikost nebo vzdálenost obnovované plochy od porostu nebo výstavků. Na jeden metr čtvereční obnovované plochy často nalétá několik desítek semen, která mají klíčivost kolem 85 %. Přirozená obnova borových porostů je důležitá pro zachování cenných ekotypů a populací borovice lesní (Šindelář, 2004).

Přirozená obnova borovice lesní má několik faktorů, které mohou ovlivnit tuto obnovu. Jedním z nich jsou stanovištní podmínky, do kterých řadíme například vodu, světlo, živiny, půdní poměry, vegetaci v porostu nebo jiné škodlivé vlivy. Další důležitý faktor pro přirozenou obnovu je lidský nebo technologický faktor. Vliv lidského faktoru je důležitý při úpravě světelných podmínek, kde může dojít ke snížení zakmenění porostu a tím zvýšení světelných podmínek v porostu nebo vykácení celé části porostu, kde nám vznikne holina. Vhodná je také příprava půdy, která nám pomůže k lepšímu uchycení semen. Vhodnou přípravou půdy také omezíme přízemní vegetaci

v porostu. V případě potřeby je nutné zajistit ochranu před škodlivými vlivy, kterými může být například lesní zvěř (Bílek a kol., 2017).

### 3.2.3.3. Holosečný obnovní způsob

Při obnovním způsobu holosečném je nutné vytěžit všechny stromy v porostu nebo v jeho části. Tyto plochy se tedy přemění na holiny. Čím je holina větší, tím více se uplatňují její přednosti. Výhody holé seče jsou především technického rázu, což znamená koncentrace pracovníků a strojů, snadná těžba a vyklizování těžných stromů, snadné zalesňování a výchova porostů. Nevýhody jsou převážně ekologické a biologické. Mezi tyto nevýhody můžeme řadit nepříznivé mikroklimatické podmínky, chybějící ochranné působení na následný porost i na lesní půdu, nebezpečí eroze půdy nebo ztráty živin (Poleno a kol., 2009). Tímto způsobem hospodaření se začaly vytvářet monokultury, které jsou ve velké míře k nalezení i dnes. Na tyto porosty často působí abiotičtí a biotičtí činitelé. Mezi abiotické činitele můžeme zařadit například vítr nebo sníh. Mezi biotické činitele řadíme například kůrovce (Průša, 1999).

Jedním ze způsobů, jak borovici lesní přirozeně zmlazovat na holinách je **způsob přirozené obnovy holin pomocí bočního náletu semen**. Při tomto způsobu obnovy se snažíme vytvářet spíše delší a užší holé seče. Šíře holé seče by měla být kolem 30 m, což je asi jedna výška těžného porostu. Při tomto způsobu očekáváme nálet semen ze stěn i nitra vedlejšího porostu. Na holině je vhodné provést přípravu půdy pro lepší uchycení a klíčení semene. Doporučuje se také s předstihem provést uvolnění korun stromů, ze kterých očekáváme nálet semen. U těchto stromů by se měl projevit světlostní přírůst koruny, čím by se nám měla zlepšit úroda šišek a semen (Šindelář, 2004).

Dalším a častým způsobem, jak přirozeně obnovit borovici lesní je **výstavkový obnovní způsob**. Tento způsob probíhá tak, že se na vytěžené ploše, tedy vzniklé holině ponechají výstavky. Jako výstavky se snažíme vybírat především stromy s mimořádně velkým a dlouhotrvajícím přírůstem a s co největší kvalitou dřeva. Tyto stromy mohou být v porostu buď skupinově nebo

samostatně rozmístěny (Poleno a kol., 2009). Na jeden hektar obnovované plochy by mělo být ponecháno kolem 20–30 výstavek (Šindelář, 2004). Výstavky s dobrým přístupem, které se nacházejí u přibližovacích linek nebo cest, můžeme vykácet do 10–20 let nově vzniklého porostu. Výstavky uvnitř nově vznikajícího porostu budeme kácet až v dalším obmýtí. Ponechané výstavky často omezují přírůst nově vzniklého porostu, kde se pod výstavky vytváří zóna krnění, která se projevuje zpomaleným růstem mlazin a tyčovin. Zpravidla je nutné počítat, že díky výstavkům ztratíme kolem 20% produkce nového porostu, což zpravidla výstavky v celkové produkci nestačí vyrovnat. Pokud bychom tuto ztrátu chtěli vyrovnat, musíme docílit vysoké hodnoty dřeva výstavek. Dalším značným problémem výstavkového hospodářství je to, že i přes velmi pečlivý výběr výstavek se určitá část nedožije dvojnásobné doby obmýtí. Musíme je předčasně kácet nebo dojde k jejich napadení biotickým nebo abiotickým činitelem. Tím dochází ke ztrátám výstavek i ke škodám na porostu. Borovice lesní je nejvhodnější dřevina na tento způsob obnovy (Poleno a kol., 2009).

#### **3.2.3.4. Obnova clonou sečí**

Podobně jako u holé seče vstupuje celý porost do procesu obnovy naráz. Starý porost se netěží najednou, ale postupně. Korunový zápoj se po celé ploše stejnoměrně postupně rozvolňuje až se sečí domýtnou úplně dotěží. Tento obnovní postup je především pro stinné dřeviny a používá se především v bukových porostech, kde se taktéž praktikuje okrajová clonná seč a skupinová clonná seč. V porostech, kde je buk ve směsi jinými listnáči, případně v hercynské směsi se používá tento způsob také. Obnova clonnou sečí může být použita i pro borovici, kde ovšem postup dalšího uvolňování musí být rychlejší, protože borovice snáší zástin pouze v raném mládí (Poleno a kol., 2009). Clonná seč v borovém hospodářství je u nás spíše výjimečná. Ve velké míře se provádí například v severských zemích. Pro lepší zmlazování pod matečným porostem je vhodné provést přípravu půdy. (Bílek a kol., 2018).

Dnes používaná clonná seč má čtyři fáze:

Seč přípravná – v této fázi se provádí rovnoměrné rozvolnění korunové vrstvy po celé ploše. Snažíme se odstranit druhy dřevin a stromy nevhodné k obnově, což nám rozvolní koruny stromů, které zůstanou. Tím docílíme větší fruktifikace. Snažíme se také přispět k rozkladu humusu, hrabanky a po celé ploše vytvořit příznivé podmínky pro vyklíčení semen.

Seč semenná – tato seč se provádí v semenném roce stejnoměrně velkým zásahem po celé ploše. Míru prosvětlení volíme dle nynějšího stavu a potřeby porostu, případně podle lokálních zkušeností. Při těžbě a vyklizování dříví ještě pomáháme ke zraňování půdy.

Seč prosvětlovací – tato seč se provádí individuálně ke dřevině a potřebám nově vzniklého porostu. Často se jedná o zásahy opakované. Snažíme se je provádět v zimním období, kdy je sněhová pokrývka a nejsou velké mrazy. Vždy provádíme až při dosažení dvouletých semenáčků. U borovice je tento zásah nutné dělat rychleji než u ostatních dřevin, protože snáší zastínění pouze v raném věku semenáčků.

Seč domýtná – v této seči domýtíme zbytky původního porostu. Pokud je to nutné, především u slunných dřevin je možné ponechat odpovídající počet výstavků (Poleno a kol., 2009).

Mezi výhody tohoto obnovního způsobu patří i to, že pod matečným porostem je příznivé klima a tvoří ochranu nového porostu před abiotickými činiteli (mráz, sluneční záření, těžký sníh, vítr). Nově vznikající porost pod matečným porostem si zpravidla vytváří tenké větve, což může pomoci k samovolnému vyvětlování a vzniku kvalitních a cenných porostů (Bílek a kol., 2017; Poleno a kol., 2009).

Mezi nevýhody můžeme řadit poměrně velkou náročnost na provedení této obnovy. Především v zanedbání prořezávání a prosvětlování matečného porostu v raném věku semenáčků může docházet k jejich velké mortalitě. Při přípravě půdy pod matečným porostem může snadno dojít k poškození kořenů matečního porostu (Bílek a kol., 2017).

### 3.2.3.5. Násečný obnovní způsob

Tento způsob umožňuje další možnosti maloplošné obnovy lesa. Obnova porostu se zajišťuje na dvou dílčích plochách současně, ale plochy mají odlišné růstové podmínky. První plocha je vykácený pruh naholo. Vedlejší pruh, který je směřován ve směru postupu obnovy, je proředen. Na holině se obnovují slunné dřeviny, ve vedlejším pruhu se mohou obnovovat stinné dřeviny a může tak docházet ke vzniku smíšených lesů. Tyto dva pruhy nejsou zpravidla širší než jedna výška těžného porostu (Poleno a kol., 2009). Dle místních podmínek je možné takový způsob použít i pro borové porosty. Vhodná stanoviště pro přirozenou obnovu borových porostů jsou na chudších půdách s tenkým nadložním humusem. Při obnově na půdách se silnější humusovou vrstvou, s vysokou pokrývností mechů, trav nebo bylin je důležité provést přípravu půdy a nálet včas uvolňovat (Vacek a kol., 1995). Neméně podstatná je i volba směru těžby, odkud těžba začne a kterým směrem bude po obnovní dobu postupovat. Často se uplatňuje těžba od východního okraje. Postup těžby probíhá proti převládajícím větrům, již od rána je pouštěno slunce do porostu, kde může vysušovat vzniklou rosou nebo v případě mrazíků rychlé roztávání semenáčků a námrazy. Rychlé roztání semenáčků může způsobovat potrhání buněk v pletivech. Pokud bychom začínali od jihu až západu, působilo by zde silné záření a převaha větrů. Pouze větší množství srážek by mohlo zlepšovat ekologickou situaci. Tento směr připadá v úvahu pouze při obnově slunných a stabilních dřevin. Nejčastěji vedený směr je od severu, především při nedostatku srážek. Tento směr vyhovuje ovšem spíše stinným dřevinám (Poleno a kol., 2009).

## 3.3. Škodliví činitelé borovice lesní a jejích porostů

### 3.3.1. Biotičtí škodliví činitelé

Mezi nejvýznamnější houbové patogeny na borovici lesní patří kornice borová (*Cenangium ferruginosum* Fr.), *Sphaeropsis sapinea* Fr. a václavka smrková (*Armillaria ostoyae* R.). Mezi významný podkorní hmyz škodící na



borovici můžeme zařadit lýkožrouta vrcholkového (*Ips acuminatus* G.), lýkožrouta lesklého (*Ips chalcographus* L.), lýkohuba sosnového (*Tomicus piniperda* L.), lýkohuba menšího (*Tomicus minor* H.), krasce borového (*Phaenops cyanea* F.) (Pešková a kol., 2016).

Kornice borová patří mezi vřeckovýtrusné terčoplodé houby. Její stádia jsou založena pod kůrou větví různých tloušťek případně i na kmenech stromů. Při dobrém počasí a silné infekci dokáží pokrýt celé větve stromů. Při silné infekci pozorujeme prosychání větví v korunách stromů, které mohou později vést k celkovému prosvětlování porostu. Tato houba je často označována za slabého parazita, který ovšem dokáže dobře parazitovat na oslabených jedincích a dokáže je svým působením úplně zahubit. Napadá všechna věková stádia borovice lesní, tudíž ji můžeme najít ve školkách ale také v mýtných porostech (Pešková a Soukup, 2011; Pešková a kol., 2016).

*Sphaeropsis sapinea* Fr. je imperfektní houba. Tato houba napadá rostoucí letorosty stromů. Její napadení letorostů nemusí být vždy jen na borovici lesní, ale také u jiných druhů borovic. Její výskyt je také známý na smrku ztepilém. Při napadení dokáže zahubit nejen oslabené borovice v mýtním věku, ale také kultury nebo borové síje (Pešková a kol., 2016).

