

## VPLYV VETERNÉHO PARKU PRI CEROVEJ (MALÉ KARPATY) NA SPOLOČENSTVÁ STONÔŽOK (CHILOPODA)

Ján BEŇO, Slavomír STAŠIOV

Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky,  
Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika  
e-mail: stasiov@vsld.tuzvo.sk

BEŇO, J., STAŠIOV, S. 2010: Influence of wind park near the Cerová village (Malé Karpaty Mts.) on the centipede communities (Chilopoda). *Entomofauna carpathica*, **22**: 1-7.

**Abstract:** The paper deal with the results of research focused on arbitration of influence at the working of wind park Cerová on the centipede communities (Chilopoda). The research was realized on 9 sites situated in the wind park complex Cerová, which were located in the different distance from wind turbines and included 3 various biotopes (opened area, ecoton and forest) and 1 reference site situated outside the wind park area. The centipedes material was catching by pitfall trapping during vegetation season of 2008 year. Material was taken from formalin pitfall traps in monthly intervals approximately. Generally there were caught 853 centipedes belonged to 9 species in the researched area. The research did not bring statistically important influence of wind power stations on the structure centipede communities. Obtained data revealed expressive differences in centipede communities, mainly between sites represented various biotopes. However, different structure of centipede communities on these sites could be influenced more by different natural conditions as direct or indirect influence of working of wind turbines.

**Key words:** centipedes, Chilopoda, wind park Cerová, Malé Karpaty Mts.

### ÚVOD

V posledných rokoch dochádza na Slovensku k nárastu využívania obnoviteľných zdrojov energie. Medzi najdôležitejšie z nich patria slnečná, veterná, geotermálna a energia biomasy. V našich podmienkach má najväčšie perspektívy najmä využívanie biomasy, avšak aj využitie ostatných zdrojov energie má na Slovensku nezanedbateľný potenciál. Platí to napríklad o veternej energii. V súčasnosti sú na území Slovenska v prevádzke dve veterné elektrárne. Jedna sa nachádza na lokalite Ostrý vrch pri Myjave a druhá pri obci Cerová na Záhorí.

O vplyvoch spojených s výstavbou a prevádzkou veterných elektrární na životné prostredie bolo publikovaných viacero prác. Väčšina z nich sa však zaoberala dopadmi veterných parkov na avifaunu (BARRIOS & RODRÍGUES 2004; DE LUCAS et al., 2008; EVERAET & STIENEN, 2007; FISCHER, 2005; MADSEN & BOERTMANN, 2008; NEWTON & LITTLE 2009; PEARCE-HIGGINS et al., 2009;

RYBÁR et al., 2004). GAISLER (2007) sledoval úmrtnosť netopierov, ako následok kolízie s otáčajúcimi sa vrtuľami veterných elektrární.

O vplyve veterných elektrární na pôdnu faunu existuje len niekoľko veľmi stručných prác, ktoré boli realizované väčšinou v procese EIA pred alebo po výstavbe týchto elektrární. Napríklad BEŇO & STAŠIOV (2008) študovali vplyv veterného parku pri obci Skalité na spoločenstvá mnohonôžok. V rámci procesu EIA realizovaného pred výstavbou veterného parku pri obci Cerová bol uskutočnený základný inventarizačný výskum viacerých skupín pôdných bezstavovcov, vrátane stonôžok (ANONYMUS, 2006).

Cieľom tejto práce bolo overiť hypotézu, že prevádzka veterných elektrární ovplyvňuje štruktúru spoločenstiev stonôžok a to na modelovom území geotechnického diela Veterný park Cerová.

