

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Pěstební analýza holosečného a clonného postupu obnovy na
přirozených borových stanovištích**

**Silvicultural Analysis of Clear-cut and Shelter-wood Regeneration
Method on Natural Pine Sites**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Kristýna Herinková

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

2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Kristýna Herinková

Lesní inženýrství
Lesní inženýrství

Název práce

Pěstební analýza holosečného a clonného postupu obnovy na přirozených borových stanovištích

Název anglicky

Silvicultural Analysis of Clear-cut and Shelter-wood Regeneration Method on Natural Pine Sites

Cíle práce

Cílem práce je na experimentálních plochách vyhodnotit clonný a holosečný postup obnovy. Dílčími cíli je porovnat vliv konkurence mateřského porostu při různých stupních zakmenění s holosečným postupem a vyhodnotit vliv technologie přípravy půdy na vybrané kvantitativní a kvalitativní parametry jedinců obnovy. Na základě získaných poznatků bude vymezen optimální postup pro dané pěstební a hospodářské podmínky.

Metodika

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

Doporučený rozsah: 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., Šticha 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.
- Erefur Ch., Bergsten U., de Chantal M. (2008): Establishment of direct seeded seedlings of Norway spruce and Scots pine: Effects of stand conditions, orientation and distance with respect to shelter tree, and fertilisation. *Forest Ecology and Management*, 255: 1186-1195.
- Mikeska M., Vacek S., Prausová R., Simon J., Minx T., Podrázský V. et al. (2008): Typologické vymezení, struktura a management přirozených borů a borových doubrav v ČR. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce. 447 s. ISBN 978-80-87154-20-5.
- Nilsson U., Gemmel P., Johansson U., Karlsson M., Welander T. (2002): Natural regeneration of Norway spruce, Scots pine and birch under Norway spruce shelterwoods of varying densities on a mesic-dry site in southern Sweden. *Forest Ecology and Management* 161: 133-145.
- Poleno Z., Vacek, S. et al. (2009): Pěstování lesů III. – Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy, Lesnická práce, 1012 s.
- 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.

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma Pěstební analýza holosečného a clonného postupu obnovy na přirozených borových stanovištích vypracovala samostatně pod vedením doc. Ing. Lukáše Bílka, Ph.D. a použila jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědoma, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č.111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

Na Frýdštejně, dne

Podpis autora

Kristýna Herinková

Poděkování:

Ráda bych tímto poděkovala vedoucímu mé diplomové práce, panu doc. Ing. Lukášovi Bílkovi, Ph.D. za možnost zpracování tématu a za odborné vedení práce. Dále pak všem přátelům a členům rodiny, kteří se podíleli na sběru dat. A upřímné poděkování adresuji i svým rodičům, za jejich trpělivost a podporu.

Abstrakt

Předložená diplomová práce se zabývá pěstební analýzou holosečného a clonného postupu obnovy v podmínkách přirozených borových stanovišť (CHS 13) v oblasti lesního hospodářského celku Břehyně, na majetku Vojenských lesů a statků, s. p., divize Mimoň. Cílem práce bylo vyhodnocení a porovnání vlivu konkurence jedinců přirozené obnovy při různých stupních zakmenění (0,7; 0,3; 0,5; 0,0) a vlivu technologie přípravy půdy (shrnovač klestu, lesní fréza, řádkovač a kontrolní varianta) na vybrané kvantitativní a kvalitativní parametry jedinců obnovy na clonném a holosečném postupu přípravy. Výzkum probíhal na ploše Mariana II (od roku 2017 a je stále kontinuální) na celkové rozloze 6,5 ha. Ke sběru dat byly použity již vytvořené zkusné plochy o celkovém počtu 64, v každé z nich bylo celkem 9 subploch o průměru 0,625 m. V připravených subplochách se provádělo zjišťování kvantitativních a kvalitativních parametrů jedinců. Sběr dat probíhal během vegetačních období v letech 2020 a 2021.

Nejvyšší počty semenáčků přirozené obnovy byly zjištěny v rámci kombinace varianty zakmenění 0,3 a přípravy půdy pomocí lesní frézy ($16 \text{ ks/m}^2 \pm 4 \text{ S.D.}$). Nejmenší počty semenáčků byly zjištěny ve všech zakmenění s kombinací bez přípravy půdy ($3 \text{ ks/m}^2 \pm 2 \text{ S.D.}$). Co se týče průměrné výšky jedinců byl zjištěn největší průměr v zakmenění 0,0 s kombinací bez přípravy půdy ($29,4 \text{ cm} \pm 13,21 \text{ S.D.}$). Největší průměr koruny byl naměřen v kombinaci zakmenění 0,0 a pomocí shrnovače klestu ($22,0 \text{ cm} \pm 10,68 \text{ S.D.}$).

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

Abstract

The aim of the diploma thesis is the cultivation analysis of clear cutting and shelterwood method of natural pine ecotopes regeneration (CHS 13) in area of forest management unit Břehyně, the Vojenské lesy a statky, s.p. property, division Mimoň. The aim of research was to evaluate and compare the impact of natural regeneration spiecemen competition with various level of stocking (0,7; 0,3; 0,5; 0,0) and impact of siol preparation technology (brush dozer, soil rotavator, windrower, control version) to selected quantitative and qualitative parameters on a clear cutting and shelterwood method of preparation. The research ran on testing site Mariana II (from the year 2017 and is still continuous) at total area 6,5 ha. For data collecting the current 64 testing places werw used. In each of them 9 subplaces with diameter of 0.625 was set. Quantitative a qualitative evaluation of spiecemen parameters was made in this area. The research ran in vegetation season in years 2020 and 2021.

The heighest numbers of natural regeneration seedlings were finded out in combination of stocking 0.3 and soil preparation with soil rotavator (16 pc/m² ± 4 S.D. in 8.11.2021). the lowest number of seedlings were finded out in every level of stocking in combination with no soil preparation (3 pc/m² ± 2 S.D. in 8.11.2021). In case of average high, the maximum average spiecemen high were found in stocking 0.0 with no soil preparation (29,4 cm ± 13,21 S.D.). The biggest diameter of tree crown were measured in combination of stocking 0.0 and with brush dozer (22,0 cm ± 10,68 S.D.).

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

Obsah

1. Úvod	15
2. Cíle práce.....	16
3. Literární rešerše	17
3.1. Borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i> L.)	17
3.1.1. Charakteristika borovice lesní	17
3.1.2. Ekologické nároky borovice lesní.....	20
3.1.3. Přirozený areál borovice lesní.....	21
3.1.4. Meliorační a zpevňující vlastnosti borovice lesní.....	22
3.2. Škodliví činitelé na borovici lesní	23
3.2.1. Biotičtí činitelé.....	24
3.2.2. Abiotičtí činitelé	29
3.3. Pěstební charakteristika borovice lesní	31
3.3.1. Pěstební péče v CHS 13 a v 0. LVS	31
3.3.2. Výchova borových porostů	33
3.3.3. Přirozená obnova	36
3.3.4. Umělá obnova	37
3.3.5. Obnovní způsoby	38
3.4. Charakteristika výzkumné oblast	44
4. Metodika.....	47
4.1. Charakteristika výzkumné plochy vybrané oblasti	47
4.2. Výzkumné plochy	48
4.3. Sběr dat.....	50
4.4. Zpracování dat.....	50
5. Výsledky	53
5.1. Zhodnocení kvantity semenáčků.....	53
5.1.1. Postupný vývoj přirozené obnovy	53

5.1.2.	Postupný vývoj umělé obnovy.....	58
5.1.3.	Souhrnný vývoj semenáčků v roce 2021	65
5.1.4.	Celkové počty na konci pozorování v roce 2021.....	66
5.2.	Zhodnocení kvality semenáčků.....	70
5.2.1.	Průměrné výšky semenáčků.....	70
5.2.2.	Statistické vyhodnocení výšek semenáčků	72
5.2.3.	Průměrné šířky korun semenáčků.....	75
5.2.4.	Statistické vyhodnocení průměru korun semenáčků	77
6.	Diskuse	80
7.	Závěr a doporučení pro lesnickou praxi	84
8.	Seznam literatury a použitých zdrojů	85
9.	Seznam příloh.....	91
10.	Přílohy	92

Seznam obrázků

Příloha 1. Doplnující tabulka ke grafům 1-4: Průměrné počty jednoletých semenáčků přirozené obnovy (ks/m^2) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy	92
Příloha 2. Doplnující tabulka ke grafům 5-8: Průměrné počty dvouletých semenáčků přirozené obnovy (ks/m^2) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy	93
Příloha 3. Doplnující tabulka ke grafům 9-12: Průměrné počty víceletých semenáčků přirozené obnovy (ks/m^2) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy	94
Příloha 4. Doplnující tabulka ke grafům 13-16: Průměrné počty jednoletých semenáčků z umělé obnovy (ks/m^2) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy	95
Příloha 5. Doplnující tabulka ke grafům 17-20: Průměrné počty semenáčků z umělé obnovy (ks/m^2) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy	96
Příloha 6. Doplnující tabulka ke grafům 21-24: Průměrné počty víceletých semenáčků z umělé obnovy (ks/m^2) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy	97
Příloha 7. Doplnující tabulka ke grafům 31 a 36: Průměrné výšky a koruny jednoletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a úprav půd.	98
Příloha 8. Doplnující tabulka ke grafům 32 a 37: Průměrné výšky dvouletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a úprav půd.	98
Příloha 9. Doplnující tabulka ke grafům 33 a 38: Průměrné výšky víceletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a úprav půd.	99
Příloha 10. Lokalita Marina II s jednotlivými zakmeněními v roce 2021: A – zakmenění 0,3, B – zakmenění 0,7, C – zakmenění 0,5, D – zakmenění 0,0	100
Příloha 11. Porovnání průměrných víceletých semenáčků ve čtyřech variantách zakmenění v roce 2021: A – zakmenění 0,3, B – zakmenění 0,7, C – zakmenění 0,5, D – zakmenění 0,0	101

Seznam grafů

- Graf 1. Grafické znázornění vývoje jednoletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,3 a ve všech přípravách půdy, v průběhu jednoletého pozorování. 53
- Graf 2. Grafické znázornění vývoje jednoletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,7 a ve všech přípravách půdy, v průběhu jednoletého pozorování. 54
- Graf 3. Grafické znázornění vývoje jednoletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,5 a ve všech přípravách půdy, v průběhu jednoletého pozorování. 54
- Graf 4. Grafické znázornění vývoje jednoletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,0 a ve všech přípravách půdy, v průběhu jednoletého pozorování. 54
- Graf 5. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,7 a ve všech přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování. 55
- Graf 6. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,7 a ve všech přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování. 55
- Graf 7. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,5 a ve všech přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování. 56
- Graf 8. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,0 a ve všech přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování. 56
- Graf 9. Grafické znázornění vývoje víceletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,3 a ve všech přípravách půdy, v průběhu roku 2021. 57
- Graf 10. Grafické znázornění vývoje víceletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,7 a ve všech přípravách půdy, v průběhu roku 2021. 57
- Graf 11. Grafické znázornění vývoje víceletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,5 a ve všech přípravách půdy, v průběhu roku 2021. 58
- Graf 12. Grafické znázornění vývoje víceletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,0 a ve všech přípravách půdy, v průběhu roku 2021. 58
- Graf 13. Grafické znázornění vývoje jednoletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,3 a ve všech přípravách půdy, v průběhu jednoletého pozorování. 59
- Graf 14. Grafické znázornění vývoje jednoletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,7 a ve všech přípravách půdy, v průběhu jednoletého pozorování. 59
- Graf 15. Grafické znázornění vývoje jednoletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,5 a ve všech přípravách půdy, v průběhu jednoletého pozorování. 60
- Graf 16. Grafické znázornění vývoje jednoletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,0 a ve všech přípravách půdy, v průběhu jednoletého pozorování. 60

Graf 17. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,3 a ve všech přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování.	61
Graf 18. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,7 a ve všech přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování.	61
Graf 19. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,5 a ve všech přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování.	62
Graf 20. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,0 a ve všech přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování.	62
Graf 21. Grafické znázornění vývoje víceletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,3 a ve všech přípravách půdy, v průběhu roku 2021.	63
Graf 22. Grafické znázornění vývoje víceletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,7 a ve všech přípravách půdy, v průběhu roku 2021.	63
Graf 23. Grafické znázornění vývoje víceletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,5 a ve všech přípravách půdy, v průběhu roku 2021.	64
Graf 24. Grafické znázornění vývoje víceletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,0 a ve všech přípravách půdy, v průběhu roku 2021.	64
Graf 25. Celkové počty semenáčků přirozené obnovy rozdělených do čtyř zakmenění na ploše Mariana II za zkoumané vegetační období 2021.	65
Graf 26. Celkové počty semenáčků umělé obnovy rozdělených do čtyř zakmenění na ploše Mariana II za zkoumané vegetační období 2021.	65
Graf 27. Celkové počty semenáčků na konci pozorování v kombinaci zakmenění s přípravou půdy u přirozené obnovy dne 8.11.2021	66
Graf 28. Celkové počty na konci pozorování v kombinaci zakmenění s přípravou půdy u přirozené obnovy dne 8.11.2021	66
Graf 29. Krabicový graf celkových počtů jedinců přirozené obnovy borovice lesní v jednotlivých variantách zakmenění po ukončení vegetační sezóny 2021 (měření 8. 11. 2021).	67
Graf 30. Krabicový graf celkových počtů jedinců přirozené obnovy borovice lesní v jednotlivých variantách příprav půd po ukončení vegetační sezóny 2021 (měření 8. 11. 2021).	68
Graf 31. Průměrné výšky jednoletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a úprav půd.	70
Graf 32. Průměrné výšky dvouletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a úprav půd.	71

Graf 33. Průměrné výšky víceletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a úprav půd.	71
Graf 34. Krabicový graf výšek celkových počtů jedinců borovice lesní v jednotlivých variantách zakmenění po ukončení vegetační sezóny 2021 (měření 8. 11. 2021).	72
Graf 35. Krabicový graf výšek celkových počtů jedinců borovice lesní v jednotlivých variantách příprav půd po ukončení vegetační sezóny 2021 (měření 8. 11. 2021).	73
Graf 36. Průměrné koruny jednoletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a příprav půd.	75
Graf 37. Průměrné koruny dvouletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a příprav půd.	76
Graf 38. Průměrné koruny víceletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a příprav půd.	76
Graf 39. Krabicový graf průměru šířky korun celkových počtů jedinců borovice lesní v jednotlivých variantách zakmenění po ukončení vegetační sezóny 2021 (měření 8. 11. 2021).	77
Graf 40. Krabicový graf průměru šířky korun celkových počtů jedinců borovice lesní v jednotlivých variantách přípra půdí po ukončení vegetační sezóny 2021 (měření 8. 11. 2021).	78

Seznam tabulek

Tabulka 1. Přenosy reprodukčního materiálu mezi lesními vegetačními stupni (Vyhl. č. 456/2021).	40
Tabulka 2. Schématické znázornění způsobu rozdělení 64 kruhových zkusných ploch s různými stupni zakmenění a přípravou půdy. Čísla v tabulce znázorňují jednotlivá čísla kruhových ploch.	49
Tabulka 3. Počty semenáčků na m ² s datумы sběru dat a s detailnějším rozepsáním	51
Tabulka 4. Průměrné počty semenáčků (ks/m ²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy	51
Tabulka 5. Ukázková část tabulky s výšky a korunami jedinců	52
Tabulka 6. Vícenásobné porovnání celkových počtů semenáčků přirozené obnovy pro jednotlivé varianty zakmenění.	68
Tabulka 7. Vícenásobné porovnání celkových počtů semenáčků přirozené obnovy pro jednotlivé varianty přípravy půd.	69
Tabulka 8. Vícenásobné porovnání výšek celkového počtu jedinců borovice lesní pro jednotlivé varianty zakmenění.	73
Tabulka 9. Vícenásobné porovnání výšek celkového počtu jedinců borovice lesní pro jednotlivé varianty přípravy půd.	74
Tabulka 10. Vícenásobné porovnání průměru korun z celkového počtu jedinců borovice lesní pro jednotlivé varianty zakmenění.	78
Tabulka 11. Vícenásobné porovnání průměru koruny z celkového počtu jedinců borovice lesní pro jednotlivé varianty přípravy půd.	79

1. Úvod

Středoevropské lesy jsou poznamenány klimatickou změnou, která způsobuje nedostatek vláhy a gradace hmyzích škůdců, žádoucí je tedy především studium a provádění dalších výzkumů, právě na úkor tradičních postupů v rámci obnovy lesa. Za jednu ze zásadních změn lze považovat stále větší tendenci využití přírodě blízkého hospodaření v lesích ČR. Právě šetrnější přístup k lesnictví jako takovému neminul také obnovu borových porostů, coby lesů zastoupených druhou nejčastější dřevinou v ČR, tedy borovicí lesní (*Pinus sylvestris* L.). Právě přírodě blízké hospodaření by nám v budoucnu mohlo pomoci zajistit stabilitu a prosperitu lesních porostů.

Zájem o přírodě blízké hospodaření v lesích a tvorbu polyfunkčních lesů se stále zvyšuje jak z řad laické veřejnosti, tak z řad veřejnosti odborné. Jednou možností, jak uspokojit tento zájem, je provádění přirozené obnovy v lesních porostech. Přirozenou obnovou borovice lesní v kombinaci různých příprav půdy se právě zabývá tato diplomová práce na plochách pod správou VLS, s.p., divize Mimoň, LHC Břehyně.

Je ovšem známo, že právě přirozená obnova je pouze malým dílkem pomyslné velké mozaiky přírodě blízkého hospodaření. Vhodnými stanovišti pro borovicí lesní jsou písčité, vápencovité či skalnaté půdy, na kterých je borovice lesní často jedinou a hlavní rostoucí dřevinou (Mikeska a kol., 2009). Na takovýchto lokalitách se především provádí přirozené způsoby obnovy borovice lesní. Přirozená obnova borovice, a celkově světlomilných dřevin, pod ochranou mateřského porostu ještě není v našich podmínkách úplně běžně prováděna. Existují již ovšem i další výzkumy, které se touto problematikou zabývají (Brichta a kol., 2020, Béland a kol., 2000).

2. Cíle práce

Cílem práce bylo na experimentálních plochách vyhodnotit clonný a holosečný postup obnovy. Dílčími cíli bylo porovnat vliv konkurence mateřského porostu při různých stupních zakmenění s holosečným postupem a vyhodnotit vliv technologie přípravy půdy na vybrané kvantitativní a kvalitativní parametry jedinců obnovy. Na základě získaných poznatků byl vymezen optimální postup pro dané pěstební a hospodářské podmínky.

3. Literární rešerše

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

Do rodu borovice (*Pinus*) spadají stálezelené jehličnaté stromy. Spadá sem přibližně 120 druhů, proto je tento rod nejvíce zastoupen v čeledi borovicovité (*Pinaceae*) (Koblížek, 2006).

Vědecká klasifikace podle (Úradníček a Chmelař, 1995):

Říše:	rostliny (<i>Plantae</i>)
Podříše:	cévnaté rostliny (<i>Tracheobionta</i>)
Oddělení:	nahosemenné (<i>Pinophyta</i>)
Třída:	jehličnany (<i>Pinopsida</i>)
Řád:	borovicotvaré (<i>Pinales</i>)
Čeleď:	borovicovité (<i>Pinaceae</i>)
Rod:	borovice (<i>Pinus</i>)
Podrod:	<i>Pinus</i>
Sekce:	<i>Pinus</i>
Podsekce:	<i>Pinus</i>

3.1.1. Charakteristika borovice lesní

Borovice lesní je stálezelený jehličnan dorůstající se výšky okolo 30 m, příležitostně může být i vyšší (Kremer, 1995). Dle Koblížka (2006) dorůstá tato dřevina výšky 15 až 25 m. Průměrná výčetní tloušťka kmene dosahuje až 100 cm. Borovice se dožívá 300 až 350 let (Maděra a Úradníček, 2001), výjimečně se může borovice dožít až 500 let (na exponovaných stanovištích s minimální konkurencí ostatních dřevin) (Úradníček a Chmelař, 1995). Nejmhutnější borovice v ČR roste u Lomu u Tachova, stáří se u ní odhaduje na 130 let, její obvod kmene dosahuje téměř 5 m. Tato borovice patří mezi chráněné památné stromy od roku 2009 (Halla, 2017).

Koruna u mladých stromů bývá pravidelně kuželovitá s trojúhelníkovitým obrysem, u starších jedinců je výše nasazená, nepravidelně větvená, někdy je laločnatá s plochým vrcholem a vysokým nasazením (Pleva, 1962; Úradníček a Chmelař, 1995). Větvení je u starších jedinců nepravidelně kulovité a deštníkovité. U silnějších větví dochází k zakřivení a bývají poměrně krátké. Letorosty jsou zprvu nazelenalé, hladké a málo lesklé, později bývají zelenošedé. Pupeny mají délku cca 1 cm s četnými šupinami. Borovice lesní má na brachyblastu jehlice po dvou, o délce 3 a 8 cm. Jehlice jsou zploštělé, krátce zašpičatělé, na hranách drsné, jejich barva je modro – nebo šedo zelená (Kremer, 1995). Na větví vytrvávají většinou 3 roky, na suchých stanovištích 2 roky a 4 roky v chladnějších oblastech (Koblížek, 2006).

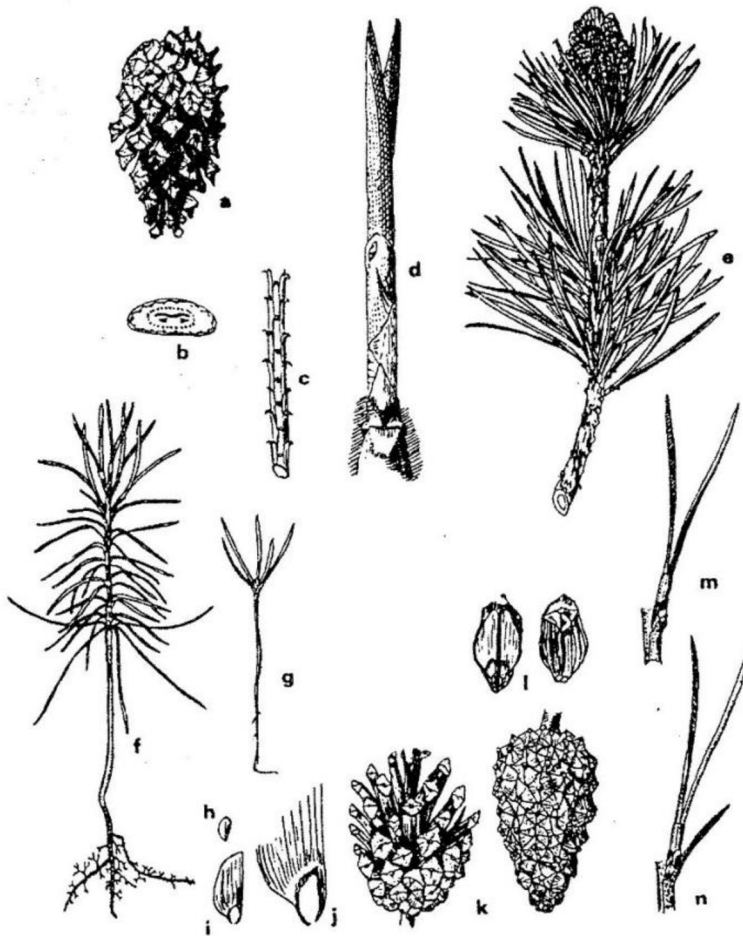
Borovice patří mezi jednodomé dřeviny, proto samčí a samičí šištice nebývají na stromě rovnoměrně rozloženy. Může převládat jedno pohlaví, stromy s převahou samčího pohlaví plodí méně než stromy s převahou samičích šištic (Pleva, 1962). Samičí šištice se na větví vyskytují ve svazečcích (po 2-3) nebo jednotlivě na krátkých stopkách. Šištice jsou špičatě oválné, v době zralosti hnědnou do tmava až do černa, dosahují délky až 8 cm. Jejich šupiny mají podlouhlý tvar s lehce vyklenutými štítky (Kremer, 1995). V porostech začíná plodit okolo 30. až 40. roku a 10. až 15. roku jako soliterní jedinec, na vlhkých půdách může plodit i později. Plodí každý rok až do staří 200 let. Semenné roky se zpravidla opakují každý druhý a třetí rok. Kvete od května až do června (Pleva, 1962). Pyl se šíří vzduchem (anemogamie), po opylení upadá opylené zrno do roční dormance a samičí šištice se mění v tzv. konelety, drobné útvary o velikosti lískového oříšku. Teprve druhý rok pylové zrno vyklíčí a nastává oplození, po němž začínají konelety dorůstat v 3 až 10 cm šišky (Musil a Hamerník, 2007). Šišky mají vejcovitý tvar, které během podzimu dozrávají a začínají se otevírat, k hlavní produkce semen dochází v předjaří následujícího roku. Semena jsou dlouhá 3 až 4 mm, se zbarvením do hněda někdy mohou být i černá (Koblížek, 2006). Semenáčky mají první děložní lístky ve větším počtu a jsou jednotlivě posazeny, později se objevují ve svazečcích po dvou (Chmelař, 1990a). Morfologické znaky šišek, prýtlů jehlic, semen a semenáčků borovice lesní jsou vykresleny na *Obrázku 1*.

Kmen je přímý, často zakřivený. Kůra v mládí šedá až hnědošedá, později má nádech do šedorůžova. V mládí je borka hladká a ve stáří se ve spodní části kmene začíná

rozčleňovat do velkých desek, které jsou rozděleny hlubokými načernalými brázdami (Kremer, 1995). V horní části kmene a na bázi větví zůstává borka hladká, tenká a má nádech do hnědooranžova (Maděra a Úradníček, 2001). Objem středního kmene by měl mít ve 100 letech až 1,4 m³, na nejpříznivějších stanovištích, porostní zásoba se pohybuje okolo 550 m³ /ha hroubí s kůrou (Musil a Hamerník, 2007).

Dřevo má barevně rozlišené jádro a běl. Na čerstvém řezu je jádro světle červenohnědé a na vzduchu ztmavne. Žlutobílá nebo narůžovělá je běl, která často zamodrává (Koblížek, 2006). Letokruhy jsou zřetelné, lze od sebe jednoduše rozeznat jarní a letní dřevo, protože jsou uvnitř letokruhu ohraničené. Tmavší pruhy na podélném řezu a skvrny na příčném jsou vytvořené od četných pryskyřičných kanálků (Maděra a Úradníček, 2001).

Borovice má mohutný kůlový kořenový systém s bočními kořeny sahajícími daleko do stran. Díky čemuž je jedinec v půdě ukotven a netrpí vývraty, proto výrazně zpevňuje porosty. Častěji dochází k vrcholovým zlomům, které způsobuje těžký sníh a jinovatka (Úradníček a Chmelař, 1995). Na skalnatém podkladu dokážou kořeny obepnout povrch balvanů a zarůst do štěrbin. Na bažinatých místech se kůlový kořen nevytváří, borovice zde zakoření mělce. Dřevina dokáže vytvořit i chůdovité kořeny vznikající na pohyblivých píčích (Maděra a Úradníček, 2001).



Obrázek 1. Borovice lesní A) šiška s ostnatými štítky, B) příčný řez jehlicí, C) detail prýtu bez jehlic, D) rašící jehlice, E) prýt se samčími šištice, F) dvouletá rostlina, G) semenáček, H) okřídlené semeno, I) křídlo, J) detail báze křídla, K) šišky, L) plodní šupny se semeny, M) sekundární jehlice, N) primární a sekundární jehlice (Úradníček a Chmelař, 1998).

3.1.2. Ekologické nároky borovice lesní

Borovice lesní upřednostňuje stanoviště na mírně suchých, slabě zásaditých kyprých půdách, stejně tak i na písčitých půdách. Lze se s ní setkat i na jílovitých půdách či na vápnitých půdách (Kremer, 1995). Má minimální nároky na obsah živin v půdě, patří mezi naše nejskromnější dřeviny s výrazným pionýrským chováním. Ve světě může najít pár edafických odchylek, které představují některé ekotypy stepní borovice z jižní části Ruska, kde tyto ekotypy snášejí slané půdy (Úradníček, 2003).

Borovice patří mezi světlomilné dřeviny, proto není schopna růst v zapojených porostech se stinnými dřevinami a zmlazovat se v zástínu. Proto je vhodná k výsadbě na holinách. Přirozený nálet snáší zastínění maximálně 5 let (Chmelař, 1990a).

Tato dřevina není náročná na půdní ani vzdušnou vlhkost. Dokáže růst v oblastech s minimem srážek 400 mm i v polohách s množstvím srážek 1 000 mm za rok. Pomocí mohutného kořenového systému dokáže získat vodu z větších hloubek oproti ostatním dřevinám (Úradníček, 2003). Zvládne růst na podmáčených, ale i na extrémně suchých stanovištích, a to díky jejímu hlubokému kořenovému systému který dokáže čerpat vodu i z větších hloubek (Úradníček a kol., 2009). Z hlediska půdních vlastností je borovice nenáročná a velmi přizpůsobivá k jakýmkoliv podložím. Roste na suchých píscích, kamenitých půdách, tak i na hlubokých živných půdách. Což dokazuje její přizpůsobivost a nenáročnost (Chmelař, 1990a). Porosty kvalitní s dobrou výškou, rovnými kmeny, jehlancovitou nebo válcovitou korunou se vyskytují na hlubokých, kyprých, vodou přiměřeně zásobených půdách a na půdách hlinitopísčitých až písčitých. Na chudém podloží, s hlubokou hladinou spodní vody vznikají porosty méně kvalitní s kratším kmenem a deštníkovitou korunou (Musil a Hamerník, 2007).

I když má borovice takto široké ekologické nároky a patří mezi pionýrské dřeviny, nedokáže růst ve velmi znečištěných oblastech (lokality kolem měst). Pokud je těmto podmínkám vystavená začne brzy shazovat jehličí, postupem času dřevina odumírá. Z tohoto důvodu se nedoporučuje vysazovat do měst (Úradníček, 2003).

3.1.3. Přírozený areál borovice lesní

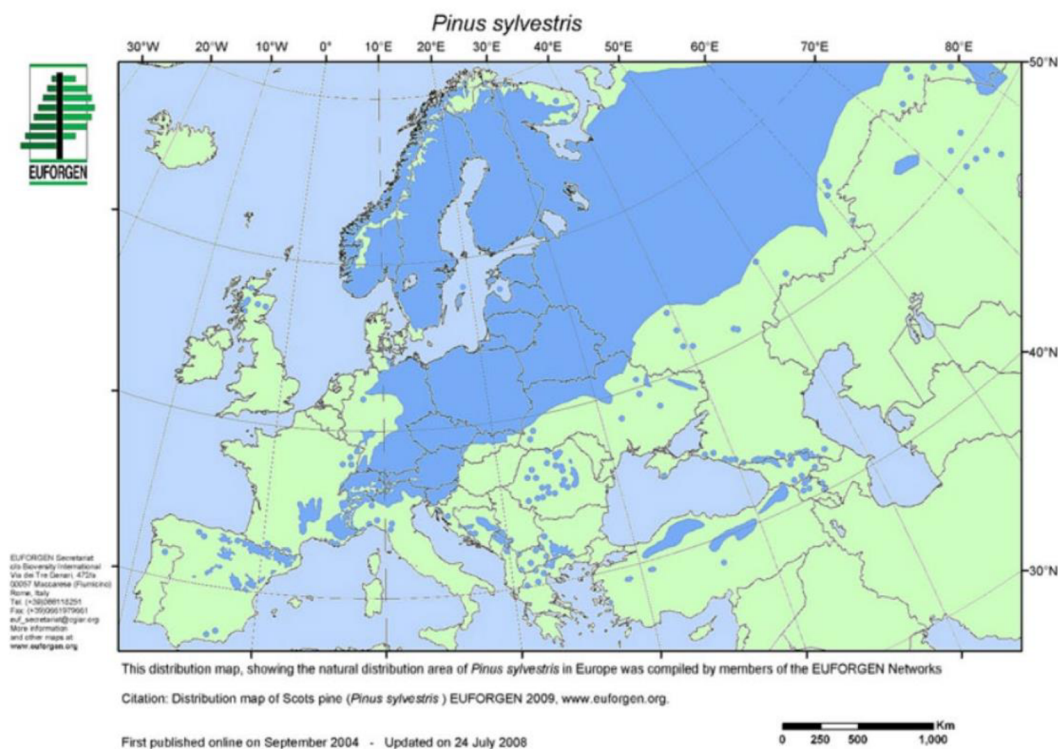
Původní rozšíření borovice ve střední Evropě lze nyní těžko určit, dřevina se před počátkem hospodaření v lesích šířila přírodním náletem na zničené plochy v lese. V době ledové patřila mezi první dřeviny a společně s břízou utvářeli ráz tajgy. Postupem času začala být vytlačována silnějšími stín snášejícími dřevinami, což ji přivedlo na extrémní a chudá stanoviště od 1. do 7. LVS (Úradníček a Chmelař, 1995). Od konce 18. století se hojně šířila umělou obnovou, a to právě díky charakteru pionýrské dřeviny. Z tohoto důvodu došlo k druhotně rozsáhlým borům v oblastech dubových lesů (Musil a Hamerník, 2007).

Borovice lesní je ze všech evropských druhů rodu *Pinus* nejrozšířenější. Roste od Laponska po Španělsko, z jihu od 45°s.š. až za polární kruh. Ve vertikálním rozmezí se vyskytuje od 0 až do 2 400 m n. m. (na Kavkazu je její výskyt zaznamenán ve výšce až 2 700 m n. m.) (Kremer, 1995). Borovice lesní patří mezi naše autochtonní (původní)

dřeviny s hospodářským významem. U nás roste téměř na celém území ČR. (Maděra a Úradníček, 2001) (Obrázek 2).

Původní rozšíření borovice lesní v ČR je v mezofytiku, v horských oblastech je roztroušena (vyskytuje se ve výškovém maximu na Šumavě u Plešného jezera – 1 070 m n. m.), ojediněle se objevuje v termofytiku. Nejnižší výskyt borovice je v doubravách Polabí na nízkých terasách (Musil, Hamerník, 2007).

V ČR je borovice současně zastoupena na 16,1 %, co je v přepočtu na 419 874 ha. Dle rekonstruované přirozené skladby přirozených lesních společenstev by měla přirozeně tvořit 3,4 % našich lesů a u doporučené skladby lesních společenstev by měla tvořit 16,8 %. Střední plošný věk této dřeviny je k roku 2020 76 let (MZe, 2020).



