

ISSN 1336-300X



# Acta Facultatis Ecologiae



FAKULTA EKOLÓGIE  
A ENVIRONMENTALISTIKY

Journal of Faculty of Ecology and Environmental Sciences  
Technical University in Zvolen

Volume 43  
2020 – 2

PŮVODNÉ VEDECKÉ PRÁCE / ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES

MURTIŇOVÁ, V.

ZHODNOTENIE MIERY ZÁRASTOV TRVALÝCH TRÁVNÝCH PORASTOV V K. Ú. CHRÁMEC  
(CHKO CEROVÁ VRCHOVINA) PO ROKU 1950

EVALUATION OF GROWTH RATE OF PERMANENT GRASSLAND IN CADASTRAL AREA CHRÁMEC  
(PLA CEROVÁ VRCHOVINA) AFTER 1950 ..... 7

VAVRINCŇOVÁ, K., PICHLEROVÁ, M., WIEZIKOVÁ, A. & FASSNACHT, R.

MOŽNOSTI TURIZMU V OKOLÍ NEMI A NÁVRH OPATRENÍ PRE ZVÝŠENIE VYUŽITELNOSTI  
TURISTICKÝCH CHODNÍKOV

OPPORTUNITIES FOR TOURISM NEAR NEMI AND PROPOSAL OF MEASURES TO INCREASE  
THE USABILITY OF HIKING TRAILS ..... 19

ŠAMAJOVÁ, V., SAMEŠOVÁ, D., HYBSKÁ, H., OLLEROVÁ, H. & KOČÍK, K.

POSÚDENIE KONTAMINÁCIE POĽNOHOSPODÁRSKEJ PŇDY VYBRANÝMI RIZIKOVÝMI PRVKAMI  
V K.Ú. PAPRADNO

EVALUATION OF AGRICULTURE SOILS CONTAMINATION BY RISK ELEMENTS  
IN CADASTRE AREA PAPRADNO ..... 37

WIEZIK, M. & WIEZIKOVÁ, A.

VPLYV VYBRANÝCH FAKTOROV NA MRAVCE (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)  
BYLINNO-TRÁVNÝCH EKOSYSTÉMOV SLOVENSKA

SELECTED ASPECTS OF ECOLOGY OF ANTS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE)  
IN THE PERMANENT GRASSLANDS OF SLOVAKIA ..... 45

## INŠTRUKCIE AUTOROM PRE PUBLIKOVANIE V ACTA FACULTATIS ECOLOGIAE

**Acta Facultatis Ecologiae** je vedecký časopis Fakulty ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene, ktorý vychádza ako periodikum a od roku 2007 je členený na dve sekcie: ekologickú a environmentálnu. Uverejňuje **pôvodné** recenzované vedecké práce tematicky zamerané v **sekcii Ekológia** na krajinnú ekológiu, krajinné plánovanie a tvorbu krajiny, ekológiu populácií a v **environmentálnej sekcii** na problematiku antropogénnych vplyvov na prostredie, ako aj filozofické aspekty vzťahov človeka a prírody. Okrem **vedeckých prác** je v časopise možné publikovať teoretické a syntetické práce, **Prehľadové články (reviews)** a **Recenzie** knižných publikácií z uvedených oblastí.

*Príspevky na uverejnenie schvaľuje redakčná rada, ktorá zároveň určuje recenzentov príspevkov. Recenzent zhodnotí obsah práce, jej prínos a formálne náležitosti a odporúča príspevok na publikovanie. V prípade nesúhlasu autora s posudkom recenzenta rozhoduje o uverejnení príspevku redakčná rada.*

### Všeobecné pokyny

1. Príspevok musí byť svojim zameraním **v súlade s obsahovým zameraním časopisu**.
2. Vedecký príspevok musí byť **pôvodnou prácou**, t.j. nesmie byť publikovaný alebo zaslaný na publikovanie do inej redakcie. Za pôvodnosť práce i za vecnú správnosť zodpovedá autor.
3. Cieľ práce má byť jasne formulovaný. Príspevok má tvoriť ucelený, logicky usporiadaný prehľad nových pôvodných poznatkov a ich kritické hodnotenie s konkrétnymi závermi.
4. Experimentálny alebo teoretický prístup má byť primeraný. Pracovný postup má byť opísaný spôsobom, umožňujúcim jeho reprodukciu. Experimentálne údaje majú byť štanovené so spoľahlivosťou zodpovedajúcou súčasnej technike a majú byť správne interpretované.
5. Rozsah práce má zodpovedať jej vedeckému prínosu a **nemal by prekročiť 15 strán A4** napísaných v textovom editore podľa predlohy, vrátane tabuliek a grafov. Ilustrácie a tabuľky majú byť úsporné a výstižné, pričom rovnaké údaje nemožno uvádzať duplicitne v oboch formách.
6. **Príspevok** môže byť napísaný v slovenskom, českom alebo v anglickom jazyku. Za úroveň jazyka zodpovedá autor. **Abstrakt** sa uvádza vždy v anglickom jazyku. **Súhrn** je uvedený v slovenskom jazyku, len ak je celý príspevok napísaný v anglickom jazyku.

*Rukopis príspevku ako i konečná verzia príspevku (t.j. rukopis po recenznom a redakčnom pripomienkovaní a následnom spracovaní pripomienok autorom) musia byť zaslané v tlačenej forme a zároveň doručené v elektronickej podobe, resp. zaslané e-mailom na [journalafezv@gmail.com](mailto:journalafezv@gmail.com), resp. výkonným alebo technickým redaktorom príslušnej sekcie (vid. web stránku [http://www.tuzvo.sk/sk/organizacna\\_struktura/fakulta\\_ekologie\\_a\\_environmentalistiky/veda\\_a\\_vyskum/acta\\_facultatis\\_ecologiae/acta\\_facultatis\\_ecologiae.html](http://www.tuzvo.sk/sk/organizacna_struktura/fakulta_ekologie_a_environmentalistiky/veda_a_vyskum/acta_facultatis_ecologiae/acta_facultatis_ecologiae.html))*

*Termín dodania rukopisov je 31. január a 15. júl príslušného roku.*

*Recenzie je možné zasielať priebežne. Publikované budú v najbližšom čísle časopisu.*

# Acta Facultatis Ecologiae

Journal of Faculty of Ecology and Environmental Sciences  
Technical University in Zvolen

Volume 43  
2020

## **Editorial Board**

Editor-in-Chief  
Michal Wiezik

Vice-Editor-in-Chief  
Dagmar Samešová

Executive Editor  
Andrea Diviaková – Ecological Section  
Andrea Zacharová – Environmental Section

Technical Editors  
Anna Ďuricová, Miroslav Vanek

### **Members**

Magdaléna Bálintová, Barbara Białecka, Ján Gáper, František Hnilička, László Miklós,  
Volodymyr Nykyforov, Branislav Olah, Peter Ondrišík,  
Andrej Oriňák, František Petrovič, Magdaléna Pichlerová, Artur Radecki-Pawlik, Tamás Rétfalvi,  
Dagmar Samešová, Marián Schwarz, Branko Slobodník, Slavomír Stašiov,  
Jaroslava Vrábliková

### **List of Reviewers Acta Facultatis Ecologiae 43**

Eliška Belaňová, Jozef Oboňa, Zuzana Perháčová, Vladimír Vician, Andrea Zacharová

© Technická univerzita vo Zvolene

ISSN 1336-300X

Všetky práva vyhradené. Nijaká časť textu ani ilustrácie nemôžu byť použité na ďalšie šírenie akoukoľvek formou bez predchádzajúceho súhlasu autorov alebo vydavateľa.

## OBSAH / CONTENT

### PŮVODNÉ VEDECKÉ PRÁCE / ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES

MURTIŇOVÁ, V.

Zhodnotenie miery zárastov trvalých trávnych porastov v k. ú. Chrámec  
(CHKO Cerová vrchovina) po roku 1950

Evaluation of growth rate of permanent grassland in cadastral area Chrámec  
(PLA Cerová vrchovina) after 1950..... 7

VAVRINCŇOVÁ, K., PICHLEROVÁ, M., WIEZIKOVÁ, A. & FASSNACHT, R.

Možnosti turizmu v okolí Nemi a návrh opatrení pre zvýšenie využiteľnosti  
turistických chodníkov

Opportunities for tourism near Nemi and proposal of measures to increase  
the usability of hiking trails ..... 19

ŠAMAJOVÁ, V., SAMEŠOVÁ, D., HYBSKÁ, H., OLLEROVÁ, H. & KOČÍK, K.

Posúdenie kontaminácie poľnohospodárskej pôdy vybranými rizikovými prvkami  
v k.ú. Papradno

Evaluation of agriculture soils contamination by risk elements in cadastre area Papradno ..... 37

WIEZIK, M. & WIEZIKOVÁ, A.

Vplyv vybraných faktorov na mravce (Hymenoptera: Formicidae)  
bylinno-trávnych ekosystémov Slovenska

Selected aspects of ecology of ants (Hymenoptera: Formicidae)  
in the permanent grasslands of Slovakia..... 45



PÔVODNÉ VEDECKÉ PRÁCE  
ORIGINAL SCIENTIFIC ARTICLES





# ZHODNOTENIE MIERY ZÁRASTOV TRVALÝCH TRÁVNÝCH PORASTOV V K. Ú. CHRÁMEC (CHKO CEROVÁ VRCHOVINA) PO ROKU 1950

VERONIKA MURTIŇOVÁ

Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen, vmurtinova@gmail.com

## ABSTRACT

(Murtinová, V.: **Evaluation of growth rate of permanent grassland in cadastral area Chrámec (PLA Cerová vrchovina) after 1950**)

The overgrowth of permanent grassland changes biodiversity and thus changes in the species composition and the loss of natural values can be observed. Habitats for meadow and pasture communities, which are replaced in the process of succession by the climax stage, disappear. From the nature protection point of view, the preservation of biodiversity is of a great importance, as it contributes to the preservation of diversity and the stability of the natural environment. The presented paper evaluates the rate of permanent grassland overgrowth in the cadastral area Chrámec and compares changes that occurred between 1950 and 2019. As for the land use, the results show that in the past (after 1950) cattle grazing predominated and permanent grasslands occupied 70% of the territory. Over time, the agricultural cooperative ceased to exist as did the cattle grazing, resulting in decrease of the permanent grasslands by 20%. At present (2019) permanent grassland occupies approx. 50% of the Chrámec cadastral area. The agricultural area is not used anymore, and the succession takes place. As for the Protected Landscape area Cerová vrchovina, almost 60% of its area is overgrown by the permanent grassland with the category of overgrowth from 76 to 100%.

