

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, CSc.

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vliv mikrostanovištních podmínek a zvěře na obnovu
přirozených smrčín v Krkonoších

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Pavel Cudlín, CSc.

Konzultant bakalářské práce: Ing. Martin Čermák

Autor bakalářské práce: Jakub Bednář

České Budějovice, duben 2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jakub BEDNÁŘ**
Osobní číslo: **Z11162**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Agroekologie**
Název tématu: **Vliv mikrostanovištních podmínek a zvěře na obnovu přirozených smrčín v Krkonoších**
Zadávací katedra: **Katedra rostlinné výroby a agroekologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Postup řešení:

Průzkum bude prováděn během vegetačního období v roce 2013 na čtyřech trvalých výzkumných plochách Centra výzkumu globální změny AV ČR v klimaxových smrčínách Krkonoš, reprezentujících různá stadia poškození lesních porostů (Cudlín a kol. 1996) následujícími metodami:

- zaznamenání nově vyklíčených semenáčků smrku ztepilého;
- kontrola přeživších semenáčků smrku ztepilého a jeřábu ptačího;
- zaznamenání mikrostanoviště vyklíčených a přeživších semenáčků;
- zjišťování poškození přirozené a umělé obnovy smrku ztepilého okusem a ohryzem;
- sledování pobytových znamení (trus).

Cíle:

- sledovat vzházení a přežívání semenáčků smrku ztepilého;
- zjistit vztah mikrostanovištních podmínek ke stavu přirozené obnovy;
- zjistit vliv vysoké zvěře na přirozenou a umělou obnovu smrku ztepilého a jeřábu ptačího.

Zdroje dat:

- výsledky předchozího dlouhodobého výzkumu Ústavu systémové biologie a ekologie AV ČR v rámci několika projektů na téma "Retrospektivní hodnocení odezvy horského smrkového ekosystému na působení stresových faktorů" (Cudlín a kol. 1996, 2003, Polák a kol. 2007);
- vlastní terénní šetření v přirozených smrčínách 8. lvs v Krkonoších na trvalých výzkumných plochách (Alžbětinka, Modrý důl, Pašerácký chodníček, Sluneční údolí).

Rozsah grafických prací: tabulky, grafy, mapy, fotografická příloha
Rozsah pracovní zprávy: 50-60 stran textu vč. příloh
Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická
Seznam odborné literatury:

Cudlín P., Chmelíková E., Rauch O., 1996: Monitoring of Norway spruce forest stand response to the stress impact in the Krkonoše Mts. In: Proc. Int. Conf. IUCN & MAB, Mountain National Parks and Biosphere Reserves: Monitoring and Management, September 1993, Špindlerův Mlýn, CZ, Office of Krkonoše National Park, Vrchlabí, p.75-80.

Cudlín P., Godbold D. L., Bonifacio E., Egli S., Fritz H. W., Gonthier P., Chmelíková E., Kowalik P., Martinotti M. G., Moravec I., Nicolotti G., Zanini E., 2003: Conditions of natural regeneration of Norway spruce ecosystems in the Krkonose Mountains. Ekologia (Bratislava), 22, Supplement 1/2003: 66-79.

Čermák, P., Jankovský, L. 2006: Škody ohryzem, loupáním a následnými hnílobami. Lesnická práce, Brno, 50 s.

Jurásek A., Vacek S., 1994: Stav horských lesů Sudet v České republice. VÚLHM Opočno, 141 p.

Kupferschmid, A.D., Bugmann, H. 2005: Effect of microsites, logs and ungulate browsing on Picea abies regeneration in a mountain forest. Forest Ecology and Management 205: 251-265.

Polák T., Cudlín P., Moravec I., Albrechtová J. 2007: Macroscopic indicators for the retrospective assessment of Norway spruce crown response to stress in the Krkonoše Mountains. Trees 21: 23-35.

Schwarz, O. 1997: Rekonstrukce lesních ekosystémů Krkonoš. Správa KRNAP, Vrchlabí.

Vedoucí bakalářské práce: doc. RNDr. Pavel Cudlín, CSc.
Katedra rostlinné výroby a agroekologie
Konzultant bakalářské práce: Ing. Martin Čermák
Zemědělská fakulta

Datum zadání bakalářské práce: 22. února 2013
Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2014

prof. Ing. Miloš Soch, CSc.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentův útulek 13
370 01 BUDĚJOVICE

prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 22. února 2013

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím

se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných zemědělskou fakultou – elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce.

Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 8. 4. 2014

.....

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval zejména svému vedoucímu bakalářské práce, panu doc. RNDr. Pavlovi Cudlínovi, Csc. za vedení, odbornou pomoc a připomínky, které mi poskytoval během vypracování celé práce. Dále pak svému konzultantovi Ing. Martinovi Čermákovi za pomoc při sběru a zpracování dat; nemenší dík patří paní RNDr. Magdě Edwards-Jonášové Ph.d. za pomoc a rady při statistickém zpracování dat. Také bych chtěl poděkovat slečně Haně Vackové za pomoc při terénních pracích. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině za podporu během celého studia.

SOUHRN

Důležitým faktorem pro udržení ekologické stability horských klimaxových smrčín je dostatečná schopnost jejich přirozené obnovy při změněných podmínkách, na které má vliv působení člověka.

Cílem předkládané práce bylo zhodnocení vlivu mikrostanovištních podmínek na vzcházení semenáčků smrku ztepilého (*Picea abies*) a následné přežívání semenáčků. Výzkum se prováděl na čtyřech trvalých výzkumných plochách (TVP) na území Krkonošského národního parku (KRNAP) v červnu až říjnu 2013. Dalším cílem bylo sledování pobytových znamení jelena evropského (*Cervus elaphus*) a jeho vliv na přirozenou obnovu smrku ztepilého a jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*).

Výsledky ukázaly, že největší počet semenáčků smrku ztepilého vyklíčil na TVP Modrý důl a nejméně na TVP Alžbětinka. Mezi nejpříznivější mikrostanoviště pro klíčení semenáčků patřily opad, mech a brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*). Nejlépe přežily semenáčky smrku naopak na TVP Alžbětinka (49,1 % přeživších semenáčků) a nejhůře na TVP Slunečné údolí (27,2 %). Jako nejpříznivější mikrostanoviště pro přežívání semenáčků se ukázaly trouch a opad.

Ze sledování pobytových znamení jelena evropského jsem zjistil, že početní hustota jelení zvěře stagnuje na podobných počtech jako v minulých letech. Počet semenáčků jeřábu ptačího se výrazně zvýšil hlavně na TVP Modrý důl. Na ostatních plochách zůstal podobný jako v minulých letech.

Z výzkumu je patrné, že přirozená obnova lesních porostů v horských smrčínách Krkonoš, včetně obnovy jeřábu ptačího, probíhá uspokojivě, zvláště pak ve východní části, nepostížená příliš emisemi SO₂.

Klíčová slova: *Picea abies*, přirozená obnova, mikrostanoviště, Krkonoše, *Cervus elaphus*.

SUMMARY

An important factor to maintain ecological stability of climax mountain spruce forests is a sufficient capacity of the natural regeneration under changed conditions, influenced by human activity.

The aim of this study was to evaluate the effect of microsite conditions on germination of Norway spruce (*Picea abies*) seedlings and subsequent seedling survival. The study was conducted at four permanent research plots (TVP) in the Krkonoše Mts., from June to October 2013. Another objective was to study the residential sign of red deer (*Cervus elaphus*) and its impact on the natural regeneration of spruce and rowan (*Sorbus aucuparia*).

The results showed that the largest number of spruce seedlings germinated on the TVP Modrý důl and the least on the TVP Alžbětinka. Litter, moss and blueberry (*Vaccinium myrtillus*) showed the most favorable microhabitats for seedling germination. The best seedling survival was found on the TVP Alžbětinka (49.1 %), the worst on the TVP Slunečné údolí (27.2 %). A decomposed litter proved to be the most favorable microsite for seedling survival

By monitoring the residential signs of deer the stagnation of the numerical density of deers compared to previous years was observed. The number of rowan seedlings increased significantly mainly on TVP Modrý důl. On other TVPs, the results were similar as in previous years.

The research shows that the natural regeneration of mountain Norway spruce forests in the Krkonoše Mts., including rowan regeneration, is in is progressing satisfactorily, especially in the eastern part, unaffected too much by SO₂ air pollution.

Keywords: *Picea abies*, natural regeneration, microhabitats, Krkonoše, *Cervus elaphus*.

Obsah:

1. Úvod.....	10
2. Literární přehled.....	11
2.1 Krkonošský národní park	11
2.1.1 Geografické a klimatické podmínky	13
2.1.2 Geologické a půdní poměry	13
2.1.3 Flora	14
2.1.4 Fauna	16
2.1.5 Lesní společenstva	16
2.2 Ekosystém horských klimaxových smrčín	17
2.2.1 Struktura horských klimaxových smrčín	18
2.3 Přirozená obnova smrkových porostů	18
2.4 Vliv stanovištních podmínek na přirozenou obnovu.....	19
2.4.1 Nadmořská výška	19
2.4.2 Půdní poměry	19
2.4.3 Expozice terénu	20
2.4.4 Reliéf terénu	20
2.4.5 Zastínění mateřským porostem	20
2.4.6 Charakter půdního pokryvu.....	20
2.5 Stresové faktory ovlivňující přirozenou obnovu	21
2.5.1 Imise	21
2.5.2 Patogenní mikroorganismy a hmyz.....	22
2.5.3 Fytofágní obratlovci	22
3. Metodika	23
3.1 Popis sledovaných lokalit.....	23
3.1.1 Alžbětinka (Al).....	24
3.1.2 Modrý důl (MD).....	25
3.1.3 Slunečné údolí (SÚ)	25
3.1.4 Pašerácký chodníček (PCh).....	26
3.2 Sběr a zpracování dat	27
3.2.1 Zjištění stavu semenáčků smrku ztepilého (<i>Picea abies</i>)	27
3.2.2 Sledování pobytových znamení jelena evropského (<i>Cervus elaphus</i>).	29
3.2.3 Zjištění stavu náletu jeřábu ptačího (<i>Sorbus aucuparia</i>)	30
4. Výsledky	31
4.1 Stav semenáčků smrku ztepilého na 4 trvalých výzkumných plochách.....	31
4.1.1 Počty vyklíčených a přeživších semenáčků	31

4.1.2	Vliv mikrostanoviště na klíčení semenáčků smrku ztepilého na trvalých výzkumných plochách.....	35
4.1.3	Vliv mikrostanoviště na přežívání semenáčků smrku ztepilého na trvalých výzkumných plochách.....	37
4.2	Výskyt jelení zvěře	38
4.3	Stav náletu jeřábu ptačího	39
5.	Diskuse.....	41
6.	Závěr	43
7.	Přehled použité literatury a zdrojů	44
	Přílohy	48

1. Úvod

Přirozená obnova je jedním z hlavních prostředků přírodě blízkého a trvale udržitelného lesního hospodářství. Je to nástroj pro uchování a zvýšení druhové i vnitrodruhové diverzity lesních ekosystémů jako základní podmínky jejich ekologické stability. Úspěch přirozené obnovy závisí na množství a rozmístění stromů schopných tvořit semena, na výskytu semenného roku, na vhodnosti půdního povrchu a klimatických podmínek pro klíčení semen a zakořenění semenáčků, dále pak na stavech spárkaté zvěře a dalších neméně důležitých faktorech (Schwarz 1997).

Předkládaná práce přispívá k získání dat o stavu přirozené obnovy horských smrkových ekosystémů. Především se zaměřuje na vzcházení semenáčků smrku ztepilého a vliv mikrostanovištních podmínek na jeho přežívání v prvním roce po vzejití.

