

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta lesnická a dřevařská**

**Katedra pěstování lesů**



**Fakulta lesnická  
a dřevařská**

**Možnosti clonné obnovy v podmínkách  
přirozených borových stanovišť, vliv  
mateřského porostu a technologie přípravy  
půdy**

**Bakalářská práce**

**Karel Brož**

**doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.**

**2023**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Karel Brož

Lesnictví  
Ochrana a pěstování lesních ekosystémů

Název práce

**Možnosti clonné obnovy v podmínkách přirozených borových stanovišť, vliv mateřského porostu a technologie přípravy půdy**

Název anglicky

**Possibilities of Shelterwood Regeneration on Natural Sites of Scots Pine, the Effect of Parent Stand and Soil Preparation Technique**

---

### Cíle práce

Cílem práce je vyhodnotit úspěšnost obnovy borovice lesní po první těžební fázi clonné seče v podmínkách CHS 13. Bude se jednat o porovnání počtů jedinců obnovy a jejich charakteristik při různých variantách prosvětlení mateřského porostu včetně porovnání výsledků s kontrolním holosečným zásahem (ten představuje běžný provozní postup v dané oblasti) a čtyřech variantách přípravy půdy.

### Metodika

1. Studium odborné literatury, získání detailního přehledu prostřednictvím publikovaných informací k danému tématu (průběžně do konce roku 2022)
2. Lokalizace zkušných ploch v terénu a jejich stabilizace (termín březen 2022)
3. Inventarizace jedinců obnovy v jednotlivých variantách přípravy půdy a stupně zakmenění (termín květen 2022)
4. Porovnání stavu obnovy borovice lesní pro jednotlivé varianty s využitím vhodných statistických metod (termín listopad 2022)
5. Vyhodnocení výsledků a formulování pěstebních doporučení pro realizaci clonné obnovy v podmínkách přirozených borových stanovišť (termín březen 2023)

**Doporučený rozsah práce**

50 stran textu bez příloh

**Klíčová slova**

Borovice lesní, zakmenění, přirozená obnova, konkurence, seč clonná, seč holá

---

**Doporučené zdroje informací**

- Aleksandrowicz-Trzcinska M., Drozdowski S., Brzezicki 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.
- Bílek L., Zeldler A., Pulkrab K., Ulbrichová I., Vacek S., Borůvka V., Vítámvás J., Remeš R., Vacek Z., Sloup R. (2018): Pěstební a ekonomické aspekty clonné obnovy borovice lesní. Jiloviště-Strnady. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. 56 p. ISBN 978-80-7417-169-7.
- Brichta J., Bílek L., Linda R., Vítámvás J. (2020): Does shelterwood regeneration on natural Scots pine sites under changing environmental conditions represent a viable alternative to traditional clear-cut management? *Central European Forestry Journal*. 66(2):104–115.
- 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.
- Hyppönen, M., Hallikainen, V., Niemelä, J., Rautio, P., (2013): The contradictory role of understory vegetation on the success of Scots pine regeneration. *Silva Fennica*, 47(1):19.
- 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.
- Vítámvás J., Bílek L., Ulbrichová I., Bažant V., Dreslerová J., Vacek Z. (2019): Vrcházení, přežívání a kořenový systém semenáčků borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) při různých intenzitách slunečního záření a závlahy. *Zprávy lesnického výzkumu*, 64(2):102-110.
- 

**Předběžný termín obhajoby**

2022/23 LS – FLD

**Vedoucí práce**

doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 29. 4. 2022

**doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 31. 8. 2022

**prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.**

Děkan

V Praze dne 04. 04. 2023

---

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci *Možnosti clonné obnovy v podmínkách přirozených borových stanovišť, vliv mateřského porostu a technologie přípravy půdy* jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

Podpis autora

V Praze, dne \_\_\_\_\_

Karel Brož

## **Poděkování**

Rád bych poděkoval panu doc. Ing. Lukáši Bílkovi Ph.D. za vedení mé bakalářské práce a jeho cenné rady při jejím zpracování. Také bych rád poděkoval Ing. Jakubu Brichtovi za konzultace mé práce a pomoc při měření dat. Nemohu opomenout ani pomoc Daniela Ryšavého za spolupráci při inventarizaci a konzultaci při zpracování dat.

# Abstrakt

Tato bakalářská práce pojednává o problematice uplatňování clonných sečí na přirozených borových stanovištích a o vlivu mateřského porostu a rozdílné technologie přípravy půdy na novou generaci lesa z přirozené obnovy na meliorované půdě. Výzkum byl prováděn inventarizací přirozené obnovy borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) v přírodní lesní oblasti 18 na pozemcích Vojenských lesů a statků ČR s.p. vzdálených 4 km od obce Doksy v severních Čechách. Cílem práce bylo vyhodnocení kvalit a kvantity přirozené obnovy z posbíraných a naměřených dat v rámci jednotlivých zakmenění mateřského porostu při clonné seči (holina; 0,4; 0,6; 0,8) a pro různé druhy přípravy půdy (kontrola, řádkovač KSH 700, lesní fréza Meri Crusher 1,8 ST a shrnovač klestu SH 01). V literární rešerši je popsán zkoumaný druh borovice lesní, způsoby přípravy lesní půdy, ale také přírodní podmínky zkoumané lokality pojmenované Mariána III.

Pro sběr dat byly roku 2018 vytvořeny na ploše o rozměrech 1 ha čtyři stejně velké pásy, kdy v každém došlo k jiné míře rozvolnění mateřského porostu od holoseče po zakmenění 0,8. Zároveň kolmo na tyto pásy bylo vytvořeno 8 stejně širokých pruhů, kde došlo k rozdílným druhům úpravy půdy ještě před vysemeněním mateřského porostu. Celkem poté bylo vytvořeno rovnoměrně 64 transektů s rozměry 2x18 m a v každém z nich 9 čtverců rozměrů 2x2 m, ve kterých následně probíhala samotná inventarizace. Před začátkem vegetačního období roku 2022 probíhala inventarizace přirozené obnovy na celkem 5 čtvercích z každého transektu (1280 m<sup>2</sup>), která byla zapsána a následně z nich byly vytvořeny výsledky za pomoci programů MS Excel a Statistica 14.

Největší početnost zaznamenáváme na plochách s úpravou půdy řádkovačem a shrnovačem klestu v zakmenění 0,8 a nejvyšší jedince na holině s úpravou řádkovačem či v zakmenění 0,4, kde proběhla příprava půdy shrnovačem klestu či řádkovačem. Pro tyto plochy shledáváme i nejlepší štíhlostní koeficient.

**Klíčová slova:** borovice lesní, přirozená obnova, meliorace, zakmenění, clonná seč, přírodě blízké hospodaření.

# Abstract

This bachelor thesis deals with the issue of the application of screen mowing on natural pine habitats and the influence of the parent stand and different soil preparation technology on the new generation of forest from natural regeneration on meliorated land. The research was carried out by inventorying natural regeneration of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in natural forest area 18 on the land of Vojenské lesy a statky ČR s.p. 4 km away from the village of Doksy in northern Bohemia. The aim of the study was to evaluate the quality and quantity of natural regeneration from collected and measured data within the individual stemming of the parent stand at screen cutting (clearcut; 0.4; 0.6; 0.8) and for different types of land preparation (milling cutter Meri Crusher 1,8 ST, forestry mulcher KSH 700, brush rake SH 01 and control variant without soil preparation). The literature review describes the species of Scots pine under study, the methods of forest soil preparation, as well as the natural conditions of the study site named Mariána III.

For data collection, four equal-sized strips were created in 2018 on an area of 1 ha, with each strip experiencing a different degree of maternal stand loosening, from bare ground to 0.8 stemming. At the same time, 8 equal width strips were created perpendicular to these strips, where different types of soil treatment occurred before the mother stand was seeded. A total of 64 transects of 2x18 m were then created evenly and 9 2x2 m<sup>2</sup> were created in each of them, in which the inventory itself was subsequently carried out. Before the start of the 2022 growing season, the natural regeneration inventory was carried out on a total of 5 squares from each transect (1280 m<sup>2</sup>), which were recorded and then the results were generated using MS Excel and Statistica 14.

The highest abundance was recorded in the plots with row-crop and sward preparation at 0.8 till and the highest abundance in the sward with row-crop or 0.4 till where sward or row-crop preparation had taken place. We also find the best slenderness coefficient for these areas.

**Keywords:** Scots pine, natural regeneration, soil preparation, trees density, screen cutting, close-to-nature forest management.

# Obsah

1. Úvod .....	10
2. Cíle práce .....	12
3. Literární rešerše .....	13
3.1. Borovice lesní ( <i>Pinus sylvestris</i> L.).....	13
3.1.1. Taxonomické zařazení druhu .....	13
3.1.2. Morfologické znaky a popis druhu .....	14
3.1.3. Geografické rozšíření taxonu .....	15
3.1.3.1. Rozšíření světové.....	16
3.1.3.2. Rozšíření na území ČR .....	17
3.1.4. Ekologické nároky .....	18
3.1.5. Hospodářské funkce .....	20
3.1.6. Mimoprodukční funkce .....	21
3.1.7. Genetická variabilita.....	22
3.2. Pěstování borovice lesní .....	23
3.2.1. Problematika pěstování lesů .....	24
3.2.2. Výchova borových porostů.....	25
3.2.2.1. Výchova mladých borových porostů.....	25
3.2.2.2. Prořezávky.....	26
3.2.2.3. Probírky.....	27
3.2.3. Metody výchovy borových porostů .....	28
3.2.3.1. Výchova kvalitních borových porostů.....	29
3.2.3.2. Výchova méně kvalitních porostů .....	30
3.2.3.3. Porosty opožděné výchovy .....	31
3.2.3.4. Porosty se smíšením jiných druhů dřevin.....	31
3.2.4. Obnova borových porostů .....	32
3.2.4.1. Historické souvislosti a tradiční pojetí obnovy borových porostů	34
3.2.4.2. Holosečný a násečný hospodářský způsob .....	35
3.2.4.3. Hospodářský způsob výběrný .....	38
3.2.4.3.1. Postupy obnovy borových porostů formou clonných sečí.....	40
3.2.4.3.2. Problematika skarifikace půd.....	43
3.3. Přírodní podmínky výzkumné oblasti .....	45



3.3.1. PLO č. 18.....	46
3.3.2. HS 13 .....	48
4. Metodika.....	50
4.1. Popis oblasti.....	50
4.2. Sběr dat .....	51
4.2.1. Pomůcky.....	51
4.2.2. Metodika sběru dat.....	52
4.3. Zpracování dat.....	54
5. Výsledky .....	55
5.1. Základní charakteristika dat.....	55
5.2. Úspěšnost obnovy pro jednotlivé varianty.....	57
5.3. Charakteristiky jedinců obnovy pro jednotlivé varianty.....	60
6. Diskuze.....	66
7. Závěr .....	69
8. Seznam literatury a použitých zdrojů .....	71
9. Seznam obrázků a tabulek .....	79
10. Seznam příloh .....	81
11. Přílohy .....	82

# 1. Úvod

Již minimálně desítky let v podmínkách střední Evropy můžeme sledovat praktické ukázky tzv. přírodě blízkého hospodaření v lesích, jinak tomu není ani na tuzemských lesních majetcích. Zvláště pak s ohledem na aktuální výkyvy klimatu, které doprovází výrazné zhoršení zdravotního stavu našich lesů, je vysloveně nezbytné prohlubovat znalosti o přírodních procesech, stejně jako se pokusit aplikovat je do běžného praxe pěstování lesa. Mezi cíle přírodě blízkého hospodaření patří například navrácení se k pěstování původních druhů dřevin na stanovištích jim přirozeným nebo také přirozená obnova porostů s dobrým zdravotním stavem. Toto hospodaření zachovává spontánní přírodní procesy v míře přijatelné pro polyfunkčnost lesů, snaží se o strukturalizaci porostů, kdy běžně nacházíme až několik etází. Přírodě blízké hospodaření v lesích je také charakteristické tím, že jednou z jeho zásad je právě zachování alespoň minimálního množství jedinců v porostu na dožití. Biologické dědictví v podobě mrtvého dřeva pak prokazatelně zvyšuje biodiverzitu hospodářského lesa. Snaha oprostit se od pěstování lesů primárně za účelem zisku z prodeje dřevní hmoty se během několika desetiletí zúročila v kompromis mezi produkčními a mimoprodukčními funkcemi našich lesů (Bílek a kol. 2016).

Právě šetrné a alternativní metody pěstování lesních porostů však v několika posledních desetiletích nabyly na důležitosti také z ekonomického hlediska, a to s ohledem na měnící se klimatické podmínky. Zcela zřetelně se nyní ukazuje, že běžné hospodářské postupy, které byly v našich lesích využívány, již nestačí, neboť v řadě případů neposkytují záruku trvalé udržitelnosti, stejně jako bezpečnosti produkce. Není však pravda, že zásady popsané výše, jsou v našich podmínkách vysloveně novinkou, na mnohých majetcích je dlouhodobě lesnický hospodařeno vysloveně přírodě blízkou cestou, zejména se však jedná o management dřevin stín snášejících, nejčastěji je uplatňováno hospodaření s bukem lesním (*Fagus sylvatica*, L.). V případě světlomilných druhů, především dubů (*Quercus* sp.) a borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) nicméně ještě stále hledáme hospodářsky přijatelné cesty k vyváženosti všech zásadních funkcí lesa. S přihlédnutím na klimatické výkyvy získáváme podněty pro netradiční způsoby pěstování světlomilných druhů dřevin. Konkrétně v případě borovice lesní jsme již

řadu let svědky masivního usychání jejích porostů, stejně negativní se zdá být predikce do dalších let. Z tohoto důvodu je nutné hledat další možnosti, jak světlomilné druhy, jako např. borovici lesní, pěstovat při minimalizaci následků změny klimatu.

Řešením může být přírodě blízké hospodaření za pomoci clonné seče, kdy je uměle sníženo zakmenění a nový porost vyrůstá několik let pod mateřským. Pozorujeme zde lepší mikroklima, kdy má podrost stálejší teplotní podmínky a dokáže lépe hospodařit s vodou. I přes náročnější management má obnova clonnou sečí řadu výhod oproti např. holoseči, mimo jiné i přítomnost přirozené obnovy. Porosty poté mají lepší možnost se adaptovat na sucho a sníženou hladinu podzemní vody, která pro bory představuje v posledních letech značný problém.

## 2. Cíle práce

Cílem práce je vyhodnotit úspěšnost obnovy borovice lesní po první těžební fázi clonné seče v podmínkách CHS 13. Jedná se o porovnání počtů jedinců obnovy a jejich charakteristik při různých variantách prosvětlení mateřského porostu včetně porovnání výsledků s kontrolním holosečným zásahem (ten představuje běžný provozní postup v dané oblasti) a čtyřech různých variantách přípravy půdy, opět včetně kontrolní plochy (bez přípravy půdy).

Díličními cíli této bakalářské práce bylo:

- Zhodnotit obnovu borovice lesní po první fázi clonné seče
- Srovnat počet jedinců a jejich charakteristik:
  - v rámci různého stupně zakmenění porostu;
  - s ohledem na realizované druhy přípravy půdy;
  - v kombinacích jednotlivých variant zakmenění a přípravy půdy.

### 3. Literární rešerše

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

Borovice lesní je významný zástupce nahosemenných cévnatých rostlin, v rámci poloviny lesů Evropy ji řadíme mezi hlavní zástupce dřevinné skladby (Sharma a kol. 2017). V Česku se jedná o druhou nejvýznamnější hospodářskou dřevinu s výrazně pionýrským charakterem. Tento výrazně světlomilný druh nacházíme na velmi široké škále stanovišť, kam byl vytlačen náročnějšími dřevinami právě ze stanovišť bohatších (Kacálek a kol. 2017).

##### 3.1.1. Taxonomické zařazení druhu

Borovici lesní taxonomicky řadíme mezi jehličnaté stromy řádu borovicotvaré (*Pinales*), čeledi borovicovité (*Pinaceae*). Borovicovité jsou charakteristické tím, že dřeviny jsou jednodomé a ve většině případů vždyzelené. Rod borovice (*Pinus*) se dále dělí na dva podrody (subgenus *Pinus* (kam náleží borovice lesní) a subgenus *Strobus* – kam patří např. borovice vejmutovka). Rod samotný zahrnuje pouze vždyzelené stromy a keře s přeslenitým větvením. Od jiných rodů stejné čeledě lze poznat především nasedáním jehlic, které je morfologicky nasednuto na brachyblastech, což jsou malé zkrácené výhony, ve svazečcích po 2, 3 nebo 5 jehlicích. Šišťice jsou na rozdíl od jiných rodů tvořeny na letorostech. Samčí ve spodních pasážích koruny, kdežto samičí v horní (osvětlené) třetině, což je pro rod borovice charakteristické (Musil 2002). Jednotlivé taxony poté mezi sebou rozeznáme také pomocí uzrálých šišek, které v korunách dozrávají až druhý či třetí rok od opylení. Jejich povrch tvoří apofýzy (drobné pevné štítky) a na vrcholu šišky se nachází umbo (pupek šišky). Apofýzy mohou skýtat také mucro (hrot). (Hecker 1991) Na území České republiky se přirozeně vyskytují pouze 3 druhy tohoto rodu, konkrétně *Pinus sylvestris*, *Pinus rotundata* a *Pinus mugo* (Musil 2002).

### 3.1.2. Morfologické znaky a popis druhu

Jedná se o jehličnatou stálezelenou dřevinu, která se dožívá věku až 300 let. Borovice je výškově velmi variabilní, dorůstá výšek až přes 40 m, ale na stanovištích s nepříznivými podmínkami ji můžeme potkat také v keřové formě (Musil 2003).

V dolní části kmene se nachází velmi silná borka (přizpůsobená otevřenému ohni v podobě lesního požáru), deskovitě rozpukaná tmavší hnědé barvy. Ve vyšších partiích kmene se kůra odlupuje v papírových lístcích a pozorujeme rezavě oranžovou barvu. Na příčném řezu najdeme jádro obklopené bělí, dřevo je měkké (Musil 2003). Jehlice šroubovitého tvaru se nachází po 2 ve svazečku, který nasedá na brachyblast (Musil 2003). Životnost jehlic jsou 2-4 roky podle stanoviště a dosahují 3-7 cm na délku, jsou podélně zakroucené a mají modrozelenou barvu. Na vrcholu jsou špičaté (Koblížek 2006). Kořenový systém je kulovitý. Samotný hlavní kořen sahá do hloubky 1,5-3 metrů, často i hlouběji, záleží především na výšce podzemní vody. Ve vrstvě do 20 cm hloubky nalezneme boční a horizontální kořeny, někdy jsou doplněny i o kořeny chůdovité, a to především na písčích. Borovici tedy lze označit za zpevňující dřevinu, protože dobře kotví v půdě a nehrozí u ní vývraty ani na hrubozrnných stanovištích (Musil 2003).

Začátek kvetení borovic datujeme na počátek května, ve vyšších polohách až začátkem června. Primordia samčích šištic běžně rostou na spodní třetině koruny a jsou dospělými jedinci tvořeny již od léta loňského roku. Při rozšíření pupenů jsou viditelné už v zimě. Pyl se uvolňuje přibližně po 14 dnech jarního rašení z žlutě zbarvených šištic o velikosti 6-7 mm. Tyčinky pukají v podélném směru a hledat je můžeme na koncích rok starých větvíček. Vypouštěný pyl má dva vzduchové měchýřky umístěné v protilehlých rozích, díky kterým dokáže větrem putovat na dlouhé vzdálenosti. Samičí šištice vyrůstají v nejvíce osluněných částech koruny, tedy především ve vrcholových partiích. Mají mikroskopickou velikost a sdružují se ve skupinkách po jednom až třech kusech na konci pupenů. Mají oválně vejcovitý tvar, tvoří je masité plodolisty a obvykle obsazují ty nejvitálnější výhony (Pleva 1962; Musil 2003).

Šištice samotné dozrávají až druhý rok do své průměrné velikosti 3-6 cm. Prvních 12 měsíců pouze rostou na velikosti a nazývají se konelety. Vajíčko je oplodněno právě až po roce, mezitím má budoucí šiška velikost lískového oříšku. V červnu se

šišky začnou rapidně zvětšovat a semeno následně přes podzim a zimu dozrává. K otevření šišek dochází až třetím rokem od opylení, přičemž na konkrétním měsíci závisí na teplotách a srážkách. Příležitostně dojde k vylétnutí již na podzim roku druhého a plodné roky se opakují jednou za 3-6 let (Musil, 2003; Maděra, Úradníček, 2001).

Semena zabarvena do světle hnědě až do černa mají kleštičkovitě objímavé křídlo. To je tupě špičaté, blanité s červenohnědou barvou. Světlejší barvu mají obvykle semena prázdná. Tvarem jsou semena mírně zploštělá s ostrými hranami. Jejich délka je kolem 3-4 mm a šíře cca 2 mm. Jeden kilogram čítá 74-245 000 kusů a zároveň 1000 kusů semen váží kolem 603 g. Velikost semen se odvíjí od podnebí – severské borovice obvykle plodí menší a lehčí semena. Životaschopnost semenného materiálu při dobrém uskladnění je kolem 15 let, ale kvalita a klíčivost se s věkem snižuje. Skladovat semeno můžeme přímo v seschlých šiškách, pytlích či přepravech. Nejčastěji se používá zatavování do vzduchu nepropustných sáčků. Důležitou podmínkou správného uskladnění je nízká teplota, její stálost a temno. Vlhkost semene se doporučuje udržovat na hranici 6-8 % (Musil, 2003; MZLU Brno, 2019).

Klíčení semen má nejideálnější podmínky za plného nebo částečného světla. První rok života semenáčků je charakteristický hlavně jednotlivým růstem jehlic; svazečky jsou ojedinělé. Děložních lístků vyraší obvykle 6-8, jsou sytě zelené a vzhůru ohnuté směrem k terminálního pupenu. V dalších letech rychle mladý jedinec přirůstá, někdy až 80 cm za vegetační období. Druhým rokem se mohou objevit již 1-2 boční větve, přesleny vyrůstají až od třetího roku (MZLU Brno, 2019; Musil 2003).

### **3.1.3. Geografické rozšíření taxonu**

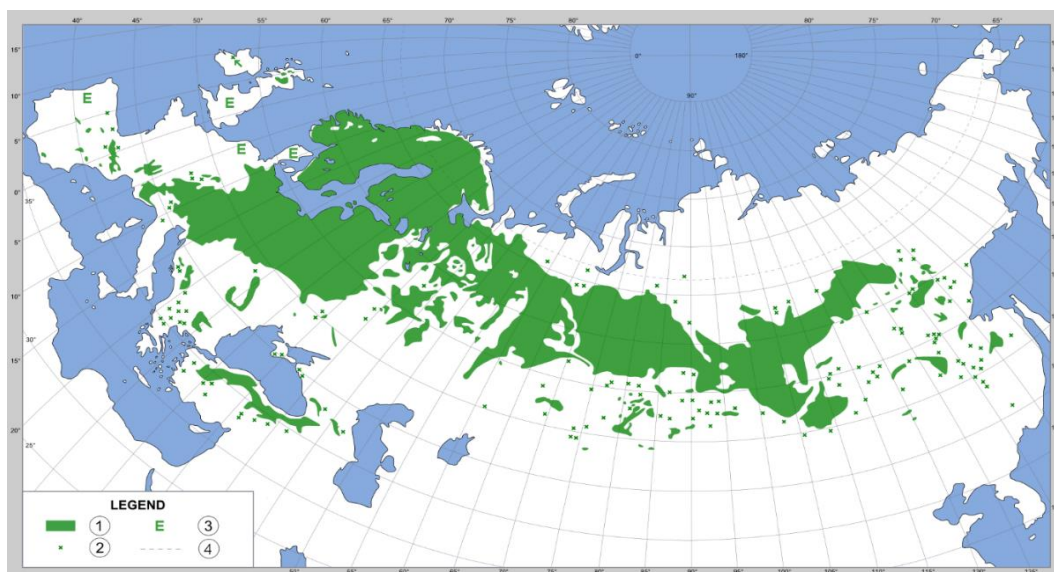
Borovice lesní je nejrozšířenější borovicí na světě – její areál sahá od Atlantického oceánu až téměř po Pacifický oceán. Zároveň borovici nalezneme v klimatopech severských, stepních a horských (Musil, 2003; Svoboda 1953).

### 3.1.3.1. Rozšíření světové

V původních tajgách doby ledové se objevuje jako jedna z prvních dřevin společně s břízou (*Betula L.*). Její vývoj a rozrůzněnost stanovišť vede ke genetickou rozmanitost a tvorbě poddruhů a geneticky specifických ekotypů. Tato variabilita je způsobena také umělým převážením reprodukčního materiálu skrze takřka celé území Evropy. Morfologické variabilní odchylky sledujeme na štítkách semenných šupin šišky, barvou semen samotných, velikostí šišek či barvy šištic. Jednotlivé ekotypy mají různé nároky na stanoviště. Ze stromů v rodu borovice má borovice lesní největší areál rozšíření a největší ekologickou amplitudu (Úradníček, Chmelař, 1995; Euforgen 2020; Pleva 1962).

Areál výskytu borovice lesní sahá od Pyrenejského poloostrova (5°-7° z. d.) až po Ochotské moře (140° v. d.). Pohoří Sierra Nevada ve Španělsku je nejjižnější poloha výskytu, naopak nejsevernější výskyt považujeme za Skandinávii, kde na 70. stupni severní šířky zasahuje až do leso-tundry. V oblastech nejsevernějšího výskytu roste na bažinných podkladech v nížinách. V západní a jižní části areálu borovici nalézáme jen pomístně na specifických stanovištích – netvoří tedy souvislé lesní pásy (Musil, 2003).

Vertikálně růst borovice monitorujeme od 0 do 2100 m n. m. Čím vyšší severní šířka stanoviště, tím borovici nalézáme v nižších nadmořských polohách. Ve Skandinávii se jedná o přímořský druh, kdežto v jižních oblastech Evropy (Španělsko, Balkán, Turecko) je borovice spíše druhem horským (Musil 2003).



