

ŠTÚDIE
O TATRANSKOM
NÁRODNOM PARKU

Zostavovateľ

Ing. Peter Fleischer, PhD., Ing. Zuzana Homolová, PhD.

Vydavateľ

Podtatranské noviny, vydavateľské družstvo

Popradské nábrežie 17, 058 01 Poprad

pre Štátne lesy TANAP-u, Tatranská Lomnica

Grafická úprava

Ing. Katarína Lukačková

Tlač

Tlačiareň Kežmarok GG, s. r. o.

Náklad

450 ks

© Štátne lesy Tatranského národného parku, Tatranská Lomnica, 2011

ISBN 978-80-89309-09-2

ŠTÚDIE
O TATRANSKOM
NÁRODNOM PARKU

STUDIES
ON TATRA
NATIONAL PARK

10 (43)

Monografická štúdia
o dôsledkoch vetrovej kalamity z roku 2004 na prírodné
prostredie Vysokých Tatier

Ecological consequences
of windstorm 2004 on the High Tatra Mts.
nature - monography

VETERNÁ KALAMITA VO VYSOKÝCH TATRÁCH A JEJ DOPAD NA SPOLOČENSTVÁ BYSTRUŠKOVITÝCH (COLEOPTERA, CARABIDAE)

Zbyšek Šustek

ÚVOD

Lesné porasty v oblasti severného mierneho pásma sa vyznačujú veľmi špecifickými stenotopnými spoločenstvami bystruškovitých. Prirodzená i umelá deštrukcia porastov má preto na tieto spoločenstvá vždy devastujúci vplyv. Podľa miestnych podmienok a plošného rozsahu deštrukcie porastu dochádza na postihnutých plochách zväčša k prudkému poklesu počtu druhov a jedincov bystruškovitých, ktorý trvá až do čiastočnej obnovy (výsadby) porastu, alebo na takýchto plochách, spravidla v nižších polohách, dochádza k imigrácii druhov otvorenej krajiny z okolitých nelesných ekosystémov. V závislosti na ďalšom vývoji vegetácie sa obe zložky prelínajú alebo jedna z nich prevládne. Vo vysokých polohách, s vlhšou klímou, je citlivosť lesných druhov na odlesnenie nižšia a úspešne prežívajú aj na nelesných stanovištiach. Spôsoby, akými bystruškovité na odlesnenie reagujú v konkrétnych situáciách sú preto veľmi rozdielne. Veterná kalamita z novembra 2004 a následné požiare na časti postihnutých plôch vytvorili svojim rozsahom ojedinelú príležitosť dlhodobo sledovať, ako sa v rôznych režimoch obnovy ekosystému správajú jednotlivé skupiny organizmov. Veľká druhová rozmanitosť a ekologická diferenciacia bystruškovitých ich zaraďuje medzi najvhodnejšie modelové skupiny na takéto pozorovania. Cieľom tohto príspevku je porovnať výsledky z štyroch rokov pozorovaní dopadu veternej kalamity a následných lesotechnických opatrení na spoločenstvá bystruškovitých a zhodnotiť celkový stav ich sukcesie.

METODIKA

Chrobáky sa zbierali pomocou formalínových zemných pascí v rokoch 2007 - 2010. 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. Sledovalo sa šesť plôch - referenčná plocha v lokalite Smrekovec západne od Vyšných Hágov (REF), nespracovaná kalamita na lokalite Jamy pri Tatranskej Lomnici (NEX), spracovaná kalamita na lokalite pri Danielovom dome (EXT) a na lokalite Vodný les pri Novom Smokovci (V), a dve plochy na spálenisku pri Tatranských Zruboch, spodná plocha bližšie hradskej (FIRa) a horná plocha (FIRb), vo vzdialenosti asi 800 m. Zbery sú v grafoch označené skratkou lokality a poslednou číslicou letopočtu, napr. FIRa9 = spálenisko, spodná plocha, rok 2009.

Ekologické údaje o jednotlivých druhoch sú prevzaté z prác BURMEISTERA (1939), HŮRKU (1996), LARSONA (1949), ŠUSTEKA (2000) a THIELEHO (1977). Hierarchická klasifikácia spoločenstiev bola urobená metódou neváženého priemeru. Ako funkcia podobnosti je použitá tetívová vzdialenosť vyjadrujúca proporcionálnu podobnosť kvantitatívneho zloženia porovnávaných vzoriek. Ako nepriama ordinačná metóda je použitá detrendovaná korešpondenčná analýza (DCA). Výpočty sa robili pomocou programu CAP. Priama ordinácia spoločenstiev (POOLE 1974) sa robila na základe preferencie vegetačného krytu jednotlivých druhov a ich vlhkostných nárokov. Použila sa pritom pôvodná štvorčlenná semikvantitatívna škála preferencie vegetačného krytu a osemčlenná semikvantitatívna škála preferencie vlhkosti (ŠUSTEK 2004). Ordinačné skóre spoločenstiev boli vyrátané ako aritmetický priemer preferencie jednotlivých druhov vážený počtom jedincov. Hodnota biomasy celoročných zberov z každej lokality bola vyrátaná ako priemerná suchá hmotnosť najmenej 10 jedincov násobená počtom jedincov vo vyhodnocovanej vzorke. Priemerné hmotnosti sú prevzaté z práce ŠUSTEKA (1984a).