## CHARAKTERISTIKA ÚZEMIA

Veterný park Cerová je situovaný v severovýchodnej časti pohoria Malé Karpaty, v katastrálnom území obce Cerová, v Senickom okrese. Leží v nadmorskej výške 460 m. Park pozostáva zo 4 veterných turbín VESTAS V47 – 660/220 kW s priemerom vrtúľ 47 metrov upevnených na 76 m vysokých stožiaroch. Turbíny sú umiestnené v línii smerujúcej z juhozápadu na severovýchod, pričom vzdialenosť medzi susednými turbínami je približne 95 m. Výkon veternej elektrárne je v závislosti od rýchlosti vetra 200 – 660 kW. Predpokladaná ročná výroba elektrickej energie predstavuje 3 800 000 kWh. Veterný park je v prevádzke od augusta 2003, predpokladaný výkon pokryje spotrebu energie pre 1500 domácností a dokáže ušetriť produkciu 3270 ton CO<sub>2</sub> ročne (<http://www.skonline.sk/pamatihodnost.php?id=981>).

Na území veterného parku Cerová bolo vybraných 10 plôch (C1 – C10) s rôznou mierou antropogénneho impaktu spôsobeného výstavbou a prevádzkou veterného parku (KRUMPÁL, 2006). Plochy C1 a C9 boli umiestnené v línii na spojnici dvoch turbín a to medzi najseverovýchodnejšou turbínou a k nej najbližšou turbínou. Plocha C10 bola referenčnou plochou a nachádzala sa mimo územia veterného parku. Dve plochy boli situované na otvorených stanovištiach, dve na ekotónoch medzi otvorenými stanovišťami a lesom a šesť plôch sa nachádzalo v lesnom poraste.

Umiestnenie a stručná charakteristika skúmaných plôch:

C1 – Situovaná 5 m juhozápadne od najvýchodnejšej zo štyroch veterných turbín na otvorenom odlesnenom stanovišti. Podľa 6 základných zón identifikovaných v práci KRUMPÁL (2006) sa nachádzala táto plocha, spolu s plochou C9, na rozhraní medzi 2. zónou – trvalo spevnená plocha a 4. zónou – blízke okolie. Pri výstavbe veterného parku na týchto plochách (C2, C9) prebiehali stavebné a výkopové práce a došlo tu k premiešaniu pôdnych horizontov. Po osadení veterných turbín bolo ich blízke okolie vysypané vrstvou štrku. Taktiež tu došlo vplyvom prejazdu ťažkých stavebných

mechanizmov k zhutneniu pôdy a tým k zmenám v štruktúre a textúre pôdy a narušeniu vetracieho a vodovodného systému pôdy.

C2 – Umiestnená v ekotónovej časti medzi odlesnenou plochou C1 a plochou C3 situovanou v lesnom poraste. Rovnako, ako na druhej ekotónovej ploche C8, bol predpokladaný antropogénny dopad spôsobený najmä odlesnením a tým zmenenými vegetačnými, svetelnými a vlhkosťnými podmienkami. Podľa KRUMPÁLA (2006) patria tieto plochy do 4. zóny – blízke okolie. Aj na týchto plochách sa predpokladá výrazný antropický vplyv na epigeickú faunu.

C3 – Nachádzala sa v lesnom poraste juhozápadne od plochy C2. Podobne, ako aj pre ostatné sledované lesné plochy nachádzajúce sa medzi dvojicou turbín (C3 – C7), boli pre stromovú etáž týchto plôch charakteristické dreviny *Fagus sylvatica*, *Quercus petraea* a *Pinus nigra*. Na uvedených plochách sa predpokladali minimálne zmeny spôsobené výstavbou a prevádzkou veterného parku, ako aj minimálny vplyv veterného parku na spoločenstvá epigeickej fauny. Všetkých 5 plôch patrí do 4. zóny – blízke okolie veterného parku.

C4 – Situovaná v lesnom poraste medzi plochami C3 a C5. Nachádzala sa uprostred lesných plôch a bola rovnako vzdialená od oboch veterných turbín.

C5 – Lesná plocha. Nachádzala sa bližšie k susednej turbíne ako k najvýchodnejšej turbíne.

C6 – Lesná plocha.

C7 – Lesná plocha, ktorá susedila s druhou ekotónovou plochou C8.

C8 – Ekotónová plocha, ktorá sa nachádzala na rozhraní lesa a otvoreného stanovišťa. Platí pre ňu rovnaká charakteristika, ako pre plochu C2.

