

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Zemědělská fakulta

Vliv stanovištních podmínek na přirozenou obnovu smrkových
porostů na Šumavě

Vypracoval: Martin Čermák

Vedoucí práce: RNDr. Pavel Cudlín, CSc.

České Budějovice 2009

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Katedra agroekologie
Akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Martin ČERMÁK**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Agroekologie**

Název tématu: **Vliv stanovištních podmínek na přirozenou obnovu
smrkových porostů na Šumavě**

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

Cíl práce: založení třech trvalých výzkumných ploch včetně detailního zaměření a vytvoření GIS vrstev; zjistit stav korun smrku ztepilého a přízemní vegetace; zjistit vliv vybraných stanovištních podmínek (reliéf, zastínění, vegetace) na přirozenou obnovu horských smrčín.

Postup řešení: Ve vegetačním období v roce 2008 budou vytyčeny na Šumavě tři trvalé výzkumné plochy, reprezentující plochu poškozenou orkámem Kyrill (vyklizená a nevyklizená varianta) a nepoškozený les. Pomocí laserových přístrojů budou plochy zaměřeny, včetně terénních nerovností a postavení stromů a průmětů korun.

Na plochách bude charakterizováno poškození korun (Cudlín a kol. 2001), stav přirozené obnovy v závislosti na půdním krytu a orientačně i zátěž zvěří.

Z naměřených údajů budou zkonstruovány základní vrstvy v GIS prostředí (digitální model terénu, zaměření stromů a průmětů korun) a pomocí statistických metod bude vyhodnocen vliv vybraných stanovištních podmínek (reliéf, zastínění, vegetace) na přirozenou obnovu horských smrčín.

Pro vypracování práce budou použity výsledky předchozího dlouhodobého výzkumu Ústavu systémové biologie a ekologie AV ČR v rámci několika projektů na téma "Vliv stavu porostů na přirozenou obnovu smrku ztepilého" (Jonášová a Matějková, 2007; Cudlín a kol., 2001, 2003) a vlastní terénní šetření v přirozených smrčínách 8. lvs na Šumavě na trvalých výzkumných plochách.

Rámcová osnova:


1. Úvod, 2. Literární rešerše, 3. Cíl a hypotézy, 4. Charakteristika studovaného území, 5. Metody, 6. Popis stanovištních podmínek na trvalých výzkumných plochách včetně stavu korun smrku ztepilého a přízemní vegetace, 7. Vliv vybraných stanovištních podmínek na přirozenou obnovu horských smrčín, 8. Diskuze, 9. Závěr, 10. Summary, 11. Přehled použité literatury, 12. Přílohy.

Rozsah grafických prací: **dle potřeby, doporučuje se využití fotografií**
Rozsah pracovní zprávy: **40 - 50 stran**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury: **viz příloha**

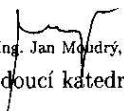
Vedoucí bakalářské práce: **RNDr. Pavel Cudlín, CSc.**
Konzultant bakalářské práce: **Mgr. Magda Jonášová, Ph.D.**
ÚSBE AV ČR

Datum zadání bakalářské práce: **13. února 2008**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2009**

ČESKÁ UNIVERZITA
ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentůvák 13
276 05 České Budějovice


prof. Ing. Miloš Soch, CSc.
děkan

L.S.


prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 13. února 2008

Příloha zadání bakalářské práce

Seznam odborné literatury:

- ATTIWILL, P. M., (1994): The disturbance of forest ecosystems: the ecological basis for conservative management. *For. Ecol. Manage.* 63: 247 - 300.
- BONAN, G. B. and SHUGART, H. H., (1989): Environmental factors and ecological processes in boreal forests. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* 20: 1 - 28.
- CUDLÍN, P., MORAVEC, I., CHMELÍKOVÁ, E., (2001): Retrospektivní sledování stavu smrkových ekosystémů v Národním parku Šumava. *Silva Gabreta* 6: 249 - 258.
- CUDLIN, P., GODBOLD, D. L., BONIFACIO, E., EGLI, S., FRITÉZ, H. W., GONTHIER, P., CHMELÍKOVÁ, E., KOWADLIN, 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.
- CUDLÍN, P., NOVOTNÝ, R., MORAVEC, I., CHMELÍKOVÁ, E., (2001): Retrospective evaluation of the response of montane forest ecosystems to multiple stress. *Ekológia* 20: 108 - 124.
- FISCHER, A., LINDNER, M., ABS, C. and LASCH, P., (2002): Vegetation dynamics in central European forest ecosystems (near-natural as well as managed) after storm events. *Folia Geobot.* 37: 17 - 32.
- JONÁŠOVÁ, M., MATĚJKOVÁ, I. (2007): Natural regeneration and vegetation changes in wet spruce forests after natural and artificial disturbances. *Canadian Journal of Forest Research* 37(10): 1907 - 1914.
- VACEK, S. (ed.) (2003): *Horské lesy České Republiky*. Mze, Praha, 318 p.
- VACEK, S., SIMON, J., REMEŠ, J. (eds.) (2007): *Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů.- Lesnická práce*, Kostelec n. Č. L., 447 p.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 11.4.2009

.....

Touto cestou bych rád poděkoval všem, kteří jakýmkoliv způsobem přispěli ke vzniku této bakalářské práce. Zejména svému vedoucímu diplomové práce panu RNDr. Pavlu Cudlínovi za vedení, odbornou pomoc, rady a připomínky, které mi poskytoval během vypracování celé práce. Dále pak své konzultance RNDr. Evě Vávrové za odbornou pomoc při sběru a zpracování dat a Bc. Františku Havlíčkovi za pomoc při terénních pracích. V neposlední řadě bych také rád chtěl poděkovat své rodině za trpělivost a podporu během mého studia.

OBSAH

SOUHRN.....	3
SUMMARY.....	4
1 ÚVOD	5
2 LITERÁRNÍ ÚVOD	7
2.1 Národní park Šumava	7
2.1.1 Geografické a klimatické podmínky	8
2.1.2 Geologické a půdní poměry	9
2.1.3 Lesní společenstva	10
2.2 Ekosystém horských klimaxových smrkových porostů	11
2.2.1 Struktura horských klimaxových smrkových porostů	11
2.2.2 Biodiversita horských klimaxových smrkových porostů	12
2.2.3 Environmentální zátěž klimaxových smrkových porostů	13
2.3 Umělá obnova v Národním parku Šumava	15
2.4 Přirozená obnova smrkových porostů	16
2.5 Mikrostanovištní podmínky ovlivňující přirozenou obnovu	16
2.5.1 Půdní poměry	16
2.5.2 Nadmořská výška	17
2.5.3 Expozice terénu	17
2.5.4 Reliéf terénu	17
2.5.5 Zastínění mateřským porostem	17
2.6 Stresové faktory ovlivňující přirozenou obnovu	18
2.6.1 Patogenní mikroorganismy a hmyz	18
2.6.2 Fytofágní obratlovci	18
2.6.3 Imise	18
2.7 Výzkum přirozené obnovy horských smrčín v České republice	19
3 METODY	20
3.1 Popis lokalit	20
3.2 Sběr dat	21
3.3 Zpracování dat	22
4 VÝSLEDKY	24
4.1 Porovnání počtu semenáčků na různých mikrostanovištích mezi výzkumnými plochami	24

4.2 Porovnání počtu semenáčků různých věkových kategorií mezi výzkumnými plochami	25
4.3 Porovnání věkových tříd podle závislosti na mikrostanovišti	26
4.4 Porovnání počtu semenáčků různého stáří mezi zkoumanými plochami	32
4.5 Vliv zastínění na výskyt semenáčků různého stáří na lesní ploše	37
5 DISKUSE	42
6 ZÁVĚR	44
7 LITERATURA	45
PŘÍLOHA	

SOUHRN

Přirozená obnova je nejdůležitějším procesem pro udržení stability horských klimaxových smrčín a pro uchování jejich autochtonního charakteru. Cílem předkládané práce bylo zhodnotit stav přirozené obnovy smrku ztepilého na třech trvalých výzkumných plochách s rozdílným managementem po větrné disturbanci z ledna 2007. Dalším cílem bylo zhodnocení vlivu mikrostanovištních podmínek na vzházení a přežívání náletových semenáčků smrku ztepilého a také vlivu zastínění na výskyt semenáčků. Výzkum se uskutečnil na Černé hoře na Šumavě, v srpnu až říjnu 2008.

Výsledky ukázaly, že nejvíce semenáčků různých věkových kategorií smrku ztepilého se nacházelo v nenarušeném lese. Nejmenší počet semenáčků byl zjištěn ve vyklizeném polomu, kde se díky mechanickému narušení během asanace a následnou nepříznivostí stanoviště pro vzejití a přežívání semenáčků, nacházel velmi malý počet jak jednoletých, tak starších semenáčků smrku ztepilého. V ponechaném polomu byl zjištěn větší výskyt starších semenáčků, což může naznačovat větší šanci pro budoucí přirozený vývoj porostu, než u plochy asanované.

Nejpříznivějšími mikrostanovišti pro přežívání semenáčků a jejich zdárný vývoj se ukázaly trouh, mrtvé dřevo a také opad, a to na všech třech výzkumných plochách. V lese byly pro přežívání semenáčků ještě významné porosty brusnice borůvky a mikrostanoviště mech; na ostatních plochách se tato dvě mikrostanoviště takřka nevyskytovala. Porosty třtiny chloupkaté a metličky křivolaké se na všech třech plochách ukázaly pro vzházení a rozvoj semenáčků jako velmi nepříznivé. Zatímco nejmladší a nejstarší semenáčky dávaly přednost středně zastíněným místům, středně staré (2-7leté) semenáčky se nejvíce vyskytovaly na osluněných místech.

SUMMARY

Natural regeneration seems to be the most important process in maintaining autochthonous mountain forest ecosystem. The main aim of my thesis was to evaluate natural regeneration status of Norway spruce forest stands on three research plots with different forest management after windstorm disturbance in January 2007. In addition, an evaluation of micro-site conditions influence on germination and surviving of spruce seedlings and shade effect was carried out on the Černá hora Mt. in the Šumava Mts. from August to October 2008.

The biggest quantity of seedlings of all age categories was found in the untouched forest, the least quantity in the managed windstorm plot, where seedlings were damaged by management and stressed by dry conditions. In non-managed windstorm plot the higher quantity of seedlings was observed; it can result in better forest regeneration.

Rotten wood, dead wood and litter were evaluated on all three research plots as most favourable micro-sites for seedling surviving. In the forest, *Vaccinium myrtillus* and mosses were also suitable for natural regeneration; these two micro-sites were not almost situated on both windstorm plots. Stands of *Calamagrostic villosa* and *Avenella flexuosa* proved to be very non-favourable for germination and surviving of spruce seedlings.

Meanwhile youngest and oldest seedlings preferred middle shaded places, middle aged (3-7-year-old) seedlings were most numerous in the sunny places.

1 ÚVOD

Důležitou vlastností pro udržení ekologické stability horských klimaxových smrčín a zachování jejich autochtonního charakteru je jejich přirozená schopnost obnovy ze semenáčků (Falta a kol. 1999). Mikrostanovištní podmínky hrají důležitou roli při vzcházení a přežívání semenáčků smrku ztepilého (*Picea abies* /L./ Karst.), za hlavní složky mikrostanoviště jsou považovány mikrorelief, vrstva humusu a přízemní vegetace (Ohlson & Zackrisson 1992; Hörnberg a kol. 1997; Kupferschmid & Bugmann 2005, *sec.* Vávrová a kol. 2007). Přízemní vegetace soupeří se semenáčky smrku ztepilého o vodu, světlo a živiny a v některých případech může inhibovat klíčení semen a následný růst semenáčků též alelopaticky (Hanssen 2003, *sec.* Vávrová a kol. 2007).

Předkládaná práce se snaží přispět k získání dat o průběhu přirozené obnovy v podmínkách narušených horských smrkových ekosystémů. Je zaměřena především na stanovení vlivu mikrostanovištních podmínek na přirozenou obnovu smrku ztepilého na různých typech managementu, které byly použity na základě rozhodnutí Správy Národního parku Šumava po větrné disturbanci na Černé hoře v lednu 2007. Jedná se o polom ponechaný přirozenému vývoji, dále pak o vyklizený polom, kde došlo k odkornění kmenů a odvezení části dřevní hmoty. Dalším stanovištěm je větrnou disturbancí neporušený les. Na každém z těchto stanovišť byla založena trvalá výzkumná plocha.

Pro vypracování práce byly použity výsledky předchozího dlouhodobého výzkumu Ústavu systémové biologie a ekologie AV ČR v rámci několika projektů na téma „Vliv stavu porostů na přirozenou obnovu smrku ztepilého“ (Jonášová & Matějková 2007; Cudlín a kol. 2001, 2003) a vlastní terénní šetření v přirozených smrčínách 8. lvs na Šumavě na trvalých výzkumných plochách.

Cíle práce byly:

- založení třech trvalých výzkumných ploch včetně detailního zaměření a vytvoření GIS vrstev;
- zhodnocení stavu přirozené obnovy smrku ztepilého na trvalých výzkumných plochách;
- zjistit vliv mikrostanovištních podmínek na přirozenou obnovu horských smrčín.

V rámci bakalářské práce byl zhodnocen vliv korunového zápoje na stav přirozené obnovy v lesním porostu. Vliv reliéfu a bylinné vegetace budu řešit v navazující magisterské práci,

protože vzhledem k technickým a časovým problémům se nepodařilo dokončit mapování vegetace na všech sledovaných ploškách ve všech třech typech managementu.

2 LITERÁRNÍ ÚVOD

2.1 Národní park Šumava

Národní park Šumava byl zřízen nařízením vlády České republiky č. 163/1991 Sb., které též stanovilo podmínky jeho ochrany dne 20. března 1991. Území NP se rozkládá podél jižní hranice České republiky. Převážná část NP leží na území bývalých okresů Klatovy a Prachatice, menší část zasahuje do okresu Český Krumlov. Celková výměra NP je 68 064 ha. Ochranné pásmo národního parku není vymezeno, ale jeho funkci plní Chráněná krajinná oblast Šumava, která území NP obklopuje.

Hlavním předmětem ochrany v území NP jsou typické horské ekosystémy ve všech svých složkách a proces jejich přirozeného vývoje. Existence NP je významná pro zachování typické středoevropské horské krajiny a celkové ekologické stability území, včetně klimatických a hydrických funkcí. Je také významným rezervoárem genofondu (Zelenková a kol. 2000). Členění území NP Šumava:

- I. zóna ochrany přírody (přísná přírodní)
- II. zóna ochrany přírody (řízená přírodní)
- III. zóna ochrany přírody (okrajová)
- Bezzásahová území

Do **I. zóny** se zařazuje území s nejvýznamnějšími přírodními hodnotami v národním parku, zejména přirozené nebo málo pozměněné ekosystémy vhodné pro rychlou obnovu samořídících funkcí. Cílem je ochrana či obnova samořídících funkcí ekosystémů a omezení lidských zásahů do přírodního prostředí k uchování tohoto stavu.

