

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Vliv mateřského porostu a přípravy půdy na dynamiku obnovy  
borovice lesní**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Autor práce: Kristýna Herinková

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

2020

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Kristýna Herinková

Lesnictví

Hospodářská a správní služba v lesním hospodářství

Název práce

**Vliv mateřského porostu a přípravy půdy na dynamiku obnovy borovice lesní**

Název anglicky

**Impact of parent stand and soil preparation on the dynamics of Scots pine regeneration**

---

### Cíle práce

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

Díležitostmi cíli jsou:

Srovnání počtů jedinců přirozené a umělé 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 přirozené a umělé obnovy pro jednotlivé varianty přípravy půdy.

### Metodika

Metodika:

- Získání základního přehledu prostřednictvím publikovaných informací k danému tématu
- Obnovení sítě zkusných ploch v jednotlivých variantách přípravy půdy a stupně zakmenění
- 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.
- Erefur Ch., Bergsten U., de Chantal M. (2008): Establishment of direct seeded seedlings of Norway spruce and Scots pine: Effects of stand conditions, orientation and distance with respect to shelter tree, and fertilisation. *Forest Ecology and Management*, 255: 1186-1195.
- Kuuluvainen T., Pukkala T. (1989): Effect of Scots pine seed trees on the density of ground vegetation and tree seedlings. *Silva Fennica*, 23: 159-167.
- 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, PhD.**

Děkan

V Praze dne 31. 05. 2020

**Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma *Vliv mateřského porostu a přípravy půdy na dynamiku obnovy borovice lesní* vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Lukáše Bílka, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědoma, 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.

Na Frýdštejně, dne .....

Podpis autora

Kristýna Herinková

## **Poděkování**

Ráda bych tímto poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce, panu doc. Ing. Lukášovi Bílkovi, Ph.D., za cenné rady a připomínky při jejím zpracování. Dále bych chtěla poděkovat panu Ing. Jakubovi Brichtovi, který mi pomohl s konzultací mé práce. A upřímné poděkování adresuji i svým rodičům, za jejich trpělivost a podporu.

## **Abstrakt**

Předložená bakalářská práce pojednává o vlivu mateřského porostu a přípravy půdy na dynamiku obnovy borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) v lokalitě Doksy (nedaleko rybníku Břehyně – Pecopala) v PLO 18. Literární rozbor se zabývá morfologií dřeviny, jejími ekologickými a pěstebními charakteristikami, rovněž je v práci podrobněji popsána lokalita výzkumu. K výzkumné části byla využita plocha Mariánka II, která byla založena v březnu roku 2017 na majetku spravovaném Vojenskými lesy a statky, s.p. (Divize Mimoň), o celkové výměře 6,5 ha. Hlavním cílem této práce bylo zhodnocení a porovnání obnovy borovice lesní v kombinaci s různými stupni zakmenění (0,7; 0,3; 0,5; 0,0) a různými variantami přípravy půd (kontrolní varianta, shrnovač klestu, lesní fréza a řádkovač). Ke zjištění dat z obnovy borovice byly využity vytvořené subplochy o průměru 0,625 m, umístěné do 32 parciálních obdélníkových ploch o velikosti 31,25 x 60 m, které vznikly v každém stupni proclonění. Celkový počet zkusných ploch činil 64 ks, v každé z nich vzniklo 9 subploch (devátá byla vytyčena na středu zkusné plochy a v ní byl proveden výsev ke zkoumání umělé obnovy borovice lesní), ve kterých se provádělo samotné sčítání počtu jedinců (jednoletých a dvouletých semenáčků). Sběr dat probíhal každý měsíc během vegetačního období 2019. Data byla zpracována v programu Excel a v programu Statistika 12. Část bakalářské práce se zabývá ekonomickým porovnáním podrostního a holosečného způsobu hospodaření. Přílohy obsahují fotodokumentaci borovice lesní, porostní mapu a porostní údaje převzaté z LHP.

Nejlepších výsledků výzkumu u jednoletých a dvouletých semenáčků v přirozené i umělé obnově se dosahovalo v kombinaci zakmenění 0,3 a přípravy půdy řádkovačem. Lze tedy konstatovat, že na vliv kvantity a kvality semenáčků má jak příprava půdy, tak i snížení zásoby porostu.

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

## **Abstract**

The aim of the bachelor's thesis is the evaluation of influence of maternity stand and soil preparation to regeneration dynamics of scots pine on locality Doksy (near Břehyně – Pecopala pond) in the loading area 18. The literature review is focused on morphology, demands, introduction, planting this species and detail description of the locality. For research was used area Mariánka II, which was established in march 2017 in estate of Vojenské lesy a statky, s.p. (division Mimoň). The size of research area was 6,5 ha. The main goal of research was evaluation and comparison of scots pine regeneration in combination with various levels of stocking (0,7; 0,3; 0,5; 0,0) and various methods of soil preparation (control version, brush dozer, soil rotavator and windrower). For evaluation was collected data from subareas with diameter of 0,625 meters, which were placed into 32 parcial rectangular areas. The size of each area was 31,25 x 60 meters with each level of stocking. The complete number of research areas were 64, in each were setted 9 subareas (the 9th subarea were staked in the middle and was used for observing of artificial regeneration). In these subareas were counted quantity of subjects (one year and two years seedlings). Data were collected every month during vegetation periods 2019. The results were processed in software Excel and Statistika 12. One part of the bachelor thesis deal with the economical comparison of the undergrowth and clear-cut cultivation. In the apendix the photo record, stand map and stand data undertook from the forest management plan are pasted.

The best results in case of both one and two years seedlings, natural and artificial regeneration, were observed in combination of stocking 0,3 and soil preparation using windrower. It is confirmed, that impact to quantity and quality of seedlings has both soil preparation and stocking reduction.

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

## Obsah

1. Úvod .....	- 11 -
2. Cíle práce.....	- 12 -
3. Literární řešerše .....	- 13 -
3.1. Borovice lesní ( <i>Pinus sylvestris</i> L.) .....	- 13 -
3.1.1. Charakteristika rodu.....	- 13 -
3.1.2. Základní charakteristika borovice lesní .....	- 13 -
3.1.3. Ekologické nároky borovice lesní.....	- 15 -
3.1.4. Přirozený areál rozšíření borovice lesní.....	- 16 -
3.1.5. Výskyt borovice lesní v ČR.....	- 17 -
3.1.6. Hospodářský význam borovice v ČR .....	- 18 -
3.1.7. Mimoprodukční funkce borovice.....	- 19 -
3.2. Pěstební charakteristiky borovice lesní.....	- 20 -
3.2.1. Výchova borových porostů.....	- 22 -
3.2.2. Péče o mladé porosty .....	- 23 -
3.2.3. Prořezávky .....	- 24 -
3.2.4. Probírky .....	- 25 -
3.2.5. Obnova borových porostů.....	- 26 -
3.2.5.1. Přirozená obnova .....	- 26 -
3.2.5.2. Umělá obnova.....	- 27 -
3.2.5.3. Holosečný způsob.....	- 27 -
3.2.5.4. Podrostní způsob .....	- 29 -
3.2.5.5. Obnovní způsob násečný.....	- 31 -
3.3. Porovnání ekonomické efektivity holosečného a podrostního způsobu hospodaření v borových porostech.....	- 31 -
3.4. Přírodní lesní oblast č. 18: Severočeská pískovcová plošina a Český ráj... - 34 -	- 34 -
3.4.1. Geomorfologické poměry .....	- 35 -
3.4.2. Geologické poměry .....	- 36 -
3.4.3. Pedologické poměry .....	- 37 -
3.4.4. Klimatologické poměry .....	- 38 -
3.4.5. Hydrologické poměry .....	- 38 -
4. Metodika práce .....	- 40 -
4.1. Popis výzkumných ploch .....	- 40 -
4.2. Sběr dat.....	- 41 -



4.3. Zpracování dat.....	- 42 -
5. Výsledky.....	- 44 -
5.1. Vývoj přirozené obnovy během vegetačního období.....	- 46 -
5.2. Vývoj umělé obnovy během vegetačního období.....	- 48 -
5.3. Souhrnné počty jedinců po ukončení vegetační sezony v jednotlivých variantách zakmenění .....	- 50 -
6. Diskuse .....	- 54 -
7. Závěr a doporučení pro lesnickou praxi .....	- 57 -
8. Seznam literatury a použitých zdrojů .....	- 59 -
9. Seznam obrázků a tabulek .....	- 64 -
10. Seznam příloh.....	- 66 -
11. Přílohy .....	- 67 -

### **Seznam použitých zkratk:**

ÚHUL – Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, je organizační složka státu zřízená Ministerstvem zemědělství. Plní funkci servisní organizace pro oblast lesního hospodářství.

PLO – Přírodní lesní oblasti, jsou území vymezená v rámci průzkumu lesních stanovišť na základě geologických, klimatických, orografických a fyto geografických podmínek. Česká republika je rozdělná na 41 přírodních lesních oblastí.

OPRL – Oblastní plány rozvoje lesů splatností 20 let. Jsou to souhrnné údaje o stavu lesa a přírodních podmínkách v jednotlivých PLO, doporučují zásady pro hospodaření dle PLO.

LHC – Lesní hospodářský celek je soubor, který je rámcem pro vypracování lesního hospodářského plánu (LHP). Je nejvyšší jednotkou prostorového rozdělení lesa a je vymezen na základě vlastnických hranic středních a větších majitelů. Přírodním rámcem pro posuzování podmínek je PLO.

HS – Cílové hospodářské soubory., jsou označeny dvouciferným číslem, 1. číslice udává vegetační polohu (+-LVS) a 2. číslice ekologickou (stanovištní) řadu.

LVS – Lesní vegetační stupeň, v ČR máme 10 + 0 vegetačních stupňů, které vyjadřují rozdíly vegetace se sledem rozdílů výškového a expozičního klimatu.

JMP – Jednoruční motorová pila.

UKT – Univerzální kolový traktor.

# 1. Úvod

V současné době sledujeme výrazně zhoršený zdravotní stav lesních porostů v ČR. Příčinou jsou bezesporu rychle se měnící klimatické podmínky, ale také silné gradace podkorního hmyzu v posledních letech. Moderní lesnictví se proto zaměřuje zejména na využívání nových způsobů hospodaření, souhrnně se jedná o postupné odchylování od holoseči spíše směrem k trvale tvořivým lesním porostům. Tendence lesních hospodářů uplatňovat přírodě blízké postupy pěstování lesů, mohou být do budoucna příslibem skutečně racionálního využívání přírodních sil, jakož i výrazné zvýšení stability a životaschopnosti lesních porostů. Právě z výše zmíněných důvodů pak vznikla také tato práce. S ohledem na klimatické změny je tedy třeba zvýšit adaptabilitu již existujících porostů, ale také zakládat lesní porosty v kontextu stanovištně vhodných dřevin. Stále větší množství informací o biologii lesních ekosystémů, ale také zvyšující se tlak veřejnosti na vyšší úroveň polyfunkčnosti lesů, dává impuls lesním hospodářům ke zvýšení pozornosti směrem k problematice nových směrů v lesnictví. Jedním z příkladů aktuálních směrů v lesním hospodaření je navrácení heterogenity lesního ekosystému, především pak prostřednictvím realizace smíšených či víceetážových porostů. Přírodě blízké hospodaření je již naprosto běžné například v porostech stín snášejících dřevin, kdy se velmi často jedná zejména o využívání přirozené obnovy pod porostem. Přirozená obnova pod zástiněm mateřského porostu zatím ale není vysloveně běžná u světlomilných dřevin, jako je například borovice lesní. Nicméně se v poslední době objevují studie, které konstatují velmi dobré výsledky podrostního hospodaření i u této dřeviny (Brichta a kol., 2020; Bílek a kol. 2018).

Výzkum byl prováděn v LHC Břehyně na ploše Mariánka II. Sběr dat proběhl v rámci vegetačního období v roce 2019 (květen až listopad). Výsledky tohoto výzkumu odhalují především zásadní vliv přípravy půdy a rovněž hustoty mateřského porostu na následnou přirozenou obnovu borovice lesní. V této bakalářské práci byl zkoumán vliv mateřského porostu na přirozenou obnovu. Dále byl porovnán vliv clonné seče a holoseče na existenci přirozené obnovy. Zkoumaná plocha byla rozdělena na několik variant hustoty porostu (0,7; 0,5; 0,3; 0,0). V každém stupni zakmenění vzniklo 8 pruhů, ve kterých se následně provedly čtyři různé varianty přípravy půdy (shrnutím klestu, frézou, řádkovačem a poslední plocha byla ponechána bez přípravy), každá tato varianta byla navíc ještě jednou zopakována.

## 2. Cíle práce

Cílem této práce bylo vyhodnocení parametrů přirozené a umělé obnovy borovice lesní dva roky po provedené první fázi clonné seče, rovněž také na holoseči (kontrolní varianta).

Dílčí cíle výzkumu byly následující:

- srovnání počtů jedinců přirozené a umělé obnovy při různých variantách prosvětlení mateřského porostu včetně porovnání výsledků s kontrolním holosečným zásahem,
- srovnání počtů jedinců přirozené a umělé obnovy pro jednotlivé varianty přípravy půdy,
- vyhodnocení (určení) nejvhodnějšího pěstebního postupu,
- doporučení pro praxi.

### **3. Literární rešerše**

#### **3.1. Borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.)**

##### **3.1.1. Charakteristika rodu**

Borovice lesní je jehličnatý strom patřící do rodu borovice (*Pinus*). Tento rod náleží čeledi borovicovité (*Pinaceae*), do které spadají další jehličnaté dřeviny (např. rody *Picea*, *Pseudotsuga*, *Cathaya* nebo *Larix*). Čeleď borovicovitá (*Pinaceae*), je součástí třídy jehličnany (*Pinopsida*), která taxonomicky spadá pod vlastní oddělení nahosemenných rostlin (*Pinophyta*) (Úradníček a Chmelař, 1995).

##### **3.1.2. Základní charakteristika borovice lesní**

Borovice lesní je stálezelená jehličnatá dřevina, dorůstající v našich podmínkách výšky 15-25 m (Koblížek, 2006). Zřídka dorůstá výšky 45 m. Nejčastěji dosahuje výčetní tloušťky kmene do 100 cm. Borovice se dožívá stáří až okolo 300 (500) let (Maděra a Úradníček, 2001).

Koruna borovice je v mladším věku kuželovitá s pravidelnými přesleny, ve věku kmenoviny či dospívající kmenoviny je převážně výše nasazená a nepravidelně větvená, v některých případech až deštníkovitá (Pleva, 1962). U mladších stromů bývá koruna pravidelně kulatá s trojúhelníkovitým obrysem. Silnější větve jsou skoro vždy zakřivené a s ohledem na délku kmene, jsou krátké (Kremer, 1995).

Modrozelené pichlavé jehlice dlouhé 3-7 cm jsou mírně zkroucené, vyrůstají po dvojicích z brachyblastů. Na větvičce obvykle setrvávají 3 roky, na suchých stanovištích 2 roky, v horách a na severu areálu pak 4 roky (Wohlleben, 2016). Letorosty mají žlutavou barvu, jsou lysé, pupeny protáhle vejcovité, červenohnědé, převážně nepryskyřičnaté (Koblížek, 2006).

Borovice lesní kvete v květnu, někdy může kvést až do června. Plodit začíná jako solitér v 15-20 letech, v zápoji mezi 30.-40. rokem života, na vlhkých půdách pak ještě později. Plodí každý rok až do stáří 200 let (Pleva, 1962). Borovice patří mezi jednodomé dřeviny, samčí i samičí květy má nepravidelně rozmístěné po celém obvodu koruny (u některých jedinců převládá jedno pohlaví, stromy s převahou samčího plodí méně). Samčí

vejcovité šištice jsou kolem 6–8 mm dlouhé, sýrovožluté, složené z mnoha tyčinek, pukající v podlouhlém směru. Vyrůstají ve větším množství na konci loňských větvíček, místo brachyblastů a na bázi jsou obalené blanitými šupinami. Pylová zrnka mají v rozích dva velké vzduchové měchýřky, které pomáhají pyl roznést větrem na velké vzdálenosti. Samičí šištice mají oválně vejcovitý tvar, barvu červenou a vyrůstají po dvou (někdy i po třech) na letošních větvíčkách. Skládají se z okrouhlých masitých plodolistů s dvěma obrácenými vajíčky na bázi a jejich velikost můžeme přirovnat k velikosti hrachu (Pleva, 1962).

Samičí šištice v době zralosti jsou tmavohnědé až téměř zčernalé a dosahují délky 8 cm. Šupiny jsou podlouhlé, s lehce vyklenutými štitky (Kremer, 1995). Šištice dozrávají druhým rokem, v prvním roce mají rozměr lískových oříšků, v dalším roce dosahují své normální velikosti (3–6 cm). Jsou velice proměnlivé a šitky mají vždy matné a naředlé (Maděra, Úradníček, 2001). Šišky přetrvávají na větvích a k jejich hlavnímu otevření dochází v předjaří roku třetího. Semena dozrávají v šiškách v říjnu a listopadu druhého roku po opylení a se sběrem šišek se začíná v polovině listopadu. Samovolně vypadávají semena po otevření šišek na stromě v březnu či dubnu třetího roku po opylení. Prázdné šišky ještě určitou dobu neopadávají, takže na jaře mohou být na tomtéž stromě kvetoucí šištice i šišky v různém stupni vývoje (Pleva, 1962).

Semena mají podlouhle vejčitý tvar s ostrými hranami a jsou mírně zploštělé. Jejich zbarvení je nahnědlé až červenavě hnědé, ale může být i bílé (Pleva, 1962). Semena jsou 0,3 – 0,4 cm dlouhá, až 2 mm široká, na obvodu asymetricky vejčitá, mírně zploštělá s naznačenými hranami. Křídlo dosahuje velikosti kolem 10–15 mm, je tupě špičaté, blanité, nahnědlé nebo červenavě hnědé a klíškovitě objímá semeno. Hmotnost 1 tis. semen se pohybuje okolo 6,3 g, v 1 kg najdeme přibližně 159 tis. semen. Semena se mohou skladovat přímo v proschlých a vyzrálých šiškách, v prostředí s nízkou a s nekolísavou teplotou. Vyluštěná semena se ukládají do jutových pytlů, zavěšených do vzdušných, chladných a temných místnostech. Doporučuje se udržovat vlhkost semen na 6–8 %, aby se udržela klíčivost 5 až více let. (MZLU Brno, 2019).

Semenáčky mají zpravidla 6–8 vzhůru ohnutých, sytě zelených děložních lístků a hypokotyl, červenofialového zbarvení. Jednoletý semenáček má stonek nad děložním nodem, porostlým jehlicemi a zakončeným terminálním pupenem. V dobrých půdních

podmínkách vytvoří již prvním rokem 1–2 boční větvičky. Zřetelnější přeslen větvíček se vytvoří až druhým rokem (MZLU Brno, 2019).