**Key words:** permanent grassland, succession, landscape structure, land use, Protected Landscape Area Cerová vrchovina

## ÚVOD

Krajina Cerovej vrchoviny je výsledkom spolupôsobenia prírodných pochodov a ľudskej činnosti. Prírodné podmienky krajiny určili jej obyvateľom hlavné oblasti využívania, a to poľnohospodárstvo, lesné hospodárstvo a využívanie nerastných surovín (BARÁZ et al. 2010).

Na Slovensku prevládalo intenzívne obhospodarovanie pasením dobytká do 50. rokov 20. storočia. Taktiež prevládalo aj po 50. roku, ale s výraznou zmenou z hľadiska vlastníctva. Po kolektívizácii a združstevňovaní došlo k modernizovaniu technológií alebo zanechaniu poľnohospodárstva.

Dôsledkom stagnácie poľnohospodárstva po roku 1990 dochádza k pustnutiu krajiny v podobe zárastových procesov – sekundárnej sukcesie. Trvalé trávne porasty (TTP) zahŕňujú lúky a pasienky, ktoré sú v poľnohospodárskej krajine

veľmi dôležitým fenoménom, poskytujú životný priestor pre množstvo mikroorganizmov a živočíchov. Tým pádom je dôležité sa zamyslieť nad novou cieľovou kvalitou krajiny, nad jej koncepciou a manažmentom. Ide o zarastanie najmä lúk a pasienkov nelesnou drevinovou vegetáciou (ZAUŠKOVÁ 2009).

Nevyužívaním lúk dochádza k sekundárnej sukcesii a k postupnému vzniku lesa. Zároveň sa menia aj spoločenstvá druhov, ktoré sú nahradené druhmi prispôbenými na nové podmienky. Problém môže nastať v chránených územiach, v ktorých sa vyskytujú druhy citlivé alebo ohrozené. Takého druhu, ktoré sú charakteristické pre lúčny alebo pasienkový biotop je potrebné zachovať a vytvoriť podmienky pre dlhodobú existenciu.

Pre udržanie a zachovanie optimálneho stavu diverzity krajiny je potrebné prijať určité manažmentové opatrenia. Manažmentom za-

bezpečujeme obhospodarovanie, pri ktorom nedochádza k poklesu autochtónnej biodiverzity, napr. kosenie lúčnych spoločenstiev, udržiavanie obhospodarovania ornej pôdy, spásanie trávnych porastov a odstraňovanie sukcesných drevín.

BOLTIŽIAR, OLAH, PETROVIČ (2013) poukazujú na význam využívania zachovaných historických máp pri zhodnotení vývoja krajiny. Výskum vývoja krajiny predstavuje aktuálnu výskumnú problematiku a za posledné roky je na vzostupe nielen u nás, ale aj v iných krajinách sveta. Štúdium vývoja krajiny od minulosti až po súčasnosť má význam pre krajinnoekologické analýzy a syntézy ústiače do návrhov pre trvalo udržateľné využívanie územia.

Mierou zarastania a jej hodnotením sa zaoberala v práci GALLAYOVÁ (2008) a v diplomových prácach MURÍNOVÁ (2015), TRNOVEC (2013) a HÓFER (2012). Výsledky prác dokazujú postupné ustupovanie od obhospodarovania na plochách poľnohospodársky využívaných, čím dochádza k sukcesii.

V práci hodnotíme mieru zárastov TTP a ich závislosti od vybraných prírodných podmienok. Porovnáваме rok 1955 počas kolektívizácie a združstevňovania pozemkov s rokom 2019, sú to zmeny, ktoré sa udiali za dlhšie časové obdobie. Časť mapovaného územia patrí pod Správu Chránenej krajiny oblasti (CHKO) Cerová vrchovina, ktorej budú poskytnuté údaje pre ďalšie spracovanie ako podklad pre návrh manažmentových opatrení.

## CHARAKTERISTIKA ÚZEMIA

Obec Chrámec sa nachádza na juhu stredného Slovenska v Banskobystrickom kraji, v okrese Rimavská Sobota, hraničí s Maďarskom (obr. 1). Kataster obce Chrámec má rozlohu 1284 ha. Obec má 465 obyvateľov a centrálna časť obce leží v nadmorskej výške 176 m n. m. Vo východnej časti okresu Rimavská Sobota sa rozprestiera CHKO Cerová vrchovina, zasahuje aj do riešeného katastra južne od obce Chrámec. V katastri obce sa nachádza aj Chránené vtáčie územie (CHVÚ) Porimavie, Chránený areál (CHA) Vinohrady a Územie európskeho významu (ÚEV) Pieskovcové chrbtý.

Reliéf CHKO Cerovej vrchoviny je silne zvlnený, členitý a pomerne rozmanitý. Územie

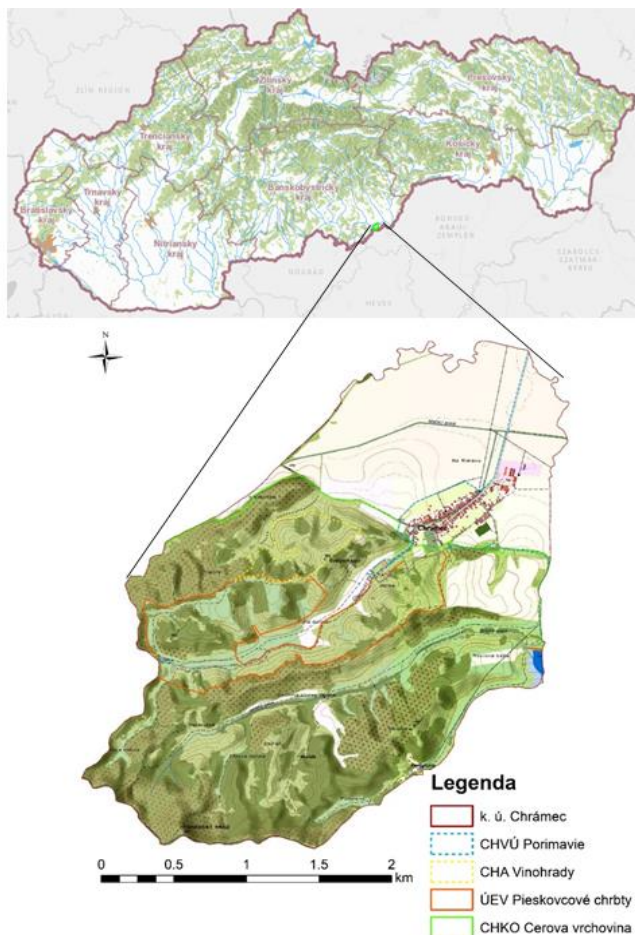
možno zaradiť medzi nižšie vysočiny. Kataster obce Chrámec sa zaraďuje medzi tvary na pieskovcoch. Zlomami predisponované doliny sú usporiadané prevažne chaoticky, ako napr. horný tok Mačacieho potoka, len vo východnej časti, pri Chrámci, v nich rozoznať smer SV-JZ, kde sú vyvinuté paralelné doliny napr. Teplá, ktorá sa nachádza v riešenom katastri (BARÁZ et al. 2010).

Najviac zastúpeným pôdnym typom je pararendzina typická (34,9 %), vyskytuje sa na sklone nad 7° na južnej časti. V severnej časti riešeného územia sa nachádza fluvizem typická (34,9 %). Ďalšie pôdne typy vyskytujúce sa na území sú kambizem modálna (9,9 %) a kambizem rendzinová (0,6 %). Z pôdných druhov sa na sklone nad 7° nachádzajú hlinité pôdy (53,6 %). Prachovito-hlinité pôdy (46 %) sú zastúpené na miestach s nižšou nadmorskou výškou. S malým percentuálnymi zastúpením sa tu vyskytujú aj piesčito-hlinité pôdy (0,4 %).

Z klimatického hľadiska prevláda v riešenom katastri kotlinová klíma teplá 91,1 %. Nižšie položené časti územia sú všeobecne teplejšie a suchšie (najteplejšie do nadmorskej výšky 350 m). Na juhu prechádza do horskej teplej klimatickej oblasti (8,9 %).

Je to oblasť s nízkymi zrážkami a priemernou ročnou teplotou 8 – 9 °C. Priemerné januárové teploty dosahujú hodnoty od -3,8°C do -4°C a priemerné júlové teploty presahujú 20°C. Priemerný ročný úhrn zrážok tu nepresahuje 700 mm (BARÁZ et al. 2010).

Východnú časť CHKO Cerovej vrchoviny odvodňuje Mačací potok, prechádza severnou časťou katastra, ktorý sa ďalej vlieva do rieky Rimavy, ktorá je najdlhšou riekou v okrese Rimavská Sobota. Do územia zasahuje aj vybudovaná vodná nádrž susednej obce Janice, do ktorej priteká z katastra Chrámec Janický potok. Umelé vodné toky na jednej strane predstavovali v čase ich vzniku zásah do krajiny, ale na strane druhej, postupným zarastaním a zanášaním brehových partií, vznikli významné mokraďové biotopy, ktoré slúžia ako hniezdiská pre vodné vtáctvo, obojživelníky a prispievajú k biodiverzite krajiny. Centrálnou časťou katastra aj naprieč intravilánom obce preteká Chrámecký potok, ktorý sa vlieva do Mačacieho potoka (BARÁZ et al. 2010).



