

# Vplyv nadmorskej výšky na diverzitu drobných cicavcov v podmienkach Slovenska

*I. Baláž, I. Jakab: The Influence of Altitude on Small Mammals Diversity in Slovakia. Život. Prostr., Vol. 44, No. 6, p. 329 – 333, 2010.*

This work sums up the results of small terrestrial mammal's research since 1974 till 2010. Species richness of small mammals is different in various altitudinal zones of Slovakia. There was found 18 species of small mammals in the lowest present altitude (to 499 m a.s.l.), species richness achieved the maximum (19 species) in the next altitudinal zone (from 500 to 699 m a.s.l.), then number of species declined to 17 species (from 700 to 899 m a.s.l.) and in the zone from 900 to 1,099 m a.s.l. increased to 18 species. The number of species decreased to 17 in altitudinal level from 1,100 to 1,299 m a.s.l., followed by other continuing decrease of 14 species (from 1,300 to 1,499 m a.s.l.) and 11 species in the highest altitude (from 1,500 to 1,750 m a.s.l.).

Drobné zemné cicavce tvoria dôležitú zložku zoonoz pôvodných i ľudskou činnosťou v rôznej miere narušených biotopov i celých ekosystémov. Aj keď ide často o populácie druhov s pomerne širokou ekologickou valenciou, kvalitatívny a kvantitatívny stav ich populácií, spoločenstiev a predovšetkým ich dynamické zmeny môžu v konečnom dôsledku poukázať na stupeň narušenia skúmaného územia. Predstavujú vhodné testovacie živočíchy, pomocou ktorých môžeme odhaliť a monitorovať rôzne toxické vplyvy. Možno ich využiť na biomonitoring a posudzovanie hodnoty prírodných zložiek záujmových území a pri prognózach vplyvu technických diel na životné prostredie a živé organizmy.

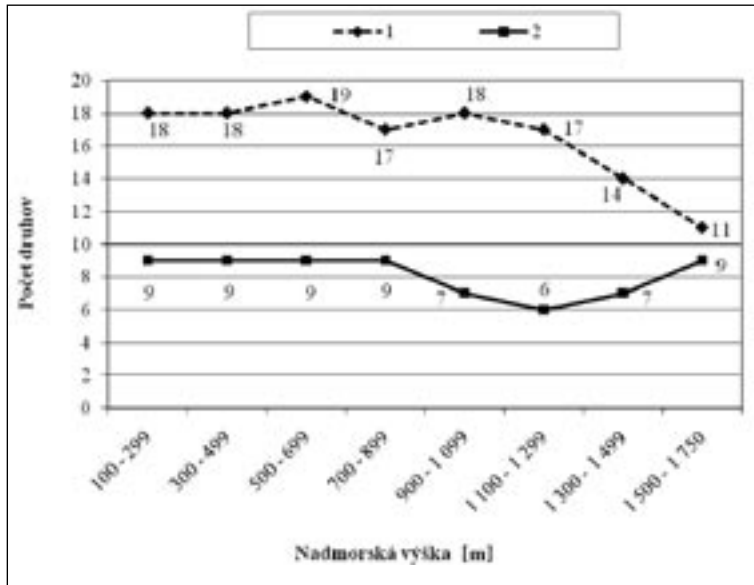
V podmienkach Slovenska dochádza k zmene druhovej bohatosti (diverzity) drobných zemných cicavcov vplyvom nadmorskej výšky. Diverzitu drobných zemných cicavcov odchytovej série určitého územia reprezentuje synúzia. Synúzie sú podobné združenia organizmov patriace k rovnakým životným formám, ktoré osídľujú jednotnú časť priestoru a majú väčšinou podobnú funkciu.

