

VETERNÁ KATASTROFA VO VYSOKÝCH TATRÁCH A JEJ DOPAD NA SPOLOČENSTVA BYSTRUŠKOVITÝCH (COL. CARABIDAE) – VÝSLEDKY Z ROKOV 2007 A 2008

Zbyšek Šustek

Ústav zoológie SAV, Dúbravský cesta 9, 845 06 Bratislava, e-mail: zbysek.sustek@savba.sk

Abstract:

The wind disaster in High Tatras on 19 November 2004 had a profound impact on Carabid communities. In the vegetation period of 2007, they differentiated into the intact community in the reference plot at Vyšné Hágy, into an only moderately and quantitatively changed community in the plot with timber left *in situ* in Jamy near Tatranská Lomnica and in four essentially changed communities in the plots with extracted timber. Additional burning of the extensive area between Tatranské Zruby and Nový Smokovec increased the degree of their deterioration. In the plots with removed timber, two species, *Carabus violaceus* and *C. glabratus* showed not only a high tolerance to deforestation but they even profited from it and from elimination of competitive pressure of the congeners. In addition the heliophilous species of open landscape, mostly *Amara* spp., *Notiophilus biguttatus*, *Bembidion lampros* and *Poecilus cupreus* started to invade the plots with removed timber. Intensity of their invasion was higher in the burned plots and was supported by mowing the secondary vegetation in one re-afforested plot. In the vegetation period 2008 the pattern observed in 2007 was principally preserved. However in all plots, inclusively of the intact Norway spruce forest, number of species and number of individuals strongly decreased. Among the forest species, only *Carabus violaceus* preserved its dominant position. All other forests species receded. On the contrary, relative representation of the heliophilous and more xerophilous species increased in all deforested plots with extracted timber. Thus the state of all communities was much worse than in 2007. One of the factors responsible for the observed changes was probably lower humidity in 2008.

Úvod

Veterná katastrofa z 19. novembra 2004 zasiahla spoločenstvá bystruškovitých v rôznom stupni. Rozsah ich zmien a vytvorenie podmienok pre ich ďalšiu sukcesiu závisel predovšetkým na ďalšom manažmente postihnutých plôch (ŠUSTEK 2007). Ako najvýznamnejší faktor bezprostredne zodpovedný za zmeny pozorované v roku 2007 boli zmeny vlhkostných pomerov na postihnutých plochách. Cieľom tohto príspevku je porovnať výsledky z prvých dvoch rokov pozorovaní dopadu veternej katastrofy a následných lesotechnických opatrení na spoločenstvá bystruškovitých.

Materiál a metódy

Chrobáky sa zbierali pomocou formalínových zemných pascí. Ako pasce slúžili plastové pollitrové poháre s priemerom ústia 90 mm. Pasce sa vyberali raz mesačne. Na každej výskumnej ploche bolo uložených šesť pascí, v jednej línii, vo vzdialenosti približne 5 m. Výskumne plochy v postihnutej oblasti boli vybrané pracovníkmi Výskumnej stanice Štátnych lesov Tatranského národného parku a sú využívané aj inými špecialistami. Stručne sú charakterizované v práci ŠUSTEKA (2007). V tejto štúdii je porovnaný materiál z získaný v rokoch 2007 a 2008.

Ekologické údaje o jednotlivých druhov sú prevzaté z prác BURMEISTERA (1939), HŮRKU (1996), LARSONA (1949), ŠUSTEKA (2000) a THIELEHO (1977). Hierarchická klasifikácia spoločenstiev bola urobená metódou neváženého priemeru. Ako funkcie podobnosti bol použitý Hornov index proporcionálnej podobnosti. Ako nepriama ordinačná metóda bola použitá detrendovaná korešpondenčná