Výzkum probíhal na čtyřech trvalých výzkumných plochách na území KRNP od června do října 2013. Zvolené lokality se liší především expozicí a sklonem svahů, dále korunovým zápojem a různým zastoupením mikrostanovišť. Ve své práci jsem navázal na dlouholeté výsledky pracovníků Ústavu ekologie krajiny AV ČR v Českých Budějovicích. Práci jsem vypracoval v rámci projektu MŠMT CZ.1.07/2.3.00/20.0265 Indikátory vitality dřevin (LDF MENDELU Brno, Centrum výzkumu globální změny AV ČR). Tento projekt je spolufinancován Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Mezi hlavní cíle práce patřilo sledování vzcházení a přežívání semenáčků smrku ztepilého, zhodnocení vztahu mikrostanovištních podmínek ke stavu přirozené obnovy a zjištění vlivu vysoké zvěře na přirozenou a umělou obnovu smrku ztepilého a jeřábu ptačího.

2. Literární přehled

2.1 Krkonošský národní park

Krkonošský národní park (KRNAP) byl vyhlášen v roce 1963 vládním nařízením č. 41/1963 Sb., o zřízení Krkonošského národního parku. V roce 1991 je znovu vyhlášen KRNAP vládním nařízením č. 165/91 Sb., jehož území je rozčleněno do třech zón. O rok později (1992) jsou Krkonoše zařazeny do světové sítě biosférických rezervací UNESCO. Ochranné pásmo (OP) bylo zřízeno Nařízením vlády ČSSR č. 58/1986 Sb., o ochranném pásmu Krkonošského národního parku (Anonymus 1). Správou území je pověřena Správa Krkonošského národního parku se sídlem ve Vrchlabí.

Krkonoše jsou hraničním pohořím mezi Českou republikou a Polskem. Z administrativního hlediska leží KRNAP na území Libereckého a Královehradeckého kraje; na území bývalých okresů Semily, Jablonec nad Nisou a Trutnov. Celková výměra Krkonošského národního parku je 36 327 ha a výměra OP 18 642 ha (Správa KRNAP 2010).

Předmětem ochrany na území KRNAP jsou především nejcennější ekosystémy, jako jsou klečové porosty, původní horské smrčiny, alpínská tundra, subarktická rašeliniště, ledovcové kary a smíšené lesní porosty. Cílem lesního managementu v Krkonoších nemůže být pouze hospodářský efekt, hlavním cílem péče o lesní ekosystémy je ochrana biodiverzity (Schwarz 1997). Dnes veškeré odborné a managementové aktivity, které péče o Krkonošský národní park vyžaduje, jsou v přímé kompetenci Odboru péče o národní park (Anonymus 2).

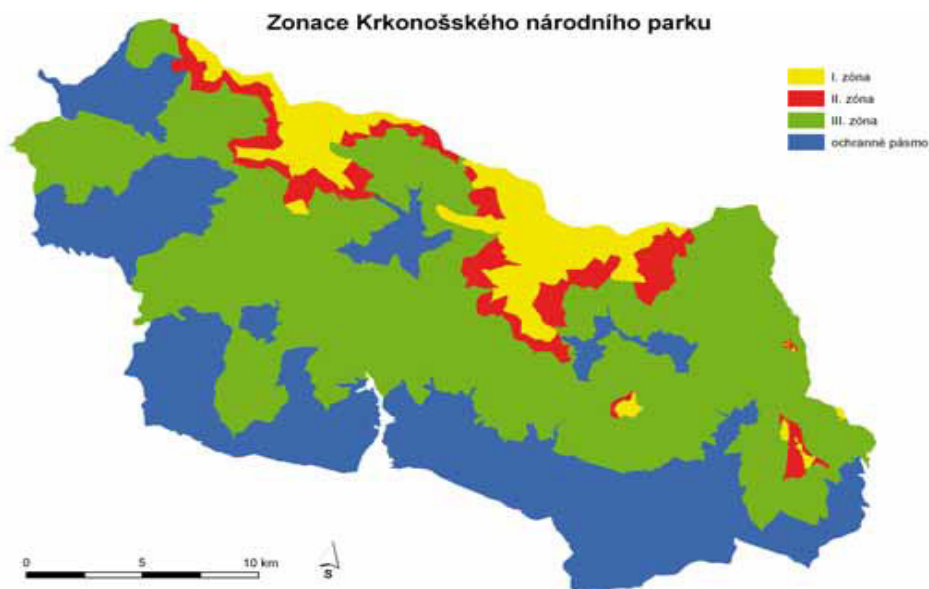
KRNAP má především funkci krajinnotvornou a rekreační, dále naučnou, půdoochrannou, funkci ochrany vodních zdrojů, ochrany přírody a v neposlední řadě i ekonomické funkce (Schwarz 1997). Území KRNAP se člení na následující zóny (obr. 1):

- I. zóna ochrany přírody,
- II. zóna ochrany přírody,
- III. zóna ochrany přírody,
- ochranné pásmo.

Do **I. zóny** jsou zařazena území (cca 4 400 ha) nejvyšší přírodovědné hodnoty s výskytem unikátních ekosystémů krkonošské arкто-alpínské tundry nad horní hranicí lesa (subarktická rašeliniště, mozaika alpínských luk a klečových porostů), dále sem patří azonální ekosystémy ledovcových karů, lesní porosty při horní hranici lesa a alpínské louky. Přírodní procesy zde byly v minulosti jen relativně málo ovlivněny lidskou činností.

Do **II. zóny** se zařazuje území (cca 4 000 ha) s významnými přírodními hodnotami v oblasti horní hranice lesa, horské smrčiny, svahová rašeliniště a květnaté horské louky. Lesní i nelesní ekosystémy byly v průběhu staletí pozměněny lidskou činností, zejména lesním a zemědělským hospodařením. Zóna je prostorově propojena s I. zónou, která ovlivňuje vysokou druhovou diverzitu.

Do **III. zóny** se zařazuje území (cca 27 900 ha) s lesními i nelesními ekosystémy v minulosti silně pozměněnými lesním a zemědělským hospodařením a nevelké sídelní útvary (malé obce, osady a samoty). V současné době je toto území intenzivně využíváno pro rekreaci a turistiku a rozvíjí se ekologicky šetrná forma zemědělského a lesního managementu (Správa KRNP 2010).



Obr. 1: Zóny ochrany přírody na území KRNP. Zdroj: Plán péče KRNP (2010).

Ochranné pásmo (OP) o rozloze 18 642 ha není součástí KRNP, ale tvoří přechod mezi jeho III. zónou a volnou, intenzivně využívanou krajinou Podkrkonoší. Území

je určené pro trvale-udržitelný rozvoj cestovního ruchu a ekologicky šetrné formy hospodaření. Dále toto území zahrnuje intravilány hlavních krkonošských středisek se sportovními areály. Hlavní posláním OP je tlumení všech nežádoucích vlivů a lidských aktivit, které by narušovaly stabilitu národního parku a jeho ekosystémů (Správa KRNAP 2010).

2.1.1 Geografické a klimatické podmínky

Krkonoše jsou nejvyšším pohořím Západních Sudet i České vysočiny. Nacházejí se mezi Fennosarmantsko-skandinávskou platformou a Alpsko-karpatským systémem. Na západě odděluje Krkonoše Novosvětské sedlo (889 m) od Jizerských hor a na východě Královecké sedlo (529 m) od Sudetského meziohří (Vacek 2003). Nadmořská výška na hřbetech Krkonoš dosahuje 1 500 m (Demek a kol. 1987). Vrcholové partie, zejména nejvyšší hora Sněžka (1 603 m n. m.), výrazně přecházejí nad horní hranici lesa, kde mají rysy vysokohorské přírody (Vacek 2003).

Vysoká přírodovědná hodnota Krkonoš je dána především výjimečnou polohou tohoto pohoří uprostřed Evropy. Krkonoše spojovaly v pozdně glaciálním období severskou tundru s alpínskými a subalpínskými ekosystémy (Jeník 1996).

Krkonoše náleží převážně do chladné klimatické oblasti, okrsku mírně chladného, chladného a studeného, v nižších polohách pouze okrajově do mírně teplé klimatické oblasti s okrskem mírně teplým. Díky blízkosti Atlantického oceánu převládá západní větrné proudění s vysokým množstvím dešťových a sněhových srážek (Hladný, Sýkora 1983). Podnebí Krkonoš ve srovnání s ostatními pohořími Sudet je v celoročním průměru nejdrsnější. Průměrné roční teploty se pohybují od 0 do 6 °C a srážky od 900 do 1 600 mm. V nejvyšších polohách trvá sněhová pokrývka okolo 180 dnů a výška sněhu se pohybuje kolem 200 – 300 cm. Délka vegetační doby je v 700 m n. m. 120 dnů, v 1 000 m n. m. 102 dnů a v 1500 m n. m. jen 15 dnů (Plíva, Žlábek 1986).

2.1.2 Geologické a půdní poměry

Krkonoše spolu s okolními horskými celky jsou součástí tzv. krkonošsko-jizerského krystalinika a jsou tvořeny krystalickými břidlicemi (zvláště svory, fylity, ortorulami) v odhadovaném stáří 600 – 1000 milionů let. Další podružné horniny

jsou křemence, čedič a krystalický vápenec, které mají velký význam pro utváření reliéfu a struktury vegetace. Ve čtvrtohorách, kdy bylo pohoří zaledněné, byl reliéf modelován horskými ledovci a mrazovými procesy (Vacek a kol. 2000).

V Krkonoších je výrazná výšková půdní stupňovitost od podhorských po vysokohorské půdy. V nižších partiích převládají kambizemě, ve vyšších přecházejí do kryptopodzolů a v nejvyšších polohách jsou podzoly (Vacek 2003). V převážné většině se jedná o půdy silně kyselé, na živiny chudé a výrazně sorpčně nenasycené (Vacek a kol. 2000).

2.1.3 Flora

Krkonoše i přes svou malou rozlohu mají neobvykle bohatou vegetaci. Roste zde více než 1 250 taxonů cévnatých rostlin, což je téměř polovina druhů původní flory ČR, a několikanásobně vyšší počet druhů rostlin výtrusných – mechorostů, lišejníků, řas, atd. (Flousek a kol. 1994).

Podle Vacka (2003) se v pestrosti zdejší vegetace odráží zvláštní biogeografická poloha Krkonoš jako celku (kontakt severské tundry a alpínských trávníků v době zalednění). Svědčí o tom mimo jiné řada pozůstatků z doby ledové, tzv. glaciálních reliktů, jako například ostružiník moruška (*Rubus chamaemorus*), všivec krkonošský (*Pedicularis sudetica*), a krkonošských endemitů, jako např. jeřáb sudetský (*Sorbus sudetica*) či zvonek český (*Campanula bohemica*).

Vegetační stupně

Z hlediska vertikálního členění vegetace jsou v Krkonoších čtyři zřetelně vytvořené výškové (vegetační) stupně:

- submontánní (400 až 800 m n. m.),
- montánní (800 až 1200 m n. m.),
- subalpínský (1200 až 1450 m n. m.),
- alpínský (1450 až 1602 m n. m.).

Přestože jejich strukturu v minulých staletích více či méně pozměnila činnost člověka, lze je stručně přiblížit následujícími charakteristikami (Flousek a kol. 2007):

Submontánní stupeň

Listnaté a smíšené lesy jsou tvořené především bukem lesním (*Fagus sylvatica*), javorem klenem (*Acer pseudoplatanus*), jasanem ztepilým (*Fraxinus excelsior*), jeřábem ptačím (*Sorbus aucuparia*) a olší šedou (*Alnus incana*). V minulosti však byly převážně vytěženy a nahrazeny smrkovými monokulturami. V bylinném patře jsou zastoupeny například česnek medvědí (*Allium ursinum*), dymnivka dutá (*Corydalis cava*), sasanka hajní a pryskyřníkovitá (*Anemone nemorosa*, *A. ranunculoides*), lilie zlatohlavá (*Lilium martagon*) a jiné.

