

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra pěstování lesů



**Česká
zemědělská
univerzita
v Praze**

**Vývoj přirozené obnovy na holé seči a pod
porostní clonou na Plzeňsku**

Diplomová práce

Autor: Bc. Antonín Hrabí

Vedoucí práce: prof. Ing. Ivo Kupka, CSc.

Praha 2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Antonín Hrabí

Lesní inženýrství

Lesní inženýrství

Název práce

Vývoj přirozené obnovy na holé seči a pod porostní clonou na Plzeňsku

Název anglicky

Growth of Natural Regeneration on Clear-Cut Area and in Shelterwood system at Plzeň area

Cíle práce

Způsob provádění mýtné těžby je klíčovým faktorem pro vznik a výskyt přirozené obnovy, neboť se tím nastavují světelné a mikroklimatické podmínky pro její vznik a vývoj. Vyhodnocení stavu a kvality vzniklé přirozené obnovy může přinést některé další důležité údaje o vlivu těchto zcela rozdílných podmínek na konkrétních typech stanovišť. Cílem práce je provést ambulantní šetření v konkrétním porostu a zhodnotit vliv jednotlivých faktorů na výsledný stav přirozené obnovy.

Metodika

- Provedení rešerše literatury vztahující se k zadanému tématu – 6/21
- Výběr vhodných ploch na srovnatelných edafických kategoriích – 5/21
- Každá zkusná plocha by měla činit minimálně 0,5 aru, na kterých se provede základní dendrometrické šetření (určení druhu, zařazení do výškové třídy, vitalita a kvalita stromku) -9/21
- Přenesení získaných dat do PC a jejich statistické a grafické zpracování 11/21
- Vypracování 1. pracovní verze DP 1/22
- Předložení konečné verze vedoucímu DP – 4/22

Doporučený rozsah práce

min. 50 stran

Klíčová slova

obnova lesa, holina, mateřský porost, růst náletu

Doporučené zdroje informací

- AXER M. et al., 2021, Modelling natural regeneration of European beech in Saxony, Germany: identifying factors influencing the occurrence and density of regeneration. *European Journal of Forest Research*, Open access
- BÍLEK, L. – KUPKA, I. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ FAKULTA. *Structure and regeneration of forest stands with different management in the conditions of the National Nature Reserve Voděradské bučiny = struktura a obnova prostů s odlišným způsobem managementu v podmínkách NPR Voděradské bučiny [rukopis]*. Disertační práce. Praha: 2009.
- BOSE A. K. et al, 2016, Assessing the factors influencing natural regeneration patterns in the diverse, multi-cohort, and managed forests of Maine, USA. *Journal of Vegetation Science* 27(6): 1140-1150
- KUPKA, I. – ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE. KATEDRA PĚSTOVÁNÍ LESŮ. *Základy pěstování lesa*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a environmentální, 2005. ISBN 80-213-1308-0.
- KUPKA, I. *Fundamentals of silviculture*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Lesnická fakulta, 2002. ISBN 80-213-0986-5.
- POLENO, Z. *Trvale udržitelné obhospodařování lesů*. Praha: Ministerstvo zemědělství ČR, 1997.
- POLENO, Z. – VACEK, S. *Pěstování lesů . III.; Praktické postupy pěstování lesů*. Kostelec nad Česnými lesy: lesnická práce, 2009. ISBN 978-80-87154-34-2.
- POLENO, Z. – VACEK, S. – PODRÁZSKÝ, V. – ČESKO. MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. ÚSEK LESNÍHO HOSPODÁŘSTVÍ. *Pěstování lesů. II., Teoretická východiska pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007. ISBN 978-80-7084-656-8.
- POLENO, Z. – VACEK, S. – PODRÁZSKÝ, V. *Pěstování lesů. I., Ekologické základy pěstování lesů*. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007. ISBN 978-80-87154-07-6.
- VACEK, S. – VACEK, Z. – REMEŠ, J. – BÍLEK, L. – BALÁŠ, M. – PODRÁZSKÝ, V. – ŠTEFANČÍK, I. *Dynamika a management přírodních a přírodě blízkých lesů*. Praha: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, katedra pěstování lesů, 2016. ISBN 978-80-213-2654-5.

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FLD

Vedoucí práce

prof. Ing. Ivo Kupka, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra pěstování lesů

Elektronicky schváleno dne 22. 9. 2021

doc. Ing. Lukáš Bílek, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 7. 10. 2021

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 10. 04. 2022

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma "Vývoj přirozené obnovy na holé seči a pod porostní clonou na Plzeňsku" vypracoval samostatně pod vedením prof. Ing. Ivo Kupky, CSc. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

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

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

Podpis autora

„Tímto bych chtěl velmi poděkovat vedoucímu diplomové práce panu prof. Ing. Ivu Kupkovi, CSc. za odborné vedení, vstřícnost, trpělivost a čas, který mi po celou dobu zpracování této práce věnoval. Dále panu Larvovi, revírníkovi za poskytnutí praktických informací a rad. V neposlední řadě obrovské poděkování patří mé rodině, která mi poskytovala podporu v době celého studia.“

Abstrakt

Téma: Vývoj přirozené obnovy na holé seči a pod porostní clonou na Plzeňsku

Na území České republiky v Plzeňské pahorkatině vzdálené 16 km od Plzně bylo zkoumáno přirozené zmlazení na holosečném a podroostním způsobu hospodaření. Konkrétně v revíru Vysoká obhospodařována lesní správou Přeštice, Lesy České republiky. Na pěti párových plochách (holina, clonná seč) se srovnatelnými edafickými kategoriemi se zakládaly zkusné čtvercové plochy o ploše 25 m². Zjišťováno bylo množství zmlazení, výška, poškození, zabuřnění a druh dřeviny. Hodnotily se mikrostaništní podmínky, faktory ovlivňující výskyt a růst zmlazení. Změřená data byla následně vyhodnocena a zpracována v programu Excel, STATISTICA v.13.05.17. Zjistilo se množství, výška a stav přirozené obnovy na holině a pod mateřským porostem (po clonné seči). Průměrný počet náletu pod mateřským porostem byl 86 000 kusů na ha a na holině 8 800 kusů na ha. Výrazný vliv na průměrný počet semenáčků pod mateřským porostem měla plocha jedna s několikanásobně vyššími počty zmlazení. Mezi klíčové faktory ovlivňující výskyt zmlazení byla fruktifikace dřevin, „sousedský efekt (Neighborhood effects)“, vodní režim, teplota a světlo. Výsledky prokázaly, že pod mateřským porostem se vyskytuje větší počet semenáčků s vyšší výškovou a druhovou diverzitou, oproti holině. Vliv buřně a zvěře nebyl limitující. Závěrem lze konstatovat, že obnova clonnou sečí je vhodný obnovní způsob a na některých plochách s holou sečí je možné taktéž využít přirozenou obnovu při zakládání nového porostu.

Klíčová slova: holina, mateřský porost, obnova lesa, růst náletu

Abstract

Topic: Growth of Natural Regeneration on Clear-Cut Area and in Shelterwood system at Plzeň area

In the territory of the Czech Republic in the Plzeňská pahorkatina 16 km from Plzeň, natural regeneration on a clear-cut area and shelter-wood system were investigated. Specifically, in the Vysoká district managed by the Přeštice Forest Administration, Lesy České republiky. The monitored square areas of 25 m² were based on five pairs of areas (clear-cut, shelter-wood systems) with comparable edaphic categories. The number of seedlings, height, damage, weeding, and tree species was determined. Microclimatic conditions and factors influencing the occurrence and growth of regeneration were evaluated. The measured data were then evaluated and processed in Excel. The measurement determined the amount, height and state of natural regeneration on the clearing and under the mother stand. The average number of seedlings under the stand was 86,000 pieces per ha and 8,800 pieces per ha on the clearing. Area one with very high numbers of seedlings had a significant effect on the average number under the parent stand. Key factors influencing the incidence of regeneration included tree fructification, the "Neighborhood effects", water regime, temperature and light. The results showed that there is a larger number of seedlings with greater height and species diversity under the mother stand, compared to clear-cut. The influence of weeds and wildlife was not limiting. In conclusion, it can be stated that regeneration by shelter-wood system is a suitable regeneration method and in some areas with clear-cutting it is also possible to use natural regeneration when establishing a new stand.

Keywords: reforestation, clearing, parent vegetation, air raid growth

Obsah

1	ÚVOD.....	15
2	Cíle práce.....	16
3	Literární rešerše	17
3.1	Ekologie dřevin	17
3.2	Studované území	19
3.3	Obnova lesních porostů.....	19
3.4	Přirozená obnova lesa	20
4	Hospodářský způsob.....	22
4.1	Obnova holou sečí.....	22
4.2	Varianty obnovních sečí.....	23
4.2.1	Seč kulisová.....	23
4.2.2	Seč skupinová.....	23
4.2.3	Seč okrajová	23
4.2.4	Klínová seč	23
5	Obnova clonnou sečí	24
5.1	Varianty obnovních sečí.....	25
5.1.1	Bádenská seč	25
5.1.2	Konšelova seč.....	25
6	Násečný způsob	25
7	Výběrný způsob.....	26
7.1	Varianty sečí.....	26
7.1.1	Výběrná seč	26
7.1.2	Toulavá seč.....	26
8	Faktory ovlivňující přirozenou obnovu lesa.....	27
8.1	Abiotické faktory	27
8.1.1	Světlo.....	27

8.1.2	Voda	28
8.1.3	Teplota	29
8.2	Biotické faktory	32
8.2.1	Dřevina a mikroklimatické podmínky	32
8.2.2	Genetika	33
8.3	Poškození zvěří	33
8.4	Sousedský efekt (Neighborhood effects)	34
9	Metodika	36
9.1	Charakteristika revíru Vysoká	36
9.2	Výběr lokalit	36
9.3	Založení studované plochy	37
9.4	Zjišťované parametry ploch	37
9.4.1	Plocha 1	38
9.4.2	Plocha 2	40
9.4.3	Plocha 3	41
9.4.4	Plocha 4	42
9.4.5	Plocha 5	44
10	Výsledky	46
10.1	Plocha 1	46
10.2	Plocha 2	49
10.3	Plocha 3	52
10.4	Plocha 4	56
10.5	Plocha 5	61
10.6	Srovnání všech měřených ploch	64
10.7	Vliv zvěře, buřeně a korunového zápoje	68
10.8	Výsledky statistického hodnocení	70
11	Diskuse	73

12	Závěr.....	80
13	Seznam literatury a použitých zdrojů	82

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ:

Zkratky dřevin dle přílohy č. 2 Vyhlášky č. 298/2018 Sb

Seznam obrázků

Obrázek 1. Revír Vysoká vyznačen zeleně. Zdroj: EXT_LCR_Prehled_Porostní (lesycr.cz).....	36
Obrázek 2. Plocha 1, výřez lesnické mapy 1:714. Červeně vyznačena je clonná seč, černě holina). Zdroj: EXT_LCR_Prehled_Porostní (lesycr.cz).....	39
Obrázek 3. Clona 726A17/8a plocha 1.	39
Obrázek 4. Holina 726A6 plocha 1.	39
Obrázek 5. Plocha 2. výřez lesnické mapy 1:7143. Červeně vyznačena je clonná seč, černě holina. Zdroj: EXT_LCR_Prehled_Porostní (lesycr.cz).....	40
Obrázek 6. Clona 732G9.	41
Obrázek 7. Holina 732G9.....	41
Obrázek 8 Plocha 3. výřez lesnické mapy 1:7143. Červeně vyznačena je clonná seč, černě holina. Zdroj: EXT_LCR_Prehled_Porostní (lesycr.cz).....	42
Obrázek 9. Holina 732C8.....	42
Obrázek 10. Clona 732C8.	42
Obrázek 11. Plocha 4, výřez lesnické mapy 1:7143. Červeně vyznačena je clonná seč, černě holina. Zdroj: EXT_LCR_Prehled_Porostní (lesycr.cz).....	43
Obrázek 12. Clona 734D9.	44
Obrázek 13. Holina 734E8.	44
Obrázek 14. plocha 5, výřez lesnické mapy 1:7143. Červeně vyznačena je clonná seč, černě holina. Zdroj: EXT_LCR_Prehled_Porostní (lesycr.cz).....	45
Obrázek 15. clona 732C8.	45
Obrázek 16. holina 732C8.....	43

Seznam grafů

Graf 1. Porovnání výskytu přirozeného zmlazení pod clonou a holině.	46
Graf 2. Druhové zastoupení přirozeného zmlazení na ploše 1.....	47
Graf 3. Druhové zastoupení přirozeného zmlazení pod clonou.	47
Graf 4. Druhové zastoupení přirozeného zmlazení na holině.	47
Graf 5 Zastoupené výškové třídy pod clonou.	48
Graf 6 Zastoupené výškové třídy na holině.....	48
Graf 7 Porovnání výskytu přirozeného zmlazení pod clonnou a holině na ploše 1 (znázorněno ve výškových třídách).	49
Graf 8 Porovnání výskytu přirozeného zmlazení na ploše 2.	49

Graf 9 . Druhové zastoupení dřevin na ploše 2.	50
Graf 10 Zastoupení dřevin pod clonou.....	51
Graf 11 zastoupení dřevin na holině.....	51
Graf 12 Četnost semenáčů ve výškových třídách	51
Graf 13 Četnost semenáčů ve výškových třídách.	52
Graf 14 Porovnání výskytu přirozeného zmlazení pod clonnou a holině na ploše 1 (znázorněno ve výškových třídách).	52
Graf 15 Porovnání výskytu přirozeného zmlazení na ploše 3.....	53
Graf 16 Zastoupení dřevin pod clonou.....	54
Graf 17 Druhové zastoupení dřevin na ploše 3.	54
Graf 18 Zastoupení dřevin na holině	55
Graf 19 Četnost semenáčů ve výškových třídách	55
Graf 20 Četnost semenáčů ve výškových třídách.	55
Graf 21 Porovnání výskytu přirozeného zmlazení pod clonnou a holině na ploše (znázorněno ve výškových třídách).	56
Graf 22 Porovnání výskytu přirozeného zmlazení na ploše 4.....	57
Graf 23 Druhové zastoupení dřevin na ploše 4.	58
Graf 24 Zastoupení dřevin pod clonou.....	58
Graf 25 Zastoupení dřevin na holině	59
Graf 26 Četnost semenáčů ve výškových třídách.	59
Graf 27 Četnost semenáčů ve výškových třídách	60
Graf 28 Porovnání výskytu přirozeného zmlazení pod clonnou a holině na ploše 4 (znázorněno ve výškových třídách).	60
Graf 29 Druhové zastoupení dřevin na ploše 5.	61
Graf 30 Zastoupení dřevin pod clonou.....	62
Graf 31 .Druhové zastoupení dřevin na ploše 5	62
Graf 32 Zastoupení dřevin na holině	62
Graf 33 Četnost semenáčů ve výškových třídách pod mateřským porostem.....	63
Graf 34 Četnost semenáčů ve výškových třídách na holině.....	63
Graf 35 Porovnání výskytu přirozeného zmlazení pod clonnou a holině na ploše 5 (znázorněno ve výškových třídách).	64
Graf 36 Porovnání výskytu přirozeného zmlazení za všechny 5 ploch.	65
Graf 37 Průměrné zastoupení dřevin pod mateřským porostem (zjištěné z 5 studovaných ploch).	65

Graf 38 Průměrné zastoupení dřevin na holině (zjištěné z 5 studovaných ploch).	66
Graf 39 Průměrné zastoupení výškových tříd na holinách.....	66
Graf 40 Průměrné zastoupení výškových tříd pod clonou (mateřským porostem).	67
Graf 41 Porovnání počtů zmlazení na všech měřených plochách.	67
Graf 42 Porovná zakmenění mateřského porostu po provedené clonné seči a počtu přirozeného zmlazení	68
Graf 43 Porovná korunový zápoj a počty zmlazení na jednotlivých plochách pod mateřským porostem.	69
Graf 44 Počty semenáčů o výšce do 5 cm na plochách s clonnou sečí a po holé seči.	71
Graf 45 Počty semenáčů o výšce 6-10 cm na plochách s clonnou sečí a po holé seči.	71
Graf 46 Počty semenáčů o výšce 11-15 cm na plochách s clonnou sečí a po holé seči.	72
Graf 47 Počty semenáčů celkem na plochách s clonnou sečí a po holé seči.	72

Seznam tabulek

Tabulka 1. Znázorňuje počet jedinců přirozeného zmlazení a míru zabuřnění pod mateřským porostem a na holině.	69
---	----

Tabulka 2. Statistické hodnocení rozdílů mezi počty semenáčů neparametrickým testem (statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny zvýrazněním a symbolem *).	70
---	----

1 ÚVOD

Zvyšující se zájem veřejnosti o lesy klade důraz na existenci a polyfunkčnost lesního ekosystému (Šišák et al., 2013). V nynější době je důležité minimalizovat rizika, která by mohla vést k rozpadům lesních porostů (Poleno et al., 2009). Významným tématem jsou také měnící se klimatické podmínky. Tomu můžeme do jisté míry předcházet využíváním přirozené obnovy (Ching Liu et al., 2018). Porost vzniklý přirozenou obnovou je stabilnější a lépe snáší klimatickou změnu (Brichta et al., 2020). Souhrnná opatření využívající přirozené procesy lesa se označuje jako přírodě blízké hospodaření (Vacek and Podrázský, 2006).

Výskyt přirozeného zmlazení ovlivňují různé abiotické i biotické faktory, kterými se zabývaly mnohé studie a tím do praxe přinášely cenné poznatky o využití zmlazení.

Tato diplomová práce vyhodnocuje přirozené zmlazení na holině a pod mateřským porostem (po provedené clonné seči) na podobných stanovištích. Vyhodnocení stavu a kvality vzniklé přirozené obnovy může přinést některé další důležité údaje o vlivu těchto zcela rozdílných podmínek na konkrétních typech stanovišť.

2 Cíle práce

Způsob provádění mýtné těžby je klíčovým faktorem pro vznik a výskyt přirozené obnovy, neboť se tím nastavují světelné a mikroklimatické podmínky pro její vznik a vývoj. Cílem práce je provést vyhodnocení stavu a kvality nově vznikající přirozené obnovy na dvou základních typech obnovní seče a na konkrétních typech stanovišť.

3 Literární řešerše

3.1 Ekologie dřevin

Dřeviny s pionýrskou strategií, mezi které jsou řazeny bříza, osika, olše, jeřáb, borovice a modřín, osidlují plochy vzhledem k toleranci nepříznivého mikroklimatu jako první (Vacek, 2006). Ale i další druhy dřevin mohou v některých případech sehrát roli při obnově nového porostu jako přípravná dřevina, pokud jsou schopni se v existujících podmínkách zmladit. Mezi ně patří zejména smrk, který prokazuje velkou toleranci ke stanovištním podmínkám (Poleno et al., 2009). Proto jsou dále uváděny základní charakteristiky těchto dřevin.

Smrk ztepilý (*Picea abies*) se přirozeně vyskytuje od šestého do sedmého lesního vegetačního stupně (Novák and Dušek, 2014), optimum v České republice je mezi 550–1000 m n. m. Světlostní nároky nejsou vysoké, je zařazen mezi polostinné dřeviny. V mládí má vysokou toleranci k zástínu (Musil and Hamerník, 2003). Někteří autoři však smrk charakterizují jako dřevinu slunnou. Vyžaduje vyšší půdní vlhkost, dobře však snáší i stagnující vodu v půdě. Na geologické podloží nemá velké nároky a osidluje i mělké půdy (Úradníček et al., 2001). Za optimální hodnotu půdního horizontu je považováno pH 4–5, kde bývá hlavní část kořenového systému, minimální roční srážky musí být 800 mm, pokud je v létě srážkové minimum, je zapotřebí 1200 mm (Musil and Hamerník, 2003). Naopak nesnáší vysoké teploty, nízkou vzdušnou vlhkost, znečištěné ovzduší, a to zejména imise a SO₂. Často je vyvracován větrem z důvodu plošného kořenového systému (Úradníček et al., 2001).

Borovice lesní (*Pinus sylvestris*) se přirozeně v ČR vyskytuje na stanovištích borů a prvního až druhého vegetačního stupně spíše ostrůvkovitě (Novák et al., 2017), v nejnižších polohách tvořila příměs doubrav na písčích a v pahorkatinách byla vytlačována na extrémní stanoviště (Úradníček et al., 2001). Světlostní nároky jsou vysoké, je zařazena mezi výrazně světlomilné dřeviny, které jsou intolerantní k zastínění. Na půdu není náročná, roste na sušších, chudých, kamenitých až písčítých půdách, na hadcích může tvořit hlavní dřevinu (Musil and Hamerník, 2003). Pokud se vyskytuje na živných půdách dosahuje velkých rozměrů, avšak z těchto lokalit je vytlačována (Úradníček et al., 2001). Kořenový systém je mohutný s kúlovým kořenem, díky kterému může být kryta potřeba vody z velkých hloubek, průměrné roční srážky by se měly

pohybovat mezi 200–1780 mm (Koblížek, 2000). Nejlépe se zmlazuje na nezastíněných plochách s odkrytou minerální půdou nebo na plochách po požárech (Musil and Hamerník, 2003). Vrcholkové zlomy jsou častá poškození, která způsobují sníh a jinovatka (Úradníček et al., 2001).

Modřín opadavý (*Larix decidua*) přirozený výskyt v ČR byl severozápadní část Nízkého Jeseníku od 450 do 800 m n. m. Světlostní nároky jsou vysoké, je zařazen mezi výrazně světlomilné dřeviny, které jsou intolerantní k zastínění (Musil and Hamerník, 2003). Na půdu je středně náročný, ideální lokality jsou s bazickou hlubokou půdou, roste však i na suťových svazích (Úradníček et al., 2001). Kořenový systém je srdcovitý se značným rozvětvením, to zajišťuje dobrou stabilitu a krytí potřeb vody z hlubších vrstev půdy (Pokorný et al., 2003). Nároky na vzdušnou a půdní vlhkost jsou střední, roční srážky by se měly pohybovat od 588 mm do 1900 mm. Dobře se zmlazuje na minerálních půdách, především v horských lokalitách například po lavině či vodní erozi (Musil and Hamerník, 2003). V mládí trpí na poškození zvěří, nesnáší stagnující vodu a je středně odolný na znečištění ovzduší (Úradníček et al., 2001).

Další údaje se týkají cílových dřevin.

Přirozený výskyt buku lesního (*Fagus sylvatica*) byl na celém území ČR v přibližné míře 40,2 % (Úradníček et al., 2001). Jeho světlostní nároky nejsou vysoké, toleruje i značné zastínění (Musil and Möllerová, 2005). Roste téměř na všech půdách, nejlepší bučiny se nacházejí na humózních půdách s velkým podílem vápníku, nesnáší nepropustné jíly, suché písky a rašelinu (Úradníček et al., 2001). Kořenový systém je srdcovitý se silnými bočními kořeny (Musil and Möllerová, 2005). V půdě vyžaduje střední vlhkost, vzdušnou vlhkost však vyžaduje vyšší a v letním období dostatek srážek (Pokorný et al., 2003). Nesmíšené porosty se často vyskytují v nadmořské výšce 400–800 m n. m. (Úradníček et al., 2001).

Dub zimní (*Quercus petraea*) má přirozený výskyt na území ČR ve formě doubrav v pahorkatinách do výšky 850 m n. m. (Musil and Möllerová, 2005). Nároky na světlostní podmínky jsou vysoké, řadíme jej mezi světlomilné dřeviny. Roste na bohatších až chudých kamenitých půdách s nedostatkem vláhy v letních měsících vysychavých, naopak nesnese stoupající hladinu spodních vod (Úradníček et al., 2001). Kořenový systém je všestranně rozvinutý a chybí kulový kořen (Musil and Möllerová, 2005;

Koblížek, 2000). Korunová část může být poškozována *Loranthus europaeus* a kmen silnými mrazy (Úradníček et al., 2001).

3.2 Studované území

Zkusné plochy byly založeny na lesním majetku Lesů České republiky, lesní správě Přeštice v revíru Vysoká. Toto území z geomorfologického hlediska náleží do Plzeňské pahorkatiny se střední nadmořskou výškou 460 m n. m. Vysoká se nachází v povodí řeky Berounky a hydrologicky lze propustnost horninového prostředí určit jako slabou až puklinovou. Matečná hornina je zde především tvořena permokarbonským pískovcem, krystalickou břidlicí, žulou a částečně nepropustnou filitickou břidlicí. Převažují půdy bez ovlivnění vody, z nichž má největší podíl kambizem s půdním typem 2-4 K (kyselá stanoviště). Pokud je výskyt půdy, která je ovlivněna vodou, často se jedná o pseudoglej a podzol. Z klimatického hlediska spadá revír do mírně suché, teplé oblasti s mírnou zimou. Průměrná roční teplota se pohybuje od 6,5 °C do 8 °C, doba vegetačních dní se pohybuje mezi 140–165 za rok. Celý revír spadá do přírodní lesní oblasti 6 - Západočeská pahorkatina. Vysoká je tvořena velkým komplexem lesa, ke kterému jsou přidruženy i menší celky nacházející se rozptýleně v zemědělské krajině. Porostní půda je 1811,53 ha s druhovou strukturou 42 % borovice lesní (*Pinus sylvestris*), 29,5 % smrk ztepilý (*Picea abies*), 14,7 % dub zimní (*Quercus petraea*), 3,1 % modřín opadavý (*Larix decidua*), 2,4 % bříza bělokora (*Betula pendula*), 1,7 % buk lesní (*Fagus sylvatica*), 1,4 % topol (*Populus*), 1,3 % lípa srdčitá (*Tilia cordata*) a s 1,3 % habr obecný (*Carpinus betulus*) (Hospodářská kniha LHC Dobřany, 2013).

3.3 Obnova lesních porostů

Při obnově je nahrazován stávající porost novým pokolením lesa. Jedná se o nejdůležitější pěstební opatření, protože se rozhoduje o budoucí skladbě a kvalitě následujícího porostu (Jurča, 1988). Nelze se soustředit pouze na produkční funkci lesa, ale i mimoprodukční jako jsou ekologické funkce (Bílek et al., 2018). Všeobecně lze obnovu lesních porostů rozdělit na přirozenou a obnovu umělou (Kupka, 2002). Pěstební postupy by měli dbát především na společenskou užitečnost, trvalou udržitelnost a na princip hospodárnosti (Poleno et al., 2007). Využití přirozené obnovy se považuje za vyšší stupeň lesnictví a dává základ pro přírodě blízké hospodaření (Aleksandrowicz–Trzcina et al., 2017).

3.4 Přirozená obnova lesa

Nová generace lesa je vytvářena autoreprodukcí mateřského porostu (Blackbourn et al., 2004; Pokorný et al., 2003). V hospodářském lese je vytvářena cílevědomou činností lesníků, v přirozeném lese probíhá samovolně (Vacek, 2006).

Pokud je les obnovován přirozenou regenerací, vzniká za pomoci opadu semen, náletem nebo výmladností dřevin pod ochranou mateřského porostu, který se přímo podílí na této činnosti (Jurča, 1988; Polanský, 1955). Do tohoto procesu řadíme i obnovu vegetativní, jako je pařezová a kořenová výmladnost (Vacek, 2006). Tento prvek obnovy lesa je řazen mezi přírodní procesy a neměl by chybět v lesních ekosystémech (Šindelář, 2004). Zpravidla trvá déle než obnova umělá. Začíná správně načasovanou fruktifikací semenných stromů a končí při dosažení mlaziny (Vacek et al., 2016). Největší produkci semenného materiálu zajišťují stromy předrůstavé a úroňové (Korpeľ, 1991). V nynější době je přirozené zmlazení čím dál důležitější z důvodu změny klimatu a rozpadu velkých lesních ploch (Tiebel, 2021). Felton et al. (2016) uvádí přirozenou regeneraci jako jednu z možností přeměny monokulturních jehličnatých ploch na smíšené porosty. Výskyt více druhů dřevin tímto způsobem obnovy potvrzuje Šindelář (2004). Ching Liu et al. (2018) při využití přírodě blízkých postupů se snižují klimatické dopady, protože nevznikají rozsáhlé monokultury. Brichta et al. (2020) potvrzuje, že porost obnovený přirozenou regenerací je stabilnější a lépe snáší klimatickou změnu.