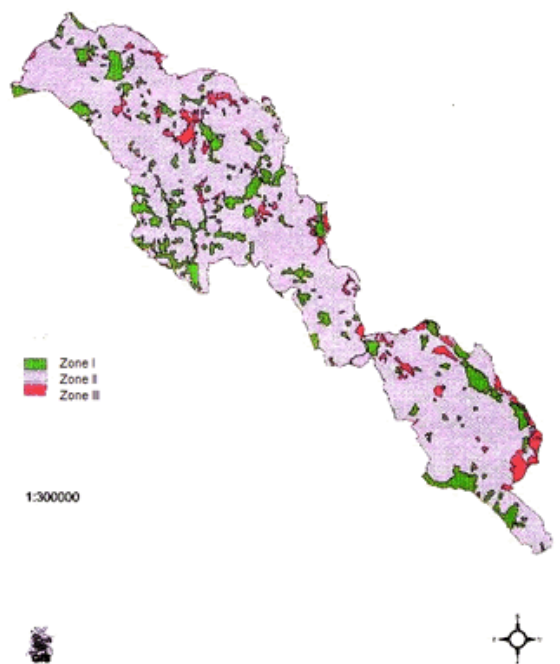
Do **II. zóny** se zařazuje území s významnými přírodními hodnotami, člověkem převážně pozměněné lesní a zemědělské ekosystémy vhodné pro omezené, přírodě blízké a šetrné lesní a zemědělské využívání. Cílem je udržení přírodní rovnováhy, co nejširší druhová rozmanitost a postupné přiblížení lesních ekosystémů přirozeným společenstvům. Tato zóna se také využívá k turistice a rekreaci, která není v rozporu s posláním národního parku. Lesní ekosystémy se dále podle míry narušení a s přihlédnutím k cílové zonaci dělí na IIA, IIB a IIC. Podzóny IIA a IIB mají přechodný charakter, v rámci dynamicky pojaté zonace postupně přejdou do I. Zóny. Podzóna IIC je trvalá.

Do **III. zóny** se zařazuje území člověkem značně pozměněných ekosystémů a střediska soustředěné zástavby. Cílem je udržet a podporovat využívání této zóny pro trvalé bydlení,

služby, zemědělství, turistiku a rekreaci, pokud to není v rozporu s posláním národního parku (Zelenková a kol. 2000).

Obr. 1: Zóny ochrany přírody na území Národního parku Šumava.

Šumava NP Zonation



Zdroj: Plán péče NP Šumava (2000).

Bezzásahové území je specifickou kategorií tvořící rámec pro bezzásahový management ve vztahu ke kůrovci v konkrétních podmínkách dané oblasti (Zelenková a kol. 2000).

2.1.1 Geografické a klimatické podmínky

Území přírodní lesní oblasti Šumava tvoří tyto geomorfologické celky: Šumavské pláně, Železnorudská hornatina, Trojmezenská hornatina, Boubínská hornatina, Želnavská hornatina a Vltavická brázda. Šumava je nejrozsáhlejší středoevropská hornatina hercynského masivu (Valenta a kol. 1994); i s předhořím zaujímá více než 5 000 km². Zasahuje do Rakouska, Spolkové republiky Německo a České republiky. Podélná osa oblasti ve směru (SZ - JV) je dlouhá 125 km. Na severozápadě navazuje na Český les a nedaleko jihovýchodního okraje na Novohradské hory. Na hřbetech Šumavy dosahuje výšky kolem 1 000 - 1 100 m. Nejvyššími

vrcholy jsou Javor (1 457 m) a Roklan (1 454m), které leží v Bavorsku a na české straně je to Plechý (1 378 m) (Vacek 2003). Katastrální rozloha přírodní lesní oblasti Šumava činí 211302 ha.

Vzhled Šumavského horstva charakterizují zaoblené hřbety a jednotlivé horské skupiny oddělené širokými úvalovitými údolními a sníženinami (Zatloukal 2001). V centrální části se zachovala rozlehlá plocha zarovnaného povrchu v podobě šumavských plání. Nad plošiny vystupují mírně klenuté kupy nejvyšších vrcholů K severozápadu z Plání vybíhá Královský Hvozď, směrem k jihovýchodu pak hřbety hornatiny Boubínské, Želnavské a Trojmezenské, oddělené širokým údolím Horní Vltavy (Vacek 2003).

Šumava náleží převážně do chladné oblasti, okrsku mírně chladného. Pouze nejvyšší partie pokrývá okrsek chladný, horský. Nejnižší polohy pak patří do oblasti mírně teplé s mírně teplým, velmi vlhkým okrskem. Podnebí je perhumidní, převládá jeho oceánický charakter s chladnějším jarem a teplejším podzimem. Ve vysokých polohách Šumavských Plání (nad 1 100) m se průměrná roční teplota pohybuje od 3,7 do 5,1 °C a průměrný roční úhrn srážek od 1 027 do 1 486 mm. Délka vegetační doby kolísá mezi 60 - 100 dny. V nižších polohách (600 - 1 100 m) se průměrná roční teplota pohybuje od 4,4 do 6,5 °C a srážky v rozmezí 863 - 997 mm (Vacek 2003).

2.1.2 Geologické a půdní poměry

Po geologické stránce je celá Šumava složena ze silně metamorfovaných krystalických hornin moldanubika (ruly, pararuly, svorové ruly, svory, ortoruly, granulity, migmatity), jimiž pronikají tělesa žuly a granodioritů moldanubického plutonu. u Lipenské přehrady se vyskytují amfibolity a vápence (Kunský 1968).

Území NP Šumava náleží do regionu horských podzolů se subregionem, ve kterém mezi doprovodnými složkami převažují hydromorfnní půdy (Zatloukal 2001). Na Šumavě je vyvinuta výšková půdní stupňovitost od podhorských až po horské půdy. Nejnižší polohy pokrývají kambizemě, na ně navazují nejrozšířenější kryptopodzoly a nejvyšší polohy pokrývají podzoly. Na plochých sníženinách s nepatrným pohybem spodní vody jsou časté gleje, pseudogleje i organozemě. Okrajově jsou zastoupeny rankery a fluvizemě, půdy jsou převážně hlinitopísčité, středně až silně kyselé a sorpčně nenasycené (Průša 2001).

2.1.3 Lesní společenstva

Z hlediska vertikálního členění přirozené vegetace dominovaly v nižších a středních horských polohách acidofilní horské bučiny, na které výše navazovaly podmáčené smrčiny, vrchoviště a přirozená rašeliniště a v nejvyšších partiích klimaxové smrčiny. Podél středních a horních toků se nacházely luhy a olšiny.

Nejrozšířenějšími lesními vegetačními stupni (LVS) jsou LVS 6 - smrkobukový (56,6 %) a LVS 7 - bukosmrkový (29,2 %) - cf. (Vacek & Mayová 2000). Dominantní soubory lesních typů (SLT) jsou 6K - kyselá smrková bučina (24,0 %), 7K - kyselá buková smrčina (12,3 %), 6S - svěží smrková bučina (8,6 %) a 6V - vlhká smrková smrčina (8,3 %). Výrazně převládají kyselá stanoviště (ekologická řada kyselá a extrémní) - 52 %, oproti stanovištím ovlivněným vodou (ekologická řada obohacená vodou, oglejená, podmáčená) - 29 % a stanovištím živným (ekologická řada živná a obohacená humusem) - 19% (Bouše a kol. 2001). Lesy hospodářské v současné době zaujímají 41,4 %, lesy ochranné 3,3 % a lesy zvláštního určení 55,3 %.

Tab. 1: Porovnání přirozené, současné a cílové druhové skladby na území NP Šumava.

SM	JD	BO	MD	ost.j.	jehl.	BK	JV	LP	JL	JS	OL	OS	BR	ost.l.	list.
Přirozená dřevinná skladba															
41,9	17,3	3,1		0,8	63,1	27	1,7	0,1	0,3	0,3	0,3	1,4	0,9	4,9	36,9
Současná dřevinná skladba															
80,7	2	7,9	0,5	0,1	91,2	5	0,4	plus	plus	0,1	1	0,2	2	0,1	8,8
Cílová druhová skladba															
60,9	11,8	1,9	0,4	1,2	76,2	17,7	0,9	0,3	0,2	0,3	0,2	0,6	0,8	2,8	23,8

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

2.2 Ekosystém horských klimaxových smrkových porostů

2.2.1 Struktura horských klimaxových smrkových porostů

Pojem struktury označuje složení, resp. sestavení určitého celku s víceméně vyvinutým vnitřním uspořádáním. Strukturotvorné faktory působí na les různě v čase a prostoru a vedou ke vzniku mnoha různých forem a podob. Strukturu porostů můžeme rozdělit na horizontální, vertikální a věkovou.

Horizontální strukturou se rozumí plošné uspořádání stromů v porostu. Rozlišujeme tři základní typy rozmístění jedinců v populaci: náhodné, skupinovitě a pravidelné (Schmidt-Vogt a kol. 1989, *sec.* Vávrová 2003). Rozmístění stromů v porostu do značné míry závisí na fázi malého vývojového cyklu. V průběhu tohoto cyklu se skupinovitě uspořádání postupně mění v náhodné či pravidelné. Podle Vacka (1990) jsou v porostu slabší jedinci odstraňovány přirozeným úhynem v důsledku zastínění a konkurence tak, že ve stádiu optimálního růstu jsou jedinci přibližně stejně daleko od sebe.

Vertikální strukturou se rozumí uspořádání porostu ve svislé rovině. Zahrnuje výšku jednotlivých pater a hloubku uložení kořenů. Nadzemní část porostu se rozděluje na stromové, keřové, bylinné a mechové a lišejníkové patro. Patrovitost porostu je výsledkem vzájemného konkurenčního vylučování druhů podle vertikálních gradientů prostředí, zejména se uplatňuje sluneční záření. Patrovitost je charakteristická pro stádium dorůstání, která se postupně během vývoje vytrácí až do stádia optima kdy dochází k vyrovnání výškových rozdílů mezi stromy (Vávrová 2003).

Věková struktura porostů znamená podíl jednotlivých věkových tříd stromů na stanovišti. Věková třída zahrnuje skupinu jedinců, kteří vyklíčily a vzešly během určitého časového úseku, většinou se používá členění v intervalech po 10 až 20 letech (Schmidt-Vogt a kol. 1989, *sec.* Vávrová 2003). Porosty se rozlišují na tři základní typy (Vávrová 2003):

- *stejnověké porosty* - v iniciálních sukcesních stádiích po invazi pionýrských druhů a v sekundárních sukcesních stádiích po intenzivních požárech;
- *dvouvěké porosty* - ve stádiu zralosti a stádiu rozpadu pionýrského lesa, kde zároveň probíhá přirozená obnova lesa přechodného;
- *vícevěké (mnohověké) porosty* - při narušeném průběhu sukcese, optimální je zastoupení všech věkových tříd.

2.2.2 Biodiversita horských klimaxových smrkových porostů

Horské klimaxové smrčiny se na Šumavě vyskytují v nadmořských výškách vyšších než 1200 m. Jejich stromové patro tvoří téměř výhradně smrk ztepilý (*Picea excelsa*) s řídkou vtroušeným jeřábem ptačím (*Sorbus aucuparia*). Bylinné patro je druhově velmi chudé. Z trav dominuje třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*), metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*) a bika lesní (*Luzula sylvatica*). Z kapradin se vyskytují především kaprad' osténkatá (*Dryopteris austriaca*), papratka horská (*Athyrium distentifolium*), žebrovice různolistá (*Blechnum spicant*) a pernatce horský (*Oreopteris libosperma*). Častá je brusnice borůvka (*Vicinium myrtillus*), ke vzácnějším druhům patří například dřípátka horská (*Soldanella montana*), podbělice alpská (*Homogyne alpina*), či sedmikvítek evropský (*Trientalis europaea*) (Bufková & Žíla 2003).

Tlející padlé kmene a rozkládající se pařezy charakterizují specifickou flóru mechorostů, běžnými druhy jsou nitkovec vlasovitý (*Blepharostoma trichophyllum*), křepelka dvoualaločná (*Cephalozia bicuspidata*), dvouhrotec chlumní (*Dicranum montanum*), baňatka obecná (*Brachythecium retabulum*) a další druhy. Na syrovém humusu rostou dvouhrotec chvostnatý (*Dicranum scoparium*), ploník ztenčený (*Polytrichum formosum*), kostrbatec řemenatý (*Rhytidiadelphus loreus*) a další (Váňa 2003).

Mykoflóra horských klimaxových smrčin je v porovnání se smíšenými lesy spíše chudší, patří k ní choroše ohňovec izabelový (*Phellinus viticola*), outkovka různotvará (*Antrodia heteromorpha*) a bělochoroš vlnitý (*Tyromyces undosus*). Na padlých kmenech smrků se vyskytují hlíva ušatá (*Pleurocybella porrigens*), šupinovka drobná (*Pholiota samba*) nebo helmovka zelenobřítká (*Mycena viridimarginata*). Velmi důležité pro přežití smrku jsou mykorhizní houby, například muchomůrka královská (*Amanita regalis*), šřavnatka olivově bílá (*Hygrophorus olivaceoalbus*), ryzec černohlávek (*Lactarius lignyotus*), holubinka kolčaví (*Russula mustelina*) a čirůvka žíhaná (*Tricholoma virgatum*) (Holec 2003).

Z lišejníků rostoucích na kmenech smrků se vyskytují terčovka smrková (*Hypogymnia bitteri*), terčovka páskovaná (*H. vittata*), vousatec hnědavý (*Bryotria fuscescens*), provazovka tlustovousá (*Usnea filipendula*) či paličkovce korálovitý (*Sphaerophorus globosus*) (Liška 2003).

Z fauny se v horských klimaxových smrčinách vyskytují z můrovitých osenice mramorovaná (*Xestia speciosa*), z píďalkovitých několik druhů šerokřídleců z rodu *Elophos*, různorožec černopásý (*Alcis maculata*), obaleč šiškový (*Cydia strobilella*) a zavíječ smrkový (*Dioryctira abietella*), adéla borůvková (*Nematopogon robertellus*), hrotnokřídlec lesní (*Hepialus hecta*) a další (Novák 2003).

Z brouků se v horských smrčínách vykytují zejména nosatce druhu *Otiorrhynchus lepidopterus*, lalokonosec černý (*Otiorrhynchus niger*); na Šumavě bylo zjištěno na 150 druhů střevlíků (Carabidae), mezi druhy s boreomontánním rozšířením patří *Amara erratica*, *Amara nigrocornis* a *Patrobus assimilis*. Z kůrovců je v souvislosti s odumíráním smrku nejznámější lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) (Plesník 2003).

K typickým ptákům vázaným na smrkové lesy patří křivka obecná (*Loxia curvirostra*), čížek lesní (*Carduelis spinus*), kos horský (*Turdus torquatus*), datlík tříprstý (*Picoides tridactylus*) a strakapoud velký (*Dendrocopos major*) (Bürger & Pykal 2003). Ze savců je to veverka obecná (*Sciurus vulgaris*), norník rudý (*Clethrionomys glaeolus*), myšice lesní (*Apodemus flavicollis*), myšice křovinná (*Apodemus sylvaticus*) a myšivka horská (*Sicista betulina*). Přirozenou obnovu lesa poškozují zajíc polní (*Lepus europaeus*), prase divoké (*Sus scrofa*), jelen evropský (*Cervus elaphus*) a srnec obecný (*Capreolus capreolus*) (Anděra & Červený 2003).