Václavka smrková je stopkovýtrusná dřevokazná houba. V České republice je nejčastější a nejškodlivější zástupce tohoto rodu. Václavka smrková vytváří kloboukovité plodnice, které rostou v trsech a vyrůstají nejčastěji přímo z napadených kořenů, kořenových náběhů, pařezů či bází kmenů (Pešková a kol., 2016). Václavku smrkovou můžeme na dřevině poznat také podle hniloby, kterou provádí na napadených stromech. Další poznávací znamení může být mycelium, které se vyskytuje v podobě bílé zbarveného podhoubí nebo jako provazcovité černé podhoubí tzv. rhizomorfy. Šíření václavky smrkové může probíhat pomocí rhizomorf nebo pomocí basidiospor (Soukup, 2005). Václavka smrková je významný houbový patogen, který napadá nejrůznější jehličnany, výjimečně může napadat i listnáče (Pešková a kol., 2016).

Lýkožrout vrcholkový je lýkožrout, napadající především borovice. Dospělec může být velký až 3,9 mm. Rojení začíná od konce dubna až po celý květen. Brouk přezimuje pod kůrou především ve stádiu dospělého. Celý vývoj probíhá v korunové části stromu, kde je hladká kůra. Vytváří hvězdicovitý požerek, který je hluboce zaříznutý do běle. Jeho výskyt je všude v borových porostech. Přednostně napadá jedince, kteří mohou být oslabeni například suchem. Často také napadá zlomy nebo polomy. Pokud se lýkožrout vrcholkový přemnoží, napadá také zdravé a neoslabené stromy (Pešková a kol., 2016).

Lýkožrout lesklý může mít až 2,8 mm velkého dospělého. První rojení probíhá od konce dubna až do konce května. Druhé rojení probíhá po celý červenec a srpen. Pokud jsou vhodné podmínky, může proběhnout i třetí rojení. Kromě vajíčka, mohou přezimovat všechna vývojová stadia. Přezimování probíhá pod kůrou (Pešková a kol., 2016). Požerek lýkožrouta lesklého je hvězdicovitý. Snubní komůrka je na borovici viditelná na spodní straně lýka v běli – na rozdíl od smrku, kde viditelná není. Lýkožrout lesklý napadá především smrk a borovici, případně i další jehličnany. Jeho výskyt můžeme pozorovat v mladších i starších porostech borovice. Na stromě se vyskytuje především v korunové části stromu, případně i na kmenech (Zahradník, 2007).

Lýkohub sosnový může dosahovat velikosti až 4,8 mm. Rojení probíhá z kraje jara, od konce února do konce dubna. Brouci si vybírají pro nalétávání kmene borovic s rozpraskanou kůrou. V těchto kmenech vytváří jednoramenný požerek (Hartmann a kol., 2001). V červenci a srpnu nalétávají nově vylíhlí brouci do výhonů borovice, kde prodělávají zralostní žír. Pomocí tohoto žíru infikují stromy parazitickými houbami. Napadené letorosty opadají. Přezimování brouků je v letorostech, nebo jsou zavrtaní v silné kůře kmene stromu. Napadení stromu poznáme podle ronící se pryskyřice nebo podle velkého množství opadaných letorostů (Pešková a kol., 2016).

Lýkohub menší dosahuje v dospělosti velikosti až 5,2 mm. Jeho vývoj probíhá v korunové části kmene a v silnějších větvích. Při nalétnutí samečka na strom se zavrtává přes tenkou papírovou borku do kmene, kde vytváří snubní komůrku. Zralostní žír je v dřeni letorostů zdravých borovic. Po ukončení zralostního žíru zůstávají ve výhoncích, se kterými padají na zem a zahrabávají

se k přezimování do hrabanky. Požerek lýkohuba menšího je příčný, dvouramenný a svorkovitý. Lýkohub menší má jednu generaci ročně, pokud je příznivý rok, může mít i dvě. Jedná se o poměrně agresivní druh, který napadá málo oslabené stromy. Pokud dojde k přemnožení, může napadat i stromy zdravé. K nalétnutí si vybírá vršky stromů, kde je tenká kůra (Pešková a kol., 2016; Atlas poškození dřevin, 2020).

Krasic borový je až 13 mm velký brouk. Doba rojení je od začátku května do konce srpna. Zpravidla má jednu generaci ročně, ve vybraných případech může být vývoj i dvouletý. Využívá se pod kůrou kmene. Požerek je plochý a chodby jsou meandrovité. V místě napadení můžeme často vidět výrony pryskyřice. Tento druh je poměrně hodně vázaný na počasí, kdy k jeho přemnožení dochází především v době sucha. Napadá především starší porosty borovic (Pešková a kol., 2016; Zahradník, 2008).

Klikoroh borový (*Hylobius abietis*, L.) se dorůstá velikosti kolem 10–13 mm. Má hluboce tečkovaně rýhované krovky, které jsou zdobeny žlutými skvrnkami (Javorek, 1968). Pro lesní hospodářství je klikoroh borový velkou hrozbou. Zpravidla se živí mladou borkou a napadá čerstvě vysázené kultury. Škodí především na borovici, smrku a douglasce takovým způsobem, že stromky ve velkých počtech odumírají. Některé plochy se proto preventivně ošetřují insekticidy. Klikoroh borový je typickým průvodcem pasečného hospodaření. Při přemnožení může škodit i na slabších větvičkách vzrostlých stromů (Wohlleben, 2016).

Škody zvěří jsou specifickým problémem především nejmladších lesních porostů, a způsobuje je hlavně zvěř spárkatá. Největší škody na lesních porostech má na svědomí zvěř jelení, mufloní, jelen sika a zvěř dančí. Za posledních sto let se v celé střední Evropě zvyšovaly stavy zvěře jelení, srnčí a mufloní až tyto stavy v poválečném období vzrostly deseti až dvacetinásobně. V dnešní době se škody zvěří hodnotí především na základě měření ve srovnávacích kontrolních oplůtkách. Vznikají především výsledkem těchto faktorů: početnost zvěře, úživnost prostředí, specifické nároky zvěře na potravu a prostředí. Zvěř nám může škodit okusem a vytloukáním, což je zatížení především mladých lesních porostů nebo samotných semenáčků. V důsledku

okusu nebo vytloukání je u porostů zpomalen nebo dokonce zastaven přírůst. Může docházet také ke snížení kvality stromku z důvodu vytvoření vidlice nebo deformace kmene. Škody způsobené vytloukáním jsou nápadné, ale významem i rozsahem jsou mnohem menší než okusem. Škody způsobené loupáním kůry nebo ohryzem jsou způsobovány především na jehličnatých porostech (z 80 % na smrku). Loupání kůry znamená strhávání pruhů kůry a lýka v předjaří a během vegetace, kdežto ohryz probíhá v zimním období a vzniká v různých místech na kmenech a větvích. Poranění je zpravidla napadáno dřevokaznými houbami (Poleno a kol., 2009). Škody zvěří se můžeme snažit snížit pomocí biologické ochrany lesních porostů. Biologická ochrana je především chov zvěře v odpovídajících stavech. Jako další je důležitá péče o životní prostředí zvěře. Snažíme se zvyšovat přirozenou úživnost například dřevinnou skladbou a okusovými dřevinami, nebo zřizováním pastevních políček a luk nebo dobře načasovaného příkrmování zvěře správnými druhy krmiva včetně jeho množství. Mechanická ochrana spočívá v zabránění přístupu zvěře k jednotlivým dřevinám nebo plochám, na kterých se nacházejí ohrožené dřeviny. Nejčastěji se používají různé typy oplocenek. Chemická ochrana proti škodám zvěří se provádí pomocí odpuzovadel neboli repelentů a dochází tak i individuální ochraně sazenic. Tyto repelenty je nutné obměňovat z důvodu toho, aby si na ně zvěř nezvykla. Repelenty se aplikují buď postřikem nebo nátěrem. Jedná se o velmi častou ochranu proti škodám zvěří v České republice (Císlarová, 2001).

### **3.3.2. Abiotičtí škodliví činitelé**

Vítr

Vítr je proudění vzduchu z míst většího atmosférického tlaku do míst s menším atmosférickým tlakem. Je to nejvýznamnější zdroj sil působící na strom. Škody větrem závisí na ročním období, stanovišti, postavení porostu a dalších okolnostech. Při větru nám mohou vznikat polomy, zlomy, vývraty nebo předčasný opad jehličí či šišek (Kolařík a kol., 2010).

## Sníh

Škodlivý je především mokrý sníh. Mokrý sníh může vytvářet souvislé vrstvy a jeho hustota je velmi vysoká 300–500 kg na metr krychlový, v extrému to může být až 800–900 kg na metr krychlový. Jako kritická vrstva sněhu se uvádí 25–40 cm (Vicena a kol., 1979). Kdežto Peltola a kol. (1997) uvádí, že středně riziková je vrstva 20–40 cm, a vrstva 60 cm znamená vysoké riziko poškození.

## Námraza

Rozeznáváme tři typy námrazy: jinovatku, zrnitou námrazu a ledovku. Nejnebezpečnější je zrnitá námraza a ledovka. Rozdíl je ve vzniku, kdy zrnitá námraza vzniká rychlým umrznáním kapek, kdežto ledovka vzniká pomalým mrznutím deště. V korunách stromů mohou vznikat i vrstvy, které jsou několik desítek centimetrů silné. V tomto období je také snižená teplota kmene, kde dochází ke změně mechanických vlastností dřeva, které je sice tužší a pevnější, ale také křehčí. Toto vše dohromady může způsobit selhání části stromu nebo jeho celého celku. Častými následky jsou zlomy větví, částí kmene nebo typické vrcholové zlomy (Vicena a kol., 1979). S tímto poškozením je úzce spojeno i šíření patogenních organismů skrze poškozené části kmene (Kolařík a kol., 2010).

## Voda

Voda může působit jako přídatná zátěž vlastní hmotností stromu. Jedná se o vodu zachycenou povrchem stromu na kmeni a na větvích především při deštích nebo je to kondenzovaná voda z ovzduší. Voda kapalná oproti sněhu nebo námraze netvoří příliš velkou zátěž. Může nám ovšem škodit snížením soudržnosti zeminy a snížením tření mezi kořeny a půdou, což může výrazně snížit sílu potřebnou pro vyvrácení stromu (Kolařík a kol., 2010). U porostů nadbytek vody může také snížit fyziologickou aktivitu kořene. Má za následek nedostatek kyslíku, může snižovat schopnost přijímat živiny a dochází k redukci kořenů (MZLU Brno, 2020).

## Sucho

Sucho vzniká při dlouhodobém nedostatku vody. Na první pohled je znatelné žloutnutím a zasycháním jehlic od špičky, zvlněním jehlic či skvrnitostí jehlic. Může nám snížit výškový i tloušťkový přírůst a redukovat asimilační orgány. Postupem času může dojít k celkovému zhoršení stavu, opadu jehlic nebo či rozpraskání kmene. Konečná fáze sucha je celkové uschnutí jedince (Atlas poškození dřevin, 2020).

## Oheň

Oheň borovicím obecně spíše prospívá než že by jim škodil. Při menším požáru a zničení vegetace oheň přispívá k obnově borovice jakožto světlomilné dřeviny. Výzkumy potvrdily, že oheň borovici pomáhá již od její evoluce (Conifers.org, 2020). K hlavní adaptaci především na menší pozemní požáry patří tlustá kůra u paty stromu, která bez problému těmto požárům odolá a strom tak dokáže přežít (National Forests Foundation, 2020).

## **3.4. Charakteristika zájmové oblasti**

### **3.4.1. Geologické poměry**

Zkoumaná lokalita se nachází v horninovém typu zpevněného sedimentu. Do těchto sedimentů spadají brekcie, slepenec, pískovec, arkóza a jílovec. Na vybrané lokalitě se vyskytuje pískovec, který patří do zpevněných, vytříděných psamitů, kde klasty jsou více než devadesát procenty tvořeny křemenem nebo silicity. Podíl živcových zrn by neměl přesáhnout deset procent, prachovité a jílovité příměsi dvacet procent. Křemenný pískovec s křemitým tmelem postupně vedou k dokonalým tmelným křemencům. Matrix může být aleuritická nebo pelitická, případně smíšená. Barva pískovců závisí na matrixu nebo tmelu, u křemenných pískovců převládá nažloutlá barva (Kynický a kol., 2015).

