

Regenerace horských smrčín po kůrovcové kalamitě

Regeneration of mountain spruce forests after a destructive bark beetle outbreak

Magda Jonášová

Biologická fakulta JU, Branišovská 31, CZ–370 05 České Budějovice, Česká republika
jonasova@tix.bf.jcu.cz

Abstract

The top ridges of the Bohemian Forest are covered by natural, semi-natural, or planted spruce (*Picea abies*) forests which were affected by a large scale bark beetle outbreak in the 1980's and 1990's. The forests were managed by two different approaches: (a) to consider the bark beetle outbreak as a natural process leaving affected forests without any intervention; (b) to cut infested trees usually followed by planting new spruce saplings. The former approach is practiced on the German side of the border, the latter in the Czech territory. The study evaluates natural regeneration comparing sites with and without intervention. Seedling density and vegetation changes were studied for 4 years after the bark beetle outbreak. It appeared that the numbers of spruce seedlings are sufficient for successful spontaneous regeneration (several thousand per ha). Most of the seedlings originated before the beetle outbreak and there were also new seedlings from single surviving trees. In clearings, the large numbers of seedlings (80–90%) were destroyed by logging infested trees. The results confirm that dead forests, without interventions, regenerate very well and moreover, the bark beetle outbreak can be seen as a good tool for transformation of spruce plantations to more natural and more structured forests. It is evident that the non-intervention strategy is only reasonable approach in the national park to preserve and enhance naturalness of these mountain forests.

Key words: spruce forest, *Picea abies*, natural regeneration, bark beetle, the Bohemian Forest.

Úvod

Smrčiny v centrální části Šumavy byly postiženy silným rozvojem populace lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) s následným velkoplošným odumíráním stromového patra. Protože rozsáhlé, lidskou činností neovlivněné plochy horských smrčín nejsou zachovány, není zcela zřejmý ani způsob jejich přirozené obnovy a význam „katastrof“ jako je např. nynější kůrovcová kalamita. Horské smrčiny představují v našich podmínkách zvláštní typ ekosystému a oproti ostatním lesům mírného pásu vykazují rozdíly (chudší a pomalejší přirozená obnova, pomalá dekompozice), kterými jsou blízké boreálnímu tajgovému biomu, a nejsou proto přirozeně tak stabilní jako jiné přírodní lesy. Jejich podobnost boreálním smrčínám, a tím i možnost masového přemnožení fytofágního hmyzu, je ještě znásobena jejich současným stavem, tzv. borealizací antropogenního původu (EMMER & al. 1998). Lýkožrout je pak pouze posledním článkem v řetězci příčin, které nezbytně vedou k jejich velkoplošnému rozpadu. Následuje dekompozice kumulovaných živin, změny ve vegetaci a také nárůst zmlazení.

Vývojem podobně postiženého lesa na bavorské straně Šumavy se zabývali např. NÜßLEIN & FAIBT (1998), MOSANDL & FISCHER (1999), vliv prosvětlení porostů následkem kůrovcové kalamity na malé savce zpracovává HUBER (2000). Na české straně ovšem k uschlým po-

rostům přistupují rozsáhlé odlesněné plochy jako výsledek lesnických zásahů proti lýkožroutovi. Otázkou je, jaký les nyní na Šumavě vzniká a zda bude mít přirozenější strukturu, než odumřelé smrkové porosty. Cílem výzkumu bylo vyhodnotit přirozené zmlazovací procesy v uschlých porostech i na holinách, jejich ovlivnění zásahy proti lýkožroutovi a zjistit nejvhodnější podmínky pro obnovu lesa.

METODIKA

Sledování je prováděno na trvalých výzkumných plochách o velikosti 400 m² vytyčených v oblasti Březníku (od Hraniční hory směrem k Roklanu) v nadmořské výšce 1175–1280 m. Jde o přírodě více či méně blízké porosty, jejichž druhová skladba byla v některých případech pozměněna ve prospěch smrku (ve stromovém patře je nebo byl v současnosti pouze smrk).