Montánní stupeň

Horské smrčiny (přirozené i uměle založené) jsou v současné době silně poškozované vlivem průmyslových imisí. V bylinném patře převládají kaprad'orosty, papratka horská (*Athyrium alpinum*), kaprad' samec (*Dryopteris filix-mas*), žebrovice různolistá (*Blechnum spicant*) a traviny, třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*) a metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*). Na vlhčích místech se vyskytuje nivní vegetace s krabilicí chlupatou (*Chaerophyllum hirsutum*), devětsilem bílým (*Petasites albus*) či řeřišnicí hořkou (*Cardamine amara*).

Subalpínský stupeň

V tomto stupni, na náhorních plošinách a v jejich okolí, se koncentrují nejcennější ekosystémy Krkonoš: klečové porosty, přirozené i druhotné smilkové louky a severská (subbarktická) rašeliniště. V keřovém patru dominuje borovice kleč (*Pinus mugo*), v bylinném patru převládá smilka tuhá (*Nardus stricta*), třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*), keříčky brusnicovitých rostlin borůvka (*Vaccinium myrtillus*), brusinka (*V. vitis-idaea*) a klikva drobnoplodá (*Oxycoccus microcarpus*).

Alpínský stupeň

Nejvyšší, vzájemně izolované vrcholky Krkonoš (Sněžka, Studniční a Luční hora, Vysoké Kolo, Kotel), jsou pokryté sporou, ale cennou bylinnou vegetací, mechorosty a lišejníky. Vyskytuje se zde například sítina trojklanná (*Juncus trifidus*), rozrazil chudobkovitý (*Veronica bellidioides*), bika klasnatá (*Luzula spicata*), endemické jestřábníky rodu (*Hieracium*) či lišejníky (*Thamnolia vermicularis* a *Rhizocarpon geographicum*).

2.1.4 Fauna

V Krkonoších je relativně bohaté složení fauny s druhovou a prostorovou rozmanitostí živočichů díky uspořádání zdejší krajiny do čtyř výrazných vegetačních stupňů s pestrá mozaikou vegetačního krytu.

Celkový počet krkonošských druhů živočichů je obrovský. Je odtud známo nejméně 15 000 druhů bezobratlých a přes 400 druhů obratlovců. Poznatky o druhové rozmanitosti obratlovců na území Krkonoš jsou, zvláště při srovnání s jinými oblastmi, velmi dobré. Vyskytuje se zde jeden zástupce kruhouústých – mihule potoční (*Lampetra planeri*), 5 původních druhů ryb, 11 druhů obojživelníků a 6 druhů plazů. Během posledních zhruba 200 let tu bylo zjištěno více než 270 druhů ptáků. Pozorováno bylo téměř 80 druhů savců, z nichž sedm je však již vyhynulých, např. medvěd hnědý (*Ursus arctos*), vlk (*Canis lupus*), kočka divoká (*Felis silvestris*), sysel obecný (*Spermophilus citellus*) nebo křeček obecný (*Cricetus frumentarius*) a 12 druhů je v Krkonoších nepůvodních. Překvapivě bohatá je fauna netopýrů (20 druhů). Řada krkonošských živočichů patří ke glaciálním reliktním, z obratlovců například kulík hnědý (*Charadrius morinellus*) nebo hraboš mokřadní (*Microtus agrestis*). Ve srovnání s vysokým endemismem krkonošské flóry zde žijí pouze dva endemické poddruhy bezobratlých – plž vřetenovka krkonošská (*Cochlodina dubiosa corcontica*) a motýl huňatec žlutopásný krkonošský (*Psodos quadrifarius ssp. sudeticus*) (Flousek a kol. 2007).

2.1.5 Lesní společenstva

Z hlediska vertikálního členění vegetace dominují v nejnižších partiích Krkonoš květnaté a bikové bučiny, na ně navazují acidofilní horské bučiny, ve vyšších nadmořských výškách horské klimaxové smrčiny a v nejvyšších polohách jsou zastoupeny klečové porosty a subalpínská společenstva. Mozaikovitě se vyskytují luhy a olšiny, suťové lesy, podmáčené smrčiny, vrchoviště a přechodová rašeliniště (Vacek 2003). Srovnání přirozené, současné a cílové druhové skladby v Krkonoších je uvedeno v tab. 1.

Nejrozšířenějšími lesními vegetačními stupni (LVS) jsou LVS 6 – smrkobukový (42,5 %), LVS 8 – smrkový (20,7 %) a LVS 7 – bukosmrkový (19,2 %). Dominantními soubory lesních typů (SLT) jsou 6K – kyselá smrková

bučina (18,8 %) a 7K – kyselá buková smrčina (10,6 %). Výrazně převládají kyselá stanoviště (ekologická řada kyselá a extrémní) – 72 %, oproti živným (ekologická řada živná a obohacená humusem) – 17 % a stanovištím ovlivněným vodou (ekologická řada obohacená vodou, oglejená a podmáčená, resp. rašelinná) – 11 % (Mikeska a kol. 2000).

Z hlediska lesního zákona (289/1995 Sb.) jsou veškeré lesy v současnosti na území KRNAP zařazeny v kategorii lesů zvláštního určení, proto jsou veškeré mimoprodukční funkce lesa nadřazeny nad funkce produkční (Anonymus 3).

Tab. 1: Porovnání přirozené, současné a cílové druhové skladby v Krkonoších.

Zdroj: OPRL – ÚHÚL Brandýs nad Labem (2003).

SM	JD	KOS	MD	DG	JDo	BO	ost.j	jehl.	BK	DB	JV	LP	JS	OL	BR	JR	JL	ost.l	list.
Přirozená dřevinná skladba																			
54	13	6				+		73	24	+	0,6	+	+	0,1	0,5	1,7	+	0,1	27
Současná dřevinná skladba																			
85	0,1	7	1,2	+	+	+	0,2	93	3	+	0,7	+	0,2	0,5	1,2	1,2	+	0,1	6,9
Cílová dřevinná skladba																			
65	4	7	+			+	+	76	18	+	1,7	+	+	0,1	1	3	+	0,2	24

2.2 Ekosystém horských klimaxových smrčín

Horské lesy jsou významnou krajinnou složkou našeho státu. Jsou objektem zvláštního významu z hlediska ochrany přírodního prostředí, stabilizace přírodních procesů i celkové homeostaze krajiny (Vacek, Balcar 1992). Tyto lesy plní řadu produkčních i mimoprodukčních funkcí. Cílem jejich trvale udržitelného obhospodařování je proto vytvoření ekologicky stabilního, kvalitního, druhově, ekotypově, prostorově a věkově diferencovaného lesa (Míchal a kol. 1992).

Do horských lesů řadíme lesní ekosystémy, náležející do 6. – 9. LVS, tj. smrkobukového, bukosmrkového, smrkového a klečového (Plíva 1991). Horské smrčiny se nacházejí v nadmořských výškách 1 050 – 1 350 m, tedy až po horní hranici lesa. Ve stromovém patru výrazně převládá smrk ztepilý s přimíšeným jeřábem ptačím (Vacek a kol. 2006).

V horských oblastech ČR se vyskytují přirozené smrčiny ve třech asociacích; jedná se o třtinové smrčiny (*Calamagrostio villosae-Piceetum*), rašelinné a podmáčené

smrčiny (*Sphagno-Piceetum*) a papratkové smrčiny (*Atyhyrio alpestre-Piceetum*) (Moravec (red.) (2002).

2.2.1 Struktura horských klimaxových smrčín

Skladba (struktura) porostu je souhrn vnějších a vnitřních znaků charakterizujících celé vnitřní uspořádání porostu, tj. obraz stavu porostu zaznamenaný v určitém okamžiku. Je to statické zachycení kvantitativních a kvalitativních znaků jako výslednice růstu a vývoje porostu. Skladba porostu je dána jeho původem (semenným, vegetativním, autochtonním, alochtonním), druhovým složením, věkovým členěním a prostorovým uspořádáním. Strukturu porostu můžeme rozdělit na skladbu porostu dřevinnou (druhovou), dále na skladbu porostu věkovou a prostorovou (Vacek a kol. 2007).

2.3 Přírozená obnova smrkových porostů

Smrk ztepilý se přirozeně zmlazuje nejčastěji *generativně* pomocí semen. Druhý typ přirozené obnovy je *vegetativní*, ten nabývá na významu až ve vyšších nadmořských výškách a na severní hranici výskytu smrku ztepilého, kde je omezeno rozmnožování pomocí semen (Vávrová 2003).

Podle Falty (2002) je přirozená obnova chápána a vnímána ze dvou hledisek. Za první jako proces vedoucí ke vzniku nových generací stromů, jehož hlavními částmi je fruktifikace, klíčení, vzcházení, počáteční růst a vývoj mladých jedinců. Za druhé jako populace mladých jedinců dané dřeviny na určitém stanovišti.

Přirozená obnova má ve srovnání s obnovou umělou několik výhod, mezi které patří především biologické vlastnosti nových jedinců a záruka vhodnosti ekotypu, zvláště pak klimatotypu. Neméně důležitá výhoda je kvalita kořenového systému, který se od klíčení mohl přirozeně rozvíjet a nebyl deformován při pěstování ve školkách, nebo při výsadbě v lese (Kupka 2004, sec. Čermák 2011).

Přirozená obnova je jedním z hlavních prostředků přírodě blízkého a trvale udržitelného lesního hospodářství. Je to nástroj pro uchování a zvýšení druhové i vnitrodruhové diverzity lesních ekosystémů jako základní podmínky jejich ekologické stability. Úspěch přirozené obnovy závisí na množství a rozmístění

stromů schopných semenění, na výskytu semenného roku, na vhodnosti půdního povrchu a klimatických podmínek pro klíčení semen a zakořenění semenáčků, dále pak na stavech spárkaté zvěře a dalších neméně důležitých faktorech (Schwarz 1997).

2.4 Vliv stanovištních podmínek na přirozenou obnovu

Jednou z důležitých podmínek k zachování horských smrkových porostů je jejich schopnost přirozeného zmlazení. Klíčivost semen je často nízká a vzešlý nálet je, díky drsným klimatickým podmínkám a škodám způsobeným jelení zvěří, v prvních fázích růstu a vývoje velice redukován (Vacek 1981). Podle Hannsena (2003) hrají důležitou roli při vzcházení a přežívání semenáčků smrku ztepilého mikrostanovištní podmínky.

2.4.1 Nadmořská výška

S rostoucí nadmořskou výškou klesá kvalita i kvantita fruktifikace, dochází k prodlužování intervalu mezi jednotlivými semennými roky a projevuje se velký pokles klíčivosti semen (Vacek 1981). Klíčení semen a následné přežívání vyklíčených semenáčků souvisí s nadmořskou výškou. Významný faktor je pokles teploty s vyšší nadmořskou výškou a dále pak vliv sněhové pokrývky a přívalové vody (Schmidt-Vogt 1987, sec. Vávrová 2003).

2.4.2 Půdní poměry

Půdní vlhkost patří mezi důležitý faktor při klíčení a vývoji semenáčků smrku ztepilého. Optimální vlhkost pro zdárný vývoj semenáčků se uvádí 35 %. Příliš vysoká nebo příliš nízká půdní vlhkost klíčení semen výrazně snižuje (Richard a kol. 1958, sec. Falta 2002). Teplota půdy je neméně důležitý faktor pro přežívání semenáčků smrku v horských podmínkách. Při půdní teplotě 2 – 4 °C začíná aktivní růst kořenů smrkových semenáčků a vzrůstá až do 26 °C. Při teplotách nad 26 °C začíná pokles intenzity růstu (Brang 1996, sec. Vávrová 2003).

