

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Prosperita obnovy borovice lesní ve vztahu k hustotě  
mateřského porostu a technologii přípravy půdy na přirozených  
borových stanovištích**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor práce: Bc. Marek Štancík

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

2022

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Marek Štancík

Lesní inženýrství

Lesní inženýrství

Název práce

**Prosperita obnovy borovice lesní ve vztahu k hustotě mateřského porostu a technologii přípravy půdy na přirozených borových stanovištích**

Název anglicky

**Prosperity of Scots Pine Regeneration in Relation to the Parent Stand Density and Soil Preparation Technology on Natural Pine Sites**

### Cíle práce

Cílem práce je na experimentálních plochách vyhodnotit vhodnost clonné obnovy na přirozených borových stanovištích. Dílčími cíli je vyhodnotit vliv konkurence mateřského porostu při různých stupních zakmenění a vliv technologie přípravy půdy na vybrané kvantitativní a kvalitativní parametry jedinců obnovy. Součástí práce bude i vlastní pěstební doporučení pro daná stanoviště.

### Metodika

- Získání detailního přehledu k dané problematice studiem odborné literatury a vypracování literární rešerše (termín říjen 2021)
- Ukončení terénního šetření zaměřeného na inventarizaci jedinců obnovy (termín listopad 2021)
- Porovnání stavu a vývoje obnovy borovice lesní pro jednotlivé varianty clony mateřského porostu a technologie přípravy půdy s využitím vhodných statistických metod (termín leden 2022)
- Formulace výsledků, diskusní kapitoly a doporučení pro lesnickou praxi (termín březen 2022)

### Doporučený rozsah práce

Minimálně 50 normovaných stran textu bez příloh

### Klíčová slova

clonná seč, holoseč, příprava půdy, přirozená borová stanoviště, zakmenění, konkurence, růst, mortalita

---

### Doporučené zdroje informací

- Aleksandrowicz-Trzcinska M., Drozdowski S., Brzeziecki B., Rutkowska P., Jablonska B. (2014): Effects of different methods of site preparation on natural regeneration of *Pinus sylvestris* in Eastern Poland. *Dendrobiology*, 71: 73-81.
- Bílek L., Remeš J., Švec O., Vacek Z., Štícha V., Vacek S., Javůrek P. (2017): Ekologicky orientované pěstování borových porostů v podmínkách nižších až středních poloh. Jíloviště-Strnady. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. 48 p. ISBN 978-80-7417-149-9.
- Bílek L., Zeidler A., Pulkrab K., Ulbrichová I., Vacek S., Borůvka V., Vítámvás J., Remeš R., Vacek Z., Sloup R. (2018): Pěstební a ekonomické aspekty clonné obnovy borovice lesní. Jíloviště-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.
- de Chantal M., Leinonen K., Kuuluvainen T., Cescatti A. (2003): Early response of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings to an experimental canopy gap in boreal spruce forest. *Forest Ecology and Management*, 176: 321-336.
- Mikeska M., Vacek S., Prausová R., Šimon J., Minx T., Podrázský V. et al. (2008): Typologické vymezení, struktura a management přirozených borů a borových doubrav v ČR. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce. 447 s. ISBN 978-80-87154-20-5.
- Nilsson U., Gemmel P., Johansson U., Karlsson M., Welander T. (2002): Natural regeneration of Norway spruce, Scots pine and birch under Norway spruce shelterwoods of varying densities on a mesic-dry site in southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 161: 133-145.
- Vítámvás J., Bílek L., Ulbrichová I., Bažant V., Dreslerová J., Dreslerová, J., Vacek, Z. (2019): Emergence, survival and root system of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings in different light intensities and irrigation regimes [Vzcházení, 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**

2021/22 LS – FLD

**Vedoucí práce**

doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra pěstování lesů

**Konzultant**

Ing. Zdeněk Vacek, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 12. 2. 2021

**doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 26. 7. 2021

**prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.**

Děkan

V Praze dne 24. 01. 2022

**Čestné prohlášení:** Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *Prosperita obnovy borovice lesní ve vztahu k hustotě mateřského porostu a technologii přípravy půdy na přirozených borových stanovištích* vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Lukáše Bílka, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

V ..... dne .....

.....

Podpis autora

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Lukáši Bílkovi, Ph.D., který mě doprovázel po celou dobu vypracovávání mé diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Jakobovi Brichtovi, který mi byl nápomocen při konzultacích mé diplomové práce. V neposlední řadě děkuji mé rodině a blízkým přátelům, kteří mi byli po celou dobu velkou oporou.

## **Abstrakt**

Diplomová práce se zabývá prosperitou přirozené obnovy borovice lesní ve vztahu k různým stupním zakmenění (0,7; 0,5; 0,3 a 0,0) a technologiím přípravy půdy (shrnovač klestu; řádkovač; lesní fréza; bez přípravy půdy) na přirozených borových stanovištích. Tento výzkum by měl napomoci lesníkům s obnovou lesních porostů pomocí přírodě blízkého hospodaření, o který je v posledních letech stále větší zájem mezi laickou i odbornou veřejností.

Výzkum pro tuto diplomovou práci probíhal na plochách pod správou Vojenských lesů a statků (VLS), s.p., divize Mimoň, LHC Břehyně. Plocha, na které byl prováděn tento výzkum, byla pracovně pojmenována Mariánka III a nachází se v porostech 63A12a a 63A12b. V těchto porostech byly vytyčeny v roce 2018 čtyři stejně velké výzkumné plochy o rozměrech 250 x 60 m, ve kterých bylo sníženo zakmenění a byly provedeny přípravy půdy s jedním opakováním. Tímto vzniklo 32 menších ploch, ve kterých byly vyznačeny stálé plochy o velikosti  $d=0,625$  m, na kterých opakovaně probíhal sběr dat.

Největší průměrný počet jedinců přirozené obnovy byl zjištěn na plochách v zakmenění 0,7, na kterých byla provedena příprava půdy pomocí řádkovače 30 ks/m<sup>2</sup> (300 000 ks/ha). Průměrně nejvyšší výšky (25 cm) dosahují jedinci na plochách v zakmenění 0,0, kde byla provedena příprava půdy řádkovačem. Průměrně největší šířkou koruny (25 cm) disponují rovněž jedinci na plochách v zakmenění 0,0 s provedenou přípravou půdy řádkovačem. Tyto výsledky byly zpracovávány v programu Microsoft Excel a Statistica 12.

**Klíčová slova:** clonná seč, holoseč, příprava půdy, přirozená borová stanoviště, zakmenění, konkurence, růst, mortalita

## **Abstract**

Diploma thesis is focused on prosperity of natural regeneration of scots pine in relation with both various stocking levels (0.7; 0.5; 0.3 and 0.0) and various soil preparation technologies (brush dozer, windrower, soil rotavator, no soil preparation) on natural pine habitats. This research should be useful for forest wardens and help them with forest stand regeneration using near-nature management, which is nowadays requested from lay and professional public.

The research was set on area under management of Vojenské lesy a statky (VLS), s.p., division Mimoň, forest management unit (LHC) Břehyně. The research area was called Mariánka III and it is situated in areas 63A12a and 63A12b. In this area, there was in 2018 demarcate four testing areas of same size 250 x 60 m. In this areas, stocking was reduced and soil preparation with one repeating was done. 32 smaller areas was created by this, in which permanent sites of size  $d=0,625$  m were marked. There data collection was made repeatedly.

The highest number of natural regeneration specimen was found on sites with stocking 0.7, where soil preparation using windrower 30 pc/m<sup>2</sup> (300 000 pc/ha) was made. Average maximum high (25 cm) reach the spiecemen in sites with stocking 0.0 where soil praparation using windrower was made. Averige maximum tree crown width (25 cm) have spiecemen with the same stocking 0.0 and same soil preparation with windrower. All data and results were processed using Microsoft excel and Statistica 12.

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



## Obsah

1. Úvod .....	13
2. Cíle práce .....	14
1. Literární rešerše .....	15
3.1. Základní charakteristika borovice lesní ( <i>Pinus sylvestris</i> L.) .....	15
3.1.1. Taxonomické zařazení a popis druhu .....	15
3.1.2. Ekologické nároky borovice lesní .....	17
3.1.3. Areál rozšíření borovice lesní .....	19
3.2. Škodlivý činitelé borovice lesní .....	22
3.2.1. Hmyzí škůdci .....	22
3.2.2. Houbové patogeny .....	24
3.2.3. Sypavky a rzi .....	25
3.2.4. Škody zvěři .....	27
3.2.5. Abiotičtí činitelé .....	28
3.3. Hospodářský význam borovice lesní .....	30
3.4. Obnovní charakteristika borovice lesní .....	32
3.4.1. Přirozená obnova borovice lesní .....	32
3.4.2. Mechanická příprava půdy .....	34
3.4.3. Umělá obnova borovice lesní .....	35
3.4.4. Obnovní způsoby .....	36
3.5. Pěstební charakteristika borovice lesní .....	40
3.5.1. Výchova kvalitních borových porostů .....	41
3.5.2. Výchova méně kvalitních borových porostů .....	42
3.5.3. Borové porosty s opožděnou výchovou .....	43
3.5.4. Chronologie výchovných zásahů v borových porostech .....	44
3.6. Charakteristika zájmového území .....	46
3.6.1. Přírodní lesní oblast č. 18: Severočeská pískovcová plošina a Český ráj .....	46
3.6.2. Geologické a pedologické poměry zájmového území .....	47
3.6.3. Klimatické poměry zájmového území .....	48
3.6.4. Hydrologické poměry zájmového území .....	49
3.6.5. Floristické poměry zájmového území .....	49
4. Metodika práce .....	51
4.1. Výběr a umístění výzkumných ploch .....	51
4.2. Popis výzkumných ploch .....	52

4.3.	Sběr dat .....	55
4.4.	Zpracování dat .....	57
5.	Výsledky .....	59
5.1.	Množství přirozené obnovy .....	59
5.1.1	Celkové množství přirozené obnovy .....	59
5.1.2	Množství přirozené obnovy dle zakmenění .....	61
5.1.3	Množství přirozené obnovy dle přípravy půdy .....	63
5.1.4	Vývoj přirozené obnovy za celé sledované období .....	64
5.1.5	Množství jednoletých semenáčků .....	68
5.1.6	Množství dvouletých semenáčků .....	70
5.1.7	Množství víceletých (tříletých) semenáčků .....	72
5.2	Výšky přirozené obnovy .....	74
5.2.1	Výška přirozené obnovy dle zakmenění a provedené přípravy půdy .....	74
5.2.2	Výška přirozené obnovy dle zakmenění .....	75
5.2.3	Výška přirozené obnovy dle přípravy půdy .....	76
5.2.4	Výšky jednoletých semenáčků .....	77
5.2.5	Výšky dvouletých semenáčků .....	78
5.2.6	Výšky víceletých (tříletých) semenáčků .....	79
5.3	Šířky korun přirozené obnovy .....	80
5.3.1	Šířky korun přirozené obnovy dle zakmenění a provedené přípravy půdy .....	80
5.3.1	Šířky korun přirozené obnovy dle zakmenění .....	81
5.3.2	Šířky korun přirozené obnovy dle přípravy půdy .....	83
6.	Diskuse .....	85
7.	Závěr a doporučení pro lesnickou praxi .....	89
8.	Použitá literatura a zdroje .....	92
8.	Seznam příloh .....	102
10.	Přílohy .....	103

## Seznam obrázků

Obrázek 1.: Areál výskytu borovice lesní ( <i>Pinus sylvestris</i> L.) (EUFORGEN, 2022).....	20
Obrázek 2: Modely výchovy pro kvalitní a nekvalitní borové porosty s údaji o počtu stromů (N) z růstových tabulek pro +1 (32) a 5 (22) bonitu (Černý a kol., 1996).....	43
Obrázek 3: Mapa znázorňující PLO č.18: Severočeská pískovcová plošina a Český ráj (ÚHUL, 2001). ....	47
Obrázek 4.: Modře zakreslené výzkumné plochy v porostní mapě. ....	51
Obrázek 5.: Informace z LHP o porostech 63A12a a 63A12b.....	52
Obrázek 6.: Schématické rozdělení ploch, zakmenění, varianty přípravy půdy a kruhových sub ploch, (Štancík, 2020) .....	54
Obrázek 7.: Schématické znázornění sub plochy č.1.....	54
Obrázek 8.: Vytvořená tabulka pro zápis dat v terénu, konkrétně tabulka pro zakmenění 0,7 a shrnovač klestu.....	57
Obrázek 9.: Krabicový graf zobrazující celkové množství přirozené obnovy na konci měření, rozděleno dle zakmenění a provedenou přípravu půdy .....	59
Obrázek 10.: Průměrné množství přirozené obnovy v jednotlivých stupních zakmenění, bez rozdělení věku přirozené obnovy .....	61
Obrázek 11.: Průměrné množství přirozené obnovy v jednotlivých variantách přípravy půdy, bez rozdělení věku přirozené obnovy .....	63
Obrázek 12.: Vývoj přirozené obnovy během celého období v zakmenění 0,7 s kombinacemi přípravy půdy.....	65
Obrázek 13.: Vývoj přirozené obnovy během celého období v zakmenění 0,5 s kombinacemi přípravy půdy.....	65
Obrázek 14.: Vývoj přirozené obnovy během celého období v zakmenění 0,3 s kombinacemi přípravy půdy.....	66
Obrázek 15.: Vývoj přirozené obnovy během celého období v zakmenění 0,0 s kombinacemi přípravy půdy.....	66
Obrázek 16.: Průměrný počet jednoletých semenáčků v zakmenění 0,7 s kombinacemi přípravy půdy.....	68
Obrázek 17.: Průměrný počet jednoletých semenáčků v zakmenění 0,5 s kombinacemi přípravy půdy.....	68
Obrázek 18.: Průměrný počet jednoletých semenáčků v zakmenění 0,3 s kombinacemi přípravy půdy.....	68
Obrázek 19.: Průměrný počet dvouletých semenáčků v zakmenění 0,7 s kombinacemi přípravy půdy.....	70
Obrázek 20.: Průměrný počet dvouletých semenáčků v zakmenění 0,5 s kombinacemi přípravy půdy.....	70
Obrázek 21.: Průměrný počet dvouletých semenáčků v zakmenění 0,3 s kombinacemi přípravy půdy.....	70
Obrázek 22.: Průměrný počet dvouletých semenáčků v zakmenění 0,0 s kombinacemi přípravy půdy.....	71
Obrázek 23.: Průměrný počet víceletých semenáčků v zakmenění 0,7 s kombinacemi přípravy půdy.....	72

Obrázek 24.: Průměrný počet víceletých semenáčků v zakmenění 0,5 s kombinacemi přípravy půdy.....	72
Obrázek 25.: Průměrný počet víceletých semenáčků v zakmenění 0,3 s kombinacemi přípravy půdy.....	73
Obrázek 26.: Průměrný počet víceletých semenáčků v zakmenění 0,0 s kombinacemi přípravy půdy.....	73
Obrázek 27.: Zobrazení průměrné výšky přirozené obnovy v závislosti na kombinaci zakmenění a přípravy půdy .....	74
Obrázek 28.: Průměrné výšky přirozené obnovy v jednotlivých zakmeněních .	75
Obrázek 29.: Průměrné výšky přirozené obnovy v jednotlivých přípravách půdy .....	76
Obrázek 30.: Průměrné výšky jednoletých semenáčků.....	77
Obrázek 31.: Průměrné výšky dvouletých semenáčků.....	78
Obrázek 32.: Průměrné výšky víceletých (tříletých) semenáčků .....	79
Obrázek 33.: Zobrazení průměrné šířky koruny přirozené obnovy v závislosti na kombinaci zakmenění a přípravy půdy .....	80
Obrázek 34.: Průměrné šířky korun přirozené obnovy v jednotlivém zakmenění .....	81
Obrázek 35.: Průměrné šířky korun přirozené obnovy dle provedené přípravy půdy .....	83

## Seznam tabulek

Tabulka 1.: Ceny surového borového dříví pro rok 2021 v Kč/m <sup>3</sup> , (ČSÚ, 2022) .....	30
Tabulka 2.: Porovnání cen borového a smrkového surového dříví v Kč/m <sup>3</sup> za rok 2021 (ČSÚ, 2022) .....	31
Tabulka 3: Procenta decenálních probírek v plně zakmeněných porostech borovice lesní ze zásoby kmenové na sdruženém porostu v závislosti na věku porostů, (Slodičák a kol., 2013).....	42
Tabulka 4.: Základní porostní charakteristiky výzkumných ploch dle zakmenění (Štancík, 2020).....	55
Tabulka 5.: Vícenásobné porovnání průměrných počtů jedinců přirozené obnovy v jednotlivých zakmeněních.....	62
Tabulka 6.: Vícenásobné porovnání počtu jedinců přirozené obnovy dle přípravy půdy .....	64
Tabulka 7.: Vícenásobné porovnání průměrné výšky přirozené obnovy v jednotlivých zakmeněních .....	76
Tabulka 8.: Vícenásobné porovnání průměrné výšky přirozené obnovy v jednotlivých přípravách půdy .....	77
Tabulka 9.: Vícenásobné porovnání průměrné šířky koruny přirozené obnovy v jednotlivém zakmenění.....	82
Tabulka 10.: Vícenásobné porovnání průměrné šířky koruny přirozené obnovy dle přípravy půdy.....	84

# 1. Úvod

Tato diplomová práce a prováděný výzkum se zabývá dvěma tématy, která jsou v posledních letech poměrně často probírány. Jedním z témat je přirozená obnova, druhým tématem je borovice lesní. Tato diplomová práce provádí výzkum vhodnosti síly clonných sečí v kombinaci s provedenou přípravou půdy, kde výsledkem je přirozená obnova borovice lesní.

České lesnictví během posledních let zažívá poměrně velké změny počínaje klimatickou změnou, přes gradace hmyzích škůdců až po historicky nevhodné hospodaření v lesích a zakládání monokultur. Nynější situace dává možnost změny pohledu na lesní hospodářství a celkového přístupu k hospodaření v lesích, které je v mnoha případech směřováno k přírodě blízkému hospodaření.

Snahou lesních hospodářů a majitelů lesů je v nynější situaci vytvořit stabilní lesní porosty. U těchto lesních porostů se mimo jejich produkční funkci často očekává i plnění funkce mimoprodukční, na kterou je v posledních letech vyvíjen velký tlak jak od odborné, tak i široké veřejnosti, který i v následujících letech nebude opadat.

Přirozená obnova je jen jedním z mnoha pomyslných stupňů přírodě blízkého hospodaření (Vacek a Podrázský, 2006), o který jeví čím dál tím větší zájem laická i odborná veřejnost. Borovice lesní má velice široký areál výskytu a rozmanité ekologické nároky (Hamerník, 2003). Vhodným stanovištěm pro borovici lesní jsou písčité, vápencovité, skalnaté či kamenité půdy, na kterých je často jedinou rostoucí dřevinou a na takovýchto lokalitách často plní funkci hlavní dřeviny (Mikeska a kol., 2009).

Historicky se borovice přirozeně obnovovala především na holých plochách, dnes se již poměrně často setkáváme s obnovou borovice pod mateřským porostem. Tento výzkum by nám měl pomoci této problematice více porozumět, případně vytvořit doporučení minimálně pro danou lokalitu kde, hospodaří VLS ČR s.p., divize Mimoň.

## 2. Cíle práce

Hlavním cílem této diplomové práce je vyhodnotit vhodnosti clonné obnovy na experimentálních plochách přirozených borových stanovišť.

Dílčí cíle práce byly stanoveny následovně:

- Vyhodnocení vlivu konkurence mateřského porostu při různých stupních zakmenění
- Vyhodnocení vlivu technologie přípravy půdy na vybrané kvantitativní a kvalitativní parametry jedinců obnovy
- Vytvoření vlastního pěstebního doporučení pro dané stanoviště

# 1. Literární rešerše

## 3.1. Základní charakteristika borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.)

### 3.1.1. Taxonomické zařazení a popis druhu

Borovice lesní patří mezi stálezelené jehličnaté dřeviny. Tuto dřevinu řadíme do čeledi borovicovité (*Pinaceae*) a rodu borovice (*Pinus*). Borovice lesní je nejvíce zastoupeným druhem čeledi *Pinaceae* v ČR, stejně jako ve světě (Faroj, 2010).

Na vhodných a produkčních stanovištích může borovice lesní dosahovat výšky až 45 m a průměru kmene 1–1,7 m. Stromy se mohou dožívat vysokého věku, který se pohybuje v rozmezí 300–500 let (Rushforth, 1981; Úradníček a kol., 2001). V běžných podmínkách ovšem dospělé borovice lesní dosahují výšky 30–40 m. Na přirozených borových stanovištích v zápoji vytváří borovice rovný válcovitý kmen, který se vyznačuje malým či žádným zavětvením po celé délce kmene. Takový kmen je zpravidla zakončen vysoko posazenou korunou (Pleva, 1962). V mladším věku koruna borovice lesní dosahuje kuželovitého tvaru, ve kterém jsou přesleny uspořádány pravidelně, koruna může být také pravidelně kulatá či s obrysem trojúhelníku. S rostoucím věkem, tedy v kmenovině nebo dospívající kmenovině, je koruna nasazená výše a její větvení je nepravidelné, můžeme se také setkat až s deštníkovitou korunou. Silnější větve jsou zpravidla zakřivené (Pleva, 1962; Kremer, 1995).

U borovice lesní se setkáváme s mohutným kúlovým kořenem, na který jsou napojeny boční kořeny. Kořenový systém je tedy tvořen jedním hlavním kořenem a několika dalšími vedlejšími kořeny. Kořenový systém je poměrně flexibilní a dokáže se měnit dle půdy, případně dle hloubky hladiny spodní vody. Hlavní kúlový kořen může sahat až do hloubky 3–10 metrů. Tento kořenový systém umožňuje růst a výskyt borovice na takových stanovištích, které jsou nevhodné pro ostatní dřeviny, jako jsou suchá, chudá či zamokřená stanoviště (Brtnová a Kvasničková, 1998; Poleno a kol., 2009). Na skalnatých a suťových podkladech dokáže borovice vytvořit kořenový systém na povrchu a kořeny zarůstají do puklin či jiných otvorů. Na stanovištích s vyšší hladinou spodní vody

se taktéž vytváří mělký kořenový systém. Na stanovištích, kde se setkáváme s pohybem a přenosem materiálu (pohyblivé písky), borovice vytváří chůdovité kořeny (Mikeska a kol., 2008). Kůlový kořenový systém zajišťuje dobré kotvení stromu v zemi, borovice proto netrpí vývraty, naopak se při velkém náporu větru typicky láme v kmeni (Mikeska, 2006).

Hrubou, rozpraskanou a zpravidla tlustou borku nalezneme ve spodní části kmene. Směrem vzhůru po kmenu se borka mění na méně tlustou, šupinově odlupčivou a hladkou kůru. Barva u této kůry je v mladším věku žlutohnědá, starší kůra často přecházející do červenohnědé barvy (Pagan a Randuška, 1987).

Jedná se o anemogamní neboli větrosnubnou dřevinu, která má dobu květu v období přelomu měsíce května a června. Šíření semen borovice je běžné na vzdálenost okolo 50–100 metrů. Při vhodném větru se ovšem může semeno dostat až jeden kilometr od matečného stromu nebo porostu (Musil a Hamerník, 2007). Soliterní jedinec borovice začíná plodit zhruba v 15–20 letech. Pokud se jedná o zapojený porost, je zde plození jedinců posunuto a jedinci začínají plodit v 30–40 letech, toto plození je poté až do věku zhruba 200 let. Musí se ovšem počítat s tím, že se zvyšujícím věkem se snižuje kvalita semen. Na tomto se shodují Musila a Hamerník (2007) a Pleva (1962). U borovice se semenným rokem setkáváme běžně jednou za tři roky (Musil a Hamerník, 2007). U samčích šištic se setkáváme se žlutou barvou, u samičích šištic s barvou červenou (Brtnová a kvasničková, 1998).

Šišky u borovice dosahují rozměru 30–70 x 20–35 mm. Barvu mají světle hnědou, matnou až naředlou. Tvarově jsou vajíčkovitě kuželovité. Velikost je poměrně rozrůzněná a nepravidelná. Šišky rostou často samostatně, můžeme je také ovšem najít po více kusech, zpravidla po dvou nebo po třech. Bývají přímo přisedlé na větvíčku, mohou být ovšem také stopkaté (Pagan a Randuška, 1987).

Semena mohou být různé barvy. Barva semen může začínat světle hnědou, přes mramorovanou a může končit až černou barvou. Semena se u borovice dají rozdělit běžně do více odstínů, a to zpravidla do tří (Musil a Hamerník, 2007). Velikost semene se pohybuje kolem 3–4 mm a dosahuje vajíčkovitého tvaru. U semene nalezneme lesklé křídélko. Průměrná klíčivost semen činí 85 %, tato klíčivost u borovice přetrvává tři roky. V některých



případech se ovšem setkáváme s delší klíčivostí. V jednom kilogramu semen se nachází zhruba 159 000 ks semen (Pagan a Randuška, 1987).

Jehlice u borovice lesní mají modrozelenou barvu, ve svazečku na brachyblastech vyrůstají po dvou a jsou pichlavé. Délka těchto jehlic je v rozmezí 3–7 cm. Jehlice okolo své osy mohou být mírně kroucené (Wohlleben, 2016).

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

Borovice lesní je velice flexibilní a velmi rozšířená dřevina, kterou můžeme nalézt na nejrůznějších stanovištích. Nesmí se ovšem zapomínat na to, že i borovice potřebuje vhodné prostředí pro svou prosperitu (Mikeska, 2008). Borovici můžeme nalézt na celé řadě stanovišť, počínaje od skalnatých, suťových, suchých stanovišť, přes stanoviště s mělkou půdou, vápenci či dolomity až po okraje rašelinišť nebo zamokřená stanoviště. Tato stanoviště se označují jako stanoviště reliktní a azonální (Poleno a kol., 2009). Na Sibiři může růst v permafrostu, což je stále zamrznutá půda a teploty zde dosahují až -64 °C. Mimo to také snáší velký výkyv srážek dle lokality. Tento výkyv srážek se pohybuje od 200 mm/m<sup>2</sup> po 1 780 mm/m<sup>2</sup> ročně. Na těchto informacích se shodují Leugnerová (2022) a Musil a Hamerník (2003). Semenáčky borovice snáší na těchto lokalitách jak vysoké, tak i naopak velmi nízké teploty. Dokáží také odolávat přízemním mrazíkům, a to s výjimkou humusových půd, kde těmto semenáčkům škodí především holomrazy (Pleva, 1962). Borovici můžeme najít v nadmořské výšce od 200 do 2 000 m n.m. . V ČR ji nalezneme do zhruba 1 100 m n.m. a zpravidla se jedná o hercynský typ borovice (Poleno a kol., 2009).

Borovice lesní je velmi flexibilní dřevina a dokáže se uzpůsobit velkému klimatickému rozpětí. Často roste na území, kde vegetační doba dosahuje i méně než 90 dní a také na území, kde vegetační doba dosahuje 200 a více dní. Díky svému kořenovému systému si často získává vodu z nízké hladiny podzemní vody, což ji umožňuje růst na velmi suchých až extrémně suchých stanovištích. Borovice sice roste typicky na chudých a suchých stanovištích, nicméně je běžná také na mokřích a podmáčených půdách. Jak již bylo zmíněno, borovici se daří na různých typech písků, štěrků, sutí nebo na skalnatých výběžích a plotnách,

kteře jsou tvořeny z nejrůznějších hornin. Na hlubších a živných půdách borovici často vytlačují stín tolerující dřeviny, ovšem na těchto lokalitách často dosahuje velkých dimenzí, které však mohou být na úkor kvality (Úradníček a kol., 2001). Výsadby borovice lesní se využívají často také pro její vysokou rezistenci vůči vysokým teplotám ovzduší, jakož i proti imisnímu opadu (Dick a kol., 2011).

Borovice je považována za velmi významnou pionýrskou dřevinu, tento potenciál pionýrské dřeviny často využívá na slunných plochách nebo spáleništích, kde využívá právě svého hlubokého kořenového systému (Úradníček a kol., 2001).

Ještě stále je částečně používáno dogmatické tvrzení o tom, že borovice vysloveně nesnáší jakékoli zastínění, existují však studie, které hovoří právě ve prospěch pěstování těchto porostů v částečném zastínění (Brichta a kol., 2022). Hospodaření s borovicí ve směsi s jinými dřevinami je však také velké téma, obecně je pak přijímán fakt, že borovice by se ve směsi měla nacházet v nadúrovni daného porostu (Musil a Hamerník, 2003). Jako jedna z příhodných dřevin, vhodných do porostních směsí s borovicí se nabízí dub zimní (*Quercus Petraea* (Matt.) Lieb.) (Úradníček a kol., 2001). Jako další hodící se dřeviny vhodné pro utváření porostních směsí s borovicí můžeme zmínit jedly bělokorou (*Abies alba* Mill.) a dále buk lesní (*Fagus sylvatica* L.). Porosty, ve kterých se nacházejí výše zmíněné dřeviny ve směsi, jsou označovány za hospodářsky vysoce cenné. Jako další dřevina vhodná do smíšených porostů je považována bříza bělokorá (*Betula pendula* Roth), habr obecný (*Carpinus betulus* L.) nebo lípa srdčitá (*Tilia cordata* Mill.) (Musil a Hamerník, 2003). Je možné také vytvořit porosty s podrostem smrku ztepilého (*Picea abies* L.), zde se ovšem setkáváme s problémem nedostatku vody a živin pro smrkový porost a tím navazující i kvalitu smrku (Mikeska, 2008). V posledních letech se ovšem odborná veřejnost začala setkávat s pravým opakem. Tímto problémem je odumírání borovic v úrovni porostu a přežívání smrku v podúrovni. Tento fakt si odborná veřejnost vysvětluje různými kořenovými systémy, kde kořenový systém borovice je hluboký, kdežto kořenový systém smrku je povrchový. Se snižující se kvalitou a množstvím podzemní vody dochází tak k nedostatku množství vody pro borovice a tím pádem dochází k jejich hynutí. Oproti tomu smrky díky svému povrchovému

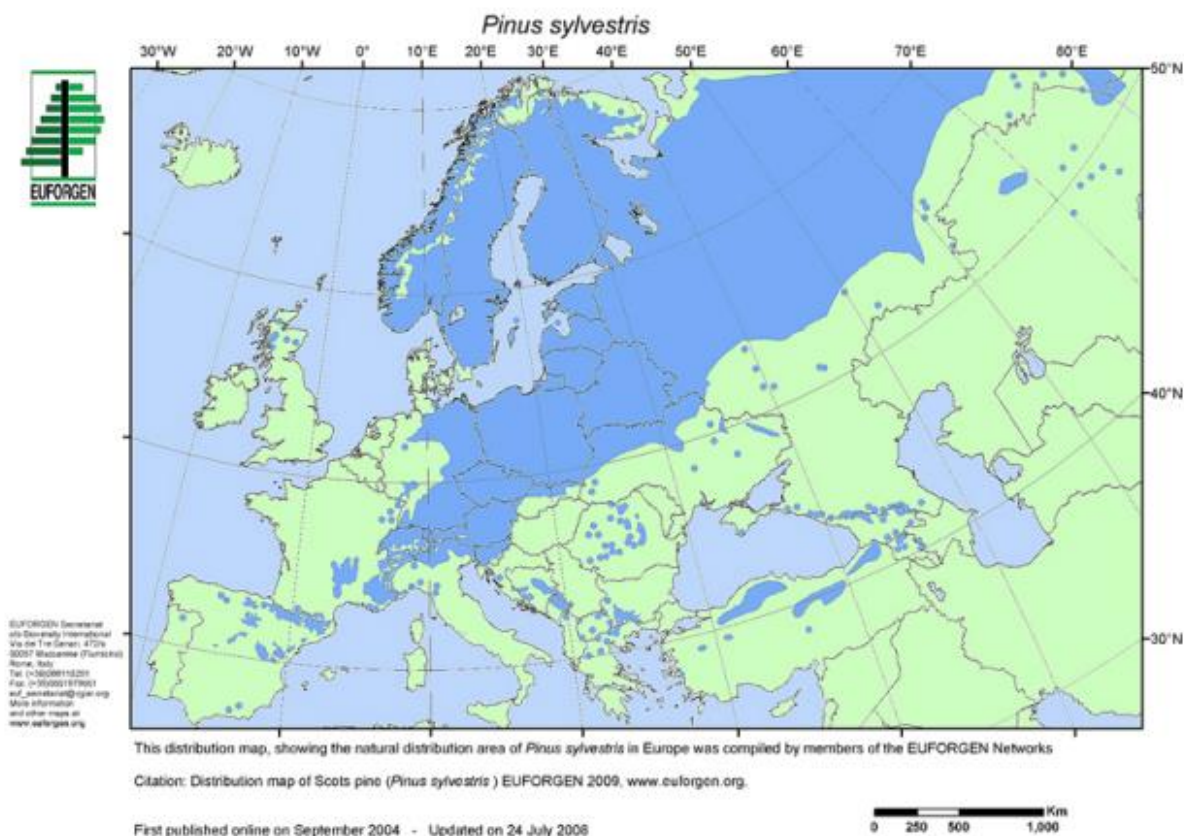
kořenovému systému dokáží brát vodu z vyšších vrstev půdy, což jim zajišťuje přežívání.