V České republice se křemenné pískovce vyskytují kolem Mníšku pod Brdy i na bázi moravského devonu (Jeseníky), v karbonu a permu Českého masivu a ve svrchní křídě Českého masivu. Nejvýznamnější křemenné pískovce se táhnou od Božanova na jihovýchodní okraj Broumovských stěn. Jím podobné

pískovce se těžily na úbočí Boru. V současnosti se těží v Radkově na polské straně (Kynický a kol., 2015). Soustava Český masiv je součástí Hercynského orogénu, který zahrnuje území Čech a západní Moravy až po Znojmo, Přerov a Karvinou. Další jeho části leží na území Polska, Rakouska a Německa. Rozloha Českého masivu je sto tisíc kilometrů čtverečných (Petránek a kol., 2016). Do této soustavy spadá oblast křída a region česká křídová pánev s regionální jednotkou jizerský vývoj, kde se nachází zkoumaná plocha (Geovědní mapa, 2020).

Lokalita patří svým původem do mezozoika neboli druhohor. Tato éra trvala přibližně 185 miliónů let a dělí se na tři útvary, trias, jura a křída. Útvar křída trval osmdesát milionu let a je nejmladší v mezozoiku. Dělí se na spodní a svrchní křídu a do svrchní křídy spadá i vybraná lokalita. Pro oddělení svrchní křídy jsou charakteristické paleogeografické změny, kde došlo k oddělení Jižní Ameriky od Afriky, posunu Indie, pohybu Severní Ameriky k západu a oddělení Grónska od Euroasie (Geovědní mapa, 2020; Petránek a kol., 2016).

Přesněji nalezneme lokalitu v souvrství jizerském. Tradiční název této oblasti se nazývá facie kvádrových pískovců. Facie kvádrových pískovců neobsahují žádné živiny, přesněji je zde naprostý nedostatek (Geovědní mapa, 2020). Zdejší podklad je křemenný a vznikl z vyvřelých a usazených hornin. Křemen je charakteristický tvrdou a spíše nerozpustnou strukturou, proto jej nalezneme ve formě písků a štěrků (OPRL, 2020).

### **3.4.2. Pedologické poměry**

Převažují zde půdy vzniklé zvětráváním pískovců a jsou převážně kyselé, chudé, písčité až hliníkovité se skeletem. Nejvíce je PLO 18 zastoupena kambizem, druhá nejvíce zastoupena půda je podzol, dále jsou půdy zastoupeny do 5 %, ranker, rendzina, pararendzina, luvizem, glej, fluvizem a pseudoglej (OPRL, 2020).

Zkoumaná lokalita spadá do půdního typu podzol arenický. Podzol se vyskytuje převážně v horských oblastech, ale i v nížinách. Zde se uplatňuje nížinný podzol, tento půdní typ vzniká na extrémně chudých písčitých substrátech (pískovce, naváté písky, terasové štěrkopísky) pod borovými doubravami. Reliéf terénu bývá plochý. Zrnitostní složení podzolů je lehčí, s velmi častým obsahem skeletu. Obsah surového humusu je vysoký, reakce je silně kyselá, sorpční vlastnosti špatné. Tento typ půdy má malou úrodnost, ale pod lesem může být relativně produktivní (Tomášek, 2007).

PLO 18 zaujímají podzoly arenické největší plošnou rozlohu v Čechách, okolo 19 %, a jsou vázány na kvádrové kaolinické pískovce s lesními společensty kyselých a smrkových borů (OK, ON) (OPRL, 2020).

### **3.4.3. Klimatické poměry**

Zkoumané plochy spadají do mírně teplého pásu, přesněji do MT9 (mírně teplá klimatická oblast). Počet letních dní se v této oblasti pohybuje kolem 40–50. Počet dní s průměrnou teplotou 10 a více °C je 140–160, počet dní s mrazem je zde 110–130 a počet ledových dní je 30–40. Průměrná lednová teplota je v této oblasti -3 až -4 °C, průměrná červencová teplota je 17–18 °C, průměrná jarní a podzimní teplota je 6–8 °C. Průměrný počet dní se srážkami 1 a více milimetrů je 100–120. Suma srážek ve vegetačním období je 400–450 mm, v zimním období je to 250–300 mm a celková suma srážek v dané lokalitě je 650–750 mm. Přibližně 60–80 dní se na lokalitě nachází sněhová pokrývka. Počet zatažených dní v oblasti této lokality je 120–150 a počet jasných dní je 40–50. Celkově je zde jaro mírně teplé a krátké. Léto je ovšem dlouhé, teplé a suché nebo mírně suché. Podzim je teplý a krátký. Zima je zpravidla mírná, suchá a krátká (Quitt, 1971).



### 3.4.4. Floristické poměry

Na zkoumaných lokalitách se v bylinném patře jako významná a nejvíce zastoupená vyskytovala borůvka černá (*Vaccinium myrtillus* L.). Jedná se o nízký keřík, který se přirozeně vyskytuje v lesích, na rašelinách nebo na vřesovištích (Deyl a Hísek, 2001). Borůvka černá je jeden z boreálních prvků pásma jehličnatých lesů s eurosibiřským rozšířením. Její rozšíření v jižní Evropě je pouze v horách (Seidel, 2013). Jedná se o silně rozvětvený, zakrslý keř, který plodí modročerné jedlé bobule. Plody borůvky černé můžeme používat jako potravu a v lékařství, kde se kromě bobulí využívají i listy. Plody mají velkou výživovou hodnotu, a proto jsou vhodné pro výrobu kompotů nebo sirupů. Rozšiřování zpravidla zajišťují ptáci přes svůj zažívací cyklus. Květy opylují včely a čmeláci. Životnost borůvky černé může být až 30 let (Deyl a Hísek, 2001; Seidel, 2013).

Na zkoumaných plochách se také nacházela mezi borůvkou černou také brusnice brusinka (*Vaccinium vitis idaea* L.). Jedná se o nízký neopadavý keřík, který se dorůstá výšky až 24 cm. Listy jsou střídavé, ale často dvouřadě rozložené. Roste hojně v sušších lesích, především borových, na pískách a kyselých půdách (Pilát a Ušák, 1976). Brusnice brusinka se může vyskytovat také na rašeliništích. Plody lze využít jako kompotované ovoce nebo v lékařství (Deyl a Hísek, 1980).

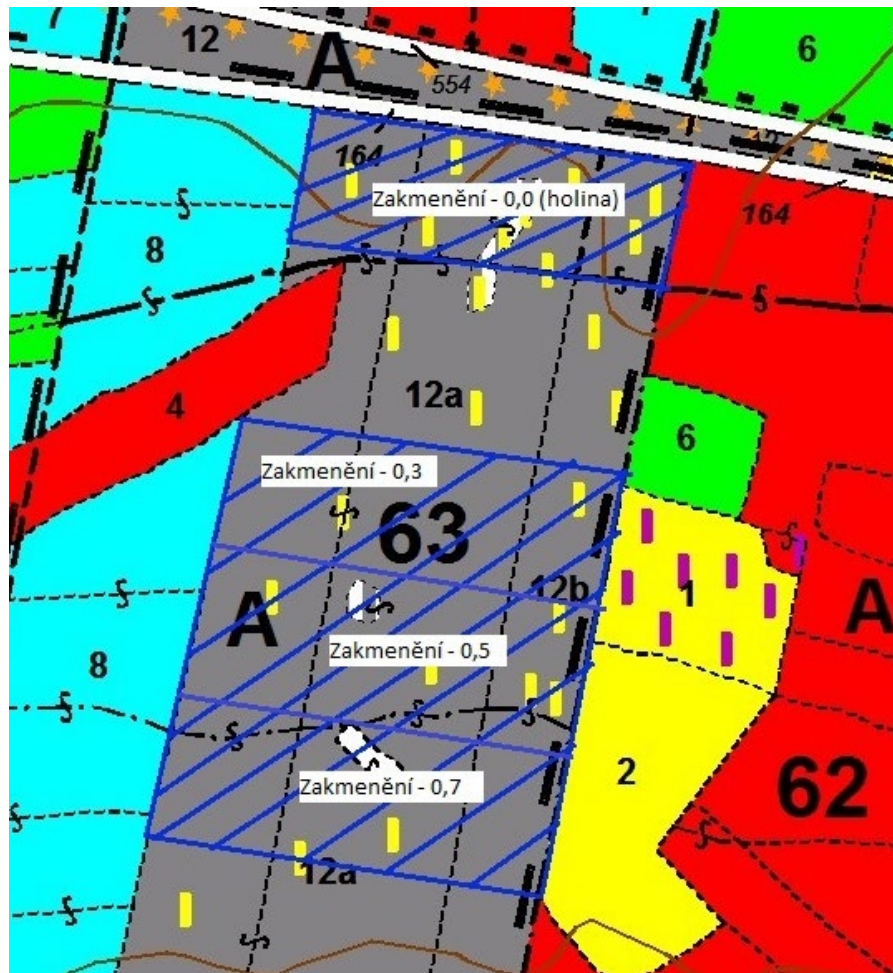
Na části zkoumaných ploch se nacházela také metlička křivolaká (*Avenella flexuosa* L.; *Deschampsia flexuosa* L.). Jedná se o druh, který spadá do čeledi lipnicovitých (*Poaceae*). Je to drobná, vytrvalá a řídce trsnatá tráva s dlouhými čepeli listů (Kubát a kol., 2002). Vyskytuje se především ve světlejších jehličnatých lesích, na vřesovištích nebo pasekách. Její výskyt můžeme evidovat od nížin až po hory. Často můžeme vidět, že tvoří velké porosty. V České republice patří mezi velmi časté druhy, které se vyskytují v našich lesích. Její přítomnost na lokalitách nám ukazuje nízkou kvalitu půdy. Výskyt v lesních porostech vyhledává hlavně lesní zvěř, která jí může spásat. Metlička křivolaká může být také cíleně pěstována jako okrasná tráva v parcích nebo zahradách (Šikula a Větvička, 2016). V ostrůvkovitém a pomístním zastoupení

jsme mohli pozorovat také sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea* L.). Jedná se o vytrvalou, nízkou bylinu, která přirozeně roste v lesích a na rašelinách především na horách (Deyl a Hísek, 2001).

## 4. Metodika práce

### 4.1. Výběr výzkumných ploch

Pro tento výzkum byla vybrána výzkumná lokalita na území, které spravují Vojenské lesy a statky, s.p., divize Mimoň. Toto vybrané území se nachází v LHC Břehyně a bylo pojmenováno Mariánka III. Vybrané plochy se nacházejí v porostech 63A12a a 63A12b. Porost 63A12a má plochu 12,6 ha, zastoupení dřevin je zde 95% borovice a 5 % buku. Porost 63A12b má plochu 3,86 ha a 100% zastoupení borovice. U našich vybraných výzkumných ploch, které se vybrali v těchto porostech, máme 100 % zastoupení borovice a celkovou výměru porostu 16,46 ha.



Obrázek 2.: Porostní mapa s modře vyznačenými výzkumnými plochami nalézající se v porostech 63A12a a 63A12b.