Obrázek 2. Přirozený areál rozšíření borovice lesní (Euforgen, 2020).

3.1.4. Meliorační a zpevňující vlastnosti borovice lesní

Meliorační a zpevňující funkce dřevin mimo jiné pozitivně ovlivňuje také koloběh živin v půdě, které zabraňují degradaci půd. Dřeviny se podílí na zlepšování vodního režimu lesních půd, pomocí kořenového systému zpevňují půdu. Dále pomáhají zpevňovat kostru lesního porostu, dochází ke zvýšení odolnosti proti povětrnostním vlivům, námraze a je vytvářeno příznivější mikroklima v lesních porostech.

Klíčové funkce borovice lesní v rámci borových stanovišť (CHS 13 = stanoviště přirozených borů), ve kterých je základní cílovou dřevinou a má zpevňující funkci porostu. Meliorační funkce jsou u borových porostů očekávané zpravidla v příměsí s listnatými dřevinami. Na přirozených borových stanovištích a v SLT OK by měl být podíl MZD okolo 5 %, se skupinou dřevin podle meliorační činnosti (pokles účinnosti mezi skupinami značen>) DBZ, DBC> BR, JR, BK> JD. A skupiny dle zpevňující činnosti takto: DG, BO> DBZ, DBC, HB, MD> JD, BK (Slodičák a kol., 2017).

3.2. Škodliví činitelé na borovici lesní

Borovice lesní je druhá nejrozšířenější dřevina našich lesů. Přesto se větší pozornost k zdravotnímu stavu této dřeviny začala ubírat před 2-3 lety. V tuto dobu došlo k rapidnímu odumírání borových porostů, bylo to ve stejné době třetí etapy kůrovcové kalamity. K podceňování zdravotního stavu bylo hlavně z důvodu toho že borovice i jiné dřeviny mají mnohem menší podíl zastoupení v našich lesích oproti smrku. Největší zhoršení zdravotního stavu borovice lesní došlo v těchto oblastí: jižní a jihozápadní Morava, střední a východní Čechy (Zpravodaj ochrany lesa, 2021).

Hlavní příčina je dlouhodobé sucho a s tím spojená další – pokles spodní vody. Borovice nedokáže hlubokým kořenovým systémem využít ojedinělé slabé srážky. Další příčinou byly povětrnostní vlivy, které poškodily 2,57 mil. m³ dřevní hmoty. Z těchto několika příčin na borovicích vzrostl význam houbových patogenů (převážně tyto druhy: *Sphaeropsis sapinea* a *Cenangium ferruginosum*) které chřadnutí urychlily. Současně se objevil i podkorní hmyz (nejčastější byl *Ips acuminatus*, *Tomicus minor* a *Phaenops cyanea*) (Zpravodaj ochrany lesa, 2021). Kvůli mohutnému kůlovému kořenovému systému borovice lesní netrpí na vývraty, ale má křehké dřevo. Z tohoto důvodu převážně trpí na tíhu sněhu nebo jinovatky, kdy dochází ke korunovým zlomům, při tomto poranění silně roní pryskyřici. Na nově vysazených sazenicích škodí brouk klikoroh borový ožíráním kůry (Maděra a Úradníček, 2001).

Rok 2020 se od posledních let moc nelišil, proto se dá stále nazvat rokem nepříznivým. Působení biotických a abiotických činitelů generovalo vysoké nahodilé těžby o hodnotě 33,91 mil. m³ což je o 2,97 mil. m³ více než v roce 2019. Nahodilá těžba tedy představuje 95 % z celkové těžby dřeva, která činila 35,75 mil. m³. S porovnáním

s rokem 2019 vzrostla celková těžba o 3,17 m³. Těžba dřeva u jehličnatého dřeva činila 34,49 mil. m³ a u listnatého dřeva 1,26 mil. m³. Z nahodilé těžby podle druhů se nejvíce dřeva vytěžilo u hmyzové (26,24 mil. m³), dále byla živelní (5,60 mil. m³), ostatní (3,06 mil. m³) a nejméně zastoupena byl exhalační (0,01 mil. m³) druh (MZe, 2020). V roce 2020 bylo evidováno 125 tis. m³ vytěženého borového kůrovcového dříví (v roce 2019 cca 80 tis. m³). Nejvíce poškozené byly tyto kraje: Jihomoravský (30 tis. m³), Středočeský (25 tis. m³), Vysočina (20 tis. m³) a Královehradecký (16 tis. m³) (Zpravodaj ochrany lesa, 2021).

3.2.1. Biotičtí činitelé

Hmyzí škůdci na borovici

Škůdci kmene

Ips acuminatus (Gyll.) - lýkožrout vrcholkový

Druh má 1 (v severnějších částech Evropy) až 2 generace ročně. Dospělci létají od dubna do května, v tuto dobu začíná rojení a zakládání nové generace. Noví brouci se začínají objevovat od konce června. Pod kůrou přezimuje imago. Jarní rojení nastává v dubnu a květnu, letní v červenci. Dospělé imago má na zadečku prohlubeň s 3 páry zoubků, z níž je dolní největší a u samečků dvojhrotý. Na strom nalétávají prvně samečci, kteří po vyhledání snubní komůrky začnou vylučovat agregační feromon, čím přilákávají samice (do požerku) a samce (zakládají další požerky). V jednom požerku může být 2 až 12 samic, zpravidla jich je pouze 3 až 5. Samičky při hlodání za sebou drtinkami ucpávají matečné chodby (toto je odlišovací znak od ostatních kůrovců). Larvové chodby jsou řídké a poměrně krátké. Larvy se živí lýkem a podhoubím ambrosiových hub. Kulí se v kolébkách. Samičky kladou vajíčka 1 až 2 týdny, larvy se líhnou ještě když samička klade vajíčka. Celý vývoj trvá v průměru 7 týdnů. Pohlaví lýkožrouta vrcholkového se liší: u pseudogamních samiček z jedinců samičího pohlaví a u sexuálních samiček je pohlaví následně generace v poměru 1:1) Celý vývoj tohoto druhu probíhá v korunové části borovic s tenkou a hladkou kůrou. Hvězdicovitý požerok je několikaramenný s prostornou snubní komůrkou, hluboce zařízlý do běle. K napadení vyhledává přednostně slabé stromy, pokud je přemnožená napadne i zdravé stromy (Hendrych, 1956; Zahradník a Knížek, 1999).

Tomicus minor (Hartig 1834) - lýkobub menší

Druh má 1 generaci ročně, v teplejších oblastech i 2. Přezimující brouci se rojí v průběhu dubna a května. Samečci na strom nalétávají první, zavrtávají se skrz tenkou borku (napadá horní partie stromu) a poté vytvářejí snubní komůrku. Přilákávají zpravidla 2 samičky, samečci je v snubní komůrce oplodní. Oplozené samičky vyhlodávají matečnou chodbu, do které kladou vajíčka. Z vajíček se líhnou larvy vyžírající v běli a lýku chodbičky, někdy se v nich živí podhoubím (vydatné na bílkoviny). V posledním instaru se kuklí v kolmo do dřeva vyhlodané kukelné kolébce. Nová imaga se objevují v červenci a srpnu. Dospělí jedinci nalétávají do korun zdravých stromů, zde se zavrtávají do čerstvých výhonků, ve kterých vyžírají dřev a provádějí zralostní žír. Na podzim opouštějí odumřelé výhonky spadlé na zemi a zalézají do hrabanky k přezimování. Opakovaná ztráta asimilačního aparátu může vést až k uhynutí dřeviny. Požerek má teda 2 příčné, mírně obloukovité matečné chodby o délce 3-10 cm, které jsou do běli hluboko zaříznuté (požerek připomíná letící vránu) (Knížek, 1998).

Phaenops cyanea (F.) - krasec borový

Tento druh má zpravidla 1 pokolení do roka a výjimečně dvouletý vývoj. Přezimuje stádium larvy ve vyhlodané kolébce. Vyvíjí se pod kůrou kmenové části stromů. Larvální chodby jsou charakteristické u tohoto druhu především tím, že se v ohybech plochých chodeb meandrovitě rozšiřují, jsou zakončeny kukelní kolébkou. Chodby jsou hustě vyplněné vlnkovitě napěchovaným trusem a jemnou drtí. V místech kladení vajíček je možno pozorovat časté výrony pryskyřice. Hlavní doba letu je květen až srpen. Tento druh je ovlivněn teplotními a vlhkostními faktory, přemnožuje se hlavně v období sucha. Napadá převážně starší porosty borovice (Pešková a Soukup, 2016).

Škůdci pupenů a výhonů

Rhyacionia buoliana (D. & Sch.) - obaleč prýtový

V našich podmínkách á 1 generaci v roce. Motýli se rojí od června do července. Samečci se líhnou o pár dní dříve a vyhledávají feromonový signál vydávaný samičkami. Obě pohlaví během života nepřijímají potravu. Samičky vykladou během dvou týdnů 100–150 vajíček, která kladou jednotlivě nebo po skupinkách (2-4) na šupiny pupenů a báze jehlic. Po zhruba dvou týdnech se líhnou housenky zavrtávající se do bází jehlic

blízkých pupenů a vyžirají jejich vnitřek. Zničí okolo 4 až 6 jehlic, které rychle žloutnou. Po prvním svlékání housenky vyhledávají boční pupeny, do kterých se zavrtávají a vyžirají je. Do podzimu vyžerou obvykle několik bočních pupenů a v posledním z nich přezimují. Následující rok v měsících od března do dubna se přemísťují do prostoru terminálních pupenů, které při jejich růstu vyžirají a ke konci května v nich dokončují vývoj. Po období dvou až třech týdnů se z kukel líhnou motýli. Napadá horní části výhonů borové výsadby a mlaziny (20–40letých). Největší poškození je v oblastech s nedostatečnými srážkami a na půdách nižších bonit. Vznikají zkriveniny ohnutých výhonů ve tvaru „s“ (Hendrych, 1956; Liška, 2004).

Škůdci na jehlicích

Diprion pini (Geoff.) - hřebenule ryšavá

V teplejších oblastech se vyskytují 2 generace ročně (dospělci se rojí od srpna do září), ve středních a vyšších polohách má pouze 1 generaci (rojení dospělců září až říjen). Samičky jsou oproti samečkům zavalitější, proto zpravidla jsou samečci v letu více aktivní. Po spáření kladou vajíčka těsně za sebou v souvislých řádcích do zářezů v jehlicích a jsou pokryty pěnovou hmotou (celkem nakladou 80–100 vajíček). Dle doby rojení preferují samičky umístění vajíček buď na loňské nebo na letošní jehlice. Vajíčka přezimují a na jaře (duben a květen) se líhnou housenice, které se zdržují pohromadě a okusují jehlice směrem ze strany po střední žilku. Housenice procházejí 4–5 vývojovými stupni a celková doba jejich vývoje je okolo 10–13 týdnů. Starší housenice žijí už jednotlivě a okusují celé jehlice. Při vyrušení všechny housenice zvednou přední část těla a shodě s ní pohybují, zároveň ze žláz vylučují obranné látky (terpeny – pocházejí z pryskyřice borovic). Kuklí se v tuhých, hnědých a pergamenovitých zámoťkách umístěných mezi jehličím, v prasklinách nebo v hrabance u paty stromu. Dospělci opouštějí tyto zámoťky pro hřebenule charakteristickým způsobem, a to na jedné straně, po obvodu zámoťku, odkousaným víčkem. Ze společného života housenic způsobuje hřebenule borová lokální u mladých dřevin úplné holožiry. Dává přednost mladším stromkům, ale vyskytuje se na stromech různého stáří (Holuša, 2002).

Panolis flammea (Denis & Schiffermüller, 1775) - sosnokaz borový

Motýli začínají létat od konce března do května, rojí se za šera po západu slunce. Vajíčka jsou kladena po skupinkách (2-7, ale i 25 kusů vajíček) na spodní stranu loňských jehlic. Mladé housenky ožirají pupeny a čerstvě vyrašené výhonky. Starší housenky

poškozují i loňské jehlice. Dorostlé housenky slézají v červnu až v červenci, ze stromů či padají na zem. Na rozhraní hrabanky a minerální zeminy se kuklí. Kukly přezimují. Tento motýl patří mezi běžné druhy, k přemnožení dochází na chudých a suchých stanovištích (Véle a Liška, 2019).

Škůdci sazenic

Hylobius abietis (Linnaeus, 1758) - klikoroh borový

Dospělci se dožívají 1-3 let. Přezimující jedinci opouštějí úkryty od poloviny dubna do června. Imaga vyhledávají mladé (3-6 let) stromky borovice, na kterých ohlodávají jemnou kůru a lýko nad kořenovým krčkem (dokážou poškodit i báze tenkých větví). Poškozené kmínky se někdy deformují a při silné poškození sazenice hynou. K oplodnění samiček dochází během zralostního žíru, které kladou vajíčka (60-100 ks) do čerstvých borových pařezů. Za 2 až 3 týdny vylíhlé larvy vyžirají nejprve lýko, později vytváří podélné vinuté chodby, 1 m dlouhé, vyplněné směsí drtinek a trusu. Převážně přezimují dorostlé larvy kuklí se až na jaře příštího roku. Při příznivém počasí se mladí brouci objevují koncem srpna a v průběhu září prvního roku. Pomístné požerky jsou o velikosti čocky až bobu, jdou nálevkovitě do lýka i kambia, pokud se spojí dokola sazenička odumírá. Ranky jsou zalité pryskyřicí. Při přemnožení dochází i k žíru pupenů a jehlic (Hendrych, 1956; Modlinger a Knížek, 2009).

Houbové patogeny na borovici

Sphaeropsis sapinea (Fr.) Dyko & B. Sutton

Výskyt druhu je spojen v souvislosti s nedostatkem vody v půdě, v předjarním a jarním období. Při tomto napadení dřevině začne odumírat terminální pupen u jednotlivých větví. Jehlice jsou v prvním roce infekce zelené a odumírají až v dalších letech (většinou celé větve). Na mrtvých jehlicích a prýtech narůstají černé kuželovité plodnice – pyknidy. Houba prorůstá kambiem a zamezuje výživu a přísun vody do terminálních partií, stromy odumírají až po několikátém napadení (Pešková a Soukup, 2016).

Cenangium ferruginosum Fr. - kornice borová

Saprofitický druh, napadající čerstvě odumřelé větve i mladé větévký, ale v suchých letech může napadat i živé větve. Její výskyt je převážně v koruně borovice. Houba tvoří na svém hostiteli tmavohnědé místy až hnědočerveně ojíněné nádorky

(plodnice). Plodnice jsou jasně nápadné za vlhkého počasí, kdy se otevírají a lze vidět okrový a okrově olivový měchýřek plodnice., za sucha jsou uzavřené. Borovice bývají infikováni na jaře z výtrusů uvolňovaných z vrškatých plodnic. Spory prorůstají do rašících výhonů nebo mladých letorostů, které začnou postupně usychat a odumírají, zatímco houba prorůstá do silnějších větví (popř. kmenů). Při masivní infekci lze pozorovat prosychání jednotlivých větví a následné prosvětlování korun (Pešková a Soukup, 2011).

Viscum album L. - jmelí bílé

Tato rostlina je poloparazit a roste jako epifyt na různých dřevinách. Jmelí pronikne lýkem až k dělivému pletivu (kambium), zde se cévy rostliny propojí k cévním svazkům nejmladšího letokruhu na povrchu dřeva, odkud nadále odebírají vodu s nerostnými látkami. Jmelí odčerpáváním vody z dřeviny zvyšuje jejich hydrický stres a snižuje odolnost před napadením biotickými činiteli (Bollinger, 1998). Donedávna představovalo v ČR spíše lokální fytopatologický problém. V posledních letech se jeho výskyt zvýšil, pravděpodobně v souvislosti s oteplováním a vysycháním krajiny. Dá se očekávat zvýšení stavu jmelí na borovici v budoucnu, což představuje hrozbu v období nedostatku vody (Zpravodaj ochrany lesa, 2021).

Škody zvěří

V mládí jsou sazenice poškozovány okusem. Dochází k poškození vrcholové části stromku, terminálních výhonů a bočních větví. Při poškození přežívajícími sudokopytníky je řezná plocha nerovná, často s roztrženými dřevními vlákny a se zbytkem lýka po okraji. Oproti okusu hlodavcem (králík divoký – *Oryctolagus cuniculus*, zajíc polní – *Lepus europaeus*) je řez zcela hladký a šikmý. Důsledkem poškození je ztráta a redukce asimilačního aparátu, ztráty na výškovém přírůstu, zvýšená citlivost na sucho, netvárný a zakrslý růst, při opakovaných poškozeních dochází i k mortalitě sazenice. Následkem může být úplná likvidace přirozené či umělé obnovy. Škody okusem vznikají jak v letním, tak v zimním období. K dalšímu poškození dochází převážně v zimním období (ohryz) a v jarním období (loupání). U těchto typů poškození dochází k plošnému poškození kůry a lýka stromů. Loupání označuje strhávání velkých pruhů kůry a lýka v podélném směru v období kdy proudí lýkovou částí míza. Vznikající v předjaří a během vegetace. Po ohryzu jsou patrné stopy zubů, podle počtu a šířky lze určit i jejich původce. Vzniká v zimním období, v době, kdy lýkem neproudí míza a kůra se nedá odtrhávat

v celých pruzích. Ohryz a loupání je způsobováno jelenem evropským (*Cervus elaphus*), jelenem sikou (*Cervus nippon*), muflonem evropský (*Ovis musimon*) a daněk skvrnitý (*Dama dama*). Následkem poškození loupáním a ohryzem je infekce dřeva dřevokaznými houbami. Do vytloukání je zahrnuto zřetelné poškození kůry kmínku, při kterém došlo k poškození lýka, způsobené vytloukáním samčí parohaté zvěře. Vytloukáním nevznikají tak výrazné škody jako okusem, ohryzem a loupáním (Čermák a Jankovský, 2006).

3.2.2. Abiotičtí činitelé

Sníh

Výrazné škody může způsobovat mokřý sníh, a to zejména v korunách borovic, který patří mezi nejvýznamnější abiotické škodlivé činitele nejen v České republice, ale i v celé Evropě. Nejčastěji vznikají ve středních nadmořských výškách (vysoká četnost srážek s mokřým sněhem), na závětrných místech a spíše na mírnějších svazích. I když je borovice spíše v nižších polohách, kde je výskyt sněhu méně častý, dochází u ní k velkým škodám při výskytu této klimatické situace. Hlavní poškození jsou vrcholkové, korunové a kmenové zlomy, po tomto poškození dochází ke vzniku dvojáků. V roce 2010 došlo na nižších polohách východočeského regionu k sněhové kalamitě a došlo k poškození borových porostů různého věku. Z vyhodnocených škod z tohoto roku a dlouholetých experimentů, lze pro pěstování borových porostů doporučit: počáteční nižší hustota porostu není zárukou stability bez navazujícího výchovného zásahu (přežívání většího množství labilních jedinců zvyšuje riziko poškození sněhem). Odstranění obrostlíků a předrostlíků (snadněji se lámou vytáhlé stromy s plochou a vysoko vysazenou korunou). Ve fázi mlazín (9 000 tis. Ks/ha, horní výška do 5 m) je nezbytné provést zásahy včas, kvůli zvýšení stability ponechaných jedinců. V porostech středního věku se snižuje význam stability. V dospělém porostu už je efekt výchovy minimální a zásahy se zaměřují na produkci, zdravotní stav a obnovu porostu. Nejvíce ohroženy jsou stejnověké jehličnaté porosty, porosty se zanedbanou výchovou (přehoustlé, přeštíhlené), porosty poškozené loupáním a hnilobami. Nejlépe naopak vzdorují smíšené různověké porosty (Hendrych, 1956; Novák a kol., 2013).

Námraza a jinovatka (krystalická námraza)

Námraza vzniká mrznutím drobných kapének vzdušné vlhkosti (mrak, mlha apod.) při styku s povrchem země nebo jiných předmětů o teplotě 0 °C. Jinovatka vzniká krystalickým srážením vodních par na stromech, při mlze a slabém větru při teplotě pod -8 °C. Slabá vrstva jinovatky tvoří jen ozdobu stromů, kdežto až 20 cm silná vrstva námrazy stromy láme, v lesnické praxi se tyto dva druhy nerozlišují. Hlavní poškození se objevuje u vrcholků, korun a kmenových zlomů. Po tomto poškození dochází ke vzniku dvojáků a víceráků. Nejvíce bývají ohroženy porosty podhorských a nížinných polohách. Dále bývají poškozovány porosty na svazích a hřebenech, z důvodu zachytávání teplejších proudů z údolí. Nejvíce poškozeny jsou tyto dřeviny: borovice lesní, smrk ztepilý, olše lepkavá a buk lesní. Dále jsou nejčastěji ohroženy stejnověké porosty se zanedbanou výchovou, především mezernaté porosty a prostní okraje (Hendrych, 1956; Vicena a kol., 1979).

3.3. Pěstební charakteristika borovice lesní

Mezi vlastnosti borových porostů patří jejich dobrá stabilita, vysoké nároky na světlo, nedostatečné krytí půdy, krátká doba možnosti zastínění náletu pod mateřským porostem, rychlý růst v mládí, řídké koruny. Povrch půdy pod borovými porosty silně vysychá, tvorba surového humusu a degradace půd. Přírozená obnova je možná pouze z porostů geneticky vhodných. Borovice se dále doporučuje pěstovat s příměsí listnáčů, z důvodu většího krytí půd a meliorace. Je to kontinentální dřevina s pionýrským chováním (Mikeska a kol., 2008).

Správná technika pěstování borovice musí odpovídat základním hospodářským principům, kromě trvalé produkce maximálního množství jakostního dřeva se musí podporovat i další významné lesní funkce (půdoochrannou, vodohospodářskou atp.). Proto se musí opírat znalosti prostředí borových porostů v ČR a jejich biocenóz, biologických a ekologických vlastností borovice. A poslední znalost spočívá v jakosti a sortimentech borového dřeva (Polanský, 1956).

3.3.1. Pěstební péče v CHS 13 a v 0. LVS

Největší současný výskyt borovice v ČR je na CHS 23 (kyselá stanoviště nižších poloh), na kterém zaujímá z jejího celkového zastoupení 43,5 %. Další významný CHS s velkým výskytem borovice jsou soubory 27 (oglejená chudá stanoviště nižších a středních poloh), soubor 13 (přírozená borová stanoviště), soubor 21 (exponovaná stanoviště nižších poloh) a soubor 39 (podmáčená chudá stanoviště) (Poleno a kol., 2009). Borovice lesní má funkci dřeviny základní cílové v těchto CHS: 13, 21, 23, 27, 39, 41 (exponovaná stanoviště středních poloh), 43 (kyselá stanoviště středních poloh), 47 (oglejená stanoviště středních poloh), 53 (kyselá stanoviště vyšších poloh), 57 (oglejená stanoviště vyšších poloh) a 59 (podmáčená stanoviště středních a vyšších poloh) (Slodičák a kol., 2017).

V ČR se borovice lesní vyskytuje na všech borových stanovištích a na některých stanovištích 1. a 2. LVS (lesního vegetačního stupně). Proto je jedinou dřevinou, která je schopna plnit i dřevoprodukční funkci (Pleva, 1962).

Výrazná půdní stanoviště, na kterých se borovice vyskytuje překrývají specifické povahové rozdíly v daném klimatu, proto se u borovice vytvořil samostatný stupeň 0. Ve

3. a 4. LVS se nachází největší množství těchto stanovišť. Ve 2. LVS zasahují bory na přechodu do borové doubravy nebo jako ojedinělé výskyty dealpínského boru, na vápencích a hadcích (OX). Kromě stupně 0 borovice vytváří přirozenou příměs na stanovištích chudých (M), oglejených chudých (Q), rašeliných (R), vyskytující se až do 5. LVS (může být a do 6. LVS). V 7. LVS byl zaznamenán nejvyšší výskyt borovice v ČR, a to na Šumavě. Toto borovice byla nazvaná jako stožecká borovice (Mikeska a kol., 2008).

Výzkumné plochy se nachází v společenstvech borů a společenstvech s přirozeně vysokým podílem borovice (OK – kyselý bor) a leží na hospodářství přirozených borových stanovišť (CHS 13).

V CHS 13 se jedná o smrkové bory, borové smrčiny, hadcové bory, chudé bory, kyselé bory, borové doubravy až svěží jedlobukové bory na písčítých, podzolovaných až oglejených půdách a hadcových půdách v oblastech písčítých sedimentů, šterkopískových teras, na svazích, v úžlabinách a roklích. Toto stanoviště má velice významnou funkci infiltrační. Porosty na CHS 13 jsou podprůměrné až průměrné produkce (Poleno a kol., 2009). Na stanovištích borů 1. - 2. LVS (včetně 0. LVS) je s ohledem na biologické vlastnosti borovice vhodné vytvářet porosty bez větší věkové a výškové diference. Do horní výšky 5 m (na bohatších stanovištích do 10 let, na chudších stanovištích do 15 let věku porostu), by se měly zásahy zaměřit na odstranění předrostlíků a obrostlíků v přehoustlých nárostech (hrozí zde v budoucnu silné přeštíhlení), do podúrovně se nezasahuje. Hustota porostu zde klesne na 10 000 ks/ha (Mikeska a kol., 2008). Při prořezávkách se dále provádí úprava druhové skladby, hlavně kvůli podpoře přimíšených dřevin MZD. Provádí se 1–2 zásahy. Po 10–15letých intervalech se provádí probírkové zásahy. Z postupného uvolňování korun by mělo cílově zůstat cca 200–250 stromů na 1 ha. Pozitivní podpora listnatých dřevin pro dosažení cílového zastoupení MZD. Prvotně se těží poškození, nemocní a netvární jedinci, kteří utlačují koruny vybraných dřevin (Poleno a kol., 2009).

Při obnově se prvotně využívá přirozená obnova všech geneticky vhodných dřevin. U stabilních a nepoškozených stromů, u kterých se prozatím nevytvořily podmínky pro přirozenou obnovu, proto je lepší odsunutí počátku obnovy (seč přípravná). Přirozená obnova se podporuje okrajovou sečí, v odůvodněných případech i holou sečí s ponecháním semenných výstavků. Nekvalitní a poškozené borové porosty se obnovují

pruhovou sečí holou s výstavky (nejkvalitnější jedinci borovic z porostu). Kvalitní a včas provedená příprava půdy (nejlepší je způsob naoráním) určuje úspěšnou přirozenou obnovu borovice. Postup obnovy se provádí od V, VS a JV stran porostu. Pěstební intenzita se bude průměrná až podprůměrná (Poleno a kol., 2009).

U ekologicky orientovaného hospodářství lze vylíčit dva základní pěstební přístupy: přirozené zmlazení pod mateřským porostem a maloplošná obnova skupinovitého charakteru s přechodem k výběrným principům. Je důležité na začátku obnovy stanovení minimálního věku porostu pro zahájení obnovy, které je vždy odlišné s ohledem na věk porostu, kvalitu, očekávanou produkci, přítomnost spontánní obnovy, stanovištní podmínky a charakter přízemní vegetace. Důležité je, aby v mateřském porostu nevznikali ztráty na produkci u nejkvalitnějších jedinců, což se stává u předčasné těžby. Nejdříve se odstraňují na jedinci s podprůměrně vyvinutou korunou, se známkami defoliace, poškození, nekvalitní a nahnutí. Současně se podporují jedinci s dostatečně vyvinutou korunou, s kvalitním kmenem. V porostu se ponechávají biotopové stromy (strom není jedním rostlinným organismem z širšího společenstva, ale je samostatným svébytným biotopem, který umožňuje, se svojí nikou, trvalou existenci celé pyramidy organismů vázanou na něj) a přimíšené dřeviny (Bílek a kol., 2017).

3.3.2. Výchova borových porostů

Mezi obecné zásady výchovy borových porostů patří zajištění rovnoměrného zápoje a zakmenění při neporušení korunové vrstvy. Na rozdíl od smrku borové porosty reagují na uvolnění pomaleji a méně výrazně. Při silnějších zásazích dochází ke snížení přírůstu a ztrátě objemu, zejména problém ve středím věku porostu. Porosty vzniklé umělou obnovou mají v době zajištění 8-12 tis. Jedinců a porosty vzniklé z přirozeného zmlazení mají hustotu vyšší s rychlým ubytkem jedinců (výrazně slunná dřevina, nesnáší zastínění). Borovice je svým chováním zařazena mezi pionýrské dřeviny s rychlým růstem v mládí a tendencí tvorby rozpínavých korun se silnými větvemi (Polanský, 1956; Poleno a kol., 2009).

Techniku výchovy ovlivňují z biologických vlastností dřeviny především sklon k rozkladitému růstu (sukaté dřevo), vysoká náročnost na světlo, křehké dřevo a řídká koruna (slabě stíní půdu, umožňuje vzrůst buřeně). Z vlastností stanoviště zaleží na vlastnosti půdy a množství sněhových srážek. A jako poslední je hospodářský stav

porostu neboli jeho původ, dosavadní vývoj a pěstební péče, zápoj, zakmenění a kvalita porostu (Polanský, 1956).

Péče o nárosty a kultury

U porostů vzniklých z přirozené obnovy není zapotřebí zvýšené aktivity lesního hospodáře. Prostrhávký se provádí v přehoustlých nárostech ve věku 4–5 let, s výškou okolo 1 m. Odstraňování jedinců je zaměřeno na předrostlíky a obrostlíky. Zásah se provádí negativním výběrem v nadúrovni a v úrovni. Dále je v nárostech nutná redukce tzn. pionýrských dřevin (BR, JIV, OS) a u mezernatých nárostech se doplní skupinovitě výsadbou listnatých dřevin (DB, BK aj.) s melioračním posláním porostu. Porosty vzniklých umělou obnovou též nevyžadují zvláštní péči, pokud byly založeny odpovídajícími technologickými postupy, ale je u nich důležitá ochrana proti biotickým škodlivým činitelům (klikoroh borový, zvěř, na vlhčích a středně bohatých stanovištích také proti buření) (Mikeska a kol., 2008). V kulturách může docházet k zakřivení kmínků borovice, které vznikají z proleptických výhonů. V dostatečně hustých kulturách se deformovaní jedinci odstraní hned v prvních pročistkách, ale u nedostatečně hustých kulturách je nutné preventivní a nápravné odstranění proleptických výhonů ořezem, či preventivní redukce počtu pupenů (Nárovec 2000).

Výchova borových porostů

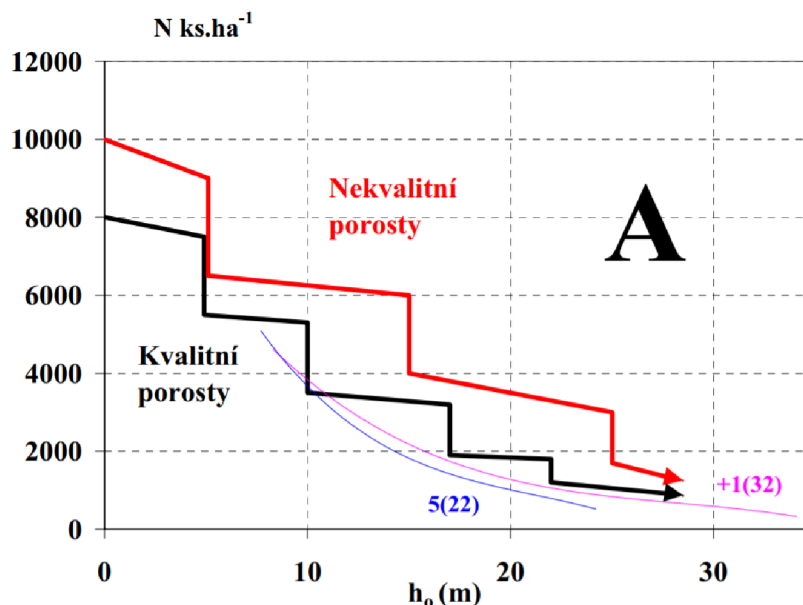
První prořezávka v kvalitních borových porostech se provádí ve věku 10-15 let při horní výšce 5 m porostu, hustota porostu se v tomto případě snižuje na 5 500 ks/ha (snížení výčetní základny zhruba o 20 %). Negativním výběrem se odstraňují předrostlíci a obrostlíci (jejich ponechání by znamenalo snížení kvality porostu). Cílem této prořezávky je odstranění nekvalitních jedinců. Krycí a pomocné dřeviny (MD, BK, DB) se ponechávají v porostu, pokud neohrožují vývoj porostu. Druhý zásah se zaměřuje negativním výběrem do podúrovně. Doporučuje se provádět při horní výšce 10 m. Hustota klesne na cca 3 500 ks/ha (snížení výčetní základny o 12 %). Intenzita je mírná až slabá, bez výrazného porušení rovnoměrnosti zápoje a hustoty porostu. Ve třetím zásahu je výběr opět negativní a probíhá v horní výšce 17 m. Odstraňují se ustupující jedinci a nedochází k výraznějšímu otevření zápoje. Po těžebním zásahu by mělo zůstat okolo 1 900 ks/ha (snížení kruhové základny na 7 %). Interval prořezávek v borových porostech se provádějí po cca 5–10 let. Od prvního odstranění obrostlíků a předrostlíků

se zpravidla zopakují 2-3 prořezávky. Veškerá biomasa (větve, jehličí) se v porostech ponechává (určena k rozkladu) (*Obrázek 3*).

Probírky navazují na výchovu pomocí prořezávek od období, kdy porost dosáhne na užitkovatelné hroubí. Převážně k tomu dochází při dosažení horní výšky 20, která odpovídá věku 30 let na bohatších stanovištích a na chudších věku 40 let. Způsob zásahu je negativní, podúrovňový. Intenzita zásahu je mírná a slabá. V těchto porostech je už vyčerpána aktivní výchova (zvýšení kvality a stability), proto se se zásahy zaměřuje na odstraňování podružného porostu. Větší porušení zápoje a snížení zakmenění způsobuje trvalé ztráty a pokles přírůstu. Pomocné a krycí dřeviny jsou ponechány, pokud výrazněji neškodí. Pomocné a krycí dřeviny jsou ponechány, pokud výrazněji neškodí (Černý a kol., 1996; Mikeska a kol., 2008).

V méně kvalitních porostech se doporučuje menší počet zásahu oproti kvalitním porostům. První výchovný zásah by měl proběhnout stejně jako v kvalitních porostech (při horní výšce 5 m) a dochází zde k odstranění jedinců nejhorší kvality. Hustota porostu by neměla klesnout pod 6 500 ks/ha. Další zásah se provede negativním výběrem v podúrovni (při horní výšce 15 m), v porostu by mělo zůstat cca 4 000 ks/ha. K odstranění podružného porostu se doporučuje u horní porostní výšky 20 m. Po veškerých zásazích se doporučuje ponechání biomasy, a to zejména na chudších stanovištích (*Obrázek 3*) (Černý a kol., 1996).

