

Mendelova univerzita v Brně

Lesnická a dřevařská fakulta

Ústav lesnické a dřevařské botaniky, dendrologie a geobiocenologie

Diplomová práce

Zhodnocení přirozeného generativního zmlazení
borovice kleče v NPR Praděd (CHKO Jeseníky)

2017

Bc. Ondřej Pálka

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem práci:

vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně dne 14.4. 2017

Podpis

Poděkování

Na prvním místě bych chtěl poděkovat vedoucímu práce Ing. Martinovi Šenfeldrovi, Ph.D. za umožnění zpracování práce pod jeho odborným metodickým vedením a za cenné rady při zpracování práce. Dále bych chtěl poděkovat svým přátelům za pomoc při sběru a zpracování dat a to zejména Ing. Zdenkovi Patočkovi, Bc. Veronice Švedové, Bc. Jiřímu Bezdíčkovi, Bc. Jenu Sekaninovi, Bc. Daniele Bartákové a panu Petrovi Kubičkovi, bez kterých by vypracování práce bylo daleko složitější. Největší poděkování patří mé rodině za pomoc, podporu a hlavně za bezmeznou trpělivost.

Abstrakt

Předkládaná diplomová práce se zabývá studiem aktuální schopnosti generativní reprodukce porostů borovice kleče (*Pinus mugo* Turra) v NPR Praděd a determinaci faktorů ovlivňujících úspěšnost generativního zmlazování. V práci je řešen výskyt semenáčků kleče v závislosti na disturbanci travino-bylinné vegetace, vzdálenosti od rodičovského porostu a mocnosti horizontu A. Práce se rovněž zabývá vlivem konkrétního druhu travino-bylinné vegetace na výskyt semenáčků. Z výsledků vyplývá, že čím větší je míra disturbance a zároveň čím menší je vzdálenost od rodičovského porostu, tím je zaznamenán vyšší výskyt semenáčků. Dále bylo zjištěno, že nejčastějšími druhy vegetace, ve kterých vyrůstaly semenáčky, byly *Nardus stricta* a *Avenella flexuosa*.

Klíčová slova: borovice kleč, generativní zmlazení, semenáček, denzita, NPR Praděd

Abstract

This diploma thesis deals with the study of the current capability of the generative reproduction of dwarf pine stands (*Pinus mugo* Turra) in NNR Praděd and the determination of factors influencing the success of generative reproduction. The work deals with the occurrence of the dwarf pine seedlings depending on the stand disturbance of grass-herb vegetation, distance from parental stand and the thickness of the soil horizon A. The work also solves the problem of influence of a particular species of grass-herb vegetation on the occurrence of seedlings. The results show that the higher the rate of disturbance and the smaller the distance from parental stand, the higher is the occurrence of seedlings. It was also found that the most common types of vegetation in which the seedlings were grown were *Nardus stricta* and *Avenella flexuosa*.

Key words: dwarf pine, generative regeneration, seedling, density, NNR Praděd

Obsah

1. Úvod.....	7
1.1. Cíle práce	8
2. Charakteristika přírodních poměrů území.....	9
2.1. Geologické a geomorfologické poměry	9
2.2. Pedologické poměry.....	9
2.3. Klimatické poměry.....	9
2.4. Hydrologické poměry	11
2.5. Biogeografické členění.....	11
2.6. Typologická charakteristika	11
3. Literární přehled.....	13
3.1. Antropické ovlivnění vrcholových poloh Hrubého Jeseníku	13
3.1.1. Vypalování	13
3.1.2. Pastva	14
3.1.3. Těžba.....	14
3.1.4. Zalesňování	15
3.1.5. Ostatní	15
3.2. Otázka původnosti horní (alpínské) hranice lesa a přirozeného rozsahu alpínského bezlesí v Hrubém Jeseníku.....	16
3.3. Problematika borovice kleče (<i>Pinus mugo</i> TURRA) z hlediska ochrany přírody a lesního hospodářství	18
3.4. Borovice kleč (<i>Pinus mugo</i> TURRA)	20
3.4.1. Obecný popis.....	20
3.4.2. Ekologie druhu	20
3.4.3. Rozšíření	21
3.5. Faktory ovlivňující zmlazování dřevin v horních oblastech	21
4. Materiál a metody	23
4.1. Sběr dat	23
4.1.1. Pomůcky.....	23
4.1.2. Celoplošný průzkum	23
4.1.3. Podrobný průzkum	24
Stručný popis lokalit a výzkumných ploch:	24
4.1.3.1. Výzkumné plochy a sběr dat	25
4.1.3.2. Zjišťování plodnosti borovice kleče.....	26
4.1.3.3. Odběr vzorků šišek a stanovení počtu semen.....	26
4.1.3.4. Stanovení klíčivosti semen.....	27

4.2. Zpracování dat.....	28
5. Výsledky	29
5.1. Denzita generativního zmlazení borovice kleče.....	29
5.2. Analýza faktorů ovlivňujících generativní zmlazení borovice kleče	32
5.2.1 Lokalita Praděd	32
5.2.2 Lokalita Malý Děd	36
5.2.3. Lokalita Vysoká hole	40
5.2.4. Vliv faktorů na generativní zmlazování kleče - shrnutí	44
5.3. Výsledky klíčivost.....	45
5.4. Odhad množství klíčivých semen	46
5.5. Výsledky věkové struktury	47
5.6. Frekvence výskytu travino-bylinné vegetace.....	48
5.6.1. Lokalita Malý Děd	48
5.6.2. Lokalita Vysoká hole	48
5.6.3. Lokalita Praděd	49
5.6.3. Frekvence výskytu - zhodnocení.....	49
6. Diskuse.....	50
7. Závěr	53
7.1. Summary	54
8. Použitá literatura	55
9. Přílohy.....	62

1. Úvod

V Hrubém Jeseníku dochází mezi lesníky a ochranáři k dlouhodobým diskuzím, týkajících se managementu porostů borovice kleče. Zatímco Správa CHKO Jeseníky upozorňuje na nepůvodnost kleče a její negativní vliv na vysokohorskou faunu, floru a geomorfologické jevy, Lesy ČR vyzdvihují její velkou hydrickou, půdoochrannou a krajínotvornou funkci (Kulhanová 2010).

V minulosti byla horní hranice lesa v Hrubém Jeseníku výrazně snížena vlivem antropogenních vlivů. Dlouhodobé vlivy pastvy ve vrcholových polohách Hrubého Jeseníku dokládají historické prameny. Již první lesní řády z let 1541–1574 obsahují zmínky o pastvě a potřebě její regulace (Sokol 1965). Horskou krajinu Hrubého Jeseníku výrazně ovlivnila holosečná těžba dřeva, související s rozvojem místního průmyslu, která v některých částech pohoří dosáhla lesní hranice již v 18. století a pokračovala v těchto polohách ještě v první polovině 19. století (Sokol 1965, Zmrhalová 2007). Polohy nad takto sníženou hranicí lesa byly postihovány zejména zvýšeným povrchovým odtokem vody a zvýšenou erozní činností. Intenzita těchto činností byla tak veliká, že byly ohroženy níže položené obce a jiné infrastruktury. To nutilo tehdejší lesníky ke zvyšování horní hranice lesa za pomoci výsadeb borovice kleče (Šenfěldr, Maděra 2012).

Přibližně v posledních čtyřiceti letech se v ochraně přírody prosazuje názor, že kleč společně se sukcesí po opuštění pastvy splnily svoji historickou roli a kleč jako nepůvodní dřevina by měla být z maloplošných chráněných území odstraněna (Šenfěldr, Maděra 2012). Současně je prokazován i negativní vliv porostů kleče na některé předměty a jevy významné z hlediska ochrany přírody a krajiny (Šenfěldr, Maděra 2012). Lesníci však, jako zakladatelé a správci těchto porostů (dle zákona o státním podniku a zákona o lesích), mají zákonnou odpovědnost zabezpečit plnění všech jejich funkcí, a proto cítí potřebu posoudit všechna potenciální rizika spojená s odstraněním kleče (Šenfěldr, Maděra 2012). Oba postoje jsou založeny na vlastních argumentech a je proto třeba najít řešení, které by bylo akceptovatelné oběma stranami.

1.1. Cíle práce

V současné době je snaha získat maximální množství informací a poznatků týkajících se problematiky kleče ve vysokohorských oblastech Hrubého Jeseníku. Z tohoto důvodu, si stanovuje předkládaná diplomová práce následující cíle:

1. Zhodnocení aktuální schopnosti generativní reprodukce porostů borovice kleče (*Pinus mugo* Turra) v zájmovém území a determinaci faktorů ovlivňujících úspěšnost generativního zmlazování.
2. Celoplošným terénním průzkumem zjistit početnost juvenilních generativně zmlazených jedinců kleče. Početnost semenáčků na jednotlivých lokalitách vyjádřit do mapy.
3. Na třech výzkumných plochách provést analýzu faktorů ovlivňujících úspěšnost generativní reprodukce kleče. Cílem bylo otestovat následující faktory: vzdálenost semenáčků od porostu, mocnost horizontu A, tvar povrchu, (sub)dominantní druh travino-bylinné vegetace.
4. Zjistit plodnost a klíčivost semen borovice kleče.

2. Charakteristika přírodních poměrů území

2.1. Geologické a geomorfologické poměry

Geomorfologický celek Hrubého Jeseníku je nejvyšším pohořím Moravy. Geologicky je tvořen krystalickými horninami. Jádrem pohoří tvoří ruly a obal metamorfované devonské horniny jako fylity, svory a v západní části amfibolity. Geologický charakter byl dán variským vrásněním (Demek 1971).

Pradědská pahorkatina leží v jižní části Hrubého Jeseníku. Rozloha pradědské pahorkatiny je 209 km², střední výška 953 m, střední sklon 15°. Základním rysem reliéfu je jeho stupňovitá stavba. Na dnešních geomorfologických rysech se projevila výrazná zlomová struktura a nejstarší tektonické linie sahají až do období kaledonské orogeneze (Demek 1973).

Reliéf NPR Praděd patří k východní části sudetských pohoří České vysočiny, tvoří ústřední část geomorfologického celku Hrubý Jeseník. V severní části zasahuje do geomorfologického okrsku Pradědský hřbet a v jižní části do celku Vysokoholský hřbet (Czudek a kol. 1972).

Území NPR Praděd leží na kře o rozloze 18x12 km. Kra je protažena ve směru SZ - JV. Na JV kra velmi rázně spadá k Nízkému Jeseníku. Na SV je kra omezena bělským zlomem a na JZ klepáčovským zlomem (Kavalec 1985).

2.2. Pedologické poměry

V Hrubém Jeseníku převládají půdy rezivé až podzoly s půdami hnědými oligobazickými. Vůdčími půdními formami jsou rezivé půdy (kryptopodzoly) a humózní podzoly. Doprovodné půdní formy tvoří rankery a hnědé půdy kyselé. V nižších polohách se vyskytují převážně mezotrofní a oligotrofní hnědé půdy (kambisol). Humusové podzoly se vyskytují nejčastěji ve vyšších polohách. Mělké rankery převážně na vrcholových částech hřebenů (Němeček, Tomášek 1983).

2.3. Klimatické poměry

Hrubý Jeseník se nachází na rozhraní oceánské a kontinentální klimatické oblasti, což má rozhodující vliv na vývoj lesních porostů v celé oblasti (Quitt 1971). Podle Quitta (1971) spadají nejvyšší partie do nejchladnějších klimatických oblastí, které jsou charakterizovány velmi krátkým, chladným a vlhkým létem. A velmi dlouhým přechodným obdobím s chladným jarem a mírně chladným podzimem. Zimy jsou dlouhé,

chladné, vlhké s dlouhým trváním sněhové pokrývky (Quitt 1971). Dále Quitt (1994) uvádí, že počet letních dnů je 0–20, počet dnů s teplotou vyšší než 10 °C 80–120, počet ledových dnů je 60–70. Průměrná teplota v lednu je -6 °C až -7 °C, průměrná teplota v červenci 12 °C až 14 °C. Počet dnů se sněhovou pokrývkou 140–160, počet dnů jasných je 30–40.

Převládající vítr je západní a to ve všech měsících v roce. Druhým nejčastějším směrem větru je jihozápadní. Tyto větry s sebou přinášejí vlhkost v podobě srážek a vysoké vzdušné vlhkosti (Lednický 1972), největrnější měsíce jsou listopad, prosinec a leden. Průměrná rychlost větru je 5,9–8,7 m/s. Při přechodu front dostává proudění větru nárazový charakter a jednotlivé nárazy dosahují síly až 200 km/h. Svými větrnými podmínkami se Praděd řadí nejen mezi největrnější místa České Republiky (Lednický 1972), ale i Evropy. Větrné poměry v Hrubém Jeseníku jsou jedním z nejvýznamnějších činitelů, které ovlivnily vznik bohatých botanických nalezišť a současný stav alpinské vegetace (Jeník 1961).

Buček (1994) uvádí, že srážkově patří oblast Hrubého Jeseníku k nejbohatším v ČR. Ekologicky důležitý je rozdíl srážek mezi návětrnými a závětrnými svahy. Roční úhrn srážek se pohybuje okolo 1400 mm a v některých místech 1500 mm. Maximum srážek spadne v červnu a červenci, tedy na vrcholu vegetační sezóny. Období delšího sucha jsou velmi výjimečné (Bednář 1973). Drsnost klimatu v Jeseníkách byla zjištěna na základě porovnání výsledků z alpských a tatranských vysokohorských oblastí, přičemž stejné hodnoty v Jeseníkách jsou dosahovány o 300 m níže, než ve zmíněných oblastech (Bednář 1973).

Specifickým fenoménem Hrubého Jeseníku jsou anemo-orografické systémy (Jeník 1961), nacházející se na území NPR Praděd. Jedná se o komplex přírodních jevů vázaných na velká území s orografickým větrem. Anemo-orografické vytvářejí charakteristické gradienty klimatických a půdních poměrů, uspořádaných od návětrného údolí přes zrychlující vrcholovou část po závětrný prostor. Půda vrcholových částí je trvale ochuzována větrnou erozí, půdy závětrných prostorů jsou obohacovány o usazování sedimentů. V zimním období dochází na závětrných lokalitách k hromadění sněhu a tím k častějšímu výskytu lavin. Působení anemo-orografických systémů výrazně mění zákonitosti vertikální stupňovitosti vegetace a v závětrných prostorech vzniká velká rozmanitost ekotopů s poměrně velkou průměrnou úrodností, dobře přístupných pro diasporu rostlin. To je důvod, proč také tyto prostory patří k lokalitám s největší biodiverzitou ve střední Evropě (Jeník 1961).

2.4. Hydrologické poměry

Region povrchových vod je velmi vodný s odtokem $q = 15$ až 25 l/s.km^2 . Malá retenční schopnost a odtok je slabě rozkolísaný. Nejvodnatějším měsícem je duben (Vlček 1971).

Hřeben Hrubého Jeseníku je součástí hlavního evropského rozvodí. Z východních svahů odtéká voda řekami povodím Odry do Baltského moře (Bílá Opava, Černá Opava, Střední Opava, Bělá, Moravice a Podolský potok). Ze západních svahů odtéká voda povodím Moravy do Černého moře (Branná, Desná a Merta) (Kalus, Vařecha 1972).

V Hrubém Jeseníku převládají smrkové monokultury, které svým plochým kořenovým systémem částečně zabraňují srážkové vodě prosakovat do horských kamenitých půd, takže srážková voda nevytváří podzemní zásoby vody (Kalus, Vařecha 1972).

2.5. Biogeografické členění

Biogeografický region Jeseníku se rozkládá v nejvýchodnější části hercynské biogeografické provincie středoevropských listnatých a smíšených lesů. Jesenický bioregion je nejbližší horským bioregionům karpatským. Z tohoto důvodu se v Jesenickém bioregionu vyskytují i prvky karpatské bioty (Šťastný, Bejček, Hudec 1997).

Jesenický bioregion zahrnuje také Kralický Sněžník, kde je vyvinuta úplná horská středoevropská výšková stupňovitost od 4. bukového lesního vegetačního stupně až po lesní hranici. V Jesenickém bioregionu ve vyšších polohách vznikly plochy geobiocenóz smrkové varianty 8. klečového vegetačního stupně, mající charakter alpinských holí, parkového lesa, nebo dokonce arko-alpinských tundrových společenstev (Bureš, Burešová 1989).

2.6. Typologická charakteristika

Hřebenům a vrcholovým plochám rezervace disponuje lesní typ 9Z0 (smrková kleč smilková na hřebenech). Na úbočí hor tento lesní typ přechází do lesního typu 8Z2 (jeřábová smrčina borůvková na hřebenech). Velmi často se taktéž vyskytuje 8K2 (kyselá smrčina borůvková na svazích), nebo 8S2 (svěží smrčina s bikou).

Klečový vegetační stupeň se vyznačuje lesním typem 9R1 (kleč vrchovištní v sedlech hřebenové části) a 9K0 (klečová smrčina na hřebenech a svazích).

Mělké kamenité půdy jsou charakteristické výskytem lesních typů 8N2 (kamenitá kyselá smrčina se třtinou na kamenitých svazích), 8N3 (kamenitá kyselá smrčina borůvková na kamenitých svazích), nebo 8Y1 (skeletová smrčina na skalách a sutích).

V blízkosti potoků a terénních rýh se nejčastěji vyskytuje lesní typ 8V1 (podmáčená klanová smrčina havézová v úžlabinách). Dále se vyskytují soubory lesních typů jako 7V (vlhká buková smrčina) 7Y (skeletová smrková smrčina), nebo 7G (podmáčená jedlová smrčina).

Vegetační hranice rezervace je nejnižší kolem hřbetu oddělující Divoký důl od Česnekového dolu a dále na Bíle Opavě. V těchto níže položených polohách se nejčastěji vyskytují lesní typy 6N3 (kamenitá kyselá bučina se šťavelem), 6Y1 (skeletová smrková bučina na skalách) a 6A2 (kleno-smrková bučina na kamenitých svazích). Dále se mohou vyskytovat soubory lesních typů 6V (Vlhká smrková bučina) a 6K (kyselá smrková bučina) (Burian 2001).

Tab. 1: Procentuální vyjádření ploch SLT v NPR Praděd (Horvát, Peřina, 2004).

LVS/EKOL.ŘADA	Z	Y	M	K	N	S	A	V	O	G	R	SUMA	OSTATNÍ
6	0,00	0,56	0,00	0,00	0,37	0,26	0,06	0,16	0,00	0,00	0,00	1,42	
7	0,00	1,26	0,00	0,31	1,60	3,75	0,00	1,44	0,00	0,00	0,00	8,36	
8	25,64	0,53	0,00	5,54	2,88	12,99	0,00	5,55	1,67	0,00	0,62	55,41	
9	28,87	0,00	0,00	4,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	33,82	
SUMA	54,51	2,35	0,00	10,39	4,85	17,00	0,06	7,15	1,67	0,00	1,03	99,02	0,98

3. Literární přehled

3.1. Antropické ovlivnění vrcholových poloh Hrubého Jeseníku

Antrakologické a palynologické analýzy i historické průzkumy dokládají souvislé intenzivní působení požárů, pastvy, travaření a těžby dříví ve vrcholových polohách Hrubého Jeseníku minimálně od období středověké kolonizace ve 13.–14. století. V 18. století začala horskou krajinu ovlivňovat i holosečná těžba dřeva a následná přeměna druhové skladby lesních porostů umělou výsadbou smrku. Pastva dobytka a těžba dřeva nesporně významně ovlivnily krajinu a krajínotvorné procesy. V tomto kontextu je třeba posuzovat zalesňování holí v Hrubém Jeseníku, jehož důvodem byla snaha o zvýšení hranice lesa, regulování odtoku vody, zatlačení pastvy do nižších poloh a ochrana proti vzniku lavin (Zmrhalová 2007).