C9 – Situovaná na otvorenom stanovišti, na ktorom bola v smere od severovýchodu druhá veterná elektrárň. Platí pre ňu rovnaká charakteristika ako pre plochu C1.

C10 – Referenčná plocha situovaná mimo územia veterného parku, cca 150 m juhozápadne od najzápadnejšej elektrárne

veterného parku. Stromová etáž na tejto ploche pozostáva z druhov *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior* a *Quercus cerris*. Na tejto ploche sa nepredpokladal žiadny vplyv veterného parku na epigecké spoločenstvá, tzn. že tieto spoločenstvá by mali byť na tejto ploche v pôvodnom stave, nenarušenom výstavbou a prevádzkou veterného parku.

## METODIKA

Na odchyt epigeickej makrofauny bola použitá metóda zemných pascí. Na každej ploche boli umiestnené po 3 zemné pasce v línii orientovanej v smere od juhovýchodu na severozápad. Rozstup susedných pascí v línii bol 5 m. Ako pasce boli použité sklenené poháre s objemom 0,7 l, výškou 15 cm a s priemerom ústia 8 cm. Ako fixačná tekutina bol použitý 4% roztok formaldehydu, ktorým boli jednotlivé pasce naplnené cca do 1/3 ich objemu. Pasce boli číselne označené (napr. C 1/1), pričom písmeno „C“ označovalo študovanú lokalitu (Cerová), prvé číslo označovalo plochu a druhé číslo označovalo pascu na príslušnej ploche, pričom prvá pasca v línii v smere od juhovýchodu mala číslo 1.

Biologický materiál bol zo zemných pascí vyberaný v približne pravidelných mesačných intervaloch. Materiál získaný v určitom termíne zberu z trojice pascí inštalovaných na jednej ploche bol zlievaný dokopy, tzn. že predstavoval jednu vzorku. Celkovo boli zemné pasce exponované v teréne v období od apríla do októbra 2008.

V laboratórnych podmienkach boli stonôžky vytriedené z materiálu získaného zemnými pascami a následne boli determinované na druhovú úroveň. U jednotlivých jedincov bolo určené tiež pohlavie a boli zaradené do príslušných vývinových stupňov (juvenil, subadult, adult). Po spracovaní boli stonôžky konzervované v 70% etylalkohole. Dokladový materiál je deponovaný na Katedre biológie a všeobecnej ekológie Fakulty ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene.

Pre porovnanie diverzity taxocenóz stonôžok na jednotlivých plochách bol použitý Shannonov index diverzity ( $H'$ ) s použitím prirodzených logaritmov (SHANNON & WEAVER, 1949). Zo Shannonovho indexu diverzity bola ďalej vypočítaná vyrovnanosť (ekvitabilita) spoločenstva ( $E$ ) (BEGON et al., 1997).

Hierarchická analýza bola vypracovaná pomocou počítačového programu STATISTICA s využitím Wardovho zhlukovacieho algoritmu v kombinácii s Bray-Curtisovým indexom podobnosti. Na sumarizáciu hlavných gradientov bola použitá analýza hlavných komponentov (PCA) v programe Canoco for Windows (TER BRAAK & ŠMILAUER, 1998). Druhové údaje boli pred analýzou logaritmicke transformované.

## VÝSLEDKY

Na študovaných plochách bolo počas celého výskumu odchytených spolu 853 ex. stonôžok patriacich do 9 druhov. Zoznam druhov a ich celková epigeická aktivita zaznamenaná na študovaných plochách počas celého obdobia výskumu sú uvedené v tabuľke (tab. 1).

Z hľadiska počtu zaznamenaných druhov stonôžok boli najpestrejšími plochami C6 a C7 (po 6 zaznamenaných druhov). Najmenej druhov bolo zaznamenaných na ploche C10 (3 druhy). Na všetkých ostatných plochách bolo zaznamenaných po 5 druhov stonôžok.