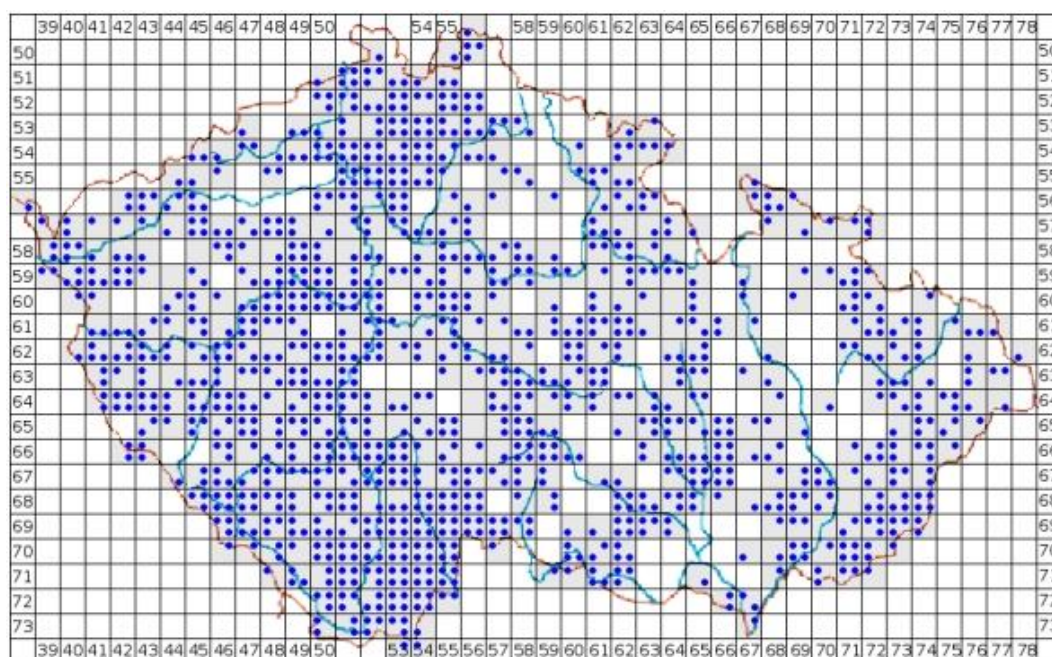
Obr. 1: Mapa přirozeného rozšíření borovice lesní. (zelené podbarvení – oblast přirozeného rozšíření) (Agnieszka Kwiecień, 2007).



Z mapy výskytu (Obr. 1) je patrný celo euroasijský areál borovice lesní. V Evropě sledujeme pomístný - rozmělněný areál na specifických lokalitách s určitými přírodními podmínkami. Borovice nechybí ve státech jako je Turecko, Polsko, Německo, Velká Británie nebo také Česká republika. Větší pásy borů poté nalezneme ve Skandinávii, na Ukrajině a v kontinentálním Rusku včetně Sibíře.

### 3.1.3.2. Rozšíření na území ČR

Na našem území je přirozený výskyt borovice lesní především na chudých a extrémních stanovištích, kam byla borovice vytlačena ostatními druhy – fyziologické optimum borovice se nachází na stanovištích, které obsadily konkurenčně silnější druhy např. buk lesní. Borovice je tedy nucena obývat lokality, kde je pouze ve svém ekologickém optimu. Zároveň je azonálním druhem. Vyskytuje se od nížin až po pahorkatiny na suťových svazích, v bažinách a rašeliništích, na velmi světlých lokalitách, ale nalezneme ji převážně na pískách, což na území České republiky obvykle řadíme do CHS 13. Nazýváme je jako reliktní bory – území přirozeného rozšíření borovice, která obývá daný areál po celou postglaciální dobu. Těžiště výskytu je přirozeně v mezofytiku. Termofytikum osidluje vzácně a oreofytikum (např. na Šumavě) jen ostrůvkovitě. Podloží tvoří převážně pískovce, váté písky, hadce aj. (Maděra, Úradníček 2001; Musil 2003).



Obr. 2: Rozšíření borovice lesní na území České republiky (Biogeografie Multimediální výuková příručka, 2010).

Kulturně a hospodářsky je nyní borovice pěstována takřka na celém území České republiky (Obr. 2). Její přirozený výskyt přesahuje aktuální rozšíření více než 3x. (Obr. 2) Největší rozmach se datuje již v 18. století, kdy byla borovice oblíbená pro těžbu klestu a hrabanky a díky tomu byla často obnovována a ponechávána v lesích pro zdroje těchto vedlejších surovin. Hybridizací s domácími typy docházelo k tvorbě nových pomístních ekotypů. Na celém území nacházíme především hercynský typ s deštníkovitými korunami (Musil, 2003).

### **3.1.4. Ekologické nároky**

Přestože borovici řadíme k odolným druhům vůči nedostatku vody, v posledních letech nalézáme chřadnoucí a usychající borové porosty. Děje se tak především díky vysychajícím zásobám podzemní vody nejenom v rámci pro borovici nepřirozených, dokonce ale i na přirozených borových stanovištích (Merlin a kol. 2015). Příjem podzemní a vsáklé vody kořenovým systémem je tedy nedostatečný, jelikož podzemní zdroje vod se snižují v rámci celé Evropy (Vacek a kol. 2017). Kulovitý kořen borovic již nemusí dosahovat ke zdrojům podzemní vody, a především na písčitéch stanovištích nemusí stačit srážková voda, která rychle putuje z porostů, dochází k chřadnutí (Merlin a kol. 2015). Řešení tohoto problému může být použití alternativní varianty hospodářského způsobu pro borové porosty, kdy za pomoci clonné seče docílíme ideální podmínky pro růst semenáčků krytem mateřského porostu. Jejich ujímavost se v clonné seči zvyšuje a v ranném věku se takto obnovené porosty zdají více prosperovat než porosty obnovené jinými způsoby, kdy mají před prvními pěstebními zásahy lepší zdravotní stav, ale také větší objem biomasy (Brichta a kol. 2020). Mikroklima vzniklé mateřským porostem zabezpečuje stabilnější teploty a udrží více vlhkosti, přičemž my můžeme pozorovat morfologicky slibnější potenciál pro budoucí růst (Brichta a kol. 2020).

Jedním z dalších řešení problému s nedostatkem vody může být kombinování různých ekotypů borovice. Takové porosty dosahují lepší rezistence na zhoršené podmínky na klimatické změny. Tyto možnosti jsou však dosti limitované (Czerepko 2004; Montero a kol. 2001). Proto v rámci přírodě blízkého hospodaření hledají lesníci jiné možnosti zlepšení prosperity borových porostů v suchých oblastech a jedním z řešení se naskytá použití clonné seče v kombinaci s úpravou

půdy. Nadějně výsledky jsou pozorovány na území Polska i České republiky (Aleksandrowicz-Trzcińska a kol. 2013; Brichta a kol. 2020).

Největší rozmach borovice zažila v období preboreálu, ovládala celou střední Evropu, období je proto pojmenováno jako doba borová. Díky zvýšení teplot a zvlhčení atmosféry se dřeviny začínají ujímat role největších rostlin tehdejší doby. Kontinentální ledovce tály a uvolnily půdu právě pro nově nastupující dřeviny, ze kterých borovici řadíme mezi první průkopníky pro své kvalitní růstové vlastnosti v extrémnějším podmínkách. Tehdy roste na všech stanovištích, skoro jako plevelná dřevina. Později je však vytlačena jinými druhy na stanoviště podobná těm, která obývá dnes – reliktní a extrémní stanoviště, kde je obecně růst méně příznivý (Musil 2003). Borovice jakožto S stratég nyní obývá především severské oblasti. Typickými stanovišti jsou pak bažiny, mokřady, suťové stráně a písčité půdy (Wohlleben, 2016; Rozsková, 2006).

Borovice je z hlediska náročnosti na živiny vysloveně nenáročnou dřevinou - dokáže růst na velké škále půdních a matečních hornin, včetně půd zasolených (Kremer, 1995). Podle půdy pak často dělíme jednotlivé ekotypy borovice lesní (Úradníček 2003). Borovice prosperuje jak na půdách vyschnutých s velkým obsahem hrubých zrn písku, tak na půdách zamokřených – bažiny, rašeliny – tam je růst obvykle zakrslý. Dobře zvládá i růst na skeletu, jíl se také nejeví jako překážka (Musil, 2003). pH půdy, na které borovice roste, je také rozmanité, vyskytuje se růst jak na zakyselených půdách, tak na vápencích s vysokým pH.

Vyšší kvalitě mladých jedinců přispívá i mechanické narušení půdy, kdy odstraníme bylinnou konkurenci v podobě brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus* L.) a jiných druhů rostoucích pod mateřským porostem. V půdě tedy zůstane více makroprvků a mikroprvků pro růst mladých borovic, ale také více vody pro kořenový systém. To vede k násobně nižší mortalitě semen a semenáčků a přispívá to k jejich lepšímu ujímání (Aleksandrowicz-Trzcińska a kol. 2013). Studie z Polska a Česka již poukazují dobré výsledky tohoto hospodaření (Aleksandrowicz-Trzcińska a kol. 2013; Brichta a kol. 2020).

Díky svému kolovitému kořenovému systému může borovice prosperovat i v suchých podmínkách, na vodu tedy není náročnou dřevinou. Důležitý je ale obsah podzemní vody, který je pro borovici limitující. Když klesne její hladina a kořen nedosáhne na podzemní zásoby, dochází ke chřadnutí (Musil, 2003).

Ekologický rozsah borovice je velký, čemuž odpovídá také široké rozšíření po Eurasii. Vegetační doba se pohybuje od 90 (na chladných lokalitách) do 200 dnů (v teplejších územích výskytu). Roční úhrn srážek je pro borovici optimální od 200 do 1780 mm ročně, přičemž vyšší a nižší úhrny jsou již pro dlouhodobý život borových porostů nepřipustné. Valná část areálu rozšíření má spíše kontinentální podmínky (Musil, 2003).

Borovici doprovází na stanovištích především dub zimní (*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.), lípa malolistá (*Tilia cordata* Mill.), habr obecný (*Carpinus betulus* L.), javor babyka (*Acer campestre* L.) a bříza bělokorá (*Betula pendula* Roth) (Musil, 2003).

### 3.1.5. Hospodářské funkce

Borovice lesní jakožto jeden ze zástupců čeledi borovicovitých patří mezi hospodářsky nejvýznamnější druhy dřevin na našem území. Dosahuje 16,1 % zastoupení v českých lesích, a to z ní dělá druhou nejpočetnější dřevinu v ČR. Podle rekonstruované přirozené skladby měla však dosahovat pouze 3,4 % (Mze 2020).

Dřevo borovice je měkké, s nízkou hustotou. 1 m<sup>3</sup> surového dřeva dosahuje 820 kg, v suchém stavu 550 kg. Z vlastností borového dřeva můžeme vyzdvihnout zejména jeho dobrou pružnost, nevýhodou je naopak křehkost, nerovnoměrnost a špatnou štípatelnost. Zmíněné nevýhody může vynahradit odolnost a trvanlivost borového dříví. Další nespornou výhodou je trvanlivost ve vodě, čehož se často využívá ve stavebním průmyslu. Bělová část dřeva je žlutavá, jádro je hnědé s černou příměsí, která dobře vykresluje jednotlivé letokruhy, proto je dřevo borovice ceněno také z estetického hlediska (Pleva, 1962; Musil 2003).

Využití borového dřeva je značné a zpracovává se obdobně jako dřevo smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) H. Karst). Nejčastějším sortimentem je pilařská kulatina a vlákna. Z borového dřeva se vyrábí telegrafní sloupy, kolejové pražce, používá se ve stavebnictví (doly, vodní stavby a mosty) i hornictví (dolovina). Výjimkou není ani truhlářství, kde nalézá využití ve výrobě okenních rámu a dveří. Aktuálně se nejvíce borového dřeva zpracuje na lišty, spárovky, palubky a podlahové parkety. V některých státech dochází k těžbě smůly z borových kmenů (Musil 2003; Giagli a kol. 2017).

Ceny borového dříví se oproti ostatním jehličnanům pohybují dosti nízko (na smrk ztrácí průměrně 10 %). Například dle dat z roku 2020 se cena 1 m<sup>3</sup> výřezů III. A/B třídy pohybovala v průměru kolem 1 121 Kč bez DPH. Palivové borové dříví se prodávalo za 433 Kč na 1 m<sup>3</sup> bez DPH. Ten samý rok se z našeho území vyvezlo 326 tisíc m<sup>3</sup> borových sortimentů, což představuje 2. nejvyváženější dřevinu po smrku (Mze, 2020).

Borové dříví se netěží jen úmyslně, ale do značné míry jsou borové porosty postihnuty i nahodilou těžbou. Problém nepředstavují jen lesní požáry, námraza či sníh, ale také kůrovec. V České republice eviduje většina okresů více jak 500 m<sup>3</sup> vytěženého borového dříví napadeného kůrovci za období roku 2020. Tato skutečnost zasáhla především významné borové porosty v jihočeském a severočeském regionu. Celková nahodilá těžba dosahuje za rok 2020 33,91 milionů m<sup>3</sup> surového dříví, což je 94,9 % všech těžeb. Přestože se převážně jedná o smrkové porosty, tak nahodilá těžba borovic také nelze opomenout. V lesích se obnovilo během roku 2020 (i díky kalamitním podmínkám) rekordních 2 508 ha budoucích borových porostů (Mze, 2020).

### **3.1.6. Mimoprodukční funkce**

Významnou mimoprodukční funkcí borovice je tvorba humusové vrstvy pod korunami jedinců, která vzniká díky rozkladu jehličí. V dospělých porostech tvoří opad jehličí kolem 3,9 tun na každý hektar lesa ročně. Toto číslo zvýšíme nehosподаřením v borových porostech, což se hodí hlavně v oblastech na velmi chudých půdách, kde nehosподаřením výzkumy vykazují vyšší obsahy humusu (Novák a kol., 2010). Tato humusová vrstva napadaného jehličí vytváří humusovou vrstvu mor nebo moder a rozkladem se do půdy dostává především makroprvky dusík a fosfor, což v přepočtu činí 24 g N/ha. S rostoucím věkem porostu klesá množství opadu (Smolander a kol., 2012; Kacálek, 2017).

Kořenový systém borovice obvykle postrádá šikmé kořeny, naopak převažují horizontální a vertikální kořeny, které jsou dobře rozlišitelné svým prostorovým oddělením. Celému kořenovému systému dominuje mocný křivý kořen, který slouží k ukotvení stromu. Kořenový systém se dokáže dobře přizpůsobovat na jednotlivých druzích půdy (Wehrmann a kol., 1968). Více redukovaný kořenový systém sledujeme na půdách silně ovlivněných vodou - např. mokřadní stanoviště,

kdežto hlubší a silnější kořeny sahají do hrubozrnných půd (Polomski a Kuhn, 1988).

Mimoprodukční funkci sledujeme u borovic tedy především ve stabilizaci půdy svým kořenovým systémem, čímž zabraňuje všem druhům eroze, přispívá k lepšímu vodnímu režimu a kypří půdní horizonty. Z výzkumů je prokázáno, že rozloženější a spletitější kořenový systém vytváří borovice na chudších půdách a na půdách bohatých dochází ke tvorbě silných hlubších kořenových systémů. Hloubka je závislá nejen na klimatu a teplotě půdy, ale také na sociálním postavení jedince, kdy pozorujeme poměrově větší hloubku u jedinců úroňových a nadúroňových (Kalinin, 1981). Na rozdíl od ostatních dřevin dokáže borovice růst pozitivně geotropicky kolmo přímo v úrovni kmenu, čímž se z ní stává skvělý kandidát na meliorizaci strmých či kamenitých svahů, kde by jiné dřeviny prosperovali hůře. Zároveň se ideálně hodí do příměsí k jiným dřevinám a tím může přispívat k přírodě blízkému hospodaření (Wittich, 1947). Zajímavostí kořenového systému borovic je tvorba tzv. kotev, což si představíme jako kořeny ohnuté do písmene J až U, které slouží pro lepší stabilitu jedinců. Jsou tvořeny samovolně, ale i díky obrůstání podzemních překážek. Výzkumy zatím neprokázaly růst kotev ve specifikaci na určité stanoviště. Díky těmto vlastnostem je borovice dobrou přípravnou dřevinou s velkou mimoprodukční funkcí, a s porovnáním k jiným druhům má nejstabilnější kořenový systém z hlediska mechanické stability. Borovice jsou tedy druhem náchylnějším ke zlomům než k vývrátům (Kacálek a kol., 2017).

### 3.1.7. Genetická variabilita

Borovice lesní obecně členíme na 3 poddruhy. Prvním poddruhem je *Pinus sylvestris subsp. hamata* rostoucí na Krymu, v oblasti Malé Asie a v Kavkazských horách. Příležitostně tento poddruh vyčleňují autoři ještě na *Pinus sosnowskyi* či *Pinus kochiana*. Šišky jsou lesklé, žlutavé s vypouklými štítky. Na rozdíl od *Pinus sylvestris subs. sibirica*, kterou nalezneme v lesích Sibiře, Mongolska a Číny, která má šišky obdobné jako borovice rostoucí v Evropě, změny jsou spíše v růstu a habitatu. V Českých lesích najdeme subtype *Pinus sylvestris subs. sylvestris*, která má šišky matné a roste ve střední a východní Evropě. Blíže k pólu se vyskytuje její varieta *lapponica* obývající Skandinávii (Musil, 2003).

Existují různé ekotypové druhy borovic, více či méně pak genetická informace ovlivňuje také morfologické znaky borovice. Např. borovice hornorýnská je charakteristická korunou deštníkovitého charakteru s typickým piniovitým zploštěním. Ta se běžně naklání ve směru větru. Kmen neshledáváme příliš rovným, často je zakroucený jednoduše i složeně. Naopak borovice hercynská a karpatská se vyznačují rovným, přímým kmenem, také úzkou korunou a jemnými větvemi (Svoboda, 1953). Mimo tyto druhy borovic lze také rozlišit různé formy koruny, tvaru kmene či šišek. V kulturních lesích České republiky převládá morfologická forma s nadprůměrnou výškou kmene a vyklenutou korunou (Musil, 2003).

Formy členíme do tzv. ras, jejímž příkladem může být pro Česko typická Třeboňská borovice (Musil, 2003). V našich podmínkách nalézáme desítky dalších ras (ekotypů) napříč územím podle charakteristických klimatických podmínek. Například borovice lánská je charakteristická štíhlými korunami; je odolná vůči mrazům a také vůči mokrému sněhu. Významná je i borovice chlumní rostoucí na hadcích nebo borovice stožecká, která je význačná tím, že roste na náhorních plošinách často ve směsi a konkurenci dokáže rychle předrůstat, protože dospělí jedinci mají velmi řídké olistění. V okolí Doks pozorujeme ekotyp severočeské borovice rostoucí na křídách, a naopak ve vysokých nadmořských výškách lze nalézt rasu stožecké – šumavské borovice přizpůsobené pro růst v horských oblastech (Čáp a kol. 2016).

U borovice známe i několik druhů kultivarů, které se obvykle nevyskytují v lesích, ale jejich využití hledáme v sadech či na plantážích. Hustou korunu se sytě zelenými jehlicemi má kultivar Watereri, který se dorůstá výšky kolem 4 metrů a je oblíbený jako okrasná dřevina. Stříbrný kultivar borovice nese název Argentea Compacta, jejíž růst je zakrslý na velikost 2 metrů. Jeden z nejnovějších kultivarů borovic najdeme pod názvem Fastigiata a je charakteristický svou úzkou sloupovitou korunou (Musil, 2003).

### **3.2. Pěstování borovice lesní**

Borovice lesní je výrazně světlomilná dřevina. Její náročnost na světlo značí, že semenačky (i později dospělí jedinci) jsou částečně intolerantní ke stínu a

vyžadují mnoho slunečního záření. Důležitá je i délka obnovní doby v klimaxových porostech, neboť do určitého věku je každá dřevina tolerantní k zastínění mateřského porostu. Díky intoleranci stínu dochází k autoredukci mladých jedinců. Neperspektivní semenáčky jsou zastíněni svými silnějšími konkurenty a poté umírají, což má dobré dopady na budoucí stav populace v porostu, kdy přežívají pouze nejsilnější jedinci borovic (Kovář a kol., 2013).

Pro borovici je dalším limitem vysoká teplota, která dokáže způsobovat škody především na mladších porostech. I když ekologická nika borovice pro teplotu je dosti široká, tak pozorujeme citlivost na podzimní mrazy, kdy chřádnou mladí či slabí jedinci. Také se ale může stát, že vůbec nevyklíčí semeno, což se děje při velmi nízké teplotě půdy, kdy semena vymrzou. Tyto mrazy poškozují také mladé nárosty (Kovář a kol., 2013).

### **3.2.1. Problematika pěstování lesů**

Pěstování lesů zahrnuje celou řadu postupů při nakládání s lesními porosty a přesahuje aktivní období profesně činného lesníka. Provozní rozhodnutí a čas jsou činiteli, kteří následně ovlivňují výsledek lesnického snažení – tedy dospělý lesní porost. Je důležité balancovat nad otázkou udržitelnosti, výnosnosti i plnění mimoprodukčních funkcí lesů. V dnešních dobách je pěstování lesů zastřešeno zákony a vyhláškami, avšak jeho historie sahá stovky let do historie (Kantor a kol., 2018).

Celý proces pěstování lesů začíná u získání sadebního materiálu, což je otázkou semenářství a lesního školkařství. Lesy se obnovují přirozenou cestou, což je jedna z nejdůležitějších myšlenek při udržitelném lesním hospodářství – nazýváme to přirozenou obnovou. V dalších letech dochází v lesích k výchově, kterou členíme na protrhávky, prořezávky a probírky. Celý hospodářský cyklus končí těžbou a obnovou lesního porostu. Mimo jiné je důležité dbát na dodržování mimoprodukčních funkcí lesa, nezanedbávat estetiku porostů a určitá lesní území zákonně chránit (Kovář a kol., 2013).



### 3.2.2. Výchova borových porostů

Borovici neřadíme mezi dřeviny náročné na pěstební a výchovnou činnost. Vyniká svým rychlým růstem, nemá vysoké nároky na živiny a vodu v půdě a označujeme ji za dřevinu pionýrskou. Při výchově je důležité zajistit rovnoměrnost korunového zápoje a odstraňovat jedince nemocné či poškozené. Největším problémem na kvalitu dříví se považuje křivost a točitost kmenů, čemuž se dá předejít včasným odstraněním takových jedinců a neporušování korunové vrstvy. Koruny mají tendence k rozpínavosti a tvorbě velmi silných větví, což je důsledek výrazné světlomilnosti borovice, avšak toto rozpínání není při výchově akceptovatelné. Borovici nalézáme v monokulturách i ve směsi s jinými druhy (Kovář 2013; Businský a Velebil 2011).

Jako každá lesní dřevina i borové porosty jsou poškozovány abiotickými činiteli. Na rozdíl od porostů smrkových neevidujeme tak časté poškozování silným nebo nárazovým větrem, což je zásluhou kvalitního kořenového systému borovic. Problémy v porostech nám naopak vytváří nánosy mokrého sněhu, které mohou způsobit i kalamitní stavy. Široce větvené borové koruny tíhu sněhu nejsou schopny unést a dochází ke zlomům a následnému chřadnutí díky napadení houbou či dřevokazným hmyzem. Během výchovy je důležité na tyto okolnosti pamatovat a předcházet jim vhodnými pěstebními zásahy (Novák a kol. 2010).

Nedílnou součástí výchovy je i rozčlenění porostu do jednotlivých pracovních polí. To může být plánováno ještě před prvním zásahem, děje se tomu však nejčastěji v rámci prvního pěstebního zásahu. Získáme tak podmínky pro provádění kvalifikovaného výběru, porosty zpřístupníme technice a ta následně při těžbě dosáhne menších škod na okolních stromech při kácení i vyklizování. Standartní je dodržování šíře linek na 4 metrech, což slouží i jako ochrana porostu před mokřím sněhem, který se lépe tříští o koruny jedinců (Slodičák a kol. 2013).

#### 3.2.2.1. Výchova mladých borových porostů

Po zajištění porostu již při výchově nehledíme, zda byl obnoven přirozenou nebo umělou obnovou; dokonce nejsou rozdíly ani po obnově clonnou sečí, protože mateřský porost je již vymýcený. Obecně platí, že se buď můžeme vydat cestou negativního nebo pozitivního výběru v závislosti na zvolené metodě

výchovy, přičemž se v průběhu samotného zásahů již nedoporučuje tento způsob měnit (Draštík a kol. 2022).

Obvyklá praxe je odstraňování méně kvalitních jedinců a tím pádem přirozená podpora stromů s vysokým potenciálem. I když má borovice širokou amplitudu svátostných podmínek, nejvíce pracujeme právě se slunečním zářením a naší snahou je dopřát silným jedincům co nejvíce slunečních paprsků, ale zároveň nesnížit zakmenění natolik, aby došlo ke košacení korun. Dle metod ke obvyklé v mladších porostech uplatňován výběr negativní s vysokou mírou autoregulace jedinců, později přecházíme na pozitivní výběr, kdy dojde k vyčlenění cílových jedinců pro mýtní těžbu a ty se uvolní od konkurence. Není třeba se bát silných zásahů i v podúrovni a bezpodmínečného odstraňování poškozených jedinců, jedinců s růstovými vadami nebo těch, kteří nedosahují poloviny výšky úrovnových stromů (Kovář a kol. 2013; Slodičák a kol. 2013). Zároveň se v porostech snažíme ponechat i procenta jiných druhů dřevin, které během prořezávek a probírek plní mimoprodukční funkce lesa a přispívají tak k přírodě blízkému hospodaření. Následně dochází k zapojování jedinců a formování budoucího porostu, kde se již bude zasahovat především do podúrovňové oblasti (Draštík a kol. 2022).

### **3.2.2.2. Prořezávky**

U prvního pěstebního zásahu se obvykle řídíme dle některé z metod výchovy borových porostů, ale není to pravidlem. Obecně však platí, že je důležité si vytvořit pěstební plán, s čímž souvisí prvopočáteční rozčlenění pracovních polí. Přehlednosti porostu přispívají dobře zvolené linky v závislosti na terénu, jejichž šíře je minimálně 1 m. Postupně se tyto linky budou rozšiřovat a v budoucnu poslouží k pojezdu těžební a vyvážecí techniky. Příliš široké linky by mohly způsobit nežádoucí orientaci větvení směrem do linek – protože se tam nachází více světla – a to se negativně promítne na kvalitě porostu. Charakter samotné prořezávky je různý, liší se především velikostí jedinců (použití manuálních, motorových i elektrických pil). Vyřezaní jedinci se mohou zpeněžit jako palivové dříví, tyče nebo tyčky. Ideální je ponechat některé odstraněné borovice přímo v porostu, kde zetlí a dodají potřebné makroprvky do půdy (Kovář a kol. 2013).

První prořezávku provedeme, když porost má horní výšku kolem 5 m, což odpovídá 7. – 10. roku života (dle stanoviště). Díky charakteru růstu můžeme styl

prořezávek připodobnit listnatým porostům dubů. Stejně jako tyto listnáče borovice tvoří silné větve a mohutné koruny. Odstraňujeme zdravotně nevhodné jedince, obrostlíky (borovice s abnormálně velkou tloušťkou) a předrostlíky (jedince s abnormálně rozšířenou korunou a tloušťkou kmene). Snažíme se o snížení početnosti a dbáme přitom na prostorovou vyváženost zásahu, aby nedošlo k ostrůvkovitým mezerám. Pomocné dřeviny neohrožující růst cílové borovice zatím ponecháváme plnit meliorační a zpevňující funkce, k jejich odstranění dojde v budoucnu (Kovář a kol. 2013; Kantor a kol. 2018; Poleno a kol., 2009).