3.1.1. Vypalování

Současný stav parkovité horní hranice lesa v Hrubém Jeseníku a vegetace nad touto hranicí je výslednicí jak přírodních procesů, tak i dlouhodobých vlivů člověka. Mnohé nové (a některé velmi překvapivé) poznatky přineslo řešení projektu (Banaš, et al. 2005, 2006, 2007). Analýza uhlíků v sondách ve vrcholových polohách Hrubého Jeseníku nad lesní hranicí dokládá přítomnost požárů v minulosti. Vybrané uhlíky byly datovány pomocí radiokarbonové metody. Ve vrcholové části Pradědu byl nalezen uhlík, datovaný do doby římské (1 stol. p. n. l.), v okolí Petrových kamenů byly nalezeny uhlíky ze 7. a 8. století, na Vysoké Holi byly požáry dokumentovány na přelomu 13. a 14. století, na Petrových kamenech na přelomu 14. a 15. století, na Kamzičnicku na konci 15. a počátku 16. století.

Antrakologickou analýzou byla doložena přítomnost 6 druhů dřevin, kromě nejhojnějšího smrku byl nalezen jeřáb, vrba, jalovec, bříza a brusnice. Borovice kleč nebyla nalezena. Výsledky antrakologické analýzy dovolují ve vrcholových polohách Hrubého Jeseníku rekonstruovat mozaiku světlého lesa parkového charakteru. Nízký vzrůst, husté zavětvení a parkový charakter smrkových porostů naznačuje i hojné zastoupení větviček mezi analyzovanými uhlíky smrku těchto sond (Novák, Hedl 2007). Sonda odebraná ve smrkovém lese 100 metrů pod horní hranicí lesa neobsahovala ani jeden uhlík, požáry byly tedy omezeny na polohy nad horní hranicí lesa, vhodné pro pastvu dobytka.

3.1.2. Pastva

Dlouhodobé vlivy pastvy ve vrcholových polohách Hrubého Jeseníku dokládají historické prameny. Již první lesní řády z let 1541–1574 obsahují zmínky o pastvě a potřebě její regulace (Sokol 1965). Od počátku 17. století lze nalézt zmínky o travení a pastvě na všech panstvích, která spravovala vrcholové polohy Hrubého Jeseníku, což dokládá souhrnná excerpce historických pramenů, soustředěných v historických průzkumech lesů v jednotlivých LHC (Zmrchalová 2007). Pastva dobytka vyvolává v horské krajině významné změny. Na pastvinách pastevcí důsledně odstraňují dřeviny. Dodnes lze v některých evropských pohořích pozorovat vypalování smrku na pastvinách v prostoru smrkového vegetačního stupně. Mezi plně zapojenými lesními porosty a čištěnými pastvinami bez dřevin vzniká široký pruh prořídleho pastevního lesa parkového charakteru s ploškami travinných společenstev, takže hranice mezi pastvinami a lesem jsou neostře. Pastva probíhala nejen na hřbetech Hrubého Jeseníku, ale i v Malé a Velké Kotlině, jak o tom svědčí dosud zachované prtě (Bureš et. al. 2006). Pastva dobytka v horských polohách Hrubého Jeseníku byla omezována od 2. poloviny 19. století v souvislosti se zalesňováním holí, skončila po roce 1945 (Bureš, Burešová 1989).

3.1.3. Těžba

Horskou krajinu Hrubého Jeseníku výrazně ovlivnila holosečná těžba dřeva, související s rozvojem místního průmyslu, která v některých částech pohoří dosáhla lesní hranice již v 18. století a pokračovala v těchto polohách ještě v první polovině 19. století (Sokol 1965, Zmrchalová 2007).

Výraznou změnu dřevinné skladby lesů ve prospěch mělce kořenícího smrku a narušení lesních porostů na lesní hranici považoval Sokol (1965) za nejvýznamnější příčinu vzniku „sesuvů“ na konci 19. století. Sokol (1965) uvádí, že první sesuvy se objevily v roce 1880 a podrobně dokumentuje jejich rozsah jako podklad pro jejich biotechnickou rekultivaci.

3.1.4. Zalesňování

K významnějšímu zalesňování dochází po roce 1853, kdy byla v Rakousku vyhlášena soutěž o nejúspěšnější zalesňovací výsledky v horských polohách, jedná se o tzv. cenové kultury. V letech 1883–1907 probíhají snad vůbec největší zalesňovací práce na horských holích. Hlavní vysazovanou dřevinou se stává zejména kleč a limba. Zalesnění se nejprve považovalo za úspěšné, po roce 1920 však dochází k náhlým, lavinovitým úhynům limby a porosty tak poměrně rychle mizí (Hošek 1963, Nožička 1957).

3.1.5. Ostatní

Stručně je třeba zmínit další antropické vlivy, které přímo ovlivnily nebo ovlivňují vrcholové polohy Hrubého Jeseníku. Tyto vlivy sice na krajinu působily nebo působí lokálně, ale zato s velkou intenzitou. V letech 1921–1922 využila československá armáda svahy Vysoké hole, včetně prostoru Velké Kotliny, jako dopadové plochy při dělostřeleckých cvičeních. Dělostřelci vystříleli 400 tun munice a vytvořili několik set prohlubní s hloubkou 1,4 m, u nichž lze předpokládat úplné zahlnění až po několika stoletích (Andreska, Poch 2008). V období 2. světové války fungovalo na Vysoké holi letiště, z něhož se zachoval zbytek řídicí věže (Friedl 2004). Významnější a dlouhodobější je vliv cestovního ruchu, rekreačních a stavebních aktivit. Vývoj vlivů cestovního ruchu v NPR Praděd v průběhu 20. století shrnuje Friedl (2004). Významnou roli sehrála také imisní kalamita v období 70. a 80. let 20. století, a to zejména ve změně pokryvnosti a věkové struktury (Vacek 2003).

V přehledu antropických vlivů ve vrcholových polohách nelze pominout vliv zvěře. Prokázán je vliv jelení zvěře na druhovou diverzitu dřevin v NPR Praděd, neboť selektivní okus vylučuje či omezuje listnaté dřeviny, především jeřáb ptačí ve vrcholových polohách (Čermák 2004).

3.2. Otázka původnosti horní (alpinské) hranice lesa a přirozeného rozsahu alpského bezlesí v Hrubém Jeseníku

Za doklady přirozeného alpského bezlesí jsou považována floristicky bohatá společenstva závětrných turbulentních prostor svazu *Calamagrostion arundinaceae*, společenstva vyfoukávaných trávníků svazu *Juncion trifidi* a společenstva sněhových výležísek svazu *Salicion herbaceae* (Jeník 1961, Jeník Hampel 1992). Kromě rostlinných společenstev mohou posloužit jako indikátory přirozeného bezlesí i společenstva živočichů (Kuras 2001). Zde je ovšem nutné připustit, že tato společenstva mohla přežívat na stanovištně omezených lokalitách, ze kterých se mohla po antropickém zvětšení ploch (Hošek 1972, Horák 1977, Rybníček, Rybníčková 2004) rozšířit na území jejich dnešního výskytu.

Jako další důkaz přirozeného bezlesí bývá považována přítomnost zachovalých, kořenových systémů stromů nerozrušených, periglaciálních tvarů. Nutno ovšem podotknout, že v Krkonoších se dochované strukturní půdy nacházejí v místech dlouhodobě porostlých klečí, a že jesenické tvary (s výjimkou Keprníku) celkově nejsou tak dobře vyvinuté, jako tvary v nejvyšších polohách Krkonoš (Tremml, Banaš 2004).

Většina názorů na nepůvodnost bezlesí ve vrcholové oblasti Jeseníků vychází z pylových analýz (Salaschek 1935). Ten také zmiňuje přítomnost jedlobučin na hřebenech Jeseníků v subatlantiku. Podle Firbase (1949) pak v subatlantiku musely hřebeny Jeseníků pokrývat uzavřené lesy a bukový stupeň do 14. století sahal nejméně do 1300 m n. m., s tím, že dnešní přítomnost alpské hranice lesa v její výšce je výsledkem lidské činnosti. Podle Firbase (1949) byl maximální zdvih alpské hranice lesa v holocénu o cca 300 m výše než dnes. Názory Firbase (1949) a Salascheka (1935) jsou značně ovlivněny tím, že zmínění autoři přikládali malou roli záplavě pylu na rašeliništích ve větrně exponovaných vrcholových polohách (Banaš, Lekeš, Tremml 2001). Schéma vývoje polohy horní hranice lesa ve východních Sudetech napovídá, že na počátku subboreálu se nacházely i v nejvyšších polohách porosty lísky (Rybníček, Rybníčková 2004), které následně ustoupily. Na přelomu subboreálu a subatlantika je bezlesí evidováno v nejvyšších polohách Hrubého Jeseníku. Zhruba před 500 lety pak došlo k razantnímu snížení polohy hranice lesa vlivem lidské činnosti (Rybníček, Rybníčková 2004, Tremml 2007). Pylové analýzy Petra a Tremmla (2007) v profilu na Keprníku poukazují na nízké zastoupení podílu pylu dřevin a zároveň na absenci makrozbytků smrku (ani jiných dřevin), z čehož lze usuzovat, že vrcholová plošina Keprníku byla v průběhu celého subatlantika (zhruba

posledních 2100 let) bezlesá. Pylové analýzy Petra a Tremla (2007) na profilu Mezikotlí (1250 m n. m.) zmiňují výrazný pokles podílu pylu smrku a nárůst pylu borovice v 15. století, což vysvětlují faktem, že pravděpodobně došlo k výraznému snížení zápoje smrku, a tím pádem došlo ke zvýšení zastoupení dobře se šířícího pylu borovice. Tato událost je dle Petra a Tremla (2007) vysvětlena jako významné snížení hranice lesa, nejspíše lidskou činností.

Zcela odlišný názor na původnost současných holí v Hrubém Jeseníku publikoval Horák (1977), který vycházel z porovnávání s alpskými polohami v Tatrách prostřednictvím analogických a paralelních geobiocenologických ploch. Došel k názoru, že druhová skladba jesenických holí neodpovídá druhové skladbě přirozených alpských holí jiných území. Na jesenických holích nejsou zastoupeny „pravé“ druhy alpských trávníků. Pokud jsou jako dominanty přítomny, pak jsou to druhy sestupující do kosodřeviny i níže. Dále pak tvrdí, že humusoželezitý podzol jako klimaxový půdní typ acidofilní horské jeřábové smrčiny (v Tatrách modřino a limbosmrčiny) a také klimaxové kosodřeviny nemůže vzniknout pod drnem alpských holí. Na tzv. alpských holích Hrubého Jeseníku převládá jako nejrozšířenější půdní typ humusoželezitý podzol nebo podzolový ranker. Oba mohly tedy vzniknout jedině pod porostem lesních dřevin, a to ještě před příchodem člověka do těchto poloh.

Horák (1977) došel k závěru, že jesenické hřebeny byly na sklonku holocénu, ještě před příchodem člověka, pravděpodobně i v nejvyšších polohách pokryty porosty lesních dřevin. Analogické a paralelní plochy umožňují jejich rekonstrukci. Byla to smrčina s přimíšeným jeřábem. Vlivem vrcholového fenoménu byla omezeného růstu a s omezenou schopností reprodukce. Z těchto důvodů nemohla být plně zapojena. Podle půdních poměrů se v ní střídala volná místa s oky rašelinných jezírek a s mozaikou polanek, střídavě zarůstajících uvedenými lesními dřevinami a znovu rozvolněných přirozeným výběrem. Na příznivých místech byl přimíšen buk a klen, rovněž v zakrslé formě.

Dle teplotních charakteristik alpské hranice lesa lze ověřit, do jaké míry se její stávající poloha blíží poloze fyziologicky podmíněné (Tremel 2007). Průměrná teplota půdy ve vegetačním období se v roce 2006 pohybovala (dle pozice v ekotonu hranice lesa) v rozmezí 7,5–8,5°C (teplotně nadprůměrná vegetační sezóna), v roce 2007 pak v odhadnutém rozmezí 7,3–8,4°C. Pokud jsou tyto teploty půdy srovnány s teplotními údaji publikovanými v práci (Körner, Paulsen 2004), tak lze říci, že v Hrubém Jeseníku i za současných klimatických podmínek existuje prostor pro teplotně podmíněné alpské bezlesí (Tremel 2007).

3.3. Problematika borovice kleče (*Pinus mugo TURRA*) z hlediska ochrany přírody a lesního hospodářství

Borovice kleč se stala v Jeseníkách předmětem vleklého sporu mezi ochranáři a lesníky, resp. Správou CHKO Jeseníky a Lesy ČR. Zatímco Správa CHKO Jeseníky poukazuje na nepůvodnost kleče a její negativní vliv na vysokohorskou faunu a floru a prosazuje její redukci, Lesy ČR vyzdvihují její půdoochrannou a krajnotvornou funkci a nesouhlasí s velkoplošným odstraňováním klečových porostů. Výsledkem rozdílných pohledů na management kleče je těžko dosažený konsensus o jejím odstranění v nejcennějších partiích Jeseníků (Kulhanová 2010).

Horní hranice lesa v Hrubém Jeseníku byla v minulosti výrazně snížena antropogenními vlivy. Území nad takto sníženou hranicí lesa bylo, zejména díky dlouhodobému vlivu pastvy, postiženo zrychleným povrchovým odtokem a zvýšenou erozní činností takové intenzity, že byly ohroženy níže položené obce a další infrastruktura. Lesníci z tohoto důvodu prováděli rozmanitá protierozní opatření, z nichž jedno z nejdůležitějších bylo i zalesňování za účelem zvýšení horní hranice lesa a zpomalení odtoku vody. V nejvyšších polohách byla logicky použita borovice kleč, jejíž poslední výsadby byly realizovány zhruba před 50 lety. Přibližně v posledních čtyřiceti letech se v ochraně přírody prosazuje názor, že kleč společně se sukcesí po opuštění pastvy splnily svoji historickou roli a kleč jako nepůvodní dřevina by měla být z maloplošných chráněných území odstraněna. Současně je prokazován i negativní vliv porostů kleče na některé předměty a jevy významné z hlediska ochrany přírody a krajiny. Lesníci však, jako zakladatelé a správci těchto porostů (dle zákona o státním podniku a zákona o lesích), mají zákonnou odpovědnost zabezpečit plnění všech jejich funkcí (např. hydrické, půdoochranné). Proto cítí potřebu posoudit všechna potenciální rizika spojená s odstraněním kleče. Oba postoje jsou založeny na vlastních argumentech a je proto třeba najít řešení, které by bylo akceptovatelné oběma stranami (Šenfelder, Maděra 2012).

Pro posouzení vlivu kleče na vrcholové polohy Hrubého Jeseníku jsou důležité údaje o rozsahu klečových porostů nad hranicí lesa. Alpínské bezlesí, jako plochy nad alpínskou hranicí lesa, bylo v Hrubém Jeseníku vymezeno na sedmi lokalitách s celkovou plochou 1013 ha (Tremel, Banaš 2005). Současná alpínská hranice lesa byla vymezena jako spojnice nejvýše ležících okrajů lesa. Za les byl považován porost stromů s minimální výškou (3)5 m, který na ploše 1 ar dosahoval minimálního zápoje 0,5 (Tremel

Banáš 2000). Plocha kleče a její pokryv v jednotlivých lokalitách jsou následující: Šerák 36,0 ha (36,0 %), Keprník 25,05 ha (37,3 %), Červená hora 21,13 ha (35,7 %), Malý Děd 16,50 ha (24,7 %), Praděd 34,03 ha (22,1 %), Vysoká hole-Pec 99,66 ha (14,3 %) (Tremel et al. 2007). Celkový pokryv kleče v těchto lokalitách činí 199,24 ha (Buček 2004).

Dle Hradeckého a Bureše (2005) klečové porosty představují nepřírozený faktor ovlivňující specifické geomorfologické procesy nad horní hranicí lesa, zásadním problémem je výskyt kleče na lokalitách s potenciálním výskytem strukturních půd, jejichž devastaci lze v důsledku prorůstání kořenovým systémem kleče předpokládat. Zásah klečových porostů do prostoru lavinových svahů představuje cizorodý faktor omezující intenzitu a frekvenci tohoto typického procesu. Dle Tremela a Křížka (2006) kleč negativně ovlivňuje vývoj aktivních strukturních půd a mění jejich morfologii, v důsledku omezení teplotních výkyvů a promrzání.

Dle Bureše (2005) je negativním působením vysazované kleče na populace vzácných, ohrožených a chráněných druhů rostlin zástin, kyselý opad i kořenová konkurence.

Dle Kurase (2005) byl jeden z nejpopulárnějších motýlů Jeseníků okáč sudetský (*Erebia sudetica*) doslova vytlačen klečí. Porosty kleče mění charakter vegetace i půdy. Na listový opad a půdu je vázána řada bezobratlých, zejména brouků. Opad, který vzniká pod klečí, je jiného charakteru než ten, který se kumuluje na travnatých holích. Společenstvo bezobratlých je zde výrazně chudší.

Dle Šťastného a kol. (1997) lze silně zapojené porosty kleče považovat za nežádoucí, dochází k degradaci původních lučních společenstev, mizí většina cenných druhů ptáků.

Klečové porosty mají vodoochrannou, půdoochrannou a protilavinovou funkci nad hranicí lesa (Skalický 1988).

Je to lesnicky velmi důležitý keř k zalesnění rašelinných míst nebo k upevňování písčinych přesypů (Klika et al. 1953).

Tím, že porosty kleče mění hydrologické i teplotní poměry ve svém bezprostředním okolí a ovlivňují i distribuci a stav sněhové pokrývky (pokrývku zpevňují), mohou snižovat pravděpodobnost pádu sněhových lavin (Midriak 1983).

Kosodřevinové keře poskytují ochranu smrkovým semenáčům a stromkům před nepříznivými účinky větru, sněhu, hustého zarůstání vysokými bylinami a jiných činitelů, což se v praxi využívá při umělé obnově lesních dřevin v oblastech horní hranice lesa (Somora 1964 in Plesník 1971).

3.4. Borovice kleč (*Pinus mugo* TURRA)

3.4.1. Obecný popis

Keř vysoký jen několik málo decimetrů až 2,5 m, v příznivějších podmínkách v kultuře i 3–4 m. Na hřebenech hor může působit jako limitující faktor růstu malá výška sněhové pokrývky, nad níž je kleč vystavena totálnímu obrusu sněhovými krystalky; podobně může působit i okus zvěří či dobytkem (Musil 2001).

Borka je slabá, šedohnědá až černavá, šupinovitá, na rozdíl od jiných druhů borovic se mladá borka neodlupuje v papírovitých útržcích. Jehlice se vyskytují po dvou na brachyblastech, jsou většinou mírně srpovitě zakřivené ke stonku, obvykle 3 až 4 cm dlouhé, 1,3 až 1,8 mm široké, na konci tupě špičaté. Jsou oboustranně tmavě zelené, neojíněné, podle podélné osy slabě zkroucené, s nezřetelnými řadami průduchů na obou stranách, na bázi obalené 10 až 15 mm dlouhými šupinami (pochvami). Pupy jsou hnědé, mají protáhlý vejcovitý tvar, někdy až válcovitý, jsou tupé až tupě špičaté, asi 6 mm dlouhé, silně pryskyřičnaté, s těsně přitisklými šupinami. Kosodřevina je plodná od šestého až desátého roku svého věku. Semena jsou světle šedohnědá, vejčitá až podlouhle vejčitá, 3-5 mm dlouhá. Blanité křídlo je barvy hnědočerné a je asi 2-3 x delší než semeno. Po oplození na podzim prvního roku jsou vytvořené šišky vzpřímené, světle šedohnědé, řídkěji namodralé nebo fialové, až 15 mm dlouhé; dozrávají teprve v říjnu druhého roku. Rozvírají se a vypouštějí semena na jaře v třetím roce. Zralé šišky jsou tmavě hnědé, přisedlé nebo zcela kratičce stopkaté, jednotlivé nebo po 1–3 kusech, zřídka po 4 kusech na konci loňských stonků, tupé, aktinomorfní, vejcovité. Jsou 2 až 6 cm dlouhé, 1,5 až 4 cm široké, na bázi zaokrouhlené, rovnovážně odstálé. Mohutný, bohatě rozvětvený kořenový systém je mělký a je tvořen postranními kořeny, které se rozrůstají a proplétají při povrchu půdy (Skalický 1988).