2.3.3 Environmentální zátěž klimaxových smrkových porostů

Po nástupu výraznějšího imisního zatížení pohoří v průběhu 80 až 90 let 20. století v důsledku synergismu imisí, klimatických extrémů a biotických škůdců došlo ke značné dynamice poškození lesních ekosystémů, a to zejména ve vrcholových partiích nad 1000 m n. m (Vacek & Podrázský 2008). Imisně ekologické zatížení horských lesů se projevuje makroskopickými změnami asimilačních orgánů (snížením olistění, symptomy žloutnutí, nekrotizací atd.), dochází k chřadnutí a odumírání stromů. K odumírání lesních porostů dochází i při dlouhodobé acidifikaci půd, kdy jsou z půdy vyplavovány bazické kationty (Ca, Mg, K, Na), půdy jsou příliš kyselé a půdní voda obsahuje vysoké koncentrace toxických kovů mobilizovaných kyselými dešti, zejména hliníku. Tím dochází k odumírání jemných kořenů s následným špatným příjmem živin, vody a celkovým oslabením stromu. Díky hliníku také dochází k blokování hořčíku – ten je nezbytnou součástí chlorofylu. Z nedostatku chlorofylu stromy trpí chlorózou a žloutnutím jehlic (Hruška & Cienciala 2001). Limitujícím faktorem přežívání smrků je také nadměrná dostupnost dusíku, který je obsažen v kyselých deštích. Smrk rychleji přirůstá a protože se mu nedostává hořčíku, musí ho relokovat do nových jehlic ze starších, ty žloutnou a opadávají. Dřevo takto stresovaných stromů je řídké a náchylné k napadení patogeny (Hruška & Cienciala 2001).

Mimo imisní zatížení je zdravotní stav porostů na Šumavě také již cca 15 let narušován probíhající kůrovcovou kalamitou, způsobenou z větší části lýkožroutem smrkovým (*Ips*

typographus). Její zárodky sahají do r. 1983, kdy bylo v Národním parku Bavorský les vyhlášeno bezzásahové území o rozloze 5 500 ha a souvisí též s větrnými polomy na obou stranách hranice v letech 1983 a 1984 (Zatloukal 1998). K explozivní gradaci lýkožrouta smrkového došlo v r. 1995 (Vinš a kol. 1999). Od r. 1996 bylo v obraně proti kůrovci započato s intenzivními opatřeními, v jejichž důsledku narůstal rozsah holin. Od poloviny 90. let odumřelo na české straně cca 1 430 ha smrkových porostů. V průběhu kůrovcové kalamity bylo v NPŠ dosud vytěženo cca 3 500 ha lesa (údaj z r. 2002). Důslednými asanačními zásahy, kombinovanými se souborem dalších opatření, se v NP Šumava podařilo v této době zabránit masovému kůrovcovému napadení a následnému rozpadu rozsáhlých komplexů smrkových lesů (Vacek 2003). Po orkánu Kyrill z ledna 2007 a narušení lesních ekosystémů výrazně přibýlo kůrovcového dříví (viz Tab. 2).

Tab. 2: Množství zpracovaného dřeva napadeného kůrovcem na území NP Šumava v jednotlivých letech:

Rok:	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	od poč.r. 2009
Množství (m ³)	55 774	31 467	10 896	13 276	35 166	38 343	26 673	14 790	119 603	377

Zdroj: Správa NP a CHKO Šumava (2009).

Obr. 2 : Oblasti s potenciálně významným zdrojem kůrovce na území NP Šumava.



Zdroj: Správa NP a CHKO Šumava (2008).

2.3 Umělá obnova v Národním parku Šumava

Základní a prioritní obnovou lesa v národním parku je obnova přirozená. Umělá obnova je chápána jako nezbytný doplněk obnovy přirozené v místech, kde se přirozená obnova nevyskytuje, nebo je nedostatečná. Způsoby a technologie umělé obnovy v maximální míře napodobují přírodní procesy. Cílem umělé obnovy lesa na území NP Šumava je zajištění věkové (výškové) diferenciací zakládaných porostů, tak aby postupně vznikly přírodě blízké věkové a prostorově strukturované porosty. Dalšími cíli jsou: dosažení diferenciací existujících porostů z hlediska zastoupení porostních skupin různého věku (etáží), udržení genofondu všech původních druhů dřevin, zajištění přirozeného zastoupení dřevin s ohledem na typ vývoje lesa (TVL) a typu porostu (TP). Pro dosažení těchto cílů je nutné technologie a postupy při zalesňování přiblížit co nejvíce přírodním procesům (Směrnice č. 7/2007 Správy NP Šumava).

Způsoby umělé obnovy na území NP Šumava se podle této směrnice rozdělují na:

- *Zalesňování holin* – na holinách lze využít pomístně síje k podpoře šíření přípravných dřevin (BŘ, OS, JIV, JŘ, KL); přísazováním bioskupin (složených ze tří a více poloodrostků a odrostků využitých z náletů) se dosahuje co nejrychlejšího založení kostry; k výsadbě bioskupin je vhodné využívat okolí pařezů a vyvýšeniny; na vyvýšená místa a také k rozpadajícím se pařezům a kmenům se vysazují obalované či prostokořenné sazenice, poloodrostky a odrostky, tato příhodná osázená místa jsou soustředěná do hloučků.
- *Doplňování chybějících dřevin v kulturách* – především jsou vnášeny JD, BK, KL, v 8. lvs pak JŘ a BŘ. Přednostně jsou užívány odrostky těchto dřevin.
- *Podsady a podsíje pod mateřským porostem* – cílem těchto podsadů je doplnit chybějící zmlazení žádoucími dřevinami. Využívána je síje hlavních dřevin, především JD a BK, pod mateřským porostem na prosluněných místech porostu či v blízkosti porostních stěn; dále výsadba sazenic okolo pařezů a pat stromů; a přesazování bioskupin obdobně jako na holinách.
- Způsoby a technologie umělé obnovy musí v maximální míře napodobovat přírodní procesy.

2.4 Přirozená obnova smrkových porostů

U smrku rozlišujeme dva typy zmlazení, generativní a vegetativní. Nejčastější je generativní zmlazení. Vegetativní přirozená obnova smrku (hřížení) nabývá na významu pouze ve vyšších nadmořských polohách a na severní hranici výskytu smrku ztepilého, kde jsou možnosti rozmnožování pomocí semen výrazně omezeny (Vávrová 2003).

Přirozená obnova bývá chápána a vnímána ze dvou hledisek (Falta 2002):

- jako proces vedoucí ke vzniku nových generací stromů, jehož hlavními částmi jsou fruktifikace, klíčení, vzcházení nových jedinců, počáteční růst a vývoj mladých jedinců.
- jako populace mladých jedinců dané dřeviny na určitém stanovišti.

Výhodou přirozené obnovy ve srovnání s obnovou umělou, pokud se jedná o autochtonní porosty, jsou především biologické vlastnosti nových jedinců, nejdůležitější výhodou je záruka vhodnosti ekotypu, zvláště klimatotypu. Další předností je kvalita jejich kořenového systému, který se od počátku mohl přirozeně rozvíjet a nebyl ohrožen vznikem deformací při pěstování ve školce nebo během jeho výsadby v lese (Kupka 2004). Při přirozené obnově autochtonních porostů se tak předem vylučuje každé riziko znehodnocení genových zdrojů (Vacek 2001). Na druhé straně rozsáhlejšímu využití přirozené obnovy v horských podmínkách brání řada faktorů. Nepříznivé klimatické podmínky spolu s konfigurací terénu a méně příznivými půdními podmínkami omezují možnosti přirozené obnovy. Dále původ stávajících porostů je nevhodný či problematický, při obnově lesa v horských polohách se totiž využíval reprodukční materiál z nižších nebo geograficky odlišných poloh. Další nevýhodou přirozené obnovy je fakt, že plně závisí na fruktifikaci, úrodě semen a stavu mateřského porostu, půdy a vegetačního krytu (Vacek 2001).

2.5 Mikrostanovištní podmínky ovlivňující přirozenou obnovu

2.5.1 Půdní poměry

Rozhodujícím faktorem pro klíčení a vývoj semenáčků smrku ztepilého je *půdní vlhkost*. Optimální vlhkost pro přežívání semenáčků se uvádí 35%. Příliš vysoká i příliš nízká půdní vlhkost klíčení semen výrazně snižuje (Richard a kol. 1958, *sec.* Falta 2002).

Dalším důležitým faktorem pro přežívání semenáčků smrku v horských podmínkách je *teplota půdy*. Aktivní růst kořenů smrkových semenáčků začíná při půdní teplotě 2-4°C a

vzrůstá až do 26°C. Při teplotách nad 26°C nastává pokles intenzity růstu (Brang 1996, *sec.* Vávrová 2003).

2.5.2 Nadmořská výška

Fruktifikace, klíčení semen i následné přežívání vzešlých semenáčků úzce souvisí s nadmořskou výškou. Vysoce významným faktorem je v tomto kontextu vertikální pokles teploty s výškou a dále pak vliv sněhové pokrývky a přívalové vody (Schmidt-Vogt 1987, *sec.* Falta 2002).

S rostoucí nadmořskou výškou klesá kvalita a kvantita fruktifikace, prodlužují se intervaly mezi jednotlivými semennými roky a projevuje se značný pokles klíčivosti semen.

2.5.3 Expozice terénu

Obecně je expozice činitelem modifikujícím stanovištní poměry primárně podmíněné geomorfologickými poměry a nadmořskou výškou. Ukázalo se, v porovnání s jinými dřevinami, že smrk je citlivější na změnu expozice. Pro klíčení semen smrku na jižních svazích je limitujícím faktorem sluneční záření a s ním související sucho. Na severních svazích semenáčky klíčí lépe, v pozdějším věku ale postrádají záření vlivem zastínění a jsou napadány patogenními houbami (Schmidt-Vogt 1987, *sec.* Vávrová 2003).

2.5.4 Reliéf terénu

Smrk často zmlazuje na vyvýšených místech terénu. Tato místa jsou velmi často tvořena odumřelými částmi stromů, které představují velmi důležitý prvek v procesu zmlazení smrčín (Falta 2002). Semenáčky jsou také více nalézány na rovnějším terénu než na svazích. To je zapříčiněno zejména mechanickými procesy spolu s vlastnostmi půdy a typem mikrostanoviště.

2.5.5 Zastínění mateřským porostem

Míra zastínění ovlivňuje přísun tepla a světla do porostu. Příliš velké zastínění zamezuje přímému přísunu sluneční energie na půdní povrch a tím limituje přežívání semenáčků (Brang 1996). Menší zastínění stimuluje klíčení semen a vývoj semenáčků a ovlivňuje rozvoj bylinného patra porostu a jeho konkurenční působení. Korunový zápoj má velmi významný vliv na skladbu mikrostanovištní mozaiky, konkrétně na pokryvnost přizemních vegetačních pater (Schmidt-Vogt 1991, *sec.* Vávrová 2003).

2.6 Stresové faktory ovlivňující přirozenou obnovu

2.6.1 Patogenní mikroorganismy a hmyz

Významnými patogenními mikroorganismy jsou zástupci hub. Vzhledem k tomu, že smrk ztepilý je mykotrofní dřevinou, je zejména v imisně postižených oblastech díky změnám mykorhizních symbióz, snížena jeho konkurenceschopnost a tím i snížena odolnost k houbovým patogenům. Celou řadou houbových patogenů jsou poškozovány šišky a jednotlivá semena, a také nadzemní a podzemní části klíčících a vzrostlých semenáčků (Falta 1999).

Květenství, šišky a semena poškozují také zástupci hmyzu, jako například obaleč (*Laspeyresia strobilella*), zavíječ smrkový (*Dioryctria abietella*) a (*Lasiomma anthracina*) (Schmidt–Vogt a kol. 1989, sec. Falta 1999).

2.6.2 Fytofágní obratlovci

Semenáčky smrku ztepilého citelně poškozují okusem jelení zvěř; ta zároveň poškozují i starší porosty vzniklé z přirozené obnovy loupáním a ohryzem, čímž umožňuje invazi patogenních mikroorganismů a následnou nestabilitu lesních porostů. Z hlodavců poškozují semenáčky hlavně veverka obecná (*Sciurus vulgaris*) a hraboš mokřadní (*Microtus agrestis*) (Falta 2002).

Šišky a semena bývají poškozovány některými ptáky, a to hlavně křivkou obecnou (*Loxia curvirostra*), s denní spotřebou semen 700-2100 ks, příležitostně strakapoudem velkým (*Dendrocopos major*) a některými zástupci řádu holubovití (*Columbidae*) (Flousek 1997).

2.6.3 Imise

Imisní zatížení působí na řadu abiotických a biotických složek ekosystému. Obecně je přirozená obnova imisním zatížením zasažena především prostřednictvím:

- *zhoršením zdravotního stavu stromů a s ním sníženou fruktifikací* – plodnost dřeviny je podstatně nižší, menší jsou rozměry a hmotnost šišek, sypavost, klesá klíčivost semen;
- *změn v chemismu půdy ve vazbě na příjem živin semenáčky* – u acidifikace je jednak úzký vztah k snižování koncentrace bazických živin v půdním roztoku a jednak může mít negativní vliv na tvorbu a aktivitu mykorhizních symbióz;
- *expanzivním růstem některých druhů bylinného patra* – souvisí s působením imisí na půdní vlastnosti a půdní mikroorganismy a s defoliací porostů (Falta 2002).

Procesy imisního zatížení jsou spojeny především s rozsáhlými defoliacemi a s barevnými změnami jehlic.

2.7 Výzkum přirozené obnovy horských smrčín v České republice

Horské klimaxové smrčiny jsou v současné době jedním z nejohroženějších středoevropských lesních ekosystémů, a proto jsou předmětem zájmu řady výzkumných projektů (Falta a kol. 1999).

Přirozenou obnovou přirozených horských smrčín se zabývala řada autorů, to zejména v Krkonoších (Vacek 1981; Roon 1993; Falta a kol. 1999; Cudlín a kol. 2001, 2003; Vávrová 2003; Vávrová a kol. 2006), ale též na Šumavě (Jonášová & Prach 2004; Jonášová & Matějková 2007; Svoboda 2005) a v Krušných horách (Falta 2002).

3 METODY

3.1 Popis sledované lokality

Přirození obnova byla sledována na Černé hoře, která se nachází ve východní části Šumavských plání. Její vrchol dosahuje výšky 1 315 m. Na JV svahu Černé hory o rozloze asi 50 ha vznikl v lednu roku 2007 působením orkánu Kyrill větrný polom. Na základě rozhodnutí Správy Národního parku Šumava byla část vyvrácených smrkových porostů ponechána přirozenému vývoji a část asanována (Hrežíková 2009). Zkoumané plochy se nacházejí jak na ponechaném, tak na vyklizeném polomu a ve větrem neponičené části lesa.

Podloží Černé hory je složeno z metamorfovaných pararul a migmatů (Ložek 2001). Převažují zde podzoly kambizemní, nad 1 250 m n. m. podzoly typické (Culek a kol. 1996). Na Černé hoře a v jejím bezprostředním okolí převažují lesní typy 8K1 (Kyselá smrčina metlicová), 8K2 (Kyselá smrčina borůvková), 8K7 (Kyselá smrčina se šřavelem) a 8N1 (Kamenitá kyselá smrčina s kapradí osténkatou) (viz obr. 4).