Další prořezávky provádíme v intervalu 5–10 let dle potřeby a intenzity prořezávek minulých až do věku kolem 30 let. Proběhne tak obvykle celkem 3–4 prořezávky. Během nich si ceníme především příměsí modřínu, dubů či buků, které se snažíme v porostu udržet co nejdelší čas. Pro docílení co nejlepších sortimentů je nežádoucí mít velké množství suků, což je důvod zachovávání vysoké hustoty mladých porostů, kde dochází k menší tvorbě bočních větví. Hustotu mlazin snižujeme z původních stavů na cca 7000 ks/ha ke 30. věku života borovic. Mladé porosty nejvíce ohrožuje mokrý sníh, který se uchytí na hustém plášti korunového zápoje. Pěstujeme-li borovici na stanovišti ohroženém mokrým sněhem, můžeme provádět zásahy intenzivnější a snížit tak počty jedinců na nižší hodnoty, ale to se promítne na intenzivnějším růstu větví (Kovář a kol. 2013; Kantor a kol. 2018).

### **3.2.2.3. Probírky**

V porostech borovice, která dosáhla středního věku růstu, dochází k tzv. probírkám. V tyčkovinách, tyčovinách a slabé kmenovině mezi 30. a 80. rokem je také nutné provádět zásahy stejně jako v mladších porostech. Tyto zásahy již označujeme za těžbu, ale dle Konšelových definicí nedochází k těžbě za účelem zisku dřevní hmoty, ale čistě za pěstebními účely, kdy dochází těžbou k podpoře ostatních jedinců porostu. Při probírkách posuzujeme Biologické, ekologické i diferenční stránky porostu a dbáme na stálé udržování mimoprodukčních funkcí. Zásahem můžeme ovlivnit věkovou skladbu, druhovou skladbu, zdravotní stav porostu, prostorovou a etážovou skladbu či si již pomáhat vytvářet kvalitní sortimenty (Kantor a kol. 2018; Konšel 1931).

Zásahy samotné přímo navazují na prořezávky v mladších porostech. Doba začátku probírek je přibližně po 30-40 letech (kolem 15 metrů výšky), kdy dochází

v porostu k objevování využitelného a zpeněžitelného hroubí. Zásah provádíme opět negativním způsobem. Zasahujeme nejvíce do podúrovně a z porostu vyřezáváme jedince se špatným zdravotním stavem, s vadami růstu (často nekvalitní tvar kmene) či jedince velmi slabých tloušťek. Do úrovně a nadúrovně vstupujeme jen zřídka a to obvykle ze zdravotních důvodů. Zásahy by neměly být příliš intenzivní, abychom porost tolik nerozrušili. Borovice se v tomto věku již pomaleji dokáže zregenerovat a přizpůsobit velkým změnám a dochází u ní pak ke stagnaci přírůstu. Nezbytné je taky hlídat větvení jedinců, které je také nežádoucí, a proto se odstraňují i jedinci, kteří mají předpoklad k sukutění (Kovář a kol. 2013).

Melioračně zpevňující a pomocné druhy dřevin jsou v tomto věku z porostu často odstraňovány, pokud již zdárně neplní svou funkci či ohrožují kvality cílové borovice. Jejich funkce by měla být především ve zvyšování celistvosti půdy, zabraňování erozi a ochrana před nežádoucí buření. Po padesátém roce provádíme i probírku kombinovanou, kde z části praktikujeme pozitivní výběr a podporujeme tak nejkvalitnější jedince z celého porostu. Porosty v toto období nejvíce ohrožuje mokrý sníh nebo vítr – je proto nezbytné hlídat správné korunové zapojení prostu (Kovář a kol. 2013; Poleno a kol. 2009).

Stejně jako se u prořezávek rozčleňuje porost na pracovní pole, je tomu tak i při probírkách, kdy se navazuje na členění z prořezávek. Výjimku mohou tvořit porosty pod 0,5 ha, kde rozčlenění není příliš nutné. Jedno pracovní pole skýtá šíři 40 – 60 metrů, pokud tedy nepracujeme s harvestorem, kde šíře pole bývá kolem 20 metrů (dle dosahu těžební hlavy). V tomto věku se dají vytvářet různé druhy pěstebních prvků proti abiotickým činitelům, jako jsou např. odluka, rozluka či zpevňovací žebro. Zásahy jsou značeny lesnickým sprejem a prováděny buď pomocí jednomužné motorové pily nebo harvestory s nižšími výkony. Přibližování poté obvykle probíhá pomocí univerzálního kolového traktoru; lesního kolového traktoru nebo za pomoci koní (Kovář a kol. 2013).

### **3.2.3. Metody výchovy borových porostů**

Pro správnou výchovu borových porostů se osvědčily modely výchovy, které jsou sestaveny na mnohaletých poznatků z praxe. Modely kladou na důraz na funkčnost porostů, ovlivnitelnou kvalitu lesních půd během růstu porostu, ale také

na produkční a mimoprodukční funkce. Modely jsou ucelené programy pro výchovu porostů v čase, kdy zastřešují celý růst hospodářského lesního celku celý obnovní cyklus. Obvykle nám vytyčují počet zásahů, jejich intenzitu a zařazení na časové ose růstu porostu. Kupříkladu pěstební modely borovice jsou členěny do třech kategorií odvíjejících se od kvality porostů a na základě podmínek růstu. Obecně pro všechny tři modely platí, že při výchově stejnověkových borových porostů je žádoucí pravidelnost zápoje a rovnoměrné zakmenění (Slodičák a kol. 2013; Kovář a kol. 2013; Novák a kol. 2010).

Řazení do kategorií neprobíhá na základě bonitního stupně, ale k přihlédnutí na horní porostní výšku (značenou zkratkou  $h_o$ ), což je znázornění výšky 100 nejsilnějších stromů hektaru daného porostu. V praxi se tato hodnota stanovuje aritmetickým průměrem 10 nejvyšších jedinců v rámci 15 m okruhu (Slodičák a kol. 2013).

Mají však společnou první fázi výchovy, kterou obvykle provádíme mezi 5. až 9. rokem. Předvojem této fáze ještě může být prostřihávka (případně protrhávka), která se provádí jen ve výjimečných situacích, protože je dosti pracná a kýžený efekt je minimální v porovnání s výchovným zásahem po 5 a více letech růstu. Tento zásah se zaměřuje na odstraňování jedinců, kteří by v budoucnu činili porost méně kvalitním. Vyříznutí těchto jedinců docílí toho, že nejbližší stromy okolo právě odstraněných budou mít více prostoru pro růst, získají více světla a také vláhy z půdy. Odstraňujeme stromy s netypickým růstem – především tzv. obrostlíky a předrostlíky, což jsou jedinci dosahující vysokých výšek nebo větších tloušťek oproti průměrným jedincům. Nežádoucí jsou také hodně větvící se jedinci, protože svými korunami znemožňují přístup světla okolním stromům (Slodičák a kol. 2013).

Vývoj porostů borovic se dá ovlivnit převážně v nízkém věku, proto je podstatné nepodcenit výchovu již první zásahy. Rozvolnění mladých porostů kterékoliv metody výchovy stimuluje výškový i tloušťkový růst a pozitivně ovlivňuje štíhlostní koeficient, čímž docílíme vyšší stability porostu (Slodičák a kol. 2013).

### **3.2.3.1. Výchova kvalitních borových porostů**

Mluvíme-li o kvalitních borových porostech, nalezneme je především v hospodářském souboru 13, kde mají ideální podmínky pro svůj růst. Časově je

podstatné naplánovat první zásah do věku, kdy borovice dosáhnou horní porostní výšky 5 metrů. Pokud je borovice vysazena uměle, dochází k odstraňování každé čtvrté řady a následně se provádí zdravotní výběr. Po provedení zásahu by mělo v porostu zůstat přibližně 5500 jedinců na hektar. Druhý zásah provedeme při horní výšce kolem 10 metrů. Tyto dva zásahy jsou pro budoucí růst nejpodstatnější. Při druhém zásahu dochází ke standardnímu negativnímu výběru, při kterém odstraňujeme nežádoucí jedince (podle kvality) a snížíme stav porostu na cca 3500 stromů na hektar. Do třiceti let věku probíhá ještě třetí zásah při horní výšce porostu kolem 17 metrů. Třetí zásah je velmi podobný druhému a dojde při něm k negativnímu výběru. Po třicátém roku věku by měly v porostu zůstat pouze jedinci vysoké jakosti a probírky probíhají obvykle jednou za decennium. Dochází při nich k odstraňování jiných dřevinných druhů, ke zdravotnímu výběru a ke kácení jedinců s vadami růstu. Při správně provedených zásazích lze v předmytních těžbách získat 200 – 300 m<sup>3</sup> dřevní hmoty. Tyto porosty členíme do polí s linkami šíře kolem 20 metrů, kde tyto linky tvoříme v šíři 4 metrů (Slodičák a kol. 2013; Černý a kol. 1996).

### **3.2.3.2. Výchova méně kvalitních porostů**

Díky nepříliš kvalitním podmínkám pro růst musíme udržovat po celou dobu výchovy těchto porostů jejich vyšší hustotu. Případným intenzivnějším rozvolněním může dojít k nestabilitě porostu a nepředvedeme tím potenciálním růstovým vadám, jako je křivost; točitost a další. To se pojí s delšími periodami jednotlivých zásahů (v zázším věku i dvojnásobná časová perioda zásahu). První zásah je avšak takřka totožný jako u porostů kvalitních – provádíme ho na porostech horní výšky do 5 metrů a systematicky odstraníme každou 5. (či 6.) řadu při umělé obnově. U obnovy přirozené postupujeme hlavně negativním výběrem a ponecháváme v porostu kolem 6500 ks/ha. Po přibližně 15 letech praktikujeme další zásah do porostu negativním výběrem. V tuto chvíli by horní výška porostu měla dosahovat 15 metrů a po zásahu v porostu zůstává přibližně 4000 jedinců. Odstraňujeme stromy s nekvalitními kmeny, zdravotně nevhodné jedince a stromy s nevhodným postavením ve struktuře porostu. Po 40 roku stáří porostu začínají probíhat probírky (obvykle jednou za 10 – 20 let), kde pokračuje praktikování

negativního výběru. Každé decennium je odstraněno 6 – 16 % jedinců (poměrná vyšší část v mládí, nižší hodnoty ve starších porostech) (Slodičák a kol. 2013).

### **3.2.3.3. Porosty opožděné výchovy**

Pakliže v porostech horní výšky 10 metrů nedošlo k žádnému pěstebnímu zásahu, označujeme tyto porosty za zanedbané. To se výrazně podepíše na kvalitě porostu a je nutné postupovat se zvýšenou opatrností. Silnější zásah by mohl vést ke snížení stability porostu a produkční základna bude negativně ovlivněna. Předrostlíci a obrostlíci jsou z porostu opatrně odstraňovány a zásahy probíhají primárně v podúrovni, a to vše probíhá během zkrácené periody na 5 – 7 let. Více slabších zásahů porostu prospěje více než méně silnějších. Rozdílem od jiných metod je, že když je porost geneticky na výši, můžeme praktikovat pozitivní výběr v úrovni a nadúrovni po 30. věku porostu (Slodičák a kol. 2013).

### **3.2.3.4. Porosty se smíšením jiných druhů dřevin**

Již při obnovování porostu je podstatné si vytvořit pěstební cíl, které je nutné respektovat během výchovy. Mísení borovice není běžnou praktikou v českém lesnictví (především díky světlomilnosti borovice), ale určité možnosti existují. Při pěstebních zásazích respektujeme potřeby jednotlivých druhů dřevin a ctíme jejich ekologické nároky, což se dá dobře podpořit skupinovým míšením druhů dle charakteru jednotlivých částí porostu. Faktem je, že pěstování borovice v příměsi s dalšími druhy je složitější na správnou výchovu. Při špatně načasovaném nebo špatně provedeném zásahu dochází ke rapidnímu zhoršení kvality porostů (Slodičák a kol. 2013).

V převážně borových porostech se jako příměs často vyskytuje bříza, smrk, duby či modřín opadavý (*Larix decidua*, Mill.). V takovýchto případech je dobré podporovat borovici jako hlavní cílovou dřevinu a metody výchovy plně podřídit jí. Další dřeviny podporujeme pouze na základě pěstebního cíle jako přimíšené, kde jsou podstatné především mimoprodukční funkce lesa. Zásahy provádíme pod úrovní, v úrovni i nad úrovní a ctíme u toho ekologické nároky druhů dřevin (Plíva 2000; Slodičák a kol. 2013).

Pakliže je borovice pouze přimíšená, je podstatné udržovat borovici v úrovni s ostatními dřevinami, protože je to světlomilný druh a ve stinné podúrovni by neprosperovala. Kdyby tomu tak nebylo, borovice by nebyla schopna vytvářet kvalitní kmen a korunu pro plnění mimoprodukčních funkcí v porostu (zadržování sněhové pokrývky apod.) Jedná-li se o skupinové přimíšení, tak v jednotlivých skupinách postupujeme stejně jako při standartních metodách v závislosti na kvalitě podmínek pro pěstování borovice (Slodičák a kol. 2013).

### **3.2.4. Obnova borových porostů**

Že je borovice významnou českou hospodářskou dřevinou nelze popřít díky druhému procentuálně nejvyššímu zastoupení mez druhů dřevin, ale také díky značnému množství pěstovaného sadebního materiálu. V roce 2020 bylo rozpěstováno 25 500 000 sazenic, což je třetí nejvyšší číslo napříč dřevinami (Mze, 2020). Obnovení porostů je první krok k samotné výchově borů, protože je důležité mít dobrý genetický materiál právě na následná výchovná opatření. K obnově dochází nejen sadbou, ale také díky přirozené obnově, která se v posledních letech stále více využívá. Při přirozené obnově sledujeme i vyšší desetitisíce jedinců v přepočtu na hektar. Takto vysokých čísel se dá dobře docílit obnovní sečí clonou, kdy vysemení mateřský porost, který následně poskytne mladým jedincům ochranu. Následuje výchova porostů jako taková, kterou dělíme do několika fází jako jsou např. prořezávky či probírky. Paradoxem je, že mýtního věku se v hospodářských lesích dožívají pouze nižší stovky jedinců (Mze 2020; Brichta a kol. 2020).

Zakládání nového porostu může probíhat třemi způsoby. Buď v porostu dojde k přirozené obnově (jako například u clonné seče), nebo porost obnovíme uměle. Třetí možností je kombinace těchto dvou způsobů, kdy obvykle nejprve dojde k přirozené obnově a poté se doplní stavy mladých borovic sazenicemi. Sázíme-li borovici uměle, musíme respektovat vyhlášku 456/2021 Sb., která udává minimální hektarové počty sazenic pro jednotlivé druhy dřevin. Na rozdíl od dříve platné vyhlášky 139/2004 Sb. již nerozlišuje počty pro jednotlivé hospodářské soubory, ale sjednocuje počet sazenic na hektar na 8000 ks. Také je nutné dbát na dodržování minimálního počtu melioračních a zpevňujících dřevin (Kantor a kol., 2018; Mze 2020).



Umělá obnova nemusí pocházet pouze ze sazenic vypěstovaných v lesních školkách, ale možností je i provést síji za pomoci rozprostření semenného materiálu na obnovovanou plochu. To se ale pro borovice obvykle nevyužívá. Umělou obnovou používáme na holosečích, ale i jako podsadbu. Ta je méně častá, protože světlomilná borovice vyžaduje vyšší dávky slunečního záření. Sadební materiál je nejčastěji prostokořenný, protože je levnější, ale ujímavost je stále na velmi vysoké úrovni. Výškově se sází nejčastěji 0,1 až 0,5 m jedinci (rozměr nadzemní části), přičemž při vylepšování a doplňování je záhodné použít spíše starší a vyspělejší sadební materiál. Sadba se používá šterbinová, koutová nebo se sází za pomoci výkopu drnu sekeromotykou (Kovář a kol. 2013; Polanský 1955).

Porosty z přirozené obnovy jsou hustší a počty kusů sahají do vyšších řádů desetitisíců na hektar, ale dochází zde k velmi rychlému úbytku díky zastínění okolních jedinců a počty se tak po letech vyrovnávají. Mýtní porosty dosahují již velmi podobných počtů na hektar. V útlém věku se omezují zásahy do porostu (až do horní korunové výšky 5 metrů) na pouhou ochranu proti zvěři či buřeni. Dochází k nátěrům terminálů dle Seznamu povolených přípravků na ochranu rostlin, méně často se kolem založených porostů staví oplocenky a příležitostně provádíme ožin proti buřeni (a to jen na živných či podmáčených stanovištích) (Kovář a kol. 2013; Kantor a kol. 2018).

Při použití přirozené obnovy porostu jsou budoucí jedinci na ploše genetickými potomky svých rodičů – matečních stromů ponechaných jako výstavky (případně jako proředěný porost v clonné seči). Výhodou je zachovávání cenného genofondu, ale ideální je používat přirozenou obnovu jen na místech, kde najdeme kvalitní mateřské porosty. Nárost a nálet je hustý dle výmladnosti semen mateřského porostu. Pro borovice je přirozené, že v přirozeně obnovených porostech se zde nachází i jiné druhy dřevin – často duby nebo buk (Polanský 1955; Šindelář 2004).

Problémem může být v mladém věku tvorba tzv. proleptických výhonů, které jsou příčinou zakřivení kmínků jedinců. Ty raší z laterálních výhonů u terminálu (při vrcholovém pupenu). Tento nežádoucí jev je důsledkem vysoké konkurence jedinců na malé ploše a odstraňuje se včasným odstraněním takových jedinců na plochách s nedostatečně hustým porostem, nebo dojde k autoregulaci potlačením takových jedinců v porostech hustějších. Vylepšování stavu je u borovice spíše

výjimečné, ale při vysoké mortalitě k němu dojít může. Způsoby jsou opět dva – buď dojde k vylepšení umělou sadbou, nebo k doplnění přirozenou obnovou, pokud ponecháme v porostu či nejbližším okolí reprodukci schopné jedince borovice (Nárovec a kol. 1991; Kantor a kol. 2018).

#### **3.2.4.1. Historické souvislosti a tradiční pojetí obnovy borových porostů**

Lesy dle zákona dělíme na ochranné, lesy zvláštního určení a lesy hospodářské. Právě u posledně jmenovaného druhu lesů je primární cíl lesnický obhospodařovat porosty a dochází v nich k neustálému pěstování dřevní hmoty za účelem zisku sortimentů. Jen za rok 2020 se v České republice vytěžilo 35,75 milionů m<sup>3</sup> dřeva na 40 286 hektarech lesní půdy. Lesy se obhospodařují za pomoci hospodářských způsobů, přičemž nejobvyklejší jsou 4 druhy – holosečný, násečný, podrovní a výběrný. Hospodářský způsob nám charakterizuje, jakým způsobem se hospodaří na lesních pozemcích (Mze 2020; Kantor a kol. 2018).

Holosečný způsob považujeme za lesnický nejjednodušší na realizaci, s čímž se pojí i řada nevýhod, které s sebou přináší. Historicky holoseče pochází již z 18. století, kdy dochází v lesnictví zlomové přelivání procentuálního počtu druhů v Česku z majority listnatých na jehličnaté porosty. Holoseče se ještě dělí na maloplošné a velkoplošné. Maloplošné nalezneme převážně na svazích, kde tuto seč tvoříme pouze na jednu výšku těžného porostu, kdežto na rovinách jsou to výšky dvě. Dochází obvykle k pokácení všech stromů v těžném porostu najednou, nebo se kácí v krátkých intervalech rychle za sebou (Simon a kol. 2016).

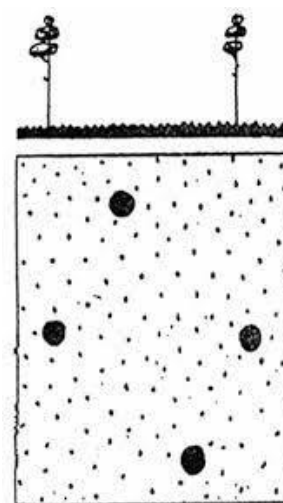
Současné lesy se formovali až v 18. století, kdy se intenzivněji začalo hospodařit v lesích. Původně bylo však lesů mnohem méně, evidujeme lesnatost kolem 12,5 %, která se postupně zvyšovala až nad současnou hranici přes 30 %. Neměnila se jen lesnatost, ale také dřevinná skladba, která byla v minulosti bohatší, rozmanitější a s vyšším obsahem listnatých druhů dřevin. Bohužel tehdy neexistovaly zákony, které by upravovaly a regulovaly těžbu, což postupem času vyústilo k abnormálně velkým těžbám. Pro majitele lesů bylo tehdy velmi jednoduché pokácet velkou část lesa (velmi často více než hektar) bez ponětí o ekologických následcích těchto těžeb. Holoseče byly tedy obvyklé a jiné druhy těžeb v podstatě nebyly prováděny. Vznikaly tak velká území bez porostního krytu,

což kvalitě lesů nepřidalo. Postupně se začaly uměle lesy obnovovat smrkem a borovicí a vznikaly rozsáhlé monokultury i na místech, které nejsou pro tyto druhy přirozenými stanovišti (Lenoch 2014).

V současnosti se zvýšilo povědomí o přírodě blízkém hospodaření a lesnická odborná veřejnost zjistila, jak lépe hospodařit v lesích. Během posledních desítek let se takto hospodářích v lesích stále častěji, protože tento způsob je trvale udržitelný a hospodářsky stále výnosný. Dbá se na změnu druhového složení a zvýšení zastoupení listnatých druhů v českých lesích ze současných 13 % na 40 %. Také je nutné snížit zastoupení monokultur ze současných 31 % na nižší číslo, aby se monokultury nacházely jen na lokalitách, kde je to pro druhy přirozené. Pomalu se ustupuje od holosečí a stále častěji v lesích nalézáme podrovní hospodářství či další druhy přírodě blízkému způsobu hospodaření. Trend současnosti tak upřednostňuje například i clonnou seč, která je na obnovu šetrnější a nevzniká v lesích holina. Lesy jsou pak podpořeny v mimoprodukčních funkcích a mají i lepší estetiku (Lenoch 2014).

#### 3.2.4.2. Holosečný a násečný hospodářský způsob

Maximální velikost holoseče (Obr. 3) se zákonem 289/1995 Sb. stanovuje na 1 hektar. Zároveň existují výjimky, které se vztahují na CHS 13 (stanoviště přirozených borů na písčitých půdách) a na CHS 19 (přirozená stanoviště luhů). Na těchto stanovištích nedochází k zákonné úpravě šíře seče, což se již nedá říct o ostatních CHS, kde se musí dodržet maximální šířky 2 výšek průměrného těžného stromu. Velikost dvou hektarů může mít i holoseč v porostech, které jsou velmi terénně členité – konkrétně v porostech horských svahů, které mají délku více než 250 metrů. Díky instalaci lanového dopravníku je povolena seč 2 ha pro lepší koordinaci celé těžby. Zákon zároveň zakazuje vytvářet dvě holoseče, které se minimálně jednou ze svých stran dotýkají (povoleno je tedy dotýkat se pouze rohem). Nebližší možná vzdálenost k další holoseči je jedna průměrná výška těžného porostu. Na pozemcích



Obr. 3 Schéma holoseče s ponechanými výstavky (lesnipoklady.blanicti-rytiri.cz 2022)

určených k plnění funkcí lesa má zároveň vlastník povinnost po holoseči zalesnit do dvou let a zajistit porost do 7 let od provedené těžby. V odůvodněných důvodech může orgán státní správy povolovat výjimky na úpravy vytvoření šířky holoseče (Mze 1995; Simon a kol. 2014).

Mikroekologické poměry se na území s provedenou holosečí výrazně změní. Odstraněním stromů (a tím pádem jejich asimilačních orgánů) dochází ke změně energetického toku a tím dochází k jinému teplotnímu režimu. Na těchto plochách je značně tepleji než v okolních porostech a brzy z jara se zde zase k ránu naměří nižší teplota než v okolí, protože díky holoseči se teplo na pasece nedrží. Dochází tak k vymrzání sazenic, což je nežádoucí. Z dlouhodobého hlediska dochází ke ztrátám živin z půdy a nepozorujeme koloběh živin mezi porostem a půdou. Také se v půdě zlepšují podmínky pro reducenty, což vede k intenzivnějšímu rozkladu organické hmoty. Také jsou tyto paseky náchylnější na erozi způsobenou větrem či splachováním vodou např. po intenzivních deštích a nedokážeme na nich optimálně pěstovat stinné druhy dřevin. Holoseče také nejsou dobré pro krajínovornou mimoprodukční funkci lesa, kdy výrazně zhoršují estetiku krajiny a negativně působí na povědomí veřejnosti ohledně vnímání lesní těžby. Holoseče jsou ekologicky nejhorší možný obnovní způsob (Simon a kol. 2014; Polanský 1955).

Mezi výhody holosečí patří možnost provedení těžby pomocí harvesterové technologie, což finančně (i ekologicky) může mít pozitivní dopad. Těžební způsob není těžký, seč se lehko vyznačí i dodrží a lesník s holosečí má mnohem méně práce než se sečí clonnou. Také může být na vytěžené ploše použita technika na mechanickou přípravu půdy (případně může dojít i k samotné sadbě pomocí mechanizace), po které dochází k lepším pěstebním výsledkům. S holosečí se pojí časté ponechávání výmladkových stromů – to jsou jedinci s dobrou genetikou a produkují semena na plochu, kde pomáhají přirozenou obnovou k celkové obnově porostu (Simon a kol. 2014).

Čím větší provedeme holoseč, tím více se mýtina blíží k charakteru bezlesí. Tento charakter půdy se pojí např. s kalamitními holinami, které vznikají po napadení dřevokazným hmyzem nebo po vývratu velkého počtu stromů díky silnému větru. Seč má většinou čtvercový nebo obdélníkový tvar. K holosečím řadíme i speciální druh seče – seč kotlíkovou, která má velikost kolem 0.1 ha a jedná se o velmi

malou holoseč, která je značně ovlivněna okolním porostem (Simon a kol. 2014, Peřina a kol. 1964).