Pinus mugo TURRA lze vegetativně množit, ale jen roubováním; z řízků zakořeňuje neochotně. Uvádí se, že poléhavé větve v horách někdy zakořeňují a zmlazují tak postupně odumírající rostlinu (Musil 2001).

3.4.2. Ekologie druhu

Kleč není tolerantní k zástínu, je silně světlomilná. Na přelomu pleistocénu a holocénu měla zřejmě mnohem větší rozšíření než dnes; rostla pravděpodobně i v nejnižších polohách. Avšak příchodem stromových dřevin schopných obnovy i ve větším či menším zastínění zbyly pro ni jen méně příznivé lokality a území nad horní hranicí

lesa. Tam je schopna vyrovnat se i s rozmanitým množstvím přístupné vody; roste jak na vápencích, na vysýchavých, mělkých podkladech, tak i na rašelinách, bez ohledu na geologické podloží. V nižších polohách se objevuje především v surových, klimaticky inverzních podmínkách soutěsek a skal. Uplatňuje se ve velké míře i v městském prostředí (Musil 2001). Navzdory odolnosti a přizpůsobivosti kosodřeviny ke konkrétním nepříznivým podmínkám prostředí je to dřevina s velmi vyhraněnými ekotypy (Lukáčik 2001).

3.4.3. Rozšíření

Vyskytuje se v Alpách a v předalpské oblasti, počínaje Švýcarskem k východu, dále ve vysokohorských polohách Apenin, Dinarid, Rodop, Vysokého Balkánu a Karpat (Slovensko, Polsko, bývalé SSSR, Rumunsko). V českoněmeckém masivu je původní pouze v Krkonoších, v Jizerských horách a na Šumavě (Skalický 1988). Nejsevernější výskyt kosodřeviny je v Krkonoších (na polské straně), nejjižnější v Rodopech (Musil 2001).

Borovice kleč se vyskytuje v nadmořských výškách od 700–2600 m n. m. Na Slovensku leží hranice pásma kleče mezi 1350–1900 m n. m.; v inverzních vápencových roklích, např. na Malé Fatře, sestupuje kleč ostrůvkovitě až na 700 m n. m. Nejvýše (a nejjižněji) se kleč dostává v Rodopech; v bulharských pohořích se pás kosodřeviny objevuje mezi 1850–2600 m n. m.; někdy bývá až 500–600 m široký, tj. 2krát širší než v Karpattech. Ve Švýcarsku vystupuje kleč na 2500 m n. m. (Musil 2001).

3.5. Faktory ovlivňující zmlazování dřevin v horních oblastech

Klíčovou adaptací, která rozhoduje o existenci dřevin, je schopnost dřevin se v těchto podmínkách generativně či vegetativně zmlazovat. Všechny zdroje se shodují, že na hranici lesa se generativní schopnost šíření u dřevin snižuje, prodlužuje se perioda semenných let, v plodech a šiškách je méně semen, jejichž klíčivost je též nižší (Tranquillini 1979).

Holtmeier (2009) názorně vysvětluje, že musí jít o souhrn vhodných podmínek minimálně čtyř po sobě jdoucích let, což může být v podmínkách hranice lesa velmi vzácné. První rok se musí založit květní pupeny, druhý rok strom kvete, je opylen, oplozen a zrají šišky, třetí rok vypadávají semena, která se musí dostat na vhodné mikrostanoviště a teprve čtvrtý rok dojde ke klíčení a poté následuje vysoká mortalita

semenáčků v prvních letech po vyklíčení. Například smrk (*Picea abies*) produkuje dobrou úrodu semen v intervalu jedenkrát za tři až pět let, v podmínkách horní hranice lesa se tento interval prodlužuje a dobrou úrodu lze očekávat jedenkrát za devět až jedenáct let (Tschermak 1950).

Někteří autoři (Marr 1977, Maděra 2005) se domnívají, že zásoba klíčivých semen v ekotonu hranice lesa je dostatečná pro efektivní přirozenou regeneraci a absence semenáčků je z tohoto důvodu zapříčiněna nedostatkem vhodných ekotopů pro klíčení semen. Klíčivost semen je ovlivněna celou řadou faktorů (teplota, půdní vlhkost, půdní pH, vlhkost vzduchu, osvětlení atd.) a rovněž závisí na specifických vlastnostech semene daného druhu (Holtmeier 2009).

Hustý porost keřů a travinobylinné vegetace často může bránit semenům, aby přišla do kontaktu s vhodným ekotopem pro klíčení, na druhou stranu porost keřů a travinobylinné vegetace chrání semenáčky proti nepříznivým klimatickým vlivům (Holtmeier 2009). Mellmann-Brown (2005) potvrzuje, že z hlediska mortality semenáčků jsou nekritičtější první 2–4 roky po vyklíčení.

4. Materiál a metody

Národní přírodní rezervace Praděd má plochu 2031 ha a leží uprostřed Chráněné krajinné oblasti Jeseníky. Národní přírodní rezervace Praděd byla založena v roce 1990, kdy došlo ke sloučení šesti státních přírodních rezervací a to jmenovitě: Velká kotlina, Vrchol Pradědu, Petrovy kameny, Malá kotlina, Divoký důl a Bílá Opava. V rezervaci se nachází nejvyšší polohy Hrubého Jeseníku, které mají rozpětí nadmořských výšek od 820 až po 1491 m n. m. (Lacina, Buček 1992, Bínová, Culek 1996).

Celá Národní přírodní rezervace leží na území Moravskoslezského kraje. Okres Šumperk, Bruntál a Jeseník. Národní přírodní rezervace Praděd se nachází v katastru území: Karlov pod Pradědem, Malá Morávka, Rejhotice, Železná pod Pradědem, Kouty nad Desnou a Domašov u Jeseníku. Správcem lesa jsou Lesy České republiky.

4.1. Sběr dat

4.1.1. Pomůcky

Pomůcky při terénním šetření:

GPS Trimble Juno, dřevěná lať se zakreslenými ryskami pro měření výšek semenáčků, šuplera na měření tloušťek kořenového krčku, dřevěný čtverec o rozměrech 1x1 m pro zjištění pokryvnosti vegetace, lopatka pro zjišťování hloubky horizontu A, buzola na zjištění azimutu od mateřského porostu, laserový dálkoměr Nikon pro zjištění vzdálenosti od mateřského porostu, metr, terénní zápisník, mapy a psací potřeby.

Pomůcky při práci v laboratoři:

Klíčidla (petriho miska + perforovaná průhledná plastová krytka), filtrační papír, textilie na nasávání vody, pinzeta, skalpel, prkénko, zápisník a psací potřeby.

4.1.2. Celoplošný průzkum

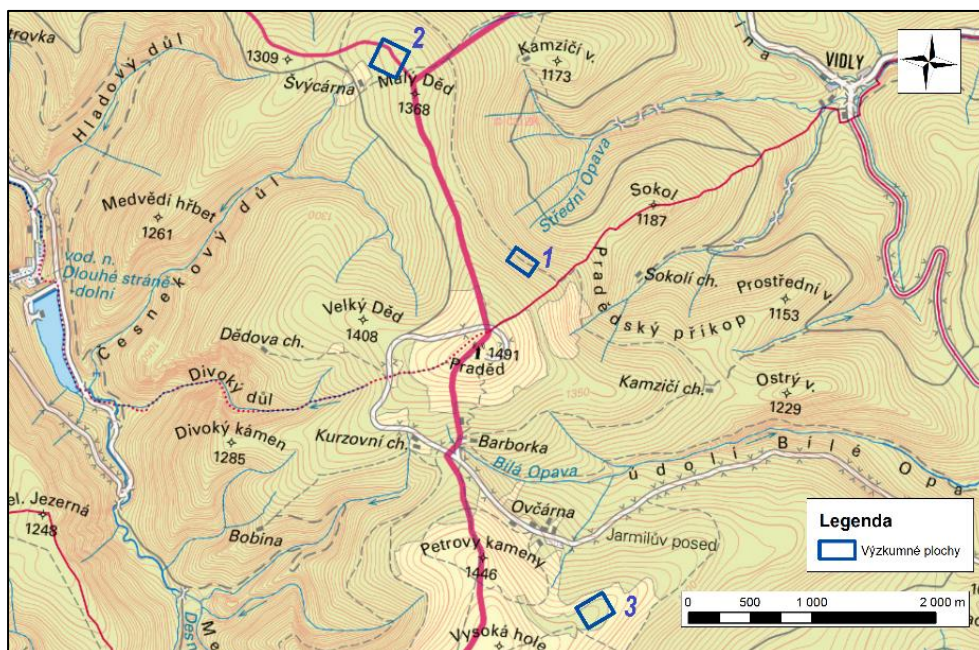
Celoplošný průzkum zahrnoval všechny lokality výskytu porostů kleče v NPR Praděd (Praděd, Malý Děd a Vysoká hole). Výsledkem bylo zjištění hustoty generativně zmlazených semenáčků borovice kleče (definovány výškou 5–80 cm). Na základě mapových podkladů byl proveden průzkum na všech lokalitách a podél všech porostů borovice kleče. V případě, že byl dospělý porost kleče rozvolněný, byl průzkum prováděn i uvnitř. Zjištěné výskytu byly zaznamenány do terénní mapy. Hlavním výsledkem je mapa denzity semenáčků v polygonech v rámci NPR Praděd.

4.1.3. Podrobný průzkum

Na základě celoplošného průzkumu byly vyselektovány tři hlavní lokality s nejvyšším výskytem semenáčků a na každé z těchto lokalit byly vymezeny výzkumné plochy.

Stručný popis lokalit a výzkumných ploch:

1. Lokalita Praděd: jedná se o 1491 m vysokou horu v Hrubém Jeseníku, která je zároveň nejvyšším vrcholem tohoto pohoří, což z ní dělá nejvyšší horu Moravy. Vrchol hory se nachází ve Slezsku.
 - Souřadnice středu výzkumné plochy: 50°05'24.6"N 17°14'03.5"E
 - Expozice výzkumné plochy: S
 - Velikost: 200x150 m
2. Lokalita Malý Děd: je jedním z hlavních vrcholů Hrubého Jeseníku, s výškou 1355 m. Leží na hlavním hřebeni Hrubého Jeseníku severně od Pradědu.
 - Souřadnice středu výzkumné plochy: 50°06'12.7"N 17°13'03.5"E
 - Expozice výzkumné plochy: náhorní
 - Velikost: 250x250 m
3. Lokalita Vysoká hole: Jedná se o druhou nejvyšší horu v Hrubém Jeseníku a zároveň druhou nejvyšší horu Moravy.
 - Souřadnice středu výzkumné plochy: 50°03'57.7"N 17°14'50.2"E
 - Expozice výzkumné plochy: náhorní, SZ
 - Velikost: 250x150 m



Obr. 1: Celkový přehled výzkumných ploch (1-Praděd, 2-Malý Děd, 3- Vysoká hole).

4.1.3.1. Výzkumné plochy a sběr dat

Velikost stran výzkumných ploch se pohybovala v rozmezí 150–250 m. Velikost výzkumných ploch byla různá z důvodu rozdílné denzity semenáčků na jednotlivých plochách. Na každé ploše byl stanoven minimální počet semenáčků k analýze v množství 50 kusů. Za semenáček byl považován každý jedinec s výškou od 5 do 80 cm.

U každého semenáčku byla měřena:

- GPS souřadnice prostřednictvím GPS Trimble Juno
- Výška byla měřena pomocí dřevěné latě, na které byly vyznačené rysky v intervalu po pěti centimetrech. Výška byla měřena s přesností na 1 centimetr.
- Věk byl určován odhadem dle počtu přeslenů. Semenáčky musely být často povytaženy ze země, aby byl odhadovaný počet let co nejpřesnější.
- U každého jedince byla zjišťována pokryvnost (sub)dominantní travino-bylinné vegetace v procentech. Na povrch vegetace byl položen dřevěný rám o rozměrech 1x1 m, s tím, že semenáček byl v jeho středu. Rám byl vypleten velmi jemným drátem, který tvořil čtvercovou síť, kde jeden čtverec měl rozměr 10x10 cm, tedy 1 % pokryvnosti. Tento způsob měření pokryvnosti zvyšoval rychlost práce v terénu, ale také přesnost při zjištění procentuálního zastoupení jednotlivých druhů vegetace. Jako dominantní byl určen druh, jehož zastoupení bylo nad 60 %. Jako subdominantní byl určen druh vegetace v rozmezí od 30 % do 59 % a ostatní do 30 % zastoupení.
- Pomocí dřevěného rámu byla také zjištěna plocha bez pokryvu vegetace. Součet pokryvu travino-bylinné vegetace a plochy bez vegetace musel činit 100 %.
- Posuzován byl také tvar terénu (konkávní, rovný, konvexní) a to v těsné blízkosti semenáčku (kruh s poloměrem 30 cm se středem v semenáčku).
- Pomocí malé pedologické lopatky se zjišťovala mocnost horizontu A. V bezprostřední blízkosti každého semenáčku se zapíchla lopatka až na minerální půdu. Lopatka se ze země musela vytáhnout tak aby na ní zůstal co nejméně poškozený vzorek půdy, u kterého se dala změřit jeho mocnost. Mocnost horizontu A byla měřena s přesností na 1 cm.

Další zjišťovaný údaj byla vzdálenost od porostu, a to ke třem nejbližším polykormonům kleče (Na základě těchto údajů se zjišťovala pravděpodobnost výskytu semenáčků pro nejbližší polykormon a také index vzdálenosti, který pracoval se všemi třemi nejbližšími polykormony (vzorec pro výpočet indexu vzdálenosti= $1/D_2+1/D_2+1/D_3$). Vzdálenost byla určována pomocí laserového dálkoměru s přesností 0,5 m. Přístroj byl umístěn nad semenáčkem a měřila se vzdálenost mezi semenáčkem a nejbližšími větvemi mateřského porostu. Současně s tímto měřením byl také zjišťován azimut ke světovým stranám polykormonů kleče (pozn. klečový polykormon byl brán jako dospělý plodící klečový keř), u nichž byla měřena vzdálenost. U obou měření platila podmínka, že měřeny byly porosty ve vzdálenosti kratší než 20 m a úhel který mezi sebou svíraly dva polykormony nesměl být menší jak 90°. Azimut byl měřen s přesností na 10°.

Všechny naměřené údaje byly přehledně zaznamenány do terénního zápisníku.

Po změření všech semenáčků na výzkumné ploše a uložení jejich GPS souřadnic bylo vymezeno minimálně 30 kontrolních čtverců o velikosti 1x1 m na místech, kde se semenáčky nevyskytovaly. V každém kontrolním čtverci byly měřeny stejné údaje jako na ploškách se semenáčky, kromě údajů, které se semenáčků přímo týkaly (věk, výška, tloušťka, GPS souřadnice). Jako výchozí bod nebyl brán semenáček, ale střed rámu dřevěného čtverce. Kontrolní plošky byly umístěny od semenáčků minimálně 10 m, a celá výzkumná plocha byla kontrolními ploškami co nejpravidelněji pokryta přibližně ve čtvercové síti.

4.1.3.2. Zjišťování plodnosti borovice kleče

Na každé výzkumné ploše byly vybrány 3 výzkumné sub-plochy dospělého klečového porostu o velikosti 3x3m. Jedna sub-plocha byla vždy vymezena na místě s výskytem semenáčků a dvě kontrolní na místech bez výskytu semenáčků. Na těchto sub-plochách byl spočítán celkový počet šišek a množství plodných větví. Z těchto údajů byl počet šišek a větví přepočítán na 1 ha.

4.1.3.3. Odběr vzorků šišek a stanovení počtu semen

Z každé sub-plochy bylo odebráno celkem 40 šišek (celkem 120 šišek na jednu výzkumnou plochu - 40 šišek z místa výskytu semenáčků, 80 šišek z místa bez výskytu semenáčků). Dohromady bylo ze všech tří výzkumných ploch nasbíráno 360 šišek.

Sbírány byly zralé šišky, které se ještě neotevřely. Nasbírané šišky byly rozprostřeny do kartonových krabic dle lokality sběru (Praděd, Malý Děd a Vysoká hole) a sub-plochy. Šišky v krabicích byly uloženy na topení, kde postupně usychaly. Semena byla následně manuálně vyluštna a odkřídlena. Semena byla poté sesypána do skleněných nádob (sklenice s víčkem). Každá sklenice musela být popsána, aby bylo jasné, z jaké lokality a z jaké sub-plochy semena pochází. Odkřídlená semena byla pro každou lokalitu/sub-ploch manuálně spočítána.

Počet semen byl vydělen počtem sesbíraných šišek (40) a výsledkem bylo průměrné množství semen na jednu šišku. Průměrný počet semen byl vynásoben průměrným počtem šišek na jeden hektar a tímto způsobem byl odhadnut počet semen na hektar. Tato hodnota byla vynásobena klíčivostí a tímto způsobem byl odhadnut celkový počet klíčivých semen na hektar, který kvantifikuje semenný potenciál generativní reprodukce v daném roce (Šenfelder, Maděra 2011).

4.1.3.4. Stanovení klíčivosti semen

Pro účely zjištění klíčivosti byla z každé sub-plochy ze všech výzkumných lokalit připravena odkřídlená semena v počtu 4x100 semen dle normy ČSN 481211, pro každou sub-plochu (celkem 9 sub ploch). Zkouška klíčivosti byla zjišťována v laboratoři na Ústavu zakládání a pěstění lesů. Prvním krokem byla příprava klíčidel. Do klíčidla byla vložena textilní látka, která byla před vložením do misky namočená. Na tuto textilií byl položen filtrační papír (papírový substrát). Na takto připravené klíčidlo byl vysypán obsah jedné obálky-tedy 50 semen, který se na papírovém substrátu rozprostřel tak, aby se semena vzájemně nedotýkala. Klíčidlo bylo zakryto průhlednou, perforovanou, plastovou krytkou, která zlepšovala vlhkostní podmínky uvnitř klíčidla. Hotové klíčidlo bylo umístěno na vyhřívaný hliníkový rošt, pod kterým byla zásobárna vody, ve které byla ponořena část textilie, která tímto způsobem udržovala papírový substrát ve vlhkém stavu. Zkouška klíčivosti borovice kleče trvala 21 dní dle normy ČSN 481211. Po sedmi dnech od začátku pokusu byla provedena první kontrola všech 72 klíčidel (50 semen/1klíčidlo), při které byla z klíčidel odebrána všechna naklíčená semena, a bylo spočítáno množství semen nenaklíčených. Zjištěné údaje byly zaznamenány do zápisníku. Další kontrola proběhla 14 dní od založení klíčidel. Každé klíčidlo prošlo stejnou kontrolou a stejným postupem jako u kontroly po prvních 7 dnech pokusu. Vše bylo opět přehledně zaznamenáno do zápisníku. Poslední kontrola proběhla 21 dní od založení pokusu. Každé semeno, které nevyklíčilo, bylo rozřezáno skalpelem v podélné

ose. Tímto způsobem se zjišťoval stav a důvod nevyklíčení semen. Semena byla rozdělena do tří kategorií: prázdná, plná mrtvá, plná svěží. Vše bylo zaznamenáno do zápisníku. Na základě těchto údajů byla spočítána klíčivost pro každou lokalitu (Praděd, Malý Děd, Vysoká hole) a to jak na místě s výskytem, tak na místě bez výskytu semenáčků.