Borovice má dlouhý válcovitý kmen, většinou přímý, průběžný, ve stáří i neprůběžný, který se vysoko do koruny čistí od větví. Na kamenitých půdách má kmen různá zakřivení (Pleva, 1962). Ale nejčastěji je štíhlý, občas pokřivený i sukovitý (Krüssmann, 1968). V dolní části je kmen kryt silnou, deskovitě rozpukanou šedohnědou borkou, blíže ke koruně se borka zoranžoví a je oproti dolní části, lístkovitě odlupčivá a hladká (Koblížek, 2006). Objem středního kmene by měl mít ve 100 letech až 1,4 m<sup>3</sup>, na nejpříznivějších stanovištích, porostní zásoba se pohybuje okolo 550 m<sup>3</sup>/ha hroubí s kůrou (Musil a Hamerník, 2007).

Kořenový systém je mohutný s hluboko sahajícím kulovitým kořenem, boční kořeny sahají daleko do stran, v písčitých půdách i hlouběji. Kořenový systém dobře kotví nadzemní část, proto nedochází k vývrátům, ale spíše k vrcholovým zlomům. Kořenový systém je velmi přizpůsobivý neboť má velmi dobrou modifikaci k danému stanovišti. Pokud je např. strom vysazen na bažinatých půdách, kořenový systém se přizpůsobí a mělce zakoření (Maděra a Úradníček, 2001). Na bažinatých stanovištích se kůlový kořen nevyvine. Na skalnatém podkladu obepínají kořeny povrch tak, aby se co nejlépe strom ukotvil, proto kořeny hodně zarůstají do štěrbin. Na pohyblivých písčích se někdy horní část kořenového systému obnaží a vyvinou se kořeny chůdovité. Borovice je považována za zpevňující dřevinu (MZLU Brno, 2019).

### **3.1.3. Ekologické nároky borovice lesní**

Borovice lesní má největší rozšíření podobně jako smrk ztepilý (*Picea abies* L.) v severských oblastech. U nás se přirozeně vyskytuje pouze na extrémních stanovištích, např. na suchých písčitých půdách nebo balvanitých sutích, kde dřeviny jako buk i dub, ztrácejí na konkurenční síle (patří mezi S strategii), vyskytuje se i na půdách bažinných a rašelinných (Wohlleben, 2016). Borovice lesní je má na půdu poměrně malé nároky. Zajímavá edafická odchylka představuje některé ekotypy stepní borovice z jižní evropské části Ruska, kde tyto ekotypy snášejí slané půdy (Úradníček, 2003). Borovici nejčastěji najdeme na mírně suchých až slabě zásaditých půdách, ale roste s úspěchem i na jílovitých, písčitých a vápnitých půdách (Kremer, 1995).

Vzhledem ke kontinentální povaze borovice lesní a její přizpůsobivosti k extrémním teplotám vydrží v tuhých mrazech i vysokých teplotách. Je dobře adaptovaná na extrémní podmínky. Mladé semenáčky na písčitých půdách snášejí vysoké teploty. Brzké ani pozdější mrazy ji nepoškozují, ale mokřých humusových půdách, může být v mladém věku ohrožována holomrazy. Ohledně vlhkosti půdy je borovice velmi skromná a nenáročná, a dokáže se přizpůsobit vyššímu obsahu vody v půdě. Snese spíše sušší půdy než přemokřené, proto se vyšší vzdušné vlhkosti vyhýbá (Pleva, 1962). Borovice roste v oblastech s velkými srážkovými rozdíly, od 400 mm po polohy kde roční srážkové úhrny dosahují 1 000 mm (Úradníček, 2003).

I když borovice lesní má takto široké ekologické nároky a je to dřevina pionýrských vlastností (schopnost osidlovat volné plochy) nesnáší znečištěné městské ovzduší. V takových podmínkách brzy shazuje jehličí a následně odumírá. Proto se nedoporučuje k vysazování do velkých měst (Úradníček, 2003).

### **3.1.4. Přírozený areál rozšíření borovice lesní**

Původní rozšíření borovice lesní bylo v době ledové, kdy patřila mezi první dřeviny, společně s břízou (obě dřeviny utvářely ráz tajgy). Postupně byla zatlačována konkurenčně silnějšími dřevinami, toto zatlačení ji přivedlo na extrémní a velmi chudá stanoviště, nacházející se v nižších i vyšších polohách (1. – 7. LVS). Borovice zhoršuje podmínky půdy vytvářením vrstev surového humusu, kdy dochází k blokování přístupných živin. V boreální zóně se pomocí požárů vytvářejí podmínky pro přirozenou obnovu (Úradníček a Chmelař, 1995).

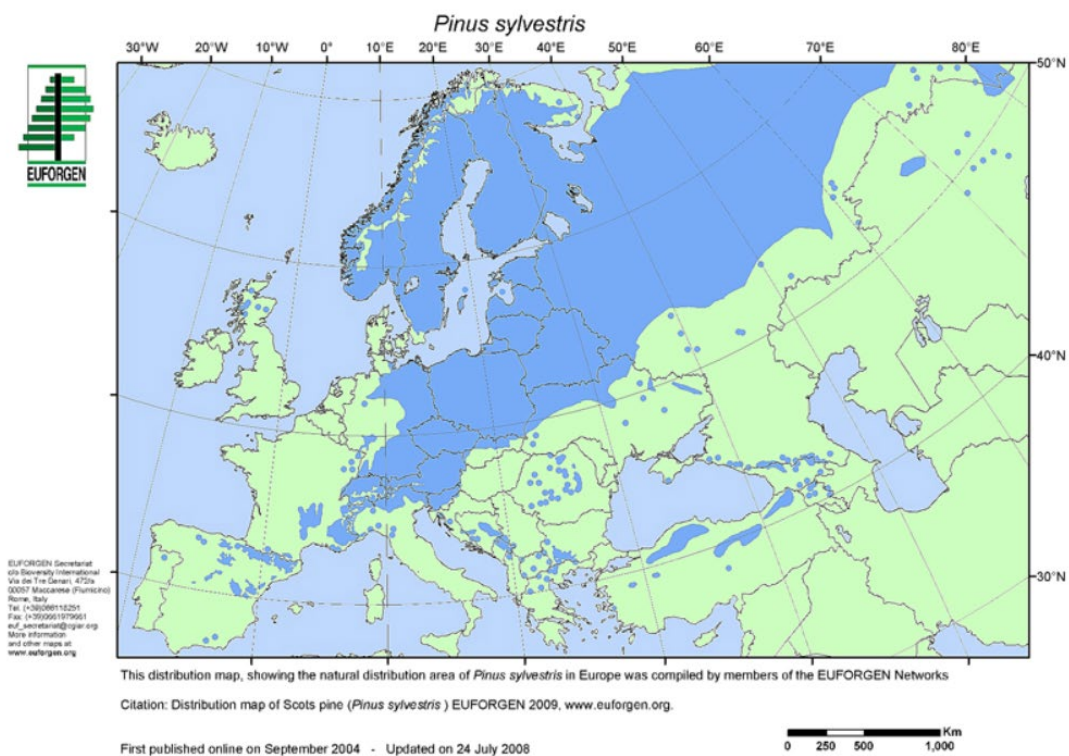
Globálně je to nejrozšířenější borovice vyskytující se v celé Eurasii, a také její výskyt mezi stromovitými dřevinami patří mezi nejrozsáhlejší. Má obrovskou genetickou rozmanitost a v její distribuci existuje několik různých poddruhů. Borovice lesní se nejvíce rozprostírá na severu Evropy. Strom roste v nadmořských výškách od hladiny moře do 2600 m (Euforgen, 2020). Maximální výskyt borovice je na severovýchodě, v horách se vyskytuje skupinovitě a v porostech s menším vzrůstem. V severní oblasti výskytu je borovice lesní stromem nížin a na jihu stromem pohoří (Chmelař, 1980).

Přírozeně je rozšířena souvisle v severní a severovýchodní Evropě, ve střední a zasahuje k jihu až k pohořím jižního Španělska (pohoří Pyreneje). V severních oblastech



roste v severní Itálii a Makedonie (Krüssmann, 1968). Variabilita borovice byla silně ovlivněna dovozem osiva z různých zemí. Dováželo se z východu (Bělorusko, Estonsko), ze západu (Belgie, Francie, Německo) i z jihu Evropy (Itálie, Maďarsko, Rakousko). Projevuje se barvou šištice, velikostí šišek, tvarem štítků semenných šupin, barvou semen, též celkovým habitem stromů, růstem, borkou, dřevem, ale i nároky na stanoviště (Pleva, 1962).

Zasahuje do všech států Pobaltí, Skandinávských států, kromě Dánska, dále je nejvíce rozšířena v Polsku, České republice, východním Německu, Rakousku, na severu Ukrajiny a Ruska. Ostrůvkovitě se vyskytuje na území Velké Británie, Španělska, Francie, Itálie, v zemích Balkánského poloostrova a Turecka (Obrázek 1).



Obrázek 1. Přirozený areál rozšíření borovice lesní (Euforgen, 2020).

### 3.1.5. Výskyt borovice lesní v ČR

Zastoupení borovice lesní v lesích ČR bylo v roce 2018 na 16,2 %, což je procentuálně velmi podobné doporučenému zastoupení, které se pohybuje na 16,8 %. Ale oboje tato zastoupení značně převyšují přirozené zastoupení, které je na 3,4 % (MZP, 2018).

Naše území leží uvnitř euroasijského areálu borovice, ekotyp hercynský. V České republice se přirozeně vyskytovala jen ostrůvkovitě v lesních oblastech od pahorkatin až po horní hranici lesa, převážně na extrémních stanovištích skalních ostrohů a sutí. V nižších polohách se objevovala v doubravách na písčích a suchých půdách. Tyto autochtonní výskyty označujeme jako reliktní bory, které nalezneme v Čechách např. na hadcích Slavkovského lesa, na suchých písčích v Polabí, na balvanitých svazích na Šumavě, zrašeliněných půdách Třeboňské pánve nebo na pískovcových skalách severovýchodních Čech atd.. V kultuře je dnes pěstována na ploše 4x větší oproti přirozenému výskytu. (Maděra a Úradníček, 2001).

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

Extrémní klimatické podmínky (dlouhodobá teplota a málo srážkových normálů) napomohly k velmi rozsáhlým poškozením, převážně u smrkových porostů. Proto v lesích ČR docházelo k nahodilým těžbám, ve kterých se vytěžilo rekordně 23,01 mil. m<sup>3</sup> dřeva, celkem 25,69 mil. m<sup>3</sup> surového dříví (růst o 6,3 mil. m<sup>3</sup> oproti minulému roku 2017), což představuje 90 % z celkové těžby dřeva. Podíl z celkové výše v ČR činil počet jehličnatého dřeva 94 %, přesněji 24,21 mil. m<sup>3</sup> a u listnáčů, byla celková výše těžeb 1,48 mil. m<sup>3</sup>. Tento extrémní nárůst nahodilé těžby zapříčinily převážně živelné podmínky, které byly ve výši 8,38 mil. m<sup>3</sup>, další a větší příčina byla hmyzového původu, ve výši 13,06 mil. m<sup>3</sup> (MZe, 2018). Borovice tvoří hospodářsky významné porosty v oblastech původního výskytu v ČR, přesněji je to jihočeský, východočeský, severočeský, západočeský a jihomoravský region (Kovář a kol., 2013).

Dřevo má nažloutlou běl, jádro mívá červenohnědý odstín s výraznou kresbou letokruhů. Jeho struktura je měkká, lehká (čerstvá objemová váha 82 kg/m<sup>3</sup>, suchá objemová váha 55 kg/m<sup>3</sup>), pružná, ale křehčí oproti smrkovému dřevu. Dále je nerovnoměrně a má horší štípatelnost než smrkové dřevo, ale zase má více živíc, díky kterým je odolnější a trvanlivější (např. ve vodě) (Pleva, 1962).

Textura borového dřeva je v tangenciálním řezu fládovaná, v radiálním řezu bývá pruhovaná. Pokud je dřevo zamodralé a dochází u něho k většímu houbovému napadení. Má vyšší schopnost přijímání vody, proto se doporučuje dříví rychle vysušit a ošetřit

ochrannými prostředky proti houbám. Borovicové dřevo je dobře impregnovatelné (Wagenführ, 2002).

Borové dřevo se nejčastěji používá ve stavebnictví (stavby vodní, mostní, důlní), truhlářství (okna, dveře), v hornictví (dolovina), dále se velmi osvědčilo při výstavbě železničních pražců, telegrafních sloupů nebo ke stavbě dlažebních špalíků (Matovič, 1984). V dnešní době se z borovice lesní na suché stavby nejvíce prodávají lišty, palubky, podlahovky a spárovky.

### **3.1.7. Mimoprodukční funkce borovice**

Pryskyřice borovice se hojně používala jednak na mechanické utěšňování a impregnaci lodí, ale též jako léčivo nebo přírodní lepidlo. Je také zdrojem přírodního terpentýnu, který je spolu se svým destilačním zbytkem (kalafunou) výchozí surovinou pro vytvoření dalšího množství produktů, jako jsou např. laky, rozpouštědla k ředění barev, insekticidní přípravky, gumy, tiskové barvy atd. (Ciesla, 1998). Tradiční způsoby těžby spočívající v nařezávání, odkornování živých stromů a následně odchytávání tekoucí pryskyřice, nazývané smolaření. Toto zpracování borovice je v České republice i v dalších zemích již zakázány (Neumann, 2020).

V lidovém léčitelství se používal nálev z pupenů, který při bronchiálních katarrech podporuje odhlehování, působí močopudně a zlepšuje prokrvení (koupele). Borovice uvolňuje fytoicidní látky, které mají příznivý vliv na lidské zdraví (Maděra, Úradníček, 2001). Na podestýlky, mulče nebo k balení zboží, se využívají jehlice. Z dlouhých, pevných a ohebných jehlic borovice karibské se v Nikaragui pletou nádherné ozdobné rohože a koše (Ciesla, 1998).

Borová silice obsahuje celou řadu terpenických látek, jako alfa a beta pinen, limonen, kamfen, felandren a další. Tyto látky mají zklidňující, analgetické, antiseptické a antibakteriální účinky a užívají se v aromaterapii i v lékařství, především jako součást různých antirevmatických, hojivých a masážních mastí, při bolavých kloubech, artritidě nebo různých pohmožděninách a drobných poraněních. Dále se používá ke koupelím, potírání a inhalacím při nachlazení a chorobách dýchacích cest stejně jako při péči o pleť a kožních nemocech včetně lupénky. Jejich příjemná vůně v aromaterapii pomáhá zklidňovat nervový systém, ulevovat při stresu, uvolňovat úzkost a tenzi a osvěžovat

mysl. Silice jsou také součástí různých parfémů, aromatických mýdel, osvěžovačů vzduchu a podobných přípravků (Podlech, 2002).

Kůra borovic obsahuje antioxidační látky, třísloviny, flavonoidy, vitamíny. Dříve byla konzumována americkými indiány a jako prostředek proti kurdějím ji využívali ruští kozáci na Sibíři a Dálném východě. Kůra je součástí potravinových doplňků, např. Pycnogenol (Podlech, 2002).

Semena borovic jsou jedlá a druhy s velkými semeny po staletí sloužily lidem jako zdroj potravy, neboť mají značnou výživovou hodnotu, srovnatelnou s některými druhy ořechů, jako jsou pekaný, kešu či vlašské ořechy. Obsahují velké množství bílkovin, sacharidů, tuků, vitamínů (B, E, K) a minerálů jako hořčík, draslík, mangan a zinek. V gastronomii je mnoho způsobů jejich využití: syrové nebo pražené, do salátů a dezertů blízkovýchodní kuchyně, na zdobení pečiva nebo mleté do kaše. Jsou též neodmyslitelnou součástí italského pesta (Podlech, 2002).

Často se vysazuje jako okrasná dřevina v parcích. Do menších zahrad a parků se doporučuje její zakrslejší, až k zemi zavětvený kultivar „*Watereri*“, jehož výška dosahuje ve 20 letech okolo dvou metrů (Pokorný a kol., 1998).

Borovice i jiné stálezelené jehličnany se v mírných a chladných oblastech světa považovaly za symbol naděje, věčného života a znovuzrození přírody v zimním období. V období zimních slunovratů se pálily jejich větévky a tento rituál sloužil k ochraně obydlí proti zlým silám zimy, např. v německém Slezsku nebo na Sibíři. V antické mytologii byly borovice považovány za sídla dryád, nymf a zasvěcovány božstvům jako Pan, Dionýsos nebo samotný Zeus. Šišky borovic byly významným symbolem plodnosti (Ciesla, 1998).

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

Borovice lesní patří mezi běžné domácí dřeviny, zejména je významná v lesnictví pro vysazování do monokultur. Častá je i její příměs do polopřirozených smíšených porostů (Businský a Velebil, 2011). Biologické vlastnosti borovice vyžadují jiný přístup k výchovným zásahům ve srovnání s výchovou smrkových porostů. Oproti smrku, který

reaguje na výchovné zásahy rychleji a celkově výrazněji, borovice na tyto zásahy reaguje spíše velmi pomalu a méně výrazně (Slodičák, 2013).

Borovice je světlomilná dřevina, která není schopná kvalitního růstu v těsných porostech a přirozeného zmlazování v plném zástínu, a díky těmto vlastnostem zařazujeme borovici mezi pionýrské dřeviny volných ploch. Dokáže získat vodu i z velkých hloubek oproti ostatním dřevinám, proto je schopna výskytu na suchých stanovištích (suché písky, duny, váté písky, šterky, kamenité sutě atd.) (Maděra a Úradníček, 2001).

Vzhledem k výše uvedeným poznatkům řadíme borovici lesní mezi stromy se širokou ekologickou amplitudou. Výrazná půdní stanoviště, na kterých se borovice vyskytuje překrývají specifické povahové rozdíly v daném klimatu, proto se u borovice vytvořil samostatný stupeň 0. Největší množství těchto stanovišť se nachází v rozpětí od 3–4. LVS. Ve 2. LVS zasahují bory na přechodu do borové doubravy nebo jako ojedinělé výskyty dealpínského boru, na vápencích a hadcích (0X). Naopak klimaticky odpovídajícím vyšším polohám je možno borovici hodnotit některé inverzní polohy se smrkem (0N, 0Y, 0T, 0G), nebo vyšší polohy sedimentů ve srážkově deficitních oblastech. Kromě stupně 0 tvoří borovice přirozenou příměs chudých kategorií, ovlivněných i neovlivněných vodou (M, Q, R), kde se vyskytují až do 5. vegetačního stupně, ale můžou i do 6. LVS. Nejvyšší zaznamenaný výskyt borovice byl zaznamenan v 7. LVS na Šumavě (stožecká borovice) (Mikeska a kol., 2008).

Mladé stromy mají přirozenou autoredukci. Pokud uděláme zásah do mladého porostu příliš silný, dochází v něm ke dlouhodobému zpomalení přírůstu a objemové produkce, ale na druhou stranu zásahy malé intenzity zhoršují klimatické charakteristiky uvnitř tohoto porostu. Cíle výchovy borových porostů nám slouží ke zvýšení jejich kvality a odolnosti vůči stresovým faktorům (Poleno a kol., 2009).