Územie Slovenska je veľmi členité, čo podmieňuje rôznorodosť podmienok prostredia a výskyt rastlinstva a živočíšstva, nakoľko väčšina základných meteorologických prvkov sa mení účinkom nadmorskej výšky. Všeobecne možno konštatovať, že zrážok (snehových aj dažďových) pribúda od nížin smerom k horským oblastiam, pričom sa zväčšuje aj relatívny podiel sneženia na celkovom množstve zrážok. Okrem toho sa

v tých istých výškach uplatňujú významné rozdiely medzi náveternými a záveternými svahmi. Okrem nadmorskej výšky ešte do rozloženia zrážok vstupujú miestne geomorfologické podmienky. Je to najmä pôsobenie vetra a slnečného žiarenia, čo súvisí s vizuálnou exponovanosťou krajiny (Petluš, Vanková, 2010). Tieto vplyvy sú natoľko významné, že vo veľkej miere stierajú prejavy rozdielnej nadmorskej výšky.

Synúzie drobných cicavcov (percentuálne zastúpenie druhov v synúziách) boli hodnotené v šiestich hypsografických stupňoch: L – nížinné (do 200 m n. m.), H – kolinné (200 – 400 m n. m.), SM – submontánne (400 – 600 m n. m.), M – montánne (600 – 900 m n. m.), O – oreálne, supramontánne (900 – 1 200 m n. m.), SA – subalpínske (1 200 m n. m. – horná hranica lesa). Materiál drobných zemných cicavcov pochádza takmer z celého územia Slovenska. Štatistický súbor tvorilo 51 873 jedincov, exponovaných bolo spolu 8 870 líní, t. j. 443 500 pascí.

Pre vytváranie, editáciu a vizualizáciu priestorových dát sme použili softvérový nástroj GRASS GIS 6.4. Výstupné mapy, ktoré vyjadrujú vzťahy medzi nadmorskou výškou a počtom druhov, prípadne jedincov, vznikli reklasifikáciou rastrovej vrstvy ASTER GDEM (použitý modul: r.reclass v GRASS GIS). Reklasifikáciou sme vstupnú mapu (ASTER GDEM) rozdelili do ôsmich tried, podľa hodnôt nadmorskej výšky: 100 – 299 m n. m., 300 – 499 m n. m., 500 – 699 m n. m., 700 – 899 m n. m., 900 – 1 099 m



Obr. 1. Zmeny hodnôt maximálneho počtu druhov na odchyťovú líniu a celkového počtu zistených druhov s rastom nadmorskej výšky (1 – celková abundancia populácií, 2 – zmena druhového zloženia v odchyťových líniách)

n. m., 1 100 – 1 299 m n. m., 1 300 – 1 499 m n. m., 1 500 – 1 750 m n. m.

### Zmeny synúzií drobných zemných cicavcov s výškovým gradientom

S rastom nadmorskej výšky sa menia aj synúzie drobných zemných cicavcov, pričom dochádza ku kvalitatívnej prestavbe (zmena druhového zloženia spoločenstva drobných cicavcov v jednotlivých odchyťových líniách a sériách (odchyťová línia – pasce inštalované na jednu líniu; odchyťová séria – počet za sebou idúcich dní, počas ktorých sa kontrolovala odchyťová línia) a tiež ku kvantitatívnej zmene (mení sa celková početnosť jedincov v populácií ako aj dominancia jednotlivých druhov v spoločenstve).

V ďalšom texte hodnotíme 22 druhov drobných zemných cicavcov (tab. 1).

Druhové bohatstvo drobných cicavcov je rôzne v jednotlivých výškových stupňoch Slovenska. Najviac druhov sme zistili v stupni od 500 do 699 m n. m. (19 druhov). V rozpätí nadmorských výšok do 499 m n. m. sme zaznamenali 18 druhov drobných cicavcov, druhové bohatstvo dosahuje maximum v nasledujúcom výškovom rozpätí (od 500 do 699 m n. m.), počet druhov potom klesá na 17 a v pásme od 900 do 1 099 m n. m. narastá na 18 druhov. V stupni do 1 299 m zistený počet druhov klesá na 17 a tento pokles pokračuje zo 14 druhov (pásma od 1 300 do 1 499 m n.

m.) až na 11 druhov (do 1 750 m n. m.; tab. 1, obr. 1).