Oddělení:	63	Plocha:	25	LO:	18	LHC:	15	Platnost:	1.1.2016-31.12.2025	ORG_UR3:	Bezděz	Strana:	226																
Dílec:	A	Plocha:	25	Zvl.St:		Pásmo ohrož.:		ORG_UR1:	Mimoň	ORG_UR2:	Břehyně	Kategorie/překry:	10																
Porost:	a	Exp.:zvlíňená rovina. III. zóna CHKO. Ptačí oblast Českolipsko - Dokeské pískovce a mokřady.																											
Kód porostu:	1																												
Dřevina	Zastoupení [%]	Výšková tloušťka [cm]	Výška [m]	Pop. strom. kmenové ULT	Pop. k. l. Bontar	absolutní poměr	relativní poměr	3/2008 Sb. Fenytypov. údaje	Poškození	Zásoba [m <sup>3</sup> b.k.]	Těžba výchovná			Těžba obnovní		Prořezávky		Zalesnění											
									Druh	%	Imise	Na 1 ha plet.	Souše	Celkem	Naléh.	Násob.	Plocha [ha]	Objem [m <sup>3</sup> ]	Objem na 1 ha [m <sup>3</sup> ]	Plocha [ha]	Objem [m <sup>3</sup> ]	Naléh.	Násob.	Plocha [ha]	Druh	Dřevina	Zast. [%]	Plocha [ha]	
Porostní skupina:		12a	Plocha por. sk.:		12,6	Les. typ:		LVS:		ORP:	5101 - Česká Lípa	Ter. typ:		Název:		Bezděz													
Popis por. sk.:													Kmenovina,všestranně diferencovaná(19-25m),nepravidelně rozvolněného zápoje s výskytem zmlazení BO. DTO:TO vev 2 čásetech na HS 133.																
Etáž:	12	Parc. plocha			Skut. plocha	12,6	Hosp.		Věk:	11	Zakmenění:		Model. těž.:		Obmýti / obn.		130 / 20	Mel. a zpev. dřev.:											
BO	95	29	22	0,59	22	5	C		0	253	3182		0		923											BO	90	3,29	
BKS	5	24	18	0,34	18	7	C		0	10	125		0		36											BR	5	0,18	
																											DB	5	0,18
Celkem	100									263	3307		0		3,65	959		0	0	3						100	3,65		

Obrázek 3.: Údaje z LHP pro porost 63A12a.

Oddělení:	63	Plocha:	25	LO:	18	LHC:	15	Platnost:	1.1.2016-31.12.2025	ORG_UR3:	Bezděz	Strana:	226																
Dílec:	A	Plocha:	25	Zvl.St:		Pásmo ohrož.:		ORG_UR1:	Mimoň	ORG_UR2:	Břehyně	Kategorie/překry:	10																
Porost:	a	Exp.:zvlíňená rovina. III. zóna CHKO. Ptačí oblast Českolipsko - Dokeské pískovce a mokřady.																											
Kód porostu:	1																												
Dřevina	Zastoupení [%]	Výšková tloušťka [cm]	Výška [m]	Pop. strom. kmenové ULT	Pop. k. l. Bontar	absolutní poměr	relativní poměr	3/2008 Sb. Fenytypov. údaje	Poškození	Zásoba [m <sup>3</sup> b.k.]	Těžba výchovná			Těžba obnovní		Prořezávky		Zalesnění											
									Druh	%	Imise	Na 1 ha plet.	Souše	Celkem	Naléh.	Násob.	Plocha [ha]	Objem [m <sup>3</sup> ]	Objem na 1 ha [m <sup>3</sup> ]	Plocha [ha]	Objem [m <sup>3</sup> ]	Naléh.	Násob.	Plocha [ha]	Druh	Dřevina	Zast. [%]	Plocha [ha]	
Porostní skupina:		12b	Plocha por. sk.:		3,86	Les. typ:		LVS:		ORP:	5101 - Česká Lípa	Ter. typ:		Název:		Bezděz													
Popis por. sk.:													Kmenovina,dosti tloušťkově i výškově diferencovaná(21-26m), nepravidelného zápoje s výskytem zmlazení BO,SM DTO:Dle HS 133.																
Etáž:	12	Parc. plocha			Skut. plocha	3,86	Hosp.		Věk:	11	Zakmenění:		Model. těž.:		Obmýti / obn.		130 / 20	Mel. a zpev. dřev.:											
BO	100	30	24	0,68	24	4	C		0	300	1158		0		543											BO	90	1,63	
																											BR	5	0,09
																											DB	5	0,09
Celkem	100									300	1158		0		1,81	543		0	0	3						100	1,81		

Obrázek 4.: Údaje z LHP pro porost 63A12b.

## 4.2. Popis výzkumných ploch

Ve vybraných porostech byla založena série výzkumných ploch o celkové rozloze 6,5 ha. Tři výzkumné plochy se sníženým zakmeněním byly vedle sebe. Čtvrtá plocha (holina) byla od těchto ploch posunuta, protože porost 63A4 zasahoval do námi vybraných porostů. Tímto posunutím se zajistili stejnou velikost výzkumných ploch.

Po provedení snížení zakmenění bylo nutné provést přípravu půdy. Příprava půdy probíhala kolmo na výzkumné plochy, proto se jedna příprava půdy prováděla zároveň na všech výzkumných plochách. První příprava půdy „shrnutí klestu“ proběhla pomocí shrnovače klestu SH 01, kdy byl klest shrnut do valů a při tomto shrnutí byla narušena vegetace a minerální půda. Druhá příprava půdy byla „kontrolní“, což znamená, že zde nebyla provedena žádná

příprava půdy. Třetí příprava půdy byla „řádkovač“. Tato příprava půdy byla prováděna kombinovanou frézou KSH 700. Při této přípravě došlo k pruhové přípravě půdy, kde došlo k promísení nadložních humusových horizontů s minerálním horizontem. Čtvrtá příprava půdy, „lesní fréza“, měla být provedena pomocí lesní půdní frézy MERI CRUSHER 1,8ST. Tato příprava půdy ovšem nebyla provedena z důvodu závady na tomto stroji. Plochy na výzkum do příštích let pro tento způsob přípravy jsou už připraveny, proto nebyly v této práci zahrnuty. Na každé výzkumné ploše dle zakmenění byla provedena příprava půdy s jedním opakováním. Příprava půdy šla za sebou v tomto pořadí: shrnovač klestu, kontrola, řádkovač, půdní fréza (neprovedeno), shrnovač klestu, kontrola, řádkovač, půdní fréza (neprovedeno). V každé výzkumné ploše s daným zakmeněním vzniklo tedy 8 ploch o šířce 31,25 m. Na celé ploše zkoumaných ploch tedy vzniklo 32 těchto ploch, které měly velikost 31,25 x 60 m.

*Tabulka 1: Schématické znázornění způsobu rozdělení 64 kruhových zkusných ploch s různými stupni zakmenění a přípravou půdy.*

Zakmenění									
0,7		0,5		0,3		0,0			
15	16	31	32	47	48	63	64	Řádkovač	Varianty příprav půd
13	14	29	30	45	46	61	62	Lesní fréza	
11	12	27	28	43	44	59	60	Kontrola	
9	10	25	26	41	42	57	58	Shrnutí klestu	
7	8	23	24	39	40	55	56	Řádkovač	
5	6	21	22	37	38	53	54	Lesní fréza	
3	4	19	20	35	36	51	52	Kontrola	
1	2	17	18	33	34	49	50	Shrnutí klestu	

**Příjezdová lesní cesta**

### 4.3. Sběr dat

Sběr dat byl prováděn na námi vyznačených výzkumných plochách v porostech 63A12a a 63A12b. Na výzkumné ploše se vytvořilo již zmíněných 32 ploch. Do těchto ploch se pravidelně umístili kruhové zkusné plochy, které měly velikost poloměru  $r = 12,6$  m a jejich obsah byl  $500 \text{ m}^2$ . Takto vzniklé zkusné plochy se umístily do každé z 32 ploch dvakrát, vzniklo nám tedy 64 kruhových zkusných ploch, ve kterých se naměřila porostní zásoba a základní porostní charakteristiky (kruhová základna, zásoba, zakmenění před a po zásahu).

V každé z těchto 64 kruhových ploch se vytyčilo dalších 9 menších kruhových zkusných ploch (subploch) o průměru  $d = 0,625$  m. Střed této subplochy byl umístěn na středu kruhové zkusné plochy, v tomto středu docházelo k ručnímu výsevu o 200 semen borovice lesní. Od tohoto středu, bylo umístěno na každou světovou stranu dva kolíky, jeden ve vzdálenosti 1,5 m od středu a druhý kolík ve vzdálenosti 3 m od středu. Tímto postupem nám tedy vzniklo 9 malých zkusných subploch.

Na těchto malých zkusných subplochách se v roce 2019 prováděla kontrola semenáčků a zapisoval se jejich počet. Tato kontrola a zapisování množství semenáčků bylo prováděno od května do listopadu. Kontrola a zápis byl proveden vždy v prvním týdnu každého měsíce. Jednalo se o semenáčky, které vznikly z přirozené obnovy a výsevu (prostřední kolík).

### 4.4. Zpracování dat.

Prvotní zápis dat probíhal přímo v terénu do předem připravených tabulek, kde bylo označeno číslo zkusné plochy, stupeň zakmenění, příprava půdy, směr kolíku na světovou stranu a vzdálenost kolíku od středu (S1,5; S3; Z1,5; Z3, J1,5; J3; V1,5; V3,střed). Po nasbírání potřebných dat probíhalo další zpracování v programu Excel. V tomto programu byly vytvořeny tabulky rozdělené na zakmenění (0,0; 0,3; 0,5 a 0,7), tato tabulka byla ještě následně rozdělena dle provedené přípravy půdy (shrnovač klestu, kontrola, řádkovač,

půdní fréza – neprovedeno) a to s jedním opakováním. Do této tabulky se dále zapsala data z každého měsíce s datem, kdy byla provedena kontrola a zápis počtu semenáčků. Počet semenáčků byl převáděn na plochu 1 m<sup>2</sup>.

Další zpracování probíhalo opět v programu Excel. Zde se vytvořily nové tabulky, které obsahovaly datumy provádění kontroly a zápisu, velikost zakmenění, způsob přípravy půdy a průměrný počet semenáčků pro dané zakmenění a danou přípravu půdy, kde se tedy již nebral v potaz směr a vzdálenost kolíků od středu. Z tohoto zápisu se vytvořily grafy, které nám umožnili porovnání výsledků v daném zakmenění a způsobu přípravy půdy.

Poslední zpracování dat probíhalo v programu Statistika 12. Vzhledem k nenormálnímu rozdělení dat (Shapiro-Wilkův test) byl pro porovnání více nezávislých skupin použit Kruskalův-Wallisův (K-W) test. Všechny testy byly prováděny na hladině významnosti 0,05.

## 5. Výsledky

### 5.1. Porostní charakteristiky

Na výzkumných plochách bylo v roce sníženo zakmenění na úroveň 0,7; 0,5; 0,3 a 0,0. Těžební zásah byl proveden pomocí harvesterové technologie v roce 2018. Plocha o hustotě mateřského porostu úrovně 0,7 před zásahem vykazovala skutečnou zásobu porostu 283 m<sup>3</sup>, po zásahu 243 m<sup>3</sup>, na této ploše se tedy vytěžilo 40 m<sup>3</sup>. Na ploše o zakmenění 0,5 byla zásoba před zásahem 264 m<sup>3</sup> a po provedení zásahu 172 m<sup>3</sup> (intenzita zásahu v množství 92 m<sup>3</sup>). Na ploše se zakmeněním 0,3 bylo před zásahem 274 m<sup>3</sup> a po provedení zásahu zde zbylo 118 m<sup>3</sup> (vytěženo 156 m<sup>3</sup>). Na holině byla zásoba před zásahem 217 m<sup>3</sup>, což zde bylo také vytěženo.

Tabulka 2.: Základní porostní charakteristiky, údaje vyznačené před zásahem a po zásahu.

Zakmenění	Zásoba (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )		Výčetní kruhová zásoba		Zakmenění po zásahu	Intenzita zásahu (v %)
	před zásahem	po zásahu	před zásahem	po zásahu		
0,7	283	243	23	20	0,7	14
0,5	264	172	24	14	0,5	34
0,3	274	118	24	9	0,3	56
0,0	217	0	19	0	0,0	100

Tabulka 3.: Počet semenáčků přirozené a umělé obnovy v návaznosti na přípravu půdy a velikost kruhové základny.