Přirozená obnova porostu je pojem, kdy se vytváří nová generace lesa autoredukci mateřského porostu. Z lesa bychom neměli mít primárně dříví, protože les produkuje i ostatní funkce. Pro lidi a celkově pro přírodu jsou důležité další funkce, jako např. hydrologická funkce, která je v dnešní době velmi důležitá (Peřina a kol., 1964). Obnova borovice pod clonou mateřského porostu je v ČR používána jen okrajově, ale v severských zemích se uplatňuje tento způsob velmi hojně. Proto je k této problematice

prozatím málo literatury. Pro vznik kvalitního a zdravého porostu se musí splnit dva důležité faktory. Nejdůležitější je úprava půdních podmínek, pro lepší vyklíčení semen a snížení bylinného a keřového patra (v této lokalitě to byla brusnice borůvka). Druhý faktor má za cíl snížení hustoty porostu a tím i vyššího množství proudícího světla pod mateřský porost, které ovlivňuje kvantitu, růst i kvalitu přirozeně se zmlazujícího porostu. Doposud vznikaly porosty náhodně přirozenou obnovou, k snižování hustoty a prosvětlování porostu dříve docházelo zcela náhodně (prolámání a následnému prosvětlení porostu docházelo za povětrnostních a sněhových podmínek) (Bílek a kol., 2018).

### **3.2.1. Výchova borových porostů**

Základním nástrojem realizace výchovných zásahů jsou modely výchovy, které lze charakterizovat jako komplexní výchovný program, ve kterém nalezneme instrukce k výchovným sečím od prvního výchovného zásahu až do předmýtného věku. Každý model výchovy by měl obsahovat počet zásahů, začátek výchovy, intenzitu zásahů, způsob výběrů a délku pěstebního intervalu. Dále jsou modely výchovy rozděleny podle kvality porostů a jejich ohrožení (Slodičák, 2013).

Ve výchově borových porostů máme čtyři předpoklady pro splnění produkčního cíle. Vhodné stanoviště, vhodný ekotyp, vysoká hustota porostu (10–12 tis.ha<sup>-1</sup>) a jako poslední předpoklad je výšková vyrovnanost porostu (hustě a v jedné úrovni). Výchovou borových porostů lze velmi ovlivnit, hlavně ve stádiu mlazin a tyčkovin (Kovář a kol., 2013).

Výchovu borových porostů rozdělujeme podle kvality na tři skupiny nejdříve se seznámíme s první skupinou, a to s kvalitními borovými porosty. Provádí se především v přirozeném borovém hospodářství v hospodářském souboru 13 (HS 13). Musí být splněny všechny předpoklady. První prořezávka se provádí u dosažené průměrné výšky 2–3 m. Provádí se individuálním výběrem a následným nejrychlejším odstraněním obrostlíků a předrostlíků, dále si všímáme netvárných jedinců z úrovně a nadúrovně, ještě se dává důraz na odstranění nežádoucích druhů dřevin. Zpočátku musí být zásah slabý, nesmí porušit dokonalý zápoj, počet jedinců by měl klesnout na 8 tis. na ha, později převládá kladný výběr, který podporuje kvalitní jedince na 10 let. Další výchovný zásah

nazýváme prořezávky, tyto dva zásahy by měli mít od sebe interval 5let. Prořezávka se zaměřuje na zbylé netvárné jedince v úrovni a utlačené jedince v podúrovni (Anonymous, 1997).

Druhá skupina se zabývá porosty snížené kvality, která nespĺňuje jednu ze čtyř podmínek. Porosty se vyskytují na bohatých půdách (např. HS 25), na těchto půdách má borovice tendenci k rozpínavému růstu. Pokud je v porostu větší počet kvalitních jedinců, výchovné zásahy se provádí obdobně jako u kvalitních borových porostů. Při velkém počtu rozpínavých jedinců se používá metoda odstranění nejhorších pokroucených jedinců, které vede k uvolnění vzrostlým jedincům. Výsledkem je vysoký objemový přírůst, ale zato horší kvalita. Druhý zásah se provádí po 5letech, mezi dalšími zásahy jsou desetileté intervaly. Pokud se porosty vyskytují na chudých půdách (HS 13, 21), na kterých má porost pomalejší růst a menší rozpínavost. Vhodný je zde volnější zápoj mlazín a tyčovin, probírky se doporučují slabé a podúrovňové. Třetí a poslední skupina jsou porosty nekvalitní – ohrožené, nespĺňující dvě a více podmínek. Hospodářsky ztrátové porosty. Často jsou mladé porosty od 20 do 40let na úrodnějších půdách ohrožené sněhem. Cílem výchovy porostu je udržitelná stabilita do budoucna a udržování volnějšího zápoje. Z tohoto porostu máme velkou objemovou produkci, ale v nižší kvalitě. První prořezávka se provádí v průměrné výšce porostu 4 m, odstraňují se netvárné předlostlíci a obrostlíci, redukce hustoty mlaziny. O tuto skupinu se staráme opačně oproti kvalitním borovým porostům (Anonymous, 1997).

### **3.2.2. Péče o mladé porosty**

Porostní čistky (prostřihávky nárostů) navazují na ukončení stádia vývoje porostu, nazývaný zajištění lesního porostu. Zajištěný lesní porost je ten porost, který vykazuje zřetelný výškový přírůst, musí být určitý počet jedinců rozložený rovnoměrně na ploše, vhodný genetický původ a porost odrostlý vůči negativnímu působení buřeně a zvěře. Čistky se uplatňují u porostu, který vznikl náletem, což znamená porost vzniklý přirozenou obnovou. Zaměřuje se hlavně na jedince nemocné, vidličnatého nebo křovitého vzrůstu, výmladky a jedinci rozpínaví v úrovni a nadúrovni oproti ostatním jedincům. Předmětem čistky tedy nebývá redukce jedinců a snížení hustoty zápoje.

Výsledkem provádění těchto zásahů by měl být stejnoměrný, výškově vyrovnaný porost, který se skládá z kvalitních a zdravých jedinců (Kovář a kol., 2013).

Porosty přirozené obnovy nevyžadují zvláštní péči, prostřihávky se provádí pouze výjimečně, a to v nárostech přehoustlých a ve věku od 4–5 let, jejíž výška je kolem jednoho metru, k odstranění dochází u obrostlíků a předrostlíků. Nutná redukce nastává, když se v nárostech objeví spontánní přirozené zmlazení pionýrských dřevin (bříza bělokorá, vrba jíva a topol osika). Pokud se nachází v nárostech větší mezery, lze je doplnit skupinovitě umělou výsadbou listnatých dřevin (dub, buk atd.), které mají meliorační poslání (Nárovec, 2000). Způsob provádění čístek bývá na jednu velikostní pracovní skupinu, o 3–5 pracovníků, kteří musejí být zacvičení k provádění porostních čístek pod vedením zkušeného pracovníka. Porosty o výměře nad 0,50 ha je nutné rozčlenit na pracovní pole o šířce do 20 m rozdělené linkami o šířce 1–1,5 m pro zlepšení přehlednosti a orientaci v porostu. Na 1 pracovníka připadá pás o šířce 4–6 m. Nejčastěji používané nářadí jsou ruční pilka, sekerka, nůžky nebo mačeta. Jedinci se vytínají u země nebo zkracují (Kovář a kol., 2013).

V porostech vzniklých výsadbou sadebního materiálu, nevyžadují porosty zvláštní péči, pokud byla kultura založena odpovídajícím technologickým postupem. Ale potřebná je zde ochrana proti biotickým škodlivým činitelům (klikoroh borový, václavka smrková, zvěři a buřeni). V kulturách může docházet ke ztrátě kvality borovic tvorbou proleptických výhonů, způsobující deformace kmínků borovic. V hustých kulturách se tyto deformace odstraní už při prvních pročistkách a v málo hustých porostech je nutné provádění preventivních a nápravných odstranění deformací ořezem (Nárovec, 2000).

### **3.2.3. Prořezávky**

Další výchovné zásahy, nazývané prořezávky (pokácení jedinci se ponechávají v porostu), probíhající ve stáří porostu 7–9 let, na bohatších stanovištích dříve, na chudších později. Nejdříve dochází k odstranění nežádoucích jedinců, jejíž ponechání by mělo negativní vliv na budoucí kvalitu porostu. V této fázi se jedná o tzv. obrostlíky a předrostlíky, takto nazýváme jedince, kteří převyšují okolní stromy a ubírají místo silnou větevnatostí. Tyto jedinci nám škodí hlavně díky jejich zastiňování spodních jedinců, které se snaží dostat ke světlu a začínají se kroutit, tento jev je v hospodářství nechtěný



(Poleno a kol., 2009). Velmi důležitý bývá genetický původ, dostatečná hustota porostu a rovnoměrný růst porostu. Krycí a pomocné dřeviny, se mohou ponechat v porostu i za cenu snížení kvality těchto dřevin, ale podmínkou ponechání v tomto mladém porostu je, aby nijak neohrožovali budoucí kvalitu této kultury. V kulturách borovice se pozitivně podporuje cenná příměs modřínu opadavého, buku lesního a dubu letního (Kovář a kol., 2013).

Druhý prořezávkový zásah provádíme v podúrovni porostů, snížení hustoty se příznivě projeví na okolním prostředí, a to hlavně z hlediska z množství srážek, kdy se kapky deště dostanou hlouběji do porostu a nemusejí překonávat tolik překážek. Správné načasování těchto zásahů poznáme, kdy začínají jedinci výrazněji převyšovat ostatní jedince a věk uvedený výše (Poleno a kol., 2009). Tento zásah bývá slabý a prováděn s malou intenzitou. Intervaly těchto prořezávek jsou 5–10 roků (u kvalitních porostů na živných stanovištích bývají intervaly 5leté). Od prvního výchovného zásahu se zpravidla opakují 2–3 prořezávky (Kovář a kol., 2013).

Prořezávky se provádějí různými způsoby podle rozsahu práce. Při prvních zásazích lze použít ruční nářadí, ve velkém rozsahu se používají JMP. Vytvoří se pole o šířce 20–40 m, záleží na hustotě a vyspělosti porostu, šířka linek se provádí od 1,5 – 4,0 m dle používané techniky a dřeviny. V BO se provádí rozčlenění porostu přibližovacími linkami o šířce 3–4 m až v porostech s potřebou přiblížení hmoty, tedy v posledních prořezávkách až prvních probírkách. Prořezávky provádí zacvičení pracovníci s počátečním dozorem technika, nejlépe na menší, předem vyznačené části a pak samostatně. Hmota z vyklizovacích linek se uklízí z trasy, na lince se používá úrovňové kácení. Pokácení jedinci se stahují na zem a pro snadnou manipulaci se krátí 1–3 řezy (Kovář a kol., 2013).

#### **3.2.4. Probírky**

Dalšími zásahy výchovy borovice se zaměřují převážně do podúrovně a přetloustlé jedince odstraňujeme pouze výjimečně, tyto zásahy nazýváme probírky (Poleno a kol., 2009). Prořezávky přecházejí v probírky v době výskytu zužitkované hmoty hroubí. Způsob zásahu je negativní, podúrovňový s intenzitou mírnou až slabou. Při větší míře zásahu do kultury a velkém snížení zakmenění, dochází k trvalým ztrátám

zpomalení přírůstu. Pomocné a krycí dřeviny bývají ponechány (Kovář a kol., 2013). Podle Mikesky a kol. (2008) se probírky provádějí negativním výběrem, tzn. odstranění předrůstavých, tvarově nevhodných či poškozených jedinců v nadúrovni a podúrovni, dále se odstraňují stromy mimo výchovné zásahy, poškozené, nemocné a silně netvarné. Zásahy v podúrovni nejsou žádoucí, vyselektování autoregulací v borových porostech je přirozený proces. Ve věku od 50let se provádí probírka kombinovaná, která podporuje vývin co největšího počtu kvalitních jedinců. Výchovou podporujeme zastoupené meliorační a přimíšené dřeviny pro zvýšení druhové rozmanitosti borových porostů.

Tento zásah bývá těžební, protože zde už převládá hmota hroubí, který má však čistě pěstební cíl a musí mu být těžební zásah podřízený. Probírkové porosty se pohybují ve věku 40 roků a výšky do 15 m, tyto porosty bývají ohroženy sněhem, později se zvyšuje nebezpečí škod větrem. Rozčlenění a příprava porostů se týká především ploch nad 0,5 ha plochy. Systém linek musí být založený už v přechozím zásahu (prořezávek). V probírkových porostech se šířka pracovního pole vytváří v rozmezí od 40–60 m (pro JMP) a přibližování dříví koňmi nebo UKT, pro využití harvestorů se šířka pracovního pole doporučuje od 20 m a šířka přibližovacích linek 3–4 m dle použité techniky. K vnitřnímu zpevnění porostu přispívá správná podpora příměsí zpevňujících dřevin, systém odluk a rozluk a rozdílná intenzita výchovy (zpevňovací pruhy a závory). Zásadně se probírkový zásah předem vyznačuje barvou (Kovář a kol., 2013).

### **3.2.5. Obnova borových porostů**

#### **3.2.5.1. Přirozená obnova**

Prvním ze dvou způsobů obnovy borovice lesní je přirozená obnova. Tato obnova patří k přírodním procesům, které by měly probíhat v lesních ekosystémech. To vede k pozitivním znakům, to jako např. reprodukce cenných populací dřevin, vysoká genetická variabilita populací nebo zajištění následných porostů, ale někdy dochází i k negativním znakům, k nimž patří pracnější výchova lesních porostů nebo větší náročnost na práci lesních dělníků. (Šindelář, 2004). Při přirozené obnově vzniká nový porost náletem, výmladností dřevin anebo přímým opadem semen pod mateřský porost. Nový porost vzniká s přímou účastí mateřského porostu, toto zmlazení dřevin nazýváme nárost a nálet (Polanský, 1955).

Při realizaci přirozené obnovy borovice bude pravidlem i uplatňování dalších dřevin porostní skladby, do značné míry se může použít umělá sadba, výjimečně síše. V porostech se souběžně s borovicí mohou přirozeně obnovovat i některé další dřeviny (např. dub zimní, habr obecný i buk lesní) (Šindelář, 2004).

### **3.2.5.2. Umělá obnova**

Umělá obnova vzniká záměrnou činností lesního hospodáře. Bývá charakterizována jako sadba semenáčků a sazenic vypěstovaných v lesních školkách nebo sísí semen přímo na obnovovanou plochu. Umělá obnova se provádí na holosecích a pod clonou mateřského porostu se uplatňuje formou podsadeb a podsísí (Polanský, 1955). Vysazují se většinou z prostokořenného sadebního materiálu, jehož minimální počty jsou stanoveny Vyhláškou č. 139/2004 Sb. U borovice lesní se rozdělují na nižší polohy exponovaných kyselých živných stanovišť, kdy u základní dřeviny se musí vysadit 9 tis. sazenic a ve přimíšených, pomocných dřevinách 8 tis. sazenic. Dále na střední a vyšší polohy převážně kyselých, živných a stanovišť ovlivněných vodou, u základní dřeviny se musí vysadit 8 tis. sazenic a u zpevňujících dřevin 7 tis. sazenic. Všechny tyto počty jsou na jeden ha (MZe, 2020).

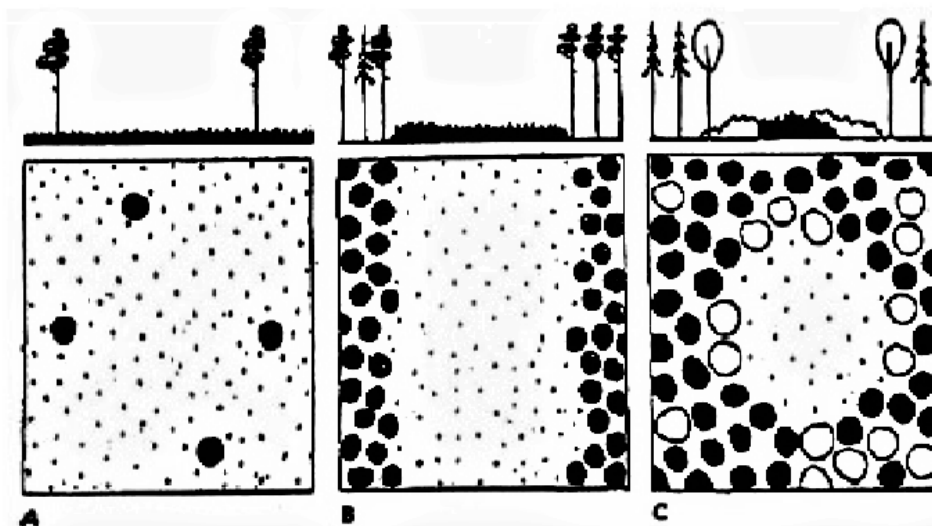
Nejvíce se používají podřezávané sazenice o výšce od 0,5 do 1,5, s tolerancí cca 5 cm. Pro vylepšení porostu je vhodné použít školkované sazenice. Na hospodářském souboru a na stanovištích bez buřeně je možné použití semenáčků 1 m výšky s tolerancí 3–5 cm. Často se používá šterbinová sadba pomocí sazeče na vhodných stanovištích (Kovář a kol., 2013).

### **3.2.5.3. Holosečný způsob**

U holosečného způsobu dochází k jednorázovému smýcení daného porostu na jedné stejné a souběžné ploše. Při mýtní těžbě úmyslné na hospodářském souboru borových stanovišť nesmí holá seč přesáhnout velikost 2 ha s šíří bez omezení. Při obnově lesa se nesmí přiřadit další holá seč k mladým a nezajištěným porostům, přípustná vzdálenost holé seče od mladého porostu musí přesáhnout průměrnou výšku obnovovaného porostu. Holina se musí zalesnit do 2let od jejího smýcení a porosty na ní musí být zalesněny do 7let od jejího vzniku (Mze, 2020).

Holosečný hospodářský způsob vzniká na holé ploše po celoplošné mýtní úmyslné těžbě, těžba plánovaná podle lesního hospodářského plánu nebo po nahodilé těžbě, která se provede po kalamitě. Holá seč se provádí od východu a těmito způsoby okrajová holá seč (obdélníkový nebo čtvercový tvar holiny), kulisová holá seč (obdélníková seč umístěná uprostřed stejně starého porostu), skupinová holá seč (seč umístěná uprostřed porostu, mají obdélníkovitý tvar paseky do dvou porostních výšek) (Peřina a kol., 1964).

Po těžbě je vhodné ponechat odolné dřeviny neboli výstavky (jedle bělokora, modřín opadavý, borovici lesní atd.), smrk ztepilý se nedoporučuje, trpí vývraty. Stačí malý počet výstavek ke zlepšení mikroklimatu na pasece, kdy plní i funkci semennou. Stromy se můžou ponechat skupinovitě nebo samostatně. Používá se od 3 do 30 kusů na ha, tento způsob nazýváme výstavkový obnovní způsob (Peřina a kol., 1964).