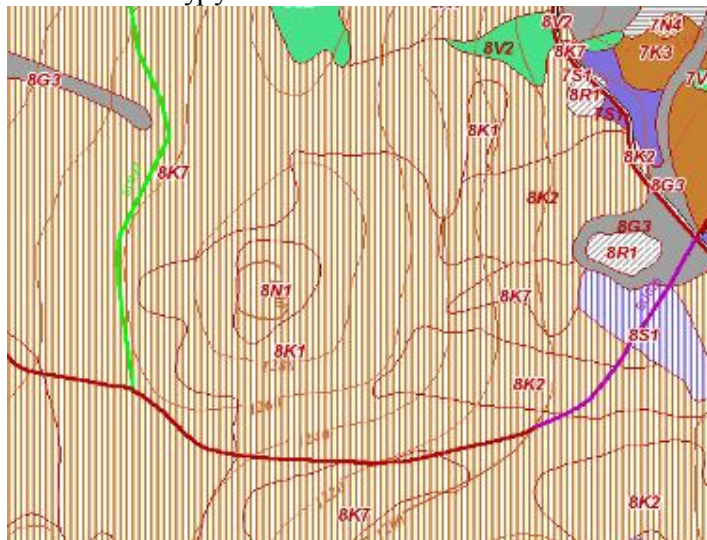
Z hlediska fyto geografického členění spadají vrcholové partie Šumavy do oblasti oreofytika s vegetačními stupni supramontánními až montánními – 5. jedlovo-bukový až 8. stupeň smrkový (Culek a kol. 1996). Z hlediska potenciální přirozené vegetace vrcholová partie Černé hory stanovištně odpovídá zonálním klimaxovým smrčinám (svaz *Piceion excelsae* Pawlowski a kol. 1928), asociaci horské třetinové smrčiny (as. *Calamagrostio villosae-Piceetum* Hartmann in Hartmann & Jahn 1967) (Neuhäuslová 2001; Kučera 2001).

Obr. 3: Pohled na zkoumanou lokalitu na Černé hoře na Šumavě z roku 2004.



Zdroj: GoogleEarth (2004).

Obr. 4: Lesní typy na Černé hoře na Šumavě.



Zdroj: ÚHÚL Brandýs nad Labem (2009).

3.2 Sběr dat

Terénní výzkumné práce byly prováděny na třech plochách na Černé hoře na Šumavě. Jednalo se o plochy Ponechaný polom, Vykližený polom a Les.

Plochy Vykližený polom a Ponechaný polom, obě o rozměru 20x40 m, byly rozděleny sítí osmi čtverců 10x10 m; každý čtverec 10x10 m byl dále rozdělen pomyslnou sítí pětadvaceti čtverců o rozměrech 2x2 m; pomocí generátoru náhodných čísel bylo v každém z nich vybráno pět plošek o velikosti 4 m², které dále sloužily pro výzkumné účely. Celkově tedy bylo na obou lokalitách Vykližený polom a Ponechaný polom podrobněji zkoumáno 80 plošek o rozměru 4 m². Na ploše Les se postupovalo obdobným způsobem, s tím rozdílem, že zde byla vytyčena plocha o velikosti 30x30 m s celkově 45 pozorovanými ploškami o velikosti 4 m². Všechny plochy byly orientované směrem po svahu. Hranice ploch byly vytyčeny různě obarvenými dřevěnými kolíky. K přesnému vymezení a průzkumu daných plošek byl používán umělohmotný skládací čtvercový rám (o velikosti 1x1 m), rozdělený systémem gumiček rozmístěných po obvodu rámu po cca 20 cm, které sloužily k rozčlenění plošky na menší části, za účelem přesného zakreslení umístění jednotlivých semenáčků.

Vytyčovací dřevěné kolíky celkových ploch a ploch 10x10 m byly zaměřeny pomocí přístrojové sestavy Field-Map, určené pro digitální sběr dat v terénu. Na ploše Les byly sestavou Field-Map zaměřeny u živých stromů jejich pozice na ploše (x,y,z) a korunová projekce (KP); klasickou průměrkou byla změřena výčetní tloušťka (D_{1,3}) a výškoměrem

Silva ClinoMaster výška stromu (H). U stojících souší byla zaměřena pouze pozice, výčetní tloušťka ($D_{1,3}$) byla změřena průměrkou a výška (H) výškoměrem.

Speciální mapovací technologie Field-Map tvoří ucelenou spojnicí od počátku řešení problému, tedy definování metodiky a vytváření struktury projektu, přes samotný sběr dat v terénu, jejich prvotní kontrolu, až po export dat určených k vyhodnocení a mapové vizualizaci. Za předpokladu zachování a stabilizace zaměřených referenčních bodů, nabízí rovněž možnost opakovaného měření shodného prostoru. Sestava Field-Map se skládá z laserového zaměřovače Impulse 200, elektronické buzoly MapStar Compass, GPS, terénního notebooku s instalací softwaru Field-Map, nosného rámu z lehkých slitin, externí baterie a propojovacích kabelů. Další nezbytné vybavení tvoří sada skládacích výtyček, odrazové terče a válce pro zaměřování referenčních bodů (Lička 2008).

V jednotlivých ploškách 2x2 m byl sledován, na všech třech lokalitách, výskyt semenáčků smrku ztepilého a jejich počet a stáří, určené pomocí počtu ročních přírůstků. Rozmístění jednotlivých semenáčků bylo zaznamenáno s přesností na 5 cm do mapek z milimetrového papíru představujících jednotlivé plošky. Do mapek bylo také k jednotlivým semenáčkům zaznamenáno, jaké mikrostanoviště ovlivňuje jejich růst. Zaznamenány byly mikrostanoviště mrtvé dřevo, trouch, smrkový opad, mech, porost brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*), třtiny chloupkaté (*Calamagrostis villosa*) a metličky křivolaké (*Avenella flexuosa*).

3.3 Zpracování dat

Základem pro tvorbu mapových vrstev v GIS, konkrétně v programu ArcGis 9.x, se stala prostorová data, získaná při terénním mapování pomocí laserového zaměřovače Impulse 200 a elektronické buzoly MapStar v kombinaci se softwarem FieldMap. Mapové vrstvy v GIS byly využity pro výpočet korunového zápoje a pro výpočet zastínění čtverců o rozměrech 2x2 m pro analýzu vlivu zastínění na výskyt semenáčků smrku ztepilého na lesní ploše.

- *Výpočet korunového zápoje* - pomocí nástroje „Calculate Areas“ byl vypočten přesný obsah polygonu představujícího výzkumnou plochu. Pak byla mapová vrstva znázorňující výzkumnou plochu překryta mapovou vrstvou s horizontálními průměty korun dospělých jedinců smrku ztepilého a pomocí nástroje „Erase“ byly z výzkumné plochy vyříznuty průměty korun. Pro výslednou vrstvu byl opět pomocí nástroje „Calculate Areas“ spočten obsah vzniklých polygonů, které v podstatě představují mezery v korunovém zápoji. Korunový zápoj (%) pak byl vypočten následujícím způsobem:

(obsah výzkumné plochy – obsah polygonů představujících mezery v korunovém zápoji) / obsah výzkumné plochy * 100

- *Výpočet zastínění čtverců 2x2 m* - Pomocí nástroje „Calculate Areas“ byl vypočten přesný obsah jednotlivých polygonů znázorňujících čtverce, kde byly zaznamenávány semenáčky smrku ztepilého. Mapová vrstva s výzkumnými čtverci byla překryta mapovou vrstvou s průměty korun dospělých smrků a pomocí nástroje „Intersect“ byla vytvořena vrstva nová, která znázorňovala části čtverců nacházející se pod průměty korun. Opět byl spočten obsah takto vzniklých polygonů. Zastínění jednotlivých čtverců (%) pak byl vypočten následujícím způsobem:

(obsah části čtverce pod průměty korun / obsah celého čtverce) * 100

Pro zjištění vlivu zastínění na výskyt semenáčků smrku ztepilého různého stáří byl použit zobecněný lineární model s Poissonovým rozdělením a Log link funkcí; jako závislá proměnná byl vzat počet semenáčků jednotlivých věkových kategorií ve čtverci 2x2 m a jako nezávislá proměnná podíl plochy čtverce 2x2 m zastíněné průměty korun v procentech.

Nezávislá proměnná byla hodnocena třemi způsoby: jako kvantitativní, jako kategoriální s 10 kategoriemi po 10% (do 10%, 10 – 20%, 20 – 30%...) a jako kategoriální se třemi kategoriemi, (do 30%, 30 – 60% a nad 60%). Poslední z popsaných se ukázala jako statisticky průkazná nebo těsně neprůkazná a bylo s ní dále pracováno pro jednotlivé věkové kategorie. Věkové kategorie byly rozděleny na: jednoleté semenáčky, 2 – 4leté semenáčky, 5 – 7leté semenáčky a 8 – 15leté semenáčky.

Rozdíl v celkovém počtu semenáčků smrku ztepilého i v počtu semenáčků různých věkových kategorií mezi lesem, ponechaným polomem a vyklizeným polomem byl počítán pomocí neparametrické Kruskal-Wallisovy ANOVY a pomocí Kruskal-Wallis Z testu pro mnohonásobná porovnání.

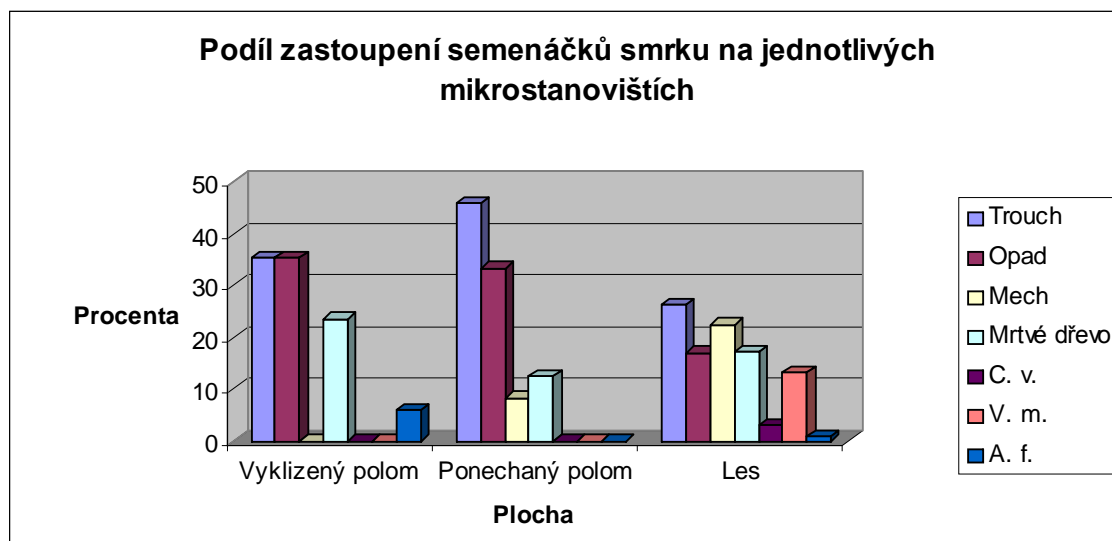
4 VÝSLEDKY

4.1 Porovnání počtu semenáčků na různých mikrostanovištích mezi výzkumnými plochami

Nejčastější výskyt semenáčků smrku ztepilého na lesní ploše byl na mikrostanovišti trouch (71 semenáčků), dále pak na mikrostanovištích mech (61 sem.), mrtvé dřevo (47 sem.), opad (46 sem.) a *Vaccinium myrtillus* (V. m.) (36 sem.); v porostech *Calamagrostis villosa* (C. v.) a *Avenella flexuosa* (A. f.) byl výskyt semenáčků smrku zanedbatelný (8 a 2 semenáčky).

V ponechaném polomu byly semenáčky nalezeny na mikrostanovištích trouch (11 sem.), opad (8 sem.), mrtvé dřevo (3 sem.) a mech (2 sem.).

Výskyt semenáčků smrku na vyklizené ploše byl minimální, vykytovaly se pouze na mikrostanovištích trouch (6 semenáčků), opad (6 sem.), mrtvé dřevo (4 sem.) a *Avenella flexuosa* (A. f.) (1 sem.).



Obr. 5: Procentické zastoupení semenáčků smrku ztepilého na jednotlivých mikrostanovištích pro jednotlivé výzkumné plochy na Černé hoře v září 2008.

Tab. 3: Procentické zastoupení semenáčků smrku ztepilého na jednotlivých mikrostanovištích vzhledem k zastoupení mikrostanovišť na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

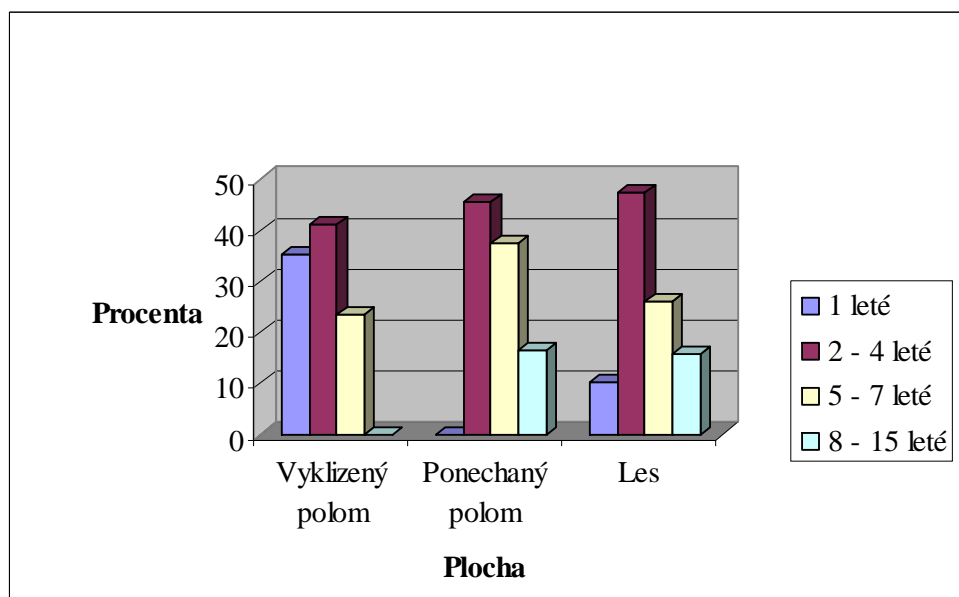
Lokalita	Mikrostanoviště						
	Trouch	Opad	Mech	Mrtvé dřevo	C.v.	V.m.	A.f.
Vyklizený polom	1,92	1,92	0	1,28	0	0	0,32
Ponechaný polom	3,53	2,56	0,64	0,96	0	0	0
Les	22,76	14,74	19,55	15,06	2,56	11,54	0,64
Zast. Mikrost.	28,21	19,22	20,19	17,3	2,56	11,54	0,96

4.2 Porovnání počtu semenáčků různých věkových kategorií mezi výzkumnými plochami

Nejčastější na lesní ploše byly 2 až 4leté semenáčky smrku (129), dále pak 5 až 7leté (71) a 8 až 15leté (43); jednoletých semenáčků bylo nalezeno 28. Výzkumná plocha les byla oproti ostatním výzkumným plochám nejpříznivější pro vývoj přirozené obnovy.