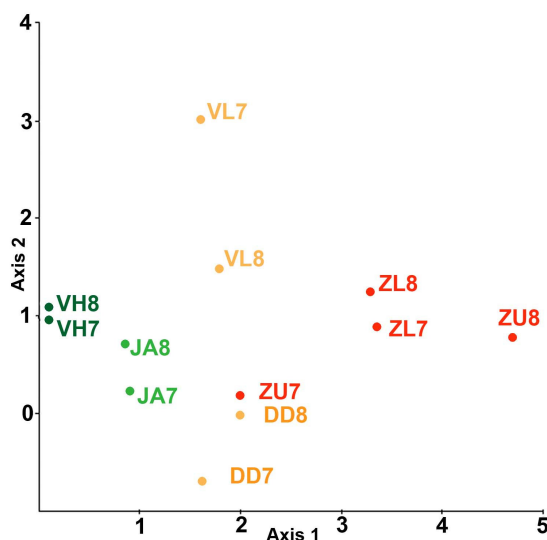
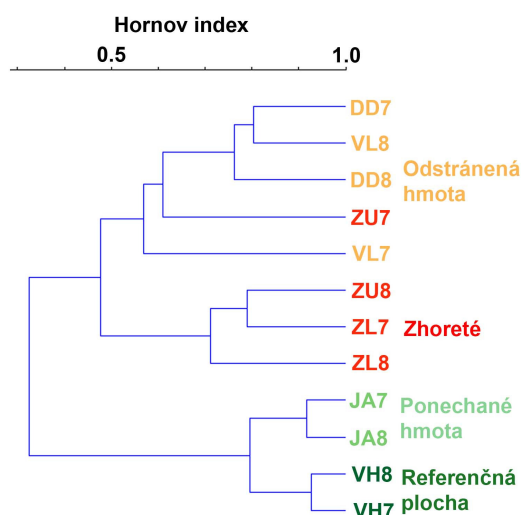
analýza. Výpočty sa robili pomocou programu PAST. Priama ordinácia spoločenstiev (POOLE 1974) sa robila na základe preferencie vegetačného krytu jednotlivých druhov a ich vlhkostných nárokov. Bola pritom použitá pôvodná štvorčlenná semikvantitatívna škála preferencie vegetačného krytu a osemčlenná semikvantitatívna škála preferencie vlhkosti (ŠUSTEK 2004). Ordinačné skóre spoločenstiev bolo vyrátané ako aritmetický priemer preferencie jednotlivých druhov vážený počtom jedincov.

Výsledky

Všeobecná charakteristika spoločenstiev

Na sledovaných plochách bolo rokoch 2007 a 2008 zistených celkom 34 druhov (Tab. 1), ktoré vytvárajú dve ekologické skupiny. Prvú tvoria stenotopné lesné druhy, prevažne s amplitúdou vertikálneho rozšírenia vo výškach 300-1400 m. Niektoré z nich, (*Carabus violaceus*, *Pterostichus foveolatu* a *Cychrus caraboides*) však zasahujú až do subalpínskeho vegetačného stupňa (RAUŠER & ZLATNÍK 1966) alebo sa vyskytujú aj v nížinách (*Carabus hortensis*, *Carabus violaceus* a v špecifických podmienkach – podunajské lužné lesy a kyslé borovicové lesy na Záhorí aj *Cychrus caraboides*). Okrem *Trichotichnus laevicollis* sú tieto druhy neschopné lietať. Druhá skupina pozostáva z eurytopných druhov charakteristických pre nelesné ekosystémy. Zväčša sú rozšírené od nížin až do výšok 1000-1200. Iba *Amara erratica* je typickým horským druhom. Jeden zástupca tejto skupiny, *Microlestes maurus*, je výrazne suchomilný. Uprednostňuje otvorené stanovišťa s nesúvislým vegetačným krytom a čiastočne obnaženým povrchom pôdy. Osobitné postavenie majú štyri silne vlhkomilné druhy *Pterostichus niger*, *Pterostichus nigrita*, *Pterostichus strenuus* a *Anisodactylus binottatus*. Ich výskyt bol ojedinele zistený len v roku 2007 a bol viazaný na potok pretekajúci stacionárom Vodný les.