Pro její uplatnění v České republice musí obnovovaný porost splňovat fenologické znaky, kdy stromy kategorie D, jsou vyloučeny z přirozené obnovy. Mezi ně patří porosty podprůměrné, se zhoršenou stabilitou nebo špatným zdravotním stavem a tyto nedostatky upravuje § 2 vyhlášky č. 82/1996 Sb. Metzler and Košulič (2011) dále uvádějí jako jeden z předpokladů věk porostu, který se uplatňuje dle každé dřeviny individuálně a v zásadě platí, že je žádoucí od počátku plodnosti dřevin. Dalším předpokladem by měla být druhová skladba mateřského porostu, porostní stabilita a stupeň zabuřnění. Posledním předpokladem jsou terénní podmínky. Obecně platí, že při použití vhodných postupů lze porosty zmlazovat na všech terénních typech. Úspěch generativní přirozené obnovy z velké části závisí na stavu půdního povrchu, semenné úrodě i porostním klimatu (Vacek, 2006). Lesník může na základě nabytých zkušeností připravit přirozené obnově vhodnou etapu nástupu pomocí tří základních fází. První je předčasná fáze, ve které se vyskytuje zmlazení v době, kdy podmínky pro obnovu ještě nejsou ideální. Stav půdy a mikroklíma neposkytují vhodné podmínky, semena dřevin i přesto mohou vyklíčit, ale

velice často uhynou. Následuje optimální fáze, zde jsou již podmínky příznivé pro klíčení a přežívání. Poslední je fáze promeškaná, ve které optimální podmínky přirozené obnovy pominuly a bez upravení stanovištních podmínek nelze docílit očekávaného vzestupu semenáčů (Poleno et al., 2009).

Tato činnost může mít pozitivní i negativní dopad, za kladný lze označit vytvoření nových porostů, zajištění vysoké genetické variability populace nebo zachování cenných populací (Šindelář, 2004). Poleno (1997) uvádí jako pozitivum menší prvotní náklady na zajištění a založení porostů, kořenový systém semenáčů má přirozený vývoj, je více možností v následné výchově, využití přírodních produkčních sil a zachování genofondu ekotypů dřevin. Kolibáč and Jelínek (2011) řadí přirozený vývoj kořenů mezi pozitiva a uvádějí, že se tímto zvyšuje stabilita budoucích porostů. Hytönen et al. (2019) potvrzuje nižší prvotní náklady na obnovu porostů.

Mezi negativní aspekty Šindelář (2004) řadí vyšší náročnost práce lesního personálu i pracnější výchovu porostů. V některých případech je delší doba zalesnění a zajištění kultur (Hytönen et al. 2019). Poleno (1997) dále uvádí náročnější provádění následné těžby mateřského porostu a přibližování nebo zpomalený růst nově vznikajícího porostu.

Předpokladem úspěchu obnovy je dostatečný počet a zdravotní stav stromů, který zaručí vhodné množství semenného materiálu (Pokorný et al., 2003). Dále vhodný stav vzdušného a půdního porostního prostředí, jenž zaručí vhodné podmínky pro klíčení a zdárný růst (Polanský et al., 1966).

Z lesnického pohledu je nejvhodnější využití přirozené obnovy podrostním způsobem pomocí clonné seče nebo výběrným způsobem. Další způsob využití je výběrný. Možnost využití přirozené obnovy není vyloučen ani na plochách s aplikací holosečných těžeb v případě, že holoseč není příliš velká (Poleno et al., 2009). Na holině však vzniká konkurence přízemní vegetace, která se během dvou roků může stát dominantní (Kulhavý et al., 2006). K nepříznivým podmínkám na těchto plochách jsou nejtolerantnější přípravné dřeviny, které mají pionýrskou strategii, jako je bříza, osika, olše, jeřáb, smrk, borovice, modřín a často osidlují holiny jako první (Pokorný et al., 2003; Poleno et al., 2009).

4 Hospodářský způsob

Jsou hospodářská opatření a úpravy, které vedou lesní porosty k charakteristické prostorové a věkové struktuře. Především dle druhu obnovy porostů jsou rozlišeny čtyři druhy hospodářských způsobů: výběrný, násečný, podrostní a holosečný (Vacek, 2006). Avšak každé obhospodařování lesních majetků vychází z trvale udržitelného stavu lesa. (Vacek and Podrázský, 2006).

4.1 Obnova holou sečí

Obnova lesních porostů je charakterizována na jednorázově vytěžených plochách (Vacek, 2006). Při holoseči se smýtí na dané ploše všechny stromy buď naráz nebo v několika po sobě jdoucích sečích. Plocha tímto ztrácí charakter lesa a výrazně se uplatňují ekologické vlastnosti otevřené plochy bez krytu stromů. Čím větší je odlesněná plocha, tím je rozdíl markantnější (Vacek and Podrázský, 2006). Dle platného lesního zákona 289/1995 Sb. jsou stanovena omezení pro velikost holé seče. Pokud je provedena mýtní úmyslná těžba, velikost holé seče nesmí být větší než 1 ha a její šíře nesmí přesáhnout dvojnásobek průměrné výšky těžného porostu. Výjimka je stanovena pro přirozená borová stanoviště na písčitých půdách na hospodářském souboru 13, dále pro HS 19 přirozené lužní stanoviště. Další výjimkou jsou dopravně nepřístupné horské svahy delší než 250 m, přičemž se nesmí jednat o exponované hospodářské soubory. Ve všech těchto případech holá seč může dosahovat velikosti 2 ha bez omezení šíře. Dále je zakázáno přiřazovat holou seč k mladým nezajištěným porostům, pokud by celková plocha překročila povolenou výměru stanovenou lesním zákonem. Nejmenší povolená vzdálenost další holiny od již vzniklé holé seče je nejméně průměrná výška obnovovaného porostu. Také je povinnost provést zalesnění a zajištění kultur. Orgán státní správy lesů může v odůvodněných případech udělit výjimku (Zákon 289/1995 Sb.). Holá seč se obvykle provádí směrem od východu a to z důvodu minimalizování škod bořivými větry, které především vanou od západu. Lze ji provést několika způsoby, a to kulisovou, okrajovou a skupinovou holou sečí (Poleno et al., 2007). Na vytěžené ploše je vhodné ponechat několik stromů, takzvaných výstavků. Četnost výstavků by se měla pohybovat od 3 do 30 stromů na hektar, buď v skupinovém nebo jednotlivém uspořádání (Peřina et al., 1964). Výstavek ponechaný na holině plní funkci semennou, estetickou, půdoochrannou, ale může produkovat i jakostní sortimenty (Vacek, 2006). Vhodné jsou odolné dřeviny a často se ponechává jedle bělokorá (*Abies alba*), modřín opadavý (*Larix decidua*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Nedoporučuje se smrk ztepilý (*Picea abies*),

který má povrchový kořenový systém a často je vyvrácen větrem (Peřina et al., 1964). Mezi nevýhody holé seče patří extrémní mikroklima na holé ploše, zabuřnění, nevhodnost pro obnovu stinných druhů dřevin, zvýšený výskyt hmyzích škůdců ve stěně okolních porostů (Kulhavý et al., 2006; Foit et al., 1987; Polanský, 1955). Jako výhody lze označit dostatečný objem těženeho dřeva na jednom místě, snadnější způsob zajištění umělé obnovy, možnost volby genetické kvality, druhové skladby, struktury porostu (Polanský, 1955).

4.2 Varianty obnovních sečí

4.2.1 Seč kulisová

Za použití několika pruhových sečí současně se z části obnovovaný porost vytěží. Jsou zde ponechány netěžené části porostu takzvané kulisy, které jsou zpravidla 2–4krát širší než paseky a v následném časovém horizontu se porost domýtl. Tento typ seče lze uplatit u borových, smíšených a listnatých porostů, naopak se nedoporučuje u smrku (Vacek, 2006).

4.2.2 Seč skupinová

Tato obnovní seč se vyznačuje jednorázovým smýcením porostu kruhového nebo oválného tvaru a dosahuje velikosti jen několika málo arů (Poleno et al., 2009). Obvykle se velikost plochy pohybuje do 0,3 ha výjimečně až 0,5 ha a vytváří specifické mikroklima (Vacek, 2006). Ztrácí charakter holé seče z důvodu všestranného ekologického působení (Poleno et al., 2009). Díky tomuto ovlivnění lze při obnově využít více druhů dřevin s různými ekologickými nároky (Vacek, 2006).

4.2.3 Seč okrajová

Nový porost vzniká na okraji obnovovaného porostu. Rozlišuje se okraj vnější a vnitřní. Vnější je odlesněný pruh podél mateřského porostu a vnitřní je tvořen procloněným pruhem původního porostu (Vacek, 2006). Okrajová holá seč má obdélníkový nebo čtvercový tvar holiny (Peřina et al., 1964).

4.2.4 Klínová seč

Její základem jsou holosečné obnovní prvky ve tvaru klínů. Proti směru bořivým větrům směřuje hrot a postupným zvětšování obou krajů klínu lze vytvořit vějířovitě se rozšiřující obnovní postup. Tato seč disponuje rozmanitou strukturou ekologických podmínek a umožňuje obnovu stinných i slunných dřevin. Často ji lze využít v kombinaci s jinou obnovní sečí (Kupka, 2005).

5 Obnova clonnou sečí

Nový porost vzniká pod ochranou mateřského porostu (Vacek, 2006). Cílem je zajištění přirozené obnovy (Vacek and Podrázský, 2006). Především ovlivňováním světlostního poměru v porostu tak, aby mohla vznikat nová generace lesa, ale zároveň se omezil vliv kompetenční vegetace (Pardos et al., 2007)

Celá plocha je z části vytěžena a s odstupem několika let domýcena. Korunová plocha se postupně snižuje a vznikají mezery, které vpouští světlo do porostu (Poleno et al., 2009). Tímto jsou upraveny podmínky pro ideální nasemenění, ujmutí náletu a následného odrůstání (Vacek and Podrázský, 2006). Prakticky se jedná o cílené narušení korunového zápoje a změnění ekologických podmínek v porostu. Především zvýšení působení horního světla, oteplení přízemní vrstvy vzduchu a půdy, což kladně ovlivní i humifikaci. Půda dosáhne takzvané „biologické zranitelnosti“, která je důležitá pro vznik nové generace lesa (Jurča, 1988). Tento postup obnovy byl původně používán především pro stinné dřeviny jako je buk. Obnovní postup se však osvědčil i u smíšených porostů například s hercynskou směsí nebo bukem ve směsi s ušlechtilými listnáči. U borovice a dubu lze tento obnovní postup také využít, protože v raném mládí snáší mírný zástin. (Poleno et al., 2009). Klasická clonná seč má čtyři fáze. První je seč přípravná, která se zaměřuje především na koruny stromů a odstranění méně kvalitních jedinců, přípravu půdy (mineralizaci humusu) a semenění (Vacek and Podrázský, 2006). Zakmenění se pohybuje od 0,9 až 0,7. Druhá je seč semenná a provádí se v semenném roce, kdy se rovnoměrně prosvětlí celý porost a sníží zakmenění přibližně na 0,5 až 0,7 dle růstových podmínek (Vacek and Podrázský, 2006; Polanský et al., 1966). Třetí seč je prosvětlovací, také někdy nazývaná uvolňovací a provádí se zpravidla 3–5 let po vzejití semen. V této době je nálet již dobře zakořeněn a pro další rozvoj potřebuje větší přístup vláhy a slunečního záření. Oproti předešlým fázím se tato liší nepravidelným rozmístěním zásahu a zakmenění se pohybuje od 0,4 do 0,2 (Kupka, 2005). Následuje poslední domýtná fáze, která odstraní mateřský porost včetně potěžebních zbytků, zpravidla při výšce zmlazení do jednoho metru (Vacek and Podrázský, 2006). Vhodné období pro provádění závěrečných fází je zima, kdy je nálet kryt sněhovou pokrývkou a tím se snižuje možnost poškození. Pokud je tato fáze oddalována hrozí větší riziko poškození nárostu (Kupka, 2005).

K dosažení přirozené obnovy je důležité systematicky vytvářet příznivé podmínky pro novou generaci lesa s ohledem na vlastnosti různých druhů a stáří dřevin (Polanský et al., 1966).

5.1 Varianty obnovních sečí

5.1.1 Bádenská seč

Tento typ seče je charakteristický nepravidelnou velkoplošnou strukturou, která má výraznou časovou diferenciaci síly zásahu, obnovní doba může dosahovat až ke čtyřiceti rokům (Kupka, 2005). Zvládnutí Bádenské seče v praxi obnáší velkou organizační náročnost (Vacek and Podrázský, 2006).

5.1.2 Konšelova seč

Nazývaná podle autora pana profesora Konšela a podobně jako výše zmíněná seč je velmi náročná na postup organizace. Jedná se o velkoplošnou clonnou seč, kdy obnovovaný porost je rozčleněn liniemi zpravidla do kosočtverců. Velikost takto rozdělených ploch se pohybuje od 0,5 ha do 1 ha. V každém odděleném obrazci se vyvíjí obnova relativně samostatně, samozřejmě s ohledem na stav mateřského porostu a očekávané zmlazení dřevin (Kupka, 2005).

6 Násečný způsob

Využívá holé seče při obnově porostů do velikosti 1 ha obvykle ve tvaru klínu, pruhu nebo kruhu a šířka nesmí přesahovat výšku obnovovaného porostu (Vacek, 2006). Převládá zde obnova umělá, ale v některých případech lze využít přirozenou obnovu z bočního náletu semen (Jurča, 1988). S tímto částečně nesouhlasí Poleno et al. (2009) uvádí násek jako vhodný způsob pro výskyt přirozené obnovy, a proto se i často používá v praxi. Peřina et al. (1964). uvádí vznik násečného způsobu kombinací holosečného a podrovního hospodářského způsobu. Nový porost vzniká v blízkosti mateřského porostu, na holé ploše, ale také pod ochranou těžného porostu (Vacek, 2006).

Důležité je správně určit odkud těžba začne a jakým směrem bude po celou dobu postupovat. Pokud je zvolen začátek od jihu až západu na porost působí vítr a silné záření v tomto případě by byl nejvhodnější zvolenou dřevinou při zalesnění dub, jakožto slunná a stabilní dřevina. Nejčastější postup je od severu, který umožňuje obnovu stinných dřevin a od východu, která umožní postup těžby proti převládajícím větrům (Poleno et al., 2009). Dle směru postupující těžby se rozlišuje odrubná seč, která se vyznačuje

přímočarostí. Obrubná seč je založena uprostřed porostu a excentricky se rozšiřuje několika směry. Prostá okrajová seč má charakter úzké holé seče a porostní stěna se přesouvá jedním zásahem. Dvoufázová nebo třífázová okrajová seč nejprve jedním někdy dvěma zásahy uvolní prostor a tím se rozšíří vnitřní okraj (Vacek, 2006). Mezi klady lze zařadit perfektní přehled o postupu obnovy, dodržení ročního těžebního předpisu, výskyt přirozené obnovy s pestrou škálou dřevin a omezení škod větrem. Nevýhodou je především schematičnost zásahu (Poleno et al., 2009).

7 Výběrný způsob

V tomto způsobu hospodaření se nerozlišuje charakter předmýtní či mýtní těžby. Definuje ji výběrná těžba jednotlivých stromů na celé ploše v krátkém časovém odstupu (Vacek and Podrázský, 2006). Dochází k posuzování zralosti každého stromu zvlášť (Jurča, 1988). Obnova porostu probíhá neustále a plynulou formou (Kovář et al., 2013). Do mezer vzniklých těžbou vrůstají stromy nižších porostních vrstev a v ideálním případě jsou na malé ploše zastoupeny všechny věkové stupně (Vacek and Podrázský, 2006). Ideální stav zastoupení tloušťek a výšek není prakticky nikdy, protože se hodnoty často mění s kolísáním přírůstků (Jurča, 1988). Tento typ lesa nejlépe využívá ekologické vlastnosti stanoviště a produkční schopnost. Optimálně vyplňuje disponibilní podzemní i nadzemní prostor, dosažení těchto ideálních hodnot však obnáší splnění rovnovážného stavu výběrné struktury lesa (Vacek and Podrázský, 2006).

7.1 Varianty sečí

7.1.1 Výběrná seč

Umožňuje nepřetržitou těžbu zralých stromů, a to až do výše běžného periodického přírůstku. Těžení jedinci se vybírají na základě individuálních kritérií zušlechťovacího výběru a udržování vyvážené struktury porostu. Tímto se udržuje či zlepšuje trvale existující zásoba (Kupka, 2005; Jurča, 1988).

7.1.2 Toulavá seč

V nynější době již nepoužívaná, hlavním kritériem výběru je sortiment a druh dřeviny namísto zralosti z pěstebního hlediska (Kupka, 2005).

8 Faktory ovlivňující přirozenou obnovu lesa

Každý jedinec v porostu potřebuje určitý životní prostor, který využívá k látkové výměně nezbytné pro svůj růst. Tento potřebný prostor se během života logicky zvětšuje. Energie a látky trvale nacházející se v prostoru nebo látky, které se sem dostávají z okolního prostředí a jsou nezbytné pro život stromu se nazývají životní podmínky (Jurča, 1988). Primární rostlinní producenti jsou schopni z anorganických látek (světlo, oxid uhličitý) produkovat organickou hmotu (Blackbourn et al., 2004). Produkce biomasy je zajišťována především stromy, neméně důležitá je však i produkce mechů, bylin a keřů (Poleno et al., 2007). Přirozené zmlazení a jeho nástup je výsledkem souhry mnoha faktorů, z nichž jen menší část ovlivňuje lesník. V zásadě lze tyto faktory rozdělit na dvě základní skupiny, abiotické a biotické faktory (Jurča, 1988). Znalost ekologie lesa je nezbytná k pochopení přirozené regenerace lesních porostů (Axer et al., 2021).

8.1 Abiotické faktory

8.1.1 Světlo

Sluneční radiace přivádí do porostů energii skládající se z mnoha vlnových délek. Biomasa lesního porostu pohltí přibližně 47 % světla, které je měněno na teplo, pouze 1 % je využito k fotosyntéze, především červených a modrých vlnových délek (Blackbourn et al., 2004). Ozáření plochy je závislé na pěti faktorech. Směru a sklonu svahu, oblačnosti, denní a roční době. Tato energie nejvíce působí na růst dřevin a také ji lze nejvíce ovlivnit pěstebními zásahy (Chroust, 1997; Polanský et al., 1966). Rostliny jsou řazeny mezi autotrofní organismy, jejich život je podmíněn slunečním zářením (Canham et al., 1994). Právě tento faktor má zásadní vliv na asimilaci a existenci rostlin (Blackbourn et al., 2004). Působí především na habitat stromu, přírůst, tvar a kvalitu kmene, množství a jakost květu, ale také umožňuje přirozenou regeneraci lesa (Jurča, 1988). Různé druhy dřevin propouštějí jiné množství sluneční radiace do spodních pater. Každý druh dřeviny poté reaguje na intenzitu zastínění jinak. Na základě potřeby intenzity světla byly sestaveny stupnice, dle každého autora se třídění mírně liší, avšak základ vychází ze stinných a slunných dřevin (Pokorný et al., 2003; Pikula et al., 2003). Pokud jsou listy vystaveny přímé sluneční radiaci mají vyšší obsah chlorofylu a jsou silnější. Naopak listy zastíněné jsou slabší a využívají především difuzní záření (Begon et al., 2005).

Výskyt přirozené obnovy ovlivňuje právě míra ozáření, stromy dobře ozářené mají z pravidla větší korunu a díky tomu produkují největší počty semen, které se podílí na přirozené obnově (Korpel 1991). Životaschopnost náletu omezuje propuštěné sluneční záření do přízemních stromových pater (Sagar et al., 2008). Pokud je ozáření plochy vyšší může být podpořena i přízemní vegetace, která bude konkurovat náletu a omezovat jej v rychlosti růstu (Poleno et al., 2007). Nálet z počátku poměrně dobře snáší zastínění, ale v dalších růstových fázích vyžaduje znatelně vyšší osvětlení (Klimo, 1994). Částečně lze nedostatek sluneční radiace nahradit i jinými růstovými faktory, v půdě to může být vápno a ve vzduchu CO₂. Vpuštěním světla do porostu lze přímo ovlivnit délku koruny, bylinné i keřové patro a humifikaci (Jurča, 1988).

Z výše zmíněno vyplývá, že úpravou světelného poměru lze ovlivňovat výrazně prostorové i druhové složení porostů. Slunné a stinné dřeviny takto vytvářejí vertikální členěné porostu (Jurča, 1988).

Souček (2015) na základě výšky porostu, sklonu, expozice a ročním období odvodil vzorec, který vypočítá průnik slunečního záření do maloplošných obnovních prvků:

$$L = h / (\text{tg}SH \pm \text{tg} \beta * \cos \gamma)$$

h je výška stromu, SH výška slunce, β úhel sklonu svahu a γ směrnik stínu od směru maximálního spádu.

Chantal et al. (2003) uvádí, že v porostní mezeře o šířce 50 m je největší oslunění přibližně 10 m severně od středu uvolněné plochy, v této oblasti byl vyšší výskyt přirozeného zmlazení s větším přírůstem.

8.1.2 Voda

V lesních porostech je voda velmi důležitý činitel. Lze ji rozdělit do tří kategorií, a to na srážky, půdní a vzdušnou vlhkost. Pro rostliny slouží především jako transportér živin v podobě sloučenin s obsahem vodíku. Působí zároveň jako edafický i klimatický faktor a jeho účinky jdou jen s obtížemi zaznamenávat (Jurča, 1988). Při transpiraci se vypaří nadzemní částí až 99 % vody přivedené z kořenů (Blackbourn et al., 2004). Každá rostlina má ve spotřebě vody maximum, optimum a minimum. Z lesnického hlediska lze dřeviny rozdělit do skupin s nižší náročností na vodu, zde je zařazena borovice, bříza, akát a osika. Dřeviny s vysokými nároky jsou olše lepkavá (*Alnus glutinosa*) a jasany. Třetí kategorie se středními nároky je nejzastoupenější a patří sem všechny ostatní dřeviny (Úředníček et al., 2001).

Voda může poškozovat porosty nedostatkem i přebytkem (Tiebel, 2021). Přirozené zmlazení je především poškozováno nedostatkem vody ve fázích náletu a nárůstů (Poleno et al., 2007). Protože jsou zakořeněné především ve svrchní vrstvě půdy a zde dochází v letních měsících k největšímu deficitu vody často až na hranici minima. Mnohdy o přežití náletu rozhodují takové faktory jako je rosa či vzdušná vlhkost (Jurča, 1988). Pokud dojde k deficitu srážek, dřeviny sníží rychlost fotosyntézy o 60–80 %, jak potvrzuje studie ve smíšeném lese ze Švýcarska (Leuzinger et al., 2005). Dále mohou být poškozovány lesní porosty vodní erozí výmolnou či plošnou, s tímto souvisí i zpomalování vodního odtoku (intercepce), například stromy zpomalují tání sněhu a tím se zabraňuje výše zmíněné erozní činnosti (Machar et al., 2009; Blackbourn et al., 2004). Přebytek vody působí škody především zahnívání kořenových systémů, vývraty, zhoršené zakořenění a v zimním období především vrcholovými zlomy (Chroust, 1997). Vrcholové zlomy jsou také často zapříčiněny námrazou, její hmotnost může dosahovat i několik kilogramů na metr délky. Poškození náletu mohou způsobovat i kroupy (Úradníček et al., 2001).

Voda však může porosty i chránit, a to především ve formě sněhu. Sněhová pokrývka ochraňuje nálet před mrazem a poškozování zvěří. Pokud se v porostech provádí těžba může sněhová pokrývka značně snížit poškození při vyklizování dřeva (Jurča, 1988).

8.1.3 Teplota

Teplota podmiňuje život rostlin a jejich životní funkce, především asimilaci, transpiraci a dýchání (Klimo, 1994). Tento limitující faktor pro asimilaci jde jen těžko přesně vyjádřit, orientační hodnoty pro maximum jsou 40–50 °C, optimum 20–30 °C a minimum se pohybuje od 0 do 5 °C (Bose et al., 2016). Naše domácí dřeviny nejsou náročné na teplotu, a proto není tento faktor limitující. V České republice se teploty během vegetačního období pohybují v dostačujících hodnotách. Význam mají pouze teplotní extrémy (Jurča, 1988).

8.1.3.1 Extrémně nízké teploty

Nejdůležitějším faktorem je, kdy tato teplota vznikne, zda v období růstu nebo vegetačního klidu. V zimním období může dojít k odumření z důvodu tvoření ledu v pletivech nebo zamrznutí půdy a znemožní dřevině transpirovat (Jurča, 1988). To se

však často nestává, protože v zimě jsou dřeviny poměrně tolerantní k nízkým teplotám (Blackbourn et al., 2004). K poškození dochází především v předjaří takzvanými pozdními mrazy a na podzim časnými mrazíky. Nálet je nejvíce ohrožen na místech vlhkých nebo tam, kde není chráněn mateřským porostem (Jurča, 1988). Často poškozované dřeviny pozdním mrazem jsou buk, dub, jedle a smrk, naopak odolné jsou borovice, olše, břízy a jeřáby (Pokorný et al., 2003). Časné mrazy většinou působí jen na exoty.

8.1.3.2 Extrémně vysoké teploty

Tyto teploty způsobují korní spálu, kdy se kambium zahřeje nad 50 °C. Tento jev je nejčastěji způsobován na okrajových osluněných stromech, především u smrku, habru, buku a jedle (Jurča, 1988). Největší extrémy jsou ve svrchní vrstvě půdy (Kubíková, 2005). Toto může být zapříčiněno absencí mateřského porostu a teplota půdního povrchu dosahuje 50–60 °C, to má za následek odumírání semenáčků. Extrémní teploty mohou být podpořeny větrem či světlem (Jurča, 1988).

8.1.3.3 Půda

Lesní porosty se dostávají s horninami do kontaktu jen výjimečně, jeden z případů může být na strmých horských svazích. Za kořenový prostor lze považovat hloubku 2,5–3 m, jedná se o více odlišných horizontů, které mají ekologický význam pro rostliny. Především ukotvení a stabilizování lesních porostů, zadržování vody, zpomalování výměny teplotních rozdílů, zásoba živin (Poleno et al., 2007). Tento prostor je limitující pro vývoj a zvětšování kořenového systému (Jurča, 1988). Chemické poměry v půdě jsou zásadní, protože tvoří základ výživy rostlin. Mezi tyto látky jsou řazeny prvky nezbytné pro růst a vývoj rostlin a nelze je plně nahradit jinými látkami. Dělí se na makroelementy a stopové prvky. Rostliny tak přijímají živiny převážně jako jednoduché sloučeniny z půdního roztoku (Poleno et al., 2007). Půda významně ovlivňuje lesní typ, bonitu, vývoj obnovy lesa i jeho zánik. Porosty však působí i na půdu, především podmiňují typ půdních procesů, vlhkost, teplotu, objem vzduchu a minerální látky. Z tohoto lze konstatovat, že les je příčinou i následkem lesních půd (Blackburn et al., 2004). Lesní půdy nejdou dělit na dobré a špatné, protože jednotlivé druhy dřevin mají rozdílné nároky na půdní podmínky. Na toto téma bylo sestaveno několik klasifikací dle minerálních potřeb dřevin (Jurča, 1988). Náročnější na půdu jsou všeobecně listnaté dřeviny oproti jehličnanům (Blackburn et al., 2004; Polanský et al., 1966).

Humus je ústřední částí půdy nejen mineralizováním a odbouráváním živin obzvláště ve formě nitrátů, ale také má absorpční schopnosti (Blackbourn et al., 2004). Tudíž zastává velmi důležitou hnojivou funkci. Stav humusu, především míra humifikace, je základní předpoklad pro ujetí semene a následný výskyt přirozeného zmlazení (Jurča, 1988). Proces obohacení půdy lze do jisté míry ovlivnit dřevinou skladbou a jejím opadem, prostorovým uspořádáním nebo zakmeněním. Změna nastává obzvláště ve svrchních vrstvách půdního profilu (Poleno et al., 2007). Především se mohou měnit tepelné poměry, sluneční radiace a vlhkost půdy (Poleno et al., 2007).