V porostech s opožděnou výchovou neboli porosty, ve kterých neproběhl žádný zásah, ji po dosažení horní výšky 10 m nelze produkční ukazatelé pěstebními zásahy příliš ovlivnit. Předrostlíci a obrostlíci, kteří nebyli včas odstraněni dorostli takových dimenzí, že by se po jejich odebrání příliš otevřel zápoj a došlo by k poškození porostu. První zásahy mají efekt stabilizační, který zde neproběhl a jakýkoliv větší zásah (silnější uvolnění) může vést k pomístnímu rozpadu a ohrožení produkční základny porostu. Proto se výchova v těchto porostech omezuje pouze na slabé podúrovňové zásahy. Pozitivní výběr se provádí u ceněných ekotypů (kvalitní stromy v počtu 400 ks/ha s horní výškou 20 m) (Černý a kol., 1996; Mikeska a kol., 2008).



Obrázek 3. Výchovné programy pro kvalitní a nekvalitní borové porosty s údaji o počtu stromů (N) a výčetní základně (G) z růstových tabulek (Černý a kol., 1996).

3.3.3. Přírozená obnova

Přírozené obnovy můžeme docílit generativně či vegetativně. V případě generativního způsobu jsou tak využita semena mateřských jedinců, naopak vegetativní obnovou máme namysli zpravidla pařezovou výmladnost. Nový porost má shodné genetické vlastnosti, proto nemůžeme ovlivnit genetickou kvalitu a druhovou skladbu nového porostu. U přírozené obnovy semenné vzniká les vysoký, u vegetativní vzniká les nízký (z pařezových výmladků, kořenových výmladků, hřížení). V našich lesích převládá generativní obnova, vegetativní obnova zde není typická, a proto nebývá moc využívána (Poleno a kol., 2009; Kupka, 2008).

Základním rozhodným faktorem pro kvalitní přírozenou obnovu jsou kombinace růstových faktorů světla, vody, živin a jejich míra ovlivnění pedologickými, klimatickými a porostními podmínkami. Dále je důležitý charakter přizemní vegetace, vliv škodlivých faktorů a vliv lesního hospodáře. Obnova lesa je tedy důležitá na stanovištních a porostních podmínkách, důležitá je i technologie. Přírozené obnovy v borových porostech lze docílit holosečným obnovným způsobem s různou velikostí a orientací sečí, násečným způsobem, velkoplošným a maloplošným clonným obnovným způsobem s přechodem až do skupinkovitého nebo jednotlivého výběru (Bílek a kol., 2017).

Výhody přirozené obnovy

Les plní neustále všechny své funkce (nevzniká holina), menší finanční náklady na obnovu porostu (náklady v přípravě prováděné půdy), na ploše vyklíčí desítky a stovky tisíc jedinců na ha a z vlivu vyšších počtů není nutné mladé stromy ošetřovat, dále je vysoké možnosti výběru. Známa provenience a chování dřevin. Vysoké uplatnění stinných a náročných dřevin. Vznikají různorodé, věkově i prostorově diferenciované porosty. Pod clonou mateřského porostu rostou jedinci s jemnější větvením (předpoklad vyšší kvality dřevní suroviny), příznivější porostní klima s minimální pravděpodobností výskytu klimatických extrémů (mráz, vítr atp.), v přirozené obnově borovice se dostavuje se závislostí na stanoviště i příměs listnáčů (BR, TOS, DB) (Duryea, 1987; Bílek a kol., 2017).

Nevýhody přirozené obnovy

U přirozené obnovy nelze významně ovlivnit genetiku a druhovou skladbu porostů, nelze provést v přestárlých a proředěných porostech, závisí na semenných letech. Nerovnoměrná hustota náletů (dochází ke snížení kvality okrajových jedinců). Omezené využití na živných stanovištích z důvodu možnosti silného zabuřnění. Výchova porostů bývá náročnější a zároveň i dražší, kvůli vysoké početnosti jedinců na ploše (potřeba snížení hustoty). Pod clonou mateřského porostu se doporučuje provádět zraňování půdy (narušení povrchové vrstvy nadložního humusu nebo drnu, s promísením minerální zeminy), což bývá zpravidla náročnější a vzniká zde vyšší riziko zmařené investice (porost se neobnoví v dostatečném počtu), v prvních třech letech nedostatečné světelné a vláhové poměry rychle vedou ke zvýšené mortalitě jedinců (Duryea, 1987; Bílek a kol., 2017).

3.3.4. Umělá obnova

Umělá obnova vzniká při záměrné činnosti člověka obnovující les na vytěžené ploše porostu. Porosty se zakládají sítí, řízkováním a sadbou. Nad umělou obnovou začíná převládat význam přirozené obnovy. V roce 2020 byly uměle vysazeni jedinci na 2 508 ha (7,4 %) (MZe, 2020).

Výhody umělé obnovy

Umělou obnovu lze provádět na silně zabařených místech, kde by přirozená obnova nebyla možná. Obnova porostu není závislá na semenných letech, volba není závislá na mateřském porostu, jednotná a známá genetická hodnota sazenic. Kultury jsou rovnoměrné, optimálně husté a přehledné. Porosty nastupují do výchovy později, kvůli nízkému počtu jedinců je výchova méně náročná a je vhodnější pro pozdější mechanizace (např. vyžínání) (Kupka, 2008).

Nevýhody umělé obnovy

Les plní funkce lesa jen velmi omezeně, finančně nákladná umělá obnova, riziko vzniku ekotypově nevhodných porostů. Nutná péče o vysazenou kulturu trvající minimálně 3 roky (dosazování uhynulých jedinců, vyžínání buřeně, nátěry proti okusu zvěří a ochrana proti klikorohu borovému). Nižší počty sazenic oproti přirozené obnově, z čehož plyne vyšší početnost škod zvěří. U vysázených sazenic je větší pravděpodobnost deformace kořenových systému. Stinné dřeviny zde mají velmi omezené využití. Vznikají porosty stejnověké a stejnorodé (Kupka, 2008).

3.3.5. Obnovní způsoby

3.3.5.1. Holosečný způsob obnovy

Obnova porostu probíhá na jednorázově vytěžených holosecích. Při mýtní těžbě úmyslné nesmí velikost těžené plochy překročit 1 ha a šíře na exponovaných hospodářských souborech jednonásobek a na ostatních stanovištích dvojnásobek průměru výšky těžného porostu. Při domýcení porostních zbytků není šířka seče omezena, pokud je výměra menší než 1 ha. Existují výjimky na velikost a šířku holé seče a to pro přirozené borové stanoviště na písčítých půdách a na hospodářském souboru přirozených lužních stanovištích, které mají povolenou velikost seče 2 ha bez omezení šíře. A další výjimka je na dopravně nepřístupných horských svazích delších než 250 m nejedná-li se o exponované hospodářské soubory do velikosti 2 ha (Zákon č. 289/1995 Sb.).

Dle zákona se nesmí přiřazovat holá seč vedle mladých nezajištěných porostů (bez ohledu na vlastnickou hranici). Nejmenší vzdálenost hole seče od holin a mladých

nezajištěných porostů nesmí být menší než průměrná výška těžného porostu (Zákon č. 289/1995 Sb.).

Vzniká holina musí být do dvou let zalesněna a do sedmi let zajištěna od jejího vzniku. Zajištěná kultura je uměle vysazený les, bývá vysoká 1 a 1,5 m a musí vykazovat tyto podmínky: stromky vykazují stálý růst, nejsou výrazně poškozeny, plocha je rovnoměrně porostlá stromky, vyskytuje se na ní 80 % stanovených počtů (nemusí být dosázena novými sazenicemi), je odrostlá okolní buřeni a zvěři, v takové míře, že už jimi není poškožována (Vyhláška č. 456/2021 Sb.).

U zrušené vyhlášky č. 139/2004 Sb. byl přenos reprodukčního materiálu pro dřevinu borovici lesní v PLO 18 možný u těchto oblastí: PLO 5 (České středohoří), PLO 17 (Polabí), PLO 19 (Lužická pískovcová vrchovina), PLO 20 (Lužická pahorkatina), PLO 21 (Jizerské hory), PLO 22 (Krkonoše), PLO 23 (Podkrkonoší), PLO 24 (Sudetské mezihoří). Minimální počty jedinců na ha při obnově a zalesňování borovice na HS 13 je 9 000 ks/ha u základní dřeviny a u meliorační, zpevňující, promíšené, vtroušené a pomocné dřeviny je počet na ha 8 000 ks borovice lesní. Dle aktuálně platné vyhlášky 456/2021 Sb. by minimální počty obnovovaných nebo zalesňovaných jedinců měly být 8 000 ks/ha. Přenos reprodukčního materiálu pro PLO 18 není nikterak výrazně omezen, pouze vniklo nové hlavní pravidlo: Přírodní lesní oblasti 1–34 jsou řazeny do Hercynské oblasti, přírodní lesní oblasti 35–41 jsou řazeny do Karpatké oblasti. Přenos mezi těmito oblastmi není přípustný až na výjimky: Vzájemný přenos mezi Hercynskou a Karpatkou oblastí je přípustný pouze mezi bezprostředně sousedícími přírodními lesními oblastmi atp. Pro přenosy reprodukčního materiálu mezi LVS v rámci ČR slouží *Tabulka 1*.

Tabulka 1. Přenosy reprodukčního materiálu mezi lesními vegetačními stupni (Vyhl. č. 456/2021).

1	v rámci 1. - 4. LVS přenos bez omezení				
2					
3					
4					
↑ 4 ↓ 5	do 4. LVS je povolen přenos z 5. LVS				
4 ↓	5 ↓	6 ↓	7 ↓	8 ↓	od 5. LVS přenos vertikálním posunem o + 1 a - 1 LVS
↑ 5	↑ 6	↑ 7	↑ 8	9 ↓	
↑ 6	↑ 7	↑ 8	↑ 9		
↑ 8 ↓ 9	u smrku a kleče nelze přenášet z nižších LVS do 8. a 9. LVS, vzájemný přenos pouze mezi 8. a 9. LVS				

U holosečného způsobu obnovy může docházet k umělému výsevu semen, výsadbě sazenic anebo přirozenému nalítávání semen. Z historického hlediska lze říci, že v našich podmínkách nebylo běžné vytváření holosečí za účelem přirozené obnovy. Právě holoseče byly ve většině případů považovány za nejvíce hospodárnou variantu obnovy lesních porostů. Po zjištěných nevhodných podmínkách pro přirozenou obnovu na holých pasekách se přešlo k pasekám menších rozměrů, zpravidla pruhového tvaru a později se začali uplatňovat i ponechávání výstavků. Podle těchto poznatků se přirozená obnova na holých pasekách dělí do těchto skupin:

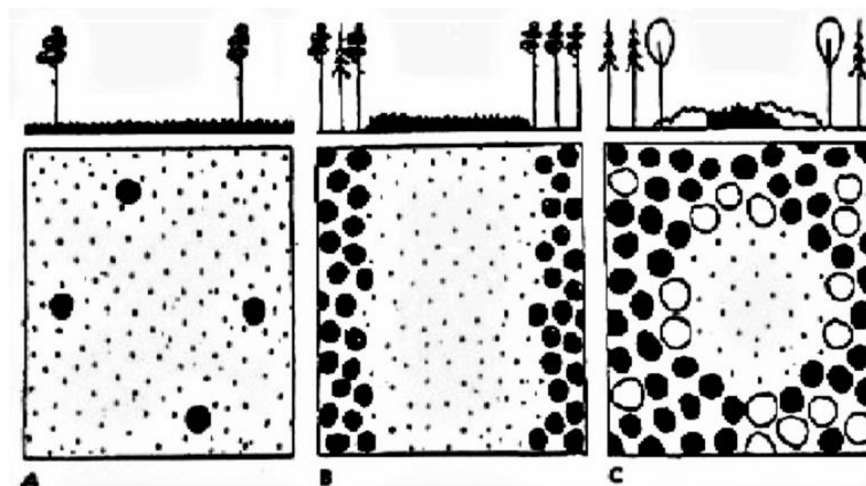
Přirozená obnova na holinách s bočním náletem

Mikroklimatické poměry na holé ploše může ovlivnit obnovovaný porost do vzdálenosti sahajícího stínu vržený na paseku okrajovými stromy (aby se zmenšily nepříznivé podmínky, docházelo ke zmenšování rozloh a změn tvaru holin). Porostní okraje se do určité hloubky od porostní stěny prosvětlí (20-30 m) a vhodně se připraví půda, takto vzniknou relativně úzké holiny. Obnova u borovice se neumísťuje do severních okrajů (oproti SM a BK), protože ve fázi náletů a nárůstů nemá dostatek slunečního záření (častý výskyt sypavky) (Šindelář, 2004) (Obrázek 4).

Přirozená obnova z výstavků

Výstavky jsou stromy (JD, MD, BO atd.), které byly záměrně ponechány na porostní ploše z důvodu semenné obnovy, dále se ponechávají z důvodu produkce jakostních

sortimentů, estetických nebo ekologických. Na vytěžené holině se ponechává úměrný počet těchto jedinců (závisí na šířce vzniklé plochy, kvalitě výstavek a jejich plodnosti, půdě, expozici, druhové skladbě apod.). Polanský (1955) uvádí 10–40 stromů na ha, Šindelář (2004) uvádí 20–30 na ha a Peřina a kol. (1964) uvádějí 3–30 ks na ha. Rozmístění jedinců může být skupinovitě nebo jednotlivě. Na menších a užších pasekách se ponechávají jednotlivě, skupinovitě rozestavení výstavek se doporučuje pro dřevinu MD (z důvodu zlepšení možnosti křížového opylení). Z hlediska genetického je doporučováno ponechávání výstavek sloučených do skupin s vzájemným rozstupem 8–10 m. Polanský doporučuje těžit výstavky v pozdějších vývojových etapách porostu nebo až při dalším obmýtí. Dle Denglera dochází u borovice lesní ve věku 140 let k churavění, tento jev však Polanský pokládá za důsledek fyziologického dozrávání nebo za projev mylného výběru jedince. Proto doporučuje vybírat dle tvaru, plodnosti a zdraví stromu, nikoli dle jejich tloušťky (Polanský, 1955) (Obrázek 4).



Obrázek 4. Příklady holosečných forem obnovy: A – velkoplošná holá seč s výstavky, B – pruhová holá seč, C – skupinovitá holá seč (Peřina a kol., 1964).

3.3.5.2. Přirozená obnova pod mateřským porostem

Podstatou této obnovy je postupné prosvětlování mateřského porostu a uvolňování nově uchycených semenáčků přirozené obnovy. V porostu zpravidla nevznikají velké holé plochy, pouze menší a větší světliny, ve kterých dochází k nasemenění shora a obnova probíhá přímo pod korunami stromů mateřského porostu (Peřina a kol., 1964). Nejhojnější obnova se objevovala pod porosty bukovými a jedlovými, méně v porostech dubu a nejméně v borových porostech. Nálet, který se objevoval pod mateřským

porostem ve velkém počtu měl velikou mortalitu. Hynutí náletu sledoval Bühler, který zjistil že převážná část úmrtí probíhala do druhého roku po nasemenění. U borovice byla zjištěna největší mortalita do třetího roku a např. u smrku do pátého roku. Velikou roli zde hraje uvolnění zápoje po nasemenění (Polanský, 1955).

Proto Hartig v roce 1791 sestavil návod k postupnému a efektivnímu uvolňování porostu, ve kterém by se měli semenáčky udržet při životě a v budoucnu se stát základem budoucích porostů. Tento postup nazval „seč clonnou“ rozeznával u ní tyto úkony: 1. probírka, 2. seč přípravná, 3. seč semenná, 4. seč prosvětlovací a 5. seč domýtná. Konšel v pozdějších letech uvedl, že se na probírky nemusí klást takový důraz pro clonnou seč, protože se začali v praxi hodně používat. Další důvod byl, že se od roku 1854 probírky nepočítají k obnovným zásahům. Hayer vydal svou knihu „Waldbau“ v roce 1854, v níž už nebyla probírka zařazena do jednotlivých fází clonné seče od Hartiga (1791) (Polanský, 1955).

Seč clonná

V dnešním pojetí se skládá ze čtyř fází (1. seč přípravná, 2. seč semenná, 3. seč prosvětlovací a 4. seč domýtná). U seče přípravné se provádí čtyři úkony: příprava semenných stromů (zvýšení jejich plodnosti), příprava půdy pro přijetí semen, odstranění nevhodných (pro obnovu) dřevin z porostu nebo úměrné zmenšení jejich zastoupení a poslední úkol je odstranění nekvalitních stromů.

První ze čtyř fází je seč přípravná má za úkol uskutečnit závěrečnou selekci stromů mateřského porostu, upravit půdní a klimatické poměry uvnitř porostu. Dochází k odstraňování nežádoucích druhů dřevin, stromy geneticky nevhodné a nemocní jedinci. Po zásahu se změní klima uvnitř porostu (teplota, vlhkost, srážky) při níž vznikají příznivé změny ve vrstvě povrchového humusu. Stupeň zakmenění by se měl snížit na 0,9 až 0,7 (Poleno a kol., 2009).

Seč semenná se uskutečňuje po seči přípravné a provádí se zpravidla v semenném roce. Jejím úkolem je zajištění lepších podmínek pro vyklíčení semen. Již koncem 19. století Wulff upozoroval, že na místech, které byl půdní povrch nějak poškozen, vyklíčilo mnohem více semenáčků oproti neporaněnému povrchu. Pokud chce mít pěstitel co nejlepší přirozené nasemenění musí připravit úpravu půdy uměle. Příprava se často provádí v porostech se silnější vrstvou surového humusu, kde neprobíhala správně humifikace anebo na místech se silným bylinným pokryvem, který způsobuje silné ztráty

při klíčení semen a vcházení semenáčků (Polanský, 1955). Největší vliv na výsledek této seče má semenný rok, zpravidla se zaměřuje na semenný rok jedné dřeviny, která má zrovna největší intenzitu semen. U ostatních dřevin se nelze trefit, aby měli semenný rok shodný s vybranou dřevinou (může se stát že 2 a více dřevin má ve stejný rok semenný rok, ale to se stává ojediněle). Ostatní dřeviny budou mít v tomto roce průměrnou nebo i podprůměrnou úrodu semen oproti vybrané dřevině se semenným rokem. Avšak i střední úroda semen dokáže dostatečně nasemenit celou porostní plochu. Intenzita zásahu by neměla klesnout na zakmenění 0,5. Toto pravidlo nemusí vyhovovat všem druhům porostu. Semenáčky na živinami bohatých půdách a s dostatečnou vláhou potřebují ke svému růstu málo světla, oproti semenáčkům rostoucím na chudých půdách (Poleno a kol., 2009).

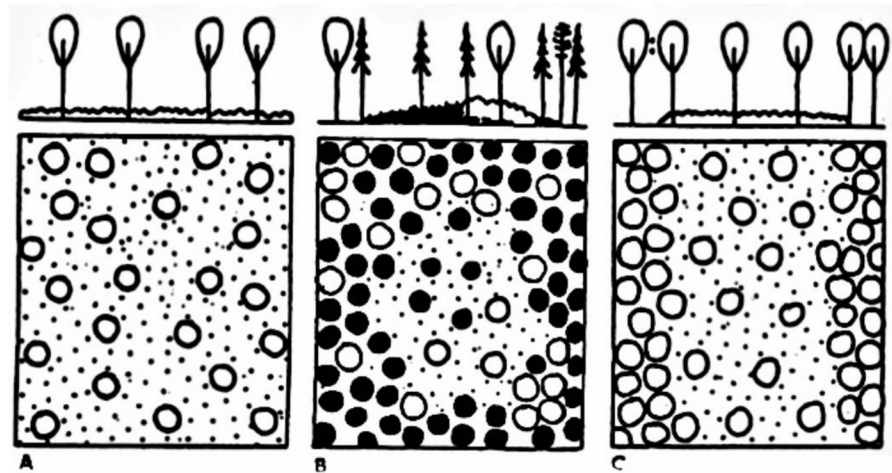
Seč prosvětlovací se provádí zpravidla 3 až 5 let po vyklíčení semen a v době kdy má nálet dobře zakořeněné kořeny a už nepotřebuje ochranu před nepříznivým počasím (mráz, světlo, vítr apod.) od mateřského porostu. Proto zásahy musí podporovat rozšiřování nárostu (Poleno a kol., 2009). Jejím úkolem je poskytnutí dostatečného množství světla nárostu rostoucích pod mateřským zápojem. Intenzita seče se řídí dle vyspělosti nárostu a druhem obnovované dřeviny. U borovice a modřínu bude postup prosvětlovacích sečí rychlý, oproti dřevinám buku a jedle, u kterých se provádí pozvolný postup. Zakmenění se snižuje na 0,4 až 0,2 (Polanský, 1955).

Poslední seč domýtná nastává v době, kdy nárost již nepotřebuje ochranu mateřského porostu a dochází k tomu zhruba ve výšce 0,5 až 1,0 m (Poleno a kol., 2009). Při této seči dochází k domýcení a vyklizení zbytku z původního mateřského porostu. Pokud dojde k domýcení pozdě neboli ve fázi mlaziny může dojít k poškození a zničení obnovujícího porostu (Peřina a kol., 1964).

Pruhová seč clonná

Provádí se podobným způsobem jako clonná seč celoplošná, tedy pomocí postupného střídání čtyř sečí (seč přípravná, seč semenná, seč prosvětlovací a seč domýtná). Pruhová seč se tedy nevykonává na celé ploše obnovovaného porostu, ale pruhově. Výsledek by měl být trojčetný způsob obnovy, na jednom pruhu se provádí, seč přípravná, na druhém semenná a na třetím prosvětlovací a domýtná. Tento druh obnovy se může provádět dvojím způsobem, a to tak že se pruhy řadí postupně vedle sebe nebo se pracuje střídavě s pruhy. Intenzita sečí se provádí tak aby se v každém pruhu mohla

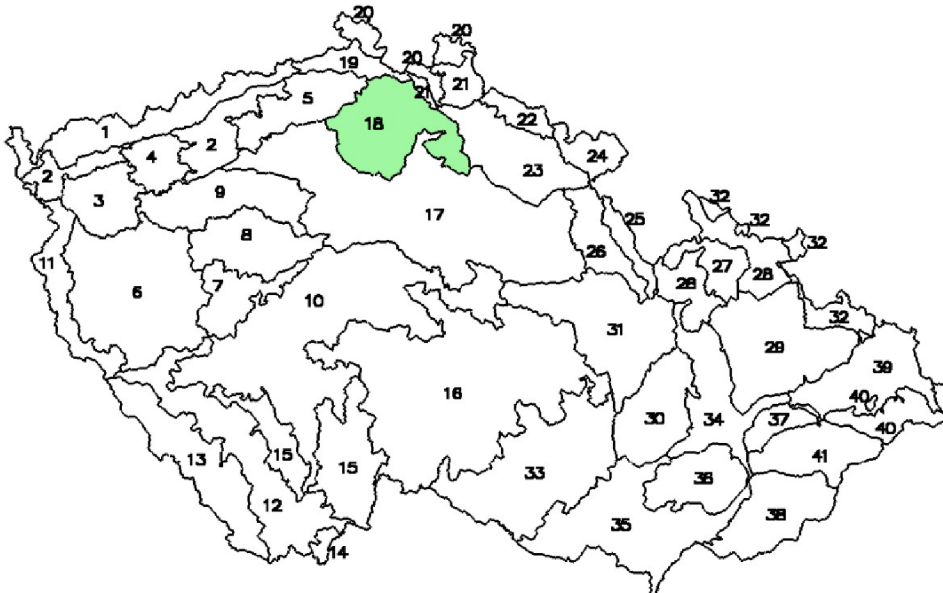
v dostatečné míře obnovit jiná dřevina (Polanský, 1955; Poleno a kol., 2009) (Obrázek 5).



Obrázek 5. Příklady podrobných forem obnovy: A – velkoplošná clonná seč, B – skupinová clonná seč, C – pruhová clonná seč (Peřina a kol., 1964).

3.4. Charakteristika výzkumné oblast

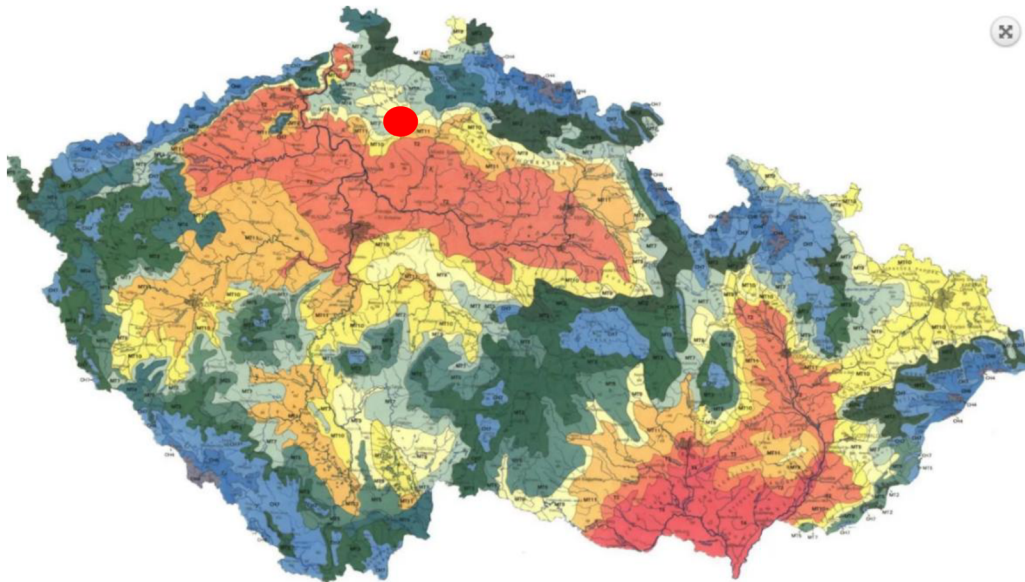
Tato lokalita náleží do přírodní lesní oblasti severočeská pískovcová plošina a Český ráj (PLO 18). Celková výměra činí 218 763 ha, výměra lesní půdy PLO zde činí 84 706 ha, lesnatost této přírodní oblasti je na 39 % (ÚHÚL, 2021). Zpracovatel PLO 18 je ÚHÚL s pobočkou v Jablonci nad Nisou (Obrázek 6).



Obrázek 6. Přírodní lesní oblast č. 18 Severočeská pískovcová plošina a Český ráj (ÚHÚL, 2001).

Lokalita spadá do mírně teplé oblasti (MT9), ve které je jaro a podzim mírně teplý a krátký, léto bývá dlouhé, teplé, suché a zima bývá suchá, krátká a mírná. Průměrná

teplota v lednu bývá -3 až -4 °C a červencové teploty se pohybují od 17 do 18 °C. Celková suma srážek bývá od 650 do 750 mm (suma srážek ve vegetačním období je 400-450 mm a v zimním období se pohybuje okolo 280 mm) (Quitt, 1971) (Obrázek 7).



Obrázek 7. Klimatické regiony ČR s označením zkoumané plochy Mariana II (Quitt, 1971).

Pedologické poměry na této ploše spadají do půdního typu kambizem, který se určil dle charakteristického hnědnutí (tzv. braunifikace), které vzniká při zvětrávání prvotních materiálů na nejílové svahovině. V tomto případě se jedná o tyto materiály – železo (Fe), mangan (Mn) a hliník (Al). Dominantní jednotka zkusné plochy byla určena jako kambizem (dystrická) arenická podzolová, půda písčité s nevýraznou strukturou. V České republice je výskyt kambizemě nejčastější na lesní půdě a má široké množství subtypů, celkově se jich rozlišuje 16 (Rejšek a Vácha, 2018). Soubor lesních typů (dále SLT), je vyšší typologická jednotka spojující lesní typy podle ekologické příbuznosti vyjádřené hospodářsky významnými vlastnostmi stanoviště. Přesněji se plocha nachází v SLT 0K2 (kyselý dubový bor na výrazném podzolu), půdy v SLT pro kyselý bor (0K) jsou písčité, propustné a vysychavé. Rozšíření toho SLT je v oblastech písčitých sedimentů a písčité zvětrávajících hornin (např. žula), v pahorkatině se objevuje u 3. a 4. LVS, na slunných svazích až v 5. LVS) (Plíva, 1987).

Co se týče lesních vegetačních stupňů (dále LVS), vyjadřujících vztah mezi klimatem a biocenózou, v níž je rozhodující složení přirozené dřevinné složky, především zastoupení klimaxových dřevin (DBz, BK, KOS, případně JD a BO). V přírodě jsou LVS převážně podmíněny lokálním klimatem, výsledkem bývá mozaikové uspořádání jednotlivých stupňů. V PLO 18 je celkem 6. LVS a nejvíc se zastoupený je 3. LVS

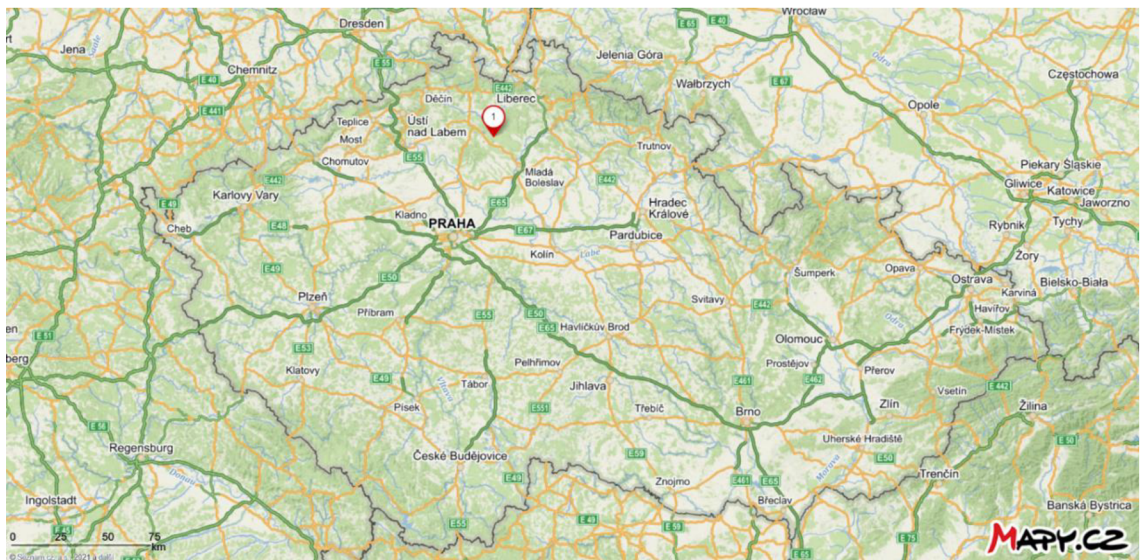
dubobukový (66,2 % což činí 56 084 ha) a 2. LVS bukodubový (28,7 % neboli 24 272 ha), ostatní stupně jsou zastoupeni okolo jednoho procenta (ÚHUL, 2021).

Borovice lesní má v oblasti výrazně rozhodující zastoupení 55,8 %, a to především v západní části PLO 18, kde dosahuje 59 %, zatímco na východě v části PLO 18 má zastoupení pouze 38 %, což se téměř rovná zastoupení smrku ztepilého. Průměrná bonita borovice je AVB 23, průměrný věk je 66 let. Borovice roste především na přirozených stanovištích (cílový HS 13) zde převažuje nad ostatními dřevinami cca na 72 % své plochy. Významně zastoupena je i v HS 42 a HS 23 – kyselé stanoviště středních a nižších ploch, dále i na HS 21 a HS 1 – exponovaná a mimořádně nepříznivá stanoviště. Současné zastoupení borovice lesní je vyšší než v přirozené skladbě o cca 17 %. Cílové zastoupení je nižší než skutečné a to o 3 % (ÚHUL, 2021).

4. Metodika

4.1. Charakteristika výzkumné plochy vybrané oblasti

Měření bylo prováděno na zkoumané ploše zvané „Mariana II“, která leží na lokalitě spravované státní společností Vojenské lesy a statky, s. p., divize Mimoň – LHC Břehyně. Výzkumná plocha leží východně od města Doksy, jejich vzájemná vzdálenost činí cca 5,33 km vzdušnou čarou. Souřadnice GPS: N 50°33.34827', E 14°43.45205' (Obrázek 8 a 9). Plocha má tvar obdélníku a její velikost byla vytyčena na 4,2 ha. Nachází se v mírně skloněném terénu se sklonem okolo 2,6°, povrch je přímý s expozicí severní. Nadmořská výška na výzkumné ploše se pohybuje od 305–325 m m. n.



Obrázek 8. Základní mapa a umístění zkoumané plochy Mariana II v rámci celé České republiky (Mapy.cz).



Obrázek 9. Základní mapa zkoumané plochy Mariana II, bližší pohled (Mapy.cz).

4.2. Výzkumné plochy

Výzkumné plochy byly založené v březnu 2017. V tomto roce byl proveden částečný těžební zásah harvestorovou technologií, další zásah byl proveden v prosinci stejného roku. Při této těžbě vznikly čtyři pruhy obdélníkového tvaru (o průměrné velikosti 70x230 m/výměra 1,6 ha). Ve třech pruzích bylo sníženo zakmenění na 0,3; 0,7 a 0,5. V posledním pruhu byl proveden holosečný způsob těžby (Obrázek 10). Celkově bylo vytěženo cca 97 % borovice lesní a 3 % smrku ztepilého.



Obrázek 10. Schématické znázornění způsobu rozdělení výzkumné plochy Mariana II do stupňů zakmenění (Mapy.cz).

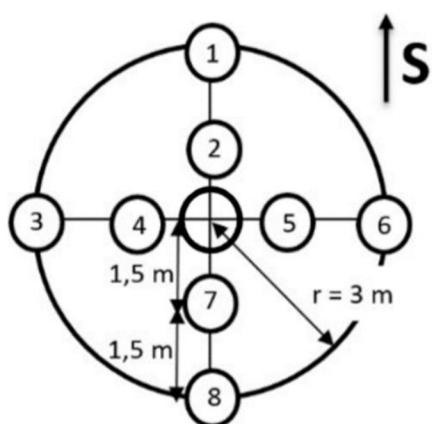
Po těžebních úpravách na plochách proběhly čtyři různé přípravy úpravy půd, které byly provedeny na podzim roku 2017. První varianta se nazývala „kontrola“ neboli zde neproběhla žádná úprava půdy a povrch zůstal neporušený s původní rostlinou skladbou brusnice borůvky. Další varianta přípravy se provedla za pomoci stroje typu SH 01, což je adaptér určený ke shrnování zbytků stromů po těžbě do valů. Při této úpravě dojde i k částečnému narušení bylinného krytu a odhalení minerálního horizontu – název této varianty je „shrnovač klestu“. U varianty „fréza“, ve které byla použita lesní fréza (Meri Crusher 1,8 ST), došlo k promísení nadložních humusových horizontů s podzemním minerálním horizontem. U poslední varianty se provedla úprava řádkovačem (kombinace shrnovače klestu a lesní frézy), provedena pruhovou přípravou, s pomocí kombinované frézy KSH 700.