Obr. 1 Poloha k. ú. Chrámec s chránenými územiami v rámci Slovenskej republiky  
 Fig. 1 Location of cadastral area Chrámec with protected areas within Slovak republic

## MATERIÁL A METÓDY

Mieru zrástov TTP sme hodnotili podľa metódy GALLAYOVEJ (2008). V programe ArcGis 10.3. sme ortofotosnímky z roku 2019 a historickú mapu z roku 1950 preložili hexagonálnou sieťou s plochou jedného hexagónu 2500 m<sup>2</sup>. (obr. 2). Hexagóny sú lepším spôsobom na vizualizáciu, tým, že do seba dokonale zapadnú. Každému hexagónu sme priradili percentuálnu kategóriu zrástu TTP (%). Jednotlivé kategórie zrástov TTP boli stanovené nasledovne (GALLAYOVÁ 2008):

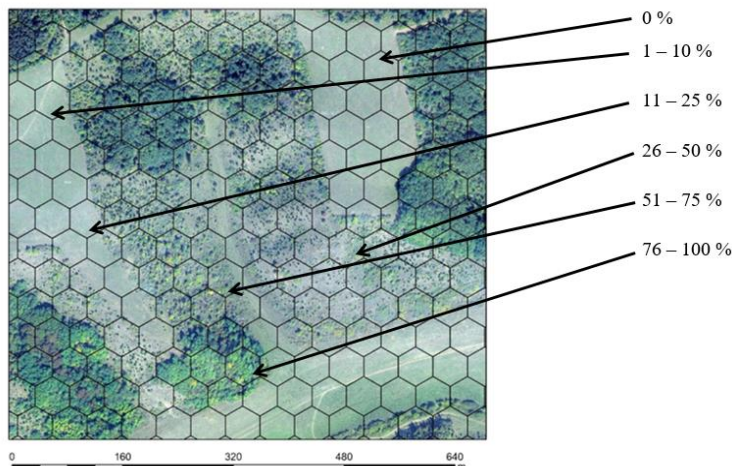
- kategória 0%: bez zrástu
- kategória 1–10%: solitéry, prípadne „sporadické“ zastúpenie stromov a krov do 10%

- kategória 11–25%: zastúpenie stromov a krov na 11–25%
- kategória 26–50%: zastúpenie stromov a krov na 26–50%
- kategória 51–75%: zastúpenie stromov a krov na 51–75%
- kategória 76–100%: zastúpenie stromov a krov na 76–100%

Vstupnými mapovými podkladmi bola aj prvotná, druhotná a terciárna štruktúra krajiny (TKŠ) a venovali sme sa aj porovnaniu druhotnej a súčasnej štruktúry. Na vytvorenie prvotnej krajinej štruktúry (PKŠ) boli použité údaje zo Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra v mierkach 1:50 000, 1:10 000. Údaje o abiotických podmienkach PKŠ ako nadmorská výška, sklon a expozícia voči svetovým stranám sme

analyzovali a zhodnotili so súčasnými plochami TTP. Mapu druhej krajiny (DKŠ) sme vytvorili pomocou historickej ortofotomapy z roku 1955 a topografickej mapy 1952 – 1955 s mierkou 1:25 000. Ďalej v texte referenciu na toto obdobie používame rok „1950“. Na spracovanie

mapy súčasnej krajiny (SKŠ) boli použité ortofotomapy s mierkou 1:10 000 z roku 2018, ktoré sme aktualizovali terénnym mapovaním (ďalej v texte referenciu ako rok „2019“). TKŠ vyplýva z ochrany prírody. Všetky mapy boli spracované v programe ArcGis 10.



Obr. 2 Jednotlivé kategórie zárastov hodnotené v hexagonálnej sieti (ZBGIS ortofotomapa)  
Fig. 2 Individual growth categories evaluated in a hexagonal network (ZBGIS orthophotomap)

## VÝSLEDKY

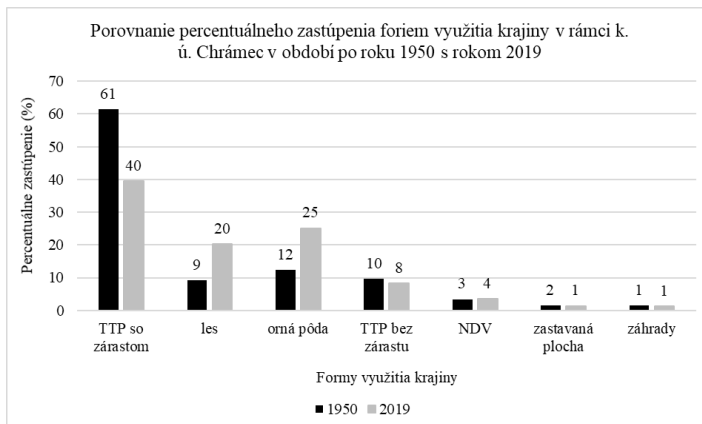
### Analýza prvotnej krajiny štruktúry

Z prvotnej krajiny štruktúry bola spracovaná mapa geologického podložja, z ktorého prevládajú na viac ako polovici územia hlinité zvetraliny na spevnených ílovcovo-prachovcových horninách (55,2%) na sklone vyššom ako 7°. Z pôdných charakteristík boli najviac zastúpeným pôdnym typom pararendzina modálna (54,2 %), z pôdných druhov pôda hlinitá (53,6%) a na území prevláda stredne hlboká pôda (55,6 %). Takmer celé skúmané územie k. ú. Chrámec je pokryté slaboskeletnatými pôdami (98,3 %). V oblasti CHKO Cerová vrchovina sa prevláda sklon od 12,1° do 25,0°. Reliéf CHKO je silne zvlhnený, členitý a pomerne rozmanitý. Nadmorská výška sa v skúmanom území pohybuje od 170 m n. m. do 380 m n. m. Plochy s najnižšou nadmorskou výškou sú orientované na severovýchod s najväčším percentuálnym zastúpením 40,9%. Po celom skúmanom území sa tiahne kotlinová klíma teplá a na juhu územia prechádza do horskej teplej klímy. Z potenciálnej vegetácie by sa tu vyskytovali karpatské dubovo-hrabové lesy (*Carpinion*).

### Interpretácia prírastkov a úbytkov jednotlivých foriem využitia zeme v dvoch časových intervaloch

Výrazné zmeny nastali takmer v každej forme využitia zeme (obr. 3), kde sme porovnali súčasné využívanie krajiny s 50. rokmi 20. storočia.

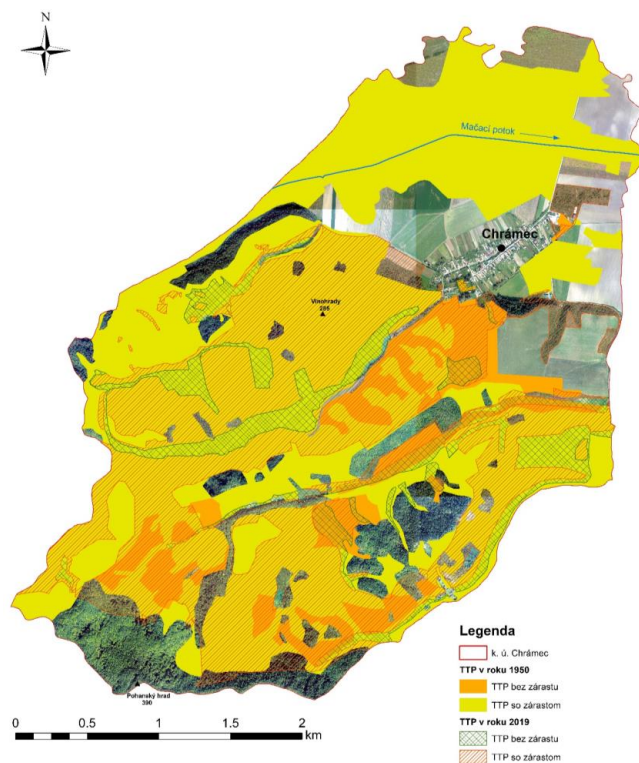
V kategórii TTP so zárastom je v súčasnosti rozloha menšia takmer o polovicu. Zmenili sa predovšetkým na ornú pôdu. Rozloha TTP bez zárastu sa zmenšila približne o 1 %, s jednou výnimkou, a to, v súčasnosti sa na území vyskytujú iba kosené lúky. Rozloha lesa a ornej pôdy je v súčasnej dobe približne o polovicu vyššia oproti roku 1950 na úkor TTP konkrétne pasienkov, ktoré zanikli spolu s poľnohospodárskym družstvom. Rozloha nelesnej drevinovej vegetácie (NDV) sa nezmenila, ale došlo k výrazným zmenám. Zatiaľ čo v minulosti boli plochy NDV roztrúsené takmer po celom území, v dnešnej dobe je týchto plôch menej, majú líniový charakter a slúžia ako biokoridory pre migrujúce živočíchy alebo sa zmenili na les. Pri zastavanej ploche sa rozloha výrazne nezmenila. Zmeny v kategórii záhrady sú na tom podobne ako kategória zastavanej plochy. Percentuálne zastúpenie je takmer rovnaké. Odkrytý substrát, ktorý sa nachádzal v DKŠ ne-



**Obr. 3 Porovnanie využitia krajiny v období po roku 1950 a v 2019**  
**Fig. 3 Comparison of the land use in the period after 1950 and in 2019**

d'aleko lesa a NDV postupne zarástol drevinami a na dnešných plochách sa vyskytuje les. Rozloha cintorína sa nezmenila. Formy využitia zeme, ktoré vznikli od 50. rokov 20. storočia sú futbalové ihrisko, poľnohospodársky areál a vodná nádrž Janice.