Plochy byly vybrány tak, aby reprezentovaly určité typy porostů, se zásahy i bez zásahů proti kůrovci: (a) uschlý porost – horská klimaxová smrčina odumřelá v letech 1997 a 1998, bez zásahů (plochy 1–8); (b) holiny – horská klimaxová smrčina napadená a vytěžená 1997 (plochy 9–13).

Pro srovnání je sledováno i dalších 5 ploch v podmáčených smrčinách, které byly částečně napadeny lýkožroutem v roce 1998 a 1999. Výsledky z těchto ploch jsou zde zmíněny pouze orientačně (plochy 14–18). Charakteristiky všech ploch jsou uvedeny v Tab. 1.

Ve všech plochách je prováděna evidence náletových semenáčků dřevin. Semenáčky jsou tříděny podle druhu, věkové (pouze smrk) a výškové kategorie. Je zjišťován typ mikrostanoviště, ve kterém jsou semenáčky nalézány (smrkový opad, trouch, mechorosty, druhy bylinného patra), a je zaznamenávána rozloha jednotlivých mikrostanovišť.

VÝSLEDKY

Stav zmlazení

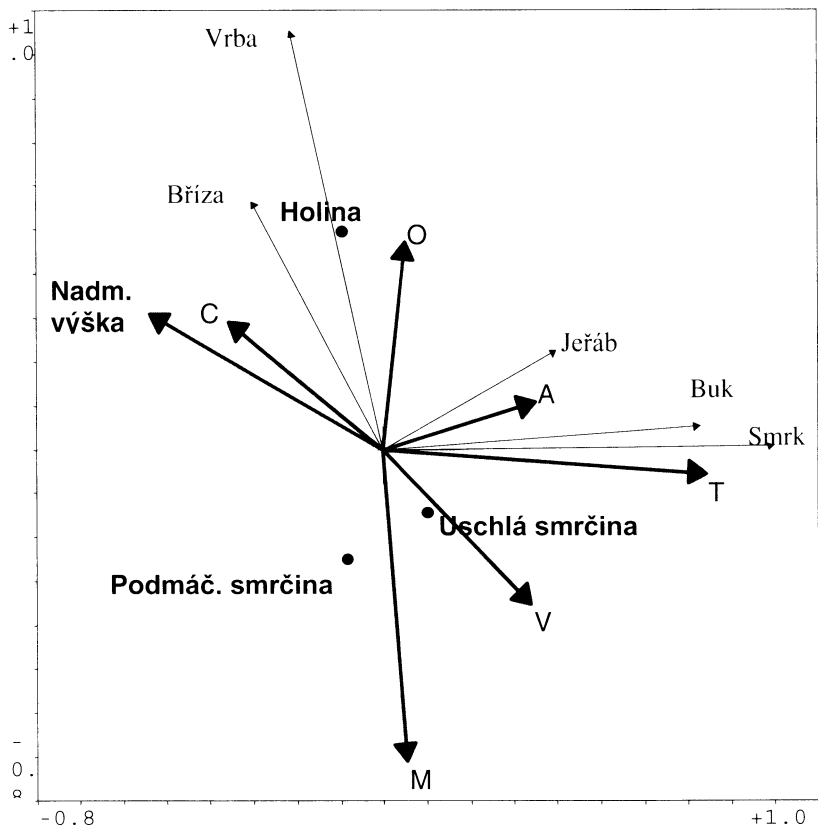
Výskyt všech druhů náletových semenáčků dřevin v souvislosti se sledovanými faktory ukazuje graf výsledků RDA analýzy na Obr. 1. Monte Carlo permutační test prokázal významný vliv vykácení (holina) i pokryvnosti různých druhů mikrostanovišť na počet semenáčků jednotlivých dřevin.

Smrk představuje hlavní podíl semenáčků na všech plochách, nejnižší zjištěný počet byl 325 ks.ha⁻¹ (holina), nejvyšší počet 40000 ks.ha⁻¹ na ploše v uschlé smrčtině.