Násečný hospodářský způsob je velmi podobný hospodářskému způsobu holosečnému, odkud přebírá základní koncept – vykácení části porostu s odhalením půdy. Rozdílem je tvar seče, kdy v násečném hospodářském způsobu tvoříme úzké pruhy, kotlíky či klínové náseky. Tyto seče se tvoří proti směru bořivému větru (na našem území tedy proti severo-západu) a obnova probíhá za pomoci umělé obnovy. Možností je také využití bočních porostů, odkud získáme přirozenou obnovu vysemeněním stromů z boků seče. Dle zákona 289/1995 Sb. musí mít tato seč maximální šíři jedné průměrné výšky těžného porostu; délka seče je neomezená. Druhým omezením je velikost plochy seče, která je stanovena na 1 hektar, což při šíři seče 25 metrů může znamenat až 400 metrů dlouhou seč. Tento hospodářský způsob je ideální pro stinné i světломilné druhy dřevin (Simon a kol. 2014; Mze 1995).

Principem této seče je její intervalová návaznost na další násečné seče, které v jednotlivých pruzích postupují od jihovýchodu k severozápadu. Po zajištění první seče dojde k těžbě hospodářským způsobem násečným v porostu hned vedle původní seče, pruhy na sebe tedy navazují. Jedná se o účinnou obranu proti bořivým větrům. Cílem je vytvoření porostu ve tvaru ‚schodiště‘, po kterém se bořivý vítr sklouzne a nespáchá tak škody na porostu. Je potřeba si předem vytvořit pěstební plán, protože je vhodné, aby konec sekvence těchto sečí končila na okraji porostu, odkud vane bořivý vítr. Rozhodneme-li se vytvořit seč tímto hospodářským způsobem uvnitř porostu, může efektivně sloužit jako zpevňovací žebro porostu, kde vysázíme dřeviny s dobrými protierozními vlastnostmi (např. modřín) (Peřina a kol. 1964; Simon a kol. 2014).

Z ekologického hlediska dochází k problému postupu sečí od jihu k severu, protože dojde k odhalení slunné strany porostu a často pozorujeme vysychání sazenic na jižní straně. Celkově se problémem mikroklimatu okrajového porostu zabývalo mnoho výzkumů, ale nebyly zjištěny prokazatelné výsledky. Můžeme však konstatovat, že násečným hospodářským způsobem způsobíme v porostu značně variabilní ekologické podmínky, které se odvíjí hlavně od tvaru a velikosti porostního okraje. Tento hospodářský způsob má výhodu v dobré flexibilitě, kdy můžeme rychle reagovat na případné kalamitní stavy. Také vytvořením oblastí ve stínu (díky bočnímu porostu) i na světle lze pro většinu druhů vytvořit ideální

podmínky pro růst a také lze dobře kombinovat světlomilné a stínomilné druhy dřevin na jedné ploše. Porost je členěný do jednotlivých pruhů násečných sečí a nevznikají tím monokulturní lesy. Problémem se jeví dlouhá obnovní doba, kdy pro dokončení celého pěstebního zásahu trvá několik desítek let, než se vytvoří dostatek násečných sečí pro docílení požadovaného efektu, což špatně snáší některé druhy dřevin (např. buk či jedle (*Abies*, Miller). Kombinací dvou násečných sečí můžeme vytvářet pěstební ochranný prvek odluky také chránící před bořivými větry. Do násečného hospodářského způsobu řadíme také seč obrubnou, kterou do lesnictví zavedl Konšel (Simon a kol. 2014).

### **3.2.4.3. Hospodářský způsob výběrný**

Hospodářský způsob výběrný je specifický pro svou časovou kontinuitu; dochází zde totiž zároveň k obnově i výchově ve stejných porostech naráz a časově se tento způsob dá uplatňovat nepřetržitě. Tyto lesy jsou vysoce stabilní a mají velkou produktivitu, když se obhospodařují správným způsobem. Výběr se provádí buď jednotlivý, nebo po malých skupinách a při pěstebních zásazích se pracuje nejvíce s celkovým běžným přírůstem, tloušťkovým rozložením a celkovou zásobou porostů. Plynule se odstraňují stromy z porostu, které jsou zdravotně nezpůsobilé, nežádoucí (ohrožují např. růst jiných jedinců), nebo jsou již mytně zralé. Při odstraňování těchto jedinců dochází k částečnému rozvolňování porostu a díky snížení hodnoty zakmenění se vytváří vhodné podmínky pro přirozenou obnovu. Díky optimálnímu využívání prostoru zde dochází k zachování zápoje vertikálně skrze všechny etáže, což působí i estetickým dojmem. Tento hospodářský způsob představuje jakýsi vrchol blízkého lesního hospodaření, ale pro svá specifika se nedá uplatňovat na všech porostech; najdeme ho v čisté podobě tak jen zřídka (Simon 2014; Kovář a kol. 2013).

Tento hospodářský způsob se v mnohém shoduje s pomístně skupinovou clonnou sečí v podrobném hospodaření, ale liší se v tom, že u výběrného hospodaření se nehledí na cílovou tloušťku kácených jedinců – nikoliv věk porostu jako u hospodářských lesů. Mohou se ale kácet i stromy nezralé k těžbě a lesnický vznikají zajímavější a pestřejší sortimenty, které se často dají dobře zpeněžit. Ve výběrném lese tedy nalezneme několik etáží, které jsou zastoupeny v celých porostech od nejmladších jedinců (nálet, nárost) přes mytně zralé až po přestárlé

stromy. Věková a tloušťková diference je tedy vysoká a věkové a tloušťkové křivky mají tvar negativně exponenciální křivky. Díky tomu je ale výběrný les těžko hospodářsky zvládnutelný a určený spíše pro zkušené lesníky (Simon 2014).

Specifické podmínky pro správné fungování výběrného lesa zmíněné v prvním odstavci limitují vytváření lesů s výběrným hospodářstvím na všech stanovištích. Takovýto les se dá pěstovat v oblastech, kde je minimální roční úhrn srážek nad 1000 mm a vyšší bonita stanoviště. Není-li tomu tak, hrozí, že se systém zastoupení jednotlivých tloušťkových tříd změní a les již nebude kontinuálně produkovat dospělé jedince, stejně jako jedince mladé. Druhově je takřka nemožné výběrné hospodaření stavět na světlomilných dřevinách; nejideálnější jsou stínomilné dřeviny – ideálně buky a jedle. Celkově systém výběrného hospodaření závisí na pěti principech: stálé zachování funkcí lesa v celém porostu; trvalá a opakovaná těžba podle celkového běžného přírůstu; rovnováha v tloušťkových stupních; při zachování výběru vedoucího ke zkvalitňování porostu; nepřetržitá přirozená obnova porostu (Simon 2014; Thomasius 1992).

Celkový běžný přírůst se musí ve výběrných lesích měřit z důvodu zjištění výše jednotlivých těžeb. Spočítáme ho jako rozdíl mezi aktuálním stavem dřevní hmoty ( $m^3$ ) a minule naměřeným stavem ( $m^3$ ) a vydělením počtu let, které uplynulo od posledního měření. Při počítání pro zjištění výše těžeb nesmíme opomenout ani dorost nebo nahodilou těžbu a zanést je do výpočtu. I díky složitosti měření těchto pravidelných inventur nalezneme spíše snahy o docílení tohoto hospodářského způsobu. Většina lesů se snahou pěstovat je výběrně se pouze přibližují optimu; jediné světlé výjimky se nachází ve Švýcarsku. Hranice mezi to, co do výběrného hospodaření patří či ne, jsou však plytké, jelikož nejsou ukotveny v zákonech. Např. rakouský autor (Schieler 1997) tvrdí, že mezi výběrné lesy lze zařadit již takové, které mají 3 věková patra a obnovní dobu větší jak 30 let (Simon 2014; Schieler 1997).

Mezi výhody výběrného hospodářského způsobu můžeme zařadit jeho vysokou ochrannou funkci, což je způsobeno zastoupením mnoha tloušťkových stupňů napříč porostem. Ideální jsou také pro vlastníky lesa menších výměr, protože k těžbě dochází nepřetržitě v průběhu růstu porostu, takže vlastník má nepřetržitý přístup k dřevní hmotě napříč sortimenty se zvýšenou hodnotovou produkcí. Tyto lesy jsou ze všech hospodářských způsobů nejstabilnější a jsou tedy jen minimálně ohroženy větrem. Naopak nevýhodou je potřeba velkých znalostí a zkušeností pro

pěstování. Těžba a vyklizování také vyžadují větší zručnost a jsou náročnější; zároveň velké podniky zde ztrácí možnost větších mimořádných zásahů, protože by jinak narušily fungování ekosystému. Slunné dřeviny se ve výběrném hospodářském způsobu pěstují s obtížemi, a ne všechna stanoviště jsou pro tento způsob vhodná. Zároveň musí být les protkán kvalitní sítí lesních cest pro správné fungování exportu dřeva k odběrateli. Také platí, že pasečné lesy se velmi těžko přebudují na lesy výběrné, proto i v České republice v podstatě nenalezneme tento druh lesů – pouze stádia k jeho vytvoření. V budoucnu se očekává v lesích s vhodnými podmínkami (klimatické, dobrá dopravní dostupnost, kvalitní personál apod.), že se po celé Evropě bude k výběrnému hospodaření. Nyní existuje maximálně možnost tvořit výběrný les skupinově s možností následného rozšíření (Simon 2014; Leibundgut 1949).

#### **3.2.4.3.1. Postupy obnovy borových porostů formou clonných sečí**

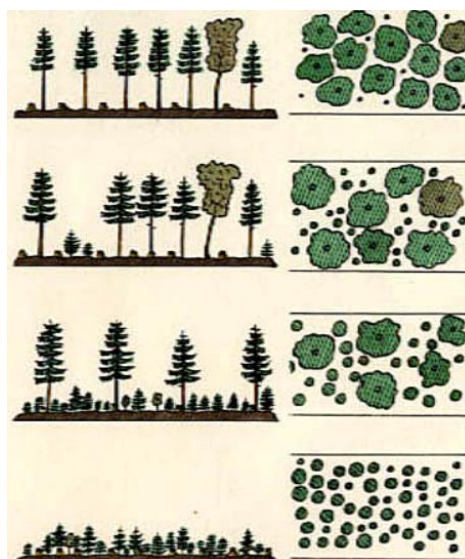
Podrovní hospodářský způsob je úzce spjatý s clonnými sečemi, které jsou charakteristické tím, že obnova probíhá v průběhu několika let pod rozvolněným mateřským porostem. Celá obnova je kombinací několika clonných sečí, kdy se kontinuálně snižuje zakmenění porostu a přirozená obnova z mateřského porostu vyrůstá pod dospělými jedinci. Díky rozvolňování mateřského porostu se vytváří kvalitní mikroklimatické podmínky pro růst nových jedinců borovice. Dle výzkumů je dokázáno, že konkrétně u borovice na CHS13 můžeme podmínky ještě vylepšit mechanickým rozrušením půdy. Dobré podmínky jsou zachovány i pro růst náletu a následně nově vzniklý porost je odpoután od mateřského jeho následným pokácením. K tomu dochází obvykle při zajištění nového porostu (mladí jedinci jsou odrostlí škodám zvěře, buňeni a je vysoká pravděpodobnost na jeho další prosperitu růstu). Hospodářský způsob podrovní lze modifikovat a má různé formy v závislosti na počtu fází seče; časovému rozpoložení sečí a plošnému rozsahu a rozmístění sečí (Simon 2014; Brichta a kol. 2020).

Dle zákona č. 166/1960 Sb. je podrovní způsob hospodaření chápán jako česká upravená verze stylů hospodaření s clonnými sečemi v jiných zemích. Dokonce byl v roce 1960 definován tento hospodářský způsob jako základní (běžně prováděný v českých lesích) s názvem maloplošný pasečný (podrovní). Původ má



ale z Německa, kdy záznamy o této seči nacházíme v dokumentech z 19. století. V historii tento hospodářský způsob vznikl na základě vysoké potřeby dřeva a tím se zkracovala obnovní doba porostů. Docházelo k částečnému vykácování mateřského porostu (snížení zakmenění), čímž vlastník lesa získal dřevní hmotu a zároveň měl možnost obnovit porost přirozeně a zadarmo. Následně dokácel zbytek mateřského porostu a měl obnovený porost. Obecně platí, že praktikovaná obnova byla nejčastěji tedy přirozená, ale používá se i umělá a smíšená, když bylo potřeba změnit druhovou skladbu dřevin. Výhodou této seče je, že zde neplatí zákonná povinnost dodržet šíři seče na základě průměrné výšky těžného porostu – při podrovním hospodářském způsobu existují i takto obhospodařované porosty s desetinásobkem výšky těžného porostu (Mze 1960; Simon 2014; Kovář 2013).

Podrovním způsob hospodaření se často přibližoval svým charakterem k výběrnému lesu (popsáno v kapitole 3.3.4.) až do druhé poloviny 20. století, kdy s rozšířením mechanizace (harvestorová technologie) se začalo ustupovat od jemnějšího hospodaření a přecházelo se často k holosečím. Podrovním způsoby se tedy nyní praktikují jen v lesích, které jsou na to nejvhodnější – lesy stinných druhů dřevin, jako jsou např. bučiny. V současnosti rozlišujeme několik druhů clonných sečí (Obr. 4), přičemž nejčastější je velkoplošná.



Obr. 4 Schéma zakládání clonné seče (rumex.mendelu.cz 2001)

Ta je praktikována na velkých lesních územích (často celá oddělení), kde je cílem naplánovat prosvětlení před semenným rokem dané dřeviny a na celém území tak dosáhnout naráz vysemenění dřevin. Praktikována je často na bukových porostech a skýtá 4 fáze – přípravnou, semennou, prosvětlovací a domýtnou. Nejprve v přípravné fázi dojde k negativnímu výběru a vykácí se jedinci s nejnižší reprodukční kvalitou, aby následně došlo k co nejlepší přirozené obnově. Tím dojde i k prosvětlení porostu, které se často spojuje s mechanickou přípravou půdy pro budoucí nálet. V semenné fázi obnovy se sníží zakmenění na hodnoty 0,6 – 0,7 rovnoměrným způsobem a dojde k vysemenění mateřského porostu. Přirozená obnova se tak zachytává do připravené půdy v celém porostu. Následuje fáze prosvětlovací, kdy

se po dvou letech od vysemenění jedenkrát či dvakrát sníží zakmenění, aby v porostu bylo dostatek světla a více živin pro nárost. Celá obnova končí fází domýtnou, při které se po zajištění nového porostu dokácí porost mateřský. Tato domýtná těžba se nejlépe dělá v zimě na vysokou pokrývku sněhu, aby nedošlo k poškozování nárostu. Také může dojít k vylepšování jinými druhy dřevin do mezer, kde není tak velká konkurence. Bohužel díky této metodě vzniká hodně monokulturních stejnověkých porostů, což ne vždy bývá žádoucí. Velkoplošná clonná seč se nedoporučuje na slunné druhy dřevin, ale v současné době existují výzkumy, které na borovici tento fakt vyvrací (Simon 2014; Brichta a kol. 2020; Aleksandrowicz-Trzcińska a kol. 2013).

Seč clonná okrajová je maloplošný druh clonné seče, při které dochází k obnově od kraje porostu dle stejných fází jako u seče velkoplošné. Je vhodná pro světlomilné druhy dřevin díky většímu průniku slunečních paprsků. Naopak pruhová clonná seč probíhá v porostu na principu clonných kotlíků. Seč se rozšiřuje po obvodu daného zásahu až po zajištění porostu na místě první provedené seče a začíná se semennou fází. Je to dlouhodobější proces, protože je nutné čekat na jednotlivé semenné roky dřevin a je náročná díky nevyzpytatelnosti klimatických podmínek v jednotlivých rocích. Často je tedy kombinována s jinými druhy sečí pro urychlení procesu obnovy a výjimkou není vylepšování stinnými druhy dřevin (buk, jedle a další). Posledním druhem podrovního hospodářského způsobu je pomístně skupinovitá clonná seč, kde se dbá na zlepšování produkce porostu. Seče nejsou pravidelné (jako u skupinovitě seče) a vznikají mnohem různorodější porosty během delšího časového horizontu. Tento druh clonné seče se používá již od 19. století v německých zemích (Simon 2014; Gayer 1880).

Podle Gayera existují 3 druhy modifikací podle území, kde probíhal vývoj metod, a to na bavorský, švýcarský a bádenský způsob. V bavorském způsobu trvá obnovní doba až 30 let a snaží se o skupinové zapojování porostu, ve kterých postupně dochází k zásahům. Švýcarským způsobem rozumíme souhrn metod, které cílí na výběrné způsoby a zlepšování kvality porostů, takže skupinkové obnovy jsou potlačovány, ale ne zcela nevyužívány. I proto zde obnova trvá často o několik let více než u bavorské metody. Jednotlivý způsob výběru podporuje bádenská metoda, při které se nejvíce dbá na sortimenty. Lesy jsou charakterově nejpodobnější výběrným lesům s cílem dosáhnout nejlustších jedinců s co

nejvyšší jakostí dřeva. V této metodě tak nenalezneme hloučky a skupinky, lesy by se zdály být obnovovány nekontrolovaně a nahodile, i když tomu tak není. Těžby se provádí postupně a široce rozmístěny v čase i prostoru, lesníci mají tak volnější ruku výběru než u předchozích metod (Gayer 1880).

Díky jazykové bariéře i nepřiliš čitelným hranicím dochází k mísení těchto metod mezi sebou a často se dá zaměnit i hospodářský způsob výběrný s hospodářským způsobem podrostowním. Shrnout tyto pojmy se úspěšně pokusil až Thomasius, který označuje tyto formy za les ‚bezholosečný‘. Ten ještě dělí na lesy tvořené ze slunných a stinných dřevin, které se dělí tím, jestli jsou vývojová stádia uvedena za sebou (lesy stinných dřevin) nebo vedle sebe u slunných (Thomasius 1992; Simon 2014).

Podrostowní hospodářský způsob má nevýhody v neovlivnění druhové skladby (za předpokladu použití pouze přirozené obnovy) a poškozování mladých jedinců při těžbě při práci s nezkušenými lesními dělníky. Také je velmi omezená možnost použití různých technologií (harvestorová technologie je někdy značně omezena). Také musíme počítat s vysokými náklady na výchovy porostů, protože po provedení clonné seče jsou počty přirozené obnovy značně vyšší než u umělé sadby. Převyšují však výhody, kdy dopředu dokážeme ovlivnit genetickou kvalitu porostů, protože podrostowní způsob hospodaření provádíme zásadně v porostech s vysokou kvalitou. Vlastníci lesa mají také časově větší přístup k vytěženým sortimentům dřeva s minimálními vynaloženými peněžními prostředky na obnovu či ochranu, která se v podstatě nemusí provádět díky vyššímu počtu jedinců v nárůstu. Největší výhodou však shledáváme v tom, že tento hospodářský způsob je velmi blízko přírodě blízkému hospodaření a ekologicky zde dochází k nejvyšší přirozenosti lesních porostů, což je pro udržení kvalitního lesního hospodářství do budoucna nezbytné (Polanský 1995; Brichta a kol. 2020).

#### **3.2.4.3.2. Problematika skarifikace půd**

Skarifikací půd v lesnictví můžeme chápat jako určitě rozrušení půdního krytu (či jinou činnost, která pracuje na principu přípravy půdy), kdy máme za cíl podpořit přirozenou či umělou obnovu a dosáhnout tak lepších pěstebních výsledků. Obecně se dá skarifikace rozdělit na uvolňování ploch a obdělávání ploch. Pro tyto metody jsou použiti lesnické stroje či zemědělské stroje s nástavbou a používají

se přes sadbou, nebo (např. v clonných sečích) před náletem semenáčků. Zařazujeme sem vytrhávání kořenů, klučení pařezů, odstranění klestu, mechanické odstraňování buřeně, odvodňování ploch či samotné rozrušení půdy. Po takové přípravě půdy lze prokazatelně dosáhnout lepších výsledků mimo jiné i v borových porostech s přirozenou obnovou, jak potvrzují výzkumy (Janeček a kol. 1999; Aleksandrowicz-Trzcińska a kol. 2013).

Základem přípravy půdy je uvolnění plochy po provedené těžbě. Díky velkým nánosům potěžebních zbytků nejde za použití umělé obnovy efektivně sázet sazenice a přirozená obnova má mnohem menší šanci se uchytit. Odstraňování probíhá ručně, pálením, štěpkováním nebo za použití mechanizace – shrnováním. Shrnování je prováděno za pomoci shrnovače, což je lesnický adaptér připevňovaný na lesní kolové traktory či univerzální kolové traktory. Jeho označení je SHK-12, ovládá se za pomoci hydrauliky a obvykle je vybaven pěti shrnovacími prsty, které klest naberou a je možnost ho přemístit do valů či hromad. Shora jsou nesené dva přítlačné prsty, které zabraňují vypadávání klestu z adaptéru. Záběr má šířku 2000 mm. Mezi další shrnovače patří např. SV6-028 či Kozák, které mají podobné parametry a za 8 hodin dokážou vyklidit přibližně 0,5 ha. Shrnovače se nejčastěji používají v holosečích, jelikož jim při práci nebrání žádné stromy a efektivita roste v nečlenitém terénu s malým počtem pařezů. Ekologicky mají shrnovače výhodu, že klest zůstává v porostu a nejsou tak z lesních porostů odstraňovány makroprvky důležité pro výživu (Janeček a kol. 1999).

Do obdělávání půd zařazujeme použití půdních fréz, které mají několik pozitivních vlivů na půdu. Frézy nám zajišťují kypření, smykování, vláčení, uhrabování a zpracování kompostu na lesních půdách. Pracuje na principu nožů, které se na hřídel upevňují buď pevně nebo pružně a následná tloušťka narušení půdního krytu odpovídá šířce nožů. Jako shrnovače jsou upevňovány na lesní kolové traktory nebo univerzální kolové traktory a jsou napojeny na hřídel přes spojku a ozubené soukolí, které má za následek rotační pohon frézy. Také se v adaptéru nachází prokluzné spojky, které slouží k překonávání překážek na půdě. Nože jsou připevněny k talířům, jejichž počet se odvíjí od velikosti adaptéru; obvykle mají jeden či dva. Například u dvoutalířového modelu TPF2 mají pruhy rozestup 1-2 m přičemž každý talíř disponuje 12 zuby a otáčky se pohybují mezi 25 a 50 za minutu. Směnná výkonnost tohoto adaptéru se pohybuje od 2 do 2,5 ha za 8 hodin a naklápění talířů má varianty 20°, 32° a 45° na příčnou osu frézy. Díky fréze

dokážeme připravit půdu pro lepší uchycování náletu v clonných sečích i lepší ujmavosti umělé obnovy (Janeček a kol. 1999; Zemědělské potřeby M+S s.r.o. 2022).

Řádkovač je dalším druhem mechanizace pro skarifikaci půdy, který se primárně používá v lesních školkách a také nese označení jako školkovací stroj. Jeho použití není však vyloučené ani v lesních porostech, kde do vzniklých řádků lze sázet, ale také se v nich lépe uchytává nálet. Řádkovač je jednoduchý adaptér připevňovaný za lesní kolový traktor nebo univerzální kolový traktor a disponuje noži, které se zařezávají do půdy a vytváří rýhy hluboké jednotky až nízké desítky centimetrů. Adaptér mívá obvykle 2 nože, které mají rozstup 50 – 70 cm, v porostech se dají použít i vzdálenější rozteče. Mezi používané modely patří Manhardt, Hari, ŠS7, Accord či Radt (Janeček a kol. 1999).

Použití lesnické mechanizace má prokazatelně dobré výsledky v porostech borovice, kde pozitivně upravuje vlhkostní poměry ve vyšších horizontech půdy, zvyšuje obsah C a N v půdě, má pozitivní vliv na poměr těchto látek (C/N) a celkově přispívá lepšímu zdravotnímu stavu náletu při přirozené obnově. Hustota přirozené obnovy se řádově zvyšuje a mortalita mladých jedinců je nižší než u porostů bez přípravy půdy. Jedinci mají také silnější kořenové krčky a větší šíře koruny a teplotní vlastnosti půdy se také zlepšily. Příprava půdy před vysemeněním matečního porostu má obecně blahé vlivy na nově vznikající porost a je dobrým nástrojem pro přírodě blízké hospodaření v lesích (Aleksandrowicz-Trzcińska a kol. 2013; Brichta a kol. 2020).

### **3.3. Přírodní podmínky výzkumné oblasti**

Lokalita výzkumu se nachází v přírodní oblasti číslo 18 a je zde určen cílový hospodářský soubor číslo 13. Samotná oblast se nachází nedaleko města Doksy (okres Česká Lípa; kraj Liberecký), konkrétně cca 3 km východním směrem od kraje této obce na přirozeném borovém stanovišti. Nejbližše se ke zkoumanému porostu nachází Mariánská cesta, podle které je i samotná lokalita pojmenována (Mariána III). Oblasti se mezi místními přezdívá Báně a porost samotný je svou delší stranou obdélníkového tvaru orientován na západ a východ. Zároveň můžeme říci, že nadmořská výška (buť jen o jednotky metrů) je nejnižší na

severním cípu a nejvyšší na cípu jižním, kde začínají vrstevnice stoupat k nedalekým Slatinným vrchům. Celá plocha je mírně vychýlena ve směru hodinových ručiček a čítá přibližně 1 ha (ÚHUL 2001).

### 3.3.1. PLO č. 18

V České republice se nachází celkem 41 přírodních lesních oblastí (zkratka PLO) a do oblasti číslo 18 spadá i zkoumaná plocha nedaleko Doks. Dle Oblastního plánu rozvoje lesů (OPRL) zpracováváno Ústavem hospodářské úpravy lesů se náš stát rozčlenil do jednotlivých PLO, kdy každá z nich má podobné geologické, hydrologické a klimatické podmínky. Toto členění napomáhá lepšímu pěstování lesů v podmínkách napříč Českou republikou. Tyto oblasti jsou přímo definovány v lesním zákoně 289/1995 Sb. a oblast s číslem 18 nese název Severočeská pískovcová plošina a Český ráj. Její mapa s přesnou hranicí je dohledatelná v OPRL či v databázích ÚHUL a sousedí s PLO 5; 17; 19; 21 a 23, na které přímo doléhá (Mze 1995; ÚHUL 2001).