Na obr. 4 môžeme porovnať rozlohu TTP so zrástom a bez zrástu v rokoch 1950 a 2019 a sledovať, na ktorých miestach TTP zanikli.



**Obr. 4 Porovnanie zastúpenia TTP so zrástom a TTP bez zrástu v rámci k. ú. Chrámec v období po roku 1950 s rokom 2019**

**Fig. 4 Comparison of the permanent grassland representation with and without overgrowth within c.a. Chrámec in the period after 1950 with 2019**

### Hodnotenie miery zarastania TTP v porovnaní dvoch časových intervaloch

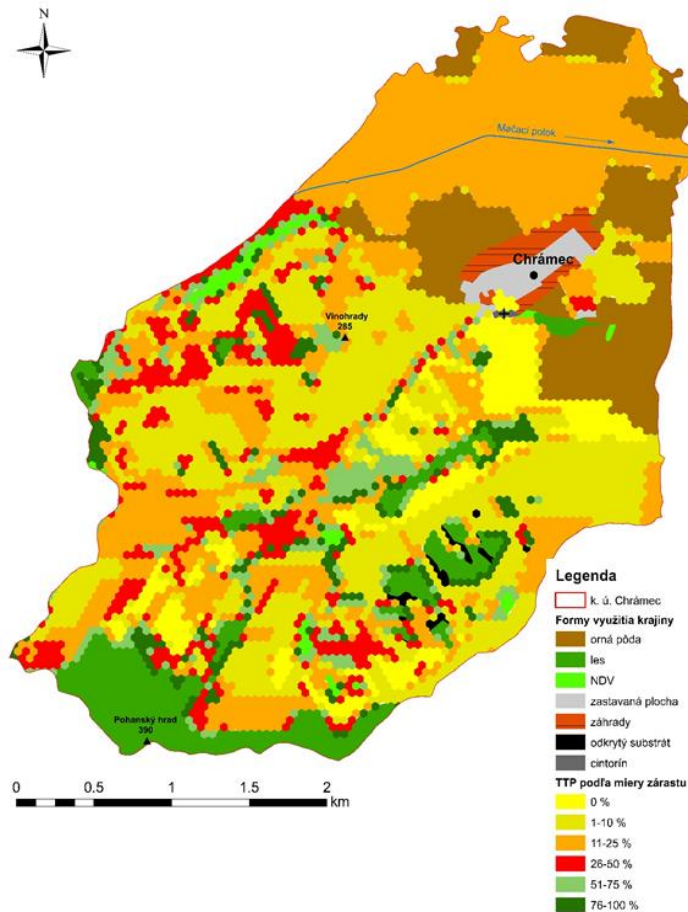
Celková rozloha TTP v k. ú. Chrámec po roku 1950 bola 1025,6 ha (tab. 1, obr. 5). Najväčšiu plochu zaberá TTP s kategóriou zrást 11

– 25 %. Druhou najväčšou plochou na území sú zarást 1 – 10 %. Ďalšou najrozšírenejšou plochou sú zarást 26 – 50 %, ktoré zaberajú 10 % územia. Ostatné kategórie TTP zaberajú v záujmovom území menej ako 10 %.

Tab. 1 Miera zrástov TTP v k. ú. Chrámec po roku 1950

Tab. 1 Growth rate of permanent grassland in cadastral area after 1950

Kategória zrástov (%)	Rozloha (ha)	Rozloha (%)
0 (bez zrástu)	80,3	7,9
1–10	333,9	32,6
11–25	399,2	39,0
26–50	101,8	10,0
51–75	60,6	5,9
76–100	49,8	4,7
Spolu	1025,6	100



Obr. 5 Miera zrástov TTP v k. ú. Chrámec po roku 1950

Fig. 5 Growth rate of permanent grassland in cadastral area after 1950

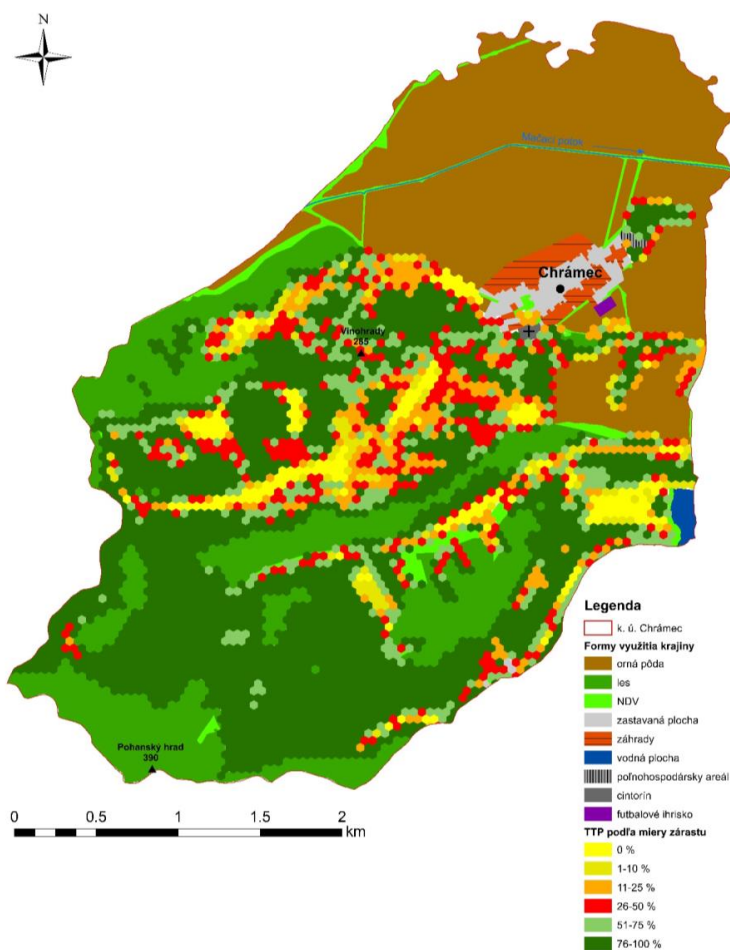
V súčasnosti viac ako polovicu územia zaberajú plochy TTP s kategóriou zárastu 76 – 100% (tab. 2, obr. 6). Kategórie zárastu 51 – 75% a 26 – 50% zaberajú viac ako 10%. Ostatné TTP s ka-

tegóriou zárastu nižšou ako 25% zaberajú menej ako 10% plochy. Celková rozloha TTP v k. ú. Chrámec v roku 2019 je 712,4 ha.

**Tab. 2 Miera zárastov TTP v k. ú. Chrámec v roku 2019**

**Tab. 2 Growth rate of permanent grassland in cadastral area in 2019**

Kategória zárastov (%)	Rozloha (ha)	Rozloha (%)
0 (bez zárastu)	39,0	5,5
1–10	25,8	3,6
11–25	57,2	8,0
26–50	78,4	11,0
51–75	88,1	12,4
76–100	423,9	59,5
Spolu	712,4	100



**Obr. 6 Miera zárastov TTP v k. ú. Chrámec v roku 2019**

**Fig. 6 Growth rate of permanent grassland in cadastral area in 2019**

## Analýza a zhodnotenie zmien v jednotlivých formách využitia zeme v dvoch časových intervaloch

Pri posudzovaní zmien dvoch období (po roku 1950 a rok 2019) záujmového územia sme zdigitalizovali mapu (obr. 7), v rámci ktorej sú porovnané plochy, na ktorých sa miera zárastu TTP zvýšila alebo znížila, a to nasledovne:

- plochy, na ktorých sa miera zárastu TTP od roku 1950 zvýšila:
  - 0% < plochy s 0% zvýšením zárastu
  - 1 – 10% < plochy s 1 – 10% zárastom, na ktorých sa zárast zvýšil
  - 11 – 25% < plochy s 11 – 25% zárastom, na ktorých sa zárast zvýšil
  - 26 – 50% < (plochy s 26 – 50% zárastom, na ktorých sa zárast zvýšil
  - 51 – 75% < (plochy s 51 – 75% zárastom, na ktorých sa zárast zvýšil
- plochy, na ktorých sa miera zárastu TTP od roku 1950 znížila:
  - 1 – 10% > plochy s 1 – 10% zárastom, na ktorých sa zárast znížil
  - 11 – 25% > plochy s 11 – 25% zárastom, na ktorých sa zárast znížil
  - 26 – 50% > plochy s 26 – 50% zárastom, na ktorých sa zárast znížil
  - 51 – 75% > plochy s 51 – 75% zárastom, na ktorých sa zárast znížil
  - 76 – 100% > plochy s 76 – 100% zárastom, na ktorých sa zárast znížil
- plochy TTP bez zmeny: A
- plochy bez zmeny s inou formou využívania: B
- plochy, ktoré sa zmenili na TTP: C
- plochy TTP, ktoré sa zmenili na iné formy využívania: D

