

Charakter přirozené obnovy a povrchového humusu v NP Šumava ve vztahu k mikrostanovišti

V. Štícha, D. Zahradník

Charakter a úspěšnost přirozené obnovy v podmínkách horského lesa (Národní park Šumava) jsou podmíněny mnoha faktory, které se vzájemně ovlivňují. Složka nadložního humusu představuje důležitý prvek dynamiky organické hmoty a živin i toku energie v lesních ekosystémech (PODRÁZSKÝ, 2006). Charakter humusových forem významně ovlivňuje cyklus živin, vlhkostní i teplotní režim (GREEN ET AL., 1993) a v humusových horizontech se též nachází velké množství kořenů. Humusová vrstva je tedy jedním ze základních činitelů ovlivňujících výskyt semenáčků, ale je třeba vzít v úvahu i ostatní faktory. HUZINGER ET BRANG (2005) hodnotí mocnost svrchního humusového horizontu vzhledem ke zmlazení pozitivně, ŠERÁ ET AL. (2000) zde však uvádí větší mortalitu semenáčků (oproti zmlazení v porostu *Vaccinium myrtillus*). Vliv mikroreliefu na výskyt zmlazení popisuje např. HANSEN (2002, 2003), KUULUVAINEN ET KALMARI (2003) a DIACI (2005). Z jejich výzkumů plyne, že výskyt přirozené obnovy smrku je velmi významně vázán na místa se speciálními mikroreliefními podmínkami: v prohlubních nebo naopak na vyvýšeninách. Opět se zde ale ukazuje podstatný vliv ostatních faktorů: prohlubně sice dávají větší záruku přítomnosti potřebné vlhkosti, která je pro semenáčky velmi důležitá (KOZŁOWSKI, 2002), avšak limitujícím faktorem zde může být světlo a to i v souvislosti s konkurenčním bojem ostatních rostlin (JONÁŠOVÁ ET PRACH, 2004). U vyvýšenin tomu může být zase naopak. Z dalších faktorů můžeme jmenovat zápoj mateřského porostu, mráz, pohyb sněhu, atd. Vliv dominanty bylinného patra a substrátu popisuje např. ULBRICOVÁ ET AL. (2006): neúspěšněji se semenáčky zmlazují na mrtvém dřevě a nejhůře v kapradinách, v travinách a ve *Vaccinium myrtillus*. Cílem článku je zhodnotit charakter humusových horizontů ve vztahu k mikrostanovištním podmínkám a dále zhodnotit vztah přirozené obnovy smrku (eventuálně vtroušených listnáčů) k těmto mikrostanovištním podmínkám (dominantní druh bylinného patra, mikrorelief a charakter povrchového humusu).

Metodika

Pro výzkum byly zvoleny trvalé výzkumné plochy nacházející se v Národním parku Šumava v oblasti Modravy a Plechého. Nadmořská výška kolísá od 1120 do 1370 m.n.m., roční úhrn srážek činí 900-1380 mm a průměrná roční teplota dosahuje 3,5-5 °C. V oblasti Modravy byly vybrány tři plochy (M1, M3, M4) reprezentující živý les na svahu (M1), mrtvý les v rovině (M3) a les živý v rovině (M4). V oblasti Plechého byly vybrány plochy P18, P19 a P20, které postihují gradient nadmořské výšky v rámci rozpětí 8. lesního vegetačního stupně a které se dále liší sklonem terénu, přítomností suti (významný na P19) a charakterem mateřského porostu. Hlavní druhy bylinného patra jsou na plochách s živým mateřským porostem: *Vaccinium myrtillus*, *Calamagrostis villosa*, *Avenella flexuosa* a *Athyrium distentifolium*. Nižší zastoupení pak zaujímají *Trientalis europaea*, *Homogyne alpina*, *Oxalis acetosella*, *Lycopodium annotinum* a *Maianthemum bifolium*, na plochách s odumřelým porostem kromě velmi výrazně zastoupených obou druhů trav i *Epilobium angustifolium*. Vy vyšších polohách v mechovém patru převažuje *Polytrichum formosum*, *Dicranum scoparium* a *Sphagnum* sp. Na všech plochách byly k výzkumu využity vyznačené transekty o velikosti 50 × 5 m ve směru spádnice.