Každá z těchto vyjmenovaných příprav (kontrola, shrnovač klestu, fréza, řádkovač) se prováděla v každém stupni proclonění nadvokrát (zakmenění 0,3; 0,7; 0,5 a 0,0). Tedy dohromady vzniklo 8 pruhů o šířce cca 29 m. Celkově se tedy jedná o 32 obdélníkových ploch ve 4 různých zakmenění.

Na takto vzniklých 32 obdélníkových plochách se pravidelně rozložily kruhové zkusné plochy, o rozměru 500 m² (poloměr kruhu měl 12,6 m). K dané velikosti jednoho obdélníku se do něho vešli 2 zkusné plochy, tedy nám vzniklo dvakrát tolik zkoumaných ploch než obdélníkových (celkem je 64 kruhových zkusných ploch) (Tabulka 2). Pro upřesnění nám vyšlo na jedno zakmenění 16 kruhových zkusných ploch neboli 2 plochy na každou variantu přípravy půdy v jednom zakmenění. Na středu u každé zkusné plochy byl zatlučen kolík, kolem kterého se na každou světovou stranu (S, J, V, Z) zatloukly ve vzdálenostech 1,5 a 3 m kolíky, dohromady tedy bylo osm kolíků plus střední kolík (Obrázek 11). V dubnu roku 2018 vznikly takto upravené plochy s celkovým počtem 64.

Tabulka 2. Schématické znázornění způsobu rozdělení 64 kruhových zkusných ploch s různými stupni zakmenění a přípravou půdy. Čísla v tabulce znázorňují jednotlivá čísla kruhových ploch.

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



Obrázek 11. Náčrt subplochy pro sledování vzházení a mortality semenáčků na výzkumné ploše Mariana II (Roztočil, 2019).

V takto upravených plochách docházelo k přímému měření přirozeného zmlazení borovice lesní. Každý kolík ve zkusné ploše byl středem pro kruhovou subplochu o velikosti 0,625 m. V tomto vymezeném prostoru se poté počítalo a zapisovalo.

4.3. Sběr dat

Sběr dat je nadále kontinuální a byl započat od založení výzkumné plochy v roce 2017. Měření probíhalo vždy během vegetačního období. Terénní sběr dat na ploše „Mariana II“ byl proveden v roce 2020 v rozmezí od dubna až do listopadu a následující rok 2021 od května do listopadu. Při pozorování a evidenci docházelo k fyzické evidenci (počty a výšky jedinců) a kontrole zmlazení borovice lesní. Byly zapisovány letošní jedinci, dvouletí a víceletí. Do víceletých jedinců byly zapisovány tříletí a čtyřletí semenáčky.

4.4. Zpracování dat

Data za roky 2020 a 2021 byla vyhodnocena programem MS Excel, čímž byla zpřehledněna a uspořádána pomocí sloupcových a spojnicových grafů.

Nejdříve se vytvořila tabulka, která obsahovala buňky: lokalita (Mariana II), zkusné plochy, zakmenění (0,7; 0,5; 0,3; 0,0), čtyři úpravy půd, (bez přípravy/kontrola, shrnovač klestu, fréza, řádkovač), subplochy (S, Z, J, V, kolík, každá souřadnice se zapsala dvakrát, a to ve vzdálenosti 1,5 a 3 m od kolíku) a na dny, kdy proběhl sběr dat. Do takto vytvořené tabulky byla zapsána data z každého měsíce měření, počet semenáčku se vždy přepočítal na plochu o velikosti 1 m² (pomocí subplochy o velikosti 0,625 m) (*Tabulka 3*). Data z kolíku (DS) byla dále pro vývoj jedinců počítána zvlášť, z důvodu toho, že v roce 2017 byl zde proveden umělý výsev a tento kolík představoval zkusnou plochu pro měření umělé obnovy. Dohromady s přirozenou obnovou byla použita u výšek a u průměru korun. V následujících letech na této ploše docházelo k náletu semen a tvoření přirozené obnovy, tímto došlo ke smíšení umělé a přirozené obnovy na tomto kolíku. Dále se proto za čistě přirozenou obnovu braly pouze zbylé zkusné plochy (zbylých 8 kolíků).

Tabulka 3. Počty semenáčků na m² s datумы sběru dat a s detailnějším rozepsáním

							June	July
							Number_1yr (ind./m ²)_7. 6.2021	Number_1yr (ind./m ²)_8. 7.2021
Mariana II	Locality	Plot	Stocking_variant	MSP	Subplot	Locality	2021	
	II	1	low	bez přípravy	S1	Mariana II	0,0000	0,0000
	II	1	low	bez přípravy	S2	Mariana II	0,0000	0,0000
	II	1	low	bez přípravy	Z1	Mariana II	3,2595	3,2595
	II	1	low	bez přípravy	Z2	Mariana II	0,0000	0,0000
	II	1	low	bez přípravy	V1	Mariana II	0,0000	0,0000
	II	1	low	bez přípravy	V2	Mariana II	0,0000	0,0000
	II	1	low	bez přípravy	J1	Mariana II	3,2595	3,2595
	II	1	low	bez přípravy	J2	Mariana II	0,0000	0,0000
II	1	low	bez přípravy	DS	Mariana II	0,0000	0,0000	

Po tomto zpracování dat byly vytvořeny další tabulky, které obsahovaly zakmenění, přípravy půd, datумы sběru dat, a zprůměrované počty semenáčků bez ohledu na jejich směrové souřadnice, vzdálenost od kolíku a směrodatnou odchylku ke každé hodnotě. Dále došlo k zprůměrování jedinců a tyto hodnoty vyšly v ks/m² (Tabulka 4). Z tabulek se následně vytvořily grafy (viz kapitola 5. Výsledky), pomocí nichž se vytvořila přehledová linie počtů semenáčků, a ta sloužila k lepšímu porovnání těchto výsledků v každém zakmenění a půdní variantě.

Tabulka 4. Průměrné počty semenáčků (ks/m²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy

Průměrné počty semenáčků přirozené obnovy (ks/m ²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy							
Datum sběru dat		07.06.2021	08.07.2021	09.08.2021	13.09.2021	17.10.2021	08.11.2021
Zakmenění 0,3	bez přípravy	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	1	1	0	0	0	0
	shrnutí klestu	2	2	2	2	2	2
	směr.odchylka	4	3	2	2	2	2
	fréza	6	4	3	3	3	3
	směr.odchylka	5	3	2	2	2	2
	řádkovač	5	4	3	3	1	1
Zakmenění 0,7	směr.odchylka	5	4	3	3	1	1
	bez přípravy	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	0	0	0	0	0	0
	shrnutí klestu	8	8	7	4	2	2
	směr.odchylka	5	5	5	4	2	2
	fréza	12	10	8	6	4	4
	směr.odchylka	8	6	4	3	2	2
řádkovač	2	1	2	2	2	1	
Zakmenění 0,5	směr.odchylka	2	2	2	1	1	1
	bez přípravy	1	1	1	1	1	1
	směr.odchylka	2	2	1	1	1	1
	shrnutí klestu	9	8	6	3	3	3
	směr.odchylka	5	5	5	2	2	2
	fréza	8	9	6	4	3	3
	směr.odchylka	7	7	5	3	3	3
řádkovač	3	2	1	1	1	1	
Zakmenění 0	směr.odchylka	3	2	1	1	1	1
	bez přípravy	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	0	0	0	0	0	0
	shrnutí klestu	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	0	0	1	0	0	0
	fréza	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	1	0	0	0	0	0
řádkovač	0	0	0	0	0	0	
směr.odchylka	0	0	1	0	0	0	

V dalším kroku jsem zapsala do programu MS Excelu výšky jedinců (jednoleté, dvouleté, víceleté – v zapisování se nerozlišovali jedinci na přirozenou a umělou obnovu), šířky korun (u každého cca desátého jedince) a poškození semenáčků (které bylo minimální a dále se s ním nepracovalo) (*Tabulka 5*). Z takto zapsaných dat se vytvořily sloupcové grafy k lepšímu porovnání (*viz kapitola 5. Výsledky*).

Tabulka 5. Ukázková část tabulky s výšky a korunami jedinců

Mariana II	Locality	Plot	Stocking_variant	MSP	Dřevina	Věk	Poškození	Výška	Koruna
	II	3	low	shrnutí klestu	BO_1	1	Ne	4	3
	II	3	low	shrnutí klestu	BO_1	1	Ne	3	
	II	3	low	shrnutí klestu	BO_1	1	Ne	5	
	II	3	low	shrnutí klestu	BO_1	1	Ne	4	
	II	3	low	shrnutí klestu	BO_1	1	Ne	3	
	II	4	low	shrnutí klestu	BO_1	1	Ne	3	3
	II	4	low	shrnutí klestu	BO_1	1	Ne	3	
	II	4	low	shrnutí klestu	BO_1	1	Ne	4	
	II	4	low	shrnutí klestu	BO_1	1	Ne	3	

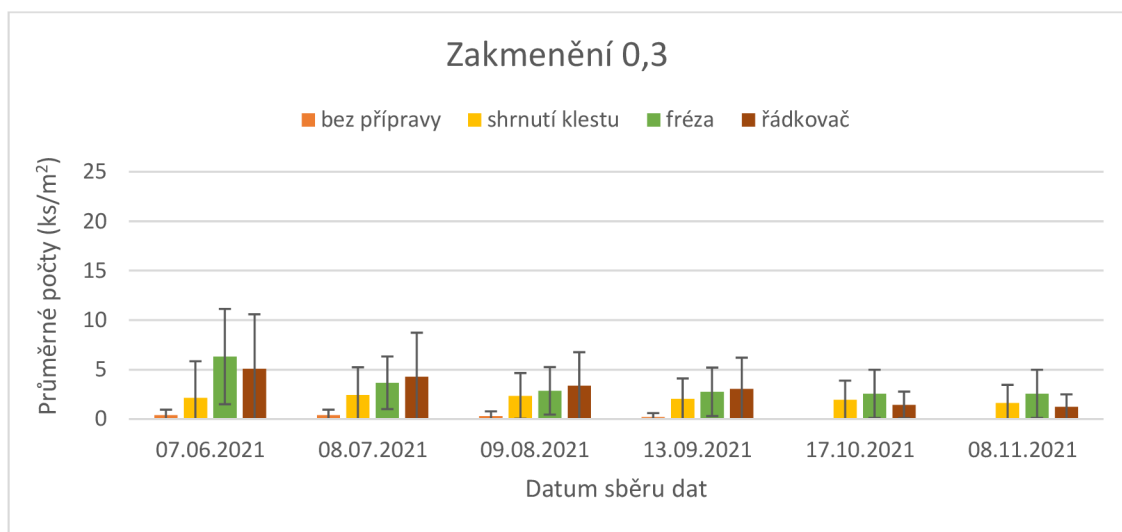
A v poslední řadě proběhlo zpracování dat v programu Statistika 12. Vzhledem k nenormálnímu rozdělení dat (Shapiro–Wilkův test) byl pro porovnání více nezávislých skupin použit Kruskalův–Wallisův (K–W) test. Všechny testy byly prováděny na hladině významnosti 0,05.

5. Výsledky

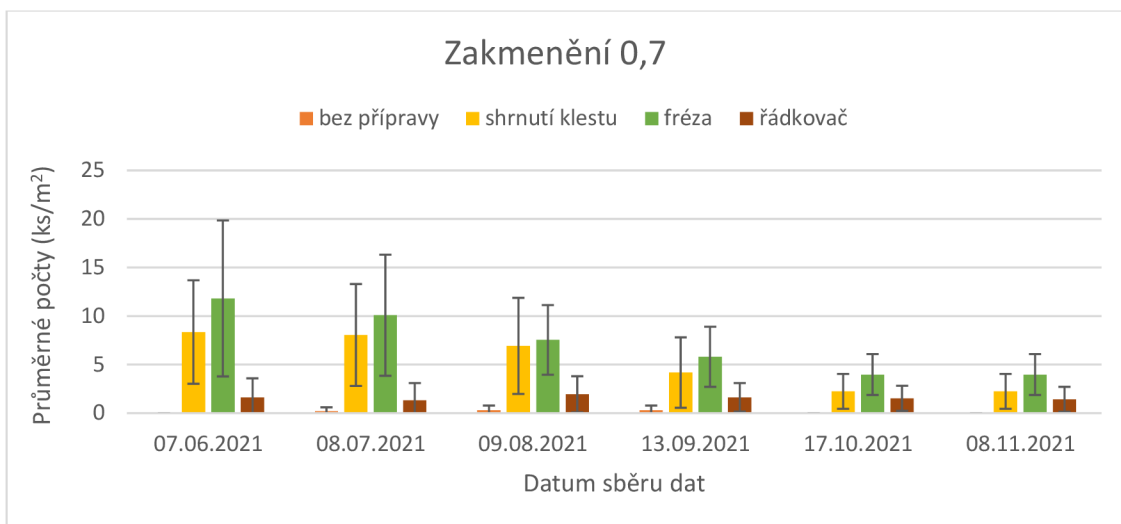
5.1. Zhodnocení kvantity semenáčků

5.1.1. Postupný vývoj přirozené obnovy

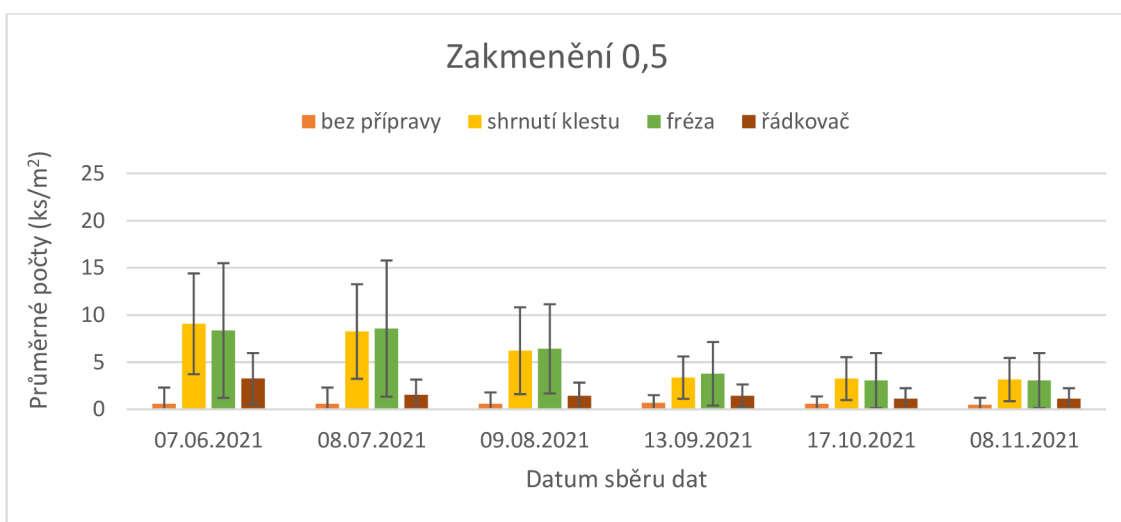
U jednoletých jedinců přirozené obnovy došlo ke snížení počtů od uplynulých let. V roce 2017 bylo jednoletých průměrně $5 \text{ ks/m}^2 \pm 4 \text{ S.D.}$ a v roce 2021 bylo průměrně $1 \text{ ks/m}^2 \pm 1 \text{ S.D.}$ na konci pozorování (8.11.2021). K největší mortalitě jedinců došlo v přípravách půdy u shrnutí klestu a frézy v zakmenění 0,7 a 0,5. V kontrole u všech zakmenění byla zjištěna nejmenší mortalita. V zakmenění 0,0 u všech příprav půd byla zjištěna též nejmenší mortalita. Z porovnání všech čtyř zakmenění a příprav půd vyplývá že s ohledem na počty jedinců přirozené obnovy byla nejlepší příprava půdy frézou v zakmenění 0,7 ($4 \text{ ks/m}^2 \pm 2 \text{ S.D.}$). Vyšší počty semenáčků vyšly u přípravy půdy frézou v zakmeněních 0,5 a 0,3 a u zakmenění 0,5 se shrnovačem klestu, kdy byly počty v průměru na $3 \text{ ks/m}^2 \pm 2 \text{ S.D.}$ Nejmenší počet jednoletých semenáčků byl zjištěn na ploše se zakmeněním 0,0 (*Všechny hodnoty jsou psané k datu 8.11.2021*) (Grafy 1-4).



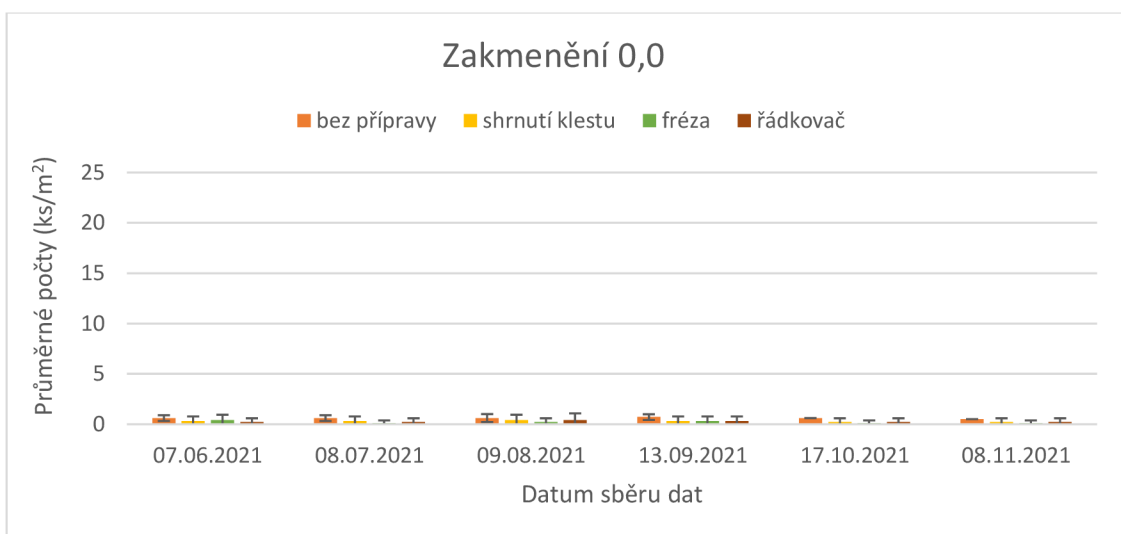
Graf 1. Grafické znázornění vývoje jednoletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,3 a ve všech přípravách půdy, v průběhu jednoletého pozorování.



Graf 2. Grafické znázornění vývoje jednoletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,7 a ve všech přípravách půdy, v průběhu jednoletého pozorování.

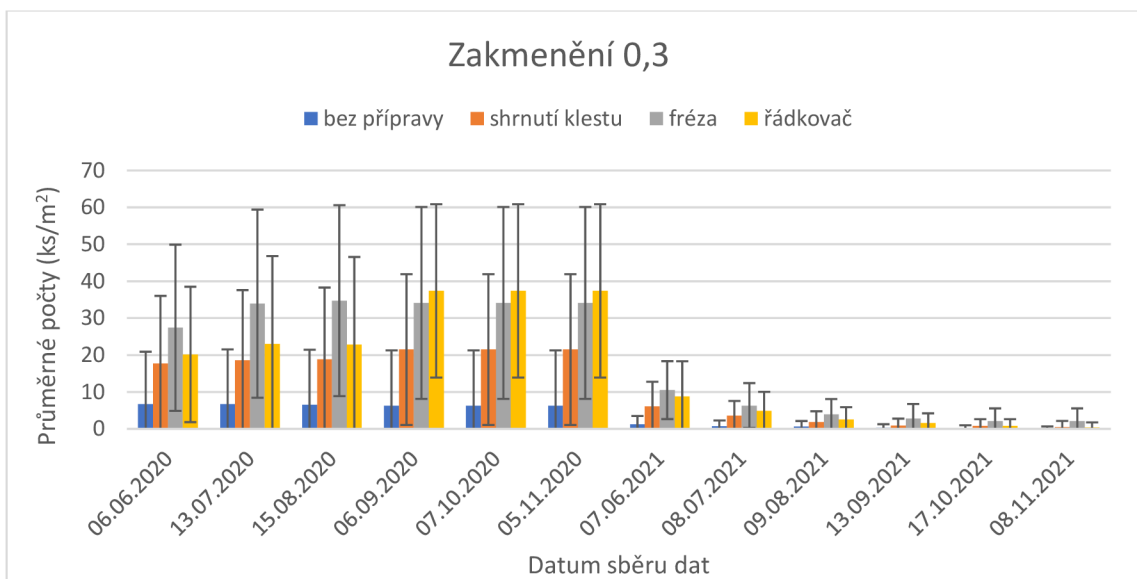


Graf 3. Grafické znázornění vývoje jednoletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,5 a ve všech přípravách půdy, v průběhu jednoletého pozorování.

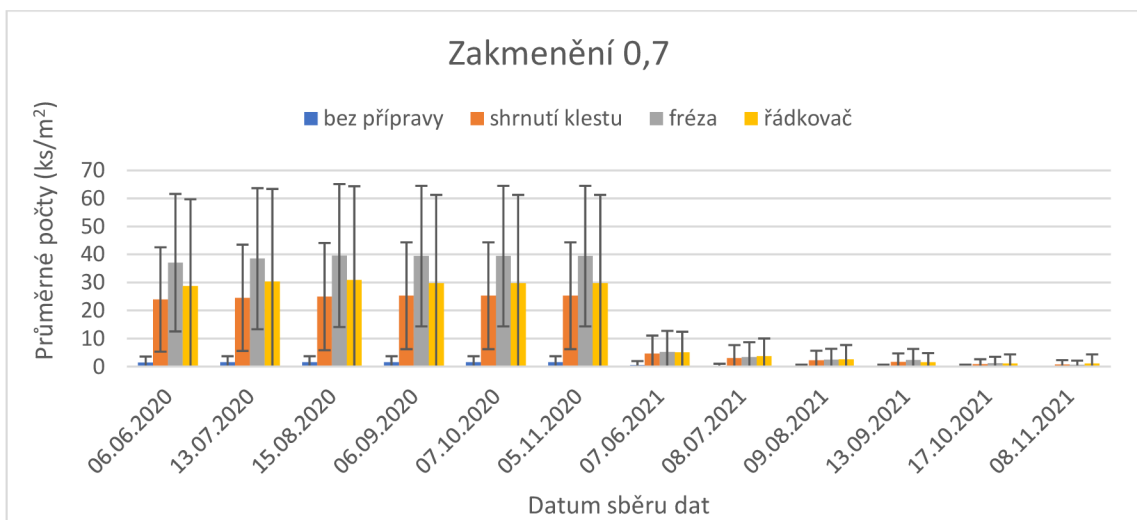


Graf 4. Grafické znázornění vývoje jednoletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,0 a ve všech přípravách půdy, v průběhu jednoletého pozorování.

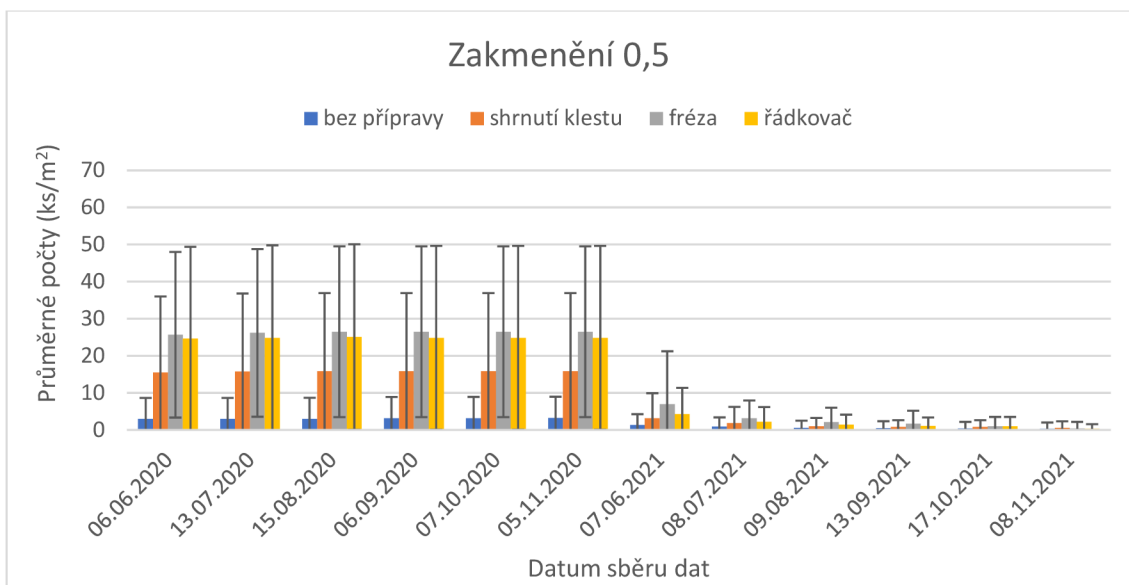
U dvouletých jedinců přirozené obnovy bylo vytvořeno grafické znázornění postupného vývinu semenáčků od roku 2020 do roku 2021. Největší mortalita byla zaznamenána během období vegetačního klidu, v zakmenění 0,7 u přípravy půdy lesní frézou (pokles o 34 ks/m²) a v zakmenění 0,3 u přípravy půdy lesní frézou (pokles o 34 ks/m²) a v zakmenění 0,3 u přípravy řádkovačem (pokles o 29 ks/m²). Na ostatních plochách byla mortalita minimální nebo nulová. Nejvíce zastoupeni byli jedinci v zakmenění 0,3 a 0,5 (1-2 ks/m² ± 2 S.D.) a nejméně zastoupeni bylo zakmenění 0,7 a 0,0 (0 ks/m² ± 1-0 S.D.). Plocha s největším zastoupením semenáčků u přirozené obnovy se nachází v zakmenění 0,3 u přípravy pomocí lesní frézy (2 ks/m² ± 3 S.D.) (Grafy 5-8).



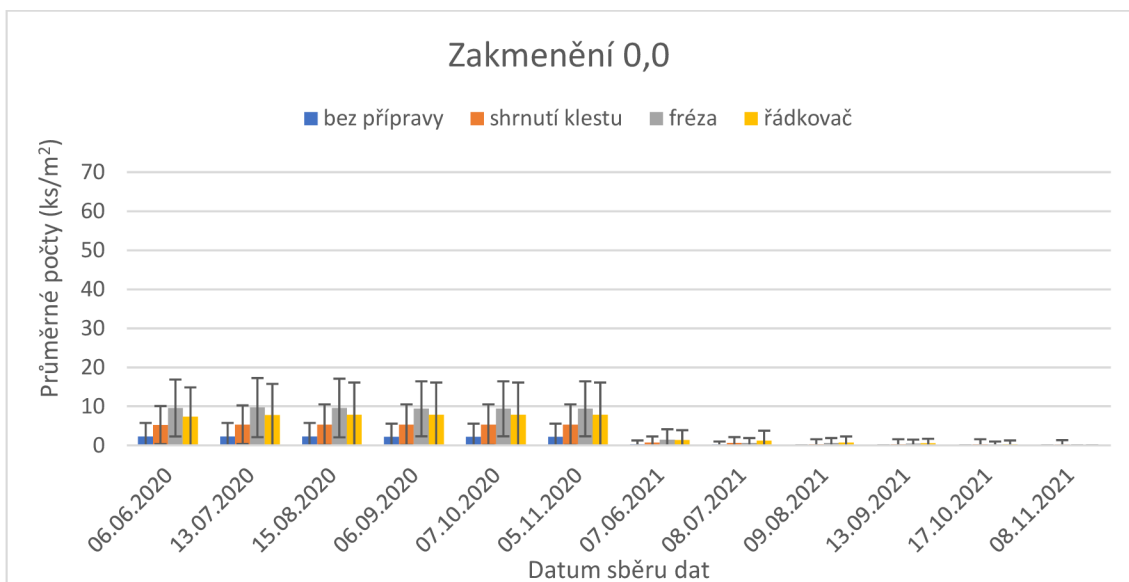
Graf 5. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,3 a ve všech přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování.



Graf 6. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,7 a ve všech přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování.

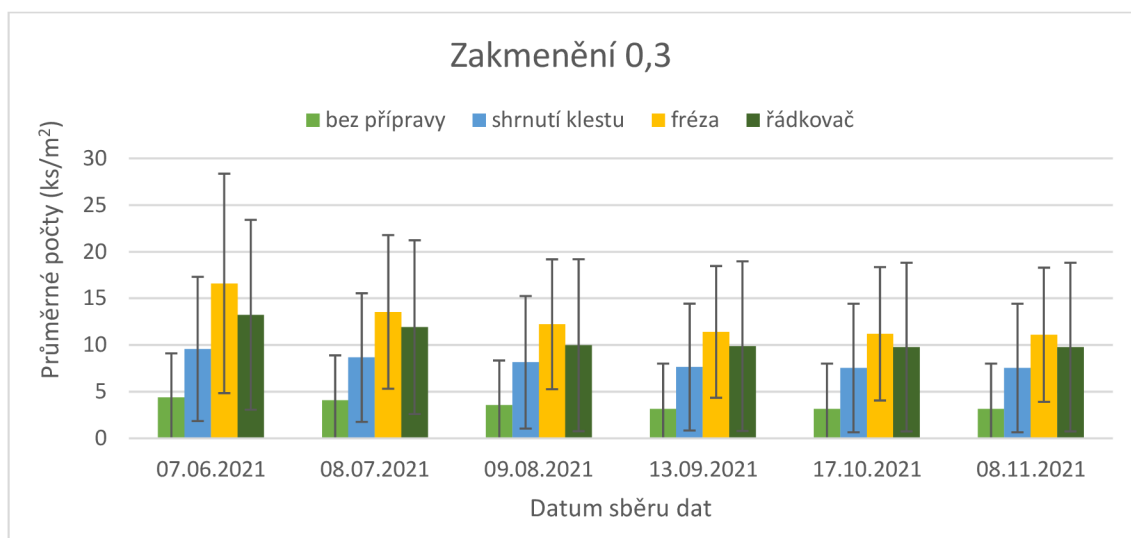


Graf 7. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,5 a ve všech přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování.

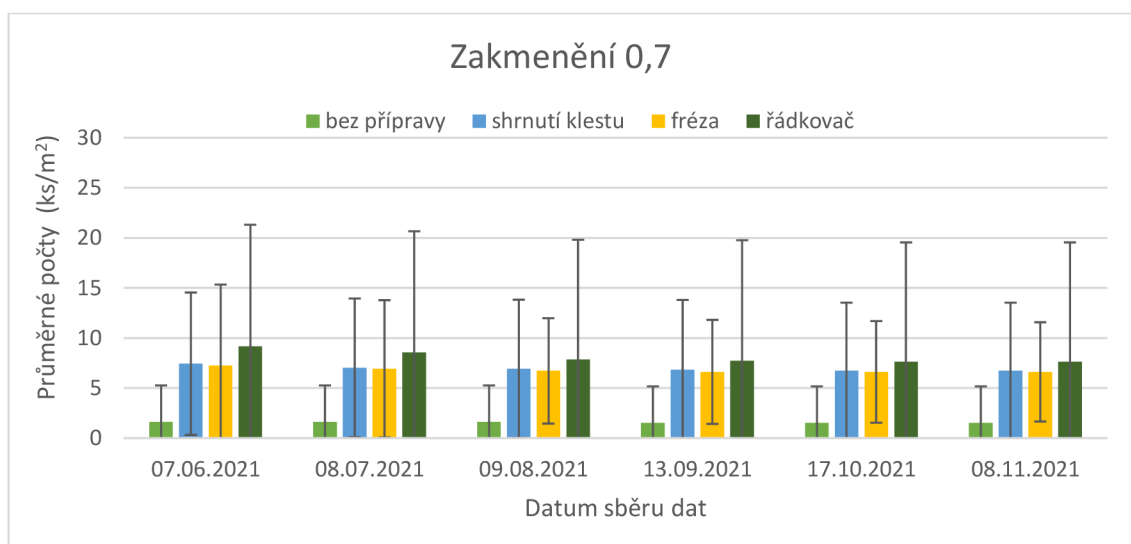


Graf 8. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,0 a ve všech přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování.

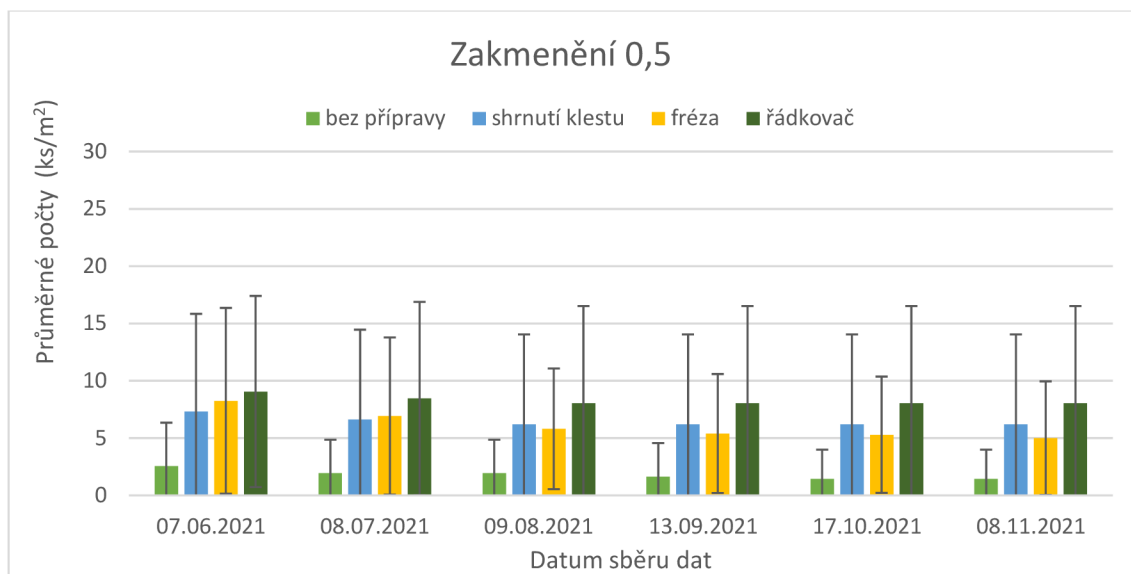
U víceletých jedinců přirozené obnovy byly brány hodnoty z posledního měření roku 2021 (viz Metodika). Mortalita jedinců byla minimální. Největší zastoupení jedinců bylo v zakmenění 0,3, kde bylo průměrně $8 \text{ ks/m}^2 \pm 7 \text{ S.D.}$ Největší množství jedinců bylo v zakmenění 0,3 s půdní přípravou lesní fréza ($11 \text{ ks/m}^2 \pm 7 \text{ S.D.}$) a řádkovač ($10 \text{ ks/m}^2 \pm 9 \text{ S.D.}$). Nejmenší počty víceletých jedinců byly zjištěny na zakmenění 0,0 ($4 \text{ ks/m}^2 \pm 3 \text{ S.D.}$). Největší zastoupení jedinců v zakmenění 0,0 bylo na půdní přípravě pomocí lesní frézy ($5 \text{ ks/m}^2 \pm 3 \text{ S.D.}$) a řádkovačem ($5 \text{ ks/m}^2 \pm 4 \text{ S.D.}$) (Graf 9-12).