Digitálně bylo zjištěna celková plocha PLO č. 18 na 84 706 ha a je dělena na dvě části – Severočeská pískovcová plošina (s výměrou 74 188 ha) a Český ráj (s výměrou 10 518 ha). Zasahuje do 4 krajů – Ústeckého (km<sup>2</sup>); Královehradeckého (36 km<sup>2</sup>); Středočeského (253 km<sup>2</sup>) a majoritní části kraje Libereckého (521 km<sup>2</sup>). Podrobný popis hranice včetně mapových příloh je obsažena ve vyhlášce č. 83/1996 Sb. a byla zpracovávána oblastní pobočkou sídlící v Jablonci nad Nisou v roce 2001. Nyní je hranice vymezena novou vyhláškou č. 289/2018 Sb. která hranici popisuje takto: V úseku Liběšice - Arnultovice je hranice společná s PLO 5 - České středohoří. Hranice dále pokračuje na Svor - Trávník - Mařenice - Heřmanice v Podještědí - Kněžice - Lvová - Rynoltice - Jítrava - Zdislava - Křižany - Hoření Paseky - Jiříčkov - Proseč pod Ještědem - Vlčetín - Bohdánkov - Hodkovice nad Mohelkou - Radoňovice - Bezděčín - Sestroňovice - Frýdštejn - Vranové - Koberovy - Smrčí - Vesec - Loktuše - Lestkov - Tatobity - Křečovice - Liščí kotce - Semínova Lhota - Újezd pod Troskami - Čímyšl - Libuň - Kněžnice - Jinolice - Podůlší - Kbelnice - Jičín. V úseku Jičín - Liběšice je hranice společná s PLO 17 - Polabí. (ÚHUL 2001; Mze 1996; Mze 2018).

Geologické poměry této oblasti jsou odlišné dle rozčlenění do tří geologických oblastí nacházejících se v PLO – Ralská pahorkatina, Jičínská pahorkatina a

Jizerská tabule. Oblast Severočeské tabule leží na severním cípu České křídové tabule a nachází se zde převážně roviny a plošiny s občasnými geologickými útvary. Také zde nalezneme rašeliniště a říčné terasy či různé útvary terénu díky zvětrávání všudypřítomných pískovců. Nejvyšším bodem je Ralsko s 696 m n. m. Při přechodu do Jizerské tabule na severu PLO s nejvyšším bodem Rokytská horka 410 m n. m. nacházíme členitější terén z pískovců vzniklých ve svrchní křídě, slínovce a písčité slínovce, a také je dosti ovlivněna tokem řeky Jizery a jejími denudačními účinky. Povrch je obvykle pokryt sprašemi. Na východ od Jizerské tabule leží Jičínská pahorkatina, která je velmi členitá a místy přechází až ve vrchovinu. Tvoří ji koniacké kvádrové kaolinické pískovce; případně slínovce a písčité slínovce. Je charakteristická četnými tvary způsobené zvětráváním křídových pískovců a nejvyšším bodem je Sokol 562 m n. m. (ÚHUL 2001).

Hydrologicky spadá PLO č. 18 do povodí Labe a pomoří Severního moře, avšak zde nalezneme také povodí Jizery a Ploučnice. Tato oblast je význačná tím, že díky nařízení vlády č. 85/1981 Sb. se jedná o Chráněnou oblast přirozené akumulace vod. Průměrná síť vodotečí je zde 0,2 – 0,6 km/km<sup>2</sup>. Díky své vynikající propustnosti kvádrcových pískovců zde dochází k enormnímu průlivu (až 117,5 cm/den a nachází se zde také dostatek puklin pro puklinovou propustnost. Tyto vlastnosti zapříčiňují, že oblast má velké zásoby podzemní vody, ale to s sebou nese i fakt, že dešťová voda po srážkách velmi rychle vsakuje a na povrchu se oblast jeví jako suchá (ÚHUL 2001).

Klimatické poměry v této oblasti jsou v rámci území České republiky lehce odlišné od průměrných. V PLO se nachází 5 mírně teplých oblastí a jedna teplá. Podle dat z meteorologických stanic je průměrná roční teplota v PLO od 7,3 °C do 8,7 °C, což tuto oblast činí jednou z nejteplejších oblastí na našem území. Díky členitosti terénu ale tyto teploty nejsou na celém území oblasti – např. ve skalních městech je teplota o 1 – 2 °C nižší než v okolí. Avšak díky vysoké teplotě v okolí pozorujeme jev extrazonálnosti, kde se nachází teplejší lesní vegetační stupně na místech s nadmořskou výškou, kde by se nacházely již vyšší a to především na jižních osluněných svazích. S nadmořskou výškou průměrná teplota klesá. Nejteplejší oblast se nachází na Mělnicku a nejchladněji měří meteostanice v oblasti Českého Dubu a na Obrocku (ÚHUL 2001).

Srážky jsou v této oblasti spíše podprůměrné, kdy dosahují rozpětí od 500 mm/rok v jihozápadní části oblasti až po 800 mm/rok na severu oblasti. Srážky jsou

intenzivnější s rostoucí nadmořskou výškou, kdy jich nejvíce pozorujeme v okolí Světlé pod Ještědem (811 mm/rok) a naopak nejméně na Mělnicku a Mladoboleslavsku (527 mm/rok; 550 mm/rok). Nejvíce srážek připadá na letní měsíce, konkrétně nejvydatnější srážky jsou v měsíci červenci, kdy zde dochází často k intenzivním přivalovým dešťům a bouřkám. Na stanicích je trend posledních desetiletí se snižováním úhrnu srážek a navyšování průměrných ročních teplot (ÚHUL 2001).

Vítr a proudění vzduchových mas je v oblasti dosti individuální v závislosti na členitosti terénu, nýbrž z dat meteorologických stanic vyčteme, že nejintenzivnější větry jsou v zimních měsících s četností 1,5 – 3,5 častější než v měsících letních. V oblasti nejvíce převažují větry ze západu a severozápadu (stanice Česká Lípa), nebo z východu (stanice Karlovice a Mělník) (ÚHUL 2001).

### **3.3.2. HS 13**

V hospodářských lesích České republiky se všechny lesní celky určené pro lesní hospodaření vymezují do tzv. hospodářských souborů (HS). Toto vymezení pomáhá lesním pracovníkům a vlastníkům se správným hospodařením ve svěřených lesích, ale také mají právní opodstatnění, jelikož na jednotlivé HS odkazují i vyhlášky (Kovář a kol. 2013).

K vymezení HS pro porosty dochází při tvorbě oblastních plánů rozvoje lesa a obvykle je určuje taxátor. HS slouží v jednotlivých lesních oblastech jako jednotka diferenciac pro lesní hospodaření. Při vylišování HS se vychází ze tří bodů. Nejdůležitějším jsou přírodní podmínky, které jsou již vylišeny v rámci lesních typů a souborů lesních typů. Dále díky deklarované kategorizaci lesů dojde k funkčnímu zaměření lesních celků s přihlédnutím k veřejným záznamům. A třetím bodem je fyzický stav lesního porostu, kdy se hodnotí i porostní typy v oblasti tvořeného OPRL. K označení dochází pomocí arabských číslic, které jsou zaneseny ve vyhlášce č. 289/1995 Sb. První číslicí je označena výšková poloha porostu (od 1, kde je poloha nejnižší až po 7, což značí nejvyšší porosty na našem území). Druhá číslice značí ekologickou řadu (a tedy odkazuje na ekologické podmínky prostředí, kde se porost nachází). Značí se čísly 0 až 9, kdy lichá čísla značí lesy hospodářské a sudá čísla lesy zvláštního určení. U lesů ochranných je značení obdobné, avšak stupnice druhé číslice sahá jen od 1 do 3 a první číslice je vždy 0



pro vylišení od ostatních kategorií lesů. Chceme-li vylišiti CHS (cílový hospodářský soubor), přidáváme ještě na konec třetí číslici, která může být od 0 do 9 a ukazuje na typ současného porostu pěstovaného na určovaném území. Tuto číslici tedy např. u holin nenalezneme (Kovář a kol. 2013, Mze 1995).

Plocha Mariána III nese označení HS 13. Dle klíče definovaného ve vyhlášce č. 289/1995 Sb. tedy určíme, že se jedná o les hospodářský na nízkých polohách s kyselou ekologickou řadou. CHS plochy by pak byla 133, jelikož dřevinné zastoupení je 100% borové. Zákonné označení tento HS nese Přirozená borová stanoviště (a stanoviště borových doubrav). Z vyhlášky č. 289/2018 Sb. je při CHS 133 stanoveno obmýtí dle kvality porostu na 100-130 let a obnovní doba 20 let. Také nám tato vyhláška udává povinnost druhové skladby porostů, tudíž nám nařizuje, jak má porost vypadat po zajištění. V případě plochy Mariána III zde musí být dodržena jako cílová hospodářská dřevina borovice nebo případně dub zimní. Mezi přípravné dřeviny lze zařadit břízu, modřín a topol osiku (*Populus tremula* L.). Mezi meliorační a zpevňující dřeviny pak lze uvažovat o širší škále druhů. Také je důležité zmínit, že pro HS 13 platí výjimka v rámci obnovy porostu, kterou udává vyhláška č. 289/1995 Sb. Díky této výjimce lze na HS 13 a HS 19 (přirozená borová stanoviště; přirozená lužní stanoviště) provádět holoseče až do velikosti 2 ha bez omezení šířky seče. Je ale nutné podat žádost s odůvodněním na orgán státní správy lesů (Mze 2018; Mze 1995).

## 4. Metodika

### 4.1. Popis oblasti

Výzkum samotný probíhal na ploše pojmenované Mariána III (Obr. 5) začátkem vegetačního období roku 2022, měřila se tedy data za roky 2021 a dále do historie. Plocha Mariána III se nachází nedaleko obce Doksy v LHC Břehyně na stanovišti CHS 13. Mateřský porost byl v roce 2018 v rámci



Obr. 5 Ortofoto mapa lokality Mariána III označená červenou barvou  
(<https://mapy.cz/turisticka?x=14.7220023&y=50.5663427&z=14&base=ophoto 2022>)

první fáze clonné seče rozdělen na 4 pruhy dle užitého zakmenění (0,8; 0,6; 0,4; holoseč) a na tyto pruhy kolmo

nasedaly pruhy s rozličnou úpravou půdy. Půda byla v roce 2018 upravena lesní frézou, řádkovačem a shrnovačem. Shrnovač klestu SH 01 odstranil potěžební zbytky do valů po krajích transektů a narušil vegetační kryt včetně odstranění bylinného patra (především borůvky) a částečnému odhalení půdního horizontu. Příprava řádků v půdě proběhla za pomoci kombinované frézy KSH 700, kdy došlo k pruhové přípravě s dokonalým promísením nadložních humusových horizontů s horizontem minerálním. Lesní fréza nesla označení Meri Crusher 1,8 ST a půdu připravila celoplošně. Jeden pruh byl jako kontrolní ponechán bez úpravy mechanizačními prostředky. Přičemž v každém zakmenění se nacházely dva pruhy každé z úprav půdy. Vzniklo tedy celkem 64 transektů, kde proběhla inventarizace jedinců přirozené obnovy.

Ze severu na jih jsou zakmenění seřazeny v pořadí 0; 0,8; 0,2; 0,6. Pořadí úprav půdy jsou seřazeny z východu na západ v pořadí kontrola; shrnovač; řádkovač; fréza s jedním opakováním. V okolí porostu se nachází rozsáhlé bory, tudíž výzkumná plocha by neměla být ovlivněna jiným druhem dřeviny. K ovlivnění také

nedochází z okolních porostů vytvořením okrajových pásem, kde neprobíhalo samotné měření, aby nedošlo ke zkreslení výsledků.

Samotné transepty jsou pak tvořeny ve stejných proporcích jako plocha – tj. delší strana obdélníku je na východě a západě. Terén výzkumné plochy je bez překážek, avšak skýtá drobné nerovnosti, které však mají minimální vliv na přesnost výsledků.

## 4.2. Sběr dat

Sběr dat (Obr. 6) probíhal v pozdní zimě a jarních měsících roku 2022 (tři vegetační období po provedené těžbě a přípravě půdy), abychom předešli ovlivnění výzkumu vegetační sezónou. Dohromady se měřila data ve 64 transektech, přičemž každý z nich byl rozdělen celkem na 9 čtverců, z nichž se data měřila na 5 z nich.

Transepty byly na celé ploše krom okrajové zóny (která se dotýkala okolních porostů a mohla by tato skutečnost ovlivnit výsledky, kdy u každého kraje bylo 5 metrů zóny, kdy neprobíhal výzkum. Celá plocha se rozdělila na pásy dle zakmenění.

V každém bylo u mateřského porostu sníženo zakmenění v první fázi na hodnoty 0,4; 0,6; 0,8 a poslední pás byl vytěžen holosečně. Kolmo na tyto pásy byly vytvořeny další, které měly různou úpravu půdy – fréza, řádkovač, shrnovač a poslední pás byl ponechán bez úpravy. Každý z transektů má velikost 2 m na šířku a 18 m na délku. Zároveň se transekt dělí na 9 čtverců o rozměru 2x2 m (0,04 ha). Data se měřila od začátku transektu (na jihu) ve čtvercích s pořadovým číslem 1, 3, 5, 7 a 9.



Obr. 6 Měření výšky jedince na kontrolní lokalitě (Ryšavý 2022)

### 4.2.1. Pomůcky

Pro zapisování byly použity vytisknuté záznamové archy, do kterých se vypisovaly údaje o zkoumaných jedincích. Pro vyměřování transektů bylo použito

pásma sklolinátové o délce 50 m. Zároveň na označování rohů transektu bylo za potřeby dřevěných kolíků pro geodetické práce s délkou 50 cm, které pro lepší viditelnost v terénu měly červené konce. Mezi kolíky byl natažen plastový provázek kontrastní barvy pro přehledné označení hranice transektu. Pro měření samotné byly použity další 3 pomůcky – lať, metr a posuvné digitální měřítko (Obr. 7).



Obr. 7 Měření tloušťky křčku za pomoci posuvného měřítka (Brichta 2022)

#### 4.2.2. Metodika sběru dat

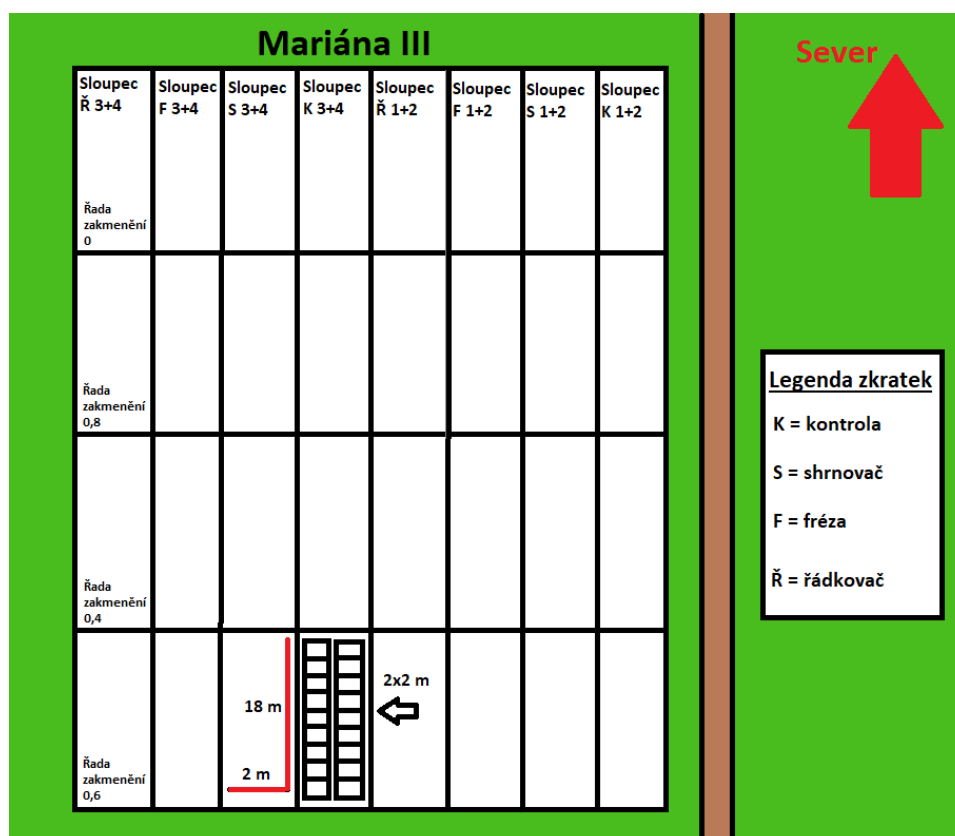
Samotná data se měřila po jednotlivých čtvercích a pečlivě byla zapsána do záznamových archů tužkou, aby při případném dešti nedošlo k rozmočení záznamů. Transekt byl naměřen za pomoci pásma, kdy se ve se od kraje pruhu zakmenění naměřila vzdálenost 20 metrů kolmo na hranici. Od tohoto bodu se naměřilo dalších 18 metrů na délku a metr na každou stranu, aby se docílilo centričnosti transektu v pruhu. Okraje transektu byly označeny zatlučenými dřevěnými kolíky, kolem kterých byla



Obr. 8 Vytyčený transekt pomocí kolíků a provázku na místě s úpravou půdy shrnovačem klestu (Brož 2022)

provázkem vytvořena hranice. Následně za pomoci přesně naměřené latě o délce 2 metry bylo přikládáním k hranici transektu rozčleněn na 9 čtverců, ve kterých se následně měřila data (Obr. 9).

V každém ze čtverců (Obr. 8) se napočítal počet jedinců. Nejprve byla měřena výška za pomoci metru. Ten se přiložil k nejvyššímu bodu jedinci a vždy se (zaokrouhlo na celé cm) změřila délka přeslenu až k zemi. Sečtením došlo k získání celkové výšky jedince. Následně se metrem změřil i průměr koruny (se zaokrouhlením na cm), kdy se měřila nejvzdálenější část koruny od sebe. Přiložením digitálního posuvného měřidla na kořenový krček jsme zjistili jeho tloušťku (zaokrouhlováno na desetiny cm). Jako poslední se vizuálně prohlédl zdravotní stav jedince a zjistilo se, zda jsou přítomné známky poškození jedince zvěří a případně se tato skutečnost zapsala do záznamového archu. Byl-li nalezen semenáček, tak se u něj měřila pouze výška. Takto se pokračovalo na všech jedincích v celém čtverci. Posledním krokem bylo sečtení jedinců nad 10 cm výšky a pod 10 cm výšky, jejichž součet znamenal celkový počet jedinců ve čtverci.



Obr. 9 Schéma plochy Mariána III s nákresem jednotlivých polí, přičemž v každém se nachází dva měřící transekty (Brož 2022)

### 4.3. Zpracování dat

Z jednotlivých listů (Obr. 10) s daty byla opisována čísla do tabulky v programu Microsoft Excel. Jednotlivé sloupce nesou údaje o výšce jedinců, šíři kořenového krčku, velikosti koruny a dalších, které byly naměřeny na ploše Mariána III. Po přepisu (a kontrole) těchto dat byla ještě data sumarizována na jednotlivé čtverce, aby se mohla následně statisticky vyhodnocovat.

Poté probíhala výpočetní část, kdy byly provedeny výpočty ze získaných dat. Tyto výpočty byly prováděny skrze program Microsoft Excel díky vzorcům v datovém řádku. Po zjištění všech potřebných dat a ověření jejich správnosti byly tvořeny grafy použité v bakalářské práci – taktéž v programu Microsoft Excel.

Vybrané grafy a tabulky byly zpracovávány v programu Statistica 14. Nejprve bylo nutné zjistit, zda mají data normální rozdělení. Tento výpočet byl proveden skrze test normality. V kartě Descriptive statistics byla vybrána záložka Normality a poté použit Shapiro-Wilk W test, kdy výsledkem byly histogramy, které ukazovaly, zda data mají normální rozdělení. Poté byly provedeny výpočty Kruskal-Wallisovým testem, kde pro jednotlivé kombinace zakmenění a úpravu půdy byly spočítány hodnoty, ze kterých následně mohly být určeny indexy vzájemné podobnosti.

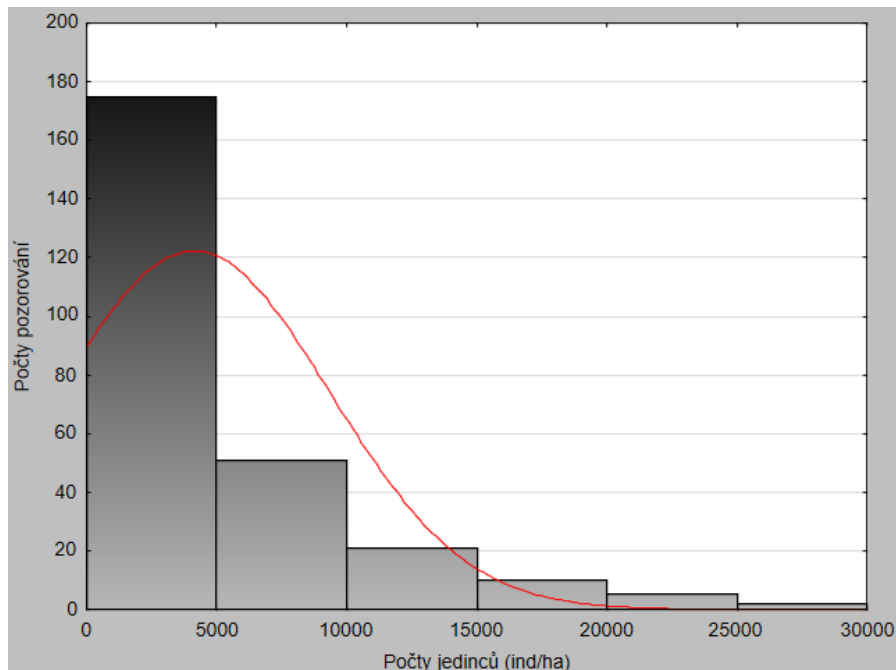


*Obr. 10 Zapisování dat do záznamového archu souběžně s měřením jedinců na lokalitě se zakmeněním 0 (Brichta 2022)*

## 5. Výsledky

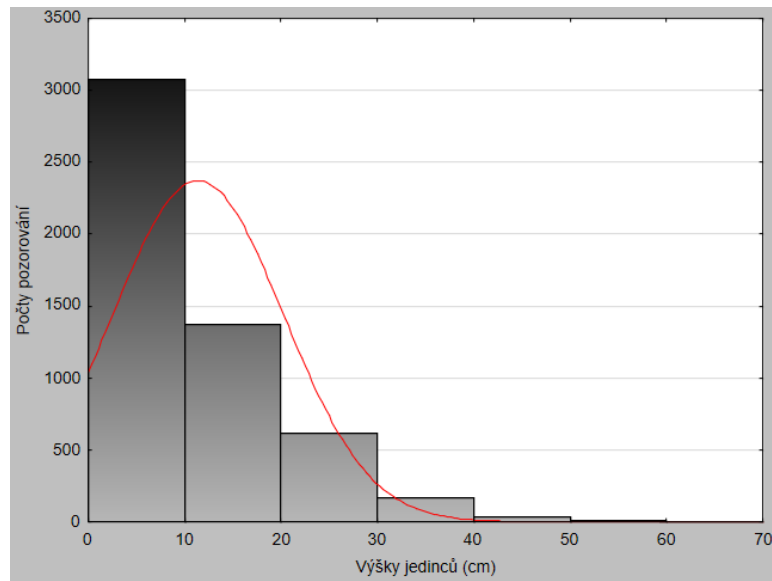
### 5.1. Základní charakteristika dat

Nejprve za použití Shapiro-Wilk  $W$  testu bylo zjišťováno, zda jsou data s normálním rozdělením či nikoliv. Výsledkem tohoto testu jsou histogramy, kde jde graficky vidět, že data nemají normální rozdělení u všech měřených dat. Výsledek byl pro všechna data totožný  $p < 0,05$ .



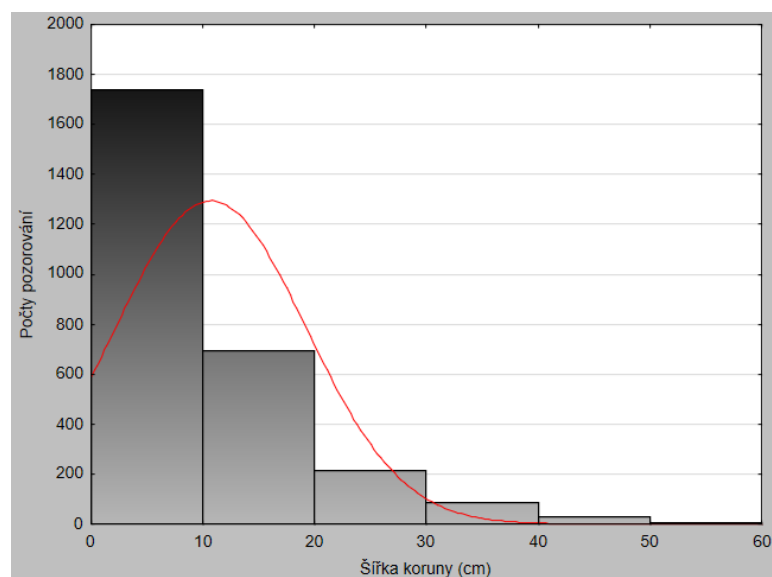
Obr. 11 Histogram rozdělení dat počtů jedinců ve čtverci přepočteno na ha

Z obrázku (Obr. 11) plyne, že data pro počty jedinců v jednotlivých čtvercích (při přepočtu na ha) nemají normální rozdělení. Pozorujeme silné levostranné rozdělení.



Obr. 12 Histogram rozdělení dat celkové výšek jedinců (cm)

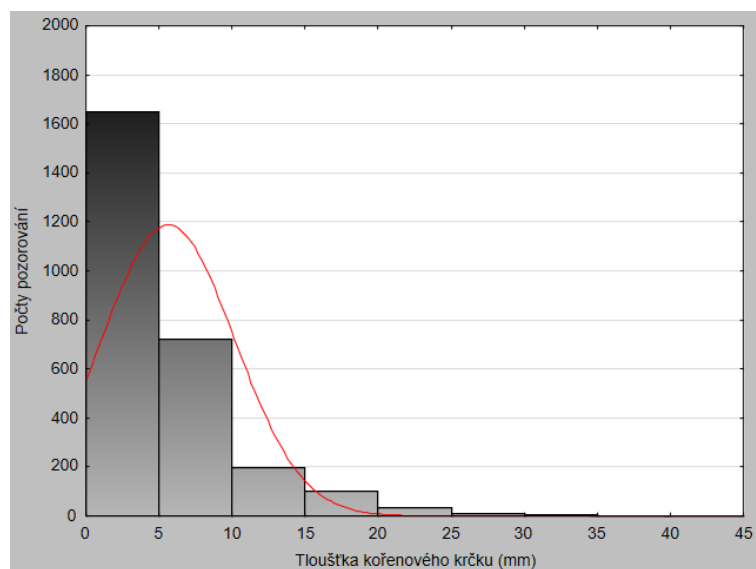
Podle obrázku (Obr. 12) pozorujeme, že data pro výšky jedinců (cm) nemají normální rozdělení. Graf značí levostranné rozdělení.



Obr. 13 Histogram rozdělení dat šířky koruny jedinců (cm)

Graf (Obr. 13) značí, že data pro šířky koruny jedinců (cm) nemají normální rozdělení. Pozorujeme levostranné rozdělení dat.