Zistené druhové spektrá odrážajú polohu všetkých lokalít vo výškach 1000 – 1200 m. Preto v druhovom spektre chýbali druhy *Carabus sylvestris* a *Pterostichus morio carpathicus* príznačné pre alpínsky a/alebo kosodrevinný vegetačný stupeň (RAUŠER & ZLATNÍK 1966) a druhy *Trechus striatulus*, *Leistus piceus* a *Calathus metallicus*, ktoré niekedy zostupujú aj do smrekového stupňa (ŠUSTEK, 2000, 2007). Aj na referenčnej ploche chýbali viaceré druhy charakteristické pre horské a podhorské lesné geobiocenózy, najmä *Pterostichus pilosus* a niektoré druhy rodu *Trechus* (ŠUSTEK, 2006, ŠUSTEK & ŽUFFA 1986, 1988). Pre rok 2008 je príznačný prudký pokles počtu



Obr. 1. Hierarchická klasifikácia spoločenstiev na základe proporčnej podobnosti (Hornov index)

Obr. 2. Detrendovaná korešpondenčná analýza spoločenstiev

Skratky: VH – Vyšné Hágy, DD – Danielov dom, JA – Tatranská Lomnica – Jamy, ZL – Tatranské Zruby spodná plocha, ZU - Tatranské Zruby horný plocha, VL – Vodný les, 7 – rok 2007, 8 – rok 2008.

Tab. 1. Prehľad druhov, ich ekologické vlastnosti a abundancia aktivity zistená v rokoch 2007 a 2008 na šiestich stacionároch v smrekových porastoch v oblasti postihnutej veternou katastrofou u novembra 2004

Prehľad druhov	Ekologické vlastnosti			Lokalita a rok											
	L	VK	VL	Vyšné Hágy		Jamy		Danielov dom		Tatranské zruby horné		Tatranské zruby dolné		Vodný les	
				07	08	07	08	07	08	07	08	07	08	07	08
<i>Agonum sexpunctatum</i> (Linnaeus, 1758)	L	1	5							1		1			
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	L	1	3					2	2	6		1			
<i>Amara eurynota</i> (Panzer, 1797)	L	1	3					1	6	2	3	21	1	1	
<i>Amara familiaris</i> (Duftschmidt, 1812)	L	1	3					3				1	1	1	
<i>Amara nitida</i> Sturm, 1825	L	1	3											1	
<i>Anisodactylus binotatus</i> (Fabricius, 1792)	L	1	6							1		2			
<i>Amara erratica</i> (Duftschmidt, 1812)	L	1	3					102	12	8	2	6	4	14	9
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784)	L	1	3							4	9	26	1		1
<i>Bembidion properans</i> (Stephens, 1828)	L	1	3												
<i>Calathus micropterus</i> Duftschmidt, 1812	N	4	3	9	12										
<i>Carabus auronitens</i> Fabricius, 1792	N	4	4	18	1	1		1	1	3					
<i>Carabus glabratus</i> Paykull, 1790	N	4	5	7	1	15	1	47	1	4		8	2	5	1
<i>Carabus hortensis</i> Linnaeus, 1758	N	4	4									1			
<i>Carabus linnei</i> Dejean, 1826	N	4	5	17	2	25	2	1				7			
<i>Carabus violaceus</i> Linnaeus, 1758	N	4	5	29	9	10	6	40	18	1	3	2	6	3	7
<i>Cychrus caraboides</i> (Linnaeus, 1758)	N	4	5	8											
<i>Harpalus affinis</i> (Schränk, 1784)	L	1	3											1	
<i>Harpalus quadripunctatus</i> (Dejean, 1829)	L	1	4									2			
<i>Loricera caerulea</i> (Linnaeus, 1758)	L	2	4											5	1
<i>Microlestes maurus</i> (Sturm, 1827)	L	1	2								2	1	2		
<i>Molops piceus</i> (Panzer, 1793)	N	4	4	7						1		2		1	
<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1779)	L	1	4	4	2					1		4	3	5	
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	L	1	4					1	3	5	8	17	21		1
<i>Pseudoophonus rufipes</i> (De Geer, 1774)	L	1	4					1	2	2	1				
<i>Pterostichus aethiops</i> (Panzer, 1797)	N	4	5	3	1	9	1	1		1				2	
<i>Pterostichus burmeisteri</i> (Heer, 1801)	N	4	5	17	5	16	5	2		1				5	2
<i>Pterostichus foveolatus</i> Duftschmidt, 1812	N	4	5	44	9	4	1					1		1	
<i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783)	L	4	6											1	
<i>Pterostichus nigrita</i> (Fabricius, 1792)	L	2	8											2	
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	L	4	5					1		1		3			
<i>Pterostichus strenuus</i> (Panzer, 1797)	L	2	7											1	
<i>Pterostichus unctulatus</i> Duftschmidt, 1812	N	4	5	208	35	25	8	28	1	8		1		2	
<i>Trechus amplicollis</i> Fairmair, 1859	N	4	5											4	
<i>Trechus latus</i> Puzey, 1847	N	4	5											1	
<i>Trichotichnus laevicollis</i> Duftschmidt, 1812	L	4	5	1		1								1	
Počet jedincov				372	77	106	24	231	46	50	28	107	41	57	22
Počet druhov				13	10	9	7	14	9	17	7	19	9	20	7