V ponechaném polomu bylo nejvíce semenáčků ve věkových kategoriích 2 – 4 a 5 – 7 (11 a 9), 4 semenáčky byly nalezeny v kategorii 8 – 15, jednoleté semenáčky se nevyskytovaly, což může být způsobeno větší vzdáleností od mateřského porostu než u vyklizeného polomu a porostem *Calamagrostis villosa*.

Ve vyklizeném polomu byly nejvíce zastoupeny 2 až 4leté a jednoleté semenáčky (7 a 6). Dále pak byly ještě nalezeny 5 až 7leté semenáčky (4); 8 až 15leté semenáčky se na vyklizené ploše nenacházely. Tyto nízké počty semenáčků smrku ukazují na negativní vliv těžby po větrné disturbanci.



Obr. 6: Procentické zastoupení semenáčků smrku ztepilého v jednotlivých věkových kategoriích pro jednotlivé výzkumné plochy na Černé hoře v září 2008.

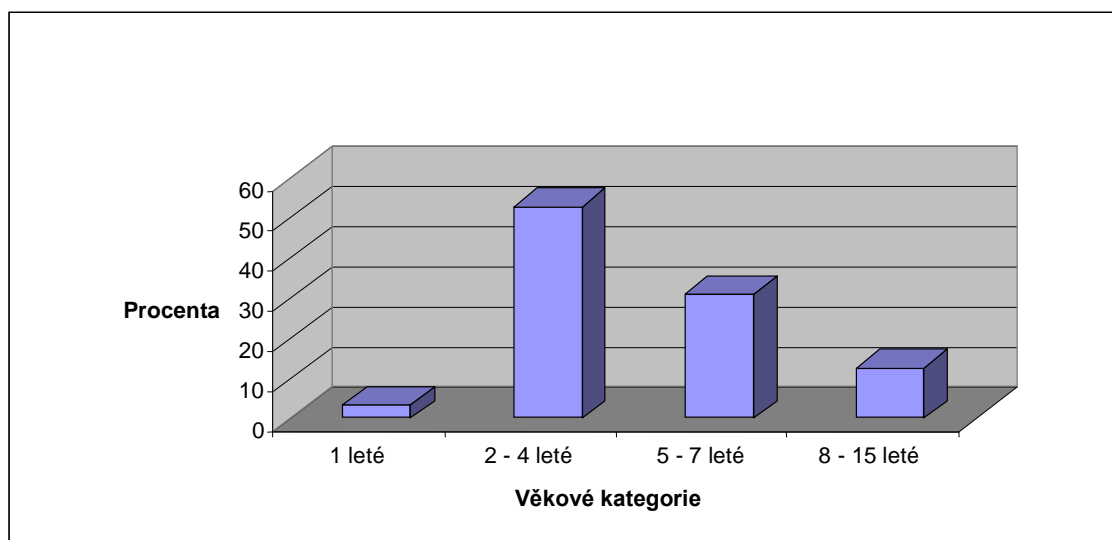
Tab. 4: Procentické zastoupení semenáčků smrku ztepilého v jednotlivých věkových kategoriích vzhledem k zastoupení věkových kategorií na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

Plocha	Věková kategorie			
	jednoleté	2 - 4leté	5 - 7leté	8 - 15leté
Vyklizený polom	1,93	2,24	1,28	0
Nevyklizený polom	0	3,52	2,88	1,28
Les	8,97	41,36	22,75	13,78
Zast. věk. kat.	10,9	47,12	26,91	15,06

4.3 Porovnání věkových tříd podle závislosti na mikrostanovišti

o Mikrostanoviště trouch

Nejčastější výskyt semenáčků smrku ztepilého na trouchu byl ve věkové kategorii 2 až 4 letých semenáčků. Naopak nejméně bylo jednoletých semenáčků. Ačkoliv byl trouch plošně zastoupen z ostatních mikrostanovišť nejméně, byl zde zjištěn největší počet semenáčků.



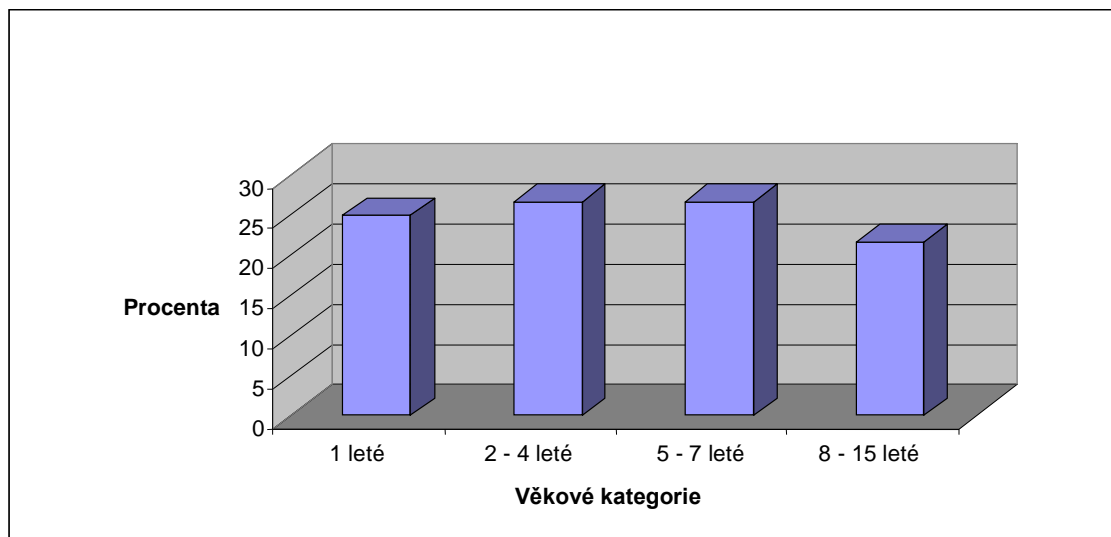
Obr. 7: Procentický podíl věkových kategorií semenáčků smrku ztepilého na mikrostanovišti trouch na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

Tab. 5: Procentický podíl věkových kategorií semenáčků smrku ztepilého na mikrostanovišti trouch na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

Mikrostanoviště	Věková kategorie semenáčků smrku ztepilého			
	jednoleté	2 - 4leté	5 - 7leté	8 - 15leté
Trouch	3,45	52,87	31,03	12,64

○ *Mikrostanoviště opad*

Podíl jednotlivých věkových kategorií byl na opadu téměř vyrovnaný, což se dá vysvětlit příznivostí tohoto mikrostanoviště pro různě staré semenáčky. Opad se ukázal jako plošně jedno z nejzastoupenějších mikrostanovišť a byl zde také zjištěn velký počet semenáčků.



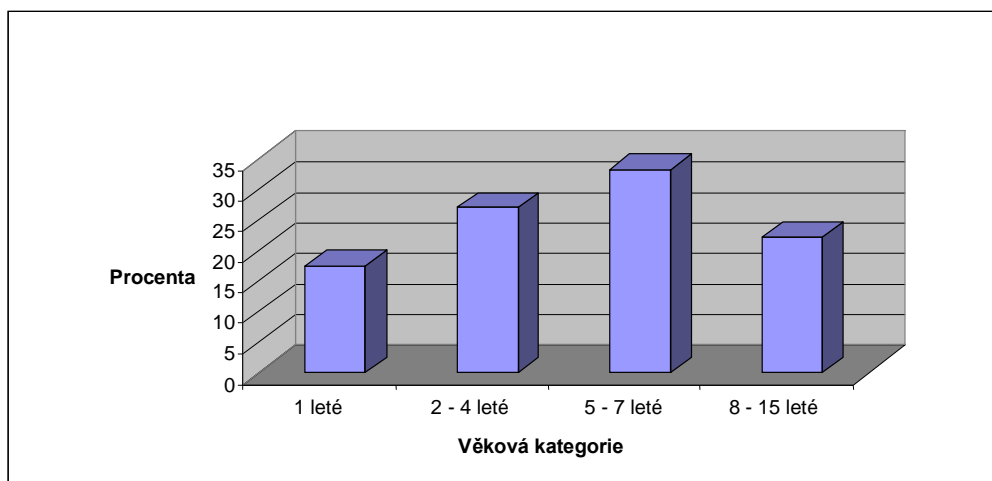
Obr. 8: Procentický podíl věkových kategorií semenáčků smrku ztepilého na mikrostanovišti opad na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

Tab. 6: Procentický podíl věkových kategorií semenáčků smrku ztepilého na mikrostanovišti opad na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

Mikrostanoviště	Věková kategorie semenáčků smrku ztepilého			
	jednoleté	2 - 4leté	5 - 7leté	8 - 15leté
Opad	25	26,66	26,66	21,66

○ *Mikrostanoviště mech*

Nejčastější věkovou kategorií na mechu byly zjištěny 5 až 7leté semenáčky smrku ztepilého, nejméně časté byly jednoleté semenáčky; nebyly zde však zjištěny tak znatelné rozdíly, jako například u trouchu. Mech se vyskytoval nejvíce na lesní ploše, na ponechaném polomu byl zastoupen minimálně a na vyklizeném polomu toto mikrostanoviště nebylo zjištěno.



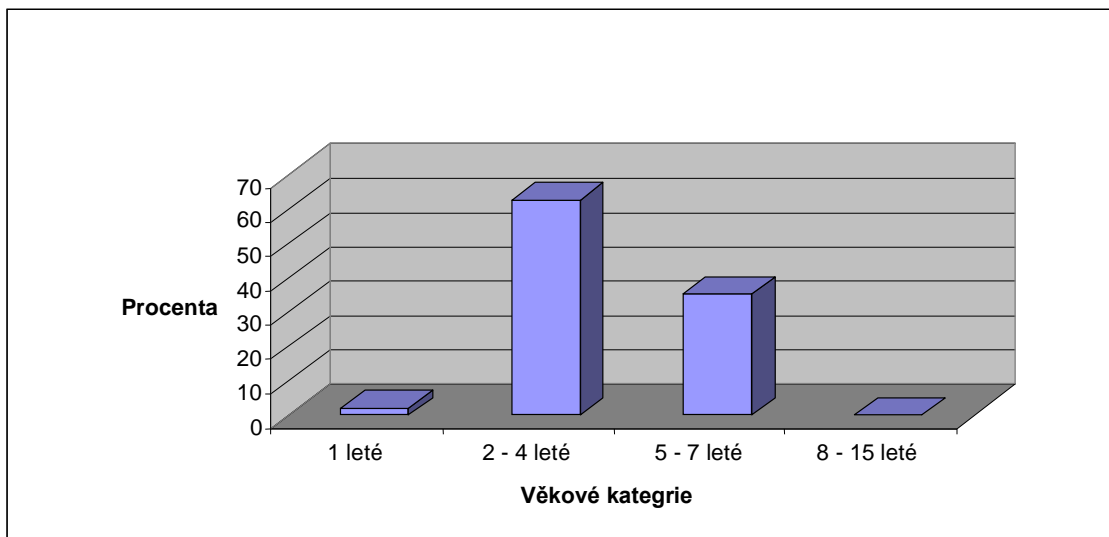
Obr. 9: Procentický podíl věkových kategorií semenáčků smrku ztepilého na mikrostanovišti mech na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

Tab. 7: Procentický podíl věkových kategorií semenáčků smrku ztepilého na mikrostanovišti mech na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

Mikrostanoviště	Věková kategorie semenáčků smrku ztepilého			
	jednoleté	2 - 4leté	5 - 7leté	8 - 15leté
Mech	17,46	26,98	33,33	22,22

o *Mikrostanoviště mrtvé dřevo*

Na mrtvém dřevě se nejvíce vyskytovaly 2 až 4leté semenáčky smrku a 5 až 7leté. Podíl jednoletých semenáčků byl minimální, v kategorii 8 až 15leté se žádné semenáčky smrku nevyskytovaly. Rozloha mrtvého dřeva tak jako u trouchu byla zanedbatelná oproti ostatním mikrostanovištím, ale i tak byl v počtu semenáčků zjištěn jako jeden z nejúspěšnějších.



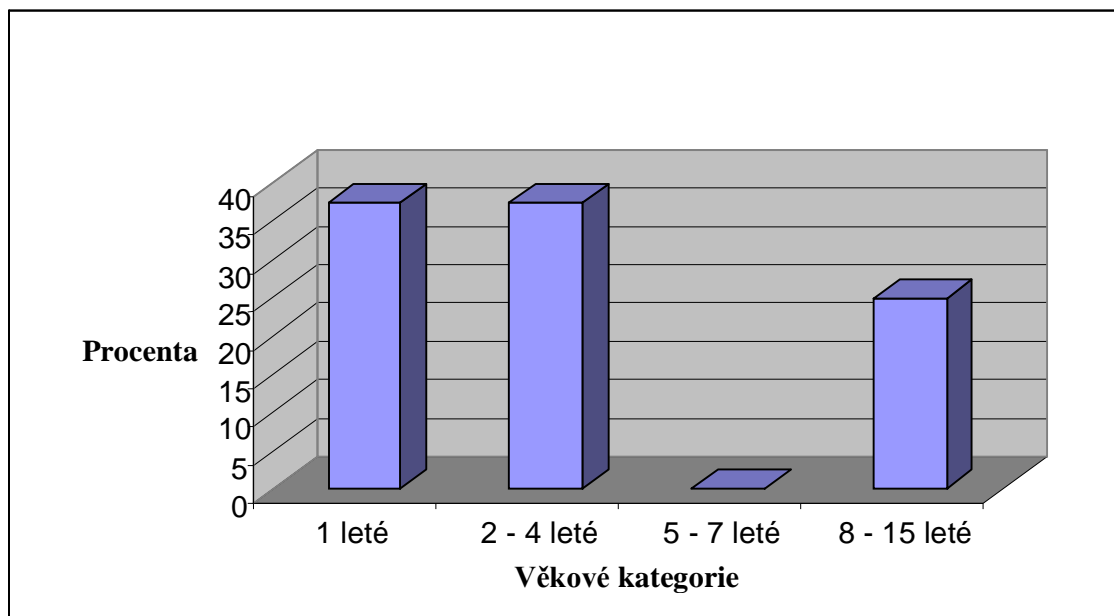
Obr. 10: Procentický podíl věkových kategorií semenáčků smrku ztepilého na mikrostanovišti mrtvé dřevo na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

Tab. 8: Procentický podíl věkových kategorií semenáčků smrku ztepilého na mikrostanovišti mrtvé dřevo na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

Mikrostanoviště	Věková kategorie semenáčků smrku ztepilého			
	jednoleté	2 - 4 leté	5 - 7 leté	8 - 15 leté
Mrtvé dřevo	1,85	62,96	35,19	0

o *Mikrostanoviště Calamagrostis villosa*

Nejčastěji se v porostu *Calamagrostis villosa* vyskytovaly jednoleté a 2 až 4leté semenáčky smrku, v kategorii 5 až 7 let se semenáčky nevyskytovaly. Celkově byl ale zjištěn minimální počet semenáčků kvůli velké konkurenční schopnosti *C. villosa*. Plošně se na vyklizeném polomu toto mikrostanoviště nevyskytovalo kvůli silnému oslunění a suchu stejně jako mech. Na ponechaném polomu byla *C. villosa* plošně zastoupena nejvíce, ale semenáčky zde zjištěny nebyly.