		Zakmenění					
		0,7			0,5		
		Počet semenáčků (přirozená obnova)	Počet semenáčků (umělá obnova)	Kruh. zákl. (m2/ha)	Počet semenáčků (přirozená obnova)	Počet semenáčků (umělá obnova)	Kruh. zákl. (m2/ha)
Varianty příprav půd	Řádkovač	46	95	19,83	23	53	14,00
	Lesní fréza	-	-	19,83	-	-	14,00
	Kontrola	2	36	19,83	1	12	14,00
	Shrnutí klestu	38	83	19,83	23	17	14,00
		0,3			0,0		
		Počet semenáčků (přirozená obnova)	Počet semenáčků (umělá obnova)	Kruh. zákl. (m2/ha)	Počet semenáčků (přirozená obnova)	Počet semenáčků (umělá obnova)	Kruh. zákl. (m2/ha)
Varianty příprav půd	Řádkovač	16	25	9,37	4	5	0,00
	Lesní fréza	-	-	9,37	-	-	0,00
	Kontrola	1	6	9,37	1	6	0,00
	Shrnutí klestu	7	19	9,37	1	2	0,00

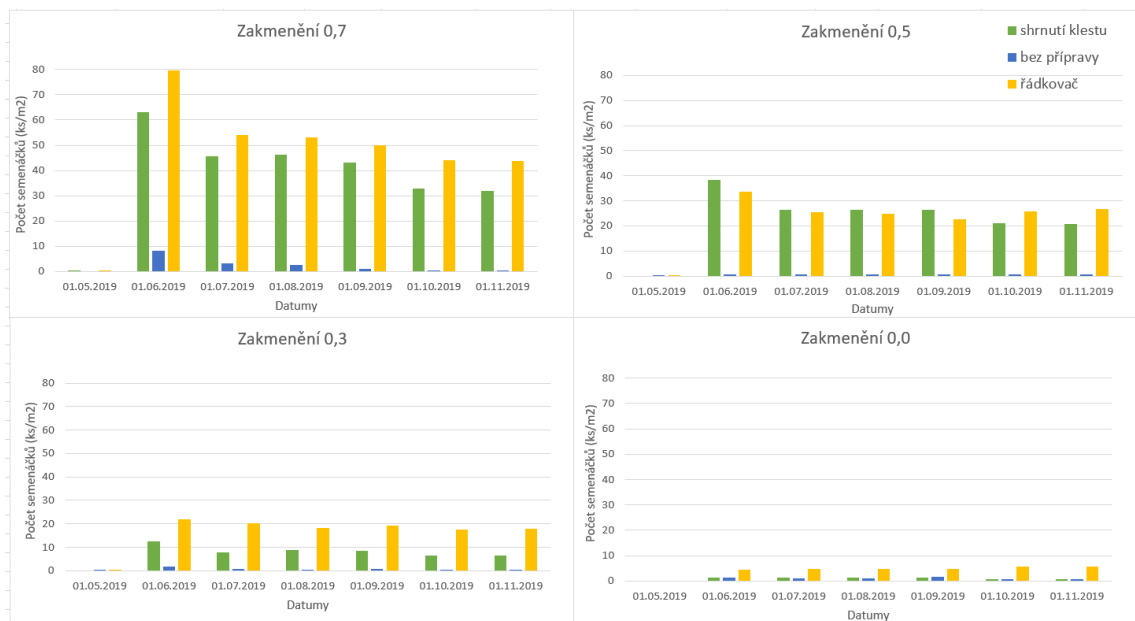


## 5.2. Vývoj přirozené a umělé obnovy během vegetačního období

Průměrné počty semenáčků z přirozené obnovy byly převedeny na počet kusů na jeden metr čtvereční. V námi prováděném výzkumu bylo nejvíce jedinců právě v kombinaci zakmenění 0,7 a přípravy půdy řádkovač. Průměrný počet semenáčků z přirozené obnovy na ploše o zakmenění 0,7 s přípravou půdy řádkovačem byl zjištěn v množství  $46 \text{ ks.m}^{-1} \pm 21,9 \text{ S.D.}$ , tedy  $460\,000 \text{ ks.ha}^{-1}$ . Druhou nejlepší variantou pak byla příprava půdy pomocí shrnovače klestu rovněž na ploše s hustotou porostu úrovně 0,7:  $38 \text{ ks.m}^{-1} \pm 17,9 \text{ S.D.}$  ( $380\,000 \text{ ks.ha}^{-1}$ ). Dle inventarizace se jako nejhorší možnost jeví varianta bez přípravy půdy:  $1 \text{ ks.m}^{-1} \pm 2 \text{ S.D.}$  ( $10\,000 \text{ ks.ha}^{-1}$ ), tento počet je obdobný pro varianty zakmenění 0,0, 0,3 a 0,5. Při zakmenění 0,7 bez přípravy je pak hustota jedinců následující:  $2 \text{ ks.m}^{-1} \pm 2,7 \text{ S.D.}$  ( $20\,000 \text{ ks.ha}^{-1}$ ).

Tabulka 4.: Průměrné počty semenáčků z přirozené obnovy ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy.

Datum sběru dat	05.05.2019	10.06.2019	08.07.2019	08.08.2019	06.09.2019	05.10.2019	10.11.2019	Směr.odchyl.	Průměr	
0,7	shrnutí klestu	1	63	46	46	43	33	32	18	38
	bez přípravy	0	8	3	3	1	0	0	3	2
	řádkovač	0	80	54	53	50	44	44	22	46
	fréza	-	-	-	-	-	-	-		
0,5	shrnutí klestu	0	38	26	26	26	21	21	11	23
	bez přípravy	0	1	1	1	1	1	1	0	1
	řádkovač	0	34	25	25	23	26	27	10	23
	fréza	-	-	-	-	-	-	-		
0,3	shrnutí klestu	0	13	8	9	8	6	6	4	7
	bez přípravy	1	2	1	1	1	1	1	0	1
	řádkovač	0	22	20	18	19	18	18	7	16
	fréza	-	-	-	-	-	-	-		
0,0	shrnutí klestu	0	1	1	1	1	1	1	0	1
	bez přípravy	0	1	1	1	2	1	1	0	1
	řádkovač	0	4	5	5	5	6	6	2	4
	fréza	-	-	-	-	-	-	-		

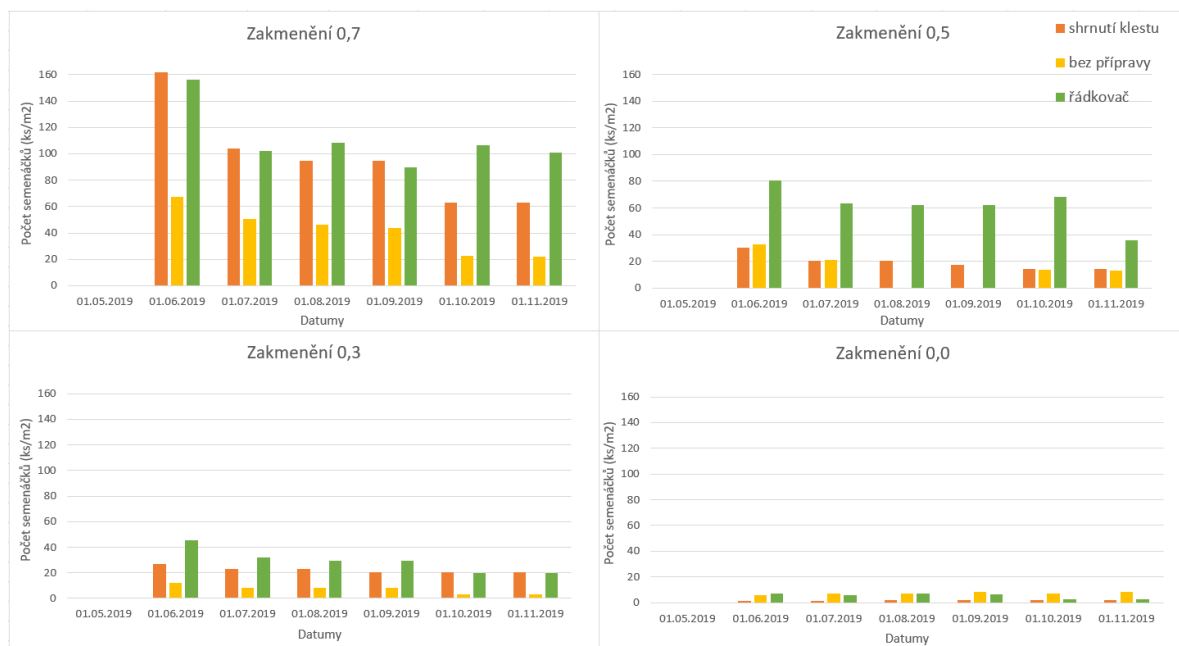


Obrázek 5.: Grafické znázornění přirozené obnovy jednoletých semenáčků ve stupních zakmenění.

Při porovnávání hodnota počtů jedinců v rámci umělé obnovy, konstatujeme jako nejvýhodnější variantu kombinaci zakmenění 0,7 s přípravou půdy řádkovačem:  $95 \text{ ks.m}^{-1} \pm 43,5 \text{ S.D.}$  ( $950 \text{ 000 ks.ha}^{-1}$ ). Jako druhou nejlepší variantu evidujeme možnost zakmenění 0,7 v kombinaci se shrnovačem klestu:  $83 \text{ ks.m}^{-1} \pm 45,7 \text{ S.D.}$  ( $830 \text{ 000 ks.ha}^{-1}$ ). Nejmenší počty semenáčků byly zaznamenány ha holině (zakmenění 0,0) s variantou přípravy půdy shrnovače klestu  $2 \text{ ks.m}^{-1} \pm 45,7 \text{ S.D.}$  ( $20 \text{ 000 ks.ha}^{-1}$ ). Naopak kontrolní varianta na holoseči vykazovala vysoké počty jedinců:  $6 \text{ ks.m}^{-1} \pm 2,7 \text{ S.D.}$  ( $60 \text{ 000 ks.ha}^{-1}$ ). V ostatních variantách zakmenění a přípravy půdy vychází varianta kontrola vždy nejhůře.

Tabulka 5.: Průměrné počty semenáčků z výsevu ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy.

Průměrné počty semenáčků z výsevu (ks/m <sup>2</sup> ) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy										
Datum sběru dat		05.05.2019	10.06.2019	08.07.2019	08.08.2019	06.09.2019	05.10.2019	10.11.2019	Směr.odchyl.	Průměr
0,7	shrnutí klestu	0	162	104	95	95	63	63	46	83
	bez přípravy	0	68	51	46	44	23	22	21	36
	řádkovač	0	156	102	108	90	107	101	43	95
	fréza	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,5	shrnutí klestu	0	30	21	21	17	14	14	9	17
	bez přípravy	0	33	21	0	0	14	13	12	12
	řádkovač	0	81	64	62	62	68	36	25	53
	fréza	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,3	shrnutí klestu	0	27	23	23	21	21	21	8	19
	bez přípravy	0	12	8	8	8	3	3	4	6
	řádkovač	0	46	32	29	29	20	20	13	25
	fréza	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,0	shrnutí klestu	0	1	1	2	2	2	2	1	2
	bez přípravy	0	6	7	7	8	7	8	3	6
	řádkovač	0	7	6	7	7	2	2	3	5
	fréza	-	-	-	-	-	-	-	-	-



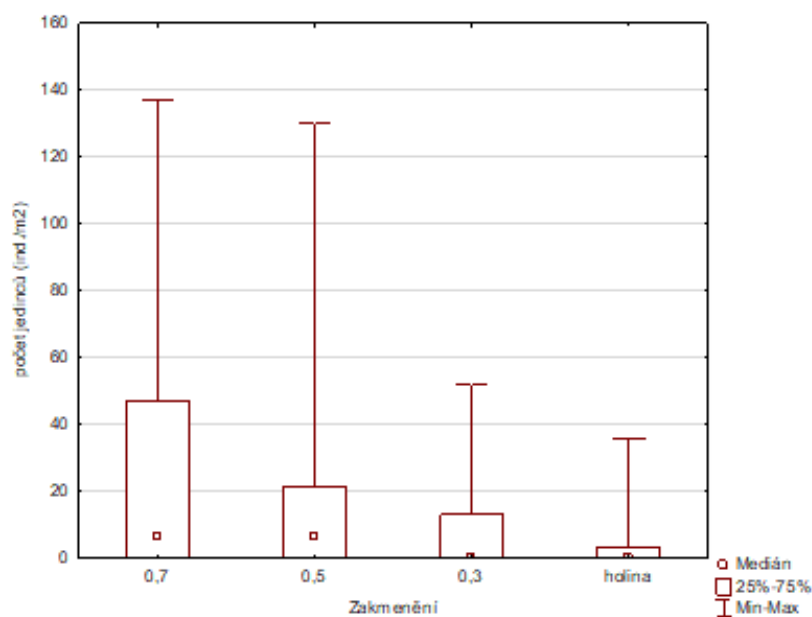
Obrázek 6.: Grafické znázornění z výsevu jednoletých semenáčků ve stupních zakmenění.