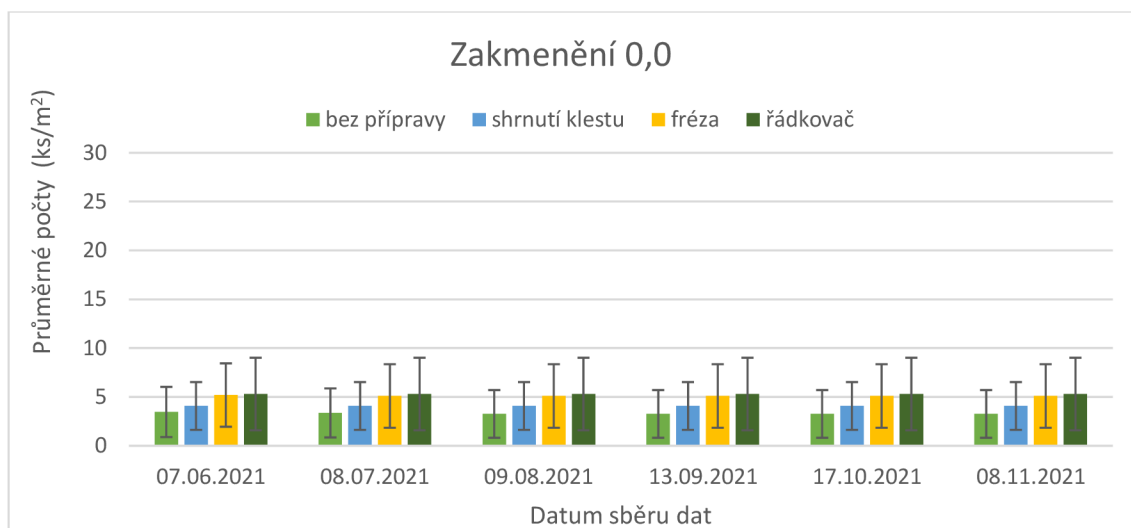
Graf 9. Grafické znázornění vývoje víceletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,3 a ve všech přípravách půdy, v průběhu roku 2021.



Graf 10. Grafické znázornění vývoje víceletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,7 a ve všech přípravách půdy, v průběhu roku 2021.



Graf 11. Grafické znázornění vývoje víceletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,5 a ve všech přípravách půdy, v průběhu roku 2021.

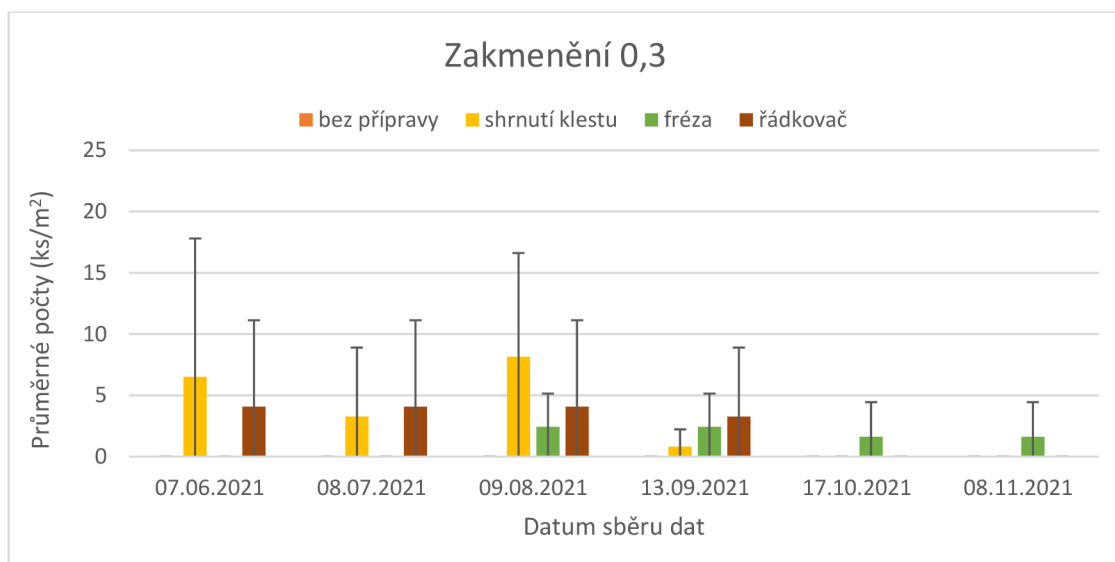


Graf 12. Grafické znázornění vývoje víceletých semenáčků z přirozené obnovy v zakmenění 0,0 a ve všech přípravách půdy, v průběhu roku 2021.

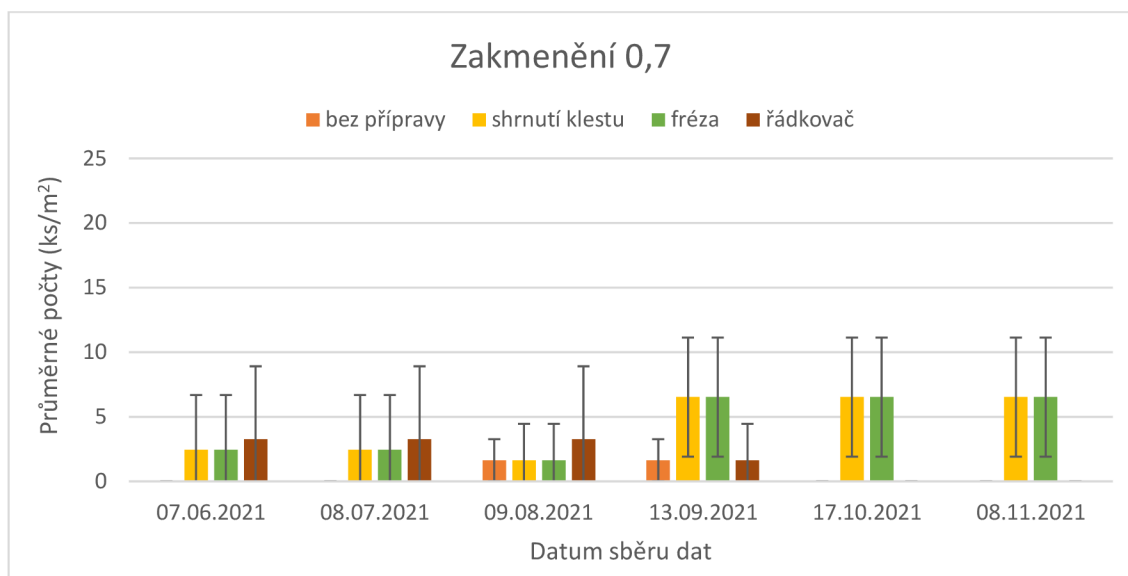
5.1.2. Postupný vývoj umělé obnovy

U jednoletých jedinců umělé obnovy došlo ke snížení počtů od uplynulých let. V roce 2017 bylo jednoletých semenáčků průměrně $28 \text{ ks/m}^2 \pm 3 \text{ S.D.}$ a v roce 2021 byl průměrně $1 \text{ ks/m}^2 \pm 3 \text{ S.D.}$ na konci pozorování (8.11.2021). Nejvíce zastoupení jednoletí jedinci z umělého výsevu jsou v zakmenění 0,5 u shrnovače klestu (první tři měření se počet pohyboval okolo $12 \text{ ks/m}^2 \pm 13 \text{ S.D.}$ a poté byl zjištěn velký úbytek jedinců na $0 \text{ ks/m}^2 \pm 0 \text{ S.D.}$ a u přípravy lesní frézou (průměrný počet jedinců za všechna měření byl $13 \text{ ks/m}^2 \pm 13 \text{ S.D.}$). Dále byl zjištěn vysoký počet jedinců v zakmenění 0,7 u shrnovače klestu ($7 \text{ ks/m}^2 \pm 5 \text{ S.D.}$) a u přípravy pomocí lesní frézy ($7 \text{ ks/m}^2 \pm 5 \text{ S.D.}$). Nejmenší

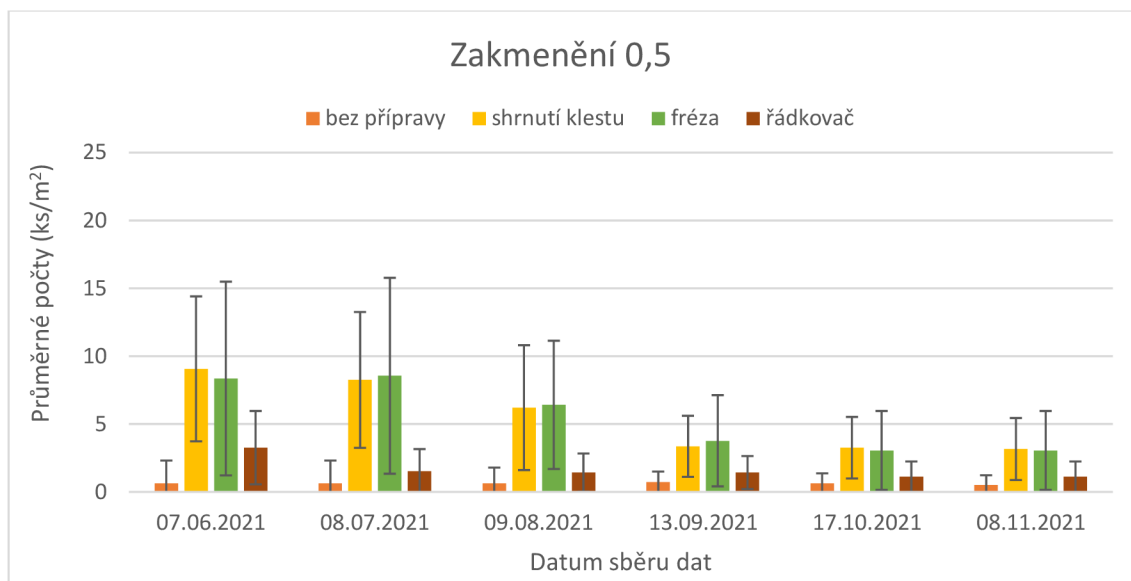
množství, ale zároveň nejvíce stabilní počty jedinců byly zjištěny v zakmenění 0,0. Na počty u jednoletých jedinců umělé obnovy po porovnání výsledků vyplývá, že nejvyšší počty jedinců byly zjištěny v zakmenění 0,7 u shrnovače klestu a lesní frézy, s počtem 7 jedinců/m² ± 5 S.D. Nejméně jedinců se vyskytovalo v zakmenění 0,0 (cca 1 ks/m² ± 1 S.D. ale zároveň zde byla téměř nulová mortalita (Graf 13-16).



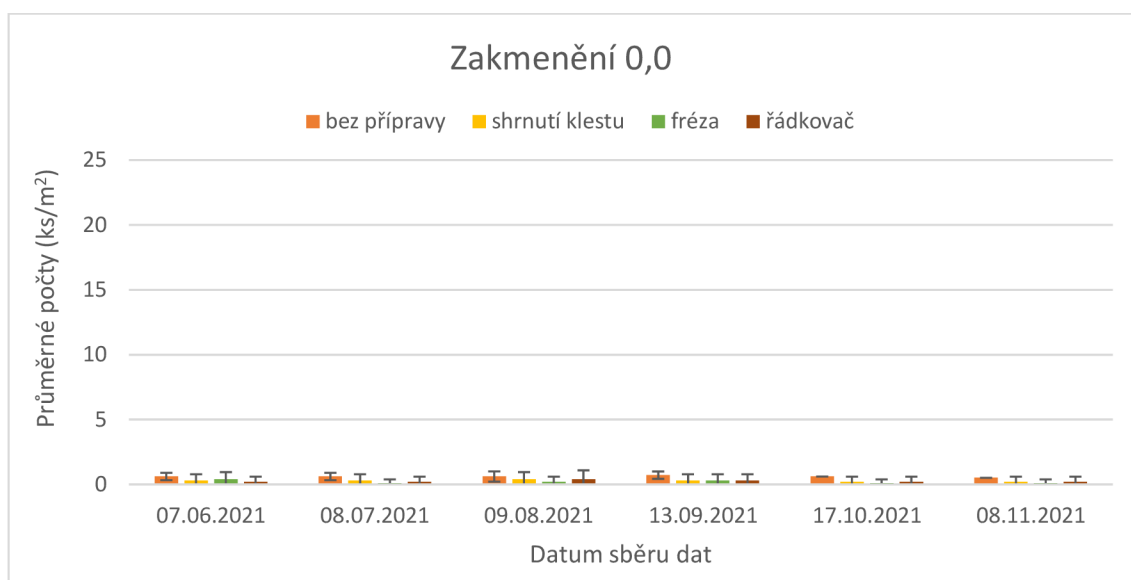
Graf 13. Grafické znázornění vývoje jednoletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,3 a ve všech přípravách půdy, v průběhu jednoletého pozorování.



Graf 14. Grafické znázornění vývoje jednoletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,7 a ve všech přípravách půdy, v průběhu jednoletého pozorování.



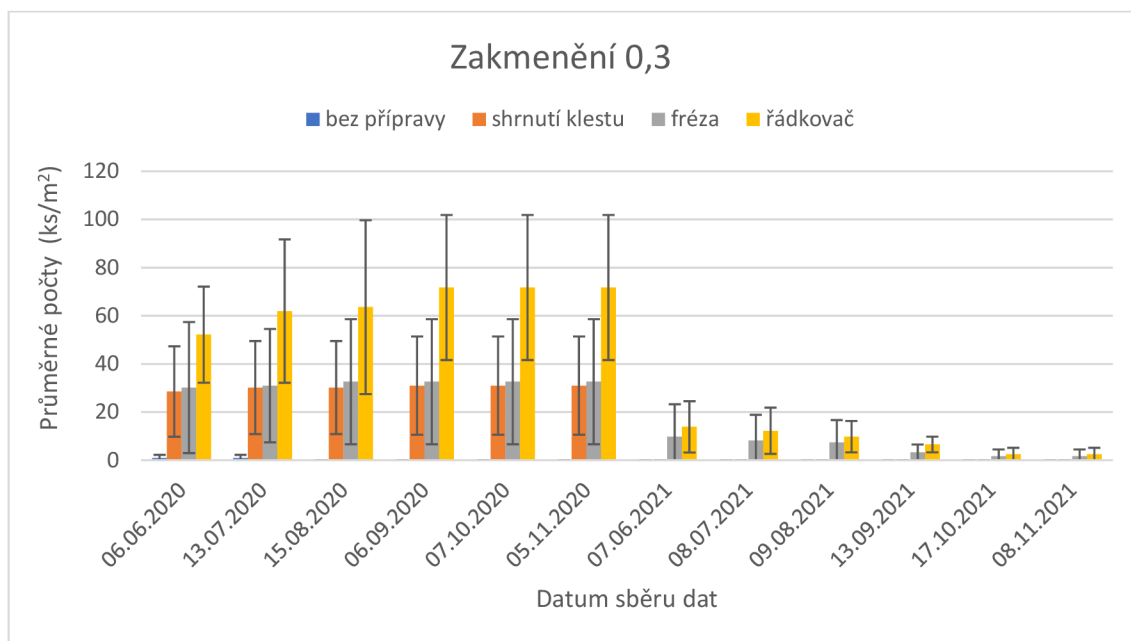
Graf 15. Grafické znázornění vývoje jednoletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,5 a ve všech přípravách půdy, v průběhu jednoletého pozorování.



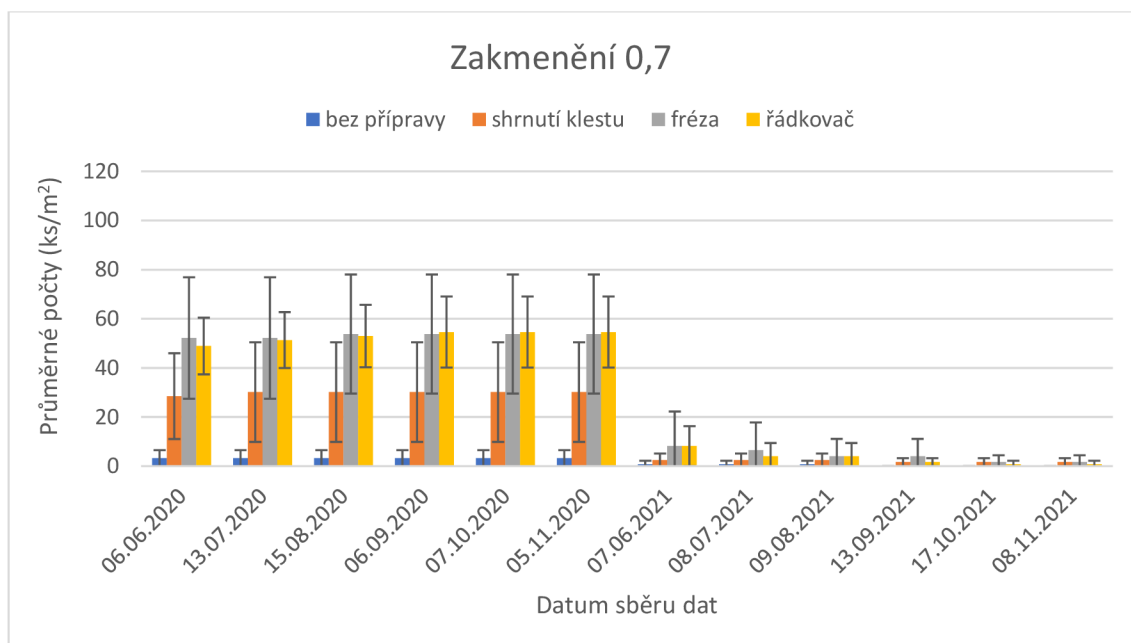
Graf 16. Grafické znázornění vývoje jednoletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,0 a ve všech přípravách půdy, v průběhu jednoletého pozorování.

U dvouletých jedinců umělé obnovy bylo vytvořeno grafické znázornění postupného vývinu semenáčků od roku 2020 do roku 2021. Největší mortalita na přelomu let byla zaznamenána u řádkovače v zakmenění 0,3 (kdy bylo 5.11.2020 spočítáno $72 \text{ ks/m}^2 \pm 30 \text{ S.D.}$ a přes zimu k datu 7.6.2021 byla zjištěna 81% mortalita), dále byla vysoká u lesní frézy v zakmenění 0,7 (kdy bylo 5.11.2020 spočítáno $54 \text{ ks/m}^2 \pm 24 \text{ S.D.}$ a přes zimu k datu 7.6.2021 byla zjištěna 85% mortalita) a v zakmenění 0,7 u řádkovače byl stejný pokles jedinců (kdy bylo 5.11.2020 spočítáno $55 \text{ ks/m}^2 \pm 14 \text{ S.D.}$ a přes zimu k datu 7.6.2021 byla zjištěna 85% mortalita). Plochy s největším zastoupením semenáčků umělé obnovy se nachází v zakmenění 0,7 a v zakmenění 0,3, ve kterých se pohybovali

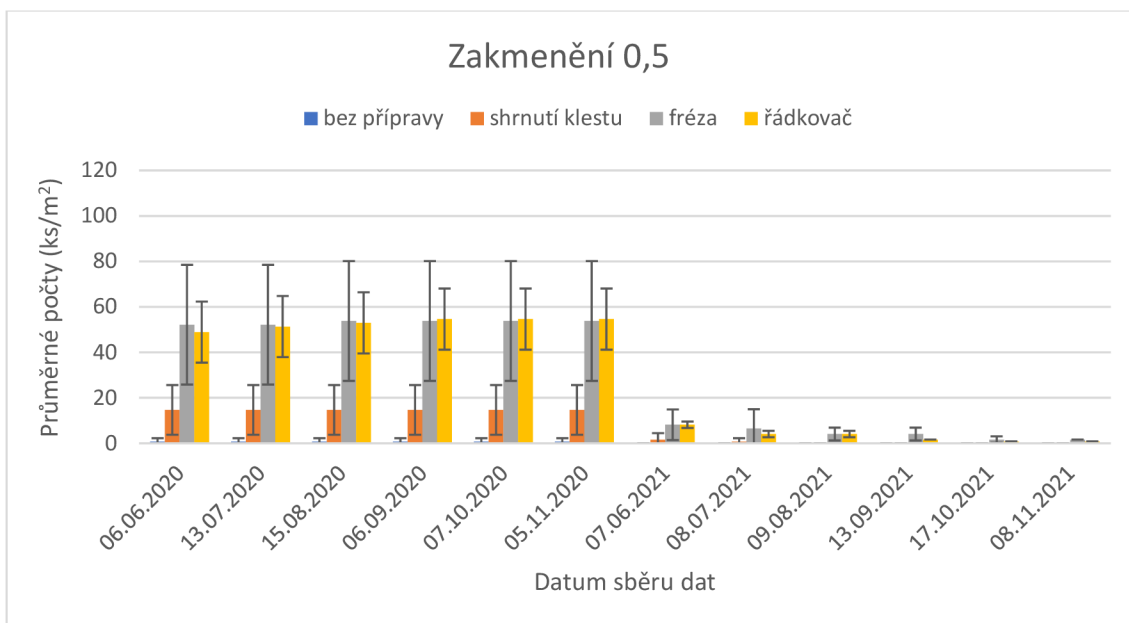
jedinci od 1 do 2 ks/m². Nejmenší počet dvouletých semenáčků byl zjištěn na ploše se zakmeněním 0,5 a 0,0 s nulovým zastoupením jedinců na zkoumaných subplochách. (Graf 17-20).



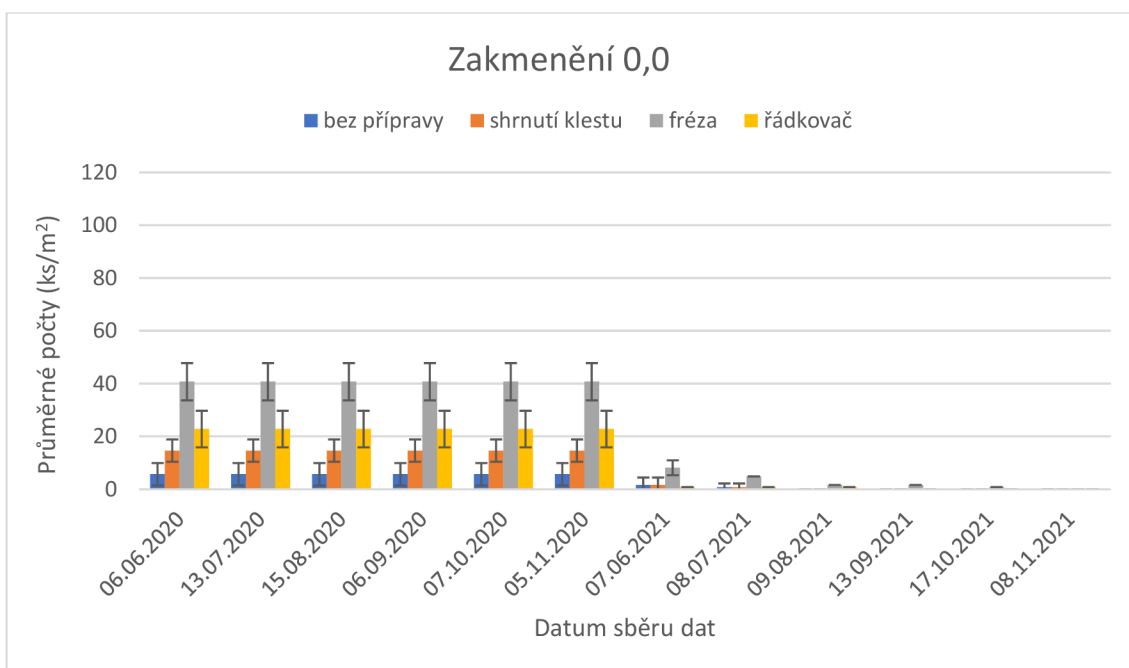
Graf 17. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,3 a ve všech přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování.



Graf 18. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,7 a ve všech přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování.



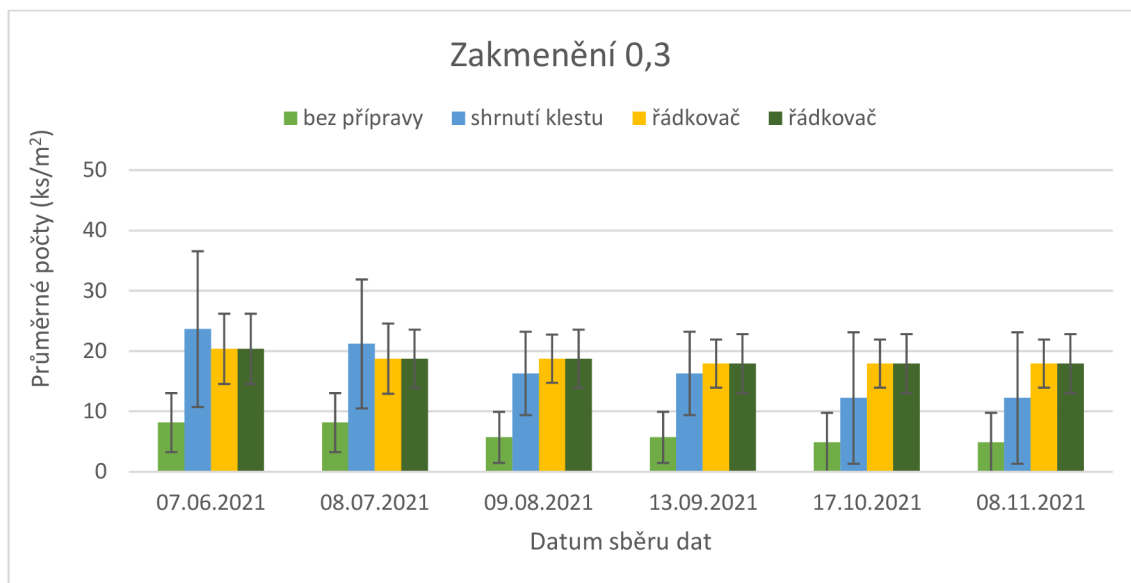
Graf 19. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,5 a ve všech přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování.



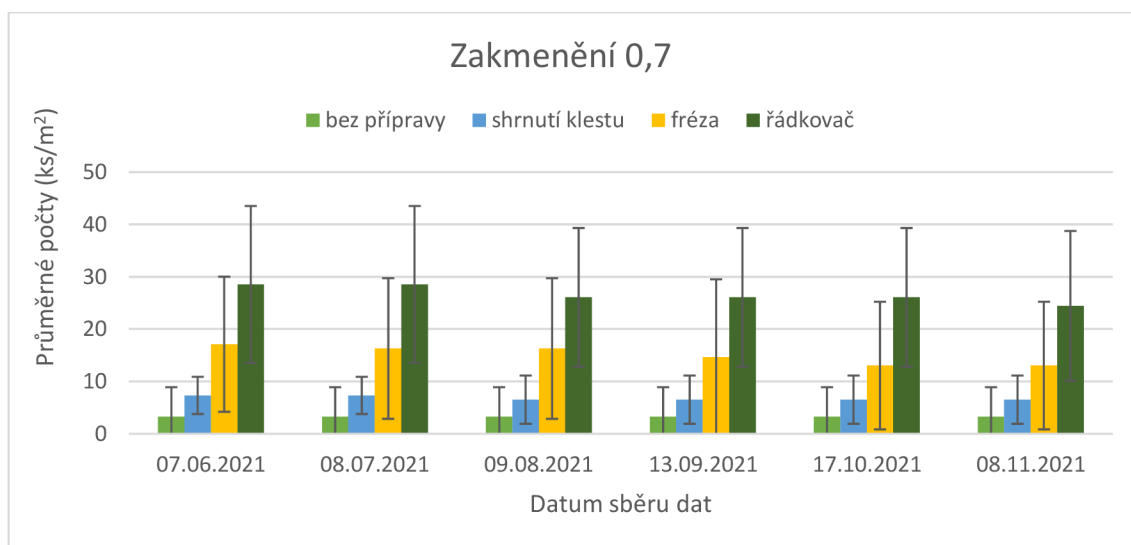
Graf 20. Grafické znázornění vývoje dvouletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,0 a ve všech přípravách půdy, v průběhu dvouletého pozorování.

U víceletých jedinců umělé obnovy byly brány hodnoty z posledního měření roku 2021 (8.11.2021) (viz Metodika). Mortalita zde byla minimální. Nejvíce byli zastoupeni jedinci v zakmenění 0,7 ($12 \text{ ks/m}^2 \pm 9 \text{ S.D.}$), poté následovalo zakmenění 0,3 ($11 \text{ ks/m}^2 \pm 6 \text{ S.D.}$) a zakmenění 0,5 ($11 \text{ ks/m}^2 \pm 7 \text{ S.D.}$). Nejméně byli zastoupeni jedinci v zakmenění 0,0 ($5 \text{ ks/m}^2 \pm 2 \text{ S.D.}$). Největší zastoupení víceletých jedinců bylo

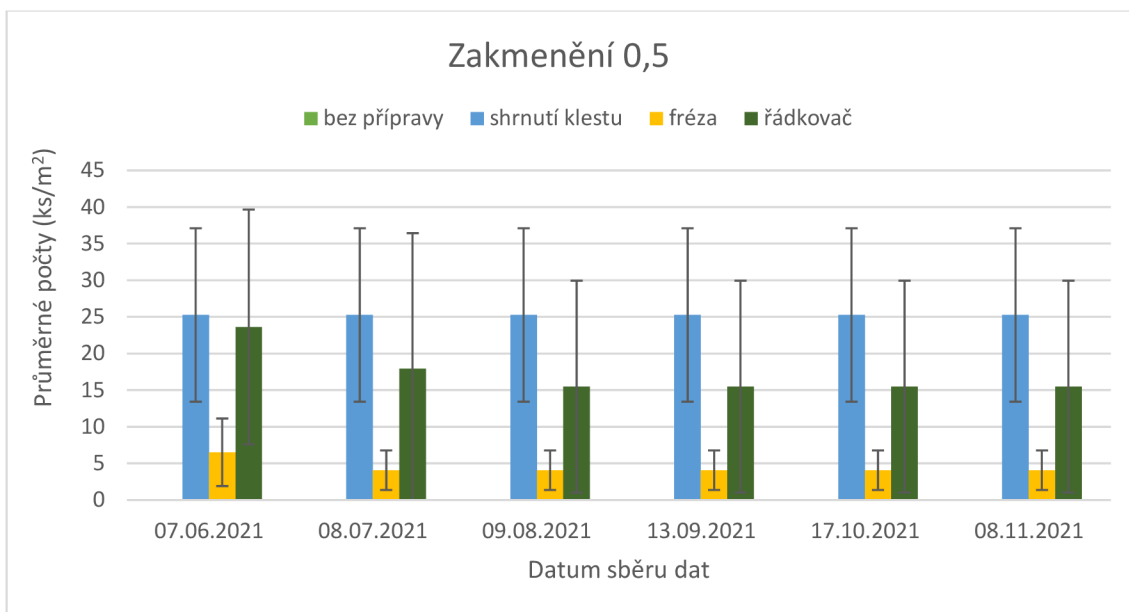
v zakmenění 0,5 u přípravy půdy pomocí shrnovače klestu (25 ks/m² ± 12 S.D.) a v zakmenění 0,7 u úpravy půdy řádkovačem (24 ks/m² ± 14 S.D.) (Graf 21–24).



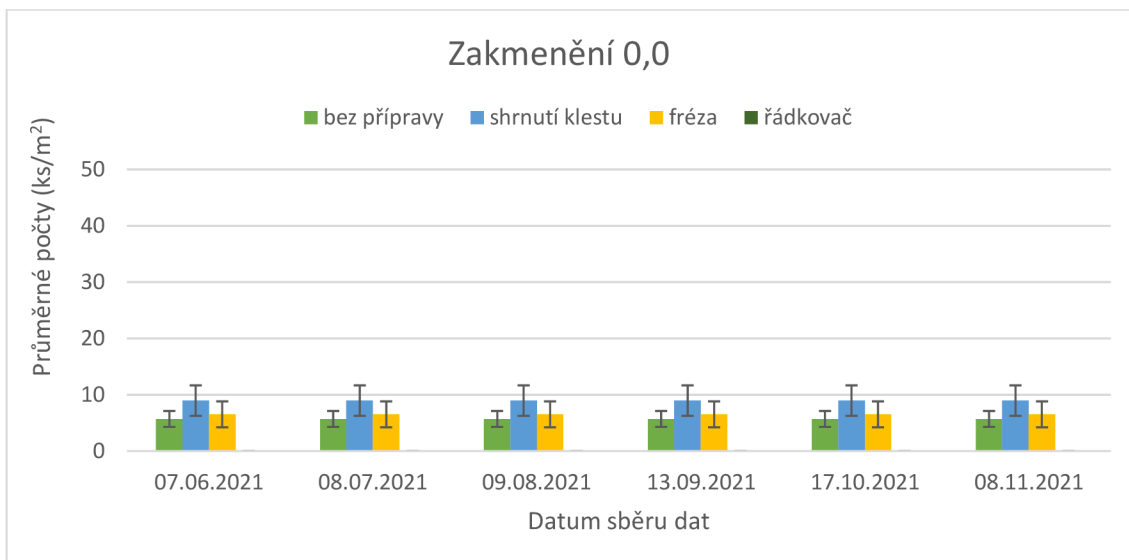
Graf 21. Grafické znázornění vývoje víceletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,3 a ve všech přípravách půdy, v průběhu roku 2021.