2.4.3 Expozice terénu

Expozice obecně je činitelem, který v horských oblastech kladně či záporně modifikuje stanovištní poměry podmíněné geograficky a nadmořskou výškou. V porovnání s jinými druhy dřevin je smrk citlivější na změnu expozice. Na jižní expozici je limitujícím faktorem pro klíčící semena sluneční záření a s ním související sucho. Na severní expozici semenáčky klíčí lépe, ale v pozdějším věku postrádají dostatek slunečního záření vlivem zastínění a jsou napadány patogenními houbami (Schmidt-Vogt 1987, sec. Vávrová 2003).

2.4.4 Reliéf terénu

Svahy jsou pro vzcházení semenáčků méně příhodné, díky rychlejšímu proudění vody při deštích, odnosu materiálu a špatným vlhkostním poměrům. Pokud semenáček dosáhne vyššího věku, přežívání je zde větší než v depresích (Hanssen 2003). Smrk často zmlazuje na vyvýšených místech terénu. Tato místa jsou velmi často tvořena odumřelými částmi stromů, které představují důležitý prvek ve zmlazení smrčín (Falta 2002).

2.4.5 Zastínění mateřským porostem

Světlo má velký význam jak pro bylinné druhy, tak je stejně důležité pro růst a vývoj většiny dřevin, včetně smrku ztepilého; to zvláště platí ve vysokohorských lesích (Balandier a kol. 2009). Podle Vávrové (2003) ovlivňuje míra zastínění mateřským porostem průchod tepla a světla do porostu. Větší korunový zápoj omezuje dopad sluneční energie na povrch půdy a následně limituje přežívání semenáčků. Menší zastínění působí na rozvoj bylinného patra porostu a jeho konkurenční schopnost. Korunový zápoj má významný vliv na skladbu mikrostanovištní mozaiky, konkrétně na pokryvnost přízemních vegetačních pater (Vávrova 2003).

2.4.6 Charakter půdního pokryvu

Podle Hanssena (2003), který ve své studii mikrostanovištních podmínek popisuje vliv vegetačního krytu, se ukázaly mechy (*Sphagnum spp.*, *Polytrichum commune*) a smrkový opad jako vhodný pokryv pro uchycení semenáčků, protože v opadu není konkurenční vliv bylinné vegetace a v mechu se udržuje stálá vlhkost. Z výzkumu

dále plyne, že semenáčky smrku přežívají lépe v opadu než na místech pokrytých mechem. Naopak méně vhodnými podmínkami se vyznačuje pokryv tvořený metličkou křivolakou (*Avenella flexuosa*) a také porost třtiny chloupkaté (*Calamagrostis villosa*) se považuje za nepříliš příznivé stanoviště pro klíčení a přežívání semenáčků (Vacek 1981); za nepříznivost může především kompetiční tlak těchto trav. Někteří autoři, jako například Schmidt-Vogt (1987), zaznamenali v porostu brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*) nepříznivý vliv na růst semenáčků smrku. Naopak Vacek (1981) zjistil v porostu brusnice borůvky poměrně příznivé podmínky a nepovažuje tudíž porost borůvky za překážku ve zmlazování smrku.

Pro přirozenou obnovu smrku ztepilého v subalpínském stupni hraje důležitou roli výskyt mrtvého dřeva. Rozkládající se dřevo poskytuje díky příznivému vodnímu režimu vhodné podmínky pro uchycení a klíčení semen a pro jejich další zdárný vývoj (Vávrová 2003).

2.5 Stresové faktory ovlivňující přirozenou obnovu

2.5.1 Imise

Vliv imisí na vývoj přirozené obnovy je nutné chápat v souvislosti se změnami, ke kterým dochází v rámci celého ekosystému horského smrkového lesa. Vstupující toxické látky jsou především roztoky kyseliny sírové a dusičné obsažené v kyselých dešťových srážkách. Obecně je přirozená obnova zasažena imisním zatížením především prostřednictvím těchto faktorů (Falta 2002):

- Zhoršením zdravotního stavu stromů a sníženou fruktifikací – klesá klíčivost semen, plodnost dřeviny je nižší s menšími rozměry a hmotností šišek.
- Dochází ke změně chemismu půdy a ke zhoršení příjmu živin semenáčky.
- Expanzivní růst některých druhů bylinného patra – z důvodu působení imisí na půdní vlastnosti, půdní mikroorganismy a defoliací porostů.

Imisně ekologické zatížení horských lesů se projevuje makroskopickými změnami asimilačních orgánů (žloutnutí, nekrózami, atd.), což vede k chřadnutí a odumírání stromů. Při dlouhodobé acidifikaci půd jsou z půdy vyplavovány bazické kationy (vápník, hořčík, draslík a sodík), půdy jsou příliš kyselé a půdní voda obsahuje

vysokou koncentraci toxických kovů, zejména hliníku. Následně dochází k odumírání jemných kořenů a ke zhoršení příjmu živin a vody. Kvůli hliníku dochází k blokování hořčíku, který je nezbytnou součástí chlorofylu (Hruška, Cienciala 2001).

2.5.2 Patogenní mikroorganismy a hmyz

Mezi významné patogenní mikroorganismy patří zástupci hub. Porosty z imisně postižených oblastí, které mají sníženou odolnost k houbovým patogenům, jsou náchylnější na poškozování (Falta 2002).

Semenáčky mohou být napadány kořenomorkou fialovou (*Helicobasidium purpureum*), houbou *Pestalozzia hartigii* a zástupci dalších rodů (*Verticillium*, *Fusarium*) aj. Tito parazité infikují především oslabené chřadnoucí semenáčky a jejich výskyt je vázán na nevhodné půdní podmínky (Falta 2002).

Květenství, šišky a semena poškozují zástupci hmyzu, mezi nejvýznamnější zástupce patří obaleč (*Laspeyresia strobilella*), zavíječ smrkový (*Dioryctria abietella*) a (*Lasiomma anthracina*) (Schmidt-Vogt a kol. 1989, sec. Falta 2002).

2.5.3 Fytofágní obratlovci

Z obratlovců nejvíce poškozují semenáčky smrku ztepilého jelení zvěř okusem, ta zároveň poškozují i starší porosty vzniklé z přirozené obnovy loupáním, ohryzem a následnými hnilobami (Čermák, Jankovský 2006). Následné poškození umožní invazi patogenních mikroorganismů a nestabilitu lesních porostů. Z řádu hlodavců nejvíce poškozují semenáčky hraboš mokřadní (*Microtus agrestis*) (Falta 2002).

Mezi další obratlovce, kteří ovlivňují přirozenou obnovu smrku, patří ptáci. Šišky a semena jsou poškozovány hlavně křivkou obecnou (*Loxia curvirostra*), s denní spotřebou semen 700 – 2 100 ks, méně často strakapoudem velkým (*Dendrocopos major*) a zástupci řádu holubovití (*Columbidae*) (Flousek 1997).

3. Metodika

3.1 Popis sledovaných lokalit

Svou práci jsem prováděl v Krkonoších na čtyřech trvalých výzkumných plochách (TVP), které založili pracovníci ÚEK AV ČR v roce 1992. Jedná se o plochy nacházející se v západní části Krkonoš (Alžbětinka) i ve východní části Krkonoš (Modrý důl, Slunečné údolí a Pašerácký chodníček). TVP byly umístěny v autochtonních porostech tak, aby umožnily sledovat vliv reakci horských smrčín na synergické působení klimatických a imisních faktorů na celém území Krkonoš. Výzkumné plochy se vyskytují v nadmořské výšce v rozmezí od 1 185 m do 1 317 m. Expozice svahů převládá jižní nebo jihozápadní, výjimku tvoří pouze TVP Alžbětinka, která má severozápadní expozici. Stručná charakteristika TVP je shrnuta v tabulce 2.

Výzkumné plochy byly založeny o rozměrech 50 x 50 m a rozděleny na 25 čtverců o rozměrech 10 x 10 m. Tyto čtverce o velikosti 100 m² byly rozděleny na 100 plošek (po 1 m²) a pomocí generátoru náhodných čísel byly vybrány v každém čtverci 4 plošky. Na každé lokalitě bylo zkoumáno dohromady 100 plošek o velikosti 1 m² (obr. 2). Tyto plošky jsou v terénu označeny pomocí plastových kolíků, na kterých je napsané číslo plošky a čtverce.

Tabulka 2: Stanovištní a porostní charakteristiky jednotlivých lokalit. Zdroj: Cudlín a kol. 1995.

TVP	Nadmořská výška (m)	Expozice	Sklon svahu (°)	Matečná hornina	Půdní typ	Stáří porostu (roky)	Zápoj korun (%)
Alžbětinka	1185	SZ	14	žula	Humusový podzol	200	35
Modrý důl	1237	J	22	rula	Mezotrofní kryptopodzol	121	65
Pašerácký chodníček	1317	JZ	18	svor	Humusový podzol, podzolový ranker	145	50
Slunečné údolí	1241	JZ	31	svor	rašelinový, humusový, rankerový podzol	154	60

3.1.1 Alžbětinka (Al)

Lokalita se nachází na severozápadním svahu Lysé hory v nadmořské výšce 1 192 m a její svažitost se pohybuje okolo 14°. Matečnou horninou této lokality je porfyrická žula a půdním typem je mezotrofní kryptopodzol. Na této TVP ještě nedošlo k rozpadu lesního porostu. V roce 1992 zde bylo zaznamenáno 65 živých a 60 mrtvých stromů s výškou v rozmezí od 15 do 25 m. Korunový zápoj činil 35 % (Cudlín, Chmelíková 1996). V roce 2000 se korunový zápoj snížil na 29 % (Vávrová, Cudlín 2010). Poškození porostu bylo odhadnuto na třetí stupeň (těžce poškozený porost). Koruny stromů vykazovaly nepravidelný tvar a vrcholy stromů byly často zlomené. V roce 1992 průměrná defoliace dosahovala 45 %. V roce 2012 průměrná defoliace se snížila na 36,5 % (Cudlín, nepublikované údaje). Žloutnutí jehlic bylo pozorováno na 38 % stromů a 83 % stromů v roce 1992 fruktifikovalo (Cudlín, Chmelíková 1996; 1999).

Společenstvo na této lokalitě patří do asociace *Athyrio alpestris-Piceetum typicum*, která má dobře provzdušněné a živinami bohaté půdy. Mezi zkoumanými lokalitami dosahovala v roce 1995 nejvyšší druhové diverzity (Soukupová, Rauch 1999).

3.1.2 Modrý důl (MD)

Tato TVP leží na jižním svahu Studniční hory v nadmořské výšce 1 237 m a vyznačuje se poměrně vysokou svažitostí 22°. Půdní typ na TVP je mezotrofní kryptopodzol, který se vyvinul na geologickém podloží tvořeném biotitickou rulou a vápenatým rohovcem.

V porovnání s ostatními plochami je TVP Modrý důl nejméně poškozený. Na počátku 90. let 20. století zde bylo napočítáno 114 živých a 44 mrtvých stromů. Výška stromů se pohybovala kolem 22 m. Korunový zápoj byl poměrně hustý a dosahoval 65 % (Cudlín a kol. 1995). V roce 2000 se korunový zápoj snížil na 54 % (Vávrová, Cudlín 2010). Podle míry poškození byl zařazen do druhého stupně (střední poškození). Stromy měly většinou široký tvar koruny s normální špičkou. V roce 1992 průměrná defoliace byla odhadována na 35 % (Cudlín, Chmelíková 1999). V roce 2012 průměrná defoliace nepatrně narostla na 37,3 % (Cudlín, nepublikované údaje).

Společenstvo na této lokalitě je klasifikováno jako *Calamagrostio villosae-Piceetum fagetosum*. Pro plochu bylo také charakteristické nejvyšší zastoupení holé půdy bez vegetace (37 %). Trávy zde pokrývaly 47 % povrchu půdy (Soukupová, Rauch 1999).