Vysvetlivky: Roky: 07 = 2007, 08 = 2008

Schopnosť letu: N – nelietajúce druhy, L – lietajúce druhy.

Gradient preferencie vegetačného krytu: 1 – heliofilné druhy otvorenej krajiny, 2 – eurytopné druhy, 4 – stenotopné lesné druhy.

Gradient preferencie vlhkosti: 1 – extrémne suchomilné, 8 – extrémne vlhkomilné druhy.

Hierarchická klasifikácia a ordinácia spoločenstiev

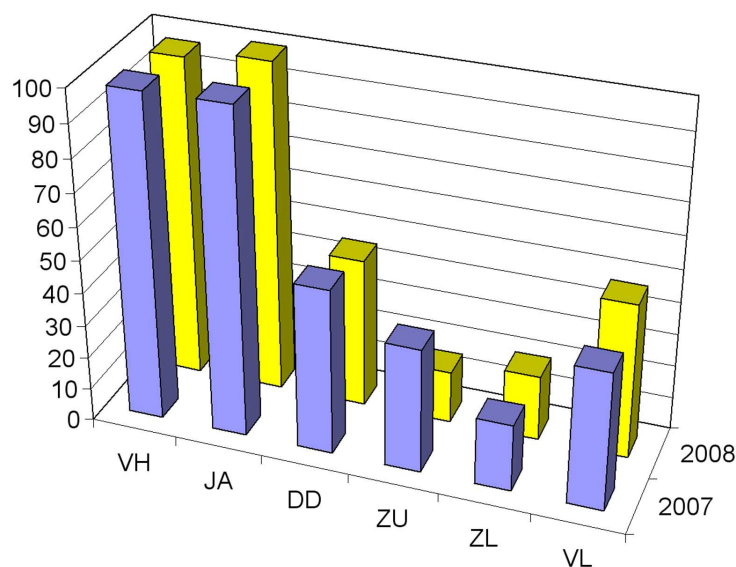
druhov a jedincov na všetkých sledovaných lokalitách (Tab. 1). Na referenčnej ploche a na menej postihnutých lokalitách je pritom malý pokles počtu druhov (na 70-80% hodnôt z roku 2007), zatiaľ čo je tu výrazný pokles počtu jedincov (na 20-25% hodnôt z roku 2007). Na postihnutejších lokalitách (Tatranské zrubu a Vodný les) je pokles hodnôt oboch parametrov približne rovnaký – na 30-50% hodnôt z roku 2007.

Hierarchická klasifikácia na základe proporčionálnej podobnosti (Hornov index) vytvára na hladine podobnosti 0,3 dva zhľuky spoločenstiev (Obr. 1). Jeden obsahuje spoločenstvá z referenčnej plochy a z plochy s ponechanou drewnou hmotou. V jeho rámci sa spoločenstvá združujú na vysokej hladine podobnosti 0,8 – 0,9 podľa lokalít. Druhý zhľuk zahŕňa postihnuté plochy z ktorých bola odstránená drewná hmota. V jeho rámci spoločenstvá vytvárajú na hladine podobnosti dva podzhľuky – prvý obsahuje tri spoločenstvá z plôch pri Tatranských zruboch, ktoré boli postihnuté požiarom. Druhý zhľuk obsahuje až na horný stacionár z Tatranských zrubov z roku 2007 spoločenstvá z plochy s odstránenou drewnou hmotou, ale nepostihnutých požiarom. V štruktúre tohto zhľuku sa prejavuje len tendencia k združovaniu spoločenstiev z od Danielovho domu, ostatné spoločenstvá sa zhľukujú voľnejšie a menej pravidelne.