VÝSLEDKY

Všeobecná charakteristika spoločenstiev

Na sledovaných plochách bolo rokoch 2007 - 2010 zistených celkom 35 druhov (tab. 1), ktoré vytvárajú dve ekologické skupiny. Prvú tvoria stenotopné lesné druhy, prevažne s širokou amplitúdou vertikálneho rozšírenia vo výškach 300 - 1400 m. Niektoré z nich (*Carabus violaceus*, *Pterostichus fovelatus* a *Cychrus caraboides*) však zasahujú až do subalpínskeho vegetačného stupňa (RAUŠER & ZLATNÍK 1966) alebo sa vyskytujú aj v nížinách (*Carabus violaceus* a v špecifických podmienkach - podunajské lužné lesy alebo kyslé borovicové lesy na Borskej nížine - aj *Cychrus caraboides*). Jediný druh (*Carabus coriaceus* zistený na lokalite Vodný les až v roku 2009) má optimum výskytu v dubovom a bukovo-dubovom vegetačnom stupni a vo výškach zodpovedajúcich sledovanej oblasti jeho výskyt vyznieva. Okrem *Trichotichnus laevicollis* tieto druhy nie sú schopné lietať, resp. sú úplne bezkridle.

Druhú skupinu tvoria eurytopné druhy charakteristické pre nelesné ekosystémy. Zväčša sú rozšírené od nížin až do výšok 1000 - 1200 m. Iba *Amara erratica* je typický horský druh. Viaceré z nich, najmä druhy rodu *Amara*, sú rastlinožravé. Jeden zástupca tejto skupiny, *Microlestes maurus*, je výrazne suchomilný. Uprednostňuje otvorené stanovišťa s nesúvislým vegetačným krytom a čiastočne obnaženým povrchom pôdy.

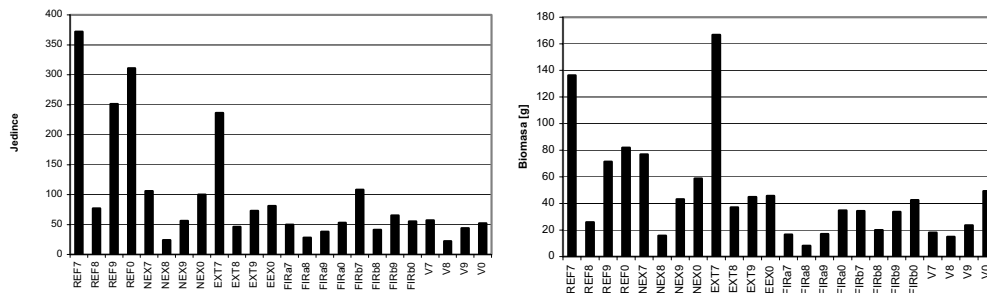
Osobitné postavenie majú štyri vlhkomilné druhy *Pterostichus niger*, *Pterostichus nigrita*, *Pterostichus strenuus* a *Anisodactylus binottatus*. Ojedinelo sa objavovali v rokoch 2007 a 2010 pri potoku pretekajúcom lokalitou Vodný les.

Zistené druhové spektrá odrážajú nadmorskú výšku všetkých postihnutých lokalít 1000 - 1200 m, resp. ich príslušnosť k smrekovému vegetačnému stupni. Preto v druhovom spektre chýbali druhy *Carabus sylvestris* a *Pterostichus morio carpathicus* príznačné pre alpínsky a/alebo kosodrevinný vegetačný stupeň. V spoločenstvách chýbali aj druhy *Trechus striatulus*, *Leistus piceus* a *Calathus metallicus*, ktoré zostupujú aj do nižších vegetačných stupňov (ŠUSTEK, 2000, 2007). Podobne aj na referenčnej ploche chýbali viaceré druhy charakteristické pre horské a podhorské lesné geobiocenózy, najmä *Pterostichus pillosus* a niektoré druhy rodu *Trechus* (ŠUSTEK, 2006, ŠUSTEK & ŽUFFA 1986, 1988).

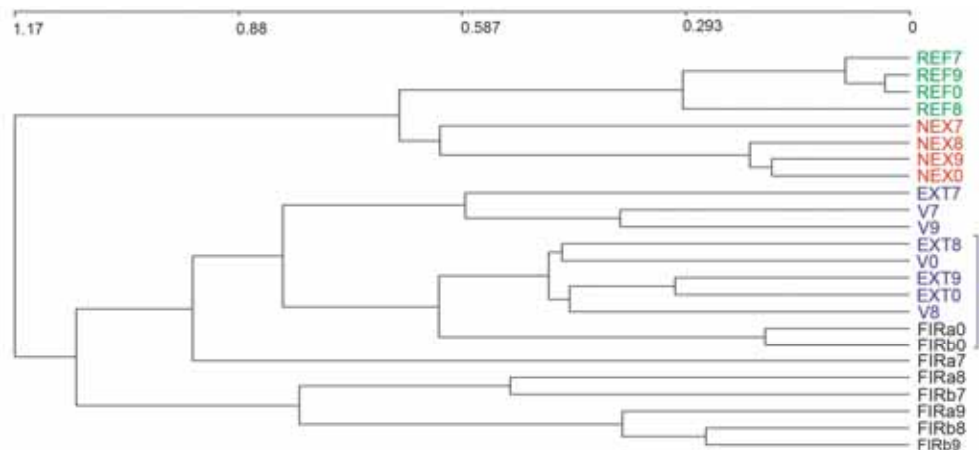
Zmeny spoločenstiev v rokoch 2007 - 2010