3.1.3 Slunečné údolí (SÚ)

TVP se nachází na jihovýchodním svahu Svorové hory v nadmořské výšce 1 241 m. Je nejsvažitější výzkumnou plochou se sklonem 31°. Geologické podloží je tvořeno svorem, svorovou rulou a granitem a půdními typy jsou rašelinový, humusový a rankerový podzol (Cudlín a kol. 1995).

Porost na této ploše byl na začátku 90. let 20. století relativně zachovalý. Na ploše se nacházelo 103 živých a 54 mrtvých stromů, jejich výška se pohybovala od 15 do 25 m. Korunový zápoj byl poměrně hustý a dosahoval 60 % (Cudlín

a kol. 1995). V roce 2000 se korunový zápoj podstatně snížil na 36 % (Vávrová, Cudlín 2010). Poškození porostu bylo klasifikováno druhým stupněm (střední poškození). Celková defoliace v roce 1992 byla odhadnuta na 29 % (Cudlín, Chmelíková 1999). V roce 2012 průměrná defoliace činila 38,7 % (Cudlín, nepublikované údaje).

Společenstvo, které roste na lokalitě Slunečné údolí, patří do asociace *Calamagrostio villosae-Piceetum typicum*. Druhová diverzita byla v roce 1995 střední a příliš se nelišila od lokality Modrý důl. Holá půda bez vegetace se zde nacházela na 19,2 % plochy a trávy pokrývaly více než 60 % půdy (Soukupová, Rauch 1999).

3.1.4 Pašerácký chodníček (PCh)

Tato TVP se nachází v blízkém sousedství předcházející TVP Slunečné údolí s tím rozdílem, že leží ve větší nadmořské výšce 1 317 m blízko horní hranice lesa. Průměrná svažítost této plochy je 18°. Podloží je tvořeno svorem, na kterém se vyvinuly půdní typy humusový podzol a podzolový ranker (Cudlín a kol. 1995).

Ve srovnání s ostatními TVP ve východních Krkonoších se tato plocha jeví jako nejvíce poškozená. V roce 1992 se vyskytovalo 154 živých a 127 mrtvých stromů s výškou v rozmezí od 11 do 16 m. Měřený korunový zápoj činil 50 % (Cudlín a kol. 1995). V roce 2000 se korunový zápoj snížil na 32 % (Vávrová, Cudlín 2010). Vzhledem k míře poškození porostu byl zařazen do třetího stupně poškození (silně poškozený les). Průměrná defoliace v roce 1992 dosahovala hodnoty 43 %. V roce 2012 průměrná defoliace klesla na 39,4 % (Cudlín, nepublikované údaje). Z výsledků výzkumu na lokalitě byla odvozena hypotéza, že dominantní stresové faktory jsou převážně klimatického původu (Cudlín a kol. 1995).

Vegetace na tomto stanovišti patří do asociace *Calamagrostio villosae-Piceetum typicum var. avenellosum*. Vzhled bylinného podrostu na ploše je značně ovlivněn trávou *Avenella flexuosa*. Její husté koberce doplněné o mech *Polytrichum formosum* pokrývaly celých 67,2 % plochy. Bez vegetace zůstalo 15,2 % plochy (Soukupová, Rauch 1999).

3.2 Sběr a zpracování dat

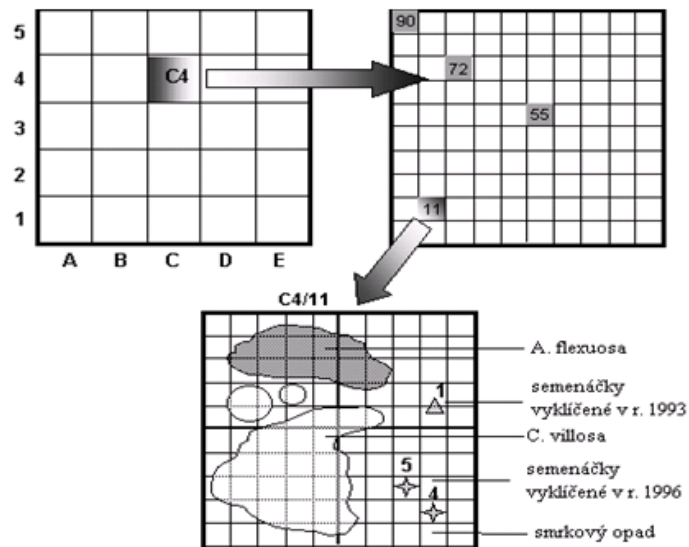
Během vegetační sezóny v roce 2013 byla na TVP prováděna následující terénní pozorování:

- Na jaře a na podzim byla zjišťována přítomnost a početnost jelena evropského, procházením výzkumné plochy, označením a zaznamenáním hromádek trusu.
- Na podzim probíhal průzkum výskytu semenáčků smrku ztepilého, hlavně nových semenáčků z roku 2013 a přeživších z minulých let. Poloha semenáčků byla zakreslena do pracovních listů s rozložením plošky. Dále se zjišťoval počet semenáčků jeřábu ptačího na celé výzkumné ploše a pomocí šuplery se měřil kořenový krček stromku.

3.2.1 Zjištění stavu semenáčků smrku ztepilého (*Picea abies*)

Sběr dat

Na ploškách 1 x 1 m byl sledován, na všech čtyřech lokalitách, výskyt a přežívání semenáčků smrku ztepilého a jejich počet a stáří, určené pomocí počtu ročních přírůstků. K přesnému vymezení a průzkumu plošky byl použit umělohmotný skládací čtvercový rám (o velikosti 1 x 1 m) s upínacími gumičkami k rozčlenění plošky na 10 x 10 cm, za účelem přesného zakreslení umístění jednotlivých semenáčků. Rozmístění jednotlivých semenáčků bylo zaznamenáno s přesností na 5 cm do mapek současně s informací o mikrostanovišti, ve kterém se semenáček nacházel. Semenáčky se nacházely na mikrostanovištích mech, smrkový opad, mrtvé dřevo, trouch, porost třtiny chloupkaté (*Calamagrostis villosa*), metličky křivolaké (*Avenella flexuosa*), brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*) a ostatní vegetace.



Obr. 2: Způsob rozdělení výzkumné plochy (50x50 m) na 25 čtverců o velikosti 10x10 m (A), náhodný výběr plošek o velikosti 1 m² ve čtvercích 10x10 m (B) a zakreslování semenáčků v ploškách o velikosti 1 m² (C). Zdroj: Falta 2002.

Statistické hodnocení vlivu plochy a mikrostanoviště na počty vyklíčených a přeživších semenáčků

K hodnocení byla použita data z let 2012 a 2013; byl testován vliv plochy a mikrostanoviště na počty vyklíčených semenáčků v roce 2012 a na podíly přeživších semenáčků do roku 2013. Byl testován i vliv počtu vyklíčených semenáčků na podíl přeživších v následujícím roce, (vzhledem k nejvyšším hodnotám klíčení na TVP Modrý důl a nejlepšímu přežívání na TVP Alžbětinka), byl ale neprůkazný a ve výsledcích již není uveden. Ve všech případech byla data z 1 m² čtverců spojena po 10 čtvercích.

Klíčení semenáčků smrku ztepilého v roce 2012

Počty semenáčků byly vyhodnoceny zobecněnými lineárními modely v programu R. Byla použita funkce glm, distribuce quasipoisson a logaritmická link funkce. Byly porovnávány modely s vysvětlujícími proměnnými:

- 1) plochou,
- 2) mikrostanovištěm,
- 3) plochou + mikrostanovištěm,
- 4) plochou * mikrostanovištěm (testování interakce).

Přežívání semenáčků smrku ztepilého v roce 2013

Podíly přežilých v roce 2013 byly hodnoceny logistickou regresí (funkce glm, quasibinomial distribuce – pro nadměrnou variabilitu). Tak jako u klíčení byly porovnávány modely s vysvětlujícími proměnnými:

- 1) plochou,
- 2) mikrostanovištěm,
- 3) plochou + mikrostanovištěm,
- 4) plochou * mikrostanovištěm (testování interakce).

3.2.2 Sledování pobytových znamení jelena evropského (*Cervus elaphus*)

Přítomnost a početnost jelena evropského byla zjišťována procházením výzkumných ploch a označením a zaznamenáním hromádek trusu na jaře a na podzim 2013. Tato metoda je založena na poznatku, že velcí kopytníci zanechají snadno poznatelný trus, který ukládají náhodně v prostoru a čase. Počet denních defekací pro jelena evropského je udáván od 11 do 14 (Neff 1968, sec. Síčová 2007).

V roce 2013 bylo provedeno jarní a podzimní sčítání hromádek trusu jelena evropského na vybraných TVP (Alžbětinka, Modrý důl, Sluneční údolí, Pašerácký chodníček).

Pro výpočet populační hustoty (N) v počtu kusů na 100 ha byl použit následující vztah:

$$N = \frac{100 * D}{(T * A * F)}$$

Kde D je počet nalezených hromádek trusu, T je délka akumulace trusu ve dnech, A je velikost sledované plochy v ha (0.25) a F je počet denních defekací (13). Během zimního období k rozkladu exkrementů skoro nedochází, takže doba T při prvním sčítání v červnu se může pohybovat až kolem 8 měsíců. Naopak během letního období je trus rychle rozkládán a při podzimním sčítání může být trus starý maximálně kolem 2 měsíců (Neff 1968, sec. Síčová 2007).

3.2.3 Zjištění stavu náletu jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*)

Na podzim roku 2013 bylo provedeno zjištění stavu jeřábu na všech čtyřech TVP. Přítomnost a celkový počet jeřábů byl zjišťován procházením výzkumné plochy. Pomocí šuplery se měřila tloušťka kořenového krčku jednotlivých nalezených semenáčků s přesností na milimetry. Zjištěné informace se zapisovaly do pracovních listů pro následné zpracování údajů do tabulky.

4. Výsledky

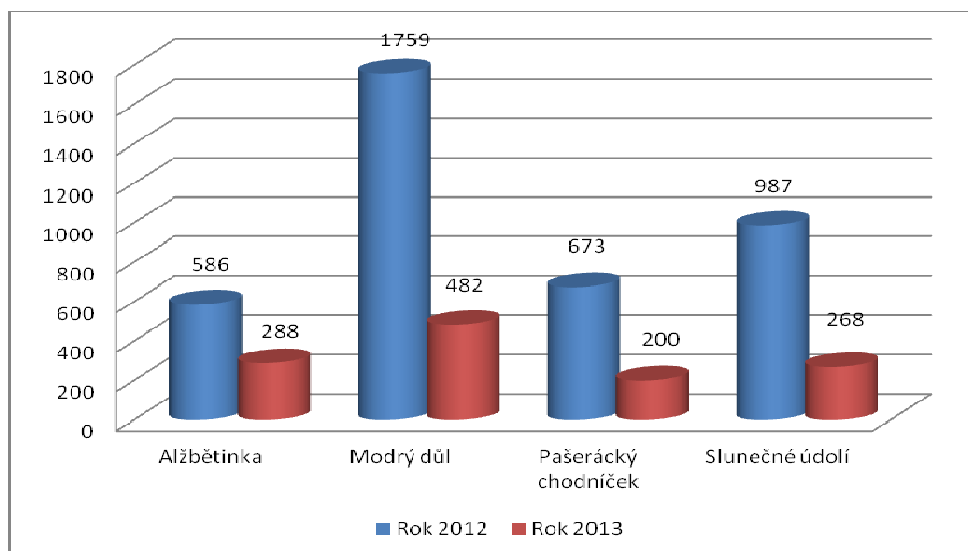
4.1 Stav semenáčků smrku ztepilého na 4 trvalých výzkumných plochách

4.1.1 Počty vyklíčených a přeživších semenáčků

Celkový počet vyklíčených semenáčků smrku ztepilého na jednotlivých TVP ze semenného roku 2012 a jejich přežití do roku 2013 na jednotlivých TVP, je uveden v tabulce 3 a na obr. 3. Na TVP Alžbětinka z počtu 586 ks vyklíčených semenáčků přežila do podzimu 2013 téměř polovička semenáčků (288 ks). Na TVP Modrý důl z celkového počtu 1 759 ks vyklíčených semenáčků přežilo do následujícího roku 482 semenáčků. Na TVP Pašerácký chodníček z počtu 673 ks vyklíčených semenáčků přežilo 200 ks a na poslední TVP Slunečné údolí z 987 ks přežilo pouhých 268 ks semenáčků.