### 3.1.3. Areál rozšíření borovice lesní

Borovice lesní patří mezi dřeviny s největším areálem přirozeného rozšíření. Areál rozšíření této dřeviny je ohraničen severozápadní částí Pyrenejského poloostrova a Skotskem na západě, dále pokračuje napříč Evropou a Sibiří směrem na východ až po Ochotské moře a Čínu (Musil a Hamerník, 2003).

Nejnižnější výskyt se mapuje v pohoří Sierra Nevada ve Španělsku, kde dosahuje do výšky až 2 200 m n.m. a nejsevernější výskyt je ve Skandinávii, kde toto rozšíření zasahuje až za polární kruh. Např. na Sibiři se vyskytuje na ploše o velikosti 5,7 mil. km<sup>2</sup>, to pro představu znamená 54 % velikosti Evropy (Leugnerová 2022). V tomto značném zastoupení a obsazení tak obrovského areálu se nevyskytuje pouze v nížinách, kde je oceánské klima (Dánsko, Anglie, Wales, severozápadní Francie či Irsko) (Musil a Hamerník, 2003). Borovice využívá svůj potenciál pionýrské dřeviny především v tajze, kde osidluje vypálené plochy a vlastnosti pionýrské dřeviny ji zde dávají náskok oproti ostatním dřevinám (Úradníček, Chmelař, 1998) (*obrázek 1*).

Původní rozšíření borovice bylo pouze ostrůvkovité, především pak na extrémních lokalitách, mezi které patří: skály, písky, sutě nebo rašeliniště (Úradníček a kol., 2001). Za domovinu pro borovici se označuje v první řadě Euroasie, největší zastoupení nalezneme v severní Asii. Díky velké ekologické amplitudě, kterou borovice má, je schopna zajistit takto rozsáhlý areál. I přes velkou proměnlivost má borovice své nezaměnitelné a typické znaky. Díky zeměpisnému původu a stanovišti, na kterém se borovice nachází, dochází k velké růstové variabilitě. V severní a severovýchodní části výskytu vytváří štíhlou korunu s drobnými větvemi, s postupem na jih se koruna široce zvětšuje (Musil, Hamerník, 2007).



Obrázek 1.: Areál výskytu borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) (EUFORGEN, 2022)

V české republice se vyskytuje hercynský ekotyp borovice. Přirozený výskyt tohoto hercynského ekotypu byl ostrůvkovitý, a to především v oblasti nižších pohoří a pahorkatin na reliktních stanovištích. Má silné větve a deštníkovitou korunu, roste na suchých a písčitých půdách v nízko položených polohách. Dnes nalezneme ostrůvkovitě původní typ borovice na reliktních stanovištích, tedy tzv. reliktních borech. Tyto reliktní bory se nacházejí například na pískovcových skalách severovýchodních Čech, hadcích Slavkovského lesa, na chudých písčích v Polabí nebo na písčitých půdách a vápencových skalách na jihu území (Úradníček a Chmělař, 1998; Musil a Hamerník, 2003). Především vlivem lidské činnosti bylo zapříčiněno rozšíření borovice lesní daleko přes svůj původní a přirozený areál. Převážná část borů a borových lesů na území České republiky byla založena uměle (Slávik a Bažant, 2016).

V roce 2020 procentuální zastoupení borovice lesní v České republice činilo 16,1% (419 874 ha z celkové plochy lesů v České republice). Toto zastoupení se v posledních dvaceti letech snížilo o 1,5 % (Mze, 2021).

V České republice se dle Mikesky a kol. (2008) rozlišují tyto ekotypy borovice lesní:

Nižní ekotyp: Růst tohoto ekotypu je v 1. – 2. LVS (lesní vegetační stupeň), tedy zhruba do 350 m n. m. Jako hlavní zástupce se považuje východočeská neboli týnišťská borovice lesní. Její výskyt je především na pleistocenních štěrkopískových říčních terasách. Tento typ borovice lesní se považuje za jeden z nejelastičtějších ekotypů borovice lesní, který je také možno využít v jiných přírodních lesních oblastech (PLO) v ČR (Kaňák, 1979).

Chlumní ekotyp: Nachází se v 3. – 4. LVS, tedy zhruba v nadmořské výšce 300–500 m n. m. Za hlavní a nejznámější ekotyp se považuje třeboňská borovice, která se u nás nachází na jihočeských pánvích na terciárních píscích, rozpadlých a rozpadajících se křídových pískovcích. Jako další ekotyp borovice můžeme zmínit heraltickou borovici. Heraltická borovice se nachází v lesích na Opavsku, kde tvoří příměs v lesních porostech (Holuša, 2000).

Náhorní ekotyp: Nachází se v 5. – 6. LVS, v nadmořské výšce 550 - 700 m n. m. Výskyt adršpašského ekotypu borovice lesní se mapuje pouze v národní přírodní rezervaci (NPR) Adršpašsko-teplické skály. Jedná se o vázaný, plnodřevný ekotyp, který je odolný vůči sněhu. Jako další ekotyp můžeme zmínit lánskou borovici. Lánská borovice je taktéž plnodřevná a odolná vůči sněhu. Dále tvoří příměsi na střídavě či trvale zamokřených lokalitách. Ekotyp ranské borovice se vyskytuje na hořečnatých horninách, ovšem původ ranské borovice je doposud nepotvrzený (Vacek, Podrázský, 2001; Mikeska a kol., 2009).

Horský ekotyp: Tento ekotyp borovice se nachází v 7. LVS, v nadmořské 700 - 1 000 m n.m. Vogtlandský náhorní ekotyp borovice lesní, jedná se o specifický ekotyp borovice, který roste na hadcích Slavkovského lesa. Dalším ekotypem je stožecká borovice. Stožecká borovice je velmi odolným ekotypem, který roste na skalnatých a vlhkých stanovištích Šumavy (Kaňák, 1999; Hladilín, 1997).

Jako další lze použít rozdělení na náhorní ekotyp a chlumní ekotyp. Zpravidla se jedná o jednodušší rozdělení. Náhorní ekotyp borovice lesní se vyznačuje úzkou korunou s jemnými větvemi. Oproti tomu chlumní ekotyp má klenutou či deštníkovitou korunu, která se vyznačuje silnými větvemi.

U náhorního ekotypu mluvíme o klimaxovém typu a u chlumního ekotypu o typu pionýrském (Mikeska a kol., 2008; Kaňák, 2011).

V České republice nalezneme nejvíce zastoupenou borovice lesní v CHS (cílový hospodářský soubor) 23 (kyselá stanoviště nižších poloh), dále CHS 27 (oglejená chudá stanoviště nižších a středních poloh, CHS 21 (exponovaná stanoviště nižších poloh), CHS 39 (podmáčená chudá stanoviště) a CHS 13 (přirozená borová stanoviště). Borovice lesní dominuje především na exponovaných stanovištích, kde ostatní dřeviny nedokáží tak dobře konkurovat. Tato stanoviště byly shrnuty v lesnické typologii do stupně 0. Mezi tato stanoviště patří především pískové sedimenty, kvádrové a křídové pískovce či písky, hadce, vápence, rašeliny či skalnaté výchozy kyselých hornin. Tato stanoviště se nacházejí především v rozmezí 3.-4. LVS (lesní vegetační stupeň) (Mikeska a kol., 2008). V 1.-2. LVS a to především v přirozených borech je často borovice lesní jedinou hospodářskou dřevinou, kterou lze využít z hospodářského hlediska a zároveň zde plní také ostatní funkce lesa. Borovice lesní má v České republice dlouholetou tradici a zpravidla se ustálili její pěstební, obnovní a výchovné postupy (Novák a kol., 2017).

## **3.2. Škodlivý činitelé borovice lesní**

### **3.2.1. Hmyzí škůdci**

Lýkožrout vrcholkový (*Ips acuminatus*) (Gyllenhal, 1827)

Jedná se o druh lýkožrouta, který působí škody především v borových porostech. Dospělý jedinec dosahuje velikosti až 3,9 mm. Rojení tohoto druhu za normálních podmínek začíná koncem dubna a trvá až do konce května. Brouci poté přezimují pod kůrou, zpravidla ve stádiu dospělce. Pro vývoj si přednostně vybírá oslabené nebo poškozené jedince, kde probíhá jeho vývoj pod hladkou kůrou v korunové části. Jeho požerok je hvězdovitý s hlubokým zaříznutím do běle. Výskyt kontrolujeme okulární metodou, případně lze použít lapáky. Příprava lapáků musí být provedena již v březnu či dubnu. Za prevenci lze považovat včasné zpracování vývrátů, polomů, potěžebních zbytků a jiného atraktivního

dříví. Mezi obrané opatření řadíme včasné vyhledávání napadených stromů s včasnou asanací, používání lapáků či lapačů (Pešková a kol., 2016).

Lýkožrout borový (*Ips sexdentatus*) (Börner, 1776)

Hlavní hostitelskou dřevinou tohoto brouka je borovice lesní, dokáže ovšem napadat i ostatní jehličnany. Vytváří hvězdicovitý požerek, který má 2-5 matečných chodeb, které mohou dosahovat až délky 70 cm. V podmínkách České republiky dokáže mít až dvě generace ročně (Pfeffer, 1989). Jedná se o sekundárního škůdce. Výskyt tohoto brouka můžeme provádět okulárně či pomocí lapáků. Za možnosti obrany se považují lapáky a aktivní vyhledávání napadených jedinců, které je nutné včas asanovat (Pešková a kol., 2013).

Lýkohub sosnový (*Tomicus piniperda*) (Linnaeus, 1758)

Velikost lýkohuba sosnového může dosahovat až 4,8 mm. Rojení začíná koncem února a končí v dubnu. Lýkohub sosnový vytváří jednoramenný požerek, pro který si vybírá kmeny se silnější a rozpraskanou borkou (Hartmann a kol., 2001). Brouci často provádějí tzv. zralostní žír na výhonech borovice, na které nalétají nově vylíhlí brouci v měsících červenec a srpen, při tomto náletu dochází k infekci stromů parazitickými houbami. Tyto letorosty, které byly napadeny, často opadávají a může docházet k sestřihávání korun. Brouci přezimují zavrtaní v kůře, případně v letorostech. Na napadení stromu poukazuje také ronící se pryskyřice z kmenů stromů, případně také opad výhonků. Jako obranu se snažíme provádět aktivní vyhledávání se včasnou asanací, případně instalace stromových lapáků (Pešková a kol., 2016).

Lýkohub menší (*Tomicus minor*) (Hartig, 1834)

V dospělosti může dosahovat velikosti až 5,2 mm. Nalétá a vyvíjí se především v korunové části stromu a na silnějších větvích, kde se zavrtává pod tenkou kůru. Zralostní žír provádí uvnitř letorostů. Pro přezimování se zahrabává do hrabanky. Na zem často padají právě s vyžranými letorosty. Požerek je dvouramenný, svorkovitého tvaru, příčný na kmen. Požerku se říká tzv. letící vrána. Za dobrých podmínek dokáže mít i dvě generace ročně. Při přemnožení napadá i zdravé stromy. Za normálního stavu si vybírá spíše již oslabené porosty borovic (Pešková a kol., 2016).

Klikoroh borový (*Hylobius abietis*) (Linnaeus, 1758)

Dospělci mohou dosahovat velikosti 10-13 mm. Klikoroh borový zpravidla napadá čerstvě vysázené jehličnaté kultury, kde se živí mladou kůrou sazenic. Tímto napadením často dochází až k úhynu sazenic a tím velkým škodám na čerstvě vysázených porostech. Sazenice či plochy se často ošetřují insekticidy (Wohleben, 2016). V nynější situaci, ve které se lesnictví momentálně nachází, bude potřeba obnovovat velké plochy po těžbě. Můžeme proto počítat s tím, že tento škůdce bude v následujících letech na vzestupu a mohl by vytvářet velké škody. Proti těmto škodám se dá předcházet například ponecháním pasečného klidu na obnovované ploše či pokusit se obnovovat vhodné plochy pomocí přirozené obnovy.

### 3.2.2. Houbové patogeny

Kornice borová (*Cenangium ferruginosum* Fr.)

Tuto houbu můžeme nalézt na všech věkových stádiích borových porostů a řadí se mezi vřeckovýtrusné terčoplodé houby. Pro své napadení si často vybírá již jinak oslabené porosty. Po napadení houbou dochází k opadu jehličí, dále poškození větví, které přechází do napadení celého kmene s následným odumřením jedince. Houba proniká pod kůrou větví různých tlouštěk s postupným pronikáním i do kmene. Při vhodném počasí dochází k pronikání skrz kůru plodnic telemorfního stádia, které se poté miskovitě otevírají a dokáží pokrýt velkou část větví či kmene. Jako obrana se doporučuje včasná těžba a asanace napadených jedinců (Helander, 1995; Pešková a kol., 2016).

Václavka smrková (*Armillaria ostoyae*) (Romagn.) Herink

Jedná se o nejvýznamnějšího zástupce rodu v České republice. Plodnice rostoucí často v trsech mají kloboukovitý tvar. Tyto plodnice přímo vyrůstají z napadených částí, mezi které patří především kořeny, kořenové náběhy kmene či pařezy. Výskyt václavky lze objevit díky hnilobě, které se vyskytuje v napadených jedincích. Mimo jiné také vytváří mycelium bílé barvy, případně černé provazovité rhizomorfy. Napadat může již oslabené jedince, dokáže ovšem



také bez problémů způsobit odumření jinak zdravých jedinců. Předcházet napadení můžeme v pěstebních zásadách a pěstování dřevin na původních a vhodných stanovištích. Dále je dobré provádět zdravotní a individuální výběr jedinců. K šíření dochází pomocí bazidiospor nebo rhizomorf. Celkově napadá všechny jehličnany, v ojedinělých případech napadá i listnáče (Pešková a kol., 2016; Sturrock a kol., 2011).

Kořenovník vrstevnatý (*Heterobasidion annosum*) (Fr.) Bref.

Patří do skupiny stopkovýtrusných saproparazitických dřevokazných hub. K napadení si vybírá od mladších, přes starší až po staré borové porosty. Jeho působení je v kořenových systémech stromů, kde se tato hniloba šíří poměrně rychlým tempem. Toto šíření bývá zpravidla pomocí mycelia nebo přímým dotykem okolích stromů a kořenových systémů. Dřevo se při této hnilobě rozpadá a při rozpadu kopíruje letokruhy (Pešková a Čížková, 2015; Soukup, 2011).

Ohňovec borový (*Phelinus pinii*) (Brot.)

Druh parazitické houby, která má v českých lesích poměrně vysoké zastoupení. Při napadení touto houbou dochází k rozkladu jádrového dřeva v borových porostech. Napadá borové porosty od středního věku, zhruba 40 let, na kterých způsobuje bílou hnilobu. Tato hniloba je především ve spodní části kmene či na bázi kmene. Z tohoto důvodu působí značné škody na mýtních a předmýtních borových porostech. Účinná obrana je doporučena těžba těchto napadených jedinců (Pešková a Čížková, 2015).

### **3.2.3. Sypavky a rzi**

Sypavka borová (*Lophodermium pinastri*) (Schrad.) Chevall.

Jedna z nejčastěji se vyskytujících sypavek na porostech borovice lesní, patřící mezi vřeckovýtrusné houby, dále ji řadíme mezi endofytické houby. Růst této sypavky probíhá uvnitř jehlic, její působení na odumřelých jehlicích působí rozklad pletiv. Napadá porosty borovice lesní, na kterých působením sypavky borové dochází k opadu jehličí. Tyto jehlice zprvu žloutnou, postupem času se na nich vytvoří pyknidi, což jsou černé plodnice nepohlavního stádia. Následně

zbarvení jehlic je rezavé a na jaře dochází k jejich opadu. Vývoj telemorfního stádia začíná zhruba od října. Pro šíření této sypavky je vhodná vyšší vzdušná vlhkost. Při obranných opatřeních postupujeme spíše preventivně a používáme chemické ošetření. Pokud je jedinec už napaden, nelze uhynutí nikterak ovlivnit (Pešková a Čížková, 2015; Boberg a kol., 2011).

#### Červená sypavka borovice (*Mycosphaerella pini*) Rostr.

V České republice se jedná o fyto-sanitární druh sypavky, která se mimo jiné vyskytuje v mnoha dalších státech, kde je její působení především na různých druzích borovice, případně i na jiných druzích dřevin. Jako hlavní příčina tohoto celosvětového šíření červené sypavky borovice je uváděn převoz již infikovaných sazenic. V České republice je její výskyt mapován od roku 1999 a její nynější výskyt je po celé České republice. Patří mezi vřeckovýtrusné houby. Její napadení se zaměřuje na dolní a střední část koruny, kde napadá právě jehlice, které po napadení poměrně rychle odumírají a opadávají. Jako vhodná ochrana se uvádí chemické ošetření a dále obnova ploch odolným a nenapadeným sadebním materiálem (Kapitola a kol., 2011; Barnes a kol., 2016; Pešková a Soukup, 2001).

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

Karanténní druh patřící mezi vřeckovýtrusné houby. V České republice se objevila v roce 2007. Do této doby působila škody především v severní části USA. Její závažnost se přiřazuje k červené sypavce borovice a společně tak tvoří jedny z nejvýznamnějších a nejškodlivějších patogenů, kteří působí na jehlicích borovic. Díky značné přizpůsobivosti lze očekávat působení značných škod na porostech právě tímto patogenem. Jako obranné opatření se uvádí použití chemických přípravků a používání odolného a zdravého sadebního materiálu při obnovách porostů (Kapitola a kol., 2011; Pešková a Čížková, 2015).

#### Rez sosnokrut (*Melampsora populnea*) (Pers.) P. Karst.

Dvoudobá rez patřící mezi stopkovýtrusné houby s úplným životním cyklem, která napadá borovice a topoly. Na napadeném letorostu odumírá kůra a okolní kůra se snaží zacelit toto infikované místo. Tímto se způsobí znetvoření

letorostů v podobě různého kroucení a ohýbání, které je doplněno o zhnědnutí letorostů. Pokud je napadení silné, letorost postupem času vadne a odumře. Jako obranné opatření se doporučuje nezřizovat lesní školky v okolí topolových porostů, případně odstranění jednotlivých jedinců topolu v okolí lesních školek, případně odstranění jedinců topolu v okolí plánovaných obnovovaných ploch borovicí. Případně se dá použít postřik jedinců (Pešková a Čížková, 2015).

Rez borová (*Cronartium flaccidum*) (Alb. A Schwein.) G.Winter

Napadá borovici lesní a další borovice s dvěma jehlicemi ve svazečku. Patří mezi dvoubytčné rzi a k vývoji potřebují mezihostitele. Tímto mezihostitelem jsou hořec a tolita lékařská, patřící mezi byliny. Vývoj a šíření této rzi záleží na počasí, kde důležitými faktory je teplo, světlo a vlhkost. Jako obranu můžeme použít odstraňování části napadených jedinců (větve) nebo odstranění celých napadených jedinců. Další možností je likvidace mezihostitelů nebo zvyšování jejich vzdálenosti (Čermák a kol., 2020; Hartmann a kol., 2001).

### **3.2.4. Škody zvěři**

Mezi škody zvěři řadíme okus, ohryz, vytloukání, loupání a mechanické poškozování stromů například otěrem. Těmito způsoby zpravidla dochází k poranění stromů, jejich snížení kvality případně uhynutí (Tuma, 2008). Škody způsobené zvěři jsou problémem především mladších lesních porostů. Škody na lesních porostech vytváří především spárkatá zvěř a to jelení (jelen evropský a jelen sika), mufloní, srnčí, dančí a zvěř černá. V posledních desítkách let docházelo ke zvyšování stavů zvěře, a to především zvěře jelení, srnčí či mufloní. Škody zvěři jsou hodnoceny na trvale vyznačených rozdílných zkusných plochách, kde jedna plocha je trvale oplocena a jedna plocha ponechána bez oplocení, kde jsou tyto plochy navzájem porovnávány. Škody zvěři jsou blíže vázány na úživnost lokality, množství zvěře na lokalitě, případně specifické nároky zvěře, mezi které můžeme řadit nároky zvěře na potravu. Na mladých lesních porostech se často setkáváme se škodami způsobenými vytloukáním nebo okusem. Při těchto škodách je zpravidla zpomalen přírůst, dochází ke

snižování kvality či růstové deformace jedince. Jehličnaté porosty jsou pod tlakem škod způsobovaných ohryzem nebo loupáním kůry, kdy dochází ke strhávání pruhů kůry s lýkem hlavně v jarních měsících a během vegetační sezóny. Ohryz je zpravidla prováděn v zimních měsících a je působen na spodní části kmenů mladších porostů, případně větvích jedinců. Toto napadení je dále často doplňováno dřevokaznými houbami (Poleno a kol., 2009).

Pro snižování škod způsobených zvěří je důležité držet stavy zvěře v normovaných stavech a snažit se zvyšovat přirozenou úživnost lokality ponecháváním okusových dřevin, tvorba políček a pastevních lokalit bez lovu. Vhodné je také načasování příkrmování zvěře včetně kvality předkládaného krmiva. Zabraňování přístupu zvěře pomocí mechanické ochrany porostů na plochy, kde byla prováděna obnova a jedinci ještě nevykazují známky zajištěné kultury, případně individuální mechanická ochrana jednotlivých vybraných jedinců různými oplůtky apod. Chemickou ochranu provádíme pomocí různých repelentů a odpuzovadel, u kterých je důležité jejich pravidelnému střídání z důvodu návyku zvěře na jeden druh. Tímto způsobem zpravidla dochází k individuální ochraně jedinců. Chemická ochrana je velmi často používána v České republice a lze ji aplikovat především postřikem a nátěrem (Císlarová, 2001).

### **3.2.5. Abiotičtí činitelé**

Vítr

Škody způsobené větrem v porostech jsou vázané na mnoha faktorech. Mezi tyto faktory patří provedené zásahy v porostu (postupování proti bořivým větrům, rozčlenění porostu, nevhodné otevření porostu), celkové postavení porostu, stanoviště a mnoho dalších faktorů. Jedná se o nejvýznamnější měnící se sílu, která působí na lesní porosty. Vzniká změnou atmosférického tlaku, kdy z vyššího atmosférického tlaku dochází k proudění vzduchu do míst, kde se nachází menší atmosférický tlak. Vítr nám dokáže způsobovat škody v podobě zlomů, vývrátů, polomů, opad asimilačních orgánů nebo plodů (šišek, semen). U

borovice se setkáváme především se zlomy a polomy než vývraty, především z důvodu hlubokého kořenového systému (Kolařík a kol., 2010).

### Sníh a námraza

Škody na porostech borovice působí především mokrý sníh, u kterého může být váha 300–900 kg/m<sup>3</sup>. Problémem je, že mokrý sníh tvoří souvislé vrstvy, které špatně nebo vůbec nepropadávají skrz koruny. Jako kritickou hodnotu lze považovat vrstvu sněhu o velikosti 20-40 cm, pokud vrstva dosáhne až 60 cm, musíme počítat s možným vysokým rizikem poškození porostů (Vicena a kol., 1979; Peltola a kol., 1997).

Námrazu můžeme rozdělit do třech kategorií. Jednou z kategorií je jinozatka, další je zrnitá námraza a ledovka. Mezi nejvíce nebezpečné je zařazována námraza s ledovkou. Zrnitá námraza vzniká při nízkých teplotách doplněných o déšť. Zde dochází k rychlému mrznutí dešťových kapek. Oproti tomu ledovka vzniká pomalým mrznutím dešťových kapek, kdy nemusí příliš pršet ale stačí mrhnutí. Na korunách stromů vznikají vrstvy dosahující tloušťky několika centimetrů. V období vzniku sněhu a námrazy dochází i k promrzání dřeva a tím se mění i mechanické vlastnosti dřeva, které je více křehké a snadněji se láme či praská. Výsledkem jsou zpravidla zlomy větví, kmenů nebo vrcholové zlomy korun. Toto poškození je zpravidla doprovázeno následným napadením houbovými patogeny (Kolařík a kol., 2010; Vicena a kol., 1979).

### Sucho

Sucho je způsobováno dlouhodobým deficitem povrchové i podzemní vody. Ohrožení suchem u porostů pozorujeme změnou barvy jehlic, sesycháním nebo vlněním jehlic. Sucho také způsobuje snížení přírůstků a redukci asimilačních orgánů. Při dlouhodobém vodním deficitu dochází k zhoršování zdravotního stavu, stresu, opad asimilačních orgánů a zlepšují se podmínky pro napadení sekundárními škůdci. Nebývá výjimkou úhyn jedinců (Atlas poškození dřevin, 2022). Suchem oslabené porosty často bývají napadeny podkorním hmyzem nebo hnilobou. Porosty, které jsou napadeny suchem v jednom roce jsou často ovlivněny i v následujících letech. Dlouhodobé hlášení škod způsobených suchem pochází především z oblasti střední a severní Moravy (Liška a kol., 2016). V dnešní době je většina porostů v České republice

potencionálně ohrožena suchem a téměř běžně se můžeme setkávat s tímto poškozením v lesních porostech i s ohledem na zvýšený průměr teplot v roce 2020 oproti předchozím rokům (Mze, 2021).

### 3.3. Hospodářský význam borovice lesní

V České republice v roce 2020 borovice lesní zaujímala z celkové plochy porostní půdy 16,1 %, tedy 419 874 ha. V přirozené skladbě lesů by borovice lesní měla zaujímat 3,4 % z celkové plochy porostní půdy. Jako doporučená hodnota pro zastoupení borovice lesní je uváděno 16,8 %. V nynější době se tedy pohybujeme mírně pod doporučenou hodnotou zastoupení borovice lesní v našich lesích. Musíme ovšem také říci, že zastoupení borovice lesní se v našich lesích snižuje, a to o 1,5 % za posledních 20 let. Průměrný věk borových porostů v r. 2020 v České republice činí 76 let, oproti tomu v r. 2000 činil 69 let. Odhad potřeby sadebního materiálu pro minimální hektarové počty jedinců v obnovní dřevinné skladbě činí 20,06 milionu kusů sadebního materiálu. V roce 2020 se z České republiky vyvezlo borové kulatiny a vlákniny 326 tis. m<sup>3</sup> a dovezlo 72 tis. m<sup>3</sup> (Mze, 2021).

Tabulka 1.: Ceny surového borového dříví pro rok 2021 v Kč/m<sup>3</sup>, (ČSÚ, 2022)

Název	Čtvrtletí	čtvrtletí	čtvrtletí	čtvrtletí	Roční průměr
Výřezy II. třídy jakosti	/	/	/	/	2 423
Výřezy III. A/B třídy jakosti	1 332	1 334	1 686	1 714	1 501
Výřezy III. C třídy jakosti	1 197	1 303	1 701	1 623	1 403
Výřezy III. D třídy jakosti	895	1 088	1 456	1 387	1 192
Výřezy V. třídy jakosti	409	453	546	632	496

Tabulka 2.: Porovnání cen borového a smrkového surového dříví v Kč/m<sup>3</sup> za rok 2021 (ČSÚ, 2022)

Název	Roční průměr-borovice	Roční průměr-smrk
Výřezy II. třídy jakosti	2 423	2 923
Výřezy III. A/B třídy jakosti	1 501	2 215
Výřezy III. C třídy jakosti	1 403	2 039
Výřezy III. D třídy jakosti	1 192	1 632
Výřezy V. třídy jakosti-BO Výřezy IV. třídy jakosti-SM	496	501

Dřevo borovice lesní je kvalitní s vynikajícími vlastnostmi. Jedná se o měkké, lehké a pružné dřevo. Ceněno je právě z estetického hlediska kvůli výraznému přechodu mezi jarním a letním dřevem. Z tohoto důvodu je také využíváno na dekorační účely. Borovici lze použít také jako surovinu pro stavební dříví, výrobu železničních pražců, výdřeva do dolů nebo pro konstrukci lodí. Z kvalitních výřezů lze vyrobit loupaná či krájená dýha (Úradníček, Chmelař, 1995; Ochozková, 2015).

V současné době jsme svědky výrazných klimatických výkyvů, a ačkoli je borovice považována za dřevinu odolnou suchu i po delší období, je nutné zmínit, že ani borovice se nedokáže v tak krátkém čase adaptovat na tuto změnu klimatu. V nynější době jsme svědky klesání zastoupení borovice a smrku v důsledku adaptace na nynější klimatickou změnu. Právě nepříznivá klimatická situace, stejně jako stále se zvyšující potřeby společnosti, udávají trend preferování mimoprodukčních funkcí lesa také v rámci borových porostů (Bílek a kol., 2018).