Na základe analýzy druhového zloženia drobných cicavcov vo vzťahu k nadmorskej výške môžeme druhy v podmienkach Slovenska rozdeliť do niekoľkých kategórií:

- druhy, ktoré sa vyskytujú vo vyšších polohách – horské až vysokohorské (altomontánne) druhy (*Chionomys nivalis*, *Microtus tatricus*);
- druhy, ktoré preferujú vyššie polohy – horské (montánne) druhy (*Sorex alpinus*, *Sicista betulina*, *Microtus agrestis*);
- druhy nižších polôh – pahorkatinné (kolínne) druhy (*Crocidura leucodon*, *Crocidura suaveolens*);
- druhy, ktoré výrazne uprednostňujú nižšie položené miesta – nížinné (plánárne) druhy (*Microtus oeconomus*, *Mus spicilegus*);
- druhy viac-menej nezávislé od nadmorskej výšky, ale ktoré sa spravidla vyhýbajú vyššie položeným miestam (*Apodemus agrarius*, *Neomys anomalus*, *Apodemus uralensis*, *Micromys minutus*, *Apodemus sylvaticus*, *Arvicola terrestris*);

- druhy nezávislé od nadmorskej výšky (*Apodemus flavicollis*, *Myodes glareolus*, *Sorex araneus*, *Microtus arvalis*, *Sorex minutus*, *Neomys fodiens*, *Microtus subterraneus*).

Druh *Microtus agrestis* sa výnimočne vyskytuje aj v prvom výškovom rozpätí, ale spravidla až od nadmorskej výšky 250 m n. m.

Druhová rozmanitosť drobných cicavcov vo vzťahu k nadmorskej výške sme znázornili aj priestorovo (obr. 2).

Hodnotili sme druhovú rozmanitosť drobných zemných cicavcov v odchyťových líniách (na 50 odchyťových bodov – pascí). V prvých štyroch rozpätiach do 900 m n. m. je maximálny počet 9 zistených druhov, potom nastáva pokles na 7 druhov (900 až 1 099 m n. m.), ďalej na 6 druhov (1 100 až 1 299 m n. m.), opätovný nárast na 7 (1 300 až 1 499 m n. m.) a v najvyššom stupni až na 9 druhov (obr. 1).

Ak berieme do úvahy priemerné počty druhov na odchyťovú líniu, potvrdili sme najvyššiu hodnotu v rozpätí nadmorských výšok 500 až 699 m n. m. (3,49) a najnižšiu hodnotu 3,03 v rozmedzí 1 100 až 1 299 m n. m. (obr. 3). Najvyššiu druhovú bohatosť drobných cicavcov sme zaznamenali v stredných polohách (500 až 700 m n. m.), čo sme potvrdili maximálnym počtom zistených druhov, ako aj počtom druhov na odchyťovú líniu.