Pre rok 2008 bol príznačný prudký pokles počtu druhov, jedincov a biomasy na všetkých sledovaných lokalitách (tab. 1, obr. 1). Na referenčnej ploche a na menej postihnutých lokalitách bol pritom pokles počtu druhov malý (na 70 - 80% hodnôt z roku 2007). Naopak tu došlo k výraznému poklesu počtu jedincov (približne na 20 - 25% hodnôt z roku 2007)

a biomasy (približne 25 - 50% hodnôt z roku 2007). Na postihnutejších lokalitách (Tatranské zruby a Vodný les) bol v roku 2008 pokles hodnôt oboch parametrov približne rovnaký - na 30 - 50% hodnôt z roku 2007. V rokoch 2009 a 2010 došlo na všetkých plochách k výraznému zlepšeniu, no na žiadnej z nich nebol dosiahnutý taký vysoký počet jedincov a na niektorých ani rovnaký počet druhov ako v roku 2007. Zmeny kumulatívneho počtu jedincov a biomasy (obr. 1) sú pomerne tesne skorelované, čo súvisí s prevahou veľkých druhov na väčšine lokalít.



Obr. 1: Zmeny kumulatívneho počtu jedincov a biomasy bystruškovitých na výskumných plochách v rokoch 2007 až 2010.

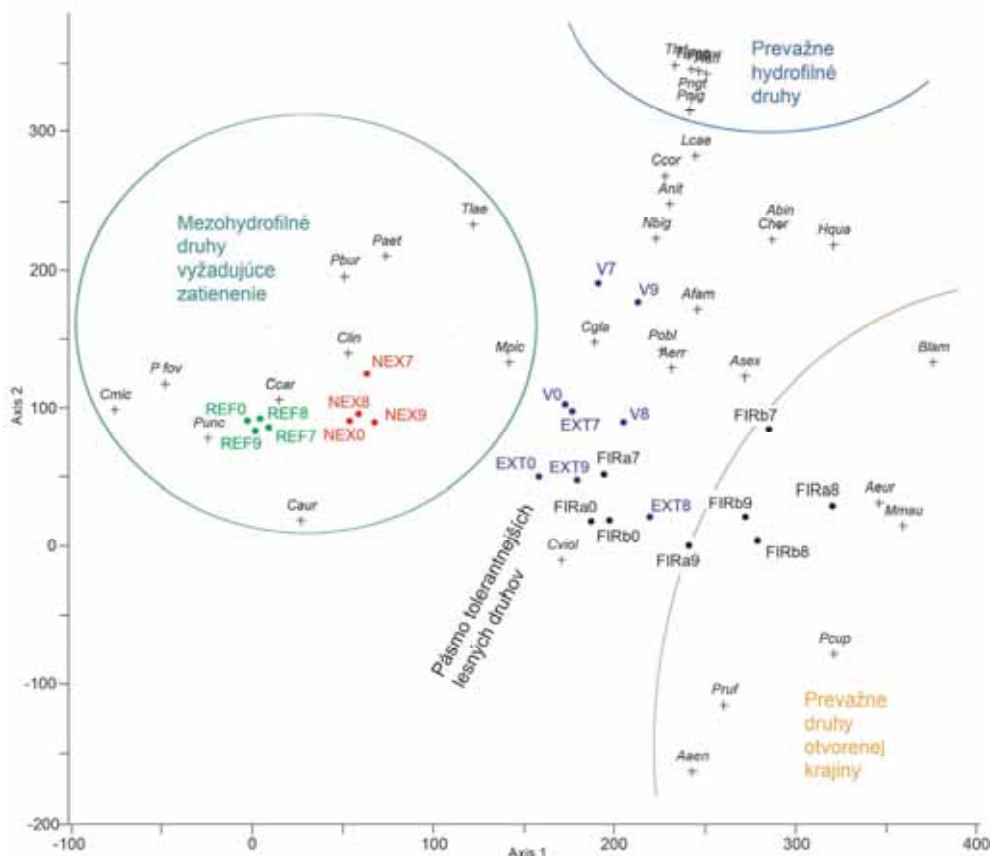


Obr. 2: Hierarchická klasifikácia spoločenstiev na základe proporcionálnej podobnosti celoročných zberov bystruškovitých z rokov 2007 - 2010 (tetivová vzdialenosť).

Hierarchická klasifikácia na základe proporcionálnej podobnosti vyjadrenej tetivovou vzdialenosťou vytvára na hladine rozdielnosti 1,17 dva zhluky spoločenstiev (obr. 2). Jeden obsahuje spoločenstvá z referenčnej plochy a z plochy s nespracovanou kalamitou. V jeho rámci tieto spoločenstvá vytvárajú na hladine rozdielnosti 0,7 dva kompaktné podzhluky. V oboch je zrejмый sklon k spájaniu vzoriek podľa časovej postupnosti, pričom najpodobnejšie sú zbery z rokov 2009 a 2010. Tento trend je narušený iba na referenčnej ploche v roku 2008.

Druhý zhluk tvoria spoločenstvá z plôch s odstránenou drevnou hmotou. V jeho rámci sa vytvárajú na hladine rozdielnosti 1,10 dva podzhluky. Jeden združuje na hladinách rozdielnosti 0,8 všetky spoločenstvá z plôch s odstránenou drevnou hmotou, ale nepostihnutých

požiarom, spoločenstvá z oboch spálenísk z roku 2010. K nemu sa v izolovanom postavení pridružuje na hladine približne 0,95 aj spoločenstvo horného spáleniska z Tatranských Zrubov z roku 2007. Ďalší podzhluk obsahuje ostatné spoločenstvá z oboch spálenísk z rokov 2007 - 2009. Aj v jeho rámci je mierny sklon k zhlukovaniu spoločenstiev z bezprostredne nasledujúcich rokov 2008 a 2009. Z hľadiska sukcesie je zvlášť významná konvergencia spoločenstiev z oboch spálenísk v roku 2009 k spoločenstvám z ďalších dvoch plôch so spracovanou hmotou.