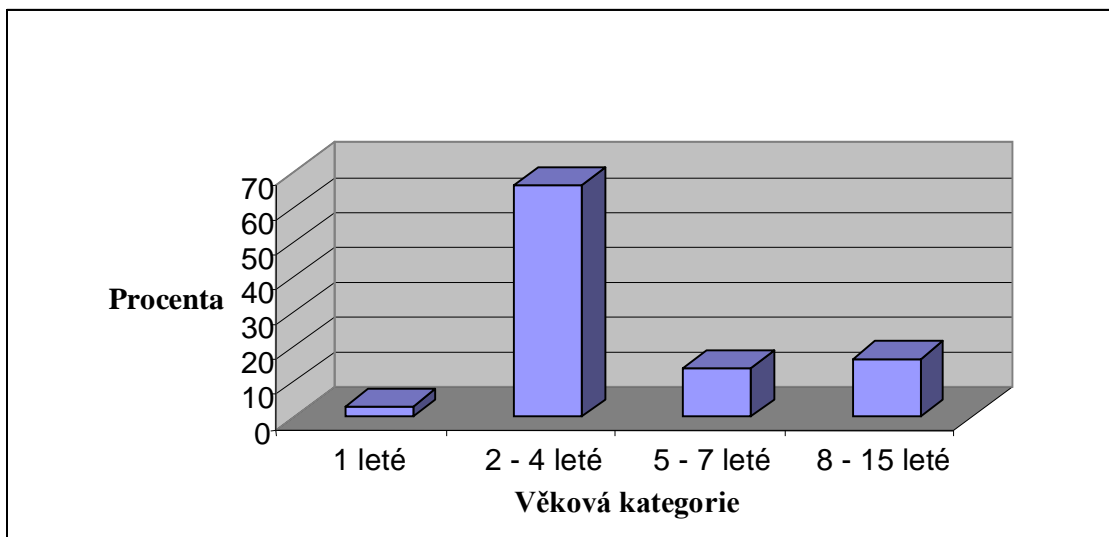
Obr. 11: Procentický podíl věkových kategorií semenáčků smrku ztepilého na mikrostanovišti *Calamagrostis villosa* na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

Tab. 9: Procentický podíl věkových kategorií semenáčků smrku ztepilého na mikrostanovišti *Calamagrostis villosa* na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

Mikrostanoviště	Věková kategorie semenáčků smrku ztepilého			
<i>Calamagrostis villosa</i>	jednoleté	2 - 4 leté	5 - 7 leté	8 - 15 leté
	37,5	37,5	0	25

o Mikrostanoviště *Vaccinium myrtillus*

Porost *Vaccinium myrtillus* se ukázal jako nejpříznivější pro 2 až 4leté semenáčky, v ostatních věkových kategoriích byl výskyt semenáčků minimální. Porosty *Vaccinium myrtillus* se vyskytovaly pouze na lesní ploše, ostatní plochy byly pro tuto rostlinu nevhodné.



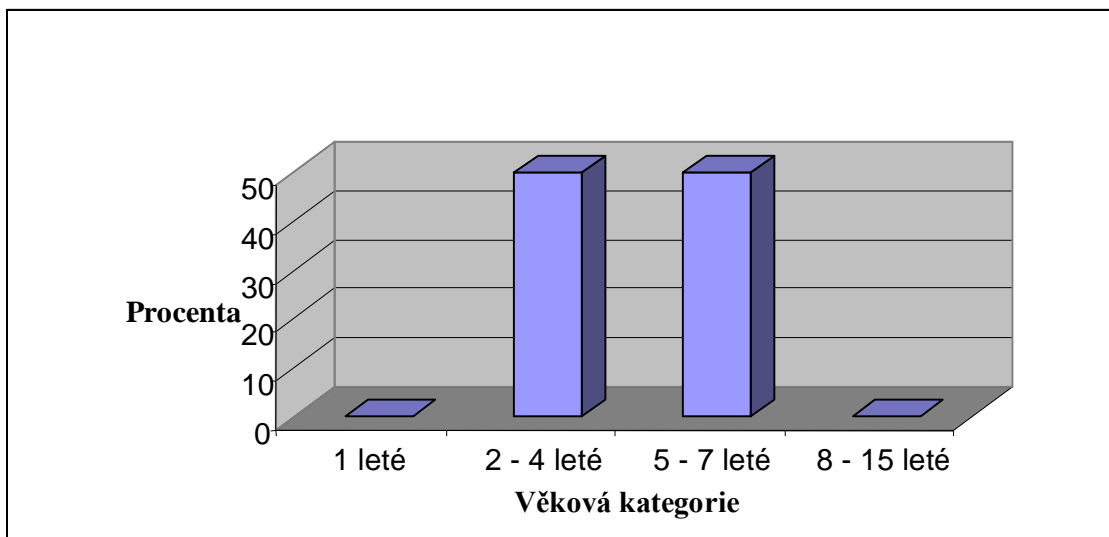
Obr. 12: Procentický podíl věkových kategorií semenáčků smrku ztepilého na mikrostanovišti *Vaccinium myrtillus* na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

Tab. 10: Procentický podíl věkových kategorií semenáčků smrku ztepilého na mikrostanovišti *Vaccinium myrtillus* na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

Mikrostanoviště	Věková kategorie semenáčků smrku ztepilého			
<i>Vaccinium myrtillus</i>	jednoleté	2 - 4leté	5 - 7leté	8 – 15leté
	2,77	66,66	13,88	16,66

○ Mikrostanoviště *Avenella flexuosa*

Nejčastěji se v porostu *Avenella flexuosa* vyskytovaly 2 až 4leté a 5 až 7leté semenáčky smrku, jednoleté a 8 až 15leté semenáčky se nevyskytovaly. Celkově byl ale zjištěn minimální počet semenáčků kvůli nepříznivosti mikrostanoviště. Nejlepší podmínky pro tento porost byly na ploše vyklizený polom.



Obr. 13: Procentický podíl věkových kategorií semenáčků smrku ztepilého na mikrostanovišti *Avenella flexuosa* na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

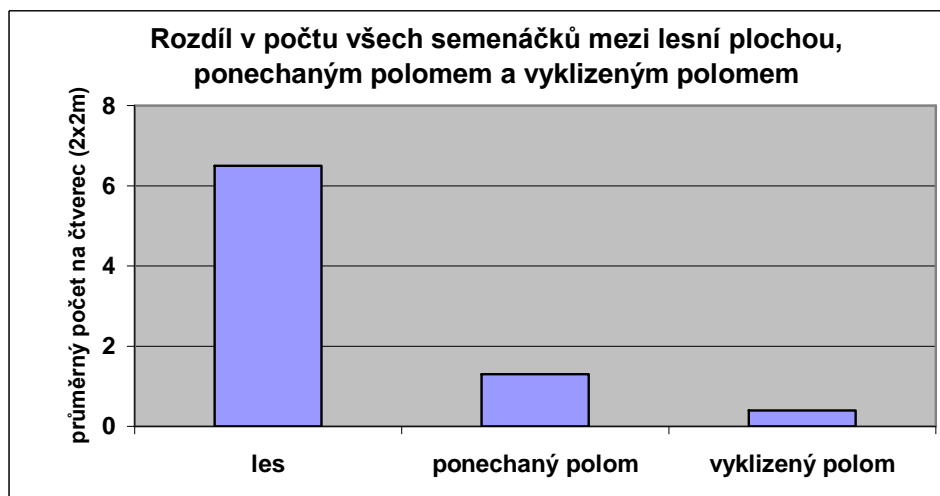
Tab. 11: Procentický podíl věkových kategorií semenáčků smrku ztepilého na mikrostanovišti *Avenella flexuosa* na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

Mikrostanoviště	Věková kategorie semenáčků smrku ztepilého			
	jednoleté	2 - 4leté	5 - 7leté	8 - 15leté
<i>Avenella flexuosa</i>	0	50	50	0

4.4 Porovnání počtu semenáčků různého stáří mezi zkoumanými plochami

o Celkový počet semenáčků

Pomocí neparametrické analýzy rozptylu (Kruskal-Wallis ANOVA) byl na hladině významnosti 5 % prokázán vliv plochy na celkový počet semenáčků smrku ztepilého ($p = 0,0000$). Nejvyšším průměrným počtem semenáčků se vyznačovala lesní plocha (cca 6,5 semenáčků na čtverec o rozloze 4m^2), pak následoval ponechaný polom (cca 1,3 semenáčků na čtverec o rozloze 4m^2) a nejnižší průměrný počet semenáčků byl zjištěn na vyklizeném polomu (cca 0,4 semenáčků na čtverec o rozloze 4m^2). Výsledky Kruskal-Wallis Z testu pro mnohonásobná porovnání ukázaly, že lesní plocha se v počtu všech semenáčků statisticky průkazně odlišuje od vyklizeného i ponechaného polomu, ale vyklizený a ponechaný polom se mezi sebou neliší.



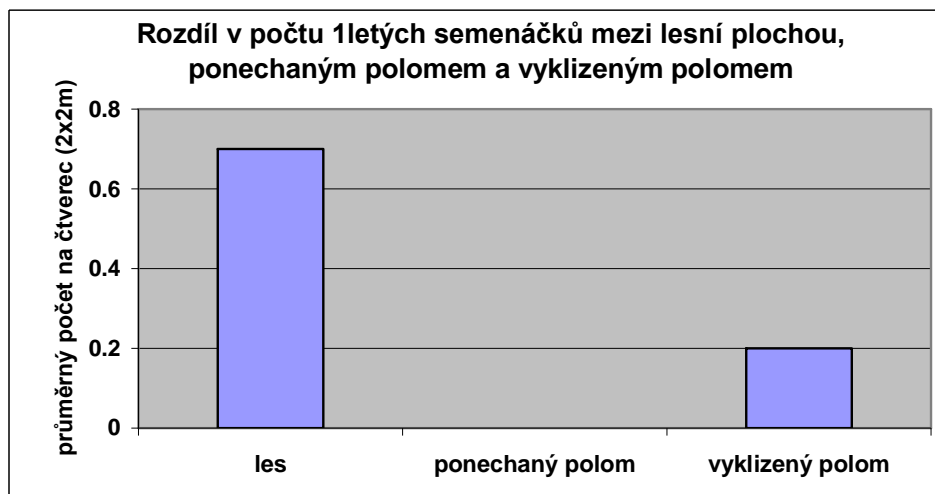
Obr. 14: Průměrný počet všech semenáčků smrku ztepilého (na čtverec o velikosti 2x2 m) na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008

Tab. 12: Rozdíl v počtu všech semenáčků smrku ztepilého mezi lesem, ponechaným polomem a vyklizeným polomem na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008 (Kruskal-Wallis Z test pro mnohonásobná porovnání).

Multiple Comparisons p values (2-tailed)			
Independent (grouping) variable: Plocha			
Kruskal-Wallis test: H (2, N= 103) =45.15160 p =.0000			
Depend.:	Les	PonechPolom	VyklizPolom
PocetVsech	R:72.933	R:42.500	R:32.725
Les		0.000779	0.000000
PonechPolom	0.000779		0.747074
VyklizPolom	0.000000	0.747074	

o *Jednoleté semenáčky*

Taktéž v případě počtu 1letých semenáčků výsledky neparametrické analýzy rozptylu (Kruskal-Wallis ANOVA) ukázaly na hladině významnosti 5 % statisticky významné rozdíly mezi hodnocenými plochami ($p = 0,0002$). Nejvyšší průměrný počet 1letých semenáčků byl nalezen na lesní ploše (cca 0,7 semenáčků na čtverec o rozloze 4m²), o něco méně na vyklizeném polomu (cca 0,2 semenáčků na čtverec o rozloze 4m²) a na ponechaném polomu nebyl zjištěn žádný 1letý semenáček. Statisticky významně se v počtu 1letých semenáčků odlišovala lesní plocha od vyklizeného i ponechaného polomu, ale vyklizený a ponechaný polom se mezi sebou nelišily.



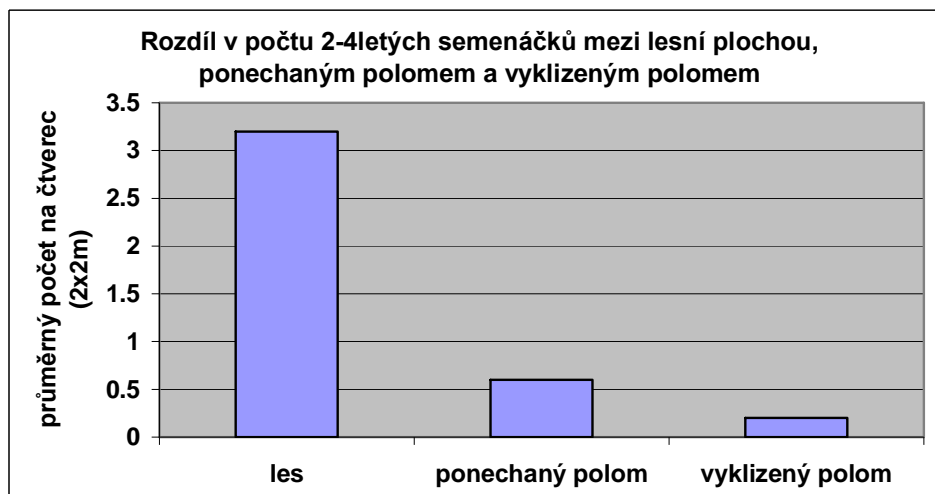
Obr. 15: Průměrný počet 1letých semenáčků smrku ztepilého (na čtverec o velikosti 2x2 m) na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

Tab. 13: Rozdíl v počtu 1letých semenáčků smrku ztepilého mezi lesem, ponechaným polomem a vyklizeným polomem na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008 (Kruskal-Wallis Z test pro mnohonásobná porovnání).

Multiple Comparisons p values (2-tailed); 1lete Independent (grouping) variable: Plocha Kruskal-Wallis test: H (2, N= 103)=17.40608 p =.0002			
Depend.: 1lete	Les R:62.011	PonechPolom R:40.000	VyklizPolom R:46.138
Les		0.024754	0.043470
PonechPolom	0.024754		1.000000
VyklizPolom	0.043470	1.000000	

o 2 - 4leté semenáčky

Rozdíl v počtu 2 – 4letých semenáčků mezi třemi hodnocenými plochami byl opět statisticky průkazný ($p = 0,0000$). Lesní plocha s průměrným počtem cca 3,2 semenáčků této věkové kategorie (na čtverec o velikosti 2x2 m) se odlišovala od ponechaného i vyklizeného polomu, avšak rozdíl mezi vyklizeným polomem s cca 0,2 semenáčky a ponechaným polomem s cca 0,6 semenáčky nebyl prokázán.



