

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská
Katedra pěstování lesů



**Struktura a mikrostanovištní preference smrkového zmlazení 10
let po rozpadu horního stromového patra**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: Ing. Jitka Zenáhlíková

Autor diplomové práce: Bc. Ondřej Zikmund

2011

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská – Katedra pěstování lesa

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Ondřej Zikmund

Obor studia: LES

Název práce: Struktura a mikrostanovištní preference smrkového zmlazení 10 let po rozpadu horního stromového patra

Název v angličtině: Recovery and development of spruce mountain forests stands following disturbances

Cíle práce:

Cíl práce je analýza struktury smrkového zmlazení.

Metodika:

1. Založení a stabilizace trvalých zkusných ploch.
2. Zaměření a popis stromového patra (živé stromy a souše) pomocí technologie Field Map.
3. Analýza přirozeného zmlazení na ploše.
4. Matematické a statistické zpracování dat.
5. Zpracování výsledky a příprava diplomové práce.

Harmonogram zpracování:

Práce bude vypracována v průběhu roku 2010 a 2011.

Rozsah textové části: 30 – 40 stran

Klíčová slova: dynamika lesa, přirozená obnova, mikrostanoviště, populační dynamika

Doporučené informační zdroje:

HOFGAARD, A., 1993a. Structure and regeneration patterns in a virgin *Picea abies* forest in northern Sweden. *Journal of Vegetation Science*, 4: 601-608.

HUNZIKER, U., BRANG, P., 2005. Microsite patterns of conifer seedling establishment and growth in a mixed stand in the southern Alps. *Forest Ecology and Management* 210, 67-79.

KUPFERSCHMID, A.D., BUGMANN, H., 2005b. Predicting decay and ground vegetation development in *Picea abies* snag stands. *Plant Ecology* 179, 247-268.

Kuuluvainen, T., 1994. Gap disturbance, ground microtopography, and the regeneration dynamics of boreal coniferous forests in Finland. A review. *Annales Zoologici Fenniae*, 31, 35-61.

RAMMIG, A., FAHSE, L., BEBI, P., BUGMANN, H., 2007. Wind disturbance in mountain forests: Simulating the impact of management strategies, seed supply, and ungulate browsing on forest succession. *Forest Ecology and Management* 242, 142-154.

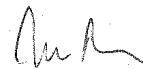
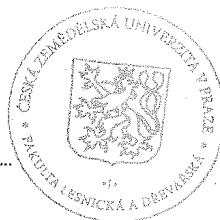
Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Konzultant diplomové práce: Ing. Jitka Zenáhlíková

Termín odevzdání: konec března 2011



Vedoucí katedry



Děkan

V Praze dne: 1.6.2010

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci na téma **Struktura a mikrostanovištní preference smrkového zmlazení 10 let po rozpadu horního stromového patra** jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

V Praze dne 29. 4. 2011

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval Doc. Ing. Miroslavu Svobodovi, Ph.D. a Ing. Jitce Zenáhlíkové za pomoc a rady při psaní této diplomové práce. Dále děkuji všem, kteří mi pomáhali při terénních měření. Velký dík patří také rodičům, kteří mne podporovali po celou dobu studia.

Abstrakt

Struktura a mikrostanovištní preference smrkového zmlazení 10 let po rozpadu horního stromového patra

Diplomová práce hodnotí stav, strukturu a mikrostanovištní preference obnovy lesa po rozpadu horního stromového patra v horských smrkových lesích v NP Šumava v důsledku žíru lýkožrouta smrkového. Ve vybrané oblasti NP Šumava bylo založeno 9 výzkumných ploch, každá o výměře 1600 m², na kterých byla zaznamenána obnova smrku a jeřábu v početnosti od 1244 do 12463 ks/ha. U této obnovy bylo zjišťováno mikrostanoviště, ze kterého vyrůstá. Nejvyšší výskyt obnovy smrku byl pozorován na mikrostanovištích pata kmene a kmen. Nejméně jedinců rostlo na mikrostanovištích s pokryvy vegetace. Nejčastější výška obnovy smrku se pohybovala v rozmezí 20 cm až 1 m. Další sledovanou hodnotou byl výškový přírůst, kdy bylo změřeno, že nejvíce přirůstají nejvyšší jedinci smrku (až 35 cm za rok). Po uschnutí mateřského porostu v roce 1998 došlo ke stagnaci výškového přírůstu, po sedmi letech mírného poklesu došlo ke zvýšení výškového přírůstu. Na plochách bylo zjištěno, že podíl obnovy rostoucí zde ještě před odumřením mateřského porostu se pohyboval v rozmezí 37 - 65 %.

Klíčová slova: smrk ztepilý, obnova, mikrostanoviště, Šumava NP

Abstract

Recovery and development of spruce mountain forests stands following disturbance

This thesis evaluates the status, structure and preferences microstation reforestation after the collapse of the upper tree layer in mountain spruce forests in the Sumava National Park due fattening beetle. In selected areas of the Sumava National Park was established nine research areas, each with an area of 1600 m², which was recorded on restoration of spruce and crane in numbers from 1244 to 12463 pcs / ha. For this revival was determined the microstation from which grows. The highest incidence of recovery of spruce was observed on the microhabitats heel strain and strain. At least individuals grew in microhabitats with nets vegetation. The most common height of spruce regeneration ranged from 20 cm to 1 m was more an observation height increment, which was measured by the highest possible pendent individuals spruce (up to 35 cm per year). After drying of the parent crop in 1998 was the stagnation of height increment, after seven years there has been a slight decrease to an increase in height increment. The plots revealed that increasing the share of the recovery here even before the collapse of the parent crop ranged from 37-65%.

Key words: Norway spruce, regeneration, microstation, Sumava NP

Obsah

1	Úvod.....	- 2 -
2	Literární řešerše	- 3 -
2.1	Vývoj lesa	- 3 -
2.1.1	Velký vývojový cyklus	- 3 -
2.1.2	Malý vývojový cyklus	- 4 -
2.2	Dynamika horského smrkového lesa	- 5 -
2.3	Disturbance	- 6 -
2.4	Přirozená obnova	- 7 -
2.4.1	Faktory ovlivňující obnovu.....	- 7 -
2.4.1.1	Půda a stanoviště.....	- 7 -
2.4.1.2	Nadmořská výška a expozice.....	- 8 -
2.4.1.3	Konkurence	- 9 -
2.4.1.4	Vliv mateřského porostu, světla, zápoje	- 9 -
3	Metodika	- 10 -
3.1	Popis zájmového území a přírodní podmínky	- 10 -
3.1.1	Klimatické poměry	- 10 -
3.1.2	Geologické a pedologické poměry	- 10 -
3.2	Sběr dat	- 11 -
3.2.1	Založení ploch.....	- 11 -
3.2.2	Monitoring stromového patra	- 11 -
3.2.3	Monitoring obnovy	- 12 -
3.3	Zpracování dat	- 13 -
3.3.1	Stromové patro.....	- 13 -
3.3.2	Obnova.....	- 13 -
4	Výsledky	- 14 -
4.1	Stromové patro.....	- 14 -
4.1.1	Živé stromy	- 15 -
4.1.2	Souše.....	- 15 -
4.2	Obnova.....	- 16 -
4.2.1	Výšková struktura	- 17 -
4.2.2	Rozdělení obnovy dle mikrostanoviště.....	- 21 -
4.2.3	Výškový přírůst obnovy.....	- 22 -
4.2.4	Určení podílu zmlazení před a po odumření mateřského porostu	- 23 -
5	Diskuze	- 24 -
5.1	Stromové patro.....	- 24 -
5.2	Obnova.....	- 25 -
6	Závěr	- 28 -
7	Literatura.....	- 30 -
8	Přílohy.....	- 33 -

1 Úvod

Národní park Šumava (NPŠ) je součástí širšího území na hranici Čech, Bavorska a Rakouska, jehož lesy jsou postiženy hmyzí kalamitou. Přemnoženým lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus* L.) i dalšími druhy kůrovců jsou zasaženy přírodě blízké i kulturní lesy, které byly obhospodařovány různými způsoby, změněné větrnými a kůrovcovými kalamitami v posledních dvou stoletích, obnovované z geneticky nevhodných zdrojů. Tlumení hmyzí kalamity v oblasti, jež patří třem suverénním státům a má v mnoha podrobnostech odlišné přírodní, sociální, legislativní a ochranné podmínky, nutně způsobilo potíže při mezinárodní koordinaci účinných opatření. Otevřelo také problém aktivní versus pasivní ochrana přírody (VACEK & PODRÁZSKÝ 2008).

Národní park Šumava byl vyhlášen vládním nařízením č. 163/1991 Sb. v březnu 1991. Posláním národního parku je uchování a zlepšení jeho přírodního prostředí, zejména ochrana či obnova samořídících funkcí přírodních systémů, přísná ochrana volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin, zachování typického vzhledu krajiny, naplňování vědeckých a výchovných cílů, jakož i využití území národního parku k turistice a rekreaci nezhoršující přírodní prostředí.

V rámci péče o přírodu a lesní ekosystémy v NPŠ jsou uplatňovány různé režimy ochrany. Jedním z nich je ponechání ekosystémů samovolnému vývoji bez zásahů člověka, další režimy umožňují zasahování člověka do přírodních procesů a to především v lesích, kde se dříve výrazně hospodařilo.

Cílem této diplomové práce je zhodnocení stavu a vývoje přirozené obnovy smrku ztepilého v lokalitě, která byla ponechána samovolnému vývoji. Mezi lety 1997 – 1998 zde došlo k velkoplošnému odumření horního stromového patra z důvodu žíru lýkožrouta smrkového. Za účelem zhodnocení stavu přirozené obnovy zde bylo založeno několik výzkumných ploch. Výsledky pozorování by měly odpovědět na otázky: Jaká je početnost obnovy jednotlivých dřevin? Jaká je výšková struktura obnovy? Jaké mikrostanoviště nejvíce vyhovuje obnově smrku? Jaký je výškový přírůst obnovy? Bylo na plochách přítomné zmlazení ještě před odumřením mateřského porostu, a jaký podíl zaujímá z celkového počtu současné obnovy?

2 Literární rešerše

2.1 Vývoj lesa

Jestliže nejsou lesní porosty ovlivňovány hospodářskou činností člověka, probíhá v nich samovolný vývoj vegetace, nazývaný ekologická sukcese. Tyto dlouhodobé proměny druhové skladby, spojené se změnou porostních struktur, vedou od nejnižších sukcesních forem až po nejvyšší – klimaxový les. Na extrémních stanovištích však závěrečným vegetačním stadiem může být i společenstvo keřů nebo pionýrských dřevin. Sukcese se rozdělují na primární a sekundární. V případě primární sukcese se jedná o osidlování nově vzniklých půd, např. sopečné kužely, říční nánosy, nově vynořené ostrovy v mořích apod. Naproti tomu při sekundární sukcesi vzniká nový les na místě, kde již les byl, ale došlo k jeho zničení nějakou katastrofickou poruchou (POLENO et al. 2007; ZIKMUND 2009).

2.1.1 Velký vývojový cyklus

Velký vývojový cyklus je charakterizován sekundární sukcesí, která probíhá na ploše řádově v hektarech a v časových rozpětích desetiletí (POLENO et al. 2007).

Velkoplošný rozpad lesa je v přírodních podmínkách způsoben např. větrnými smrštěmi, požáry, přemnožením některých herbivorů. Některé typy lesních ekosystémů mají značné predispozice k výskytu těchto událostí, některé jsou na ně dokonce přizpůsobeny a jejich obnova je na ně odkázána. Jedná se o běžný způsob obnovy tajgových ekosystémů nebo některých typů borových lesů v Severní Americe (PODRÁZSKÝ 1999). V průběhu velkého vývojového cyklu lze vylišit tři části. Jsou to stadia tzv. lesa přípravného, přechodného a závěrečného (PODRÁZSKÝ 1999, POLENO et al. 2007, JONÁŠOVÁ 2008).

1. Les přípravný je charakteristický rychlým nástupem pionýrských (invazivních) dřevin, jako jsou bříza, olše, vrba, osika a jiné, ihned po narušení. Pro tyto druhy je typická jejich odolnost vůči extrémům prostředí, rychlý růst v mládí, vysoká produkce semen, na druhé straně nižší konkurenční schopnost, což je většinou vylučuje ze závěrečného stadia lesa. Jsou charakterističtí zástupci S- a R-stratégů.

2. Ve stadiu přechodného lesa jsou růstem pionýrských dřevin vytvořeny podmínky pro obnovu klimaxových druhů dřevin, jako jsou jedle, buk a v horských podmínkách smrk. K úspěšnému růstu pod zápojem jim pomáhá jejich vyšší konkurenční schopnost a nižší nároky na světlo.
3. Pro stadium lesa závěrečného je typické potlačení dřevin přípravných a výrazná dominance dřevin klimaxových. V této fázi dochází k maximální akumulaci biomasy a je označována jako nestabilnější.

Ale ani les závěrečný není neměnný, protože i v rámci klimaxu dochází k cyklickému střídání tří základních vývojových stadií. Ty probíhají v rámci malého vývojového cyklu.

2.1.2 Malý vývojový cyklus

Malý vývojový cyklus lesa probíhá v rámci lesa závěrečného na ploškách vyjádřených desítkami arů a v časových periodách staletí (POLENO et al. 2007). Skládá se ze tří po sobě jdoucích stadií a to stadia dorůstání, optima a rozpadu. Tím dochází ke vzniku mozaikovitě struktury porostu, jeho věkové a tloušťkové různorodosti (PODRÁZSKÝ 1999, POLENO et al. 2007, JONÁŠOVÁ 2008; ZIKMUND 2009).

1. Ve stadiu dorůstání se zvyšuje podíl nového porostu, dominance původního porostu se snižuje. Dochází k růstu zásoby spodní a střední stromové vrstvy. Charakteristický je stupňovitý zápoj, velká tloušťková, výšková i plošná různorodost.
2. Dřeviny rostoucí ve stadiu optima mají výrazně delší dobu života. Vytváří se výškově vyrovnaný porost, který ale je tloušťkově diferencovaný a má velké věkové rozdíly mezi jedinci. Dochází k zániku vrstevnaté výstavby porostu a často se vytváří horizontální zápoj. Ten velmi omezuje přístup světla na půdní povrch. Konec tohoto stadia je provázen odumíráním jednotlivých stromů a nastupuje stadium rozpadu.