Důležitým faktorem ovlivňující vznik přirozeného zmlazení je půdní pokryv. Bylinné patro (travní pokryv) může znemožnit semennému materiálu styk s půdou a tím zamezí vzejití semenáčku (Jurča, 1988). Dále negativně působí zalehnutím, kdy přímo způsobí zánik semenáčů, nebo zhoršením světelných podmínek takzvaným zastíněním a zpomalí jejich vývoj. Může mít i pozitivní vliv, a to především zlepšení vlhkostního poměru (Poleno et al., 2007; Vacek, 2006; Polanský et al., 1966). K půdě se váže i mykorhiza, která kladně ovlivňuje růst, odolnost a zdravotní stav zmlazení (Gryndler, 2009). Z lesnického pohledu lze půdu významně ovlivnit přípravnou činností, která má za úkol zvýšit ujímavost přirozeného zmlazení (Poleno et al., 2007).

8.1.3.4 Příprava půdy mechanická

Tato činnost vede k úmyslnému narušování půdního krytu a nadložního humusu za účelem zlepšení podmínek pro klíčení lesních dřevin. Zraňování půdy lze provádět ručně nebo mechanizovaně (Neruda and Simanov, 2006). Příprava půdy se může provádět na holině nebo pod mateřským porostem. V praxi se pod porostem půda často neupravuje, a to z důvodu složité technologie a poškozování kořenových systémů stávajícího porostu (Klimešová 2010). Úspěšnost výskytu přirozené obnovy závisí také na druhu mechanizace přípravy půdy (Karlsson et Örlander, 2000). Lehké zraňování půdy vede k výskytu vyššího počtu přirozené obnovy především u buku lesního (*Fagus sylvatica*) obzvláště ve středních horských polohách (Poleno et al., 2007). Avšak vyšší počty semenáčů nemusejí znamenat i vyšší kvalitu jedinců (Aleksandrowitz-Trzcińska et al., 2018). K narušování povrch se používá především ruční nářadí a v přístupnějších polohách brány tažené koněm (Poleno et al., 2007). Další způsob je zemědělský, který především využívá hluboké orby při umělém zalesňování a je aplikován výjimečně (Černý et Neruda 2001). Výše zmíněné činnosti lze využít celoplošně, pruhově, ploškově a provádějí se zpravidla rok před samotnou obnovou (Poleno et al., 2007). Příprava půdy

je v některých případech nutná pro zajištění výskytu přirozené obnovy (Peřina et al., 1964). Do činnosti lze zařadit i úklid potěžebytných zbytků, čím se i snižuje riziko šíření fytopatogenních hub a výskytu škodlivého hmyzu, což kladně ovlivní mortalitu náletu (Poleno et al., 2007).

Studie Aleksanderowitz-Trzcińské et al. (2014) posuzovala tři metody skarifikace půdy pomocí půdní frézy, lesnického jednoradličného pluhu a drtičem klestu. Nejlépe hodnocená byla půdní fréza, která dosáhla středních hodnot výskytu semenáčů i kvality. Drtič klestu měl vysokou kvalitu zmlazení, avšak nízké počty. Po skarifikaci pluhem byly vysoké počty, ale nízká kvalita semenáčů.

Aleksandrowitz-Trzcińska et al., (2018) následně potvrdili, že na přežití semenáčů nemá příprava půdy signifikantní vliv.

8.1.3.5 Příprava půdy chemická

Tato činnost se zaměřuje na eliminaci konkurence náletu či nárůstu zpřístupnění slunečního záření a zrychlení vývoje jedince. Herbicidy likvidují buřň a plevel, arboricidy keře a stromy. Defolianty vyvolávají odlistění dřevin (Poleno et al., 2007).

8.2 Biotické faktory

8.2.1 Dřevina a mikroklimatické podmínky

Rozhodujícím faktorem je druh dřeviny a její ekotyp (Poleno et al., 2007). Množství přirozené obnovy také ovlivňuje konkurence bylinného a keřového patra. Zásadním způsobem ovlivňuje přístup semenáčku k základním životním potřebám, tedy jeho zdárný vývoj a odrůstání (Wagner et. al 2006). Semenáček již prvním rokem potřebuje pro svůj další zdárný vývoj rozdílné stanovištní podmínky, díky kterým lépe nebo hůře prospívá. Prvotní kořen jeho délka a schopnost brzkého vytvoření mykorhizy jsou jedním ze základních biotických faktorů, které rozhodují o úspěchu semenáčů v dalším vývoji a růstu (Poleno et al., 2007). Pro zlepšení růstových podmínek je vhodné snížit zakmenění a vpustit více světla do porostu. Tímto se všaklepší podmínky i pro konkurence schopnou přízemní vegetaci, jako jsou trávy a byliny, které zhoršují růst náletu (Kuuluvainen and Pukkala, 1898). Na plochách se mohou vyskytovat i rostliny podporující klíčení semen dřevin, jsou to především mechy. Drží vlhkost, omezují růst ostatních rostlin a mají pomalý rozklad. Toto může být pro vyklíčení a následný růst zásadní (Wardle et al., 2003). V České republice jsou konkurenty semenáčků například hasivka orličí (*Pteridium aquilinum L.*), bezkoleneček modrý (*Molinia caerulea L.*) a vřes

obecný (*Calluna vulgaris*) (Gaudio et al., 2011). Kuuluvainen and Pukkala (1898) uvádějí jako silného konkurenta i brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus L.*). Některé traviny snižují vyklíčení semen tím, že se nedostanou do kontaktu s půdou. Označují se jako C–stratégové a mají vliv i na již vyrostlý nálet. Konkurují jim v boji o životní prostor, světlo i vodu. Tyto trávy prokazatelně snižují přírůst sazenic od 16 % do 36 % v České republice to je ostřice (*Carex sp.*), kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea Schreb.*), třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos (L.) Roth*). Všechny výše zmíněné rostliny rozdílně ovlivňují mikroklimatické podmínky, čerpáním vody, živin a pokryvností to může přirozenou obnovu ovlivnit pozitivně i negativně (Gaudio et al., 2011)

8.2.2 Genetika

Při obnově porostů je důležité posuzovat i genetickou kvalitu zdroje reprodukčního materiálu. Genetické zdroje lze v nejobecnější rovině rozdělit na tři základní. Primární zdroj je tvořen původními lesními ekosystémy s nezměněnou genetickou strukturou. Sekundární zdroj zahrnuje ekosystémy s narušenou genetickou strukturou, obvykle činností člověka. Při využití přirozené obnovy může být omezující dostatečný počet geneticky kvalitních jedinců, či absence zájmových druhů dřevin. Toto se může negativně projevit na vzniku nové generace lesa, především druhovou skladbou, ekologické zhoršení podmínek, produkčního potenciálu a odolností dřevin. Terciální zdroj vzniká šlechtitelskou činností (Poleno et al., 2007).

8.3 Poškození zvěří

Při hodnocení škod zvěří, by se měl brát zřetel, že zvěř do lesních ekosystémů patří a zanechává v krajině za sebou stopy (Drmota, et al., 2007). V mnoha evropských zemích jsou každoročně škody finančně kompenzovány (Calenge et al., 2004). Vznik škod ovlivňuje několik faktorů, nejdůležitějším v současné době je navyšování stavů zvěře, vyrušování, působení stresových situací a špatnou výživou (Tuma, 2008). Poškozování náletu má především na svědomí zvěř řazena mezi okusovače (Červený et al., 2016). Poškození okusem jsou řazena do několika kategorií. Nejvyšší je třetí stupeň, ve kterém je nálet zásadně zraněn a následně hyne, nejčastěji překousnutím kmínku nebo ohryzem kořenového krčku. Druhý stupeň je poškození silné, avšak není smrtelné, pokud je okus terminálního i bočního výhonu nebo ohryz kůry. První stupeň je poškození lehké, okus bočního či hlavního pupenu, ale většina je nepoškozena. Nultý stupeň je jednorázové

lehké poškození malých asimilačních orgánů (Černý et al., 1997). Škody také mohou způsobovat divoká prasata (*Sus scrofa*), která nálet vyrývají (Calenge et al., 2004). Navzdory snížení stavů spárkaté zvěře je početnost stále nadměrná a dochází ke snižování stability lesů (Machar et al., 2009).

8.4 Sousedský efekt (Neighborhood effects)

Je to působení dřevin jakýmkoliv procesy na okolní prostředí, zejména na přirozené zmlazení. Zde ovlivňují strukturu budoucího porostu a dřevinou skladbu především regulací slunečního záření a teplotu v nižších stromových patrech, reprodukčním materiálem a nutričním působením na lesní půdu (Frelich and Reich, 1999). Tento efekt může být pozitivní, negativní nebo neutrální. Pozitivní nahrazuje novou generaci lesa vlastním druhem (Frelich et al., 1998), to většinou vede k druhově stabilnímu složení porostů (Frelich and Reich, 1995). Negativní efekt brání vniknutí jiných druhů dřevin na obnovovanou plochu (Frelich et al., 1998) a jsou z dlouhodobého hlediska druhově nestabilní (Frelich and Reich, 1995). Neutrální efekt nic nepodporuje ani nebrání (Frelich et al., 1998) a v průběhu času dochází k větším výkyvům v druhové skladbě (Frelich and Reich, 1995).

Sousedský efekt se rozděluje do dvou typů. První je efekt horního stromového patra, kdy stromy úrovně působí na složení přirozeného zmlazení pod porostem. Nově vzniklá generace lesa má nahradit stávající porost. Druhý typ je aktivační efekt, který působí po disturbanci pozdní produkci (Frelich and Reich, 1995). Ovlivňuje také formu smíšení, čím je větší ovlivnění tím vznikají větší plochy jednotlivých dřevin. Mohou tedy vznikat stejnorodé plochy o několik stovkách jedinců (Frelich et al., 1998). Z lesnického pohledu jde o smíšení skupinovitě (Korpel, 1991). Rozsah sousedského efektu je přibližně 5 m a dřevina většinou ovlivňuje 3 sousední jedince. Mohlo by se zdát, že čím větší bude rozsah, tím se budou zvětšovat i monokulturní plochy, avšak toto bylo výzkumem vyvráceno. Při dosahování větších ploch se okraj rychle proěduje a dochází až k jednotlivému smíšení (Frelich et al., 1998).

Bílek (2018) zkoumal vliv porostní stěny na přirozenou obnovu. Především dopadající sluneční radiace do porostu. Největší počty semenáčků se nacházeli 5–10 m od porostního okraje a čím se vzdálenost zvyšovala tím klesal počet jedinců.

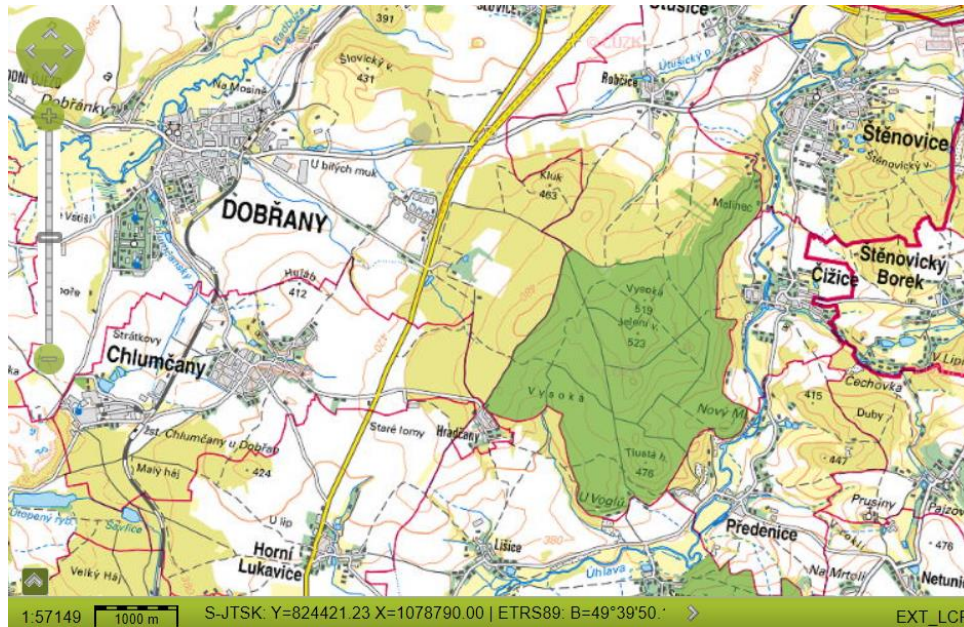
Hallikainen et al. (2019) shodně uvádí, že na holinách o průměru 20, 40 a 80 m počty přirozeného zmlazení klesají se zvyšující se vzdáleností od porostní stěny. Rovněž s větší holinou klesá počet zmlazujících se jedinců na ploše.

Ulbrichová et al. (2018) uvádějí jako optimální vzdálenost pro výskyt přirozeného zmlazení u clonné seče 2–4 m od dospělého strom. Pukkala (1989) dospěl k závěru, že optimální vzdálenost je 3–6 m. Erefur et al. (2008) se shoduje s předchozím autorem, že nejmenší vhodná vzdálenost od dospělého stromu je 1 m, ale ve vzdálenosti 4–7 m má zmlazení optimální podmínky pro růst.

9 Metodika

9.1 Charakteristika revíru Vysoká

Výzkum byl prováděn na lokalitě vzdálené od Plzně 16 km v revíru Vysoká (obrázek 1). Toto území je spravováno Lesy České republiky pod lesní správou Přeštice viz kapitola 3.2.



Obrázek 1. Revír Vysoká vyznačen zeleně. Zdroj: EXT_LCR_Prehled_Porostní (lesycr.cz)

9.2 Výběr lokalit

Venkovní pochůzkou bylo vytypováno několik lokalit, které byly vhodné pro měření dat. Kritéria pro tuto činnost byla vybrána na základě nastudované problematiky a konzultací s vedoucím diplomové práce. Jednalo se o vybrání vždy dvou párových ploch, přičemž na jedné byla provedena holá seč a na druhé seč clonná, samozřejmě v reprodukčním věku a provedený zásah byl ve stejném časovém období. Takto se vytypovalo 5 lokalit. Dále muselo být splněno několik kritérií, jako je stejná nebo co nejvíce podobná expozice, sklon terénu, půdní a vlhkostní poměry. K výše zmíněné činnosti byla využita Hospodářská kniha a konzultace s revírníkem. Holiny i clonné seče vznikaly z důvodu kůrovcové kalamity (nahodilou těžbou). U clonné seče to znamenalo odtěžování odumírajících stromů.

Celkem bylo tímto způsobem vybráno pět párových ploch. Na každé této lokalitě se vytyčila výzkumná plocha o velikosti 25 m² tvaru čtverce tak, aby byla reprezentativní pro nově vznikající porost. Na holině byla odstupová vzdálenost od okraje porostu

1 výška vedlejšího porostu, aby se minimalizoval vliv porostní stěny. Plochy se vytěžily harvesterovou technologií a těžební zbytky uklidily ručně.

9.3 Založení studované plochy

Při založení plochy se využilo dřevorubecké pásmo o délce 20 m, které vytyčovalo okraj plochy (každá strana měřila 5 m), tímto se docílilo správného tvaru čtverce, ale pro jistotu se provedla kontrola vnitřních úhlů (90°) úhломěrem. Vrcholy pásma byly fixovány hřebíkem 8x300 zaraženým v půdě a z vnější strany byla přidána rovná část větve zvýrazněná oranžovým lesnickým značkovacím sprejem pro zlepšení přehlednosti. Pásmo se volně dotýkalo přízemní vegetace či náletu, aby bylo zajištěno co nejpřesnější měření.

9.4 Zjišťované parametry ploch

Na vybrané lokalitě (holina, clonná seč) se pomocí relaskopické metody určilo zakmenění (0–1) a kvalifikovaným odhadem zabuřenění (mírné do 30 %, střední 30–60 %, silné nad 60 % obsazené plochy). Sklon, expozice a velikost plochy byly určeny dle měření a výpočtů. Parametry pro výpočet sklonu byly zjišťovány na zkusné ploše pomocí rovné latě délky 5 m a z horní části přiloženou vodováhou (zajištění vodorovné polohy latě). Pásmem byly změřeny délky a zaokrouhleny na celé centimetry. Zkusná plocha byla založena přibližně uprostřed holiny či clonné seče, a to na reprezentativní ploše. Z důvodu snížení možného ovlivnění vedlejšími porosty.

U založené zkusné plochy byly zjištěny počty, jednotlivé druhy dřevin, pokud bylo větší množství přirozeného zmlazení zkusná plocha se rozčlenila do několika sektorů pomocí provázku a počítání probíhalo v každém zvlášť. Každý zjištěný jedinec byl označen lesnickým značkovacím sprejem, aby se vyloučila možnost dvojího započítání.

Každý jednotlivý semenáč byl zařazen do výškové třídy 0-5 cm, 6-10 cm, 11-15 cm a 16-30 cm. Měření probíhalo pomocí pravítka 50 cm a hodnoty byly zaokrouhlovány na celé centimetry. Dále se zjišťovalo poškození, které se zařazovalo do kategorií bez poškození, poškození způsobující zpomalení růstů a poškození zapříčínující uhynutí. Korunový zápoj a zabuřenění se určilo kvalifikovaným odhadem na dané zkusné ploše, velikost holiny se zjišťovala pomocí lesnického pásma. Zjištěné hodnoty byly zaznamenávány do tabulky Excel.

Všechna data byla také zpracována ve statistickém softwaru STATISTICA v.13.05.17. Data uvádějí hodnoty počtu zjištěných semenáčů na zkusných plochách

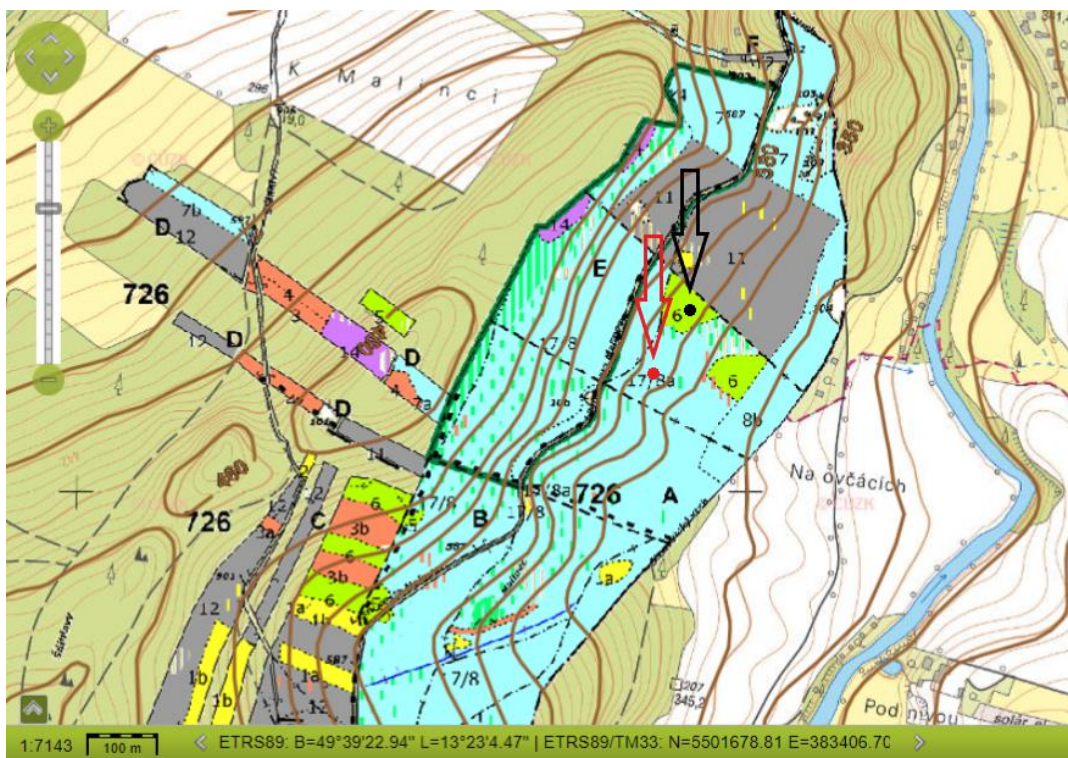
o velikosti 25 m². Zaznamenané hodnoty byly uspořádány dle typu seče a dle výškového rozpětí semenáčů do tabulky. Nejdříve byla posouzena normalita rozložení dat. Vzhledem k nižšímu počtu zjištěných údajů nebylo potvrzeno jejich normální rozložení, a proto se aplikovaly neparametrické testy k posouzení statisticky významných rozdílů mezi počty semenáčů zjištěných na obou typech seče. Použil se neparametrický test Kolmogorov-Smirnov. Data se vizualizovala grafy s vyznačenými středními hodnotami a rozpětím hodnot pro 95% interval spolehlivosti.

9.4.1 Plocha 1

První párová plocha byla založena v porostu 726A17/8a (clonná seč) a 726A6 (holina). Porost 726A17/8a dle hospodářské knihy je lesní typ 2K9, věk 84 let a druhý lesní vegetační stupeň. Nejvíce zastoupenou dřevinou byl dub zimní (*Quercus petraea*) 73 %, smrk ztepilý (*Picea abies*) 20 %, lípa srdčitá (*Tilia cordata*) 5 %, jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) 1 % a borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Skutečná plocha etáže je 6,68 ha. Lesní oblast je Západočeské pahorkatina. Obmýtlí 100 let, obnovní doba 30 let, expozice východní, sklon 12 %.

Holina 726A6 dle hospodářské knihy je lesní typ 2K3, věk 75 let a druhý lesní vegetační stupeň. V zastoupení dřevin měl největší podíl dub zimní (*Quercus petraea*) 73 %, smrk ztepilý (*Picea abies*) 20 %, lípa srdčitá (*Tilia cordata*) 5 %, jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) 1 % a borovice lesní (*Pinus sylvestris*) 1 %. Skutečná plocha etáže je 6,68 ha. Lesní oblast je Západočeské pahorkatina. Obmýtlí 100 let, obnovní doba 30 let. Expozice východní, sklon 13 %.

Těžebním zásahem byl odstraněn smrk ztepilý, zlomy borovice lesní a vývraty lípy srdčité v roce 2017.



Obrázek 2. Plocha 1, výřez lesnické mapy 1:714. Červeně vyznačena je clonná seč, černě holina). Zdroj: EXT_LCR_Prehled_Porostní (lesycr.cz).



Obrázek 3. Clona 726A17/8a plocha 1.



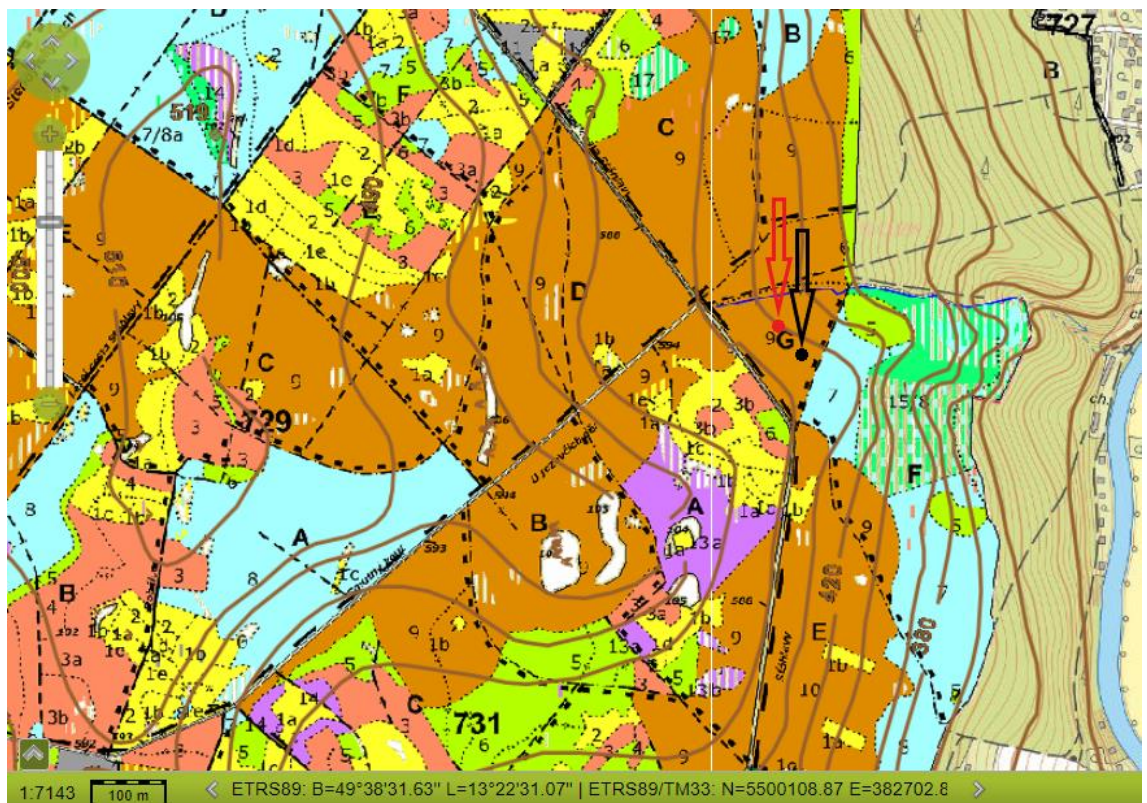
Obrázek 4. Holina 726A6 plocha 1.

Zakmenění po provedené clonné seči zůstalo 0,4 a velikost procloněné plochy je 0,95 ha. Velikost holiny 0,87 ha, vzdálenost měřených ploch je 95 m.

9.4.2 Plocha 2

Druhá párová plocha (obrázek 5) byla založena v porostu 732G9 pro clonnou seč (obrázek 6) i holinu (obrázek 7). Porost 732G9 dle hospodářské knihy je lesní typ 2K3, věk 89 let a třetí lesní vegetační stupeň. V zastoupení dřevin měl největší podíl smrk ztepilý (*Picea abies*) 40 %, dub zimní (*Quercus petraea*) 40 %, borovice lesní (*Pinus sylvestris*) 10 % a modřín opadavý (*Larix decidua*) 10 %. Plocha porostní skupiny je 3,37 ha. Lesní oblast je Západočeské pahorkatina. Popis porostní skupiny: SM je diferenciovaný a část v podúrovni. Obmýtí 140 let, obnovní doba 30 let. Expozice východní, sklon 17 %.

Těžebním zásahem byl odstraněn smrk ztepilý a vývraty dubu zimního v roce 2017.



Obrázek 5. Plocha 2. výřez lesnické mapy 1:7143. Červeně vyznačena je clonná seč, černě holina.
Zdroj: EXT_LCR_Prehled_Porostní (lesy.cz).



Obrázek 6. Clona 732G9.