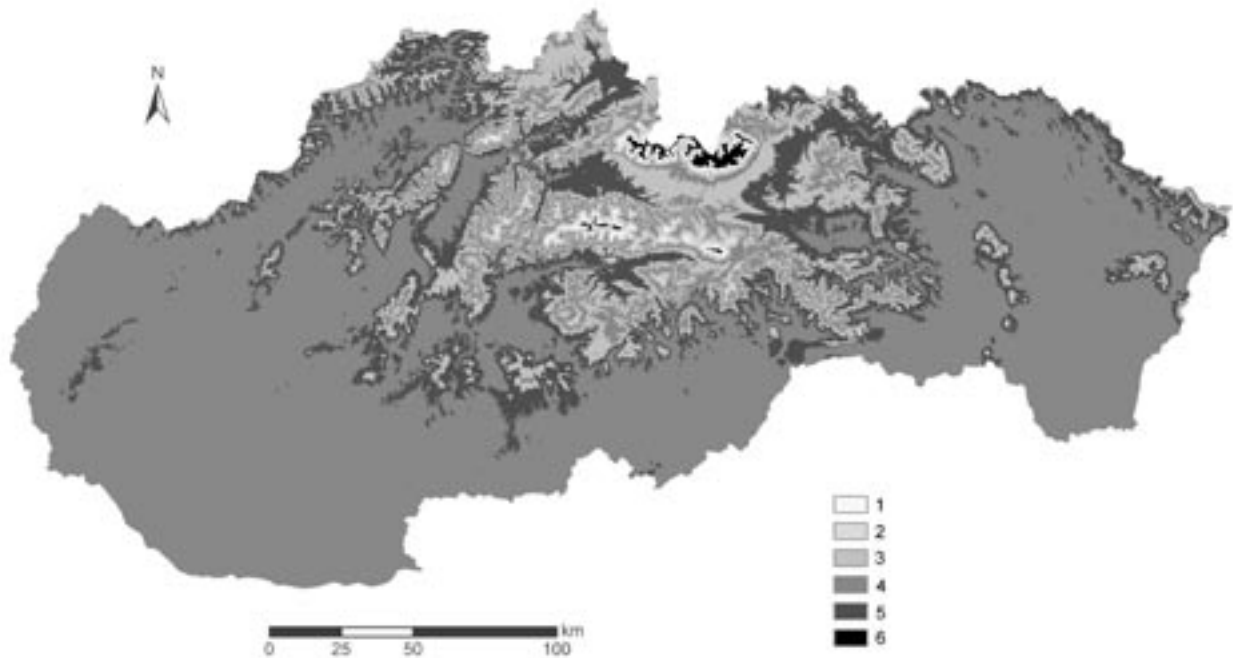
Tab. 1. Zmena percentuálneho podielu druhov v synúziách drobných cicavcov (v odchytočných línkách) s rastom nadmorskej výšky

Druhy zemných cicavcov	Nadmorská výška [m]															
	100 – 299		300 – 499		500 – 699		700 – 899		900 – 1 099		1 100 – 1 299		1 300 – 1 499		1 500 – 1 750	
	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M	P	M
hraboš snežný ( <i>Chionomys nivialis</i> )									0,05	4	0,07	3	0,26	10	2,81	12
hrabáč tatranský ( <i>Microtus tatricus</i> )					0,01	2	0,07	4	0,18	8	0,28	6	1,02	8	1,62	26
piskor horský ( <i>Sorex alpinus</i> )			0,10	6	0,25	6	0,24	6	0,17	2	0,34	6	0,13	3	0,39	4
myšovka horská ( <i>Sicista betulina</i> )			0,01	2	0,01	2	0,01	2	0,01	1	0,01	0,4	0,02	0,67		
hryzec vodný ( <i>Arvicola terrestris</i> )	0,01	2	0,01	2	0,03	4	0,03	2	0,05	4	0,04	1	0,05	2		
ryšavka krovinná ( <i>Apodemus sylvaticus</i> )	2,05	27	1,13	66	0,38	22	0,2	16	0,05	2	0,02	2	0,08	2		
myška drobná ( <i>Micromys minutus</i> )	0,23	8	0,10	8	0,06	6	0,01	2	0,03	4	0,00	0,33				
ryšavka malooká ( <i>Apodemus microps – uralensis</i> )	1,10	42	0,06	10	0,39	32	0,18	12	0,02	1,33	0,05	2				
dulovnica menšia ( <i>Neomys anomalus</i> )	0,23	8	0,10	8	0,06	6	0,01	2	0,03	4	0,00	0,33				
hraboš močiarny ( <i>Microtus agrestis</i> )	1,21	44	0,77	40	0,42	12	0,12	9	0,06	4						
bielozúbka krpátá ( <i>Crocidura suaveolens</i> )	0,09	6	0,02	2	0,01	2										
bielozúbka bielobruchá ( <i>Crocidura leucodon</i> )	0,09	6	0,04	14	0,02	3,6										
hraboš severský panónsky ( <i>Microtus oeconomus méhelyi</i> )	0,16	10														
myš kopčiarka ( <i>Mus spicilegus</i> )	0,14	8														
ryšavka tmavopása ( <i>Apodemus agrarius</i> )	0,05	12	0,09	6	0,41	18	0,64	9	0,71	10	0,24	4	0,40	10	0,41	2
hrabáč podzemný ( <i>Microtus subterraneus</i> )	0,41	13	0,84	22	1,41	20	1,94	25	2,67	20	1,21	10,5	3,06	16	1,55	10
dulovnica väčšia ( <i>Neomys fodiens</i> )	0,10	6	0,30	8	0,46	6	0,65	12	0,56	4	0,44	10	0,77	6	0,23	2
piskor malý ( <i>Sorex minutus</i> )	0,59	20	0,80	14	0,99	10,75	0,80	10	0,71	10	0,77	10	0,56	6	1,09	6
hraboš poľný ( <i>Microtus arvalis</i> )	1,95	64	1,39	56	0,89	42	0,27	8,67	0,11	6	0,38	4	0,03	0,67	0,10	2
piskor obyčajný ( <i>Sorex araneus</i> )	2,76	23	1,94	40	2,81	38	2,75	14	3,1	21	2,77	16	2,34	12	1,8	12
ryšavka žltohrdlá ( <i>Apodemus flavicollis</i> )	4,61	60	8,04	54	6,09	50	4,57	44	3,23	48	2,17	20	3,05	24	1,58	14
hrdza lesný ( <i>Myodes glareolus</i> )	6,35	54	7,97	70	7,9	48	6,75	42	6,03	36	4,8	34	8,27	39	4,58	26
<b>Bohatosť</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>11</b>	<b>11</b>