Najvyššie hodnoty Shannonovho indexu diverzity taxocenóz stonôžok za celé sledované obdobie boli zaznamenané na plochách C6 (1,23), C3 (1,21) a C9 (1,19) (tab. 2). Najvyššie celkové hodnoty ekvitability taxocenóz stonôžok boli zaznamenané na plochách C10 (0,83), C3 (0,75) a C9 (0,74). Najnižšie hodnoty Shannonovho indexu diverzity boli zistené na plochách C4 a C10 (obidve plochy s hodnotou 0,91) a C1 (1,02). Najnižšie hodnoty ekvitability taxocenóz stonôžok boli zistené na plochách C4 (0,57), C1 a C7 (obidve plochy s hodnotou 0,63). Údaje o počte druhov, hodnotách Shannonovho indexu diverzity a ekvitabilite spoločenstiev stonôžok na všetkých plochách sú uvedené v tabuľke 2.

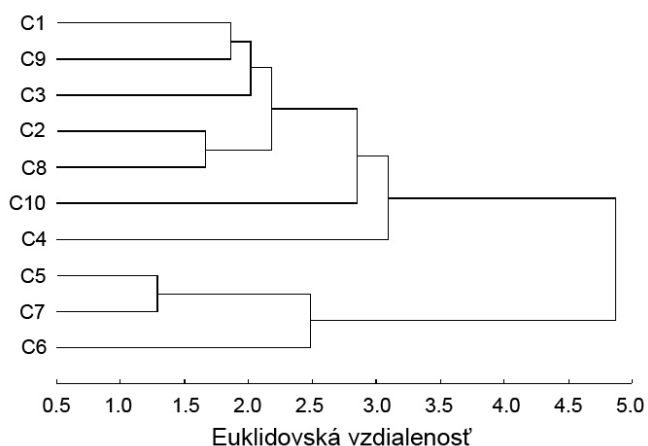
**Tab. 1:** Celková epigeická aktivita stonôžok zaznamenaná na študovaných plochách počas celého obdobia výskumu

Taxón	Lokalita										Spolu
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	
<i>Lithobius agilis</i> C. L. Koch, 1847	2	2	4	1	3	2	3	2	4		23
<i>Lithobius dentatus</i> C. L. Koch, 1844						1					1
<i>Lithobius forficatus</i> (Linné, 1758)	2	5	6	8	22	38	18	5	2	7	113
<i>Lithobius mutabilis</i> L. Koch, 1862	24	29	26	44	63	58	66	24	15	11	360
<i>Lithobius muticus</i> C. L. Koch, 1847	14	25	17	12	25	39	32	33	16	28	241
<i>Lamyctes emarginatus</i> (Newport, 1845)		1							1		2
<i>Geophilus flavus</i> (De Geer, 1778)	1							1			2
<i>Schendyla nemorensis</i> (C. L. Koch, 1836)			1		1	3	1				6
<i>Strigamia acuminata</i> (Leach, 1814)				1			1				2
<i>Lithobius</i> spp.	10	2	5	9	17	25	15	6	4	9	102
Geophilidae gen. spp.							1				1
<b>Spolu</b>	<b>53</b>	<b>64</b>	<b>59</b>	<b>75</b>	<b>131</b>	<b>166</b>	<b>137</b>	<b>71</b>	<b>42</b>	<b>55</b>	<b>853</b>

**Tab. 2:** Vybrané parametre o diverzite taxocenóz stonôžok zistené na študovaných plochách za celé obdobia výskumu ( $H'$  – Shannonov index diverzity spoločenstva,  $E$  – ekvitabilita spoločenstva)

Parameter	Lokalita									
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10
$\Sigma$ druhov	5	5	5	5	5	6	6	5	5	3
$H'$	1,02	1,11	1,21	0,91	1,08	1,23	1,12	1,05	1,19	0,91
$E$	0,63	0,69	0,75	0,57	0,67	0,69	0,63	0,65	0,74	0,83