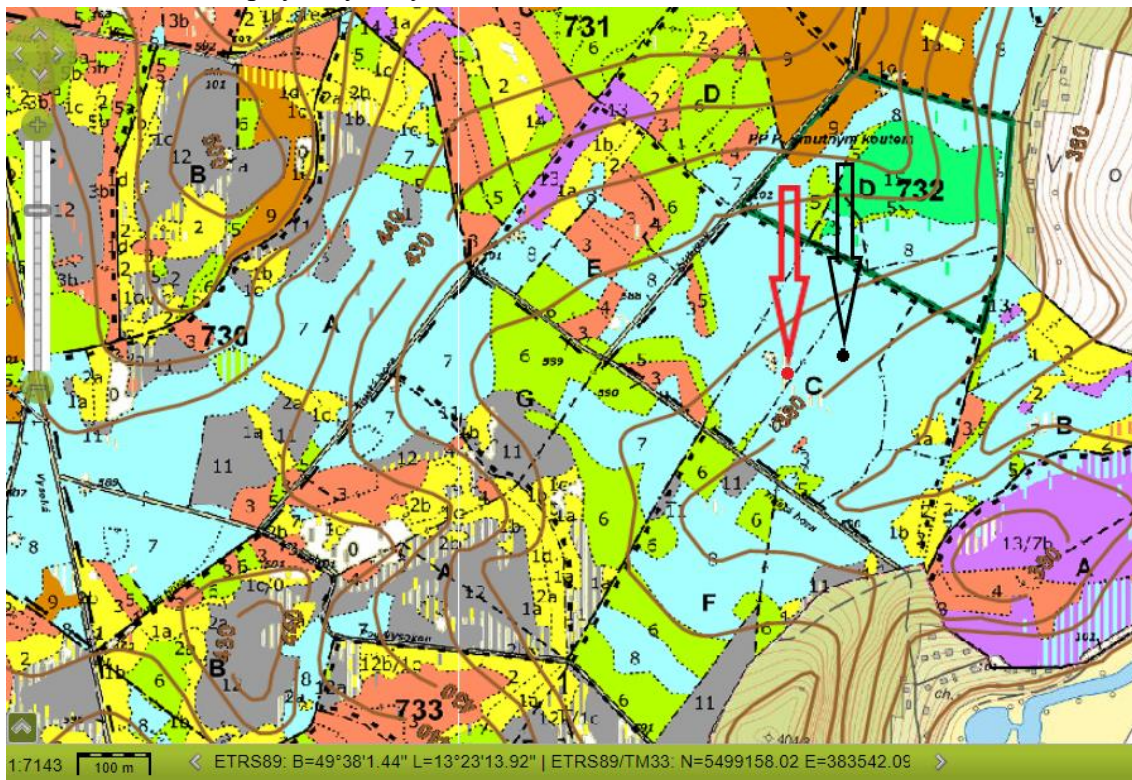
Obrázek 7. Holina 732G9.

Zakmenění po provedené clonné seči zůstalo 0,4 a velikost procloněné plochy je 0,70 ha. Velikost holiny 0,65 ha, vzdálenost měřených ploch 78 m.

9.4.3 Plocha 3

Další párová plocha byla založena v porostu 732C8 (clonná seč i holina). Porost 732C8 dle hospodářské knihy je lesní typ 3F1, věk má 81 let a nachází se ve třetím lesním vegetačním stupni. V zastoupení dřevin měl největší podíl dub zimní (*Quercus petraea*) 50 %, smrk ztepilý (*Picea abies*) 30 %, habr obecný (*Carpinus betulus*) 15 % a borovice lesní (*Pinus sylvestris*) 5 %. Plocha porostní skupiny je 3,37 ha. Lesní oblast je Západočeské pahorkatina. Popis porostní skupiny: Různověká kmenovina s neúpravdělným zápojem. Několik desítek starších SM, HB, DB. Obmýtí 140 let,

obnovní doba 30 let. Expozice jihovýchodní, sklon 4,5 %. Těžebním zásahem byl odstraněn smrk ztepilý a vývraty dubu zimního v roce 2018.



Obrázek 8 Plocha 3. výřez lesnické mapy 1:7143. Červeně vyznačena je clonná seč, černě holina.
Zdroj: EXT_LCR_Prehled_Porostní (lesycr.cz).



Obrázek 9. Clona 732C8.



Obrázek 10. Holina 732C8.

Zakmenění po provedené clonné seči (obrázek 9) zůstalo 0,6 a velikost procloněné plochy je 0,8 ha. Velikost holiny 0,87 ha, vzdálenost měřených ploch 78 m.

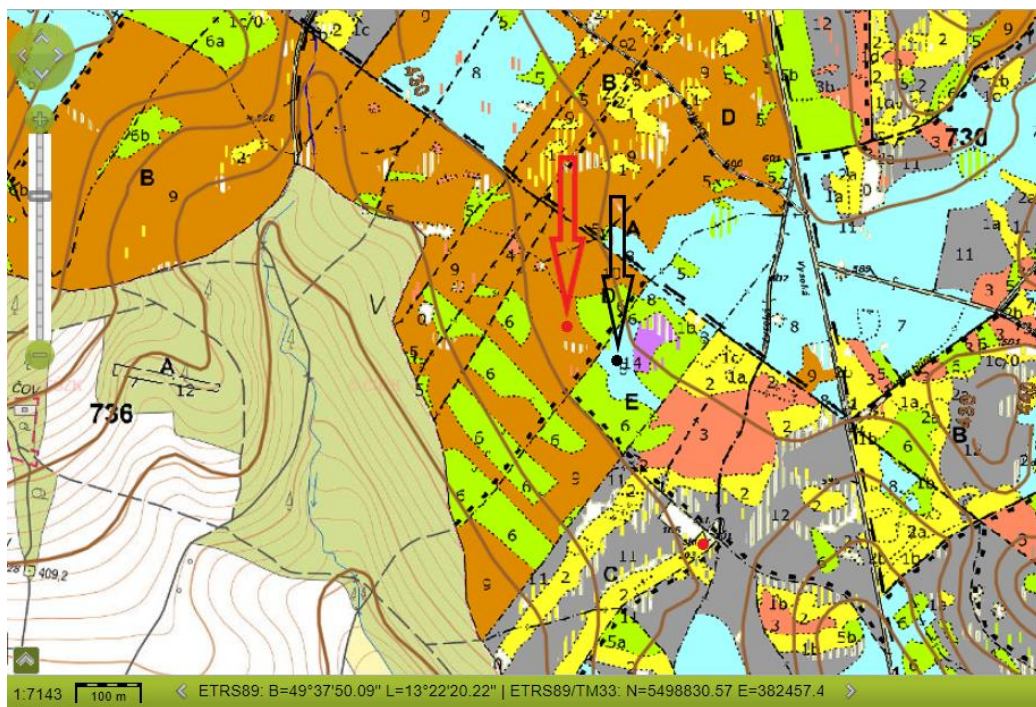
9.4.4 Plocha 4

Čtvrtá párová plocha (obrázek 11) byla založena v porostu 734D9 pro clonnou seč (obrázek 12) a holina v porostu 734E8 (obrázek 13).

Porost 734D9 dle hospodářské knihy je lesní typ 3I1, věk 89 let a třetí lesní vegetační stupeň. V zastoupení dřevin měl největší podíl smrk ztepilý (*Picea abies*) 83 %, dub zimní (*Quercus petraea*) 8 %, borovice lesní (*Pinus sylvestris*) 8 % a buk lesní (*Fagus sylvatica*). Plocha porostní skupiny 11,83 ha. Lesní oblast je Západočeské pahorkatina. Popis porostní skupiny: různověká kmenovina s nepravidelným zápojem Obmýtí 110 let, obnovní doba 30 let. Expozice jihozápadní, sklon 3 %.

Holina 734E8 dle hospodářské knihy je hospodářský soubor 2K1, věk 86 let a druhý lesní vegetační stupeň. V zastoupení dřevin měl největší podíl smrk ztepilý (*Picea abies*) 74 %, dub zimní (*Quercus petraea*) 15 %, modřín opadavý (*Larix decidua*) 3 %, borovice lesní (*Pinus sylvestris*) 2 %. Plocha porostní skupiny je 0,89 ha. Lesní oblast je Západočeské pahorkatina a lesní. Obmýtí 100 let, obnovní doba 30 let Expozice jihozápadní, sklon 3 %.

Těžebním zásahem byl odstraněn smrk ztepilý, vývraty dubu zimního a zlomy borovice lesní.



Obrázek 11. Plocha 4, výřez lesnické mapy 1:7143. Červeně vyznačena je clonná seč, černě holina. Zdroj: EXT_LCR_Prehled_Porostní (lesycr.cz).



Obrázek 12. Clona 734D9.

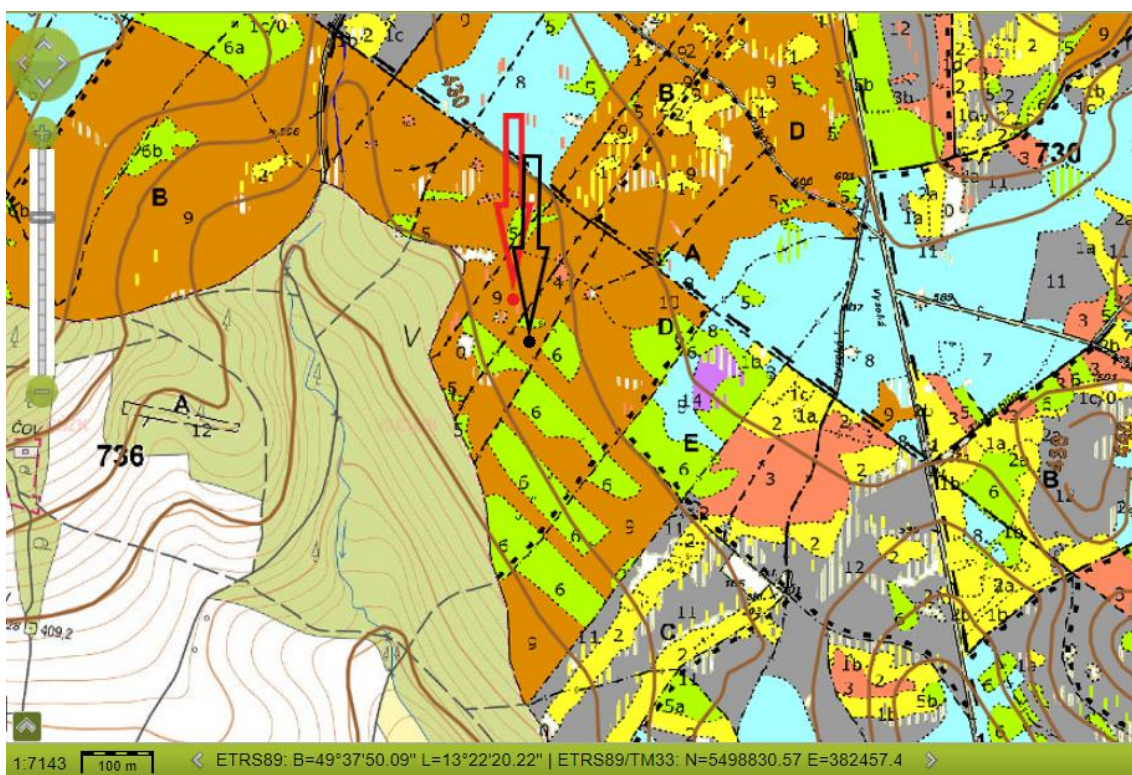


Obrázek 13. Holina 734E8.

Zakmenění po provedené clonné seči zůstalo 0,5 a velikost proclonění je 0,4 ha. Velikost holiny 0,89 ha, vzdálenost měřených ploch 130 m

9.4.5 Plocha 5

Pátá párová plocha byla založena v porostu 732C8 (obrázek 14) (clonná seč i holina). Porost 732C8 dle hospodářské knihy je lesní typ 3F1, věk 81 let a třetí lesní vegetační stupeň. V zastoupení dřevin měl největší podíl dub zimní (*Quercus petraea*) 50 %, smrk ztepilý (*Picea abies*) 30 %, habr obecný (*Carpinus betulus*) 15 % a borovice lesní (*Pinus sylvestris*) 5 %. Plocha porostní skupiny je 12,97 ha. Lesní oblast je Západočeské pahorkatina. Popis porostní skupiny: Různověká kmenovina s nepravidelným zápojem. Několik desítek starších SM, HB, DB. Obmýtí 140 let, obnovní doba 30 let. Expozice jižní sklon 4 %. Těžebním zásahem byl odstraněn smrk ztepilý v roce 2018.



Obrázek 14. plocha 5, výřez lesnické mapy 1:7143. Červeně vyznačena je clonná seč, černě holina.
Zdroj: EXT_LCR_Prehled_Porostní (lesy.cz).



Obrázek 15. clona 732C8.



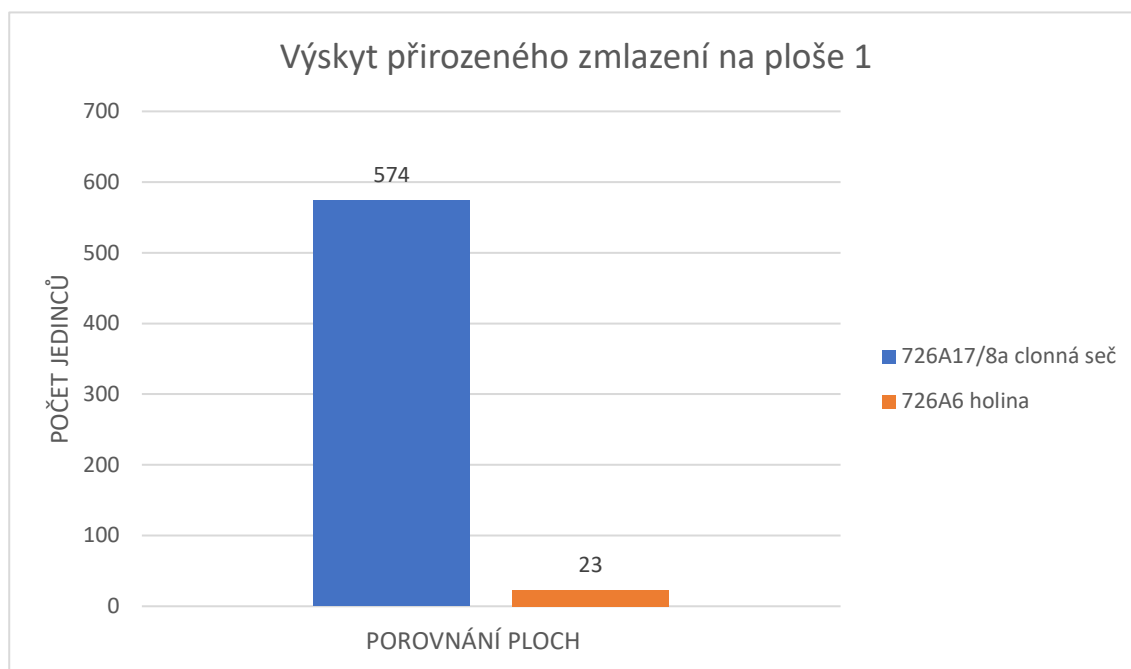
Obrázek 16. holina 732C8.

Zakmenění po clonné seči zůstalo 0,5 velikost porostu je. Velikost holiny 0,87 ha, vzdálenost ploch je 104 m.

10 Výsledky

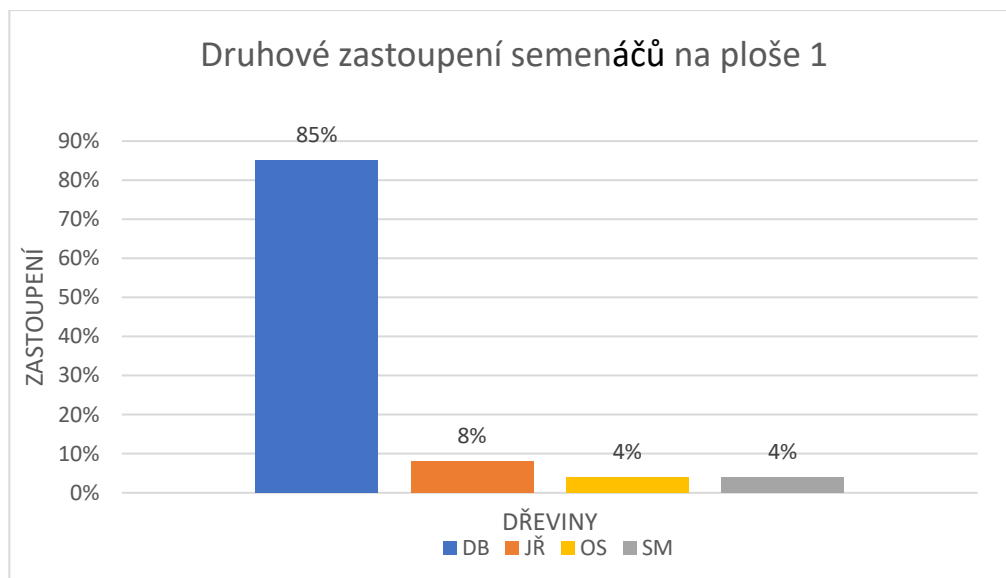
10.1 Plocha 1

Na ploše číslo 1 v porostech 726A17/8a (clona) a 726A6 (holina) bylo zjištěno celkem 597 kusů semenáčů, z toho se 574 nacházelo pod clonou a 23 na holině, Graf 1.

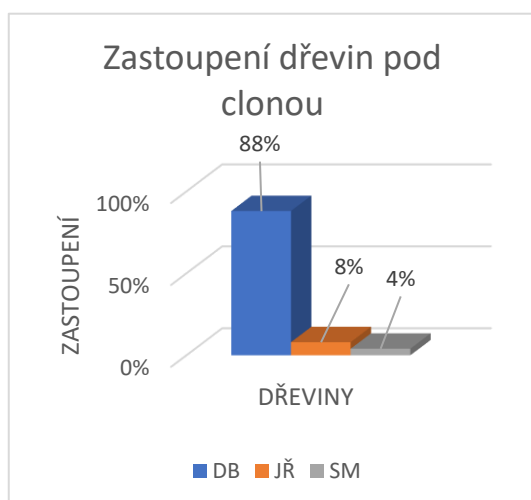


Graf 1. Porovnání výskytu přirozeného zmlazení pod clonou a holině.

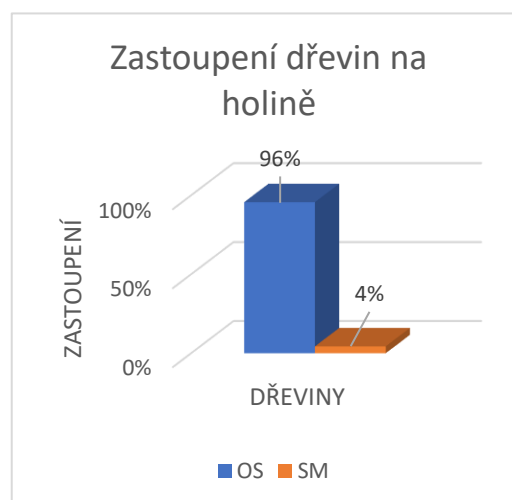
Celkové zastoupení dřevin na této ploše bylo u dubu zimního (*Quercus petraea*) 85 %, jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*) 8 %, topolu osika (*Populus tremola*) 4 % a smrku ztepilého (*Picea abies*) 4 %, Graf 2. Pod mateřským porostem byl zastoupen dub zimní (*Quercu spetraea*) 88 %, jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*) 8 % a smrku ztepilého (*Picea abies*) 4 %, Graf 3. Na holině byly přítomny pouze dva druhy dřevin, a to topol osika s 96% zastoupením a smrk ztepilý (*Picea abies*) 4% zastoupením, Graf 4.



Graf 2. Druhové zastoupení přirozeného zmlazení na ploše 1.



Graf 3. Druhové zastoupení přirozeného zmlazení pod clonou.



Graf 4. Druhové zastoupení přirozeného zmlazení na holině.

Pod mateřským porostem byla nejvíce zastoupena výšková třída do 5 cm z 60 % a třída od 6 do 10 cm zastoupena 40 %, Graf 5.

Na holině byla taktéž nejvíce zastoupena výšková třída do 5 cm výšky semenáčů a to 65 %, třída od 6 do 10 cm měla zastoupení 35 %, Graf 6.

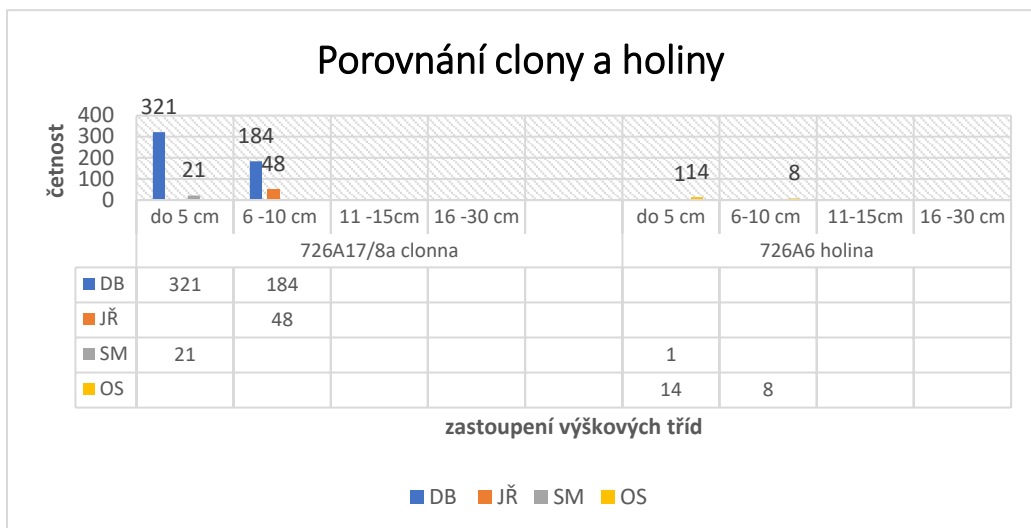


Graf 5 Zastoupené výškové třídy pod clonou.



Graf 6 Zastoupené výškové třídy na holině.

Matěřský porost po clonné seči disponoval korunovým zápojem 60 % a zabuřenění bylo mírné, na holině střední.

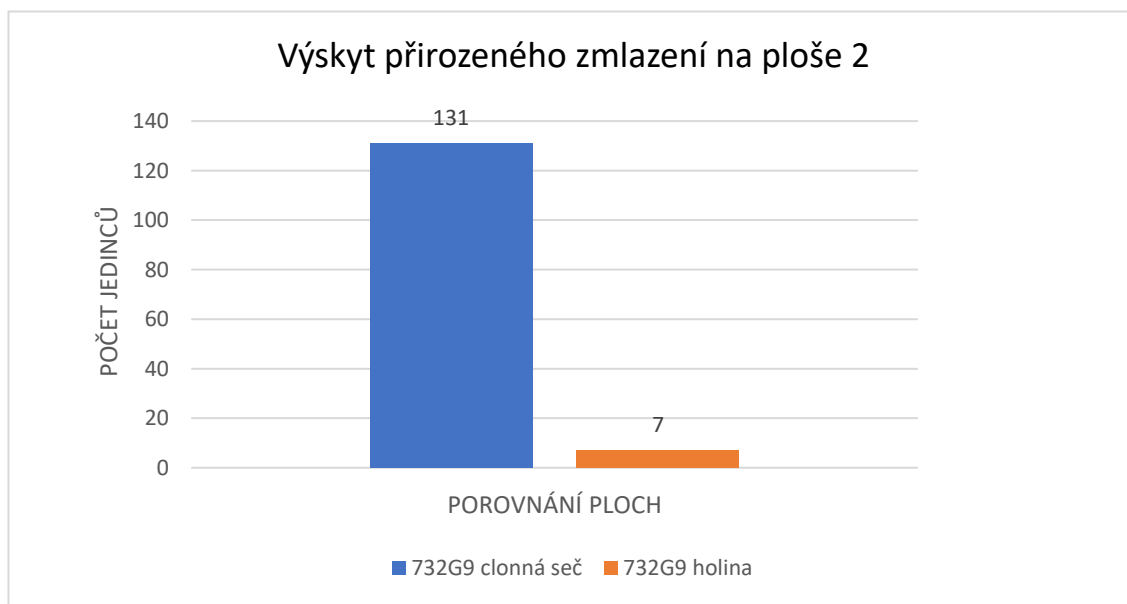


Graf 7 Porovnání výskytu přirozeného zmlazení pod clonnou a holině na ploše 1 (znázorněno ve výškových třídách).

Z výše uvedených dat (Graf 7) je patrné, že počty semenáčů i vyšší druhová pestrost byla na ploše 1 pod mateřským porostem, tedy za použití clonné seče.

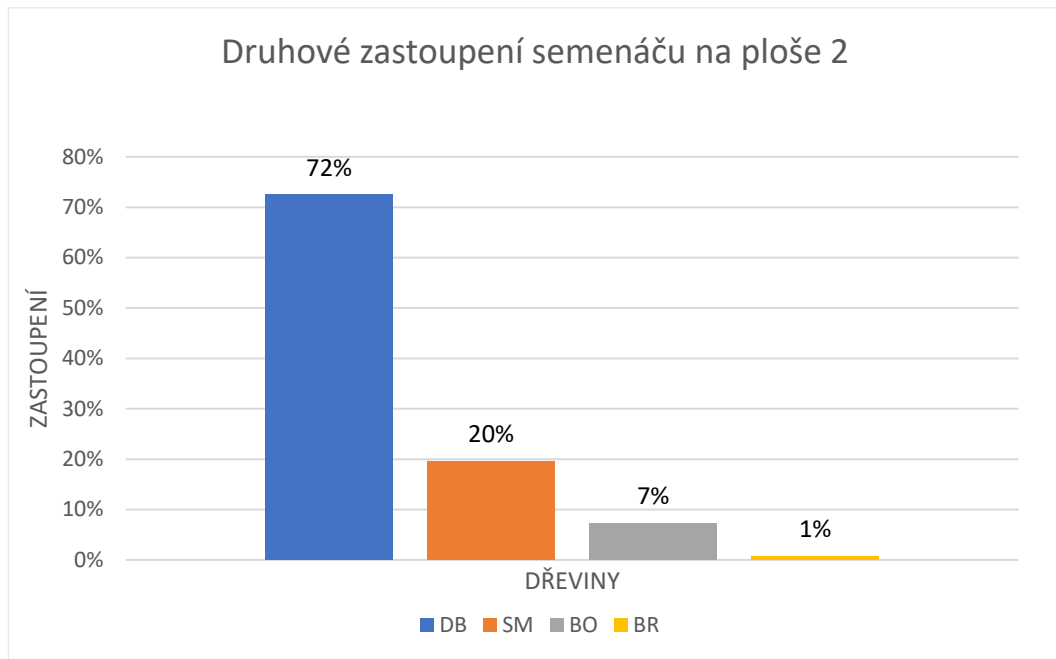
10.2 Plocha 2

Na ploše číslo 2 v porostech 732G9 (clona) a 732G9 (holina) bylo zjištěno celkem 138 kusů semenáčů, z toho se 131 nacházelo pod clonou a 7 na holině, Graf 8.

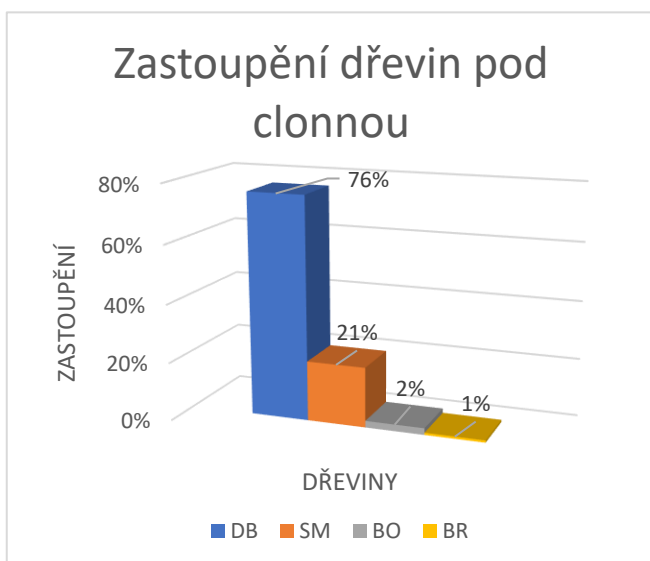


Graf 8 Porovnání výskytu přirozeného zmlazení na ploše 2.