Obrázek 2. Příklady holosečných forem obnovy: A – velkoplošná holá seč s výstavky, B – pruhová holá seč, C – skupinovitá holá seč (Peřina a kol., 1964).

Mezi výhody holé seče patří nenáročnost při těžbě, snadné vyznačování těžby, dostatek těžené hmoty na jednom místě (hlavně pro harvesterovou technologii), organizační jednoduchost, snadný způsob obnovy porostu (rychlé zalesnění) a jako poslední je možnost ovlivnění genetické kvality, druhové skladby a struktury nového porostu. Do nevýhod holé seče patří extrémní mikroklima pro sazenice (přímé sluneční záření, kolísání teplot, výpar vody, pozdní mrazíky), problémy s velkým množstvím buřeně, les v období holiny nepřirůstá, nevhodné pro stínomilné dřeviny, problém

s klikorohem borovým a vznik stejnověkého porostu, v nichž dochází k úspěšnému šíření hmyzích škůdců (Polanský, 1955).

#### **3.2.5.4. Podrovní způsob**

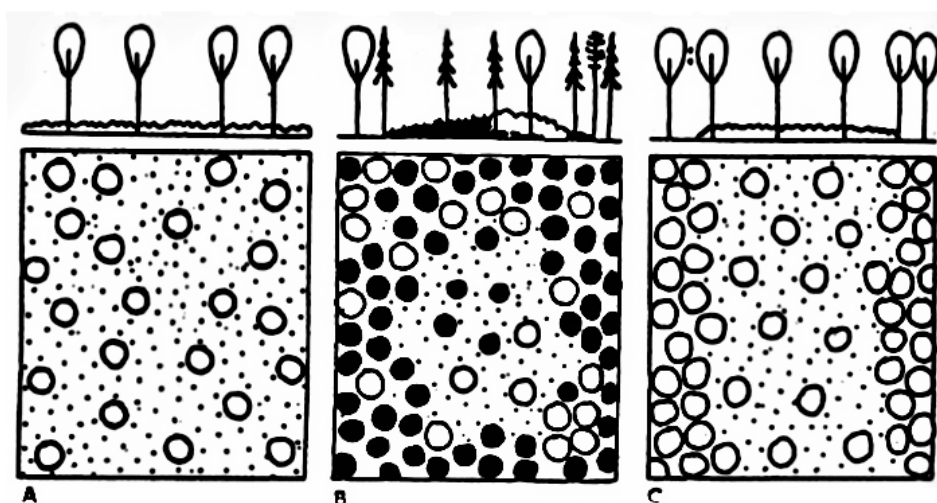
Ten můžeme rozdělit na dva způsoby, a to podrovní a výběrný. U obnovního způsobu podrovního vzniká nový porost pod ochranou mateřského porostu. Probíhá dlouhodobě až několik desítek let. Světlo milné dřeviny se uvolňují rychleji oproti stínomilným dřevinám, které se uvolňují pomaleji. Uplatňuje se zde obnova clonná s jednotlivými fázemi (přípravná, semenná, prosvětlovací a domýtná) (Kovář a kol., 2013). První fázi nazýváme, seč semenná, která má za úkol uskutečnit závěrečnou selekci stromů mateřského porostu, poté se upraví půdní a klimatické poměry uvnitř porostu. Nejdříve se odstraňují nežádoucí druhy dřevin, stromy geneticky nevhodné a nemocné jedince. Celý zásah vede k uvolnění nejkvalitnějších jedinců. Zvyšuje se přísun srážek, světla a tepla k lesní půdě. Stupeň zakmenění se po provedeném zásahu měl pohybovat od 0,9 do 0,7 (Poleno a kol., 2009).

Další fázi nazýváme semenná, vznikající v roce semenné úrody, s cílem vytvoření nejlepších podmínek pro vyklíčení semene a úspěšný vznik přirozené obnovy. Matečný porost poskytuje ochranu proti výkyvům teplot, přímému slunečnému světlu, větru i buřeni, která jsou utlumená. Zakmenění by se mělo pohybovat od 0,9 do 0,7 (Poleno a kol., 2009).

A jako poslední je prosvětlovací seč, která se provádí od 3 do 5let věku semenáčků, kdy nálet by měl být už dobře zakořeněný, odolný proti nepříznivým klimatickým vlivům. Tato seč je charakteristická nepravidelností rozmístění zásahů, zmlazená místa se můžou opět více prosvětlit. Síla zásahu opět závisí na dřevině, stanovišti a rozsahu přirozeného zmlazení. Zakmenění by po této seči by mělo být sníženo na 0,4 – 0,2 (Poleno a kol., 2009).

Dobu, kdy již nárost nepotřebuje ochranu mateřského porostu (0,5 – 1,0 m výška) a provádí se zde domýcení stávajícího mateřského porostu nazýváme domýtná seč. Pokud se uskuteční těžba později, tzn. ve fázi mlazin, může dojít k mechanickému poškození až zničení přirozené obnovy (Poleno a kol., 2009).

Máme dva druhy obnovných clonných sečí, u velkoplošné clonné (A) seče se při těžbě překračuje šířka dvojnásobku průměrné výšky a obnovují se porosty na celých velkých plochách. U druhé seče, která se provádí maloplošně, se při těžbě nepřekročí dvojnásobek průměrné výšky těžženého porostu. Maloplošnou seč ještě dělíme na okrajovou (porost se obnovuje od okraje clonnými prvky), seč pruhovou (C) (porost se obnovuje pomocí clonného pruhu uvnitř porostu) a skupinovou neboli kotlíkovou seč clonnou (B) (obnovování porostu clonnými skupinami eliptického nebo obdélníkového tvaru v porostu) (Kovář a kol., 2013).



Obrázek 3. Příklady podrostních forem obnovy: A – velkoplošná clonná seč, B – skupinová clonná seč, C – pruhová clonná seč (Peřina a kol., 1964).

Dobře se porost přirozeně obnovuje i na zvláště kyselých, méně živných půdách. Silně stínomilné dřeviny se mohou zmlazovat i na bohatších půdách (jedle bělokorá, buk lesní, jasan ztepilý). Do výhod podrostního způsobu patří jeho přírodě blízký způsob obnovy oproti holoseči. Dále máme známou genetickou kvalitu, která se odvíjí od mateřského porostu, neustálé plní funkce lesa, nepřetržitá produkce dřeva (těží se stále a ne najednou), levná obnova, nemusíme se tolik obávat okusu zvěří, protože máme na počátku růstu nového počtu. Vysoké počty mladých jedinců znamenají i nevýhody, protože v budoucnu znamenají vysoké náklady i nároky na výchovu porostu. Další nevýhodou je neovlivnitelnost druhového složení porostu a vysoké požadavky na zručnost lesních dělníků při vykonávání výchovných zásahů, při kterých se klade důraz na mladé stromy, např. při těžbě se musí sledovat směr těžžených stromů (Polanský, 1955).

Druhý způsob je obnovní způsob výběrný, kdy obnova porostu probíhá stále a plynule. Těžba se uskutečňuje výběrem jednotlivých stromů nebo skupin stromů, protože tyto stromy jsou v porostu buď nežádoucí nebo mýtně zralé. Těžbou dochází

k prosvětlení a rovnou k podpoře přirozené obnovy pod mateřským porostem. Jednotlivě výběrná seč je druh obnovní seče, při které se těží jednotlivé stromy a skupinově výběrná seč, ve které se těží skupiny stromů a při tomto zásahu vzniká skupinovitá obnova (Kovář a kol., 2013).

### **3.2.5.5. Obnovní způsob násečný**

Tento obnovní způsob vzniká kombinací holosečného a podrostního hospodářského způsobu. Nový porost se vytváří v blízkosti porostní stěny na holé ploše a částečně také pod ochranou těženého porostu. Postup obnovy probíhá od severu, protože severní část přináší stinný okraj holé seče, více vláhy, pomalejší výpar a dřeviny jsou schopné konkurence ohledně buření. Šíře náseku by měla odpovídat jedné porostní výšce a šíře vnitřního pruhu dvou porostních výšek (Peřina a kol., 1964).

Používá se pro dřeviny vykazující schopnost velmi dobrého zmlazení na volné ploše i ve stínu. Využívá se na místech, kde je cílem získání většího množství dřevní hmoty při jednom těžebním zásahu. Do tohoto obnovního způsobu nám spadají výhody, jako jerychlý postup obnovy (hlavně přirozené obnovy), snadné těžební postupy, rychlé vyklizování, koncentrovaná těžba. A nakonec asi největší snahou je že tento způsob vytváří ideální ekologické podmínky pro vznik přirozené obnovy (především pro stínomilné dřeviny). Nevýhodou násečného hospodaření je ohrožení proředeného okraje porostu větrem. Násečný hospodářský způsob je realizovatelný pouze ve středních a vyšších vlhčích polohách (Polanský, 1955).

## **3.3. Porovnání ekonomické efektivity holosečného a podrostního způsobu hospodaření v borových porostech**

V této kapitole bych chtěla porovnat ekonomické hodnocení dvou různých způsobů hospodaření provedených na experimentální ploše (podrostní a holosečný způsob). Toto srovnání je relativně složité, protože musíme brát parametry, které jsou velmi obtížně zjistitelné a značně měnivé v průběhu času. Mezi tyto parametry řadíme změnu hodnoty dřevní produkce v průběhu dlouhé obnovní doby, ve které se odrážejí nejen změny kvantitativní (objemový přírůst), ale i změny kvalitativní (znehodnocení dřeva hnilobou). Dále zohledňujeme přesuny do jiných sentimentálních tříd v důsledku

zvětšování tloušťky, změny v cenách takto zařazených sortimentů, které mohou být ovlivněny oscilacemi trhu i deformací trhu (národní, regionální). A mimo tyto parametry musíme brát v úvahu i faktor času, druhové složení porostů a proměnlivost stanoviště (bonita, lesní typ nebo hospodářský soubor). Navíc se musí počítat s novým přírůstem porostu vznikajícího pod clonou mateřského porostu. Níže uvedené údaje je třeba považovat spíše za orientační (Pulkrab a kol., 2014).

Kalkulace v následujících *tabulkách 1 a 2* vycházela z těchto předpokladů. Nejprve byla navržena optimální hospodářská opatření v pěstební a těžební činnosti. Potencionální výnosy lesní výroby se vykalkulovaly pomocí růstových tabulek. Podle tabulek (Pařez, 1987) se prováděla sortimentace pro kvalitu N – zdravé nepoškozené rovně rostlé stromy. Ze všech tloušťkových tříd se vybraly hlavní sortimenty, se kterými se aktuálně obchodovalo v podmínkách České republiky a byly oceněny tržními cenami, které publikoval Český statistický úřad v roce 2016. Výpočet přímých nákladů pěstební a těžební činnosti vycházel z výkonových norem (Nouza a Nouzová, 2003), při splnění těchto předpokladů: započítání průměrné a jednotkové přírážky v základní normě 15 %, jednotný mzdový tarif ve výši 65,00 Kč.Nh<sup>-1</sup>. v pěstební činnosti a v těžební činnosti ve výši 80,00 Kč.Nh<sup>-1</sup> (republikový průměr, regionálně může cena klesat), započtením jednotné výše sociálního a zdravotního pojištění (ke mzdovým nákladům 34 %) a jednotným započtením náhrad (ke mzdovým nákladům ve výši 39 %). Kardinálním syntetickým ukazatelem efektu hodnocení byl hrubý zisk lesní výroby (dále jako HZLV), jehož definice je rozdíl výnosů a úplných vlastních nákladů. HZLV lze evidovat buď jako roční efekt (HZLV dělený dobou obmýtní) nebo absolutně za celou dobu obmýtní (Bílek a kol., 2018).

Jako první se seznámíme s průběhem ekonomických parametrů holosečného hospodářského způsobu u borových monokultur při zakmenění 1,0 a porostů 41Aa13 a 52Aa12 (viz *Tabulka 1*). Porost 52Aa12 má bonitu 22 (5) ve věku 112 let, zaokrouhleno na 110 let. V *Tabulce 1* můžeme vidět, že celkové náklady s režií činily 3 980 Kč.ha<sup>-2</sup> za rok. Celkové výnosy nám vyšli 5 613 Kč.ha<sup>-2</sup> za rok, jejich rozdíl vyšel 1 633 Kč.ha<sup>-2</sup> za rok a tato suma se nazývá HZLV. Porost 41Aa13 měl bonitu 24 (6) a byl vytěžen ve věku 123 let (zaokrouhleno na 120), zde celkové náklady s režií vycházeli na 3 031 Kč.ha<sup>-2</sup> za rok a celkové výnosy 4 319 Kč.ha<sup>-2</sup> za rok. HZLV vyšel 1 288 Kč.ha<sup>-2</sup> za rok (Bílek a kol., 2018).



Tabulka 1. Průběh ekonomických parametrů holosečného hospodářského způsobu u borových monokultur; zakmenění 1,0 (Bílek a kol., 2018).

Bonita	Věk	Náklady				Výnosy TV		Výnosy TO		Výnosy celkem	HZLV
		pěsteb. čin. (Kč/ha/r)	těžeb. čin. (TV) (Kč/ha/r)	těžeb. čin. (TO) (Kč/ha/r)	celk. s režii (Kč/ha/r)	m <sup>3</sup> b.k.	(Kč/ha/r)	m <sup>3</sup> b.k.	(Kč/ha/r)	(Kč/ha/r)	(Kč/ha/r)
5	110	1 525	372	1 051	3 980	80	946	339	4 667	5 613	1 633
6	120	1 148	247	850	3 031	58	596	299	3 723	4 319	1 288

Vysvětlivky: TO – těžba obnovní, TV – těžba výchovná, HZLV – hrubý zisk lesní výroby.

U ekonomického parametru podrostního hospodářství se nám oba porosty (41Aa13, 52Aa12) i s odlišnou bonitou téměř shodují (viz Tabulka 2). Jejich rozdíl v HZLV je 263 Kč.ha<sup>-2</sup> za rok. Náklady s režii jsou ve výši 4 356 Kč.ha<sup>-2</sup> za rok a celkové výnosy byly v celkové částce 6 962 Kč.ha<sup>-2</sup> za rok. U porostu 52Aa12 vyšel HZLV 2 606 Kč.ha<sup>-2</sup> za rok a v porostu 41Aa13 byl HZLV ve výši 2 343 Kč.ha<sup>-2</sup> za rok (Bílek a kol., 2018).

Tabulka 2. Ekonomické parametry podrostního hospodářského způsobu u borových monokultur, zakmenění 0,85 (Bílek a kol., 2018).

Bonita	Doba obmětní	Náklady				Výnosy TV		Výnosy TO		Výnosy celkem	HZLV
		pěsteb. čin. (Kč/ha/r)	těžeb. čin. (TV) (Kč/ha/r)	těžeb. čin. (TO) (Kč/ha/r)	celkem s režii (Kč/ha/r)	m <sup>3</sup> b.k.	(Kč/ha/r)	m <sup>3</sup> b.k.	(Kč/ha/r)	(Kč/ha/r)	(Kč/ha/r)
5	110	1 525	372	1 330	4 356	80	946	429	6 017	6 962	2 606
6											2 343

Vysvětlivky: TO – těžba obnovní, TV – těžba výchovná, HZLV – hrubý zisk lesní výroby.

Komparace hrubého zisku lesní výroby holosečného hospodářského způsobu pro borové monokultury v bonitě 22 (5), do které spadá porost 52Aa12, v němž se prováděly čtyři způsoby zakmenění (0,7; 0,5; 0,3) zde byla cena ve výši 1 633 Kč.ha<sup>-2</sup> za rok. Cena v podrostním hospodářském způsobu v bonitě 22 (5) byla 2 606 Kč.ha<sup>-2</sup> za rok. Rozdíl těchto dvou hospodářských způsobů činí 973 Kč.ha<sup>-2</sup> za rok. Komparace HZLV v bonitě 24 (6) u porostu 41Aa13 (zde byla provedena holoseč) byla u holosečného hospodářského způsobu 1 288 Kč.ha<sup>-2</sup> za rok a u podrostního hospodářského způsobu byla cena 2 343 Kč.ha<sup>-2</sup> za rok. Rozdíl mezi hospodářskými způsoby byl 1 055 Kč.ha<sup>-2</sup> za rok (Bílek a kol., 2018).

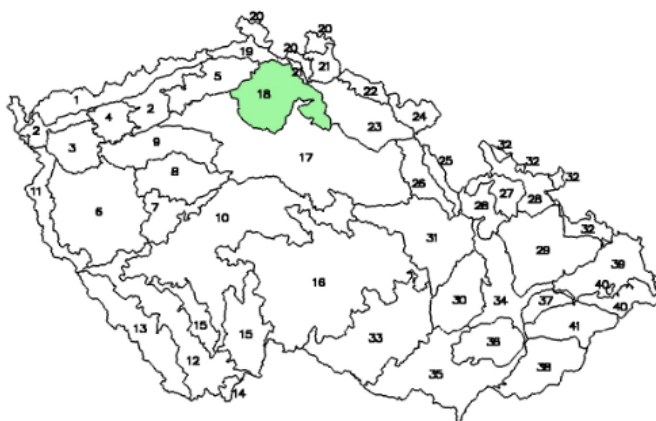
V obou případech vyšel ekonomicky efektivněji podrostní způsob hospodaření, v bonitě 5 činil rozdíl 973 Kč.ha<sup>-2</sup> za rok a v bonitě 6 činil 1 055 Kč.ha<sup>-2</sup> (Bílek a kol., 2018). Když pomíneme přímé ekonomické dopady, podrostní způsob zajišťuje trvalost

(neustálé plnění funkcí lesa) a vyrovnanost produkce (nepřetržitá produkce dřeva), dále takto využívané hospodářství plní celou řadu ekologických, environmentálních a sociálních funkcí. Oproti holosečnému hospodářskému způsobu, který se celoplošně vytěží, je podrostní složitější, protože se vyžaduje zručnost dělníků. Dále je tento způsob vhodný uplatňovat v chráněných oblastech nebo v oblastech extrémních (sucho, prudké svahy) (Poleno a kol., 2009).

### 3.4. Přírodní lesní oblast č. 18: Severočeská pískovcová plošina a Český ráj

Tato oblast spadá do přírodní lesní oblasti č. 18 severočeská pískovcová plošina a Český ráj (Obrázek 4), jež zpracovává ÚHÚL, který má pobočku v Jablonci nad Nisou. Katastrální výměra této oblasti se rozkládá na 218 763 ha, díky čemuž zasahuje do velkého počtu krajů (Ústecký 4 %, Liberecký 62 %, Středočeský 30 % a Královehradecký kraj 4 %.) Lesnatost PLO 18 je okolo 39 %. Platnost OPRL platí od roku 2001 a končí v roce 2020 (ÚHÚL, 2020).