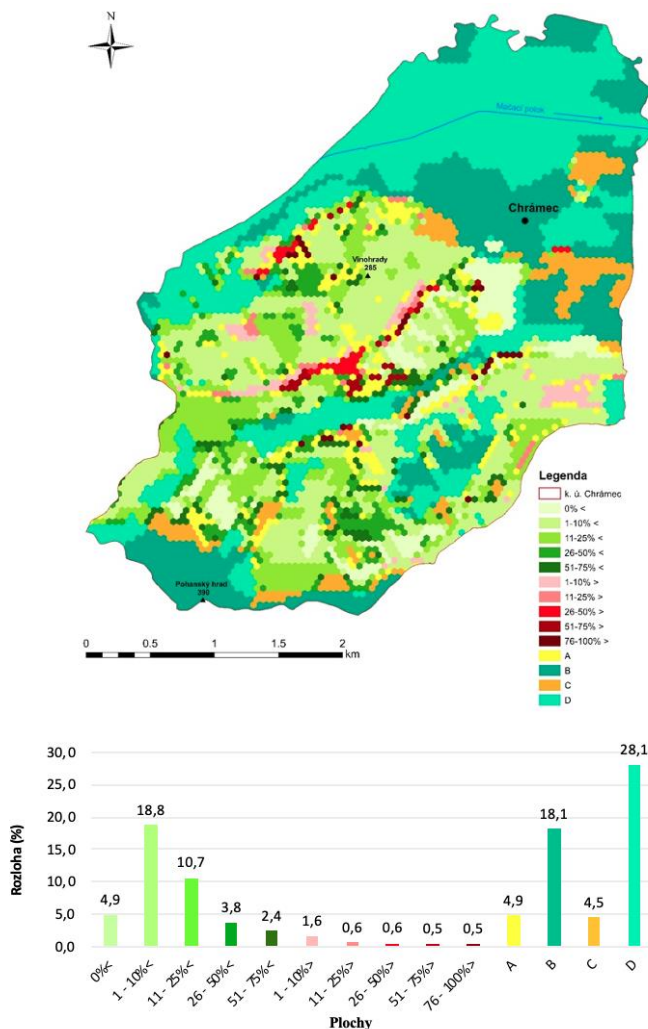
Analýzy zmien ukazujú, že 28,1% plôch TTP sa zmenili na iné formy využívania. Je to zmena na ornú pôdu a les. Na plochách, na ktorých bola po roku 1950 miera zárastu TTP 1 – 10% sa zárast zvýšil až na 18,8% rozlohy územia. Na 18,1% rozlohy územia plochy s inou formou využitia zostali nezmenené ako napr. zastavaná plocha, záhrady, orná pôda a les v niektorých častiach katastra. Plochy, ktoré mali v minulosti 11 – 25% mieru zárastu majú v súčasnosti zvýšenú mieru zárastu a to na 10,7% rozlohy územia. 4,9% rozlohy územia TTP zostali nezmenené a 4,5% rozlohy sa zmenili na TTP napr. časť ornej pôdy sa zmenila na TTP. Zmenili sa aj plochy TTP, ktoré boli bez zárastu a v súčasnosti zarastajú na 4,9% plôch. Územie sukcesne zarástlo na väčšine územia a iba na malých plochách sa zárast znížil.

## DISKUSIA

Keďže sa v práci venujeme TTP, riešené územie sme rozdelili na TTP so zárastom a TTP bez zárastu, čím sme zhodnotili zmeny v štruktúre krajiny katastra obce Chrámec. Cez územie prechádza hranica CHKO Cerová vrchovina. Touto hranicou sme územie rozdelili na severnú a južnú časť a porovnávame ich odlišne, vzhľadom na inú prevládajúcu zložku krajiny. Zatiaľ čo na území CHKO Cerová vrchovina prevláda TTP a nadmorská výška je vyššia a sklon rozmanitejší, v severnej časti záujmového územia prevláda orná pôda so zastavanou plochou, v nadmorskej výške 170 – 180 m n. m. a sklone do 3°. Pri porovnaní výsledkov DKŠ a SKŠ sme zistili, že TTP vo všeobecnosti prevláda aj dnes, s tým rozdielom, že sa celková plocha TTP zmenšila o 23% (297,5 ha). Konkrétne sa zmenšila rozloha TTP so zárastom, na týchto plochách je v súčasnosti buď orná pôda, alebo tieto plochy pri lese zarástli. Ďalšia výrazná zmena, ktorá sa udiala je zánik maloblokového obhospodarovania a vznik veľkoblokovej ornej pôdy. Rozloha TTP bez zárastu sa zmenšila o 1,3%, ale plochy sa nachádzajú v iných častiach záujmového územia, dnešnej CHKO. Na plochách TTP, ktoré sukcesne zarastajú sa vyskytujú dreviny napr. *Robinia pseudoacacia*, *Acer campestre*, *Juglans regia*, *Sambucus nigra*, *Rosa canina*, *Ligustrum vulgare*, *Clematis vitalba*, *Crataegus monogyna*, *Viburnum opulus*, *Padus avium*, *Swida alba*, z ovocných drevín *Prunus spinosa*, *Pyrus communis*, *Prunus domestica*, *Malus sylvestris*, *Rubus fruticosus*, z ihličnanov je to napr. *Pinus nigra*.

Pri určovaní miery zárastov sme použili hexagonálnu sieť. Tvar hexagónu je lepším spôsobom na vizualizáciu, tým, že do seba dokonale zapadnú. Podľa výsledkov sme zhodnotili, že TTP v záujmovom území prevláda v nadmorskej výške 200 – 250 m n. m., na sklone 12,1° do 17,0° a plochy sú orientované väčšinou na severovýchod. Zistili sme, že, zatiaľ čo najviac rozlohy územia po roku 1950 boli zarastené od 1 do 10% a od 11 do 25%, v súčasnosti (2019) je vyše polovica rozlohy územia zarastená na 76 až 100%. Tým pádom vo vzťahu so všetkými krajinnoekologickými charakteristikami prevláda kategória 76 – 100% v každej nadmorskej výške, sklone a expozícii. Pri hodnotení územia po roku 1950 je najviac zastúpená kategória zárastu 11-25% a druhou zastúpenou je 1-10% zo 6% rozdielom z celkovej rozlohy TTP. Pri výsledkoch sme si všimli rozdiel, v tom, že vo vzťahu ku krajinnoekologickým charakteristikám prevláda kategória 1 – 10%. Tento





Obr. 7 Analýza zmien  
Fig. 7 Analysis of changes

rozdiel môže byť spôsobený aj tým, že pri určovaní miery zárastov v hexagonálnej sieti, sme priraďovali kategóriu aj hexagónom, ktoré pretínali hranicu s katastrom, čím mohlo dôjsť k odchýlke rozlohy v kategórii zárastov 1 – 10% a 11 – 25% približne o 3%.

Analýza zmien odhalila zmenu TTP na iné formy využívania krajiny, a to na ornú pôdu a les (28,1% hodnoteného územia). Niektoré z týchto plôch už mali vyššiu mieru zárastu a po čase sa zmenili na les alebo severná časť územia bola zmenená na veľkoblukovú ornú pôdu. Až na 18,8% rozlohy sa miera zárastu TTP zvýšila z 10% na vyššiu hodnotu. Dôvody zvýšenia zárastu môžu byť rôzne, napríklad v minulosti sa

na tomto území vyskytovali aj pasienky a poľnohospodárske družstvo. Poľnohospodárske družstvo je v súčasnej dobe nevyužívané a jeho areál sukcesne zarastá. Pasienky a lúky, ktoré sa využívali na pasenie dobytku zanikli a postupom času zarástli.

V záujmovom území sa nachádzajú aj chránené územia ako CHVÚ, CHA a ÚEV, ktoré je potrebné chrániť a udržiavať, aby nedošlo k zmene biodiverzity.

V ÚEV Pieskovcové chrby sú predmetom ochrany NATURA 2000 porasty borievky obyčajnej (*Juniperus communis*). Z výskumu FALÍNSKÉHO (1998) borievky v Poľsku, bolo zistené, že odstránenie borievok primárnej populácie

viedlo v krátkom čase k vzniku podstatne početnejšej populácie sekundárnej (UJHÁZY 2003). Borievky sú v krajine dôkazom minulých vplyvov človeka na vegetáciu a okrem estetického významu sú aj významné biotopy pre zoocenózy. Najvyššiu diverzitu majú prvé štádiá po skončení pastvy v trávnych porastoch s roztrúsenou borievkou do 30% pokryvnosti, resp. plochy, kde ešte prebieha extenzívna pastva. Po jej skončení sa začínajú šíriť expanzívne trávy napr. *Brachypodium pinnatum*, *Calamagrostis epigejos* a biodiverzita porastov klesá. Neskoršie sa začínajú formovať sukcesné štádiá lesa a vyššie náletové dreviny postupne vytlačia borievku (Katalóg biotopov Slovenska). Pre zachovanie porastu borievky je v rámci potreby vhodné odstrániť náletové dreviny, ktoré ju vytlačujú.

Súčasťou ÚEV sú aj subpanónske travinno-bylinné porasty. Tieto biotopy sa v minulosti často využívali ako extenzívne pasienky (NATURA 2000). Typickým a významným sekundárnym biotopom z hľadiska ochrany prírody sú pasienky spásané ovcami a hovädzím dobytkom, ktoré v súčasnosti takmer úplne absentujú v riešenom katastri, preto je vidieť pokročilé štádiá zarastania v chránenom území. Z hľadiska ochrany prírody je potrebné, aby národné a medzinárodné poľnohospodárske programy podporovali extenzívne využívanie pasienkov. Z hľadiska manažmentu ÚEV Pieskovcové chrby by bolo vhodné prinavrátiť extenzívnu pastvu oviec, kôz, dobytku na nižších svahoch. Extenzívna pastva pomáha proti rozširovaniu náletových drevín a prispieva k zvýšeniu druhovej diverzity. Živočišna výroba v minulosti bola v obci Chrámeč zameraná na chov hovädzieho dobytku.

Poľovné revíry sú v CHKO Cerová vrchovina podľa vyhlášky MP SR č.91/1997 Z. z. o poľovných oblastiach a o akostných triedach zaradené do srnčích poľovných oblastí. Poľovný revír Chrámeč je poľovná podoblasť v okrese Rimavská Sobota. Vyskytuje sa tu okrem srnčej zveri aj diviacia (BARÁZ et al. 2010).

S poľovníckym krmivom pravdepodobne súvisí výskyt inváznej rastliny Glejovky americkej (*Asclepias syriaca*), ktorá sa rozšírila v tejto oblasti aj z dôvodu výskytu viacnásobných poľovníckych posedov. Krmivo sa využíva na vnaďenie a šíri sa vetrom alebo aj vegetatívne pomocou bohatej koreňovej sústavy. V roku 2017 bola zaradená medzi druhy vzbudzujúce obavy Únie, preto v rámci starostlivosti je potrebné odstraňovanie inváznej rastliny.