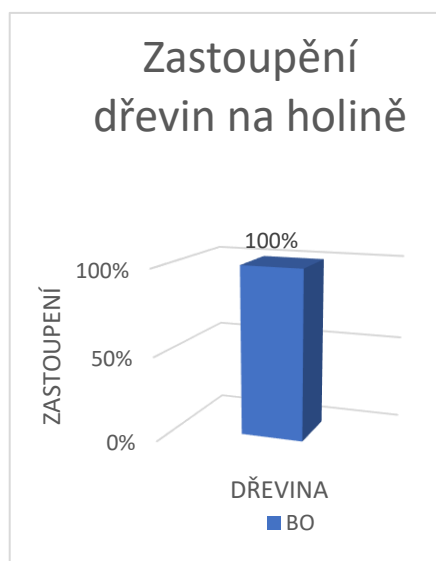
Celkové zastoupení dřevin na ploše 2 bylo u dubu zimního (*Quercus petraea*) 72 %, smrku ztepilého (*Picea abies*) 20 %, borovice lesní (*Pinus silvestris*) 7 % a břízy bělokoré (*Betula pendula*) 1 %, Graf 9. Pod mateřským porostem byl zastoupen dub zimní (*Quercu spetraea*) 76 %, smrk ztepilý (*Picea abies*) z 21 %, borovice lesní (*Pinus silvestris*) 2 % a bříza bělokorá (*Betula pendula*) 1 %, Graf 10. Na holině byla pouze borovice lesní (*Pinus silvestris*) 100 %, Graf 11.



Graf 9. Druhové zastoupení dřevin na ploše 2.



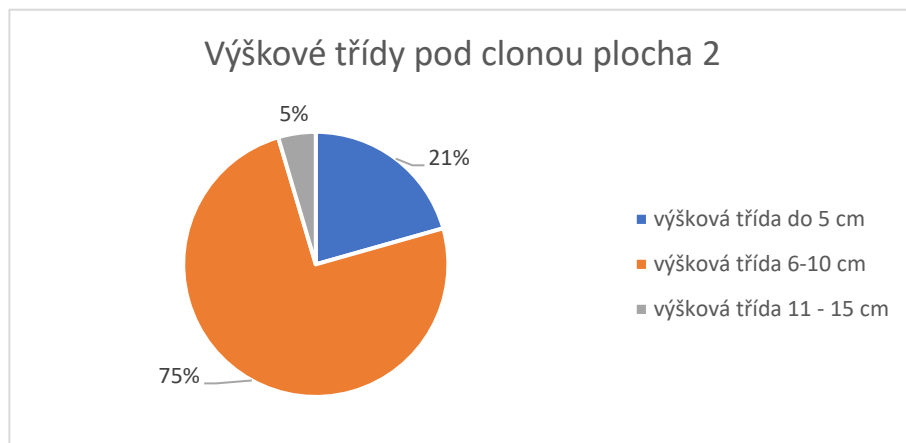
Graf 10 Zastoupení dřevin pod clonou



Graf 11 Zastoupení dřevin na holině

Pod mateřským porostem byla nejvíce zastoupena výšková třída od 6 do 10 cm a to 75 %, následovala třída do 5 cm se zastoupením 21 %, nejmenší zastoupení bylo ve třídě 11 až 15 cm a to 5 % Graf 12.

Na holině byla nejvíce zastoupena výšková třída od 6 do 10 cm 86 %, následovala třída 11 až 15 cm se zastoupením 14 % Graf 14.

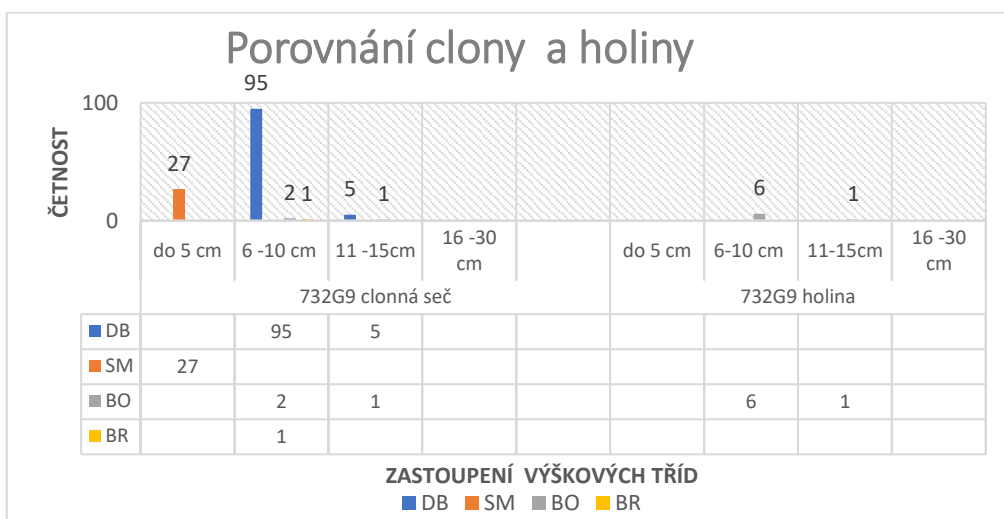


Graf 12 Četnost semenáčů ve výškových třídách



Graf 13 Četnost semenáčů ve výškových třídách.

Mateřský porost po clonné seči disponoval korunovým zápojem 50 % a zabuřnění bylo mírné, na holině střední.

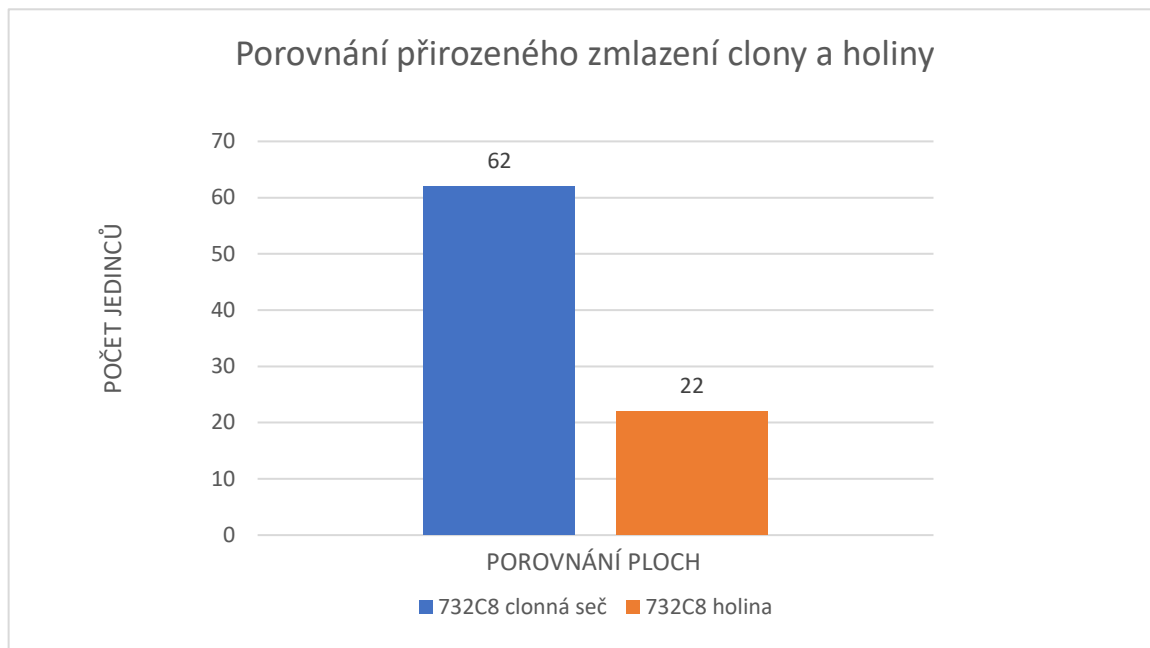


Graf 14 Porovnání výskytu přirozeného zmlazení pod clonou a holině na ploše 1 (znázorněno ve výškových třídách).

Z výše uvedených dat (Graf 14) je jednoznačně patrné, že počty semenáčů i vyšší druhová pestrost byla opět na ploše 2 pod mateřským porostem, tedy za použití clonné seče.

10.3 Plocha 3

Na ploše číslo 3 v porostech 732C8 (clona) a 732C8 (holina) bylo zjištěno celkem 84 kusů semenáčů, z toho se 62 nacházelo pod clonou a 22 na holině, Graf 15.

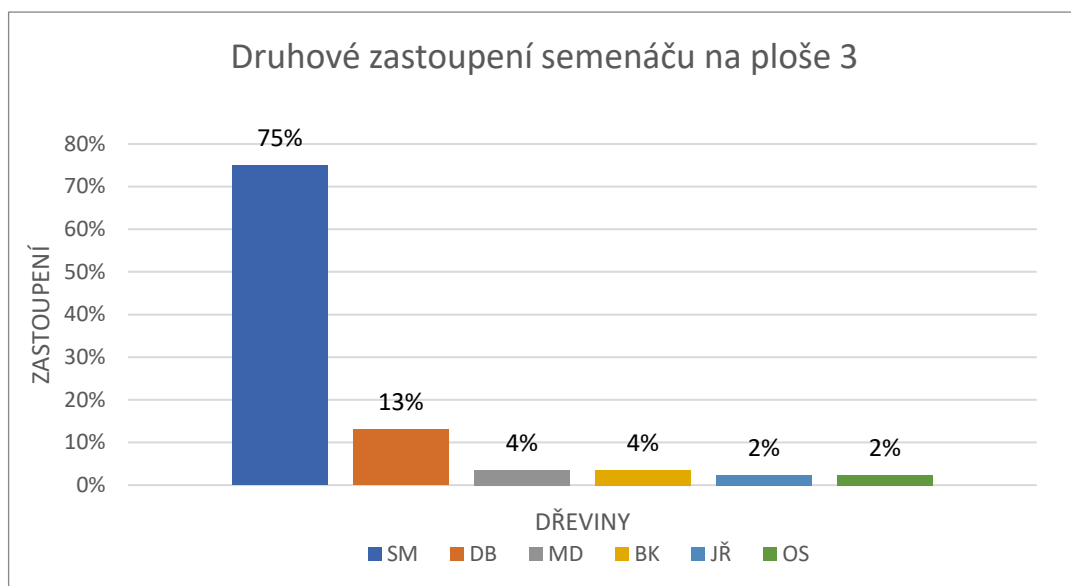


Graf 15 Porovnání výskytu přirozeného zmlazení na ploše 3.

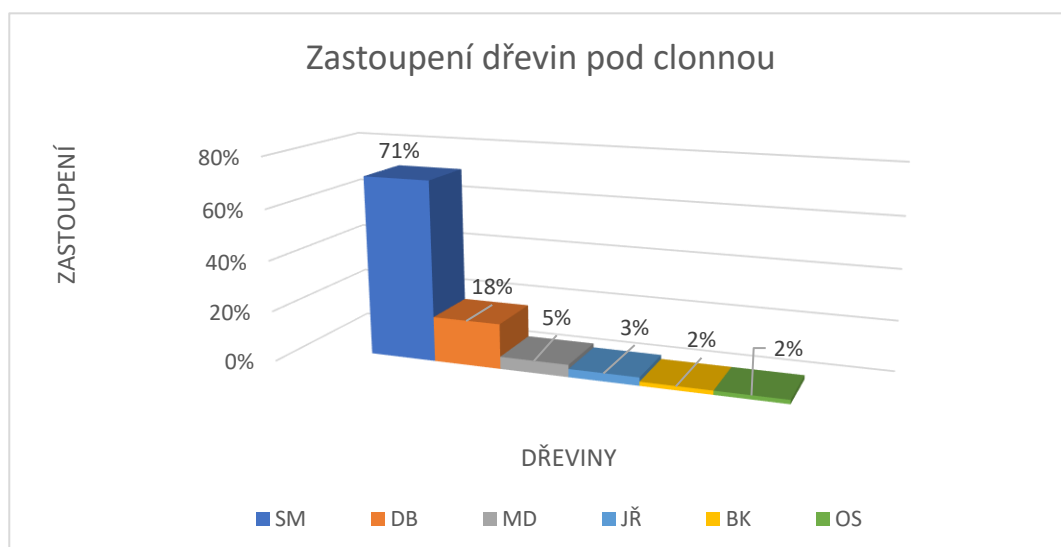
Celkové zastoupení dřevin na této ploše bylo u smrku ztepilého (*Picea abies*) 75 % dubu zimního 13 %, modřínu opadavého (*Larix decidua*) 4 %, buku lesního (*Fagus sylvatica*) 4 %, jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) 2 % a topol osika (*Populus tremola*) 2 %, Graf 16.

Pod porostem byl zastoupen dub zimní (*Quercus petraea*) u smrku ztepilého (*Picea abies*) 71 % dubu zimního 18 %, modřínu opadavého (*Larix decidua*) 5 %, jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) 3 % buku lesního (*Fagus sylvatica*) 2 %, % a topol osika (*Populus tremola*) 2 %, Graf 17.

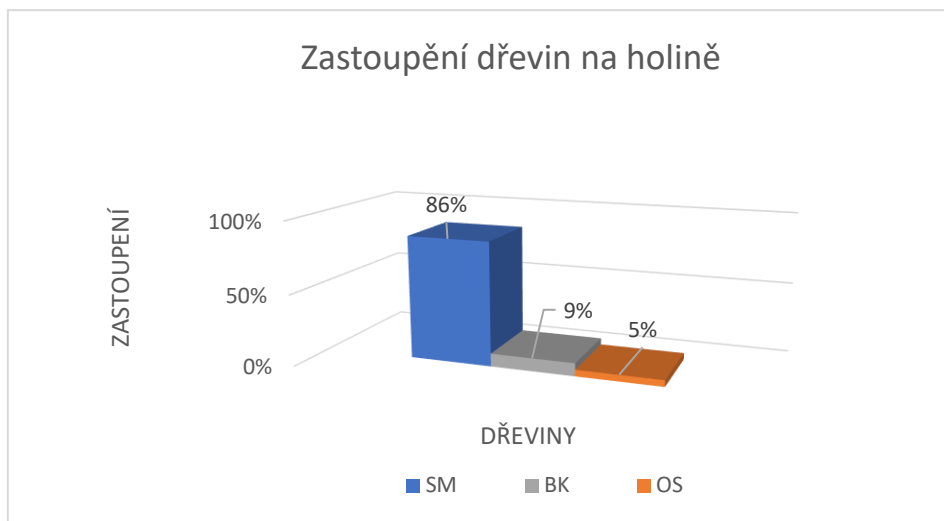
Na holině se vyskytoval smrk ztepilý (*Picea abies*) s 86 %, buku lesního (*Fagus sylvatica*) 9 % a topol osika (*Populus tremola*) 5 %, Graf 18.



Graf 16 Druhé zastoupení dřevin na ploše 3.



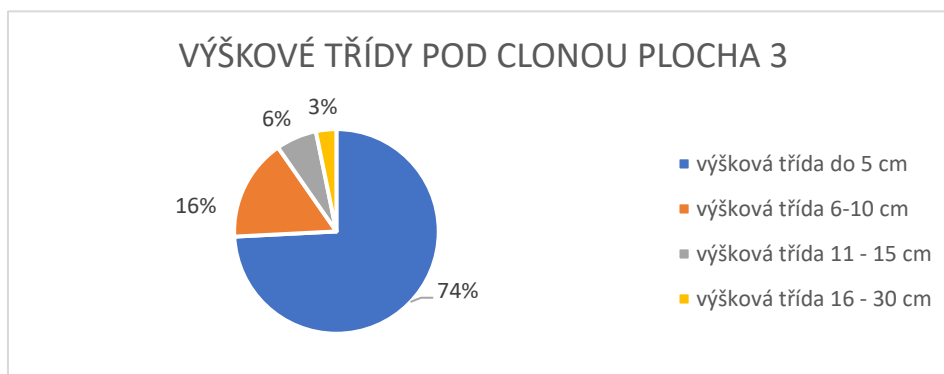
Graf 17 Zastoupení dřevin pod clonou.



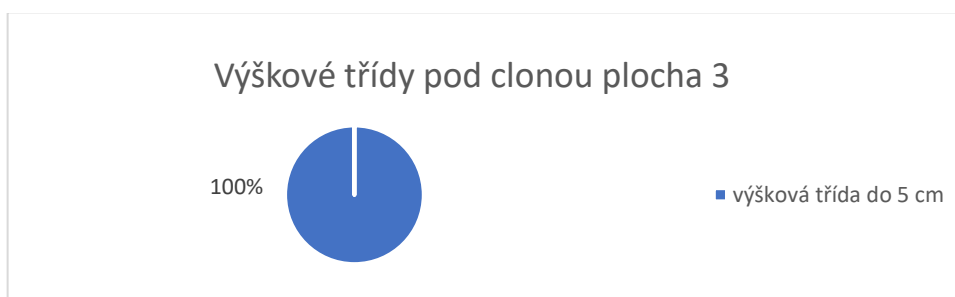
Graf 18 Zastoupení dřevin na holině

Pod mateřským porostem byla nejvíce zastoupena výšková třída do 5 cm výšky semenáčů a to 74 %, následovala třída od 6 cm do 10 cm se zastoupením 16 %, další byla třída od 11 cm do 15 cm s 6 % nejmenší zastoupení bylo ve třídě 6 až 10 cm a to s 3 %, Graf 19.

Na holině byla jen třída do 5 cm výšky semenáčů se 100 %, Graf 20.

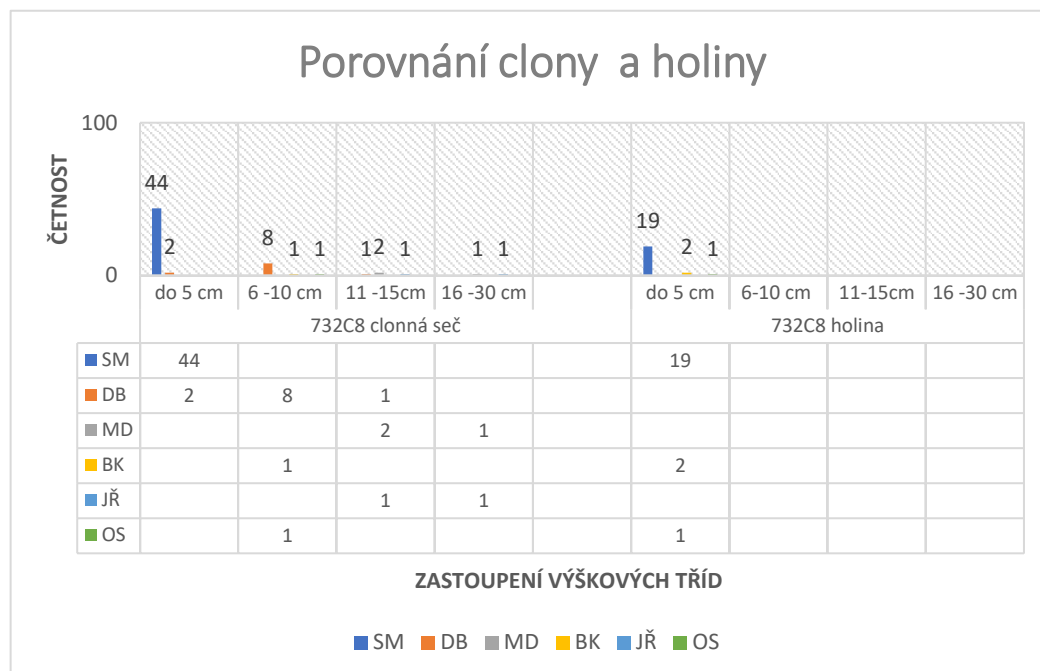


Graf 19 Četnost semenáčů ve výškových třídách



Graf 20 Četnost semenáčů ve výškových třídách.

Mateřský porost po clonné seči měl korunový zápoj 50 %, zabuřnění na lokalitách bylo mírné.

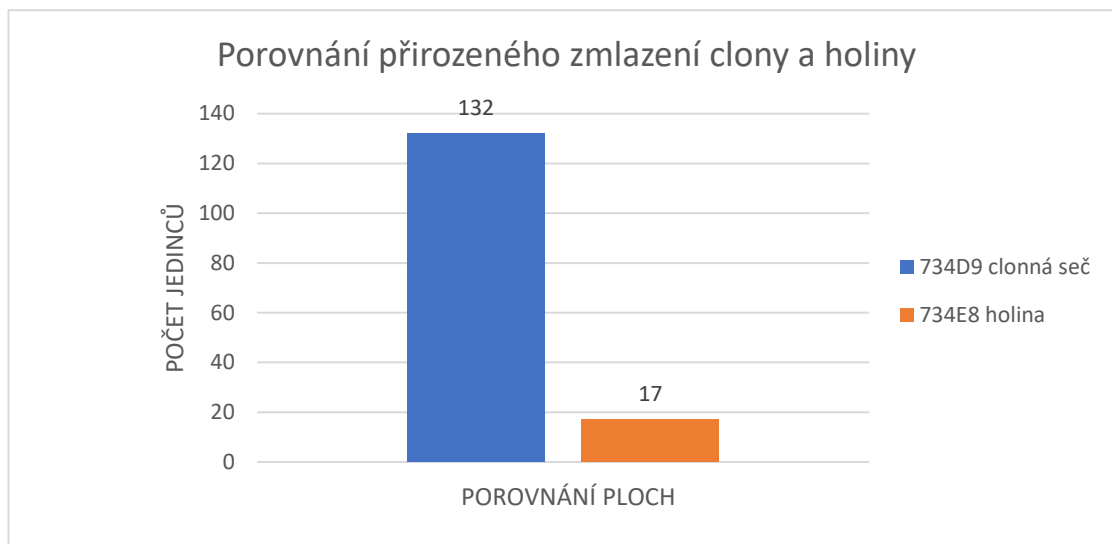


Graf 21 Porovnání výskytu přirozeného zmlazení pod clonnou a holině na ploše (znázorněno ve výškových třídách).

Z výše uvedených dat pro plochu 3 (Graf 21) je jednoznačně patrné, že počty semenáčů i vyšší druhová pestrost byla opět pod mateřským porostem, tedy za použití clonné seče.

10.4 Plocha 4

Na ploše číslo 4 v porostech 734D9 (clona) a 734E8 (holina) bylo zjištěno celkem 149 kusů semenáčů, z toho se 132 nacházelo pod clonou a 17 na holině, Graf 22.

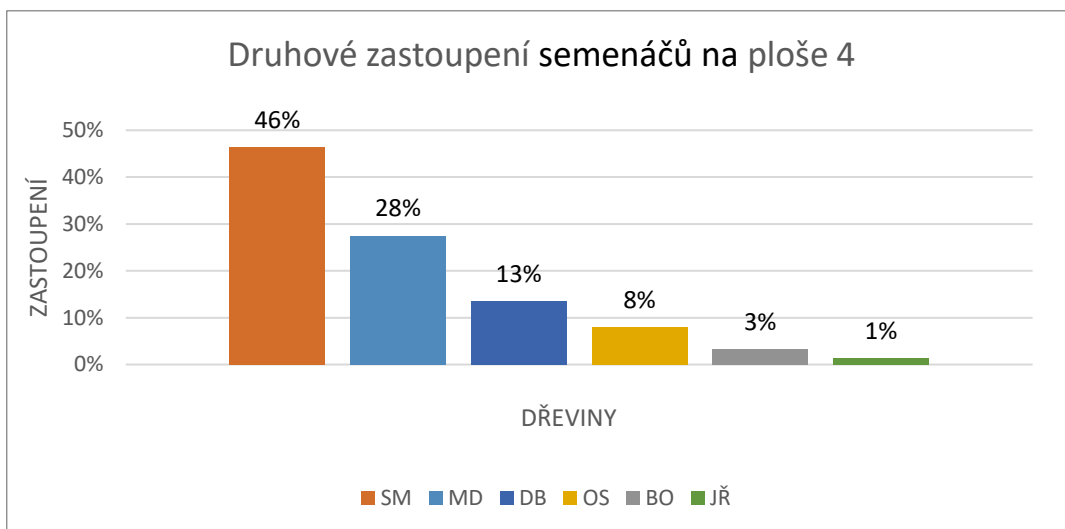


Graf 22 Porovnání výskytu přirozeného zmlazení na ploše 4.

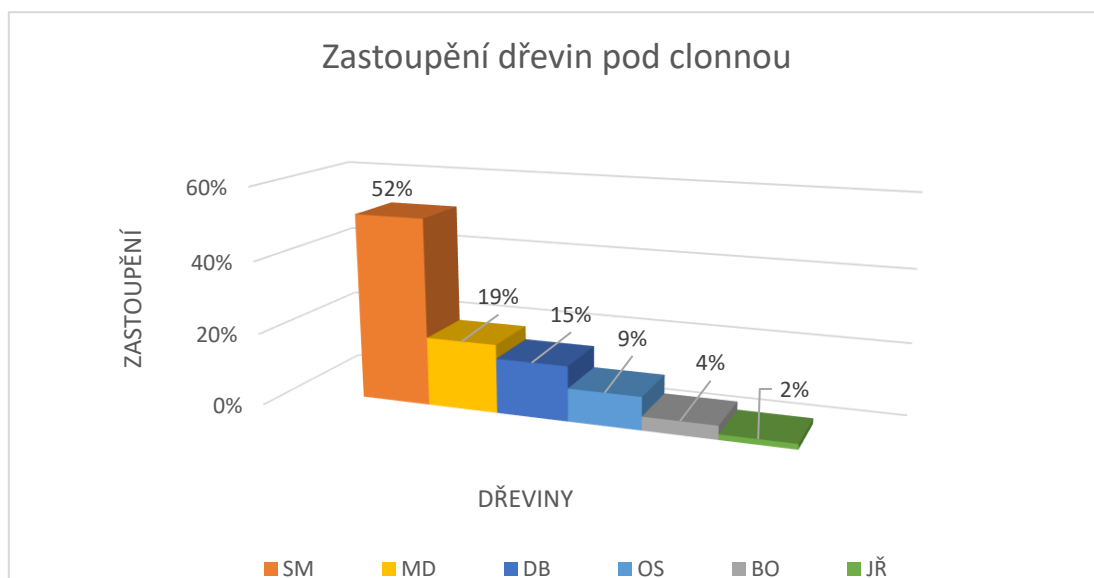
Celkové zastoupení dřevin na této ploše bylo u smrku ztepilého (*Picea abies*) 46 %, modřínu opadavého (*Larix decidua*) 28 %, dubu zimního (*Quercus petraea*) 13 %, topol osika (*Populus tremola*) 8 %, borovice lesní (*Pinus silvestris*) 3 % a jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) 1 %, Graf 23.

Pod porostem bylo zastoupení smrku ztepilého (*Picea abies*) 52 %, modřínu opadavého (*Larix decidua*) 19 %, dubu zimního 15 %, topol osika (*Populus tremola*) 9 %, borovice lesní (*Pinus silvestris*) 4 % a jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) 2 %, Graf 24.

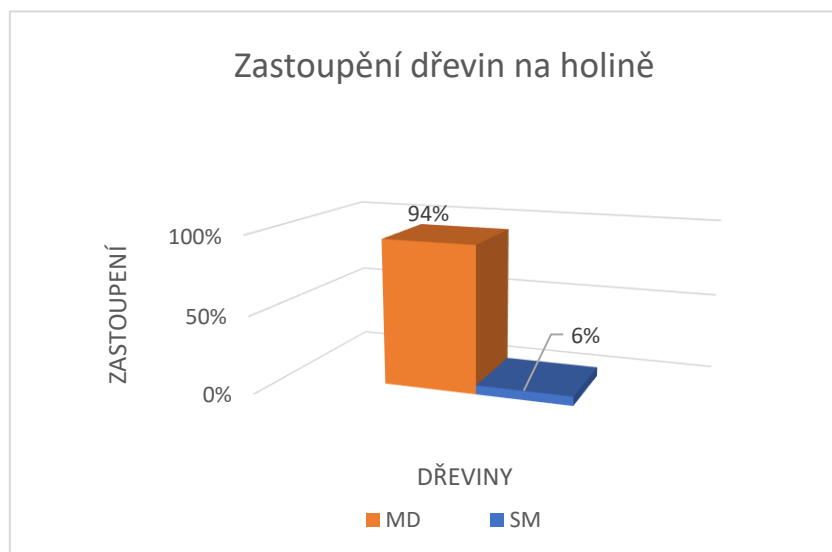
Na holině se vyskytoval modřín opadavý (*Larix decidua*) 94 % smrk ztepilý (*Picea abies*), Graf 25.