## **3.4. Obnovní charakteristika borovice lesní**

### **3.4.1. Přírozená obnova borovice lesní**

Přírozená obnova je jeden ze dvou možných způsobů, jak lze borovici lesní obnovit. Při přírozené obnově dochází k nalétnutí semen na obnovovanou plochu. Tato semena mohou nalétnout z okolních porostů, nebo z ponechaných mateřských stromů (výstavků) na obnovované ploše. Pokud je obnovovaná plocha zabuřenělá, je vhodné použít přípravu půdy (Mikeska a kol., 2008). Přírozená obnova patří mezi přírodní procesy, které člověk využívá při hospodaření v lesích. Díky přírozené obnově můžeme dosáhnout geneticky cenných jedinců či porostů. Dále takto můžeme obnovovat jedince adaptované na podmínky dané lokality a vytvářet tak cenné ekotypy borovice. Musíme ovšem také počítat s tím, že následná výchova přírozeně obnovených porostů může být náročnější, než výchova uměle obnovených porostů (Šindelář, 2004).

Při opakovaném použití přírozené obnovy na dané lokalitě můžeme dosáhnout toho, že se populace přizpůsobí podmínkám dané lokality a my tímto vytvoříme naprosto vhodný ekotyp právě pro danou lokalitu či stanoviště. Tohoto výsledku lze dosáhnout právě opakovanou přírozenou obnovou. Při umělé obnově nalétají semena volně na plochu. Preferovaná místa ujmoutí semen můžeme připravit pomocí různé přípravy půdy, jako je naorání, použití řádkové frézy či manuální přípravy půdy (Kupka, 2004). Příznivé podmínky pro ujmoutí semen zajišťují také lišejníky či mechy, jenž zabraňují vysychání nebo odpařování vody z půdy. Při obnovování stanovišť s pokryvem trav, borůvek či brusinek docílíme přírozené obnovy pouze zraňováním půdy, které můžeme provést pluhem, frézami či branami (Hille a Ouden, 2004). Po ujmoutí semen se vzniklým semenáčkem nikterak nemanipulujeme. To zabezpečuje volný a neomezený vývin kořenového systému. Toto oceníme především ve starším věku porostu, kdy bude kořenový systém dostatečně vyvinutý a snížíme tím riziko vývrátů nebo jiné poškození kořenového systému (Kupka, 2004). V přírozeně obnovených porostech můžeme také počítat s menším poškozením biotických činitelů či houbovými patogeny. Mezi výhodu také patří větší množství jedinců,



které lze využít k budoucí výchovné selekci. Přirozenou obnovu lze uplatnit téměř ve všech HS, ve kterých se borovice vyskytuje (Peřina, 1988).

Pro zdárnou přirozenou obnovu je důležité kalkulovat se semennými roky. Příprava půdy musí být provedena zavčasu před semenným rokem. Pokud má být přirozená obnova úspěšná, musí být také zajištěno dostatek semen, k dostatku semen dochází zpravidla v semenném roce. Pokud jsou velmi dobré podmínky, může se stát, že budou i dva semenné roky za sebou. U borovice je ovšem semenný rok zpravidla jednou za dva až tři roky. Množství semen či opakování se semenných let je značně individuální a záleží na mnoha podmínkách a faktorech. Množství semen nalétnutých na obnovovanou plochu nám může ovlivnit mnoho faktorů, jako je například síla úrody, množství výstavků na obnovované ploše nebo vzdálenost porostu od obnovované plochy. Na obnovovanou plochu nám nalétá zpravidla na jeden metr čtvereční několik desítek semen, u kterých se pohybuje klíčivost kolem 85 %. Právě díky přirozené obnově porostů dokážeme zachovávat cenné ekotypy a populace borovice lesní (Šindelář, 2004).

Provedení přirozené obnovy je poměrně náročné z časového, technologického nebo stanovištního hlediska. Provedení přirozené obnovy je časově náročnější než provedení obnovy umělé. Zároveň je důležitá znalost a zkušenost lesního hospodáře a lesních dělníků, kde je důležité načasování, uspořádání či samotná těžba nebo dokácování zbylého porostu. Mezi stanovištní podmínky, které nám mohou ovlivnit obnovu patří půdní poměry, živiny, voda, světlo, vegetace a další. Důležité je také zabezpečení ochrany před škodlivými činiteli, mezi které můžeme v dnešní době zařadit například lesní zvěř (Brichta a kol., 2020; Bílek a kol., 2017; Tuma, 2008).

### 3.4.2. Mechanická příprava půdy

Mechanická úprava půdy se provádí především pro lepší ujímání semenáčků. Zpravidla dochází k odstranění vrstvy humusu, promíchání půdních horizontů a odstranění buřeně. Snažíme se tímto zlepšit fyzikální vlastnosti půdy a zvýšit retenční vlastnosti substrátu, ve kterém budou následně semena klíčit (Poleno a Vacek, 2011).

Provedení mechanické přípravy půdy je na některých lokalitách nutným prvkem proto, abychom mohli provést přirozenou či umělou obnovu. Pokud je to nutné, lze tuto mechanickou přípravu půdy doplnit také o chemický zásah proti buřeni. Celoplošná příprava půdy se provádí na písčítých půdách, kde se provádí z důvodu obnovy borových porostů, oproti tomu na ostatních lokalitách se od celoplošné přípravy půdy pomalu ustupuje (Peřina a kol., 1964; Poleno a kol., 2009).

Pro mechanickou přípravu půdy používáme zpravidla pluhu, disky, řádkovače (půdní fréza), shrnovače (klestu) a frézy (drtiče klestu). Při použití pluhu dochází k odkrytí minerální části půdy a ve vytvořené brázdě se daří dobře klíčit semenům. Dle autorů se jedná o jeden z nejlepších způsobů přípravy půdy. Použitím řádkovače (půdní fréza) dochází k promísení půdních horizontů, a to až do hloubky 35 cm. Při použití shrnovače klestu provádíme dva úkony najednou, a to odstraňování potěžebních zbytků a zároveň narušování půdního krytu při shrnování těchto zbytků pro přirozenou obnovu. Shrnování klestu je prováděno zpravidla do řad. Klest v těchto řadách by měl být ukládán do co největší výšky a co nejmenší šířky. Při použití frézy (drtič klestu) dochází k drcení potěžebních zbytků a tím se vytváří na povrchu pouze vrstva rozdrčeného dřeva. Dle typu frézy může také docházet k míšení tohoto rozdrčeného dřeva s půdními horizonty. Můžeme se také setkat s různou kombinací těchto mechanických příprav půdy (Aleksandrowitz-Trzcińska a kol., 2014; Aleksandrowitz-Trzcińska a kol., 2018; Černý a Neruda, 2001; Poleno a Vacek, 2011).

V tomto prováděném výzkumu bylo použito celkem tři mechanizačních přípravků půdy, a to shrnovače klestu, řádkovače a lesní frézy.

### 3.4.3. Umělá obnova borovice lesní

Tuto obnovu můžeme provádět pomocí sadby sazenic nebo setí semen. Sazenice používané pro umělou obnovu jsou dvojího druhu a to prostokořenné (volný kořenový systém) a krytokořenné (kořenový systém v zemním balu). Sazenice se zpravidla získávají z lesních školek, kde jsou za tímto účelem pěstovány. Výsadbu či setí můžeme provádět na holou plochu, případně jako podsadbu nebo podsetí pod mateřským porostem (Polanský, 1995; Slodičák a kol., 2013).

Při umělé obnově nebereme v potaz aktuální stav obnovovaného porostu a semenné roky. Při umělé obnově dokážeme změnit genetiku budoucího porostu nebo úplně změnit složení dřevinné skladby porostu. Během provádění umělé obnovy můžeme dopředu kalkulovat s dalšími obnovnými či výchovnými zásahy, které v porostu bude provádět. Díky tomu si můžeme naplánovat linky v porostu, které nám v budoucnu pomůžou při výchovných zásazích a jiných činnostech prováděných v porostu (Kupka, 2004).

Při umělé obnově se můžeme setkat se šokem sazenic z přesazení. Umělá obnova si sebou nese další problém v podobě vysoké teploty až přehřívání obnovovaných ploch, což může být také doplněno o srážkový deficit. V tomto případě se můžeme setkávat s přísuškem nově vysázených sazenic. Důležité je dobré provedení výsadby, kdy hraje roly lidský faktor. Můžeme se setkat s deformací kořenového systému, která může vést k mortalitě sazenic nebo budoucímu rozpadu porostu z důsledku špatně vyvinutého kořenového systému. Z tohoto důvodu musíme dbát na odborné provedení této práce. Především v dnešní době se často setkáváme se škodami zvěří, které jsou působeny na uměle obnovených plochách a často je nutné provádět obranná opatření. Někteří autoři také zdůrazňují, že je nutné dodat organickou hmotu pro podporu vysázených sazenic do jamek či rýh (Bílek a kol., 2009; Mauer, 2002).

Při obnově borovice lesní se nabízí možnost použití rýhovacího zalesňovacího stroje. Tento stroj zefektivňuje práci především s ohledem na poměrně vysokou hustotu vysazovaných sazenic u borovice lesní. Při použití této mechanizace je důležité provést úklid potěžebních zbytků, či provést jinou nutnou

přípravu plochy, mezi kterou můžeme zařadit i klučení pařezů (Poleno a kol., 2009).

Minimální počty sazenic při umělé obnově nám stanovovala zrušená vyhláška č. 139/2004 Sb. Tyto počty se odvíjí od HS (hospodářský soubor). Obecně můžeme říci, že při umělé obnově borovice se minimální počty pohybují mezi 8 000-9 000 sazenic/ha a tyto počty jsou závislé na HS. 9 000 sazenic/ha vysazujeme na HS 13, 21, 23, 25,31, 35 a 8 000 sazenic/ha vysazujeme na HS 43, 53, 41, 45, 51, 55, 19, 27, 29, 37, 57 a 01. Více informací a náležitostí nalezneme ve zrušené vyhlášce č.139/2004 Sb. (Vyhláška č.139/2004 Sb., 2022).

### **3.4.4.Obnovní způsoby**

#### **3.2.2.1 Holosečný obnovní způsob**

Při použití holosečného způsobu zpravidla vznikají holé seče o velikosti maximálně 1 ha. S výjimkou až do 2 ha – přirozená borová stanoviště, přirozená lužní stanoviště bez omezení šíře holiny, na dopravně nepřístupných svazích delších než 250 m, nejedná-li se o exponované hospodářské soubory, do velikosti holé seče 2 ha (Zákon č. 289/1995 Sb., Lesní zákon).

Při použití holosečného obnovního způsobu se vytěží celý porost nebo část obnovovaného porostu najednou. Porost se tedy v poměrně krátkém čase změní na holinu. S rostoucí velikostí holiny se také více uplatňují přednosti holiny. Výhodou holosečného způsobu je poměrně jednoduché provedení, jako je těžba a vyklizování či soustředování dříví, dále velká koncentrace pracovníků a strojů. Jako nevýhodu je nutné zmínit především ekologickou a biologickou stránku, kdy vzniknou nepříznivé mikroklimatické podmínky, mateřský porost nepůsobí na nově vznikající porost a nechrání půdu, vznik eroze pomocí větru či vysychání a možnost ztráty živin (Poleno a kol., 2009). Holosečným způsobem hospodaření vznikly na našem území monokulturní porosty, které jsou více náchylné na napadení abiotickými či biotickými činiteli (Průša, 1999).

Boční nálet semen: Při tomto způsobu očekáváme nálet semen na obnovovanou plochu z okolních porostů, a to jak z jejich okrajů tak i nitra. Pro dobré uchycení semen se doporučuje provést vhodnou přípravu půdy na obnovované ploše. Pro lepší fruktifikaci můžeme s předstihem uvolnit koruny vedlejších porostů, ze kterých očekáváme nálet semen. Doporučuje se provádět spíše delší a užší holé seče pro dobrý dolet a rozmístění semen po ploše. Šířka se doporučuje provést na jednu výšku těžného porostu, což zpravidla bývá kolem 30 m (Šindelář, 2004).

Ponechání výstavků: Při obnovním způsobu pomocí výstavků očekáváme nálet semen především z ponechaných výstavků na holině. Obnova se provádí tím způsobem, že se snažíme vybrat zhruba 20-30 ks jedinců (tzv. výstavků), od kterých budeme očekávat nálet semen. Zbytek porostu se vytěží. Výstavky by měli být silní, zdraví a dobře rostoucí jedinci s dobrou kvalitou dřeva, abychom si ponechali co nejlepší genovou základnu pro nový porost. Výstavky můžeme vybírat samostatně nebo skupinovitě. Ponecháním výstavků se dostaví v koruně stromu světlostní přírůst, který podpoří fruktifikaci a množství semen. Vhodně rozmístěnými linkami si můžeme zajistit vhodné podmínky pro odkácování těchto výstavků tak, abychom neponičili nově vznikající porost. Zpravidla je možné tyto výstavky odkácet do 10-20 let nově vzniklého porostu. Pokud se výstavky nacházejí uvnitř porostu, snažíme se je ponechat a budeme je kácet až v dalším obmýtí. Často se stává, že právě ponechané výstavky snižují produkci nového porostu, protože pod výstavky vzniká tzv. zóna krnění, která nám snižuje produkci porostu až o 20 % a to především v období mlazin a tyčovin, kdy výstavky často nejsou schopny tento deficit svým přírůstem a kvalitou pokrýt. Tento deficit lze snižovat dosažením vysokých dřevních kvalit výstavků. Často se také setkáme s tím, že se výstavky z důvodu biotických a abiotických činitelů nedožijí dvojnásobného obmýtí a musíme je v průběhu kácet a dochází tak ke škodám na novém porostu i na výstavcích. Pro tento způsob obnovy je uváděna jako nejvhodnější dřevina právě borovice lesní (Poleno a kol., 2009; Šindelář, 2004).

### 3.2.2.2 Obnova clonou sečí

Obnova pomocí clonné seče se používá především v severských zemích, kde jsou podmínky boreálních lesů (Caccia, Ballaré, 2011; Karlsson, Nilsson, 2005). U nás se tento obnovní způsob používá především pro stín tolerantní dřeviny, jako je například buk lesní (*Fagus sylvatica* L.) nebo při obnově porostů, kde se nachází dřeviny hercynské směsi. Musíme ovšem říci, že již v České republice se na některých lokalitách používá tento způsob obnovy i v borových porostech. Ve střední Evropě se tento způsob používá především v porostech, které byly napadeny biotickými či abiotickými činiteli a porosty byly tedy prosvětleny. S obnovou pomocí clonné seče se začínají zabývat v Polsku a Německu. Důležitým faktorem při obnově clonnou sečí je provedení přípravy půdy tak, aby se narušila struktura půdy a případně bylinné a keřové patro, které může být při této obnově limitujícím faktorem při klíčení semen. Důležité je snížení hustoty porostu, abychom zlepšili světlostní podmínky v porostu a podpořili fruktifikaci, případně i podpořili klíčení semen a růst semenáčků (Tarasiuk, Zwieniecki, 1990; Bílek a kol., 2018).

Čtyři fáze clonné seče:

Seč přípravná – při seči přípravné dochází k rozvolňování korun rovnoměrně po celém obnovovaném porostu. Odstraňujeme nežádoucí dřeviny a stromy k obnově, díky čemuž dosáhneme rozvolnění korunové části zbylých stromů, čímž dosáhneme světlostního přírůstu a zvýšíme fruktifikaci. Zakmenění v porostu snižujeme na 0,9 – 0,7.

Seč semenná – tuto, seč je ideální provést v semenném roce. Snažíme se vytvořit ideální podmínky pro vzejití semen a následný růst semenáčků. Volíme rovnoměrný zásah po celé ploše porostu. Snižujeme zakmenění na 0,7-0,5. Stále využíváme matečného porostu, který chrání semenáčky před přímým svitem slunce nebo vysoušení půdy větrem. Do matečného porostu se nám také dostavuje světlostní přírůst.

Seč prosvětlovací – tento zásah provádíme dle potřeb a vývoje nového porostu. Je důležité, aby semenáčky byli již dobře zakořeněny a byly alespoň dvouleté. Vhodné je provádět tento zásah v zimním období, kdy je pokrývka

sněhu a nehrozí tak velké poškození semenáčků. Je možné také dle dřeviny provádět tento zásah pomalu a opakovaně či naopak rychleji. U borovice je nutno tento zásah oproti jiným dřevinám provést rychleji z důvodu toho, že semenáčky snášejí zastínění pouze v malém věku. Zpravidla se zde snižuje zakmenění na 0,4-0,2.

Seč domýtná – při této seči dojde k domýcení zbylého mateřského porostu. Je vhodné postupovat tak, abychom podrost co nejméně poničili a nezanedbat včasnou dobu domýcení. Seč se provede v době, kdy nově vzniklé semenáčky již nevyžadují ochranu mateřského porostu (Poleno a kol., 2009).

Jako výhoda tohoto způsobu je zdůrazňován fakt, že při obnově je pod matečným porostem vhodné klima a matečný porost vytváří ochranu proti abiotickým činitelům (sluneční záření, sněhová pokrývka, vysoušení větrem, mráz) a nově vznikající porost se lépe vyvíjí, kvůli větší konkurenci jedinců. Tím můžeme dosáhnout lepších a cennějších porostů (Bílek a kol., 2017; Poleno a kol., 2009).

Jako nevýhodu můžeme zmínit poměrně velkou náročnost na provedení tohoto způsobu obnovy. Pokud zanedbáme prosvětlení mateřského porostu při obnově borovice, může docházet k velké mortalitě semenáčků a nezdaru při obnově (Bílek a kol., 2017)

Pokud zvolíme tento způsob obnovy u borovice lesní, je důležité celý výše zmíněný postup oproti jiným dřevinám zrychlit, či některé fáze přeskočit nebo spojit.

### **3.2.2.3 Násečný obnovní způsob**

Při použití násečného obnovního způsobu dochází ke kombinaci dvou obnovních způsobů, a to holosečného a podrostního obnovního způsobu. Při tomto obnovním způsobu dochází k obnovování dvou ploch najednou, ovšem s rozdílným charakterem těchto ploch. Zpravidla šířka jednoho pruhu je rovna průměrné výšce porostu, kdy na jedné ploše je provedena holosečná těžba, na

vedlejšímu pruhu, který směřuje v plánovaném směru obnovy, je provedeno prořezání a snížení zakmenění, tento pruh může být širší a dosahovat až dvou výšek porostu. Při tomto způsobu bychom měli být schopni obnovit jak světlomilné dřeviny, tak stín tolerantní dřeviny. Zpravidla na holině dochází k obnově světlomilných dřevin a ve vedlejšímu prořezaném pásu obnovujeme stín tolerantní dřeviny. Tímto způsobem dokážeme zajistit tvorbu a vznik nových smíšených porostů (Poleno a kol., 2009).

Tento postup se doporučuje provádět od severu z důvodu zachování vláh, stínu na holé seči a tím zpomalení výparu. Při volbě směru postupu od západu nebo jihu se můžeme setkat s převládajícími větry a slunečním zářením. Volba obnovy z těchto směrů se doporučuje pouze při obnově světlomilných dřevin. Při volbě postupu od východu předcházíme převládajícím větrům, ale již od brzkého rána pouštíme slunce na obnovovanou plochu a často dochází k rychlému odpařování vody či rosy, v zimním období může docházet k rychlému roztávání semenáčků, což může zapříčinit potrhání pletiv uvnitř semenáčků (Poleno a kol., 2009).

Za vhodných podmínek je možné použít násečný obnovní způsob i pro borové porosty. Jako vhodná stanoviště pro použití tohoto způsobu se jeví chudší stanoviště. Při obnově na živnějších stanovištích nebo stanovištích s větší humusovou vrstvou, stanovištích s vyšším bylinným patrem či pokrytí mechy je vhodné provést přípravu půdy abychom zajistili dobré podmínky pro klíčení semen a vzcházení semenáčků (Béland a kol., 2000; Vacek a kol., 1995; Karlsson, Nillson, 2005).

### **3.5. Pěstební charakteristika borovice lesní**

Borovice lesní se svými vlastnostmi a požadavky na výchovu odlišuje od ostatních jehličnatých dřevin. Z tohoto důvodu musíme volit odlišný postup při provádění výchovných zásahů v borových porostech. Obecně platí, že na provedené výchovné zásahy borové porosty reagují pomaleji než jiné dřeviny. Doporučuje se provádět výchovné zásahy s menší intenzitou z důvodu toho, že borovice na silné zásahy reaguje špatně a silnými zásahy můžeme zapříčinit



dlouhodobý pokles přírůstu a ztrátu objemové produkce v těchto porostech. Naopak při provádění slabých výchovných zásahů negativně ovlivňujeme vnitřní klima porostu. Při pěstování borových porostů je důležité udržovat výškovou a věkovou homogenitu (Slodičák a Novák, 2007; Novák a kol., 2010).

Borovice lesní je světlomilná dřevina, která při rozvolněném zápoji nebo solitérním růstu vytváří často košaté koruny se silnými větvemi. Pokud borovici držíme ve vhodném zápoji, provádí se u ní dobře funkce samovyvětvování a vytváříme tak rovné kmene s vysoko posazenou korunou. Na těchto kmenech nalezneme pouze suché větve či zbytky po těchto větvích (Mikeska a kol., 2008).

### **3.5.1. Výchova kvalitních borových porostů**

V takovýchto porostech je nutné provést první výchovný zásah do té doby, než dosáhne horní výška porostu 5 m. Důležité je rozčlenění porostu linkami, které jsou zpravidla široké 4 m. Pracovní pole mezi linkami je široké 20 m. Netvární předrostlíci se z vnitřní pracovních polí odstraní. Po provedení prvního zásahu by se měla snížit hustota jedinců až na 5 500 ks/ha. Pokud se jedná o uměle obnovený porost je možné odstranit každou čtvrtou řadu a provést individuální výběr v třech zbylých řadách tak, abychom dosáhly cílového počtu jedinců na hektar. Další zásah provedeme při horní výšce porostu 10 m, což je zhruba v 6-10 letech porostu a snižujeme hustotu jedinců na 3 500 ks/ha především pomocí negativního výběru z podúrovně. Další zásah volíme při horní výšce porostu 17 m. V tomto zásahu se zaměřujeme na ustupující jedince a nedochází tak k porušení porostního zápoje (Černý a kol., 1996) (*obrázek 2*).

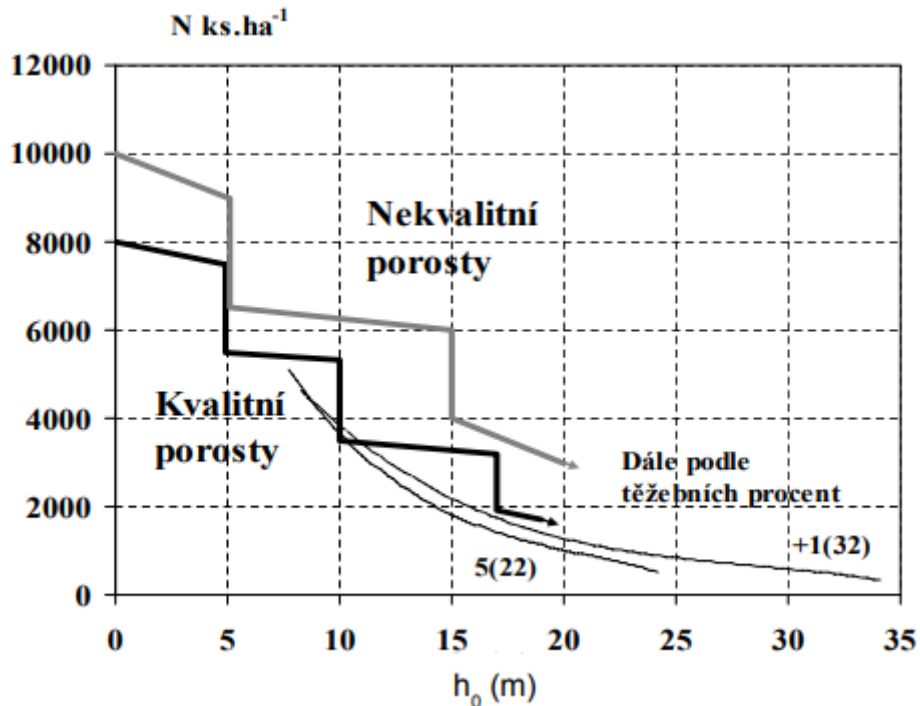
Při dosažení horní výšky 20 m se snižuje možnost ovlivnit statistickou stabilitu porostu a kvalita by měla být zajištěna dobře provedenými zásahy v minulosti. Z tohoto důvodu se zaměřujeme především na odstraňování jedinců z podružného porostu. Pokud provedeme tento způsob dobře, mělo by se nám podařit zajistit 200-300 m<sup>3</sup> dřeva v předvýběžné těžbě dle stanoviště (Slodičák a kol., 2013).

### 3.5.2. Výchova méně kvalitních borových porostů

Z důvodu menší kvality se doporučuje udržování větší hustoty v porostu a zároveň provádět menší intenzitu výchovy s delšími periodami opakování. U uměle obnovených porostů lze provést systematické odstranění každé 4. či 5. řady s doplněním negativního individuálního výběru ve zbylých řadách. První výchovný zásah opět provádíme při horní výšce porostu 5 m. Doporučuje se také rozdělení porostu na pracovní pole o velikosti 20 m s linkami o šíři 4 m. Po prvním zásahu se dostáváme na 6 500 ks/ha. Další zásah provádíme po dosažení horní výšky porostu, zhruba asi po 15 letech. Tento zásah je směřován do podúrovně a jedná se o negativní zásah s individuálním výběrem. Jako hlavní kritérium je kvalita a postavení jedince v porostu. Po dosažení horní výšky porostu 20 m, přecházíme k odstraňování podružného porostu dle procent, které jsou uvedeny v tabulce níže (Slodičák a kol., 2013).

*Tabulka 3: Procenta decennálních probírek v plně zakmeněných porostech borovice lesní ze zásoby kmenové na sdruženém porostu v závislosti na věku porostů, (Slodičák a kol., 2013).*

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



Obrázek 2: Modely výchovy pro kvalitní a nekvalitní borové porosty s údaji o počtu stromů ( $N$ ) z růstových tabulek pro +1 (32) a 5 (22) bonitu (Černý a kol., 1996).

### 3.5.3. Borové porosty s opožděnou výchovou

Za takového porosty jsou považovány takové porosty, ve kterých nebyl provedený žádný silný zásah do horní výšky porostu 10 m, což znamená zhruba 15 let věku porostu. V takovýchto porostech není možné zápoj výrazněji rozvolňovat z důvodu ohrožení produkční základny. Musíme také počítat s tím, že zanedbanou a vynechanou výchovou se nenapravitelně projeví zhoršení kvality celého porostu především z důvodu ponechání netvárných předrostlíků. V takovýchto porostech postupujeme slabými podúrovňovými zásahy, kde interval mezi zásahy je zhruba 5-7 let. Pokud se jedná o geneticky kvalitní porosty, je možné při horní výšce porostu 17-20 metrů provádět postupné uvolňování vitálnějších jedinců, kteří se nacházejí v úrovni či nadúrovni (Slodičák a kol., 2013; Slodičák a Novák, 2007).

### **3.5.4. Chronologie výchovných zásahů v borových porostech**

#### **3.2.2.4 Péče o nárosty a kultury**

Porosty vzniklé z přirozené obnovy nevyžadují v tomto věku specifické výchovné zásahy či péči. V ojedinělých případech můžeme v přehoustlých porostech provést prostřihávku. V prostřihávkách se zaměřujeme na předrostlíky a obrostlíky, které je nutné odstranit pro budoucí kvalitu porostu. Při vytvoření větších mezer v porostu se tyto mezery doporučují zaplnit MZD dřevinami (Nárovec, 2000). Při nalétnutí pionýrských dřevin do porostu se udává, že by mělo dojít k jejich odstranění. Musíme ovšem konstatovat, že v nynější situaci je přítomnost těchto dřevin často vítána (Novák a kol., 2017).

U porostů vzniklých z umělé obnovy taktéž nemusíme provádět specifické výchovné zásahy a nevyžadují nikterak zvláštní péči v tom případě, že byly založeny správným a vhodným postupem. Zaměřujeme se spíše na ochranu proti biotickým činitelům, mezi které můžeme zařadit zvěř nebo klikoroha borového. V tomto stádiu se můžeme setkat s růstem nových pupenů na již vyrašené pupeny. Pokud pupeny vyrůstají na terminále, nazýváme je jánské výhony, pokud vyrůstají na bočních pupenech, nazýváme je proleptické pupeny. Tyto pupeny nám mohou způsobit deformaci kmínku, což se řeší výřezem jedinců či jejich ořezem (Nárovec, 2000; Slodičák a kol., 2013).

#### **3.2.2.5 Prořezávky**

Prořezávky provádíme zhruba ve věku 7-9 let s ohledem na to, na jakém stanovišti se nacházíme. Na bohatších a živnějších stanovištích je provádíme dříve, kdežto na chudších stanovištích je provádíme později. Odstraněná dřevní hmota se zpravidla ponechává v porostu. Zásahy opět směřujeme na výřez obrostlíků, předrostlíků a dalších jedinců v nadúrovni. Tito jedinci se zpravidla vyznačují košatou korunou, silnými větvemi a netvárným kmenem. Často také působí na jedince v podúrovni, u kterých dochází k různé deformaci a kroucení (Poleno a kol., 2009).

Při prvním zásahu postupujeme velmi mírně, abychom zanechali porostu možnost samovyvívání. Snažíme se zlepšovat kvalitu porostu odstraňováním právě předrostlíků a obrostlíků, kteří se nacházejí především v nadúrovni či úrovni porostu. Provádění výřezu jedinců v podúrovni je považováno za velmi neekonomické. Tímto prvním zásahem se zpravidla nesnažíme snižovat počty jedinců, ale zaměřujeme se spíše na zlepšení kvality porostu odstraněním nekvalitních a nevhodných jedinců. Pokud se v porostu objevují vhodné příměsi dřevin, snažíme se je v porostu zachovat (Kovář a kol., 2013).

Při druhém prořezávkovém zásahu se zaměřujeme na podúroveň porostu, kde odstraněním jedinců zlepšíme přísun vody do porostu. Opět dbáme na malou intenzitu zásahu. Opakování prořezávek v porostu je zhruba po 5-10 letech, kdy od prvního zásahu můžeme provést ještě 2-3 zásahy (Kovář a kol., 2013). Oproti tomu Slodičák a kol., (2013) tvrdí, že právě silnějšími zásahy je nutné pozitivně ovlivnit zapojující se borové mlaziny, kdy kladně ovlivníme pomocí rozvolnění zápoje tloušťkový přírůst jedinců.

### **3.2.2.6 Probírky**

Za přechod mezi prořezávkami a probírkami se zpravidla považuje dosažení hmoty hroubí. Stále se snažíme vytvářet mírné a slabé zásahy, které směřujeme do úrovně a podúrovně. Pokud bychom provedli silnější zásah a snížili tak zapojení a zakmenění porostu, mohlo by dojít k trvalým ztrátám na produkci a přírůstu porostu (Kovář a kol., 2013).

Oproti tomu Mikeska a kol., (2008) tvrdí, že by se zásah měl soustředit do nadúrovně především na předrůstavé a nevhodné jedince. Můžeme také odstraňovat poškozené a netvárné jedince v nadúrovni či podúrovni. V porostu by měl probíhat přirozený proces autoregulace a z tohoto důvodu není potřeba provádět zásah v podúrovni. Doporučuje také podporovat MZD dřeviny v těchto porostech.