Obr. 3: Detrendovaná korešpondenčná analýza celoročných zberov bystruškovitých z rokov 2007 - 2010

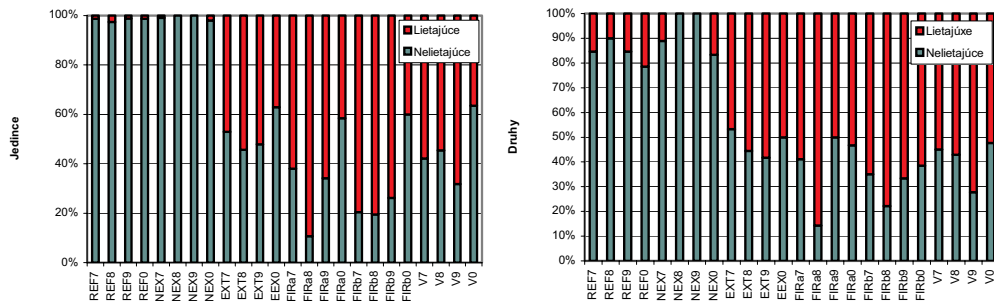
Rovnaký obraz poskytuje aj detrendovaná korešpondenčná analýza (obr. 3), kde pozdĺž 1 osi smerom zľava doprava prebieha jasný gradient poklesu zastúpenia typických lesných druhov v prospech druhov otvorenej krajiny od referenčnej plochy, cez plochu s nespracovanou kalamitou, obe plochy nepostihnuté požiarom až po obe spáleniska. Pozdĺž druhej osi prebieha menej výrazný gradient vlhkosti. V dolnej časti diagramu sa združujú spoločenstvá zo suchších miest, v hornej z vlhších, najmä spoločenstvo z Vodného lesa z rokov 2007 a 2009. Pri všetkých spoločenstvách s odstránenou drevnou hmotou došlo v roku 2008 k viditeľnému posuvu smerom k suchším spoločenstvám a vyššiemu podielu heliofilných druhov. V roku 2009 a 2010 sa tento výkyv vyrovnáva. Navyše v roku 2010 nastáva viditeľný a z hľadiska sledovaných cieľov veľmi pozitívny posuv spoločenstiev z oboch spálenísk smerom k menej postihnutým spoločenstvám.

Polohu spoločenstiev v dendrograme hierarchickej klasifikácie (obr. 2) a v ordinačnom diagrame (obr. 3) určuje v prvom rade prítomnosť všetkých pôvodných lesných druhov na referenčnej ploche a na ploche s nespracovanou kalamitou a kompetičné zvýhodnenie tolerantnejších druhov *Carabus violaceus* a *C. glabratus* na polomových plochách. V rámci polomových plôch zhlukovanie spôsobuje zvýšené zastúpenie fytofágnych druhov rodu *Amara* na plochách nepostihnutým požiarom, s prevahou *Calamagrostis villosa*, a zvýšené zastúpenie *Poecilus cupreus* a *Bembidion lampros* na spáleniskách so zárastov vrbky úzkolistej. Pravidelné vykášanie vrbky a postupné rozširovanie trávnatých porastov na spáleniskách, ako aj lokálne zatienenie formujúcou sa krovinnou vegetáciou sa v roku 2010 prejavilo výrazným priblížením spoločenstiev na oboch spáleniskách k spoločenstvám na plochách nepostihnutých požiarom.

Výsledky oboch klasifikácií ukazujú, že táto diferenciácia spoločenstiev na postihnutých plochách bola päť rokov po kalamite značne stabilná a až v šiestom roku nastáva viditeľné priblíženie spoločenstiev na postihnutých plochách. Výsledky z roku 2010 naznačujú, že rýchle zarastanie oboch spálenísk pionierskymi drevinami (baza červená, vrbky a jarabiny) v posledných rokoch na spáleniskách môže urýchliť obnovu spoločenstiev bystruškovitých oproti plochám nepostihnutým požiarom.