Graf 23 Druhové zastoupení dřevin na ploše 4.



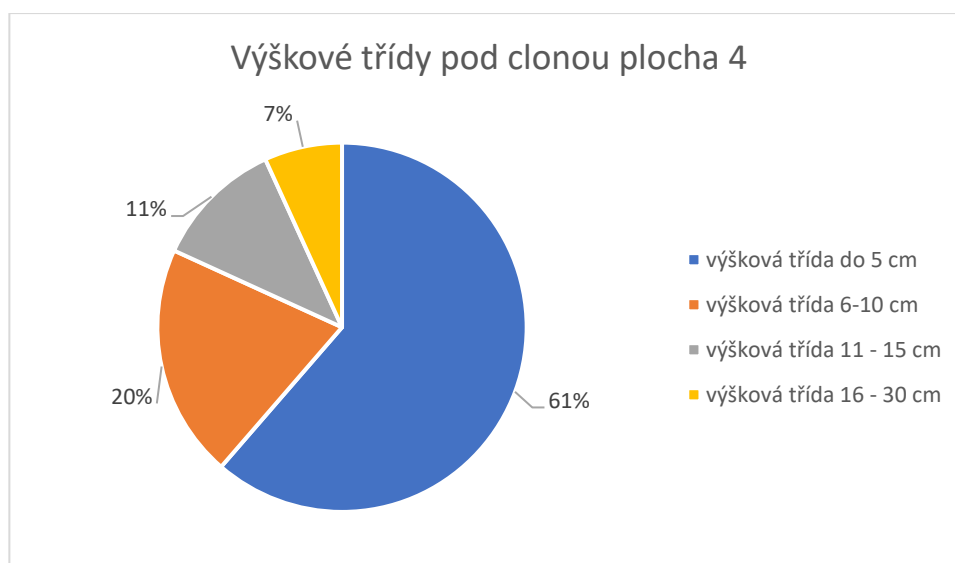
Graf 24 Zastoupení dřevin pod clonou.



Graf 25 Zastoupení dřevin na holině

Pod mateřským porostem byla nejvíce zastoupena výšková třída do 5 cm výšky semenáčů a to 61 %, následovala třída od 6 cm do 10 cm se zastoupením 20 %, další byla třída od 11 cm do 15 cm s 11 % nejmenší zastoupení bylo ve třídě 16 až 30 cm a to se 7 %, Graf 26.

Na holině byla nejvíce zastoupena výšková třída od 11 cm do 15 cm výšky semenáčů a to 53 %, následovala třída do 5 cm a od 6 do 10 cm se shodným zastoupením 24 %, Graf 27.

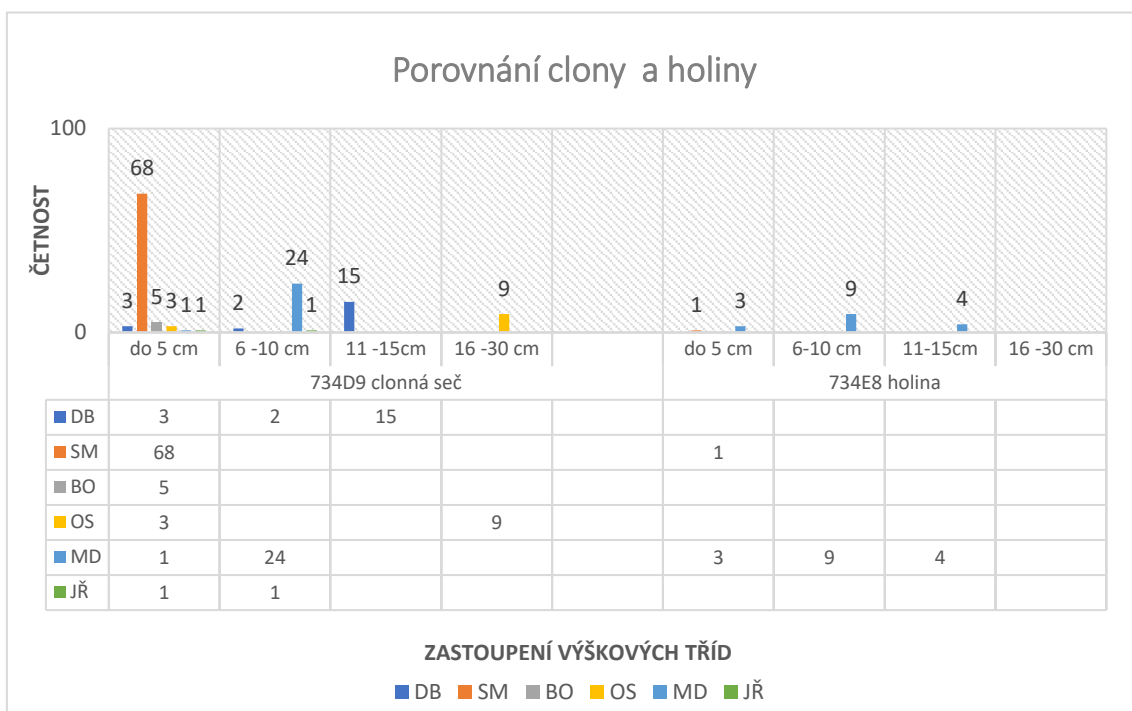


Graf 26 Četnost semenáčů ve výškových třídách.



Graf 27 Četnost semenáčů ve výškových třídách

Mateřský porost po clonné seči disponoval korunovým zápojem 60 % a zabuřnění bylo mírné na plochách střední.

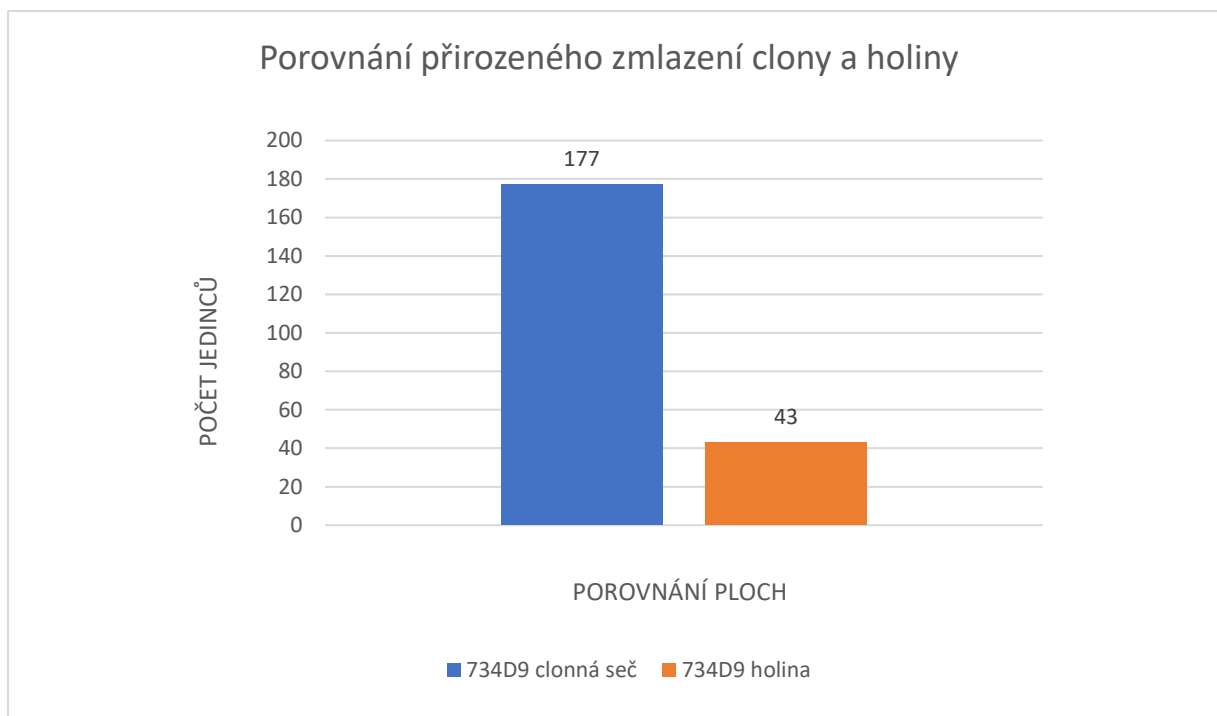


Graf 28 Porovnání výskytu přirozeného zmlazení pod clonnou a holině na ploše 4 (znázorněno ve výškových třídách).

Z výše uvedených dat pro plochu 4 (Graf 28) je jednoznačně patrné, že počty semenáčů i vyšší druhová pestrost byla opět pod mateřským porostem, tedy za použití clonné seče.

10.5 Plocha 5

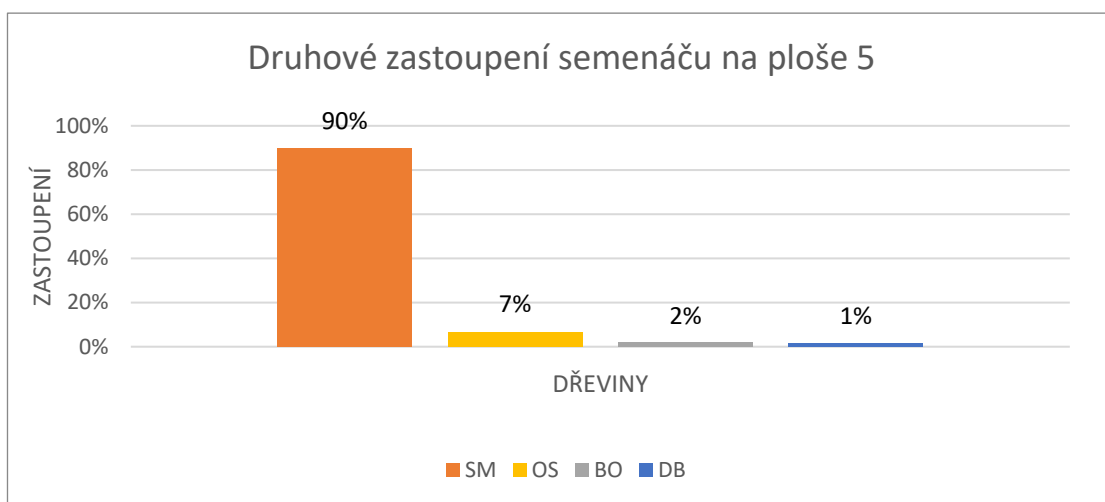
Na ploše číslo 5 v porostech 734D9 (clona) a 732D9 (holina) bylo zjištěno celkem 220 kusů semenáčů, z toho se 177 nacházelo pod clonou a 43 na holině, Graf 13.



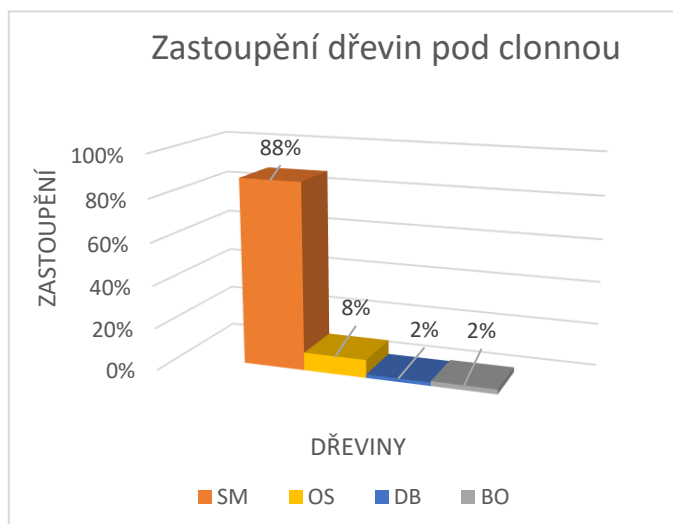
Graf 29 Druhové zastoupení dřevin na ploše 5.

Celkové zastoupení dřevin na této ploše bylo u smrku ztepilého (*Picea abies*) 90 %, topol osika (*Populus tremola*) 7 %, borovice lesní (*Pinus silvestris*) 2 % a dubu zimního (*Quercus petraea*) 1 %, Graf 30.

Pod porostem bylo zastoupení smrku ztepilého (*Picea abies*) 88 %, topol osika (*Populus tremola*) 8 %, dubu zimního 2 % a borovice lesní (*Pinus silvestris*) 2 %, Graf 31. Na holině se vyskytoval jen smrk ztepilý (*Picea abies*) 100 %, Graf 32.



Graf 30 Druhové zastoupení dřevin na ploše 5



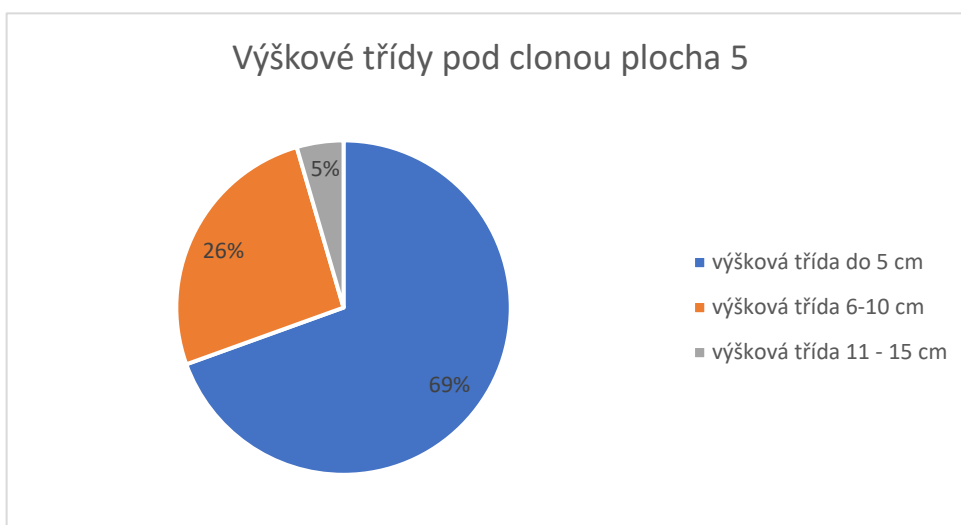
Graf 31 Zastoupení dřevin pod clonou



Graf 32 Zastoupení dřevin na holině

Pod mateřským porostem byla nejvíce zastoupena výšková třída do 5 cm výšky semenáčů a to 69 %, následovala třída od 6 cm do 10 cm se zastoupením 26 % další byla třída od 11 cm do 15 cm s 5 %, Graf 33.

Na holině byla nejvíce zastoupena výšková třída do 5 cm výšky semenáčů a to 81 %, následovala třída od 6 do 10 cm se zastoupením 19 %, Graf 34.

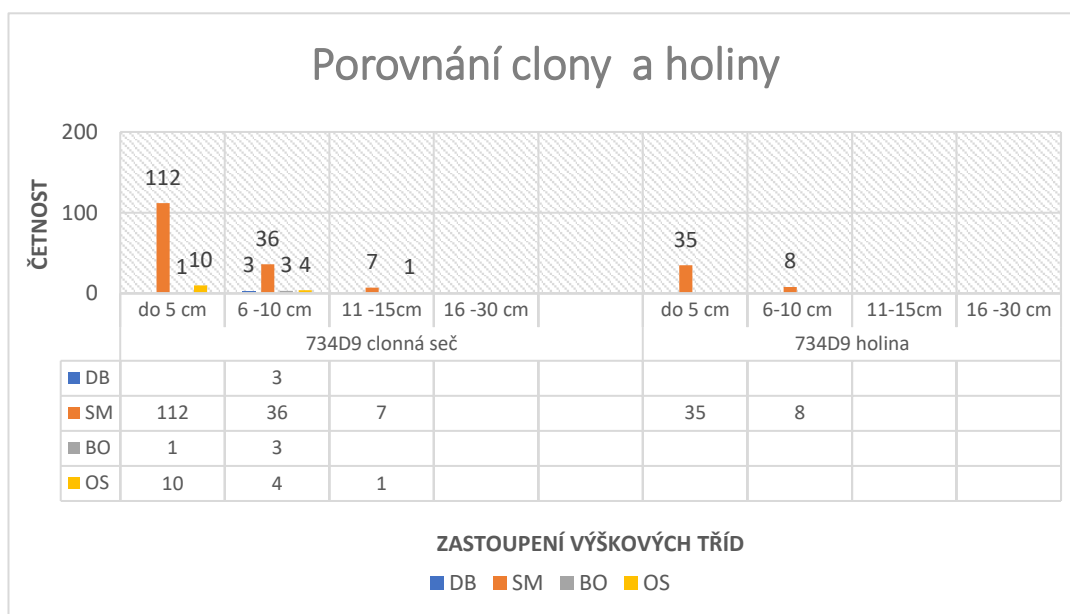


Graf 33 Četnost semenáčů ve výškových třídách pod mateřským porostem.



Graf 34 Četnost semenáčů ve výškových třídách na holině.

Mateřský porost po clonné seči disponoval korunovým zápojem 50 % a zabuřnění bylo mírné, na holině střední.

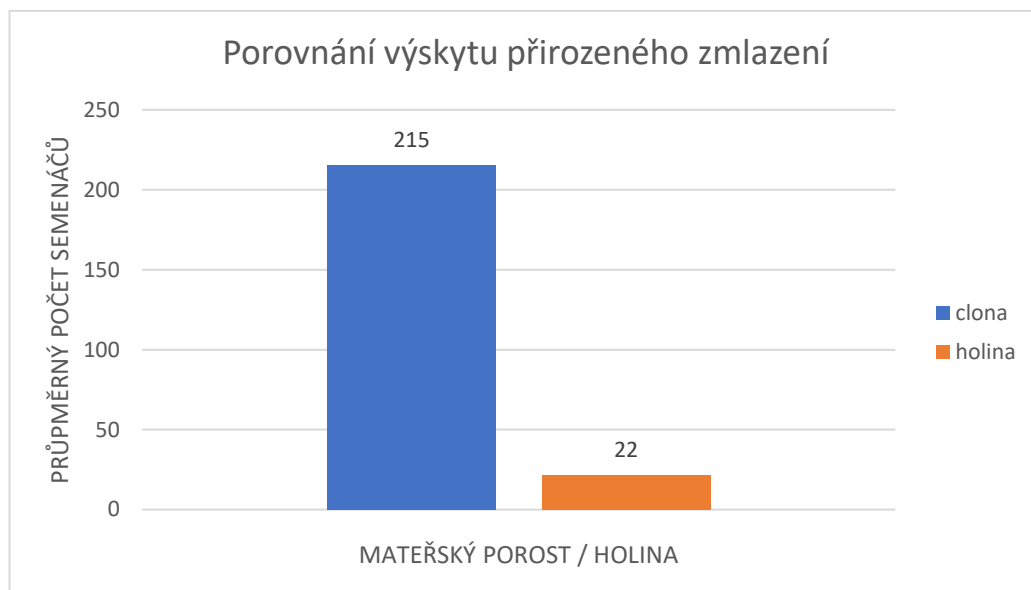


Graf 35 Porovnání výskytu přirozeného zmlazení pod clonnou a holině na ploše 5 (znázorněno ve výškových třídách).

Z výše uvedených dat pro plochu 5 (Graf 35) je jednoznačně patrné, že počty semenáčů i vyšší druhová pestrost byla opět pod mateřským porostem, tedy za použití clonné seče.

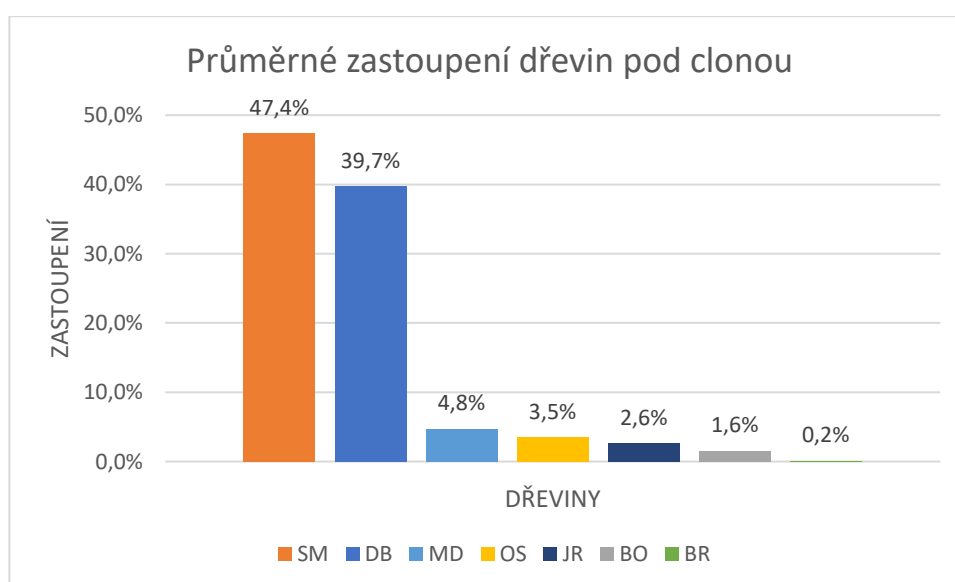
10.6 Srovnání všech měřených ploch

Průměrný počet semenáčů na všech pěti plochách pod porostní clonou a na holině znázorňuje Graf 36. Trend jasně dokládá vyšší počty semenáčů, pokud jsou chráněny mateřským porostem. Průměrně bylo 215 kusů pod porostní clonou a na holině 22 jedinců.



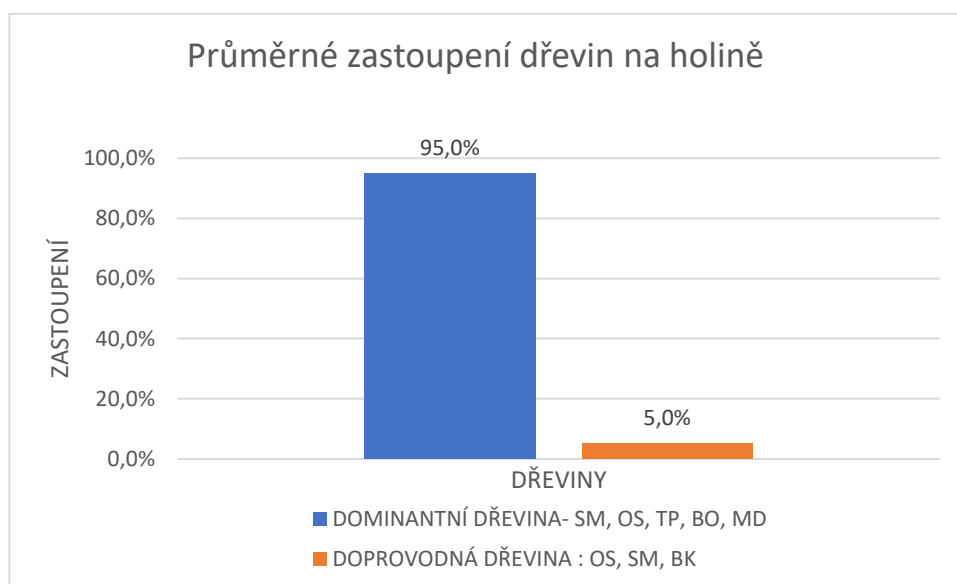
Graf 36 Porovnání výskytu přirozeného zmlazení za všechny 5 ploch.

Průměrné zastoupení dřevin pod clonou sečí za všechny měřené plochy pod porostem znázorňuje Graf 37. Nejvíce se v přirozené obnově podílel smrk ztepilý (*Picea abies*) 47,4 % s dubem zimním (*Quercus petraea*) 39,7 % s menším zastoupením se podílel modřín opadavý (*Larix decidua*) 4,8 %, topol osika (*Populus tremula*) 3,5 %, jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) 2,6 %, borovice lesní (*Pinus sylvestris*) 1,6 % a 0,2 % bříza bělokorá (*Betula pendula*). Průměrně se podílelo na vzniku nového porostu 7 druhů dřevin.



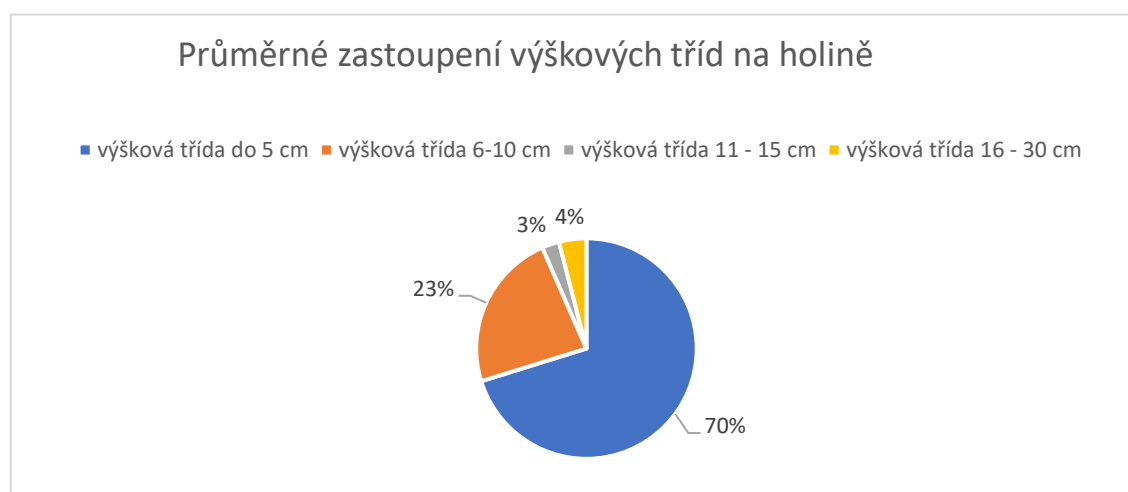
Graf 37 Průměrné zastoupení dřevin pod mateřským porostem (zjištěné z 5 studovaných ploch).

Graf 38 znázorňuje zastoupení dřevin podílející se na přirozené obnově vytěženého porostu. Při této činnosti se průměrně podílejí dva druhy dřevin s tím, že jedna je dominantní a má zastoupení minimálně 95 %. Na měřených holinách to byl smrk ztepilý (*Picea abies*), topol osika (*Populus tremula*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a modřín opadavý (*Larix decidua*). Druhá dřevina se vyskytuje na ploše se zastoupením maximálně 5 % jako byl smrk ztepilý (*Picea abies*), topol osika (*Populus tremula*) a buk lesní (*Fagus sylvatica*)



Graf 38 Průměrné zastoupení dřevin na holině (zjištěné z 5 studovaných ploch).

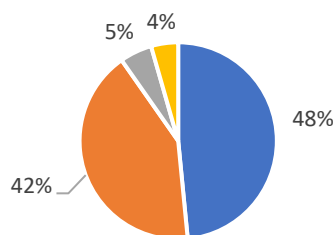
Graf 39 a 40 porovnávají zastoupení věkových tříd na holině pod porostní clonou. Pod porostem je větší rozmanitost ve výškových stádiích. Na holině má většina semenáčů 70 % výšku do 5 cm.



Graf 39 Průměrné zastoupení výškových tříd na holinách.