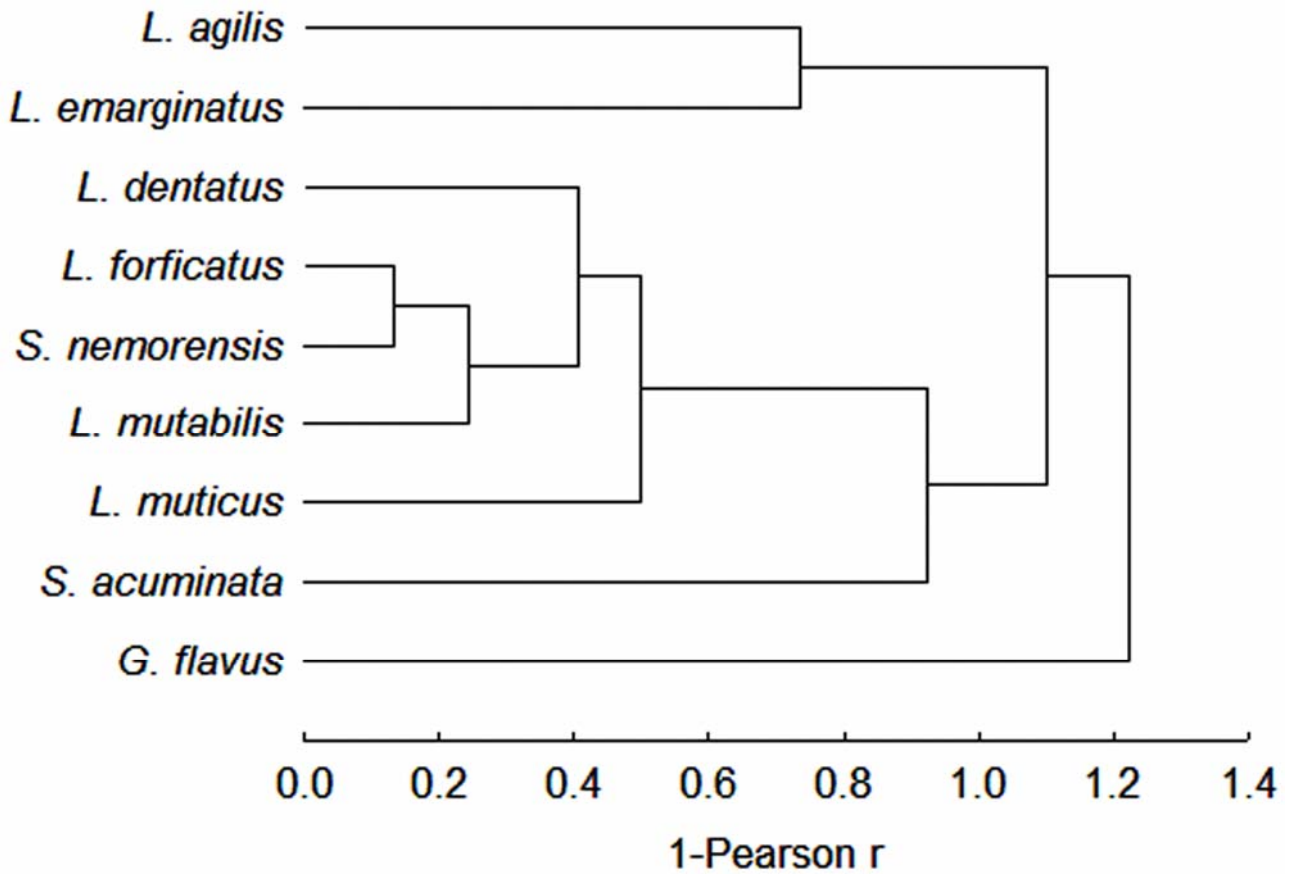
Hierarchická analýza podobnosti lokalít (obr. 1) z hľadiska druhovej skladby taxocenóz stonôžok vyčlenila ako najpodobnejšie plochy C5 a C7. K nim priradila na nižšej úrovni podobnosti plochu C6. Ostatné plochy (vrátane referenčnej plochy) vyčlenila táto analýza do samostatného subklastra.