Poznámka: počet druhov v synúziách: P – priemerný, M – maximálny

Úspešnosť odchyty (podiel počtu odchytených jedincov na počet exponovaných pascí) sa mení v závislosti od populačných ukazovateľov drobných cicavcov, podmienok prostredia, aktuálneho počasia, a tiež od

nadmorskej výšky. Za úspešný sa považuje odchyt s aspoň 10 % úspešnosťou. Najvyššiu priemernú úspešnosť (23,45 %) sme zistili v nadmorskej výške 300 až 500 m n. m. a najnižšiu (14,18 %) vo výške 1 100 až 1 299



Obr. 2. Počty zistených druhov drobných cicavcov vo výškových stupňoch Slovenska (1 – výškový stupeň 1 500 – 1 750 m n. m., výskyt 11 druhov; 2 – výškový stupeň 1 300 – 1 499 m n. m., výskyt 14 druhov; 3 – výškový stupeň 700 – 899 m n. m. a 1 100 – 1 299 m n. m., výskyt 17 druhov, 4 – výškový stupeň 100 – 299 m n. m., 300 – 499 m n. m. a 900 – 1 099 m n. m., výskyt 18 druhov; 5 – výškový stupeň 500 – 699 m n. m., výskyt 19 druhov, 6 – nad 1750 m n. m. nerealizovaný výskum)

m n. m. (obr. 4). S rastom nadmorskej výšky nad 1 000 m n. m. úživnosť prostredia klesá, čím sa znižuje abundancia a denzita populácií drobných cicavcov. Prudký nárast v nasledujúcom výškovom rozpätí (1 300 až 1 499 m n. m.) môže byť spôsobený relatívne malým počtom vzoriek, v porovnaní s ostatnými pásmami.

Pre trojrozmerné vyjadrenie závislosti počtu druhov od nadmorskej výšky sme zvolili územie na hranici viacerých geomorfologických jednotiek (Oravská vrchovina, Veľká Fatra, Malá Fatra a Turčianska kotlina). Samotný 3D model vychádzal z digitálneho modelu reliéfu (ASTER GDEM) a z údajov o počte druhov v jednotlivých škálach nadmorskej výšky.