Tab. 3: Počet vyklíčených semenáčků smrku ztepilého v roce 2012 a celkový počet přeživších semenáčků na jednotlivých TVP v roce 2013.

TVP	Rok 2012	Rok 2013	% přežití
Alžbětinka	586	288	49,1
Modrý důl	1759	482	27,4
Pašerácký chodníček	673	200	29,7
Slunečné údolí	987	268	27,2



Obr. 3: Počet vyklíčených semenáčků smrku ztepilého na jednotlivých TVP v roce 2012 a celkový počet přeživších semenáčků v roce 2013.

V tabulkách 4 a 5, obr. 4 a 5 je porovnáván celkový počet vyskytujících se semenáčků smrku ztepilého na jednotlivých TVP se zařazením do jednotlivých mikrostanovišť.

Tab. 4: Počet vyklíčených semenáčků na různých mikrostanovištích smrku ztepilého na jednotlivých TVP na 100 m² v roce 2012.

TVP/ mikrostanoviště	AF	CV	ME	OP	OS	TR	VM
Alžbětinka	87	4	152	150	9	37	147
Modrý důl	215	15	282	755	107	60	325
Pašerácký chodníček	169	8	186	170	9	51	80
Slunečné údolí	120	96	207	376	0	19	169

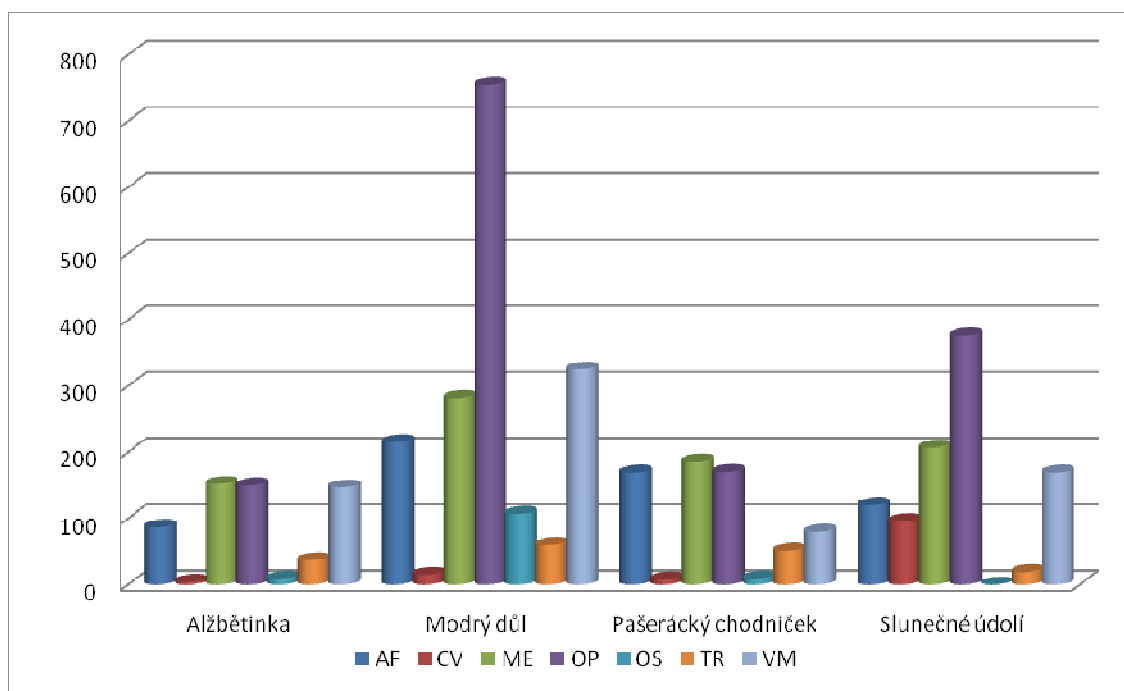
Zkratky mikrostanovišť: AF – A. flexuosa, CV – C. villosa, ME – mechorosty, OP – opad, OS – ostatní, TR – trouch, VM – V. myrtillus.

Nejčastější výskyt vyklíčených semenáčků smrku ztepilého v semenném roce 2012 na TVP Alžbětinka byl zjištěn v mechu (152 semenáčků), dále pak na opadu (150), v porostu VM (147), AF (87) a v trouchu (37); v porostech CV a ostatních rostlin byl výskyt semenáčků smrku zanedbatelný (4 a 9).

Na TVP Modrý důl byl největší počet vyklíčených semenáčků nalezen na v opadu (755), dále v porostu VM (325), v mechu (282), v porostu AF (215) a ostatních rostlin (107); nejmenší počet v trouchu (60) a v porostu CV (15 semenáčků).

Na TVP Pašerácký chodníček se největší počet vyklíčených semenáčků vyskytoval v mechu (186), dále na opadu (170), v porostech AF (169) a VM (80), v trouchu (51), a v porostu ostatních rostlin (9) a CV (8).

Na TVP Slunečné údolí byl nejvyšší výskyt vyklíčených semenáčků smrku ztepilého zaznamenán na v opadu (376), v mechu (207), v porostech VM (169), AF (120) a CV (96), v trouchu (19).



Obr. 4: Počet vyklíčených semenáčků smrku ztepilého, vyskytujících se na ploše 100 m² na určitém mikrostanovišti na jednotlivých TVP v roce 2012.

V tab. 5 a obr. 5 je porovnán vliv mikrostanoviště na jednotlivých TVP na počet přeživších semenáčků smrku ztepilého z roku 2012 do roku 2013.

Tab. 5: Počet přeživších semenáčků smrku ztepilého na různých mikrostanovištích na 100 m² na jednotlivých TVP z roku 2012 do roku 2013.

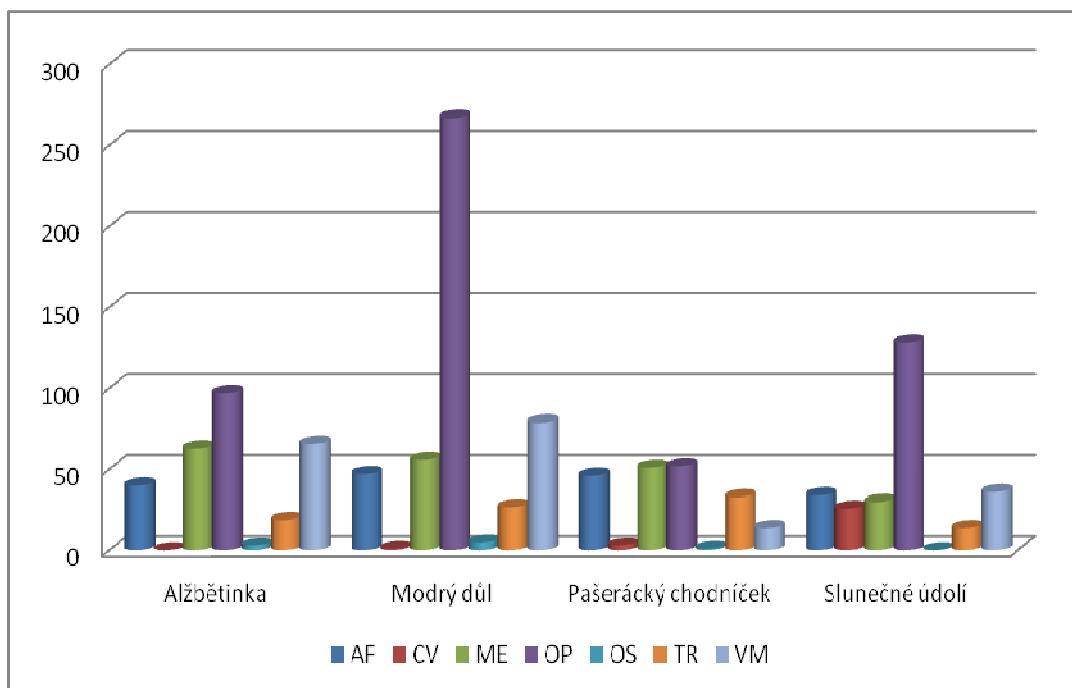
TVP / mikrostanoviště	AF	CV	ME	OP	OS	TR	VM
Alžbětinka	40	0	63	97	3	19	66
Modrý důl	47	1	56	267	5	27	79
Pašerácký chodníček	46	3	51	52	1	33	14
Slunečné údolí	34	26	30	128	0	14	36

Nejčastější výskyt přeživších semenáčků smrku ztepilého ze semenného roku 2012 na TVP Alžbětinka byl zjištěn v opadu (97 semenáčků), dále v porostu VM (66), v mechu (63), v porostu AF (40), v trouchu (19) a v porostu ostatních rostlin (3).

Na TVP Modrý důl byl největší počet přeživších semenáčků nalezen v opadu (267), dále v porostu VM (79), v mechu (56), v porostu AF (47) a v trouchu (27); v porostech ostatních rostlin a CV byl počet semenáčků velmi nízký (5 a 1).

Na TVP Pašerácký chodníček se největší počet přeživších semenáčků vyskytoval v opadu (52), v mechu (51) a v porostu AF (46), dále pak v trouchu (33) a v porostu VM (14) a nejméně v porostech CV a ostatních rostlin (3 a 1).

Na TVP Slunečné údolí byl nejvyšší výskyt přeživších semenáčků smrku ztepilého zaznamenaná v opadu (128), dále pak na v porostech VM (36) a AF (34), v mechu (30) a v porostu CV (26), nejméně pak v trouchu (14).



Obr. 5: Počet přeživších semenáčků smrku ztepilého, vyskytujících se na ploše 100 m² na určitém mikrostanovišti na jednotlivých TVP v roce 2013.

4.1.2 Vliv mikrostanoviště na klíčení semenáčků smrku ztepilého na trvalých výzkumných plochách

Srovnání zobecněných lineárních modelů s vysvětlujícími proměnnými i) plochou, ii) mikrostanovištěm, iii) plochou + mikrostanovištěm a iv) plochou * mikrostanovištěm (= model s interakcí) ukázalo, že data nejlépe vysvětluje model (Plocha * Mikrostanoviště). Mikrostanoviště vysvětlilo více variability než plocha (tab. 6).

Tab. 6: Vliv plochy a mikrostanoviště na počty vyklíčených semenáčků na TVP v roce 2012. Výsledky modelu s vysvětlujícími proměnnými plocha, mikrostanoviště a plocha*mikrostanoviště (model s interakcí).

	Df	Deviance	Resid.Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)
NULL			279	6282.3		
Plot	3	791.55	276	5490.7	24.9765	3.507e-14 ***
Micr	6	2512.10	270	2978.6	39.6333	< 2.2e-16 ***
Plot:Micr	18	501.29	252	2477.3	2.6363	0.0004386 ***

Vysvětlivky: Df – počet stupňů volnosti, Deviance – deviance vysvětlená proměnnou, čím vyšší, tím proměnná lépe vysvětluje data (mikrostanoviště vysvětluje více než plocha), Resid. Df – residuální stupně volnosti, Resid. Dev. – residuální deviance, F – tetsová statistika F

Pomocí Post-hoc Tukey testu byly zjištěny rozdíly mezi plochami v počtech vyklíčených semenáčků v roce 2012. Průkazně se lišila TVP Modrý důl od všech ostatních TVP (MD-AL, MD-PCH, MD-SU).