3. Ve stadiu rozpadu rychle klesá počet a zásoba starých stromů, na jejichž místo nastupuje nová generace. Po porostu jsou nepravidelně rozmístěné skupinky staré a nastupující generace stromů. Na půdním povrchu se hromadí vrstva odumřelého dřeva.

2.2 Dynamika horského smrkového lesa

Výrazná je dynamika smrkových porostů a porostů s dominantním výskytem smrku ve vysokých horských polohách. Smrk představuje dřevinu, která má ve vyšších nadmořských výškách největší konkurenční schopnost a toleruje podmínky na horní hranici lesa, třebaže i jeho optimum z hlediska růstu a dosažených dimenzí leží níž, tj. v 5. - 6. lesním vegetačním stupni. Dynamika smrkových přírodních porostů se tak výrazně liší podle nadmořské výšky a stanovištních podmínek (PODRÁZSKÝ 1999, POLENO et al. 2007). S rostoucí nadmořskou výškou je smrkový les početně, objemově i strukturně homogennější a vzdaluje se charakteru výběrného lesa. Výrazně se v těchto podmínkách uplatňují abiotičtí činitelé, především vítr a sníh, kteří nejvíce působí na stromy dožívající generace. Proto jen menší část stromů odumírá ve stoje. Tím se pochopitelně zkracuje i doba celého vývojového cyklu. Čím jsou uvolněné plochy větší, tím jsou i drsnější klimatické podmínky. Proto se zde zpravidla nejprve uchycují pionýrské - přípravné dřeviny a až později následují dřeviny klimaxové – tedy smrk ztepilý (KUČERA, ČERNÝ 2008). Nepříznivé klimatické podmínky často způsobují rozpad smrkových horských lesů ještě před dosažením stadia rozpadu a vzniklé holiny se jen obtížně a dlouhodobě zacelují sekundární sukcesí (POLENO et al. 2007; ZIKMUND 2009).

V případě, že subalpínské polohy považujeme za extrémní stanoviště – tzv. blokována sukcesní stadia, je zde dynamika přírodního lesa jiná. Porosty jsou trvale řídké se stromy dosahujícími malých výšek. Porosty smrčín i ostatních dřevin bývají na extrémních stanovištích trvale vrstevnaté, při volném zápoji mají spádné kmeny a hluboké koruny (VACEK 1983 in POLENO et al. 2007). Takové porosty jsou ekologicky vysoce stabilní i v daných extrémních podmínkách (POLENO et al. 2007). Vrstevnatá struktura se může v delším časovém horizontu udržet pouze na stanovištích, kde není umožněn vznik trvale zapojitelných porostů (VACEK 1986 in POLENO et al. 2007). Takové porosty jsou prakticky neustále ve stadiu rozpadu a vylučování postihuje stromy téměř všech tloušťkových stupňů rovnoměrně. Tento

stav byl přírodním vývojem ustálen ve střední Evropě pouze v části horského lesa, s mezernatými zonálními smrčínami, které se výrazně diferencují do hloučků s vysokou statickou odolností vůči sněhu a do mezer bez korunového zápoje (POLENO et al. 2007).

2.3 Disturbance

Dynamika lesních ekosystémů je vázána na průběh a sílu disturbancí. Pro narušení je rozhodující síla a intenzita disturbancí, přičemž síla udává mortalitu jedinců způsobenou disturbancí a intenzita množství energie, které se uvolní při fyzikálních projevech disturbance. V dnešní době jsou disturbance považovány za přirozenou součást vývojového cyklu lesa. Působením disturbancí je nejvíce ovlivňována nejvyšší vrstva vegetace, tedy stromy. Změny ve stromovém patře poté způsobují i změny v nižších patrech, což se projevuje změnou bylinné skladby. Disturbance působí na jednotlivé stromy, skupinky stromů i celé porosty a mají tak značný vliv na složení a strukturu lesů (FRELICH 2002). Přirozené příčiny disturbancí mohou být vyvolány mnoha činiteli. Mezi nejvýraznější se řadí (POLENO et al. 2007):

- sopečné erupce s prudkým až explosivním výronem plynů, par a vody nebo lávy a sopečných vyvěřelin pevného skupenství
- blesky – vznik lesních požárů
- živelné pohromy – vítr, mokrý sníh, námraza, sucho, záplavy
- přemnožení patogenních hub, hmyzu, ale i teplokrevných živočichů (jelenovitých, hrabošů apod.)

Z výše uvedených činitelů se na narušování horských smrkových lesů nejvýrazněji podílejí v sestupném pořadí vítr, sníh a hmyzí škůdci (SLODIČÁK, NOVÁK 2007). Často také dochází k různým kombinacím těchto činitelů. Například stromy vyvrácené větrem nebo oslabené nedostatkem vláhy jsou napadány kůrovci, okus či loupání zvěří umožní proniknutí patogenních hub do dřeva kmenů atd.

Dlouhodobé analýzy kalamit v lesích prokázaly zajímavou skutečnost, že zatímco v první polovině 20. století byly škody vyvolané biotickými i abiotickými faktory zhruba vyrovnané, v druhé polovině století již zcela převažují škody v důsledku faktorů abiotických (POLENO et al. 2007).

Současný pohled podpořený novými studii z horských i boreálních smrčín považuje disturbanci za klíčový proces při obnově lesa (JONÁŠOVÁ 2008). Na základě výsledků těchto nových studií a pozorování lze říci, že v boreálních lesích dochází k obnově na malých plochách, naproti tomu v středoevropských horských smrčínách probíhá rozpad na velkých územích.

2.4 Přirozená obnova

Předpokladem trvalosti a dynamické vyváženosti přírodního společenstva je přirozená obnova. Ta však může probíhat jen v místech, kde se vytvářejí podmínky pro tento proces odumřením nebo rozpadem jednotlivých složek starší generace (KORPEL 1991). Příznivé podmínky pro přirozenou obnovu vznikají v lese závěrečném a to buď při jeho pozvolném rozpadu anebo při náhlém katastrofickém rozpadu (POLENO et al. 2007).

2.4.1 Faktory ovlivňující obnovu

2.4.1.1 Půda a stanoviště

Pro vznik a vývoj nových semenáčků je jedním z podstatných limitů obsah živin v půdě. V přírodním lese, ve kterém odumřelé stromy zůstávají stát či ležet na zemi, nedochází k ztrátám živin s odvozem dřeva jako v lesech hospodářských. SVOBODA (2005a) uvádí, že v původním horském smrkovém lese se může zásoba mrtvého dřeva pohybovat v rozmezí 150 až 300 m³ na hektar. Mrtvé dřevo neposkytuje jen živiny, ale představuje také velmi specifický biotop, na kterém je závislá existence mnoha druhů. Mrtvé dřevo představuje vyvýšené stanoviště a poskytuje tak konkurenční výhodu odrůstajícímu zmlazení, např. delší dobou bez sněhové pokrývky. Během procesu dekompozice tlejícího dřeva se mění jeho fyzikální a chemické vlastnosti (SVOBODA 2005a, ZIELONKA 2006).

Tlející mrtvé dřevo může mít v porovnání s půdou relativně vysokou retenční schopnost pro vodu a v období s nedostatkem srážek může sloužit jako zásobárna vláhy. V tlejícím dřevě může být relativně vysoký obsah minerálních živin a také se tam mohou vytvářet různé symbiotické vazby, které zlepšují výživu semenáčků (SVOBODA 2005a, BAIER et al. 2007). Uchycení a odrůstání semenáčků ovlivňuje stupeň rozkladu dřeva, čím vyšší rozklad tím lepší podmínky (ZIELONKA 2006).

Tyto závěry potvrzují terénní měření (HEURICH 2001, JONÁŠOVÁ & PRACH 2008), z kterých vyplývá, že nejvíce semenáčků roste na ležících a již částečně rozložených kmenech nebo v jejich těsné blízkosti. Dalším velmi preferovaným stanovištěm jsou paty stojících stromů a kořenové baly vývrátů. Naopak nejméně vhodná se jeví stanoviště s hustými porosty trav, kde se často na velkých plochách nalézá jen minimum semenáčků (HEURICH 2001, JONÁŠOVÁ & PRACH 2008). Zjištěnou výhodnost paty živých stromů a souší potvrzuje také VACEK (1982) in SVOBODA et al. (2009). Ta spočívá ve vyvýšenosti tohoto stanoviště nad okolním terénem. V blízkosti kmene dříve odtává sníh, to zvětšuje délku vegetační doby, která je v těchto podmínkách limitující. Smrkové zmlazení přežívá u paty živého stromu pravděpodobně jen do určitého věku, poté odumírá. Jestliže ale dojde k odumření dospělého stromu, zmlazení u jeho paty využije náskoku před pozdější konkurencí vysokých bylin, které se u paty živého stromu nevyskytují, a začne rychleji odrůstat (SVOBODA et al. 2009). Z výsledků pozorování ve Švýcarsku vyplývá, že nejvíce preferovaným stanovištěm je hrabanka, následuje pokryv vegetace, další jsou plochy porostlé mechy a až po nich rozkládající se dřevo (HUNZIKER & BRANG 2005).

2.4.1.2 Nadmořská výška a expozice

Nadmořská výška výrazně ovlivňuje počet semenáčků při obnově lesa. Polohy do 1200 m n. m. se dají považovat za dobře se zmlazující, v polohách nad 1200 m n. m. je to už jen necelá polovina semenáčků oproti předchozí a ve výšce nad 1300 m n. m. je to ještě méně – polovina oproti počtům do 1300 m n. m. (HEURICH 2001, ZATLOUKAL et al. 2001). Přidá-li se k tomuto fenoménu ještě nepříznivá expozice stanoviště, četnost obnovy se dále snižuje (JIRSOVÁ & DVOŘÁK 2011).

Orientace stanovišť ke světovým stranám má vliv především z hlediska přístupu světla a vlhkosti. Severní, severovýchodní a severozápadní expozice jsou stinnější, chladnější a vlhčí. Naopak jižní, jihozápadní, jihovýchodní a západní expozice jsou naopak slunnější, teplejší a sušší. Hustota semenáčků větších 20 cm je na teplejších expozicích vyšší než na chladných (HEURICH 2001).

2.4.1.3 Konkurence

S rostoucí konkurencí trav a kapradin klesá hustota zmlazení. Důležitá odlišnost je mezi půdami, které vznikly na rulách a žulách. Půdy, které vznikly na rule, vykazují vyšší pokryv trav a kapradin a je na nich nízká hustota zmlazení. Pokryvy trav a kapradin mají vliv na formování zmlazení dřevin a jsou klíčovým faktorem při zalesňování nejvyšších poloh (HEURICH 2001).

ZATLOUKAL et al. (2001) uvádí nejprůzračnější podmínky pro přirozenou obnovu na kyselých a kamenitých stanovištích, kde je nižší konkurence travní vegetace, naopak nejslabší obnova je na stanovištích živné řady, kde je travní vegetace nejvíce rozvinuta.

Vysoká konkurence trav rostoucích ve smrkovém lese na půdním povrchu může způsobit, že většina semenáčků po vyklíčení nemá vhodné podmínky pro svůj další růst. V takovém případě, se jedním z míst, kde panují vhodné podmínky pro vyklíčení a další růst smrkových semenáčků, stává povrch tlejícího dřeva (SVOBODA 2005a).

2.4.1.4 Vliv mateřského porostu, světla, zápoje

Pro obnovu lesa má velký význam přítomnost plodících mateřských stromů. Od toho se poté odvíjí počet semenáčků jednotlivých druhů dřevin. Četnost přirozené obnovy je nejvyšší pod živými porosty a má sestupnou tendenci přes porosty suché, nejnižší je na holinách. Tento trend je nejvýraznější u nejmenších (nejmladších) semenáčků (HEURICH 2001). Rovněž mortalita přirozené obnovy je pod živými porosty nejvyšší (souvisí s vysokým podílem nejmenších semenáčků). Nižší je pod suchými porosty a nejnižší na holině (JONÁŠOVÁ & MATĚJKOVÁ 2007). Opačný trend má výškový přírůst obnovy. Uvedené trendy dokládají významný selekční vliv mateřského porostu na přirozenou obnovu (ZATLOUKAL et al., 2001).

Smrk je považován za stín tolerantní dřevinu, avšak nepříznivé světelné podmínky mohou být limitujícím faktorem růstu, přinejmenším pro odrůstající zmlazení pod uzavřeným zápojem. Tím, že je zmlazení přítomné pod mateřským porostem, má v okamžiku uvolnění zápoje stromového patra konkurenční výhodu oproti nastupujícím druhům vegetace a tím i vyšší šanci na přežití (GRASSI et al 2004). Přítomnost mezer v zápoji a narušování zápoje je nutností pro další úspěšný růst smrkového zmlazení (ZIELONKA 2006). Požadavky na světlo u smrku stoupají s nadmořskou výškou a ty jsou obzvláště vysoké v subalpínském lese (HOLEKSA et al. 2006).

3 Metodika

3.1 Popis zájmového území a přírodní podmínky

Jako vhodná lokalita pro zjištění základních charakteristik samovolně se vyvíjejícího horského smrkového lesa byl vybrán Národní park Šumava ležící v České republice na území Plzeňského a Jihočeského kraje.

Zájmové území se nachází v jihozápadní části Národního parku Šumava v oblasti Březníku přibližně mezi vrcholy Luzný a Velký Roklan na české straně státní hranice s Německem (příloha 1). Nadmořská výška se pohybuje od 1170 do 1250 metrů nad mořem.

Z hlediska orografického patří lokalita k soustavě Česká vysočina, podsoustavě Šumava, orografickému celku vlastní Šumava. Území patří k úmoří Severního moře do povodí Labe a je odvodňováno Modravským a Roklanským potokem a jejich přítoky (PRŮŠA 2001).