Hranice PLO 18 je tvořena těmito obcemi: Svor, Lvová, Křižany, Vlčetín, Bohdánkov, Hodkovice nad Mohelkou, Bezděčín, Frýdštejn, Koberovy, Smrčí, Tatobity, Liščí kotce, Semínova Lhota, Újezd pod Troskami, Kněžnice, Jičín. V úseku Jičín – Liběšice je hranice společná s PLO 17 – Polabí a v úseku Liběšice – Arnultovice je hranice společná s PLO 5 (MZe, 2020).



Obrázek 4. Přírodní lesní oblast č. 18 Severočeská pískovcová plošina a Český ráj (ÚHÚL, 2001).

### 3.4.1. Geomorfologické poměry

Zkoumaná lokalita patří do Hercýnského systému z hlediska geomorfologického systému, přesněji do České vysočiny (geomorfologická subprovincie), která se rozkládá na severních a východních Čechách a na severozápadní Moravě. Na severu a na východě je ohraničena Krkonoško-jesenickou soustavou, na jihu je omezena Českomoravskou soustavou a Poberounskou soustavou, na západě Krušnohorskou soustavou. Česká tabule se rozkládá na území 11 241 km<sup>2</sup>. Střední nadmořská výška je 279,8 m (Bína a Demek, 2012).

Českou tabuli dělíme na Severočeskou, Středočeskou a Východočeskou tabuli. Naši lokalitu nalezneme v geomorfologické oblasti Severočeská provincie, rozkládající se podél řeky Labe, Jizery a Ploučnice. Zaujímá větší části krajů Libereckého, Středočeského, Královéhradeckého a Ústeckého. Nejvyšším bodem oblasti, který se uvádí v nadmořské výšce 696 m, je vrch Ralsko, ležící v okrese Česká Lípa, v Libereckém kraji (Demek a kol., 2006).

Ralská pahorkatina je geomorfologický celek ležící na západě Severočeské tabule. Zaujímá převážnou část okresu Česká Lípa, východ okresu Litoměřice, sever okresu Mělník, jihozápad okresu Liberec a malou severozápadní část okresu Mladá Boleslav. V západní části pahorkatiny se nachází CHKO Kokořínsko – Máchův kraj (Demek a kol., 2006).

Dokeská pahorkatina je jižním až jihozápadním podcelkem Ralské pahorkatiny o rozloze 753 km<sup>2</sup> a se střední výškou 297 m n. m., sousední jednotka je Zákupská pahorkatina nebo např. Jizerská tabule. Její území zahrnuje převážnou část okresu České Lípy, v menší části obklopuje okresy jako Mělník, Litoměřice a Mladá Boleslav. Nejvyšší bod je zde Vlhošť, o nadmořské výšce 614 m a nejnižší bod je tok Labe, který má výšku 145 m n. m. (Bína a Demek, 2012). Dokeská pahorkatina se dělí na tyto okrsky Polomené hory, Ústěcká pahorkatina, Jestřebská kotlina, Provodínská pahorkatina a Bezdězská vrchovina (Demek a kol., 2006).

Tato výzkumná plocha leží v již zmiňované Jestřebské kotlině. Tato vrchovina spadá do geomorfologického okrsku, který leží v severovýchodní části Dokeské pahorkatiny, ležící v okrese Česká Lípa Libereckého kraje. Území tohoto okrsku má tvar

deformovaného písmene "Y", kde delší a západní rameno vymezuje obec Kravaře, východní rameno ukončuje vesnice Hradčany, jižní cíp obec Okna a ve středu leží největší sídlo tohoto geomorfologického okrsku město Doksy. Kotlina je pojmenovaná podle obce Jestřebí, ležící zhruba v centru západního ramene. Hlavní povodí je zde Robečský potok a souřadnice Jestřebské kotliny jsou 50°35'35" s. š., 14°36'22" v. d. (Balatka a Kalvoda, 2006). Hlavní charakter Jestřebské kotliny utváří okolí Břežyňského rybníka, kde rostou (teprve nedávno potvrzené) původní jehličnaté lesy nížinné tajgy (Sádlo a kol, 2012). Nejvyšší vrchol kotliny je Borný, s nadmořskou výškou 446 m, v minulosti tomu tak nebylo, jako nejvyšší vrchol byl Tachovský vrch (498 m n. m.), který byl bohužel výrazně snížen kamenolomem (Demek a kol, 2006).

### **3.4.2. Geologické poměry**

Tato oblast spadá do éry mezozoikum neboli druhohory, patří do geologického období, které bylo přibližně před 252–66 miliony let. Tvoří střední éru fanerozoika, ve kterém nejstarší éra je paleozoikum, též jako prvohory a nejmladší kenozoikum, třetihory. Mezozoikum se dělí na tři periody, nejstarší trias, následovala jura a nejmladší křída, které trvaly dohromady 180 milionů let. Druhohory jsou známé jako doba plazů a dinosaurů, jsou od ostatních období odděleny dvěma katastrofickými událostmi, které jsou známé obrovským vymíráním rostlinných i živočišných druhů. Na konci prvohor tato katastrofa vyplynula z dlouho trvajícího trendu, který dovedlo mnohobuněčný život na pokraj vyhubení a druhá katastrofa, jejíž příčiny nejsou objasněny, došlo k nim na konci křídý, domnívá se, že za toto vymírání může dopad asteroidu na Zemi a jeho další vedlejší účinky (Chlupáč, 2011; Macdougall, 2004).

Přesněji spadá lokalita do útvaru křída, která je nejmladší, ale i nejdelším útvarem druhohor, trvá tedy od 145 do 66 milionů let před současností. Konec křídý znamená předěl mezi érami mezozoika a kenozoika. Naše plocha spadá do oddělení svrchní křídý, přesněji do stupně turon, který byl v časovém rozpětí 93,9 – 89,8 milion let, předcházela mu cenoman a následoval coniak. V tomto období začala hladina oceánů klesat, dále přineslo tzv. anoxickou událost, což znamenalo, že kvůli nedostatku kyslíku vzniklo masové vymírání druhů v oceánu (Chlupáč, 2011).

Tato lokalita patří do soustavy Českého masivu, oblasti křída a přesněji do regionu česká křídová pánev jizerský vývoj, ležící v této oblasti. Region je rozsáhlý a největší v České republice dochovaný sedimentovaný prostor, který se rozprostírá od Saska, přes Děčín až do Blanska u Brna, část pánve tvoří geomorfologickou jednotku České tabule. Vznikla v období svrchní křída, v sedimentačních cyklech stupně cenoman až santon (Geovědní mapa, 2020). Usazené horniny dělíme dle různých horninových typů, nezpevněné a zpevněné, zde se vyskytuje horninový typ zpevněného sedimentu, do kterého spadají horniny pískovce a břidlice. Plocha leží na těchto horninách pískovce křemenné a podřízeně štěrčíkovité pískovce (Geovědní mapa, 2020).

Facie kvádrových pískovců, nejvyšší část progradčních cyklů, nám dává najevo že zde bude naprostý nedostatek všech živin, který je charakteristický pro tento typ horniny. Zvětrávání u pískovců je snadné, v závislosti na množství a povaze tmelu, nejsnadněji zvětrávají kaolinické pískovce a pískovce se sporným vápenným tmelem, zvětrávají v písek. V jak už zmiňované Jestřebské kotlině, se vyskytují kvádrové kaolinické pískovce ve vrstvě Kt<sup>2</sup>, písčité slínovce ve vrstvě Kt<sup>2</sup>, vrstva mKt–cn obsahuje slínovce a vápnité jílovce. Textura horniny má masivní vlastnosti, šikmé zvrstvení a HCS zvrstvení. Zrnitost horniny bývá jemnozrnné až hrubozrnné (OPRL, 2020).

Minerální složení zde představuje křemenný podklad, ten vzniká pomocí vyvěřelých a usazených hornin i krystalických břidlic. Protože je křemen tvrdý a těžko rozpustný, ukládá se ve formě písků a štěrků (Medenbach a Sussieck–Fornfeld, 1995).

### **3.4.3. Pedologické poměry**

Výzkumná oblast spadá do půdního typu kambizem. Tento půdní typ má charakteristické hnědnutí (nazýváno braunifikace), které vzniká při chemickém zvětrávání prvotních materiálů, při tomto procesu se odpoutává železo (Fe), mangan (Mn) a hliník (Al). V PLO 18 zaujímá kambizem 61,5 % lesní půdy, nejčastějšími varietami v této oblasti jsou kambizem arenická dystrická a kambizem arenická podzolovaná, které spolu zaujímají 25,5 % celkové lesní půdy oblasti (OPRL, 2020).

Dominantní jednotka, která se zde vyskytuje se vyznačuje jako kambizem (dystrická) arenická podzolovaná (Index KAdrz'), půda písčítá, bez výrazné struktury.

Vedle hnědnutí se projevuje i podzolizace, která se naznačuje vybělením části písčitých zrn v A0 horizontu a v horizontu Bvs má nazelenalý nádech (OPRL, 2020).

Kambizem je půda obsahující podpovrchový B – horizont, vzniklý braunifikací na nejílové svahovině. V České republice je její výskyt nejčastější na lesní půdě. Tento půdní typ má široké množství subtypů, kromě modálního subtypu rozlišujeme dalších 16 subtypů kambizemí. Nás zajímá pouze jeden a ten se nazývá kambizem arenická, to jsou kambizemě s půdním matrice, kde maximální hmotnostní podíl jílnaté fraxe je 10 %. (Rejšek a Vácha, 2018).

#### **3.4.4. Klimatologické poměry**

Nejbližší metrologická stanice se nachází ve městě Doksy a má pojmenování Doksy, ID stanice je U2DOKY01, se souřadnice 50°34'05" s. š. a 14°40'02,3" v. d., s nadmořskou výškou 284 m n. m., v okrese Česká Lípa. Stanice leží 4,3 km od plochy Mariánka II.

Oblast výzkumných ploch spadá do mírně teplého pásu. Mariánka II je zařazená pod MT9 (mírně teplá oblast) počet jasných dní je zde kolem 40–50, celková suma srážek nepřesáhne 650–750 mm. V této oblasti je jaro mírně teplé, kdy se průměrné dubnové teploty pohybují okolo 6–7 °C a krátké, léto bývá dlouhé, okolo 40–50 dnů, teplé, kdy se červencové teploty pohybují okolo 17–18 °C. Co se týče klimatických podmínek bývá léto suché až mírně suché. Podzim bývá mírně krátký a teplý, zde jsou průměrné teploty v říjnu od 7 do 8 °C. A nakonec krátká zima bývá mírná a suchá, kde je počet ledových dní od 30 do 40. Průměrná lednová teplota klesá na – 3 až – 4 °C. Suma zimních srážek bývá od 250 do 300 mm, počet dní se sněhovou pokrývkou se odhaduje na 70 dnů (Quitt, 1971).

#### **3.4.5. Hydrologické poměry**

Plocha leží v povodí Labe. Významným tokem k této lokalitě není řeka, spíše množství rybníků v okolí. Nejbližší a nejvýznamnější je Břehyňský rybník, který je vzdálen od lokality 3,1 km vzdušnou čarou, dále se v okolí vyskytují další dva větší rybníky a jeden menší, do těch větší spadá Máchovo jezero o rozloze 284 ha, jako druhý Poselský rybník, jehož rozloha je 14,6 ha, a mezi těmito rybníky je vybudován ještě jeden

menší, Čepelský rybník o rozloze 3,09 ha. Všechny tři rybníky jsou spojeny Robečským potokem. Máchovo jezero a Brehyňský rybník spojuje Brehyňský potok, jehož délka toku se odhaduje na 9,18 km a jeho průtok dosahuje rychlosti 0,10 m<sup>3</sup>/s (Štefáček, 2010).

Jak už zmiňovaný Brehyňský rybník významně ovlivňuje hydrologické poměry této oblasti, nejen jeho velikostí, která činí 90 ha, ale i jeho objemem, který se pohybuje okolo 1,0 mil. m<sup>3</sup>, zemní hráz je v koruně dlouhá 140 m. Rybník byl vytvořen na Robečském potoce, v roce 1287 a nachází se severovýchodně 2,5 km od Doks (Štefáček, 2010). V další literatuře se uvádí velikost rybníku 284 ha. Je součástí významné národní přírodní rezervace Břehyně – Pecopala, ve které mají hlavní roli biotopy rákosin a rašelinišť a okolní bučiny, pískovcové město Pecopala. Technickou památkou a připomínkou umění a vytrvalosti středověkých rybníkářů je výpustní koryto rybníka, které bylo vytesané z pískovcové skály (Liebscher a Rendek, 2014).

## 4. Metodika práce

K tomuto výzkumu byla zvolena výzkumná lokalita nedaleko města Doksy (vzdáleného cca 5,33 km vzdušnou čarou od zkoumané plochy). Toto území je spravované státní společností Vojenské lesy a statky, s. p., divize Mimoň. Ke sběru dat docházelo v LHC Břehyně, a byla využita plocha s názvem Mariánka II ležící na těchto souřadnicích 50°33'21.2" s. š. a 14°43'28.0" v. d. Plocha byla založena v březnu 2017 na celkové ploše 6,5 ha.

### 4.1. Popis výzkumných ploch

V březnu 2017 došlo k samotnému těžebnímu zásahu harvestorovou technologií, která probíhala v částech porostů 52Aa12 a 41Aa13, další těžba proběhla dodatečně v listopadu o celkové výši 39,42 m<sup>3</sup>. V porostu 52Aa12 bylo v pruzích ve tvaru obdélníku (70x220 m) o celkové výměře 1,48 m sníženo zakmenění na 0,3, v dalším příslušajícím pruhu na hodnotu 0,7 a v poslední pruhu, který sousedí s porostem 41Aa13, snížena hodnota zakmenění na 0,5. A v posledním porostu 41Aa13 o stejné výměře 1,48 m, byl provedený holosečný způsob těžby, kdy se vytěží jednorázově mateřský porost. V těchto porostech proběhla celková těžba o velikosti 1260,56 m<sup>3</sup>, z toho holosečně 580,05 m<sup>3</sup> na ploše 1,45 ha a clonnou sečí 680,51 m<sup>3</sup> na celkové ploše 5,04 ha. Porostní skupina 52Aa12, kde se jednalo o porost ve stáří 112 let se zastoupením borovice lesní z 98 % a se smrkem ztepilým (převážně v podúrovni) se zastoupením z 2 %. U porostní skupiny 41Aa13, kdy se jednalo o porost ve věku 123 let, se zastoupení byla podobná jako v předchozí porostní skupině, které bylo u borovice lesní 97 % a u smrku ztepilého 3 % (Roztočil, 2019).

Po těchto těžebních úpravách následovaly na podzim roku 2017 přípravy půdy ve čtyřech různých a předem připravených variantách. Jedna z variant bylo ponechání povrchu bez příprav, tedy zde zůstal kryt s brusnicí borůvkou (*Vaccinium myrtillus* L.), tato variant se nazvala kontrola. Další varianta probíhala pomocí shrnovače klestu, typu SH 01, což je adaptér určený ke shrnování zbytků jehličnatých nebo listnatých stromů do valů. Tento stroj nejenže shrne zbytky, ale provede i narušení krytu již zmiňované brusnice borůvky a částečně odhalí minerální horizont, a to nazýváme shrnovač klestu. Dále se použila lesní fréza typu Meri Crusher 1,8 ST, která měla za úkol celoplošné promísení nadložních humusových horizontů (bylinné patro) s podzemním minerálním



horizontem, a tato varianta pojmenovaná fréza. Poslední příprava se provedla řádkovačem, což je kombinace dvou půdních příprav, tedy shrnovač klestu a fréza, tato příprava se prováděla pruhovou přípravou, pomocí kombinované frézy KSH 700. Každá z těchto vyjmenovaných příprav se prováděla v každém stupni proclonění nadvakrát (0,3; 0,7; 0,5 a 0,0), tedy vzniklo dohromady 8 pruhů o šířce 31,25 m. Celkově se tedy jedná o 32 obdélníkových ploch ve 4 různých zakmenění o celkové velikosti jednotlivých pruhů 31,25 x 60 m (Roztočil, 2019).

*Tabulka 3. Schématické znázornění způsobu rozdělení 64 kruhových zkusných ploch s různými stupni zakmenění a přípravou půdy.*

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

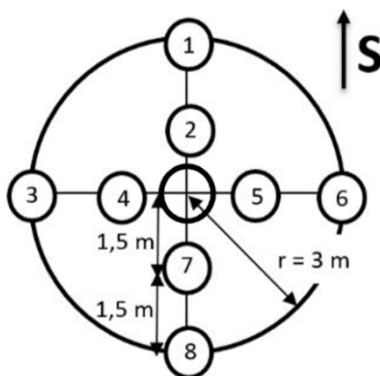
## 4.2. Sběr dat

Sběr dat proběhl každý měsíc na ploše Mariánka II. Tato plocha se rozprostírá v porostech 52Aa12 a 41Aa13. Pozorování byla provedena v rámci vegetačního období roku 2019. První pozorování proběhlo 5. května 2019 a šesté, také i poslední pozorování 10. listopadu téhož roku. Při pozorování docházelo k fyzické evidenci a kontrole přirozeného a umělého zmlazení borovice lesní.

Na 32 obdélníkových plochách, o velikosti 31,25 x 60 m, se pravidelně rozložily kruhové zkusné plochy o poloměru 12,6 m (500 m<sup>2</sup>), plochy vycházely dvě na jeden pruh dané přípravy a v jednom zakmenění, tedy zjednodušeně osm kruhových ploch ke každé variantě přípravy půdy. Pomocí těchto ploch se vypočítala zásoba, kruhová základna, zakmenění před těžebním zásahem a po těžbě. Zásoba se vypočítala jako hroubí s kůrou pomocí Petráš a Pajčík (1991). V každé z těchto zkusných ploch byl na středu zatlučen kolík, kolem kterého se na každou světovou stranu (S, J, V, Z) zatloukly ve vzdálenostech 1,5 a 3 m kolíky, dohromady tedy bylo osm kolíků plus střední kolík (viz *Obrázek 5*), tyto plochy budeme nazývat subplochy. V dubnu 2018 se vytyčily tyto plochy,

v celkovém počtu 64 a u středových kolíků proběhl umělý výsev, pomocí 200 kusů semen (Roztočil, 2019).

Tyto subplochy nám sloužily ke zjišťování přirozeného zmlazení borovice lesní, každá subplocha měla tvar kruhu o průměru 0,625 m. V tomto vymezeném prostoru se poté počítalo a zapisovalo množství jednoletých a dvouletých semenáčků, toto zjišťování počtu semenáčků se provádělo každý měsíc ve vegetačním období.



Obrázek 5. Návrh subplochy pro sledování vzcházení a mortality semenáčků na výzkumné ploše Mariánka II (Roztočil, 2019).