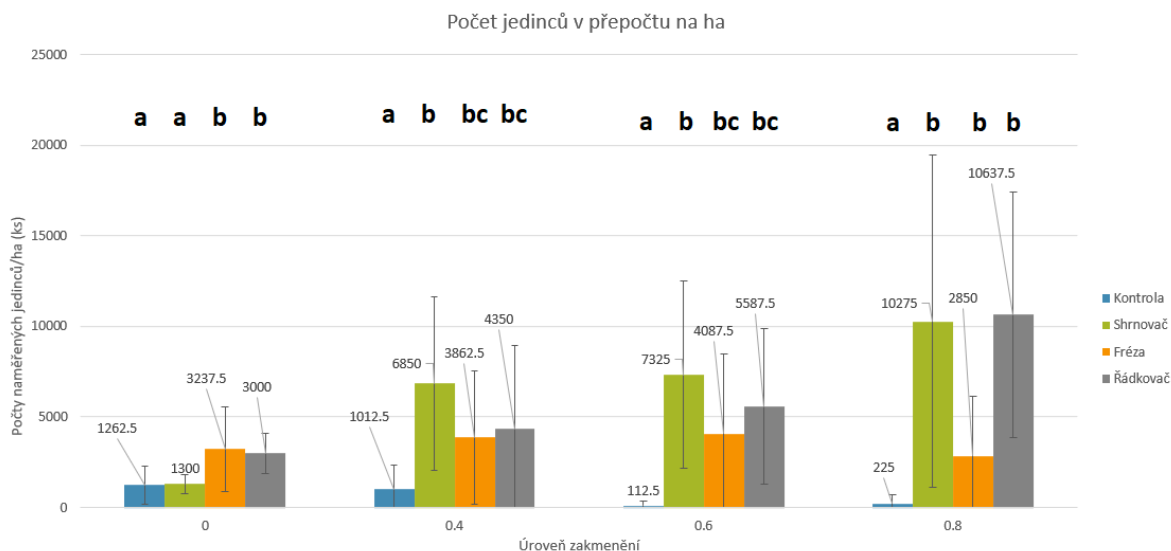




Obr. 14 Histogram rozdělení dat tloušťky kořenového krčku (mm)

Obrázek (Obr. 14) zobrazuje nenormální rozdělení dat tloušťky kořenového krčku (mm). Data jsou výrazně levostranná.

## 5.2. Úspěšnost obnovy pro jednotlivé varianty



Obr. 15 Počty jedinců na ha v závislosti na úpravě půdy a pro jednotlivé varianty zakmenění (0; 0,4; 0,6; 0,8). Rozdílné indexy označují statisticky signifikantní rozdíly mezi variantami přípravy půdy.

Obrázek (Obr. 15) ukazuje počet jedinců v přepočtu na hektar, kteří se vyskytovali v rámci jednotlivých pruhů s různou úrovní snížení zakmenění mateřského porostu a zároveň odkazuje na počet jedinců, kteří se nacházeli na jednotlivých plochách s různým druhem úpravy půdy. Nejvíce kusů

zaznamenáváme v hladině zakmenění 0,8 a počet jedinců klesá s větším rozmělněním mateřského porostu až na hodnoty třikrát menší na kontrolním pruhu (holoseč). Nejvíce jedinců bylo naměřeno v transektech upravených shrnovačem (v průměru 6438 ks/ha), následovaly transekty řádkovače (5894 ks/ha) a půdní frézy (3509 ks/ha). Nejhorší výsledky pozorujeme na kontrolních plochách, kde se nachází průměrně pouze 653 ks/ha. Nejlepší výsledek v rámci kombinace pozorujeme na řádkovači v zakmenění 0,8 – zde bylo zjištěno 10638 ks/ha.

Pro všechny následující tabulky (Tab. 1; 2; 3; 4) platí, že písmeno označuje způsob úpravy půdy (K = kontrola; S = shrnovač klestu; Ř = řádkovač; F = fréza) a číslice označuje úroveň zakmenění mateřského porostu (0 = kontrolní holina; 4 = zakmenění 0,4; 6 = zakmenění 0,6; 8 = zakmenění 0,8).

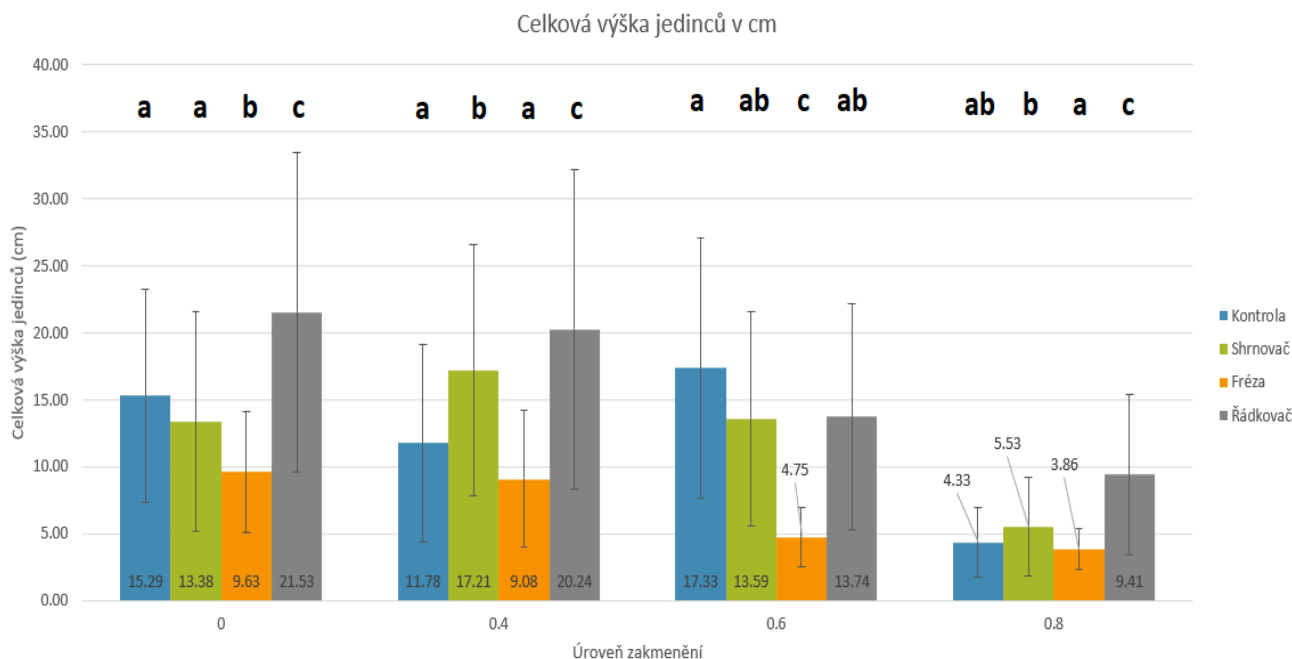
Tab. 1 Tabulka výsledků Kruskal-Wallisova testu počtů jedinců ve čtvercích přepočteno na ha

Kruskal-Wallis test: H (15, N= 320) =142.9181 p =0.000

Depend.: A	K_0	S_0	F_0	Ř_0	K_4	S_4	F_4	Ř_4	K_6	S_6	F_6	Ř_6	K_8	S_8	F_8	Ř_8
	R:113.53	R:122.28	R:175.22	R:182.38	R:90.600	R:227.95	R:175.50	R:180.85	R:40.600	R:231.32	R:162.47	R:202.35	R:46.400	R:217.57	R:145.20	R:253.78
K_0	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.011031	1.000000	1.000000	1.000000	0.006799	1.000000	0.287710	1.000000	0.045124	1.000000	0.000197
S_0	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.036476	1.000000	1.000000	0.629389	0.023229	1.000000	0.744238	1.000000	0.134979	1.000000	0.000836
F_0	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.458740	1.000000	1.000000	1.000000	0.000504	1.000000	1.000000	1.000000	0.001280	1.000000	1.000000	0.870921
Ř_0	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.204960	1.000000	1.000000	1.000000	0.000151	1.000000	1.000000	1.000000	0.000403	1.000000	1.000000	1.000000
K_4	1.000000	1.000000	0.458740	0.204960	1.000000	0.000321	0.445199	0.244524	1.000000	0.000181	1.000000	0.016044	1.000000	0.001710	1.000000	0.000003
S_4	0.011031	0.036476	1.000000	1.000000	0.000321	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.561487	1.000000
F_4	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.445199	1.000000	1.000000	1.000000	0.000481	1.000000	1.000000	1.000000	0.001226	1.000000	1.000000	0.895723
Ř_4	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.244524	1.000000	1.000000	1.000000	0.000197	1.000000	1.000000	1.000000	0.000518	1.000000	1.000000	1.000000
K_6	1.000000	0.629389	0.000504	0.000151	1.000000	0.000000	0.000481	0.000197	1.000000	0.000000	0.003726	0.000004	1.000000	0.000000	0.042003	0.000000
S_6	0.006799	0.023229	1.000000	1.000000	0.000181	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.389187	1.000000
F_6	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.003726	1.000000	1.000000	1.000000	0.008721	1.000000	1.000000	0.216602
Ř_6	0.287710	0.744238	1.000000	1.000000	0.016044	1.000000	1.000000	1.000000	0.000004	1.000000	1.000000	1.000000	0.000012	1.000000	1.000000	1.000000
K_8	1.000000	1.000000	0.001280	0.000403	1.000000	0.000000	0.001226	0.000518	1.000000	0.000000	0.008721	0.000012	1.000000	0.000001	0.087965	0.000000
S_8	0.045124	0.134979	1.000000	1.000000	0.001710	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000001	1.000000	1.000000	1.000000
F_8	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.561487	1.000000	1.000000	0.042003	0.389187	1.000000	1.000000	0.087965	1.000000	1.000000	0.024771
Ř_8	0.000197	0.000836	0.870921	1.000000	0.000003	1.000000	0.895723	1.000000	0.000000	1.000000	0.216602	1.000000	0.000000	1.000000	0.024771	

Poznámka: Platí, že písmeno označuje způsob úpravy půdy (K = kontrola; S = shrnovač klestu; Ř = řádkovač; F = fréza) a číslice označuje úroveň zakmenění mateřského porostu (0 = kontrolní holina; 4 = zakmenění 0,4; 6 = zakmenění 0,6; 8 = zakmenění 0,8).

Tabulka (Tab. 1) zobrazuje data výsledků Kruskal-Wallisova testu pro počty jedinců přepočtených na ha. Z dat plyne, že 72 % kombinací má mezi sebou shodu a data nesou jistou podobnost, Pouhých 28 % kombinací podobnost nenachází – jedná se především o data počtů z transektů s vysokou úrovní zakmenění. Nejodlišnější varianta se jeví jako kontrolní plocha v zakmenění 0,8. Kdežto například varianta s úpravou půdy řádkovačem v zakmenění 0,4 či frézou v zakmeněních 0,4 a 0,6 jsou si nejpodobnější s ostatními kombinacemi.



Obr. 16 Celková výška jedinců vyjádřená (cm) v závislosti na úpravě půdy a pro jednotlivé varianty zakmenění (0; 0,4; 0,6; 0,8). Rozdílné indexy označují statisticky signifikantní rozdíly mezi variantami přípravy půdy.

Tento graf (Obr. 16) zobrazuje data průměrné výšky v cm jedinců na plochách podle úpravy půdy i v rámci jednotlivé míry zakmenění. Nejvyšší jedinci se nachází na půdách upravených řádkovačem (14 cm) a na kontrolní ploše (13 cm). Následují půdy upravené řádkovačem (11 cm) a nejnižší jedinci se nachází na půdách upravených za pomoci frézy (7 cm). Dle zakmenění se nejvyšší jedinci nachází v zakmenění 0,4 (16 cm) a na holině (15 cm). Nižší nalézáme v zakmenění 0,6 (12 cm) a 0,8 (7 cm). Absolutně nejvyšší jedince pozorujeme na kombinaci úpravy půdy řádkovačem na holině a úpravou řádkovačem v zakmenění 0,4 (21,53 cm; 20,24 cm). Naopak nejnižší jedinci se nachází na půdě upravené frézou v zakmenění 0,8 (3,86 cm).

Tab. 2 Tabulka výsledků Kruskal-Wallisova testu výšek jedinců (cm)

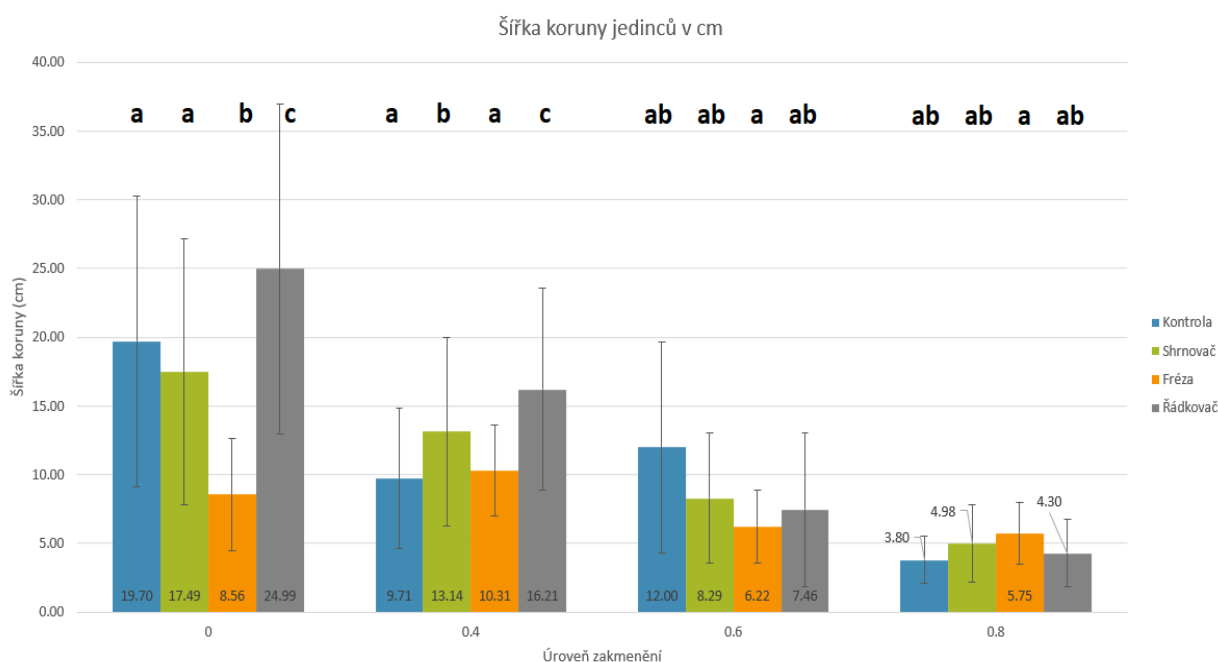
Kruskal-Wallis test:  $H(15, N=5279)=1949.421$   $p=0.000$

Depend.:	F_0	F_4	F_6	F_8	K_0	K_4	K_6	K_8	Ř_0	Ř_4	Ř_6	Ř_8	S_0	S_4	S_6	S_8
A	R:2677.5	R:2507.7	R:1282.7	R:893.30	R:3517.6	R:2944.1	R:3733.9	R:981.14	R:4057.2	R:3863.3	R:3169.3	R:2430.4	R:3172.3	R:3655.7	R:3173.2	R:1465.9
F_0		1.000000	0.000000	0.000000	0.000314	1.000000	1.000000	0.000596	0.000000	0.000000	0.004315	1.000000	0.620355	0.000000	0.001570	0.000000
F_4	1.000000		0.000000	0.000000	0.000001	1.000000	1.000000	0.004335	0.000000	0.000000	0.000001	1.000000	0.014383	0.000000	0.000000	0.000000
F_6	0.000000	0.000000		0.367902	0.000000	0.000000	0.000232	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000
F_8	0.000000	0.000000	0.367902		0.000000	0.000000	0.000005	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000062
K_0	0.000314	0.000001	0.000000	0.000000		1.000000	1.000000	0.000000	0.344108	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000
K_4	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000		1.000000	0.000087	0.000001	0.000095	1.000000	0.405484	1.000000	0.008851	1.000000	0.000000
K_6	1.000000	1.000000	0.000232	0.000005	1.000000	1.000000		0.001161	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.001079
K_8	0.000596	0.004335	1.000000	1.000000	0.000000	0.000087	0.001161		0.000000	0.000000	0.000000	0.007844	0.000002	0.000000	0.000000	1.000000
Ř_0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.344108	0.000001	1.000000	0.000000		1.000000	0.000000	0.000000	0.000094	0.082626	0.000000	0.000000
Ř_4	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000095	1.000000	0.000000	1.000000		0.000000	0.000000	0.005962	1.000000	0.000000	0.000000
Ř_6	0.004315	0.000001	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	1.000000	0.000066	1.000000	0.000000
Ř_8	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.405484	1.000000	0.007844	0.000000	0.000000	0.000000		0.000335	0.000000	0.000000	0.000000
S_0	0.620355	0.014383	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000002	0.000094	0.005962	1.000000	0.000335		0.362697	1.000000	0.000000
S_4	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.008851	1.000000	0.000000	0.082626	1.000000	0.000066	0.000000	0.362697		0.000012	0.000000
S_6	0.001570	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.000012		0.000000
S_8	0.000000	0.000000	1.000000	0.000062	0.000000	0.000000	0.001079	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	

Poznámka: Platí, že písmeno označuje způsob úpravy půdy (K = kontrola; S = shrnovač klestu; Ř = řádkovač; F = fréza) a číslice označuje úroveň zakmenění mateřského porostu (0 = kontrolní holina; 4 = zakmenění 0,4; 6 = zakmenění 0,6; 8 = zakmenění 0,8).

Z tabulky (Tab. 2) plynou výsledky Kruskal-Wallisova testu pro celkové výšky jedinců jednotlivých kombinací. Oproti Tab. 1 zde vidíme značnou odlišnost jednotlivých dat od sebe, kdy si je podobných pouze 32 % kombinací a zbylých 68 % kombinací se od sebe statisticky významně liší. Nejvíce se od ostatních kombinací úpravy půdy a zakmenění liší výsledky z transketů shrnovače v zakmenění 0,8 a řádkovače v tomtéž zakmenění. Nejméně se liší od jiných kombinací varianta kontrolní plochy v zakmenění 0,6; 0,4 a 0 – Ty jsou výškově velmi podobné jiným variantám. Nejméně se liší od jiných kombinací varianta kontrolní plochy v zakmenění 0,6; 0,4 a 0 – ty jsou výškově velmi podobné jiným variantám.

### 5.3. Charakteristiky jedinců obnovy pro jednotlivé varianty



Obr. 17 Šíře korun jedinců (cm) v závislosti na úpravě půdy a pro jednotlivé varianty zakmenění (0; 0,4; 0,6; 0,8). Rozdílné indexy označují statisticky signifikantní rozdíly mezi variantami přípravy půdy.

Obrázek (Obr. 17) ukazuje výsledky průměrné šíře koruny jedinců v centimetrech v rámci jednotlivých stupňů zakmenění i dle úpravy půdy. Vyčteme z něj, že průměrně největší koruny měli jedinci na kontrole (15 cm). S těsnými rozestupy

následoval řádkovač (11 cm) a shrnovač (10 cm). Jedinci s nejmenšími korunami se nacházeli na plochách s úpravou za pomoci frézy (9 cm). Největší koruny zaznamenáváme na holině (18 cm). Následují sestupně další zakmenění: 0,4 (13 cm), 0,6 (8 cm) a nejmenší koruny nesou jedinci v zakmenění porostu 0,8 (4 cm). Jako nejideálnější kombinace se jeví úprava půdy řádkovačem na holině, kde průměrná šíře koruny dosahuje bezmála 25 cm. Naopak nejmenší koruny nesly jedinci bez úpravy půdy v zakmenění 0,8. Celkově však není patrný konzistentní vliv jednotlivých variant přípravy půdy na šířku korun jedinců obnovy.

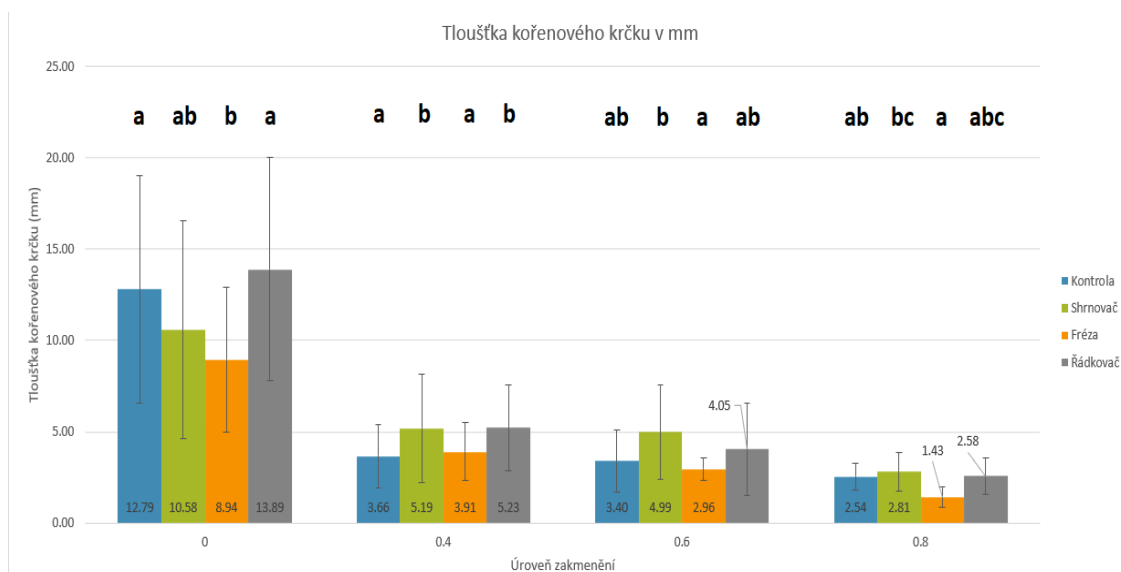
Tab. 3 Tabulka výsledků Kruskal-Wallisova testu hodnot šíře koruny (cm)

Kruskal-Wallis test: H ( 15, N= 2771) =1483,471 p=0.000

Depend.:	F_0	F_4	F_6	F_8	K_0	K_4	K_6	K_8	Ř_0	Ř_4	Ř_6	Ř_8	S_0	S_4	S_6	S_8
A	<b>R:1343.4</b>	R:1635.9	R:956.17	R:871.25	R:2142.7	R:1469.5	R:1596.4	R:437.70	R:2349.5	R:2057.4	R:1067.5	R:535.43	R:2039.1	R:1805.1	R:1262.8	R:683.28
F_0		0.102148	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.029808	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000
F_4	0.102148		1.000000	1.000000	0.000365	1.000000	1.000000	0.117350	0.000000	0.000031	0.000000	0.000000	0.062117	1.000000	0.000117	0.000000
F_6	1.000000	1.000000		1.000000	0.002854	1.000000	1.000000	1.000000	0.000038	0.006003	1.000000	1.000000	0.016269	0.195814	1.000000	1.000000
F_8	1.000000	1.000000	1.000000		0.228684	1.000000	1.000000	1.000000	0.030236	0.392264	1.000000	1.000000	0.546099	1.000000	1.000000	1.000000
K_0	0.000000	0.000365	0.002854	0.228684		0.000360	1.000000	0.000443	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.052668	0.000000	0.000000
K_4	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000360		1.000000	0.721615	0.000000	0.000319	0.129130	0.000000	0.017406	0.651835	1.000000	0.000000
K_6	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000		1.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.059352	1.000000	1.000000	1.000000	0.373634
K_8	1.000000	0.117350	1.000000	1.000000	0.000443	0.721615	1.000000		0.000015	0.000890	1.000000	1.000000	0.001874	0.017399	1.000000	1.000000
Ř_0	0.000000	0.000000	0.000038	0.030236	1.000000	0.000000	1.000000	0.000015		0.012958	0.000000	0.000000	0.658648	0.000000	0.000000	0.000000
Ř_4	0.000000	0.000031	0.006003	0.392264	1.000000	0.000319	1.000000	0.000890	0.012958		0.000000	0.000000	1.000000	0.010235	0.000000	0.000000
Ř_6	0.029808	0.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.129130	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	0.179587	0.000085
Ř_8	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.059352	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	1.000000
S_0	0.000000	0.062117	0.016269	0.546099	1.000000	0.017406	1.000000	0.001874	0.658648	1.000000	0.000000	0.000000		1.000000	0.000000	0.000000
S_4	0.000000	1.000000	0.195814	1.000000	0.052668	0.651835	1.000000	0.017399	0.000000	0.010235	0.000000	0.000000	1.000000		0.000000	0.000000
S_6	1.000000	0.000117	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.179587	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
S_8	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.373634	1.000000	0.000000	0.000000	0.000085	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Poznámka: Platí, že písmeno označuje způsob úpravy půdy (K = kontrola; S = shrnovač klestu; Ř = řádkovač; F = fréza) a číslice označuje úroveň zakmenění mateřského porostu (0 = kontrolní holina; 4 = zakmenění 0,4; 6 = zakmenění 0,6; 8 = zakmenění 0,8).

Třetí tabulka (Tab. 3) zobrazuje výsledky Kruskal-Wallisova testu pro šířky korun (cm) naměřených jedinců. Na rozdíl od předchozích dvou tabulek zde nacházíme 52 % si podobných variant a 48 % statisticky významně odlišných variant – rozvržení odlišnosti je tu téměř poloviční. Za nejodlišnější varianty od ostatních se dá považovat varianta řádkovače v zakmenění 0 a 0,8. Podobné výsledky pozorujeme i u varianty shrnovače v zakmenění 0,8. Naopak varianta kontrolní plochy v zakmenění 6 není odlišná od žádné jiné varianty, tudíž je šíře korun nejprůměrnější ze všech variant.



Obr. 18 Tloušťka kořenového krčku jedinců (mm) v závislosti na úpravě půdy a pro jednotlivé varianty zakmenění (0; 0,4; 0,6; 0,8). Rozdílné indexy označují statisticky signifikantní rozdíly mezi variantami přípravy půdy.

Osmnáctý obrázek (Obr. 18) nese data o průměrné šířce kořenových krčků jedinců na jednotlivých druzích úpravy půdy a v rámci míry zakmenění mateřského porostu. Nejvyšší hodnoty sledujeme na kontrolní ploše (8 cm), přičemž následuje plocha upravena půdní frézou (6 cm). Naopak nejnižší hodnoty jsou evidovány u ploch s úpravou řádkovačem a shrnovačem (zaokrouhleně shodně 5 cm). Podle míry zakmenění nejvyšší hodnotu nalzáme na holoseči (12 cm). S velkým odstupem následují plochy zakmenění 0,4 a 0,6 (zaokrouhleně shodně 5 cm). Nejtenčí kořenové krčky se nachází v zakmenění 0,8 (3 cm). Největší tloušťku kořenového krčku pozorujeme na úpravě půdy řádkovačem na holoseči (13,89 mm) a průměrně nejmenší tloušťku pozorujeme na půdě upravené frézou v zakmenění 0,8 (1,43 mm).