Dále byly post-hoc Tukey testem zjištěny následující průkazné rozdíly mezi mikrostanovišti v rámci jednotlivých ploch:

- AF-CV, AF-OP, AF-OS, AF-TR
- CV-ME, CV-OP, CV-VM
- ME-OP, ME-OS, ME-TR
- OP-OS, OP-TR, OP-VM
- VM-OS, VM-TR

Model zjistil i průkaznou interakci mezi plochou a mikrostanovištěm, což znamená, že je zde vedle hlavních efektů plochy a mikrostanovitě ještě nějaký efekt mikrostanoviště závislý na ploše – odlišný podle toho, o kterou plochu se jedná. Tato průkazná interakce byla zjištěna na TVP Modrý důl a Slunečné údolí. Na TVP Alžbětinka a Pašerácký chodníček rozdíly zjištěny nebyly.

Mezi mikrostanovišti v rámci jednotlivých ploch byly tedy nalezeny následující statisticky významné rozdíly v počtu vyklíčených semenáčků:

- AL: nejsou
- MD: AF-OP, CV-OP, OP-ME, OS-OP, TR-OP, VM-OP, VM-TR,
- PCH: nejsou
- SU: OP-CV, TR-OP

Vysvětlivky mikrostanovišt: AF – *Avenella flexuosa*, CV – *Calamagrostis villosa*, ME – mechorosty, OP – opad, OS – ostatní, TR – trouch, VM – *Vaccinium myrtillus*.

4.1.3 Vliv mikrostanoviště na přežívání semenáčků smrku ztepilého na trvalých výzkumných plochách

Data nejlépe vysvětlil model 3 (Plocha + Mikrostanoviště), model s interakcí nebyl průkazný. Mikrostanoviště opět vysvětlilo více než plocha, ale rozdíl v devianci nebyl tak velký, jako u klíčení (tab. 7).

Tab. 7: Vliv plochy a mikrostanoviště na podíly přeživších semenáčků na TVP v roce 2013. Výsledky modelu s vysvětlujícími proměnnými plocha a mikrostanoviště.

	Df	Deviance	Resid.Df	Resid. Dev	F	Pr(>F)
NULL			214	947.17		
Plot	3	100.90	211	846.26	11.2249	7.517e-07 ***
Micr	6	148.53	205	697.74	8.2613	5.087e-08 ***

Pomocí Post-hoc Tukey testu byly zjištěny rozdíly mezi plochami v přežívání semenáčků v roce 2013. Průkazně se lišila TVP Alžbětinka od všech ostatních TVP (AI-MD, AI-PCh, AI-SU).

Pomocí stejného testu byly zjištěny následující průkazné rozdíly mezi mikrostanovišti a jejich vhodnosti pro přežívání semenáčků:

(AF – TR, ME – OP, ME – TR, OP – OS, OP – VM, OS – TR, TR – VM).

Průkazná interakce mezi plochou a mikrostanovištěm pro přežívání semenáčků z roku 2012 do roku 2013 nebyla modelem potvrzena.

4.2 Výskyt jelení zvěře

Podle početního stavu jelení zvěře, udávaného pracovníky Správy KRNAP (tab. 8), je patrné, že se počet v průběhu let pohybuje okolo 500 ks na celém území KRNAP. Největší počty jelenů byly spočítány mezi lety 1990 a 1994, kdy se například v roce 1992 pohyboval počet okolo 829 ks, což je dvakrát více, než v roce 2007, kdy byl zjištěn nejnižší počet kusů (417 ks).

Tab. 8: Početní stavy jelení zvěře podle sčítání jarních stavů na území KRNAP (rok/počet ks). *Zdroj:* Jansa, ústní sdělení 2014.

1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
545	481	509	592	723	829	713	575	429	448	453	477	576	602
2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
496	468	480	514	516	469	417	503	526	500	501	502	539	505

Získaná data ze sledování pobytových znamení byla srovnána s daty z roku 1999, 2000, 2001 a 2007 (Síčová 2007), (tab. 9). Na TVP Pašerácký chodníček se jarní počet z roku 2007 snížil z 8 ks/100 ha na 3 ks/100 ha, což je početní stav podobný roků 1999 a 2000. Podzimní počty byly podobné jako v předešlých letech. Na TVP Alžbětinka se jarní i podzimní počty jelena evropského zvýšily v porovnání s předešlými lety. Na TVP Modrý důl se jarní počet nepatrně zvýšil na 2 ks/100 ha a podzimní počet stagnuje na podobné hodnotě z předešlých let. Na TVP Slunečné údolí se počty jelení zvěře v porovnání s lety 1999 a 2000 nezvyšují.

Tab. 9: Srovnání dat výskytu trusu a počtu kusů jelena evropského na 100 ha na trvalých výzkumných plochách v letech 1999, 2000, 2001, 2007 (Síčová 2007) s výsledky z roku 2013.

		Jaro		Podzim	
		trus	počty	trus	počty
plocha	rok	ks	ks/100ha	ks	ks/100ha
PCh	1999	18	2	27	14
	2000	21	3	64	32
	2001	-	-	71	36
	2007	79	8	86	44
	2013	29	3	80	41
AI	1999	0	0	1	1
	2000	6	1	14	7
	2001	0	0	13	6
	2007	-	-	28	14
	2013	11	2	30	15
MD	1999	1	0	0	0
	2000	2	0	2	1
	2001	10	1	9	4
	2007	2	0	3	2
	2013	13	2	6	3
SÚ	1999	1	0	9	5
	2000	2	0	15	8
	2001	-	-	-	-
	2007	-	-	-	-
	2013	1	0	11	5

4.3 Stav náletu jeřábu ptačího

Výsledky z pozorování náletových semenáčků jeřábu ptačího na výzkumných plochách jsou bohužel statisticky nehodnotitelné z důvodu malého počtu semenáčků na jednotlivých plochách (např. na Alžbětince a Pašeráckém chodníčku). Proto jsou data uvedena pouze v tabulce 10, kde jsou údaje z výzkumu z roku 2013 porovnány

s rokem 2007 (Síčová 2007). Největší počet semenáčků jeřábu ptačího je na TVP Modrý důl, kde v roce 2007 bylo nalezeno 50 ks a v roce 2013 už 118 ks. Na TVP Pašerácký chodníček a Alžbětinka se počet semenáčků mezi lety 2007 a 2013 výrazně nezměnil, v roce 2013 se na obou plochách vyskytovalo 8 ks. Na TVP Slunečné údolí byl zjištěn velký nárůst počtu semenáčků jeřábu (24 ks), protože v roce 2007, i v předchozích letech, nebyly semenáčků jeřábu na této ploše nalezeny.

Tab. 10: Porovnání počtu a průměrné tloušťky kořenového krčku náletových semenáčků jeřábu ptačího mezi výzkumem z roku 2007 (Síčová 2007) a výzkumem z roku 2013.

Plocha	Rok	Počet jeřábů	Průměr koř. krčku
		ks/TVP	(mm)
PCh	2007	2	3,4
	2013	8	1,7
Al	2007	7	3,8
	2013	8	3,8
MD	2007	50	8
	2013	118	4
SÚ	2007	0	0
	2013	24	3,5

5. Diskuse

Pro předpověď dalšího vývoje přirozených horských smrčín v Krkonoších je velice důležité mít informace o klíčení a přežívání semenáčků smrku ztepilého. V této práci byly sledovány semenáčky, které vyklíčily v roce 2012 a počet přeživších semenáčků do podzimu 2013. Vávrová (2003) zjistila, že nejlepší podmínky pro přežívání semenáčků v roce 1997 měla TVP Alžbětinka a nejhorší TVP Slunečné údolí. Toto tvrzení potvrzují i moje výsledky z roku 2013, kde nejlepší podmínky pro přežívání byly na TVP Alžbětinka, dále na TVP Pašerácký chodníček a nejhorší podmínky byly na TVP Modrý důl a Slunečné údolí. Vávrová (2003) konstatovala, že úspěšnost přežívání semenáčků je do značné míry nepřímo úměrná jejich množství. Toto tvrzení se potvrdilo i v roce 2012, protože nejméně semenáčků vyklíčilo na TVP Alžbětinka, kde jich nejvíce přežilo (49 %). A naopak na TVP Modrý důl, kde byl největší počet vyklíčených semenáčků z roku 2012, přežilo do podzimu 2013 pouze 27 % semenáčků smrku ztepilého.

Dále jsem detailně sledoval na jednotlivých TVP příhodnost vybraných mikrostanovišť pro vzcházení a přežívání semenáčků smrku ztepilého. Většina autorů (Falta 2002; Vávrová a kol. 2006) se shoduje na tom, že zpravidla je vysoký počet vyklíčených semenáčků na rozkládajícím se dřevě, což ale mé výsledky nepotvrdily; množství vyklíčených semenáčků v trouchu patřilo k nejmenším ze sledovaných mikrostanovišť a naopak procento přeživších semenáčků bylo ze všech mikrostanovišť nejlepší. Malý počet vyklíčených semenáčků v trouchu samozřejmě souvisí i s jeho malým zastoupením na sledovaných plochách; protože však jde o stejné plochy, jako sledovali Vávrová a kol. 2006, víme, že v této době nebylo zastoupení trouchu výrazně větší. Zjištěný rozdíl by mohl být způsoben rozdílným průběhem počasí ve sledovaných letech.

Mé výsledky naopak potvrdily často citované zjištění, že nejpříznivějším mikrostanovištěm pro klíčení semenáčků je opad (Falta 2002; Vávrová 2003; Jonášová a Prach 2004). Jako vhodné mikrostanoviště pro klíčení byl v roce 2012 zaznamenán také mech a brusnice borůvka, podobně jako u dalších autorů (Vacek 1981, Vávrová a kol. 2006). Ale naopak Jonášová a Prach (2004) považují porost brusnice borůvky jako nepříznivé pro semenáčky smrku ztepilého.

Srovnání dat ze sledování pobytových znamení jelení zvěře z roku 1999, 2000, 2001 a 2007 (Síčová 2007) s rokem 2013 ukázalo nepatrné snížení počtů jelena evropského na TVP Pašerácký chodníček, kde na jaře roku 2007 bylo přepočteno na 100 ha 8 ks jelení zvěře, v roce 2013 to bylo 3 ks/100 ha. Na TVP Alžbětinka a Modrý důl se počty zvyšují, ale je to pouze nepatrný nárůst, který může být způsobený náhodným přechodem jelení zvěře přes TVP. Nejméně zatížená TVP je Slunečné údolí, kde jarní počty jsou nulové a podzimní se pohybují okolo 5 ks/100 ha jelení zvěře; u této plochy by nízké počty jelena mohly být způsobeny největším sklonem svahu (32°) ze všech TVP a horší prostupností plochy, způsobenou vyvrácenými stromy po větrném polomu na asi 1/5 plochy.

Srovnání dat z přirozené obnovy jeřábu ptačího v roce 2007 (Síčová 2007) s rokem 2013 ukázalo zvyšující se počty jeřábů na jednotlivých TVP. Největší zmlazení bylo zjištěno na TVP Modrý důl, kde se počet 50 ks z roku 2007 navýšil na 118 ks v roce 2013. Na TVP Slunečné údolí byl zjištěn v roce 2013 velký nárůst počtu jeřábu (24 ks) oproti předchozím letům; je to poměrně značný počet i v porovnání s TVP Alžbětinka a Pašerácký chodníček. Tento současný stav by mohl mít spojitost s malou hustotou jelení zvěře na TVP Slunečné údolí. Na TVP Pašerácký chodníček se i přes velký výskyt jelení zvěře semenáčky jeřábu vyskytují; počet jeřábů tam vzrostl z 2 ks (2007) na 8 ks. Podobné je to na TVP Alžbětinka, kde zůstal počet jeřábů prakticky stejný (7 ks v roce 2007, 8 ks v roce 2013). Spojitost početnosti semenáček jeřábu ptačího na jednotlivých TVP s hustotou jelení zvěře potvrzují i TVP Modrý důl a Slunečné údolí, kde je nejmenší hustota jelení zvěře na 100 ha a největší výskyt semenáček.