McCain (2004), v súvislosti so zmenami druhovej bohatosti drobných cicavcov s výškovým gradientom, popísal efekt strednej polohy (*mid-domain effect*). Zistil, že druhová bohatosť vrcholí v strednej nadmorskej výške medzi 1 000 až 1 300 m n. m., pričom druhová pestrosť klesá v nižších aj vyšších nadmorských výškach (sledované územie dosahovalo 1 840 m n. m. v Costa Rica). Podobné výsledky uvádza Brown (2001), najväčšiu druhovú diverzitu zistil v stredných polohách medzi bázou a vrcholom pohoria. Li et al. (2003) zaznamenali maximálnu bohatosť a diverzitu drobných cicavcov v stredných nadmorských výškach,

v ktorých viacero druhov rastlín dosahuje maximálnu diverzitu a primárnu produktivitu. Podľa našich zistení, celková druhová bohatosť, ako aj priemerný počet druhov, dosahovali najvyššie hodnoty v pásme 500 až 700 m n. m. Zistili sme, že mnoho druhov môže žiť v širokom vertikálnom rozpätí, čo umožňuje ich adaptačnú schopnosť. Aj terénne podmienky môžu vplyvať na rozšírenie drobných cicavcov. Vyššie spomínaní autori, v súlade so Stevensom (1992) uvádzajú, že sezónnosť a výškový gradient majú dôležitý vplyv na diverzitu drobných cicavcov. Hustota drobných cicavcov bola zvyčajne vyššia na jar (v porovnaní so zimným obdobím) a zvyšovala sa s rastom nadmorskej výšky.

Li et al. (2003) vyhodnocovali relatívnu abundanciu (na základe percentuálnej úspešnosti odchyty do pascí) drobných cicavcov v siedmich výškových pásmach, pričom uvádzajú úspešnosť v rozmedzí od 0,21 % (vo výškovom rozpätí 3 600 až 4 000 m n. m.) do 11,15 % (v nadmorskej výške 2 000 m n. m.). Najvyššiu relatívnu abundanciu sme zaznamenali v pásme od 300 do 500 m n. m. (23,45%), ktorá vo vyšších pásmach pozvoľna klesá. Minimálnu úspešnosť sme zistili v pásme 1 300 až 1 500 m n. m.

S rastom nadmorskej výšky sa menia ekologické podmienky prostredia, menia sa podmienky klima-

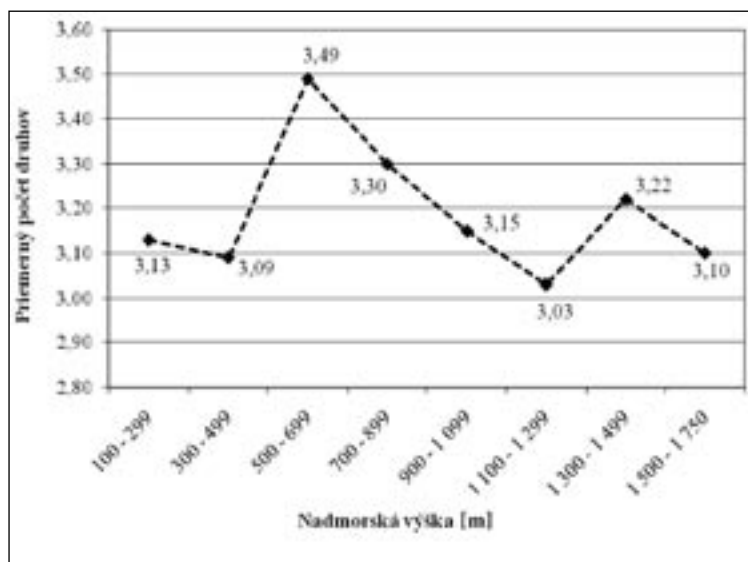
tické a podmienky produktivity. Mulungu et al. (2008) pri zisťovaní vzťahu druhovej diverzity hlodavcov a piskorov vo väzbe na nadmorskú výšku na Kilimandžare uvádzajú, že habitatové podmienky (typ vegetácie) zohrávajú dôležitejšiu úlohu ako nadmorská výška. Potvrdzujú predchádzajúce zistenia, že druhová diverzita je vyššia v horských lesoch ako na nížinách, antropogénnych stanovištiach a vysokohorských otvorených územiach.

V podmienkach Slovenska sme potvrdili tzv. efekt strednej polohy (*mid-domain effect*), keďže najvyššiu druhovú bohatosť drobných zemných cicavcov sme zaznamenali v stredných polohách (500 až 700 m n. m.).