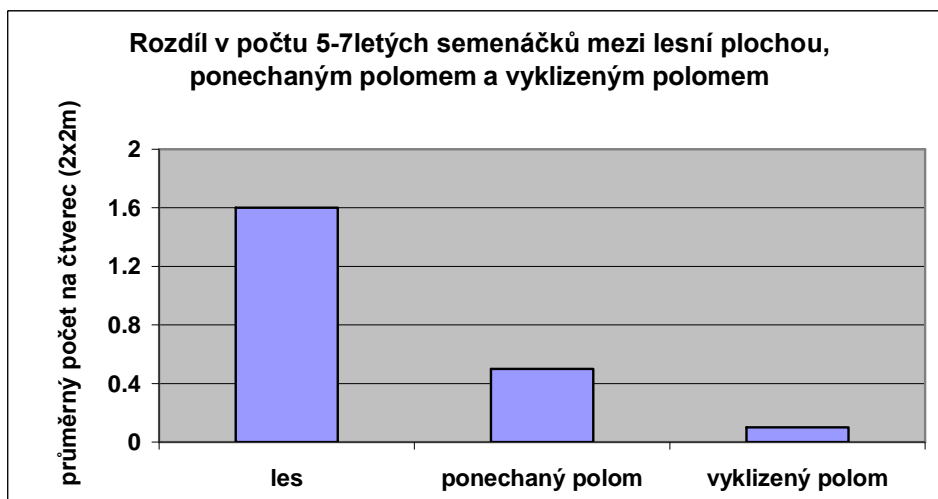
Obr. 16: Průměrný počet 2-4letých semenáčků smrku ztepilého (na čtverec o velikosti 2x2m) na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

Tab. 14: Rozdíl v počtu 2-4letých semenáčků smrku ztepilého mezi lesem, ponechaným polomem a vyklizeným polomem na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008 (Kruskal-Wallis Z test pro mnohonásobná porovnání).

Multiple Comparisons p values (2-tailed); 2_4lete Independent (grouping) variable: Plocha Kruskal-Wallis test: H (2, N= 103)=27.49782 p =.0000			
Depend.: 2_4lete	Les R:66.356	PonechPolom R:45.889	VyklizPolom R:38.600
Les		0.042117	0.000057
PonechPolom	0.042117		1.000000
VyklizPolom	0.000057	1.000000	

o 5 - 7leté semenáčky

Taktéž v případě počtu 5-7letých semenáčků výsledky neparametrické analýzy rozptylu (Kruskal-Wallis ANOVA) ukázaly na hladině významnosti 5 % statisticky významné rozdíly mezi hodnocenými plochami ($p = 0,0003$). Nejvyšší průměrný počet semenáčků této věkové kategorie byl zjištěn na lesní ploše (cca 1,6 semenáčků na čtverec o rozloze $4m^2$), o něco méně na ponechaném polomu (cca 0,5 semenáčků na čtverec o rozloze $4m^2$) a nejnižším počtem 5-7letých semenáčků (cca 0,1 semenáčků na čtverec o rozloze $4m^2$) se vyznačoval vyklizený polom. Výsledky Kruskal-Wallis Z testu pro mnohonásobná porovnání ukázaly, že lesní plocha se průkazně odlišovala od vyklizeného a neodlišovala se od ponechaného polomu a vyklizený a ponechaný polom se navzájem nelišily.



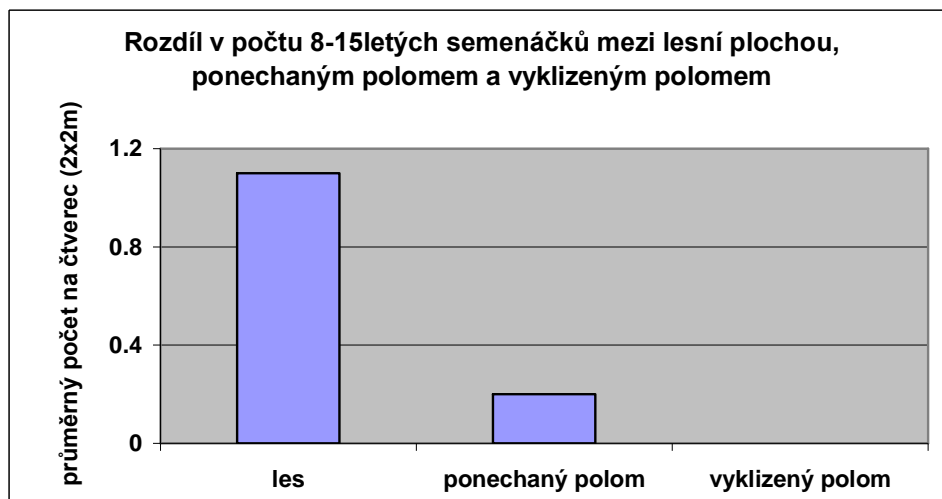
Obr. 17.: Průměrný počet 5-7letých semenáčků smrku ztepilého (na čtverec o velikosti 2x2m) na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

Tab. 15: Rozdíl v počtu 5-7letých semenáčků smrku ztepilého mezi lesem, ponechaným polomem a vyklizeným polomem na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008 (Kruskal-Wallis Z test pro mnohonásobná porovnání).

Depend.: 5_7lete	Multiple Comparisons p values (2-tailed); 5_7lete Independent (grouping) variable: Plocha Kruskal-Wallis test: H (2, N= 103) =16.01651 p =.0003		
	Les R:62.267	PonechPolom R:48.444	VyklizPolom R:42.050
Les		0.291442	0.005541
PonechPolom	0.291442		1.000000
VyklizPolom	0.005541	1.000000	

o 8 - 15leté semenáčky

Obdobné výsledky jako u věkové kategorie 5-7letých semenáčků byly dosaženy i u semenáčků 8-15letých. Rozdíl v počtu 8–15letých semenáčků mezi třemi hodnocenými plochami byl opět statisticky průkazný ($p = 0,0005$). Lesní plocha s průměrným počtem cca 1,1 semenáčků této věkové kategorie (na čtverec o velikosti 2x2 m) se odlišovala od vyklizeného polomu (žádný 8-15letý semenáček), avšak neodlišovala se od ponechaného polomu (cca 0,2 semenáčků na čtverec o rozloze 4m²). Rozdíl mezi vyklizeným a ponechaným polomem nebyl statisticky průkazný.



Obr. 18.: Průměrný počet 8-15letých semenáčků smrku ztepilého (na čtverec o velikosti 2x2m) na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008.

Tab. 16: Rozdíl v počtu 8-15letých semenáčků smrku ztepilého mezi lesem, ponechaným polomem a vyklizeným polomem na výzkumných plochách na Černé hoře v září 2008 (Kruskal-Wallis Z test pro mnohonásobná porovnání).

Multiple Comparisons p values (2-tailed); 8_15lete Independent (grouping) variable: Plocha Kruskal-Wallis test: H (2, N= 103)=15.11251 p =.0005			
Depend.: 8_15lete	Les R:59.800	PonechPolom R:51.389	VyklizPolom R:43.500
Les		0.938290	0.036162
PonechPolom	0.938290		1.000000
VyklizPolom	0.036162	1.000000	

4.5 Vliv zastínění na výskyt semenáčků různého stáří na lesní ploše

o *Jednoleté semenáčky*

V průměru nejvyšším počtem 1letých semenáčků dosahujícím hodnoty cca 1,2 semenáčků se vyznačovaly čtverce s 30 až 60% zastíněním. U čtverců se zastíněním nižším než 30 % se průměrný počet semenáčků rovnal hodnotě cca 0,5 a u čtverců se zastíněním nad 60 % pak cca 0,6 semenáčků. Statisticky významný vliv zastínění korunami dospělých jedinců smrku ztepilého na výskyt jednoletých semenáčků na lesní ploše se na hladině významnosti 5 % nepodařilo prokázat (Zobecněný lineární model s Poissonovým rozdělením: $p = 0,0914$), avšak podařilo se prokázat pozitivní vliv kategorie zastínění 30-60 % na počet 1letých semenáčků.

Tab. 17: Tabulka základních popisných statistik výskytu 1letých semenáčků smrku ztepilého v závislosti na zastínění korunami dospělých stromů na lesní výzkumné ploše na Černé hoře v září 2008.

Effect	Descriptive Statistics (1leteSemenacky_Zastineni)						
	Level of Factor	N	Pocet Mean	Pocet Std.Dev.	Pocet Std.Err	-95.00 Cnf.Lmt	+95.00 Cnf.Lmt
Total		45	0.688889	0.995951	0.148468	0.389672	0.988106
Stin3Kateg	do30	11	0.454545	0.522233	0.157459	0.103705	0.805386
Stin3Kateg	od30do60	10	1.200000	1.398412	0.442217	0.199636	2.200364
Stin3Kateg	nad60	24	0.583333	0.928611	0.189552	0.191215	0.975451

Tab. 18: Výsledky statistického hodnocení výskytu 1letých semenáčků smrku ztepilého v závislosti na zastínění korunami dospělých stromů na lesní výzkumné ploše na Černé hoře v září 2008 (Zobecněný lineární model s Poissonovým rozdělením závislé proměnné).

1lete - Parameter estimates (1leteSemenacky_Zastineni.sta)					
Distribution : POISSON					
Link function: LOG					
Effect	Level of Effect	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p
Intercept		-0,381711	0,198539	3,696369	0,054531
Zastineni	do30	-0,406747	0,325706	1,559537	0,211733
Zastineni	od30do60	0,564032	0,259221	4,734419	0,029565
Zastineni	nad60	-0,157286	0,251450	0,391269	0,531633

o 2 - 4leté semenáčky

V případě 2-4letých semenáčků byl nejvyšší počet jedinců (v průměru cca 5,3 semenáčků) zaznamenán ve čtvercích se zastíněním nižším než 30 %, následovaly čtverce se středním zastíněním (v průměru cca 3,2 semenáčků) a nejnižším průměrným počtem 2-4letých semenáčků (cca 2,2) se vyznačovaly čtverce zastíněné z více jak 60 %. Vliv zastínění korunami dospělých smrků na výskyt semenáčků této věkové kategorie byl na hladině významnosti 5 % statisticky průkazný ($p = 0,000018$), přičemž kategorie zastínění do 30 % měla pozitivní vliv a kategorie zastínění nad 60 % naopak negativní vliv na výskyt 2-4letých semenáčků.

Tab. 19: Tabulka základních popisných statistik výskytu 2-4letých semenáčků smrku ztepilého v závislosti na zastínění korunami dospělých stromů na lesní výzkumné ploše na Černé hoře v září 2008.

Descriptive Statistics (2_4leteSemenacky_Zastineni)							
Effect	Level of Factor	N	Pocet Mean	Pocet Std.Dev.	Pocet Std.Err	-95.00 Cnf.Lmt	+95.00 Cnf.Lmt
Total		45	3.155556	5.321293	0.793252	1.556862	4.75425
Stin3Kateg	do30	11	5.272727	8.707364	2.625369	-0.576959	11.12241
Stin3Kateg	od30do60	10	3.200000	4.341019	1.372751	0.094622	6.30538
Stin3Kateg	nad60	24	2.166667	3.265986	0.666667	0.787562	3.54577

Tab. 20: Výsledky statistického hodnocení výskytu 2-4letých semenáčků smrku ztepilého v závislosti na zastínění korunami dospělých stromů na lesní výzkumné ploše na Černé hoře v září 2008 (Zobecněný lineární model s Poissonovým rozdělením závislé proměnné).

PocetSemenacku - Parameter estimates					
Distribution : POISSON					
Link function: LOG					
Effect	Level of Effect	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p
Intercept		1,199629	0,086745	191,2521	0,000000
Stin3Kateg	do30	0,462918	0,115203	16,1465	0,000059
Stin3Kateg	od30do60	-0,036479	0,133945	0,0742	0,785361
Stin3Kateg	nad60	-0,426440	0,118046	13,0500	0,000303

o 5 - 7leté semenáčky

Taktéž průměrný počet 5-7letých semenáčků klesal se vzrůstajícím zastíněním výzkumných čtverců korunami dospělých smrků, přičemž u kategorie zastínění do 30 % dosahoval hodnoty cca 7,2 semenáčků, u kategorie zastínění od 30 do 60 % pak cca 6,5 semenáčků a ve čtvercích zastíněných z více jak 60 % bylo v průměru zaznamenáno jen cca 4,9 jedinců. Závislost počtu semenáčků této věkové kategorie na zastínění byla na 5% hladině významnosti statisticky průkazná ($p = 0,019035$), přičemž nejvíce zastíněné čtverce vykazovaly statisticky významně nižší počty těchto semenáčků v porovnání s průměrem.

Tab. 21: Tabulka základních popisných statistik výskytu 5-7letých semenáčků smrku ztepilého v závislosti na zastínění korunami dospělých stromů na lesní výzkumné ploše na Černé hoře v září 2008.

Effect	Descriptive Statistics (5_7leteSemenacky_Zastineni)						
	Level of Factor	N	Pocet Mean	Pocet Std.Dev.	Pocet Std.Err	-95.00 Cnf.Lmt	+95.00 Cnf.Lmt
Total		45	5.800000	7.17508	1.069598	3.644366	7.95563
Stin3Kateg	do30	11	7.181818	10.22564	3.083145	0.312142	14.05149
Stin3Kateg	od30do60	10	6.500000	6.98013	2.207311	1.506715	11.49328
Stin3Kateg	nad60	24	4.875000	5.65157	1.153621	2.488552	7.26145

Tab. 22: Výsledky statistického hodnocení výskytu 5-7letých semenáčků smrku ztepilého v závislosti na zastínění korunami dospělých stromů na lesní výzkumné ploše na Černé hoře v září 2008 (Zobecněný lineární model s Poissonovým rozdělením závislé proměnné).

Pocet - Parameter estimates					
Distribution : POISSON					
Link function: LOG					
Effect	Level of Effect	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p
Intercept		1,809158	0,063762	805,0726	0,000000
Stin3Kateg	do30	0,162394	0,091022	3,1831	0,074403
Stin3Kateg	od30do60	0,062644	0,095884	0,4268	0,513544
Stin3Kateg	nad60	-0,225038	0,083154	7,3240	0,006804

o 8 - 15leté semenáčky

V případě nejstarších semenáčků se závislost počtu jedinců na zastínění podobala spíše 1letým semenáčků. Stejně jako u 1letých semenáčků se i u 8-15letých semenáčků v průměru nejvyšším počtem vyznačovaly čtverce se středním zastíněním (cca 1,8 semenáčků), následovaly čtverce se zastíněním vyšším než 60 % (cca 1,2 semenáčků) a nejnižší průměrný počet semenáčků (cca 0,3) byl zjištěn u čtverců zastíněných z méně než 30 %. Vliv zastínění na počet semenáčků této věkové kategorie byl na hladině významnosti 5 % statisticky průkazný ($p = 0,008739$), přičemž ve středně zastíněných čtvercích byl zaznamenán průkazně vyšší počet těchto semenáčků oproti průměru.

Tab. 23: Tabulka základních popisných statistik výskytu 8-15letých semenáčků smrku ztepilého v závislosti na zastínění korunami dospělých stromů na lesní výzkumné ploše na Černé hoře v září 2008.

Effect	Descriptive Statistics (8_15leteSemenacky_Zastineni.sta)						
	Level of Factor	N	Pocet Mean	Pocet Std.Dev.	Pocet Std.Err	-95,00 Cnf.Lmt	+95,00 Cnf.Lmt
Total		45	1.088889	2.108664	0.314341	0.455376	1.722402
Stin3Kateg	do30	11	0.272727	0.646670	0.194978	-0.161711	0.707166
Stin3Kateg	od30do60	10	1.800000	2.573368	0.813770	-0.040876	3.640876
Stin3Kateg	nad60	24	1.166667	2.277807	0.464955	0.204833	2.128500

Tab. 24: Výsledky statistického hodnocení výskytu 8-15letých semenáčků smrku ztepilého v závislosti na zastínění korunami dospělých stromů na lesní výzkumné ploše na Černé hoře v září 2008 (Zobecněný lineární model s Poissonovým rozdělením závislé proměnné).