Podle věkového složení lze zmlazení smrku rozdělit do tří kategorií, jejichž zastoupení se významně liší v uschlých porostech a na holinách (Obr. 2). V uschlých porostech převažují semenáčky ze semenných roků v 90. letech, především pak z roku 1995 (80–90%). Semenáčky starší než 10 let představují 10–15% a zajímavý je také fakt, že v uschlých porostech jsou i 2–4leté semenáčky vzniklé až po odumření porostu, což znamená, že se zde zřejmě mohou šířit semena i od vzdálenějších přeživších stromů, které jsou velice důležité, protože představují základ budoucí generace přizpůsobených a odolných stromů.

Na holinách představuje smrk sice také nejpočetnější dřevinu, jeho počty jsou ale podstatně nižší a věková struktura více homogenní: nejpočetnější jsou semenáčky okolo 10 let staré, nejmladší semenáčky z 90. let často úplně chybějí, protože byly zničeny těžbou (Obr. 3). Po odtěžení porostu zde žádné nově vzniklé semenáčky nebyly nalezeny. Naopak počty starších semenáčků se v uschlých smrčinách a na holinách průkazně neliší. Také rozmístění smrkových semenáčků na holinách je velmi nerovnoměrné – kolísá mezi několika sty až několika tisíci ks.ha⁻¹.

Podmáčené smrčiny představují trochu zvláštní případ a ze všech sledovaných ploch jde



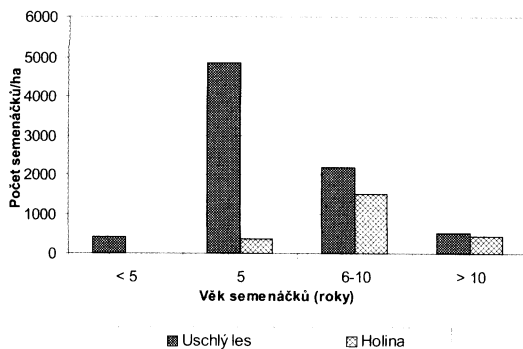
Obr. 1. – Počet semenáčků ve vztahu k typu ploch a pokryvnosti mikrostanovišť – RDA analýza. První kanonická osa vysvětluje 76,8% celkové variability v druhových datech a 94,8% variability ve vztahu druhových a environmentálních dat. Mikrostanoviště: C – *Calamagrostis villosa*, A – *Avenella flexuosa*, V – *Vaccinium myrtillus*, M – mechorosty, T – trouch, O – opad.

Fig. 1. – Number of seedlings in relation to the type of plot and microsite coverage – RDA analysis. The first canonical axis explains 76,8% of total variability of species data and 94,8% variability in relation of species and environmental data. C – *Calamagrostis villosa*, A – *Avenella flexuosa*, V – *Vaccinium myrtillus*, M – mosses, T – decaying wood, O – litter. Uschlá smrčina = dead forest, podmáč. smrčina = wet spruce forest, holina = clear-cut area, nadm. výška = altitude, smrk = spruce, buk = beech, jeřáb = rowan, vrba = willow, bříza = birch.

o nejpůvodnější porosty. I jejich regenerace probíhá trochu odlišně. Počty nejmladších semenáčků smrku jsou obvykle velmi vysoké – hlavně krátce po semenném roce – v roce 1997 zde bylo zjištěno často i několik desítek tisíc semenáčků na jednom hektaru. Semenáčky se velmi dobře uchycují, ale jejich přežívání je horší, takže v roce 2000 to bylo v průměru již jen několik tisíc ks.ha⁻¹. Stejně tak semenáčků starších než 10 let je průkazně méně než v klimatických smrčínách.