3.1.1 Klimatické poměry

Celé území spadá do chladné oblasti, kde průměrná červencová teplota nepřekračuje 15 °C, převážná část území patří do okrsku mírně chladného horského, pouze malá část území při jihozápadní hranici patří do okrsku chladného horského. Průměrná roční teplota v nejnižší části při státní hranici přesahuje jen málo 3 °C, směrem do vnitrozemí se blíží 5 °C. Průměrný roční úhrn srážek činí 1450 mm. Průměrná délka vegetační doby v roce klesá ze 110 dnů v okolí Modravy pod 100 dnů v nejvyšších polohách (BUFKA et al. 2000).

3.1.2 Geologické a pedologické poměry

Podloží je tvořeno převážně rulami, místy v kombinaci s granodiority. Převažujícím půdním typem je horský humusový podzol se silnou vrstvou surového humusu a vyluhovaným eluviálním horizontem. Glejové a rašelinné půdy se vyskytují v terénních sníženinách (CHÁBERA 1987 in JONÁŠOVÁ & PRACH 2004).

Celé území patří do hercynské oblasti středoevropské květeny (PRŮŠA 2001). Smrkové porosty v této lokalitě byly v letech 1997 až 1999 napadeny lýkožroutem smrkovým (*Ips typographus*) a došlo zde ke kompletnímu odumření horního stromového patra.

3.2 Sběr dat

3.2.1 Založení ploch

Ve vybrané lokalitě bylo založeno v roce 2009 devět čtvercových ploch, každá o výměře 1600 m² (40 x 40 m). Plochy byly rozmístěny tak, aby pokryly gradient početnosti obnovy. Rozmístění jednotlivých ploch je znázorněno v příloze 2. Tyto plochy se nachází v lokalitách, kde již dříve provedli svá pozorování JIRSOVÁ & DVOŘÁK (2011), Čížková (2010) a část ploch zahrnuje plochy sledované JONÁŠOVOU & PRACHEM (2004). Plochy byly zajištěny geodetickými kolíky, vždy ve dvou rozích ležících na úhlopříčce plochy, jejich poloha byla zaměřena pomocí GPS přístroje.

3.2.2 Monitoring stromového patra

Na každé ploše byly změřeny všechny živé a suché stromy nebo jejich zbytky. Pro tyto účely byly rozděleny podle předem stanovených kritérií do následujících pěti kategorií:

- Živé stromy – všichni živí jedinci, jejichž průměr kmene přesahuje ve výčetní výšce 7cm
- Souše – stromy nebo jejich torza vyšší než 1,3 metru s průměrem kmene více jak 7 cm
- Pahýl – zbytek kmene po odlomení stojící souše nižší jak 1,3 metru
- Pařez – zřetelná rovina řezu po pokácení
- Vývrát – vyvrácený strom s kořenovým balem

U živých stromů a souší byla změřena jejich výška pomocí laserového výškoměru s přesností 0,1 m, dále byla změřena tloušťka ve výčetní výšce 1,3 metru pomocí obvodového měřidla s přesností 1 cm. Výška pahýlů a pařezů byla změřena pomocí stupnice na výtyčce, pomocí této výtyčky byla zaměřována také jejich poloha, k tomuto byla ještě změřena tloušťka v polovině výšky pahýlu. U vývrátů byl změřen průměr ve vzdálenosti 1,3 metru od kořenového balu (paty stromu). Pokud to bylo možné, byla u každého jednotlivce ve všech kategoriích určena dřevina. Byla zaznamenána poloha na ploše všech měřených jedinců a prvků. U souší, pahýlů, pařezů a vývrátů byl určován ještě stupeň rozkladu. Souše byly zatříděny podle stupně rozkladu do následujících kategorií:

- 1 – čerstvá souše, čerstvě opadané jehličí
- 2 – starší souše, bez kůry, počáteční fáze rozkladu
- 3 – tvrdá hniloba, pokročilý stupeň rozkladu, souše drží pohromadě
- 4 – nejvyšší stupeň rozkladu, měkká hniloba

Zatřídění pahýlů, pařezů a vývrátů proběhlo podle následujících kritérií:

- 1 – čerstvé dřevo
- 2 – dřevo starší, tvrdé, počáteční stupeň hniloby
- 3 – pokročilé stádium rozkladu, držící pohromadě
- 4 – značný stupeň hniloby a rozkladu, měkké, rozpadá se
- 5 – s nejvyšším stupněm rozkladu, v terénu již těžce patrné, nedržící pohromadě, většinou porostlé mechem, vegetací

3.2.3 Monitoring obnovy

Do kategorie obnovy byli zařazeni všichni jedinci zmlazení, jejichž tloušťka ve výčetní výšce nepřesáhla 7 cm. Tak jako u stromového patra i zde došlo k zaměření pozice všech jedinců pomocí Field Mapu. U všech jedinců byla určena dřevina a její výška s přesností 5 cm.

Na prvních pěti plochách bylo zjišťováno mikrostanoviště, ze kterého semenáčky vyrůstají. K této činnosti byl měřič vybaven velkou kovovou jehlou, s níž mohl rýpnout do substrátu pod semenáčkem a určit tak mikrostanoviště. V případě, že mikrostanoviště bylo tvořeno vegetací, byl brán druh, který převažoval na stanovišti semenáčku. Rozdělení mikrostanovišť bylo následující: kmen, pahýl, pařez, pata stromu, vývrat, hrabanka, mech, borůvčí, ostatní vegetace.

Na čtyřech plochách byl zjišťován výškový přírůst. Zmlazení bylo rozčleněno do pěti výškových tříd a to 0 – 25 cm, 26 – 50 cm, 51 – 100 cm, 1 – 2 m a 2 – 4 m. V každé výškové třídě byly změřeny u 25 jedinců vzdálenosti mezi jednotlivými přesleny, případně vzdálenosti mezi jizvami po přeslenech. V nejvyšší výškové třídě bylo změřeno pouze 10 jedinců pro jejich nedostatek na ploše. Současně byl spočítán počet přeslenů a jizev po nich za účelem zjištění věku.

3.3 Zpracování dat

Naměřená data byla zpracována dendrometrickými metodami a metodami statistiky. Pro výpočet statistik a různých ukazatelů tak jako pro tvorbu grafů byl využit program Microsoft Excel. Grafická část byla vytvořena v programu ArcGIS.

3.3.1 Stromové patro

Veškerá data naměřená v terénu byla přenesena ze systému Field Map do počítače a pomocí programu Microsoft Excel byl spočítán pro každou plochu počet stromů na jeden hektar, jejich průměrná výška, maximální výška, průměr $d_{1,3}$ a kruhová výčetní základna a to jak pro živé, tak pro suché stromy. Dále byl přepočten počet pahýlů a pařezů na 1 ha a došlo k jejich rozdělení podle stupně rozkladu.

3.3.2 Obnova

Po přenosu dat ze systému Field Map byl nejprve vypočten počet jedinců obnovy na hektar pro každou plochu a to jak pro smrk ztepilý (*Picea abies* L.) tak pro jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia* L.). Pro obě dřeviny byly spočteny výškové charakteristiky – průměr, maximum a medián. Dále bylo zmlazení smrku rozděleno podle výšky do výškových kategorií po 10 centimetrech. Zmlazení jeřábu bylo z důvodu malé početnosti rozděleno podle výšky do následujících kategorií: pod 20 cm, 20 – 50 cm, 50 – 100 cm, nad 100 cm. Také byly spočteny procentuální počty jedinců obnovy na jednotlivých mikrostanovištích.

U ploch 6 až 9 byl z naměřených vzdáleností mezi jednotlivými přesleny vypočten průměrný výškový přírůstek za posledních třináct let (1997 – 2009).

Následně byli ze všech čtyř ploch vybráni jedinci, jejichž věk byl jedenáct let, to znamená, že rostli v porostu v době odumření horního stromového patra. Z výšky těchto smrčků byl zjištěn medián, který bude považován za hraniční výšku pro obnovu před odumřením a pro obnovu vzniklou po odumření horního stromového patra.

4 Výsledky

4.1 Stromové patro

V hlavním stromovém patře se na všech plochách vyskytoval smrk ztepilý (*Picea abies* L.), pouze na ploše 4 byl zaznamenán jeden dospělý jedinec jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia* L.). Na plochách 6 a 7 nebyl zaznamenán žádný živý strom ($d_{1,3} > 7$ cm). Počet živých stromů se pohyboval od 6 do 50 na hektar s výjimkou výše jmenovaných ploch 6 a 7. Počet souší ($d_{1,3} > 7$ cm) na hektar byl nejnižší na ploše 6 a to 331 souší a nejvyšší na ploše 3 a to 869 souší na hektar. Celková plocha výčetní kruhové základny se pohybovala od $44,3 \text{ m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$ na ploše 3 do $64,1 \text{ m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$ na ploše 1. Další porostní charakteristiky jednotlivých ploch ukazuje tabulka č. 1.

Tabulka 1. Základní charakteristiky jednotlivých ploch, u průměrů výšky a tloušťky je v závorce uvedena směrodatná odchylka.

Porostní charakteristika	Plocha								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Živé stromy									
Počet na ha	13	25	19	50	44	0	0	6	6
Průměrná výška (m)	9,0 (4,4)	7,5 (1,8)	4,0 (1,0)	7,0 (2,2)	4,0 (2,0)	0	0	4,5 (0,0)	12,5 (0,0)
Max. výška (m)	13,4	9,5	5,3	10,8	9,2	0	0	4,6	12,5
Průměr $d_{1,3}$ (cm)	23,0	16,5	16,0	15,0	12,5	0	0	12,0	24,0
Max průměr $d_{1,3}$ (cm)	25,6 (2,7)	19,7 (2,7)	12,0 (2,1)	24,5 (4,7)	18,2 (3,3)	0	0	12,0 (0,0)	23,8 (0,0)
Kruhová základna ($\text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$)	0,5	0,7	0,1	1,1	0,6	0	0	0,1	0,3
Souše									
Počet na ha	694	375	869	681	494	331	588	444	625
Průměr $d_{1,3}$ (cm)	31,5 (12,9)	41,0 (15,4)	22,0 (12,7)	30,5 (14,3)	33,0 (13,8)	42,0 (13,3)	32,5 (13,6)	34,0 (14,4)	30,5 (11,3)
Max průměr $d_{1,3}$ (cm)	59,0	71,5	56,0	69,0	62,0	70,0	58,0	57,5	61,5
Kruhová základna ($\text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$)	63,6	57,2	44,2	62,4	49,8	51,9	57,6	47,5	52,3
Počet pařezů, pahýlů a vývrátů na ha	381	231	488	306	219	319	406	256	181
Součty									
Celkový počet stromů (živé i souše) ks/ha	707	400	888	731	538	331	588	450	631
Celková výčetní základna ($\text{m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$)	64,1	57,9	44,3	63,5	50,4	51,9	57,6	47,6	52,6

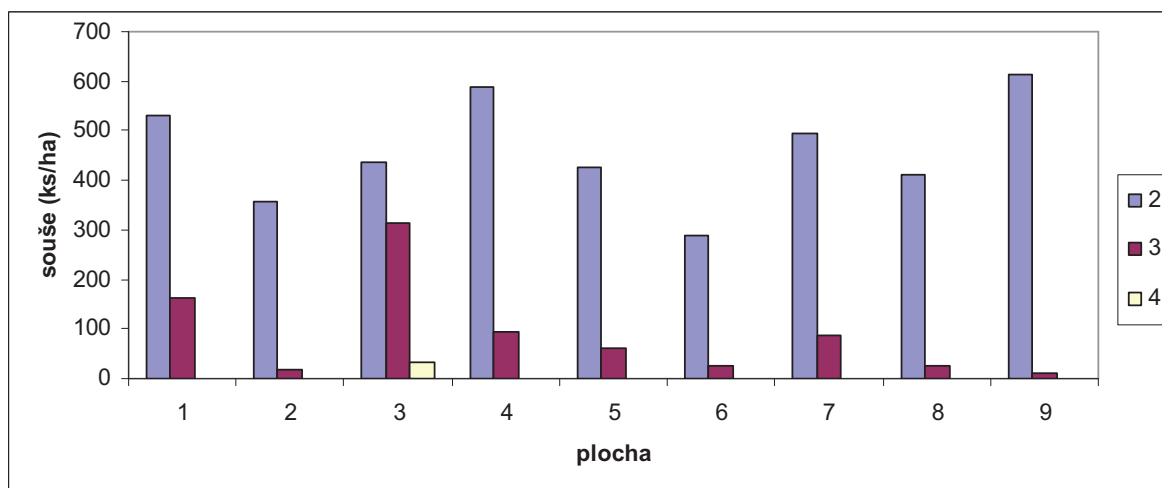
4.1.1 Živé stromy

Na plochách se nachází velmi málo živých smrků zařazených do stromového patra. Jedná se především o jedince, kteří rostli v podúrovni před odumřením hlavní úrovně. Od toho se také odvíjí jejich malá výška a malá výčetní tloušťka. Na plochách 6 a 7 se žádné živé stromy nevyskytovaly. Na plochách 8 a 9 rostl na každé pouze jeden živý strom. Na ploše 4 byl zaznamenán jediný dospělý jedinec jeřábu. Nejvíce živých stromů rostlo na ploše 4 a to v počtu 50 ks/ha. Nejvyšší stromy rostly na ploše 1, nejnižší na ploše 3.