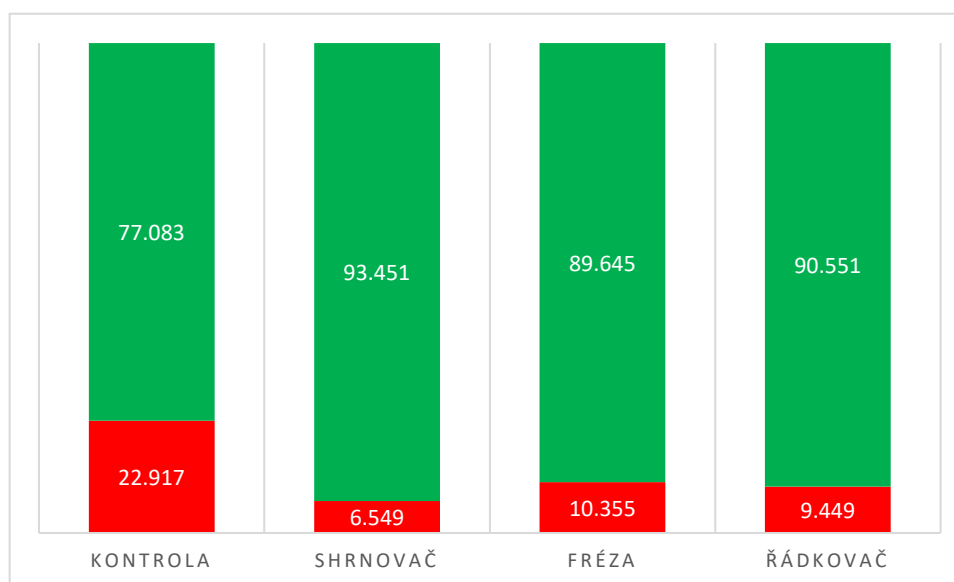
Tab. 4 Tabulka výsledků Kruskal-Wallisova testu hodnot tloušťky kořenového krčku (mm)

Kruskal-Wallis test:  $H(15, N=2713)=1337.636, p=0.000$

Depend.:	F_0	F_4	F_6	F_8	K_0	K_4	K_6	K_8	Ř_0	Ř_4	Ř_6	Ř_8	S_0	S_4	S_6	S_8
A	R:2119.3	R:1151.8	R:807.00	R:135.25	R:2324.5	R:1027.9	R:946.64	R:597.60	R:2411.2	R:1522.1	R:1120.9	R:610.96	R:2134.7	R:1425.8	R:1399.5	R:716.73
F_0		0.000000	0.000113	0.000066	1.000000	0.000000	0.012295	0.002205	0.032259	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000
F_4	0.000000		1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.000588	1.000000	0.000000	0.000000	0.026807	0.126813	0.000606
F_6	0.000113	1.000000		1.000000	0.000004	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.858175	1.000000	1.000000	0.000212	1.000000	1.000000	1.000000
F_8	0.000066	1.000000	1.000000		0.000006	1.000000	1.000000	1.000000	0.000001	0.053298	1.000000	1.000000	0.000084	0.124733	0.158903	1.000000
K_0	1.000000	0.000000	0.000004	0.000006		0.000000	0.000941	0.000202	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000
K_4	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000		1.000000	1.000000	0.000000	0.006665	1.000000	0.046370	0.000000	0.091493	0.216775	1.000000
K_6	0.012295	1.000000	1.000000	1.000000	0.000941	1.000000		1.000000	0.000137	1.000000	1.000000	1.000000	0.015958	1.000000	1.000000	1.000000
K_8	0.002205	1.000000	1.000000	1.000000	0.000202	1.000000	1.000000		0.000037	1.000000	1.000000	1.000000	0.002745	1.000000	1.000000	1.000000
Ř_0	0.032259	0.000000	0.000000	0.000001	1.000000	0.000000	0.000137	0.000037		0.000000	0.000000	0.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000
Ř_4	0.000000	0.000588	0.858175	0.053298	0.000000	0.006665	1.000000	1.000000	0.000000		0.000000	0.000000	0.000001	1.000000	1.000000	0.000000
Ř_6	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000	0.000022	0.000445	0.000162
Ř_8	0.000000	0.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.046370	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000	1.000000
S_0	1.000000	0.000000	0.000212	0.000084	1.000000	0.000000	0.015958	0.002745	1.000000	0.000001	0.000000	0.000000		0.000000	0.000000	0.000000
S_4	0.000000	0.026807	1.000000	0.124733	0.000000	0.091493	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.000022	0.000000	0.000000		1.000000	0.000000
S_6	0.000000	0.126813	1.000000	0.158903	0.000000	0.216775	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	0.000445	0.000000	0.000000	1.000000		0.000000
S_8	0.000000	0.000606	1.000000	1.000000	0.000000	1.000000	1.000000	1.000000	0.000000	0.000000	0.000162	1.000000	0.000000	0.000000	0.000000	

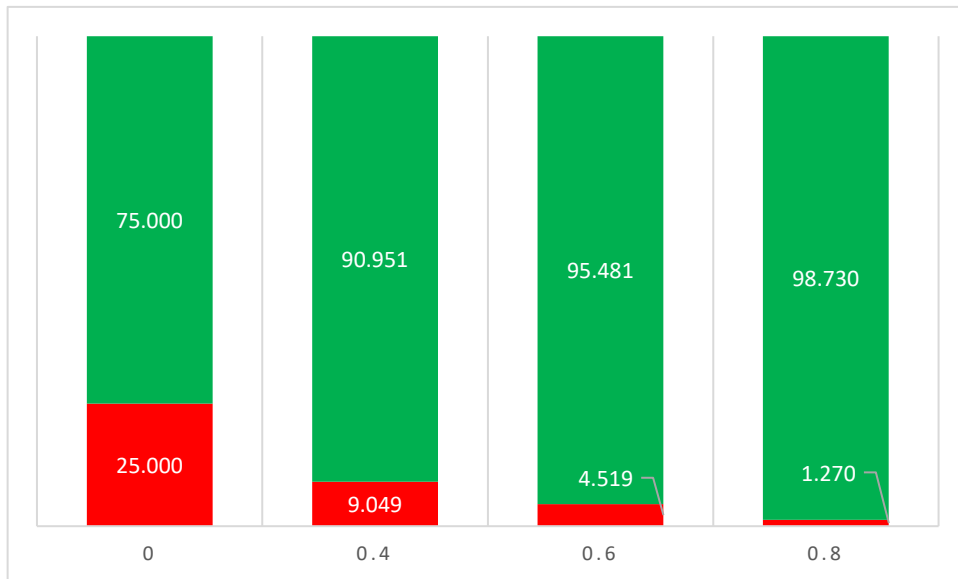
Poznámka: Platí, že písmeno označuje způsob úpravy půdy (K = kontrola; S = shrnovač klestu; Ř = řádkovač; F = fréza) a číslice označuje úroveň zakmenění mateřského porostu (0 = kontrolní holina; 4 = zakmenění 0,4; 6 = zakmenění 0,6; 8 = zakmenění 0,8).

Tabulka (Tab. 4) odkazuje na výsledky Kruskal-Wallisova testu pro hodnoty tloušťek kořenového krčku (mm) měřených jedinců. 45 % kombinací variant zakmenění a úpravy půdy je statisticky podobná dalším variantám, naopak 55 % variant je statisticky významně nepodobná. Podobné rozdělení podobnosti pozorujeme u výsledků šířky koruny (Tab. 3), kdy také dosahuje téměř vyrovnaných hodnot podobnosti. Nejméně podobnou variantu shledáváme jako transekty upravené řádkovačem v zakmenění 0. Statisticky nejvíce podobné s ostatními variantami jsou varianty kontrolní v zakmenění 0,4 a 0,6; případně transekty upraveny půdní frézou v zakmeněních 0,6 a 0,8.



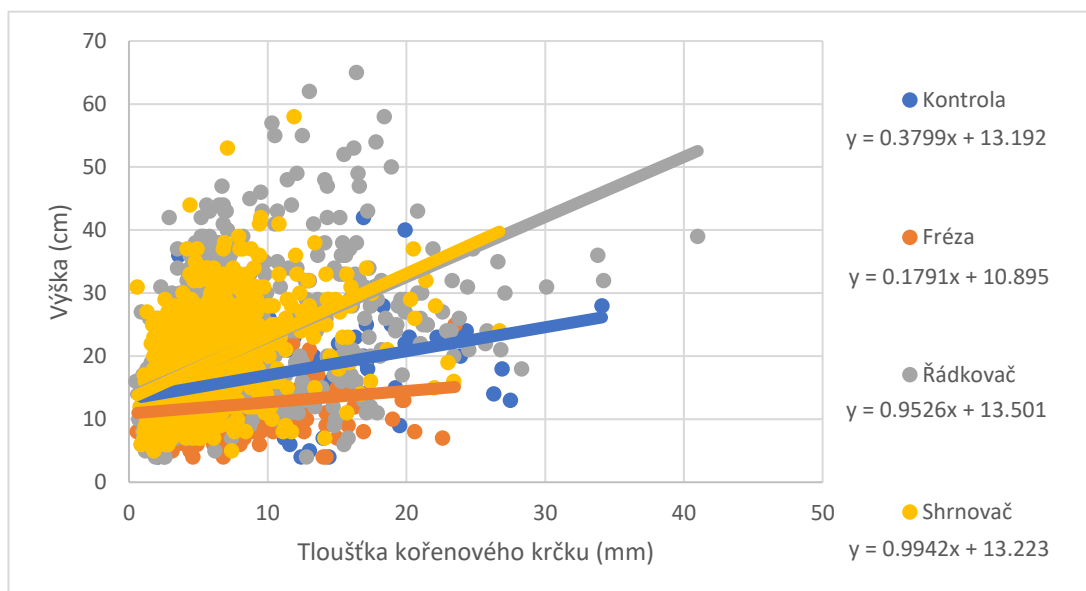
Obr. 19 Poškození jedinců na plochách dle úpravy půdy vyjádřené v %

Sloupcový graf (Obr. 19) ukazuje procentuální poškození jedinců okusem na plochách jednotlivě dle druhu úpravy půdy. Červenou barvou jsou značeni poškození jedinci a zelenou nepoškození. Nejvíce poškozených jedinců nalézáme na kontrolní ploše (23 %), poté na ploše upravené frézou (10 %) a řádkovačem (9 %). Naopak nejméně se jich vyskytuje v ploše shrnovače (7 %).



Obr. 20 Poškození jedinců na plochách v rámci míry zakmenění vyjádřené v %

Tento graf (Obr. 20) nese data o procentuálním podílu poškozených jedinců okusem v rámci jednotlivých stupňů zakmenění mateřského porostu. Červenou barvou jsou značeni poškození jedinci, zelenou naopak nepoškození. Majoritně nejvyšší podíl poškozených jedinců se nachází na holoseči (25 %), následuje s 9 % zakmenění 0,4 a s 5 % zakmenění 0,6. Nejméně poškozených jedinců nalézáme na zakmenění 0,8 (1 %).

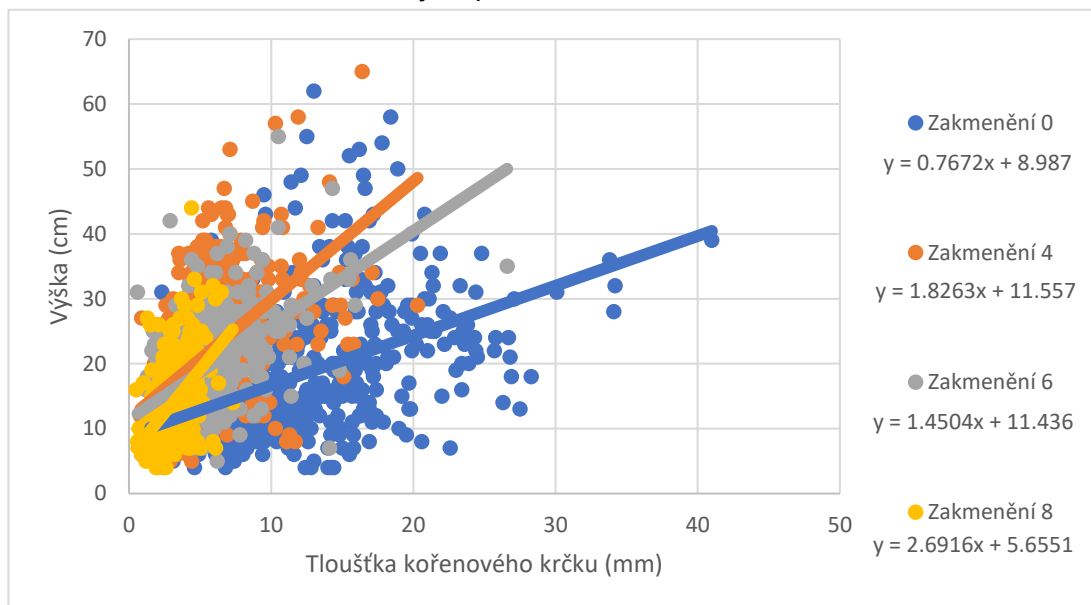


Obr. 21 Vztah mezi výškou a tloušťkou kořenového krčku

Obrázek (Obr. 21) zobrazuje vztah mezi výškou a tloušťkou kořenového krčku dle úpravy půdy. Osa X nese data o tloušťce kořenového krčku (mm) a osa Y výšky (cm). Zároveň jsou do grafu vloženy lineární trendy, které dobře reflektují, jaký je



tento vztah jedinců na jednotlivých druzích úpravy půdy. Nejslabší se jeví jedinci na transektech frézy, kde dosahují malých výšek s poměrně silnými kořenovými krčky. Naopak nejvyšší jedince nacházíme na úpravě půdy řádkovačem a shrnovačem, kde nejlepší výsledek potvrzuje i vcelku silný kořenový krček. Kontrola se kvalitou koeficientu jeví průměrně.



Obr. 22 Vztah mezi výškou a tloušťkou kořenového krčku dle úrovně zakmenění mateřského porostu

Bodový graf (Obr. 22) zobrazuje data o vztahu výšky a tloušťky kořenového krčku v rámci jednotlivých zakmenění mateřského porostu. Na osu X jsou zanesena data o tloušťce kořenového krčku (mm) a na ose Y výšky jedinců (cm). V obrázku jsou také promítnuty lineární trendy, které ukazují samotný štíhlostní koeficient podle zakmenění. Na kontrolních plochách se zakmeněním 0 rostou jedinci s velkou tloušťkou kořenového krčku a poměrně nízkou výškou. Kdežto v zakmenění 4 a 6 dosahují jedinci vysokých výšek, ale poměrně mají nízké hodnoty pro tloušťku kořenového krčku. Výsledek pro zakmenění 8 je lehce abnormální, zde jedinci mají extrémně slabé kořenové krčky v poměru s relativně vysokou výškou, přestože zde došlo k fyzickému naměření nejnižších jedinců.

## 6. Diskuze

Z výsledků je patrné, že přirozená obnova borovice dosahuje vysokých kvantitativních hodnot i dobrých kvalitativních hodnot, když je pěstována pod mateřským rozvolněným porostem v porovnání s růstem na holině. Byla-li půda připravena za pomoci shrnovače či řádkovače, výsledky hektarových počtů jedinců jsou i 10x lepší než na kontrolních transektech. Nejvyšší počty pozorujeme v úrovni zakmenění 0,8 (přes 10 000 jedinců na hektar). Vypěstlost jedinců se nejlépe jeví v zakmeněních s vyšší rozvolněností, přičemž nejlepších výsledků tloušťky kořenového krčku dosahují jedinci na kontrolních plochách, avšak na počet jich není tolik, jako v jiných stupních zakmenění. Nejvyšších hodnot šířky koruny a výšky také pozorujeme převážně v nižších stupních zakmenění, kdy jako nejlepší kombinace vyčnívá nad ostatní úprava půdy řádkovačem.

Podobné výsledky prezentuje i Brichta a kol. (2020), kdy na podobné lokalitě v České republice dosahuje i vyšších počtů jedinců na hektar. Také uvádí, že nejideálnější je zakmenění 0,4 – zde má přirozená obnova nejvyšší hustotu a zároveň jsou jedinci dostatečně vyspělí. Nejideálnější přípravou půdy je podle výzkumu fréza s takřka 22 000 jedinců na hektar. Autor však uvádí, že výsledky mohou být zkreslené vyššími teplotami a výrazným vláhovým deficitem z dat ČHMÚ pro rok 2018 (Brichta a kol. 2020).

Ze studie provedené mezi roky 2006 a 2007 výsledky také potvrzují, že mechanické narušení půdy napomáhá vyšším počtům jedinců přirozené obnovy borovice na přirozených stanovištích. Pro porovnání zde autorka (Aleksandrowicz-Trzcińska 2017) uvádí, že při úpravě frézou nachází na ploše 36 000 jedinců na hektar, což je přibližně 7x více než na lokalitě Mariána III. Musíme brát však v úvahu, že v polské studii se zaobírali inventarizací přirozené obnovy po prvním roce, kdežto na ploše Mariána III probíhala inventarizace na tříletých jedincích. Aleksandrowicz-Trzcińska (2017) dokonce uvádí, že po úpravě půdy orbou či lesním pluhem pozoruje výsledky 121 000 (potažmo 188 000 pro lesní pluh) jedinců na hektar po prvním roce po vyklíčení. Pro porovnání výzkum z Turecka ukazuje, že při zakmenění 0,5 dosahují po 5 letech růstu přirozené obnovy hodnot kolem 7 000 jedinců na hektar (Kara a kol. 2018).

Výzkumy o přínosu zavedení podrostního způsobu hospodaření do praxe nejsou doménou posledních let – již v roce 1989 se ve Finsku zkoumala kvalita přirozeného zmlazení pod mateřským borovým porostem. Byla použita rozdílná metodika, kde se výzkum zaměřil na hustoty jedinců podle vzdálenosti od mateřských stromů, ze kterých pak šlo soudit, že se borovice dobře zmlazuje i v zástínu a mladým jedincům nedostatek slunečního světla příliš nevadí (Kuuluvainen a kol. 1989).

Největších hustot dosahovalo zmlazení kolem 8 m od mateřského stromu, což ale již neplatilo, když se půda před zmlazováním upravila. Při přípravou řádkovačem nebyla nalezena korelace mezi vzdáleností od mateřských stromů a hustotou porostu. Výrazně pozitivní vliv přípravy půdy při obnovování porostu potvrzuje i studie ze Švédska, při které bylo prokazatelně potvrzeno, že skarifikované půdy méně zarůstají buřeny. I jedinci byly výrazně vyspělejší než na kontrolních lokalitách. Počty jedinců byly 2-3x větší na skarifikovaných půdách oproti kontrolním lokalitám i napříč nadmořskou výškou (Karlsson a kol. 2002). Výzkum na lokalitě Mariána III má velmi podobné výsledky jako finská studie (Kuuluvainen a kol. 1989).

Ekologicky zaměřená studie prováděná mezi roky 2014 a 2017 v Číně poukazuje na přirozenou obnovu borovice čínské (*Pinus tabuliformis* Carr.), u které prokazují dobré výsledky obnovy okrajové i pod mateřským porostem. Důležité je poukázat na velkou fotosyntetickou kapacitu, vysokou transpirační rychlost a vysoký obsah vody ve vyšších částech půdního profilu na lokalitách pod mateřským porostem oproti kontrolní variantě. Nejen že se tedy borovice dobře zmlazuje pod mateřským porostem, ale má i dobré ekologické výsledky pro ekotop (Sun a kol. 2022).

Franka Huth a kol. (2022) založila v Německu studii, která se velmi podobá výzkumu na plochách Mariána, kde byly zkoumány druhy skarifikace půdy při přirozené obnově borových porostů. Výsledky prokazují, že pěstování borovice pod rozvolněným mateřským porostem přináší dostatečné počty jedinců na hektar (více než 5000 ind/ha) pro růst stabilního zakmeněného porostu, což koreluje nejen s výsledky z lokality Mariána III, ale také s výsledky další studie na stejné lokalitě (Brichta a kol. 2020). Podle vyhlášky 456/2021 Sb. je povinností při zalesňování umělou obnovou dodržet 8000 sazenic na hektar, což přirozená obnova pod clonnými sečemi dle výzkumů většinou dosahuje (Mze 2021). Největším problémem při obnově pod mateřským porostem se jeví nerovnoměrné

uspořádání semenáčků. Díky vlivu mateřských stromů (ne v ranné fázi růstu, ale po přibližně 5 letech od vysemenění), mikrostanovišť a případné vegetační konkurenci je nárost nerovnoměrně rozmístěný po obnovované ploše. Při dobrém managementu prostorového rozložení a umožnění maloplošné obnovy dalších druhů dřevin mohou po úpravě půdy vznikat vysoce ekologicky i produkčně kvalitní porosty (Huth a kol. 2022).

## 7. Závěr

Tématem bakalářské práce byla inventarizace přirozené obnovy borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) na přirozených borových stanovištích CHS 13 nedaleko obce Doksy, která proběhla po první fázi clonné seče. Sbírala se data o velikosti jedinců, šířkách korun, tloušťce kořenového krčku a monitorovalo se i poškození zvěří. Z naměřených dat se došlo pomocí výpočtů k datům o hustotě obnovy, ke štíhlostnímu koeficientu i o vzájemné signifikantní podobnosti mezi kategoriemi. Těch bylo na výzkumné ploše Mariána III celkem 16, kdy se jednalo o kombinaci rozvolnění mateřského porostu (holina, zakmenění 0,4; 0,6; 0,8) a druh přípravy půdy (kontrolní plocha, řádkovač, shrnovač klestu a lesní fréza). Terénní práce probíhaly před začátkem vegetačního období roku 2022.

Po změření dat na ploše 3 roky po vysemenění mateřského porostu a zpracování těchto dat lze konstatovat, že nejvyšší počty jedinců pozorujeme na plochách meliorizovaných řádkovačem v zakmenění 0,8 – bylo zde naměřeno 10 638 ind/ha. Kvantitativně dobře se jeví transeky upravené shrnovačem klestu v zakmenění 0,8, kde se naměřilo 10 275 ind/ha. Při porovnání všech druhů úprav půdy prokazuje nejvyšší počty jedinců právě shrnovač klestu; u zakmenění se jedná o variantu 0,8. Kvalita jedinců se dá posoudit podle jejich výšek, tlouštěk kořenového krčku a šířek korun, kdy u poslední jmenované zaznamenáváme nejlepší výsledky pro transeky řádkovače na holině (24,99 cm) a u řádkovače v zakmenění 0,4 (16,21 cm). Obecně se dá říci, že koruny byly napříč variantami přípravy půdy podobně mocné, záleželo na rozvolnění porostu, kde nejužší jedinci rostou v zakmenění 0,8. Podobné výsledky o kvalitě má i tloušťka kořenového krčku, kde nejsilnější nalézáme na holině upravené řádkovačem (13,89 mm). Obecně jsou krčky nejširší na holině a půdách upravených shrnovačem a řádkovačem. Signifikantní jsou data o výškách jedinců, kde nejvyšší pozorujeme na půdách upravených řádkovačem na holině (21,53 cm) a v zakmenění 0,4 (20,24). Výšky jsou velmi podobné v zakmeněních 0; 0,4 a 0,6, avšak musíme přihlídnout k tomu, že toto neplatí pro půdy upravené frézou, kde jsou jedinci výrazně nižší. Tomu odpovídá i vypočítaný štíhlostní koeficient, kdy se jako kvalitativně nejlépe zdají být jedinci v zakmenění 0,4 a 0,6 na půdách upravených řádkovačem a shrnovačem klestu.

Mluvíme-li o škodách způsobených zvěří na jedincích z přirozené obnovy, tak nejvyšší škody byly monitorovány na holině, kde dosahovali 25 %, naopak nejmenší škody pozorujeme v zakmenění 0,8, kde bylo poškozeno jen 1,27 % jedinců. V rámci přípravy půdy byly výsledky více vyrovnané, avšak opět se pro zvěř jeví nejvíce atraktivní kontrolní plocha (22,92 % poškozených jedinců) a nejméně metoda úpravy půdy shrnovačem (6,55 %).

Na základě monitoringu a zpracování dat lze konstatovat, že u přirozené obnovy borových porostů záleží na zakmenění mateřského porostu a druhu přípravy půdy. Úplně nejideálnější z hlediska kvality i kvantity jedinců považujeme kombinaci zakmenění 0,4 a shrnovače. Velmi dobré výsledky pozorujeme i v transektech s kombinací zakmenění 0,4 a řádkovače nebo v kombinaci zakmenění 0,6 a shrnovače klestu. V budoucnu se dá doporučit praktikovat přirozenou obnovu při clonné seči v přirozených borových porostech, kdy pozorujeme dobré kvality a kvantitu jedinců, ale také zachování všech ekologických služeb lesa a snížení finančních nákladů na obnovu hospodářských porostů.

## 8. Seznam literatury a použitých zdrojů

ALEKSANDROWICZ-TRZCIŃSKA, Marta, Stanisław DROZDOWSKI, Bogdan BRZEZIECKI, Paulina RUTKOWSKA a Barbara JABŁOŃSKA. Effects of different methods of site preparation on natural regeneration of *Pinus sylvestris* in Eastern Poland. *Dendrobiology* [online]. 2013, 73-81 [cit. 2023-04-01]. ISSN 16411307. Dostupné z: doi:10.12657/denbio.071.007

ALEKSANDROWICZ-TRZCIŃSKA, Marta, Stanisław DROZDOWSKI, Zbigniew WOŁCZYK, Kamil BIELAK a Henryk ŻYBURA. Effects of Reforestation and Site Preparation Methods on Early Growth and Survival of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in South-Eastern Poland. *Forests* [online]. 2017, 8(11) [cit. 2023-04-01]. ISSN 1999-4907. Dostupné z: doi:10.3390/f8110421

BÍLEK, L., S. VACEK, Z. VACEK, J. REMEŠ, J. KRÁL, D. BULUŠEK a J. GALLO. How close to nature is close-to-nature pine silviculture?. *Journal of Forest Science* [online]. 2016, 62(1), 24-34 [cit. 2023-04-01]. ISSN 12124834. Dostupné z: doi:10.17221/98/2015-JFS

BRICHTA, Jakub, Lukáš BÍLEK, Rostislav LINDA a Jan VÍTÁMVÁS. Does shelterwood regeneration on natural Scots pine sites under changing environmental conditions represent a viable alternative to traditional clear-cut management?. *Central European Forestry Journal* [online]. 2020, 66(2), 104-115 [cit. 2023-04-01]. ISSN 0323-1046. Dostupné z: doi:10.2478/forj-2020-0014

BUSINSKÝ, Roman a Jiří VELEBIL. Borovice v České republice: výsledky dlouhodobého hodnocení rodu *Pinus* L. v kultuře v České republice = Pines in the Czech Republic : results from the long-term evaluation of the genus *Pinus* L. cultivated in the Czech Republic. Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, 2011. ISBN 978-80-85116-90-8.