Štruktúrne zmeny v spoločenstvách

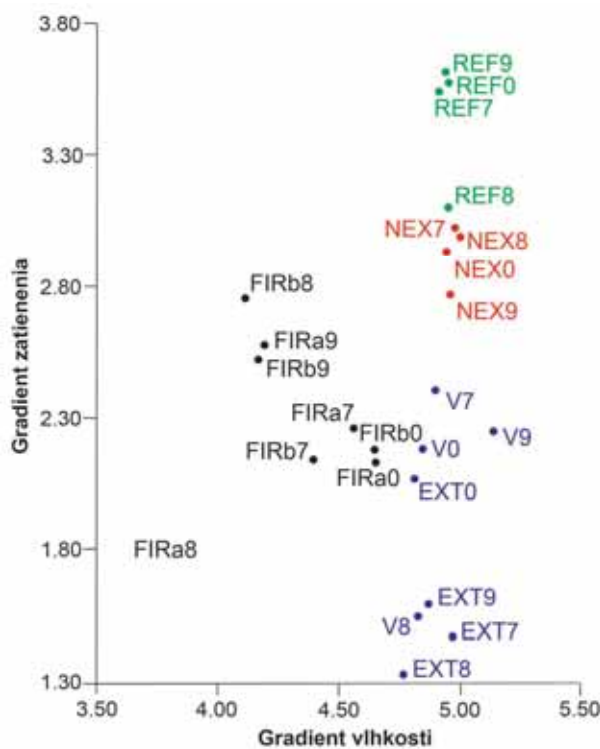
Spoločenstva na referenčnej ploche a na ploche s nespracovanou vo všetkých štyroch rokoch pozostávali takmer výhradne zo stenotopných, bezkrídlych druhov. Na ostatných plochách podiel týchto druhov výrazne klesá (obr. 4), pričom vývin ich zastúpenia mal podobný trend, pokles v roku 2008 a zvyšovanie v rokoch 2009 a 2010. Zvlášť výrazný pokles zastúpenia bezkrídlych druhov nastal na hornom spálenisku v Tatranských Zruboch. Odrážalo to väčšie zastúpenie xenocénnych druhov na tejto lokalite.



Obr. 4: Zmeny pomeru zastúpenia letu schopných a letu neschopných druhov v r. 2007 - 2010

Medziročné zmeny v zastúpení lesných druhov a druhov charakteristických pre otvorenú krajinu, ako aj zmeny v zastúpení druhov s rôznym stupňom vlhkomilnosti ukazuje priama ordinačia spoločenstiev (obr. 5). V pravom hornom rohu sa vo všetkých štyroch rokoch sústreďujú spoločenstvá zo všetkých referenčných a z plochy s nespracovaným drevom. Ich pozícia je stabilná, najmä v prípade plochy s nespracovanou kalamitou. Na oboch lokalitách chýbajú v spoločenstve druhy otvorenej krajiny, zatiaľ čo eurytopné druhy sa nich objavujú len zanedbateľne alebo v nich chýbajú. Väčšina zastúpených druhov je mezohygrofilná s mierne zvýšenými nárokmi na vlhkosť. V spodnej časti diagramu, s výrazným odstupom od prvej skupiny spoločenstiev sa sústreďujú spoločenstvá z plôch s odstránenou drevnou hmotou. V pravej časti ich zhluku, s priaznivejšími ekologickými parametrami (menšie zastúpenie suchomilných druhov a druhov otvorenej krajiny) sa sústreďujú spoločenstvá z plôch

nezasiahnutých požiarom. V ľavej časti ich zhluku sa naopak sústreďujú spoločenstvá zo spálenísk. Pre spáleniska bol typický najmä výskyt heliofilných druhov *Microlestes minutus* a *Bembidion lampros* umožnený zámerným kosením bylinnej vegetácie (kypriny úzkolistej) na umelo zalesňovaných miestach. Z hľadiska čisto vedeckých cieľov sledovania spontánneho vývoja spoločenstiev bolo kosenie istotne nežiadúce. Avšak bolo plne odôvodnené snahou o zabezpečenie vysadených drevín a čo najrýchlejšiu obnovu lesnej vegetácie. V roku 2008 sa všetky spoločenstvá (okrem spoločenstva z lokality Jamy a čiastočne z dolného spáleniska pri Tatranských Žruboch) posunuli k väčšej suchomilnosti a heliofilnosti. V roku 2009 sa však takmer všetky postihnuté spoločenstvá, ako aj referenčné spoločenstvo, priblížili východnému stavu z roku 2007. Poloha spoločenstvá v Jamách sa vo všetkých štyroch rokoch menila zanedbateľne. V spoločenstve z dolného spáleniska v Tatranských Žruboch sa v rokoch 2008 a 2009 oproti roku 2007 mierne zvýšilo zastúpenie heliofilných druhov, no v roku 2010 sa ich zastúpenie takmer vrátilo do stavu u r. 2007 a zároveň sa zvýšilo zastúpenie mierne vlhkomilnejších druhov.



Obr. 5: Priama ordinácia spoločenstiev na základe preferencie vegetačného krytu a vlhkosti v rokoch 2007 až 2010

DISKUSIA A ZÁVERY

Získané výsledky ukazujú, že veterná kalamita dlhodobo citeľne postihla štruktúru spoločenstiev bystruškovitých. Vo všetkých štyroch rokoch bolo zrejmé, že samotný polom nijako nezasiahol samotné pôvodné druhové spektrum. Porovnanie spoločenstiev z referenčnej plochy a z plochy s nespracovanou kalamitou ukazuje, že polom spôsobil len pokles kumulatívnej abundancie asi na tretinu, resp. približne na polovicu kumulatívnej biomasy

oproti stavu zistenému na referenčnej ploche a predpokladanému ako východzí stav aj na ploche s ponechanou drevnou hmotou (ŠUSTEK 2007). Tento referenčný stav zodpovedá produkčným pomerom v ekosystémoch v acidofilnom trofickom rade (ŠUSTEK 2005). Obe spoločenstvá pritom vykazovali pomerne veľkú stabilitu v zastúpení ekologických skupín druhov a prenikaniu xenocénných druhov.