Jeřáb tvoří další významnou složku zmlazení – v uschlých porostech druhou nejpočetnější po smrku. Nebyla zjištěna závislost na určitých mikrostanovištích jako u smrku a jeho počty jsou vyrovnanější (průměrně 200–300 ks.ha⁻¹ v uschlých porostech, okolo 100 ks.ha⁻¹ na holinách). Je běžně šířen ptáky na velké vzdálenosti a za 3 roky po uschnutí a prosvětlení porostu se jeho počet na plochách v uschlých smrčínách zvýšil více než dvojnásobně. Na

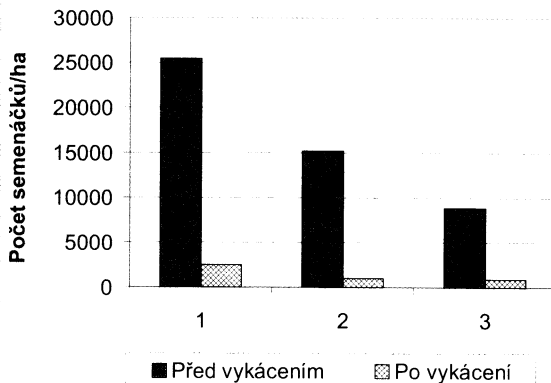
Semenáčky smrku



Obr. 2. – Průměrné počty semenáčků smrku podle věkových kategorií (rok 2000). Na holině je patrný nedostatek nejmladších semenáčků, které nepřežily asanační zásah.

Fig. 2. – Numbers of spruce seedlings in age classes in year 2000). On the clear-cut area there is a lack of youngest seedlings, which did not survive the logging. Uschlý les = dead forest, holina = clear-cut area.

Redukce zmlazení smrku těžbou



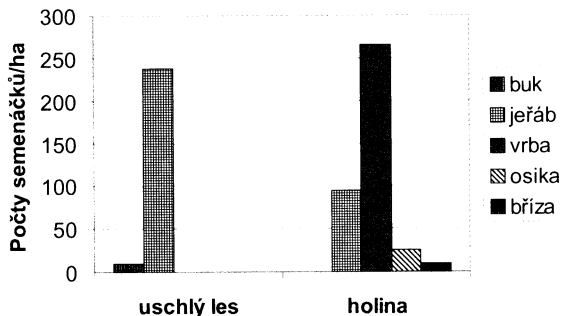
Obr. 3. – Počet semenáčků smrku v roce 1997 před vykácením a po vykácení. 1, 2, 3 – plochy na svazích Studené hory.

Fig. 3. – Numbers of spruce seedlings per ha before and after logging in 1997. 1, 2, 3 – plots on Studená hora Mt. Před vykácením = before logging, po vykácení = after logging.

holinách se na rozdíl od porostu šíří mnohem méně – většina zmlazení pochází z doby před odtěžením porostu. Projevil se také ochranný efekt uschlých a popadaných kmenů jako bariéry proti zvěři. Na třech plochách, kde již došlo k výraznějšímu popadání, jeřáb přestal trpět okusem a významně se zvýšil podíl stromků vyšších než 0,5 m.

Dalším nalezeným druhem je buk (pouze v uschlých porostech). V roce 1997 byl zjištěn pouze na jedné ploše, v roce 2000 bylo zjištěno po jednom semenáčku na dalších třech

Semenáčky listnáčů



Obr. 4. – Počty semenáčků listnáčů 3 roky po odumření stromového patra (uschlý les) nebo po vykácení (holina).

Fig. 4. – Numbers of broadleaves seedlings three years after dying down of tree layer (dead forest) or after logging (clear-cut area). Uschlý les = dead forest, holina = clear-cut area, buk = beech, jeřáb = rowan, vrba = willow, osika = aspen, bříza = birch.

plochách. Bukové semenáčky rostou i v travní vegetaci a šíří se i na velké vzdálenosti, a tak lze předpokládat, že se jeho podíl bude zvyšovat.

Na holinách je druhou nejvýznamnější dřevinou vrba, která tři roky po vykácení dosahuje počtů až 300 ks.ha⁻¹), a v menších počtech se zde objevují také bříza a osika (Obr. 4).