Všechny zjištěné údaje byly pečlivě zaznamenávané do zápisníku a z něj potom přepisovány do programu Microsoft Excel 2010. Výsledky byly zapisovány do přehledných tabulek, aby bylo možné jejich další zpracování v programech Statistika 12 a R.

4.2. Zpracování dat

Nejprve byl modelován vztah mezi prezencí/absencí semenáčku (závislá proměnná) v závislosti na nezávislých proměnných (disturbance vegetace, vzdálenost od rodičovského porostu, tvar povrchu, podrobněji k proměnným viz. kap. 4.1.3.1). Pro tento účel byly využity zobecněné lineární modely s binomickým rozdělením, resp. logistická regrese (Pekár, Brabec 2009). Tento typ modelu pracuje s binomickým rozdělením závislé proměnné (1 – výskyt semenáčku, 0 – absence semenáčku) s pravděpodobností výskytu semenáčku. V rámci modelování vztahu byla nejprve testována statistická významnost jednotlivých faktorů (hodnota $p < 0.05$ identifikovala statisticky průkazné faktory v daném modelu) a následně i jejich interakce s cílem najít co nejlepší kombinaci nezávislých proměnných, které by vysvětlovaly závislou proměnnou. Kvalita jednotlivých modelů byla srovnána dle Akaikeho informačního kritéria (AIC), přičemž platilo, že čím kvalitnější model, tím nižší vykazoval hodnotu AIC (Pekár, Brabec 2009)). Data byla výše uvedeným způsobem analyzována zvlášť pro každou lokalitu.

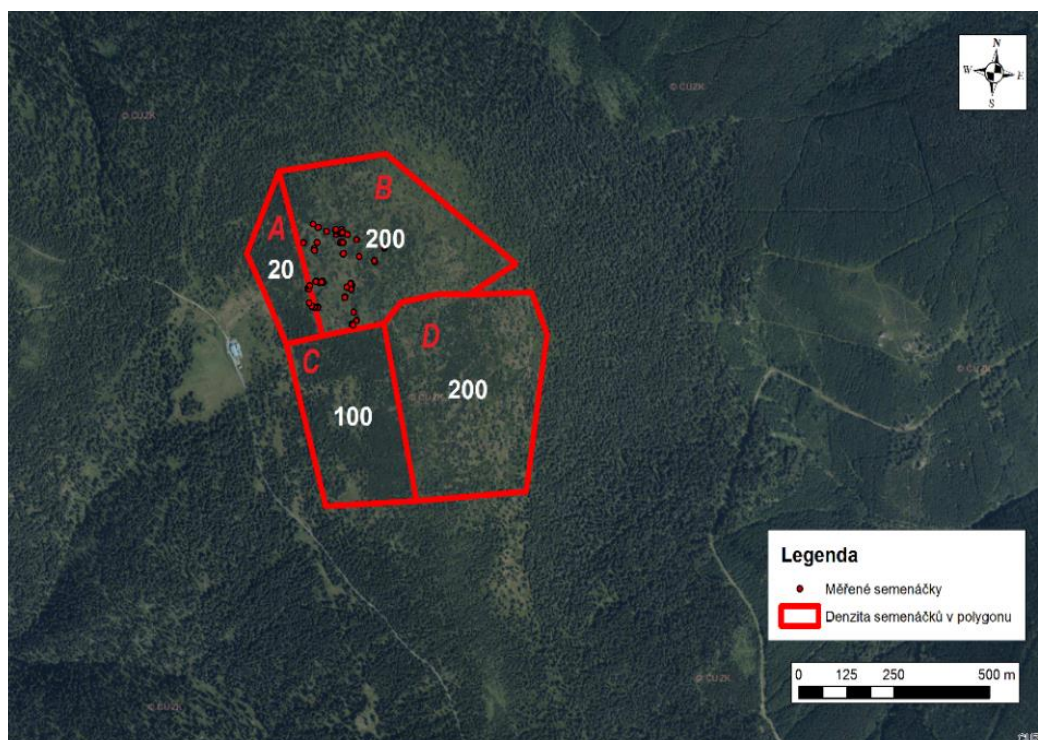
V dalším kroku byly zobecněné lineární modely s poissonovým rozdělením závislé proměnné (Pekár, Brabec 2009) využity pro modelování vztahu mezi věkem semenáčku a mírou disturbance.

Rozdíly v hodnotách plodnosti a klíčivosti mezi jednotlivými kategoriemi subploch byly na jednotlivých lokalitách testovány prostřednictvím analýzy variance (ANOVA). Nejprve byly ověřeny předpoklady pro použití ANOVY (Pekár, Brabec 2009).

5. Výsledky

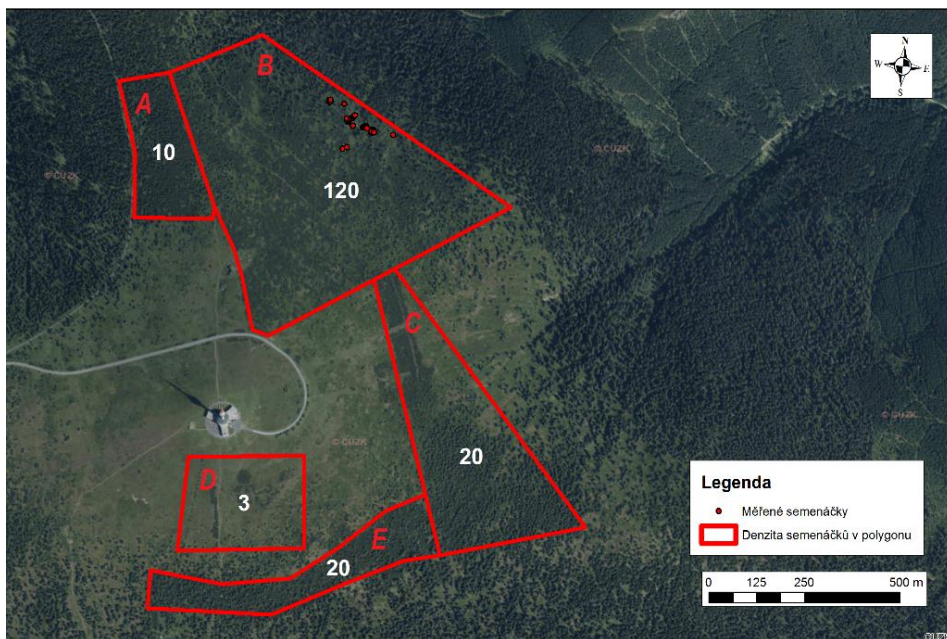
5.1. Densita generativního zmlazení borovice kleče

Na základě celoplošného průzkumu bylo v NPR Praděd nalezeno téměř 900 semenáčků borovice kleče. Na semenáčky byla nejbohatší a zároveň plošně nejmenší lokalita Malý Děd, kde bylo nalezeno cca 500 semenáčků (Obr. 2). Nejmenší počet semenáčků byl nalezen na největší lokalitě - Vysoká hole, kde bylo nalezeno přibližně 200 generativně zmlazených semenáčků (Obr. 4).



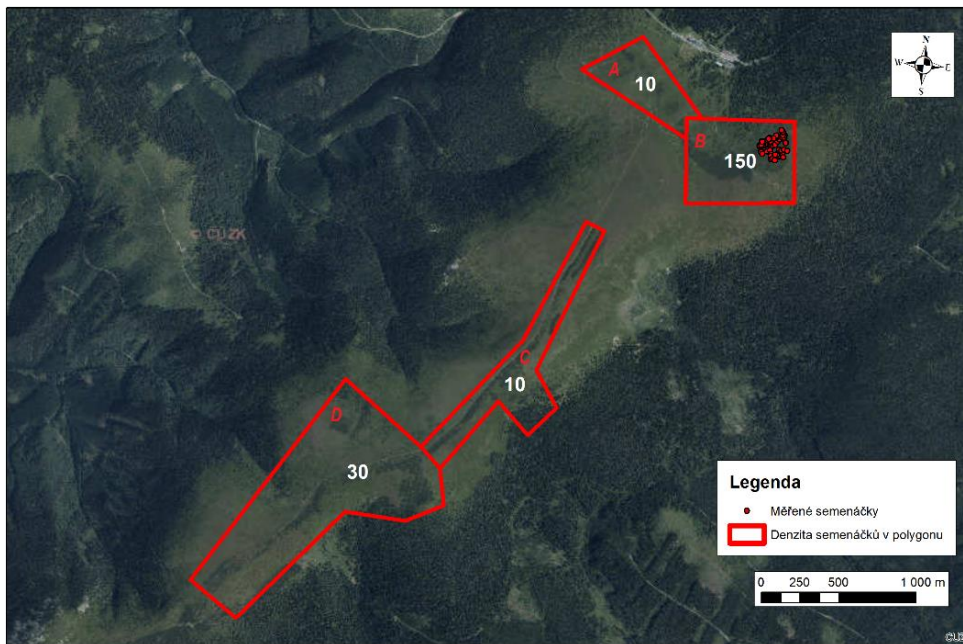
Obr. 2: Výskyt semenáčků na lokalitě Malý Děd v jednotlivých polygonech. Červené tečky znázorňují pozice semenáčků, které byly podrobně analyzovány z hlediska faktorů ovlivňujících generativní zmlazení.

Na obrázku č. 2 je vidět nejhustší výskyt semenáčků v polygonech B a D na lokalitě Malý Děd. Tento nejhustší výskyt semenáčků byl zaznamenán na místech s rozvolněným zápojem okolních porostů borovice kleče. Naopak nejméně semenáčků bylo nalezeno v polygonu A (20 kusů). V polygonu A, C byl zápoj daleko větší než v B a D.



Obr. 3: Výskyt semenáčků na lokalitě Praděd v jednotlivých polygonech. Červené tečky znázorňují pozice semenáčků, které byly podrobně analyzovány z hlediska faktorů ovlivňujících generativní zmlazení.

Na obrázku č. 3 je vidět denzita zmlazení semenáčků na lokalitě Praděd, kde se s ohledem na velikost plochy vyskytoval nejvyšší počet semenáčků v polygonu E, nicméně jednalo se pouze o občasný výskyt zmlazení. Mnohem pravidelněji se vyskytovaly semenáčky kleče v polygonu B. Nejméně semenáčků bylo zaznamenáno v polygonu D (3 jednici) a to i přesto, že porosty kleče zde byly velmi rozvolněné.



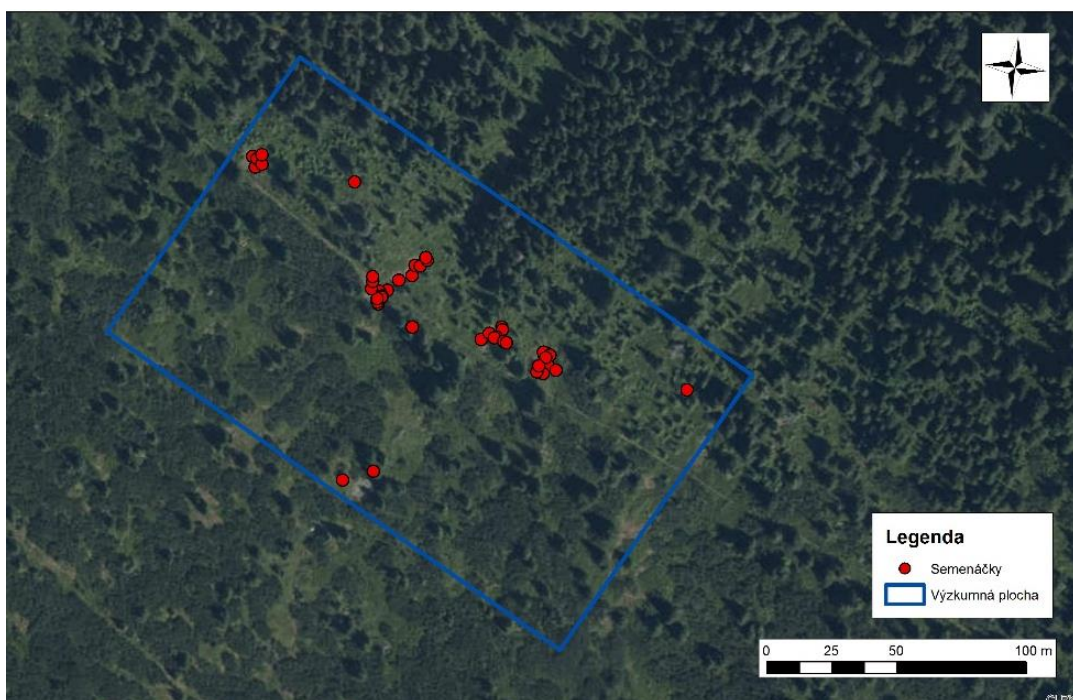
Obr. 4: Výskyt semenáčků na lokalitě Vysoká hole v jednotlivých polygonech. Červené tečky znázorňují pozice semenáčků, které byly podrobně analyzovány z hlediska faktorů ovlivňujících generativní zmlazení.

Nejnižší denzita výskytu generativně zmlazených semenáčků byla zjištěna na lokalitě Vysoká hole. Celkový součet nalezených semenáčků byl sice vyšší než na lokalitě Praděd, ale zkoumaná lokalita Vysoká hole byla plošně podstatně rozsáhlejší (viz. srovnání Obr. 3 a Obr. 4). Z obrázku č. 4 je patrné, že nejvyšší počet semenáčků byl nalezen v polygonu B (150 jedinců). Na ostatních polygonech byl výskyt velmi nízký. Pás borovice kleče, táhnoucí se po východní části hřebene (viz Obr. 4 - polygon C), měřil téměř 3 km, ale nalezeno bylo pouze 10 jedinců.

5.2. Analýza faktorů ovlivňujících generativní zmlazení borovice kleče

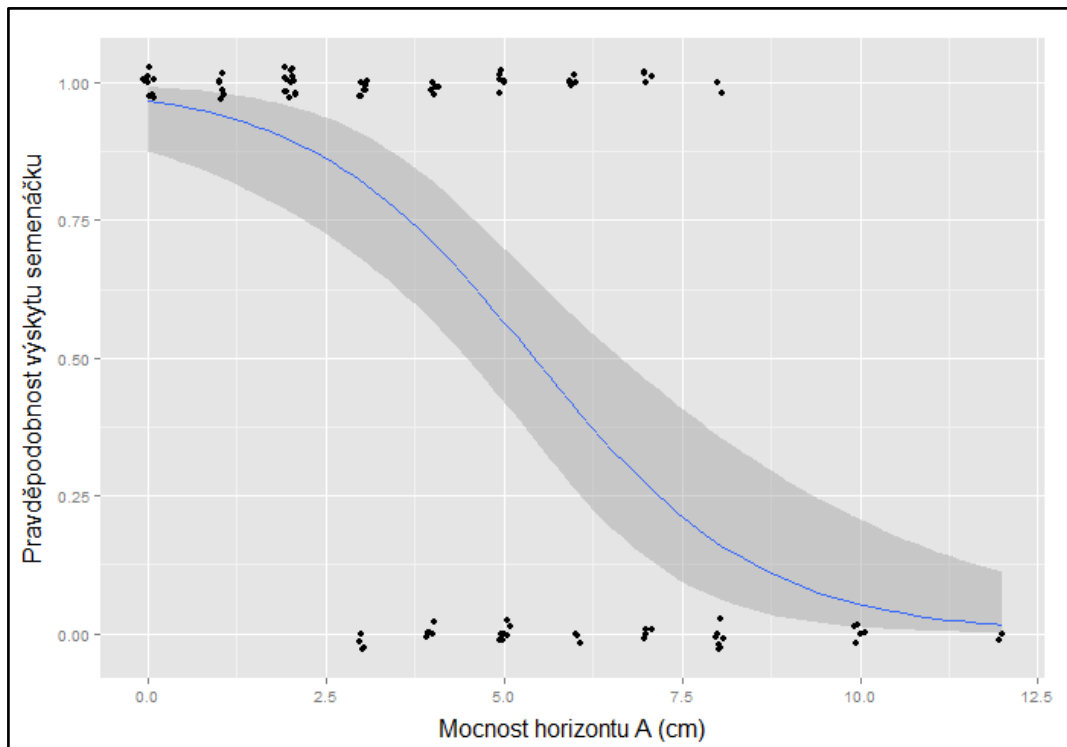
5.2.1 Lokalita Praděd

Na výzkumné ploše na lokalitě Praděd bylo změřeno celkem 50 semenáčků kleče. Semenáčky se nejčastěji vyskytovaly těsně nad horní hranicí lesa. Ve velkých počtech byl jejich výskyt zaznamenán na biotopech bez vegetace vzniklých svahovými sesuvy půdy. Shluky semenáčků, které jsou patrné z obrázku č. 5 se vyskytovaly právě na místech, kde byla vlivem eroze způsobena nejvyšší disturbance povrchu. Na těchto místech se pak nacházelo i několik desítek semenáčků.



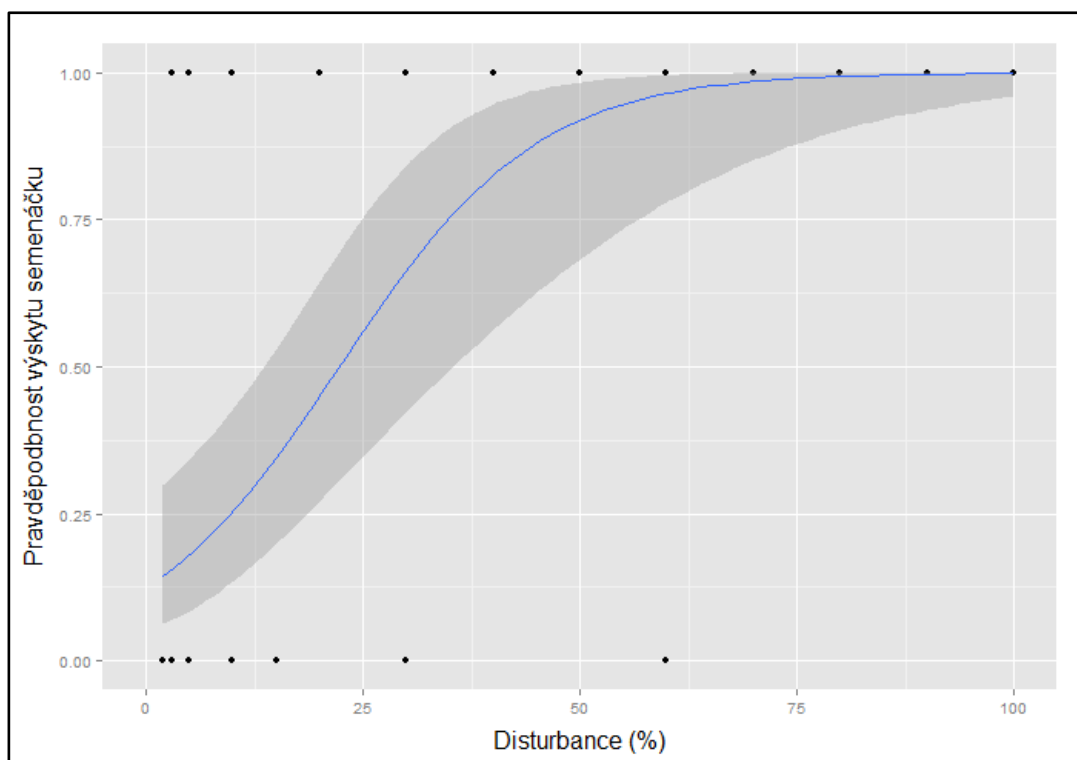
Obr. 5: Rozmístění semenáčků na výzkumné ploše Praděd.