Z výsledkov miery zárastu TTP môžeme skonštatovať, že oblasť CHA Vinohrady, v ktorom je predmetom ochrany Poniklec veľkokvetý (*Pulsa-*

*tilla grandis*) je z väčšej miery zarastená kategóriou 76–100%. Súčasťou návrhu manažmentu by bolo vhodné preriediť kroviny a náletové dreviny.

## ZÁVER

Z hľadiska ochrany prírody je dôležité zachovanie biodiverzity, ktoré prispieva k zachovaniu rozmanitosti a k stabilite prírodného prostredia. Príspevok hodnotí mieru zárastov TTP v k. ú. Chrámeč. Čo sa týka využitia zeme, z výsledkov môžeme skonštatovať, že v minulosti (po roku 1950) prevládala pastva dobytku a TTP zaberalo 70% územia. Postupom času zaniklo poľnohospodárske družstvo a pasenie dobytku ustúpilo a rovnako sa znížila aj rozloha TTP približne 20%. V súčasnosti (2019) TTP zaberá približne 50% územia rozlohy katastra obce, poľnohospodársky areál sa nevyužíva a sukcesne zarastá a rovnako zarastá aj oblasť CHKO, ktorá je zarastená na takmer 60% rozlohy, podľa miery zarastania TTP na 76-100%, čo nemusíme brať ako negatívum. Sukcesia sa z estetického hľadiska môže považovať za negatívny jav v krajine a na prvý pohľad sa môže zdať, že sa plochy nevyužívajú dostatočne a zároveň môže mať negatívny vplyv na chránené druhy, ktoré sú vytlačované nepôvodnými druhmi.

Trávne porasty ako ekosystém sú označované za dynamický, cirkulačný cyklus producentov, konzumentov, rozkladačov v abiotickom prostredí, ktorý je energeticky prepojený a v značnej miere stabilný (MRKVIČKA 2004).

Vo väčšine prípadov zanedbaním trávnych porastov dochádza k zarastaniu. Postupné zarastanie TTP pri ich využívaní je síce prirodzeným procesom, nakoľko ide o sekundárne spoločenstvá, avšak pokiaľ máme záujem o zachovanie špecifických spoločenstiev z hľadiska biodiverzity je potrebné zabezpečiť ich manažment v súčasných socioekonomických podmienkach (GALLAYOVÁ 2008).

Trávne porasty sú jedinečnou poľnohospodárskou kultúrou, kde možno nájsť spontánne bohatstvo a rozmanitosť genofondu. Rôzne lúčne typy majú však rozmanité druhové bohatstvo.

Živočíchy sú neoddeliteľnou súčasťou trávnych ekosystémov, ktorú nemožno chápať ako vedľajšiu, nepodstatnú zložku. Ich aktivity sa prejavujú pri opelení množstva rastlinných druhov, rozklade opadu a tvorbe humusu, uvoľňovaní živín z odumretej organickej hmoty (JANČOVIČ 1997).

Sukcesia nemusí mať vždy iba negatívny vplyv na krajinu. WIEZIK et al. (2013 ex WIEZIK, WIEZIKOVÁ 2015) vo svojej práci pouká-

zali napr. na štúdium mravcov, ktoré sa prejavujú po výpadku hospodárenia zložito, ale nie negatívne. Jednotlivé sukcesné štádiá lúčnych biotopov vznikajúce po výpadku hospodárenia hostia výrazne diferencované spoločenstvá mravcov, no ústup lúčnych druhov mravcov nie je výrazný ani pri vysokej miere drevinových zárastov. Pri nižšej miere sukcesných zárastov umožňujú prenikanie lesných druhov do pôvodných lúčnych spoločenstiev a dovoľujú tak vznik pestrých a druhovo bohatých spoločenstiev mravcov.

## LITERATÚRA

- BARÁZ, C. et al. 2010. *Chránená krajinná oblasť Karancs-Medves a Chránená krajinná oblasť Cerová vrchovina, Na hranici Novohradu a Gemera*. Riaditeľstvo Národného Parku Bükk. 2010. 388 s. ISBN 978-963-9817-12-8
- BOLTIŽIAR, M., OLAH, B., PETROVIČ, F. 2013: *Historické mapy – zdroj dát pri štúdiu krajiny a jej zmien, In: Životné prostredie: revue pre teóriu a tvorbu životného prostredia*. Ústav krajinnej ekológie SAV, Bratislava, č. 1, roč. 47, 8-12 s.
- GALLAYOVÁ, Z. 2008. *Krajinnoekologická analýza a využitie trvalých trávnych porastov v CHKO - BR Poľana*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2008. Vedecké štúdie, 2/2008/A. 2008. 107 s. ISBN 978-80-228-1968-8
- HÓFER, R. 2012. *Hodnotenie zarastania plôch so zanechaným využívaním vo vybranom území v okolí Haliče*. Diplomová práca. Technická univerzita vo Zvolene
- JANČOVIČ, J. 1997. *Ekológia trávnych porastov*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, Ochrana biodiverzity. 1997. 30. ISBN 80-7137-399-0
- MRKVIČKA, J. - VESELÁ, M. 2004. *Travní porosty - prvek ekologické stability krajiny. EKO - ekologie a společnost*. ČNTL: Praha. 2004, 15(6), 6-7 s. ISSN 1210-4728
- Katalóg biotopov Slovenska. Dostupné na internete: <<http://www.soprs.sk/dokumenty/Katalog-biotopov-SK.pdf>>
- MURÍNOVÁ, I. 2015. *Zmeny využitia zeme k. ú. Sihla a Drábsko po roku 1980*. Diplomová práca. Technická univerzita vo Zvolene
- NATURA 2000. Dostupné na internete: <<http://www.soprs.sk/natura/index1.php?p=4&lang=sk>>
- TRNOVEC, J. 2013. *Hodnotenie zarastania plôch so zanechaným využívaním vo vybranom území v okolí obce Oravská jaseňica*. Diplomová práca. Technická univerzita vo Zvolene
- UJHÁZY, K. 2003. *Sekundárna sukcesia na opustených lúkach a pasienkoch Poľany*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2003. Vedecké štúdie, 7/2003/A. 2003. 103s. ISBN 80-228-1313-3.
- WIEZIK, M., WIEZIKOVÁ, A. 2015. *Spoločenstvá mravcov v prostredí mezofilnej lúky v iniciálnom štádiu sukcesného zarastania*. Acta Facultatis Ecologiae: journal of Faculty of Ecology and Environmental Sciences Technical University in Zvolen. 2015. 32 (1). 47-53 s. ISSN 1336-300X
- ZAUŠKOVÁ, L. 2009. *Výbrané štruktúry pustníckej krajiny Slovenska*. Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy Bratislava. 2009. 96 – 104 s. ISBN 978-80-89128-61-7



# MOŽNOSTI TURIZMU V OKOLÍ NEMI A NÁVRH OPATRENÍ PRE ZVÝŠENIE VYUŽITEĽNOSTI TURISTICKÝCH CHODNÍKOV

KRISTÍNA VAVRINCOVÁ<sup>1</sup> – MAGDALÉNA PICHLEROVÁ<sup>1</sup> – ADELA WIEZIKOVÁ<sup>2</sup> –  
RONNY FASSNACHT<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Katedra plánovania a tvorby krajiny, Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen, e-mail: kristina.vavrincova@gmail.com; magdalena.pichlerova@tuzvo.sk; <sup>2</sup>Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen, e-mail: a.wiezikova@gmail.com; <sup>3</sup>TERRA – Nemi Territorio e Turismo, Corso Vittorio Emanuele 29, 00040 Nemi, Taliansko, e-mail: ronny.fassnacht1964@gmail.com

## ABSTRACT

Vavrincová, K., Pichlerová, M., Wieziková, A., Fassnacht, R.: **Opportunities for tourism near Nemi and proposal of measures to increase the usability of hiking trails**

The paper deals with the assessment of selected hiking trails and their contribution to tourism development in the Nemi surrounding. Initial work was focused on detailed field survey – analysis and accessibility of hiking trails including their amenities and attractive features. Altogether five trails were evaluated and the *Decision checklist for trail assessment* and subsequent proposal of measures was also applied. As one of the attributes contributing to visitor's wellbeing, the impact of the presence and benefits of vegetation through thermal imaging is also presented. The length of the evaluated trails varied from 3 km to 21,4 km (return or 10,7 km in one direction). The difficulty of trails is characterized as easy to slightly difficult, with various surfaces (asphalt, paved earthy surface, stones, unpaved surface). As for the aspects of intervention, the most frequent proposal of measure is *Initiation* regarding measures for installation of small architecture (e.g. benches, resting areas, litter bins, views, installation or repair of information panels). However, in our opinion, the given observations represent a simple problem that can be eliminated in a relatively short time and at minimal financial costs. In terms of the benefits of the presence of vegetation, the positive effect of vegetation on the mitigation of temperature extremes is confirmed. Visible temperature differences between the surveyed surfaces at Site 1 (building wall, paved sidewalk) and Site 2 (forest path in the shade and in direct sunlight) occur from 12:00, in favor of sites protected by vegetation (with a difference of up to 20°C). Higher temperatures were always measured on surfaces that were in direct sunlight and not protected by vegetation.

**Key words:** suburban recreation, Nemi, thermal imaging, decision checklist for trail assessment

## ÚVOD

Turizmus sa za posledné desaťročia stal jedným z najrýchlejšie rastúcich odvetví na svete a je úzko spätý s rozvojom nových destinácií. Podľa rebríčka popredných svetových turistických destinácií na svete (s prihliadnutím na medzinárodné príchody turistov a príjmy z medzinárodného cestovného ruchu) je Taliansko na 5. mieste, pokiaľ ide o príchody medzinárodných turistov (58,3 milióna návštevníkov ročne) a na 6. mieste, pokiaľ ide o príjmy z medzinárodného cestovného ruchu (44,2 miliárd USD). Taliansko a Španielsko hlási-

li v roku 2017 nárast o šesť miliónov prichádzajúcich v porovnaní s rokom 2016. Je tiež potrebné spomenúť, že 4 z 5 turistov cestujú v rámci svojho regiónu (UNWTO 2018).