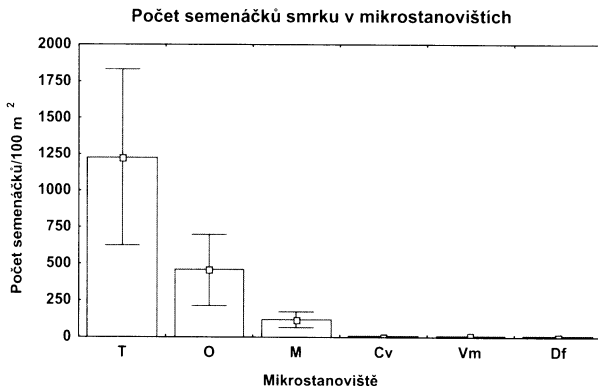
Výskyt smrkových semenáčků v mikrostanovištích

Smrkové semenáčky jsou vázány pouze na určitá příznivá mikrostanoviště, což je vedle mechorostů a smrkového opadu především tlející dřevo. Nízké počty semenáčků byly zjištěny v porostech *Vaccinium myrtillus*, *Deschampsia flexuosa* a *Calamagrostis villosa*. Zcela ojediněle pak byly semenáčky nalezeny i v jiných typech vegetace (*Lycopodium annotinum*, *Oxalis acetosella*). Počty se v jednotlivých mikrostanovištích průkazně liší (Kruskal–Wallisův test, $H = 56,63$; $p < 10^{-4}$).

Nejmladší semenáčky byly nejčastěji nalézány ve smrkovém opadu a mechorostech, což je způsobeno tím, že tato mikrostanoviště zaujímají mnohem větší podíl povrchu, než tlející dřevo. Semenáčky se v nich sice snadno uchytí, ale pro jejich přežití nejsou tato mikrostanoviště tak příznivá jako trouchy, takže semenáčky starší než 20 let byly nalezeny nejčastěji v trouchu, i když ten zaujímá jen několik procent povrchu.

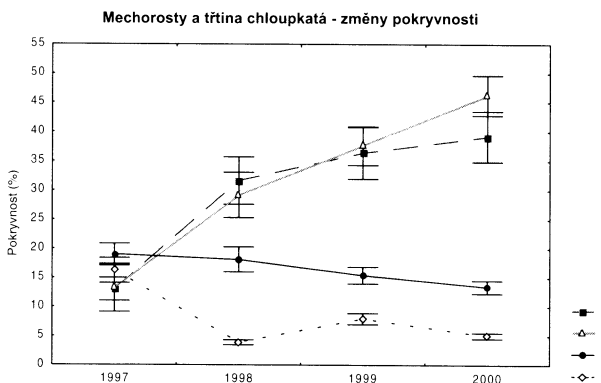
Pro zjištění nejvýhodnějších podmínek byl stanoven počet semenáčků v jednotce plochy každého mikrostanoviště (Obr. 5). Byl zjištěn průkazný rozdíl (Kruskal–Wallisův test, $H = 74,18$; $p < 10^{-4}$), jako jednoznačně nejpříznivější substrát byl shledán trouch, nejhorší podmínky jsou v porostech *Calamagrostis villosa*.

Trouch je v horských polohách nejdůležitějším substrátem a na plochách s vysokým podílem trav (což jsou právě horské smrčiny, které jsou obecně prosvětlenější než porosty v nižších polohách) představuje často jediné možné místo pro uchycení a přežití smrkových semenáčků. Tento jev je běžně udáván i z jiných jehličnatých lesů (MALCOLM & HUNTER 1999, HARMON & FRANKLIN 1989). Důležité jsou především klády velkých dimenzí, které tlejí pomaleji a ve srovnání s tenkými kmeny udržují vyrovnanější teplotní a vlhkostní podmínky a semenáčky jsou lépe chráněny před konkurencí vegetace. Význam trouchu stoupá s nadmořskou výškou, na výše položených plochách byl zjištěn vyšší podíl semenáčků na trouchu.



Obr. 5. – Počet semenáčků smrku na 100 m² plochy mikrostanoviště: T – trouch, O – smrkový opad, M – mechorosty, Cv – *Calamagrostis villosa*, Vm – *Vaccinium myrtillus*, Df – *Deschampsia flexuosa*. (Uvedeny jsou průměry a střední chyby průměru.)