4.1.2 Souše

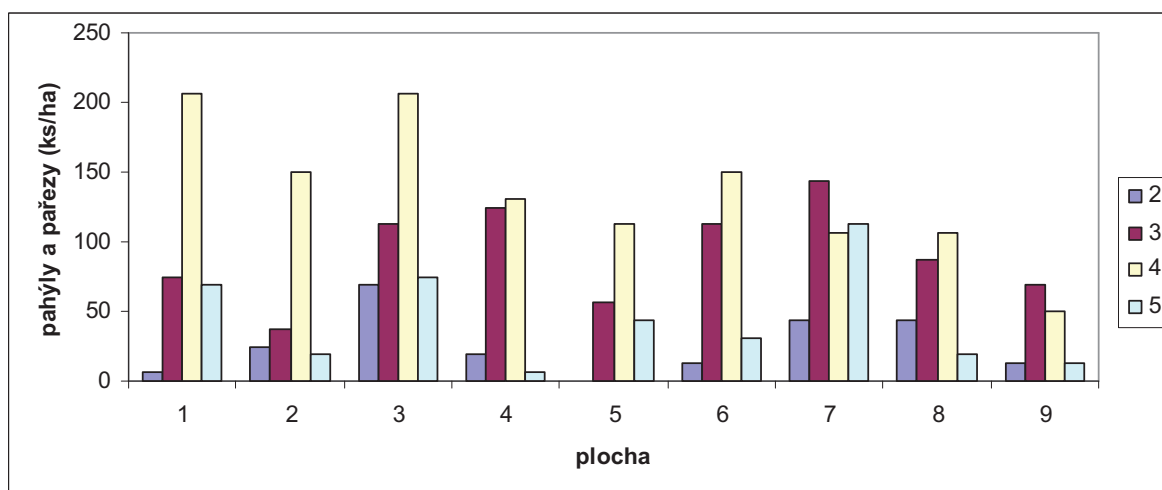
Počet souší na jednotlivých plochách se pohyboval od 331 ks/ha na ploše 6 až po 869 ks/ha na ploše 3. Největší kruhovou základnu měla plocha 1 ($63,6 \text{ m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$) nejmenší pak plocha 3 ($44,2 \text{ m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$). Na dalších plochách se velikost kruhové základny pohybovala okolo $50 \text{ m}^2 \cdot \text{h}^{-1}$.

Na všech plochách byly souše ve 2. a 3. stupni rozkladu, pouze na ploše 3 se nalézaly také souše ve 4. stupni rozkladu. Na všech plochách byla nejvíce zastoupena druhá kategorie rozkladu (Obr. 1.).



Obr. 1. Hektarové počty souší na plochách dle stupně rozkladu.

Na plochách byl sledován také stupeň rozkladu pahýlů a pařezů. Zde byl zaznamenán nejčastěji čtvrtý stupeň rozkladu. Pouze na plochách 9 a 7 převládá 3. stupeň rozkladu. Pátý stupeň byl nejvýrazněji zastoupen na ploše 7, kde předčil i počet čtvrtého stupně (Obr. 2.).



Obr. 2. Hektarové počty pahýlů a pařezů na plochách dle stupně rozkladu.

Počty pařezů, pahýlů a vývrátů na jeden hektar zobrazuje tabulka 2. Nejvíce pahýlů je na ploše 3 a to 469 ks/ha, naopak nejméně je na ploše 2 (87 ks/ha). Pařezy byly zaznamenány na osmi plochách, na ploše 3 nebyl nalezen žádný pařez. Nejvíce pařezů bylo na ploše 6 a to 206 ks/ha. Nejméně zastoupenou skupinou byly vývraty, na čtyřech plochách se nenacházely žádné, na zbylých plochách se jejich počet pohyboval v rozpětí 13 – 38 ks/ha.

Tab. 2. Počet pahýlů, pařezů a vývrátů na 1 ha.

Plocha	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Pahýl ks/ha	338	87	469	281	181	100	250	113	124
Pařez ks/ha	18	144	0	6	38	206	156	143	19
Vývrat ks/ha	25	0	19	19	0	13	0	0	38
Celkem ks/ha	381	231	488	306	219	319	406	256	181

4.2 Obnova

Na všech plochách bylo zjištěno zmlazení smrku ztepilého a jeřábu ptačího. Smrk dominoval na všech plochách s více jak 90 % zastoupením. Jeřáb zaujímal pouze 1 – 8 % zmlazení. Absolutní počty zmlazení se mezi jednotlivými plochami výrazně lišily (tabulka 3).

Zatímco na ploše 2 bylo zjištěno pouze 1244 ks/ha, tak na ploše 7 bylo zjištěno 12463 ks/ha, což je desetkrát více. Na ploše 2 a 8 byl nejvyšší podíl jeřábu ze všech ploch a to 8 %.

Tab. 3. Počty jedinců obnovy dle dřeviny na hektar.

Plocha	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Smrk	2163	1150	3469	3963	2906	5138	12356	2531	4650
Jeřáb	25	94	25	231	150	100	106	213	156
Celkem	2188	1244	3494	4194	3056	5238	12463	2744	4806

Zmlazení nebylo na plochách rozmístěno rovnoměrně, rostlo převážně v hloučcích. Rozmístění zmlazení smrku na plochách je znázorněno v příloze 3 až 11.

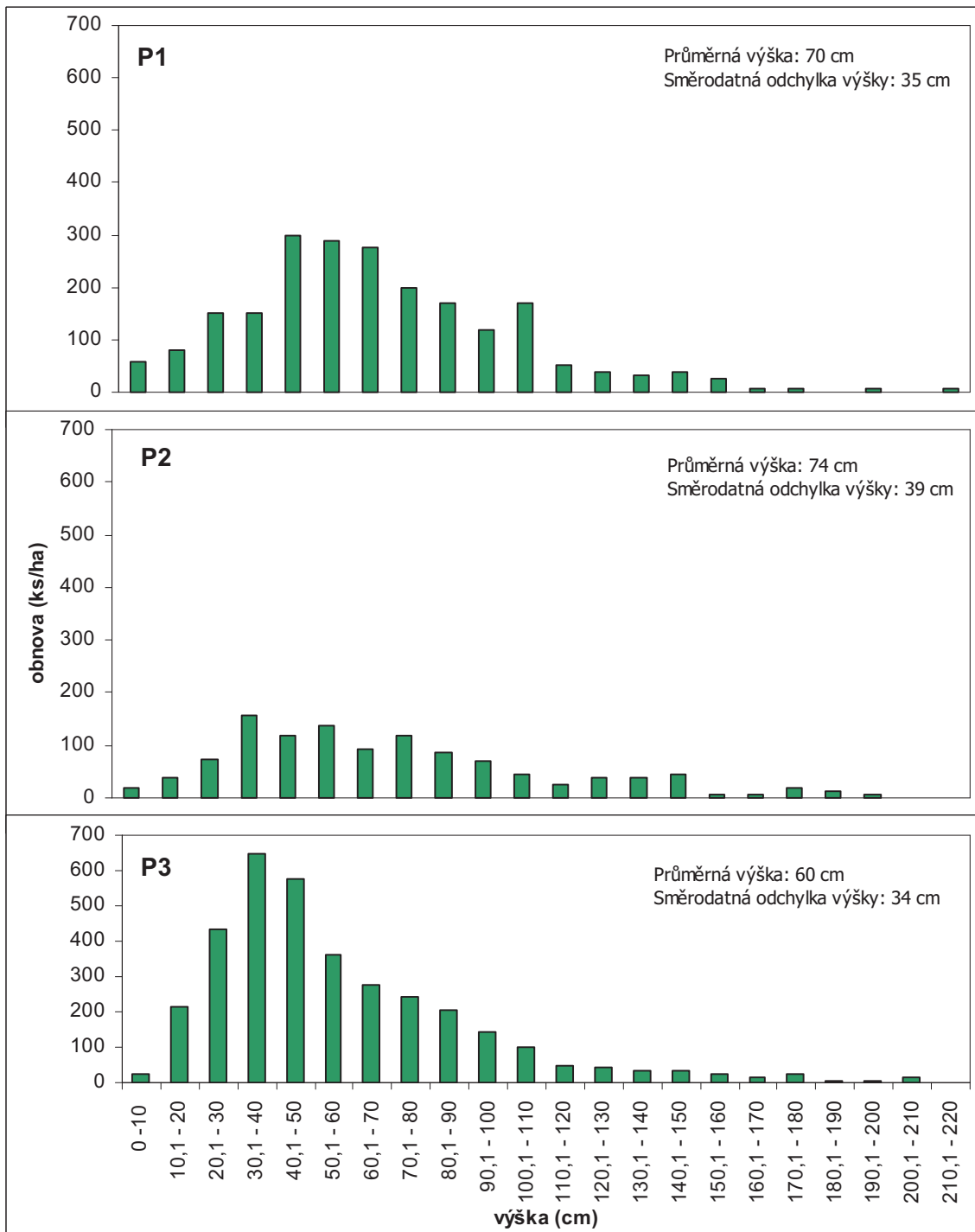
4.2.1 Výšková struktura

V jednotlivých výškových třídách se počet jedinců zmlazení smrku jak na plochách, tak mezi plochami výrazně lišil (Obr. 3 – 5). Obecně se dá říci, že nejvíce obnovy smrku na všech plochách spadá do výškových tříd od 20 centimetrů do 1 metru. Naopak nejméně obnovy je zastoupeno v třídách nad 130 centimetrů. Plochy 1, 4 a 6 mají nejvíce obnovy v třídě 40 – 50 cm, plochy 2 a 3 mají nejvíce v třídě 30 – 40 cm, plocha 7 v třídě 70 – 80 cm, plocha 8 v třídě 20 – 30 cm. Plocha 9 se liší nejvýrazněji, nejvyšších počtů dosahuje v třídě 100 – 110 cm.

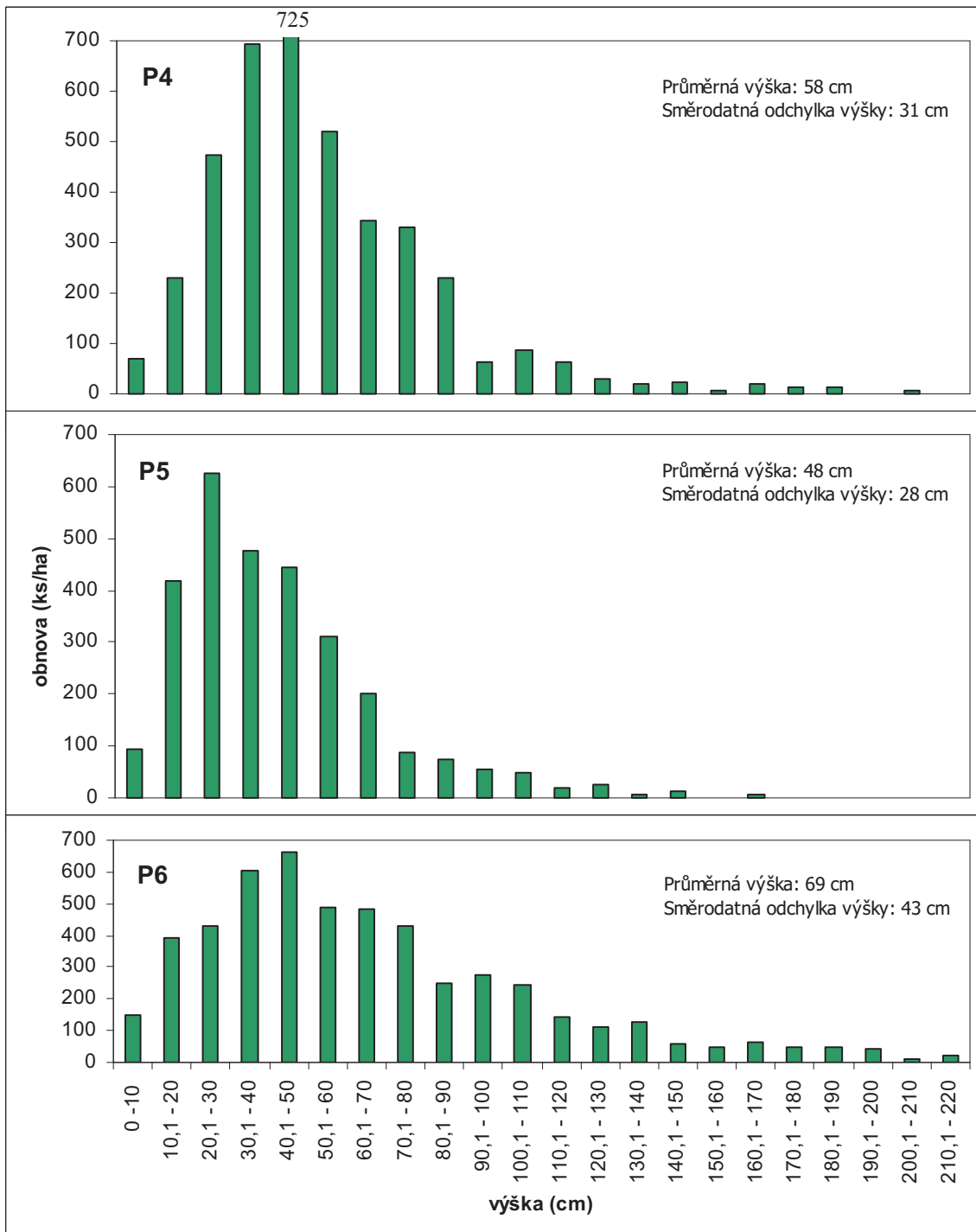
Obnova jeřábu nebyla na plochách natolik početná, aby se dala rozdělit do výškových tříd po 10 cm. Byla proto rozdělena do kategorií s větším rozpětím (tab. 4.). Nejméně jeřábů se nacházelo v kategorii do 20 cm. Nejvíce jedinců bylo zastoupeno v kategorii 50 – 100 cm.

Tab. 4. Počet jedinců obnovy jeřábu v jednotlivých výškových kategoriích (ks/ha).