V práci rozoberáme možnosti turizmu v prímestskom prostredí v Talianskom mestečku Nemi. Ide o mesto v blízkosti Ríma, ktoré je známe najmä prítomnosťou vulkanického jazera a jahodovým festivalom *Sagra delle Fragole*. Nemi možno považovať za menej známu turistickú destináciu z pohľadu medzinárodných turistov, aj keď má táto oblasť bohatú históriu a má potenciál prilákať aj zahraničných návštevníkov. Táto ob-

lasť bola vybraná ako lokalita, ktorá predstavuje výskumný priestor v rámci projektu H2020-MS-CA-RISE-2016: CHARMED, č. 734684, s názvom „Characterisation of a green microenvironment and to study its impact upon health and well-being in the elderly as a way forward for health tourism“, najmä vďaka vysokej kvalite života, dlhovekosti obyvateľstva a mikroklíme územia.

Okrem spomenutých atrakcií a služieb sa zaoberáme aj podrobnou analýzou turistických trás v okolí mesta, ktoré predstavujú jednu z dôležitých vybaveností turistických destinácií. Sieť turistických trás musí spĺňať najmä bezpečnostné požiadavky a vhodné je, aby boli využiteľné viacerými cieľovými skupinami.

Za dôležitý faktor pri hodnotení potenciálu územia pre rozvoj turizmu a vhodnosti jeho využitia považujeme aj atribút tepelnej pohody. Časť práce je zameraná aj na zisťovanie rozdielov teplôt povrchov v rôznych prostrediach. Hlavným kritériom pri výbere lokalít bola miera urbanizácie a prítomnosť vegetácie. Vybrali sme si turistami frekventované lokality v meste (ulica) a turistický chodník mimo mesta a skúmali zmenu teploty rôznych povrchov počas dňa.

Na záver zistené poznatky boli zosumarizované a navrhli sme realizáciu možných opatrení pomocou *Rozhodovacej schémy pre hodnotenie kvality turistických trás*.

## CHARAKTERISTIKA ÚZEMIA

Nemi je obec situovaná vo vzdialenosti asi 30 kilometrov od Ríma v regióne Lazio (obr. 1). Nachádza sa v nadmorskej výške 520 m n.m., s rozlohou 7 km<sup>2</sup> a počtom obyvateľov 1 931 (ISTAT 2020). Leží v Albánskych vrchoch obklopujúcich rovnomenné jazero, v srdci oblasti *Parco Regionale dei Castelli Romani*, ktorý bol založený v roku 1984 a zahŕňa 16 obcí provincie Rím s celkovou rozlohou 120 km<sup>2</sup>. Albánske vrchy tvoria kruh s priemerom 10 – 13 km s najvyšším bodom v 949 m n.m. (vrch Monte Cavo). Tento vulkán má dve vnútorné kaldery a niekoľko excentrických otvorov po kaldere, vo väčšine z nich sú explózne krátery. Nachádzajú sa tu dve kráterové jazerá – Albano a Nemi, ktoré vyplňajú najneskôr vzniknuté krátery sopky.



**Obr. 1** Lokalizácia riešeného územia – Nemi (zdroj: Google Earth Pro, earth.google.com/web, 2020)  
**Fig. 1** Nemi – our subject area localisation (source: Google Earth Pro, earth.google.com/web, 2020)

Prvá historická zmienka sa viaže na IX. storočie a súvisí s výstavbou hradu. Postupné upustenie od využívania poštovej trasy medzi Rímom a Neapolom a opätovné otvorenie cesty *Via Appia Nuova* v roku 1780 mali negatívny vplyv na ekonomiku mesta. Napriek tomu dokázalo mesto Nemi ťažiť zo svojho malebného okolia a priťahovalo veľa cestovateľov, najmä počas obdobia Grand Tour. Pravdepodobne najslávnejšia his-

torická atrakcia je spojená s drevenými loďami, ktoré postavil cisár Caligula, ktoré boli nájdené na dne jazera Nemi a v rokoch 1928 až 1932 boli umiestnené do miestneho múzea (STOREMYR et al. 2004).

Hladina jazera Nemi leží v 319 m n.m., rozlohu má 1,72 km<sup>2</sup> a obvod 5,4 km. Nadmorská výška krátera, v ktorom sa nachádza jazero, sa pohybuje od 426 m n.m. na JZ do 650 m n.m. na V, kde

svah dosahuje sklon až 83° (RIGUZZI et al. 2008, MARGARITORA et al. 2003).

Hlavné pôdy pochádzajú z vulkanických materiálov – kambizeme, andozeme; ďalej pôdy s akumuláciou hliny a oxidov železa – luvizeme; nívne pôdy – fluvizeme; pôdy antropických terás – antropické regosoly. Podnebie je stredomorské oceánske až suboceánske, priemerná ročná teplota vzduchu je 13 – 17 °C a priemerné ročné zrážky predstavujú 750 – 1 000 mm (COSTANTINI et al. 2013).

Pokiaľ ide o vegetáciu, tá závisí predovšetkým od hĺbky pôdy, expozície a dostupnosti vody (AB-BATE et al. 2009). Hlavným vegetačným typom v oblasti je zmiešaný mezofilný les. Na základe našich predbežných prieskumov kaldery jazera Nemi sú zmiešané lesné porasty tvorené hlavne listnatými stromami, ako sú duby, hraby, gaštany, liesky a javory. Pokryvnosť lesmi sa v minulosti výrazne znížila, hlavne v dôsledku intenzívneho pasenia domácich zvierat. Po ukončení pasenia v roku 1950 boli svahy krátera postupne znovu obsadené lesnou vegetáciou. Poľnohospodárstvo sa v dnešnej dobe stále uplatňuje hlavne na rovine okolo *Museo delle navi Romani* a na brehoch jazier, väčšinou v podobe jahodových a kvetinových polí (STOREMYR et al. 2004) v kombinácii so záhradami s olivovými hájmi a plantážami kiwi. Podrobnejšie charakteristiky a SWOT analýzu oblasti prezentujú PICHLEROVÁ et al. (2017).

## MATERIÁL A METÓDY

**Vymedzenie územia.** Mapové podklady boli spracované z podkladov z databázy Corine LandCover 2018 a následne upravené v programe ArcGis 10. Z prvotnej krajinnej štruktúry sme sa zamerali na geologické a klimatické podmienky. Z druhej krajinnej štruktúry sme sa venovali popisu fauny a flóry na riešenom území. Terciárnu štruktúru krajiny sme definovali charakterizovaním územno-správneho členenia územia a socio-ekonomických údajov, ako aj na základe výskytu chránených oblastí v okolí a kultúrnych pamiatok.

**Mapovanie turistických chodníkov pomocou GPS.** Pomocou mobilnej voľne dostupnej aplikácie *Locus Map* sme zaznamenávali trasu jednotlivých turistických chodníkov. V aplikácii boli zobrazené už existujúce turistické chodníky. Aplikácia zaznamenávala trasu, po ktorej sme sa pohybovali. Na jednotlivých chodníkoch sme GPS súradnicami vyznačili javy a atraktivity, ktoré sme následne spracovali pomocou *Rozhodovacej schémy pre hodnotenie kvality turistických trás*.

*vacej schémy pre hodnotenie kvality turistických trás.* Zaznamenané trasy v aplikácii *Locus Map* sa následne exportovali do programu *Google Earth Pro*, kde sme jednotlivé trasy rozlíšili a pridali im body atraktivít podľa GPS súradníc. V programe sa vygeneroval aj výškový profil každej trasy a doplnujúce parametre (dĺžka, prevýšenie, trvanie trasy a pod.). Terény boli vykonávané počas pobytu v júli 2019. Pri posudzovaní kvality chodníkov trás sme si všimli viac ukazovateľov, ktoré možno zhrnúť do *Rozhodovacej schémy pre hodnotenie kvality turistických trás* (obr. 2). K pozorovaným ukazovateľom a informáciám o trase sme uviedli aj sumár s identifikáciou, či ide o pozitívny príklad alebo negatívny (napr. výskyt vegetácie môže byť negatívnym príkladom, keď zamedzuje výhľad alebo sťažuje priechodnosť chodníka, na opačnej strane existencia daného výhľadu je považovaná za pozitívny výskyt). Spolu s vyššie uvedenými kategóriami a informáciami o trasách, ktoré boli zaznamenané počas terénov, sme pristúpili aj k návrhom opatrení, ktoré by mali byť na niektorých trasách uplatnené (tam, kde je to nevyhnutné). Opatrenia sme zosumarizovali do 4 hlavných kategórií opatrení a činností (Iniciácia, Manažment, Sanácia a Zachovanie).

Hlavným cieľom navrhovaných opatrení je najmä zvýšenie bezpečnosti a priechodnosti chodníkov, vyzdvihnutie akýchkoľvek atraktívnych prvkov, resp. poskytovanie informácií užívateľom trás. K zaznamenávaniu sklonitosti, resp. šírky chodníkov sme nepristúpili, keďže z pozorovaní v teréne počas rokov 2017 – 2019 sa zistilo, že tieto ukazovatele podliehajú častým zmenám vzhľadom na podnebie (rýchly zárast vegetáciou, zmyvanie povrchových nánosov pôdy po privalových dažďoch aj po prechode väčšieho počtu cyklistov, atď.). Pre každú trasu sme zaznamenali nasledovnú charakteristiku:

- komentár,
- výškový profil,
- trasa vyobrazená na mape,
- fotodokumentácia s informáciami,
- schéma sumáru ukazovateľov,
- návrhy opatrení.