Fig. 5. – Densities of spruce seedlings in various microsites (in 100 m²): T – decaying wood, O – litter, M – mosses, Cv – *Calamagrostis villosa*, Vm – *Vaccinium myrtillus*, Df – *Deschampsia flexuosa*. (Mean and standard error of mean.)



Obr. 6. – Změny pokryvnosti třtiny chloupkaté a mechorostů v ponechaném suchém lese a na pasekách od roku 1997, kdy porost uschl nebo byl vykácen. 1 – třtina chloupkatá, les; 2 – třtina chloupkatá, paseka; 3 – mechorosty, les; 4 – mechorosty, paseka. (Uvedeny jsou průměry a střední chyby průměru.)

Fig. 6. – Change of coverage of *Calamagrostis villosa* and mosses in dead forest and on clear-cut area from year 1997 (forest died down or was cut). 1 – *Calamagrostis villosa*, forest; 2 – *Calamagrostis villosa*, clear-cut area; 3 – mosses, forest; 4 – mosses, clear-cut area. (Mean and standard error of mean.)

Mnoho semenáčků se vyskytuje ve smrkovém opadu, především u pat kmenů, po jejichž odstranění těžbou opad rychle zarůstá porosty *D. flexuosa* nebo *C. villosa*. V ponechaném suchém porostu je tato změna pozvolnější a semenáčky mají větší šanci přežít pod ochranou suchých stromů.

Mechorosty (mimo rašelínků) představují vhodný substrát (zajištění vláhy) pro uchycení semenáčků a částečně i pro jejich přežití. Je zde velký rozdíl mezi ponechaným uschlým po-

Tabulka 1. – Charakteristiky ploch. Dominantní vegetace – vysvětlení zkratk: Af – *Avenella flexuosa*, Cv – *Carex villosa*, Csp. – *Carex* sp., Dd – *Dryopteris dilatata*, Ev – *Eriophorum vaginatum*, Ls – *Luzula sylvatica*, M – mechorosty, Vm – *Vaccinium myrtillus*.

Table 1. – The characteristics of the plots. Dominant vegetation – explanation of abbreviations: Af – *Avenella flexuosa*, Cv – *Carex villosa*, Csp. – *Carex* sp., Dd – *Dryopteris dilatata*, Ev – *Eriophorum vaginatum*, Ls – *Luzula sylvatica*, M – mosses, Vm – *Vaccinium myrtillus*.

Číslo plochy	Stav porostu	Nadm. v. (m)	Expozice	Lokalita	Kategorie podle lesnické typologie	Dominantní vegetace
1	uschl 1997	1200	SVV	Březník (Špičník)	kyselá smrčina	Cv, Vm
2	uschl 1997	1195	S	Březník (Hranič. hora)	svěží smrčina	Cv, Ls, Dd
3	uschl 1997	1215	V	K Roklanu	svěží smrčina	Af, Cv, M
4	uschl 1997	1195	V	K Roklanu	svěží smrčina	Cv, Af, M
5	uschl 1997	1280	Z	Březník (Studená hora)	svěží smrčina	Cv, Ls, Dd, M
6	uschl 1998	1175	V	Březník (Špičník)	kyselá smrčina	Af, Vm, M
7	uschl 1998	1200	S	K Roklanu	svěží smrčina	Vm, Af, M
8	uschl 1998	1200	JV	K Roklanu	svěží smrčina	Af, Cv, M
9	vykácen 1997	1245	JJV	Březník (Studená hora)	svěží smrčina	Af, Vm, M
10	vykácen 1997	1215	S	Březník (Studená hora)	svěží smrčina	Cv, Af
11	vykácen 1997	1190	SZ	K Roklanu	svěží smrčina	Cv, Af, M
12	vykácen 1997	1200	S	K Roklanu	svěží smrčina	Af, Cv, M
13	vykácen 1997	1280	JV	Březník (Studená hora)	svěží smrčina	Cv, Ls, Dd, M
14	část. uschl 1998	1193	JJV	K Roklanu	podmáč. chudá smrčina	Vm, M, Csp.
15	část. uschl 1999	1215	SSZ	Vrchová slať	vrchovištní smrčina	M, Vm, Csp.
16	uschl 1998–99	1275	SSV	Blatenská slať	vrchovištní smrčina	Vm, M, Ev
17	zelený	1180	S	Novohuťský potok	vrchovištní smrčina	M, Ev
18	uschl 1999	1210	JJZ	Novohuťské močály	vrchovištní smrčina	M, Vm