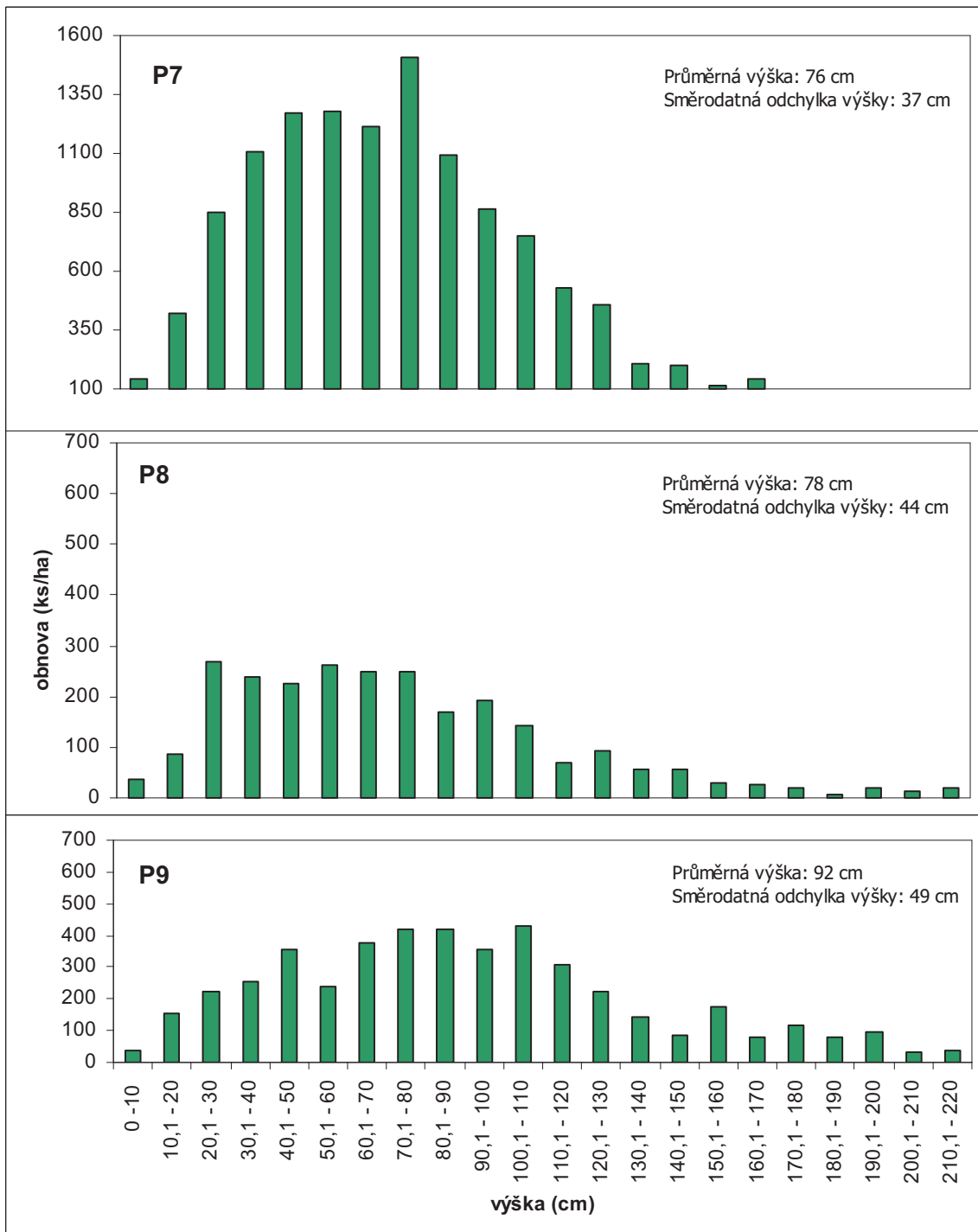
Plocha	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Výšková třída									
pod 20 cm	0	0	0	6	0	6	6	13	31
20 - 50 cm	19	31	0	38	0	19	0	19	69
50 - 100cm	6	63	13	156	94	44	63	50	38
nad 100 cm	0	0	13	31	56	31	38	131	19



Obr. 3. Rozdělení smrkového zmlazení v jednotlivých výškových třídách pro plochy P1 – P3. V pravém horním rohu grafu je uvedena průměrná výška a její směrodatná odchylka.



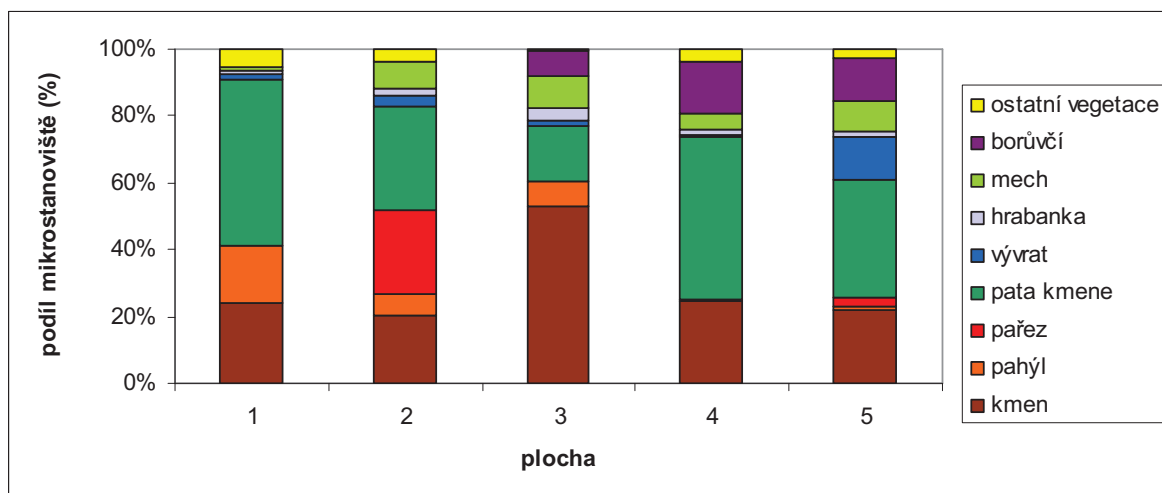
Obr. 4. Rozdělení smrkového zmlazení v jednotlivých výškových třídách pro plochy P4 – P6. V pravém rohu grafu je uvedena průměrná výška a její směrodatná odchylka.



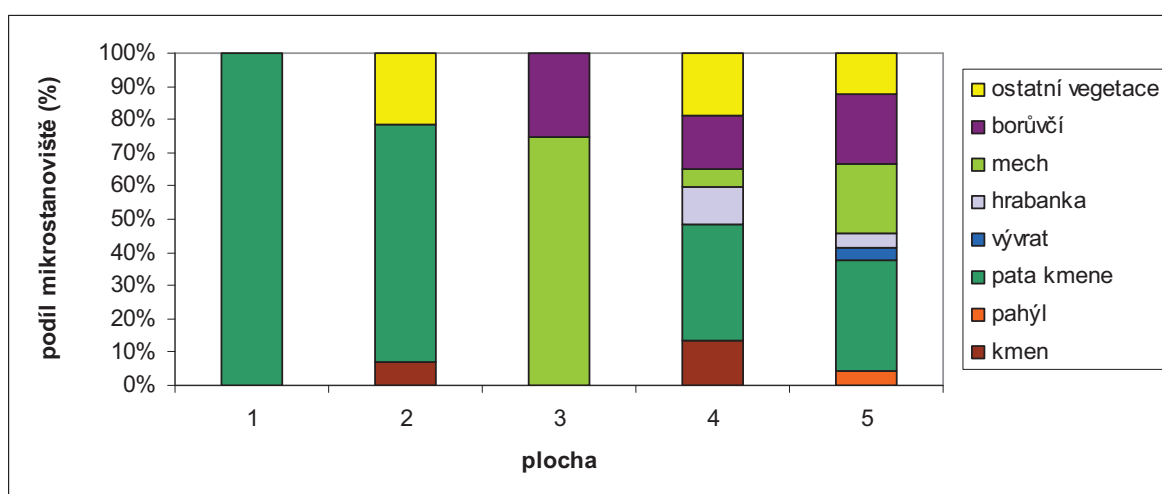
Obr. 5. Rozdělení smrkového zmlazení v jednotlivých výškových třídách pro plochy P7 – P9. V pravém rohu grafu je uvedena průměrná výška a její směrodatná odchylka.

4.2.2 Rozdělení obnovy dle mikrostanoviště

Nejčastějším mikrostanovištěm obnovy smrku byla pata kmene, následovaná mikrostanovištěm kmen. Pouze na ploše 3 rostlo více smrku na mikrostanovišti kmen (53%) než na mikrostanovišti pata kmene (16%). Na zbylých mikrostanovištích rostlo výrazně méně smrčků. Na ploše 2 se významná část obnovy nalézala na mikrostanovišti pařez (25%). Nejméně preferovaným mikrostanovištěm pro smrk byla na všech plochách hrabanka (1 – 4%). Na plochách 1 a 2 nebyla zaznamenána přítomnost obnovy na mikrostanovišti borůvčí (Obr. 6).



Obr. 6. Zastoupení smrku na plochách 1 – 5 na jednotlivých mikrostanovištích.

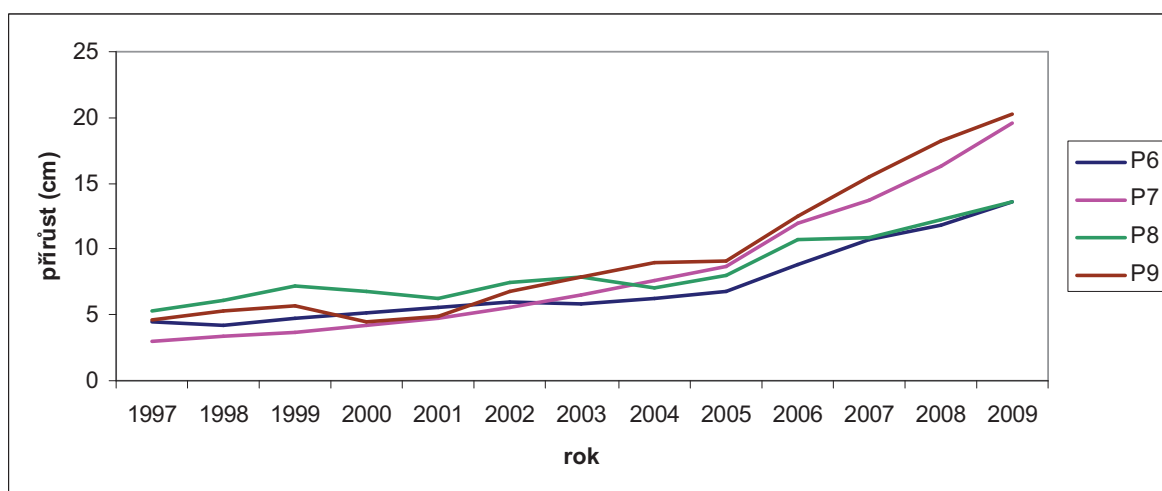


Obr. 7. Zastoupení jeřábu na plochách 1 – 5 na jednotlivých mikrostanovištích.

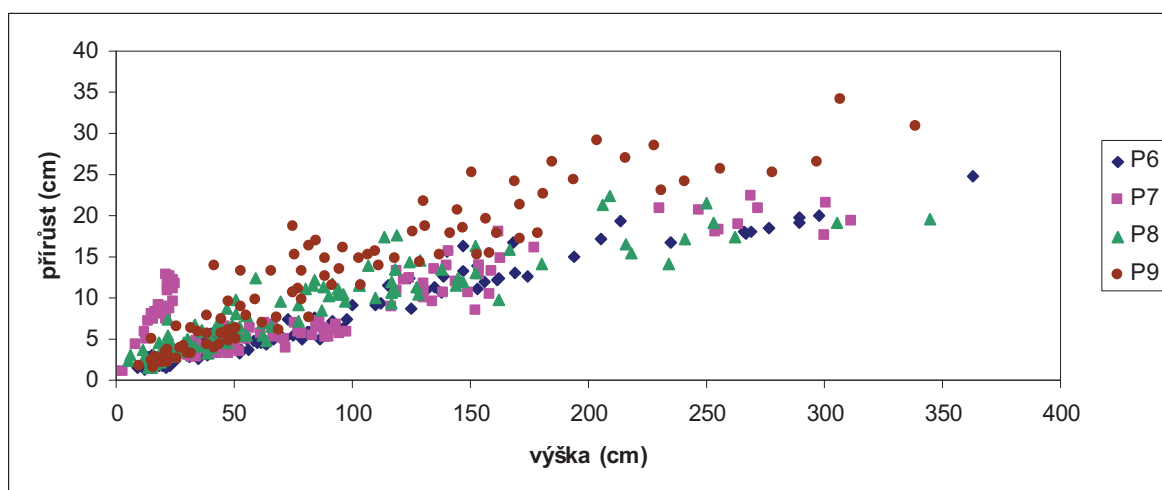
Zmlazení jeřábu také nejvíce preferovalo mikrostanoviště pata kmene, s výjimkou plochy 3, kde nejvíce jeřábů rostlo na mikrostanovišti mech (75%). U jeřábu byl oproti smrku zaznamenán malý počet jedinců na mikrostanovišti kmen (Obr. 7.).

4.2.3 Výškový přírůst obnovy

Výškový přírůst má na všech čtyřech plochách vzestupný trend. Zatímco v roce 1997 byl roční výškový přírůst v průměru 4,5 cm, v roce 2009 to bylo průměrně 16,7 cm (Obr 8). Nejmenší vzestup přírůstu byl na plochách 6 a 8, největší na plochách 7 a 9.



Obr. 8. Velikost výškového přírůstu na jednotlivých plochách od roku 1997 do roku 2009.



Obr. 9. Velikost ročního výškového přírůstu v závislosti na výšce zmlazení.

Na všech plochách byl nejvyšší přírůst u jedinců s nejvyšší výškou (Obr. 9). U těchto vzrostlých jedinců (3 – 3,75 m) se nejvyšší hodnoty přírůstu pohybovaly mezi 20 a 35 cm za rok.

4.2.4 Určení podílu zmlazení před a po odumření mateřského porostu

Pro určení podílu zmlazení před odumřením mateřského porostu se vycházelo z toho, že porosty uschly v roce 1998, to znamená jedenáct let před měřením. Proto byli vybráni všichni jedinci staří jedenáct let, jejichž výška měla být hraniční. Vzhledem k velkému rozpětí výšky takto starých smrčků, byla hranice stanovena mediánem výšky.

Medián výšky zjištěný pro obnovu starou jedenáct let byl 76,5 cm. Z tohoto údaje bylo určeno, že jedinci obnovy menší než 70 cm na plochách P6 až P9 vyrostli až po odumření horního stromového patra a naopak jedinci vyšší než 70 cm na plochách rostli ještě předtím, než horní stromové patro uschlo. V tabulce 5 je uveden procentuelní podíl jedinců obnovy před a po uschnutí pro jednotlivé plochy. Na plochách 6 a 8 vyrostlo více semenáčků až po uschnutí, na ploše 9 naopak necelé dvě třetiny semenáčků vyrostly ještě před uschnutím. Na ploše 7 je zastoupení obou skupin vyrovnané.