### 4.3. Zpracování dat

Zpracování dat bylo provedeno pomocí programu Excel, v němž se vytvořila tabulka, rozepsaná podle čtyř typů zakmenění (0,7; 0,5; 0,3; 0,0), která se dále rozdělila na čtyři úpravy půd provedené v každém zakmenění (kontrola, shrnovač klestu, fréza, řádkovač). Do takto vytvořené tabulky byla zapsána data z každého měsíce měření, počet semenáčků se vždy přepočítal na plochu o velikosti 1 m<sup>2</sup> (pomocí subplochy o velikosti 0,625 m). Dále se v tabulce prováděly zápisy pomocí směrových souřadnic (S, Z, J, V, kolík), každá souřadnice se zapsala dvakrát, a to ve vzdálenosti 1,5 a 3 m od kolíku.

Po tomto základním zpracování dat byly vytvořeny další tabulky, které obsahovaly zakmenění, data všech pozorování a zprůměrované počty semenáčků bez ohledu na jejich směrové souřadnice a vzdálenost od kolíku (viz kapitola 5. Výsledky). Z tabulek se následně vytvořily grafy, pomocí nichž se vytvořila přehledová linie počtů semenáčků, a ta sloužila k lepšímu porovnání těchto výsledků v každém zakmenění a půdní variantě.

A v poslední řadě proběhlo zpracování dat 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

V Tabulce 4 a 5 je zobrazen přehled průměrného počtu jednoletých a dvouletých semenáčků na m<sup>2</sup> a směrodatná odchylka (S. D.) ke každé variantě zakmenění a přípravy půdy zvlášť. Hodnoty v následujících tabulkách pochází z inventarizace provedené v poslední fázi sběru dat, k datu 10.11.2019.

Tabulka 4. Průměrné počty semenáčků přirozené a umělé obnovy (ks.m<sup>-2</sup>) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy.

Průměrné počty semenáčků (ks.m <sup>-2</sup> )		Jednoleté semenáčky přirozené obnovy		Jednoleté semenáčky umělé obnovy (výsev)	
		10.11.2019	S. D.	10.11.2019	S. D.
<b>Zakmenění 0,3</b>	bez přípravy	4	1,090	0	1,435
	shrnutí klestu	10	6,016	26	8,813
	fréza	31	11,397	24	10,625
	řádkovač	34	15,040	51	24,468
<b>Zakmenění 0,7</b>	bez přípravy	0	0,423	0	0,000
	shrnutí klestu	9	13,215	11	9,123
	fréza	16	16,467	22	16,003
	řádkovač	28	14,120	44	19,934
<b>Zakmenění 0,5</b>	bez přípravy	0	0,440	0	0,285
	shrnutí klestu	9	7,322	10	6,338
	fréza	25	11,980	18	13,317
	řádkovač	15	10,040	16	14,063
<b>Zakmenění 0,0</b>	bez přípravy	2	0,794	1	0,368
	shrnutí klestu	7	2,293	7	2,322
	fréza	9	3,093	11	3,477
	řádkovač	11	3,886	9	4,059

Vysvětlivky: S.D. - Směrodatná odchylka

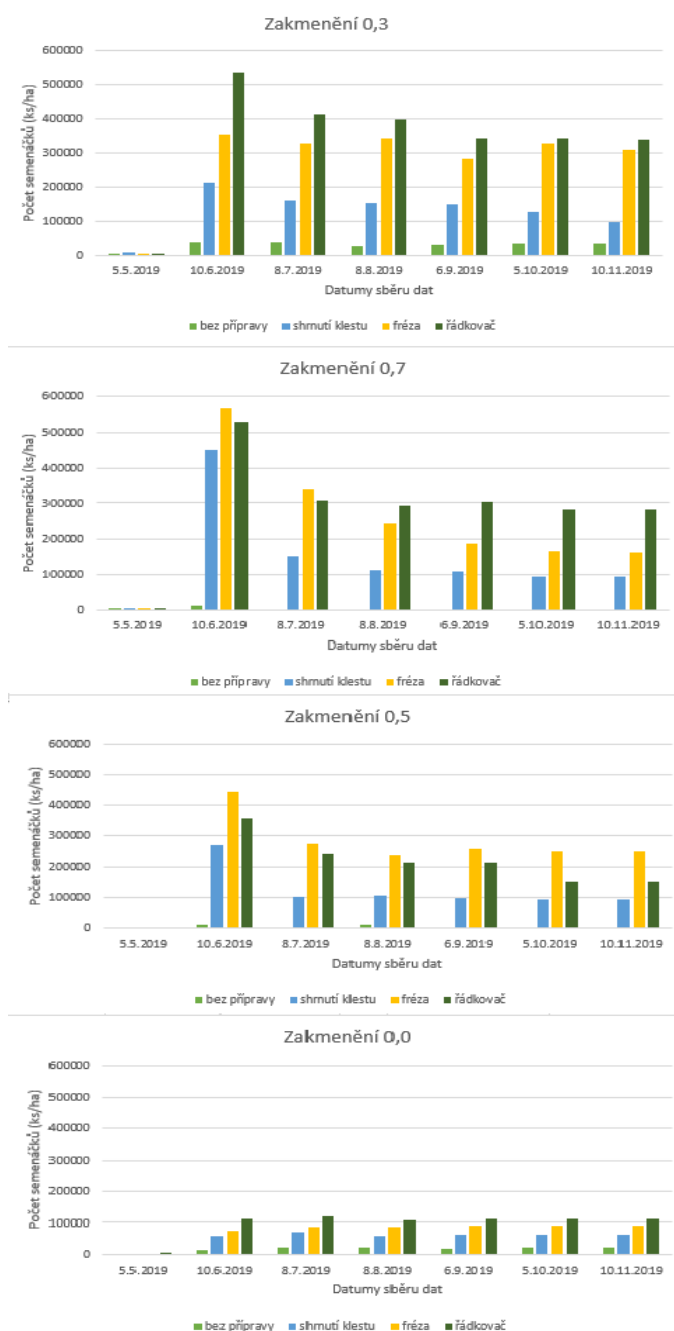
Tabulka 5. Průměrné počty semenáčků přirozené a umělé obnovy ( $ks.m^{-2}$ ) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy.

Průměrné počty semenáčků ( $ks.m^{-2}$ )		Dvouleté semenáčky přirozené obnovy		Dvouleté semenáčky umělé obnovy (výsev)	
		10.11.2019	S. D.	10.11.2019	S. D.
<b>Zakmenění 0,3</b>	bez přípravy	3	0,077	5	0,285
	shrnutí klestu	6	0,379	16	0,807
	fréza	6	0,321	5	0,368
	řádkovač	9	0,416	22	2,293
<b>Zakmenění 0,7</b>	bez přípravy	1	0,000	0	0,000
	shrnutí klestu	9	0,458	32	4,033
	fréza	10	0,277	24	10,790
	řádkovač	7	0,421	56	15,488
<b>Zakmenění 0,5</b>	bez přípravy	1	0,090	0	0,000
	shrnutí klestu	5	0,192	49	1,920
	fréza	6	0,000	28	0,000
	řádkovač	7	0,151	37	3,629
<b>Zakmenění 0,0</b>	bez přípravy	3	0,000	9	0,403
	shrnutí klestu	2	0,046	5	0,000
	fréza	2	0,000	10	0,000
	řádkovač	3	0,050	29	0,736

Vysvětlivky: S.D. - Směrodatná odchylka

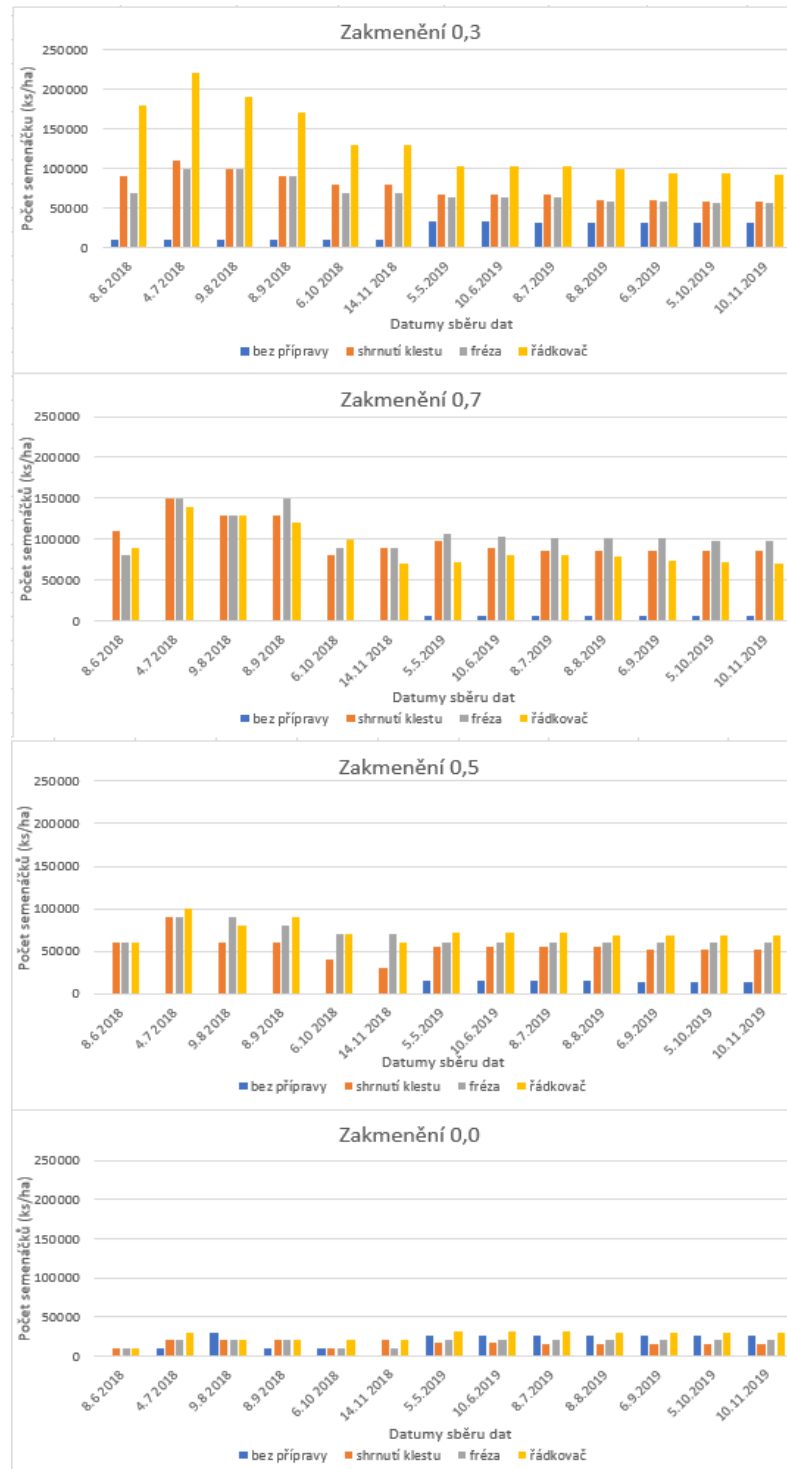
## 5.1. Vývoj přirozené obnovy během vegetačního období

Z porovnání všech čtyř grafů (viz *Obrázek 6*) vyplývá, že s ohledem na počty jedinců přirozené obnovy, byla nejlepší variantou úroveň zakmenění 0,3 (zde průměrný počet semenáčků činil 19 ks.m<sup>-2</sup>, nehledě na přípravu půdy), poté následovalo zakmenění 0,7 a 0,5. Nejmenší počet jednoletých semenáčků byl zaznamenán na vytěžené ploše (zakmenění 0,0).



Obrázek 6. Grafické znázornění počtů semenáčků z přirozené obnovy ve čtyřech variantách proclonění a přípravách půdy.

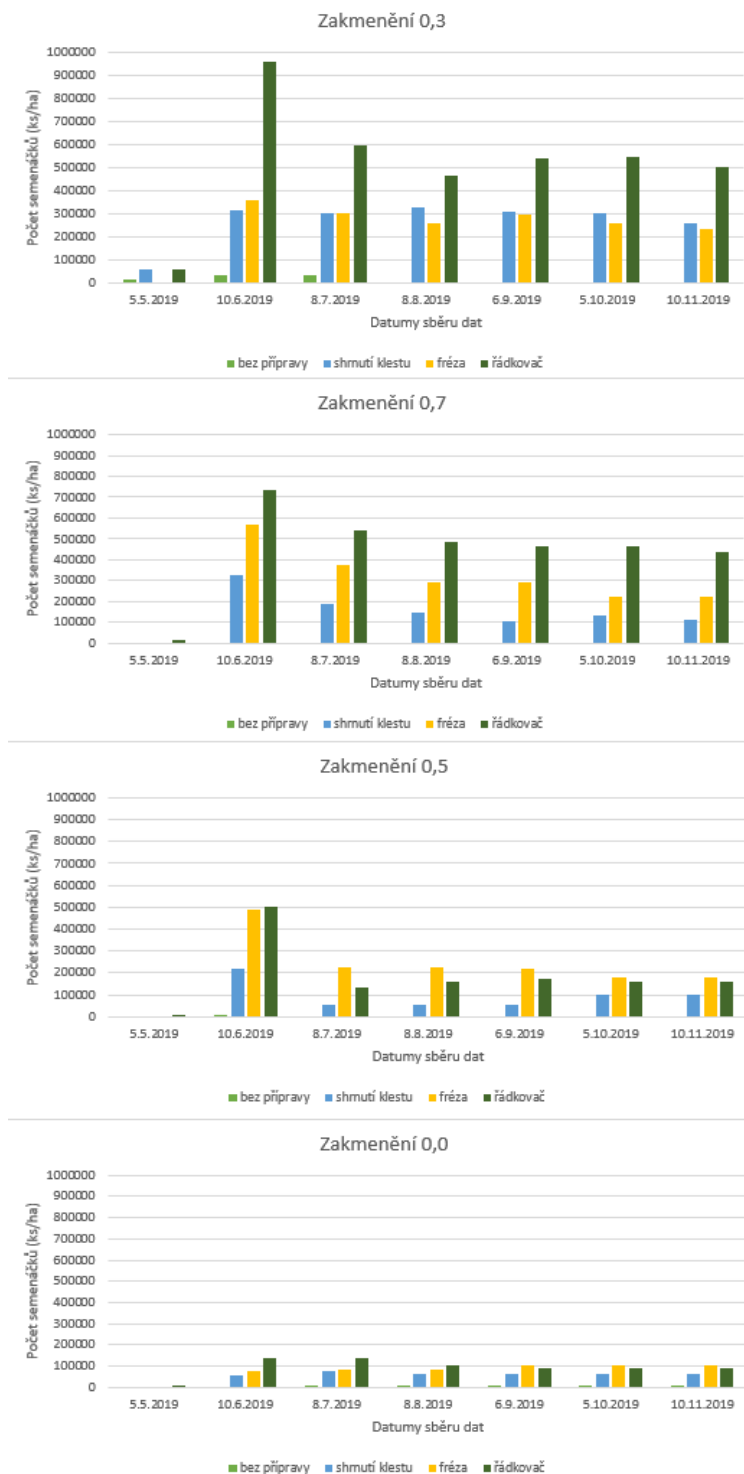
Rovněž byly vytvořeny grafická znázornění postupného vývinu počtů dvouletých semenáčků v letech 2018 a 2019 (Obrázek 7). V rámci přirozené obnovy jsou nejlepší výsledky patrné právě u variant pod mateřským porostem. Varianta hustoty porostu 0,3 vykazovala největší počty jedinců obnovy, zároveň ale také jejich nejvyšší mortalitu, jednalo se konkrétně o variantu přípravy půdy pomocí řádkovače. V ostatních případech dílčích subploch nebyla zjištěna výrazná mortalita semenáčků.



Obrázek 7. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z přirozené obnovy ve čtyřech variantách proclonění a přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování.

## 5.2. Vývoj umělé obnovy během vegetačního období

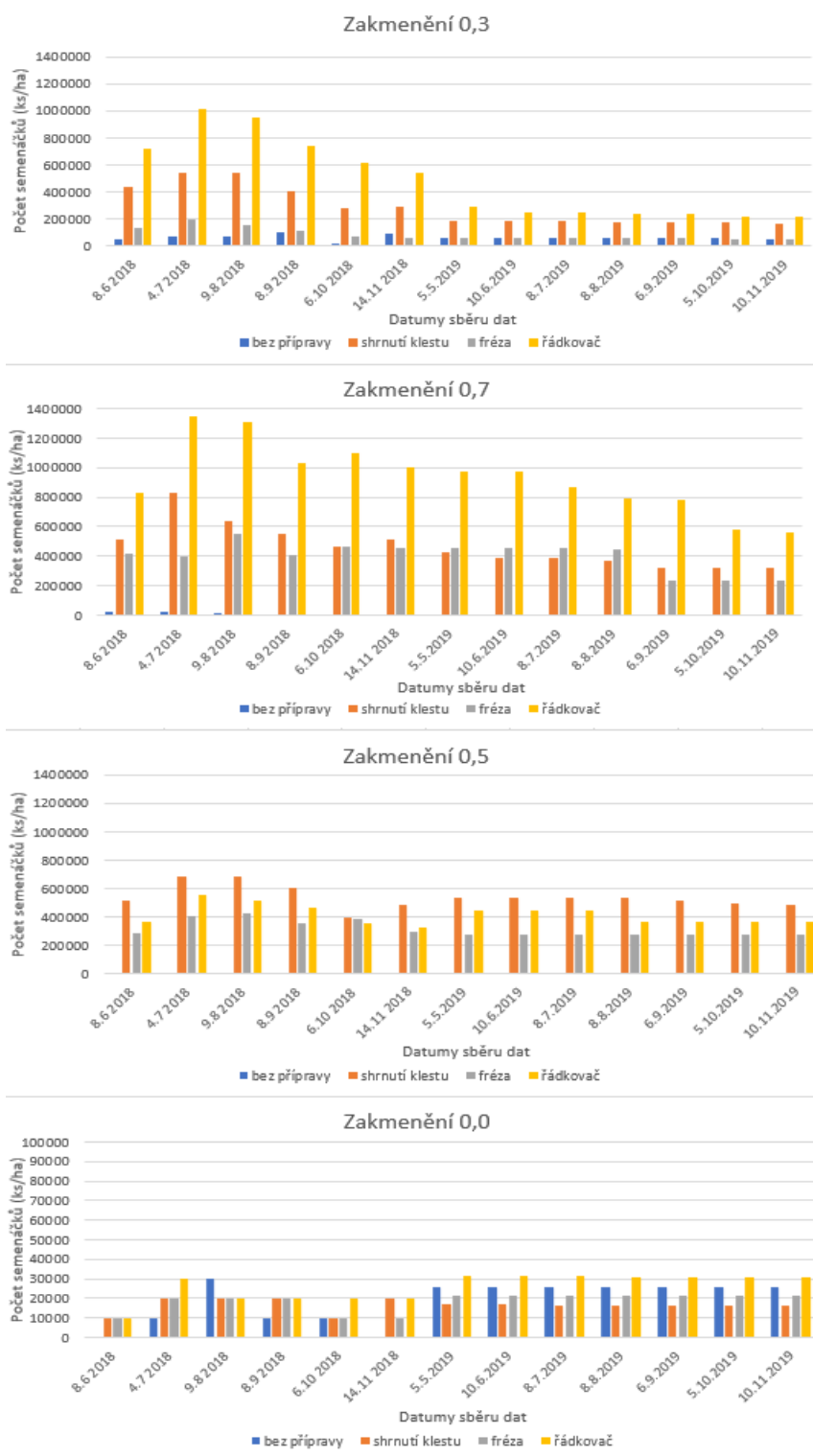
Z porovnání všech čtyř grafů (viz *Obrázek 8*) vyplývá, že s ohledem na počty jedinců umělé obnovy nejlépe vycházelo zakmenění 0,3 a 0,7 (v těchto dvou zakmenění se průměrný počet semenáčků pohyboval okolo 24 ks.m<sup>-2</sup>, nehledě na přípravu půdy). Nejmenší počet jednoletých semenáčků byl zaznamenán na holině (zakmenění 0,0).