Omnoho významnejším činiteľom bolo spracovanie a odvoz drevnej hmoty. Poškodilo pôvodné bylinné poschodie a hrabanku, kde sa bystruškovité vyvíjajú a ukrývajú. Okrem toho odstránenie ležiaceho dreva vystavilo povrch pôdy 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 sa vytvorili priaznivé podmienky pre inváziu suchomilnejších a druhov otvorenej krajiny. V tomto smere sa postihnuté plochy rozdelili na dve jasné skupiny. Na plochách nepostihnutých požiarom sa zachoval, resp. rozšíril trávnatý porast tvorený najmä ostricami. Ich semená predstavujú potravnú základňu pre fytofágne druhy rodu *Amara*, najmä horský druh *Amara erratica*. Iné druhy otvorenej krajiny sa týchto plochách uplatnili menej. Preto vlastne došlo k priblíženiu takto postihnutých plôch k inému typu pomerne prirodzených horských spoločenstiev.

Najvýznamnejším negatívnym činiteľom bolo druhotné postihnutie rozsiahleho územia požiarom, ktorý spôsobil vymiznutie veľkej časti prežívajúcich jedincov pôvodných druhov a otvoril cestu invázii expanzívnych xenocénných druhov charakteristických pre otvorenú krajinu v nižších polohách. Uplatnil sa tu poľný druh *Poecilus cupresus*, sprevádzaný po vykosení porastov kypriny úzkolistej, najmä heliofilným druhom *Bembidion lampros* a *Microlestes maurus*. Na žiadnej z plôch s odstránenou drevnou hmotou však nebola invázia druhov otvorenej krajiny taká intenzívna, ako býva v analogických situáciách v nižších polohách (napr. ŠUSTEK 1984b, c).

V roku 2008 sa napriek očakávanému zachovaniu alebo dokonca miernemu zlepšeniu stavu zisteného v roku 2007 citelne zhoršili ekologické parametre všetkých sledovaných spoločenstiev. Zhoršenie bolo pritom výraznejšie na plochách s odstránenou drevnou hmotou. V takmer všetkých spoločenstvách sa zvýšilo relatívne zastúpenie suchomilnejších a vlhkomilnejších druhov. Z prežívajúcich lesných druhov si na postihnutých plochách zachoval dominantné postavenie iba tolerantný *Carabus violaceus*, ale aj ten s výrazne nižšou abundanciou. Išlo však o vplyv globálny, ktorý s kalamitou nesúvisel.

Rok 2009 priniesol na väčšine plôch mierne priblíženie spoločenstiev bystruškovitých k východzímu stavu z roku 2007. Rozkolísanie bolo pritom výraznejšie na všetkých plochách s odstránenou drevnou hmotou. Naopak plocha s ponechanou drevnou hmotou vykazovala dokonca väčšiu stabilitu svojho stavu ako referenčná plocha. V roku 2010 toto zlepšenie pokračovalo a zároveň nastalo výrazné priblíženie spoločenstiev na oboch spáleniskách k spoločenstvám na plochách s odstránenou hmotou. Tým sa po piatich rokoch čiastočne vyrovnal hlboko devastujúci vplyv požiaru.

Získané výsledky, posudzované iba z úzkeho hľadiska spoločenstiev bystruškovitých, potvrdzujú správnosť odporúčaní ponechať padnutú drevnú hmotu in situ. Zároveň sa potvrdilo, že negatívne zmeny na všetkých plochách v roku 2008 boli iba krátkodobým výkyvom, ktorý ďalšiu sukcesiu neovplyvňuje. Ukazuje, že stávajúci stav bude na sledovaných postihnutých plochách pretrvávať aj v najbližších rokoch. Zásadnejší obrat nastane až po vytvorení zápoja pionierskych drevín, najmä bazy červenej, vŕby a osiky, ktoré v posledných rokoch dosahujú na spáleniskách výrazný prírast. Ani v budúcnosti nemožno nevylúčiť podobné výkyvy ako v roku 2008, no zrejme pôjde vždy len o krátkodobé fluktuácie, bez negatívneho vplyvu na ďalšie smerovanie sukcesie.

Hlavnými faktormi ovplyvňujúcimi sukcesiu spoločenstiev bystruškovitých bol manažment polomových plôch, rozsiahly veľkoplošný požiar na časti dotknutého územia (ŠUSTEK 2007, 2008) a s nimi súvisiace zmeny v bylinnom zráste, ako aj zmeny klimatických pomerov

v sledovanom období 2007 - 2010. Výsledky potvrdzujú potrebu dlhodobého pokračovania výskumu a využitia všetkých príležitostí poskytovaných ojedinelým ekologickým experimentom, ktorý dôsledky veternej kalamity znamenajú.