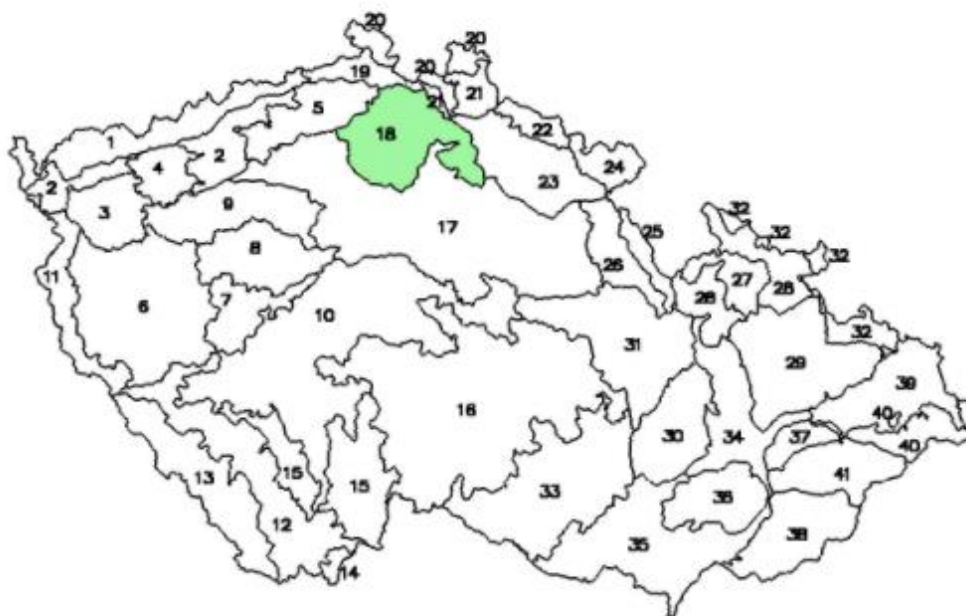
Ve fázi tyčovin lze rozeznat porosty, ve kterých můžeme počítat s produkcí kvalitního dříví a kvalitních výřezů. Ve fázi tyčoviny podporujeme především

stromy v úrovni a můžeme provádět silnější zásahy. Silnější probírky se snažíme provést v první polovině plánovaného obmýtí tak, abychom si vytvořili vhodné jedince do mýtního věku a v druhé polovině plánovaného obmýtí zásahy směřujeme spíše na nekvalitní a nevhodné jedince. Pokud se nám v porostu objevují náletové dřeviny, doporučují se v porostu ponechávat jako případnou náhradu nebo pro zaplnění rozpojeného porostu (Mikeska a kol., 2008).

### **3.6. Charakteristika zájmového území**

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

Zkoumané plochy se nacházejí na území PLO 18: Severočeská pískovcová plošina Český ráj. Katastrální výměra PLO 18 je 218 763 ha, s lesnatostí 39 %. PLO se rozkládá na území čtyř krajů, kde největší zastoupení má kraj Liberecký (62 %), Středočeský (30 %), Ústecký (4 %) a Královehradecký (4 %). V okolí zkoumaných ploch se rozkládá rovinný terén s nadmořskou výškou pohybující se od 300 do zhruba 450 m n.m. V takovémto terénu nelze přehlédnout vrchy Ralsko (696 m n. m.) a Bezděz (637 m n. m.). V okolních lesích převažuje zastoupení borovic, případně smíšené porosty borovic, smrku či bříz. Můžeme se také setkat s dubovými a bukovými porosty, ovšem nikterak ve velké míře. Místní půdy a podmínky jednoznačně napomáhají přirozenému rozšíření borovice (ÚHUL, 2022; Průša, 2001) (obrázek 3).



Obrázek 3: Mapa znázorňující PLO č.18: Severočeská pískovcová plošina a Český ráj (ÚHUL, 2001).

### 3.6.2. Geologické a pedologické poměry zájmového území

Zájmové území leží na horninovém zpevněném sedimentu. Do tohoto sedimentu náleží slepence, pískovce, brekcie, jílovce a arkózy. Na zájmovém území a přímo zkoumané lokalitě se nachází pískovce, které spadají do vytříděných a zpevněných psamitů. V těchto psamitech jsou klasty tvořeny z více než 90 % křemeny nebo silicity. Živcová zrna by neměla přesáhnout 10 % z celkového podílu částic a prachovité a jílovité příměsi 20 % z celkového podílu částic. Barva pískovců je odvozena od matrixu, který zde může být aleuritický či pelitický, nevylučuje se ani smíšení. Dále barva závisí na tmelu. U křemenných pískovců je běžná nažloutlá barva (Kynický a kol., 2015).

Zájmové území spadá do druhohor (mezozoikum). Období druhohor trvalo zhruba 185 miliónu let. Druhohory byly rozděleny do třech period: trias, jura, křída (seřazeno od nejstarší periody). Nejmladší perioda křída trvala 80 milionu let, a dále byla rozdělena na spodní a svrchní křídu. Zájmové území náleží právě do svrchní křídy. Pro svrchní křídu jsou typické paleografické pochody a změny. V

období svrchní křídy došlo k oddělení Afriky od Jižní Ameriky, posunutí Indie, k západnímu posunu Severní Ameriky a rozdělení Grónska od Euroasie (Geovědní mapa, 2022; Petránek a kol., 2016).

Zájmové území spadá přesněji do jizerského souvrství, odborně nazýváno facie kvádrových pískovců. Tyto pískovce jsou velmi chudé na živiny, přesněji řečeno jich je velký nedostatek. Křemenný podklad je vytvořen z usazených a vyvěřelých hornin, kdy křemen má charakteristickou tvrdost a nerozpustnost. Na tomto územím jej nacházíme tedy jako písky a štěrky (Geovědní mapa, 2022; OPRL, 2022).

Půdy jsou zde chudé a kyselé, vzniklé zvětráním pískovců. Tyto půdy jsou především písčité či skeletovitě hliníkovité. V PLO 18 nejčastěji nalezneme kambizemě a podzoly, které jsou doplněny rankery, rendzinou, pararendzinou, luvizemí, gleji, fluvizeměmi či pseudogleji se zastoupením do 5 % (OPRL, 2022).

Zájmové území řadíme k půdnímu typu podzol arenický, přesněji nížinný podzol, který se nachází a vzniká na pískovcích, terasových štěrkopíscích či navátých píscích. Zde poté vznikají extrémně chudé substráty, které jsou typické pro borové doubravy. Jak již bylo zmíněno, reliéf terénu je zde rovinný. Půda zde má malou úrodnost, ovšem produkce vhodných lesních porostů zde může být poměrně dobrá. Na těchto půdách je poměrně vysoké zastoupení surového humusu, doprovázené silně kyselou reakcí (Tomášek, 2007).

### **3.6.3. Klimatické poměry zájmového území**

Zájmové území se nachází v oblasti mírně teplého pásu, respektive v mírně teplé klimatické oblasti (MT9). V této oblasti je množství letních dnů v rozmezí mezi 40 a 50 dny. Zhruba 140-160 dní v roce dosahuje průměrné teploty 10 a více °C. Počet mrazivých dní se pohybuje v rozmezí 110-130 dnů, množství ledových dnů je v rozmezí 30-40. V lednu průměrná teplota dosahuje -3 až -4 °C a oproti tomu v červenci průměrná teplota dosahuje 17-18 °C. Jarní a podzimní



průměrná teplota kolísá mezi 6-8 °C. Během 100-120 dní je průměrný úhrn srážek větší než 1 mm. Během vegetačního období je úhrn srážek kolem 400-450 mm, během zimního období je tento úhrn kolem 250-300 mm. Na této lokalitě je průměrná suma srážek v rozmezí 650-750 mm ročně. Na těchto lokalitách je zpravidla krátké a mírně teplé jaro, na které navazuje teplé a dlouhé léto, které je zpravidla mírně suché až suché. Po létě přichází poměrně krátký a teplý podzim, po kterém následuje mírná a krátká zima, která je často suchá (Quitt, 1971).

#### **3.6.4. Hydrologické poměry zájmového území**

Území se nachází ve správě povodí Labe. Významným prvkem je velké zastoupení rybníků v okolí lokality. Nejbližším a velmi významným rybníkem je rybník u vesnice Břehyně, zvaný Břehyňský rybník. Tento rybník je zároveň druhým největším rybníkem v této lokalitě po Máchově jezeru. Břehyňský rybník je od zájmového území vzdálen zhruba 3 km. Dalším významným prvkem je již zmíněné Máchovo jezero, které dosahuje velikosti 284 ha. Neopomenutelný je také Poselský rybník, jehož rozloha dosahuje 14,6 ha. V sousedství Poselského rybníka nalezneme znatelně menší, Mariánský rybník. Mezi Poselským rybníkem a Máchovým jezerem se nachází Čepelský rybník o velikosti zhruba 3 ha. Všechny tyto rybníky a jezera patří do dokeské soustavy rybníků (Štefáček, 2010).

#### **3.6.5. Floristické poměry zájmového území**

Dle průzkumu lokality můžeme konstatovat fakt, že bylinnému patru dominuje borůvka černá (*Vaccinium myrtillus* L.). Borůvka černá je keřík nízkého vzrůstu, vyskytující se běžně v lesích, na vřesovištích či rašeliništích. Velké zastoupení má také v jehličnatých lesích eurosibiřského pásma, oproti v jižní Evropě ji nalezneme především v horách. Borůvka černá je silně větvičí se keř, nízkého či zakrslého růstu. Plodem tohoto keře jsou tmavě modré až modročerné bobule, které jsou jedlé. Tyto bobule lze využívat v lékařství společně s listy,

případně pouze jako potravu. Jejich velká výživová hodnota je predikuje k výrobě kompotů či sirupů. Rozšiřování do dalších oblastí může být prováděno ptáky nebo novými výhonky. Opylování květů zajišťují včely a životnost může dosahovat až 30 let (Deyl a Hísek, 2001; Siedel, 2013).

Nezanedbatelná je také brusnice brusinka (*Vaccinium vitis idaea* L.). Podobně jako v případě borůvky černé se jedná o keřík nízkého vzrůstu, který může dorůst až výšky zhruba 25 cm. Běžně jsou listy střídavé, mohou být ovšem i dvouřadě rozložené. Její výskyt je hojný především v borových lesích, na písčitých a kyselých půdách, dále její výskyt není neobvyklí ani na rašeliništích. Plody lze využívat jako u borůvky černé (Pilát a Ušák, 1976; Deyl a Hísek, 1980).

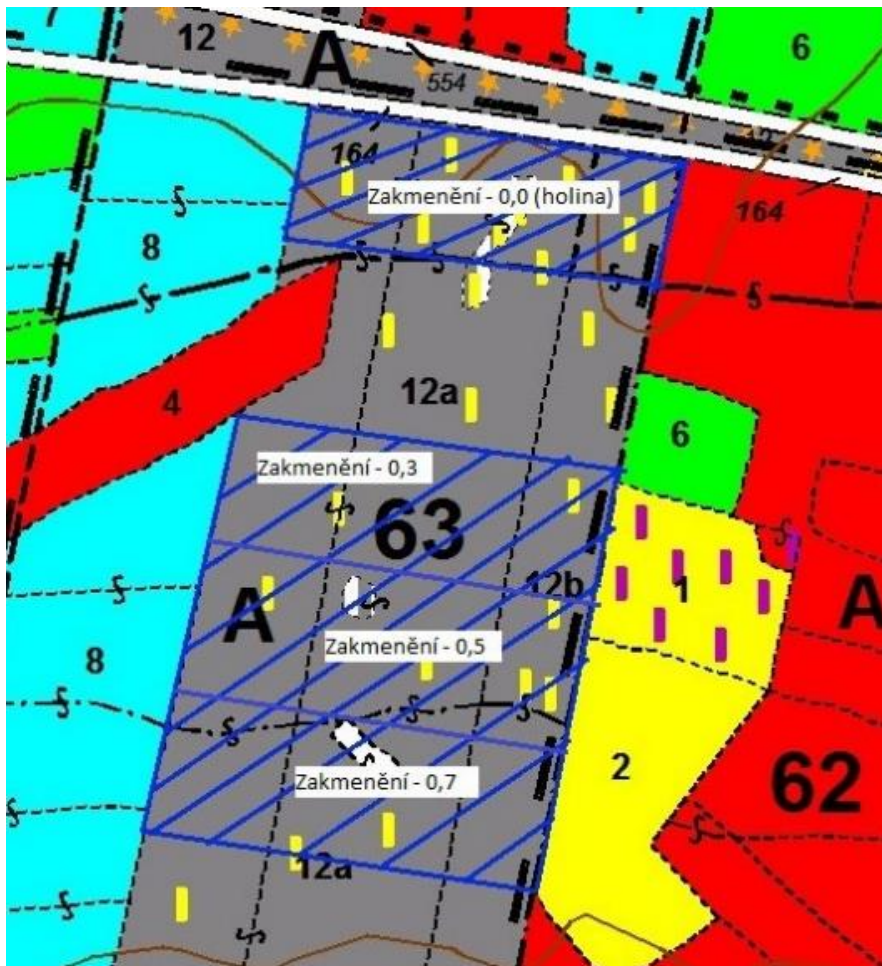
Významné zastoupení na zkoumaných plochách má také metlička křivolaká (*Avenella flexuosa* L.) řazená do lipnicovitých (*Poaceae*). Metlička křivolaká je jemná, trsnatá a vytrvalá tráva. Můžeme ji nalézt především v jehličnatých porostech, vřesovištích a její výskyt je rovněž hojný na pasekách různých nadmořských výšek, počínaje nížinami až po horské lokality. Přítomnost metličky křivolaké identifikuje sníženou půdní kvalitu. V lesích České republiky se jedná o velmi zastoupený a častý druh. Může sloužit i jako potrava pro lesní zvěř, která jí spásá, zároveň může být účelně pěstována pro dekorační a okrasné účely v zahradách či parcích (Kubát a kol., 2002; Šikula a Větvička, 2016).

Sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea* L.) je na zkoumaných lokalitách zastoupen pomístně. Sedmikvítek je vytrvalá nízká bylina vyskytující se především v horských lesích nebo rašeliništích (Deyl a Hísek, 2001).

## 4. Metodika práce

### 4.1. Výběr a umístění výzkumných ploch

Výzkumné plochy se nacházejí na lokalitě pod správou Vojenských lesů a statků, s.p., Divize mimoň, LHC Břehyně. Tyto plochy jsou umístěny v porostech 63A12a a 63A12b (obrázek 4). Pracovní název pro tyto plochy, na kterých je prováděn výzkum je Mariánka III. Porost 63A12a se rozprostírá na ploše 12,6 ha, zastoupení dřevin je zde následující 95 % BO a 5 % BK. V případě porostu 63A12b se jedná o plochu velikosti 3,86 ha, se 100 % zastoupením BO. Na plochách, které jsou vyznačeny a určeny k výzkumu je 100 % zastoupení BO (obrázek 5).



Obrázek 4.: Modře zakreslené výzkumné plochy v porostní mapě.

Oddělení:	63	Plocha:	25	LO:	18	LHC:	15	Platnost:	1.1.2016-31.12.2025	ORG_UR3:	Bezděz	Strana:	226													
Dílce:	A	Plocha:	25	Zvl. ST:		Pásmo ohrož.:		ORG_UR1:	Mimoň	ORG_UR2:	Břehyně	Kategorie/překryv:	10													
Porost:	a	Popis dílce: Exp.:zvlíněná rovina. III. zóna CHKO. Ptačí oblast Českolipsko - Dokeské pískovce a mokřady.																								
Kód maietku	1																									
Dřevina	Zastoupení [%]	Výčetní tloušťka [cm]	Výška [m]	Obj. střed. kmene ULT [m <sup>3</sup> b.k.]	Bonita	Bonita absolutní	relativní	3/2008 Sb. Fenotypová třída	Poškození třída	Imise	Zásoba [m <sup>3</sup> b.k.]	Těžba výchovná			Těžba obnovní		Prořezávky		Zalesnění							
										Na 1 ha pl.et.	Souše	Celkem	Naléh.	Násob.	Plocha [ha]	Objem [m <sup>3</sup> ]	Objem na 1 ha [m <sup>3</sup> ]	Plocha [ha]	Objem [m <sup>3</sup> ]	Naléh.	Násob.	Plocha [ha]	Druh	Dřevina	Zast. [%]	Plocha [ha]
Porostní skupina:	12a	Plocha por. sk.:	12,6	Les. typ:		LVS:		ORP:	5101 - Česká Lípa	Ter. typ:		Název KÚ:	Bezděz													
Popis por. sk.:	Kmenovina,všestranně diferencovaná(19-25m),nepravidelně rozvolněného zápoje s výskytem zmlazení BO, DTO:TO vev 2 částech na HS 133.																									
Etáž:	12a	Parc. plocha etáže:		Skut. plocha etáže:	12,6	Hosp. soubor:		Věk:	11	Zakmenění:		Model. těž.:		Obmýjí / obn. doba:	130 /	Met. a zpev. dřev.:										
BO	95	29	22	0,59	22	5	C																	BO	90	3,29
BKS	5	24	18	0,34	18	7	C																	BR	5	0,18
																								DB	5	0,18
Celkem	100																							100	3,65	
Porostní skupina:	12b	Plocha por. sk.:	3,86	Les. typ:		LVS:		ORP:	5101 - Česká Lípa	Ter. typ:		Název KÚ:	Bezděz													
Popis por. sk.:	Kmenovina,dostí tloušťkově i výškově diferencovaná(21-26m), nepravidelného zápoje s výskytem zmlazení BO,SM DTO:Die HS 133.																									
Etáž:	12	Parc. plocha etáže:		Skut. plocha etáže:	3,86	Hosp. soubor:		Věk:	11	Zakmenění:		Model. těž.:		Obmýjí / obn. doba:	130 /	Met. a zpev. dřev.:										
BO	100	30	24	0,68	24	4	C																	BO	90	1,63
																								BR	5	0,09
																								DB	5	0,09
Celkem	100																							100	1,81	

Obrázek 5.: Informace z LHP o porostech 63A12a a 63A12b.

## 4.2. Popis výzkumných ploch

V již zmíněných porostech bylo provedeno založení čtyř výzkumných ploch o celkové výměře 6,5 ha. Tři výzkumné plochy na sebe přímo navazují, čtvrtá výzkumná plocha je posunuta. Toto posunutí bylo z důvodu zásahu porostu 63A4 do vybraných porostů, kde by díky tomuto zásahu nebyla dodržena stejná velikost u všech výzkumných ploch. Posunutím čtvrté výzkumné plochy jsme zajistili stejnou velikost u všech výzkumných ploch (viz obrázek č. 4).

Po vyznačení výzkumných ploch bylo pomocí harwestorové technologie provedeno snížení zakmenění na 0,7; 0,5; 0,3 a 0,0. Dále následovalo provedení přípravy půdy, které probíhalo kolmo na tyto plochy, což umožnilo provedení jednoho typu přípravy půdy ve všech typech zakmenění najednou. Celkem byly provedeny čtyři různé přípravy půdy.

První příprava půdy je nazvána „shrnovač klestu“, tato příprava půdy byla provedena pomocí shrnovače klestu SH 01. Pomocí tohoto shrnovače klestu došlo ke shrnutí klestu do valů a zároveň docházelo k narušení minerální půdy a vegetace.

Druhá příprava půdy je nazvána „kontrola“. V tomto nebyla provedena žádná příprava půdy, pouze byl proveden případný úklid klestu.

Třetí příprava půdy je nazvána „řádkovač“. V tomto případě byla na přípravu půdy použita kombinovaná fréza KSH 700. Při použití této frézy je prováděna pruhová příprava půdy, o šířce zhruba 50 cm. Při této pruhové přípravě půdy dochází k promíšení nadložních humusových horizontů a minerálních půdních horizontů.

Čtvrtá příprava půdy je nazvána „lesní fréza“. Tato příprava půdy před prvním rokem měření (2019) nebyla provedena z důvodu poruchy na tomto stroji. Příprava půdy byla provedena až na konci vegetační sezóny v roce 2019 strojem MERI CRUSHER 1.8ST. Pomocí této frézy je drcen klest a zbytky po těžbě, případně ničena vegetace, dochází také k částečnému narušení minerálního horizontu. Dochází tak k celoplošné přípravě půdy. Pro další vegetační období v letech 2020 a 2021 byly plochy s touto přípravou půdy do výzkumu již zahrnuty.

Na jednotlivých výzkumných plochách byly tyto přípravy půdy provedeny vždy s jedním opakováním. Tímto způsobem na každé výzkumné ploše vzniklo 8 ploch. Každá jednotlivá plocha má velikost 31,25 x 60 m. Na celé této výzkumné lokalitě, pracovně Mariánka III, vzniklo tedy 32 takovýchto ploch o velikosti 31,25 x 60 m.

Do těchto ploch o velikosti 31,25 x 60 m byly umístěny kruhové zkusné plochy, o velikosti poloměru  $r = 12,6$  m. Tyto plochy měly velikost 500 m<sup>2</sup>. Tyto kruhové zkusné plochy byly umístěny rovnoměrně do již zmíněných ploch, a to dvakrát, tedy vzniklo 64 kruhových zkusných ploch (*obrázek 6*). V těchto kruhových zkusných plochách byly měřeny základní porostní veličiny, mezi které řadíme kruhovou základnu, zásobu, zakmenění před těžebním zásahem a zakmenění po těžebním zásahu.

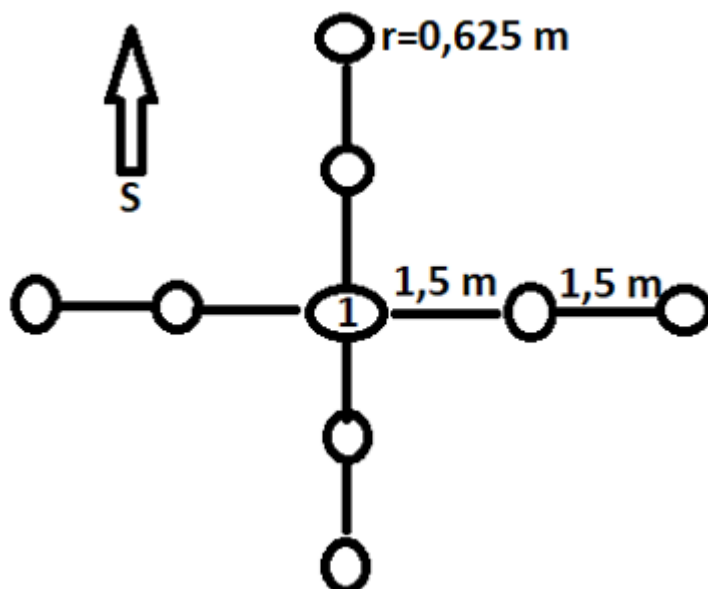
Do každé kruhové zkusné plochy byl umístěn hlavní vytyčovací kolík označený číslem plochy. Od tohoto kolíku na každou světovou stranu, ve vzdálenosti 1,5 m a 3 m od středového kolíku byly umístěny další kolíky (*obrázek 7*). Tímto vyznačením kolíků jsme vytvořili přímo sub plochy, na kterých bylo prováděno měření. Tyto sub plochy měli velikost průměru  $d = 0,625$  m. Okolo středového kolíku došlo v roce 2019 ještě k umělému výsevu 200 ks semen

borovice lesní. V každé ze 64 kruhových zkusných ploch tedy vzniklo dalších 9 menších sub-ploch, ve kterých docházelo přímo k měření semenáčků z přirozené a umělé obnovy.

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

Příjezdová lesní cesta

Obrázek 6.: Schématické rozdělení ploch, zakmenění, varianty přípravy půdy a kruhových sub ploch, (Štancík, 2020)



Obrázek 7.: Schématické znázornění sub plochy č.1

Výzkumná plocha s výsledným zakmeněním 0,7 měla před zásahem zásobu 283 m<sup>3</sup>, po provedeném zásahu 243 m<sup>3</sup>. Plocha s výsledným zakmeněním 0,5 měla před zásahem zásobu 264 m<sup>3</sup>, po provedeném zásahu 172 m<sup>3</sup>. Třetí výzkumná plocha se zakmeněním 0,3 měla před zásahem zásobu 274 m<sup>3</sup>, po zásahu 118 m<sup>3</sup>. Poslední výzkumná plocha, o velikosti zakmenění 0,0 (holina) měla před zásahem zásobu 217 m<sup>3</sup>. Zakmenění porostu je důležitou veličinou při provádění tohoto výzkumu. Mimo zakmenění se na výzkumných plochách zjišťovaly také další porostní charakteristiky, jako je zásoba před zásahem, zásoba po zásahu nebo výčetní kruhová základna před a po zásahu

*Tabulka 4.: Základní porostní charakteristiky výzkumných ploch dle zakmenění (Štancík, 2020)*

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

### 4.3. Sběr dat

V kruhových zkusných plochách o poloměru  $r = 12,6$  m (plocha 500 m<sup>2</sup>), které se umístily, jak již bylo zmíněno, do každé plochy o velikosti 31,25 x 60 m (jedna příprava půdy v jednom zakmenění) dvakrát, vzniklo tedy 64 kruhových zkusných ploch, v těchto plochách byly naměřeny základní porostní veličiny (kruhová základna, zásoba, zakmenění před a po zásahu). Tyto veličiny byly měřeny dle potřeby před i po provedeném těžebním zásahu.

Samotné shromažďování dat a provádění měření probíhalo na již zmíněných 64 kruhových sub plochách. Jedna sub plocha obsahovala celkem devět kruhových zkusných plošek stabilně označených kolíky (viz. obrázek č. 7). Tyto sub plochy mají velikost  $d = 0,625$  m.

Sběr dat (počet semenáčků) byl započat v roce 2019, kde se měřilo během vegetační sezóny. Vegetační sezóna v tomto případě bylo myšleno od května do listopadu (včetně). Měření probíhalo vždy první týden v daném měsíci. V tomto roce se počítali pouze jednoleté (letošní) semenáčky, neboť příprava půdy byla provedena na podzim roku 2018. Sběr dat nebyl proveden na lokalitách, kde měla být provedena příprava půdy pomocí lesní frézy, z důvodu poruchy tohoto stroje.

Na toto měření se dále navázalo v roce 2020, kde jsme opět prováděli shromažďování dat (počet semenáčků) vždy první týden v měsíci. V tomto případě bylo měření opět prováděno ve vegetační sezóně. Nyní ovšem tato vegetační sezóna byla od června do listopadu (včetně). Tento posun ve vegetační sezóně byl způsoben z časových důvodů. V tomto roce se již od sebe odlišovali dvouleté semenáčky (z minulého roku) a jednoleté semenáčky. V tomto roce se již začali shromažďovat data z lokalit kde byla provedena příprava půdy pomocí lesní frézy. Tato příprava půdy byla provedena na podzim roku 2019.

V roce 2021 jsme opět navázali na měření z předchozích let. V tomto roce opět probíhal sběr dat (počet semenáčků) první týden v měsíci. Toto shromažďování dat opět probíhalo ve vegetační sezóně, kde se navázalo na rok 2020. Tedy vegetační sezóna byla brána jako období od června do listopadu (včetně). V tomto roce se již rozlišovali tři druhy semenáčku, což byli víceleté (2+), dvouleté a jednoleté.

V listopadu roku 2021 proběhlo také jednorázové měření výšky všech jednotlivých semenáčků, dále měření šířky korun vybraných semenáčků a posouzení poškození zvěří (především okus) semenáčků. I při tomto měření byly semenáčky rozděleny do věkových kategorií – jednoleté, dvouleté, víceleté. Toto měření bylo provedeno pouze u semenáčků v sub plochách.



#### 4.4. Zpracování dat

Před samotným prvním výjezdem do terénu a prvotním provádění sběru dat v roce 2019 bylo nutné vytvoření vhodných zápisových listů, do kterých se v terénu budou zapisovat naměřená data. Tyto listy byly vytvořeny v programu Excel. Takovéto tabulky (*Obrázek 8.*) byly vytvořeny vždy pro každé zakmenění a provedenou přípravu půdy a vloženy do listu tak, aby vždy jedno zakmenění mělo na rozměru papíru A4 všechny přípravy půdy (*Obrázek 9.*), včetně jednoho opakování, a to především z důvodu následujícího zpracování dat. Takovéto listy se používaly vždy v každém měsíci měření.

Dne				Vypracoval			
Shrnovač klestu				Shrnovač klestu			
Kolík č. 1	1,5m	3m		Kolík č. 2	1,5m	3m	
S			Jednoletý	S			Jednoletý
			Dvouletý				Dvouletý
			2+				2+
V			Jednoletý	V			Jednoletý
			Dvouletý				Dvouletý
			2+				2+
J			Jednoletý	J			Jednoletý
			Dvouletý				Dvouletý
			2+				2+
Z			Jednoletý	Z			Jednoletý
			Dvouletý				Dvouletý
			2+				2+
Kolík			Jednoletý	Kolík			Jednoletý
			Dvouletý				Dvouletý
			2+				2+

*Obrázek 8.: Vytvořená tabulka pro zápis dat v terénu, konkrétně tabulka pro zakmenění 0,7 a shrnovač klestu*

Samotné prvotní zpracování dat probíhalo přímo v terénu, při samotném měření počtu semenáčků. Při tomto sběru dat bylo prováděno zapisování dat do předem připravených tabulek (*Obrázek 8.*). Toto prvotní zpracování probíhalo, jak již bylo zmíněno, vždy na začátku měsíce v dané vegetační sezóně. Tato měření probíhaly v letech 2019, 2020 a 2021. Na konci vegetačního období v roce 2021 proběhlo ještě jednorázové měření výšek a korun semenáčků, tato data byla také prvotně zpracována a zapsána přímo v terénu.

Po prvotním zpracování dat v terénu a zápisu dat do předem připravených a vytištěných tabulek, proběhlo přepsání dat do programu Excel, kde byly

vytvořeny vhodné tabulky s rozdělením a rozčleněním, pro následující zpracování dat. Při tomto přepisu dat docházelo, mimo jiné, také k přepočtu semenáčků na plochu, a to ks/m<sup>2</sup>. Tento přepočet nám ulehčil následující práci při zpracování dat. Tento převod je také vhodný k následné prezentaci dat, případně k převodu počtu na ks/ha.

Po tomto přepisu, rozčlenění a rozdělení dat následovalo samotné zpracovávání dat, kde toto zpracování probíhalo opět v programu Excel. Při tomto zpracovávání dat jsme se zaměřovali na rozdělení počtu semenáčků dle věku (jednoleté, dvouleté a víceleté). Toto rozdělení dle věku poté bylo dále zpracováváno v návaznosti na jednotlivé zakmenění a provedenou přípravu půdy. Další zpracování dat a výsledky byly směřovány k celkovému počtu semenáčků ke konci měření (listopad 2021) v jednotlivých zakmeněních a provedených přípravách půdy. Dalším výstupem při zpracování dat byl celkový vývoj semenáčků, během zmíněných třech let (2019-2021) v jednotlivých zakmeněních a přípravách půdy. Dalším výstupem bylo zjištění výšky a šířky koruny semenáčků s ohledem na velikost zakmenění a provedenou přípravu půdy.