Graf 22. Grafické znázornění vývoje víceletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,7 a ve všech přípravách půdy, v průběhu roku 2021.



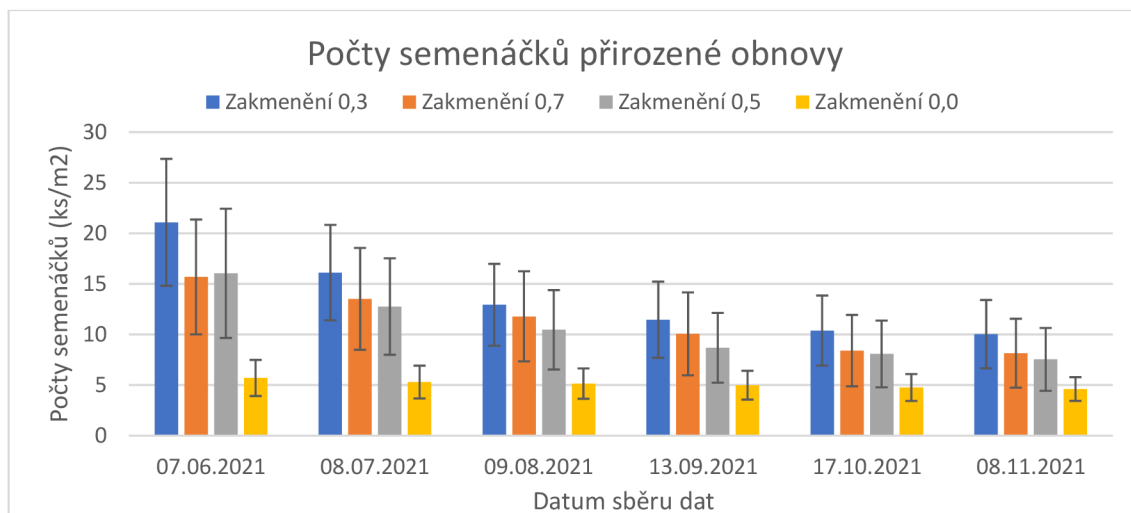
Graf 23. Grafické znázornění vývoje víceletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,5 a ve všech přípravách půdy, v průběhu roku 2021.



Graf 24. Grafické znázornění vývoje víceletých semenáčků z umělé obnovy v zakmenění 0,0 a ve všech přípravách půdy, v průběhu roku 2021.

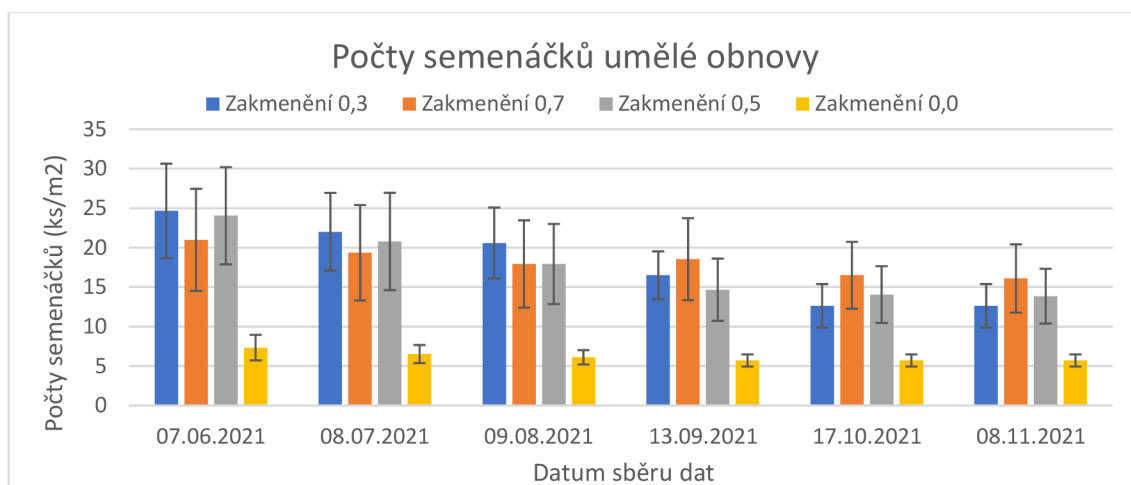
5.1.3. Souhrnný vývoj semenáčků v roce 2021

V *Grafu 25* jsou znázorněny celkové počty jedinců přirozené obnovy za celé pozorovací období (2021) v poměru se zakmeněním. Z tohoto grafu je zřetelné, že nejvyšší mortalita jedinců byla převážně první 2 měsíce, v dalších měsících byla mortalita minimální. Nejvíce jedinců se vyskytovalo v zakmenění 0,3 ($14 \text{ ks/m}^2 \pm 4 \text{ S.D.}$). V zakmenění 0,7 a 0,5 bylo zjištěno $11 \text{ ks/m}^2 \pm 4 \text{ S.D.}$ a nejmenší počty byly zjištěny v zakmenění 0,0 ($5 \text{ ks/m}^2 \pm 1 \text{ S.D.}$).



Graf 25. Celkové počty semenáčků přirozené obnovy rozdělených do čtyř zakmenění na ploše Mariana II za zkoumané vegetační období 2021.

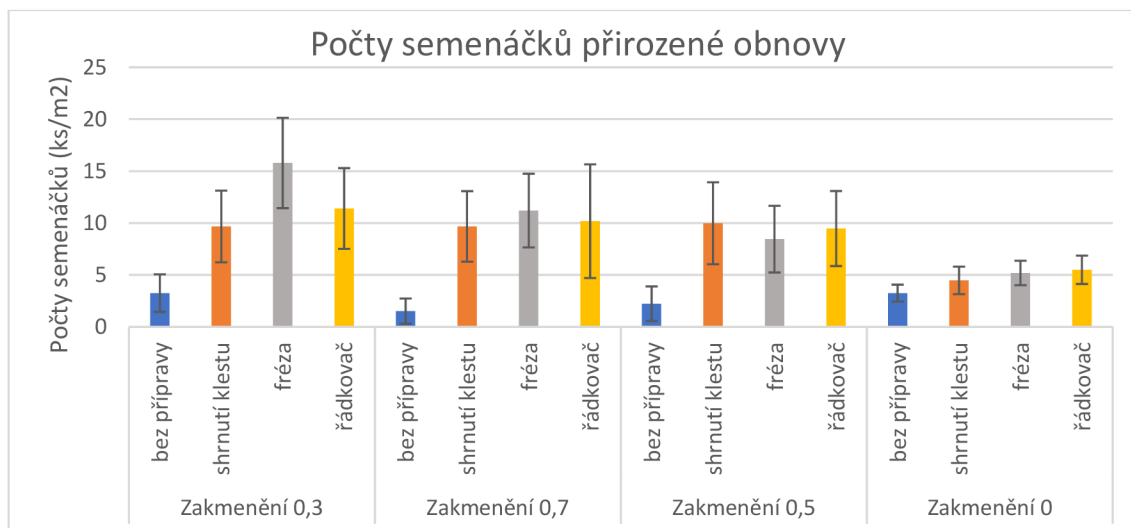
V *Grafu 26* jsou znázorněny celkové počty jedinců umělé obnovy za celé pozorovací období (2021). Z tohoto grafu je zřetelné, že nejvyšší mortalita jedinců byla převážně první 3 měsíce. Průměrně nejvíce jedinců se vyskytovalo ve všech zakmenění ($18 \text{ ks/m}^2 \pm 5 \text{ S.D.}$) kromě zakmenění 0,0, ve kterém byly zjištěny nejmenší počty semenáčků umělé obnovy (průměrně $6 \text{ ks/m}^2 \pm 1 \text{ S.D.}$).



Graf 26. Celkové počty semenáčků umělé obnovy rozdělených do čtyř zakmenění na ploše Mariana II za zkoumané vegetační období 2021.

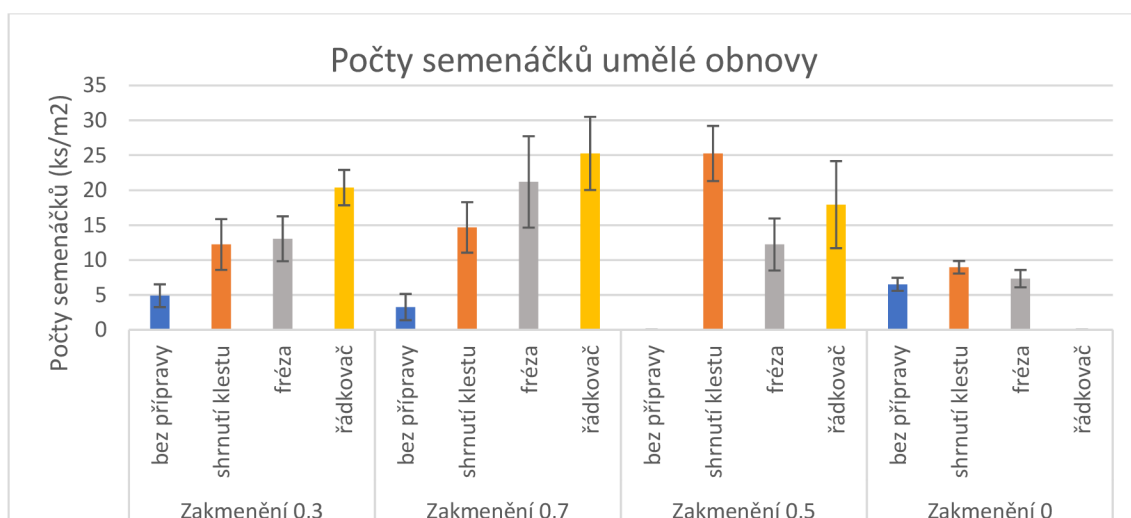
5.1.4. Celkové počty na konci pozorování v roce 2021

Z celkového počtu semenáčků u přirozené obnovy lze z *Grafu 27* vyčíst, že nejlepší kombinace byla u zakmenění 0,3 a přípravy půdy pomocí lesní frézy ($16 \text{ ks/m}^2 \pm 4 \text{ S.D.}$). Další kombinace s vysokými počty jedinců byla zjištěna v zakmenění 0,3 a řádkovače a v zakmenění 0,7 a u přípravy půdy pomocí lesní frézy ($11 \text{ ks/m}^2 \pm 4 \text{ S.D.}$ k datu 8.11.2021.). Nejmenší počty byly zjištěny ve všech zakmeněních s kombinací bez přípravy půdy ($3 \text{ ks/m}^2 \pm 2 \text{ S.D.}$).



Graf 27. Celkové počty semenáčků na konci pozorování v kombinaci zakmenění s přípravou půdy u přirozené obnovy dne 8.11.2021

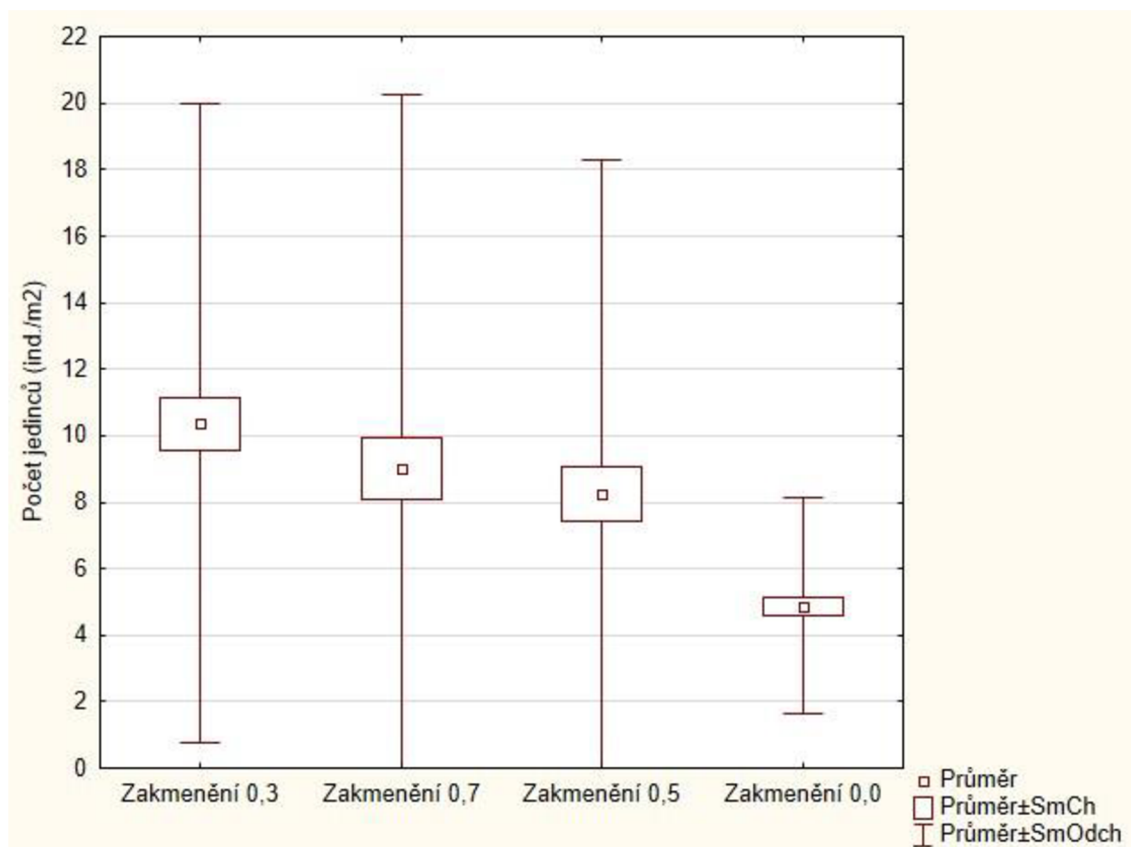
Z celkového počtu semenáčků umělé obnovy lze z *Grafu 28* vyčíst, že nejlepší kombinace byla u zakmenění 0,7 a přípravy půdy pomocí řádkovače ($25 \text{ ks/m}^2 \pm 5 \text{ S.D.}$) a v zakmenění 0,5 a přípravy půdy pomocí shrnovače klestu ($25 \text{ ks/m}^2 \pm 4 \text{ S.D.}$). Nejmenší počty byly zjištěny bez přípravy půdy ve všech variantách zakmenění.



Graf 28. Celkové počty na konci pozorování v kombinaci zakmenění s přípravou půdy u přirozené obnovy dne 8.11.2021

5.1.4.1. Statistické vyhodnocení kvantity jedinců

Statistické vyhodnocení bylo zaměřeno na přirozenou obnovu. V *Grafu 29* je srovnán celkový počet semenáčků (jednoleté + dvouleté + víceleté) přirozené obnovy borovice lesní v jednotlivých variantách zakmenění po ukončení vegetační sezóny 2021 (poslední měření proběhlo ke dni 8. 11. 2021).



Graf 29. Krabicový graf celkových počtů jedinců přirozené obnovy borovice lesní v jednotlivých variantách zakmenění po ukončení vegetační sezóny 2021 (měření 8. 11. 2021).

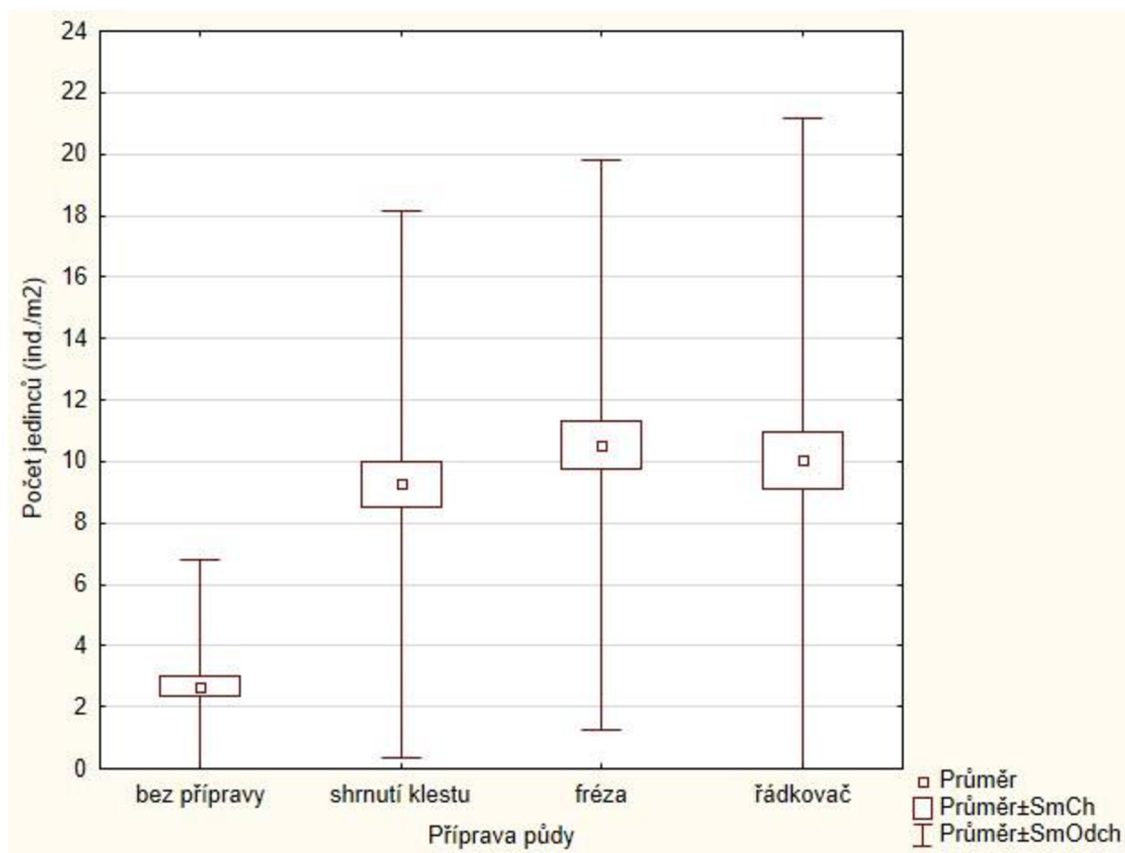
Na základě K-W testu ($H = 14,31$, $df = 3$, $p = 0,00$) lze konstatovat, že rozdíly byly signifikantní. Z vícenásobného porovnání vyplývá, že se signifikantně odlišovaly počty jedinců obnovy ve variantě zakmenění 0,3 od variant zakmenění 0,5 a 0,0 (*Tabulka 6*).

Tabulka 6. Vícenásobné porovnání celkových počtů semenáčků přirozené obnovy pro jednotlivé varianty zakmenění.

Závislá: Počet jedinců (ind./m ²) 8.11.2021		Vícenásobné porovnání z' hodnot; Počet jedinců (ind./m ²) Nezávislá (grupovací) proměnná : Zakmenění Kruskal-Wallisův test: H (3, N= 576) =14,30740 p = ,0025			
		Zakmenění 0,3 R:331,61	Zakmenění 0,7 R:284,63	Zakmenění 0,5 R:273,10	Zakmenění 0,0 R:264,66
Zakmenění 0,3			2,395317	2,982905	3,413460
Zakmenění 0,7	2,395317			0,587587	1,018143
Zakmenění 0,5	2,982905	0,587587			0,430555
Zakmenění 0,0	3,413460	1,018143	0,430555		

Závislá: Počet jedinců (ind./m ²) 8.11.2021		Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Počet jedinců (ind./m ²) Nezávislá (grupovací) proměnná : Zakmenění Kruskal-Wallisův test: H (3, N= 576) =14,30740 p = ,0025			
		Zakmenění 0,3 R:331,61	Zakmenění 0,7 R:284,63	Zakmenění 0,5 R:273,10	Zakmenění 0,0 R:264,66
Zakmenění 0,3			0,099636	0,017132	0,003849
Zakmenění 0,7	0,099636			1,000000	1,000000
Zakmenění 0,5	0,017132	1,000000			1,000000
Zakmenění 0,0	0,003849	1,000000	1,000000		

Statistické vyhodnocení bylo zaměřeno na přirozenou obnovu. V *Grafu 30* je srovnán celkový počet semenáčků (jednoleté + dvouleté + víceleté) přirozené obnovy borovice lesní v jednotlivých variantách přípravy půd po ukončení vegetační sezóny 2021 (poslední měření proběhlo ke dni 8. 11. 2021).



Graf 30. Krabicový graf celkových počtů jedinců přirozené obnovy borovice lesní v jednotlivých variantách příprav půd po ukončení vegetační sezóny 2021 (měření 8. 11. 2021).

Na základě K-W testu ($H = 97,1$, $df = 3$, $p = 0,00$) lze konstatovat, že rozdíly byly signifikantní. Z vícenásobného porovnání vyplývá, že se signifikantně odlišovaly celkové počty jedinců obnovy ve variantě bez přípravy půd (Tabulka 7).

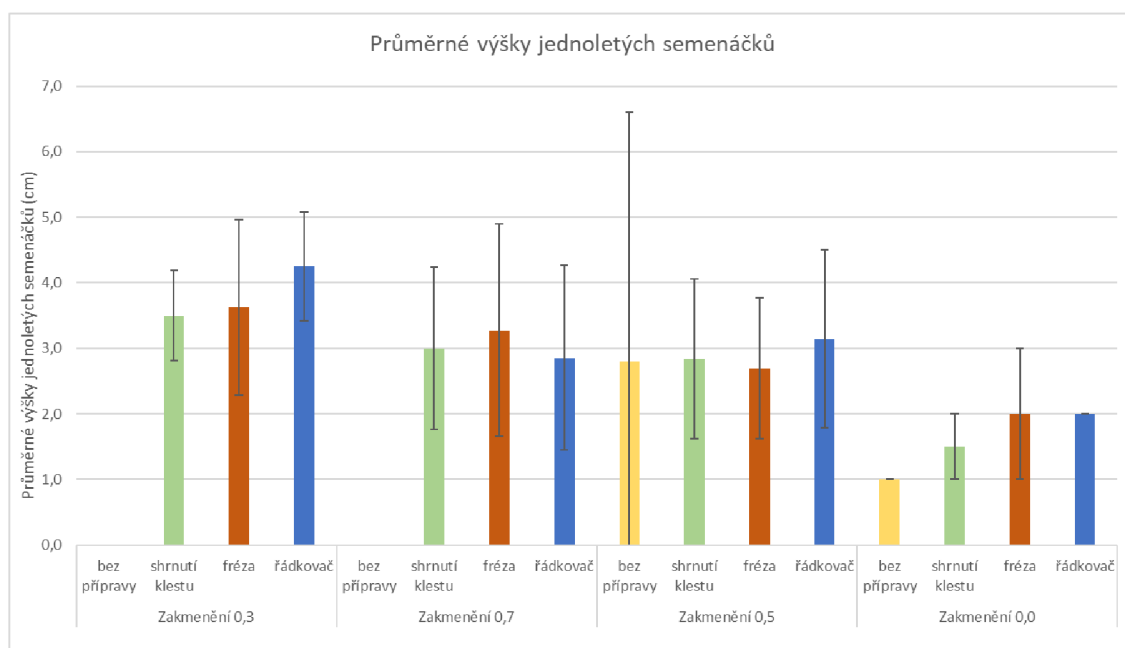
Tabulka 7. Vícenásobné porovnání celkových počtů semenáčků přirozené obnovy pro jednotlivé varianty přípravy půd.

		Vícenásobné porovnání z' hodnot; Počet jedinců (ind./m2) Nezávislá (grupovací) proměnná : Příprava půdy Kruskal-Wallisův test: $H (3, N= 576) =97,09502$ $p =0,000$			
Závislá:	Počet jedinců (ind./m2) 8.11.2021	bez přípravy R:173,17	shrnutí klestu R:317,86	fréza R:344,11	řádkovač R:318,86
bez přípravy			7,377683	8,715910	7,428316
shrnutí klestu		7,377683		1,338226	0,050633
fréza		8,715910	1,338226		1,287594
řádkovač		7,428316	0,050633	1,287594	
		Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Počet jedinců (ind./m2) Nezávislá (grupovací) proměnná : Příprava půdy Kruskal-Wallisův test: $H (3, N= 576) =97,09502$ $p =0,000$			
Závislá:	Počet jedinců (ind./m2) 8.11.2021	bez přípravy R:173,17	shrnutí klestu R:317,86	fréza R:344,11	řádkovač R:318,86
bez přípravy			0,000000	0,000000	0,000000
shrnutí klestu		0,00		1,000000	1,000000
fréza		0,00	1,000000		1,000000
řádkovač		0,00	1,000000	1,000000	

5.2. Zhodnocení kvality semenáčků

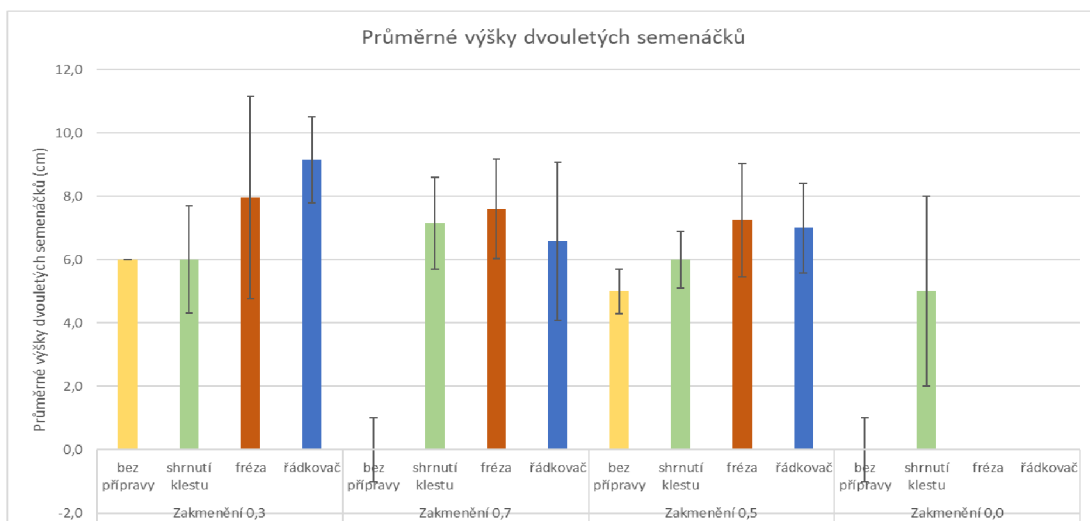
5.2.1. Průměrné výšky semenáčků

Průměrná výška jednoletých jedinců na ploše Mariana II se pohybovala okolo 3,11 cm \pm 1,34 S.D. U průměrných výšek v zakmenění není výrazný rozdíl a pohybují se okolo 2,41 cm \pm 1,2 S.D. Největší průměrné výšky dosahovali jedinci v zakmenění 0,3 v přípravě půdy řádkovačem (4,3 cm \pm 0,8 S.D.). V zakmenění 0,0 bez přípravy půdy byla zjištěna nejmenší průměrná výška (1,0 cm \pm 0,0 S.D.) (Graf 31).



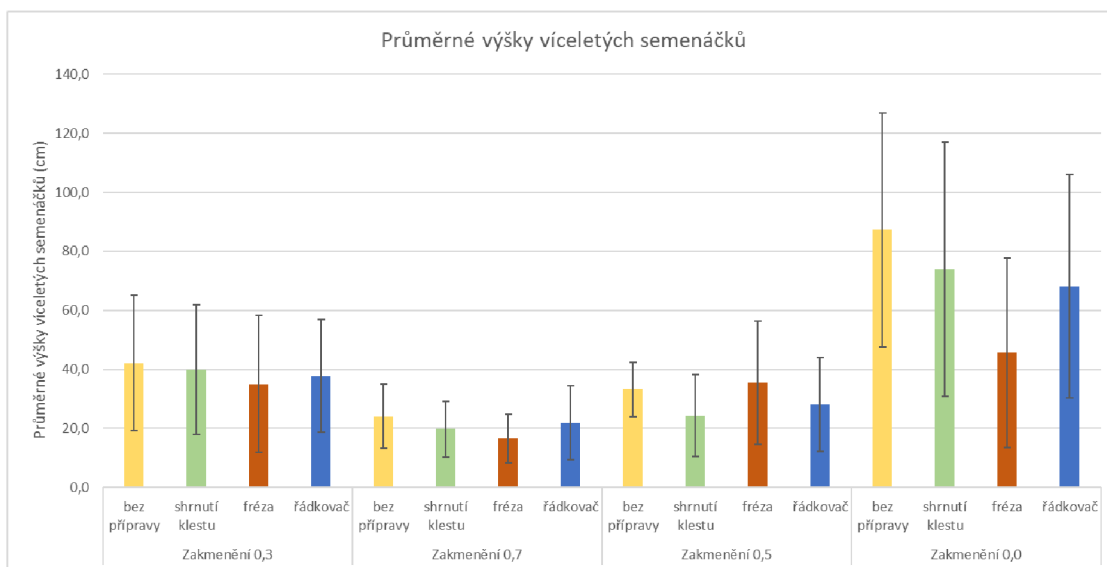
Graf 31. Průměrné výšky jednoletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a úprav půd.

Průměrná výška u dvouletých jedinců byla 7,18 cm \pm 2,47 S.D. V zakmenění 0,3 jsou průměrně nejvyšší jedinci (7,27 cm \pm 1,34 S.D.) a v zakmenění 0,0 byli zjištěni jedinci s nejmenším růstem (1,25 cm \pm 2,17 S.D.). V zakmenění 0,3 u přípravy půdy řádkovačem byla naměřena nejvyšší průměrná výška (9,1 cm \pm 1,4 S.D.). A nejmenší průměrná výška dvouletých jedinců byla zjištěna v zakmenění 0,0 u přípravy půdy shrnovačem klestu (5,0 cm \pm 3,0 S.D.) a v zakmenění 0,5 bez přípravy půdy (5,0 cm \pm 0,7 S.D.) (Graf 32).



Graf 32. Průměrné výšky dvouletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a úprav půd.

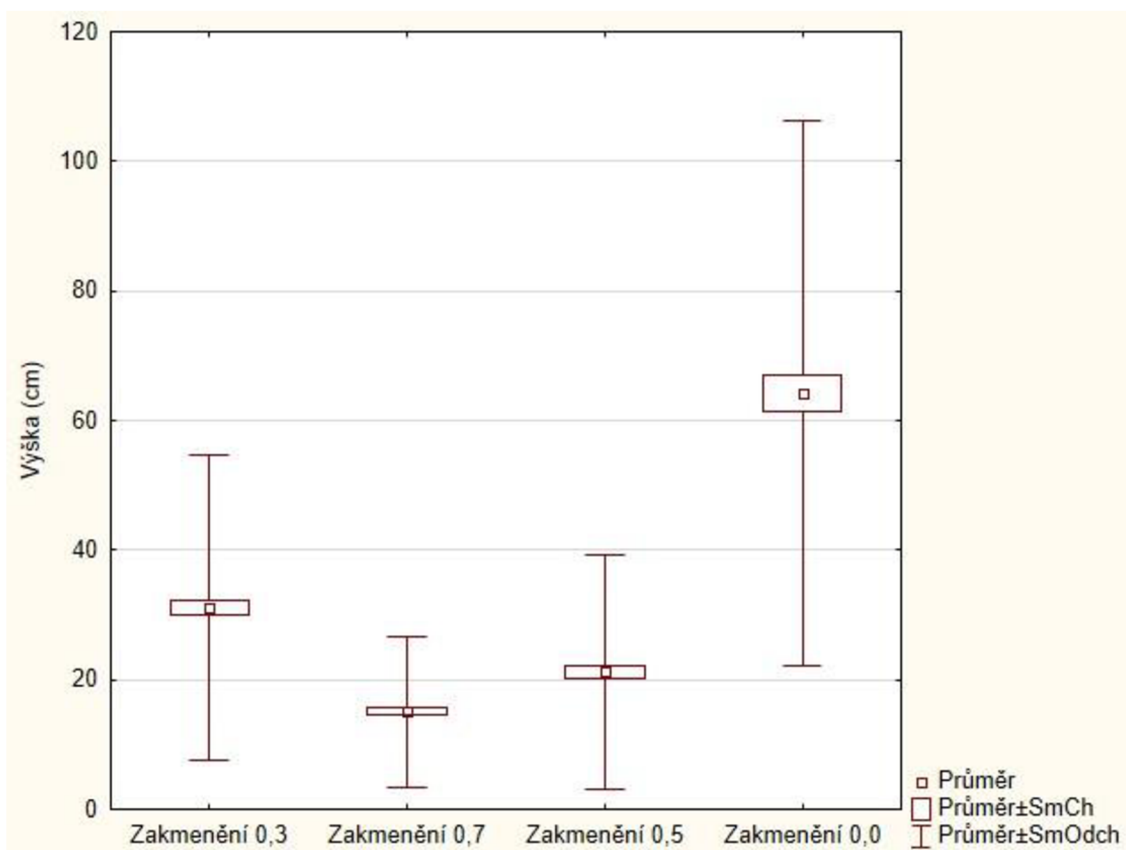
Víceletí jedinci měli průměrnou výšku na $36,59 \text{ cm} \pm 28,59 \text{ S.D.}$ Průměrně nejvyšší jedinci se vyskytují v zakmenění 0,0 s výškou $68,74 \text{ cm} \pm 15 \text{ S.D.}$ a nejmenšího vzrůstu dosahují jedinci v zakmenění 0,7 s výškou $20,55 \pm 2,75 \text{ S.D.}$ V zakmenění 0,0 bez přípravy byla zjištěna největší průměrná výška ($87,3 \text{ cm} \pm 39,7 \text{ S.D.}$) a v zakmenění 0,7 u přípravy půdy lesní frézou byla zjištěna nemenší hodnota jedinců ($16,6 \text{ cm} \pm 8,3 \text{ S.D.}$) (Graf 33).



Graf 33. Průměrné výšky víceletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a úprav půd.

5.2.2. Statistické vyhodnocení výšek semenáčků

Statistické vyhodnocení bylo zaměřeno na celkovou obnovu borovice lesní. V *Grafu 34* jsou srovnány výšky z celkového počtu semenáčků (jednoleté + dvouleté + víceleté) v jednotlivých variantách zakmenění po ukončení vegetační sezóny 2021 (poslední měření proběhlo ke dni 8. 11. 2021).



Graf 34. Krabicový graf výšek celkových počtů jedinců borovice lesní v jednotlivých variantách zakmenění po ukončení vegetační sezóny 2021 (měření 8. 11. 2021).