Pomocí technologie FieldMap bylo na všech transektech zaměřeno veškeré zmlazení a u každého semenáčku byla zaznamenána pozice, celková výška, dominanta bylinného patra a tvar mikroreliefu. Tvary mikroreliefu s ohledem na mikroklima byly rozlišeny na 4 základní tvary: rovina, svah (šikmina), vyvýšeniny a prohlubně. Tvary reliéfu byly vymezeny změnou výšky povrchu terénu na obvodu kruhu do vzdálenosti 0,5 m od paty semenáčku nebo sondy o to min. o 5 cm vzhledem k ose sklonu plochy a na více než polovině délky obvodu kruhu. Plošné procentické zastoupení jednotlivých typů mikroreliefu a dominant (substrátu) bylinného patra bylo provedeno okulárně a dále zpřesněno odhadem podle počtu výskytu jednotlivých typů mikroreliefu a dominant u každé sondy. Jako mrtvé dřevo byly hodnoceny veškeré kmeny ležící na zemi ve všech stupních rozkladu. Pod označením holá půda jsou zahrnuta místa bez rostlinného krytu s různě silnou vrstvou opadu.

Dále byla změřena mocnost povrchových humusových horizontů – L, F, H (viz NĚMEČEK, 2001) a to na všech transektech v pravidelné síti – vždy 2 sondy na běžný metr transektu, tedy přibližně 100 sond na jeden transekt. U každé sondy byl opět zaznamenán tvar mikroreliefu a druh dominanty bylinného patra, případně substrátu.

Porovnání míry zmlazení

Předpokládáme, že na celé pokusné ploše vzešlo n semenáčků. Pravděpodobnost, že se semenáček uchytí na i -tém mikrostanovišti označme p_i . Počet semenáčků na tomto stanovišti potom bude náhodná veličina s binomickým rozdělením s parametry n a p_i . Pokud by typ mikrostanoviště neovlivňoval šanci semenáčků vzejít, byla by pravděpodobnost p_i jejich uchycení na každém stanovišti rovna velikosti plošného podílu daného stanoviště. Vliv i -tého stanoviště tedy lze ověřit pomocí testu parametru p binomického rozdělení, konkrétně

jako test hypotézy $H_0 : p_i = a_i$ oproti alternativě $H_1 : p_i \neq a_i$. Výpočet byl proveden pomocí testu dobré shody.

Porovnání mocností humusových horizontů

Pomocí testu dobré shody bylo ověřeno, že mocnosti humusových horizontů lze považovat za veličiny s normálním rozdělením pravděpodobnosti. Levenovým testem bylo dále ověřeno, že rozptyly uvedených mocností pro jednotlivé typy dominant a mikroreliéfů lze považovat za shodné. Vliv těchto dvou faktorů na mocnost humusových horizontů bylo proto možno prozkoumat pomocí standardní jednofaktorové analýzy rozptylu. Pokud takto byla zamítnuta shoda středních hodnot zkoumaných veličin, bylo dále Tukeyovou metodou mnohonásobného porovnání zjištěno, které konkrétní veličiny se od sebe odlišují.

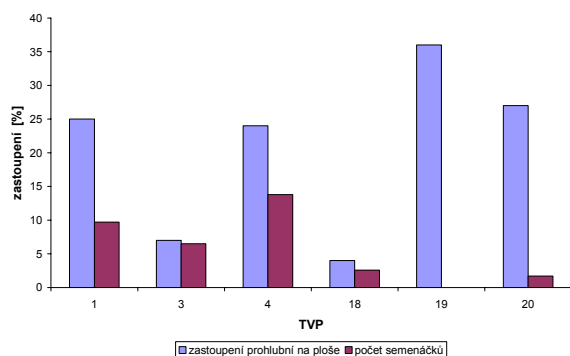
Výsledky

Vliv mikrostanoviště (mikroreliéfu, dominanty a substrátu) na výskyt zmlazení

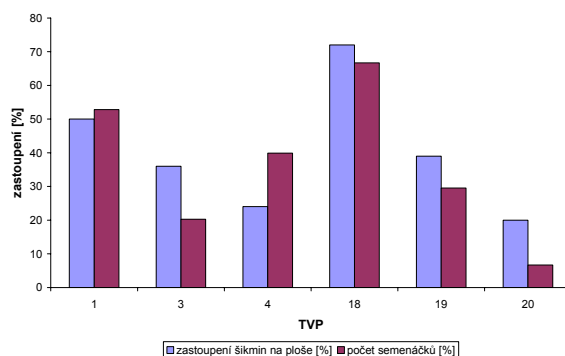
Významnost zmlazení smrku na jednotlivých typech mikrostanoviště (mikroreliéf, dominanty, substrát) byla zkoumána pomocí testu dobré shody. V některých případech bylo procentické zastoupení semenáčků na jednotlivých typech mikrostanoviště statisticky významné ($p = 0,99$) – buď významně malé, nebo naopak významně velké – podle toho, zda procentické zastoupení semenáčků je vyšší, nebo nižší, než procentický podíl plochy jednotlivého typu mikrostanoviště. Celkový přehled zahrnují obr. 1-8.