LITERATÚRA

- BURMEISTER, F., 1939: Biologie, Ökologie und Verbreitung der europäischen Käfer auf systematischer Grundlage. I. Band; Adepaga, I. Familiengruppe: Caraboidea. Edit. Hans Goecke Verlag. Krefeld: 307 s.
- HŮRKA, K., 1996: Carabidae Českej a Slovenskej republiky. Vyd. Kabourek. Zlín: 565 s.
- LARSON, K., 1949: Die fennoskandischen *Carabiadae*, eine tiergeographische Studie I., Spezieller Teil, Elanders boktryckeri Aktiebolag, Göteborg, 711 s.
- POOLE, R. W., 1974: An introduction to quantitative Ecology. MacGeac Hill, New York, 532 s.
- RAUŠER, J. & ZLATNÍK, A., 1966: Biogeografie I. Národní atlas CSSR, list 21, separát.
- ŠUSTEK, Z., 1984a: Bioindikačné vlastnosti bystruškovitých a drobkovitých (Coleoptera, Carabidae et Staphylinidae) stredoeurópskeho veľkomesta. Kandidátska dizertačná práca, Ústav experimentálnej biológie a ekológie CBEV SAV Bratislava, Bratislava, 364 s.
- ŠUSTEK, Z., 1984b: Carabidae and Staphylinidae in two forest reservations and their reactions on surrounding human activity. *Biológia (Bratislava)*. 39: 137 - 162.
- ŠUSTEK, Z., 1984c: Influence of clear cutting on ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in a pine forests. *Communicationes Inst. For. Cechoslov.*, 12: 243 - 254.
- ŠUSTEK, Z., 2000: Spoločenstvá bystruškovitých (Coleoptera, Carabidae) a ich využitie jako doplnkovej charakteristiky geobiocenologických jednotiek: problémy a stav poznania. *Geobiocenologické 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: Cenozele Carabidelor din ecosisteme alpine și subalpine din Carpații de Vest. *Oltenia*, studii și comunicări, științele naturii, 22: 233 - 242.
- 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
- 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 drobkovitých (Coleoptera, Carabidae et Staphylinidae) Štátnej prírodnej rezervácie Klačianska Magura v Chránenej krajinskej oblasti Malá Fatra. *Ochrana prírody*. 9: 229 - 251.
- THIELE, H. U., 1977: Carabid beetles in their environments. Edit. Springer-Verlag. Berlin-Heidelberg-New York: 369 s.

POĎAKOVANIE

Táto štúdia bola financovaná grantmi 2/4068/04, 2/7079/27, 2/0059/9 a 2/0140/10 poskytnutými grantovou agentúrou VEGA.

SÚHRN

V dôsledku veternej katastrofy v novembri 2004 sa na postihnutých plochách sformovali tri skupiny spoločenstiev bystruškovitých. Na ploche s ponechanou drevnou hmotou sa zachovalo pôvodné druhové spektrum. Abundancia druhov pritom klesla približne na 1/3

a biomasa na $\frac{1}{2}$ v porovnaní s referenčnou plochou. Na plochách s odstránenou drevnou hmotou vymizli viaceré stenotopné lesné druhy. Na ich miesto nastúpili dva tolerantné druhy (*Carabus violaceus*, *C. glabratus*), ktoré boli dokonca zvýhodnené vylúčením kompetičného tlaku kongenerických druhov. Okrem toho sa tu objavili viaceré druhy otvorenej krajiny, najmä *Amara erratica*. Na plochách postihnutých požiarom silne poklesla abundancia všetkých lesných druhov prudko klesla alebo tieto druhy úplne vymizli. Plochy osídľovali viaceré heliofilné druhy otvorenej krajiny (*Poecilus cupreus*, *Bembidion lampros*). Ich výskyt závisel na momentálnom stave bylinnej vegetácie a jej kosení. V roku 2008 na všetkých plochách prudko klesol počet jedincov a biomasa. V rokoch 2009 a 2010 nasledovalo postupné približovanie stavu zistenému v roku 2007. Okrem toho v roku 2010 nastalo viditeľné priblíženie spoločenstiev bystruškovitých na spáleniskách k spoločenstvám na ostatných plochách s odstránenou drevnou hmotou. Toto priblíženie spôsobila chladnejšie a vlhšie počasie v roku 2010 a pravidelné kosenie kypriny úzkolistej, ktoré umožnilo rozvoj trávnatého zárastu. Svoj podiel mal aj rozvoj pionierskych drevín, ktoré začali čiastočne chrániť povrch pôdy pred prehrievaním.

WINDFALL IN THE HIGH TATRA MTS. AND ITS IMPACT ON THE CARABID COMMUNITIES

Abstract

After the wind disaster in November 2004, the carabid communities in affected plots differentiated into three groups. In the plot with non-extracted timber the original species assemblage has been completely preserved, when compared with the reference plot, but cumulative abundance declined approximately to $\frac{1}{3}$ and biomass to $\frac{1}{2}$ in 2007. In the plots with extracted timber, some stenotopic forest species disappeared and were replaced by two more tolerant forest species (*Carabus violaceus*, *C. glabratus*), which were even favored by elimination of competition pressure of the congeners and their abundance suddenly increased. Beside it, there appeared some open landscape species (especially *Amara erratica*). In the additionally burned plots, occurrence of all forests species was strongly reduced and the plots were occupied by several open landscape and heliophilous species (*Poecilus cupreus*, *Bembidion lampros*). Their occurrence depended on the momentary state of secondary herbage vegetation and its mowing. In 2008, in all plots a strong decline of number of species and individuals and of biomass was recorded. It was followed, in 2009 and 2010, by a gradual approximation of the communities to the state of 2007. In addition, in 2010 a visible approximation of Carabid communities in both burned plots to other plots with extracted timber was observed. It resulted from much wetter and colder weather in 2010, replacement of high herbage vegetation by grasses due to mowing and, to certain degree, from progressive development of pioneer wooden plants partially shadowing the ground surface.