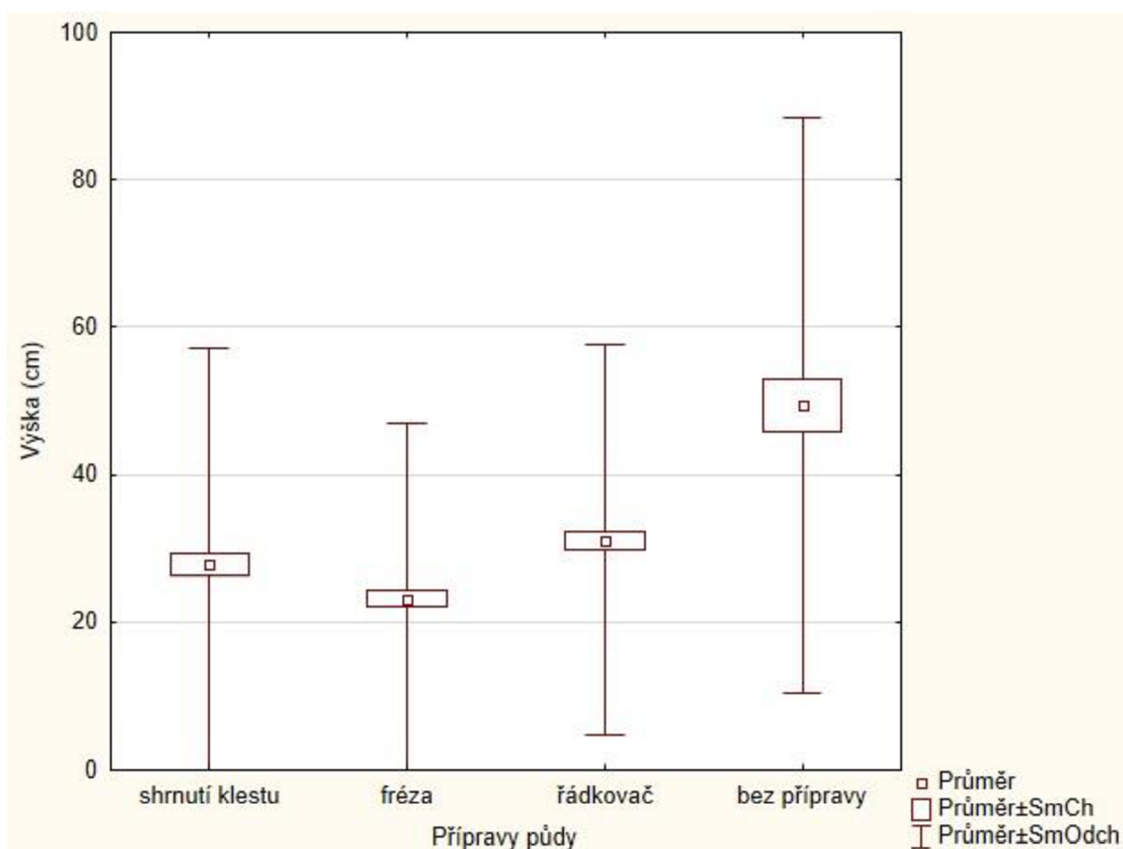
Na základě K-W testu ($H = 291,64$, $df = 3$, $p = 0,00$) lze konstatovat, že rozdíly byly signifikantní. Z vícenásobného porovnání vyplývá, že se signifikantně odlišovaly výšky semenáčků ve všech zakmenění (*Tabulka 8*).

Tabulka 8. Vícenásobné porovnání výšek celkového počtu jedinců borovice lesní pro jednotlivé varianty zakmenění.

Vícenásobné porovnání z' hodnot; Výška (cm) Nezávislá (grupovací) proměnná : Zakmenění Kruskal-Wallisův test: H (3, N= 1439) =291,6348 p =0,000				
Závislá: Výška (cm)	Zakmenění 0,3 R:800,08	Zakmenění 0,7 R:520,24	Zakmenění 0,5 R:623,79	Zakmenění 0,0 R:1080,6
Zakmenění 0,3		9,84381	6,04738	8,18395
Zakmenění 0,7	9,843808		3,43818	15,96315
Zakmenění 0,5	6,047382	3,43818		12,79878
Zakmenění 0,0	8,183953	15,96315	12,79878	

Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Výška (cm) Nezávislá (grupovací) proměnná : Zakmenění Kruskal-Wallisův test: H (3, N= 1439) =291,6348 p =0,000				
Závislá: Výška (cm)	Zakmenění 0,3 R:800,08	Zakmenění 0,7 R:520,24	Zakmenění 0,5 R:623,79	Zakmenění 0,0 R:1080,6
Zakmenění 0,3		0,000000	0,000000	0,00
Zakmenění 0,7	0,000000		0,003514	0,00
Zakmenění 0,5	0,000000	0,003514		0,00
Zakmenění 0,0	0,000000	0,000000	0,000000	

V Grafu 35 jsou srovnány výšky z celkového počtu semenáčků (jednoleté + dvouleté + víceleté) v jednotlivých variantách přípravy půd po ukončení vegetační sezóny 2021 (poslední měření proběhlo ke dni 8. 11. 2021).



Graf 35. Krabicový graf výšek celkových počtů jedinců borovice lesní v jednotlivých variantách přípravy půd po ukončení vegetační sezóny 2021 (měření 8. 11. 2021).

Na základě K-W testu ($H = 85,41$, $df = 3$, $p = 0,00$) lze konstatovat, že rozdíly byly signifikantní. Z vícenásobného porovnání vyplývá, že se signifikantně neodlišovaly výšky semenáčků u přípravy půd pomocí shrnovače klest a lesní fréza. (Tabulka 9).

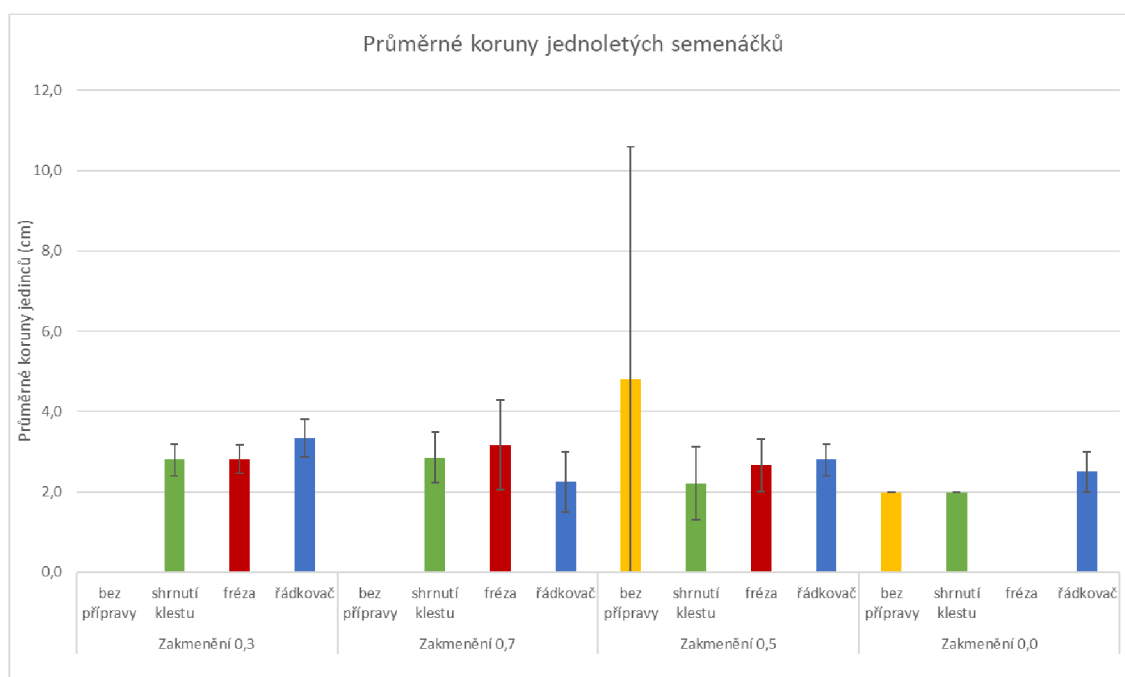
Tabulka 9. Vícenásobné porovnání výšek celkového počtu jedinců borovice lesní pro jednotlivé varianty přípravy půd.

Vícenásobné porovnání z' hodnot; Výška (cm) Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravy půdy Kruskal-Wallisův test: $H (3, N= 1439) =85,40632$ $p = ,0000$				
Závislá: Výška (cm)	shrnutí klestu R:691,23	fréza R:617,67	řádkovač R:787,53	bez přípravy R:970,54
shrnutí klestu		2,614918	3,377077	6,451497
fréza	2,614918		6,169530	8,273071
řádkovač	3,377077	6,169530		4,265527
bez přípravy	6,451497	8,273071	4,265527	

Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Výška (cm) Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravy půdy Kruskal-Wallisův test: $H (3, N= 1439) =85,40632$ $p = ,0000$				
Závislá: Výška (cm)	shrnutí klestu R:691,23	fréza R:617,67	řádkovač R:787,53	bez přípravy R:970,54
shrnutí klestu		0,053549	0,004396	0,000000
fréza	0,053549		0,000000	0,000000
řádkovač	0,004396	0,000000		0,000120
bez přípravy	0,000000	0,000000	0,000120	

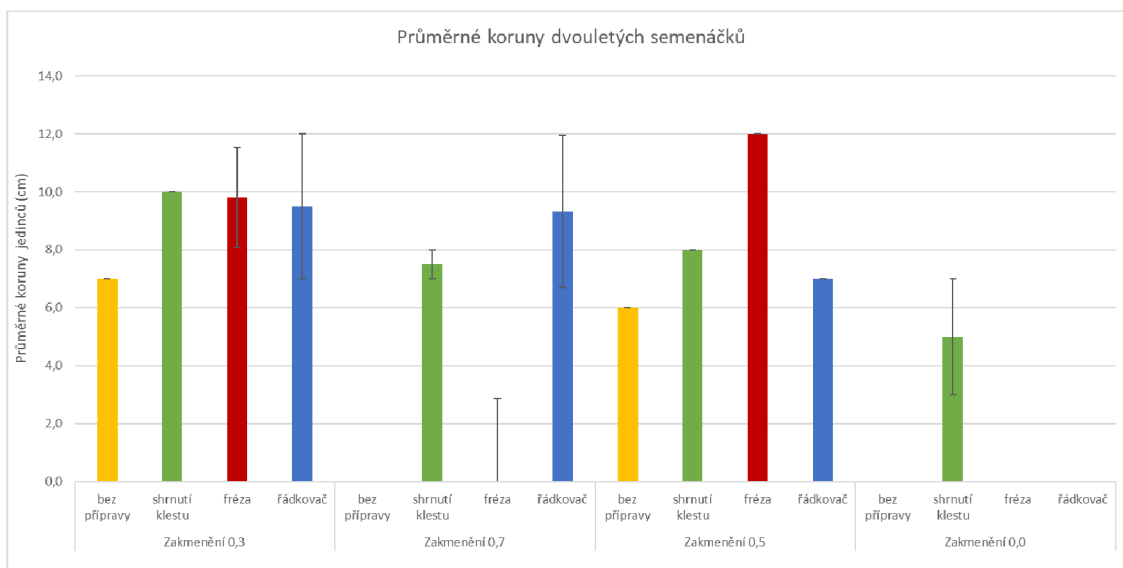
5.2.3. Průměrné šířky korun semenáčků

U jednoletých jedinců byl zjištěn největší průměr šířky koruny v zakmenění 0,5 (3,12 cm ± 2,23 S.D.), v zakmenění 0,3 (2,49 cm ± 0,18 S.D.), v zakmenění 0,7 (2,07 cm ± 0,40 S.D.) a nejmenší průměr šířky koruny byl zjištěn v zakmenění 0,0 (1,63 cm ± 0,22 S.D.). Celkově se šířky v přípravách moc nelišily, průměr se pohyboval okolo 2,5 cm. Největší průměr koruny byl změřen v kombinaci zakmenění 0,5 u bez přípravy půdy, kdy činil 4,8 cm ± 5,8 S.D. (Graf 36).



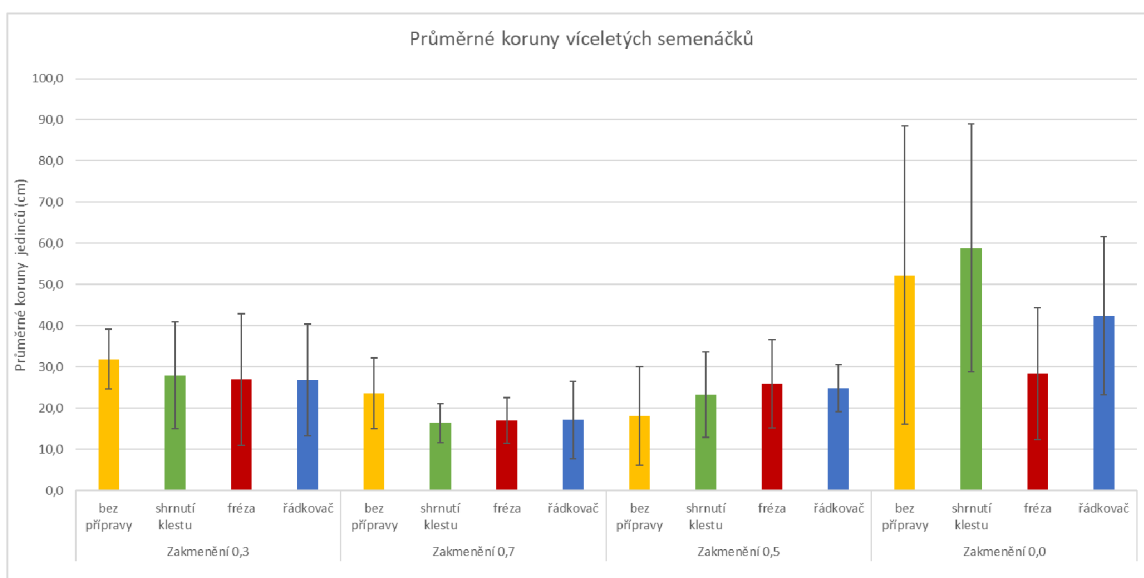
Graf 36. Průměrné koruny jednoletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a příprav půdy.

U dvouletých jedinců byl největší průměr koruny naměřen v zakmenění 0,3 (9,08 cm), v zakmenění 0,5 (8,25 cm ± 0,00 S.D.), v zakmenění 0,7 (4,21 cm ± 1,26 S.D.) a nejmenší průměr byl zjištěn v zakmenění 0,0 (1,25 cm ± 0,87 S.D.). U porovnání příprav půdy byly zjištěny největší hodnoty u shrnovače klestu (7,63 cm ± 0,63 S.D.), řádkovačem (6,46 cm ± 1,28 S.D.), lesní frézou (5,45 cm ± 1,15 S.D.) a nejmenší hodnoty byly zjištěny bez přípravy půdy (3,25 cm ± 0,00 S.D.). V kombinaci zakmenění 0,5 a příprava půdy pomocí lesní frézy byly zjištěny největší průměrné hodnoty šíře koruny (12 cm ± 0,00 S.D.) (Graf 37).



Graf 37. Průměrné koruny dvouletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a příprav půd.

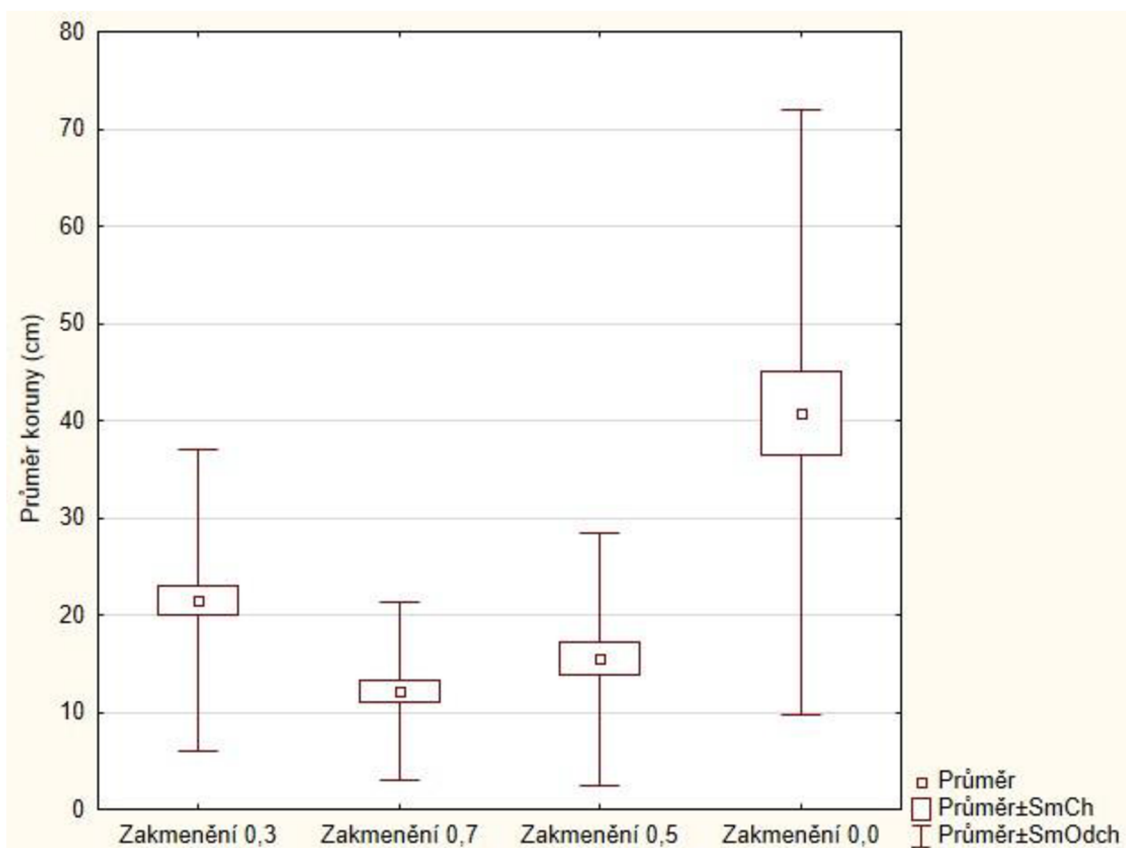
U víceletých jedinců byl největší průměr koruny zjištěn v zakmenění 0,0 (45,48 cm ± 8,14 S.D.), zakmenění 0,3 (28,39 cm ± 3,19 S.D.), zakmenění 0,5 (22,98 cm ± 2,35 S.D.) a nejmenší průměr byl zjištěn v zakmenění 0,7 (18,50 cm ± 1,93 S.D.). U porovnání příprav půd byly zjištěny největší hodnoty u ploch bez přípravy půdy (31,43 ± 16,0 S.D.) a u shrnovače klestu (31,59 cm ± 14,54 S.D.), řádkovačem (27,80 cm ± 11,99 S.D.) a lesní frézou (24,55 cm ± 12,07 S.D.). V kombinaci zakmenění 0,0 a příprava půdy pomocí shrnovače klestu byly zjištěny největší průměrné hodnoty šíře koruny (58,90 cm ± 30,10 S.D.) (Graf 38).



Graf 38. Průměrné koruny víceletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a příprav půd.

5.2.4. Statistické vyhodnocení průměru korun semenáčků

Statistické vyhodnocení bylo zaměřeno na celkovou obnovu borovice lesní. V *Grafu 39* jsou srovnány průměrné šířky korun z celkového počtu semenáčků (jednoleté + dvouleté + víceleté) v jednotlivých variantách zakmenění po ukončení vegetační sezóny 2021 (poslední měření proběhlo ke dni 8. 11. 2021).



Graf 39. Krabicový graf průměru šířky korun celkových počtů jedinců borovice lesní v jednotlivých variantách zakmenění po ukončení vegetační sezóny 2021 (měření 8. 11. 2021).

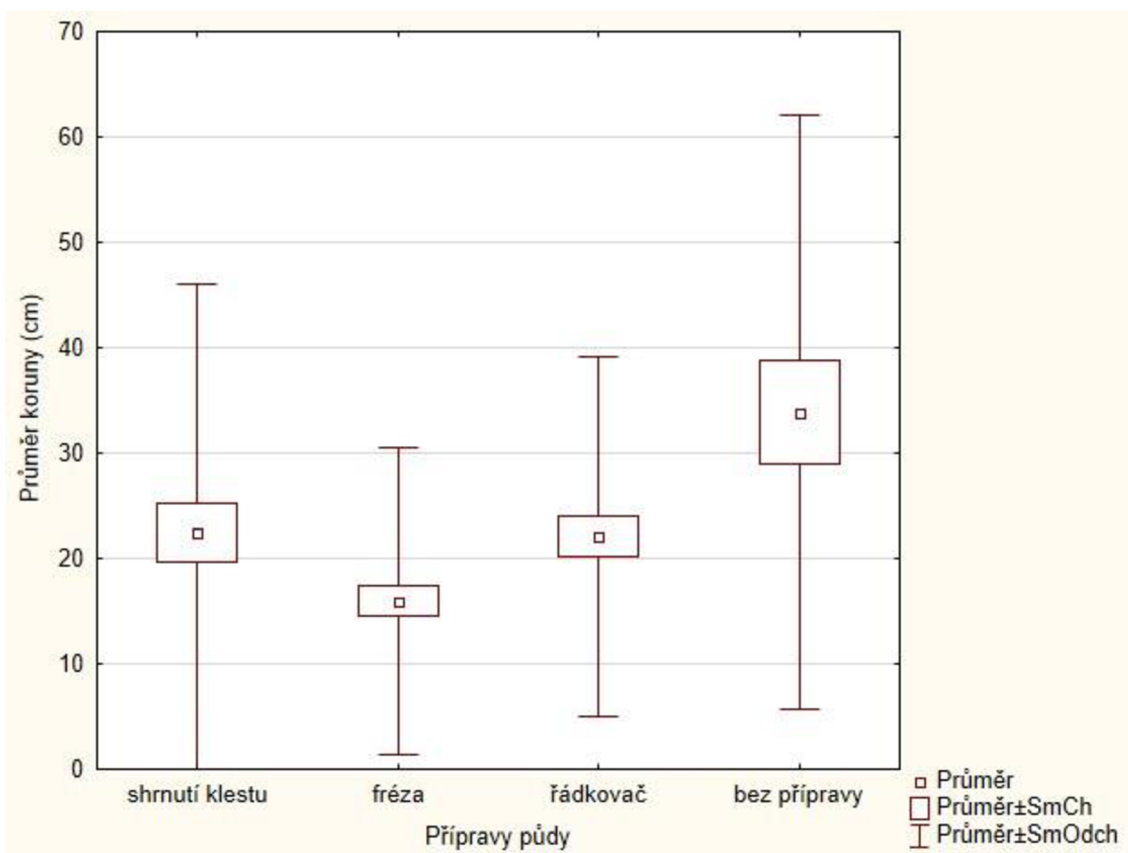
Na základě K-W testu ($H = 46,56$, $df = 3$, $p = 0,00$) lze konstatovat, že rozdíly byly signifikantní. Z vícenásobného porovnání vyplývá, že se signifikantně neodlišovaly průměrné šířky koruny semenáčků u zakmenění 0,5 se zakmeněním 0,3 a u zakmenění 0,7 se zakmeněním 0,5 (*Tabulka 10*).

Tabulka 10. Vícenásobné porovnání průměru korun z celkového počtu jedinců borovice lesní pro jednotlivé varianty zakmenění.

Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Průměr koruny (cm)				
Nezávislá (grupovací) proměnná : Zakmenění				
Kruskal-Wallisův test: H (3, N= 282) =46,56334 p =,0000				
Závislá: Průměr koruny (cm)	Zakmenění 0,3 R:152,57	Zakmenění 0,7 R:104,30	Zakmenění 0,5 R:119,08	Zakmenění 0,0 R:197,86
Zakmenění 0,3		0,001028	0,066534	0,007200
Zakmenění 0,7	0,001028		1,000000	0,000000
Zakmenění 0,5	0,066534	1,000000		0,000001
Zakmenění 0,0	0,007200	0,000000	0,000001	

Vícenásobné porovnání z' hodnot; Průměr koruny (cm)				
Nezávislá (grupovací) proměnná : Zakmenění				
Kruskal-Wallisův test: H (3, N= 282) =46,56334 p =,0000				
Závislá: Průměr koruny (cm)	Zakmenění 0,3 R:152,57	Zakmenění 0,7 R:104,30	Zakmenění 0,5 R:119,08	Zakmenění 0,0 R:197,86
Zakmenění 0,3		3,757960	2,539881	3,238875
Zakmenění 0,7	3,757960		1,047801	6,300724
Zakmenění 0,5	2,539881	1,047801		5,201467
Zakmenění 0,0	3,238875	6,300724	5,201467	

V Grafu 40 jsou srovnány průměrné šířky korun z celkového počtu semenáčků (jednoleté + dvouleté + víceleté) v jednotlivých variantách příprav půd po ukončení vegetační sezóny 2021 (poslední měření proběhlo ke dni 8. 11. 2021).



Graf 40. Krabicový graf průměru šířky korun celkových počtů jedinců borovice lesní v jednotlivých variantách přípra půdi po ukončení vegetační sezóny 2021 (měření 8. 11. 2021).

Na základě K-W testu ($H = 18,23$, $df = 3$, $p = 0,00$) lze konstatovat, že rozdíly byly signifikantní. Z vícenásobného porovnání vyplývá, že se signifikantně odlišovala průměrná šířka koruny semenáčků ve variantě bez přípravy půd, kromě kombinace s přípravou půdy pomocí řádkovače (Tabulka 11).

Tabulka 11. Vícenásobné porovnání průměru koruny z celkového počtu jedinců borovice lesní pro jednotlivé varianty přípravy půd.

		Vícenásobné porovnání z' hodnot; Průměr koruny (cm) Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravy půdy Kruskal-Wallisův test: $H (3, N= 282) =18,22701$ $p =,0004$			
Závislá: Průměr koruny (cm)		shrnutí klestu R:138,40	fréza R:120,24	řádkač R:151,61	bez přípravy R:187,05
shrnutí klestu			1,442467	0,998223	2,849759
fréza		1,442467		2,529041	4,064819
řádkač		0,998223	2,529041		2,092504
bez přípravy		2,849759	4,064819	2,092504	
		Vícenásobné porovnání p hodnot (oboustr.); Průměr koruny (cm) Nezávislá (grupovací) proměnná : Přípravy půdy Kruskal-Wallisův test: $H (3, N= 282) =18,22701$ $p =,0004$			
Závislá: Průměr koruny (cm)		shrnutí klestu R:138,40	fréza R:120,24	řádkač R:151,61	bez přípravy R:187,05
shrnutí klestu			0,895025	1,000000	0,026251
fréza		0,895025		0,068625	0,000288
řádkač		1,000000	0,068625		0,218361
bez přípravy		0,026251	0,000288	0,218361	

6. Diskuse

Výsledky tohoto výzkumu dokazují, že se borovým porostům, co se týče kvantity, daří více v mikroklimatu pod mateřským porostem ($9 \text{ ks/m}^2 \pm 3 \text{ S.D.}$) oproti porostu vznikajícímu na holině ($5 \text{ ks/m}^2 \pm 1 \text{ S.D.}$). Avšak u kvalitativních znaků víceletých jedinců v zakmenění 0,0 dochází k velikým výškovým rozdílům oproti jedincům pod mateřským porostem. Průměrná výška víceletých jedinců v zakmenění 0,0 byla $68,74 \text{ cm} \pm 15 \text{ S.D.}$ a u víceletých jedincích obnovených pod mateřským porostem byla zjištěna průměrná výška $29,86 \text{ cm} \pm 16 \text{ S.D.}$, nehledě na úpravu půd.

Dále výsledky z výzkumu prokazují důležitost přípravy půdy, která může výrazně ovlivnit počty jedinců v přirozené obnově. Tyto pozitivní účinky můžeme nalézt v několika studiích (Béland a kol., 2000; Nilsson a kol., 2002; Örlander a kol., 1996; Karlsson a Nilsson, 2005; Aleksandrowicz-trzcińska a Drozdowski, 2014). Povrch často bývá pokryt buřeni a bez přípravy půdy, která nadzemní částí vytváří tzv. nepropustnou bariéru zástinu, a dokonce je zde i vysoká konkurence z kořenového systému bylinného patra, což silně stěžuje přirozenou obnovu semenáčků borovice (Aleksandrowicz-trzcińska a Drozdowski, 2014). Výsledky těchto studií by mohli být významného charakteru do budoucna, protože se v současné době můžeme čím dál více setkávat s pojmem přírodě blízké hospodaření, ve kterém záleží na odolnosti porostu vůči abiotickým a biotickým faktorům. V současné době je důležitá adaptabilita na měnící se podmínky prostředí, především na suchá období, která jsou za posledních pár let velmi častá (Oleskog a Sahlén, 2010). Díky těmto aspektům v této době nabývá přírodně blízké hospodaření na čím dál větší důležitosti.

Největší počty u přirozené obnovy v tomto výzkumu vyšly v zakmenění 0,3 s kombinací přípravy půdy pomocí lesní frézy ($16 \text{ ks/m}^2 \pm 4 \text{ S.D.}$) a řádkovače ($11 \text{ ks/m}^2 \pm 4 \text{ S.D.}$). K podobnému závěru došla studie od Brichty a kol. (2020), ve které dosáhli nejlepších výsledků v kombinaci zakmenění 0,4 a přípravy půdy pomocí řádkovače ($32,40 \text{ ks/m}^2 \pm 34,21 \text{ S.D.}$). Örlander a kol. (1996) potvrzuje, že kvalita porostu je ovlivněna přípravou půdy statisticky významným způsobem. Další studie od Nilssona a kol. (2002) prokazatelně potvrdila významný vliv přípravy půdy pro přirozenou obnovu semenáčků. V této studii bylo též zjištěno více jedinců na ploše s odhaleným minerálním horizontem ($0,5$ do $2,3 \text{ ks/m}^2$) oproti ploše, která na které byla vynechána úprava půdy ($0,5 \text{ ks/m}^2$).

Přirozená obnova je důležitá nejen na různých přípravách půdy, ale i na intenzitě hustoty mateřského porostu. Dle Šindeláře (2004) stačí pro obnovu borovice lesní snížit zakmenění na 0,7, protože v takto vysokém zakmenění nedochází k velkému rozvoji přízemní vegetace, a proto mají semenáčky větší šanci vyklíčit. Dle studie od Bélanda a kol. (2000) byla zjištěna největší hustota jedinců (9 ks/m^2 semenáčků přirozené obnovy) při hustotě mateřského porostu o 200 stromech ks/ha , dále bylo dosaženo 5 ks/m^2 semenáčků při hustotě porostu 160 stromů ks/ha a nejmenších počtů bylo dosaženo na holoseči ($0,4 \text{ ks/m}^2$). Výsledky jednotlivých variant se značně od sebe liší, kdy v našem výzkumu nejlépe vyšlo zakmenění 0,3 ($10 \text{ ks/m}^2 \pm 4 \text{ S.D.}$), poté zakmenění 0,5 a 0,7 (po $8 \text{ ks/m}^2 \pm 3 \text{ S.D.}$) a nejhůře na tom bylo zakmenění 0,0 ($5 \text{ ks/m}^2 \pm 1 \text{ S.D.}$). Musíme brát v potaz, že obě studie byly prováděny s menšími odlišnostmi, ale pro rámcové porovnání úspěšnosti přirozeného zmlazení borovice lesní mohou dobře posloužit. Nízké počty semenáčků na zakmenění 0,0 vysvětluje Béland a kol. (2000) tím, že na holé ploše jsou vyšší teploty a následný rychlý výpar vody z této plochy. Na rozdíl od ostatních ploch, které jsou pře teplem chráněny mateřským porostem a vytváří pro klíčivost semen vhodnější mikroklima.

Dále byla půdní vlhkost zkoumána ve studii od Erefura a kol. (2008), ve které popisují, že na holé ploše může půdní vlhkost mít větší podíl než pod clonou mateřského porostu (kvůli absenci mateřského porostu). Součástí výzkumu na Mariana II nebylo měření půdní vlhkosti, nicméně z paralelních šetření na sousedních plochách se skutečně projevují méně příznivé vláhové poměry ve variantách s vyšší konkurencí mateřského porostu (zakmenění 0,7 a 0,5) oproti variantě 0,4 a holina (ústní sdělení). Zvyšující se počty jedinců se snižujícím zakmeněním, je zapříčiněna právě dostupností světla (Messier a kol., 1999), což se prokázalo i v našem výzkumu.

Kuuluvainen a Pukkala (1989) zkoumaly přirozenou obnovu borovice lesní pod mateřským porostem. Z výzkumu bylo patrné, že nejmenší počty jedinců byly přímo pod mateřským jedincem a s pozvolnou vzdáleností od stromu se jejich počet zvyšoval. Už jen ve vzdálenosti 8 m od kmene stromu byl zjištěn pětkrát vyšší počet semenáčků. Předpokládáme také, že v následujících letech bude mít konkurence mateřských stromů vliv na rychlost růstu a na kvalitu stromů vzniklým pod zápojem. Dále bylo zjištěno, že pravděpodobnost snižování počtu semenáčků okusem zvěře se zvyšuje s úrovní zapojení porostu, kdy byl překvapivě větší počet poškozených jedinců patrný právě pod porostem. V našem výzkumu bylo zjištěno minimální poškození obnovovaných jedinců zvěří. Dále

Kuuluvainen a Pukkala (1989) zjistili že nejlepších hodnot přirozené obnovy došlo u přípravy půdy pomocí řádkovače. Což se s naší prací neshoduje, ale výsledků dosahoval řádkovač ($10 \text{ ks/m}^2 \pm 4 \text{ S.D.}$) a shrnovač klestu ($10 \text{ ks/m}^2 \pm 4 \text{ S.D.}$) podobných hodnot jako lesní fréza ($12 \text{ ks/m}^2 \pm 4 \text{ S.D.}$), nehledě na zakmenění. Po tomto porovnání můžeme říci, že příprava půdy má veliký vliv na počty obnovených jedinců, protože na ploše bez přípravy se vyskytovaly $2 \text{ ks/m}^2 \pm 2 \text{ S.D.}$ Nejlepších výsledků dosáhl řádkovač v zakmenění 0,3 ($11 \text{ ks/m}^2 \pm 4 \text{ S.D.}$).