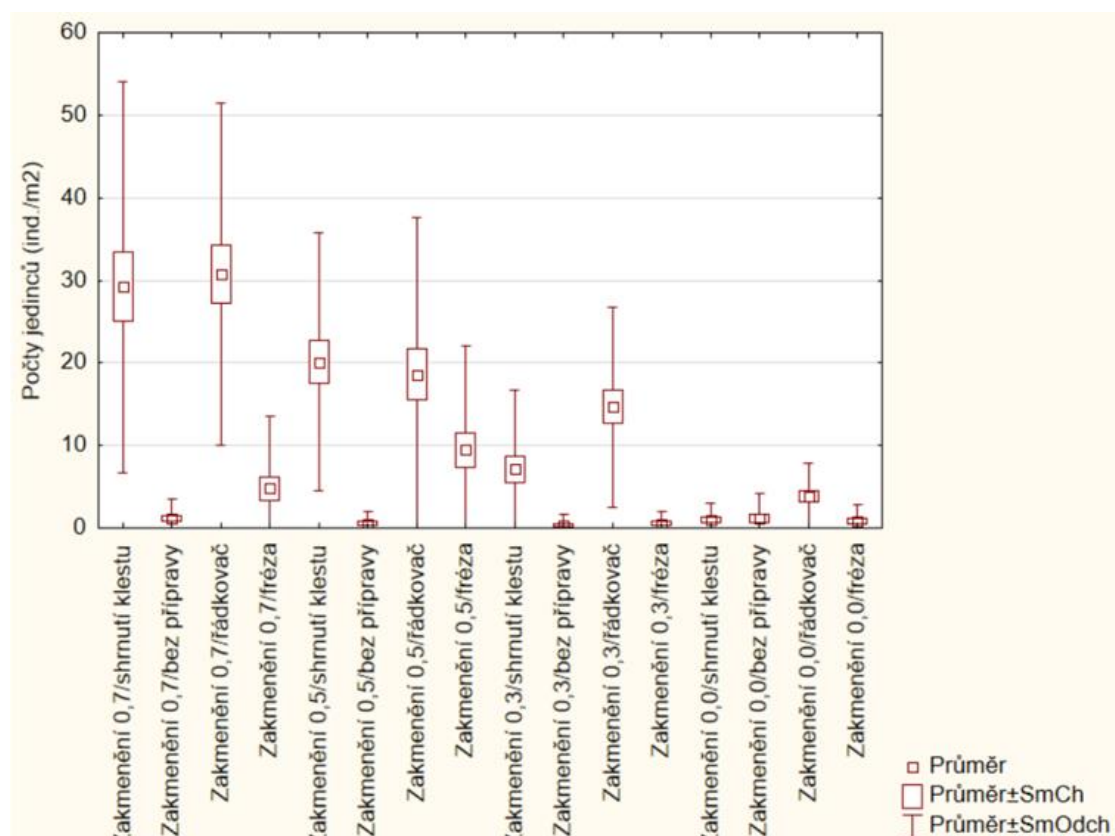
Statistické zpracování dat bylo provedeno v programu Statistica 12. V tomto programu jsme provedli ověření normálního rozdělení dat. Shapiro-Wilkův test potvrdil nenormální rozdělení dat. Z tohoto důvodu byl použit k porovnání více nezávislých skupin Kruskalův-Wallisův (K-W) test. Tyto testy a porovnání byly provedeny jak pro počty semenáčků, výšky semenáčků tak i pro šířky korun semenáčků.

## 5. Výsledky

### 5.1. Množství přirozené obnovy

#### 5.1.1 Celkové množství přirozené obnovy

Celkové množství přirozené obnovy bez ohledu na věk semenáčků. Důležitým výsledkem je, v jakém zakmenění a kombinaci půdy jsme během 3 let výzkumu dosáhly nejvyšších počtů přirozené obnovy bez ohledu na to, o jak staré (jednoleté, dvouleté, víceleté) semenáčky, tvořící tuto přirozenou obnovu, se jedná. Tento výsledek je i velmi vážený pro praxi v lesním hospodářství. Níže zmíněné výsledky se vztahují k poslednímu měření, které bylo provedeno 8.11. 2021.



Obrázek 9.: Krabicový graf zobrazující celkové množství přirozené obnovy na konci měření, rozděleno dle zakmenění a provedenou přípravu půdy

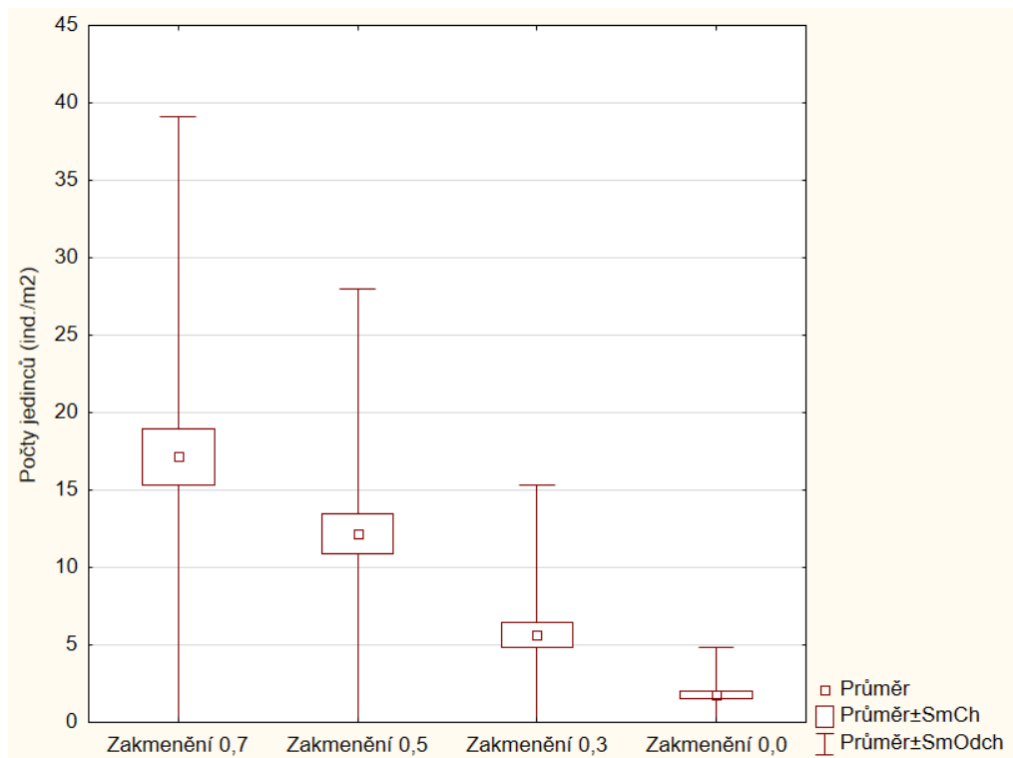
Z výše uvedeného *Obrázku 9* vidíme, že celkově nejvyšších průměrných počtů přirozené obnovy bylo dosaženo v zakmenění 0,7, které bylo zkombinováno s přípravou půdy pomocí řádkovače 30 ks/m<sup>2</sup> ± 25 S.D. (300 000 ks/ha). V tomto zakmenění se také nachází druhý nejvyšší průměrný počet jedinců, kterého bylo dosaženo na plochách s přípravou půdy shrnovačem klestu, 29 ks/m<sup>2</sup> ± 25 S.D. (290 000 ks/ha).

V zakmenění 0,5 bylo dosaženo nejlepších průměrných počtů v kombinaci s přípravou půdy shrnovačem klestu 20 ks/m<sup>2</sup> ± 20 S.D. Dále následovaly plochy v tomto zakmenění, na kterých byla provedena příprava půdy řádkovačem, zde bylo průměrně 17 ks/m<sup>2</sup> ± 21 S.D. (170 000 ks/ha).

Nejvyšších průměrných počtů v zakmenění 0,3 bylo dosaženo v kombinaci s přípravou půdy řádkovačem 14 ks/m<sup>2</sup> ± 16 S.D. (140 000 ks/ha) dále následovala kombinace se shrnovačem klestu, zde bylo průměrně 6 ks/m<sup>2</sup> ± 11 S.D. (60 000 ks/ha).

Na holině nejlepší počty vykazovaly plochy s přípravou půdy řádkovačem, 4 ks/m<sup>2</sup> ± 4 S.D. (40 000 ks/ha). Nejhorších počtů ve všech zakmeněních dosahovaly plochy bez přípravy půdy. Jako nejhorší varianta z mechanizované přípravy půdy ve všech variantách zakmeněních se jeví lesní fréza, což může být způsobeno jejím nasazením, které bylo o rok později oproti shrnovači klestu nebo řádkovači z důvodu poruchy stroje.

## 5.1.2 Množství přirozené obnovy dle zakmenění



Obrázek 10.: Průměrné množství přirozené obnovy v jednotlivých stupních zakmenění, bez rozdělení věku přirozené obnovy

Nejvyšších průměrných počtů přirozené obnovy, bylo dosaženo v zakmenění 0,7. Po tomto zakmenění následuje v průměrném počtu přirozené obnovy zakmenění 0,5. Zakmenění 0,3, dosahuje až třetího nejvyššího výsledku v průměrném množství sledované přirozené obnovy. Nejméně přirozené obnovy bylo zaznamenáno v zakmenění o velikosti 0,0 (Obrázek 10).

Tabulka 5.: Vícenásobné porovnání průměrných počtů jedinců přirozené obnovy v jednotlivých zakmeněních

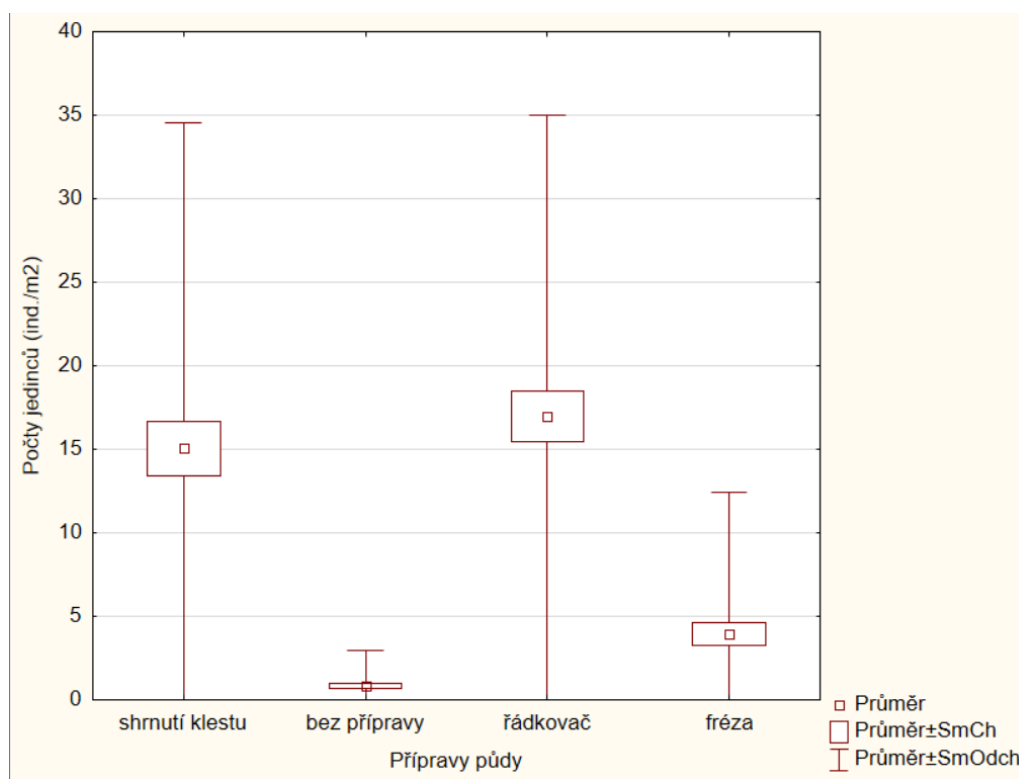
		Vícenásobné porovnání z' hodnot; Počty jedinců (ind./m2) Nezávislá (grupovací) proměnná : Zakmenění Kruskal-Wallisův test: H ( 3, N= 576) =61,37807 p =,0000			
Závislá: Počty jedinců(ind./m2)		Zakmenění 0,7 R:342,52	Zakmenění 0,5 R:330,69	Zakmenění 0,3 R:260,00	Zakmenění 0,0 R:220,79
Zakmenění 0,7			0,602990	4,207296	6,206403
Zakmenění 0,5		0,602990		3,604306	5,603413
Zakmenění 0,3		4,207296	3,604306		1,999107
Zakmenění 0,0		6,206403	5,603413	1,999107	

		Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Počty jedinců (ind./m2) Nezávislá (grupovací) proměnná : Zakmenění Kruskal-Wallisův test: H ( 3, N= 576) =61,37807 p =,0000			
Závislá: Počty jedinců (ind./m2)		Zakmenění 0,7 R:342,52	Zakmenění 0,5 R:330,69	Zakmenění 0,3 R:260,00	Zakmenění 0,0 R:220,79
Zakmenění 0,7			1,000000	0,000155	0,000000
Zakmenění 0,5		1,000000		0,001878	0,000000
Zakmenění 0,3		0,000155	0,001878		0,273580
Zakmenění 0,0		0,000000	0,000000	0,273580	

Na základě K-W testu můžeme konstatovat, že rozdíly mezi jednotlivými zakmeněními jsou statisticky signifikantní. Z vícenásobného porovnání je zřejmé, že se od sebe významně odlišovaly průměrné počty jedinců v zakmenění 0,7 od zakmenění 0,3 a 0,0. Dále je statisticky významné odlišení počtu jedinců v zakmenění 0,5 od počtu jedinců v zakmenění 0,3 a 0,0 (Tabulka 5).

### 5.1.3 Množství přirozené obnovy dle přípravy půdy



Obrázek 11.: Průměrné množství přirozené obnovy v jednotlivých variantách přípravy půdy, bez rozdělení věku přirozené obnovy

Nejvyšších průměrných počtů přirozené obnovy bylo dosaženo na plochách, kde byla provedena příprava půdy pomocí řádkovače. V průměrném množství přirozené obnovy dále těsně následují plochy s provedenou přípravou půdy shrnovačem klestu. Třetí nejvyšší počet průměrného množství přirozené obnovy vykazují plochy připravené lesní frézou, kdy je nutno říci, že tato příprava půdy byla provedena o rok později oproti ostatním přípravám půdy. I přesto nejmenšího počtu bylo dosaženo na plochách bez provedené přípravy půdy (Obrázek 11).

Tabulka 6.: Vícenásobné porovnání počtu jedinců přirozené obnovy dle přípravy půdy

		Vícenásobné porovnání z' hodnot; Počty jedinců (ind./m2) Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravy půdy Kruskal-Wallisův test: H ( 3, N= 576) =154,0228 p =0,000			
Závislá: Počty jedinců (ind./m2)		shrnutí klestu R:351,99	bez přípravy R:186,89	řádkovač R:379,15	fréza R:235,98
shrnutí klestu			8,418132	1,384610	5,914999
bez přípravy		8,418132		9,802743	2,503133
řádkovač		1,384610	9,802743		7,299610
fréza		5,914999	2,503133	7,299610	

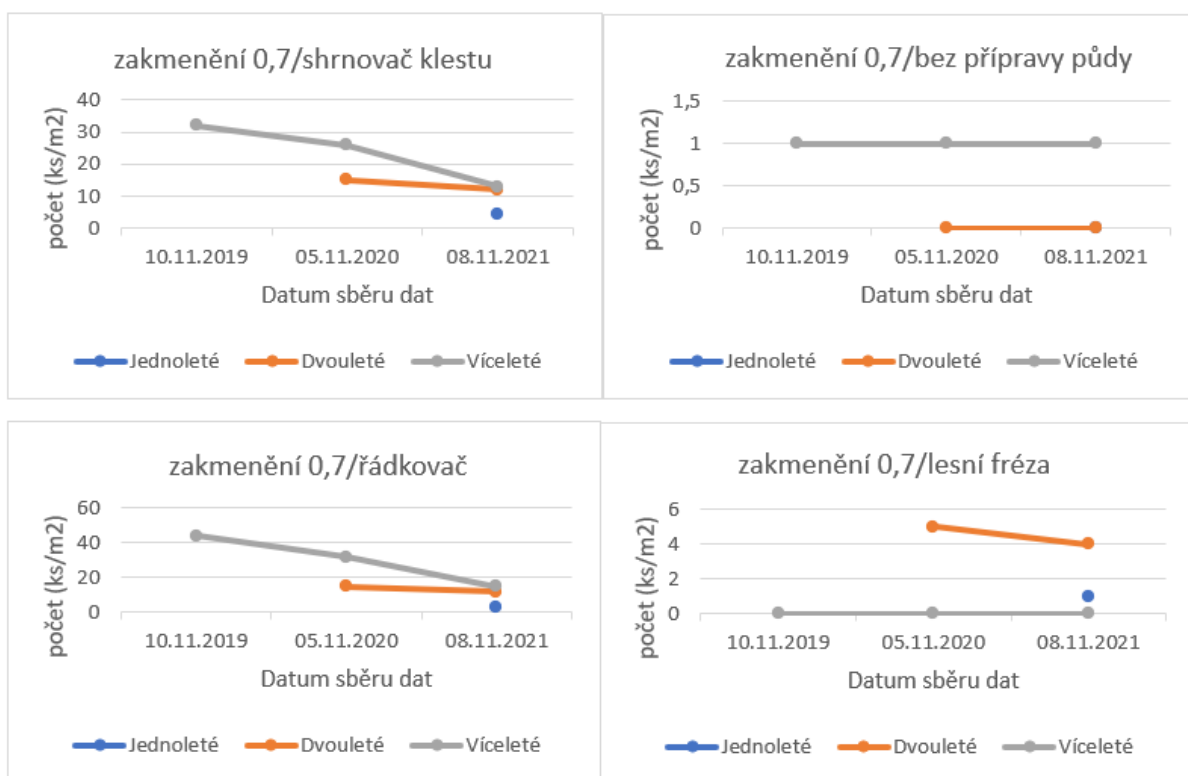
		Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Počty jedinců (ind./m2) Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravy půdy Kruskal-Wallisův test: H ( 3, N= 576) =154,0228 p =0,000			
Závislá: Počty jedinců (ind./m2)		shrnutí klestu R:351,99	bez přípravy R:186,89	řádkovač R:379,15	fréza R:235,98
shrnutí klestu			0,000000	0,997030	0,000000
bez přípravy		0,000000		0,000000	0,073860
řádkovač		0,997030	0,000000		0,000000
fréza		0,000000	0,073860	0,000000	

Na základě K-W testu můžeme konstatovat, že rozdíly mezi jednotlivými variantami přípravy půdy jsou signifikantní. Z vícenásobného porovnání hodnot je viditelné, že se významně odlišovaly počty jedinců na plochách s provedenou přípravou půdy shrnovačem klestu od ploch bez přípravy půdy a ploch, kde byla provedena příprava půdy frézou. Dále se odlišovaly plochy bez přípravy půdy od ploch připravených řádkovačem. Statisticky významný rozdíl je také mezi plochami s přípravou půdy řádkovačem a frézou (Tabulka 6).

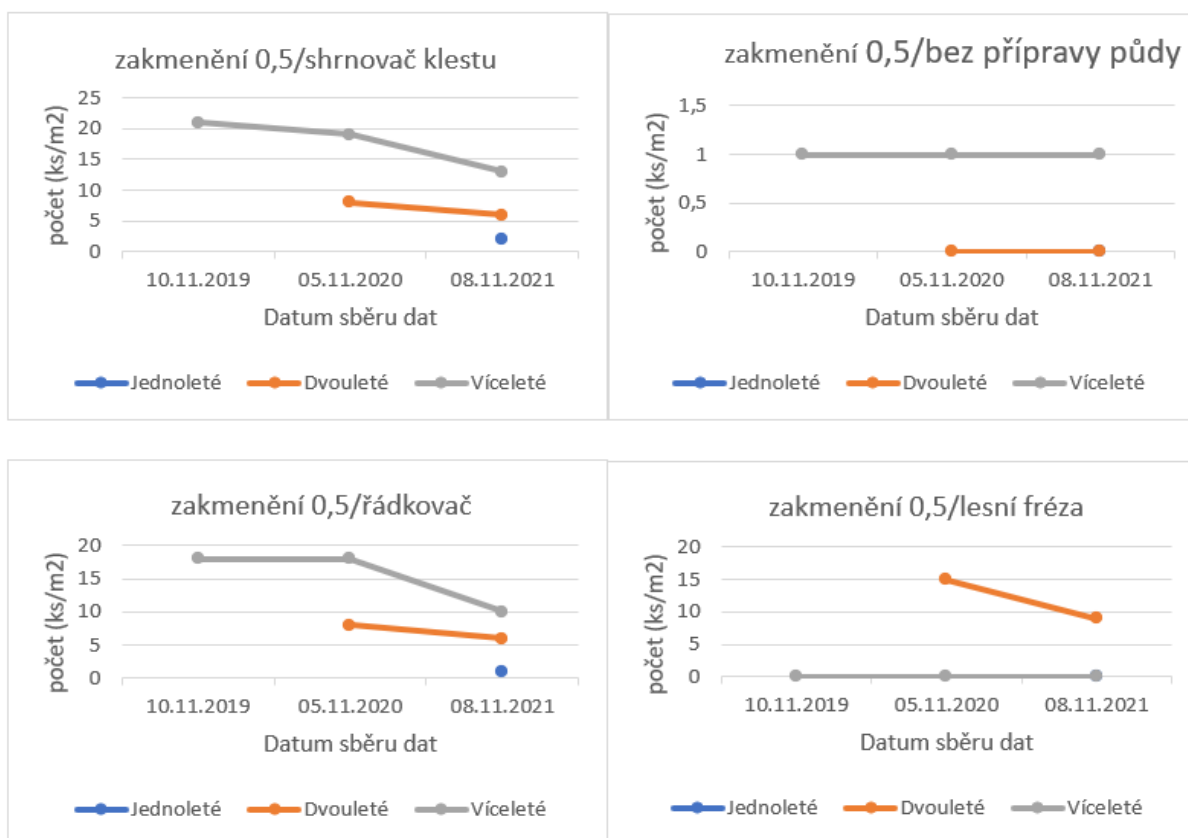
#### 5.1.4 Vývoj přirozené obnovy za celé sledované období

Celkový vývoj množství přirozené obnovy, rozdělený dle kombinace zakmenění s provedenou přípravou půdy, za celou délku měření, tedy 3 roky. Výsledky se vždy vztahují k poslednímu měření v daném roce.

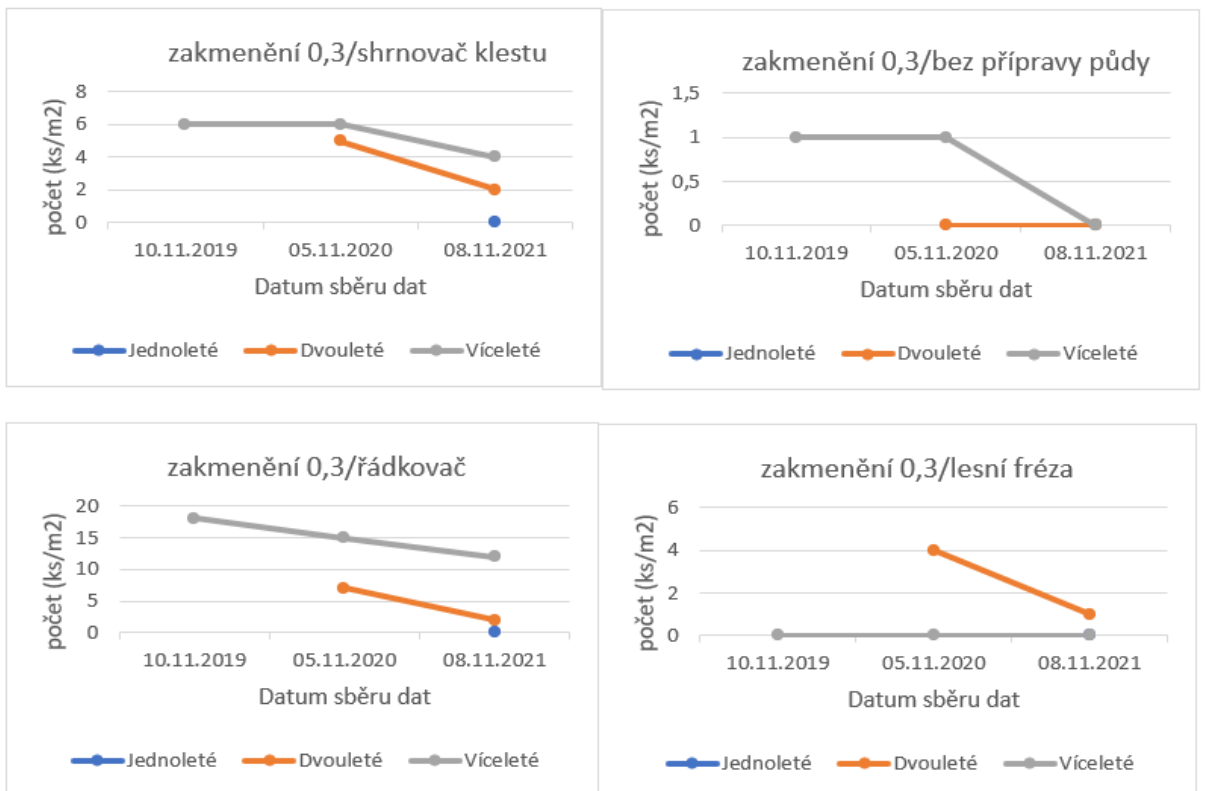




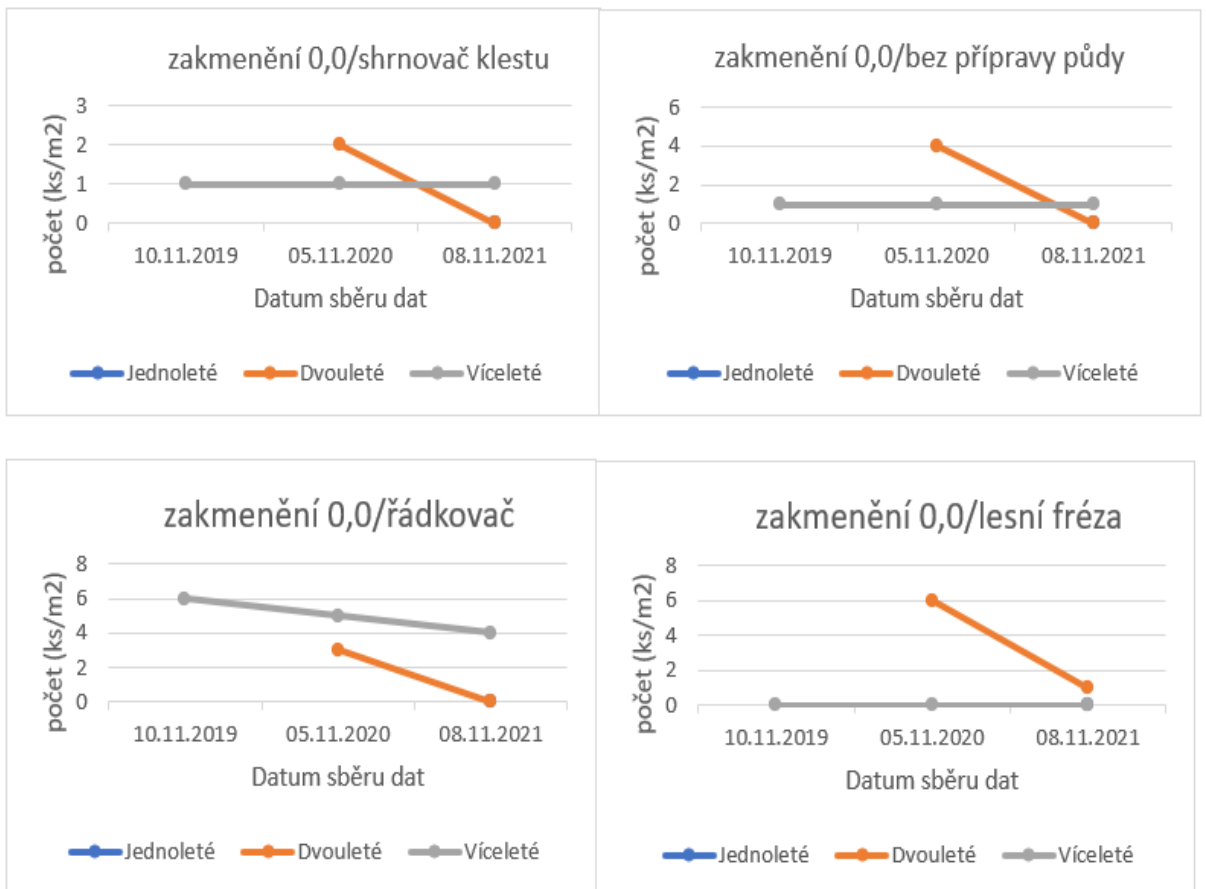
Obrázek 12.: Vývoj přirozené obnovy během celého období v zakmenění 0,7 s kombinacemi přípravy půdy



Obrázek 13.: Vývoj přirozené obnovy během celého období v zakmenění 0,5 s kombinacemi přípravy půdy



Obrázek 14.: Vývoj přirozené obnovy během celého období v zakmenění 0,3 s kombinacemi přípravy půdy



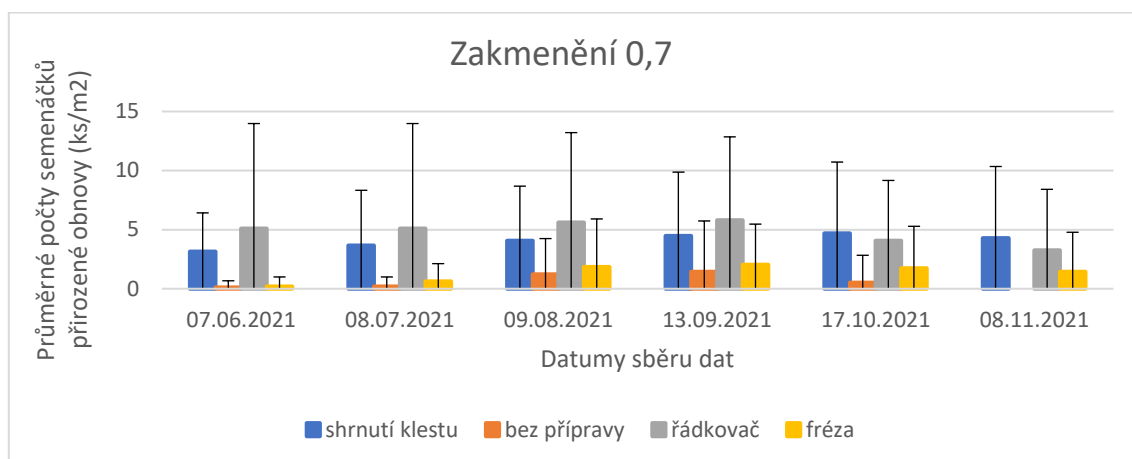
Obrázek 15.: Vývoj přirozené obnovy během celého období v zakmenění 0,0 s kombinacemi přípravy půdy

Z (*Obrázek 14*) a (*Obrázek 15*) vidíme, že plochy s nižším zakmeněním (0,0 a 0,3) vykazují menší počty víceletých jedinců, které jsou ovšem stabilnější a nedosahují takové mortality, jako počty víceletých jedinců ve vyšších zakmeněních (*Obázek. 12* a *13*). I přes tento fakt se nejvíce jedinců nachází na plochách s vyšším (0,5; 0,7) zakmeněním.