Obrázek 8. Grafické znázornění počtů semenáčků z umělého výsevu ve čtyřech variantách proclonění a přípravách půdy.



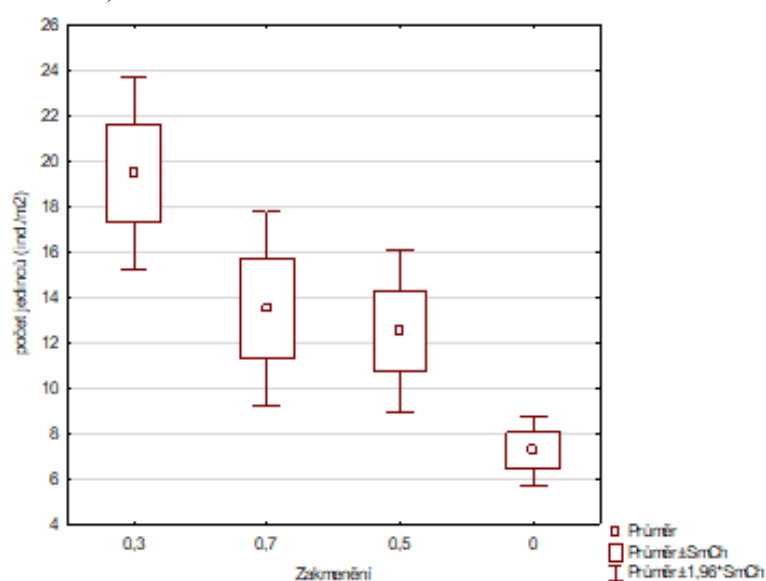
U umělé výchovy dvouletých semenáčků, kde je jejich postupný vývin, od roku 2018 do roku 2019 (Obrázek 9). Největší pokles semenáčků byl zaznamenán na přelomu v zakmenění 0,3, jednalo se o pokles až o 10 ks.m<sup>-2</sup> semenáčku na celé zakmenění. S největším počtem semenáčků bylo zakmenění 0,7 a hned po něm následovalo zakmenění 0,5, ve kterém se průměrný počet pohyboval okolo 38 ks.m<sup>-2</sup>.



Obrázek 9. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z umělého výsevu ve čtyřech variantách proclonění a přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování.

### 5.3. Souhrnné počty jedinců po ukončení vegetační sezony v jednotlivých variantách zakmenění

Statistické vyhodnocení bylo zaměřeno na přirozenou obnovu. Na *Obrázku 10* je srovnán počet jednoletých semenáčků přirozené obnovy borovice lesní v jednotlivých variantách zakmenění po ukončení vegetační sezóny 2019 (poslední měření proběhlo ke dni 10. 11. 2019). Na základě K-W testu ( $H = 18,25$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0,00$ ) lze konstatovat, že rozdíly byly signifikantní. Z vícenásobného porovnání vyplývá, že se signifikantně odlišovaly počty jedinců obnovy ve variantě zakmenění 0,3 od všech ostatních variant zakmenění (*Tabulka 6*).

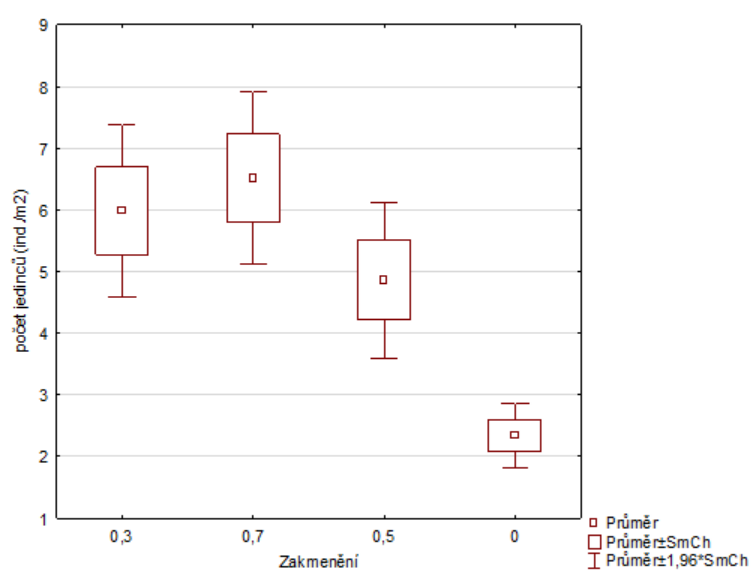


*Obrázek 10. Krabicový graf počtů jedinců přirozené obnovy borovice lesní (1-letých semenáčků) v jednotlivých variantách zakmenění po ukončení vegetační sezóny 2019 (měření 10. 11. 2019).*

*Tabulka 6. Vícenásobné porovnání jednoletých semenáčků přirozené obnovy pro jednotlivé varianty zakmenění.*

Vícenásobné porovnání p hodnot				
Nezávislá (grupovací) proměnná : Zakmenění				
Kruskal-Wallisův test: $H ( 3, N= 513) =18,25154$ $p =,0004$				
Závislá: (ind./m2)	0,3	0,7	0,5	0
	R:303,44	R:243,63	R:234,84	R:246,17
0,3		0,007485	0,001283	0,011728
0,7	0,007485		1,000000	1,000000
0,5	0,001283	1,000000		1,000000
0	0,011728	1,000000	1,000000	

U dvouletých jedinců je zřejmý výrazně nižší počet jedinců a méně výrazné rozdíly mezi jednotlivými variantami zakmenění mateřského porostu (Obrázek 11). Z vícenásobného porovnání je pak zřejmé, že statisticky signifikantní rozdíly byly pouze mezi variantami 0,3 a 0,7 na jedné straně a holoseč na straně druhé (0,0) (Tabulka 7).

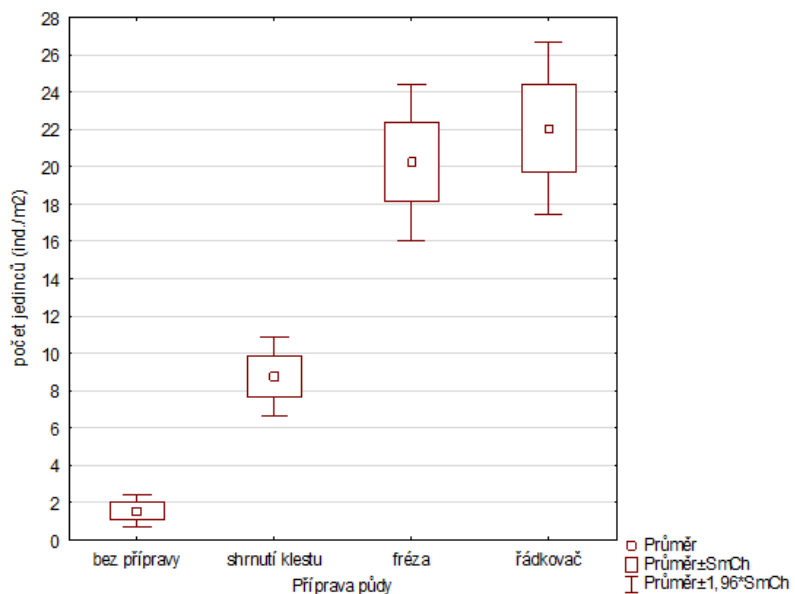


Obrázek 11. Krabicový graf počtů jedinců přirozené obnovy borovice lesní (2-letých semenáčků) v jednotlivých variantách zakmenění po ukončení vegetační sezóny 2019 (měření 10. 11. 2019).

Tabulka 7. Vícenásobné porovnání dvouletých semenáčků přirozené obnovy pro jednotlivé varianty zakmenění.

Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); (ind./m2)				
Nezávislá (grupovací) proměnná : Stocking_variant				
Kruskal-Wallisův test: H ( 3, N= 512) =17,17518 p =,0007				
Závislá: (ind./m2)	0,3	0,7	0,5	0
	R:272,74	R:281,31	R:257,48	R:214,46
0,3		1,000000	1,000000	0,009753
0,7	1,000000		1,000000	0,001806
0,5	1,000000	1,000000		0,120038
0	0,009753	0,001806	0,120038	

Na Obrázku 12 je vyobrazeno srovnání počtů jednoletých semenáčků přirozené obnovy borovice lesní v jednotlivých variantách přípravy půdy po ukončení vegetační sezóny 2019 (poslední měření bylo provedeno dne 10. 11. 2019). Na základě K-W testu ( $H = 18,25$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0,00$ ) lze konstatovat, že rozdíly byly rovněž signifikantní. Z vícenásobného porovnání vyplývá, že statisticky signifikantní rozdíly byly pouze mezi půdními přípravami řádkovače a frézy (Tabulka 8).

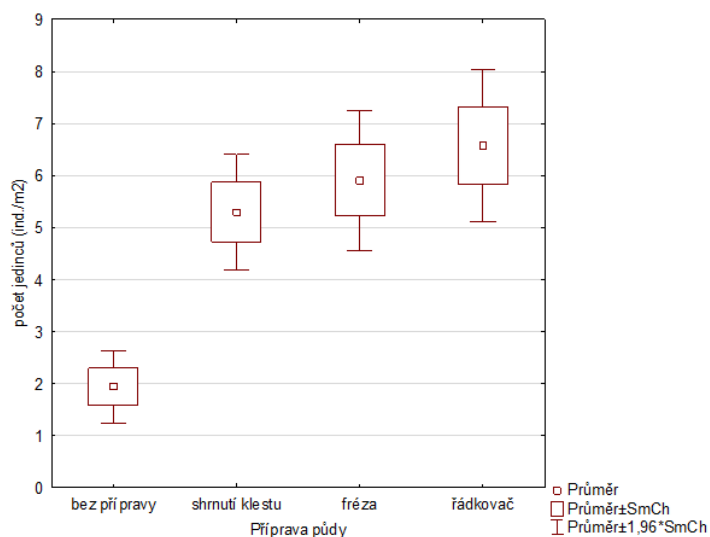


Obrázek 12. Krabicový graf počtů jedinců přirozené obnovy borovice lesní (1-letých semenáčků) v jednotlivých variantách přípravy půdy po ukončení vegetační sezóny 2019 (měření 10. 11. 2019).

Tabulka 8. Vícenásobné porovnání jednoletých semenáčků přirozené obnovy pro jednotlivé varianty přípravy půdy.

Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); (ind./m2)				
Nezávislá (grupovací) proměnná : MSP				
Kruskal-Wallisův test: H ( 3, N= 513) =142,2260 p =0,000				
Závislá: (ind./m2)	bez přípravy R:136,85	shnutí kletu R:247,33	fréza R:324,98	řádkovač R:318,37
bez přípravy		0,000000	0,000000	0,000000
shnutí kletu	0,000000		0,000167	0,000734
fréza	0,000000	0,000167		1,000000
řádkovač	0,000000	0,000734	1,000000	

Obdobná situace byla zaznamenána i v případě dvouletých semenáčků přirozené obnovy (Obrázek 13). Na základě K-W testu ( $H = 18,25$ ,  $df = 3$ ,  $p = 0,00$ ) lze konstatovat, že rozdíly byly rovněž signifikantní. Z vícenásobného porovnání vyplývá, že statisticky signifikantní rozdíly byly pouze mezi půdními přípravami řádkovače, frézy a shrnovače klestu (Tabulka 9).



Obrázek 13. Krabicový graf počtů jedinců přirozené obnovy borovice lesní (2-letých semenáčků) v jednotlivých variantách přípravy půdy po ukončení vegetační sezóny 2019 (měření 10. 11. 2019).

Tabulka 9. Vícenásobné porovnání jednoletých semenáčků přirozené obnovy pro jednotlivé varianty přípravy půdy.

Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); (ind./m2) Nezávislá (grupovací) proměnná : MSP Kruskal-Wallisův test: $H ( 3, N = 512 ) = 39,77433$ $p = ,0000$				
Závislá: (ind./m2)	bez přípravy R:189,33	shrnutí klestu R:274,63	fréza R:274,39	řádkovač R:287,64
bez přípravy		0,000024	0,000025	0,000001
shrnutí klestu	0,000024		1,000000	1,000000
fréza	0,000025	1,000000		1,000000
řádkovač	0,000001	1,000000	1,000000	

## 6. Diskuse

Výsledky výzkumu dokazují, že se borovým porostům kvantitativně i kvalitativně dařilo v mikroklimatu pod mateřským porostem oproti porostu obnovujícím se na holině. Pod mateřským porostem bylo největší zastoupení jednoletých jedinců při zakmenění 0,3:  $19 \text{ ks.m}^{-2} \pm 15,7 \text{ S.D.}$  U této varianty zakmenění se jako nejlepší jeví příprava půdy pomocí řádkovače:  $34 \text{ ks.m}^{-2} \pm 15,1 \text{ S.D.}$  Brichta a kol. (2020) došli ke shodnému výsledku výzkumu, jaký je uveden v této práci a to, že nejlepšími výsledky výzkumu dosáhli v kombinaci zakmenění 0,4 a přípravy půdy pomocí řádkovače ( $32,402 \text{ ks.m}^{-2} \pm 34,208 \text{ S.D.}$ ). Šindelář (2004) uvádí, že pro vznik přirozené obnovy borovice lesní stačí snížení zakmenění na hodnotu 0,7, ve kterém je zabráněno rozvoji přizemní vegetace a tím pádem je pro semenáčky borovice lepší možnost vyklíčení. Pozitivní vlivy kombinace clonné obnovy a přípravy půdy byly dále prokázány rovněž v několika studiích, např. z jižního Švédska (Nilsson a kol., 2002) či z oblasti východního Polska (Aleksandrowicz-Trzcińska, 2013). Ve studii Nilssona a kol. (2002) bylo zjištěno, že hustota mateřského porostu a přípravy půdy má pozitivní vliv na iniciaci a vitalitu přirozené obnovy borovice lesní. Předložená práce navíc odhaluje, že při větší propustnosti světla do porostu dochází ke zvýšené hustotě přirozené obnovy, naopak hustější zápoj mateřského porostu má na tento parametr negativní vliv. Toto zjištění zde platí především pro variantu zakmenění 0,7, kde byl zaznamenán nejvyšší počet semenáčků, nicméně rovněž zde následující rok byla patrná vysoká mortalita jedinců obnovy. Dále Nilsson a kol. (2002) konstatuje výrazný vliv přípravy půdy na počty semenáčků přirozené obnovy borovice. V rámci jejich studie, počty semenáčků na kontrolní ploše činily maximálně  $0,5 \text{ ks.m}^{-2}$ , v místech odhalení minerálního horizontu se pak celkový počet semenáčků pohyboval v rozmezí od  $0,5$  do  $2,3 \text{ ks.m}^{-2}$ . Výrazný vliv příprav půd byl zaznamenán i na ploše Mariánka II, kde v místech kontroly dosahovaly průměrné počty semenáčků  $1 \text{ ks.m}^{-2} \pm 0,69 \text{ S. D.}$  a na provedených přípravách byl celkový počet semenáčků  $18 \text{ ks.m}^{-2} \pm 9,57 \text{ S. D.}$

Aleksandrowicz-Trzcińska a kol. (2013) prováděli výzkum zabývající se vlivem různých metod přípravy půdy na přirozenou obnovu borovice lesní v oblasti východního Polska. Jejich závěry popisují opět velmi pozitivní vliv přípravy půdy na iniciaci přirozené obnovy. Tvzení výše zmíněných autorů není v rozporu s našimi výsledky, kdy v našem případě bylo zjištěno, že oproti variantám přípravy půdy, kontrolní varianta vykazovala vůbec nejhorší výsledky takřka ve všech ohledech. Aleksandrowicz-

Trzcińska a kol. (2013) uvádí nejvyšší počty semenáčků v rámci přípravy půdy řádkovačem: 18,8 ks.m<sup>-2</sup>, rovněž konstatuje výrazně nižší počet semenáčků u metody prováděné talířovou frézou: 12,1 ks.m<sup>-2</sup>, u varianty lesní frézy pak byl zaznamenán nejnižší počet semenáčků: 3,6 ks.m<sup>-2</sup>. Výsledky autorů Aleksandrowicz-Trzcińska a kol. (2013) a experimentu Mariánka II spolu úzce korelují. Dále Aleksandrowicz-Trzcińska a kol. (2013) uvádí nejzdravější semenáčky nacházející ve variantě lesní frézy, a nejhorší, dle morfologického hlediska, v půdní variantě řádkovače. Výsledky z metody řádkovače vedla k nejlepší přirozené regeneraci borovice lesní a výsledky získané v půdní variantě lesní frézy nebyly dobré tak jako u půdní varianty řádkovače. Tato metoda by byla z lesnického pohledu stále přijatelná a je považována za nejvhodnější z hlediska životního prostředí.

Experiment Mariánka II se dále velmi shodoval s výzkumem od Erefura a kol. (2008), kteří došli k závěru, že nejlepší metodou pro přirozenou obnovu borovice lesní je promíchání minerální půdy s organickým horizontem. Tato metoda byla v jejich výzkumu prováděna rotavátorem, který funguje na stejném principu, jako řádkovač použitý ve výzkumu Mariánka II . Počty semenáčků z přirozené obnovy z úpravy půdy pomocí rotavátoru dosahovaly vyšších počtů jedinců obnovy oproti čistě minerálnímu horizontu. V rámci našeho výzkumu byla nejlepší metodou příprava půdy řádkovačem. Podle Erefura a kol. (2008) bylo dosaženo vyššího počtu semenáčků skloubením těchto dvou variant, tedy kombinací rotavátoru a ponechání čistě minerálního horizontu. Po sjednocení těchto variant by pravděpodobně docházelo k vyšší schopnosti zadržení vody a poskytování živin skrze promíchanou humusovou vrstvu půdy. Nejnižší počty semenáčků přirozené obnovy byly zjištěny na plochách bez přípravy půdy, tyto nízké počty přisuzujeme zejména výskytu přízemní vegetace.