Na základě testování vybraných faktorů ovlivňujících generativní zmlazování kleče (vzdálenost od polykormonů, index vzdálenosti, disturbance, a mocnost horizontu A), byl na lokalitě Praděd zaznamenán statisticky průkazný vliv faktorů: mocnost horizontu A, a disturbance vegetace (zobecněný lineární model, hodnota $p < 0,05$). V níže uvedené části jsou grafy prezentovány pouze pro statisticky významné závislosti.



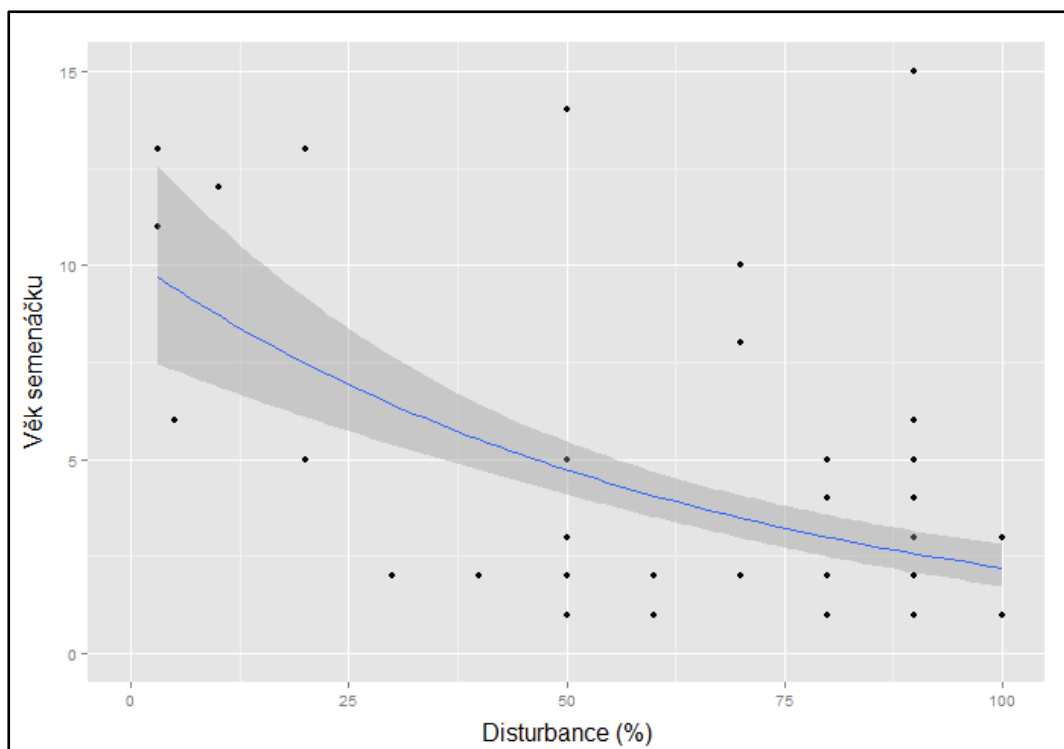
Obr. 6: Křivka závislosti pravděpodobnosti výskytu semenáčku (osa Y: hodnota 0.00 – 0%; 1.00 – 100%) na mocnosti horizontu A (modrá linie) na lokalitě Praděd. Černé body znázorňují změřené hodnoty. Tmavě šedá barva okolo modré linie znázorňuje 95% interval spolehlivosti modelu.

Na obrázku č. 6 je vidět, že s rostoucí mocností horizontu A klesá pravděpodobnost výskytu semenáček. Zároveň je dobře patrné, že s mocností horizontu vyšší než 11 cm, je pravděpodobnost výskytu semenáčku téměř nulová.



Obr. 7: Křivka závislosti pravděpodobnosti výskytu semenáčku (osa Y: hodnota 0.00 – 0%; 1.00 – 100%) na disturbanci vegetace (modrá linie) na lokalitě Praděd. Černé body znázorňují změřené hodnoty. Tmavě šedá barva okolo modré linie znázorňuje 95% interval spolehlivosti modelu.

Z obr. 7 je patrné, že se zvyšující se disturbancí se zvyšuje pravděpodobnost výskytu semenáčků. Na obrázku č. 7 můžeme dále vidět, že u 75% disturbance již byla pravděpodobnost výskytu semenáčků téměř 100%.

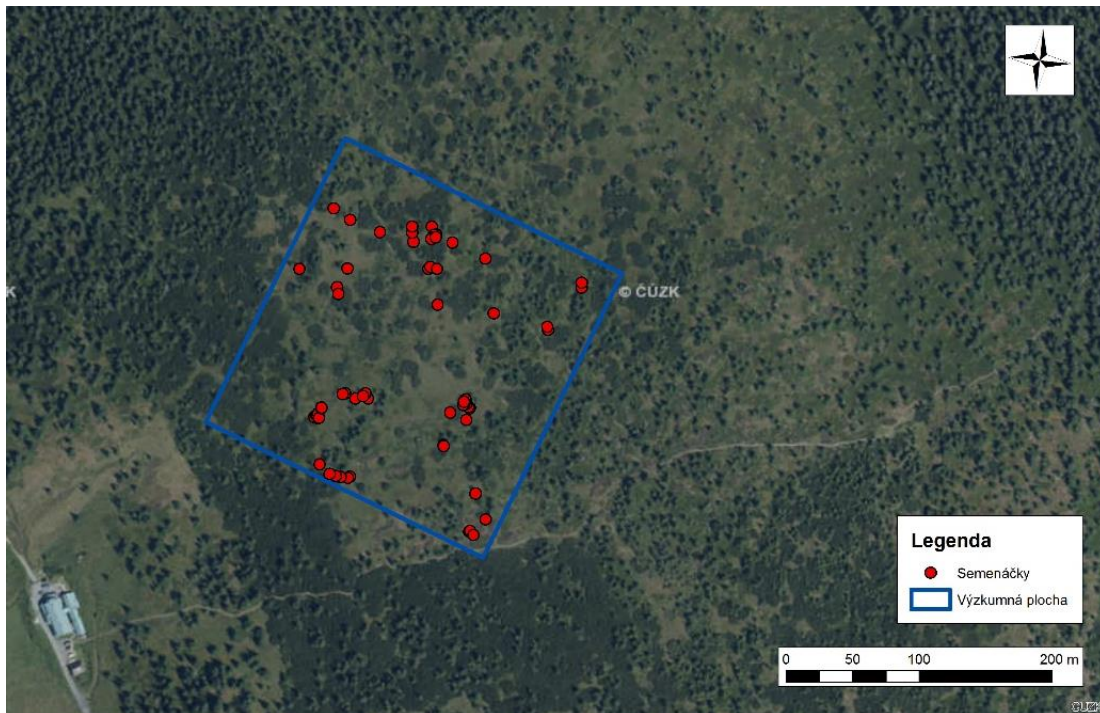


Obr. 8: Křivka závislost mezi věkem semenáčků a mírou disturbance vegetace (modrá linie). Černé body znázorňují změřené hodnoty. Tmavě šedá barva okolo modré linie znázorňuje 95% interval spolehlivosti modelu – lokalita Praděd.

Zobecněným lineárním modelem byla rovněž vyjádřena závislost mezi věkem semenáčků a mírou disturbance vegetace. Bylo zjištěno, že nejmladší semenáčky se na lokalitě Praděd nejčastěji vyskytují na ploškách s disturbancí větší jak 50 % (viz. Obr. 8).

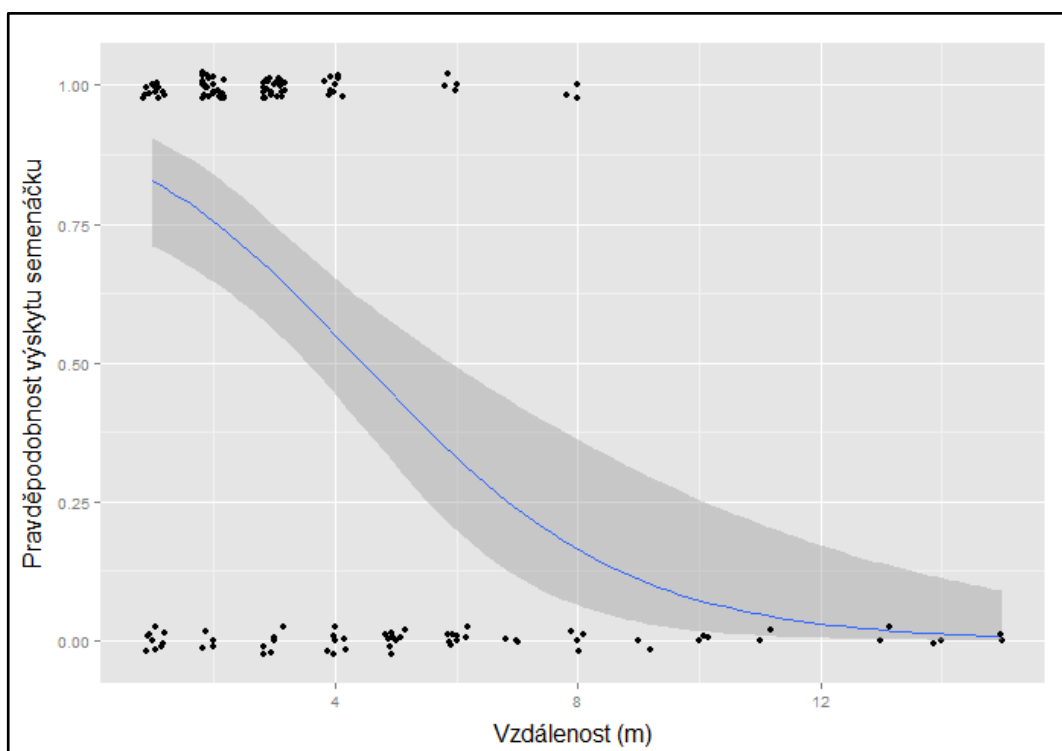
5.2.2 Lokalita Malý Děd

Na výzkumné ploše, která byla vymezena na lokalitě Malý Děd bylo měřeno 70 semenáčků. Semenáčky byly po ploše rozmístěny mnohem pravidelněji než na lokalitě Praděd a nevykazovaly tak velkou shlukovitost.



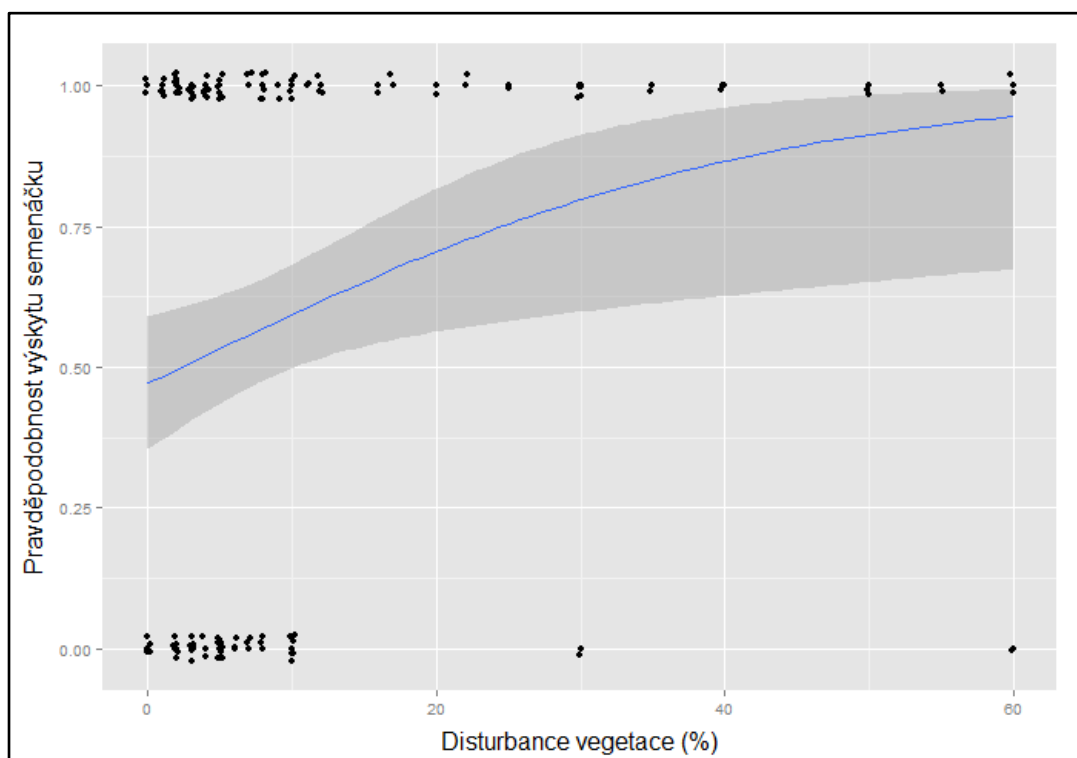
Obr. 9: Rozmístění semenáčků na výzkumné ploše Malý Děd.

Na obrázku č. 9 můžeme vidět, že výzkumná plocha byla umístěna do rozvolněného klečového porostu. Výskyt semenáčků zde byl statisticky průkazně ovlivněn vzdáleností od mateřského porostu a mírou disturbance vegetace (Obr. 10 a Obr. 11).



Obr. 10: Křivka závislosti pravděpodobnosti výskytu semenáčku (osa Y: hodnota 0.00 – 0%; 1.00 – 100%) na vzdálenosti od klečového polykormonu (modrá linie) na lokalitě Malý Děd. Černé body znázorňují změřené hodnoty. Tmavě šedá barva okolo modré linie znázorňuje 95% interval spolehlivosti modelu.

Výsledky analýzy prokazují, že pravděpodobnost výskytů semenáčků závisela na vzdálenosti od mateřského porostu (Obr. 10). Semenáčky se vyskytovaly nejčastěji ve vzdálenosti do 4 m od klečových polykormonů. Na obrázků č. 10 je zřetelně vidět, že s rostoucí vzdáleností od klečového polykormonu, klesá pravděpodobnost výskytu semenáčků. Lze si také všimnout, že nad 15 metrů byla pravděpodobnost výskytu semenáčku téměř nulová (Obr. 10).

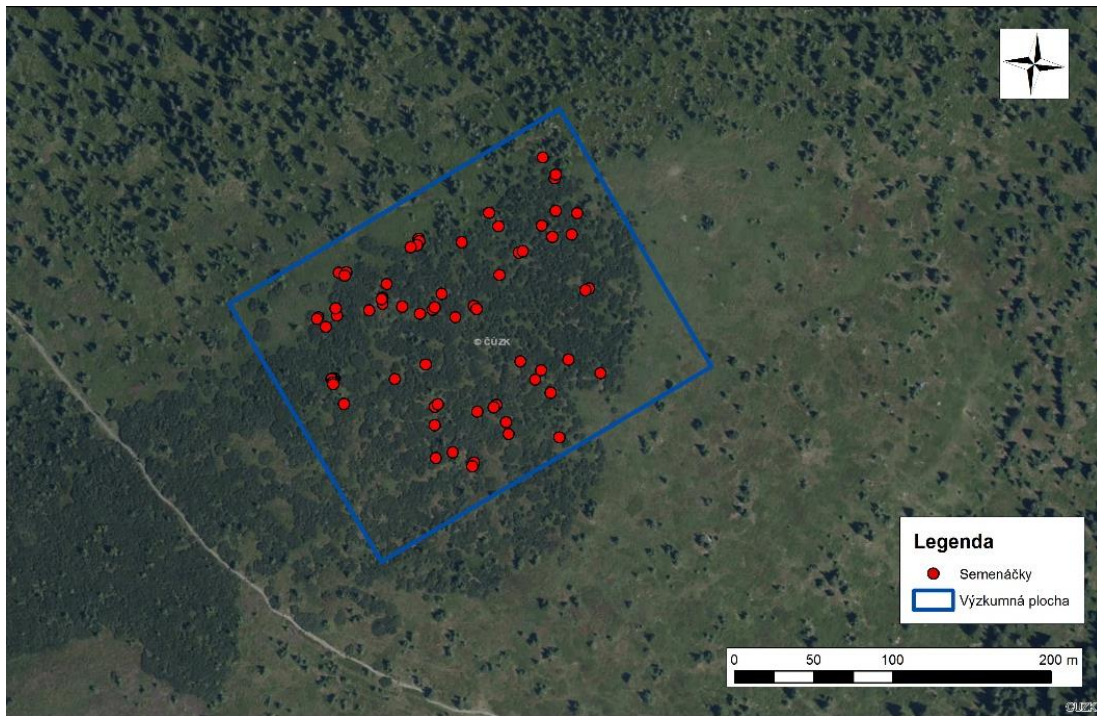


Obr. 11: Křivka závislosti pravděpodobnosti výskytu semenáčku (osa Y: hodnota 0.00 – 0%; 1.00 – 100%) na disturbanci vegetace (modrá linie) na lokalitě Malý Děd. Černé body znázorňují změřené hodnoty. Tmavě šedá barva okolo modré linie znázorňuje 95% interval spolehlivosti modelu.

Prokazatelný vliv na pravděpodobnost výskytu semenáčků na lokalitě Malý Děd vykazuje také faktor disturbance (Obr 11). Z obrázku č. 11 je patrné, že s rostoucí disturbancí stoupá také pravděpodobnost výskytu semenáčků. Dále si můžeme všimnout, že i když je hodnota disturbance 0 %, tak pravděpodobnost výskytu semenáčků je téměř 50% (Obr. 11), a u disturbance 60 % je pravděpodobnost výskytu okolo 90 % (Obr. 11).

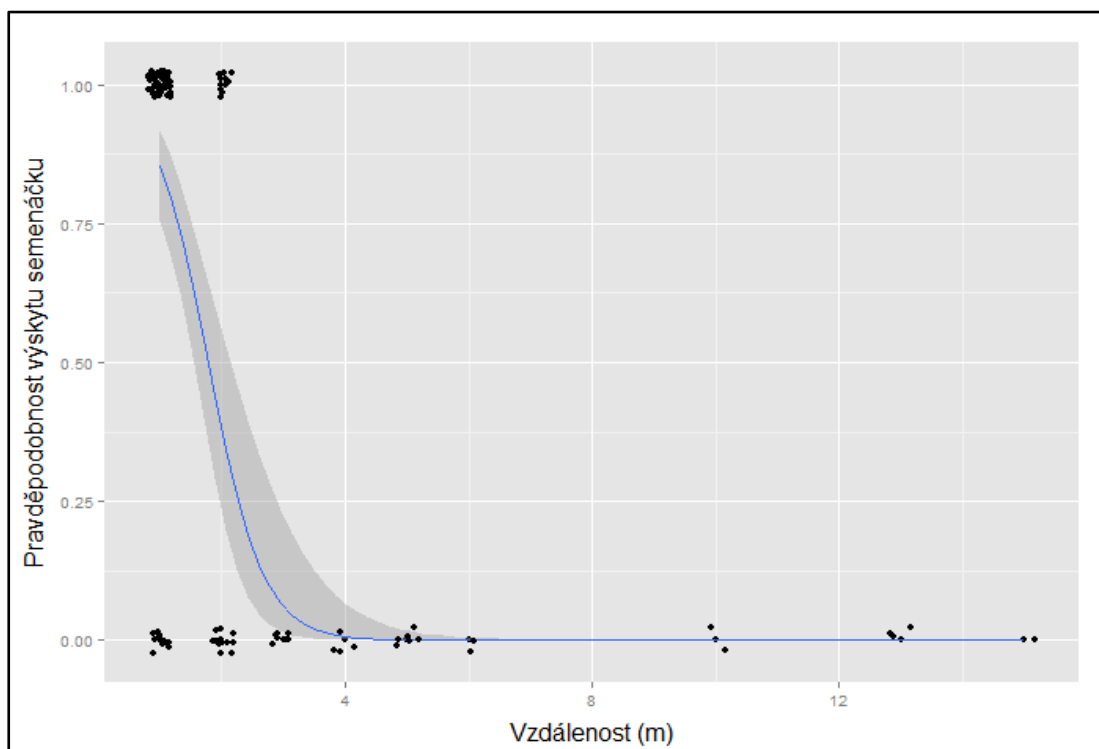
5.2.3. Lokalita Vysoká hole

Na výzkumné ploše Vysoká hole bylo naměřeno nejvíce semenáčků a to přesně 71. Výskyt semenáčků na výzkumné ploše Vysoká hole byl nejpravidelnější (Obr. 13). Porost borovice kleče nebyl rozvolněný tak jako na výzkumné ploše Malý Děd, ale byl přístupný téměř na všech místech.