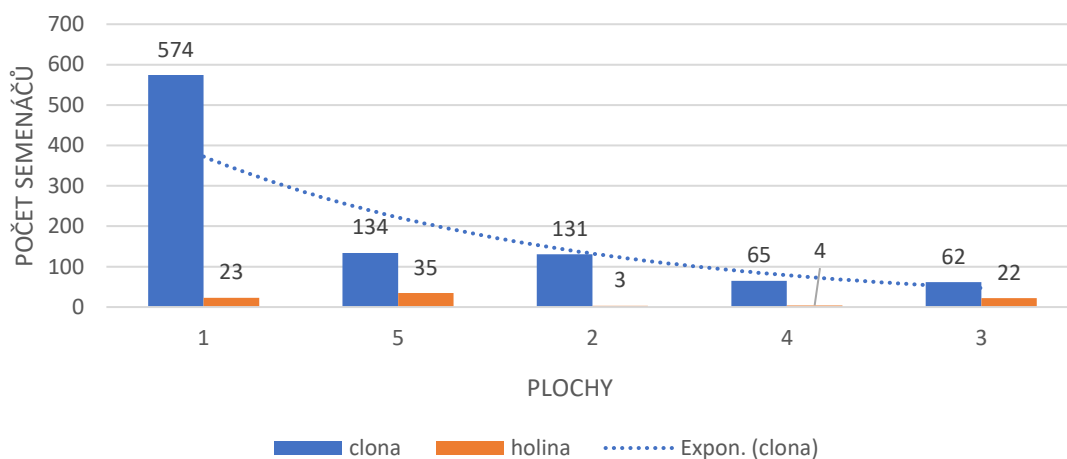
Průměrné zastoupení výškových tříd pod clonou

■ výšková třída do 5 cm ■ výšková třída 6-10 cm ■ výšková třída 11 - 15 cm ■ výšková třída 16 - 30 cm



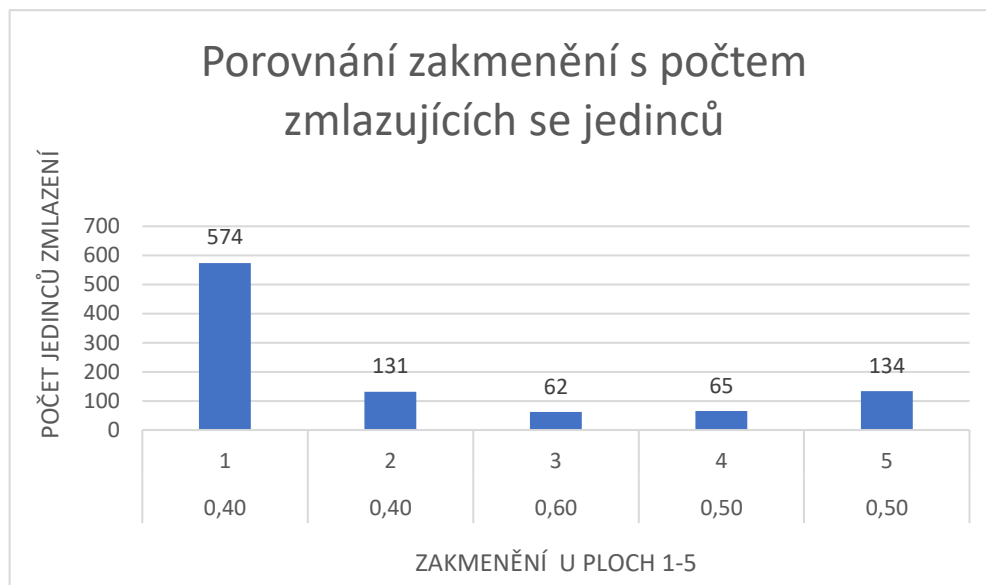
Graf 40 Průměrné zastoupení výškových tříd pod clonou (mateřským porostem).

Porovnání clony a holiny



Graf 41 Porovnání počtů zmlazení na všech měřených plochách.

Graf 41 porovnává všechny měřené plochy s jasným trendem. Vyšší počty přirozeného zmlazení byly vždy po provedení clonné seče.

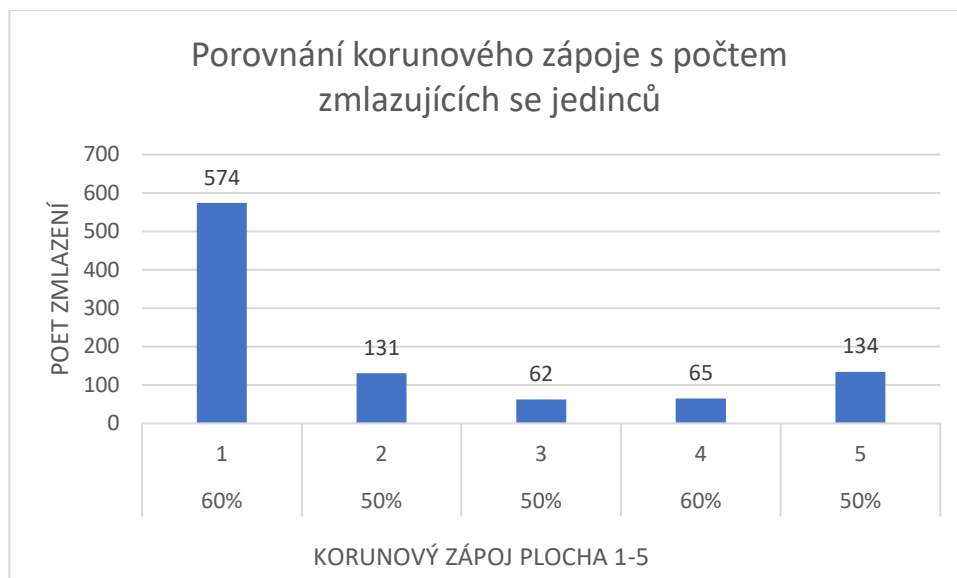


Graf 42 3 Porovná zakmenění mateřského porostu po provedené clonné seče a počtu přirozeného zmlazení

Graf 42, porovnává zakmenění mateřských porostů s počty zmlazení na jednotlivých plochách. Je patrné že výskyt přirozené obnovy není přímo závislí na síle těžebního zásahu.

10.7 Vliv zvěře, buřeně a korunového zápoje

Poškození zvěří bylo na sledovaných plochách minimální, a to vždy maximálně do 5 %. Škody byly způsobovány bočním nebo terminálním okusem. V daných podmínkách lze škodlivost zvěře považovat za marginální. Veškeré zmlazení bylo vitální a života schopné. Druhé měření škod zvěří bylo provedeno po době nouze a opětovně lze konstatovat, že škody jsou marginální. Oproti škodám vznikajícím na kulturách, které jsou uměle vysazovány.



Graf 43 Porovnává korunový zápoj a počty zmlazení na jednotlivých plochách pod mateřským porostem.

Graf 43, srovnává počty zmlazení s korunovým zápojem a naznačuje, že intenzita zápoje přímo neovlivňuje počty zmlazení.

Tabulka 1 porovnává počty zmlazení na holině a pod porostem. Míra zabuřnění je stanovena dle číselných hodnot 1–3. Stupeň 1 má mírné zabuřnění (do 30 %), 2 střední (od 31 do 60 %) a hodnota 3 označuje silné zabuřnění (nad 60 %). Z výsledků je patrné, že buřen není limitujícím faktorem pro vznik přirozené obnovy. Avšak jedna plocha u holiny měla silný stupeň zabuřnění.

Tabulka 1. Znázorňuje počet jedinců přirozeného zmlazení a míru zabuřnění pod mateřským porostem a na holině.

	počet pod clonou	stupeň zabuřnění	počet na holině	stupeň zabuřnění
plocha 1	574	1	23	1
plocha 2	131	1	3	3
plocha 3	62	1	22	1
plocha 4	65	2	4	2
plocha 5	134	2	35	2

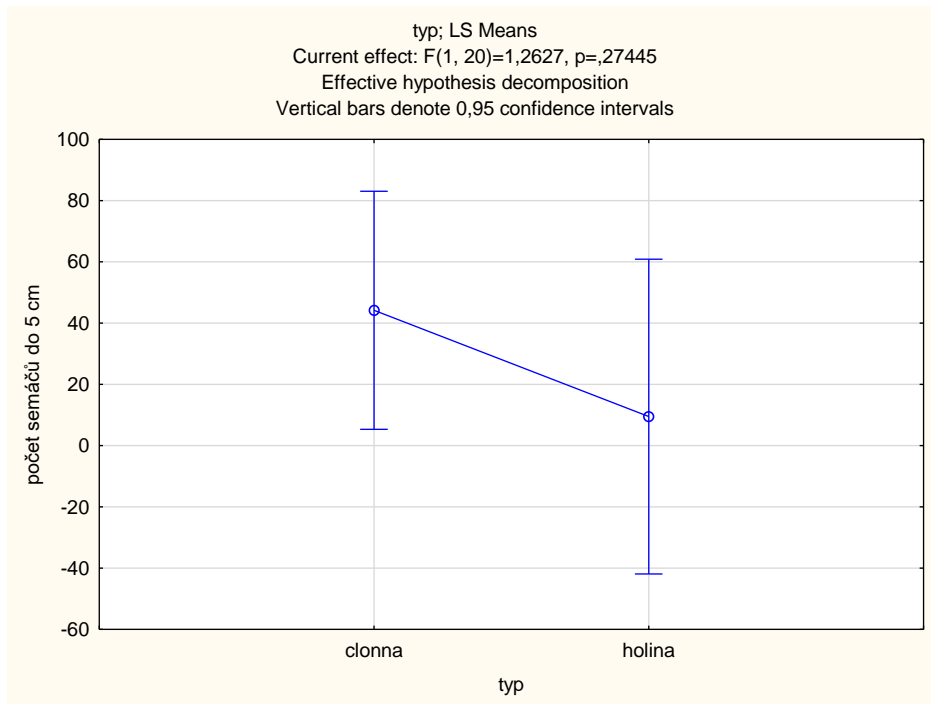
10.8 Výsledky statistického hodnocení

Zhodnocení statistické významnosti rozdílného počtu semenáčů na obou typech ploch uvádí následující Tabulka 2.

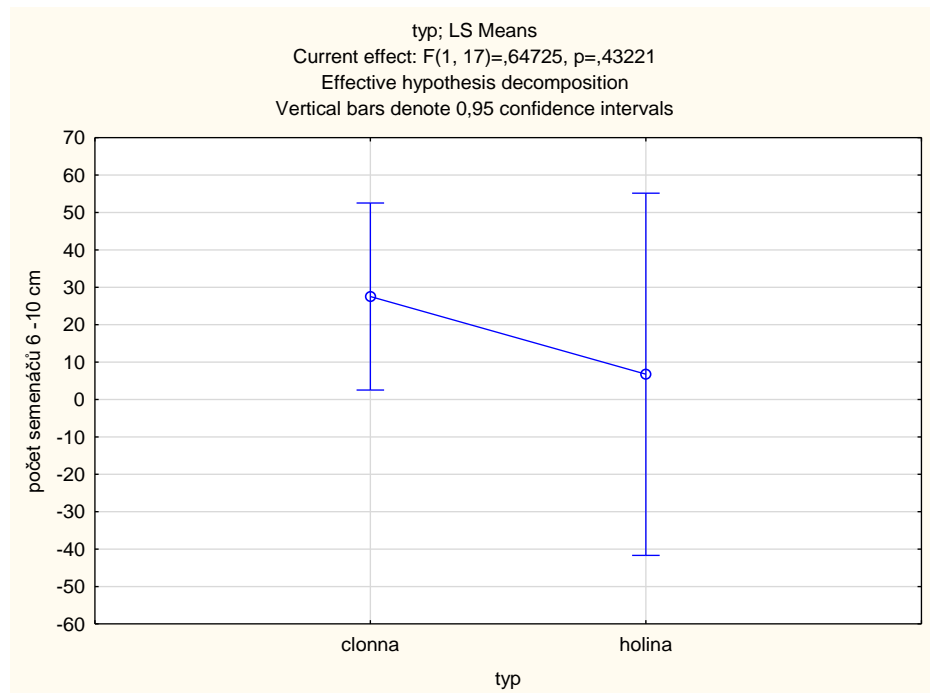
Tabulka 2. Statistické hodnocení rozdílů mezi počty semenáčů neparametrickým testem (statisticky významné rozdíly jsou vyznačeny zvýrazněním a symbolem *).

semenáče	počty semenáčů		pravděpodobnost
	clonná seč	holá seč	
do 5 cm	44,2	9,5	0,274
6-10 cm	27,5	6,75	0,432
11-15 cm	4,1	2,5	0,672
všechny	44,8*	4,5*	0,067*

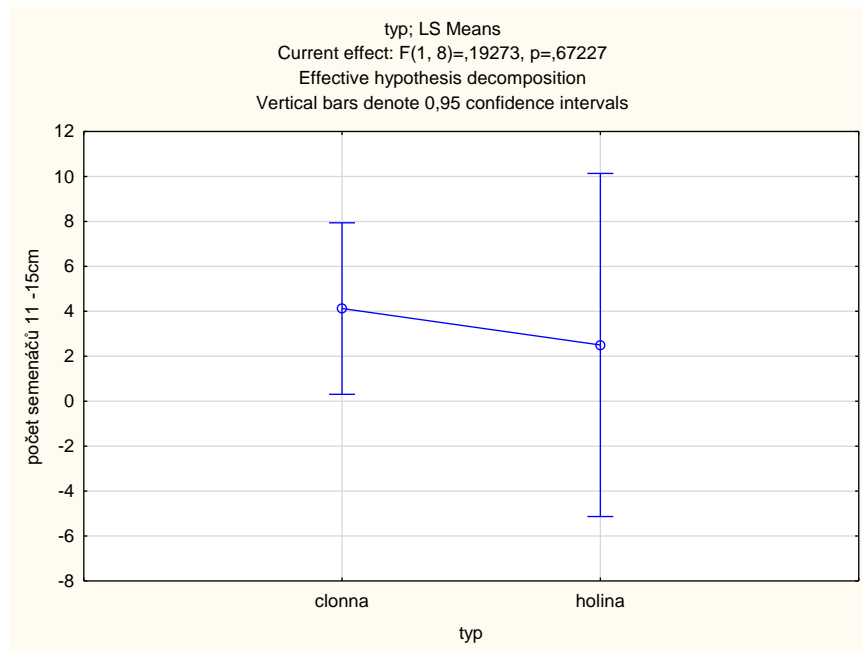
Z uvedené tabulky vyplývá, že celkové počty semenáčů na obou typech sečí jsou statisticky významně rozdílné na hladině významnosti $\alpha=0,1$. Při podrobnějším zkoumání rozdílů mezi jednotlivými velikostmi semenáčů byly sice rozdíly rovněž zaznamenány vždy ve prospěch clonné seče, ale tyto rozdíly nebyly statisticky významné zejména proto, že rozptyl a směrodatná odchylka počtu semenáčů na clonných sečí byla značná. Statistické hodnocení tedy potvrdilo jednoznačně, že na plochách clonných sečí je významně vyšší počet semenáčů, a to ve všech velikostních kategoriích.



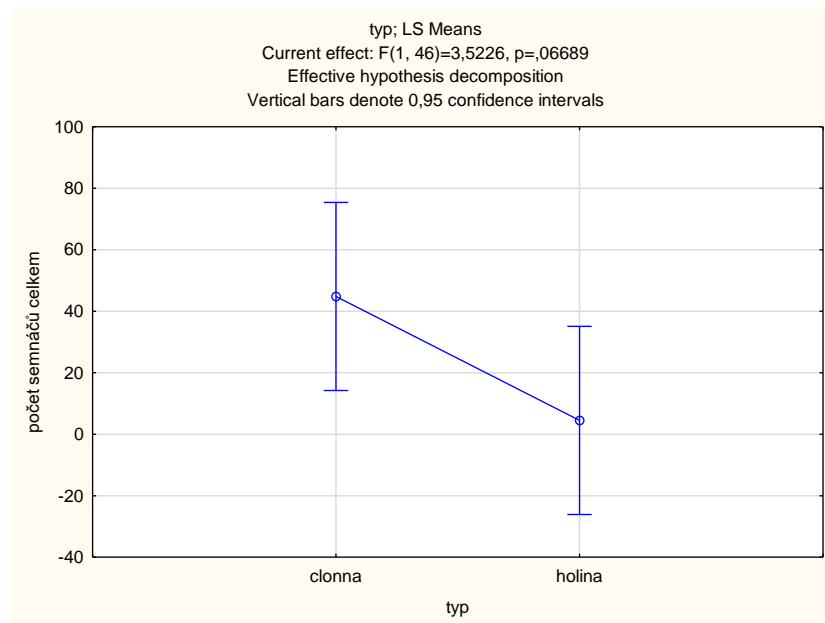
Graf 44 Počty semenáčů o výšce do 5 cm na plochách s clonnou sečí a po holé seči.



Graf 45 Počty semenáčů o výšce 6-10 cm na plochách s clonnou sečí a po holé seči.



Graf 46 Počty semenáčů o výšce 11-15 cm na plochách s clonnou sečí a po holé seči.



Graf 47 Počty semenáčů celkem na plochách s clonnou sečí a po holé seči.

11 Diskuse

Práce potvrdila, jak rozdílné mikroklimatické podmínky (holá a clonná seč) významným způsobem ovlivňují počty, druhové a výškové složení přirozené obnovy (náletu) na studovaných plochách, stejných (srovnatelných) stanovištích. Jasně převažovala přirozená obnova pod mateřským porostem po provedené clonné seči, i když byla vytvářena za pomoci nahodilé těžby zapříčiněné kůrovcovou kalamitou. V průměru se pod porostem nacházelo 193,2 semenáčů na 25 m² což je v přepočtu 77 280 kusů na ha. Průměrný počet semenáčů výrazně zvýšila plocha 1, která disponovala mnohem vyššími počty zmlazení.

Na holině se průměrně vyskytovalo pouze 17,4 semenáčů na 25 m² což je 6 960 kusů na ha. Poleno et al. (2009) se ztotožňují s prezentovanými výsledky a uvádějí, že na holině jsou méně příznivé podmínky pro vznik přirozeného zmlazení především v důsledku teplotních extrémů a doporučují při zalesnění použití přípravných dřevin.

Přesto výsledky naznačují, že i na holině se může vyskytnout dostatečné množství semenáčů, které naplňují požadavky současných předpisů ve smyslu vyhlášky č. 139/2004 Sb. pro zalesněnou holinu. Avšak na dvou plochách (holinách) by počty zmlazení tuto podmínku nesplnily.

Velké množství studií potvrzuje, že po provedení clonné seče nastaly v porostech vhodné podmínky pro vznik nových porostů. Bílek et al. (2018) zjistili, že průměrné počty jedinců přirozeného zmlazení pod porostem se pohybovaly od 5 000 do 20 000 jedinců na ha. Kolesárová, (2018), Pavlík, (2018), Ulbrichová et al. (2018) uvádějí jako průměrné hodnoty zmlazení pod porostem (po clonné seči) 20 000 jedinců na ha. V této práci byl zjištěn vyšší průměrný počet semenáčů z přirozeného zmlazení. Tyto hodnoty samozřejmě významným způsobem kolísají od 24 800 do 229 600 jedinců na ha. Čtyři plochy z pěti sledovaných dosahovaly počtu semenáčů na ha od 24 800 do 53 600. Jedna je tedy extrémní s 229 600 kusy na ha.

Kolísající počty zmlazení dokládají Hytönen et al. (2019), kdy se na holině v jejich práci vyskytovalo 4 552 ks na ha. Hallikainen (2019) uvádí počty přirozeného zmlazení od 10 991 do 24 930 ks na ha po provedené clonné seči. V této práci byly průměrné počty zmlazení na holině 6 960 ks na ha. To je zapříčiněno rozdílnou intenzitou zásahu při clonné seči, mikroklimatickými podmínkami nebo ne zcela vhodně načasovaným a provedeným zásahem, jak potvrzuje mnoho autorů zmíněných výše. Brichta et al. (2022)

potvrzují rozdílné počty přirozeného zmlazení na chudých stanovištích. Dle síly těžebního zásahu se měnil i počet jedinců. Při slabším těžebním zásahu (zakmenění 0,8) se vyskytlo 5 960 ks/ha. Pokud byl těžební zásah silnější (zakmenění 0,4) zmlazení dosáhlo počtu 32 402 ks/ha.

Beland et al. (2000) publikovali podobnou studii, kde porovnávali výskyt obnovy na holině a pod mateřským porostem. Na holině se nacházelo 3 700 kusů na ha a pod porostem 53 000 jedinců na ha. To jsou výsledky velmi podobné těm, které byly získány v této práci, především pod mateřským porostem.

Na studované ploše 1 byl mnohonásobně vyšší výskyt zmlazení pod mateřským porostem oproti zbylým čtyřem plochám. Lze předpokládat, že velký vliv mělo druhové složení mateřského porostu, který byl tvořen ze 73 % dubem zimním (*Quercus petraea*) a to je nejvyšší zastoupení této dřeviny ze všech sledovaných ploch. Druhové složení přirozeného zmlazení bylo tvořeno z 88 % dubem. Na základě výše zmíněných dat lze usoudit, že určitý druh dřeviny upravuje mikroklimatické podmínky ve svém okolí ideálně pro obnovu svého druhu. K této domněnce se přiklání i Jurča (1988). Dále tento vysoký počet mohla ovlivnit intenzita těžebního zásahu. Zakmenění mateřského porostu kleslo na 0,4, to byla nejmenší hodnota použitá u sečí, avšak druhá sledovaná plocha se shodným zakmeněním disponovala jen 131 jedinci, což byla druhá nejmenší hodnota pod mateřským porostem, Graf 42. Brichta et al. (2022) a uvádějí, že nejvyšší počty zmlazení se vyskytovaly na plochách s menším zakmeněním. Tito autoři však sledovali především chudá stanoviště s borovicí lesní (*Pinus sylvestris*) a na zkusné ploše 1 se vyskytoval z 83 % dub zimní (*Quercus petraea*). Na plochách však nebyl prokázán přímý vliv zakmenění porostu, který by schematicky ovlivňoval počet jedinců zmlazení, jak dokládá Graf. 42. Dalším faktorem ovlivňujícím vysoký počet zmlazení může být černá zvěř (*Sus scrofa*), která rytím a vyhledáváním žaludů v dubových porostech pomáhají ujímavosti přirozeného zmlazení, jak se domnívají (Tuma, 2008; Calenge et al., 2004). Tento faktor bohužel na této ploše nelze prokázat, ale z terénního šetření bylo patrné, že divoká prasata porost často navštěvují na rozdíl od ostatních vybraných porostů. Právě tato plocha představuje i největší rozdíl v počtu jedinců zmlazení mezi holinou a provedenou clonou sečí. Pod porostem bylo o 220 400 jedinců na ha více než na stejném (srovnatelném) stanovišti, tedy holině. Na všech plochách byly výrazně vyšší počty zmlazení po provedené clonné seči oproti holé ploše. S tímto výsledkem se ztotožňují výše zmínění autoři.

Práce potvrdila, jak jiné mikroklimatické podmínky (holá seč a clonná seč) významným způsobem na stejných (srovnatelných) stanovištích ovlivňují vznik a vývoj obnovy. Na základě studia odborné literatury lze usuzovat, že největší podíl na výskytu semenáčů pod mateřským porostem (clonné seči) má „sousedský efekt“ (Neighborhood effects), který kladně ovlivní vodní režim, především zadržetí vlhkosti a vody v půdě, jak uvádí více autorů (Machar et al., 2009; Blackbourn et al., 2004). Voda je hlavním faktorem pro vyklíčení a zakořenění rostlin (Jurča, 1988).

Oproti clonné seči na holině dochází k výrazně vyššímu odtoku a výparu vody (Poleno et al., 2007). Především ve svrchních vrstvách hrabanky dochází v letních měsících k deficitu vody až na hranici minima (Jurča, 1988), což zhoršuje vývoj, zakořenění, ujmoutí zmlazení a může dojít až k odumírání již vyklíčených semenáčů (Leuzinger et al., 2005).

Na základě výše zmíněných dat, lze předpokládat, že rozdílný vodní režim na holině a pod mateřským porostem je rozhodujícím faktorem výskytu zmlazení pro sledované plochy.

Právě „sousedský efekt“ může být jedním z hlavních faktorů ovlivňující počty zmlazení na holině a pod porostem. Pod porostem je efekt daleko lépe využitelný, protože na ploše je dostatek dospělých stromů, který mohou ovlivnit zmlazení ve svém okolí přibližně do vzdálenosti 5 m (Frelich et al., 1998). Ulbrichová et al. (2018) uvádí ideální vzdálenost pro výskyt nového náletu 2-4 m, Erefur et al. (2008) udává vzdálenost 4-7 m od dospělého stromu.

Na holině je tento efekt velmi omezen, protože se zde nacházejí maximálně výstavky, kterých by mělo být do 30 kusů na ha (Peřina et al., 1964). Na všech měřených holinách se vyskytovali výstavky (od 5 do 12 kusů) borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a břízy bělokoré (*Betula pendula*), avšak byly často poškozovány větrem. Podmínky pro přirozenou obnovu na holině může příznivě ovlivňovat „sousedským efektem“ vedlejšího porostu, ale se zvyšující se vzdáleností od okraje tento vliv rapidně klesá (Hallikainen et al., 2019).

Mezi holinou a provedenou clonou sečí je markantní rozdíl ve využití právě „sousedského efektu“. Tento faktor je nejspíše jeden z limitujících faktorů výskytu zmlazení. Zmíněnou hypotézu z části potvrzuje i tato práce.

Dalším faktorem, který je diametrálně rozdílný na holině a clonou je sluneční radiace. Na holině není sluneční radiace nijak porostem omezována, takže vzniká zcela odlišné mikroklima ve srovnání s clonnou sečí. Je to především výrazně vyšší teplota v letním období (Sagar et al., 2008). Výsledky šetření na holině v této práci potvrzují, že docházelo k negativnímu ovlivnění mikroklimatických podmínek, jak dokazují nízké počty semenáčů na holinách.

Clonná seč (mateřský porost) naopak oproti holině z části sluneční radiaci pohlcuje a k přízemní vegetaci propouští jen menší množství světla (Blackbourn et al., 2004). Takto je zaručeno, že světlo nebude na zmlazení působit negativně přemírou ozáření (Pikula et al., 2003). Sagar et al. (2008) uvádí světlo jako limitující faktor pro životaschopnost semenáčů. Řada studií dokládá, že nastavení vhodných světelných podmínek je zajištěno clonou sečí. Vacek and Podrázský (2006) uvádějí, že použité hodnoty zakmenění po zásahu na plochách jsou vhodné, tedy i propustnost světla do nižších pater.

Světlo také ovlivňuje výskyt buřeně. Většina ploch byla středně zabuřeněná především starčkem hajním (*Senecio nemorensis*). Pod mateřským porostem byla intenzita zabuřenění mírná až střední, na holině byla jedna plocha obsazena silně, Tabulka 1. Na plochách se tudíž nijak významně nelišil počet nebo výška semenáčů. Z toho lze usuzovat, že konkurence buřeně nebyla na těchto plochách významná. Ulbrichová et al. (2017) uvádí na HS 13 dobu pěti let od vytěžení porostu za vhodnou pro přirození zmlazení, protože do té doby konkurenční schopnost buřeně není významná.

Veškeré přirozené zmlazení na plochách dosahovalo maximální výšky 30 cm. To naznačuje, že vhodné podmínky pro obnovu nastaly v posledních dvou letech. Na lokalitách s dřívějším provedením těžebního zásahu nebyl zaznamenán předchozí výskyt náletu. Poleno et al. (2009) uvádí, že správně načasovaným zásahem v době fruktifikace semenných stromů dosáhneme úspěšné obnovy porostů.

Z prezentovaných dat lze usoudit, že díky kůrovcové kalamitě nebylo možné tyto zásahy lépe načasovat, ale i přes to se zmlazení dostavilo s časovým odstupem. Nejspíše díky včasnému a citlivému zásahu revírníka. Zakmenění, které se pohybovalo na plochách od 0,4 do 0,6 po clonné seči, lze považovat za vhodné pro výskyt přirozené obnovy. To potvrzují (Vacek and Podrázský, 2006; Polanský et al., 1966) a tato studie.

Dalším měřeným údajem bylo výškové zastoupení přirozeného zmlazení. Pod mateřským porostem byla nejvíce zastoupena výšková třída do 5 cm a to 48 %, následovala třída od 6 do 10 cm se zastoupením 42 %, 5 % měla třída od 11 do 15 cm a 4 % měla třída od 16 do 30 cm. Podobně Pardos et al. (2007) uvádí, že dochází k diferenciované výškové struktuře obnovy a uvádí, že po provedené clonné seči jsou rozdílné světlostní podmínky, které razantně ovlivňují výškový přírůst semenáčů.

Na holině byla nejvíce zastoupena výšková třída do 5 cm a to 70 %, následovala třída od 6 do 10 cm se zastoupením 23 %, 4 % měla třída od 16 do 30 cm měla třída od 11 do 15 cm a 3 %. Poleno et al. (2009) potvrzuje menší diverzitu výškových tříd na holině, z důvodu přibližně stejných podmínek, a i proto se shoduje výškový přírůst.