Výsledky príspevku vznikli v rámci riešenia projektu VEGA MŠVVaŠ SR č. 1/0590/10 – Vplyv výstavby vodných nádrží na krajinu a biodiverzitu. Odchyt drobných zemných cicavcov sa realizoval v rokoch 1974 až 2010 pracovníkmi Výskumnej stanice Staré Hory (bývalý Ústav experimentálnej biológie a ekológie Slovenskej akadémie vied), Správy Chránenej krajiny oblasti Ponitrie (Štátna ochrana prírody SR), Katedry ekológie a environmentalistiky (Fakulta prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre).

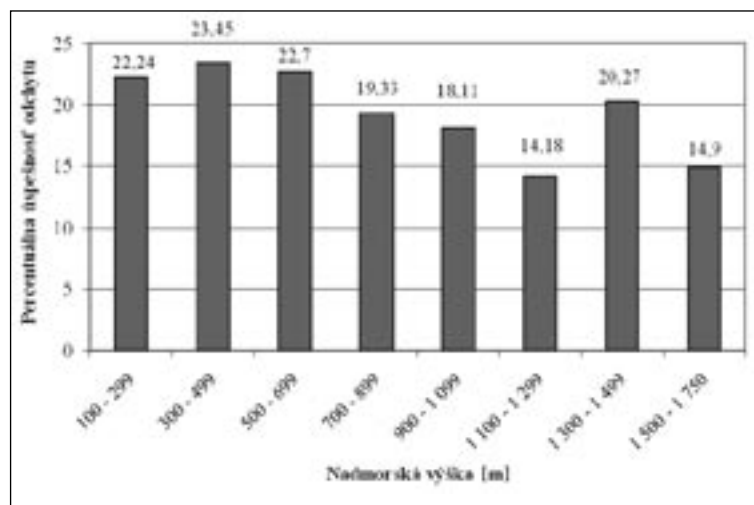
## Literatúra

- Brown, J. H.: Mammals on Mountainsides: Elevational Patterns of Diversity. *Global Ecology & Biogeography* 10, 2001, p. 101 – 109.
- Li, J. S., Song, Y. L., Zeng, Z. G.: Elevational Gradients of Small Mammal Diversity on the Northern Slopes of Mt. Qilian, China. *Global Ecology & Biogeography* 12, 2003, p. 449 – 460.
- McCain, C. M.: The Mid-domain Effect Applied to Elevational Gradients: Species Richness of Small Mammals in Costa Rica. *J. Biogeogr.* 31, 2004, p. 19 – 31.
- Mulungu, L. S., Makundi, R. H., Massawe, A. W., Machangu, R. S., Mbije, N. E.: Diversity and Distribution of Rodent and Shrew Species Associated with Variations in Altitude on Mount Kilimajaro, Tanzania. *Mammalia* 72, 2008, p. 178 – 185.
- Petluš, P., Vanková, V.: Využitie potenciálu vizuálnej exponovanosti pri hodnotení krajiny štruktúry urbanizovaného prostredia. *Životné prostredie* 44, 2010, 4, s. 204 – 208.



Obr. 3. Zmena hodnôt priemerného počtu druhov na odchyťovú líniu s rastom nadmorskej výšky

Obr. 4. Zmena priemerných hodnôt úspešnosti odchytov drobných cicavcov (podiel počtu odchytovaných jedincov na líniu – na 50 pascí) s výškovým gradientom



Stevens, G. C.: The Elevational Gradient in Altitudinal Range: An Extension of Rapoport Lattitudinal Role to Altitude. *American Naturalist*, 140, 1992, 6, p. 893 – 911.

Doc. Mgr. Ivan Baláž, PhD., [ibalaz@ukf.sk](mailto:ibalaz@ukf.sk)  
 Mgr. Imrich Jakab, PhD., [ijakab@ukf.sk](mailto:ijakab@ukf.sk)  
 Katedra ekológie a environmentalistiky Fakulty prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre,  
 Tr. A. Hlinku 1, 949 74 Nitra