Tab. 5. Podíl zmlazení před uschnutím v roce 1998 a po uschnutí ploch vyjádřený v procentech.

Plocha	6	7	8	9
před uschnutím	37	49	46	65
po uschnutí	63	51	54	35

5 Diskuze

5.1 Stromové patro

Stromové patro na všech plochách tvořil smrk ztepilý, který odumřel v důsledku žíru lýkožrouta smrkového v letech 1997 – 1999. V současné době představují stromové patro jedinci smrku, kteří rostli v podúrovni původního porostu a teprve jeho odumřením se jim dostalo dostatečné množství světla a prostoru pro jejich růst. Pouze na ploše 4 byl zaznamenán jeden dospělý jedinec jeřábu ptačího. Na plochách 6 a 7 nerostl žádný živý strom s $d_{1,3}$ větší jak 7 cm, což lze vysvětlit tím, že v původním porostu nebyly podúrovňové stromy ale pouze semenáčky, které ještě nestačily do současné doby dorůst. Obdobná situace je i na plochách 8 a 9, na kterých rostl pouze jeden živý smrk s $d_{1,3}$ větší 7 cm. Výška a tloušťka živých smrků na plochách nedosahuje dimenzí původního porostu, což je dáno tím, že rostly dlouhou dobu v podúrovni.

Na všech plochách se nachází velký počet souší jako pozůstatek původního porostu. Hustota souší je mezi jednotlivými plochami značně rozdílná. Zatímco na ploše 6 je počet souší 331 ks/ha na ploše 3 je to téměř třikrát více. Hustota porostu ovlivňuje tloušťkový přírůst stromů, to se následně odráží v ploše kruhové základny, plocha s nejvyšším počtem souší měla nejmenší kruhovou základnu. Velikost kruhové základny pro jednotlivé plochy se pohybovala kolem $50 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$. Zjištěná hodnota průměrné kruhové základny na plochách je ve shodě s hodnotami zjištěnými MERGANIČEM et al. 2003 in SVOBODA 2005b v horském smrkovém lese. Podle jeho výsledků se hodnota kruhové základny pohybuje v závislosti na vývojovém stadiu lesa v průměru od 35 do $60 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$ (MERGANIČ et al. 2003 in SVOBODA 2005b).

Vzhledem k tomu, že plochy odumřely naráz za krátké časové období, byl u většiny souší zaznamenán stejný stupeň rozkladu, a to druhý. Výjimku představuje plocha 3, kde byl zjištěn velký počet souší v třetím stupni rozkladu, to by znamenalo, že část stromů odumřela ještě dříve v minulosti předtím, než porosty uschly v důsledku žíru lýkožrouta. Odumření těchto stromů bylo pravděpodobně způsobeno konkurenčním bojem o světlo a prostor k růstu, kdy nejčastěji odumírají nejslabší jedinci (ZIELONKA 2006).

Do stromového patra byly zařazeny také pahýly a pařezy jakožto pozůstatek po souších. Nejčastěji se pahýly a pařezy nacházely ve čtvrtém stupni rozkladu, dalším nejčastějším

stupněm rozkladu byl třetí. Vysoký stupeň rozkladu pahýlů a pařezů pravděpodobně způsobila skutečnost, že byly v porostu přítomny mnohem dříve, než došlo k odumření stromového patra. Přítomnost pařezů na všech plochách, kromě plochy 3, svědčí o těžebních zásazích. Dá se předpokládat, že počet pahýlů bude přibývat, protože dřevo smrku má krátkou dobu rozkladu a souše nevydrží stát déle než 20 let (HOLEKSA 1998). Na plochách byla zaznamenána přítomnost vývrátů, ale jejich počet nebyl nikterak výrazný.

5.2 Obnova

V obnově dominoval smrk ztepilý na všech plochách, podíl jeřábu se pohyboval mezi jedním a osmi procenty. Malý podíl jeřábu je pravděpodobně zapříčiněn nedostatkem dospělých plodících stromů a dále také výrazným okusem spárkaté zvěře, jejíž přítomnost v porostech dokladovaly pobytové znaky v podobě zálehů, trusu a čerstvých stop.

Absolutní hektarové počty obnovy smrku se pohybovaly v řádech tisíců, s výjimkou plochy 7 – přes 12 000 ks/ha. Počet jedinců obnovy smrku v řádech tisíců udávají z této lokality také JIRSOVÁ & DVOŘÁK (2011) a ČÍŽKOVÁ (2010). Počty zmlazení v řádech desetitisíců udávají ve svých pracích JONÁŠOVÁ (2001), SVOBODA (2007). Podle vnitřní směrnice pro obnovu lesa v NP Šumava je pro zalesnění jednoho hektaru holiny na stanovištích acidofilních smrčín třeba použít 1500 ks sazenic smrku (ČÍŽKOVÁ 2010), zjištěný počet jedinců obnovy smrku tuto hodnotu přesahuje na všech plochách o stovky až tisíce s výjimkou plochy 2, kde je počet zmlazení smrku pouze 1150 ks/ha.

Výšková struktura obnovy smrku se na jednotlivých plochách částečně lišila, i když průběh početnosti v jednotlivých výškových třídách se při porovnání mezi jednotlivými plochami podobal, rozdělení mělo přibližně tvar Gausovy křivky. Nejvíce jedinců obnovy rostlo v intervalu od dvaceti centimetrů do jednoho metru. Nedostatek semenáčků nejnižších výšek bude pravděpodobně způsoben absencí a velkým rozptýlením plodících stromů, čímž nedochází k doplňování semenné banky porostu. Nejméně zmlazení se nacházelo v třídách nad 130 centimetrů. Příčinou malého počtu zmlazení ve vyšších výškových třídách je to, že jen malá část nižšího zmlazení je z důvodu mortality schopna přežít a dorůst větších výšek. Nízké početní stavy zmlazení větších výšek zaznamenala také ULBRICHOVÁ et al. (2006). Výšková struktura obnovy jeřábu je na plochách ovlivňována okusem spárkaté zvěře, nejvíce

okusem trpí jedinci vysocí 60 – 140 centimetrů (MOTTA 2003). V tomto výškovém rozpětí se nacházelo nejvíce obnovy jeřábu zjištěné na plochách.

Výškový přírůst obnovy smrku má na všech plochách v průběhu posledních 10 let stoupající tendenci. Pro pozorované plochy platí, že čím je jedinec obnovy vyšší, tím má i vyšší roční výškový přírůst (CUNNINGHAM et al. 2006). Po odumření mateřského porostu dochází působením stresu z nových světelných podmínek ke snížení výškového přírůstu (METS LAID et al. 2007), což bylo pozorováno na plochách 8 a 9. Poté co se obnova aklimatizuje na nové podmínky, dochází opět k vzestupu výškového přírůstu (METS LAID et al. 2007). Výrazné zvýšení přírůstu se na plochách projevuje od roku 2005. Velikost přírůstu je ovlivňována celou řadou faktorů, jako jsou změna v množství dopadajícího světla, výška jedince obnovy, konkurence vegetace nebo délka vegetační doby (CUNNINGHAM et al. 2006, METS LAID et al. 2007).

Nejčastějším mikrostanovištěm obnovy smrku byla pata kmene, následovaná mikrostanovištěm kmen. Na ploše 3 rostlo více smrku na mikrostanovišti kmen (53%) oproti mikrostanovišti pata kmene (16%). Vysoký výskyt obnovy na mikrostanovištích pata kmene a kmen by mohl být způsoben příznivými vlhkostními a živinovými podmínkami (SVOBODA 2005a). Roli zde také hrají příznivé klimatické podmínky - především zde dříve roztává sníh, což poskytuje semenáčkům na těchto mikrostanovištích konkurenční výhodu v podobě delší vegetační doby oproti vegetaci nerostoucí na terénních vyvýšeninách (VACEK 1982 in SVOBODA et al. 2009). Na ostatních mikrostanovištích rostlo v důsledku konkurence bylin výrazně méně smrčků. Významná část obnovy se nalézala na mikrostanovišti pařez a pahýl, což je dáno jednak vysokým počtem pařezů a pahýlů na plochách ale také vhodnými podmínkami (VACEK 1982 in SVOBODA et al. 2009), jak již bylo zmiňováno u klád. Nejméně preferovaným mikrostanovištěm pro smrk byla na všech plochách hrabanka. Naproti tomu výsledek práce HUNZIKER & BRANG (2005) ze Švýcarska udává hrabanku jako nejpreferovanější mikrostanoviště.

Jedinci obnovy jeřábu se také nejvíce vyskytovali na mikrostanovišti pata kmene. Na rozdíl od smrku je obnova jeřábu schopna zmlazovat i na stanovištích, kde se smrk často nevyskytoval (mech, bylinná vegetace) (SVOBODA et al 2009).

Významný vliv na růst semenáčků na mrtvém dřevě (kmen, pahýl, pařez) má stupeň rozkladu tohoto dřeva, čím více je dřevo rozloženo, tím více na něm roste semenáčků, ale s rostoucí hustotou semenáčků stoupá i jejich mortalita způsobená kompeticí, přesto je počet jedinců obnovy stále doplňován nově vyrůstajícími semenáčky (ZIELONKA 2006).

Aby bylo možné určit hranici podílu zmlazení rostoucího před (po) odumřením horního stromového patra, bylo nutné najít souvislost mezi věkem a výškou. Na základě tohoto postupu byla pro plochy 6 až 9 určena jako hraniční hodnota výška 70 centimetrů. Zmlazení menší než tato hodnota se dá považovat za vzniklé po odumření mateřského porostu. Naopak zmlazení vyšší než 70 centimetrů se dá považovat za rostoucí ještě před zánikem horního stromového patra. Podíl zmlazení se mezi jednotlivými plochami lišil, zatímco podíl na plochách 7 a 8 byl poměrně vyrovnaný s mírnou převahou zmlazení vzniklého po odumření mateřského porostu (51:49 respektive 54:46), na ploše 6 převládalo zmlazení vzniklé po odumření (63:37), ve stejném poměru převládalo na ploše 9 naopak zmlazení vzniklé před odumřením mateřského porostu. Zmlazení přítomné na plochách ještě před odumřením mateřského porostu má v případě, že dojde k náhlému uvolnění zápoje a tím přístupu světla do porostu výhodu v tom, že má náskok v růstu před nově vyrůstající buřeni, která začne do porostu pronik díky dostatku světla. Nově vznikající zmlazení není nikterak oproti buřeni zvýhodněno a ta se mu stává vážným konkurentem. Zároveň dochází k vytváření skupinek mladších semenáčků okolo starších jedinců (GRASSI et al 2004). Převaha zmlazení vzniklého po odumření mateřského porostu je způsobena tím, že zmlazení se sice v porostu pod zápojem mateřských stromů nacházelo, ale díky nedostatku světla trvajícím dlouhou dobu došlo k jeho výrazné mortalitě (GRASSI et al 2004).

6 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo popsat strukturu a další charakteristiky samovolně se obnovujících porostů horských smrkových lesů po velkoplošném odumření horního stromového patra v důsledku žíru lýkožrouta smrkového. Na devíti plochách, které byly v zájmovém území založeny, byly měřeními zjištěny rozdíly jak v stromovém patře, tak ve vrstvě obnovy.

Stromové patro na všech plochách je charakteristické tím, že je tvořeno soušemi ve stejném stádiu rozkladu a pouze velmi malým počtem živých smrků, živý plodící jeřáb byl nalezen pouze jeden na jedné ploše.

Bylo zjištěno, že v druhové skladbě obnovy převažuje smrk ztepilý (více jak 90%), který je jen v malé míře doplňován jeřábem ptačím. Další dřeviny nebyly na plochách zaznamenány. Početnost jedinců obnovy se pohybuje v řádech tisíců kusů na hektar, na jedné ploše desetitisíců kusů na hektar, což koresponduje s měřeními jiných autorů a podle vnitřních směrnic NP Šumava představuje dostatečné množství.

Výškové rozdělení obnovy smrku ukazuje, že nejvíce jedinců má výšku mezi dvaceti a sta centimetry, a že na plochách se nachází velmi málo semenáčků do deseti centimetrů. Obnova jeřábu má největší zastoupení ve výškovém rozpětí padesáti až sta centimetrů, přičemž je výška obnovy jeřábu ovlivňována okusem spárkaté zvěře.

Obnova smrku se nejčastěji nalézala na mikrostanovišti pata kmene, dále pak na mikrostanovišti kmen a pahýl. Velký podíl zmlazení na těchto mikrostanovištích způsobují vhodné klimatické, živinové a pro konkurování ostatní vegetaci výhodné podmínky. Na mikrostanovištích s pokryvem vegetace byl podíl zmlazení díky konkurenčnímu tlaku vegetace menší. Obnova jeřábu se také vyskytovala na mikrostanovišti pata kmene ale oproti smrku byl zastoupen velký podíl mikrostanovišť s pokryvem vegetace.

Na plochách, kde byl měřen výškový přírůst obnovy smrku, bylo zjištěno, že nejmenší přírůst mají nejmenší jedinci a s rostoucí výškou jedince roste i jeho roční výškový přírůst. Poté co uschl mateřský porost, došlo vlivem změněných podmínek ke stagnaci přírůstu na několik let, během tohoto období se obnova adaptovala na nové podmínky a následně došlo k výraznému zvýšení výškového přírůstu.

Podíl obnovy vzniklé před a po odumření horního stromového patra nebyl na všech plochách stejný. Na první ploše byl zjištěn větší podíl zmlazení obnovy vzniklé před rozpadem mateřského porostu. Na dalších dvou plochách byl podíl mezi zmlazením vzniklým před a po uschnutí vyrovnán. Na poslední ploše, na které byl tento podíl určován, dominovala obnova vzniklá až po odumření mateřského porostu. Přítomnost zmlazení vzniklého před nebo po odumření mateřského porostu má v každém případě nezastupitelnou úlohu v přirozené obnově lesa.