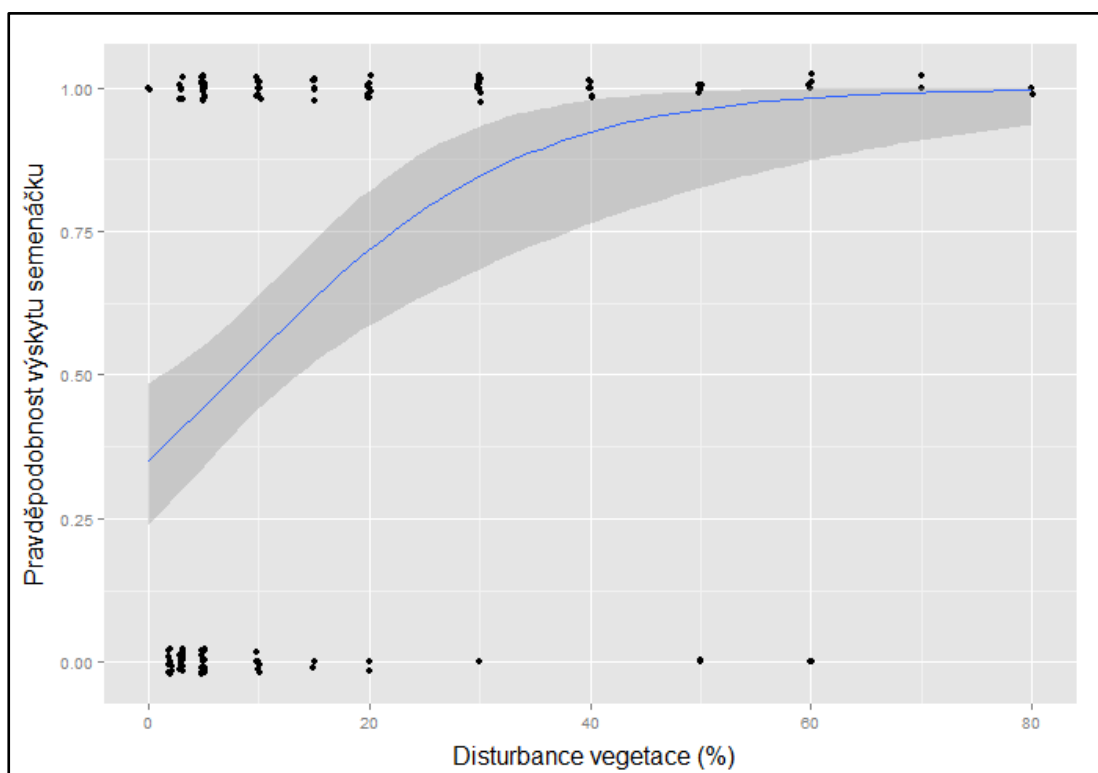
Obr. 13 Rozmístění semenáčků na výzkumné ploše Vysoká hole.

Semenáčky se nejčastěji zmlazovaly uvnitř rozvolněného porostu, což je dobře vidět na obrázku č. 13. Z tohoto důvodu měl faktor vzdálenosti od klečového polykormonu vysoký vliv na pravděpodobnost zmlazení (Obr. 14). Dalším statisticky významným faktorem na pravděpodobnost zmlazení semenáčků byla velikost disturbance (Obr. 15).



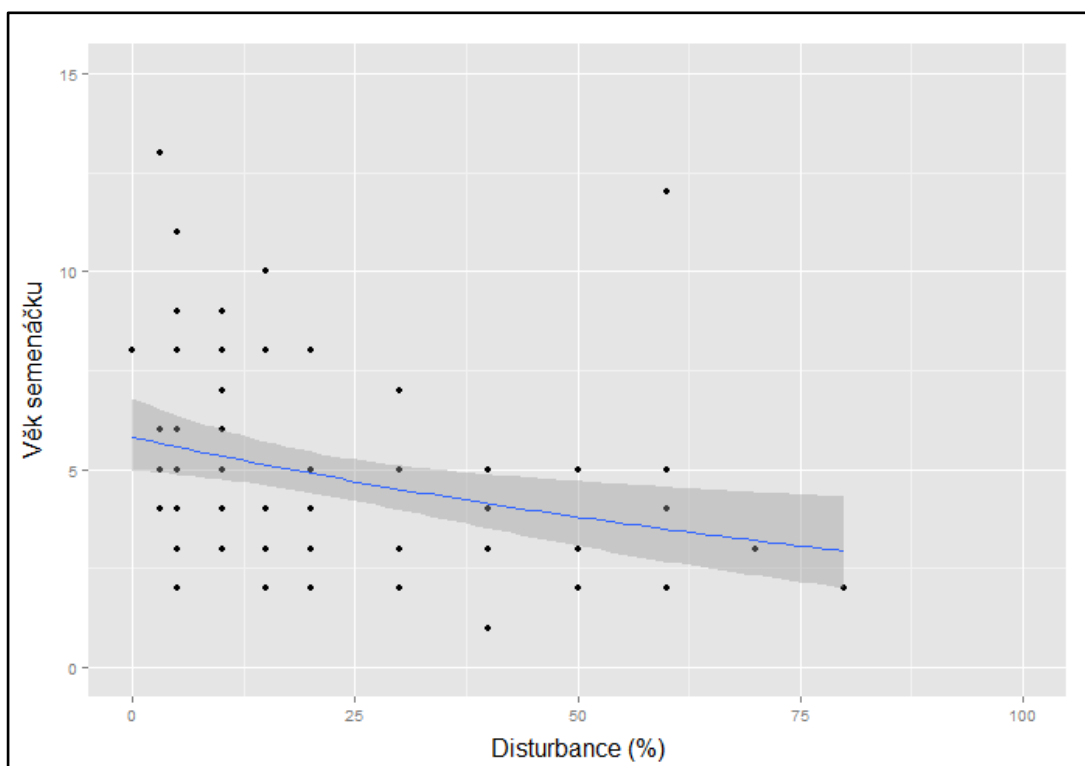
Obr. 14: Křivka závislosti pravděpodobnosti výskytu semenáčku (osa Y: hodnota 0.00 – 0%; 1.00 – 100%) na vzdálenosti od klečového polykormonu (modrá linie) na lokalitě Vysoká hole. Černé body znázorňují změřené hodnoty. Tmavě šedá barva okolo modré linie znázorňuje 95% interval spolehlivosti modelu.

Výsledky prokázaly, že velice významným faktorem při zmlazování semenáčků na lokalitě Vysoká hole je vzdálenost od klečového polykormonu (Obr. 14). Je dobře patrné, že semenáčky se vyskytují nejčastěji do 4 m od klečového polykormonu.



Obr. 15: Křivka závislosti pravděpodobnosti výskytu semenáčku (osa Y: hodnota 0.00 – 0%; 1.00 – 100%) na disturbanci vegetace (modrá linie) na lokalitě Vysoká hole. Černé body znázorňují změřené hodnoty. Tmavě šedá barva okolo modré linie znázorňuje 95% interval spolehlivosti modelu.

Stejně jako na předchozích lokalitách, tak i na lokalitě Vysoká hole výsledky prokázaly, že pravděpodobnost výskytu semenáčků je největší na plochách s disturbancí (Obr. 15). Dále je patrné, že již od disturbance okolo 40 % je pravděpodobnost výskytu semenáčků téměř 100%.



Obr. 16: Křivka závislost mezi věkem semenáčků a mírou disturbance vegetace. (modrá linie). Černé body znázorňují změřené hodnoty. Tmavě šedá barva okolo modré linie znázorňuje 95% interval spolehlivosti modelu – lokalita Vysoká hole.

Také na výzkumné ploše Vysoká hole bylo posuzováno, jaký je vztah mezi věkem semenáčků a velikostí disturbance. Jako v případě předchozích lokalit bylo zjištěno, že výskyt nejmladších semenáčků je vázán na plochy s největší mírou disturbance (Obr. 16).

5.2.4. Vliv faktorů na generativní zmlazování kleče - shrnutí

Silně statisticky průkazné faktory byly u lokality Malý Děd a Vysoká hole vzdálenost od klečového polykormonu a index vzdálenosti, který zohledňoval vzdálenost ke třem nejbližším polykormonům kleče v různých směrech. Disturbance byla silně významná u lokality Praděd a Vysoká hole. Na lokalitě Malý Děd byl navíc silně významný faktor tvar terénu. U lokality Praděd byl silně významný faktor mocnosti horizontu A (Tab. 2).

Některé faktory byly významné i v interakci, jak můžeme vidět i v tabulce č. 2. Na lokalitě Vysoká hole byla interakce mezi mírou disturbance a indexem vzdálenosti. Na lokalitě Praděd vyšla významná interakce mezi mírou disturbance a mocností horizontu A. V obou případech byly interakce pouze slabě významné (Tab. 2).

Cílem celé statistiky bylo zjistit nejlepší model pro jednotlivé lokality. Z tabulky č. 2 je patrné, že pravděpodobnost výskytu semenáčků na lokalitě Malý Děd byla vysvětlena kombinací faktorů vzdálenosti od klečového porostu, tvaru povrchu a disturbance. Na lokalitě Vysoká hole vznikl nejlepší model z kombinace faktorů disturbance a index vzdálenosti. Nejlepší model pravděpodobnosti výskytu semenáčku na lokalitě Praděd je tvořen faktory disturbance a mocnost horizontu A (Tab. 2).

Tab. 2 Přehled významných faktorů, interakcí a nejlepších modelů pro jednotlivé lokality. (pozn. *=slabě významný faktor, p:0,05 - 0,01 **=středně významný faktor, p:0,01-0,001 ***=silně významný faktor, p<0,001).

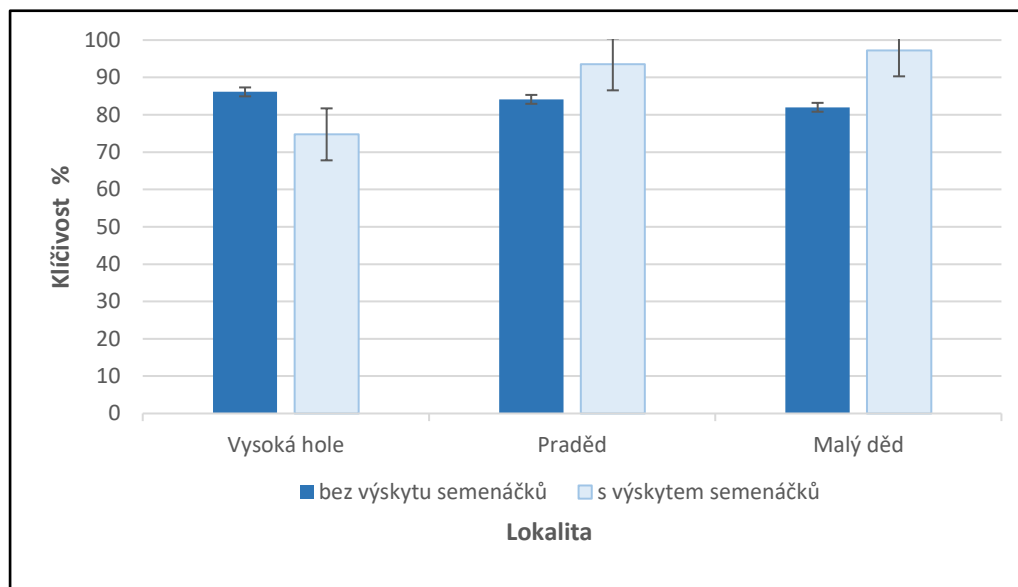
Lokalita	Významné faktory	Významné interakce	Nejlepší model
Malý děd	disturbance*; vzdálenost***; tvar*** ; vzdálenost_in***		semenáč = vzdálenost+tvar+disturbance
Vysoká hole	disturbance***; vzdálenost***; vzdálenost_in***	disturbance x vzdál_in*	semenáč = disturbance*vzdál_in
Praděd	horizont A*** ; disturbance***	disturbance x horizont.A*	semenáč=disturbance*horizont.A

5.3. Výsledky klíčivost

Na všech lokalitách byly zjištěny statisticky významné rozdíly mezi plochami se semenáčky a bez semenáčků (Tab. 3). Na lokalitě Vysoká hole byla zaznamenána statisticky významně vyšší hodnota klíčivosti na sub-plochách bez kleče ve srovnání se sub-plochami s klečí (Obr. 17). Na lokalitě Malý děd a Praděd byla statisticky významně vyšší hodnota klíčivosti na sub-plochách s klečí, než na sub-plochách bez kleče (Obr. 17).

Tab. 3: Znázornění statistické významnosti rozdílů klíčivosti mezi plochami s výskytem a bez výskytu semenáčků na jednotlivých lokalitách. Pokud je hodnota $p < 0,05$, pak je rozdíl statisticky významný.

Lokalita	p hodnota	Statistický rozdíl
Praděd	0,001	ano
Malý Děd	0,0002	ano
Vysoká hole	0,004	ano



Obr. 17: Grafické zobrazení výsledků klíčivosti s chybovými úsečkami pro jednotlivé lokality na plochách bez výskytu a s výskytem semenáčků.

5.4. Odhad množství klíčivých semen

Výsledky poukazují na vysoké množství klíčivých semen a šišek na 1 ha na všech lokalitách (Tab. 4). Na všech sub-plochách s výskytem semenáčků byly zaznamenány vyšší počty šišek i semen na hektar než na plochách bez semenáčků (Tab. 4). Velmi vysoký rozdíl v počtu odhadnutých klíčivých semen byl zaznamenán na lokalitě Praděd, kde na sub-ploše bez semenáčků bylo odhadnuto 65 milionů klíčivých semen, zatímco na sub-ploše se semenáčky bylo odhadnuto pouze 200 tisíc klíčivých semen (Tab. 4).

Tab. 4: Porovnání průměrného počtu šišek a klíčivých semen pro všechny lokality, a to na plochách bez výskytu a s výskytem semenáčků. Pro každou průměrnou hodnotu je vypočítaná směrodatná odchylka od průměru. Při výpočtu byly použity hodnoty z jednotlivých sub-ploch, které byly zprůměrovány a přepočteny na hektar.

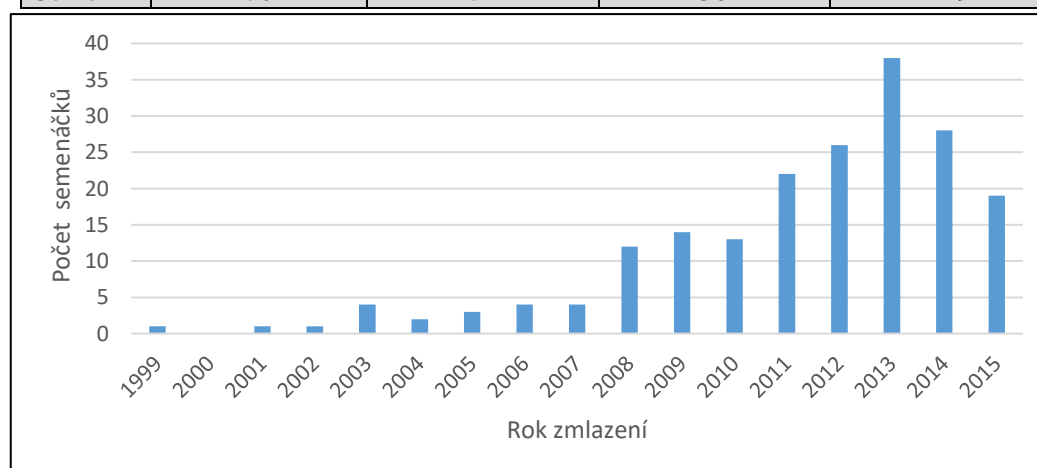
Sub-plocha / bez semenáčků	Malý Děd	Praděd	Vysoká hole
Počet šišek v tisících na 1 ha	220±16	750±270	323±50
Počet klíčivých semen v milionech na 1 ha	0,2±0,01	23±8	10±2
Sub-plocha/ se semenáčky	Malý Děd	Praděd	Vysoká hole
Počet šišek v tisících na 1 ha	990±500	1380±400	487±90
Počet klíčivých semen v milionech na 1 ha	65±34	56±18	27±5

5.5. Výsledky věkové struktury

Na výzkumných plochách všech lokalit bylo celkem změřeno 191 semenáčků, z nichž se největší počet uchytil v roce 2013 (Obr. 18, Tab. 5). Postupně s rostoucím věkem směrem do minulosti se snižuje zastoupení semenáčků v jednotlivých rocích uchycení (Obr. 18, Tab. 5). Na lokalitě Praděd bylo nejvíce semenáčků zmlazených v roce 2015, a na lokalitě Malý Děd a Vysoká hole v roce 2013 (Obr. 18, Tab. 5).

Tab. 5: Informace o počtu a roku vyklíčení semenáčků pro jednotlivé lokality a celkem od roku 1999 až po rok 2015.

Rok zmlazení	Počet semenáčků pro jednotlivé lokality			
	Malý děd	Vysoká hole	Praděd	Celkem
2015	2	1	16	19
2014	5	11	12	28
2013	20	13	4	38
2012	10	13	3	26
2011	6	12	4	22
2010	7	4	2	13
2009	11	3	0	14
2008	3	8	1	12
2007	2	2	0	4
2006	2	1	1	4
2005	1	1	1	3
2004	0	1	1	2
2003	1	1	2	4
2002	0	0	1	1
2001	0	0	1	1
2000	0	0	0	0
1999	0	0	1	1
Celkem	70	71	50	191



Obr. 18: Grafické znázornění počtu semenáčků zmlazených v letech 1999 až 2015. Pozn. data pochází ze všech lokalit.

5.6. Frekvence výskytu travino-bylinné vegetace

5.6.1. Lokalita Malý Děd

Na lokalitě Malý Děd byla největší frekvence druhu *Avenella flexuosa* a *Nardus stricta* a to jak na ploškách se semenáčky, tak na ploškách kontrolních (Tab. 6), vyšší však byla na ploškách se semenáčky (Tab. 6). Na kontrolních ploškách byla také zaznamenána vysoká frekvence výskytu *Molinia caerulea*, tento druh se na ploškách se semenáčky nevyskytoval vůbec (Tab. 6).

Tab. 6: Frekvence výskytu jednotlivých (sub)dominantních druhů rostlin na lokalitě Malý Děd. Zvlášť pro plošky s výskytem semenáčků a zvlášť pro kontrolní plošky, na kterých se semenáčky nevyskytovaly.

Frekvence výskytu Lokalita Malý Děd	<i>Avenella flexuosa</i>	<i>Nardus stricta</i>	<i>Molinia caerulea</i>	<i>Luzula sylvatica</i>	<i>Vaccinium myrtillus</i>
Plošky se semenáčky	99 %	99 %	-	11 %	5 %
Kontrolní plošky	60 %	48 %	32 %	22 %	16 %

5.6.2. Lokalita Vysoká hole

Na lokalitě Vysoká hole na ploškách se semenáčky byla největší frekvence výskytu druhu *Avenella flexuosa*, *Nardus stricta* a *Vaccinium vitis-idaea* (Tab. 7). Na kontrolních ploškách bez semenáčků dominovala *Vaccinium myrtillus*, která dosahovala frekvence 74 % (Tab. 7).