6. Závěr

Výsledky výzkumu ukázaly na poměrně velké rozdíly mezi jednotlivými TVP jak při klíčení, tak i přežívání semenáčků smrku ztepilého. Poměrně velký pokles korunového zápoje na všech TVP se zatím neprojevil na úspěšnosti přežívání semenáčků smrku. Nejvhodnější podmínky pro klíčení jsou podle výsledků stále na TVP Modrý důl a pro přežívání na TVP Alžbětinka. Pro vzcházení a přežívání semenáčků smrku ztepilého se potvrdila důležitost mikrostanovištních podmínek. Výsledky z roku 2013 potvrdily, že nejúspěšnějšími mikrostanovišti pro klíčení smrku ztepilého na dlouhodobě sledovaných TVP jsou opad a mech a nejméně vhodnou je třtina chloupkatá. Pro přežívání semenáčků smrku ztepilého se jako nejlepší mikrostanoviště (podle procenta přeživších semenáčků), obdobně jako v předchozích výzkumech, jevíly trouch a opad.

Počty jelena evropského několik let stagnují na hranici 500 kusů na celém území KRNAP. Ze sledování pobytových znamení je patrné, že se jelení zvěř pohybuje ve větších počtech pouze na TVP Pašerácký chodníček a na ostatních TVP jen v menším počtu. Přirozená obnova jeřábu ptačího se pozitivně zvyšuje. K největšímu nárůstu došlo na TVP Modrý důl a Slunečné údolí, což může souviset s nejnižším výskytem jelena evropského na těchto plochách; i na ostatních TVP se však jeřáb začíná obnovovat.

7. Přehled použité literatury a zdrojů

Balandier, P., Marquier, A., Dumas, Y., Gaudio, N., Philippe, G., Da Silva, D., Adam, A., Ginisty, C., Sinoquet, H. (2009): Light sharing among different forests strata for sustainable management of vegetation on regeneration. In: Proc. International Scientific Conference „Forestry in Achieving Millenium Goals“, Novi Sad, s. 81 – 86.

Brang, P. (1996): Ansamungsgut und Verteilung der Direktstrahlung in schlitzförmigen Bestandsöffnungen zwischenalpiner Fichtenwälder. Schweiz. Z. Forstwes 147: 761-784.

Cudlin, P., Chmelíková, E. (1996): Degradation and restoration processes in crowns and fine roots of polluted montane Norway spruce ecosystems. Phytion 36: 69 – 76.

Cudlín, P., Chmelíková, E., Rauch, O. (1995): Monitoring of Norway spruce forest stand response to the stress impact in the Krkonoše Mts. In: Proc. Int. Conf. IUCN & MAB, Mountain National Parks and Biosphere Reserves: Monitoring and Management, September 1993, Špindlerův Mlýn, CZ, Office of Krkonoše National Park, Vrchlabí, s. 75-80.

Cudlin, P., Chmelíková, E. (1999): Fine root regenerative potential of montane Norway spruce under pollution impal. Phytion 39: 143 – 147.

Čermák, P., Jankovský, L. (2006): Škody ohryzem, loupáním a následnými hnilobami. Lesnická práce, Brno, 50 s.

Čermák, M. (2011): Vliv stanovištních podmínek na přirozenou obnovu smrkových porostů po větrném polomu na Černé hoře (NP Šumava). Diplomová práce, Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice, 87 s.

Demek, J. a kol. (1987): Hory a nížiny. Zeměpisný lexikon ČSR, Praha, 643 s.

Falta, V. (2002): Přežívání semenáčků smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.) a jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia* L.) v narušených lesních ekosystémech Krkonoš a Krušných hor. Disertační práce, Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice, 131 s.

Flousek, J. a kol. (1994): Krkonoše/Karkonosze bilateral biosphere reserve, In: Jeník, J. (ed.), Biosphere reserves on the crossroad of central Europe, Czech Republic –Slovak Republic, Praha, s. 17 – 32.

Flousek, J. (1997): Monitoring ptáků a savců v Krkonošském národním parku. In: Geoekologiczne problemy Karkonoszy, Przesieca, s. 15-21.

Flousek, J. a kol. (2007): Krkonoše. Příroda, historie, život. Baset, Praha, 864 s.

- Hanssen, K. H. (2003): Natural regeneration of *Picea abies* on small clear-cuts in SE Norway. *Forest Ecology and Management* 180: 199 – 213.
- Hladný, J., Sýkora, B. (1983): Klimatologie, hydrologie a sněhová pokrývka. In: Sýkora B. (ed.), *Krkonošský národní park*, Praha: 33 – 44.
- Hruška, J., Cienciala E. (eds.) (2001): Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd – limitující faktor současného lesnictví, MŽP, Praha, s. 12 – 85.
- Jeník, J. (1996): *Biosferické rezervace České republiky*, Praha, 160 s.
- Jonášová, M., Prach, K. (2004): Central-European mountain spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forests: Regeneration of tree species after a bark beetle outbreak. *Ecological Engineering* 23: 15-27.
- Kupka, I. (2004): Přirozená a umělá obnova, jejich přednosti, omezení a nevýhody. In: *Přirozená a umělá obnova – přednosti, nevýhody a omezení*, Sborník ze semináře, 23. března 2004, Kostelec nad Černými lesy, ČZU Praha, s. 5-7.
- Míchal, L. a kol. (1992): *Obnova ekologické stability lesů*, Praha, 169 s.
- Míkška, M. a kol. (2000): *Oblastní plán rozvoje lesů PLO 22 – Krkonoše*, Brandýs n. L., 376 s.
- Moravec, J. (red.) (2002): *Přehled vegetace České republiky, Svazek 3 – Jehličnaté lesy*. Academia, Praha, 127 s.
- Neff, J. D. (1968): The pellet-group count technique for big game trend, census, and distribution: a review. *The Journal of Wildlife management* 32: 597-614.
- Plíva, K., Žlábek, I. (1986): *Přírodní lesní oblasti ČR*, Praha, 313 s.
- Plíva, K. (1991): *Funkčně integrované lesní hospodářství, 3. díl, Modely hospodářských opatření*, ÚHÚL, Brandýs nad Labem, 132 s.
- Richard, F., Chausson, J. S., Surber, E. (1958): Der Einfluss der Wasserbedingung und der Bodenstruktur auf das wachstum von Fichtenkeimlingen. *Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswes* 34: 1 – 34.
- Schmidt-vogt, H. (1987): *Die Fichte. 2.Auflage, Band I*, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 647 s.
- Schmidt-vogt, H. (1989): *Die Fichte. 1.Auflage, Band II/2*, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 600 s.
- Schmidt-vogt, H. (1991): *Die Fichte. Band II/3*, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 781 s.

- Schwarz, O. (1997): Rekonstrukce lesních ekosystémů Krkonoš, Správa KRNAP, Vrchlabí, 174 s.
- Síčová, P. (2007): Vliv obratlovců na obnovu smrkových a jeřábových porostů v přirozených smrčínách Krkonoš, Bakalářská práce, Zemědělská fakulta Jihočeské univerzity, České Budějovice, 36 s.
- Soukupová, L., Rauch, O. (1999): Floor vegetation and soil of acidified *Picea abies* forests in the Giant Mountains (Central Europe). *Preslia* 71: 257 – 275.
- Správa KRNAP (2010): Plán péče o KRNAP a jeho OP 2010-2020 přehled, Vrchlabí, 30 s.
- Vacek, S. (1981): Vyhlídky na úspěch přirozené obnovy v ochranných horských lesích Krkonoš. *Lesnická práce* 60: 118 – 124.
- Vacek, S. (ed.) (2003): *Horské lesy České Republiky*, Mze, Praha, p. 170 - 193.
- Vacek, S. a kol. (2006): *Lesy a ekosystémy nad horní hranicí lesa v národních parcích Krkonoš*, Praha, 112 s.
- Vacek, S., Balcar, V. (1992): Příspěvek k ekologii lesních dřevin v Krkonoších. In: Matějka, K. (ed.), *Studium horských lesních ekosystémů a jejich poškození v České republice*, Ústav krajinné ekologie, České Budějovice, s. 91 – 96.
- Vacek, S., Simon, J., Remeš, J. (eds.) (2007): *Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů*. *Lesnická práce*, Praha, 448 s.
- Vacek, S., Podrázský, V., Matějka, K. (2000): Stav a vývoj lesních půd na TPV v Krkonoších v letech 1980-1998. *Opera Corcontica* 37: 150 – 155.
- Vávrová, E. (2003): Přirozená obnova smrku ztepilého (*Picea abies*) a dynamika sukcese dominant bylinného patra v průběhu rozpadu horských smrkových ekosystémů v Krkonoších. Diplomová práce, Depon. In *Knihovna Ústavu životního prostředí Př F UK, Praha*, 85 s.
- Vávrová, E., Cudlín, P., Šerá, B. (2006): Trendy přirozené obnovy klimaxových smrčín Krkonoš. *Zprávy Čes. Bot. Společ.*, Praha, 41, *Mater.* 21: 227 – 237.
- Vávrová, E., Cudlín, P. (2010): Průběh dynamiky přízemní vegetace v závislosti na rozpadu a následné regeneraci stromového patra v horských smrčínách Krkonoš v období 1995-2006. *Opera Corcontica* 47/2010 *Suppl.* 1: 179 – 188.

Internetové zdroje:

ANONYMUS 1

<http://www.krnap.cz/vyznamna-data-krnap/>

Správa Krkonošského národního parku, (6. 3. 2014)

ANONYMUS 2

<http://www.krnap.cz/ochrana-prirody-a-pece-o-np/>

Správa Krkonošského národního parku, (6. 3. 2014)

ANONYMUS 3

<http://www.krnap.cz/charakter-soucasnych-lesu/>

Správa Krkonošského národního parku, (6. 3. 2014)

Přílohy

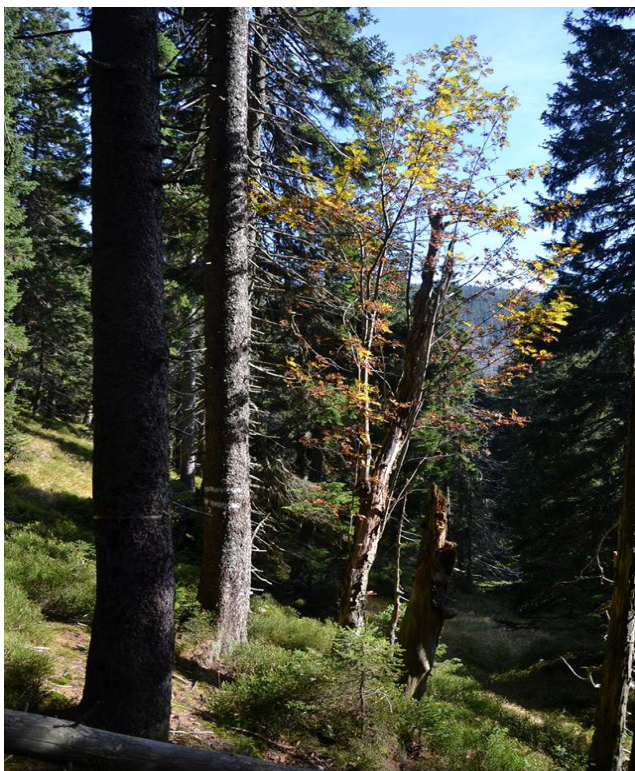
Příloha č. 1: TVP Modrý důl.



Příloha č. 2: TVP Pašerácký chodníček.



Příloha č. 3: TVP Slunečné údolí. Foto: Martin Čermák.



Příloha č. 4: TVP Alžbětinka.



Příloha č. 5: Trus jelena evropského (*Cervus elaphus*).