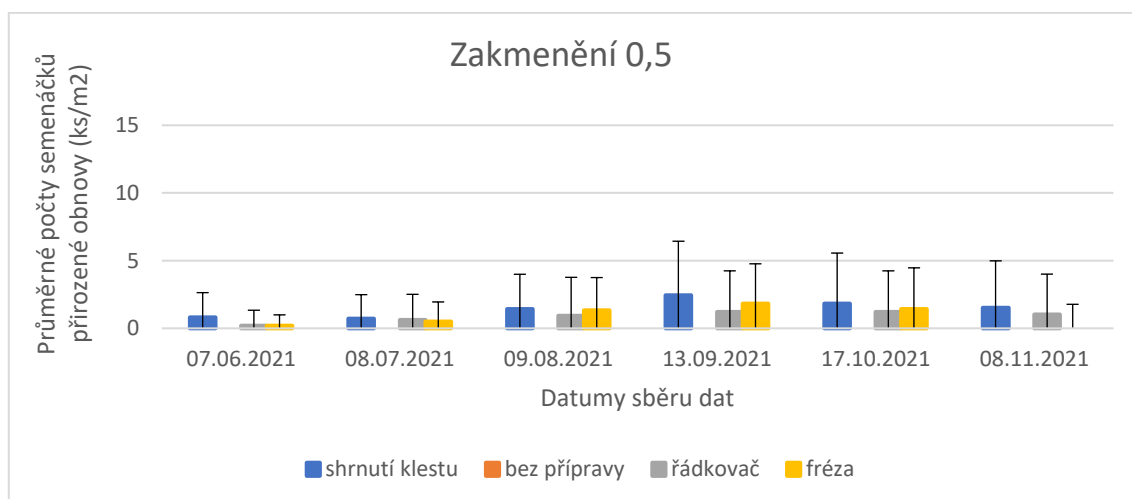
Dvouletí jedinci v nižším zakmenění (*Obrázek 14* a *15*) často dosahují velké až úplné mortality, oproti tomu jedinci ve vyšším zakmenění (*Obrázek 12* a *13*) mají menší mortalitu a přežívají jich větší počty oproti nižším zakmeněním.

Jednoletí jedinci poměrně shodně ve všech zakmeněních (*Obrázek 12-15*) v kombinaci jakékoli přípravy půdy dosahují malých či nulových počtů. Na plochách s nižším zakmeněním (*Obrázek 12* a *13*) je zastoupení jednoletých jedinců nulové a ve vyšších zakmeněních (*Obrázek 14* a *15*) jen ve velmi omezené míře.

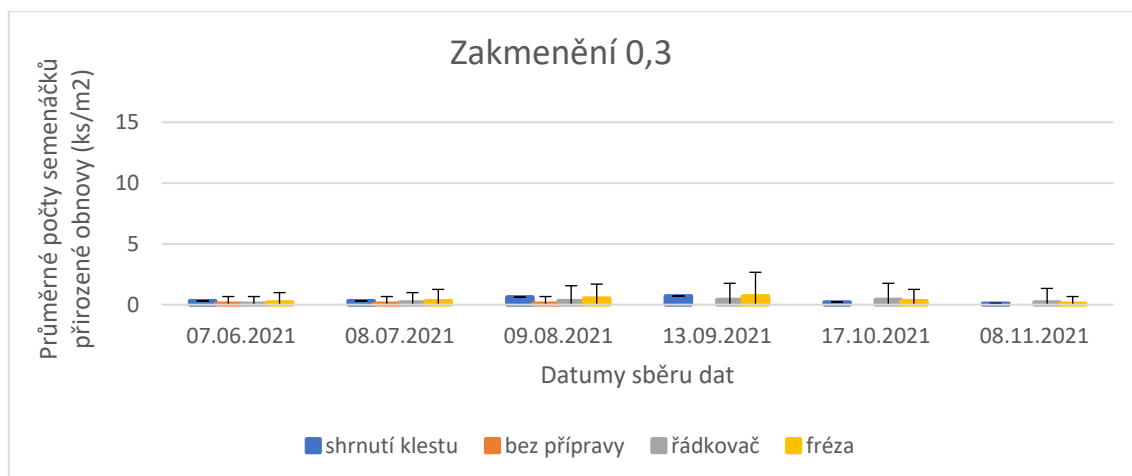
## 5.1.5 Množství jednoletých semenáčků



Obrázek 16.: Průměrný počet jednoletých semenáčků v zakmenění 0,7 s kombinací přípravy půdy



Obrázek 17.: Průměrný počet jednoletých semenáčků v zakmenění 0,5 s kombinací přípravy půdy



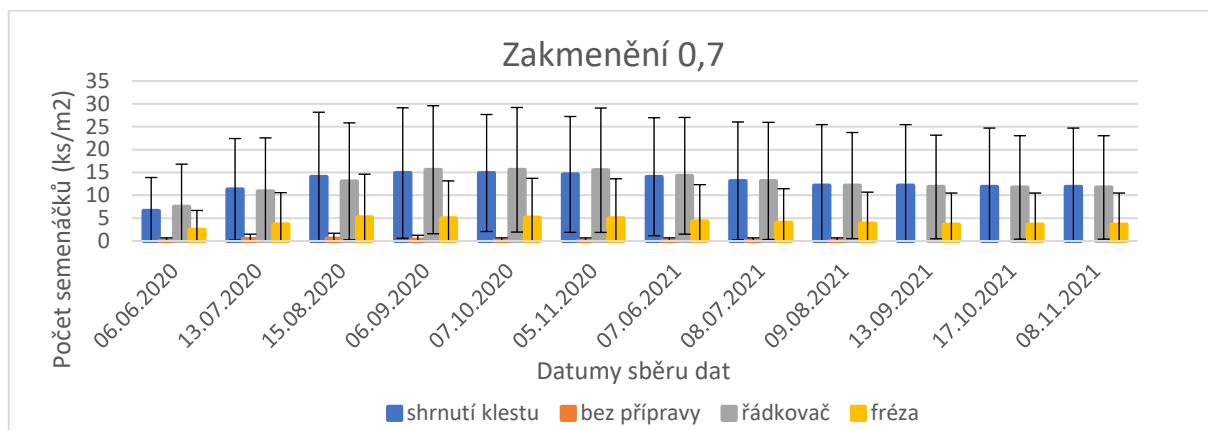
Obrázek 18.: Průměrný počet jednoletých semenáčků v zakmenění 0,3 s kombinací přípravy půdy

V zakmenění 0,7 během velké části vegetační sezony v roce 2021 bylo průměrně nejvíce jednoletých semenáčků na plochách připravených řádkovačem. Na konci této vegetační sezony ovšem bylo naměřeno průměrně nejvíce jednoletých semenáčků na plochách připravených shrnovačem klestu  $4 \text{ ks/m}^2 \pm 6 \text{ S.D.}$  Na plochách s přípravou půdy řádkovačem byly průměrně  $3 \text{ ks/m}^2 \pm 5 \text{ S.D.}$  Semenáčky na plochách bez přípravy půdy měly v tomto zakmenění úplnou mortalitu (*Obrázek 16*).

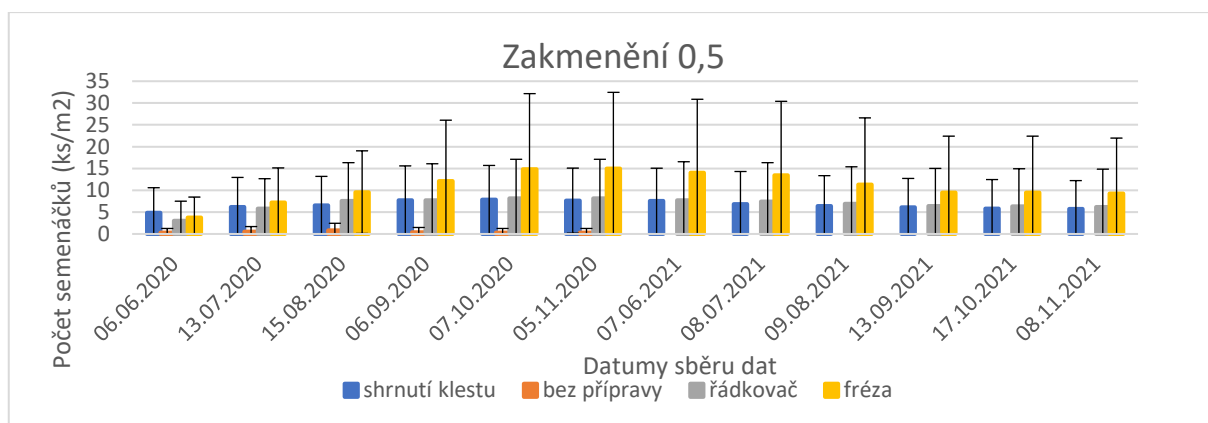
Oproti tomu v zakmenění 0,5 jsme mohli sledovat po celou vegetační sezону průměrně nejvyšší počty jednoletých semenáčků na plochách s přípravou půdy shrnovačem klestu, kde na konci sledovaného období byly průměrně naměřeny  $2 \text{ ks/m}^2 \pm 3 \text{ S.D.}$  ( $20\,000 \text{ ks/ha}$ ) a plochy připravené řádkovačem na konci vegetační sezony dosahovaly průměrně  $1 \text{ ks/m}^2 \pm 3 \text{ S.D.}$  ( $10\,000 \text{ ks/ha}$ ). I přes objevení jednoletých semenáčků na plochách s přípravou půdy pomocí lesní frézy přes vegetační období, na konci tohoto období byla u těchto semenáčků zjištěna celková mortalita (*Obrázek 17*).

V zakmenění 0,3 byl během vegetační sezony zjištěn minimální průměrný počet jednoletých semenáčků, který průměrně nedosahoval ani  $1 \text{ ks/m}^2$ , na konci vegetačního období byl tento průměrný počet rovněž menší než  $1 \text{ ks/m}^2$  nebo došlo k úplné mortalitě jedinců (*Obrázek 18*) a v zakmenění 0,0 nedošlo ke vzniku žádného jednoletého semenáčku v roce 2021.

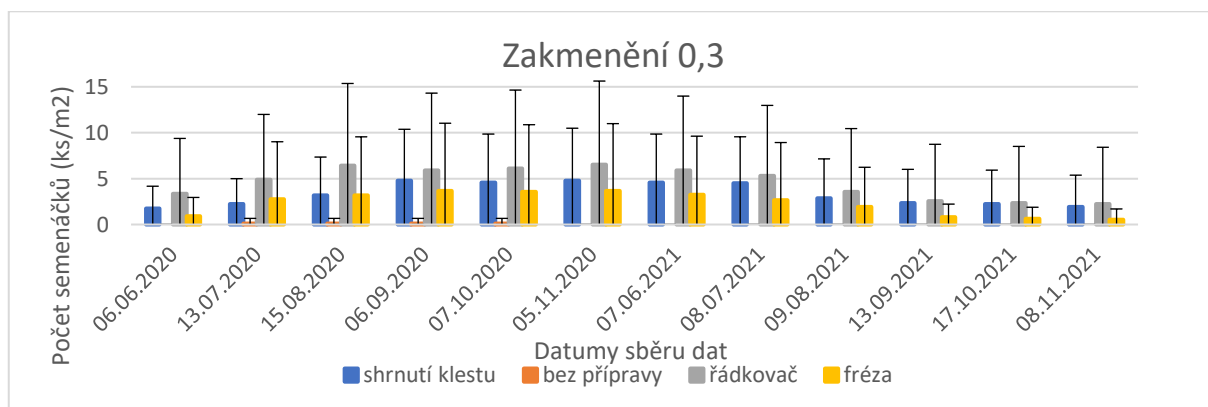
## 5.1.6 Množství dvouletých semenáčků



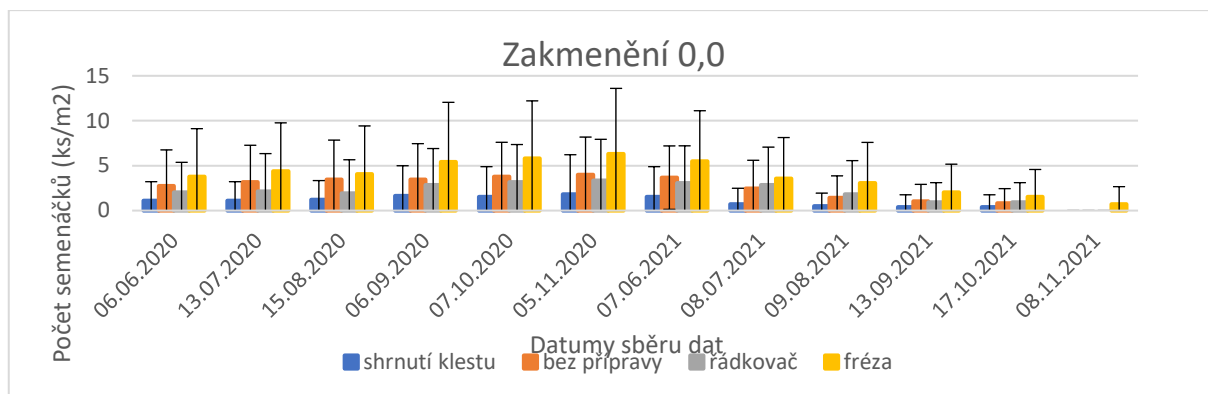
Obrázek 19.: Průměrný počet dvouletých semenáčků v zakmenění 0,7 s kombinacemi přípravy půdy



Obrázek 20.: Průměrný počet dvouletých semenáčků v zakmenění 0,5 s kombinacemi přípravy půdy



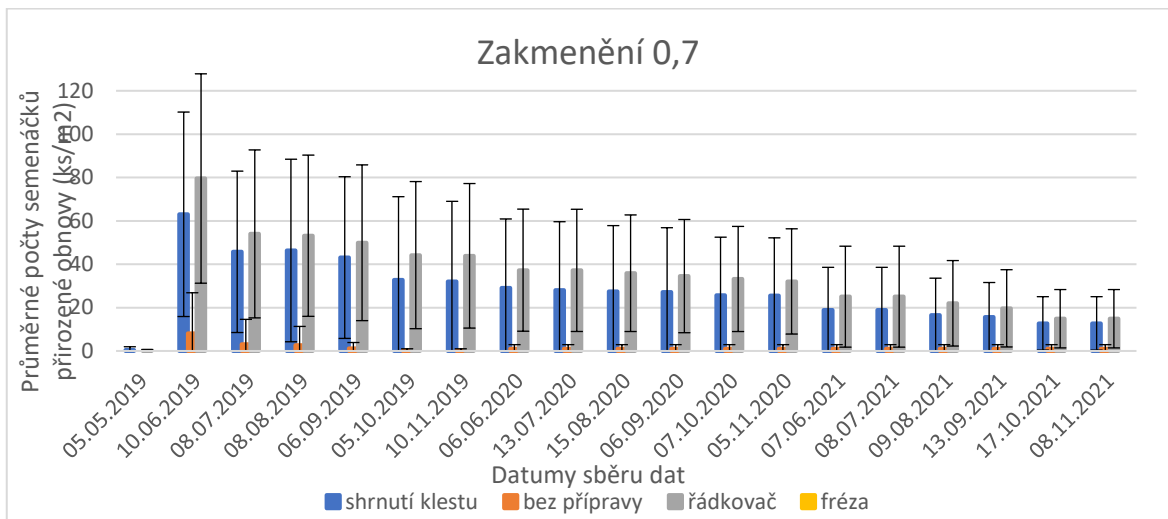
Obrázek 21.: Průměrný počet dvouletých semenáčků v zakmenění 0,3 s kombinacemi přípravy půdy



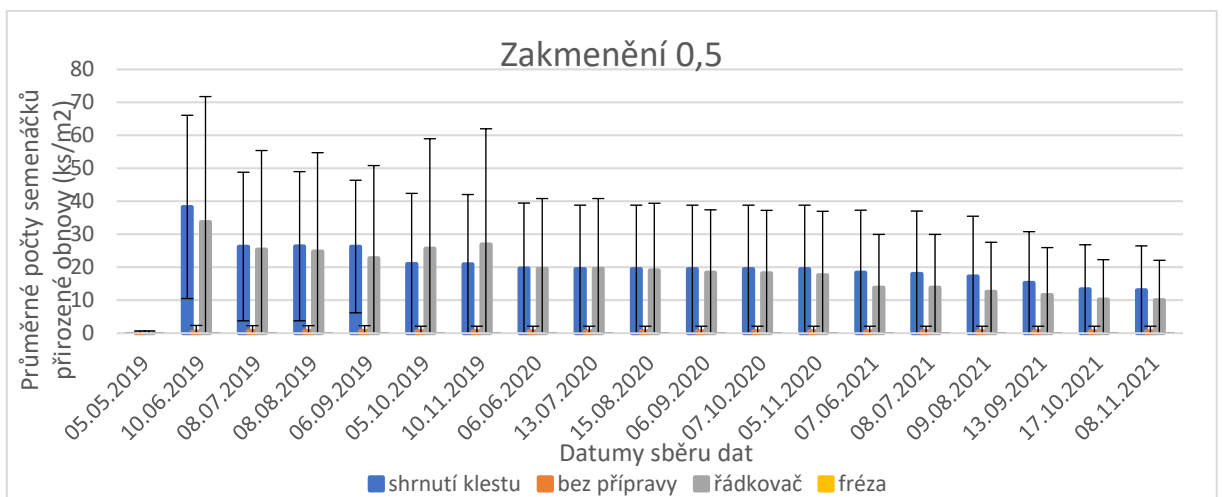
Obrázek 22.: Průměrný počet dvouletých semenáčků v zakmenění 0,0 s kombinací přípravy půdy

V zakmenění 0,7 bylo dosaženo u příprav půdy shrnovačem klestu  $12 \text{ ks/m}^2 \pm 13 \text{ S.D.}$ , (120 000 ks/ha) a řádkovačem  $12 \text{ ks/m}^2 \pm 13 \text{ S.D.}$ , (120 000 ks/ha) shodných průměrných hodnot, což můžeme vidět na *Obrázku 19*. Oproti tomu, v zakmenění 0,5 se průměrně nejvíce jedinců vyskytuje na plochách s přípravou půdy pomocí lesní frézy  $9 \text{ ks/m}^2 \pm 13 \text{ S.D.}$ , (90 000 ks/ha), ale opět se shodují průměrné počty u příprav půdy pomocí shrnovačem klestu a řádkovačem (*Obázek 20*). Shodné průměrné počty rovněž sledujeme u těchto dvou příprav v zakmenění 0,3 (*Obrázek 21*) a v zakmenění 0,0, i přes poměrně značné zastoupení jedinců v roce 2020 i části roku 2021, byl na konci sledování zjištěn průměrně pouze  $1 \text{ ks/m}^2 \pm 2 \text{ S.D.}$  (10 000 ks/ha) na plochách s přípravou půdy lesní frézou (*Obrázek 22*).

### 5.1.7 Množství víceletých (tříletých) semenáčků

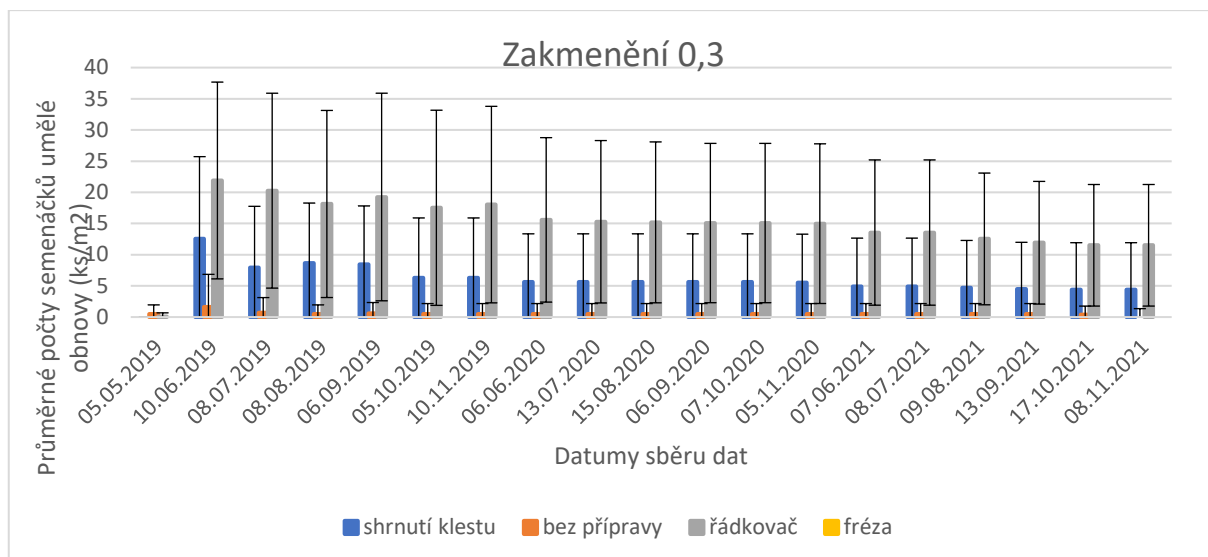


Obrázek 23.: Průměrný počet víceletých semenáčků v zakmenění 0,7 s kombinací přípravy půdy

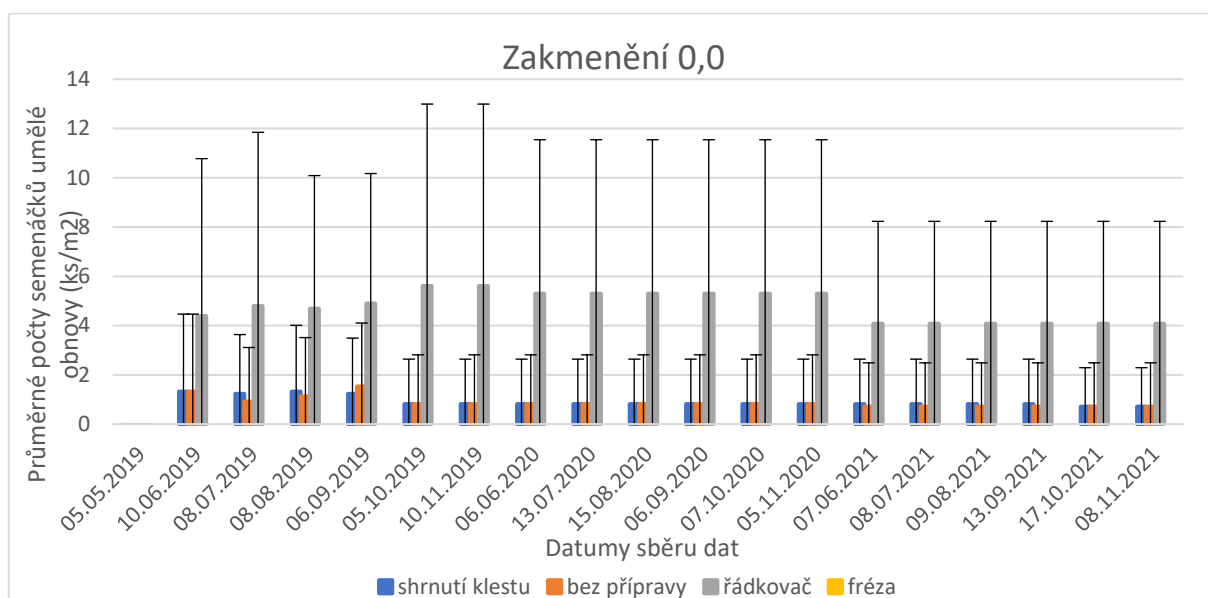


Obrázek 24.: Průměrný počet víceletých semenáčků v zakmenění 0,5 s kombinací přípravy půdy





Obrázek 25.: Průměrný počet víceletých semenáčků v zakmenění 0,3 s kombinací přípravy půdy



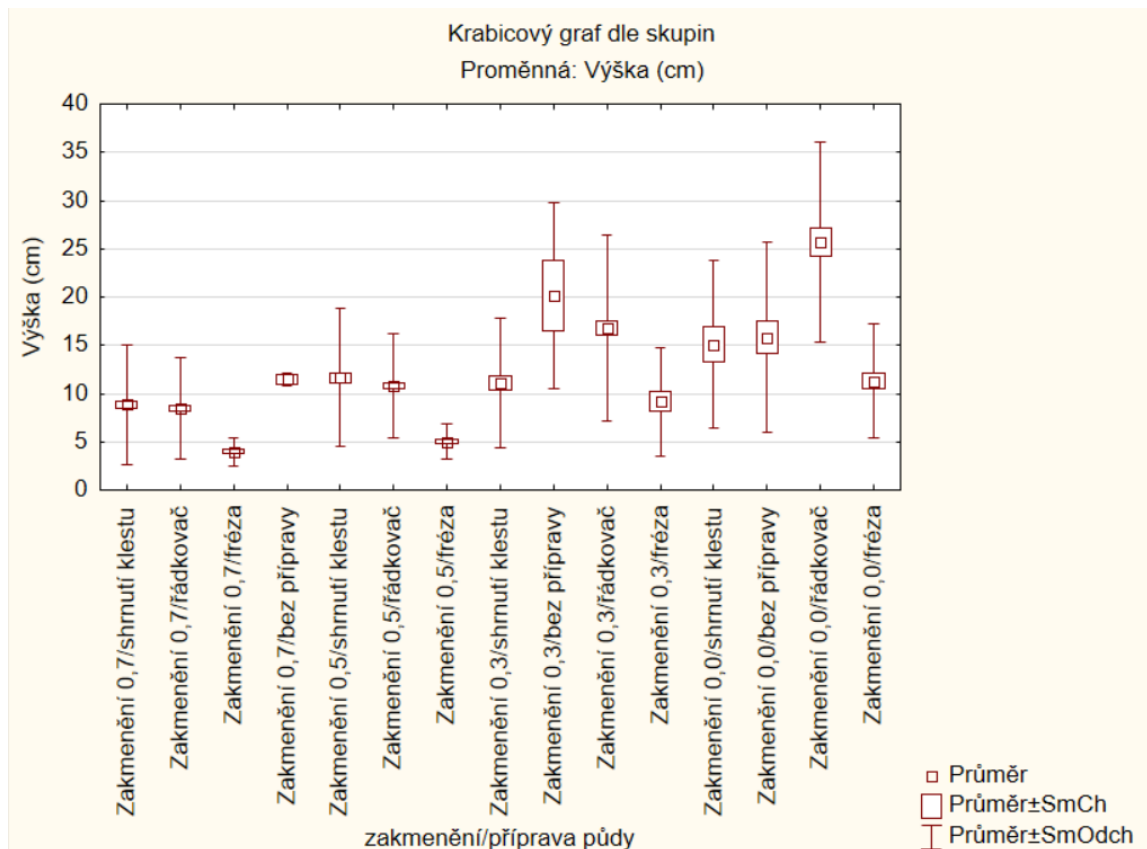
Obrázek 26.: Průměrný počet víceletých semenáčků v zakmenění 0,0 s kombinací přípravy půdy

Na Obrázku 23 a 24 (zakmenění 0,7;0,5) můžeme vidět, že po celou dobu sledování je průměrné množství přirozené obnovy na plochách s přípravou půdy shrnovačem klestu a řádkovačem podobné. Se snižujícím se zakmeněním (0,3;0,0) se toto ovšem mění a poměrně znatelně se od sebe plochy s provedenou přípravou půdy pomocí shrnovače klestu a řádkovače odlišují průměrnými počty víceleté přirozené obnovy, která dosahuje větších počtů na plochách s přípravou půdy řádkovačem (Obrázek 25 a 26). Také v nižších zakmeněních si všímáme celkově menší mortality jedinců oproti plochám s vyšším zakmeněním (Obrázek 23–26). I přes tento fakt stále průměrně

nejvyšších počtů víceleté přirozené obnovy dosahuje plocha se zakmeněním o velikosti 0,7 a provedenou přípravou půdy řádkovačem 15 ks/m<sup>2</sup> ± 13 S.D., (150 000 ks/ ha) (Obrázek 23).

## 5.2 Výšky přirozené obnovy

### 5.2.1 Výška přirozené obnovy dle zakmenění a provedené přípravy půdy



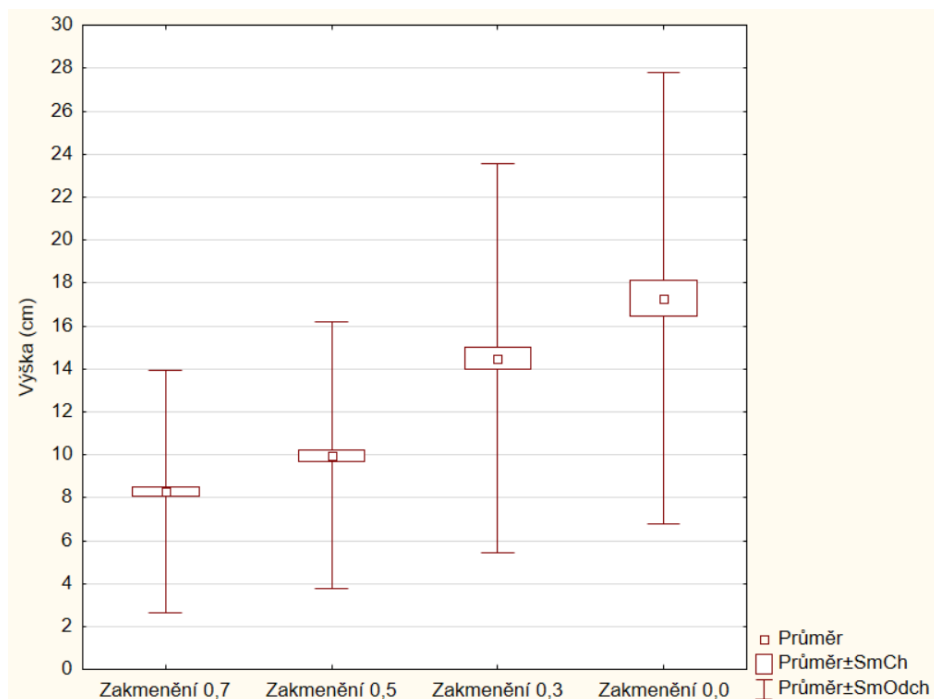
Obrázek 27.: Zobrazení průměrné výšky přirozené obnovy v závislosti na kombinaci zakmenění a přípravy půdy

Data byla měřena jednorázově v listopadu 2021 a nebyl brán ohled na věk přirozené obnovy. Z tohoto měření je patrné, že průměrně nejvyšší výšky se nachází v zakmenění 0,0 v kombinaci s přípravou půdy pomocí řádkovačem. Pokud vynecháme fakt, že při tomto měření v zakmenění 0,3 je nejvyšší průměrná výška na plochách bez přípravy půdy, tak i v tomto zakmenění je nejvyšší průměrná výška u přirozené obnovy na plochách připravených řádkovačem. V zakmenění 0,0 a 0,3 průměrná výška na plochách připravených

pomocí shrnovače klestu vždy dosahuje menší hodnoty než na plochách připravených řádkovačem v těchto zakmeněních (Obrázek 27).