Tab. 7: Frekvence výskytu jednotlivých (sub)dominantních druhů rostlin na lokalitě Vysoká hole. Zvlášť pro plošky s výskytem semenáčků a zvlášť pro kontrolní plošky, na kterých se semenáčky nevyskytovaly.

Frekvence výskytu Lokalita Vysoká hole	<i>Avenella flexuosa</i>	<i>Nardus stricta</i>	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>	<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Vaccinium myrtillus</i>
Plošky se semenáčky	87 %	66 %	61 %	6 %	10 %
Kontrolní plošky	42 %	52 %	36 %	-	74 %

5.6.3. Lokalita Praděd

Nejvyšší frekvence výskytu na lokalitě Praděd byla zaznamenána na ploškách s výskytem semenáčků, kde dominovala *Nardus stricta*, která zároveň na ploškách kontrolních dosahovala nejnižší frekvence (Tab. 8). Druh *Vaccinium myrtillus* výrazně dominoval na kontrolních ploškách, kde dosahoval frekvence 80 % (Tab. 8).

Tab. 8: Frekvence výskytu jednotlivých (sub)dominantních druhů rostlin na lokalitě Praděd. Zvlášť pro plošky s výskytem semenáčků a zvlášť pro kontrolní plošky, na kterých se semenáčky nevyskytovaly.

Frekvence výskytu Lokalita Praděd	<i>Vaccinium myrtillus</i>	<i>Avenella flexuosa</i>	<i>Nardus stricta</i>	<i>Calamagrostis epigejos</i>	<i>Dryopteris filix-mas</i>
Plošky se semenáčky	24 %	16 %	58 %	-	-
Kontrolní plošky	80 %	5 %	3 %	13 %	10 %

5.6.3. Frekvence výskytu - zhodnocení

Celkové výsledky ze všech třech lokalit indikují, že výskyt semenáčků je vázán na plošky s dominancí *Avenella flexuosa* (73 %) a *Nardus stricta* (76 %) (Tab. 9). Tyto druhy dominant nevykazovaly tak vysokou frekvenci na kontrolních ploškách bez semenáčků (Tab. 9). Na kontrolních ploškách bez semenáčků vykazoval nejvyšší frekvenci (53 %) druh *Vaccinium myrtillus* (Tab. 9).

Tab. 9: Frekvence výskytu nejčastěji se vyskytujících (sub)dominantních rostlin pro všechny lokality. Zvlášť pro plošky s výskytem semenáčků a zvlášť pro kontrolní plošky, na kterých se semenáčky nevyskytovaly.

Frekvence výskytu všechny lokality	<i>Nardus stricta</i>	<i>Avenella flexuosa</i>	<i>Vaccinium myrtillus</i>	<i>Vaccinium vitis-idaea</i>
Plošky se semenáčky	76 %	73 %	6 %	23 %
Kontrolní plošky	38 %	39 %	53 %	32 %

6. Diskuse

Na základě výsledků diplomové práce lze konstatovat, že intenzita generativního zmlazování borovice kleče na území NPR Praděd není výrazná. Na území NPR Praděd bylo zaznamenáno přibližně 900 generativně zmlazených jedinců, což je ve srovnání s některými hospodářsky významnými druhy dřevin jako např. smrk ztepilý, nebo buk lesní počet nízký. Rozvolněné porosty smrku nebo buku jsou při přirozené obnově schopny pokrýt plochu i desítkami tisíc semenáčků na hektar (Tjoekler et al. 2007, Pálka 2015).

Na jednotlivých lokalitách nebyl výskyt semenáčků příliš rovnoměrný (Obr. 2, 3, 4). Nerovnoměrné rozptýlení semenáčků borovice kleče bylo rovněž zaznamenáno v práci Tremla a Šenfledra (2007). Nejvyšší počty generativně vzniklých jedinců byly zaznamenány na lokalitě Malý Děd, kde se v jednom polygonu o přibližné velikosti 0,5 km² nacházelo víc semenáčků než na celé lokalitě Vysoká hole o plošném rozsahu přibližně 10 km². Tento rozdíl může být způsoben tím, že klečové porosty jsou na některých místech velmi rozvolněné a semenáček není stíněn tak, jako v porostech zapojených a může tedy lépe odrůstat. Významný vliv světla na odrůstání semenáčků popisuje také Musil (2001). Navíc okolní klečové porosty mohou sloužit jako ochrana proti intenzivnímu větru (Holtmeier 2009). Dalším důležitým faktorem by mohla být nadmořská výška, která je ze všech tří lokalit nejnižší právě na Malém Dědu. Nadmořská výška ovlivňuje teplotní poměry, které jsou pro generativní šíření dřevin nad horní hranici lesa důležité (Körner 1999, Tranquiliniho 2007).

K zodpovězení zákonitostí výskytu semenáčků byla provedena analýza dílčích faktorů ovlivňujících zmlazení borovice kleče. Jako průkazné se ukázaly být faktory vzdálenost od porostu kleče, disturbance vegetace, mocnost horizontu A a tvar reliéfu.

Vzdálenost semenáčků od nejbližšího klečového polykormonu hrála významnou roli na lokalitě Vysoká hole a Malý Děd, kde se semenáčky vyskytovaly nejčastěji do 4 m a maximálně do 8 m od klečového polykormonu. Velmi podobný výsledek byl zjištěn také v práci Tremla, Šenfledra (2007), kde byl na Kepníku největší výskyt semenáčků kleče do 8 m a více než polovina do 2 m od okraje porostu. Tento výsledek může být způsoben možností šíření semen této dřeviny nízkého vzrůstu. Spad semen se odehrává v relativně malé vzdálenosti od porostů (dvoj-trojnásobek výšky porostu, (Holtmeier 1993, Holtmeier 2009).

Dalším významným faktorem byla disturbance vegetace. Tento faktor byl významný na všech lokalitách. Semenáčky byly často nalezeny na okrajích narušených míst, nebo na starých pomalu se zapojujících erozně zasažených plochách.

To, že disturbovaná plocha zlepšuje podmínky pro uchycení semenáčků dřevin, potvrzuje Michiels (1993), Šenfelder, Maděra (2011). Důvodem by mohl být nejspíš rychlý kontakt semene s půdou a tudíž snadnější klíčení a odrůstání. Zároveň na těchto ploškách neprobíhá kompetiční tlak travino-bylinné vegetace (Štursa 1966, Treml 2007, Treml et al. 2016).

Faktor mocnosti horizontu byl významný pouze na lokalitě Praděd, důvodem byl výskyt semenáčků na erozních plochách, kde byla mocnost horizontu A velmi malá a kontrolní plošky byly umístěny mimo tyto erozní pole, což zapříčinilo významnost tohoto faktoru. Nicméně celkově lze předpokládat, že faktor mocnosti horizontu A nehraje zásadní roli pro úspěšnost zmlazení borovice kleče. Moje výsledky naznačují, že pro vyklíčení a odrůstání semenáčků je plně postačující disturbance vegetace. Na všech lokalitách byl zjištěn významný vztah mezi věkem semenáčků a mírou disturbance vegetace. Nejmladší semenáčky se vyskytovaly na ploškách s největší mírou disturbance vegetace (Obr. 8, 12, 16). Tento výsledek poukazuje na to, že semeno dopadá na disturbovanou plochu a postupně jak semenáček stárne, tak v rámci sukcese disturbovaná plocha zarůstá. Příčina vzniku disturbovaných plošek v práci nebyla řešena, lze se však domnívat, že mohou být způsobeny jelení zvěří a svahovými pohyby. Na lokalitě Malý Děd byl zaznamenán statisticky průkazný vliv faktoru tvaru reliéfu, patrně se nejedná o klíčový faktor, protože vyšel významný pouze na jedné lokalitě. Tato skutečnost může být způsobena nejvyšší rozmanitostí tvaru reliéfu na lokalitě Malý Děd ve srovnání s ostatními lokalitami.

Jednotlivý druh vegetace, ve kterém dochází k uchycení a odrůstání semenáčků pravděpodobně hraje důležitou roli, jelikož na většině ploškách s výskytem semenáčků se hojně vyskytovaly druhy *Avenella flexuosa* a *Nardus stricta*, lze předpokládat, že kompetice těchto druhů ve vztahu k semenáčkům kleče není výrazná. Naopak nejméně se semenáčky vyskytovaly na plochách s porosty *Vaccinium myrtillus*. Toto zjištění bude nejspíše zapříčiněno hustým porostem, rychlým růstem a vysokou kompetiční schopností *Vaccinium myrtillus*, která uchycené semenáčky zadusí. Na hřebenech Jeseníků se za současných podmínek *Vaccinium myrtillus* intenzivně šíří v rozsáhlých porostech nad horní hranicí lesa (Chlapek – ústní sdělení).

Jak již bylo zmíněno, počty semenáčků na území NPR Praděd nejsou příliš vysoké, i když k tomu mají poměrně vysoký potenciál (Obr. 17). Tento potenciál není patrně využit v důsledku extrémních ekologických podmínek, které panují v polohách při horní hranici lesa v NPR Praděd (Jeník 1961), čemuž nasvědčuje také obrázek č. 18, na kterém je vidět, jak se od roku 1999 po rok 2015, postupně s rostoucím věkem směrem do minulosti snižuje zastoupení semenáčků v jednotlivých rocích uchycení. Tento trend je patrně způsoben mortalitou semenáčků.

Na základě výsledků této diplomové práce lze konstatovat, že kleč se v podmínkách NPR Praděd zmlazuje, nicméně nešíří se invazivně. Tudíž v souladu s požadavky správy ochrany přírody může být generativní zmlazení kleče dobře kontrolováno. Vzhledem k dlouhodobým tendencím zredukovat pokryvnost borovice kleče s ohledem na její negativní působení ve vztahu k biotopům, vegetaci a živočichům (Banaš, Lekeš, Tremel 2001, Bureš et al. 2003, Bureš, Burešová 2003, Jeník 1961, Bureš 1973, Jeník et Hampel 1992, Kuras 2001, Kuras 2003), mohou být nízké počty zmlazení kontrolovány prostřednictvím vytrhání. V národních přírodních rezervacích je otázka ochrany biodiverzity primární, a tudíž je odstraňování nepůvodních druhů dřevin běžnou činností (Míchal, Petříček 1999). Na druhou stranu odstranění kleče v horských polohách by mohlo mít negativní vliv z pohledu aktivace svahových sesuvů, intraskoletové eroze, hydrologického režimu, který popisují Plesník (1971) Midriak (1983) Šenfelder a kol. (2012). Rovněž Skalický (1988) uvádí, že kleč má v krajině významnou vodoochrannou, půdoochrannou a protilavinovou funkci. Z tohoto důvodu je třeba posuzovat odstranění kleče jak z pohledu ochrany přírody, tak i z pohledu plnění funkcí lesa a volit takové zásahy do porostů borovice kleče, které budou respektovat jak požadavky ochrany přírody, tak lesního hospodářství (Hošek 1972, Hošek 1963, Šenfelder, Buček, Maděra 2012).

Vzhledem k tomu, že zmlazení semenáčků bylo pro každou lokalitu odlišné, tak i mnou navrhovaná opatření volím odlišně. Na lokalitě Malý Děd a Vysoká hole navrhuji plošné odstranění kleče, jelikož zde odstranění kleče nepředstavuje riziko s ohledem na plnění funkcí lesa (Šenfelder a kol. 2012) a zároveň redukce kleče na této lokalitě je prioritou z hlediska ochrany přírody (Hošek 1972, Hošek 1963).

Na lokalitě Praděd, navrhuji ponechání kleče na prudkých svazích, kde byla patrná eroze i přes výskyt kleče, nicméně zabránit jejímu dalšímu rozšiřování vytrháváním semenáčků, protože v blízkosti jsou biotopy významné z hlediska ochrany přírody (Hošek 1972, Hošek 1963).

7. Závěr

V předkládané práci byla analyzována aktuální schopnost generativní reprodukce borovice kleče (*Pinus mugo* Turra), a determinace faktorů ovlivňující úspěšnost generativního zmlazení v NPR Praděd. Zjištění početnosti semenáčků probíhalo celoplošně a poté na lokalitách Malý Děd, Vysoká hole a Praděd byly realizovány podrobné analýzy vlivu dílčích faktorů na zmlazování kleče. Pro zjišťování dílčích faktorů byla na každé lokalitě vymezena výzkumná plocha, kde probíhalo měření na místech se semenáčky a bez výskytu semenáčků. Posuzovanými faktory byly: vzdálenost od nejbližšího klečového polykormonu, disturbance vegetace, tvar reliéfu, mocnost horizontu A, vliv (sub)dominanty travino-bylinné vegetace. Zjišťována byla také intenzita klíčivosti a odhad počtu klíčivých semen. Údaje byly zpracovány zvlášť pro každou lokalitu.

Na základě výsledků bylo zjištěno, že denzita semenáčků je přibližně 900 jedinců na všech lokalitách, nejvíce na lokalitě Malý Děd (500) a nejméně na lokalitě Vysoká hole (200). Klíčový faktor, který ovlivňuje výskyt semenáčků je na lokalitě Malý Děd a Vysoká hole vzdálenost od klečového porostu. Semenáčky se nejčastěji vyskytovaly ve vzdálenosti do 4 m. Dalším významným faktorem byla disturbance vegetace, přičemž nejmladší semenáčky byly nalezeny na nejvíce disturbovaných ploškách. Faktor mocnosti horizontu A byl významný pouze na lokalitě Praděd. Na lokalitě Malý Děd byl zaznamenán statisticky průkazný vliv faktoru tvaru reliéfu

Na všech lokalitách byly odhadnuty vysoké počty klíčivých semen, a to jak na sub-plochách bez semenáčků tak na plochách se semenáčky. Nejvyšší hodnoty dosahovala lokalita Malý Děd, kde bylo odhadnuto 65 milionů klíčivých semen na sub-ploše se semenáčky. Klíčivost vyšla vysoká na všech lokalitách s výskytem i bez výskytu semenáčků a byla přibližně 85 %.

Jako dominantní druhy vegetace se na lokalitách se semenáčky vyskytovaly nejčastěji *Avenella flexuosa* a *Nardus stricta*. Na plochách bez výskytu semenáčků se nejčastěji vyskytovala *Vaccinium myrtillus*.

Výsledky věkové struktury semenáčků prozradily, že nejvyšší počet uchycených semenáčků byl v roce 2013 (38 jedinců).

Při dalším managementu porostů borovice kleče je třeba posuzovat zásahy do porostů kleče jak z pohledu ochrany přírody, tak i z pohledu plnění funkcí lesa při využití všech publikovaných informací.

7.1. Summary

In Hrubý Jeseník there is a long-term discussion among foresters and protectionists about the management of the dwarf pine stands. Nowadays, there are attempts being made to get the maximum amount of information and knowledge about the issues of the dwarf pine in the mountainous areas of Hrubý Jeseník. For this reason, the following diploma thesis sets out the following objectives. Evaluation of the current capability of the generative reproduction of the dwarf pine (*Pinus mugo* Turra) in the area of interest and to determine the factors influencing the success of the generative reproduction.

In the NNR Praděd, a full-scale research of the number of seedlings was carried out at Malý Děd, Vysoká hole and Praděd. In addition, a detailed survey was conducted to determine the partial factors affecting the dwarf pine's reproduction. That is the reason why a research area was defined at each locality, where the partial factors were measured at places with seedlings and without seedlings.

Based on the results, the seedling density was found to be approximately 900 individuals in all localities, most of them at the Malý Děd site (500) and the least at the site of the Vysoká hole (200). The key factor that affects the occurrence of seedlings at the Malý děd and the Vysoká hole is the distance from the dwarf pine stand. The seedlings were most often found at distances up to 4 m. Another important factor was the vegetation disturbance. The youngest seedlings appeared in the disturbed area. The factor of the soil horizon A was significant only at the site of Praděd.

High numbers of germinating seeds have been estimated at all sites, both in sub-areas without seedlings and in areas with seedlings. The highest values were at the locality of Malý Děd, where 65 million germinating seeds were estimated on the sub-area with the seedlings. The germination rate was high in all localities with and without the occurrence of seedlings and was approximately 85%.

As the dominant species of vegetation, there were commonly found in the areas with seedlings *Avenella flexuosa* and *Nardus stricta*. In non-seedlings areas was mostly found *Vaccinium myrtillus*.

The results of the age structure revealed that the highest number of the reproduced seedlings was in 2013.

In the further management of the dwarf pine forests, it is necessary to consider interventions in the stands both from the point of view of nature protection and from the perspective of fulfilling the functions of the forest using all published information.

8. Použitá literatura

- ANDRESKA, J., POCH, P. (2008): Dělostřelecká cvičení v Jeseníkách. *Vesmír* 87:8:522-525
- ANDRESKA, J., POCH, P. (2008): Dělostřelecká cvičení v Jeseníkách. *Vesmír* 87:8:522-525
- BANAŠ, M., LEKEŠ, V., TREML, V. (2001): Stanovení alpinské (horní) hranice lesa v Hrubém Jeseníku a Kralickém Sněžníku. *Taxonia a.s., Olomouc*, 76 s.
- BEDNÁŘ, Z. (1973): O horských lesích Jeseníku a Králického Sněžníku. *Campanula* 51-69.
- BUČEK, A. (2004): Význam Národní přírodní rezervace Praděd v kontextu středoevropské Krajiny. In: Buček, A., Maděra, P. (ed): *Hodnocení stavu a dynamiky vývoje geobiocenóz v Národní přírodní rezervaci Praděd*. ÚLBDG MZLU v Brně
- BUČEK, A. (1994): Characteristics of the Hrubý Jeseník Mts natural environment, in forest regeneration in the extreme air – polluted region of the Hrubý Jeseník Mts, sborník ze semináře, Loučná nad Desnou 28.- 29.6.
- BUREŠ, L., BUREŠOVÁ, Z. (1989): *Vzácné a ohrožené rostliny Jeseníků*. Český svaz ochránců přírody, OV Bruntál. 240 s.
- BUREŠ, L., KOČVARA, R., KURAS, T., HRADECKÝ, J. (2005): *Problematika kleče v Hrubém Jeseníku*. Manuskript, Správa CHKO Jeseníky, Ekoservis, 36 s.
- BUREŠ, L., KOČVARA, R., KURAS, T., HRADECKÝ, J. (2006): *Problematika kleče v Hrubém Jeseníku*. In: *Analýza antropických vlivů v nejcennějších částech CHKO Jeseníky*. Správa CHKO Jeseníky. 37s.
- BURIAN, J., ed. (2001): *Oblastní plán rozvoje lesů lesní oblasti 27 Hrubý Jeseník*. ÚHÚL, Olomouc.
- CZUDEK, T., edit. A kol (1972): *Geomorfologické členění ČSR*. *Studia geographica* 23, Brno, s. 1 – 140.
- ČERMÁK, P. (2004): Význam obratlovců pro dynamiku lesních ekosystémů a ohrožení jejich populací aktivitami člověka. In: In: BUČEK, A., MADĚRA, P. a kol.: *Hodnocení stavu a dynamiky vývoje geobiocenóz v Národní přírodní rezervaci Praděd*. *Geobiocenologické spisy sv. č.10*. Paido Brno. s. 77-86
- ČSN 48 1211 *Lesní semenářství – Sběr, kvalita a zkoušky kvality semenného materiálu lesních dřevin*, ČNI Praha, 2006, 60 s.