Vliv mikroreliéfu na zmlazení

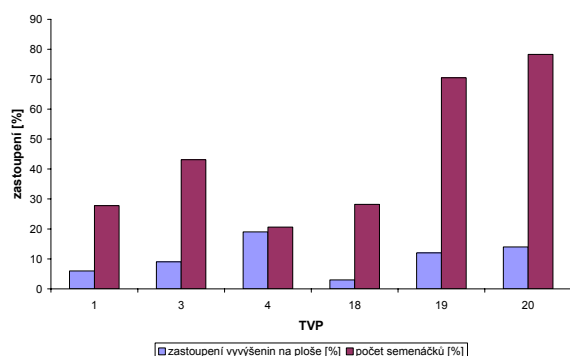
Vliv tvaru mikroreliéfu na zmlazení se projevil významně. Na všech plochách byl zaznamenán vždy vyšší podíl zmlazení na vyvýšeninách, jen na ploše č. 4 nebyl tento rozdíl statisticky významně potvrzen. V prohlubních byl naopak podíl zmlazení vždy nižší, statistická významnost pomocí testu dobré shody však byla potvrzena pouze na plochách M1, P19 a P20. Na rovině byl podíl zmlazení významně nižší na plochách č. M1, M3 a P20. Na svazích byl podíl zmlazení významně nižší na plochách č. M3 a P20.



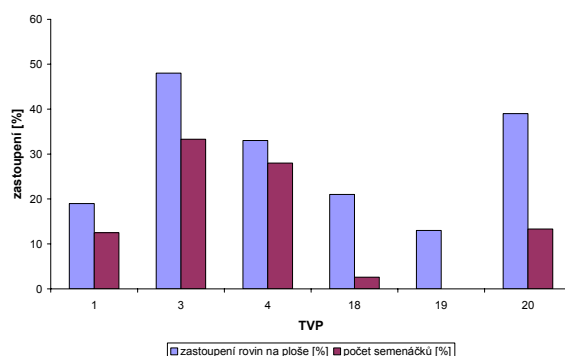
Obr. 1. Porovnání výskytu prohlubní (deprese) a zmlazení v prohlubních



Obr. 3. Porovnání výskytu svahů a zmlazení na svazích



Obr. 2. Porovnání výskytu vyvýšenin (elevace) a zmlazení na vyvýšeninách

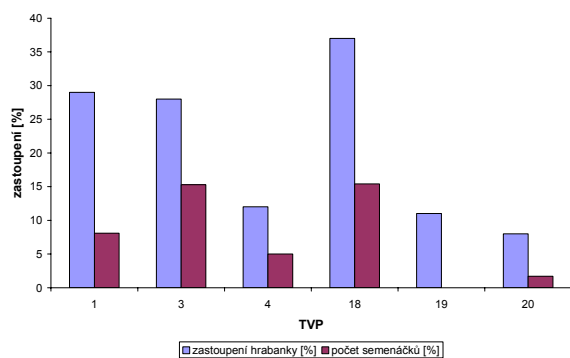


Obr. 4. Porovnání výskytu rovin a zmlazení na rovinách

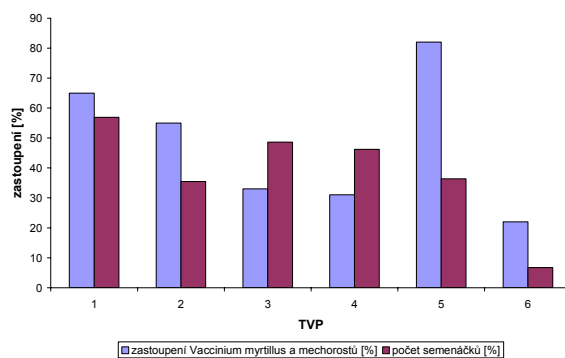
Vliv dominanty a substrátu na zmlazení

Vliv dominanty bylinného patra a substrátu na zmlazení se také projevil velmi významně. Na plochách M1, M3, P19 a P20 byl podíl zmlazení smrku na mrtvém dřevě výrazně vyšší, než na zbytku plochy, na ploše M4 tomu bylo naopak – vzhledem k plošnému podílu mrtvého dřeva zde bylo zmlazení významně méně, to však je