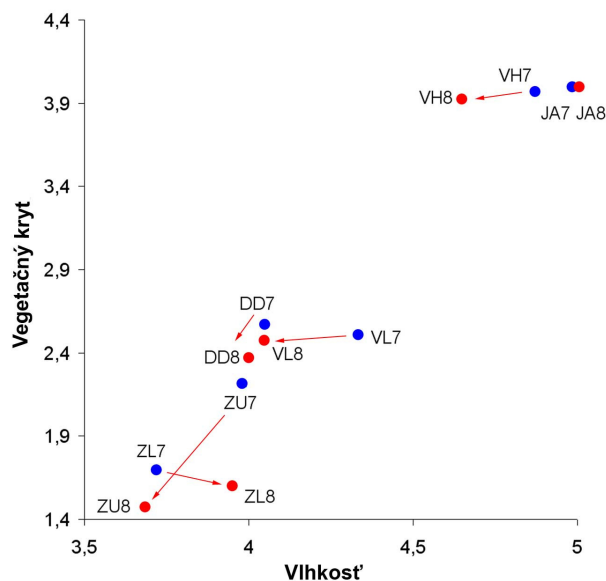
Rovnaké výsledky dáva aj detrendovaná korešpondenčná analýza (Obr. 2), kde pozdĺž 1 osi prebieha jasný gradient od referenčnej plochy, cez plochu s ponechanou drewnou hmotou, plochy nepostihnuté požiarom až po plochy postihnuté v minulosti požiarom. Pozdĺž druhej osi prebieha menej výrazný gradient vlhkosti. V dolnej časti diagramu sa združujú spoločenstvá zo suchších miest, v hornej vlhkejšie, najmä spoločenstvo z Vodného lesa z roku 2007. Dôvodom veľkých medziročných rozdielov v polohe spoločenstva z horného stacionáru v Tatranských zruboch je vyšší podiel xenocénnych druhov v roku 2008 (Tab. 1), najmä *Poecilus cupreus* a *Bembidion lampros*.

Štruktúrne zmeny v spoločenstvách

Spoločenstva na referenčnej ploche a na ploche s ponechanou drewnou hmotou v oboch rokoch pozostávajú takmer výhradne zo stenotopných, bezkrídlych druhov. Na ostatných plochách podiel týchto druhov výrazne klesá (Obr. 3), pričom ich pokles má v oboch rokoch rovnaký trend. Len na hornom stacionári v Tatranských Zruboch je pokles ich zastúpenia v roku 2008 výraznejší ako v roku 2007. Odráža to väčšie zastúpenie xenocénnych druhov na tejto lokalite.



Obr. 3. Pomer zastúpenia letu schopných a letu neschopných druhov, skratky výskumných plôch ako v obr. 1 a 2.



Obr. 4. Priama ordinácia spoločenstiev na základe preferencie vegetačného krytu a vlhkosti, skratky výskumných plôch ako v obr. 1 a 2.

Medziročné zmeny v zastúpení lesných druhov a druhov charakteristických pre otvorenú krajinu a zmeny v zastúpení druhov s rôznym stupňom vlhkomilnosti ukazuje priama ordinácia spoločenstiev (Obr. 4). V pravom hornom rohu sa v oboch rokoch sústreďujú spoločenstva zo všetkých referenčných plochy a z plochy s ponechanou drevnou hmotou, v ktorých chýbajú druhy otvorenej krajiny, zatiaľ čo eurypotné druhy sú v nich zastúpené len zanedbateľné alebo tiež chýbajú. Väčšina zastúpených druhov je mezohydrofilná s mierne zvýšenými nárokmi na vlhkosť. V ľavej a spodnej časti ordinačného diagramu sú spoločenstva z poškodených plôch nezasiahnutých požiarom, na ktorých kvantitatívne zastúpenie lesných druhov a druhov otvorenej krajiny približne vyrovnané. Prítomnosť druhov otvorenej krajiny zároveň posúva tieto spoločenstva pozdĺž vlhkoštného gradientu o jeden stupeň nižšie oproti referenčným spoločenstvám. Ďalší posuv smerom k suchomilnosti a heliofilnosti nastáva v pri spoločenstvách z plôch dodatočne postihnutých požiarom, kde druhy otvorenej krajiny už výrazne prevažujú. Navyše sa tu vyskytujú aj vyslovene suchomilné a heliofilné druhy *Microlestes minutus* a druh *Bembidion lampros*. Ich výskyt je dôsledkom zámerného kosenia bylinnej vegetácie na umelo zalesnenej ploche a predstavuje prechodný stav do zabezpečenia vysadenej kultúry. Vo všetkých spoločenstvách okrem spoločenstva zo stacionáru s ponechanou drevnou hmotou (Jamy) a čiastočne v spoločenstve z dolného stacionáru v Tatranských Zruboch v Jamách nastáva v roku 2008 posuv k mierne väčšej suchomilnosti a heliofilnosti. Poloha spoločenstva v Jamách sa nemení. V spoločenstve z dolného stacionáru v Tatranských Zruboch mierne rastie podiel heliofilných druhov, no zároveň nastal posuv k mierne vyššej vlhkomilnosti.