Lze tedy konstatovat, že pod porostem byla větší diverzita výškových tříd, ale výškové zastoupení bylo podobné. Shodně byla nejčetnější výška jedinců do 5 cm a následně od 6 do 10 cm. Pod porostem jsou různé mikroklimatické podmínky a nejspíše díky tomuto byla větší výšková diverzita pod provedenou clonou sečí. Brichta et al. (2022) se domnívají, že výškově vyspělí jedinci by měli být především na holině z důvodu plného oslunění na rozdíl od částečně zastíněných jedinců pod mateřským porostem. Tito autoři však sledovali borovici lesní (*Pinus sylvestris*), která je výrazně světlostí.

Na holině se očekával výskyt především pionýrských druhů dřevin. Poleno et al. (2009) uvádí především břizu bělokorou (*Betula pendula*), topol osiku (*Populus tremola*), modřín opadavý (*Larix decidua*) olše, jeřáby a borovice. Naše měření ukazuje na podobný závěr s předchozím autorem, protože na holinách se vyskytovali především pionýrské druhy dřevin s vysokým zastoupením v průměru 95 %, ale také přípravné dřeviny jako je smrk ztepilý (*Picea abies*), Graf 38.

Také se potvrdilo, že na holině je zastoupeno omezené množství druhů dřevin oproti podrostnímu způsobu obnovy, jak uvádí řada autorů (Foit et al., 1987; Kulhavý et al., 2006; Polanský, 1955). Opět to lze přisuzovat shodným podmínkám na plochách, které jsou vhodné pro menší počet druhů dřevin (Vacek and Podrázský, 2006).

Průměrně se na holinách nacházela jedna dřevina se zastoupením 95 % a následovala druhá dřevina se zastoupením 5 %, Graf 38. Tímto druhovým složením by nebyla splněna zákonná podmínka pro minimální počty melioračních a zpevňujících dřevin dle vyhlášky č. 298/2018 Sb.

Oproti tomu pod mateřským porostem se nacházelo více druhů dřevin, Graf 37. To potvrzují Felton et al. (2016) a uvádějí, že více druhů dřevin lze objevit pod mateřským porostem, protože zde jsou rozdílné mikroklimatické podmínky, a tudíž se zde mohou vyskytovat dřeviny s rozdílnými nároky. Průměrně se pod porostem vyskytovali dvě hlavní dřeviny smrk ztepilý (*Picea abies*) 47,4 % a dub zimní (*Quercus petraea*) 39,7 %. Doprovázeny pionýrskými dřevinami, které se očekávají spíše na holinách, stejně jako uvádí (Poleno et al., 2009). Dále plochy obsazoval modřín opadavý (*Larix decidua*) 4,8 %, topol osika (*Populus tremola*) 3,5 %, jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*) 2,6 %, borovice lesní (*Pinus sylvestris*) 1,6 % a 0,2 % bříza bělokorá (*Betula pendula*).

Pod mateřským porostem se průměrně vyskytovalo sedm druhů dřevin, Graf 37, oproti holině, kde byli pouze dvě Graf 38. Tímto složením by clona splňovala povinnost melioračních a zpevňujících dřevin dle vyhlášky č. 298/2018 Sb.

Výše zmíněné údaje naznačují, že pomocí podrostního hospodářství lze měnit stávající monokultury na smíšené porosty, s tímto výrokem se ztotožňují Felton et al., 2016.

Škody zvěří byly klasifikovány jako okrajový problém, protože poškození činilo maximálně 5 %. Myška (2020) ve své práci také udává minimální poškození náletu a to do 5 %. Naopak mnoho jiných autorů udávají jako hlavní překážku při obnově porostů škody působené zvěří. Tento jev je však přímo závislý na mysliveckém hospodaření, počtu a vyskytujícím se druhu zvěře.

Do budoucna by bylo vhodné a jistě pro praxi přínosné dále tyto plochy sledovat a zachycovat již zmíněné hodnoty. Uplatňovat lesnické metody pro dosažení zajištěných porostů. Na holinách bych doporučil využít pionýrské dřeviny jako přípravné a postupně doplňovat plochu sazenicemi stinných a světlostních druhů dřevin. Domnívám se, že tímto postupem by byl dosažen smíšený a vitální lesní porost splňující dnešní nároky na les. Pod porostem u clonné seče bych se vydal směrem postupného odkacování mateřského porostu a podporování málo zastoupených druhů dřevin, redukce počtu náletu a případné doplňování prostoru novými druhy dřevin. Zároveň bych na plochách ponechal několik jedinců původního porostu, kteří by mohli přispět ke vzniku víceetážového porostu a následně podpořit biodiverzitu svým postupným rozpadem.

Dle mého názoru bude zmlazení v budoucnu ovlivňovat především vývoj buřeně, škody zvěří a lesnické zásahy. Jsem přesvědčen, že různé lesnické zásahy přinesou velmi zajímavé poznatky o vývoji přirozeného zmlazení na plochách.

12 Závěr

Množství přirozeného zmlazení na srovnatelných stanovištích po clonné seči a holiny bylo velmi rozdílné.

Pod mateřským porostem, tedy po clonné seči se nacházelo dostatečné množství přirozeného obnovy, které splňovalo zákonné podmínky, jako minimální hektarové počty i zastoupení melioračních a zpevňujících dřevin. Velice důležitým a limitujícím faktorem pro vznik nové generace lesa byl upravený světlostní režim v nižších stromových patrech. Hlavním důvodem je tzv. „sousedský efekt“, který vytváří mnohem příznivější mikroklimatické podmínky, především vodní režim a upravuje teplotní extrémy. Výsledkem je nejen vyšší počet semenáčků, ale i jejich větší výšková diverzita.

Na holině se nacházelo výrazně méně jedinců přirozené obnovy, také bylo menší zastoupení ostatních druhů dřevin a menší výšková rozrůzněnost. Tři plochy by splnily limit minimálních počtů jedinců na ha. Avšak ani jedna plocha nesplňovala minimální počty melioračních a zpevňujících dřevin.

Dále plochy nebyly významně ovlivněny buřením, avšak výskyt na jedné holé ploše byl silný, to tedy naznačuje, že zabuření by mohlo být silnější na holinách. Také se nepotvrdila domněnka některých autorů o propojenosti síly zásahu clonné seče s počtem zmlazujících se jedinců. Tedy se nepotvrdilo, že čím silnější těžební zásah a více vpuštěného světla do porostu tím by mělo být více zmlazujících se jedinců. Z tohoto lze vyvodit, že ke každé lokalitě by se mělo přistupovat zvlášť s ohledem na stanoviště a druh dřeviny.

Z těchto výsledků jednoznačně vyplývá výhodnost clonné seče z hlediska obnovy porostu. Nově vznikající porost bude mít s vysokou pravděpodobností všechny potřebné parametry, které na nově vznikající porost klademe. Také při holosečném hospodářství lze využít přirozeného zmlazení, kde by nálet však musel být doplněn umělou obnovou nebo by tento nálet plnil jen funkci přípravného porostu. Využití těchto metod nabývá důležitosti s měnícími se klimatickými podmínkami.

Diplomová práce prokázala, že počty, druhové a výškové složení přirozené obnovy na podobných stanovištích s rozdílnými lesnickými zásahy, tedy i jinými mikroklimatickými podmínkami jsou diametrálně rozdílné. Obzvláště pod mateřským porostem je obnova úspěšná.

Závěrem lze konstatovat, že přirozená obnova se vyskytne prakticky vždy, a to i za situace, kdy nejsou pro její vznik a vývoj ideální podmínky. Ty ale výrazným způsobem ovlivňují její početnost a strukturu. Je tedy na každém lesním hospodáři jak a kde uplatní stále využívanější přirozenou obnovu. Díky stále lepším a přesnějším znalostem o nezbytných podmínkách a limitujících faktorech pro vznik a vývoj zmlazení je možno přirozenou obnovu v praxi více a snadněji využívat.

13 Seznam literatury a použitých zdrojů

Legislativní dokumenty:

Česko. Vláda. Zákon č. 289 ze dne 15. prosince 1995 o lesích a o změně některých zákonů (lesní zákon). In Sbíрка zákonů České republiky. 1995, částka 76, s. 3946–3984. Dostupné také z WWW: <<https://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=289&r=1995>>.

Česko. Ministerstvo zemědělství. Vyhláška č. 139 ze dne 1. dubna 2004, kterou se stanoví podrobnosti o přenosu semen a sazenic lesních dřevin, o evidenci o původu reprodukčního materiálu a podrobnosti o obnově lesních porostů a o zalesňování pozemků prohlášených za pozemky určené k plnění funkcí lesa. In Sbíрка zákonů České republiky. 2004, částka 46, s. 1954–1968. Dostupné také z WWW: <<https://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=139&r=2004>>.

Odborné publikace:

ALEKSANDROWICZ–TRZCIN’SKA, M.; DROZDOWSKI, S.; WOLCZYK, S.; BIELAK, K.; ZYBURA, H. Effects of Reforestation and Site Preparation Methods on Early Growth and Survival of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) in South-Eastern Poland. *Forests*. 2017, vol. 8, no. 1, s. 421. ISSN: 1999-4907.

ALEKSANDROWITZ-TRZCIŃSKA, M.; DROZDOWSKI, S.; STUDNICKI, M.; ŻYBURA, H. Effects of Site Preparation on the Establishment and Natural-Regeneration Traits of Scots Pines (*Pinus sylvestris* L.) in Northeastern Poland. *Forests*. 2018, vol. 9, no. 1, s. 717; ISSN: 1999-4907.

AXER, M.; MARTENS, S.; SCHLICHT, R.; WAGNER, S. Modelling natural regeneration of European beech in Saxony. *European Journal of Forest Research*. 2021, vol. 140, no. 1, s. 947–968. ISSN: 1612-4669.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. *Ecology: from individuals to ecosystems*. Oxford : Blackwell Publishing, 2005, 738 s. ISBN 1-4051-1117-8.

BELAND, M.; AGESTAM, E.; EKÖ, P. M.; GEMME, L. P.; NILSSON, U. Scarification and seedfall affects natural regeneration of Scots pine under two shelterwood densities and a clear-cut in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 2000, vol. 15, no. 2, s. 247-255. ISSN: 0282-7581.

BÍLEK, L.; VACEK, Z.; BULUŠEK, D.; LINDA, R.; KRÁL, J. Are clearcut borders an effective tool for Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) natural regeneration? *Forest Systems*. 2018, vol. 27, no. 2, s. 14. ISSN: 2171-5068

BÍLEK, L.; ZEIDLER, A.; PULKRAB, K.; ULBRICHOVÁ, I.; VACEK, S.; BORŮVKA, V.; VÍTÁMVÁS, J.; REMEŠ, J.; VACEK, Z.; SLOUP, R. Pěstební a ekonomické aspekty clonné obnovy borovice lesní. Strnady: Lesnický průvode, 2018, 56 s. ISBN 978-80-7417-169-7.

BLACKBURN, J.; CHISHOLM, J.; LUCAS, S.; MARMITO, P.; MCGLYN, C.; SCHMIDT, A. *Plant*. London : Dorling Kindersley, 2004, 511 s. ISBN 80-2421579.

BOSE, A. K.; WEISKITTEL, A.; WAGNER, R. G.; KUEHNE, CH. Assessing the factors influencing natural regeneration patterns in the diverse, multi-cohort, and managed forests of Maine, USA. *Journal of Vegetation Science*, 2016, vol. 27, no. 6, s. 1140-1150. ISSN: 1100-9233.

BRICHTA, J.; BÍLEK, L.; LINDA, R.; VÍTÁMVÁS, J. Does shelterwood regeneration on natural Scots pine sites under changing environmental conditions represent a viable alternative to traditional clear-cut management? *Central European Forestry Journal*. 2020, vol. 66, no 1. s. 104–115. ISSN: 0323-1046.

BRICHTA, J.; BÍLEK, L.; VÍTÁMVÁS, J. Clonná seč v podmínkách přirozených borových stanovišť. *VÚLHM: Lesnická práce*. 2022, vol. 6, s. 73-136.

CALENGE, C.; MAILLARD D., FOURNIER P., FOUQUE C. Efficiency of spreading maize in the garrigues to reduce wild boar (*Sus scrofa*) damage to Mediterranean vineyards. *European Journal of Wildlife Research*. 2004, vol. 50, no. 3, s. 112-120. ISSN 1612-4642.

CALENGE, C.; MAILLARD, D.; FOURNIER, P.; FOUQUE, C. Efficiency of spreading maize in the garrigues to reduce wild boar (*Sus scrofa*) damage to Mediterranean vineyards. *European Journal of Wildlife Research*. 2004, vol. 50, no. 3, s. 112-120. ISSN: 1439-0574.

CANHAM, C. D.; FINZI, A. C.; PACALA, S. W.; BURBANK, D. H. Causes and consequences of resource heterogeneity in forest: interspecific variation in light transmission by canopy trees. *Canadian journal of forest research*. 1994, vol. 24, s. 337-349. ISSN: 0045-5067.

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

ČERNÝ, Z.; PROCHÁZKA, O.; NERUDA, J. Základy ochrany lesních kultur. 1. vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1997. 48 s. ISBN 80-7105-149-7.

ČERVENÝ, J.; ŠŤASTNÝ, K.; KOUBEK, P. Ottova encyklopedie zvěř. Praha: Ottovo nakladatelství, 2016. 399 s. ISBN 978-80-7451-521-7.

DRMOTA, J.; KOLÁŘ, Z.; ZBOŘIL, J. Srnčí zvěř v našich honitbách: zoologie, etologie ekologie, chov a myslivecká péče. 1. vyd. Praha: Grada, 2007. 251 s. ISBN 978-80-247-2366-2.

EREFUR, CH.; BERGSTEN, U.; CHANTAL, D. M. Establishment of direct seeded seedlings of Norway spruce and Scots pine: Effects of stand conditions, 91 orientation and sitance with respect to shelter tree, and fertilisation. *Forest Ecology and Management*. 2008, vol. 255, no. 1, s. 1186–1195. ISSN: 0378-1127.

FELTON, A.; NILSSON, U.; SONESSON, J.; FELTON, M.; ROBERGE, J.; RANIUS, T.; AHLSTRÖM, M.; BERGH, J.; BJÖRKMAN, CH.; BOBERG, J.; DRÖSSLER, L.; VIK, N.; GONG, P.; HOLMSTRÖM, E.; KESKITALO, C.; KLAPWIJK, M.; LAUDON, H.; LUNDMARK, T.; NIKLASSON, M.; NORDIN, A.; PETTERSSON, M.; STENLID, J.; STÉNS, A.; WALLERTZ, K. Replacing monocultures with mixed-species stands: Ecosystem service implications of two production forest alternatives in Sweden. *Ambio*. 2016, vol. 45, no.1, s. 124-139. ISSN 0044-7447.

FOIT, J.; POBIŠ, J.; ŠKAPA, M. Lesní těžba. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1987. 359 s.

FRELICH, E. L.; SUGITA, S.; REICH, B. P.; DAVIS, B. M.; FRIEDMAN, K. S. Neighbourhood effects in forests: implications for within-stand patch structure. *Journal of Ecology*. 1998, vol. 86, no.1, s. 149-161. ISSN 0022-0477.

FRELICH, L. E.; REICH, P. B. Neighborhood effects, disturbance severity, and community stability in forests. *Ecosystems*. 1999, vol. 2, s. 151-166. ISSN 1432-9840.

FRELICH, L. E.; REICH, P. B. Neighborhood effects, disturbance, and succession in forests of the western Great Lakes Region. *Ecoscience*. 1995, vol. 2, s. 148-158. ISSN 1195-6860.

GAUDIO, N.; BALANDIER, P.; PHILIPPE, G.; DUMAS, Y.; JEAN, F.; GINISTY, C. Light-mediated influence of three understorey species (*Calluna vulgaris*, *Pteridium aquilinum*, *Molinia caerulea*) on the growth of *Pinus sylvestris* seedlings. *European Journal of Forest Research*. 2011, vol. 130, no. 1, s. 77–89. ISSN 1612-4677.

GRYNDLER, M. Mykorhiza v lesích a možnost její podpory. Frýdek-Místek: Česká lesnická společnost, 2009, 60 s. ISBN 978-80-02-02121-6.

HALLIKAINEN, V.; HÖKKÄ, H.; HYPPÖNEN, M.; RAUTIO, P.; VALKONEN, S. Natural regeneration after gap cutting in Scots pine stands in northern Finland. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2019, vol. 34, no. 2, s. 115–125. ISSN 0323-1046.

HYTÖNEN, J.; HÖKKÄ, H.; SAARINEN, M. The Effect of Site Preparation on Seed Tree Regeneration of Drained Scots Pine Stands in Finland. *Baltic Forestry*. 2019, vol. 25, no. 1, s.132–140. ISSN 2029-9230.

CHANTAL, D. M.; LEINONEN, K.; KUULUVAINEN, T.; CESCATTI, A. Early response of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings to an experimental canopy gap in boreal spruce forest. *Forest Ecology and Management*. 2003, vol. 176, s. 321–336. ISSN 0378-1127.

CHING LIU, C. L.; KUCHMA O.; KRUTOVSKY, K. V. Mixed-species versus monocultures in plantation forestry: Development, benefits, ecosystem services and perspectives for the future. *Global Ecology and Conservation*. 2018, vol. 15, no. 1, s. 248-254. ISSN 2351-9894.

CHROUST, L. Ekologie. Opočno: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 1997. 275 s. ISBN 80-238-0889-3.

JURČA, J. Pěstování lesů 1. vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská v Brně, 1988. 293 s.

KARLSSON, C.; ÖRLANDER, G. Soil scarification shortly before rich seed fall improves seedlings establishment in seed tree stands of *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research*. 2000, vol. 15, no. 1, s. 256–266. ISSN 0282-7581.

KLIMEŠOVÁ, K. Diplomová práce: Vyhodnocení přirozené obnovy smrku ztepilého na majetku Velkostatku rodiny Podstatzských. Brno: Mendelova univerzita v Brně. 2010.

KLIMO, E. Lesnická ekologie. 1.vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská v Brně, 1994. 170 s. ISBN 80-715-134-2.

KOBLÍŽEK, J. Jehličnaté a listnaté dřeviny našich zahrad a parků. 1. vyd. Tišnov: Freedom DTD a SURSUM, 2000. 448 s. ISBN 80-85799-86-3.

KOLIBÁČ, P.; JELÍNEK, M. Realizace přírodě blízkého hospodaření v lesích. Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 2011, 17 s. ISBN 978-80-87457-17-7.

KORPEL, Š. Pestovanie lesa. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1991. 472 s. ISBN 80-07-00428-9.

KOVÁŘ, K.; HRDINA, V., BUŠINA, F. Učební texty z předmětu: Pěstování lesů. Písek: S Vyšší odborná škola lesnická a Střední lesnická škola. Bedřicha Schwarzenberga Písek. 2013. 194 s.

KUBÍKOVÁ, J. Ekologie vegetace střední Evropy, Díl I, 1. vyd. Praha: Karolinum, 2005. 129 s. ISBN 80-7184-870-0.

KULHAVÝ, J.; BEDNÁROVÁ, E.; ČERMÁK, J.; HADAŠ, P., HYBLER, V.; KAMLEROVÁ, K.; KLIMO, E.; KNOTT, R.; KRÍSTEK, J.; KUČERA, J.; POMSKÝ, B.; MAREK, M.; NADEŽNINA, N.; PRAX, A.; SUCHOMEL, J. Ekologie lesa II. 1. vyd. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2006. 221 s. ISBN 80-7157-984-X.

KUPKA, I. Fundamentals of silviculture, 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, Lesnická fakulta, 2002. 103 s. ISBN 80-213-0986-5.

KUPKA, I. Základy pěstování lesa, 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. katedra pěstování lesů, 2005. 175 s. ISBN 80-213-1308-0.

KUULUVAINEN T.; PUKKALA T. Effect of Scots pine seed trees on the density of ground vegetation and tree seedlings. *Silva Fennica*. 1989, vol. 23, no. 2, s. 159–167.

LEUZINGER, S., ZOTZ, G., ASSHOFF, R., KORNER, C., Responses of deciduous forest trees to severe drought in Central Europe. *Tree Physiol.* 2005, vol. 25, no. 6, s. 641-650. ISSN 1758-4469.

MACHAR, I.; PALACKÁ, A.; VAŠIČKOVÁ, P.; MATOUŠKOVÁ PRYLOVÁ, L.; WOJTYLOVÁ, L.; VRÁNOVÁ, O. Úvod do ekologie lesa a lesní pedagogiky. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2009. 104 s. ISBN 978-80-224-2357-9.

METZL, J.; KOŠULIČ, M. 100 otázek a odpovědí k obhospodařování lesa přírodě blízkým způsobem. 4. vyd. Brno: FSC Trademark, 2011. 105 s. ISBN 80-239-6766-5.

MUSIL, I.; HAMERNÍK, J. Lesnická dendrologie 1. 1.vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2003. 177 s. ISBN 80-213-0992-2.

MUSIL, I.; MÖLLEROVÁ, J. Lesnická dendrologie 2. 1.vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2005. 82 s. ISBN 80-213-1367-6.

MYŠKA, J. Diplomová práce: Vývoj přirozené obnovy borovice lesní na holé seči ve vztahu k porostním okrajům, světelným podmínkám a charakteru povrchu půdy. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská. 2020. 91 s.

NERUDA, J.; SIMANOV, V. Technika a technologie v lesnictví. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006. 324 s. ISBN 80-7157-988-2.

NOVÁK, J.; DUŠEK, D. Chřadnutí smrku v oblasti severní a střední Moravy. 1.vyd. Budišov nad Bečvou: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v.v.i., Výzkumná stanice Opočno, 2014. 56 s. ISBN 978-80-7417-079-9.

NOVÁK, J.; DUŠEK, D.; KACÁLEK, D.; SLODIČÁK, M.; SOUČEK, J. Pěstební postupy pro borové porosty 1. a 2. lesního vegetačního stupně. 1. vyd. Strnady: Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., 2017. 28 s. ISBN 978-80-7417-150-5

PARDOS, M.; MONTES, F.; ARANDA, I.; CANELLAS, I. Influence of environmental conditions on geminant survival and diversity of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) in central Spain. *European Journal of Forest research.* 2007, vol. 126, no. 1, s. 37–47. ISSN 1612-4677.

PEŘINA, V.; KADLUS, Z.; JIRKOVSKÝ, V. Přirozená obnova lesních porostů. 1. vyd. Praha: SZN, 1964. 167 s.

PIKULA, J.; OBDRŽÁLKOVÁ, D.; ZAPLETAL, M.; BEKLOVÁ, M.; PIKULA, J. Stromové a keřové dřeviny lesů a volné krajiny České republiky. 1. vyd. Brno: Akademické nakladatelství cerm, s.r.o., 2003. 226 s. ISBN 80-7204-280-7.

POKORNÝ, J.; MATOUŠKOVÁ, V.; KONEČNÁ, M. Stromy. 1. vyd. Praha: Aventium nakladatelství, s.r.o., 2003. 223 s. ISBN 978-80-7151-147-2.

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

POLANSKÝ, B.; ČÍŽEK, J.; JURČA, J.; MEZERA, A.; VYSKOT, M. Pěstování lesů. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1966. 514 s.

POLENO, Z. Trvale udržitelné obhospodařování lesů. Praha: Ministerstvo zemědělství České republiky v Agrospoji Praha, 1997. 105 s.

POLENO, Z.; VACEK, S.; PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J.; MIKESKA, M.; KOBLIHA, J.; BÍLEK, L. Pěstování lesů II. – Teoretická výchova pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007. 486 s. ISBN 978-80-87154-09-0.

POLENO, Z.; VACEK, S.; PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J.; MIKESKA, M.; KOBLIHA, J.; BÍLEK, L. Pěstování lesů. 1.vyd. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2007. 315 s. ISBN 978-80-87154-07-6.

POLENO, Z.; VACEK, S.; PODRÁZSKÝ, V.; REMEŠ, J.; ŠTEFANČÍK, I.; MIKESKA, M.; KOBLIHA, J.; KUPKA, I.; MALÍK, V.; TURČÁNI, M.; DVOŘÁK, J.; ZATLOUKAL, V.; BÍLEK, L.; BALÁŠ, M.; SIMON, J. Pěstování lesů III. – Praktické postupy pěstování lesů. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 2009. 948 s. ISBN 978-80-87154-34-2.

PŘÍRODA, s.r.o. Hospodářská kniha. LHC Dobřany. 2015.

SAGAR, R.; SINGH, A.; SINGH, J. S. Differential effect of woody plant canopies on species composition and diversity of ground vegetation: a case study. Tropical Ecology. 2008, vol. 49, s. 189-197. ISSN 0564-3295.

services, and perspectives for the future. Global Ecology and Conservation. 2018, vol. 15, no. 1, s. 419. ISSN 2351-9894.

SOUČEK, J. Stanovení délky a průběhu stínu v maloplošných obnovních prvcích. 1. vyd. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.. 2015. 22 s. ISBN 978-80-7417-090-4.

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

ŠIŠÁK, L.; SLOUP, R.; STÝBLO, J. Diferencované oceňování společenské sociálně-ekonomické významnosti funkcí lesa podle vztahu k trhu a jeho aplikace a rámci ČR. Zprávy lesnického výzkumu. 2013, vol. 58, no. 1, s. 50-57. ISSN 0322-9688.

TIEBEL, K. Which factors influence the density of birch (*Betula pendula* Roth) seeds in soil seed banks in temperate woodlands? European journal of forest research. 2021, vol. 1, s. 101. ISSN: 1612-4669.

TUMA, M. Škody působené zvěří. Strnady: Lesnická práce, 2008. vol. 10, s. 1-4, ISSN 0322-9254.

ULBRICHOVÁ, I.; BÍLEK, L.; REMEŠ, J.; Vliv zpracování těžebních zbytků na charakteristiky bylinného a keřového patra na přirozených borových stanovištích. Zprávy lesnického výzkumu, 2017, vol. 62, no. 3, s. 142–152.

ULBRICHOVÁ, I.; JANEČEK, V.; VÍTÁMVÁS, J.; ČERNÝ, T.; BÍLEK, L. Clonná obnova borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) ve vztahu ke stanovištním a porostním podmínkám. Zprávy lesnického výzkumu. 2018, vol. 63, no. 3, s. 153–164.

ÚRADNÍČEK, L.; MADĚRA, P.; KOBLÍŽEK, J.; ŠEFL, J.; VELIČKA, M.; YAMAZAKI, Y. Dřeviny české republiky. 1.vyd. Brno: Matice lesnická, spol. s.r.o., 2001. 333 s. ISBN 80-86271-09-9.

VACEK, S. Pěstování lesů. 70. vyd. Praha: Lesnická práce, s.r.o., 2006. 72 s. ISBN 80-213-1573-3.

VACEK, S.; PODRÁZSKÝ, V. Pěstování lesů – Přírodě blízké hospodářství v podmínkách střední Evropy. 1. vyd. Praha: Lesnická práce, s.r.o., 2006. 71 s. ISBN 80-213-1561-X.

VACEK, S.; VACEK, Z.; REMEŠ, J.; BÍLEK, L.; BALÁŠ, M.; PODRÁZSKÝ, V.; ŠTEFANČÍK, I. Dynamika a management přírodních a přírodě blízkých lesů. 1.vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská, katedra pěstování lesů, 2016. 73 s. ISBN 978-80-213-2654-5.

WAGNER, R. G.; LITTLE, K. M.; RICHARDSON, B.; MCNABB, L. The role of vegetation management of enhancing productivity of the world's forests. *Forestry*. 2006. vol. 79, no. 1, s. 57–79. ISSN: 1464-3626.

WARDLE, D. A.; NILSSON, M-C.; ZACKRISSON, O.; GALLET, CH. Determinants of litter mixing effects in Swedish boreal forest. *Soil Biology and Biochemistry*. 2003, vol. 35, no 6, s. 827–835. ISSN 0038-0717.