### 5.3. Souhrnné počty jedinců obnovy pro varianty přípravy půdy

Z Obrázku 7. je patrné srovnání počtů jedinců přirozené (1letých semenáčků) obnovy borovice lesní v jednotlivých variantách zakmenění po ukončení vegetační sezóny 2019. Na základě K-W testu ( $H = 12,68$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0,01$ ) lze konstatovat, že rozdíly mezi jednotlivými variantami jsou statisticky signifikantní. Z vícenásobného porovnání je zřejmé, že se významně odlišovaly počty jedinců obnovy varianty zakmenění 0,7 od varianty 0,3 a holiny, rovněž je statisticky významný rozdíl mezi počty jedinců u varianty 0,5 a varianty holiny (Tabulka 6.).

Tabulka 6.: Vícenásobné porovnání počtů jedinců přirozené obnovy pro jednotlivé varianty zakmenění.

Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Number_1yr (ind./m2) Nezávislá (grupovací) proměnná : Stocking_variant Kruskal-Wallisův test: $H ( 3, N= 373) =29,64324$ $p = ,0000$				
Závislá: Number_1yr (ind./m2) 10.11.2019	0,7 R:218,46	0,5 R:206,06	0,3 R:174,34	holina R:144,24
0,7		1,000000	0,027466	0,000023
0,5	1,000000		0,249207	0,000710
0,3	0,027466	0,249207		0,365350
holina	0,000023	0,000710	0,365350	

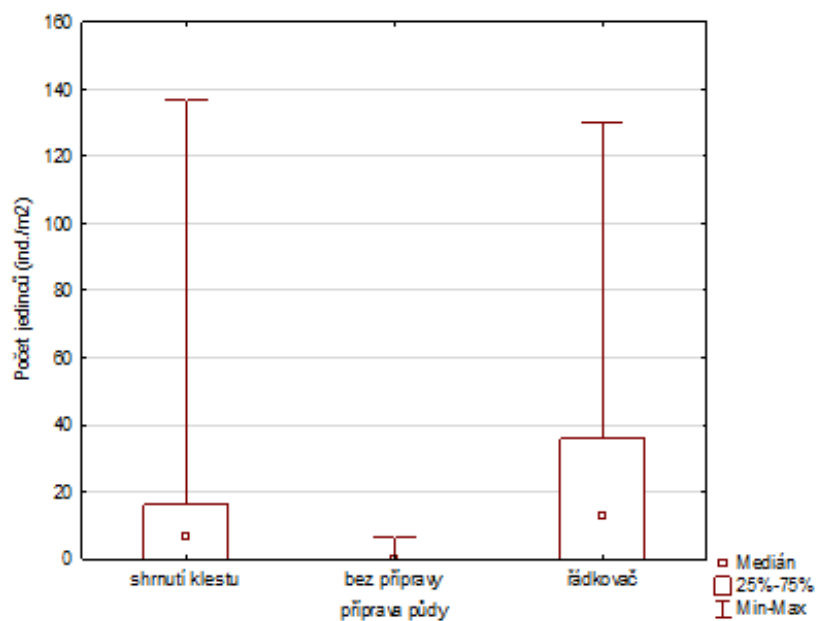


Obrázek 7.: Krabicový graf počtů jedinců přirozené obnovy borovice lesní (1letých semenáčků) v jednotlivých variantách zakmenění po ukončení vegetační sezóny 2019.

Na Obrázku 8. je pak opět vyobrazeno srovnání počtů jedinců umělé (1letých semenáčků – výsev) obnovy borovice lesní v jednotlivých variantách přípravy půdy po ukončení vegetační sezóny 2019 Na základě K-W testu ( $H = 98,00$ ,  $df = 2$ ,  $p = 0,00$ ) lze konstatovat, že rozdíly byly rovněž signifikantní. Z vícenásobného porovnání je zřejmé, že se signifikantně odlišovaly počty jedinců obnovy mezi všemi variantami přípravy půdy (Tabulka 7.).

Tabulka 7.: Vícenásobné porovnání počtů jedinců umělé obnovy pro jednotlivé varianty přípravy půdy.

Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Number_1yr (ind./m2) Nezávislá (grupovací) proměnná : MSP Kruskal-Wallisův test: $H ( 2, N= 373) =108,8414$ $p =0,000$			
Závislá: Number_1yr (ind./m2)_10.11.2019	shrnutí klestu R:204,64	bez přípravy R:109,53	řádkovač R:240,18
shrnutí klestu		0,000000	0,025078
bez přípravy	0,000000		0,000000
řádkovač	0,025078	0,000000	



Obrázek 8.: Krabicový graf počtů jedinců umělé obnovy borovice lesní (1letých semenáčků) v jednotlivých variantách přípravy půdy po ukončení vegetační sezóny 2019.

## 6. Diskuse

Tento výzkum potvrdil, že kombinace uvolnění zápoje mateřského porostu a příprava půdy může velmi ovlivnit množství přirozeného zmlazení v borových porostech. Různá příprava půdy a úroveň zakmenění již byla prováděna v mnoha dalších výzkumech (Brichta a kol., 2020; Aleksandrowicz-Trzcinska a kol., 2014; de Chantal a kol., 2003; Nillson a kol., 2002). Mechanická příprava půdy se běžně provádí pro přirozenou obnovu porostů (Aleksandrowicz-Trzcinska a kol., 2014). Příprava půdy má dle výše zmíněných autorů vliv na hustotu přirozeného zmlazení borovice lesní, tuto myšlenku potvrzují právě výsledky práce, kterou prováděl Nillson a kol. (2002). V této práci zjistili, že na plochách, kde nebyla provedena žádná příprava, bylo dosaženo průměrně 0,5 ks.m<sup>-2</sup>. Naopak na plochách, kde byla provedena příprava půdy, bylo zaznamenáno průměrně 2,3 ks.m<sup>-2</sup>. Výsledek toho, že nejnižší počty přirozené obnovy jsou na plochách, kde nebyla provedena žádná příprava půdy se shodují i s výsledky výzkumu, který prováděla Ulbrichová a kol. (2018). Například Nillsson a kol. (2002) konstatuje, že největší počty přirozeného zmlazení byly zjištěny v porostech s kruhovou základnou 18,8 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> až 28,2 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. V našem případě byly největší počty semenáčků zjištěny v rámci zakmenění 0,7 (tyto porosty měly kruhovou základnu o velikosti 19,83 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>). Provedený výzkum na lokalitě Mariánka III. také potvrdil, že na plochách, kde došlo k přípravě půdy, bylo více semenáčků, než na plochách bez provedené přípravy půdy. Při přípravě půdy se průměrné počty pohybovaly od 1 ks.m<sup>-2</sup> do 46 ks.m<sup>-2</sup>. Bez provedení přípravy půdy se průměrné počty pohybovaly od 1 ks.m<sup>-2</sup> do 2 ks.m<sup>-2</sup>.

Aleksandrowicz-Trzcinska a kol. (2014) prováděly výzkum, kde porovnávaly tři různé přípravy půdy – lesní pluh, aktivní pluh (finské brány) a půdní frézu. Nejvyšší počet semenáčků byl zjištěn při přípravě půdy pomocí lesního pluhu, jednalo se o 188 000 ks.ha<sup>-1</sup>. Druhý nejvyšší počet semenáčků byl zjištěn při přípravě půdy pomocí aktivního pluhu, zde bylo zjištěno 121 000 ks.ha<sup>-1</sup>. Nejmenší počet semenáčků pak evidovaly při přípravě půdy pomocí lesní frézy: 36 000 ks.ha<sup>-1</sup>. Na lokalitě Mariánka III. byl naopak zjištěn nejvyšší počet semenáčků při přípravě půdy pomocí řádkovače: 460 000 ks.ha<sup>-1</sup>. Lesní

pluh, aktivní pluh a řádkovač fungují na podobném principu, kdy příprava probíhá v pruzích v daném porostu. Příprava se může lišit v hloubce přípravy a v případě řádkovače dochází i k promísení horizontálních složek půdy (minerální a organický horizont). Smíchání obou horizontů (minerálního a organického horizontu) má tedy kladný vliv na uchycení semen z přirozené obnovy. Toto tvrzení se shoduje s výsledky výzkumu, který provedl Erefur a kol. (2008). V tomto výzkumu tvrdí, že promísení organického a minerálního horizontu má kladný vliv na uchycení semen a celkově stejný nebo větší počet semenáčků v porovnání s minerálním substrátem. Promíchaný organický a minerální horizont také lépe zadržuje vodu a je schopen dodávat dostatečné množství živin. Pro potřeby jeho výzkumu bylo toto promísení prováděno pomocí rotavátoru (princip řádkovače). Ve studii Erefura a kol. (2008) je evidován největší počet semenáčků na lokalitách, kde bylo provedeno promísení půdy, naopak nejmenší počet semenáčků byl na půdách, kde nebyla provedena žádná příprava půdy. Tyto výsledky se shodují i s naším výzkumem, kde největší počet semenáčků byl na plochách s přípravou půdy pomocí řádkovače a nejmenší počty semenáčků byly především na plochách, kde příprava půdy provedena nebyla.

Brichta a kol. (2020) prováděli výzkum na ploše Mariána I., kde bylo ze začátku podobně sníženo zakmenění porostů, a to na úroveň holiny, 0,4, 0,6 a 0,8. V těchto variantách hustoty porostu dále realizovali několik možností přípravy půdy: řádkovač, lesní fréza, shrnovač klestu a kontrola – bez přípravy půdy. Design výzkumu byl tedy metodicky podobný našemu výzkumu. Jejich závěry sumárně odhalují rovněž důležitost přípravy půdy, autoři nicméně konstatují nejlepší výsledky hustoty přirozené obnovy v kombinaci zakmenění 0,4 s přípravou půdy řádkovačem:  $32,402 \pm 34,208$  S.D. . Naše výsledky jsou však pozitivní především pro variantu zakmenění 0,7, rovněž ale při použití řádkovače:  $46 \text{ ks.m}^{-1} \pm 21,9$  S.D. ( $460\,000 \text{ ks.ha}^{-1}$ ). Podobnost závěrů naší studie a výzkumu Brichty a kol. (2020) spočívá tedy zejména ve shodném tvrzení nejlepších výsledků přípravy půdy právě řádkovačem.

De Chantal a kol. (2003) ve své práci konstatuje, že se velikost semenáčků zvyšuje s rostoucím množstvím dopadajícího světelného záření, zejména pak u borovice lesní. V jejich výzkumu borovice reagovala na náhlé

osvětlení více než například smrk ztepilý, také byla borovice oproti smrku schopna větší konkurenceschopnosti, především pak na místech mezer či prosvětlených okrajů. Námi provedený výzkum konstatuje, že na oslunění po zakmeněním mateřského porostu o úrovni 0,7, bylo inventarizováno největší množství jedinců obnovy. Důvodem může být vhodné mikroklima v porostu, tedy i ochrana semenáčků před vysokými teplotami, kterou zajišťují právě jedinci mateřského porostu (Šindelář, 2004). Otázkou však zůstává, jak se tento zástin projeví v čase. Některé zdroje například tvrdí, že mateřský porost dokonce konkuruje následnému porostu v jeho podúrovni (Kuuluvainen a Pukkala, 1989).



## 7. Závěr

Bakalářská práce, jejíž terénní měření bylo provedeno na majetku VLS ČR, s.p., divize Mimoň, LHC Břehyně, na výzkumné ploše Mariánka III. měla za cíl porovnat vliv zakmenění mateřského porostu v kombinaci s různými variantami přípravy půdy na iniciaci přirozené obnovy borovice lesní. V tomto výzkumu byly použity 4 různé stupně zakmenění mateřského porostu (0,0; 0,3; 0,5 a 0,7). V každém z těchto zakmenění byla dále provedena různá příprava půdy včetně jednoho opakování pro každou variantu (shrnovač klestu, kontrola – bez přípravy půdy, řádkovač).