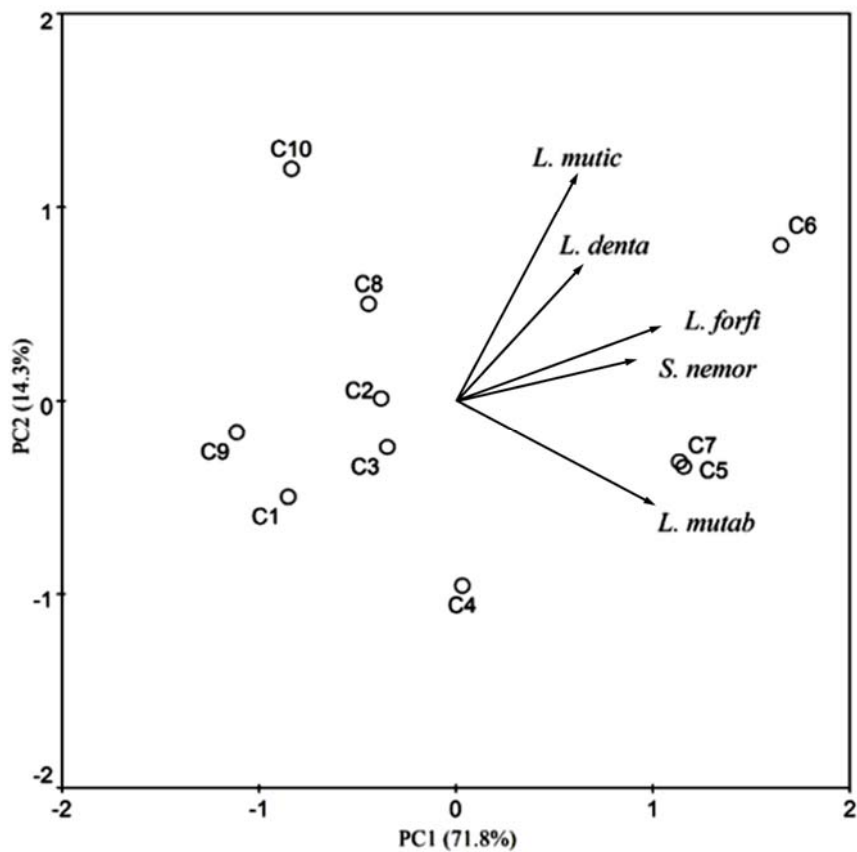
Hierarchická analýza podobnosti stonôžok (obr. 2) vyčlenila ako najodlišnejší druh z hľadiska jeho výskytu na študovaných plochách *G. flavus*. Ostatné druhy združené v spoločnom klastri boli rozdelené do dvoch subklastrov, pričom prvý z nich združoval 2 druhy a druhý 6 druhov. V rámci druhého subklastra bol odčlenený ako najodlišnejší druh *S. acuminata*. Najpodobnejšie boli z hľadiska výskytu druhy *L. forficatus* a *S. nemorensis*. K nim bol na nižšej úrovni podobnosti pričlenený druh *L. mutabilis*.

←

**Obr. 1:** Hierarchická analýza podobnosti lokalít na základe druhovej skladby taxocenóz stonôžok



Obr. 2: Hierarchická analýza podobnosti stonôžok



Obr. 3: PCA ordinácia plôch a druhov stonôžok

PCA ordinácia plôch a druhov stonôžok (obr. 3) vyčlenila ako najodlišnejšiu z hľadiska zastúpenia jednotlivých druhov v taxocenózach stonôžok plochu C6, pre ktorú boli charakteristickými druhy *Lithobius dentatus*, *Lithobius forficatus* a *Schendyla nemorensis*. Osobitnú skupinu vytvorili plochy C5 a C7, ktoré preferoval najmä druh *Lithobius mutabilis*. Ostatné plochy výraznejšie nepreferoval žiadny zo zaznamenaných druhov stonôžok.