7 Literatura

- BAIER R., MEYER J., GÖTTLEIN A., 2007: Regeneration niches of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) saplings in small canopy gaps in mixed mountain forests of the Bavarian Limestone Alps. *European Journal of Forest Research*, 126: 11 – 22.
- BUFKA L. ET AL., 2000: Plán péče NP Šumava (2001–2010). Správa NP a CHKO Šumava, Vimperk, 140 s.
- CUNNINGHAM C., ZIMMERMANN N. E., STOECKLI V., BUGMANN H., 2006: Growth of Norway spruce (*Picea abies* L.) saplings in subalpine forests in Switzerland: Does spring climate matter? *Forest Ecology and Management*, 288: 19-32.
- ČÍŽKOVÁ P., 2010. Biomonitoring lesních ekosystémů v NP Šumava. *Lesnická práce*, 1: 24-26.
- FRELICH, L. E., 2002: *Forest dynamics and disturbance Regimes – Studies from temperate evergreen-deciduous forest*. New York: Cambridge University Press, 266 s.
- Grassi G., Minotta G., Tonon G., Bagnaresi U., 2004: Dynamics of norway spruce and silver fir natural regeneration in a mixed stand under uneven-aged management. *Canadian Journal of Forest Research*, 34: 141 – 149.
- HEURICH M., 2001: *Waldentwicklung im Bergwald nach Windwurf und Borkenkäferbefall*. Nationalpark Bayerischer Wald, Wissenschaftliche Reihe 14.
- HOLESKA, J. 1998. Breakdown of tree stand and spruce regeneration versus structure and dynamics of a Carpathian subalpine spruce forest. *Monographiae Botanicae*, 82: 211.
- HOLESKA J., SANIGA M., SZWAGRZYK J., DZIEDZIC T., FERENC S., WODKA M., 2006. Altitudinal variability of stand structure and regeneration in the subalpine spruce forests of the Pol'ana biosphere reserve, Central Slovakia. *European Journal of Forest Research*, 132: 303-313.
- HUNZIKER U., BRANG P., 2005: Microsite patterns of conifer seedling establishment and growth in a mixed stand in the southern Alps. *Forest Ecology and Management*, 210: 67-79.
- JIRSOVÁ P., DVOŘÁK L., 2011. Obnovní potenciál lesních porostů na modravsku. *Lesnická práce*, 1: 28- 30.
- JONÁŠOVÁ M., 2001: Regenerace horských smrčín po kůrovcové kalamitě. *Silva Gabreta*, 6: 241–248.

- JONÁŠOVÁ M., 2008: Vítr a kůrovec obnovují horské smrčiny. Šumava, 02: 4 – 8.
- 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.
- JONÁŠOVÁ M., PRACH K., 2008: The influence of bark beetles outbreak vs. salvage logging on ground layer vegetation in Central European mountain spruce forests. Biological conservation, 141: 1525 – 1535.
- 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: 1907 – 1914.
- KORPEL' Š. [ed.], 1991: Pestovanie lesa. Príroda, Bratislava, 465 s.
- KUČERA A., ČERNÝ M., 2008: Seznamte se s šumavskými horskými smrčiny. Šumava, 01: 8 -11.
- MOTTA R., 2003: Ungulate impact on rowan (*Sorbus aucuparia* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) height structure in mountain forests in the eastern Italian Alps. Forest Ecology and Management, 181: 139–150.
- METSLAID M., JOGISTE K., NIKINMAA E, MOSER W. K., PORCAR-CASTELL A., 2007: Tree variables related to growth response and acclimation of advance regeneration of Norway spruce and other coniferous species after release. Forest Ecology and Management 250: 56-63.
- PODRÁZSKÝ V., 1999: Dynamika a management lesních ekosystémů I., Ekologie lesa. Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a environmentální, Katedra pěstování lesů, 1999. 98 s.
- POLENO Z., VACEK S., a kol. 2007: Pěstování lesů I., Lesnická práce, 315 s.
- PRŮŠA E., 2001: Pěstování na typologických základech, Kostelec nad Černými lesy, Nakladatelství a vydavatelství Lesnické práce, 593str.
- SLODIČÁK M., NOVÁK J., 2007: Růst, struktura a statická stabilita smrkových porostů s různým režimem výchovy. Lesnická práce, 128 s.
- SVOBODA M., 2005a: Význam tlejícího mrtvého dřeva pro odrůstání nové generace lesa v horském smrkovém pralese. Šumava, 3: 10 – 11.

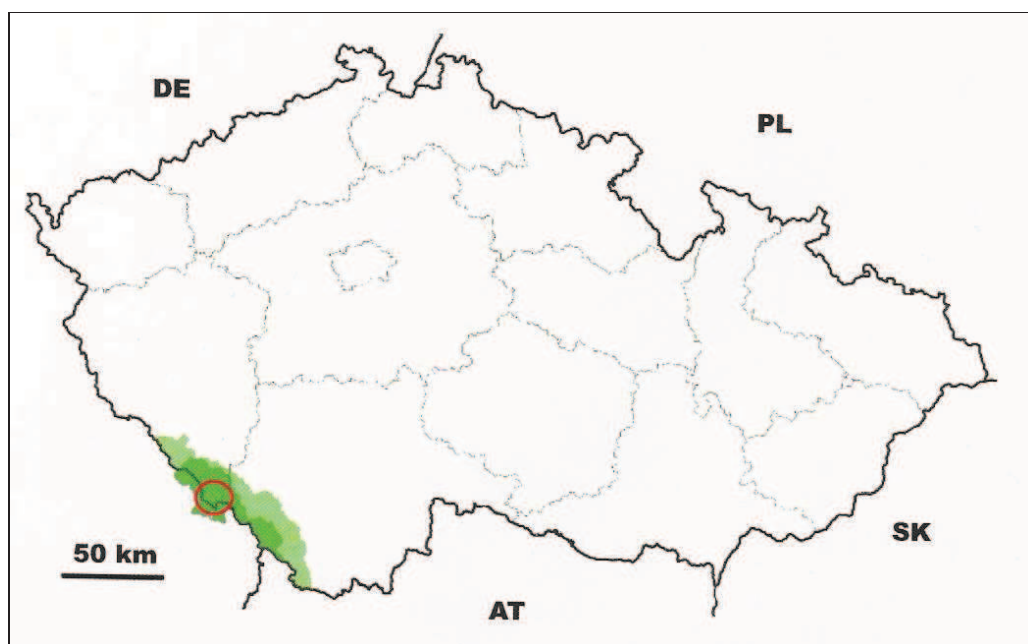
- SVOBODA M., 2005b: Struktura horského smrkového lesa v oblasti Trojmezí ve vztahu k historickému vývoji a stanovištním podmínkám. *Silva Gabreta*, 11: 42-63.
- SVOBODA M., BAČE R., JANDA P., 2009: Vliv mikrostanoviště a horního stromového patra na stav přirozené obnovy v horském smrkovém lese na Trojmezí. *Silva Gabreta*, 15: 67–84.
- ULBRICHUVÁ I., REMEŠ J., ZAHRADNÍK D. (2006): Development of the spruce natural regeneration on mountain sites in the Šumava Mts. - *Journal of Forest science*, 52: 446-456.
- VACEK S., PODRÁZSKÝ V., 2008: Stav, vývoj a management lesních ekosystémů v průběhu existence NP Šumava. *Lesnická práce*. 95 str.
- ZATLOUKAL V., KADERA J., ČERNÁ J., PŘÍLEPKOVÁ S., 2001: Předběžné vyhodnocení stavu a vývoje přirozené obnovy v NP Šumava v prostoru Mokrůvka – Špičnick – Březnická hájenka. *Aktuality šumavského výzkumu*, 110 – 115.
- ZIELONKA T., 2006: When does dead wood turn into a substrate for spruce regeneration? *Journal of Vegetation Science*, 17: 739-746
- ZIKMUND O., 2009: Vývoj a obnova horských smrkových lesů po rozsáhlých narušeních. *Bakalářská práce dep.: Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha*. 26str.

8 Přílohy

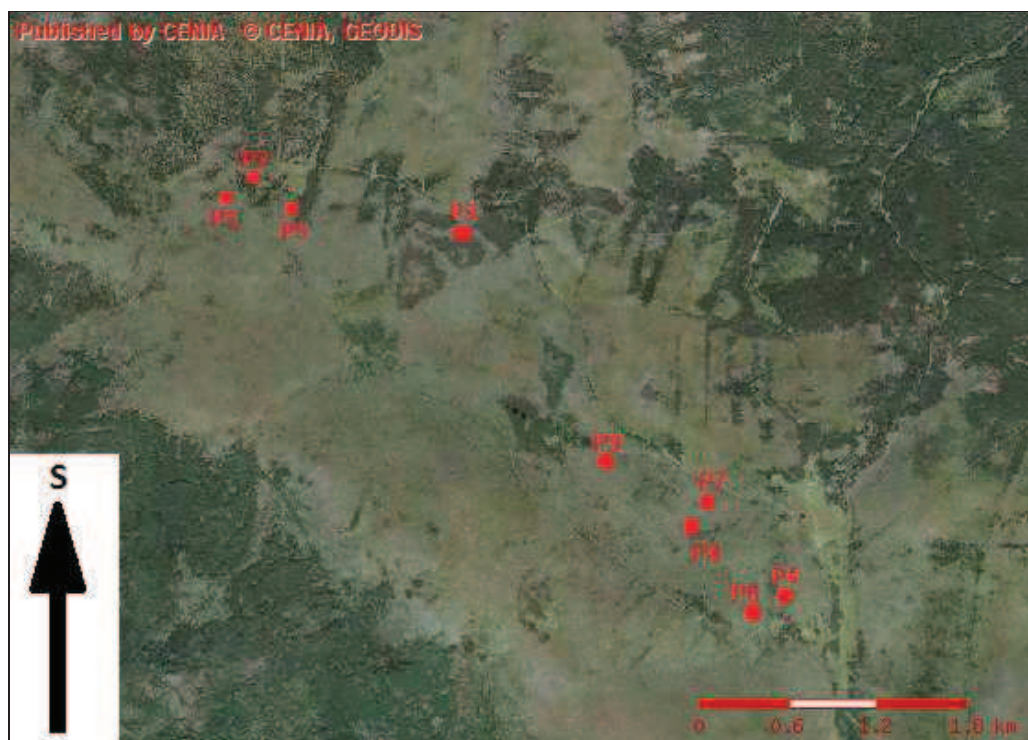
Seznam příloh

- Příloha 1.** Sledovaná lokalita v rámci ČR a NP Šumava.
- Příloha 2.** Rozmístění jednotlivých ploch na lokalitě.
- Příloha 3.** Prostorové uspořádání na ploše 1 a 2.
- Příloha 4.** Prostorové uspořádání na ploše 3 a 4.
- Příloha 5.** Prostorové uspořádání na ploše 5 a 6.
- Příloha 6.** Prostorové uspořádání na ploše 7 a 8.
- Příloha 7.** Prostorové uspořádání na ploše 9
- Příloha 8.** Zajištění plochy geodetickým kolíkem.
- Příloha 9.** Zmlazení smrku na ploše 1.
- Příloha 10.** Pohled do plochy 2.
- Příloha 11.** Pohled do plochy 3.
- Příloha 12.** Pohled do plochy 4.
- Příloha 13.** Pohled do plochy 5.
- Příloha 14.** Kmen porostlý semenáčky smrku – plocha 1.
- Příloha 15.** Semenáčky smrku rostoucí na kmenu pokrytém mechem – plocha 2.
- Příloha 16.** Skupinky zmlazení smrku s vtroušeným jeřábem – plocha 7.
- Příloha 17.** Jedinec smrku rostoucí v borůvčí na ploše 6.
- Příloha 18.** Smrkové zmlazení rostoucí na kládě ve čtvrtém stupni rozkladu – plocha 9.
- Příloha 19.** Zmlazení jeřábu poškozené okusem zvěře.

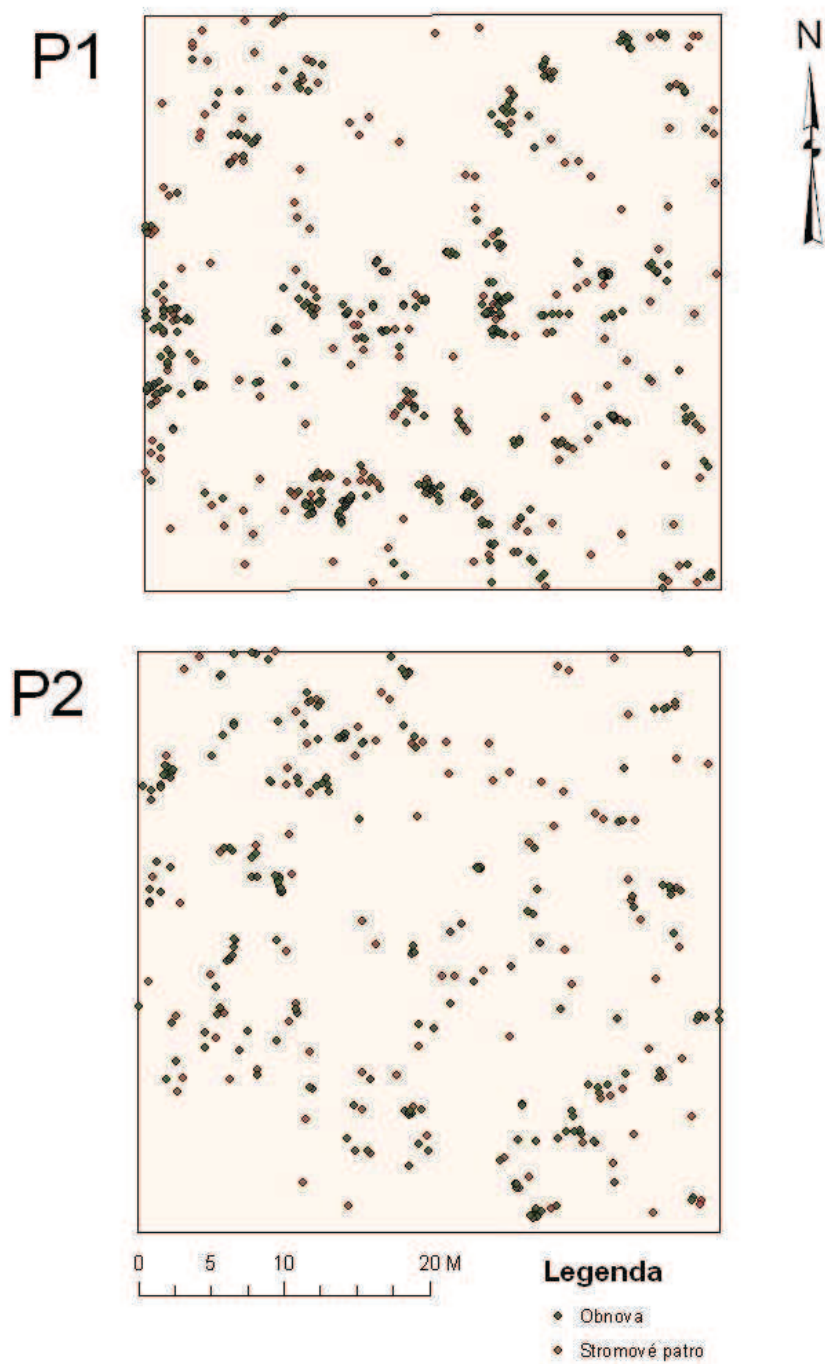
Příloha 1. Sledovaná lokalita v rámci ČR a NP Šumava - vyznačeno červeným kolečkem.