Oproti tomu v zakmenění 0,5 a 0,7 průměrná výška na plochách připravených pomocí shrnovače klestu dosahuje vyšší hodnoty oproti plochám připravených pomocí řádkovače. Ve všech zakmeněních plochy, které byly připraveny lesní frézou dosahují nejmenší průměrné výšky, což může být zkresleno tím, že tato příprava půdy byla provedena z důvodu poruchy stroje o rok později (Obrázek 27).

### 5.2.2 Výška přirozené obnovy dle zakmenění



Obrázek 28.: Průměrné výšky přirozené obnovy v jednotlivých zakmeněních

Průměrné výšky přirozené obnovy, které byly zpracovávány bez ohledu na věk přirozené obnovy. Můžeme říci, že nejvyšších průměrných výšek dosahuje zakmenění 0,0 (holina), poté jdou tyto průměrné výšky sestupně dolů a nejnižší průměrné výšky dosahuje zakmenění 0,7. Průměrné výšky v zakmenění 0,0 dosahují více než dvojnásobku oproti průměrným výškám v zakmenění 0,7 (Obrázek 28).

Tabulka 7.: Vícenásobné porovnání průměrné výšky přirozené obnovy v jednotlivých zakmeněních

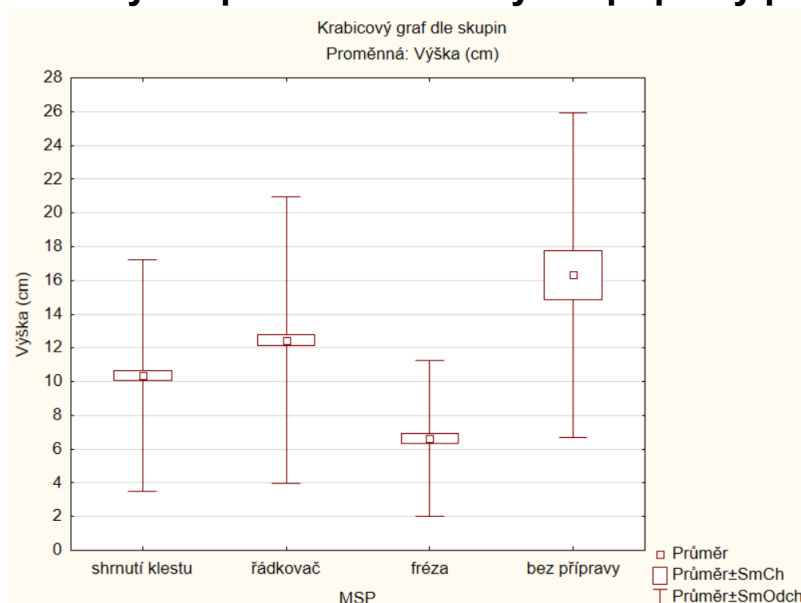
Vícenásobné porovnání z' hodnot; Výška (cm) Nezávislá (grupovací) proměnná : Zakmenění Kruskal-Wallisův test: H ( 3, N= 1640) =211,2338 p =0,000				
Závislá: Výška (cm)	Zakmenění 0,7 R:656,03	Zakmenění 0,5 R:794,04	Zakmenění 0,3 R:1033,0	Zakmenění 0,0 R:1139,6
Zakmenění 0,7		4,983621	11,40915	11,48124
Zakmenění 0,5	4,98362		7,10360	8,11394
Zakmenění 0,3	11,40915	7,103596		2,30548
Zakmenění 0,0	11,48124	8,113939	2,30548	

Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Výška (cm) Nezávislá (grupovací) proměnná : Zakmenění Kruskal-Wallisův test: H ( 3, N= 1640) =211,2338 p =0,000				
Závislá: Výška (cm)	Zakmenění 0,7 R:656,03	Zakmenění 0,5 R:794,04	Zakmenění 0,3 R:1033,0	Zakmenění 0,0 R:1139,6
Zakmenění 0,7		0,000004	0,000000	0,000000
Zakmenění 0,5	0,000004		0,000000	0,000000
Zakmenění 0,3	0,000000	0,000000		0,126839
Zakmenění 0,0	0,000000	0,000000	0,126839	

Na základě K-W testu můžeme konstatovat, že rozdíly mezi jednotlivými zakmeněními jsou statisticky signifikantní. Z vícenásobného porovnání je zřejmé, že se od sebe významně odlišovaly průměrné výšky přirozené obnovy v zakmenění 0,7 od průměrných výšek ve všech zbývajících zakmeněních. Statisticky významné odlišení bylo také mezi zakmeněním 0,5 a zakmeněními 0,3; 0,0 (Tabulka 7).

### 5.2.3 Výška přirozené obnovy dle přípravy půdy



Obrázek 29.: Průměrné výšky přirozené obnovy v jednotlivých přípravách půdy

Z vyhodnocení těchto dat můžeme říci, že průměrně nejvyšší výšky dosahují jedinci na plochách bez přípravy půdy. Průměrné výšky na plochách upravených shrnovačem klestu jsou o 2 cm menší než průměrné výšky na plochách připravených řádkovačem. Nejmenších průměrných výšek si všímáme na plochách, kde byla příprava provedena lesní frézou (Obrázek 29).

Tabulka 8.: Vícenásobné porovnání průměrné výšky přirozené obnovy v jednotlivých přípravách půdy

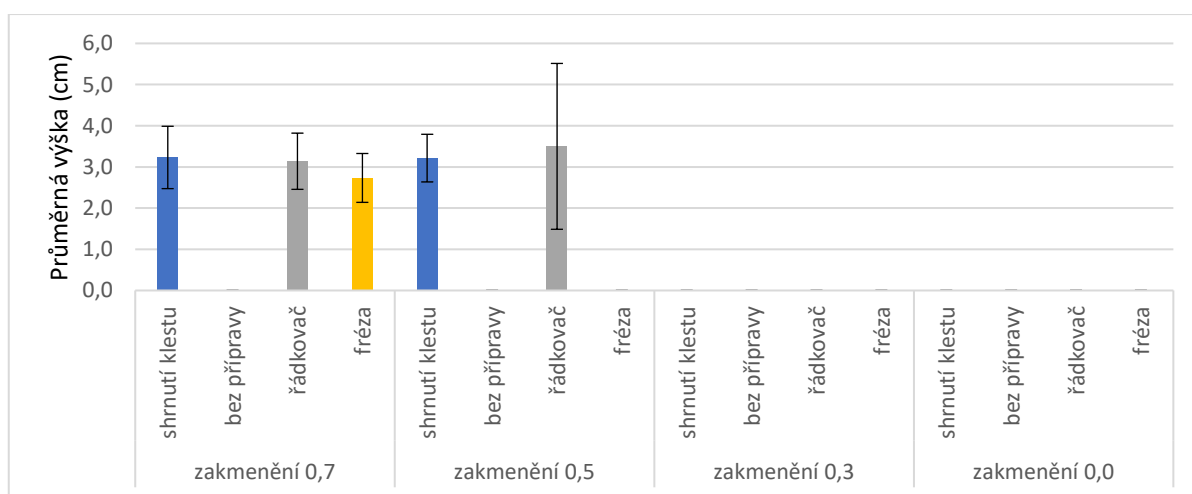
Vícenásobné porovnání z' hodnot; Výška (cm)				
Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravy půdy				
Kruskal-Wallisův test: H ( 3, N= 1640) =164,9607 p =0,000				
Závislá: Výška (cm)	shrnutí klestu R:803,74	řádkovač R:922,94	fréza R:508,07	bez přípravy R:1136,0
shrnutí klestu		4,59467	8,33963	4,494681
řádkovač	4,594671		11,99678	2,898400
fréza	8,339626	11,99678		8,115220
bez přípravy	4,494681	2,89840	8,11522	

Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Výška (cm)				
Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravy půdy				
Kruskal-Wallisův test: H ( 3, N= 1640) =164,9607 p =0,000				
Závislá: Výška (cm)	shrnutí klestu R:803,74	řádkovač R:922,94	fréza R:508,07	bez přípravy R:1136,0
shrnutí klestu		0,000026	0,00	0,000042
řádkovač	0,000026		0,00	0,022504
fréza	0,000000	0,000000		0,000000
bez přípravy	0,000042	0,022504	0,00	

Dle provedeného K-W testu vidíme, že rozdíly mezi jednotlivými způsoby přípravy půdy jsou statisticky signifikantní. Můžeme konstatovat, že je mezi všemi přípravami půdy statisticky významný rozdíl (Tabulka 8)

## 5.2.4 Výšky jednoletých semenáčků

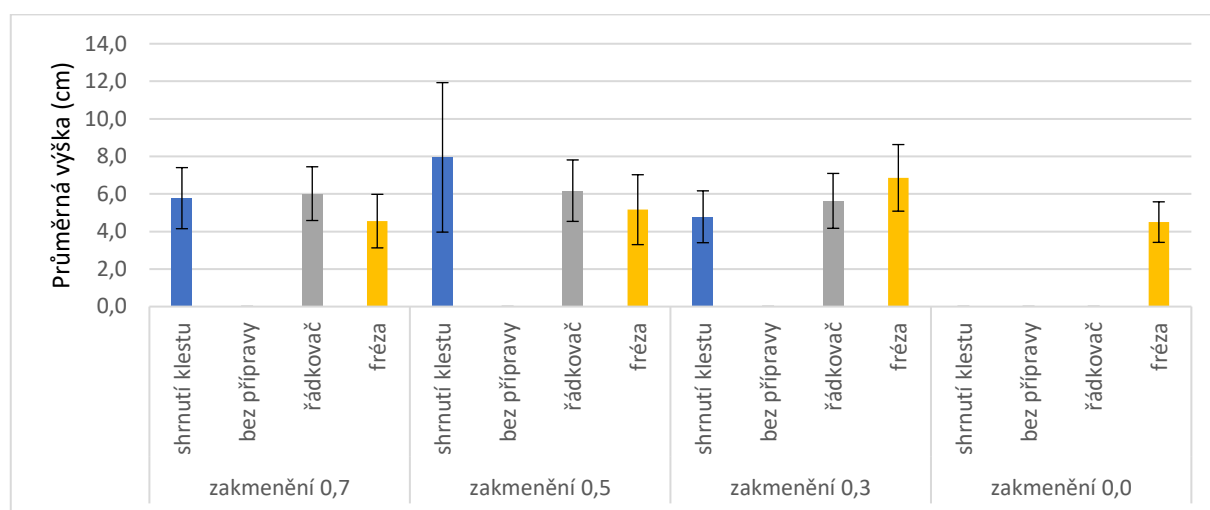


Obrázek 30.: Průměrné výšky jednoletých semenáčků

Výšky jednoletých semenáčků byly měřeny jednorázově v listopadu 2021 u všech jedinců. Při měření docházelo k rozlišování stáří těchto semenáčků. U

jednotlivých semenáčků nebyl významný rozdíl mezi jednotlivými zakmeněními či přípravami půdy a průměrné výšky se u jednoletých semenáčků pohybují od 2 do 4 cm. I přes to, že se tyto výšky od sebe velmi neliší, nejvyšší výšky dosahují semenáčky v zakmenění 0,5, kde byla provedena příprava půdy řádkovačem, 3,5 cm  $\pm$  2 S.D. Průměrná nejmenší výška naopak byla naměřena u semenáčků v zakmenění 0,7 v kombinaci s přípravou půdy frézou 2,7 cm  $\pm$  0,6 S.D (Obrázek 30).

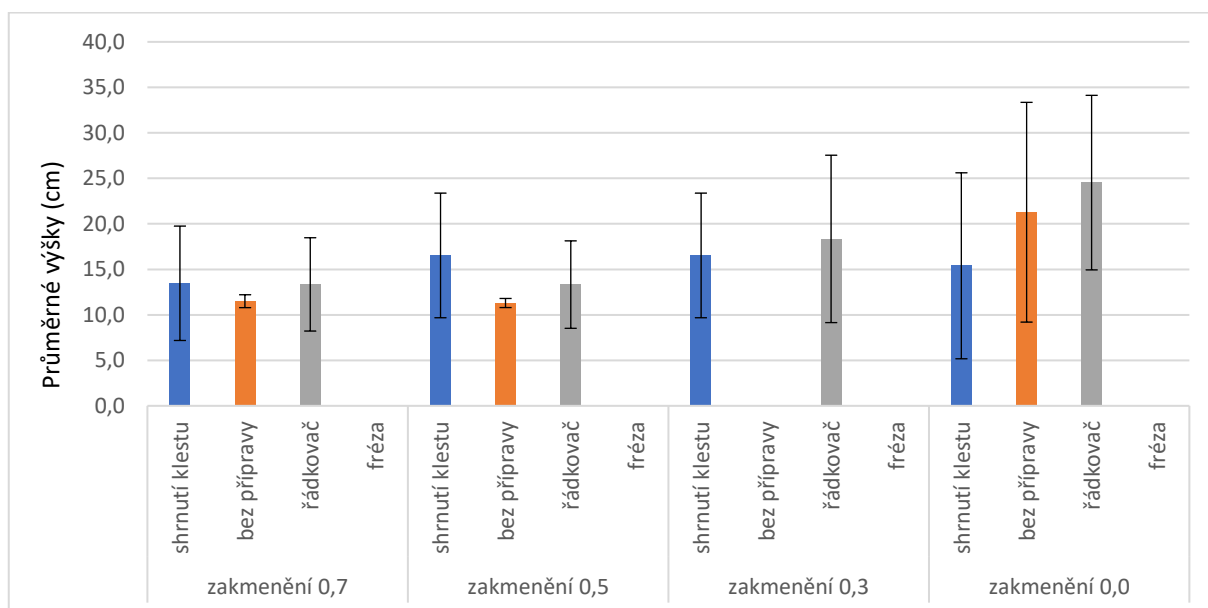
### 5.2.5. Výšky dvouletých semenáčků



Obrázek 31.: Průměrné výšky dvouletých semenáčků

Průměrné výšky dvouletých semenáčků se celkově pohybují v rozmezí mezi 4–8 cm. Nejvyšší průměrné výšky bylo dosaženo na ploše s provedenou přípravou půdy shrnovačem klestu v zakmenění 0,5, 7,9 cm  $\pm$  4 S.D. Průměrné výšky na plochách s provedenou přípravou půdy shrnovačem klestu se v zakmenění 0,7 a 0,3 pohybovaly v rozmezí 4-6 cm. Průměrné výšky na plochách připravených řádkovačem se v zakmenění 0,7; 0,5; 0,3, rovněž pohybují v rozmezí 4-6 cm. Průměrné výšky ve všech zakmeněních, kde byla provedena příprava půdy frézou, se pohybují mezi 4-7 cm, nejvyšší průměrná výška na ploše připravenou lesní frézou se nachází v zakmenění 0,3, 6,9 cm  $\pm$  1,8 S.D. (Obrázek 31).

## 5.2.6 Výšky víceletých (tříletých) semenáčků



Obrázek 32.: Průměrné výšky víceletých (tříletých) semenáčků

Průměrně nejvyšších jedinců dosahujeme na lokalitě o velikosti zakmenění 0,0 v kombinaci s přípravou půdy řádkovačem 24,5 cm ± 9,6 S.D. Druhých nejvyšších průměrných výšek, poměrně překvapivě, jsme dosáhli opět v tomto zakmenění, na plochách bez přípravy půdy 21,3 cm ± 12,1 S.D. Plochy s provedenou přípravou půdy shrnovačem klestu vykazují v zakmenění 0,0 průměrné výšky 15,4 cm ± 10,2 S.D. (Obrázek 32).

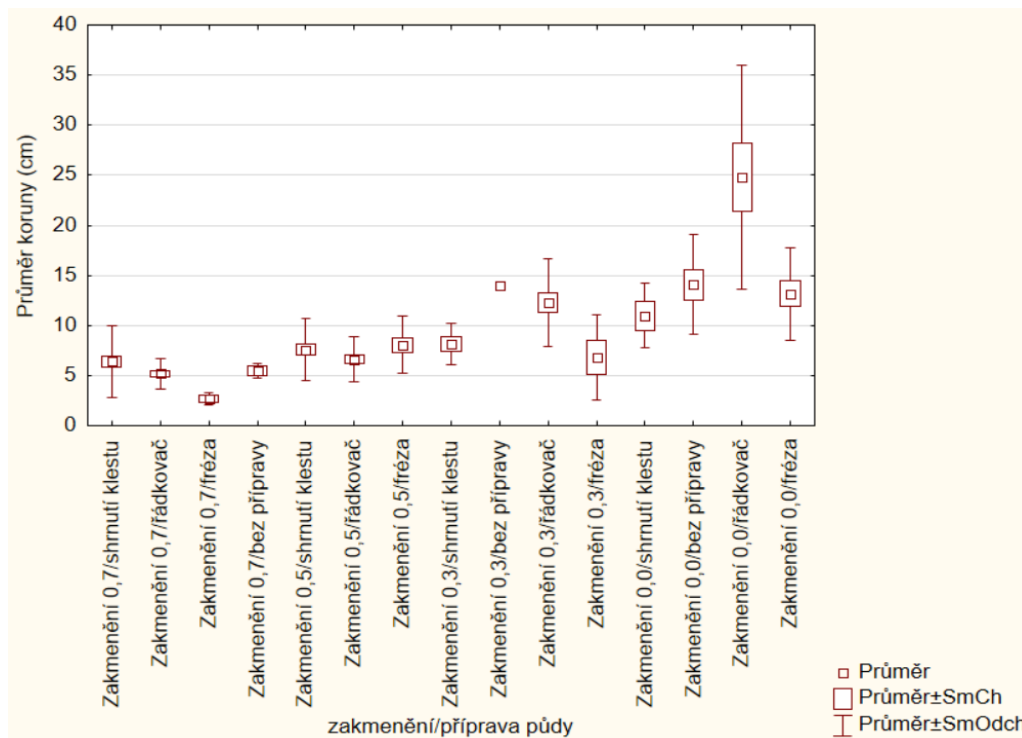
Průměrná výška na plochách s provedenou přípravou klestu vyšla shodně v zakmeněních 0,5 a 0,3 a to 16,5 cm ± 6,9 S.D., v zakmenění 0,7 dosahuje tato příprava půdy průměrné výšky semenáčků 13,5 cm ± 6,3 S.D což je nejvyšší průměrná výška v tomto zakmenění, následují plochy s přípravou půdy řádkovačem, kde je dosaženo průměrné výšky 13,3 cm ± 5,1 S.D. U ploch bez přípravy půdy je průměrná výška v tomto zakmenění 11,5 cm ± 0,7 S.D. (Obrázek 32).

U víceletých (tříletých) semenáčků je dle průměrných výšek zřejmé, že tato měřitelná veličina vychází nejlépe v nižších zakmeněních (počínaje holinou) a s rostoucím zakmeněním se tato veličina zhoršuje, pokud se vhodně skombinuje příprava půdy a zakmenění. (Obrázek 32).



## 5.3 Šírky korun přirozené obnovy

### 5.3.1 Šírky korun přirozené obnovy dle zakmenění a provedené přípravy půdy



Obrázek 33.: Zobrazení průměrné šířky koruny přirozené obnovy v závislosti na kombinaci zakmenění a přípravy půdy

Největší průměrnou šířku koruny sledujeme v kombinaci zakmenění 0,0 s přípravou půdy pomocí řádkovače. V zakmenění 0,0 se zbylé průměrné velikosti šířky korun dle přípravy půdy pohybují v rozmezí 10-15 cm. V zakmenění 0,3 dosahují největších průměrných počtů šířek koruny plochy bez přípravy půdy, následují plochy, v tomto pořadí, připravené řádkovačem, shrnovačem klestu a lesní frézou (Obrázek 33).

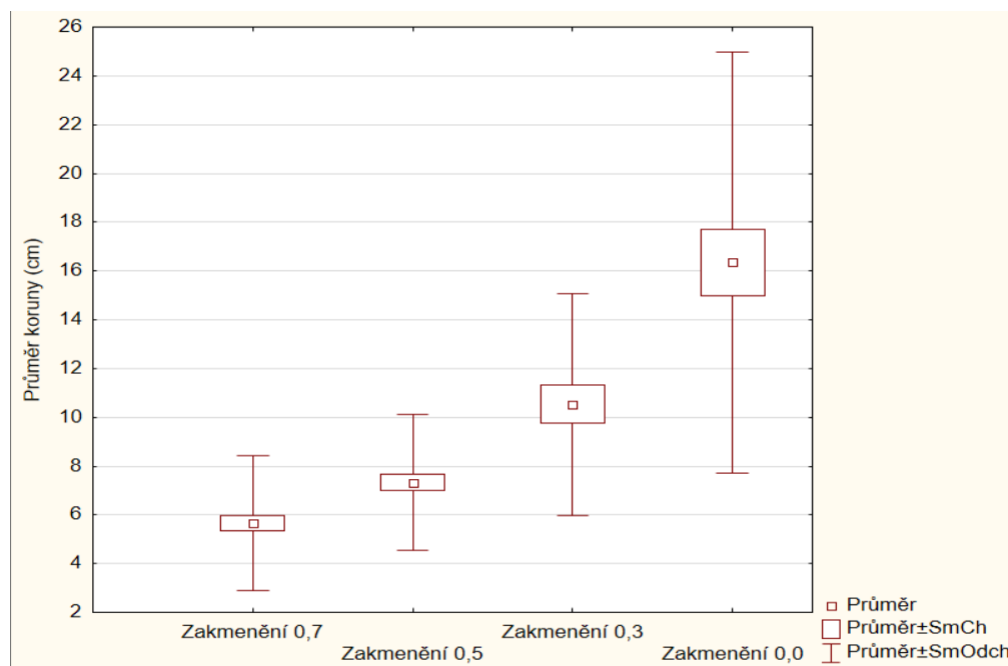
V zakmenění 0,5 a všech variantách příprav půdy, vyjma ploch bez přípravy půdy, se průměrná šíře koruny pohybuje v rozmezí 5-10 cm. U zakmenění 0,7 v kombinaci všech použitých příprav půdy, se průměry šíře korun pohybují těsně nad 5 cm, kromě přípravy půdy lesní frézou, kde tento průměr nedosahuje ani 5 cm (Obrázek 33).

I v tomto případě pozorujeme, že největších průměrů koruny dosahujeme v nižších zakmeněních, bez ohledu na provedenou přípravu půdy. Pouze



v zakmenění 0,3 v kombinaci s lesní frézou je dosaženo nižšího průměru, což může být způsobeno pozdějším provedením této přípravy (Obrázek 33).

### 5.3.1 Šířky korun přirozené obnovy dle zakmenění



Obrázek 34.: Průměrné šířky korun přirozené obnovy v jednotlivém zakmenění

Podobně jako u průměrných výšek přirozené obnovy i zde dosahujeme největší průměrné šířky koruny na ploše o velikosti zakmenění 0,0 (holina) a sestupně se tato veličina zmenšuje, až v zakmenění 0,7 vychází tato šířka korun nejhůře. Průměrná šířka koruny v zakmenění 0,0 je více než dvojnásobná, téměř trojnásobná, než průměrná šířka koruny v zakmenění 0,7 (Obrázek 34).

Tabulka 9.: Vícenásobné porovnání průměrné šířky koruny přirozené obnovy v jednotlivém zakmenění

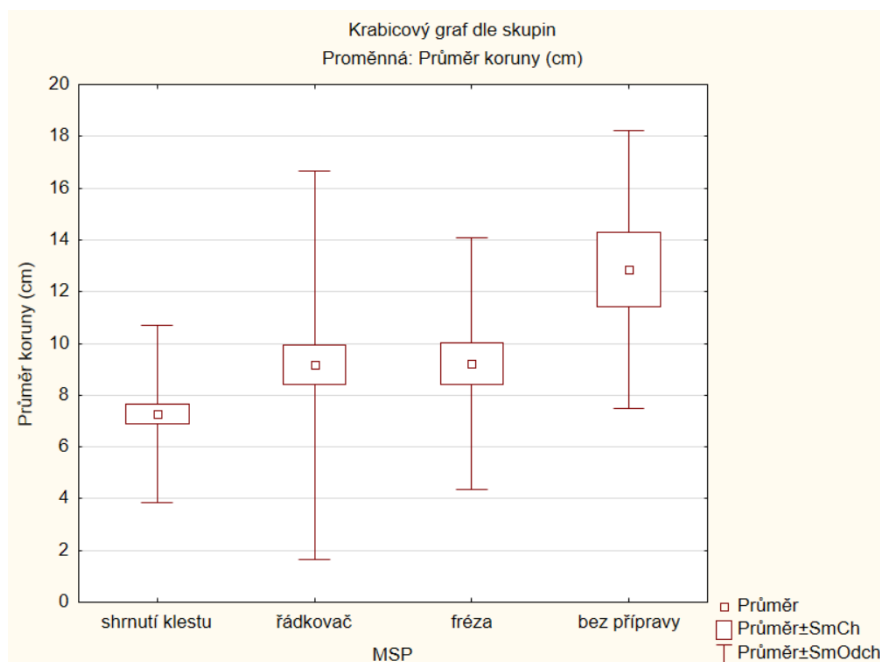
Vícenásobné porovnání z' hodnot; Průměr koruny (cm) Nezávislá (grupovací) proměnná : Zakmenění Kruskal-Wallisův test: H ( 3, N= 232) =89,13887 p =0,000				
Závislá: Průměr koruny (cm)	Zakmenění 0,7 R:75,124	Zakmenění 0,5 R:109,17	Zakmenění 0,3 R:150,12	Zakmenění 0,0 R:189,22
Zakmenění 0,7		3,179061	5,506445	8,866340
Zakmenění 0,5	3,179061		2,938282	6,063211
Zakmenění 0,3	5,506445	2,938282		2,497932
Zakmenění 0,0	8,866340	6,063211	2,497932	

Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Průměr koruny (cm) Nezávislá (grupovací) proměnná : Zakmenění Kruskal-Wallisův test: H ( 3, N= 232) =89,13887 p =0,000				
Závislá: Průměr koruny (cm)	Zakmenění 0,7 R:75,124	Zakmenění 0,5 R:109,17	Zakmenění 0,3 R:150,12	Zakmenění 0,0 R:189,22
Zakmenění 0,7		0,008865	0,000000	0,000000
Zakmenění 0,5	0,008865		0,019802	0,000000
Zakmenění 0,3	0,000000	0,019802		0,074952
Zakmenění 0,0	0,000000	0,000000	0,074952	

Na základě K-W testu můžeme konstatovat, že rozdíly mezi jednotlivými zakmeněními jsou statisticky signifikantní. Z vícenásobného porovnání je zřejmé, že se od sebe statisticky významně odlišovala průměrná šířka koruny přirozené obnovy v zakmenění 0,7 od všech zbývajících zakmenění (0,5; 0,3; 0,0). Statisticky významné odlišení, průměrné šířky koruny, bylo také mezi zakmeněním 0,5 a zakmeněními 0,3; 0,0. (Tabulka 9).

### 5.3.2 Šířky korun přirozené obnovy dle přípravy půdy



Obrázek 35.: Průměrné šířky korun přirozené obnovy dle provedené přípravy půdy

Jednoznačně průměrně největší šířky koruny je dosaženo na plochách bez přípravy půdy. Plochy, na kterých byla provedena příprava půdy řádkovačem a lesní frézou, vykazují velmi podobné hodnoty, ovšem s rozdílnou směrodatnou odchylkou. Nejmenší průměrné šířky koruny bylo dosaženo na plochách s přípravou půdy pomocí shrnovače klestu (Obrázek 35).

Tabulka 10.: Vícenásobné porovnání průměrné šířky koruny přirozené obnovy dle přípravy půdy

Vícenásobné porovnání z' hodnot; Průměr koruny (cm) Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravy půdy Kruskal-Wallisův test: H ( 3, N= 232) =13,74002 p =,0033				
Závislá: Průměr koruny (cm)	shrnutí klestu R:105,31	řádkovač R:112,90	fréza R:129,58	bez přípravy R:172,43
shrnutí klestu		0,756145	1,822571	3,455134
řádkovač	0,756145		1,292003	3,108438
fréza	1,822571	1,292003		2,034576
bez přípravy	3,455134	3,108438	2,034576	

Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Průměr koruny (cm) Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravy půdy Kruskal-Wallisův test: H ( 3, N= 232) =13,74002 p =,0033				
Závislá: Průměr koruny (cm)	shrnutí klestu R:105,31	řádkovač R:112,90	fréza R:129,58	bez přípravy R:172,43
shrnutí klestu		1,000000	0,410210	0,003300
řádkovač	1,000000		1,000000	0,011285
fréza	0,410210	1,000000		0,251362
bez přípravy	0,003300	0,011285	0,251362	

Dle provedeného K-W testu lze konstatovat, že rozdíly mezi jednotlivými způsoby půdy jsou statisticky signifikantní. Statistický rozdíl je mezi variantou přípravy půdy pomocí shrnovače klestu a bez přípravy půdy. Dále lze konstatovat, že se od sebe také statisticky významně odlišovalo statistické porovnání přípravy půdy řádkovačem a provedení bez přípravy půdy (Tabulka 10).

## 6. Diskuse

Touto diplomovou prací se potvrzuje, že velikost zakmenění mateřského porostu v kombinaci s přípravou půdy ovlivňuje nejen množství přirozené obnovy, ale také další znaky, jako jsou výška přirozené obnovy nebo šířka koruny přirozené obnovy.

Již několik dalších výzkumů se zabývalo velikostí zakmenění v kombinaci s různou přípravou půdy (Aleksandrowicz-Trzcinska a kol., 2014; Nillson a kol., 2002; de Chantal a kol., 2003; Brichta a kol., 2020; Herinková, 2020).

Pro podpoření přirozené obnovy se běžně používá mechanická příprava půdy (Aleksandrowicz-Trzcinska a kol., 2014), na čemž se zároveň shodují výše zmínění autoři a zároveň tvrdí, že tato příprava půdy a provedená technologie této přípravy půdy má vliv na hustotu přirozené obnovy. Toto tvrzení také potvrzuje Nillson a kol. (2002) ve svém výzkumu, kde tvrdí, že na plochách bez provedené přípravy půdy bylo dosaženo množství přirozené obnovy o průměrné hustotě 0,5 ks/m<sup>2</sup> a na plochách s provedenou přípravou půdy bylo dosaženo průměrně 2,3 ks/m<sup>2</sup>. Toto tvrzení zároveň potvrzuje i tato diplomová práce, kdy průměrně nejmenších počtů bylo vždy dosaženo na plochách bez přípravy půdy a toto tvrzení potvrzují i výsledky práce, kterou prováděla Ulbrichová a kol. (2018). Nillson (2002) dále tvrdí, že největší množství přirozeného zmlazení se objevuje v porostech, ve kterých se kruhová základna pohybuje v rozmezí 18,8-28,2 m<sup>2</sup>/ha, což potvrzuje i tato práce, kde největší množství přirozené obnovy bylo v zakmenění 0,7 (kruhová základna o velikosti 19,83 m<sup>2</sup>/ha).