Diskusia a závery

Dosiaľ získané výsledky dokazujú, že veterná katastrofa dlhodobu citelne postihla štruktúru spoločenstiev bystruškovitých. V prvom roku pozorovaní sa ukazovalo, že s dvojročným odstupom od veternej katastrofy a s kratším odstupom od následných lesotechnických opatrení samotný polom nijako nezasiahol pôvodné druhové spektrum. Porovnanie spoločenstiev z referenčnej plochy vo Vyšných Hágov a z plochy s ponechanou drevnou hmotou ukázalo, že po polome poklesla len kumulatívna abundancia asi na tretinu stavu na referenčnej ploche, predpokladaného aj na ploche s ponechanou drevnou hmotou (ŠUSTEK 2007) a zodpovedajúceho produkčným pomerom a v ekosystémoch s podobnými produkčnými pomermi (ŠUSTEK 2005). Omnoho významnejším činiteľom bolo spracovanie a odvoz drevnej hmoty. Došlo pri

ňom k poškodeniu pôvodného bylinného poschodia a povrchových vrstiev pôdy, v ktorých sa lesné druhy bystruškovitých vyvíjajú a ukrývajú. Okrem toho odstránenie ležiaceho dreva vystavilo pôdny povrch slnečnému žiareniu a umožnilo tak jeho prehrievanie a vysušovanie. Ukázalo sa, že sekundárna bylinná vegetácia nie je v daných podmienkach schopná tento účinok kompenzovať. Zhoršili sa tak podmienky pre prežívanie pôvodných lesných druhov. Naopak tým vznikli priaznivé podmienky pre inváziu suchomilnejších a druhov otvorenej krajiny. Z týchto druhov sa však na týchto plochách významne uplatnil iba horský druh *Amara erratica*. Iné druhy otvorenej krajiny sa tu uplatnili menej. Najvýznamnejším negatívnym činiteľom bolo druhotné postihnutie pomerne rozsiahleho územia požiarom, ktorý spôsobil úhyn veľkej časti prežívajúcich jedincov pôvodných druhov a otvoril cestu intenzívnejšej invázii expanzívnych xenocénnych druhov charakteristických najmä pre bezlesia v nižších polohách. Avšak ani za týchto okolností nebola ich invázia taká intenzívna ako býva v analogických situáciách v nižších polohách (napr. ŠUSTEK 1984a, b).

Rok 2008 priniesol napriek očakávanému zachovaniu stavu zisteného v roku 2007 alebo jeho prípadného mierneho zlepšenia citel'né zhoršenie ekologických parametrov spoločenstiev na všetkých sledovaných plochách. Znížil sa počet druhov a ich abundancia, pričom tieto zmeny boli výraznejšie na plochách s odstránenou drevnou hmotou. Na takmer všetkých plochách sa zvýšilo relatívne zastúpenie suchomilnejších a vlhkomilnejších druhov. Z prežívajúcich lesných druhov si ďalej zachoval svoje dominantné postavenie iba tolerantný *Carabus violaceus*, ale aj ten na výrazne nižšej úrovni abundancie.