rostem, kde mechové patro přežívá a jeho podíl se zmenšuje pozvolna (Obr. 6) a mezi pasekami, kde bezprostředně po vykácení mechorosty odumřou a nahradí je bujné porosty *Calamagrostis villosa* nebo *Deschampsia flexuosa*.

V. myrtillus a *D. flexuosa* jsou pro semenáčky málo příznivé a zcela nepříznivé jsou husté porosty *C. villosa*. V jejím řídkém porostu bylo nalezeno pouze několik semenáčků.

Plochy s nejvyšším počtem semenáčků se vyznačovaly také velmi členitým terénem s mnoha vyvýšeninami. Takovýto vhodný terén si smrk sám vytváří po různých kalamitách, jako např. nyní v ponechaných odumřelých porostech, kdy postupně padající mrtvé větve a kmeny tvoří velmi rozmanitá stanoviště s mozaikou zastíněných i osluněných plošek, které jsou ideální pro množství druhů rostlin i pro odrůstání zmlazení dřevin. Na pasekách byla většina dřeva vyklizena a ponechaná dřevní hmota v podobě větví seštěpkována a pro zmlazení nemá tudíž prakticky žádný význam, protože do dvou let zarůstá travní vegetací.

ZÁVĚR

Uschlé lesy ponechané bez zásahu velmi dobře regenerují a lýkožrout (i přemnožený) by měl být chápán jako způsob jejich obnovy. Platí to především pro horské polohy centrální Šumavy, které jsou velice citlivé k jakýmkoliv vnějším zásahům a vytváření holin patří k těm nejdrastičtějším. Protože jde částečně o pozměněné a nepůvodní porosty (často hustěji zapojené), kde nebylo možné odrůstání nových semenáčků, došlo prosvětlením stromového

patra následkem žíru lýkožrouta ke zlepšení podmínek pro růst nových semenáčků a do původně zcela smrkových porostů migruje jeřáb a místy i buk. Lýkožrout se tak ukazuje jako vhodný prostředek transformace porostů směrem k přirozenějším a diferencovanějším. Pokud by byly odumřelé porosty ponechány bez zásahu v kompaktnějším celku než je tomu nyní (jde o centrální horské polohy), naskýtá se zde unikátní příležitost porozumět přírodním procesům. A dát prostor přírodním procesům by mělo být hlavním posláním národního parku.

LITERATURA

- EMMER I.M., FANTA J., KOBUS A.T., KOOLIJMAN A. & SEVINK J., 1998: Reversing borealization as a means to restore biodiversity in Central-European mountain forests – an example from the Krkonose Mountains, Czech Republic. *Biodiversity and Conservation*, 7 (2): 229–247.
- HARMON M.E. & FRANKLIN J.F., 1989: Tree seedlings on logs in *Picea – Tsuga* forests of Oregon and Washington. *Ecology* 70: 48–59.
- HUBER S., 2000: Reaktion der Kleinsäuger auf Kronendachverlichtung und Absterben alter Waldbestände infolge einer Borkenkäferkalamität im Nationalpark Bayerischer Wald. Ms., *Diplomarbeit, Bayerische Julius–Maximilians–Universität Würzburg*.
- MALCOLM L. & HUNTER J.R., 1999: Maintaining biodiversity in forest ecosystems. *Cambridge University Press*.
- MOSANDL R. & FISCHER A., 1999: Walddynamik nach Borkenkäferbefall in den Hochlagen des Bayerischen Waldes. *Zwischenbericht zum Projekt*.
- NEÜBLEIN S. & FAIßT G., 1998: Waldentwicklung im Nationalpark Bayerischer Wald – Totholzflächen und Waldverjüngung. *Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (Hrsg.)*, 25 pp.