Adresa autora:

Ing. Zbyšek Šustek, CSc.
Ústav zoológie SAV
Dúbravská cesta 9
845 06 Bratislava
zbysek.sustek@savba.sk

Tab. 1: Prehľad druhov bystruškovitých zistených vo Vysokých Tatrách na šiestich gické vlastnosti a počty jedincov (H - preferencia vlhkosti: 1 - silne xerofilný - 8 silne - 4 - lesné druhy vyžadujúce úplné zatienenie; - S - schopnosť letu: L - lietajúce dru-

Prehľad druhov	Ekologické vlastnosti				REF			
	H	V	S	HM	7	8	9	0
<i>Agonum sexpunctatum</i> (Linnaeus, 1758)	5	1	L	0,0350				
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	3	1	L	0,0413				
<i>Amara erratica</i> (Duftschmidt, 1812)	3	1	L	0,0457				
<i>Amara eurynota</i> (Panzer, 1797)	3	1	L	0,0444				
<i>Amara familiaris</i> (Duftschmidt, 1812)	3	1	L	0,0413				
<i>Amara nitida</i> Sturm, 1825	3	1	L	0,1561				
<i>Anisodactylus binotatus</i> (Fabricius, 1792)	6	4	L	0,0457				
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784)	3	1	L	0,0172				
<i>Calathus micropterus</i> Duftschmidt, 1812	3	1	N	0,0196	9	12	10	13
<i>Carabus auronitens</i> Fabricius, 1792	4	4	N	1,3251	18	1	6	9
<i>Carabus coriaceus</i> Linnaeus 1758	5	2	N	6,5950				
<i>Carabus glabratus</i> Paykull, 1790	5	1	N	1,7415	7	1	3	3
<i>Carabus hortensis</i> Linnaeus, 1758	4	4	N	1,7800				
<i>Carabus linnei</i> Dejean, 1826	5	4	N	1,0568	17	2	8	14
<i>Carabus violaceus</i> Linnaeus, 1758	5	1	N	1,7457	29	9	18	24
<i>Cychrus caraboides</i> (Linnaeus, 1758)	5	1	N	0,9256	8		2	1
<i>Harpalus affinis</i> (Schrank, 1784)	3	4	L	0,1873				
<i>Harpalus quadripunctatus</i> (Dejean, 1829)	4	4	L	0,0956				
<i>Loricera caerulescens</i> (Linnaeus, 1758)	4	4	L	0,0428				
<i>Microlestes maurus</i> (Sturm, 1827)	2	1	L	0,0072				
<i>Molops piceus</i> (Panzer, 1793)	4	4	N	0,0443	7		3	2
<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1779)	4	4	F	0,0240	4	2	2	1
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	4	4	L	0,2710				
<i>Pseudoophonus rufipes</i> (De Geer, 1774)	4	1	L	0,4126				
<i>Pterostichus aethiops</i> (Panzer, 1797)	5	1	N	0,0862	3	1	1	2
<i>Pterostichus burmeisteri</i> (Heer, 1801)	5	4	N	0,1546	17	5	13	18
<i>Pterostichus foveolatus</i> Duftschmidt, 1812	5	4	N	0,2152	44	9	25	35
<i>Pterostichus niger</i> (Schaller, 1783)	6	4	L	1,0600				
<i>Pterostichus nigrata</i> (Fabricius, 1792)	8	4	L	0,0812				
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	5	4	L	0,1941			1	1
<i>Pterostichus strenuus</i> (Panzer, 1797)	7	4	L	0,0511				
<i>Pterostichus unctulatus</i> Duftschmidt, 1812	5	4	N	0,0530	208	35	159	186
<i>Trechus amplicollis</i> Fairmair, 1859	5	2	N	0,0159				
<i>Trechus latus</i> Puzeys, 1847	5	4	N	0,0248				
<i>Trichotichnus laevicollis</i> Duftschmidt, 1812	5	2	L	0,1431	1			2
Počet jedincov					372	77	251	311
Počet druhov					13	10	13	14

**plochách v oblasti postihnutej veternou kalamitou v rokoch 2007 - 2010, ich ekolo-
hydrofilný; V - preferencia vegetačného krytu: 1 - heliofilné druhy otvorenej krajiny
hy, N - nelietajúce druhy, HM - priemerná hmotnosť jedného jedinca.**

Výskumná plocha a rok zberu																			
NEX				EXT				FIRb				FIRa				Vodný les			
7	8	9	0	7	8	9	0	7	8	9	0	7	8	9	0	7	8	9	0
								1							1				1
				2	2	5	2	6		2	3	1			2				1
				102	12	26	18	8	2	2	4	6	4	3	5	14	9	12	8
				1	6	2	1	2	3	1	2	21	1	6	1	1			1
				3		1	1				2	1	1		1	1			1
											1					1			
								1				2							1
								4	9	3		26	1	4			1	1	
		2	4																
1		1	2	1	1	1	2	3		1	1				1				
15	1	6	8	47	1		2	4		1	4	8	2	5	3	5	1	3	2
												1							1
25	2	3	8	4			1					7							
10	6	14	21	40	18	23	28	1	3	5	17	2	6	10	21	3	7	4	15
		1		2															1
																1		2	
							1					2			1	5	1	2	1
									2	2		1	2	4					1
		1	1			1		1		2	1	2				1			2
			1					1			1	4	3	6	2	5		2	
				1	3	2	6	5	8	13	8	17	21	25	9		1		2
				1	2	1	1	2	1	2	1				1				1
9	1		2	1				1								2			1
16	5	10	14	2		1	2	1		1	1				1	5	2	4	3
4	1	2	9				1			1	1	1				1			2
																1			1
																2		3	1
				1				1				3							1
																1		1	
25	8	16	29	28	1	9	15	8		2	6	1		2	7	2			4
																4		2	
																1			
1			1			1										1		1	
106	24	55	100	231	46	73	81	50	28	38	53	108	41	65	55	57	22	44	52
9	7	9	12	14	9	12	14	17	7	14	15	20	9	9	13	20	7	18	