8_15lete - Parameter estimates					
Distribution : POISSON					
Link function: LOG					
Effect	Level of Effect	Estimate	Standard Error	Wald Stat.	p
Intercept		-0,783035	0,275387	8,084945	0,004463
Stin3Kateg	do30	-0,921713	0,492447	3,503257	0,061248
Stin3Kateg	od30do60	0,677675	0,335968	4,068604	0,043687
Stin3Kateg	nad60	0,244039	0,315670	0,597656	0,439474

5 DISKUSE

Podle výsledků bylo zjištěno, že nejvíce semenáčky ve větrem neporušeném lese vzcházely v období mezi roky 2005 – 2007. V předchozích obdobích byl výskyt semenáčků nižší, což může být způsobeno slabými semennými roky v těchto obdobích a také úmrtím semenáčků; také jednoletých semenáčků, vzešlých v roce 2008 bylo velmi málo. Bylo nalezeno překvapivě velmi málo semenáčků z obecně silných semenných roků 1992 a 1995, které dodnes převažují na některých trvalých výzkumných plochách v Krkonoších (Vávrová a kol. 2007).

Na vyklizeném polomu byl výskyt starších semenáčků minimální, což bylo způsobeno mechanickým narušením v průběhu asanace polomu, zasypaním přeživších semenáčků dřevní štěpkou a nepříznivými podmínkami na stanovišti (Jonášová & Matějková 2007; Hrežíková 2009), hlavně kvůli nedostatečnému zastínění semenáčků. Díky nepříznivosti stanoviště byl zde zjištěn i slabý výskyt nově vzešlých semenáčků (Hrežíková 2009). V ponechaném polomu byl zjištěn vyšší výskyt starších semenáčků, což může naznačovat větší šanci pro budoucí přirozený vývoj porostu, než u plochy asanované. Na rozdíl od Hrežíkové (2009) nebyly v ponechaném polomu zjištěny jednoleté semenáčky, což může být způsobeno větší vzdáleností od mateřského porostu než u vyklizeného polomu a porostem kompetičně schopnější *Calamagrostis villosa*.

Nejpříznivějšími mikrostanovišti pro přežívání semenáčků a jejich zdárný vývoj se ukázaly dle zjištěných poznatků trouchy a mrtvé dřevo, ačkoliv byly plošně zastoupeny z ostatních mikrostanovišť nejméně. Obecně se většina autorů shoduje na tom, že na rozkládajícím se dřevě se zpravidla nachází vysoký počet semenáčků (Falta a kol. 1999; Falta 2002; Jonášová & Prach 2004; Vávrová a kol. 2006; Jonášová & Matějková 2007). Je to způsobeno jednak tím, že mrtvé dřevo představuje vyvýšené stanoviště a poskytuje tak konkurenční výhodu odrůstajícímu zmlazení v hustém podrostu bylinné vegetace (Svoboda 2005), a také tím, že rozkládající se dřevo může mít relativně vysoký obsah minerálních živin a také se tam mohou vytvářet různé symbiotické vazby, jež zlepšují výživu semenáčků. Dále se v trouchu lépe zadržuje voda, než například v půdě, a tím poskytuje dostatek vláhy v období s nedostatkem srážek (Svoboda 2005).

Velmi příznivým prostředím pro vývoj semenáčků se také ukázal opad (Jonášová & Prach 2004), který poskytuje dostatek živin díky rozkladu organických látek a je na tomto mikrostanovišti nižší kompetice ze strany přízemní vegetace (Vávrová a kol. 2006).

I mech byl příznivý pro semenáčky smrku na lesní ploše a ponechaném polomu, ve vykllizeném polomu se semenáčky na něm nevyskytovaly; i pokryvnost mechu byla minimální díky nedostatku zastínění, jak zjistila také Hrežíková (2009).

Dobré výsledky přirozené obnovy na lesní ploše byly zaznamenány také u brusnice borůvky, tak jako u řady jiných autorů (Vacek 1981; Vávrová a kol. 2006). Oproti tomu Jonášová & Prach (2004) považují porost brusnice borůvky za nepříznivé prostředí pro semenáčky. Na vykllizeném i ponechaném polomu nebyl v porostu brusnice borůvky zjištěn výskyt semenáčků smrku.

V porostech třtiny chloupkaté a metličky křivolaké bylo nalezeno pouze malé množství semenáčků, ačkoliv tyto porosty zaujímaly největší plochu. Pro semenáčky nebyla tato mikrostanoviště příznivá díky silné konkurenceschopnosti těchto porostů.

Významný byl vliv zastínění mateřského porostu na výskyt semenáčků smrku v jednotlivých věkových kategoriích. Jednoleté semenáčky se nejčastěji vyskytovaly na středně zastíněných místech (tj. 30-60 % zastíněné plochy); na takto zastíněných místech nebylo tolik rozvinuté bylinné patro a zároveň zde byl dostatek světla pro vzcházení a vývoj semenáčků. Semenáčky ve věku 2 až 4 let, stejně tak jako 5 až 7leté semenáčky, se nejčastěji vyskytovaly na osluněných místech (tj. do 30% zastínění); pro tyto věkové kategorie semenáčků mělo menší zastínění pozitivní vliv. Tak jako u jednoletých, tak i u 8 až 15letých semenáčků byl zjištěn pozitivní vliv středního zastínění, ačkoliv by měly starší semenáčky dávat přednost spíše místům s dostatkem světla. Tato nelogičnost se dá vysvětlit menším počtem nalezených semenáčků v této věkové kategorii. Na místech s nedostatkem slunečního záření (tj. nad 60% zastínění) byl u všech věkových kategoriích prokázán negativní vliv tohoto nedostatku pro vzcházení a přežívání semenáčků smrku ztepilého.

6 ZÁVĚR

Výsledky výzkumu poukázaly na negativní vliv větrné a následně antropogenní disturbance pro vývoj přirozené horské smrčiny na Černé hoře na Šumavě. Ve vyklizeném polomu byla v průběhu asanace zničena většina stávající přirozené obnovy. Odkrytá plocha vyklizeného polomu nadále skýtá nepříznivé prostředí pro vzcházení a přežívání semenáčků smrku ztepilého. V ponechaném polomu nebylo přirozené zmlazení smrku zničeno natolik jako u polomu vyklizeného, ale větší vzdálenost od dosud stojícího mateřského porostu znamená snížené šance na rozvoj nových semenáčků. Větrnou disturbancí nepostižený les zatím skýtá dostatek zastínění pro rozvoj přirozeného zmlazení a pro vzcházení semenáčků, které je důležité pro udržení ekologické stability horských klimaxových smrčín.

Nejpříznivějšími mikrostanovišti pro vzcházení a vývin semenáčků se ukázaly trouch, opad, mech a mrtvé dřevo. Silné kompetiční druhy jako porosty třtiny chloupkaté a metličky křivolaké byly vyhodnoceny jako nepříznivé pro semenáčky.

Nejmladší a nejstarší semenáčky se nejčastěji vyskytovaly na středně zastíněných místech, ostatní semenáčky (2 až 7leté) byly častější na místech osluněných.

7 LITERATURA

Anděra, M. & Červený, J. (2003): Savci. In: Anděra, M., Zavřel P. (eds.), Šumava-příroda-historie-život. Baset, Praha, s. 315-325.

Bouše, J. et. al. (2001): Oblastní plán rozvoje lesů – PLO 13 – Šumava. Brandýs n. L., ÚHÚL, 271 s. + příl.

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

Bufková, I. & Žíla, V. (2003): Cévnaté rostliny. In: Anděra, M., Zavřel P. (eds.), Šumava-příroda-historie-život. Baset, Praha, s. 218-221.

Bürger, P. & Pykal, J. (2003): Ptáci. In: Anděra, M., Zavřel P. (eds.), Šumava-příroda-historie-život. Baset, Praha, s. 305-306.

Culek M., (ed.) (1996): Biogeografické členění České republiky, ENIGMA, Praha, s. 238-242.

Falta, V. (1999): Vliv narušení horských smrkových porostů na růst a vývoj náletových dřevin. Dokt. Dis. Práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, s. 3-27.

Falta, V. (2002): Prežívání semenáčků smrku ztepilého (*Picea abies* (L.) Karst.) a jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia* L.) v narušených lesních ekosystémech Krkonoš a Krušných hor. Dopr. Depon. in knihovna VÚO Holovousy.

Falta, V., Cudlín, P. & Šerá, B. (1999): Vliv narušení smrkových porostů v Krkonoších na růst a vývoj náletových semenáčků (*Picea abies* (L.) H. Karst.). – Coll. Sci. Pap., ser. Crop sci., 16(1): 13- 20

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

Google Earth. <http://earth.google.com/> (cit. 11.4.2009)

Hanssen, K. H.,(2003): Natural regeneration of *Picea abies* on small clear-cuts in SE Norway. – Forest Ecology and Management 180: 199–213.

Holec, J. (2003): Houby. In: Anděra, M., Zavřel P. (eds.), Šumava-příroda-historie-život. Baset, Praha, s. 206-209.

Hörnberg G., Ohlson M. & Zackrisson O. (1997): Influence of bryophytes and microrelief conditions on *Picea abies* seed regeneration patterns in boreal old-growth swamp forests. – Canadian Journal of Forest Research 27(7): 101–1023.

Hrežíková, M. (2009): Přirozená obnova horských smrčín po větrné disturbanci – vliv managementu, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta, s. 15-24.

Hruška, J. & Cienciala E., (eds.) (2001): Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd – limitující faktor současného lesnictví, MŽP, s. 12-85.

Jonášová, M. & Matějková, I. (2007): Natural regeneration and vegetation changes in wet spruce forests after natural and artificial disturbances. Canadian Journal Forest Research 37: 1907-1914.

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.

Kučera, T. (2001): Horské třtinové smrčiny. In: Chytrý M., Kučera T. & Kočí M. (eds.), Katalog biotopů České republiky, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, s. 219 – 220.

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.

Kunský, J. (1968): Fyzický zeměpis Československa. Praha, Státní pedagogické nakladatelství, 537 s.

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.

Lička, D. (2008): Management tlejícího dřeva a jeho význam pro biodiverzitu lesních ekosystémů a pro lesní hospodářství, MZLU Brno, s. 14-17.

Liška, J. (2003): Lišejníky Šumavy. In: Anděra, M., Zavřel P. (eds.), Šumava-příroda-historie-život. Baset, Praha, s. 196-198.

Mapový server ÚHÚL Brandýs. n. Labem. <http://geoportal2.uhul.cz> (cit. 10.4.2009).

Neuhäuslová, Z. (ed.) (2001): Třtinová smrčina (*Calamagrostio villosae-Piceetum*). In: Dvořák, L. & Mánek, J. (eds.), *Silva Gabreta. Supplementum 1 – 2001*, s. 56-57.

Novák, I. (2003): Motýli. In: Anděra, M., Zavřel P. (eds.), Šumava-příroda-historie-život. Baset, Praha, s. 248-249.

Ohlson, M. Z. O. (1992): Tree establishment and microhabitat relationships in north Swedish peatlands. – *Canadian Journal of Forest Research* 22: 1869–1877

Plesník, J. (2003): Brouci. In: Anděra, M., Zavřel P. (eds.), Šumava-příroda-historie-život. Baset, Praha, s. 243-246.

Průša, E. (2001): Pěstování lesů na typologických základech. Praha, Lesnická práce s. r. o., 593 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*, vol. 34: 1-34.

Roon Van T. (1993): Spontaneous regeneration of trees in the Krkonoše mountains – Agricultural university of Wageningen, Department of Forestry, Wageningen, Netherland, s.30

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.

Správa Šumavského národního parku. Oficiální stránky Správy Národního parku a chráněné krajinné oblasti Šumava. <http://www.npsumava.cz/> (cit. 7.2.2009)

Směrnice č. 7/2007: Pro obnovu lesa v Národním parku Šumava. Správa NP a CHKO Šumava, s. 1-8.

Svoboda, M., (2005): Množství a struktura mrtvého dřeva a jeho význam pro obnovu lesa ve smrkovém horském lese v oblasti rezervace Trojmezna. Reports of Forestry Research 50: 33-45.

Vacek, S. (1981): Vyhlídky na úspěch přirozené obnovy v ochranných horských lesích Krkonoš. Lesnická práce, Praha, s. 118-124.

Vacek, S. (1990): Analýza autochtonních smrkových populací na Strmé stráni v Krkonoších. Opera Concorctica 27: 59-103.

Vacek, S. (2001): Přirozená obnova lesních porostů v horských oblastech. In: Slodičák, M. & Novák, J. (eds.): Současné otázky pěstování horských lesů. Sborník ze semináře, Opočno 13. – 14.9. 2001, VÚLHM VS Opočno, s. 205-207.

Vacek, S. (ed.) (2003): Horské lesy České Republiky, Mze, Praha. s. 108-131.

Vacek, S. & Mayová, J. (2000): K problematice vegetační stupňovitosti NP Šumava. In: Podhrázký, V.: Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního parku Šumava. Sborník z celostátní konference. Kostelec nad Černými lesy, 27. a 28. listopadu 2000. Praha, ČZU, s. 138 – 141.

Váňa, J. (2003): Mechorosty. In: Anděra, M., Zavřel P. (eds.), Šumava-příroda-historie-život. Baset, Praha, s. 192-193.

Vacek, S. & Podrázský V. (2008): Stav, vývoj a management lesních ekosystémů v průběhu existence NP Šumava. Praha, Lesnická práce s.r.o., s. 62.

Valenta, M. a kol. (1994): Šumava Biosphere Reserve. In: Jeník, J. (ed.): Biosphere Reserves on the Crossroad of Central Europe, Czech republic – Slovak republic. Praha, Empora, s. 50 – 64.

Vávrová, E. (2003): Přírozená obnova smrku ztepilého (*Picea abies*) a dynamika sukcese dominant bylinného patra v průběhu rozpadu horských smrkových ekosystémů v Krkonoších. – Ms. (dipl. práce, ÚŽP, Přír. fak. UK, Praha). s. 1-85.

Vávrová, E., Cudlín, P. & Šerá, B., (2006): Trendy přírozené obnovy klimaxových smrčín Krkonoš. Zprávy Čes. Bot. Společ., Praha, 41, Mater. 21: 227-237.

Vávrová, E., Cudlín, P. & Jonášová, M., (2007): Regenerační procesy horských klimaxových smrčín Krkonoš. In: Štursa, J. & Knapik, R. (eds.), Geoekologické problémy Krkonoš. Sborn. Mez. Věd. Konf., říjen 2006, Svoboda n. Úpou. Opera Corcontica, 44/2: 437-444.

Zatloukal, V. (1998): Historické a současné příčiny kůrovcové kalamity v Národním parku Šumava. Silva Gabreta, 2: 327-357

Zatloukal, V. (2001): Národní park Šumava – historie vzniku, poslání, základní údaje. In: Dvořák, L. & Mánek, J. (eds.), Silva Gabreta Supplementum 1: 15-18.

Zelenková, E. (ed.) (2000): Plán péče Národního parku Šumava na období 2001 – 2010. Vimperk, s. 33 – 40.

PŘÍLOHA



a)



b)



c)



d)

Černá hora (2008): a) vyklizený polom; b) semenáčky smrku ztepilého; c) ponechaný polom; d) neporušený les.