Doteraz získané výsledky, posudzované jednostranne z hľadiska spoločenstiev bystruškovitých, síce naďalej dávajú za pravdu tým názorovým skupinám, ktoré odporúčali ponechať padnutú drevnú hmotu na mieste, ale zároveň kladú otázku ďalšieho smerovania sukcesie. Je samozrejme možné (a nanajvýš želateľné), že negatívne zmeny zistené na všetkých plochách v roku 2008 sú iba krátkodobým výkyvom, ktorý ďalšiu sukcesiu neovplyvní. Vzniká tu však otázka stupňa resiliencie sledovaných spoločenstiev a komplikovanosti trajektórie po ktorej sa bude uberať ich ďalšia sukcesia. Pozorované rozdiely medzi rokmi 2007 a 2008 naznačujú možnosť degradatívnych výkyvov v nasledujúcich rokoch. V tomto svetle vyvstáva do popredia naliehavá potreba vytvoriť podmienky pre ďalší výskum a analýzu príčin, ktoré sú za tieto zmeny zodpovedné.

Literatúra

- BURMEISTER, F., 1939: Biologie, Ökologie und Verbreitung der europäischen Käfer auf systematischer Grundlage. I. Band; Adep'haga, I. Familiengruppe: Caraboidea. Edit. Hans Goecke Verlag. Krefeld: 307 p.
- HŮRKA, K., 1996: Carabidae Českej a Slovenskej republiky. Vyd. Kabourek. Zlín: 565 p.
- LARSON, K., 1949: Die fennoskandischen Carabiadae, eine tiergeographische Studie I., Spezieller Teil, Elanders bocktryckeri Aktiebolag, Göteborg, 711 s.
- POOLE, R. W., 1974: An introduction to quantitative Ekology. MacGeac Hill, New York, 532 s.
- RAUŠER, J. & ZLATNÍK, A., 1966: Biogeografie I. Národní atlas CSSR, list 21, separát.
- ŠUSTEK, Z., 1984a: Carabidae and Staphylinidae in two forest reservations and their reactions on surrounding human activity. Biológia (Bratislava). **39**: 137-162.
- ŠUSTEK, Z., 1984b: Influence of clear cutting on ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in a pine forests. Communicationes Inst. For. Cechoslov., **12**: 243-254.
- ŠUSTEK, Z., 2000: Spolocenstvá bystruškovitých (Coleoptera, Carabidae) a ich využitie jako doplnkovej charakteristiky geobiocenologických jednotiek: problémy a stav poznania. Geobiocenologicke spisy, Brno. **5**: 18-30.
- ŠUSTEK, Z., 2004: Characteristics of humidity requirements and relations to vegetation cover of selected Centra-European Carabids (Col., Carabidae). Geobiocenologické spisy, Brno. **9**: 210 – 214.

- ŠUSTEK, Z., 2005: Bystruškovité (coleoptera, Carabidae) a ich reakcie na zmeny vegetačného krytu vo vysokohorských ekosystémoch. *Folia faunistica Slovaca*, **10 (5)**: 19-22.
- ŠUSTEK, Z. 2006: Cenozoole Carabidelor din ecosisteme alpine si subalpine din Carpatii de Vest. Oltenia, studii si comunicari, stiintele naturii, **22**: 233 - 242.
- ŠUSTEK, Z., ŽUFFA, M., 1986: Orientačné výsledky inventarizačného výskumu spoločenstiev čeľadí Carabidae a Staphylinidae v CHKO Malá Fatra. *Ochrana prírody*. **7**: 347-374.
- ŠUSTEK, Z., ŽUFFA, M., 1988: Spoločenstvá bystruškovitých a drobčíkovitých (Coleoptera, Carabidae et Staphylinidae) Štátnej prírodnej rezervácie Klačianska Magura v Chránenej krajinskej oblasti Malá Fatra. *Ochrana prírody*. **9**: 229-251.
- ŠUSTEK, Z. 2007: Veterná katastrofa vo Vysokých Tatrách v roku 2004 a jej dopad na spoločenstvá bystruškovitých (Col. Carabidae). In FLEISCHER P. & MATEJKA F. (eds): Pokalamitný výskum v TANAP-e 2007. Zborník príspevkov, ISBN 978-80-85754-17-9, Výskumná stanica TANAP-u, ŠL TANAP-u, Geofyzikálny ústav SAV
- THIELE, H-U., 1977: Carabid beetles in their environments. Edit. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg-New York: 369 p.

Pod'akovanie

Táto štúdia bola financovaná grantami 2/4068/04 a 2/7079/27 poskytnutými grantovou agentúrou VEGA.