- DEMEK, J. (1971): O vzniku povrchových tvarů Hrubého Jeseníku. *Campanula*, 2, Ostrava, s. 7–18.
- DEMEK, J. (1973): Současné geomorfologické pochody v Hrubém Jeseníku. *Campanula* 4, s.103 – 108.
- FIRBAS, F. (1949): Spät und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen I. Jena: 480 pp.
- FRIEDL, M. (2004): Vývoj antropických vlivů. In: BUČEK, A., MADĚRA, P. a kol.: Hodnocení stavu a dynamiky vývoje geobiocenóz v Národní přírodní rezervaci Praděd. Geobiocenologické spisy sv. č.10. Paido Brno. s. 99-102
- HOLTMEIER, F.K., (2009): Mountain Timberlines. Ecology, Patchiness, and Dynamics. *Advances in global change research* 36. Springer science. 437 p.
- HOLTMEIER, F.K. AND BROLL, G. (2005): Sensitivity and response of northern hemisphere altitudinal and polar treelines to environmental change at landscape and local scales. *Global Ecology and Biogeography*, 14: 395-410
- HOLTMEIER, F.K. (1993): Der Einfluss der generativen und vegetativen Verjüngung auf das Verbreitungsmuster der Bäume und die ökologische Dynamik im Waldgrenzbereich. *Geoökodynamik* 14, s. 153-182.
- HORÁK, J. (1977): K problematice sudetských holí. In: Štursa J., Člověk a horská příroda ve XX století. Špindlerův Mlýn, s. 114-121
- HORVÁTH, M., PEŘINA, J. (2004): Podrobné typologické mapování NPR Praděd. In.: POLEHLA P (ed.): Hodnocení stavu a vývoje lesních geobiocenóz. Sborník příspěvků z mezinárodní konference 15.-16.10.2004 v Brně, Geobiocenologické spisy, sv. 9, MZLU v Brně, 250 str.
- HOŠEK, E. (1963): K zalesňování horských holí v okolí Praděda. *Čas. Slez. Muzeum*, C, 5: 35 – 40
- HOŠEK, E. (1972): Dosavadní vývoj horní hranice lesa v Jeseníkách. - *Ochr. Přír.*, Praha, 27: 101-113.
- JENÍK J., HAMPEL, R. (1992): Die waldfreien Kammlagen des Altwatergebirges (Geschichte und Ökologie). Stuttgart, MSSGV, 104 s.
- JENÍK, J. (1961): Alpínská vegetace Krkonoš, Králického Sněžníku a Hrubého Jeseníku. Academia, Praha. 407 s.
- KALUS, J., VAŘECHA, A. (1972): Čistota vod Hrubého Jeseníku. *Campanula* 3, s. 23 – 44.1, s. 225-232.
- KAVALEC, K. (1985): Inventarizace průzkum lesnický, KÚOP Ostrava.

- KLÍKA, J. et al. (1953): Jehličnaté. Nakladatelství ČSAV Praha
- KÖRNER, Ch. (1999): Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems. Springer, New York, 290 s.
- KÖRNER, CH., PAULSEN, J. (2004): A world wide study of high altitude treeline temperatures. *Journal of Biogeography* 31, s. 713-732.
- KULHANOVÁ, P. (2010): Borovice kleč – kontroverzní dřevina? *Lesnická práce*. 2010, (89), 74. s.
- KUOCH, R., AMIET, R. (1970): Die Verjüngung im Bereich der oberen Waldgrenze der Alpen mit Berücksichtigung von Vegetation und Ablegerbildung. *Gebirgsprogramm: 10. Beitrag, Eidgenössischen Anstalt für das Forstliche Versuchswesen, Vol.46/Fasc.4*, pp 329.
- KURAS, T. (2001): Charakteristika alpinských holí pohoří Hrubého Jeseníku z pohledu fauny motýlů (Lepidoptera). Manuskript, Olomouc, Přírodovědecká fakulta UP. 3 s.
- LABERGE, M.J., PAYETTE, S., BOUSQUET, J. (2000): Life span and biomass allocation of stunted black spruce clones in the subarctic environment. *J.Ecol.* 88: 584-593
- LEDNICKÝ, V. (1972): Větrné poměry na Pradědu. In: *Campanula*, 3:9-22.
- LUKÁČIK, I. (2001): Současný stav prirodzených populací borovice horskej – kosodreviny (*Pinus mugo* Turra) v Belianskych Tatrách. In SLODIČÁK, M., NOVÁK, J. (eds.) *Současné otázky pěstování horských lesů. Sborník z III. Česko – slovenského vědeckého symposia pedagogickovědeckých a vědeckovýzkumných pracovišť oboru Pěstování lesa, Opočno 13.9. – 14.9. 2001*: 209 – 220
- MADĚRA, P. (2005): Růst smrku (*Picea abies* (L.) Karsten na horní hranici lesa v NPR Praděd. In: *Sborník referátů z konference k 35. výročí chráněné krajinné oblasti Jeseníky, Karlova Studánka, Malá Morávka 11. a 12.11. 2004*.
- MARR, J.W. (1977): The development and movement of tree islands near the upper limit of Tree growth in the southern rocky mountains. *Ecology*, 1159-1164.
- MELLMAN-BROWN, S. (2005): Regeneration of Whitebark Pine in the Timberline Ecotone of the Beartooth Plateau, U.S.A.: Spatial Distribution and responsible agents. In: Broll G, Keplin B, editors. *Studies in treeline ecology*. Springer, Berlin – Heidelberg. pp 97–116.

- MIDRIAK, R. (1983): Morfogenézia vysokých pohorí. Vydavateľstvo SAV, Bratislava: 325 pp.
- MÍCHAL, I., PETŘÍČEK, V. (1999) Péče o chráněná území 2. Lesní společenstva, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, ISBN 80-86064-42-5.
- MUSIL, I. (2001): Lesnická dendrologie I. Praha: ČZÚ
- NĚMEČEK, J., TOMÁŠEK, M. (1983): Geografie půd ČSR, Academia, Praha
- NOVÁK, J., HÉDL, R. (2007): Analýza uhlíků v půdních profilech nad současnou horní hranicí lesa v Hrubém Jeseníku a Kralickém Sněžníku. In :Tremml V.(ed) VaV SM/6/70/05 Vliv výsadeb borovice kleče na biotopovou a druhovou diverzitu arкто-alpínské tundry ve Východních Sudetech (CHKO Jeseníky, NPR Kralický Sněžník).
- NOŽIČKA, J. (1957): Snahy o zalesnění hřebenů Hrubého Jeseníku. Praha, Ochr. Př., 2: 57–59.
- PÁLKA, O. (2015): Přirozená obnova listnatého lesa na exponovaných stanovištích VLS Lipník nad Bečvou. Brno, 2015. BAKALÁŘSKÁ PRÁCE. MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav zakládání a pěstění lesů. Vedoucí práce Ing. Lumír Dobrovolný, Ph.D.
- PEKÁR, S. BRABEC, M. (2009): Moderní analýza biologických dat: Zobecněné lineární modely v prostředí R. Scientia, 2009.
- PETR, L., TREML, V. (2007): Paleoekologická analýza profilů Mezikotlí a Keprník. In:Tremml V.(ed) VaV SM/6/70/05 Vliv výsadeb borovice kleče na biotopovou a druhovou diverzitu arкто-alpínské tundry ve Východních Sudetech (CHKO Jeseníky, NPR Kralický Sněžník).
- PLESNÍK, P. (1971): Horná hranice v lesa vo Vysokých a Belanských Tatrách. Bratislava, Vydavateľstvo SAV, 238 s.
- QUITT, E. (1971): Klimatické oblasti Československa. Geografický ústav ČSAV. Brno. 82 s.
- QUITT, E. (1994): Topoklimatické mapování pro potřeby ochrany ovzduší vrcholových poloh Kralického Sněžníku a Hrubého jeseníku
- RYBNÍČEK, K., RYBNÍČKOVÁ, E., (2004): Pollen Analysis from the summit part of the Praděd Range in the Hrubý Jeseník Mts. (East Sudetes). Preslia 76/3, p. 331-347.
- SALASCHEK, H. (1935): Paläofloristische Untersuchungen mährisch-schlesischer Moore. Beih.Bot.Centralblatt, LIV/B.

- SKALICKÝ, V. (1988): *Pinus mugo* TURRA – borovice kleč, kosodřevina. In: HEJNÝ, S., SLAVÍK, B. (eds.) *Květena ČSR I.*, Academia Praha: 294 – 296
- SOKOL, F. (1965): *Vliv přírodního prostředí a lidské činnosti na vznik svahových sesuvů a dosavadní zkušenosti s jejich rekultivací v Hrubém Jeseníku.* – Msc., Kand. Disert. Pr., LF VŠZ Brno.
- TREML, V., ŠENFELDR, M. (2007): *Generativní šíření borovice kleče na příkladu vybraných lokalit Hrubého Jeseníku (Keprník, Větrná louka).* In: HOŠEK, J. et al.: *VaV SM/6/70/05 Vliv výsadeb borovice kleče na biotopovou a druhovou diverzitu arкто-alpínské tundry ve Východních Sudetech (CHKO Jeseníky, NPR Králický Sněžník). Návrh managementu těchto porostů. Zpráva o řešení projektu za rok 2007.* s. 121-140
- ŠENFELDR, M., MADĚRA, P. (2012): *Aktuality: Výzkum vlivu borovice kleče v subalpínských polohách Hrubého Jeseníku.* Campanula. ACTAEA a AOPK ČR – Správa CHKO Jeseníky, 2012, III (2/2012), 16.
- ŠENFELDR, M., MADĚRA, P. (2011). *Population structure and reproductive strategy of Norway spruce (*Picea abies* L. Karst) above the former pastoral timberline in the Hrubý Jeseník Mountains, Czech Republic.* *Mountain Research and Development*, 31(2), 131-143.
- ŠENFELDR, M., MADĚRA, P., BUČEK, A., ROŠTÍNSKÝ, P., ŠPINLEROVÁ, Z., CULEK, M., ... & TIPPNER, A. (2012). *Kleč v horské krajině Hrubého Jeseníku.* *Geobiocenologické spisy*, 16.
- ŠENFELDR, M., MADĚRA, P., TIPPNER, A., BUČEK, A., ROŠTÍNSKÝ, P., ŠPINLEROVÁ, Z., CULEK, M., FRIEDL, M., VAVŘÍČK, D. (2012): *Atlas rozšíření a kategorizace klečových porostů nad horní hranicí lesa v Hrubém Jeseníku.* *Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy*, 150 map, měřítko 1:7500. ISBN 978-80-7458-032-1
- ŠŤASTNÝ, K., BEJČEK, V., HUDEC, K. (1997): *Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 1985-1989.* Nakladatelství a vydavatelství HaH Jinočany. 457 s.
- TJOELKER, M. G., BORATYNSKI, A., & BUGALA, W. (2007). *Biology and ecology of Norway spruce (Vol. 78).* Springer Science & Business Media.
- TRANQUILLINI, W. (2007). *Physiological ecology of the alpine timberline. Tree existence at high altitudes with special references to the European Alps.*

- TRANQUILLINY, W. (1979): Physiological ecology of the alpine timberline. Tree existence at high altitudes with special reference to the europaean Alps. Ecological studies 31. Berlin: Springer. 131 s.
- TREML, V. (2007): Dynamika alpinské hranice lesa ve vysokých sudetech. Disertační práce. Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy. 198 str.
- TREML, V., BANÁŠ, M. (2000): Alpine Timberline in the High Sudetes. Acta Universitatis Carolinae, Geographica, s. 83–99
- TREML, V., BANÁŠ, M. (2004): Alpinská hranice lesa v Hrubém Jeseníku. In: Sborník referátů z konference k 35. výročí chráněné krajinné oblasti Jeseníky, Karlova Studánka, Malá Morávka 11. a 12.11. 2004. str. 50 – 56.
- TREML, V., BANÁŠ, M. (2005): Alpinská hranice lesa v Hrubém Jeseníku. Campanula, Správa CHKO Jeseníky, s. 50–56.
- TREML, V., BANÁŠ, M., KURAS T., ZEIDLER, M., KOČVARA, R. (2007): Návrh managementových opatření porostů borovice kleče (*Pinus mugo*) v Hrubém Jeseníku a Králickém Sněžníku. In: HOŠEK, J. et al.: VaV SM/6/70/05 Vliv výsadeb borovice kleče na biotopovou a druhovou diverzitu arкто-alpinské tundry ve Východních Sudetech (CHKO Jeseníky, NPR Králický Sněžník). Návrh managementu těchto porostů. Zpráva o řešení projektu za rok 2007. s. 221-268
- TREML, V., KRŮŽEK, M. (2006): Vliv borovice kleče (*Pinus mugo*) na strukturní půdy v Hrubém Jeseníku a Králickém Sněžníku. In: Hošek, J. et al.: VaV SM/6/70/05 Vliv výsadeb borovice kleče na biotopovou a druhovou diverzitu arкто-alpinské tundry ve Východních Sudetech (CHKO Jeseníky, NPR Králický Sněžník). Návrh managementu těchto porostů. Zpráva o řešení projektu za rok 2006.
- TREML, V., ŠENFELDR, M., CHUMAN, T., PONOCNÁ, T., & DEMKOVÁ, K. (2016). Twentieth century treeline ecotone advance in the Sudetes Mountains (Central Europe) was induced by agricultural land abandonment rather than climate change. *Journal of Vegetation Science*, 27(6), 1209-1221.
- TSCHERMAK, L. (1950): *Waldbau auf pflanzengeographisch-ökologischer Grundlage*. Wien, Austria: Springer.
- VACEK, S. (2003). *Horské lesy České republiky*. Ministerstvo zemědělství České republiky.
- VLČEK, V. (1971): *Regiony povrchových vod ČSR*, GÚ ČSAV Brno

ZMRHALOVÁ, M. (2007): Historický vývoj porostů borovice kleče a vysokohorského zalesňování v Hrubém Jeseníku a Králickém Sněžníku. In: HOŠEK, J. et al.: VaV SM/6/70/05 Vliv výsadeb borovice kleče na biotopovou a druhovou diverzitu arкто-alpínské tundry ve Východních Sudetech (CHKO Jeseníky, NPR Králický Sněžník). Návrh managementu těchto porostů. Zpráva o řešení projektu za rok 2007. s. 24-66

9. Přílohy



Obr. 9.1.: Semenáček borovice kleče vyskytující se na disturbované plošce (lokalita Malý Děd).



Obr. 9.2.: Fotka disturbované plochy, která poskytovala ideální podmínky pro zmlazování. Na této plošce se nacházely 4 semenáčky (lokalita Malý Děd).



Obr. 9.3.: Zjišťování mocnosti horizontu A pomocí pedologické lopatky, na ploše s disturbancí a na ploše bez disturbance (lokality Malý Děd).



Obr. 9.4.: Semenáček zmlazující se na disturbované plošce s kořenovým systémem rostoucím na kameni (lokality Malý Děd).



Obr. 9.5.: Pro Malý Děd typické plošky s částečnou disturbancí povrchu a výškově omezeným vegetačním pokryvem.



Obr. 9.6.: Fotky rozdílných ploch s vegetací (nalevo) a s částečnou disturbancí (napravo), kde se vyskytovaly mladé semenáčky (lokality Malý Děd).



Obr. 9.7.: Na lokalitě lokalita Vysoká hole byl rozvolněný porost borovice kleče často hustě zarostlý *Vaccinium myrtillus*, která bránila kleči v generativním zmlazování.



Obr. 9.8.: V zapojeném porostu kleče bylo semenáčky možné nalézt pouze v porostních mezerách, kde byl dostatečný přísun světla a povrch byl aspoň částečně disturbovaný (lokalita Vysoká hole).



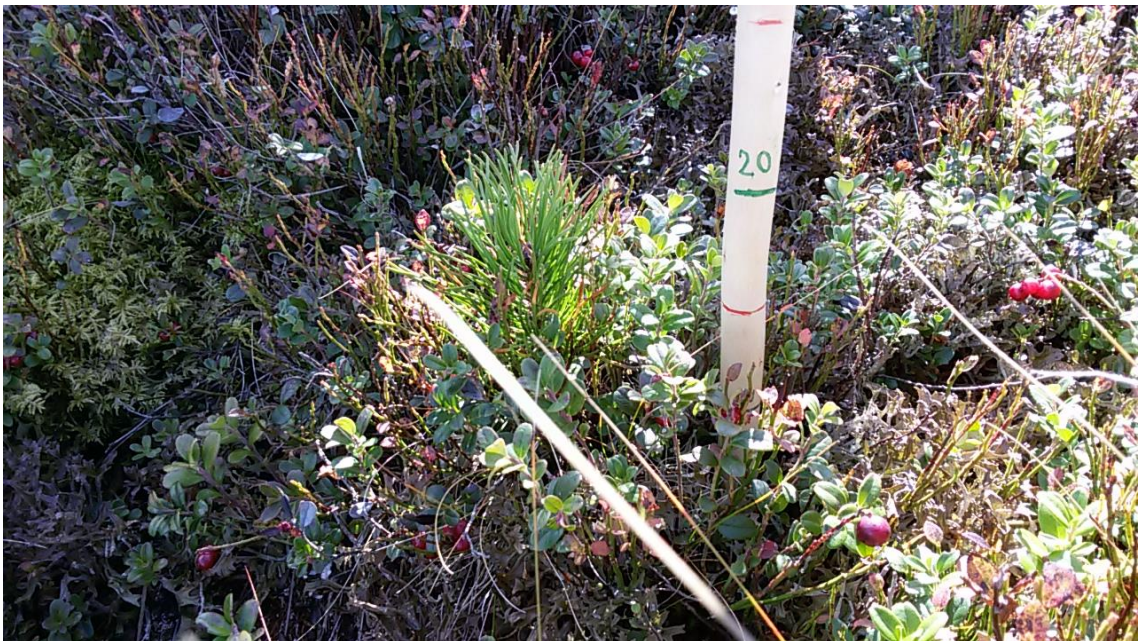
Obr. 9.9.: Starší generativně zmlazený jedinec rostoucí uvnitř porostu v porostní mezeře. Na obrázku vidíme, že plocha je již téměř zcela pokryta vegetací dalo by se ale předpokládat, že v době zmlazení byla ploška disturbovaná stejně jako na obrázku (9.8.).



Obr. 9.10.: Částečně disturbovaná plocha, která zarůstá *Vaccinium myrtillus*, (lokalita Vysoká hole).



Obr. 9.11.: Semenáček vyskytující se na kameni rostoucí pouze ve vrstvě opadanky (lokality Vysoká hole).



Obr. 9.12.: Čtyřlétý semenáček s výškou 20 cm, rostoucí v hustém porostu *Vaccinium vitis-idaea*. Na lokalitě Vysoká hole se semenáčky vyskytovaly spolu s brusinkou velmi často.



Obr. 9.13.: Semenáčky borovice kleče (lokalita Vysoká hole). Nalevo letošní, napravo starší semenáček.



Obr. 9.14.: Osmiletý semenáček, který již plodil (lokalita Vysoká hole).



Obr. 9.15.: Erozi vytvořená plocha vhodná pro zmlazování semenáčků. Plocha typická pro lokalitu Praděd. Na těchto místech se zmlazovalo i několik desítek semenáčků.



Obr. 9.16.: Vysoký počet generativně zmlazených jedinců rostoucích na plochách bez vegetace vytvořených erozí (lokalita Praděd).



Obr. 9.17.: Husté zmlazení kleče na erozních plošchách (lokalita Praděd).



Obr. 9.18.: Semenáčky borovice kleče (lokalita Vysoká hole). Nalevo letošní, napravo semenáček dvouletý.



Obr. 9.19.: Jeden z mateřských porostů, ze kterého byly odebírány šišky na zjišťování klíčivosti (lokality Malý Děd).



Obr. 9.20.: Založená klíčidla každé po 50 semenech.



Obr. 9.21.: Ukázka naklíčených semen v klíčidlech (Lokalita Malý Děd).



Obr. 9.22.: Odebírání a počítání naklíčených semen z klíčidel. Na klíčidlech zůstala pouze semena nevyklíčená (Pomocník Bc. Jiří Bezdíček).



Obr. 9.23.: Pohled na část hřebenu Vysoká hole při výjimečně dobré počasí.



Obr. 9.24.: Pracovní skupina ve složení Bc. Ondřej Pálka a Mgr. Tereza Pálková na lokalitě Malý Děd.