Příloha 2. Rozmístění jednotlivých ploch na lokalitě.

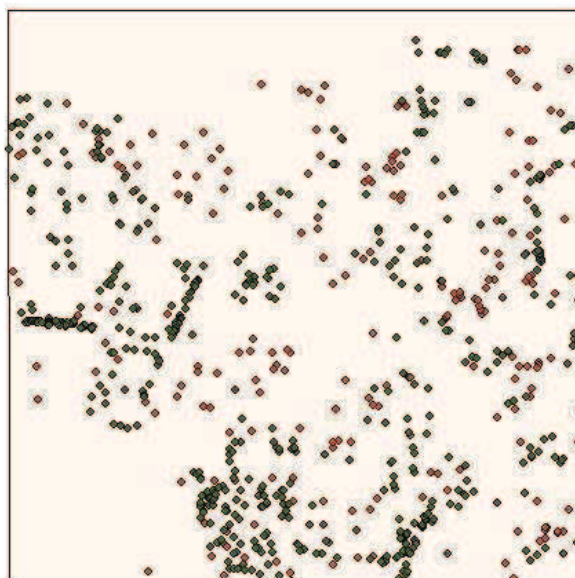


Příloha 3. Prostorové uspořádání na ploše 1 a 2.

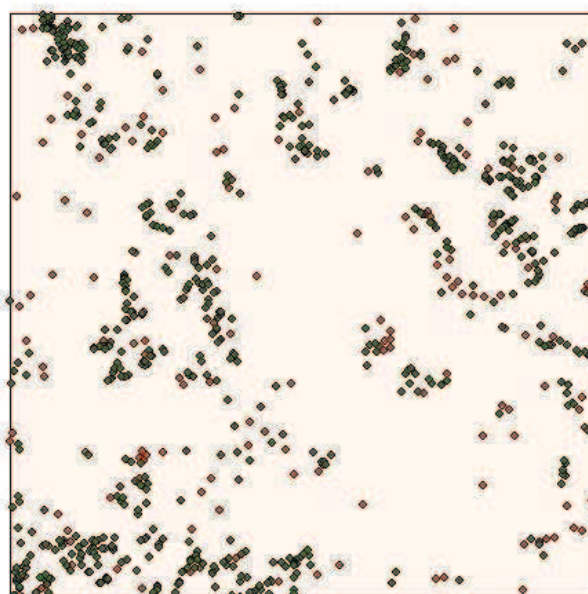


Příloha 4. Prostorové uspořádání na ploše 3 a 4.

P3



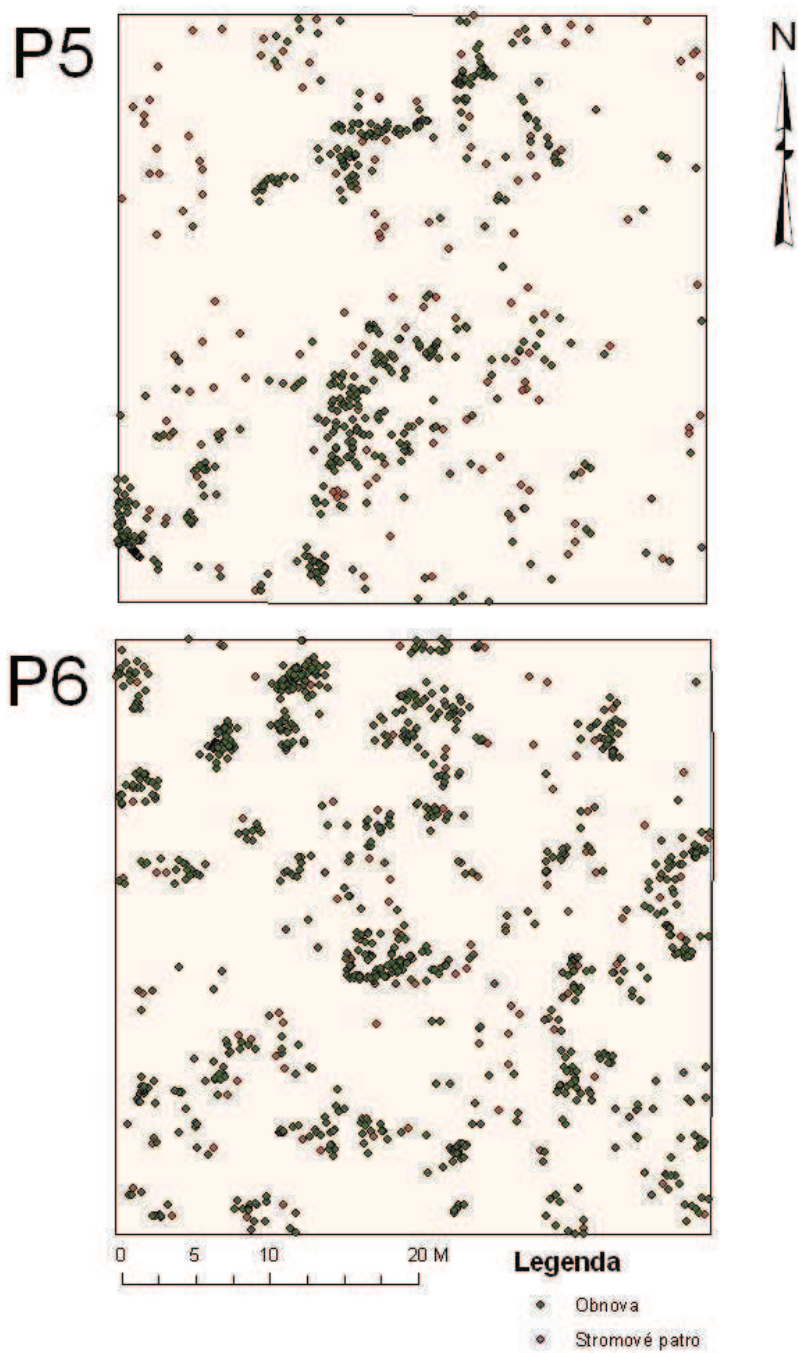
P4



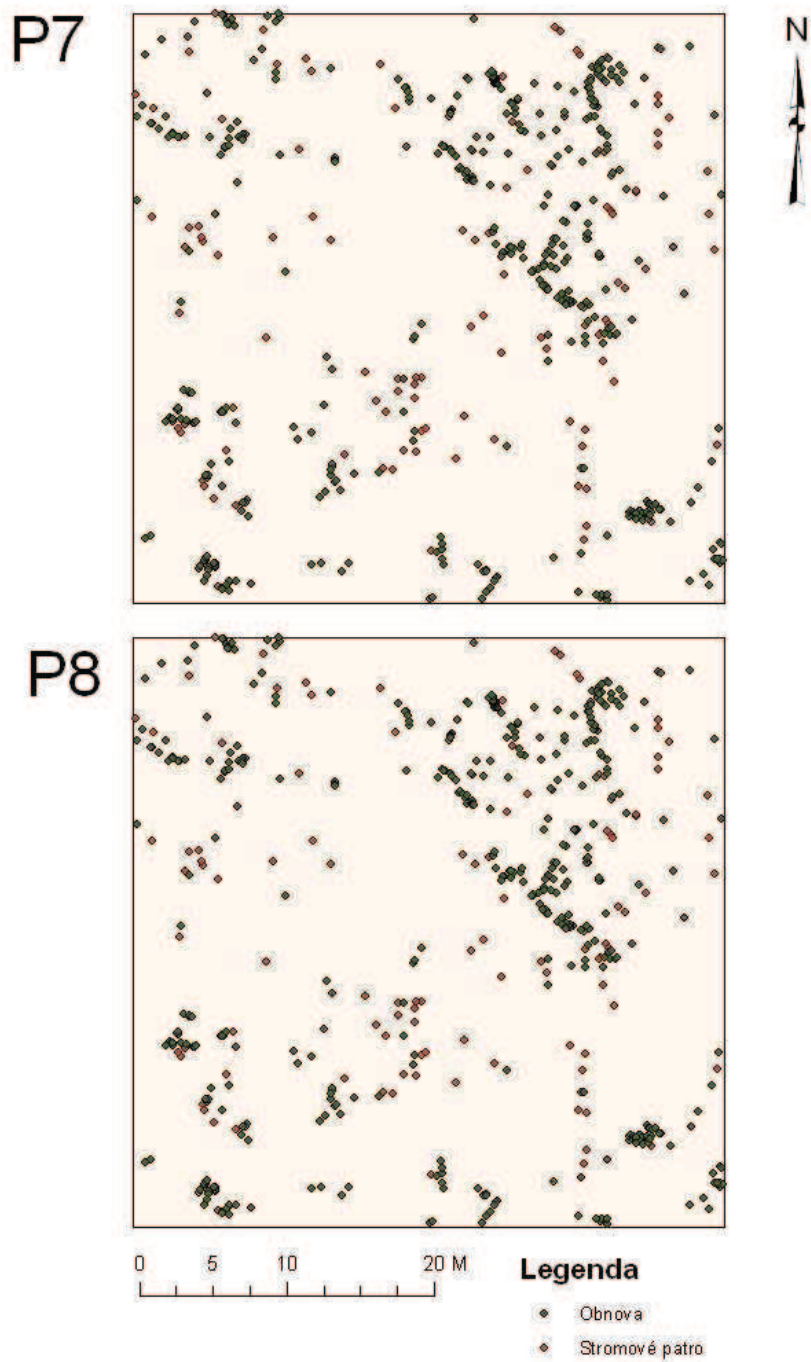
Legenda

- ◆ Obnova
- ◆ Stromové patro

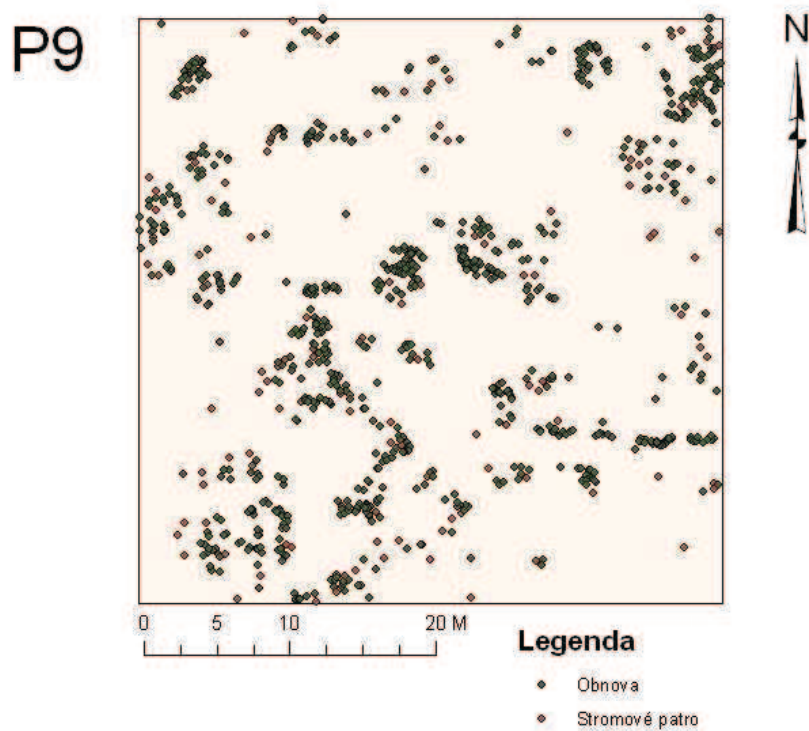
Příloha 5. Prostorové uspořádání na ploše 5 a 6.



Příloha 6. Prostorové uspořádání na ploše 7 a 8.



Příloha 7. Prostorové uspořádání na ploše 9.



Příloha 8. Zajištění plochy geodetickým kolíkem.



Příloha 9. Zmlazení smrku na ploše 1.



Příloha 10. Pohled do plochy 2.



Příloha 11. Pohled do plochy 3.



Příloha 12. Pohled do plochy 4.



Příloha 13. Pohled do plochy 5.



Příloha 14. Kmen porostlý semenáčky smrku – plocha 1.



Příloha 15. Semenáčky smrku rostoucí na kmenu pokrytém mechem – plocha 2.



Příloha 16. Skupinky zmlazení smrku s vtroušeným jeřábem – plocha 7.



Příloha 17. Jedinec smrku rostoucí v borůvčí na ploše 6.



Příloha 18. Smrkové zmlazení rostoucí na kládě ve čtvrtém stupni rozkladu – plocha 9.



Příloha 19. Zmlazení jeřábu poškozené okusem zvěře.