V tomto výzkumu byla zjištěna minimální mortalita u víceletých jedinců, u dvouletých jedinců došlo k největší mortalitě mezi těmito daty 5.11.2020 a 7.6.2021, Největší pokles jedinců byl zaznamenán v zakmenění 0,7 u přípravy půdy lesní frézou (pokles o 34 ks/m^2) a v zakmenění 0,3 u přípravy řádkovačem (pokles o 29 ks/m^2). U jednoletých jedinců došlo k největší mortalitě v přípravách půdy u shrnovače klestu a lesní frézy v zakmenění 0,7 a 0,5. Ve všech věkových stádiích byla nejmenší mortalita zjištěna v zakmenění 0,0 u všech příprav půd. Takto vysoké úbytky dvouletých a jednoletých jedinců mohou být zapříčiněny vyšším počtem ($6 \text{ ks/m}^2 \pm 7 \text{ S.D.}$) pod mateřským porostem) a velkým zápojem korun ($23,29 \text{ cm} \pm 3,37 \text{ S.D.}$) víceletých jedinců. U zakmenění 0,0 by mohla být nízká mortalita zapříčiněná pouze malým množstvím vyklíčených jednoletých jedinců ($0 \text{ ks/m}^2 \pm 0 \text{ S.D.}$), mortalitou dvouletých jedinců přes zimní období a celkově následné malé počty ($0 \text{ ks/m}^2 \pm 0 \text{ S.D.}$). Takto malý počet jedinců je zapříčiněn výškou ($68,68 \text{ cm} \pm 3,98 \text{ S.D.}$) a šířkou koruny ($45,48 \text{ cm} \pm 8,14 \text{ S.D.}$) víceletých jedinců, který jsou v malém počtu ($4 \text{ ks/m}^2 \pm 3 \text{ S.D.}$), ale dosahují zápoje na ploše okolo 90 %.

Ve studii z jižního Finska od De Chantal (2003), uvádí po dvouletém výzkumu průměrnou výšku 4,7 cm. Což se v našem výzkumu shoduje s průměrnou výškou dvouletých semenáčků ($5 \text{ cm} \pm 1,22 \text{ S.D.}$). Průměrně nejvyšších jedinců bylo v našem výzkumu dosaženo zakmenění 0,0 ($23,87 \text{ cm} \pm 13,12 \text{ S.D.}$). Dále v zakmenění 0,3 ($16,29 \text{ cm} \pm 8,02 \text{ S.D.}$), v zakmenění 0,5 ($13,16 \text{ cm} \pm 5,99 \text{ S.D.}$) a nejmenší průměrné šířky koruny vykazovalo zakmenění 0,7 ($9,39 \text{ cm} \pm 4,25 \text{ S.D.}$). Nejvyšších víceletých jedinců vykazovalo zakmenění 0,0 ($68,68 \text{ cm} \pm 3,98 \text{ S.D.}$). U kombinace bez přípravy půdy dosahovaly víceletí jedinci nejvyšší výšky $87,26 \text{ cm} \pm 39,71 \text{ S.D.}$). Dále vycházela podobně kombinace zakmenění 0,0 a přípravy půdy pomocí shrnovače klestu $73,82 \text{ cm} \pm 43,12 \text{ S.D.}$) a přípravy půdy řádkovačem ($68,20 \text{ cm} \pm 37,93 \text{ S.D.}$). Vyšší víceletí jedinci byly zaznamenány v zakmenění 0,3 ($38,74 \text{ cm} \pm 1,59 \text{ S.D.}$) a 0,5

(30,29 cm \pm 4,16 S.D.) a nejmenší víceletí jedinci byly zjištěni v zakmenění 0,7 (20,55 cm \pm 1,58 S.D.).

Největších průměrů šířky koruny dosáhly jedinci v zakmenění 0,0 (16,12 cm \pm 8,69 S.D.). V zakmenění 0,3 (13,23 cm \pm 4,60 S.D.), v zakmenění 0,5 (11,45 cm \pm 3,89 S.D.) a nejmenší průměrné šířky koruny vykazovalo zakmenění 0,7 (8,26 cm \pm 3,06 S.D.). V kombinaci zakmenění a přípravy půdy nejlépe vycházela varianta v zakmenění 0,0 a shrnovač klestu (22,01 cm \pm 10,69 S.D.). Nejmenších průměrů bylo v kombinaci zakmenění 0,7 a přípravy půdy lesní frézou (6,71 cm \pm 3,22 S.D.).

Po takto shrnutých výsledcích můžeme říci, že nejlepších výsledků u průměru výšek a šířek korun dosahuje zakmenění 0,0 a nejhorších výsledků zakmenění 0,7. Dle výsledků je zřejmé že se snižujícím zakmeněním se zvyšují výšky a průměry šířky korun obnovovaných jedinců, což je zapříčiněno právě dostupností světla.

7. Závěr a doporučení pro lesnickou praxi

Tato práce se zabývala zpracováním a srovnáním kvantitativních a kvalitativních parametrů jedinců v přirozené a umělé obnově borovice lesní v LHC Břehyně na ploše Mariánka II. Výzkum na této ploše probíhá od roku 2017, na jaře tohoto roku byly založeny experimentální plochy s různým zakmeněním (zakmenění 0,7; 0,5; 0,3 a holoseč) s různou přípravou půd (shrnutí klestu, lesní fréza, řádkovač a kontrola bez přípravy půdy).

Na základě výsledků výzkumu, bylo zjištěno, že přirozená obnova borovice lesní, u celkových počtů jedinců, byla nejlepší v kombinaci u zakmenění 0,3 a přípravy půdy pomocí lesní frézy ($16 \text{ ks/m}^2 \pm 4 \text{ S.D.}$). Nejmenší počty byly zjištěny ve všech zakmenění s kombinací bez přípravy půdy ($3 \text{ ks/m}^2 \pm 2 \text{ S.D.}$).

Co se týče průměrné výšky všech jedinců byl zjištěn největší průměr v zakmenění 0,0 s kombinací bez přípravy půdy, kde byl změřený průměr $29,4 \text{ cm} \pm 13,21 \text{ S.D.}$. Největší průměr koruny byl naměřen v kombinaci zakmenění 0,0 a pomocí shrnovače klestu o průměru $22,0 \pm 10,68 \text{ S.D.}$

Ze zjištěných výsledků této studie vyplývá, že často největší počty vykazovalo zakmenění 0,3. Tyto počty byly zjištěny hlavně u přípravy pomocí lesní frézy. Nejméně semenáčků bylo v zakmenění 0,0, které oproti ostatním zakmeněním vykazovalo veliký výškový rozdíl u víceletých jedinců. Tento fakt by mohl do budoucna představovat veliké rozdíly v kvalitě a budoucí produkci daného porostu. Lze tak říci, že na kvantitu a kvalitu semenáčků má výrazný vliv jak příprava půdy, tak i snížení zakmenění porostu.

Tedy pro jednoznačné výsledky je nutné ve výzkumu pokračovat i v delší časové periodě a stanovit mortalitu přirozené obnovy a celkové odrůstání v odlišných mikrostaništních podmínkách.

8. Seznam literatury a použitých zdrojů

Tištěné publikace:

ALEKSANDROWICZ-TRZCIŃSKA, M.; DROZDOWSKI, S. *Effects of different methods of site preparation on natural regeneration of Pinus sylvestris in Eastern Poland*. 2014.71, 73–81.

BÉLAND, M.; AGESTAM, E.; EKÖ, P. M.; GEMMEL, P.; NILSSON, U. *Scarification and Seedfall affects Natural Regeneration of Scots Pine Under Two Shelterwood Densities and a Clearcut in Southern Sweden*. *Scand. J. For. Res.* 15, 2000. 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*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i. Lesnický průvodce. 2017 (9). 50 s. ISBN 978-80-7417-149-9

BOLLINGER, M. *Keře*. Ilustroval Hans HELD. Praha: Ikar, Průvodce přírodou, 1998. ISBN 80-7202-302-0.

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.

ČERMÁK, P.; JANKOVSKÝ, L. *Škody ohryzem, loupáním a následnými hnilobami*. Brno: Folia Forestalia Bohemica, Lesnická práce, 2006. 50 s.

ČERNÝ, M.; PAŘEZ, J.; MALÍK, Z.: *Růstové a taxační tabulky hlavních dřevin České republiky (smrk, borovice, buk, dub)*. Jílové u Prahy: IFER. 1996. 245 s.

de CHANTAL, M.; LEINONEN, K.; 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*, 2003. 176 s. 321-336.

DURYEA, M. L. *Forest regeneration methods: natural regeneration, direct seeding and planting*. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida, 1987. s. 13.

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

HENDRYCH, V. *Ochrana lesů – učební text pro lesnické technické školy*. 1. vyd. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1956. 257 s.

HOLUŠA, J. Hřebenule ryšavá – Neodiprion sertifer (Geoff.). Lesnická práce, 2002. 81 (8): i-iv.

CHMELAŘ, J.: *Dendrologie s ekologií lesních dřevin*. 1. část. Jehličnany, 2. vyd. Státní pedagogické nakladatelství Praha, 1990a. 91 s. číslo publikace 1504-6593.

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.

KNÍŽEK, M. *Lýkohub sosnový (Tomicus piniperda (L.)) – lýkohub menší (Tomicus minor (Hartig.))*. Lesnická práce. 1998. 77 (4): i-iv.

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

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.

KUPKA, I. *Pěstování lesů I*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2008. 320 s. ISBN 978–80–213–1782–6.

LIŠKA, J. *Obaleč prýtový – Rhyacionia buoliana (D. & Sch.)*. Lesnická práce. 2004. 83 (9): i-iv.

MADĚRA, P.; ÚRADNÍČEK L. *Dřeviny České republiky*. 1. vyd. Písek: Matice lesnická, 2001. 333 s. ISBN 80–86271–09–9.

MESSIER, C.; DOUCET, R.; RUEL, J.-C.; CLAVEAU, Y.; KELLY, C.; LECHOWICZ, M.J., *Functional ecology of advance regeneration in relation to light in boreal forests*. Can. J. For. Res. 29, 1999. 812–823.

MIKESKA, M.; VACEK, S.; PRAUSOVÁ, R.; SIMON, J.; MINX, T.; PODRÁZSKÝ, V.; MALÍK, V.; KOBLIHA, J.; 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.

MODLINGER, R.; A KNÍŽEK, M. *Klikoroh borový – Hylobius abietis (L.)*. Lesnická práce. 2009. 88 (10): i-iv.

MUSIL, I.; HAMERNÍK J. *Jehličnaté dřeviny: přehled nahosemenných i výtrusných dřevin: Lesnická dendrologie*. 1. Vyd. 1. Praha: Academia, 2007. 352 s. ISBN 978-80-200-1567-9.

MZe. *Zelená zpráva: Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství České republiky v roce 2020*. 2020. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR. ISBN: 978-80-7434-530-2.

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

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

NOVÁK, J. – DUŠEK, D. – SLODIČÁK, M.: *Výchova porostů borovice lesní a poškození sněhem. [Thinning of Scots pine stands and snow damage]*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., VS Opočno. Zprávy lesnického výzkumu, 2013, 58 (2), 147-157 s.

OLESKOG, G.; SAHLÉN, K. *Effects of Seedbed Substrate on Moisture Conditions and Germination of Pinus sylvestris Seeds in a Clearcut* Effects of Seedbed Substrate on Moisture Conditions and Germination of Pinus sylvestris Seeds in a Clearcut 2010. 7581.

ÖRLANDER, G.; EGNELL, G.; ALBREKTSON, A. *Long-term effects of site preparation on growth in Scots pine*. For. Ecol. Manage. 1996. 86, 27-37.

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

PEŠKOVÁ, V.; SOUKUP, F. *Kornice borová – Cenangium ferruginosum (Fr.)*. Lesnická práce. 2011. 90 (12): i-iv.

PEŠKOVÁ, V.; SOUKUP, F.; KNÍŽEK, M. *Biotičtí škodliví činitelé na borovici a sucho*. Lesnická práce, 2016. 90 (12): i-iv.

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

PLÍVA, K. *Typologický klasifikační systém ÚHÚL*. Brandýs nad Labem: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 1987. 52 s.

POLANSKÝ, B. *Pěstění lesů II. – Všeobecné pěstění lesů*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1955. 427 s.

POLANSKÝ, B. *Pěstění lesů III. – Speciální pěstění lesů*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1956. 595 s.

POLENO, Z.; VACEK, S.; PODRÁZSKÝ, V. *Pěstování lesů. III., Praktické postupy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009. 951 s. ISBN 978-80-87154-34-2.

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

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

SLODIČÁK, M.; KACÁLEK, D.; MAUER, O. DUŠEK, D.; HOUŠKOVÁ, K.; JURÁSEK, A.; LEUGNER, J.; NOVÁK, J.; SOUČEK, J.; ŠPULÁK, O.; PODRÁZSKÝ, V.; ZOUHAR, V. *Meliorační a zpevňující funkce lesních dřevin v CHS borového a smrkového hospodářství: certifikovaná metodika*. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i. Lesnický průvodce. 2017 (7). ISBN 978-80-7417-153-6.

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

ÚHÚL. *Oblastní plán rozvoje lesů, přírodní lesní oblast 18 Severočeská pískovcová plošina a Český Ráj*. Brandýs nad Labem, pobočka Jablonec nad Nisou: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, 2001. 570 s.

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

ÚRADNÍČEK, L.; CHMELAŘ, J. *Dendrologie lesnická 1. část, Jehličnany*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 1995, s. 130 s. ISBN 80-7157-162-8. –

ÚRADNÍČEK, L.; MADĚRA, P.; KOBLÍŽEK, J.; TICHÁ, S. *Dřeviny České republiky*. Praha, Lesnická Práce, 2009. 367 s. ISBN: 978-80-87154-62-5.

VÉLE, A.; LIŠKA, J. *Sosnokaz borový – Panolis flammea (Denis & Schiffermüller, 1775)*. Lesnická práce. 2019. 98 (12): i-iv.

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

ZAHRADNÍK, P.; KNÍŽEK, M. *Lýkožrout vrcholkový – Ips acuminatus (Gyll.)*. Lesnická práce. 1999. 78 (12): i-iv.

Zpravodaj ochrany lesa. *Škodliví činitelé v lesích Česka 2020/2021: Ochrana lesa na kalamitních holinách*. Sborník referátů z celostátního semináře s mezinárodní účastí. Praha: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Jíloviště – Strnady. 2021. Svazek 24. ISBN 978-80-7417-210-6.

Webové stránky:

Česká republika, Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 139/2004 Sb., ze dne 1.4.2004, *kteřou 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 Sbíрка zákonů České republiky. 2004, částka 46/2004. 1955 s. Dostupné také z WWW: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-139>>.

Česká republika, Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 456/2021 Sb., ze dne 10.12.2021, *Vyhláška o podrobnostech přenosu reprodukčního materiálu lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnostech o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa*. In Sbíрка zákonů České republiky. 2021, částka 204/2021. Dostupné také z WWW: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-456>>.

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 Sbirka zákonů České republiky. 1995, částka 76/1995. 39F46 s. Dostupné také z WWW: <<https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1995-289>>.

HALLA, P. *Nejmohutnější borovice u nás roste u Lomu u Tachova. Její konec se nejspíš blíží*. Český rozhlas [online]. 2017_14_02 [cit. 2022_02_01]. Dostupné také z WWW: <<https://regiony.rozhlas.cz/nejmohutnejsi-borovice-u-nas-roste-u-lomu-u-tachova-jeji-konec-se-nejspis-blizi-7416911>>

9. Seznam příloh

Příloha 1. Doplnující tabulka ke grafům 1-4: Průměrné počty jednoletých semenáčků přirozené obnovy(ks/m ²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy	92
Příloha 2. Doplnující tabulka ke grafům 5-8: Průměrné počtydvouletých semenáčků přirozené obnovy (ks/m ²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy	93
Příloha 3. Doplnující tabulka ke grafům 9-12: Průměrné počty víceletých semenáčků přirozené obnovy (ks/m ²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy	94
Příloha 4. Doplnující tabulka ke grafům 13-16: Průměrné počty jednoletých semenáčků z umělé obnovy (ks/m ²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy	95
Příloha 5. Doplnující tabulka ke grafům 17-20: Průměrné počty semenáčků z umělé obnovy (ks/m ²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy	96
Příloha 6. Doplnující tabulka ke grafům 21-24: Průměrné počty víceletých semenáčků z umělé obnovy (ks/m ²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy	97
Příloha 7. Doplnující tabulka ke grafům 31 a 36: Průměrné výšky a koruny jednoletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a úprav půd.	98
Příloha 8. Doplnující tabulka ke grafům 32 a 37: Průměrné výšky dvouletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a úprav půd.	98
Příloha 9. Doplnující tabulka ke grafům 33 a 38: Průměrné výšky víceletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a úprav půd.	99
Příloha 10. Lokalita Marina II s jednotlivými zakmeněními v roce 2021: A – zakmenění 0,3, B – zakmenění 0,7, C – zakmenění 0,5, D – zakmenění 0,0	100
Příloha 11. Porovnání průměrných víceletých semenáčků ve čtyřech variantách zakmenění v roce 2021: A – zakmenění 0,3, B – zakmenění 0,7, C – zakmenění 0,5, D – zakmenění 0,0	101

10. Přílohy

Příloha 1. Doplnující tabulka ke grafům 1-4: Průměrné počty jednoletých semenáčků přirozené obnovy(ks/m²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy

Průměrné počty jednoletých semenáčků přirozené obnovy (ks/m ²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy							
Datum sběru dat		07.06.2021	08.07.2021	09.08.2021	13.09.2021	17.10.2021	08.11.2021
Zakmenění 0,3	bez přípravy	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	1	1	0	0	0	0
	shrnutí klestu	2	2	2	2	2	2
	směr.odchylka	4	3	2	2	2	2
	fréza	6	4	3	3	3	3
	směr.odchylka	5	3	2	2	2	2
	řádkovač	5	4	3	3	1	1
	směr.odchylka	5	4	3	3	1	1
Zakmenění 0,7	bez přípravy	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	0	0	0	0	0	0
	shrnutí klestu	8	8	7	4	2	2
	směr.odchylka	5	5	5	4	2	2
	fréza	12	10	8	6	4	4
	směr.odchylka	8	6	4	3	2	2
	řádkovač	2	1	2	2	2	1
	směr.odchylka	2	2	2	1	1	1
Zakmenění 0,5	bez přípravy	1	1	1	1	1	1
	směr.odchylka	2	2	1	1	1	1
	shrnutí klestu	9	8	6	3	3	3
	směr.odchylka	5	5	5	2	2	2
	fréza	8	9	6	4	3	3
	směr.odchylka	7	7	5	3	3	3
	řádkovač	3	2	1	1	1	1
	směr.odchylka	3	2	1	1	1	1
Zakmenění 0	bez přípravy	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	0	0	0	0	0	0
	shrnutí klestu	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	0	0	1	0	0	0
	fréza	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	1	0	0	0	0	0
	řádkovač	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	0	0	1	0	0	0

Příloha 2. Doplňující tabulka ke grafům 5-8: Průměrné počtydvouletých semenáčků přirozené obnovy (ks/m²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy

Průměrné počty dvouletých semenáčků přirozené obnovy (ks/m ²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy													
Datum sběru dat		06.06.2020	13.07.2020	15.08.2020	06.09.2020	07.10.2020	05.11.2020	07.06.2021	08.07.2021	09.08.2021	13.09.2021	17.10.2021	08.11.2021
Zakmenění 0,3	bez přípravy	7	7	7	6	6	6	1	1	1	0	0	0
	směr.odchylka	14	15	15	15	15	15	2	2	2	1	1	1
	shrnutí klestu	18	19	19	21	21	21	6	4	2	1	1	1
	směr.odchylka	18	19	19	20	20	20	7	4	3	2	2	2
	fréza	27	34	35	34	34	34	10	6	4	3	2	2
	směr.odchylka	23	25	26	26	26	26	8	6	4	4	3	3
	řádkovač	20	23	23	37	37	37	9	5	3	2	1	0
	směr.odchylka	18	24	24	23	23	23	10	5	3	3	2	1
Zakmenění 0,7	bez přípravy	1	2	2	2	2	2	1	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	0
	shrnutí klestu	24	25	25	25	25	25	5	3	2	2	1	1
	směr.odchylka	19	19	19	19	19	19	6	5	3	3	2	2
	fréza	37	39	40	39	39	39	5	3	2	2	1	1
	směr.odchylka	25	25	26	25	25	25	8	5	4	4	2	2
	řádkovač	29	30	31	30	30	30	5	4	3	2	1	1
	směr.odchylka	31	33	33	32	32	32	7	6	5	3	3	3
Zakmenění 0,5	bez přípravy	3	3	3	3	3	3	1	1	1	1	0	0
	směr.odchylka	6	6	6	6	6	6	3	2	2	2	2	2
	shrnutí klestu	15	16	16	16	16	16	3	2	1	1	1	1
	směr.odchylka	21	21	21	21	21	21	7	4	2	2	2	2
	fréza	26	26	26	26	26	26	7	3	2	2	1	0
	směr.odchylka	22	23	23	23	23	23	14	5	4	3	3	2
	řádkovač	25	25	25	25	25	25	4	2	1	1	1	0
	směr.odchylka	25	25	25	25	25	25	7	4	3	2	3	1
Zakmenění 0	bez přípravy	2	2	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	3	3	3	3	3	3	1	1	0	0	0	0
	shrnutí klestu	5	5	5	5	5	5	1	1	0	0	0	0
	směr.odchylka	5	5	5	5	5	5	2	2	1	1	1	1
	fréza	10	10	10	9	9	9	1	1	1	0	0	0
	směr.odchylka	7	8	8	7	7	7	3	1	1	1	1	0
	řádkovač	7	8	8	8	8	8	1	1	1	1	0	0
	směr.odchylka	8	8	8	8	8	8	3	3	2	1	1	0

Příloha 3. Doplňující tabulka ke grafům 9-12: Průměrné počty víceletých semenáčků přirozené obnovy (ks/m²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy

Průměrné počty víceletých semenáčků přirozené obnovy (ks/m ²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy							
Datum sběru dat		07.06.2021	08.07.2021	09.08.2021	13.09.2021	17.10.2021	08.11.2021
Zakmenění 0,3	bez přípravy	4	4	4	3	3	3
	směr.odchylka	5	5	5	5	5	5
	shrnutí klestu	10	9	8	8	8	8
	směr.odchylka	8	7	7	7	7	7
	fréza	17	14	12	11	11	11
	směr.odchylka	12	8	7	7	7	7
	řádkovač	13	12	10	10	10	10
	směr.odchylka	10	9	9	9	9	9
Zakmenění 0,7	bez přípravy	2	2	2	2	2	2
	směr.odchylka	4	4	4	4	4	4
	shrnutí klestu	7	7	7	7	7	7
	směr.odchylka	7	7	7	7	7	7
	fréza	7	7	7	7	7	7
	směr.odchylka	7	7	7	7	7	7
	řádkovač	9	9	8	8	8	8
	směr.odchylka	12	12	12	12	12	12
Zakmenění 0,5	bez přípravy	3	2	2	2	1	1
	směr.odchylka	4	3	3	3	3	3
	shrnutí klestu	7	7	6	6	6	6
	směr.odchylka	9	8	8	8	8	8
	fréza	8	7	6	5	5	5
	směr.odchylka	8	7	5	5	5	5
	řádkovač	9	8	8	8	8	8
	směr.odchylka	8	8	8	8	8	8
Zakmenění 0	bez přípravy	3	3	3	3	3	3
	směr.odchylka	3	3	2	2	2	2
	shrnutí klestu	4	4	4	4	4	4
	směr.odchylka	2	2	2	2	2	2
	fréza	5	5	5	5	5	5
	směr.odchylka	3	3	3	3	3	3
	řádkovač	5	5	5	5	5	5
	směr.odchylka	4	4	4	4	4	4

Příloha 4. Doplnující tabulka ke grafům 13-16: Průměrné počty jednoletých semenáčků z umělé obnovy (ks/m²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy

Průměrné počty jednoletých semenáčků z výsevu (ks/m ²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy							
Datum sběru dat		07.06.2021	08.07.2021	09.08.2021	13.09.2021	17.10.2021	08.11.2021
Zakmenění 0,3	bez přípravy	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	0	0	0	0	0	0
	shrnutí klestu	7	3	8	1	0	0
	směr.odchylka	11	6	8	1	0	0
	fréza	0	0	2	2	2	2
	směr.odchylka	0	0	3	3	3	3
	řádkovač	4	4	4	3	0	0
	směr.odchylka	7	7	7	6	0	0
Zakmenění 0,7	bez přípravy	0	0	2	2	0	0
	směr.odchylka	0	0	2	2	0	0
	shrnutí klestu	2	2	2	7	7	7
	směr.odchylka	4	4	3	5	5	5
	fréza	2	2	2	7	7	7
	směr.odchylka	4	4	3	5	5	5
	řádkovač	3	3	3	2	0	0
	směr.odchylka	6	6	6	3	0	0
Zakmenění 0,5	bez přípravy	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	0	0	0	0	0	0
	shrnutí klestu	14	14	8	2	0	0
	směr.odchylka	14	14	11	3	0	0
	fréza	14	13	13	8	8	8
	směr.odchylka	14	13	13	8	8	8
	řádkovač	2	2	3	2	2	2
	směr.odchylka	3	3	4	4	4	4
Zakmenění 0	bez přípravy	2	2	2	1	1	1
	směr.odchylka	2	2	2	1	1	1
	shrnutí klestu	1	1	1	0	0	0
	směr.odchylka	1	1	1	0	0	0
	fréza	1	1	1	1	1	1
	směr.odchylka	1	1	1	1	1	1
	řádkovač	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	0	0	0	0	0	0

Příloha 5. Doplnující tabulka ke grafům 17-20: Průměrné počty semenáčků z umělé obnovy (ks/m²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy

Průměrné počty dvouletých semenáčků z výsevu (ks/m ²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy													
Datum sběru dat		06.06.2020	13.07.2020	15.08.2020	06.09.2020	07.10.2020	05.11.2020	07.06.2021	08.07.2021	09.08.2021	13.09.2021	17.10.2021	08.11.2021
Zakmenění 0,3	bez přípravy	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	shrnutí klestu	29	30	30	31	31	31	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	19	19	19	20	20	20	0	0	0	0	0	0
	fréza	30	31	33	33	33	33	10	8	7	3	2	2
	směr.odchylka	27	24	26	26	26	26	13	11	9	3	3	3
	řádkovač	52	62	64	72	72	72	14	12	10	7	2	2
	směr.odchylka	20	30	36	30	30	30	11	10	7	3	3	3
Zakmenění 0,7	bez přípravy	3	3	3	3	3	3	1	1	1	0	0	0
	směr.odchylka	3	3	3	3	3	3	1	1	1	0	0	0
	shrnutí klestu	29	30	30	30	30	30	2	2	2	2	2	2
	směr.odchylka	17	20	20	20	20	20	3	3	3	2	2	2
	fréza	52	52	54	54	54	54	8	7	4	4	2	2
	směr.odchylka	25	25	24	24	24	24	14	11	7	7	3	3
	řádkovač	49	51	53	55	55	55	8	4	4	2	1	1
	směr.odchylka	12	11	13	14	14	14	8	5	5	2	1	1
Zakmenění 0,5	bez přípravy	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	shrnutí klestu	15	15	15	15	15	15	2	1	0	0	0	0
	směr.odchylka	11	11	11	11	11	11	3	1	0	0	0	0
	fréza	41	41	41	41	41	41	8	5	2	2	1	0
	směr.odchylka	26	26	26	26	26	26	7	8	3	3	1	0
	řádkovač	23	23	23	23	23	23	1	1	1	0	0	0
	směr.odchylka	13	13	13	13	13	13	1	1	1	0	0	0
Zakmenění 0	bez přípravy	6	6	6	6	6	6	2	1	0	0	0	0
	směr.odchylka	4	4	4	4	4	4	3	1	0	0	0	0
	shrnutí klestu	4	4	4	4	4	4	2	1	0	0	0	0
	směr.odchylka	4	4	4	4	4	4	3	1	0	0	0	0
	fréza	9	9	9	9	9	9	2	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	7	7	7	7	7	7	3	0	0	0	0	0
	řádkovač	7	7	7	7	7	7	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	7	7	7	7	7	7	0	0	0	0	0	0

Příloha 6. Doplnující tabulka ke grafům 21-24: Průměrné počty víceletých semenáčků z umělé obnovy (ks/m²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy

Průměrné počty víceletých semenáčků z výsevu (ks/m ²) ve stupních proclonění s rozlišením na přípravu půdy							
Datum sběru dat		07.06.2021	08.07.2021	09.08.2021	13.09.2021	17.10.2021	08.11.2021
Zakmenění 0,3	bez přípravy	8	8	6	6	5	5
	směr.odchylka	5	5	4	4	5	5
	shrnutí klestu	24	21	16	16	12	12
	směr.odchylka	13	11	7	7	11	11
	fréza	12	12	10	10	10	10
	směr.odchylka	6	6	4	4	4	4
	řádkovač	20	19	19	18	18	18
	směr.odchylka	6	5	5	5	5	5
Zakmenění 0,7	bez přípravy	3	3	3	3	3	3
	směr.odchylka	6	6	6	6	6	6
	shrnutí klestu	7	7	7	7	7	7
	směr.odchylka	4	4	5	5	5	5
	fréza	17	16	16	15	13	13
	směr.odchylka	13	13	13	15	12	12
	řádkovač	29	29	26	26	26	24
	směr.odchylka	15	15	13	13	13	14
Zakmenění 0,5	bez přípravy	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	0	0	0	0	0	0
	shrnutí klestu	25	25	25	25	25	25
	směr.odchylka	12	12	12	12	12	12
	fréza	7	4	4	4	4	4
	směr.odchylka	5	3	3	3	3	3
	řádkovač	24	18	15	15	15	15
	směr.odchylka	16	19	14	14	14	14
Zakmenění 0	bez přípravy	6	6	6	6	6	6
	směr.odchylka	1	1	1	1	1	1
	shrnutí klestu	9	9	9	9	9	9
	směr.odchylka	3	3	3	3	3	3
	fréza	7	7	7	7	7	7
	směr.odchylka	2	2	2	2	2	2
	řádkovač	0	0	0	0	0	0
	směr.odchylka	0	0	0	0	0	0

Příloha 7. Doplňující tabulka ke grafům 31 a 36: Průměrné výšky a koruny jednoletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a úprav půd.

Průměrné výšky a koruny jednoletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a úprav půd					
Datum sběru dat 8.11.2021		Průměrné výšky (ks)	Směrodatná odchylka	Průměr koruny (cm)	Směrodatná odchylka
Zakmenění 0,3	bez přípravy	0,0	0,0	0,0	0,0
	shrnutí klestu	3,5	0,7	2,8	0,4
	fréza	3,6	1,3	2,8	0,3
	řádkovač	4,3	0,8	3,3	0,5
Zakmenění 0,7	bez přípravy	0,0	0,0	0,0	0,0
	shrnutí klestu	3,0	1,2	2,9	0,6
	fréza	3,3	1,6	3,2	1,1
	řádkovač	2,9	1,4	2,3	0,8
Zakmenění 0,5	bez přípravy	2,8	3,8	4,8	5,8
	shrnutí klestu	2,8	1,2	2,2	0,9
	fréza	2,7	1,1	2,7	0,7
	řádkovač	3,1	1,4	2,8	0,4
Zakmenění 0,0	bez přípravy	1,0	0,0	2,0	0,0
	shrnutí klestu	1,5	0,5	2,0	0,0
	fréza	2,0	1,0	0,0	0,0
	řádkovač	2,0	0,0	2,5	0,5

Příloha 8. Doplňující tabulka ke grafům 32 a 37: Průměrné výšky dvouletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a úprav půd.

Průměrné výšky a koruny dvouletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a úprav půd					
Datum sběru dat 8.11.2021		Průměrné výšky (ks)	Směrodatná odchylka	Průměr koruny (cm)	Směrodatná odchylka
Zakmenění 0,3	bez přípravy	6,0	0,0	7,0	0,0
	shrnutí klestu	6,0	1,7	10,0	0,0
	fréza	8,0	3,2	9,8	1,7
	řádkovač	9,1	1,4	9,5	2,5
Zakmenění 0,7	bez přípravy	0,0	0,0	0,0	0,0
	shrnutí klestu	7,1	1,5	7,5	0,5
	fréza	7,6	1,6	0,0	2,9
	řádkovač	6,6	2,5	9,3	2,6
Zakmenění 0,5	bez přípravy	5,0	0,7	6,0	0,0
	shrnutí klestu	6,0	0,9	8,0	0,0
	fréza	7,3	1,8	12,0	0,0
	řádkovač	7,0	1,4	7,0	0,0
Zakmenění 0,0	bez přípravy	0,0	0,0	0,0	0,0
	shrnutí klestu	5,0	3,0	5,0	2,0
	fréza	0,0	0,0	0,0	0,0
	řádkovač	0,0	0,0	0,0	0,0

Příloha 9. Doplnující tabulka ke grafům 33 a 38: Průměrné výšky víceletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a úprav půd.

Průměrné výšky a koruny víceletých semenáčků rozdělené podle zakmenění a úprav půd					
Datum sběru dat 8.11.2021		Průměrné výšky (ks)	Směrodatná odchylka	Průměr koruny (cm)	Směrodatná odchylka
Zakmenění 0,3	bez přípravy	42,1	22,9	31,9	7,3
	shrnutí klestu	39,9	22,0	27,9	12,9
	fréza	35,1	23,1	26,9	16,0
	řádkovač	37,8	19,1	26,8	13,6
Zakmenění 0,7	bez přípravy	24,1	10,9	23,6	8,5
	shrnutí klestu	19,8	9,5	16,4	4,8
	fréza	16,6	8,3	17,0	5,5
	řádkovač	21,8	12,5	17,1	9,3
Zakmenění 0,5	bez přípravy	33,2	9,2	18,0	12,0
	shrnutí klestu	24,3	13,9	23,2	10,4
	fréza	35,5	20,7	25,9	10,7
	řádkovač	28,1	15,9	24,8	5,8
Zakmenění 0,0	bez přípravy	87,3	39,7	52,3	36,2
	shrnutí klestu	73,8	43,1	58,9	30,1
	fréza	45,7	32,1	28,4	16,0
	řádkovač	68,2	37,9	42,4	19,2

Příloha 10. Lokalita Marina II s jednotlivými zakmeněními v roce 2021: A – zakmenění 0,3, B – zakmenění 0,7, C – zakmenění 0,5, D – zakmenění 0,0



Příloha 11. Porovnání průměrných víceletých semenáčků ve čtyřech variantách zakmenění v roce 2021: A – zakmenění 0,3, B – zakmenění 0,7, C – zakmenění 0,5, D – zakmenění 0,0