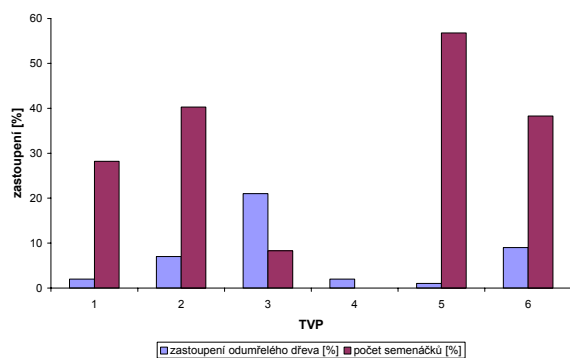
způsobeno jednak velkým množstvím dosud nerozloženého dřeva na této ploše (po hromadném rozpadu stromového patra kolem roku 1997) a odlišnými vlhkostními a světelnými poměry na této ploše – též v souvislosti s rozpadem stromového patra. Na holé půdě (na hrabance) byl potvrzen významně nižší podíl zmlazení a to na ploše M1, M3 a M4, i na ostatních plochách bylo zmlazení na holé ploše méně. Ve *Vaccinium myrtillus* a v mechorostech byl podíl zmlazení významně nižší na ploše M1, M3, P19 a P20, na ploše M4 byl naopak významně vyšší. V travách a kapradinách byl potvrzen významně nižší podíl zmlazení jen u plochy M4 a P20.



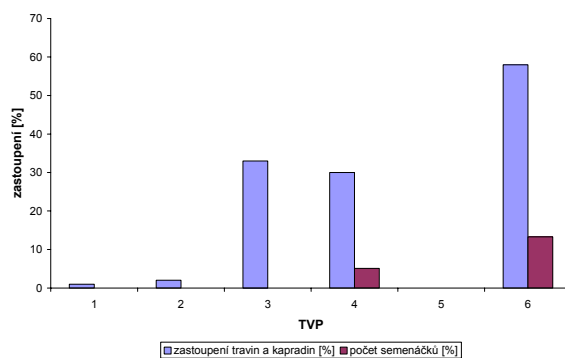
Obr. 5. Porovnání výskytu holé půdy a zmlazení v holé půdě



Obr. 7. Porovnání výskytu *Vaccinium myrtillus*, příp. mechorostů a zmlazení v tomto mikrostanovišti



Obr. 6. Porovnání výskytu mrtvého dřeva a zmlazení na mrtvém dřevě



Obr. 8. Porovnání výskytu trav, příp. kapradin a zmlazení v tomto mikrostanovišti

Vliv mikrostanoviště (mikroreliefu, dominanty a substrátu) na výšku semenáčků

Plocha M3

Významný rozdíl se projevil mezi průměrnými výškami semenáčků na mrtvém dřevě (29 cm) v porovnání s holou půdou (85 cm), patou stromu (78 cm) a porostem *V. myrtillus* příp. mechorosty (62 cm), kdy průměrná výška semenáčků je na mrtvém dřevě vždy významně nižší. Pouze v porovnání s výškami v travách a kapradinách není rozdíl významný.

Významný rozdíl výšek semenáčků byl též potvrzen mezi vyvýšeninami (35 cm) a prohlubněmi (99 cm), v prohlubních je průměrná výška semenáčků významně vyšší než na vyvýšeninách. Dále byl zaznamenán významný rozdíl mezi vyvýšeninami (35 cm) a svahem (71 cm). I zde je průměrná výška semenáčků významně vyšší na svahu.

Plocha M4

Zde se významný rozdíl projevil mezi výškami v prohlubních (104 cm) a na rovině (145 cm) a dále mezi rovinou (145 cm) a svahem (112 cm). Průměrné výšky na rovině jsou významně vyšší.

Plocha P19

Zde bylo významných rozdílů dosaženo mezi výškami semenáčků v mrtvém dřevě (16 cm) a v porostu *V. myrtillus* příp. mechorostech (68 cm). Průměrné hodnoty výšek semenáčků na vyvýšeninách (22 cm) jsou významně nižší než na svahu (65 cm).

Průměrné hodnoty mocností humusových horizontů

Průměrné mocnosti humusových horizontů se pohybují v rozmezí 1,4 - 15 cm, nejvyšších hodnot dosahují v depresích, nejmenších naopak na vyvýšeninách.