Kuuluvainen a Pukkala (1989) se zabývali vlivem hustoty mateřského porostu borovice lesní na její přirozenou obnovu právě pod zástínem mateřských jedinců. Jejich výsledky se shodovaly s výsledky naší studie, kde byly nejlepší hodnoty zjištěny také u varianty přípravy půdy řádkovačem. Kuuluvainen a Pukkala (1989) uvádějí pozvolné zvyšování počtu mladých jedinců ve vzdálenosti 8 m od kmene stromu, kde byly výsledky pětikrát vyšší než v blízkosti kmene stromu. Ale počet semenáčků na provedené přípravě půdy řádkovače nijak nekoreloval se vzdáleností od paty stromu. Předpokládáme také, že v následujících letech bude mít konkurence mateřských stromů vliv na rychlost růstu a

na kvalitu stromů vzniklým pod zápojem. Dále bylo zjištěno, že pravděpodobnost snižování počtu semenáčků okusem zvěře se zvyšuje s úrovní zapojení porostu, kdy byl překvapivě větší počet poškozených jedinců patrný právě pod porostem.



## 7. Závěr a doporučení pro lesnickou praxi

Bakalářská práce se zabývala zpracováním a srovnáním výsledků počtů jedinců přirozené a umělé obnovy borovice lesní v LHC Břehyně na ploše Mariánka II. Pozorování probíhá druhým rokem, první pozorování bylo provedeno v červnu roku 2018. Pro tento účel byly založeny experimentální plochy, na kterých byla provedena inventarizace jedinců obnovy. Studijní plocha byla rozdělena na čtyři různé varianty hustoty porostu (0,7; 0,5 a 0,3 a holoseč). Rovněž byly vytvořeny úseky s různými způsoby přípravy půdy (shrnutí klestu, fréza, řádkovač a kontrola bez přípravy půdy).

Na základě porovnání stavu jedinců přirozené obnovy borovice lesní pod mateřským porostem či na holé ploše, bylo zjištěno, že přirozená obnova borovice na holině, byla s ohledem na počty jedinců obnovy, horší variantou než varianty hustoty porostu s přítomností mateřských jedinců. Počty jednoletých semenáčků na holině činily průměrně  $6 \text{ ks.m}^{-2} \pm 4 \text{ S.D.}$ , ale oproti přirozené obnově pod mateřským porostem nedocházelo na holině k výrazným poklesům počtu borových semenáčků. Souhrnně nejlepších výsledků přirozené obnovy bylo dosaženo na plochách s přípravou půdy frézou a řádkovačem, nehledě na variantu zakmenění:  $22 \text{ ks.m}^{-2} \pm 14,6 \text{ S.D.}$  Nejvyššího počtu jednoletých semenáčků na  $\text{m}^2$  bylo dosaženo v kombinaci zakmenění 0,3 a řádkovače:  $34 \text{ ks.m}^{-2} \pm 15 \text{ S.D.}$  U umělé obnovy byly počty vyrovnané, nicméně zde konstatujeme nejlepší výsledky právě u kombinace řádkovače a zakmenění 0,3:  $52 \text{ ks.m}^{-2} \pm 24,5 \text{ S.D.}$  U dvouletých jedinců z přirozené obnovy byl patrný podobný počet jedinců pod clonou mateřského porostu nehledě na variantu přípravy půdy:  $6 \text{ ks.m}^{-2} \pm 3 \text{ S.D.}$  S ohledem na průměrné množství jedinců obnovy, lze říci, že nejvýhodnější variantou hustoty porostu je právě zakmenění 0,7. Nejlepší kombinací hustoty porostu a přípravy půdy pak bylo spojení zakmenění 0,3 a řádkovače: průměrný počet za vegetační období byl  $13 \text{ ks.m}^{-2} \pm 4,2 \text{ S.D.}$  Dvouletí jedinci vzeší z výsadby dosahovali nejvyššího počtu v kombinaci zakmenění 0,7 a řádkovače:  $93 \text{ ks.m}^{-2} \pm 22,9 \text{ S.D.}$  K tomuto způsobu obnovy je nutné dodat, že takto vysoký počet jedinců byl docílen velkým množstvím výsevné dávky (200 ks semen na jednu subplochu).

Z výsledků této studie vyplývá, že jednoleté semenáčky dosahují nejvyšších počtů v rámci zakmenění 0,3 s přípravou půdy řádkovačem. Dvouleté semenáčky vykazovaly největší počty v kombinaci zakmenění 0,3 a řádkovače. Lze tak říci, že na kvantitu a kvalitu semenáčků má výrazný vliv jak příprava půdy, tak i snížení zakmenění porostu.

Nejenže pod clonou mateřského porostu byl dostatečný počet jedinců, tento způsob se ale zdá být výhodný i z hlediska ekonomického (v bonitě 5 činil rozdíl 973 Kč.ha<sup>-2</sup> za rok a v bonitě 6 činil 1 055 Kč.ha<sup>-2</sup> pro podrostní způsob, zjištěno dle Bílka a kol., 2018). Z provedeného výzkumu lze usoudit, že by mohl být holosečný způsob nahrazen způsobem podrostním na přirozených borových stanovištích. Dále by takto pěstované porosty měly význam v celkovém pojetí polyfunkčnosti LH, ale také v plnění celé řady dalších služeb pro zlepšení životního prostředí jako takového.

## 8. Seznam literatury a použitých zdrojů

- 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.
- ANONYMOUS. *Hospodářská doporučení podle hospodářských souborů a podsouborů*. Písek, čs. Matice 2012. Praha, MZe ČR, 2013.
- BALATKA, B.; KALVODA, J. *Geomorfologické členění reliéfu Čech*. Praha: Kartografie Praha, 2006. 73 s. + 3 mapy. ISBN 80–7011–913–6.
- 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. 2018. 56 s. ISBN 978–80–7417–169–7.
- BÍNA, J.; DEMEK, J. *Z nížin do hor: geomorfologické jednotky České republiky*. Praha: Academia, 2012. 343 s. Průvodce. ISBN 978–80–200–2026–0.
- 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, číslo vol. 66, str. 114–115.
- BUSINSKÝ, R.; VELEBIL, J. *Borovice v České republice. Výsledky dlouhodobého hodnocení rodu Pinus L. v kultuře v České republice*. 1. vyd. Průhonice, VÚKOZ. 2011. 180 s.
- CIESLA, W. M. *Non-wood Forest Products of Conifers*. Řím: FAO, 1998. 140 s. ISBN 92–5–104212–8.
- DEMEK, J.; MACKOVČIN, P.; BALATKA, B.; BUČEK, A.; CIBULKOVÁ, P.; CULEK, M.; ČERMÁK, P.; DOBIÁŠ, D.; HAVLÍČEK, M.; HRÁDEK, M.; KIRCHNER, K.; LACINA, J.; PÁNEK, T.; SLAVÍK P.; VAŠÁTKO, J. *Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon ČR*. 2. upravené vydání. Brno: MŽP ČR, 2006. 582 s. ISBN 80–86064–99–9.
- EREFUR, Ch.; BERGSTEN, U.; CHANTAL, M. *Establishment of direct seeded seedlings of Norway spruce and Scots pine*. *Forest Ecology and Management*, 2008, vol. 225, str. 1186–1195.
- CHLUPÁČ, I. *Geologická minulost České republiky*. Vyd. 2. Praha: Academia, 2011. Neživá příroda. 436 s. ISBN 978–80–200–1961–5.
- CHMELAŘ, J. *Dendrologie s ekologií lesních dřevin. Část I. Jehličnany*. Brno, Vysoká škola zemědělská v Brně. 1980. 83 s.

- KOBLÍŽEK, J. *Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků. 2., rozš. vyd.* Tišnov: Sursum, 2006. 448 s. ISBN 80–7323–117–4.
- KOVÁŘ, K.; HRDINA, V., BUŠINA, F. *Učební texty z předmětu: Pěstování lesů.* Písek, 2013. 194 s.
- KREMER, B. P. *Stromy: v Evropě zdomácnělé a zavedené druhy.* Ilustroval Hans HELD. Praha: Knižní klub, Průvodce přírodou. 1995. 287 s. ISBN 80–7176–184–2.
- KRÜSSMANN, G. *Die Baume Europas: Ein Taschenbuch Fur Naturfreunde.* Berlin, Hamburg, Parey, 1968. 172 s. ISBN 3–489–62522–6.
- 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.
- LIEBSCHER, P.; RENDEK J. *Rybníky České republiky.* Praha: Academia, 2014. 583 s. ISBN 978–80–200–2368–1.
- MACDOUGALL, J. D. *Stručné dějiny planety Země: kámen a život, oheň a led.* Přeložil MIKULÁŠ R. Praha: Dokořán, 2004. 270 s. ISBN 80–86569–92–6.
- MADĚRA, P.; ÚRADNÍČEK L. *Dřeviny České republiky.* 1. vyd. Písek: Matice lesnická, c2001. 333 s. ISBN 80–86271–09–9.
- MEDENBACH, O.; SUSSIECK–FORNEFELD; C. *Minerály.* Praha: Ikar, Průvodce přírodou (Ikar). 1995. 286 s. ISBN 80–7176–207–5 nebo 80–85830–97–3.
- 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. *Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin: Lesnická dendrologie 1.* Vyd. 1. Praha: Academia, 2007, 352 s. ISBN 978–80–200–1567–9.
- MZe. *Zelená zpráva: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2018.* 2018. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR. ISBN: 978–80–7434–530–2.
- NÁROVEC, V. *Dicyklický růst výhonů u borovice a nápravná pěstební opatření v nejmladších kulturách.* Kostelec nad Černými lesy: 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), str. 133–145.
- NOUZA, J.; NOUZOVÁ, J. *Výkonové normy v lesním hospodářství.* Lesy České republiky, s. p. 2003.

OPRL. *Oblastní plán rozvoje lesů, přírodní lesní oblast 18 Severočeská pískovcová plošina a Český Ráj*. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem, pobočka Jablonec nad Nisou. 2020.

PEŘINA, V.; KADLUS, Z.; JIRKOVSKÝ, V. *Přirozená obnova lesních porostů I*. Praha: SZN. 1964. 167 s.

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

PODLECH, D. *Léčivé rostliny: praktická příručka k určování léčivých rostlin s návody na přírodní léčení*. 2. české vyd. Praha: Slovart, c2002. Kapesní atlas. 254 s. ISBN 80–7209–412–2.

POKORNÝ, J. *Stromy*. Ilustroval MATOUŠOVÁ V.; KONEČNÁ M. Praha: Aventinum, Krystal. 1998. 224 s. ISBN 80–7151–045–9.

POLANSKÝ, B. *Pěstění lesů*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1955, 371 s.

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.

PULKRAB, K.; SLOUP, M.; REMEŠ, J. 2014. Metodika analýzy ekonomického efektu hospodářských způsobů. Certifikovaná metodika. Číslo certifikátu 10969/ ENV/15. Ministerstvo životního prostředí, 34 s.

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

REJŠEK, K.; VÁCHA, R. *Nauka o půdě*. 1. vyd. Olomouc: Agripriint, 2018. 536 s. ISBN 978–80–87091–82–1.

ROZTOČIL, J. *Vliv clonné seče a přípravy půdy na obnovu borovice lesní*. Praha: 2019. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta lesnická a dřevařská. Vedoucí práce doc. Ing. Lukáš BÍLEK, Ph.D.

SÁDLO, J.; PETŘÍK, P.; BOUBLÍK, K. *Bory v reliktním ekosystému nížinné tajgy na Dokesku*. Ochrana přírody, 2012, číslo 2/12. 4 s.

ŠINDELÁŘ, J. *Přirozená obnova borovice lesní*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2004, ročník 83, číslo 8/04.

ŠTEFÁČEK, S. *Encyklopedie vodních ploch Čech, Moravy a Slezska*. 1. vydání. Praha: Libri, 2010. 367 s. ISBN 978–80–7277–440–1.

ÚHÚL. 2001. Oblastní plán rozvoje lesů, přírodní lesní oblast 18 Severočeská pískovcová plošina a Český Ráj, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs n. Lab. pobočka Jablonec n. Nis.

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. *Lesnická dendrologie I.: (Gymnospermae)*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. 70 s. ISBN 80–7157–643–3.

ÚRADNÍČEK, L.; CHMELARĚ J. *Dendrologie lesnická: (Gymnospermae)*. 1. část, Jehličnany: Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1995. 97 s. ISBN 80–7157–162–8.

WAGENFÜHR, R. *Dřevo: obrazový lexikon*. 1. vyd., Praha: Grada, 2002., 347 s. ISBN 80–247–0346–7.

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

Webové stránky:

Česká geologická služba: *mapy* [online]. Brno: Česká geologická služba, 2020 [cit. 2020–02–11]. 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>>.

Česká republika, Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 298/2018 Sb. ze dne 20.12.2018, o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů. *In Sbírka zákonů České republiky*. 2018, částka 149/218, 5050 s., Příloha č. 1. Dostupné také z WWW: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2018-298>>.

Česká republika, Ministerstvo zemědělství. Zákon č. 289/1995 Sb., ze dne 15.12.1995, o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon). *In Sbírka zákonů České republiky*. 1995, částka 76/1995. 3946 s. Dostupné také z WWW: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-289>>.

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: *Borovice lesní – Pinus sylvestris L.* [online]. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta. Pěstování lesa. 2001 [cit. 2020–02–02]. Dostupné

z WWW: <[https://ldf.mendelu.cz/uzpl/pestovani\\_v\\_heslech/vychodiska/dreviny/drev\\_bo.html](https://ldf.mendelu.cz/uzpl/pestovani_v_heslech/vychodiska/dreviny/drev_bo.html)>.

NEUMANN, J. *Staré již zapomenuté řemeslo: Smolaření v lesích*. Obnovená tradice – časopis historického spolku Schwarzenberg [online]. [cit. 2020-02-20]. Dostupné z WWW: <<http://www.hss.barok.org/text-clanku.php?t=607ac=32>>.

## 9. Seznam obrázků a tabulek

- Obrázek 1. Přirozený areál rozšíření borovice lesní (Euforgen, 2020). - 17 -
- Obrázek 2. Příklady holosečných forem obnovy: A – velkoplošná holá seč s výstavky, B – pruhová holá seč, C – skupinovitá holá seč (Peřina a kol., 1964). - 28 -
- Obrázek 3. Příklady podroostních forem obnovy: A – velkoplošná clonná seč, B – skupinová clonná seč, C – pruhová clonná seč (Peřina a kol., 1964). - 30 -
- Obrázek 4. Přírodní lesní oblast č. 18 Severočeská pískovcová plošina a Český ráj (ÚHUL, 2001). - 34 -
- Obrázek 5. Náskres subplochy pro sledování vzcházení a mortality semenáčků na výzkumné ploše Mariánka II (Roztočil, 2019). - 42 -
- Obrázek 6. Grafické znázornění počtů semenáčků z přirozené obnovy ve čtyřech variantách proclonění a přípravách půdy. - 46 -
- Obrázek 7. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z přirozené obnovy ve čtyřech variantách proclonění a přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování - 47 -
- Obrázek 8. Grafické znázornění počtů semenáčků z umělého výsevu ve čtyřech variantách proclonění a přípravách půdy. - 48 -
- Obrázek 9. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z umělého výsevu ve čtyřech variantách proclonění a přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování. - 49 -
- Obrázek 10. Krabicový graf počtů jedinců přirozené obnovy borovice lesní (1-letých semenáčků) v jednotlivých variantách zakmenění po ukončení vegetační sezóny 2019 (měření 10. 11. 2019). - 50 -
- Obrázek 11. Krabicový graf počtů jedinců přirozené obnovy borovice lesní (2-letých semenáčků) v jednotlivých variantách zakmenění po ukončení vegetační sezóny 2019 (měření 10. 11. 2019). - 51 -
- Obrázek 12. Krabicový graf počtů jedinců přirozené obnovy borovice lesní (1-letých semenáčků) v jednotlivých variantách přípravy půdy po ukončení vegetační sezóny 2019 (měření 10. 11. 2019). - 52 -
- Obrázek 13. Krabicový graf počtů jedinců přirozené obnovy borovice lesní (2-letých semenáčků) v jednotlivých variantách přípravy půdy po ukončení vegetační sezóny 2019 (měření 10. 11. 2019). - 53 -



Tabulka 1. Průběh ekonomických parametrů holosečného hospodářského způsobu u borových monokultur; zakmenění 1,0 (Bílek a kol., 2018).	- 33 -
Tabulka 2. Ekonomické parametry podrostního hospodářského způsobu u borových monokultur, zakmenění 0,85 (Bílek a kol., 2018).	- 33 -
Tabulka 3. Schématické znázornění způsobu rozdělení 64 kruhových zkusných ploch s různými stupni zakmenění a přípravou půdy.	- 41 -
Tabulka 4. Průměrné počty semenáčků přirozené a umělé obnovy ( $\text{ks.m}^{-2}$ ) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy.	- 44 -
Tabulka 5. Průměrné počty semenáčků přirozené a umělé obnovy ( $\text{ks.m}^{-2}$ ) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy.	- 45 -
Tabulka 6. Vícenásobné porovnání jednoletých semenáčků přirozené obnovy pro jednotlivé varianty zakmenění.	- 50 -
Tabulka 7. Vícenásobné porovnání dvouletých semenáčků přirozené obnovy pro jednotlivé varianty zakmenění.	- 51 -
Tabulka 8. Vícenásobné porovnání jednoletých semenáčků přirozené obnovy pro jednotlivé varianty přípravy půdy.	- 52 -
Tabulka 9. Vícenásobné porovnání jednoletých semenáčků přirozené obnovy pro jednotlivé varianty přípravy půdy.	- 53 -

## 10. Seznam příloh

Příloha 1. Porostní mapa s experimentálními plochami, porosty 52Aa12 a 41Aa13.

Příloha 2. Porostní údaje z LHP pro porost 41Aa13.

Příloha 3. Porostní údaje z LHP pro porost 52Aa12.

Příloha 4. Lokalita Mariánka II s jednotlivými variantami přípravy půdy v roce 2018: A – shrnovač klestu SH01, B – kombinovaná fréza KSH 700, C - lesní fréza Meri Crusher 1,8 ST, D – kontrolní varianta bez přípravy (foto: I. Ulbrichová).

Příloha 5. Dospělý jedinec borovice lesní (autorské foto).

Příloha 6. Jednoletý semenáček borovice lesní, v zakmenění 0,5 (autorské foto).

Příloha 7. Dvouletý semenáček borovice lesní, v zakmenění 0,3 (autorské foto).

Příloha 8. Dvouletý semenáček borovice lesní, v zakmenění 0,0 (autorské foto).

Příloha 9. Dvouletý semenáček borovice lesní, v zakmenění 0,5 (autorské foto).







Příloha 5. Dospělý jedinec borovice lesní (autorské foto).



Příloha 6. Jednoletý semenáček borovice lesní, v zakmenění 0,5 (autorské foto).



Příloha 7. Dvouletý semenáček borovice lesní, v zakmenění 0,3 (autorské foto).



Příloha 8. Dvouletý semenáček borovice lesní, v zakmenění 0,0 (autorské foto).





Příloha 9. Dvouletý semenáček borovice lesní, v zakmenění 0,5 (autorské foto).