## DISKUSIA

Väčšina druhov stonôžok zaznamenaných na skúmanom území patrí medzi druhy bežné vo vhodných typoch biotopov. Okrem stonôžok, ktorých zoznam je prezentovaný v práci, boli na území veterného parku Cerová zistené v rámci prieskumu vplyvu navrhovanej činnosti veterného parku na edafón (ANONYMUS, 2006) tiež druhy *Clinopodes flavidus* C. L. Koch, 1847; *Lithobius austriacus* (Verhoeff, 1937); *Lithobius crassipes* L. Koch, 1862; *Lithobius erythrocephalus* C. L. Koch, 1847; *Lithobius melanops* Newport, 1845 a *Lithobius microps* Meinert, 1868. Podľa dostupných údajov bolo celkovo na území Malých Karpát doposiaľ zaznamenaných 25 druhov stonôžok (ORSZÁGH, 2001, ORSZÁGH & ORSZÁGHOVÁ 2005). Výskum prezentovaný v práci rozširuje tento zoznam o druh *Lamyctes emargynatus*. Tento druh je rozšírený prakticky po celom svete. U nás sú zaznamenané jeho partenogenetické populácie. V súčasnosti je teda na území Malých Karpát potvrdených 26 druhov stonôžok.

Získané poznatky odhalili výrazne rozdiely v taxocenózach sledovaných skupín a to najmä medzi referenčnou plochou a ostatnými plochami. Svojou štruktúrou sa líšili tiež taxocenózy stonôžok medzi otvorenými a ekotónovými plochami na jednej strane a lesnými plochami na strane druhej. Prejavilo sa to napr. na epigeickej aktivite stonôžok, ktorá vykazovala na lesných plochách najvzdialenejších od veterných turbín (C5, C6, C7) vyššie hodnoty, ako na ostatných plochách. Výnimkou bola iba referenčná plocha C10, na ktorej bola zaznamenaná najnižšia celková epigeická aktivita stonôžok. Nižšie hodnoty

epigeickej aktivity boli u stonôžok zaznamenané tiež na otvorených plochách C1 a C9. Je však otázne, či vyššia epigeická aktivita stonôžok na lesných plochách súvisí viac s charakterom biotopu, ako s ich vzdialenosťou od turbín.

Napriek tomu, že sa výskumom realizovaným na území veterného parku Cerová nepodarilo štatistickými metódami potvrdiť vplyv prevádzky veterného parku na spoločenstvá stonôžok, nemožno tento vplyv vylúčiť. Najmä v bezprostrednej blízkosti veterných turbín možno očakávať, či už vplyvom samotnej prevádzky turbín, alebo vplyvom výrazných zmien prostredia (napr. odstránením stromovej vegetácie, zhutnením pôdy, zvýšeným pohybom osôb a pod.) súvisiacich s výstavbou turbín, zmeny v štruktúre spoločenstiev edafických organizmov, vrátane stonôžok. Tieto zmeny čiastočne potvrdili aj výsledky výskumu, ktoré odhalili výrazné rozdiely v spoločenstvách študovaných skupín medzi referenčnou plochou a ostatnými lesnými plochami, resp. medzi lesnými plochami a otvorenými, či ekotónovými plochami. Objektívne údaje o vplyve veterných parkov na edafón môže poskytnúť výskum, v rámci ktorého sa najprv zaznamená počiatočný stav spoločenstiev jednotlivých skupín edafónu pred samotnou výstavbou veterného parku a následne by sa dlhodobo monitorovali zmeny v týchto spoločenstvách na stacionároch situovaných v určitých vzdialenostiach od turbín a to tak, aby zachytávali gradienty hodnôt tých faktorov, ktorých pôsobenie súvisí s prevádzkou veterného parku (napr. vibrácie, hluk, žiarenie, pohyb osôb atď.) a ktorých negatívny vplyv na edafón sa predpokladá.