V rámci výzkumu bylo stěžejní naleznout a vyhodnotit nejvýhodnější kombinaci hustoty porostu a přípravy půdy právě pro přirozenou obnovu borovice lesní. Naše výsledky naznačují, že na lokalitě Mariánka III je nejvýhodnější kombinací právě hustota mateřského porostu úrovně zakmenění 0,7 s přípravou půdy řádkovačem:  $46 \text{ ks.m}^{-1} \pm 21,94 \text{ S.D. (460 000 ks.ha}^{-1})$ . Naopak nejhorších výsledky se zaznamenali u varianty bez přípravy půdy, a v rámci všech variant hustoty porostu. Nejlepší výsledky byly s ohledem na obnovu umělou zjištěny v kombinaci zakmenění 0,7 a přípravy půdy řádkovačem:  $95 \text{ ks.m}^{-1} \pm 43,48 \text{ S.D. (950 000 ks.ha}^{-1})$ . Nejhorší výsledky umělé obnovy jsou patrné u varianty kontroly, nicméně pouze v rámci zakmenění 0,3, 0,5 a 0,7. Naopak na holoseči (zakmenění 0,0) bez přípravy půdy byly zjištěny vysoké počty jedinců:  $6 \text{ ks.m}^{-1} \pm 2,67 \text{ S.D. (60 000 ks.ha}^{-1})$ .

Pro potvrzení nejvhodnější kombinace zakmenění mateřského porostu a způsobu přípravy půdy pro iniciaci přirozené obnovy borovice lesní doporučuji pokračovat v tomto výzkumu i v následujících letech. Tento výzkum byl prováděn pouze jedno vegetační období a dá se očekávat mortalita přirozené obnovy v různých stupních zakmenění a způsobech přípravy půdy. Po prvním roce výzkumu lze říci, že při dobře zvolené kombinaci zakmenění mateřského porostu, můžeme počítat s vysokou hustotou přirozené obnovy. S nadsázkou lze rovněž tvrdit, že v některých případech může tento způsob obnovy nahradit zažitý způsob holosečný. Celkově by se s tímto způsobem obnovy lesních porostů do budoucna mohlo v lesnické praxi více pracovat, například z důvodu klimatické změny. Dalším faktorem je, že přirozená obnova je jedním z prvků

přírodě blízkého hospodaření, která by nám mohla zajistit stabilní a geneticky vhodné porosty na daných stanovištích.

## 8. Použitá literatura a zdroje

ALEKSANDROWICZ-TRZCIŃSKA, M.; DROZDOWSKI, S.; BRZEZIECKI, B.; RUTKOWSKA, P.; JABŁOŃSKA, B. *Effects of different methods of site preparation on natural regeneration of Pinus sylvestris in Eastern Poland*. Dendrobiology. 2013. Vol. 71, STR. 73-83.

BÍLEK, L.; REMEŠ, J.; ŠVEC, O.; VACEK, Z.; ŠTÍCHA, V.; VACEK, S.; JAVŮREK, P. *Ekologicky orientované pěstování borových porostů v podmínkách nižších až středních poloh: certifikovaná metodika*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Lesnický průvodce. 2017.

BÍLEK, L.; ZEIDLER, A.; PULKRAB, K.; ULBRICHOVÁ, I.; VACEK, S.; BORŮVKA, V.; VÍTÁMVÁS, J.; REMEŠ, J.; VACEK, Z.; SLOUP, R.; *Pěstební a ekonomické aspekty clonné obnovy borovice lesní: certifikovaná metodika*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i. a2018.

BRICHTA, J.; BÍLEK, L.; LINDA, R.; VÍTÁMVÁS J. *Does shelterwood regeneration on natural Scots pine sites under changing environmental conditions represent a viable alternative to traditional clear-cut management?* Central Europea Forestry Journal. 2020. Vol. 66, str. 104–115.

CÍSLEROVÁ, E. *Škody působené zvěří*. Lesnická práce, 2001. 35 s.

DEYL, M.; SKOČDOPOLOVÁ-DEYLOVÁ, B. ed. *Naše květiny*. Ilustroval Květoslav HÍSEK. Praha: Academia, 2001. ISBN 80-200-0940-x.

EREFUR, Ch.; BERGSTEN, U.; CHANTAL, M. 2008. *Establishment of direct seeded seedlings of Norway spruce and Scots pine*. Forest Ecology and Management, vol. 225, str.1186-1195.

HARTMANN, G.; BUTIN, H.; NIENHAUS, F. *Atlas poškození lesních dřevin: diagnóza škodlivých činitelů a vlivů. 517 barevných foto*. Vyd. 3., V češtině 1. Praha: Brázda, 2001. 289 s. ISBN 80-209-0297-X.

HEJNÝ, S.; SLAVÍK, B. ed. *Květena České socialistické republiky*. 1 díl. Praha: Academia. 1988. 557 s.

HLADILÍN, V. *Borovice Šumavy a její pěstování*. Vimperk, Správa NPŠ, 1997. 46 s.

HOLUŠA, J.; HOLUŠA, O. *Je heraldická borovice ekotypem borovice lesní*. Lesnická práce. 2000. 454 s.

CHANTAL, M.; LEINONEN, Kari; KUULUVAINEN, T.; CESCATTI, A. *Early response of Pinus sylvestris and Picea abies seedlings to an experimental canopy gap in a boreal spruce forest*. *Forest Ecology and Management*. Vol. 176, str. 321-336. 2003.

JAVOREK, V. *Kapesní atlas brouků s určovacím klíčem vyobrazených druhů*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství. 1968. 400 s. ISBN 14-856-68.

KAŇÁK, K. *Historie výzkumu borovice lesní*. Acta Průhoniana 68, Průhonice. 1999.

KAŇÁK, K. *Provenienční studie s borovicí lesní v českých zemích*. In: Provenienční výzkum lesních dřevin. Sborník referátů z konference, Praha. 1979. 104 s.

KOBLÍŽEK, J. *Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků*. 2., rozš. vyd. Tišnov: Sursum, 2006. 448 s. ISBN 80-7323-117-4.

KOLAŘÍK, J. *Péče o dřeviny rostoucí mimo les*. 3. dopl. vyd. Vlašim: ČSOP, 2010. Metodika (Český svaz ochránců přírody). 696 s. ISBN 978-80-86327-85-3.

KUBÁT, K, ed. *Klíč ke květeně České republiky*. Praha: Academia, 2002. 927 s. ISBN 80-200-0836-5.

KUPKA, I. *Přirozená a umělá obnova: přednosti, nevýhody a omezení: sborník referátů*: Kostelec nad Černými lesy 23. března 2004. Praha: Česká

zemědělská univerzita, Lesnická a environmentální fakulta, Katedra pěstování lesů, 2004. ISBN 80-213-1147-9.

KUULUVAINEN, T.; PUKKALA, T. *Effect of Scots pine seed trees on the density of ground vegetation and tree seedlings*. Silva Fennica, 1989. Vol. 23, str. 159-167.

KVASNIČKOVÁ, D.; BRTNOVÁ, Š. (ilustrátor). 2. vyd. *Rostliny naší přírody – atlas rostlin*. Praha: Blug. 1998. 60 s. ISBN-13: 80-85635-93-3.

KYNICKÝ, J. *Sedimentární horniny v kostce*. Brno: Mendelova univerzita v Brně. 2015. 112 s. ISBN 978-80-7509-284-7.

MADĚRA, P.; ÚRADNÍČEK, L. *Dřeviny České republiky*. 1. vyd. Písek: Matice lesnická, c2001. 333 s. ISBN 80-86271-09-9.

MIKESKA, M.; VACEK S.; PRAUSOVÁ, R.; SIMON, J.; MINX, T.; PODRÁZSKÝ, V.; MALÍK, V.; KOBLIHA, M.; ANDĚL, P.; MATĚJKA, K. *Lesnicko-typologické vymezení, struktura a management přirozených borů a borových doubrav v ČR*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2008. 447 s. ISBN 978-80-87154-20-5.

MUSIL, I.; HAMERNÍK, J. *Lesnická dendrologie 1: Jehličnaté dřeviny*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2003. 45–78 s.

NÁROVEC, V. *Dicyklický růst výhonů u borovice a nápravná pěstební opatření v nejmladších kulturách*. Lesnická práce 2000. 31 s. ISBN 80-86386-07-4.

NILSSON, U.; GEMMEL, P.; JOHANSSON, U.; KARLSSON, M.; WELANDER, T. *Natural regeneration of Norway spruce, Scots pine and birch under Norway spruce shelterwoods of varying densities on a mesic-dry site in southern Sweden*. 2002. Vol. 161 (1/3), 133-145 s.

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, vol. 10, str. 461-473.

PAGAN, J.; RANDUŠKA, D. 1. vyd. *Atlas dřevín*. Bratislava: Obzor. 1987.360 s. ISBN 65-013-87.

PELTOLA, H; NYKANEN, M; KELLOMAKI, S. *Model computation on the critical combination of snow loading and wind spees for snow damage of scoth pine, Norway spruce and Birch sp. At stand edge*, Forest Ecology and Management 95. 1997. Vol. 95, str. 229–241.

PEŠKOVÁ, V.; SOUKUP, F. *Cenangium feruginosum Fr. Kornice borová*. Lesnická práce, 2011. (12): i-iv.

PEŠKOVÁ, V.; SOUKUP, F.; KNÍŽEK, M. *Biotiční škodliví činitelé na borovici a sucho*. Lesnická práce, 2016. 8 s.

PETRÁNEK, J.; BŘEZINA, J.; BŘÍZOVÁ, E.; CHÁB, J.; LOUN, J.; ZELENKA, P. *Encyklopedie geologie*. Praha: Česká geologická služba, 2016. 349 S. ISBN 978-80-7075-901-1.

PILÁT, A.; UŠÁK, O. *Kapesní atlas rostlin*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství ,1976. 256 s. ISBN 14-166-76.

PLEVA, J. *Lesnícka botanika, II*. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, 1962. 411 s. ISBN (Vázáno).

POLENO, Z.; VACEK, S.; PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J.; ŠTEFANČÍK, I.; MIKESKA, M.; KOBLIHA, J.; KUPKA, I.; MALÍK, V.; TURČÁNI, M.; DVOŘÁK, J.; ZATLOUKAL, V.; BÍLEK, L.; BALÁŠ, M.; SIMON, J. *Pěstování lesů III. - Praktické postupy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009, 1012 s. ISBN 978-80-87154-34-2.

PRŮŠA, E. *Trvale udržitelné obhospodařování Lesů - I*. Lesnická práce. 02/1999.

QUITT, Evžen. *Klimatické oblasti Československa*. Brno: Geografický ústav ČSAV, 1971. 82 s.

SEIDEL, D. *Květiny: klíč ke spolehlivému určování : 3 znaky*. 6. vydání. Přeložil Miroslav V. Čestlice: Rebo International CZ, 2015. Průvodce přírodou (Rebo). 240 s. ISBN 978-80-255-0956-2.

SLÁVIK, M.; BAŽANT, V. *Dřevařská dendrologie I*. V Praze: Česká zemědělská univerzita, 2016. 177 s. ISBN 978-80-213-2622-4.

SLODIČÁK, M.; NOVÁK, J.; DUŠEK, D.: *Výchova porostů borovice lesní*. Lesnický průvodce. 5/2013. 23 s.

SOUKUP, F. *Armillaria ostoyae (Romang.) Herink, Václavka smrková*. Lesnická práce, 10/2005. 4 s.

ŠIKULA, J.; VĚTVIČKA, V. *Trávy: traviny a trávničky v ilustracích Vojtěcha Štolfy a Zdenky Krejčové*. Ilustroval Vojtěch ŠTOLFA, ilustroval Zdeňka KREJČOVÁ. Praha: Aventinum, 2016. 256 s. ISBN 978-80-7442-036-8.

ŠINDELÁŘ, J. *Přirozená obnova borovice lesní*. Lesnická práce. 2004, vol. 8, str. 25-27.