Ve výzkumu, který prováděl Aleksandrowicz-Trzcinska a kol. (2014) byly použity na přípravu půdy tři různé technologie – lesní pluh, finské brány (aktivní pluh) a půdní fréza. Při tomto výzkumu bylo zjištěno největší množství přirozeného zmlazení na plochách připravených lesním pluhem. Jako druhá nejvhodnější varianta byla zaznamenána příprava půdy pomocí finských bran. Nejmenšího počtu přirozeného zmlazení bylo dosaženo pomocí přípravy půdy lesní frézou. Tvrzení o nejmenším počtu přirozené obnovy na plochách připravených pomocí lesní frézy lze částečně potvrdit i z této diplomové práce, protože z mechanizované přípravy půdy vyšla příprava půdy lesní frézou nejhůře,

což může být částečně ovlivněno i o rok pozdějším provedením této přípravy půdy, z důvodu poruchy. Zbylé dvě přípravy půdy fungují na podobném principu s námi prováděnou přípravou půdy řádkovačem, kdy ovšem u řádkovače dochází k mísení horizontálních složek půdy, kdy u lesního pluhu, který se mimo jiné velice hojně využívá na lokalitách obhospodařovaných VLS, s.p., a finských bran dochází především k odhrnutí vrchního půdního horizontu bez promíchání vrstev dalších horizontů.

Erefur a kol., (2008) provedl výzkum, ve kterém tvrdí, že promísení organického a minerálního horizontu má kladný vliv na ujmoutí semen a následné množství přirozené obnovy. Promícháním těchto horizontů dosahujeme také většího zadržení vody. Pro svůj výzkum použil Erefur a kol. (2008) rotavátor, který funguje na stejném principu jako řádkovač. Ve své práci tvrdí, že největšího počtu přirozené obnovy bylo dosaženo při promísení horizontů a nejmenšího počtu přirozené obnovy bylo dosaženo na plochách bez přípravy půdy. Toto tvrzení lze potvrdit i z výsledků této diplomové práce, kdy největšího množství přirozené obnovy bylo dosaženo na plochách, kde byla provedena příprava půdy pomocí řádkovače a nejmenších počtů bylo dosaženo na plochách bez přípravy půdy.

Brichta a kol. (2020) prováděli velmi obdobný výzkum. V tomto výzkumu bylo sníženo zakmenění na velikost 0,0; 0,4, 0,6 a 0,8. Na těchto plochách byla provedena příprava půdy těmito technologiemi: řádkovač, lesní fréza, shrnovač klestu a plochy bez provedené přípravy půdy. Tento výzkum se tedy velice podobal námi prováděnému výzkumu. V tomto výzkumu Brichta a kol. (2020) tvrdí, že nejlepších výsledků přirozené obnovy bylo dosaženo v zakmenění 0,4, ve kterém byla provedena příprava půdy řádkovačem. Na tomto výsledku se shoduje i Herinková (2020), která tvrdí ze svého výzkumu, který se také designově podobá námi prováděnému výzkumu, že největšího množství přirozené obnovy bylo dosaženo v zakmenění 0,3 v kombinaci s řádkovačem. S tímto výsledkem se tato práce úplně neztotožňuje, protože z výsledků je zřejmé, že nejvyšších počtů přirozené obnovy v této práci bylo dosaženo v zakmenění 0,7. Ztotožňuje se ovšem s tím, že nejlepších výsledků bylo dosaženo použitím řádkovače pro přípravu půdy. Podobnost těchto výsledků je především ve vhodném výběru technologie přípravy půdy. Dále se shodují na

tom, že dosáhnout adekvátního množství přirozené obnovy je vhodné provést přípravu půdy.

Brichta a kol. (2020) ve svém výzkumu dále uvádí, že průměrně nejvyššího přirozeného zmlazení bylo dosaženo v zakmenění 0,0 (21-21,9 cm), dále zakmenění 0,4 (18-21,3 cm), 0,6 (13,7-18,3 cm) a nejmenší průměrná výška přirozené obnovy byla zjištěna v zakmenění 0,8 (13,5-15,7 cm). S tímto výsledkem se naprosto shoduje i tato diplomová práce, ze které lze tvrdit, že průměrně nejvyšší přirozená obnova byla v zakmenění 0,0 a se zvyšujícím se zakmeněním tato výška přirozené obnovy klesala, přičemž nejmenší výšky přirozená obnova dosahovala v zakmenění 0,7. Brichta a kol. (2020) dále uvádí, že průměrně největší šířky koruny dosahovali jedinci v zakmenění 0,0, na čemž se rovněž shodují výsledky této diplomové práce.

Ve výzkumu, který provedl de Chantal a kol. (2003) tvrdí, že velikost přirozené obnovy se zvyšuje s množstvím světelného záření, a to především u borovice lesní. Borovice lesní reaguje na osvětlení více než například smrk ztepilý a je zároveň konkurenčně schopnější především na prosvětlených a mezernatých plochách. S tvrzením, že velikost přirozené obnovy se zvětšuje s množstvím světelného záření se rovněž shoduje tato diplomová práce, neboť nejvyšších výšek přirozené obnovy bylo dosaženo na holině a se stoupajícím zakmeněním tato velikost přirozené obnovy klesala. Kuuluvainen a Pukkala (1989) tvrdí, že mateřský porost může konkurovat přirozené obnově, s čímž se ztotožňují výsledky této diplomové práce, neboť jak bylo již zmíněno, nejhorších výsledků týkajících se šířky koruny a výšky přirozené obnovy bylo dosaženo na plochách s největším zakmeněním. Tyto výsledky se zlepšovaly se zmenšujícím se zakmeněním a holina dosahovala nejlepších výsledků.

V tomto výzkumu bylo dosaženo nejlepších výsledků množství přirozené obnovy v zakmenění 0,7 a přípravě půdy řádkovačem. Toto by mohlo být způsobeno zajištěním vhodného mikroklimatu a ochranou semenáčků před vysokými teplotami, což zajišťuje právě vysoké zakmenění mateřského porostu. Naopak v tomto zakmenění bylo dosaženo nejhorších výsledků, které se týkají velikosti přirozené obnovy a šířky koruny jedinců přirozené obnovy. Nejlepších výsledků, které se týkají velikosti přirozené obnovy a šířky koruny bylo dosaženo

na lokalitě holina (zakmenění 0,0). Bylo by vhodné dále pokračovat v tomto výzkumu a provést již další těžební zásahy, které se doporučují provádět 2-3 roky pro provedení prvního těžebního zásahu (Bílek a kol., 2017; Kuuluvainen a Pukkala, 1989) a sledovat další vývoj této přirozené obnovy v jednotlivých zakmeněních a technologiích přípravy půdy.



## 7. Závěr a doporučení pro lesnickou praxi

Cílem této diplomové práce bylo vyhodnotit vhodnost clonné obnovy borovice lesní na přirozených borových stanovištích, vyhodnotit vliv konkurence mateřského porostu v různých stupních zakmenění a vyhodnotit vliv provedené technologie přípravy půdy na vybrané kvantitativní a kvalitativní parametry jedinců obnovy. Měření pro tento výzkum bylo prováděno na plochách spravovaných VLS ČR, s.p., divize Mimoň, LHC Břehyně, kde v porostech 63A12a a 63A12b byla založena výzkumná plocha nazvaná Mariánka III. Na této ploše bylo provedeno snížení zakmenění mateřského porostu na 4 různé stupně (0,7; 0,5; 0,3 a 0,0), kde v těchto zakmeněních byla provedena příprava půdy s jedním opakováním v každém zakmenění (shrnovač klestu; bez přípravy půdy; řádkovač; lesní fréza).

Největšího průměrného počtu přirozené obnovy, na konci sledování, bylo dosaženo v zakmenění 0,7 v kombinaci s technologickou přípravou půdy řádkovačem, kdy bylo dosaženo  $30 \text{ ks/m}^2 \pm 25 \text{ S.D.}$  (300 000 ks/ha). Tomuto výsledku těsně následoval zjištěný výsledek ve stejném zakmenění, kde bylo s kombinací přípravy půdy pomocí shrnovače klestu průměrně zjištěno  $29 \text{ ks/m}^2 \pm 25 \text{ S.D.}$  (290 000 ks/ha). V zakmenění 0,5 byl naměřen průměrně největší počet přirozené obnovy v kombinaci s přípravou půdy shrnovačem klestu  $20 \text{ ks/m}^2 \pm 20 \text{ S.D.}$  (200 000 ks/ha), po kterém v tomto zakmenění následovala kombinace s řádkovačem, kde bylo průměrně dosaženo  $17 \text{ ks/m}^2 \pm 21 \text{ S.D.}$  (170 000 ks/ha).

V zakmenění 0,0 a 0,3 bylo shodně dosaženo nejvyšších průměrných počtů v kombinaci s provedenou technologií přípravy půdy řádkovačem. V zakmenění 0,3 byl tento počet, na konci sledovaného období,  $14 \text{ ks/m}^2 \pm 16 \text{ S.D.}$  (140 000 ks/ha) a v zakmenění 0,0  $4 \text{ ks/m}^2 \pm 4 \text{ S.D.}$  (40 000 ks/ha). Tyto počty jsou ovšem i přes svůj menší počet dostačující pro lesnický provoz.

Nejhorších výsledků týkajících se množství přirozené obnovy bylo v každém zakmenění dosaženo v kombinaci bez přípravy půdy. Jako nejhorší technologie na mechanizovanou přípravu půdy v každém zakmenění byla zjištěna technologie lesní frézy, ovšem tyto výsledky mohly být ovlivněny

opožděnou přípravou touto technologií o jeden rok z důvodu poruchy na tomto stroji.

Nejvhodnější technologií na přípravu půdy s výsledkem průměrně největšího množství přirozené obnovy, bez ohledu na zakmenění, byl zjištěn řádkovač, nejhorší mechanizovanou technologií byla zjištěna lesní fréza a celkově nejhorší počty vykazovaly plochy bez přípravy půdy. Největší průměrné počty přirozené obnovy byly zjištěny v zakmenění 0,7 a nejmenší počty v zakmenění 0,0.

Průměrně nejvyšší výšky jedinců přirozené obnovy bylo dosaženo v kombinaci zakmenění 0,0 a přípravy půdy pomocí řádkovače, 25 cm. Bez ohledu na přípravu půdy dosahovaly celkově jedinci v zakmenění 0,0 průměrně nejvyšších výšek, 17 cm a se zvyšujícím se zakmeněním tyto hodnoty klesaly. Průměrně nejvyšší jedinci dle provedené přípravy půdy se nacházejí na plochách bez přípravy půdy, 16 cm. Pokud vezmeme v potaz pouze mechanizované přípravy půdy, nejlepších výsledků dosáhl řádkovač, kde se průměrná výška pohybuje okolo 12 cm, následoval shrnovač klestu 10 cm a lesní fréza 6 cm. Z tohoto můžeme říci, že nejlepších průměrných výsledků kvantitativního znaku výšky, dosahují jedinci na holině a technologii přípravy půdy řádkovačem.

Největší průměrné šířky koruny 25 cm jednoznačně dosahují jedinci v zakmenění 0,0 v kombinaci s přípravou půdy řádkovačem. Průměrně největší šířky koruny 16 cm, bez ohledu na technologii přípravy půdy, dosáhly jedinci v zakmenění 0,0 a se stoupajícím zakmeněním průměrná šířka koruny klesá. Dle technologie přípravy půdy bylo nejvyšší průměrné výšky 13 cm dosaženo na plochách bez přípravy půdy. Pokud vezmeme v potaz mechanizovanou přípravu půdy, největších průměrů korun 9 cm bylo poměrně shodně dosaženo na plochách s přípravou půdy řádkovačem a lesní frézou.

Z výše uvedených výsledků lze usoudit, že sice průměrně největšího množství přirozené obnovy bylo dosaženo ve vyšších stupních zakmenění (0,7;0,5), ovšem počty v nižších stupních zakmenění (0,3;0,0) jsou při vhodných technologiích přípravy půdy, které jsou především řádkovač, případně shrnovač klestu pro lesnickou praxi dostačující. Zároveň v nižším zakmenění, především

na holině, jedinci dosahují nejlepších výsledků ohledně průměrné výšky jedince a šířky koruny jedince.

Jsem tedy přesvědčen, že i přesto, že ve vyšších zakmeněních se nachází větší počet přirozené obnovy, pro lesnickou praxi je dostačující provést prvotní snížení zakmenění na 0,0, případně na 0,3, kde bude sice menší množství přirozené obnovy, které bude ovšem stabilnější a bude dosahovat menší mortality a zároveň bude dosahovat dobrých výsledků týkající se výšky přirozené obnovy a šířky koruny této obnovy. Jako technologii pro přípravu půdy doporučuji řádkovač případně shrnovač klestu. Výsledky lesní frézy mohou být ovlivněny pozdějším provedením z důvodu poruchy.

## 8. Použitá literatura a zdroje

ALEKSANDROWITZ-TRZCIŃSKA, M.; DROZDOWSKI, S.; BRZEZIECKI, B.; RUTKOWSKA, P.; JABLOŃSKA, B., Effects of different methods of site preparation on natural regeneration of *Pinus sylvestris* in Eastern Poland. *Dendrology*, 2014, 71: 73-81.

ALEKSANDROWITZ-TRZCIŃSKA, M.; DROZDOWSKI, S.; STUDNICKI, M.; ŹYBURA, H., Effects of Site Preparation on the Establishment and Natural-Regeneration Traits of Scots Pines (*Pinus sylvestris* L.) in Northeastern Poland. *Forests* 2018, 9, 717; doi:10.3390/f9110717.

Atlas poškození dřevin [online]. Brno: Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta. Pěstování lesa. 2001 [cit. 2022-03-13]. Dostupné z WWW: <<http://atlasposkozeni.mendelu.cz/>>.

BARNES, I.; VAN DER NEST, A.; MULLETT, M. S.; CROUS, P. W.; DRENKHAN, R.; MUSOLIN, D. L.; WINGFIELD, M. J. Neotypification of *Dothistroma septosporum* and epitypification of *D. pini*, causal agents of *Dothistroma* needle blight of pine. *Forest Pathology*, 2016, r. 46, č. 5, s. 388 – 407.

BÉLAND, M., AGESTAM, E., EKÖ, P.M., GEMMEL, P., NILSSON, U., 2000. Scarification and Seedfall affects Natural Regeneration of Scots Pine Under Two Shelterwood Densities and a Clearcut in Southern Sweden. *Scand. J. For. Res.* 15, 247–255.

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

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

BOBERG, J. B.; IHRMARK, K.; LINDAHL, B. D. Decomposing capacity of fungi commonly detected in *Pinus sylvestris* needle litter. *Fungal Ecology*, 2011, r. 4, č. 1, s. 110 – 114.

BRICHTA, J., BÍLEK, L., LINDA, R., VÍTÁMVÁS, J. Does shelterwood regeneration on natural Scots pine sites under changing environmental conditions represent a viable alternative to traditional clear-cut management?. *Central European Forestry Journal*. 2020;66(2): 104-115. [cit. 2022-03-10]. Dostupné z WWW: <https://doi.org/10.2478/forj-2020-0014>

CACCIA, F., BALLARÉ, C.L., 2011. Effects of tree cover , understory vegetation , and litter on regeneration of Douglas-fir ( *Pseudotsuga menziesii* ) in southwestern.

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

ČERMÁK, P.; PALOVČÍKOVÁ, D.; BERÁNEK, J. Atlas poškození dřevin online. Brno:2020a [cit.2022-03-13] Dostupné z: [http://atlasposkozeni.mendelu.cz/atlas/402-rez\\_borova.html](http://atlasposkozeni.mendelu.cz/atlas/402-rez_borova.html)

ČERNÝ, M., PAŘEZ, J., MALÍK, Z., 1996. Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky [smrk, borovice, buk, dub]: Příloha č. 3 vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 84/1996 Sb. o lesním hospodářském plánování [částka 28/1996 Sbírky zákonů]. Růstové a taxační tabulky Hl. dřevin České republiky [smrk, borovice, buk, dub] Příloha č. 3 vyhlášky Minist. zemědělství č. 84/1996 Sb. o Lesn. hospodářském plánování [částka 28/1996 Sbírky zákonů]. 245.

ČERNÝ, Z.; NERUDA, J., Příprava půdy v lesním hospodářství. Praha: Institut výchovy a vzdělávání MZe ČR, 2001. 63 s. ISBN 80-7105-221-3.

Česká republika, Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 139/2004 Sb. ze dne 23.3.2004, kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa. In *Sbírka zákonů České republiky*. 2004, částka 046.

Česká republika, Ministerstvo zemědělství. Zákon č. 289/1995 Sb., ze dne 15.12.1995, o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon). In Sbírka zákonů České republiky. 1995, částka 76/1995. 3946 s.

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

DICK, D.P., LEITE, S.B., SIMÃO, R., DALMOLIN, D., ALMEIDA, H.C., KNICKER, H., Pinus afforestation in South Brazilian highlands : soil chemical attributes and organic matter 82 composition Florestamento com Pinus em solos de altitude do Sul do Brasil : atributos químicos e matéria orgânica do solo, 2011, 175–181.

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

FARJON, A., A Handbook of the World's Conifers (2 vols.). A Handb. World's Conifers (2 vols.) , 2010, 1. <https://doi.org/10.1163/9789047430629>

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

HARTMANN, G.; NIENHAUS, F.; BUTIN, H. Atlas poškození lesních dřevin. 1. vydání. Praha: Nakladatelství Brázda, s. r. o., 2001. 296 s. ISBN 80-209-0297-X.

HELANDER, M. L. Responses of pine needle endophytes to air pollution. New Phytologist, 1995, r. 131, č. 2, s. 223 – 229.

HERINKOVÁ, K.: Vliv mateřského porostu a přípravy půdy na dynamiku obnovy borovice lesní, bakalářská práce, ČZU Praha, Fakulta lesnická a dřevařská, 2020, vedoucí práce doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

HILLE, M. & OUDEN, J., Improved recruitment and early growth of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) seedlings after fire and soil scarification. 2004, Eur. J. For. Res. 12, 213–218.

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

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

- CHANTAL, M.; LEINONEN, Kari; KUULUVAINEN, T.; CESCATTI, A. Early response of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings to an experimental canopy gap in a boreal spruce forest. *Forest Ecology and Management*. Vol. 176, str. 321-336. 2003
- KAŇÁK, J., Návrh šlechtitelských postupů pro borovici lesní v západních a jižních Čechách, 2011.
- KAŇÁK, K. Historie výzkumu borovice lesní. *Acta Průhoniana* 68, Průhonice. 1999.
- KAŇÁK, K. Provenienční studie s borovicí lesní v českých zemích. In: Provenienční výzkum lesních dřevin. Sborník referátů z konference, Praha. 1979. 104 s.
- KAPITOLA, P.; RŮŽIČKA, T.; KROUTIL, P. Karanténní škodlivé organismy na lesních dřevinách. 1. vydání. Praha: Státní rostlinolékařská správa, 2011. 63 s.
- KARLSSON, M., NILSSON, U., The effects of scarification and shelterwood treatments on naturally regenerated seedlings in southern Sweden. *For. Ecol. Manage.* 2005, 205, 183–197.
- KOLAŘÍK, J. Péče o dřeviny rostoucí mimo les. 3. dopl. vyd. Vlašim: ČSOP, 2010. Metodika (Český svaz ochránců přírody). 696 s. ISBN 978-80-86327-85-3.
- KOVÁŘ, K., HRDINA, V. & BUŠINA, F., Učební texty z předmětu: Pěstování lesů. 2013, r.č.: CZ.1.07/2.1.00/32.0012
- KREMER, B. P. Stromy: v Evropě zdomácnělé a zavedené druhy. Ilustroval Hans HELD. Praha: Knižní klub, Průvodce přírodou. 1995. 287 s. ISBN 80–7176–184–2.
- KUBÁT, K, ed. Klíč ke květeně České republiky. Praha: Academia, 2002. 927 s. ISBN 80-200-0836-5.
- KUPKA, I. Přirozená a umělá obnova: přednosti, nevýhody a omezení: sborník referátů: Kostelec nad Černými lesy 23. března 2004. Praha: Česká zemědělská univerzita, Lesnická a environmentální fakulta, Katedra pěstování lesů, 2004. ISBN 80-213-1147-9.

- KUULUVAINEN, T.; PUKKALA, T. Effect of Scots pine seed trees on the density of ground vegetation and tree seedlings. *Silva Fennica*, 1989. Vol. 23, str. 159-167.
- KVASNIČKOVÁ, D.; BRTNOVÁ, Š. (ilustrátor). 2. vyd. Rostliny naší přírody – atlas rostlin. Praha: Blug. 1998. 60 s. ISBN-13: 80-85635-93-3.
- KYNICKÝ, J. Sedimentární horniny v kostce. Brno: Mendelova univerzita v Brně. 2015. 112 s. ISBN 978-80-7509-284-7.
- LEUGNEROVÁ, G. *Pinus sylvestris* L. – borovice lesní (sosna) / borovica lesná [online]. Botany.cz. 2007-03-07 [cit. 2022-03-5]. Dostupné z WWW: <https://botany.cz/cs/pinus-sylvestris>.
- LIŠKA J., KNÍŽEK M., LUBOJACKÝ J., MODLINGER R. 2016: Živočišní škůdci v lesích Česka v roce 2015. In: Knížek M. (ed.): Škodliví činitelé v lesích Česka 2015/2016 – Vliv sucha na stav lesních porostů. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí. Průhonice, 14. 4. 2016. Zpravodaj ochrany lesa, p. 11-17.
- MADĚRA, P.; ÚRADNÍČEK, L. Dřeviny České republiky. 1. vyd. Písek: Matice lesnická, c2001. 333 s. ISBN 80-86271-09-9.
- MAUER, O., Umělá obnova na hospodářském souboru CHS 13. 2002 Lesnická práce práce 81, 1.
- MIKESKA, M., Bory jako potenciální přirozená vegetace. 2006, Lesnická práce, 85, 07/06.
- MIKESKA, M.; VACEK, S.; PRAUSOVÁ, R.; SIMON, J.; MINX, T.; PODRÁZSKÝ, V.; MALÍK, V.; KOBLIHA, M.; ANDĚL, P.; MATĚJKA, K. Lesnicko-typologické vymezení, struktura a management přirozených borů a borových doubrav v ČR. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2008. 447 s. ISBN 978-80-87154-20-5.
- MUSIL, I., HAMERNÍK, J., Lesnická dendrologie I. Jehličnaté dřeviny. Praha: ČZU. 2003. 45–78 s. ISBN 80-213-0992-X.
- MUSIL, I.; HAMERNÍK, J., Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin: dendrologie I. Praha: Academia, 2007. 352 s. ISBN 978-80-200-1567-9.



NÁROVEC, V. Dicyklický růst výhonů u borovice a nápravná pěstební opatření v nejmladších kulturách. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2000. 31 s. ISBN 80– 86386–07–4.

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

NOVÁK, J., DUŠEK, D., KACÁLEK, D., SLODIČÁK, M., SOUČEK, J., Pěstební postupy pro borové porosty 1. a 2. lesního vegetačního stupně. 2017, Strnady. ISBN 978-80-7417- 150-5

NOVÁK, J.; SLODIČÁK, M.; KACÁLEK, D., DUŠEK D. 2010(a): The effect of different stand density on diameter growth response in Scots pine stands in relation to climate situations. Journal of Forest Science, 56, 2010, vol. 10, str. 461-473.

OCHOZKOVÁ, B. . Využití masivního dřeva ve stavebnictví a architektuře obytných staveb, 2015, MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ.

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

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

PEŘINA, V., & VINTROVÁ, E., Vliv opadu na humusové poměry borových porostů na pleistocenních písčích. Lesnictví, 1958, 4, 673-688.

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

PEŠKOVÁ, V.; ČÍŽKOVÁ, D. Lesnická fytopatologie. 1. vydání. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, 2015. 109 s. ISBN 978-80-213-2603-3.

PEŠKOVÁ, V.; SOUKUP, F. Mycosphaerella pini Rostrup ap. Munk červená sypavka borovic. Lesnická práce, příloha, 2001, r. 80, č. 12, s. 1 – 4.

- PEŠKOVÁ, V.; SOUKUP, F.; KNÍŽEK, M. Biotičtí škodliví činitelé na borovici a sucho. Lesnická práce, příloha, 2016a, r. 95, č. 4, s. 1 – 8.
- PETRÁNEK, J.; BŘEZINA, J.; BŘÍZOVÁ, E.; CHÁB, J.; LOUN, J.; ZELENKA, P. Encyklopedie geologie. Praha: Česká geologická služba, 2016. 349 S. ISBN 978-80-7075-901-1
- PFEFFER, A. Kůrovcovití Scolytidae a jádrohlodovití Platypodidae. 1. vydání. Praha: Academia, 1989. 140 s. ISBN 80-200-0089-5.
- PILÁT, A.; UŠÁK, O. Kapesní atlas rostlin. Praha: Státní pedagogické nakladatelství 1976. 256 s. ISBN 14-166-76.
- PLEVA, J. Lesnícka botanika, II. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, 1962. 411 s. ISBN (Vázáno).
- POLANSKÝ, B. Pěstění lesů. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1955, 371 s.
- POLENO, Z.; VACEK, S., Pěstování lesů I.: Ekologické základy pěstování lesu. 2. upravené a doplněné vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2011. 320 s. ISBN 978-80-87154-99-1
- POLENO, Z.; VACEK, S.; PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J.; ŠTEFANČÍK, I.; MIKESKA, M.; KOBLIHA, J.; KUPKA, I.; MALÍK, V.; TURČÁNI, M.; DVOŘÁK, J.; ZATLOUKAL, V.; BÍLEK, L.; BALÁŠ, M.; SIMON, J. Pěstování lesů III. - Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009, 1012 s. ISBN 978-80-87154-34-2.
- PRŮŠA E., Pěstování lesů na typologických základech. 2001, Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 593 s.
- PRŮŠA, E. Trvale udržitelné obhospodařování Lesů - I. Lesnická práce. 02/1999.
- QUITT, Evžen. Klimatické oblasti Československa. Brno: Geografický ústav ČSAV, 1971. 82 s
- RUSHFORTH, K., The Pocket Guide to Trees (A Fireside book). 1981, Simon and Schuster.

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

SLÁVIK M., BAŽANT, V., Dřevařská dendrologie I. 2016, Praha: Česká zemědělská univerzita.

SLODIČÁK, M. & NOVÁK, J., Výchova porostů borovice lesní. [Thinning of Scots pine stands]. Strandy, VÚLHM, 2013, Recenzované metodiky, Lesnický průvodce 5/2013

SLODIČÁK, M., NOVÁK, J., Výchova porostů hlavních hospodářských dřevin. 2007, Strnady.

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

SOUKUP, F. Heterobasidion annosum (Fr.) Bref. s. l. kořenovník vrstevnatý. Lesnická práce, příloha, 2011, r. 90, č. 8, s. 1 – 4.

STURROCK, R. N.; FRANKEL, S. J.; BROWN, A. V.; HENNON, P. E.; KLIEJUNAS, J. T.; LEWIS, K. J.; WORRALL, J. J.; WOODS, A. J. Climate change and forest diseases. Plant Pathology, 2011, r. 60, č. 1, s. 133 – 149.

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

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

ŠTANCÍK, M.: Porovnání clonné a holosečné obnovy lesa na přirozených borových stanovištích, bakalářská práce, ČZU Praha, Fakulta lesnická a dřevařská, 2020, vedoucí práce doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

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

TARASIUK, S., ZWIENIECKI, M., 1990. Social-structure dynamics in uneven-aged Scots pine (*Pinus sylvestris*) regeneration under canopy at the Kaliszki reserve, Kampinoski national park (Poland). For. Ecol. Manage. 35, 277–289.

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

TUMA, M., Škody působené zvěří. Lesnická práce, příloha, 2008, r. 87, č. 10, s. 1 - 4.

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

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

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

ÚRADNÍČEK, L.; MADĚRA, P. a kol., Dřeviny České republiky. Písek: Matice lesnická, 2001. 333 s. ISBN 80-86271-09-9.

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

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

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

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

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

Web:

Česká geologická služba: mapy [online]. Brno: Česká geologická služba, 2022 [cit. 2022-03-16]. Dostupné z WWW: <<http://www.geology.cz/extranet/mapy/mapy-online/mapove-aplikace>>.

EUFORGEN: genetic diversity is the basis of resilience [online]. Bonn, Germany: European Forest Genetic Resources Programme, 2022 [cit. 2022-03-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.euforgen.org/species/pinus-sylvestris/>>.

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem [online]. Brandýs nad Labem: OPRL, 2022, [cit. 2022-03-11]. Dostupné z WWW:<<http://www.uhul.cz/nase-cinnost/97-oblastni-plany-rozvoje-lesu/prirodni-lesni-oblasti-plo/176-prirodni-lesni-oblast-c-18-severoceska-piskovcova-plosina-a-cesky-raj/>>.

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD: Indexy cen v lesnictví (surové dříví) - 4. čtvrtletí 2021 [tabulka]. In: Český statistický úřad [online]. [Praha]: Český statistický úřad, 2022 [cit. 2022-03-20]. Dostupné z: WWW: <<https://www.czso.cz/csu/czso/indexy-cen-v-lesnictvi-surove-drivi-4-ctvrtleti-2021#>>.

## 8. Seznam příloh

Příloha 1.: Dospělý jedinec borovice lesní .....	103
Příloha 2.: Jehlice borovice lesní (Štancík, 2020) .....	104
Příloha 3.: Šiška borovice lesní (Štancík, 2020).....	105
Příloha 4.: Semena borovice lesní (Štancík, 2020) .....	106
Příloha 5.: Jednoletý semenáček borovice lesní .....	107
Příloha 6.: Dvouletý jedinec borovice lesní .....	108
Příloha 7.: Víceletý (tříletý) jedinec borovice lesní.....	109
Příloha 8.: Příprava půdy pomocí shrnovače klestu SH01 (Štancík, 2020)....	110
Příloha 9.: Plocha bez přípravy půdy (Štancík, 2020) .....	111
Příloha 10.: Příprava půdy pomocí řádkovače .....	112
Příloha 11.: Příprava půdy pomocí lesní frézy .....	113

## 10. Přílohy

*Příloha 1.: Dospělý jedinec borovice lesní*



*Příloha 2.: Jehlice borovice lesní (Štancík, 2020)*





*Příloha 3.: Šiška borovice lesní (Štancík, 2020)*



*Příloha 4.: Semena borovice lesní (Štancík, 2020)*



*Příloha 5.: Jednoletý semenáček borovice lesní*





*Příloha 6.: Dvouletý jedinec borovice lesní*



*Příloha 7.: Víceletý (tříletý) jedinec borovice lesní*





*Příloha 8.: Příprava půdy pomocí shrnovače klestu SH01 (Štancík, 2020)*





*Příloha 9.: Plocha bez přípravy půdy (Štancík, 2020)*





*Příloha 10.: Příprava půdy pomocí řádkovače*





*Příloha 11.: Příprava půdy pomocí lesní frézy*