## LITERATÚRA

<http://www.skonline.sk/pamatihodnost.php?id=981>

ANONYMUS, 2006: Veterný park Cerová II., lokalita Kopánky. Správa o hodnotení vplyvov na životné prostredie vypracovaná podľa zákona č. 24/2006 Z. z. o posudzovaní vplyvov na životné prostredie, Creative spol. s r.o., Pezinok, 136 pp.

- BARRIOS, L., RODRÍGUES, A., 2004: Behavioral and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. *Journal of Applied Ecology*, **41** (1), 72–81.
- BEGON, M., HARPER, L.J., TOWNSEND, R.C., 1997: Ekologie – jedinci, populace, společenstva. *Vydavatelství Univerzity Palackého*, Olomouc, 949 pp.
- BEŇO, J., STAŠIOV, S., 2008: Vplyv veterných elektrární pri Skalitom (Jablunkovské medzihorie) na štruktúru spoločenstiev mnohonôžok (Diplopoda). In: MOCK, A. (ed.), 6. česko-slovenský myriapodologický seminár, Opátka, 15.-17.10.2008. Zborník abstraktov. *Univerzita Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach*, Košice, 5.
- DE LUCAS, M., JANSSE, G. F. E., WHITFIELD, D. P., FERRER, M., 2008: Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Journal of Applied Ecology*, **45** (6): 1695–1703.
- EVERAERT, J., STIENEN, E. W. M., 2007: Impact of wind turbines on birds in Zeebrugge (Belgium). *Biodivers. Conserv.*, **16**: 3345–3359.
- FISCHER, G., 2005: Aspekty potencionálneho vplyvu veterných elektrární na avifaunu. *Acta Montanistica Slovaca*, **3**: 327–330.
- GAISLER, J., 2007: Problematika kolízi netopýrů s větrnými elektrárnami v Americe a Evropě. In: KUNDRATA, M. (ed.), Větrné elektrárny v Jihomoravském kraji. Sborník příspěvků z odborného semináře, 18.6.2007, Brno. *ZO ČSOP Veronica*, 20–22.
- KRUMPÁL, M., 2006: Ekologický impakt Veterného parku Cerová Kopánky na vybrané skupiny pôdnej fauny (doplňok ku inventarizačnej štúdiu). 18 pp.
- MADSEN, J., BOERTMENN, D., 2008: Animal behavioral adaptation to changing landscapes: spring-staging geese habituate to wind farm. *Landscape Ecol.*, **23**: 1007–1011.
- NEWTON, I., LITTLE, B., 2009: Assessment of wind-farm and other bird causalities from carcasses found on a Northumbrian beach over an 11-year period. *Bird Study*, **56** (2): 158–167.
- ORSZÁGH, I., 2001: Rozšírenie stonožky dlhonohej *Scutigera coleoptrata* (Chilopoda, Scutigeraidae) na Slovensku. *Entomofauna Carpathica*, **13**: 65–67.
- ORSZÁGH, I., ORSZÁGHOVÁ, Z., 2005: Structure of centipede communities (Myriapoda: Chilopoda) in oak-hornbeam forests of the Malé Karpaty Mts and Trnavská Pahorkatina hills (SW Slovakia). *Ekológia (Bratislava)*, **24**, Suppl. 2: 124–142.
- PIERCE-HIGGINS, J.W., STEPHEN, L., LANGSTON, R.H.W., BAINBRIDGE, I.P., BULLMAN, R., 2009: The distribution of breeding birds around upland wind farms. *Journal of Applied Ecology*, **46** (6): 1323–1331.
- RYBÁR, R., KUDELAS, D., FISCHER, G., 2004: Alternatívne zdroje energie 3: Veterná energia. *Edičné stredisko AMS*, Košice, 99 p.
- SHANNON, C. E., WEAVER, W., 1949: The Mathematical Theory of Communication. *University of Illinois Press*, Urbana, 117 pp.
- TER BRAAK, C. J. F., ŠMILAUER, P., 1998: CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows. Software for Canonical Community Ordination (version 4). *Centre of Biometry*, Wageningen, 353 pp.