TOMÁŠEK, M. *Půdy České republiky*. 4. vyd. Praha: Česká geologická služba, 2007. ISBN 978-80-7075-688-1.

ULBRICHOVÁ, I.; JANEČEK, V.; VÍTÁMVÁS, J.; ČERNÝ, T.; BÍLEK, L. *Clonná obnova borovice lesní (Pinus sylvestris L.) Ve vztahu ke stanovištním a porostním podmínkám*. Zprávy lesnického výzkumu. 2018, vol. 3, str.153-164.

ÚRADNÍČEK, L. *Dřeviny České republiky*. 2., přeprac. vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009. 367 s. ISBN 978-80-87154-62-5.

ÚRADNÍČEK, L.; CHMELÁŘ, J. *Dendrologie lesnická: (Gymnospermae)*. 1. část, Jehličnany: Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, (1995) dotisk 1. vyd. r. 1998. ISBN 80-7157-162-8.

VACEK, S., PODRÁZSKÝ, V. *Přírodě blízké lesní hospodářství v podmínkách střední Evropy*. Kostelec nad Černými lesy: ÚZPI Praha, ISBN 80-213-1561-X. 2006. 74 s.

VACEK, S.; LOKVENC, T.; SOUČEK, S. *Přirozená obnova lesních porostů: (metodika)*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1995.

VACEK, S.; PODRÁZSKÝ, V.: *Plán péče o národní přírodní rezervaci ADRŠPAŠSKO – teplické skály a její ochranné pásmo na období 2001 . 2016*. Zpráva pro CHKO Broumovsko. Manuscript. Depon in: Správa CHKO Broumovsko a Opočno, VÚLHM VS. 2001. 215 s.

VICENA, I.; KONOPKA, J.; PAREZ, J.: *Ochrana lesa proti polomum*. 1. vydání. Praha: Ministerstvo lesního a vodního hospodářství CSR, 1979.

WOHLLEBEN, P. *Wohllebens Waldführer: das Ökosystem entdecken*. Stuttgart: Verlag Eugen Ulmer, 2016, 256 s. ISBN 978-3-8001-0699-8.

ZAHRADNÍK, J. *Brouci: [fotografický atlas]*. Praha: Aventinum, 2008. Fotografické atlasy. 288 s. ISBN 978-80-86858-43-2.

ZAHRADNÍK, P. *Lýkožrout lesklý – pitiogenes chalcographus (Linnaeus) 2*. Vydání. Lesnická práce, 2007. Příloha 86. 4 s.

Webové stránky:

*Atlas poškození dřevin* [online]. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta. Pěstování lesa. 2001 [cit. 2020-02-09]. Dostupné z WWW: <<http://atlasposkozeni.mendelu.cz/>>.

LEUGNEROVÁ, G. *Pinus sylvestris L. – borovice lesní (sosna) / borovica lesná* [online]. Botany.cz. 2007-03-07 [cit. 2020-02-10]. Dostupné z WWW: <<https://botany.cz/cs/pinus-sylvestris>>.

Conifers.org. *Pinus (Pine)* [online]. [cit. 2020-02-23]. Dostupné z WWW: <<https://www.conifers.org/index.php>>.



Česká geologická služba: mapy [online]. Brno: Česká geologická služba, 2020 [cit. 2020-03-19]. Dostupné z WWW: <<http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace>>.

Česká republika, Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 139/2004 Sb. ze dne 23.3.2004 kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa. In Sbírka zákonů České republiky. 2004, částka 046. Dostupné také z WWW: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-139>>.

EUFORGEN: *genetic diversity is the basis of resilience* [online]. Bonn, Germany: European Forest Genetic Resources Programme, 2020 [cit. 2020-02-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.euforgen.org/species/pinus-sylvestris/>>.

MZLU Brno: *Poškození dřevin* [online]. [cit. 2020-02-14]. Dostupné z WWW: <[https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz\\_cast.pl?cast=71331](https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=71331)>.

National Forests Foundation: *How Trees Survive and Thrive After A Fire* [online]. [cit. 2020-02-23]. Dostupné z WWW: <<https://www.nationalforests.org/our-forests/your-national-forests-magazine/how-trees-survive-and-thrive-after-a-fire>>.

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem [online]. Brandýs nad Labem: OPRL, 2020, [cit. 2020-02-11]. Dostupné z WWW: <<http://www.uhul.cz/nase-cinnost/oblastni-plany-rozvoje-lesu/prirodni-lesni-oblasti-plo/176-prirodni-lesni-oblast-c-18-severoceska-piskovcova-plosina-a-cesky-raj>>.

## 9. Seznam obrázků a tabulek

Obrázek 1.: Areál výskytu borovice lesní (Pinus sylvestris L.) (EUFORGEN, 2020).....	17
Obrázek 2.: Porostní mapa s modře vyznačenými výzkumnými plochami nalézající se v porostech 63A12a a 63A12b. ....	39
Obrázek 3.: Údaje z LHP pro porost 63A12a. ....	40
Obrázek 4.: Údaje z LHP pro porost 63A12b. ....	40
Obrázek 5.: Grafické znázornění přirozené obnovy jednoletých semenáčků ve stupních zakmenění. ....	46
Obrázek 6.: Grafické znázornění z výsevu jednoletých semenáčků ve stupních zakmenění.....	47
Obrázek 7.: Krabicový graf počtů jedinců přirozené obnovy borovice lesní (1letých semenáčků) v jednotlivých variantách zakmenění po ukončení vegetační sezóny 2019. ....	48
Obrázek 8.: Krabicový graf počtů jedinců umělé obnovy borovice lesní (1letých semenáčků) v jednotlivých variantách přípravy půdy po ukončení vegetační sezóny 2019.....	49
Tabulka 1.: Schématické znázornění způsobu rozdělení 64 kruhových zkusných ploch s různými stupni zakmenění a přípravou půdy. ....	41
Tabulka 2.: Základní porostní charakteristiky, údaje vyznačené před zásahem a po zásahu.....	44
Tabulka 3.: Počet semenáčků přirozené a umělé obnovy v návaznosti na přípravu půdy a velikost kruhové základny. ....	44
Tabulka 4.: Průměrné počty semenáčků z přirozené obnovy ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy. ....	45
Tabulka 5.: Průměrné počty semenáčků z výsevu ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy.....	46
Tabulka 6.: Vícenásobné porovnání počtů jedinců přirozené obnovy pro jednotlivé varianty zakmenění.....	47
Tabulka 7.: Vícenásobné porovnání počtů jedinců umělé obnovy pro jednotlivé varianty přípravy půdy.....	48

## **10. Seznam příloh**

Příloha 1. Dospělý jedinec borovice lesní.

Příloha 2. Jehlice borovice lesní.

Příloha 3. Šiška borovice lesní.

Příloha 4. Semena borovice lesní.

Příloha 5. Jednoletý semenáček borovice lesní.

Příloha 6. Zakmenění 0,7 a provedená příprava půdy shrnovačem klestu SH01.

Příloha 7. Zakmenění 0,7 a provedená příprava půdy řádkovačem.

Příloha 8. Zakmenění 0,7 a bez provedené přípravy půdy (kontrola).

Příloha 9. Pohled na středový kolík a subplochy.

Příloha 10. Zakmenění 0,0 (holina), s různými přípravami půd.

Příloha 11. Zakmenění 0,3.

Příloha 12. Zakmenění 0,5.

Příloha 13. Zakmenění 0,7.

## 11. Přílohy

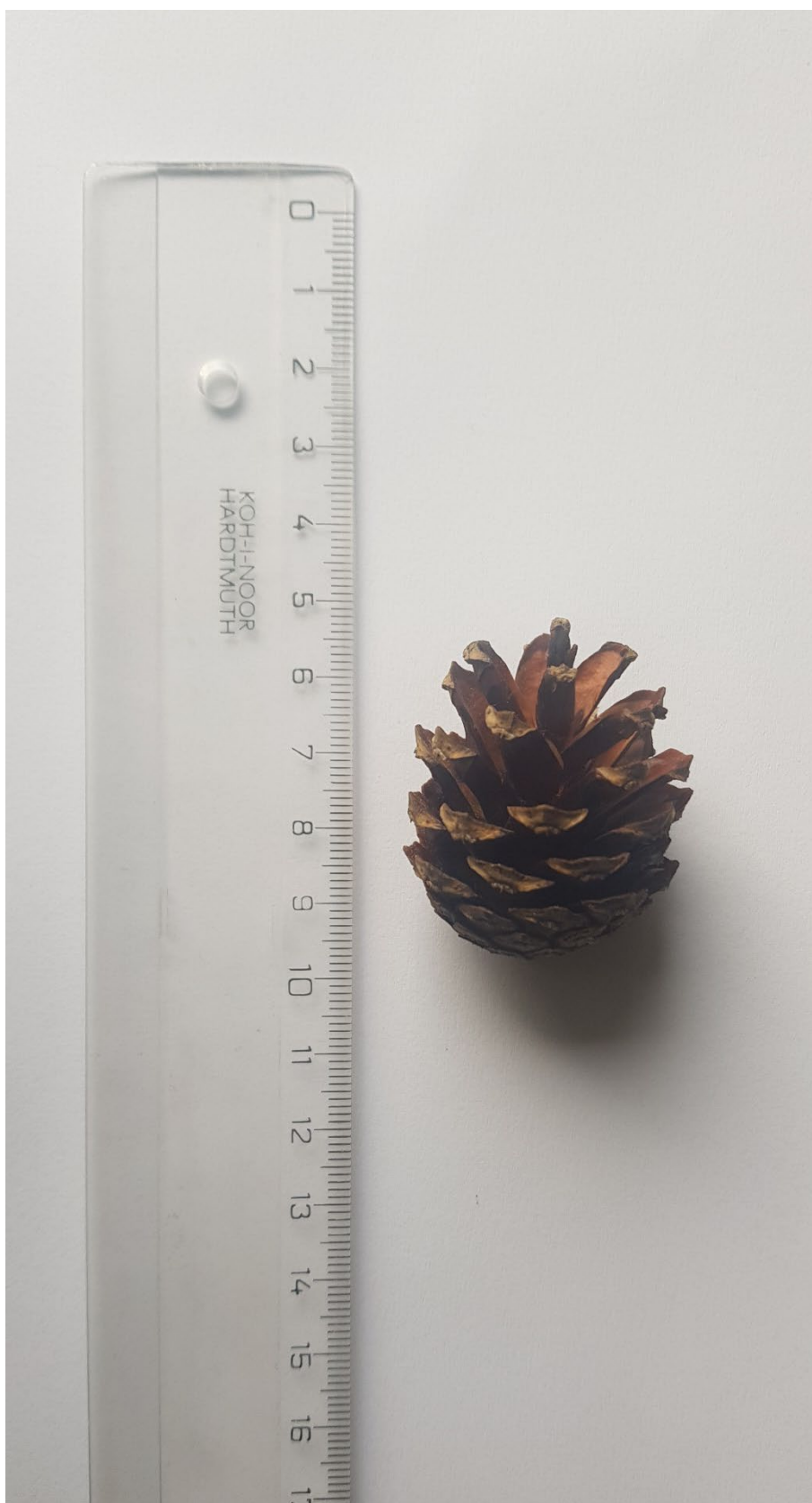


Příloha 1. Dospělý jedinec borovice lesní.





Příloha 2. Jehlice borovice lesní.



Příloha 3. Šiška borovice lesní.



Příloha 4. Semena borovice lesní.





Příloha 5. Jednoletý semenáček borovice lesní.





Příloha 6. Zakmenění 0,7 a provedená příprava půdy shrnovačem klestu SH01.





Příloha 7. Zakmenění 0,7 a provedená příprava půdy řádkovačem.





Příloha 8. Zakmenění 0,7 a bez provedené přípravy půdy (kontrola).





Příloha 9. Pohled na středový kolík a subplochy.



Příloha 10. Zakmenění 0,0 (holina), s různými přípravami půd.





Příloha 11. Zakmenění 0,3.



Příloha 12. Zakmenění 0,5.





Příloha 13. Zakmenění 0,7.