CZEREPKO, Janusz. Development of vegetation in managed Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) stands in an oak–lime–hornbeam forest habitat. *Forest Ecology and Management* [online]. 2004, 202(1-3), 119-130 [cit. 2023-04-01]. ISSN 03781127. Dostupné z: doi:10.1016/j.foreco.2004.07.033

ČÁP, Jiří, Martin FULÍN, Petr NOVOTNÝ, et al. Genetická charakterizace významných regionálních populací borovice lesní v České republice: specializovaná mapa s odborným obsahem. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2016. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-7417-132-1.

DRAŠTÍK, Pavel, Martin POLÍVKA, Jiří MATĚJÍČEK, et al. Český a moravský les: jeho počátky, současný stav a výhled do budoucnosti. Ilustroval Dominika LIZOŇOVÁ, ilustroval Jiří SVOBODA. Praha: Dokořán, 2022. ISBN 978-80-7675-041-8.

GAYER, Karl Johann. Der Waldbau. München: 1880.

GIAGLI, Kyriaki, Jan BAAR, Marek FAJSTAVR, Vladimír GRÝC a Hanuš VAVRČÍK. Tree-ring width and Variation of Wood Density in *Fraxinus excelsior* L. and *Quercus robur* L. Growing in Floodplain Forests. *BioResources* [online]. 2017, 13(1), 804-819 [cit. 2023-04-01]. ISSN 1930-2126. Dostupné z: doi:10.15376/biores.13.1.804-819

HECKER, U.. Zur Biologie der Kiefernzapfen. *Mitt. Dtsch. Dendrol. Ges.*. 1991. ISBN 3-8001-8313-7

HUTH, Franka, Alexandra WEHNERT a Sven WAGNER. Natural Regeneration of Scots Pine Requires the Application of Silvicultural Treatments such as Overstorey Density Regulation and Soil Preparation. *Forests* [online]. 2022, 13(6) [cit. 2023-04-01]. ISSN 1999-4907. Dostupné z: doi:10.3390/f13060817

KACÁLEK, Dušan, Oldřich MAUER, Vilém PODRÁZSKÝ, et al. Meliorační a zpevňující funkce lesních dřevin: Soil improving and stabilising functions of forest trees. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2017. ISBN isbn978-80-7458-102-1.

KARA, Ferhat a Osman TOPAÇOĞLU. Influence of stand density and canopy structure on the germination and growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings. *Environmental Monitoring and Assessment* [online]. 2018, 190(12) [cit. 2023-04-01]. ISSN 0167-6369. Dostupné z: doi:10.1007/s10661-018-7129-x

KARLSSON, Matts, Urban NILSSON a Göran ÖRLANDER. Natural Regeneration in Clear-cuts: Effects of Scarification, Slash Removal and Clear-cut Age. *Scandinavian Journal of Forest Research* [online]. 2010, 17(2), 131-138 [cit. 2023-04-01]. ISSN 0282-7581. Dostupné z: doi:10.1080/028275802753626773



KOBLÍŽEK, Jaroslav. Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků. 2., rozš. vyd. Tišnov: Sursum, 2006. ISBN 80–7323–117–4.

KONŠEL, Josef. Stručný nástin tvorby a pěstění lesů v biologickém ponětí. Vyd. 1. Písek: Matice lesnická, 1931.

KREMER, Bruno P. Stromy: v Evropě zdomácnělé a zavedené druhy. Ilustroval Hans HELD. Praha: Knižní klub, 1995. Průvodce přírodou (Knižní klub). ISBN 80–7176–184–2.

KUULUVAINEN, Timo a Timo PUKKALA. Effect of Scots pine seed trees on the density of ground vegetation and tree seedlings. *Silva Fennica* [online]. 1989, 23(2) [cit. 2023-04-01]. ISSN 22424075. Dostupné z: doi:10.14214/sf.a15536

LEIBUNDGUT, Hansjürg. Grundzüge der Schweizerischen Waldbaulehre. Fordtwiss: Cbl, 1949.

MERLIN, Morgane, Thomas PEROT, Sandrine PERRET, Nathalie KORBOULEWSKY a Patrick VALLET. Effects of stand composition and tree size on resistance and resilience to drought in sessile oak and Scots pine. *Forest Ecology and Management* [online]. 2015, 339, 22-33 [cit. 2023-04-01]. ISSN 03781127. Dostupné z: doi:10.1016/j.foreco.2014.11.032

MONTERO, G, I CAÑELLAS, C ORTEGA a M DEL RIO. Results from a thinning experiment in a Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) natural regeneration stand in the Sistema Ibérico Mountain Range (Spain). *Forest Ecology and Management* [online]. 2001, 145(1-2), 151-161 [cit. 2023-04-01]. ISSN 03781127. Dostupné z: doi:10.1016/S0378-1127(00)00582-X

MUSIL, Ivan, Jan HAMERNÍK a Gabriela LEUGNEROVÁ. Lesnická dendrologie 1: jehličnaté dřeviny : přehled nahosemenných (i výtrusných) dřevin. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2002. ISBN 80-213-0992-x.

MUSIL, Ivan a Jan HAMERNÍK. Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin : lesnická dendrologie 1. Praha: Academia, 2007. ISBN 978–80–200–1567–9.

NÁROVEC, Václav, Stanislav ŠTĚNIČKA. Mimosezónní růst výhonů borovice lesní a růstové deformace sazenic v kulturách. [Off-season growth of the Scotch pine shoots and growth deformation of the plants in the plantations]. [online], 1991 Lesnická práce, 70, 1991, č. 9, s. 268 - 271.

NOVÁK, Jiří, Marian SOLDIČÁK, David DUŠEK, Dušan Kacálek. Long-term effect of thinning from above on forest-floor in Scots pine stands in Southern Moravia (Czech Republic). [online], 2010. [cit. 2023-04-01 ] Austrian Journal of Forest Science. 127. 97-110.

NOVÁK, Jiří. Sněhová kalamita v borovém hospodářství 2010: sborník přednášek odborného semináře : Albrechtice nad Orlicí 5.3.2010. Opočno: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Výzkumná stanice Opočno, 2010. ISBN 978-80-7417-028-7.

PEŘINA, Vladimír, Zdeněk KADLUS a Václav JIRKOVSKÝ. Přirozená obnova lesních porostů I. Praha: SZN. 1964.

PLEVA, Jozef. Lesnícka botanika, II. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, 1962.

PLÍVA, Karel. 2000. Trvale udržitelné obhospodařování lesů podle souborů lesních typů. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 2000.

POLANSKÝ, Bohuslav. Pěstění lesů. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1955.

POLENO, Zdeněk, Stanislav VACEK a Vilém PODRÁZSKÝ. Pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009. ISBN 978-80-87154-34-2..

POLOMSKI, Janina, Nino KUHN. Wurzelsysteme. Bern, 1998. ISBN 978-32-58059-02-0.

ROSZKOVÁ, Alena. Palynologie vybraných kvartérních lokalit Krkonošského národního parku. Brno, 2006. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta. Masarykova univerzita. Vedoucí práce Nela DOLÁKOVÁ.

SCHIELER, Karl. Methode der Zuwachsberechnung der Österreichischen Waldinventur. Dissertation, Universität für Bodenkultur, Wien, 1997.

SHARMA, Ram P., Lukáš BÍLEK, Zdeněk VACEK a Stanislav VACEK. Modelling crown width–diameter relationship for Scots pine in the central Europe. *Trees* [online]. 2017, 31(6), 1875-1889 [cit. 2023-04-01]. ISSN 0931-1890. Dostupné z: doi:10.1007/s00468-017-1593-8

SMOLANDER, Aino, Anna SAARSALMI a Pekka TAMMINEN. Response of soil nutrient content, organic matter characteristics and growth of pine and spruce seedlings to logging residues. *Forest Ecology and Management* [online]. 2015, 357, 117-125 [cit. 2023-04-01]. ISSN 03781127. Dostupné z: doi:10.1016/j.foreco.2015.07.019

SLODIČÁK, Marian, Jiří NOVÁK a David DUŠEK. *Výchova porostů borovice lesní: certifikovaná metodika*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2013. Lesnický průvodce. ISBN 978-80-7417-069-0.

SUN, Yunxia, Jian FENG, Huilin GAO, et al. Effect of strip clear-cutting on the natural regeneration of *Pinus tabuliformis* plantations in northeastern China. *PeerJ* [online]. 2022, 10 [cit. 2023-04-01]. ISSN 2167-8359. Dostupné z: doi:10.7717/peerj.13341

SVOBODA, Pravdomil. *Lesní dřeviny a jejich porosty. Část 1*. SZN, Praha, 1953.

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

THOMASIUS, H. Prinzipien eines ökologisch orientierten Waldbaus. *Forstwissenschaftliches Centralblatt* [online]. 1992, 111(1), 141-155 [cit. 2023-04-01]. ISSN 0015-8003. Dostupné z: doi:10.1007/BF02741667

ÚRADNÍČEK, Luboš a Jindřich CHMELÁŘ. *Dendrologie lesnická*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1995. ISBN 80–7157–162–8.

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

VACEK, Stanislav, Zdeněk VACEK, Jiří REMEŠ, et al. Sensitivity of unmanaged relict pine forest in the Czech Republic to climate change and air pollution. *Trees* [online]. 2017, 31(5), 1599-1617 [cit. 2023-04-01]. ISSN 0931-1890. Dostupné z: doi:10.1007/s00468-017-1572-0

WEHRMANN, J. Köstler, J. N., Brückner, E. und Bibelriether, H: Die Wurzeln der Waldbäume. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin 1968. 284 Seiten, 135 Abbildungen und 20 Tabellen. Kunstdruckpapier, Ganzleinen, DM 64,—. Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde [online]. 1968, 120(2), 140-141 [cit. 2023-04-01]. ISSN 0044-3263. Dostupné z: doi:10.1002/jpln.19681200210

WITTICH, Walter. Die heutigen Grundlagen der Holzartenwahl, Scharpen Verlag,. Hannover: Verlag M. & H. Schaper, 1948.

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

### **Webové stránky:**

Blaničtí rytíři. Lesní poklady Blanických rytířů. [online] Vlašim: © 2023 [cit. 2022-11-22]. Dostupné z WWW: <<http://lesnipoklady.blanicti-rytiri.cz/cs/podmacene-a-kulturni-smrciny>>

BSSHOP. Zemědělské potřeby M+S s.r.o.. [online] České Budějovice. © 2023 [cit. 2022-11-24]. Dostupné z WWW: <<https://www.eshop-zemedelske-potreby.cz/>>

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 Sbíрка zákonů České republiky. 2018, částka 149/218, 5050 s. 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 Sbíрка zákonů České republiky. 1995, částka 76/1995. 3946 s. Dostupné také z WWW: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-289>>

Česká republika, Ministerstvo zemědělství. Zákon č. 166/1960 Sb., ze dne 28.11.1960, o lesích a lesním hospodářství (lesní zákon). In Sbíрка zákonů České republiky. 1960, částka 72/1960. Dostupné také z WWW: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1960-166/zneni-19610101>>

Česká republika, Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 456/2021 Sb. ze dne 10.12.2021, o podrobnostech přenosu reprodukčního materiálu lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnostech o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění

funkcí lesa. In Sbírka zákonů České republiky. 2021, částka 28/1996, 5051 s. Dostupné také z WWW: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-456>>

Česká republika, Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 83/1996 Sb. ze dne 19.4.1996, o zpracování oblastních plánů rozvoje lesů a o vymezení hospodářských souborů. In Sbírka zákonů České republiky. 1996, částka 28/1996, 434 s. Dostupné také z WWW: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1996-83>>

EUFORGEN. Genetic diversity is the basis of resilience [online]. Bonn, Germany: European Forest Genetic Resources Programme, © 2020 [cit. 2022–02–11]. Dostupné z WWW: <http://www.euforgen.org/species/pinus-sylvestris/>

Ing. Josef Lenoč, Ph.D.. Dějiny lesního hospodářství a dřevozpracujícího průmyslu. Učební text. [online] Brno: Mendelova univerzita v Brně Lesnická a dřevařská fakulta. © 2014 [cit. 2023–01–06] Dostupné z WWW: <[https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/skripta/Dejiny\\_lesniho\\_hospodarstvi\\_a\\_drevozpracujiciho\\_prumyslu\\_2014\\_03\\_31.pdf](https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/skripta/Dejiny_lesniho_hospodarstvi_a_drevozpracujiciho_prumyslu_2014_03_31.pdf)>

Ing. Kovář Karel a kol.. Učební texty z předmětu Pěstování lesů. [online] Písek: Vyšší odborná škola lesnická a Střední lesnická škola Bedřicha Schwarzenberga Písek © 2013 [cit. 2023–02–10] Dostupné z WWW: <<https://www.clatrutnov.cz/>>

Ing. Martin Černý, CSc. a kol.. Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, buk, dub). [online] Jílové u Prahy © 1996 [cit. 2022–12–05] Dostupné z WWW: <<https://hul.mendelu.cz/>>

Kolektiv autorů KLTZD. LESNICKÁMECHANIZACEČÁST III.Mechanizační prostředky lesnické[ popisy konstrukce a funkce ]. [online] Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze Fakulta lesnická © 1999 [cit. 2023–01–07] Dostupné z WWW: <<https://docplayer.cz/25712664-L-e-s-n-i-c-k-a-m-e-c-h-a-n-i-z-a-c-e.html>>

Mgr. Jan Divíšek a kol.. Biogeografie. [online] Brno: © 2010 [cit. 2022– 09–10]. Dostupné z WWW:

<[https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Z0005/18118868/index\\_Pin\\_syl.html](https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/Z0005/18118868/index_Pin_syl.html)>

Ministerstvo zemědělství. eAGRI. [online] Praha: © 2009-2023 [cit. 2022– 08–10]. Dostupné z WWW:

<[https://eagri.cz/public/web/file/688968/Zprava\\_o\\_stavu\\_lesa\\_2020\\_web.pdf](https://eagri.cz/public/web/file/688968/Zprava_o_stavu_lesa_2020_web.pdf)>

MZLU Brno. Borovice lesní – Pinus sylvestris L. [online]. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta. Pěstování lesa. © 2019 [cit. 2022–11–07]. Dostupné - 63 - z WWW: <<https://mendelu.cz/>>

Prof. Ing. Jaroslav Simon, CSc a kol.. Hospodářská úprava lesů (vybrané části) [online] Brno: Mendelova univerzita v Brně Lesnická a dřevařská fakulta. © 2014 [cit. 2023–01–13] Dostupné z WWW: <[https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/skripta/Hospodarska\\_uprava\\_lesa\\_skript\\_a.pdf](https://akela.mendelu.cz/~xcepl/inobio/skripta/Hospodarska_uprava_lesa_skript_a.pdf)>

Seznam. Mapy.cz. [online] Praha © 2023 [cit. 2022– 11–30] Dostupné z WWW: <<https://mapy.cz/turisticka?x=14.7220023&y=50.5663427&z=14&base=ophoto>>

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem. UHUL. [online] Brandýs nad Labem © 2023 [cit. 2022– 11–30] Dostupné z WWW: <<https://www.uhul.cz/nase-cinnost/prirodni-lesni-oblast-c-18-severoceska-piskovcova-plosina-a-cesky-raj/>>

UZPL. Pěstování lesa Doplnkový učební text. [online] Brno: © 2001 [cit. 2022–11–22]. Dostupné z WWW: <[https://rumex.mendelu.cz/uzpl/pestovani\\_v\\_heslech/index.html](https://rumex.mendelu.cz/uzpl/pestovani_v_heslech/index.html)>

WIKIMEDIA FOUNDATION. Wikipedia. [online] San Francisco: © 2001-2023 [cit. 2022– 09–10]. Dostupné z WWW: <[https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Pinus\\_sylvestris\\_range-01.png](https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Pinus_sylvestris_range-01.png)>

## 9. Seznam obrázků a tabulek

Obr. 1: Mapa přirozeného rozšíření borovice lesní. (zelené podbarvení – oblast přirozeného rozšíření) (Agnieszka Kwiecień, 2007). .....	16
Obr. 2: Rozšíření borovice lesní na území České republiky (Biogeografie Multimediální výuková příručka, 2010). .....	17
Obr. 3 Schéma holoseče s ponechanými výstavky (lesnipoklady.blanicti-rytiri.cz 2022) .....	35
Obr. 4 Schéma zakládání clonné seče (rumex.mendelu.cz 2001).....	41
Obr. 5 Ortofoto mapa lokality Mariána III označená červenou barvou ( <a href="https://mapy.cz/turisticka?x=14.7220023&amp;y=50.5663427&amp;z=14&amp;base=ophoto">https://mapy.cz/turisticka?x=14.7220023&amp;y=50.5663427&amp;z=14&amp;base=ophoto</a> 2022) .....	50
Obr. 6 Měření výšky jedince na kontrolní lokalitě (Ryšavý 2022) .....	51
Obr. 7 Měření tloušťky krčku za pomoci posuvného měřítka (Brichta 2022) .....	52
Obr. 8 Vytyčený transekt pomocí kolíků a provázku na místě s úpravou půdy shrnovačem klestu (Brož 2022) .....	52
Obr. 9 Schéma plochy Mariána III s nákresem jednotlivých polí, přičemž v každém se nachází dva měřící transekty (Brož 2022).....	53
Obr. 10 Zapisování dat do záznamového archu souběžně s měřením jedinců na lokalitě se zakmeněním 0 (Brichta 2022) .....	54
Obr. 11 Histogram rozdělení dat počtů jedinců ve čtverci přepočteno na ha.....	55
Obr. 12 Histogram rozdělení dat celkové výšek jedinců (cm).....	56
Obr. 13 Histogram rozdělení dat šířky koruny jedinců (cm).....	56
Obr. 14 Histogram rozdělení dat tloušťky kořenového krčku (mm).....	57
Obr. 15 Počty jedinců na ha v závislosti na úpravě půdy a pro jednotlivé varianty zakmenění (0; 0,4; 0,6; 0,8). Rozdílné indexy označují statisticky signifikantní rozdíly mezi variantami přípravy půdy.....	57
Obr. 16 Celková výška jedinců vyjádřená (cm) v závislosti na úpravě půdy a pro jednotlivé varianty zakmenění (0; 0,4; 0,6; 0,8). Rozdílné indexy označují statisticky signifikantní rozdíly mezi variantami přípravy půdy.....	59
Obr. 17 Šíře korun jedinců (cm) v závislosti na úpravě půdy a pro jednotlivé varianty zakmenění (0; 0,4; 0,6; 0,8). Rozdílné indexy označují statisticky signifikantní rozdíly mezi variantami přípravy půdy. ....	60
Obr. 18 Tloušťka kořenového krčku jedinců (mm) v závislosti na úpravě půdy a pro jednotlivé varianty zakmenění (0; 0,4; 0,6; 0,8). Rozdílné indexy označují statisticky signifikantní rozdíly mezi variantami přípravy půdy.....	62
Obr. 19 Poškození jedinců na plochách dle úpravy půdy vyjádřené v %.....	63
Obr. 20 Poškození jedinců na plochách v rámci míry zakmenění vyjádřené v %64	

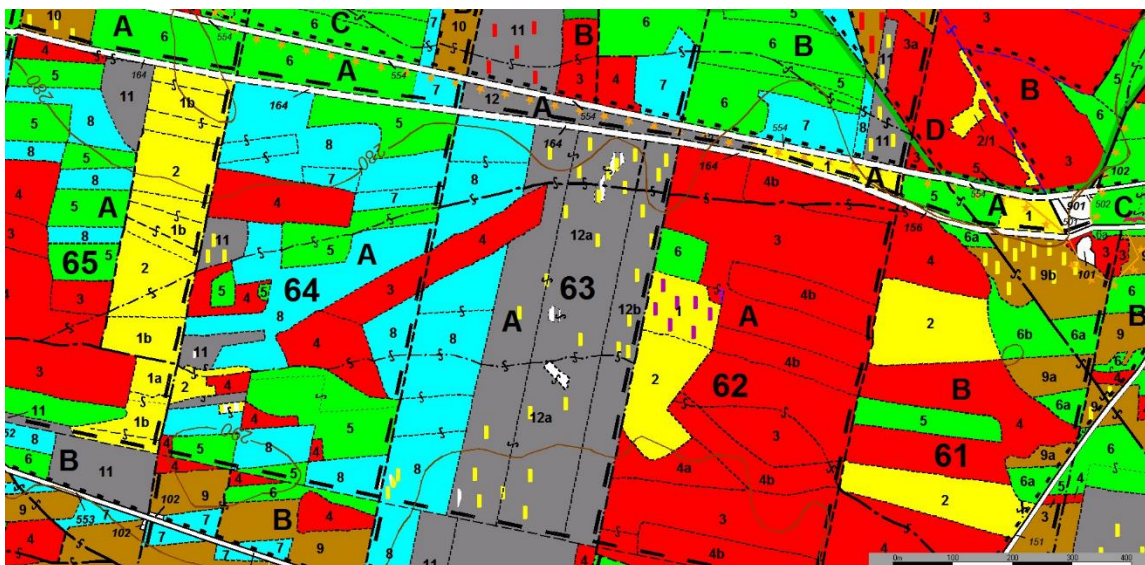
Tab. 1 Tabulka výsledků Kruskal-Wallisova testu počtů jedinců ve čtvercích přepočteno na ha.....	58
Tab. 2 Tabulka výsledků Kruskal-Wallisova testu výšek jedinců (cm) .....	59
Tab. 3 Tabulka výsledků Kruskal-Wallisova testu hodnot šíře koruny (cm) .....	61
Tab. 4 Tabulka výsledků Kruskal-Wallisova testu hodnot tloušťky kořenového krčku (mm).....	62



## 10. Seznam příloh

Příloha 1 Porostní mapa lokality Mariána III (63A12a; 63B12b) a blízkého okolí (Brož 2023 upraveno) .....	82
Příloha 2 Výpis z hospodářské knihy VLS divize Mimoň pro porost 63A12a (Brož 2023 upraveno) .....	82
Příloha 3 Výpis z hospodářské knihy VLS divize Mimoň pro porost 63A12b (Brož 2023 upraveno) .....	82
Příloha 4 Plocha se zakmeněním 0 (holina) na lokalitě Mariána III (Brož 2022) ..	83
Příloha 5 Jedinci borovice lesní (Pinus sylvestris L.) na holině (Brož 2022) .....	83
Příloha 6 Inventarizace přirozené obnovy borovice (Brož 2022) .....	84
Příloha 7 Poškození obnovy zvěří (Brož 2022) .....	84
Příloha 8 Měření výšky a tloušťky kořenového krčku (Brož 2022) .....	85
Příloha 9 Měření vzdáleností přeslenů (Brichta 2022).....	85
Příloha 10 Pomůcky pro měření (Brichta 2022) .....	86
Příloha 11 Inventarizace přirozené obnovy borovice v borůvčí (Vaccinium myrtillus L.) (Brichta 2022) .....	86

## 11. Přílohy



Příloha 1 Porostní mapa lokality Mariána III (63A12a; 63B12b) a blízkého okolí (Brož 2023 upraveno)

Porostní skupina:	<b>12a</b>	Plocha por. sk.:	<b>12,6</b>	Les. typ:		LVS:		ORP:	<b>5101 - Česká Lípa</b>	Ter. typ:		Název KU:	<b>Bezděz</b>							
Popis por. sk.:	<b>Kmenovina, všestranně diferencovaná (19-25m), nepravidelně rozvolněného zápoje s výskytem zmlazení BO. DTO: TO vev 2 čásetech na HS 133.</b>																			
Etáž:	<b>12</b>	Parc. plocha etáže:		Skut. plocha	<b>12,6</b>	Hosp. soubor:		Věk:	<b>11</b>	Zakmenění:		Model. těž.:		Obmýtlí / obn. doba:	<b>130 /</b>	Mel. a zpev. dřev.:				
BO	95	29	22	0,59	22	5	C		0	253	3182		0	923			BO	90	3.29	
BKS	5	24	18	0,34	18	7	C		0	10	125		0	36			BR	5	0.18	
																	DB	5	0.18	
<b>Celkem</b>	<b>100</b>									<b>263</b>	<b>3307</b>		<b>0</b>	<b>3,65</b>	<b>959</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>3.65</b>

Příloha 2 Výpis z hospodářské knihy VLS divize Mimoň pro porost 63A12a (Brož 2023 upraveno)

Porostní skupina:	<b>12b</b>	Plocha por. sk.:	<b>3,86</b>	Les. typ:		LVS:		ORP:	<b>5101 - Česká Lípa</b>	Ter. typ:		Název KU:	<b>Bezděz</b>							
Popis por. sk.:	<b>Kmenovina, dosti tloušťkově i výškově diferencovaná (21-26m), nepravidelného zápoje s výskytem zmlazení BO, SM DTO: Dle HS 133.</b>																			
Etáž:	<b>12</b>	Parc. plocha etáže:		Skut. plocha	<b>3,86</b>	Hosp. soubor:		Věk:	<b>11</b>	Zakmenění:		Model. těž.:		Obmýtlí / obn. doba:	<b>130 /</b>	Mel. a zpev. dřev.:				
BO	100	30	24	0,68	24	4	C		0	300	1158		0	543			BO	90	1.63	
																	BR	5	0.09	
																	DB	5	0.09	
<b>Celkem</b>	<b>100</b>									<b>300</b>	<b>1158</b>		<b>0</b>	<b>1,81</b>	<b>543</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>100</b>	<b>1.81</b>

Příloha 3 Výpis z hospodářské knihy VLS divize Mimoň pro porost 63A12b (Brož 2023 upraveno)



*Příloha 4 Plocha se zakmeněním 0 (holina) na lokalitě Mariána III (Brož 2022)*



*Příloha 5 Jedinci borovice lesní (Pinus sylvestris L.) na holině (Brož 2022)*



*Příloha 6 Inventarizace přirozené obnovy borovice (Brož 2022)*



*Příloha 7 Poškození obnovy zvěří (Brož 2022)*



*Příloha 8 Měření výšky a tloušťky kořenového krčku (Brož 2022)*



*Příloha 9 Měření vzdáleností přeslenů (Brichta 2022)*



*Příloha 10 Pomůcky pro měření (Brichta 2022)*



*Příloha 11 Inventarizace přirozené obnovy borovice v borůvčí (*Vaccinium myrtillus L.*) (Brichta 2022)*