Vliv mikrostanoviště na mocnost humusových horizontů L, F a H

Vliv mikrostanoviště byl hodnocen analýzou rozptylu. Hypotéza, že se rozptyly mocností jednotlivých humusových horizontů v různých typech dominant nebo reliéfu rovnají se popírá na hladinách významnosti, které jsou uvedeny v Tabulce 1. Zvýrazněné hodnoty, kdy hladina významnosti byla menší než 0,05 dovolují tedy popření výše uvedené hypotézy s pravděpodobností vyšší než 0,95 což zde považujeme za statisticky významné. Pro konkrétní zjištění, které dvojice dominant nebo reliéfu se od sebe významně odlišují, bylo použito mnohonásobné porovnání (Tukeyova metoda). Výsledek uvádí Tabulka 2. Nejvíce statisticky významných rozdílů mezi mocnostmi humusových horizontů se projevilo v horizontu H a to mezi různými typy dominant (plocha M1, M4, P18). Významný vliv mikroreliéfu se projevilo pouze na ploše M1 v mocnostech horizontu L a to mezi vyvýšeninami a prohlubněmi.

Tabulka 1. Hladiny významnosti při analýze rozptylu mocností humusových horizontů.

Plocha	Hladina významnosti (α)					
	Dominanta			Reliéf		
	L	F	H	L	F	H
M1	0,324	0,879	0,048	0,043	0,694	0,101
M3	0,006	0,010	0,517	0,104	0,219	0,141
M4	0,851	0,426	0,001	0,031	0,562	0,192
P18	0,025	0,107	0,289	0,143	0,384	0,189
P19	0,104	0,399	0,013	0,139	0,739	0,084
P20	0,114	0,011	0,067	0,902	0,428	0,359

Tabulka 2. Mnohonásobné porovnání – dvojice typů dominant (V - *Vaccinium myrtillus*, M - mechorosty, G - traviny, H - holá půda, F - kaprad'orosty) a reliéfů (D - deprese, E - elevace), u nichž se rozptyly mocností humusových horizontů významně liší.

Plocha	Dominanta			Reliéf		
	L	F	H	L	F	H
M1				V-M		D-E
M3	G-V, G-M	G-V, G-M, G-H				
M4				G-M, H-M		
P18	F-M, H-M					
P19				B-H, H-M		
P20		F-G				

Závěr

Na základě výsledků výzkumu je možné konstatovat, že přirozená obnova na výše uvedených zkusných plochách je významně podmíněna mikrostanovištními podmínkami. Kladný vliv na přítomnost zmlazení má jednoznačně přítomnost vyvýšenin a mrtvého dřeva, záporně se naopak projevuje přítomnost prohlubní a holé půdy, případně hustý pokryv travin, borůvky a kapradin. Vliv mikrostanovištních podmínek na mocnost humusových horizontů je také silný, ale vzhledem k velkému rozptylu mocností humusových horizontů v jednotlivých typech mikrostanoviště byl statisticky významný rozdíl prokázán jen výjimečně.

Literatura

DIACI, J., PISEK, R., BONINA, A. (2005): Regeneration in experimental gaps of subalpine *Picea abies* forest in the Slovenian Alps. - *European Journal of Forest Research*, 124: 29-36.

GREEN, R.N., TROWBRIDGE, R. L., KLINKA, K. (1993): Towards a taxonomic classification of humus forms. *Forest Science*, 39, Monograph, 29:49

HANSEN, K. H. (2002): Effects of seedbed substrates on regeneration of *Picea abies* from seeds. - *Scandinavian Journal of Forest Research*, 17: 511-521.

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

- HUNZIKER, U., BRANG, P. (2005): Microsite patterns of conifer seedling establishment and growth in a mixed stands in the southern Alps. - *Forest Ecology and Management*, 210: 67–79.
- 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.
- KOZŁOWSKI, T. T. (2002): Physiological ecology of natural regeneration of harvested and disturbed forest stands: implications for forest management. - *Forest Ecology and Management*, 158: 195-221.
- KUULUVAINEN, T., KALMARI, R. (2003): Regeneration microsites of *Picea abies* seedlings in a windthrow area of a boreal old-growth forest in southern Finland. - *Annales Botanici Fennici* 40: 401-413.
- NĚMEČEK, J. ET AL. (2001): Taxonomický klasifikační systém půd ČR. - ČZU v Praze, 79pp.
- PODRÁZSKÝ, V. (2006): Logging and forest decline effects on the surface humus horizons in the Šumava Mts. - *Journal of Forest Science*, 52: 439-445.
- ŠERÁ, B., FALTA, V., CUDLÍN, P., CHMELÍKOVÁ, E. (2000): Contribution to knowledge of natural growth and development of mountain Norway spruce seedlings. - *Ekológia*, 19: 420–434.
- ULBRICHOVÁ, I., REMEŠ, J., ZAHRADNÍK, D. (2006): Vývoj přirozené smrkové obnovy v horských oblastech Šumavy. - *Journal of Forest Science*, 52: 446-456.