**Meranie termokamerou a základných klimatických charakteristík.** Z klimatických charakteristík na každej lokalite boli merané rýchlosť vetra a relatívna vlhkosť vzduchu pomocou envirometra Kestrel 3000. Meranie termokamerou bolo vykonané 18.07.2019 v katastri mesta Nemi. Vybrané boli 2 lokality z pohľadu urbanizácie a prítomnosti vegetácie – Lokalita 1 (pohľad z ulice) a Lokalita 2 (turistická trasa,



**Obr. 2** Rozhodovacia schéma pre hodnotenie kvality turistických trás  
**Fig. 2** Decision checklist for trail assessment

identická pre smer z Nemi do Genzana, do Castel Gandolfo a k vrchu Monte Cavo). Meranie sa vykonávalo v 2-hodinových intervaloch počas dňa v čase od 8:00 do 20:00. Na získanie termálnych obrazov vybraných lokalít sme využili termálnu kameru FLIR C3 s nasledovnými parametrami: schopná zachytiť tepelné merania od  $-10^{\circ}\text{C}$  do  $150^{\circ}\text{C}$  s IR senzorom  $80 \times 60$  (4.800 pixelov) s teplotnou citlivosťou  $<0.10^{\circ}\text{C}$  a presnosťou  $\pm 2^{\circ}\text{C}$  alebo 2%, podľa toho, ktorá hodnota je väčšia. Emisívny koeficient sa nastavil na  $\varepsilon = 0,95$   $\mu\text{m}$ , ktorý sa hodí pre väčšinu prostredí pri teplote vzduchu  $25^{\circ}\text{C}$  (VAVRINCOVÁ 2018). V programe FLIR Tools® Software sme snímky upravili tak, aby mali rovnakú teplotnú škálu (od  $5^{\circ}\text{C}$  do  $60^{\circ}\text{C}$ ). Na každý snímok sme pridali body (Spx), na základe ktorých sme porovnávali teploty povrchov na jednotlivých lokalitách:

- **Lokalita 1** – ulica Corso Vittorio Emanuele (ďalej len ulica)  
GPS súradnice: N  $41^{\circ} 43,189'$  E  $12^{\circ} 42,847'$   
merané body: Sp1 – stena budovy; Sp2 – dlažbový chodník
- **Lokalita 2** – turistická trasa 511 smerom k vrchu Monte Cavo (ďalej len cesta pod stromami)  
GPS súradnice: N  $41^{\circ} 43,514'$  E  $12^{\circ} 42,845'$   
merané body: Sp1 – chodník na slnku; Sp2 – chodník v tieni

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

**Mapovanie turistických chodníkov** Pri terénnom mapovaní sme sa najskôr oboznámili so sieťou existujúcich turistických trás a chodníkov v okolí mesta Nemi a následne sme sa podrob-

ne venovali 5 trasám, ktoré majú východiskový bod v meste (obr. 3): **Trasa 1** – z Nemi do Castel Gandolfo a naspäť; **Trasa 2** – z Nemi do mesta Genzano; **Trasa 3** – cesta k jazeru *Lago di Nemi* cez les; **Trasa 4** – cesta k jazeru *Lago di Nemi* po asfaltovej ceste; **Trasa 5** – cesta na Monte Cavo. Kompletná analýza trás je dostupná v práci VAVRINCOVEJ (2020).

### Trasa 1: Z NEMI DO CASTEL GANDOLFO A NASPÄŤ

**Komentár:** Turistická trasa začína v centre mesta, zo začiatku prechádza po asfaltovej a dláždenej ceste, cca po 700 m odbáča do lesa na nespevnený chodník s miernym stúpaním. Spočiatku široký chodník sa po prekonaní skalnatého úseku mení na úzku cestičku. Trasa je dobre značená a pokračuje k zdroju pramenitej vody – Fontána Tempesta (otvorené priestranstvo avšak bez možnosti posedenia alebo iného oddychu). Z tohto miesta je možnosť odbočiť na rôzne smery (napr. do Nemi, do Genzana, na vrch Monte Cavo), resp. sa dá postupovať na známu Via Francigena č. 511 (pútnická Franská cesta), ktorá vedie do mesta Albano. Trasa od tejto križovatky mala už len klesajúcu tendenciu s niekoľkými zaujímavými lokalitami, napríklad skalnými prevismi (fotodokumentácia (b)), kde sa počas vojny ukrývali obyvatelia prilahlých miest (BENNET, GRAEBNER 2010) alebo s viditeľnými pozostatkami murovaného starovekého akvaduktu (DRUSIANI, PIO 2007 – fotodokumentácia (g)). Z chodníka sa naskytlo aj mnoho výhľadov na jazeru Albano. Po opustení trasy lesom sa postupuje po asfaltovej ceste, približne 2,4 km mestom Albano Laziale, zo začiatku bez chodníka. Cieľom trasy bolo námestie *Piazza*





Obr. 3 Hodnotené trasy a lokality merania termokamerou (zdroj: Google Earth Pro, earth.google.com/web, 2020)

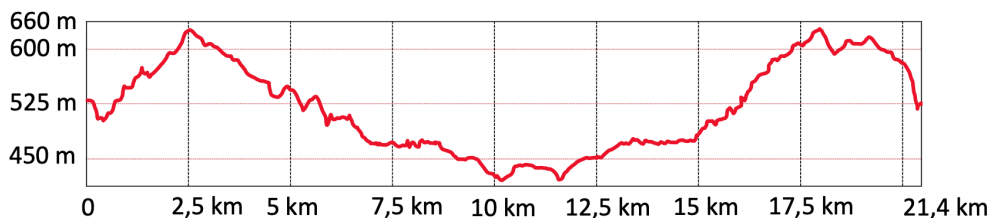
Fig. 3 Assessed trails and sites with thermal imaging (source: Google Earth Pro, earth.google.com/web, 2020)

della Libertà spolu s letným sídlom pápeža (fotodokumentácia (h) a (i)).

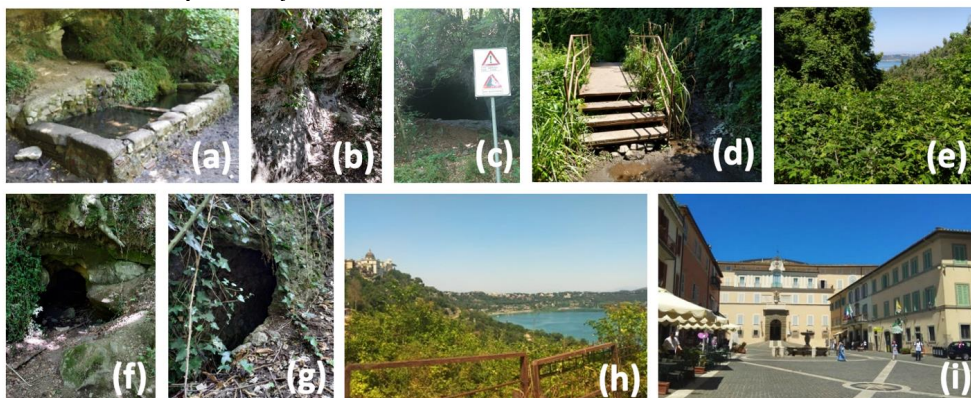
Celková dĺžka chodníka predstavuje 21,4 km (s návratom) s časom prejdenia 5:40 hod, trasa je

stredne náročná, so striedajúcim sa spevneným a nespevneným povrchom, s celkovým stúpaním 1458 m a klesaním – 1415 m.

Výškový profil trasy:



Fotodokumentácia s pozorovanými informáciami:



**Fotodokumentácia s pozorovanými informáciami:**

fotodokumentácia	informácia	nadmorská výška [m n.m.]
(a)	Fontána Tempesta (Rocca di Papa) – zdroj pramenitej vody, fontána napájaná potokom tečúcim z Monte Cavo do jazera Lago di Nemi	662
(b)	skalný previs pri chodníku	555
(c)	sústava skalných previsov, jaskyňa slúžiaca ako úkryt počas vojny	524
(d)	mostík cez občasný potok	497
(e)	zarastený výhľad na jazero Lago di Albano	497
(f)	otvor v skalnej stene	458
(g)	staroveké tunely popri chodníku – pozostatky murovaného starovekého rímskeho akvaduktu slúžiaceho na regulovanie vody v jazerách Albano a Nemi	463
(h)	výhľad na jazero Lago di Albano a pápežský palác Castel Gandolfo	425
(i)	námestie Piazza della Libertà s Pápežským palácom Castel Gandolfo, letným sídlom pápeža	435

**Návrh opatrení:**

Z vyššie uvedených záznamov navrhujeme opatrenia v nasledovných kategóriách a ukazovateľoch (obr. 4):

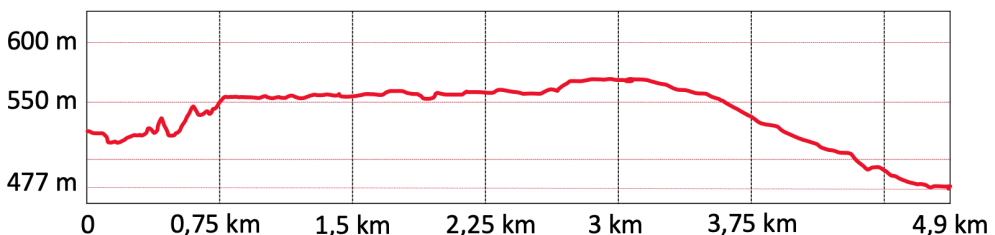
- **iniciácia:** inštalácia lavičky, inštalácia informačného panela ku skalným previsom a starovekému akvaduktu o ich historickom význame, odstránenie vegetácie brániacej vo výhľade,
- **manažment:** po odstránení vegetácie jej nasledovná kontrola, navrhujeme vykosiť min. 2x ročne, kontrolovanie kvality pitnej vody vo fontáne,
- **sanácia:** vyčistenie chodníka pre jednoduchšiu a bezpečnejšiu prichodnosť,
- **zachovanie:** historické objekty, výhľady, zdroj pramenitej vody.

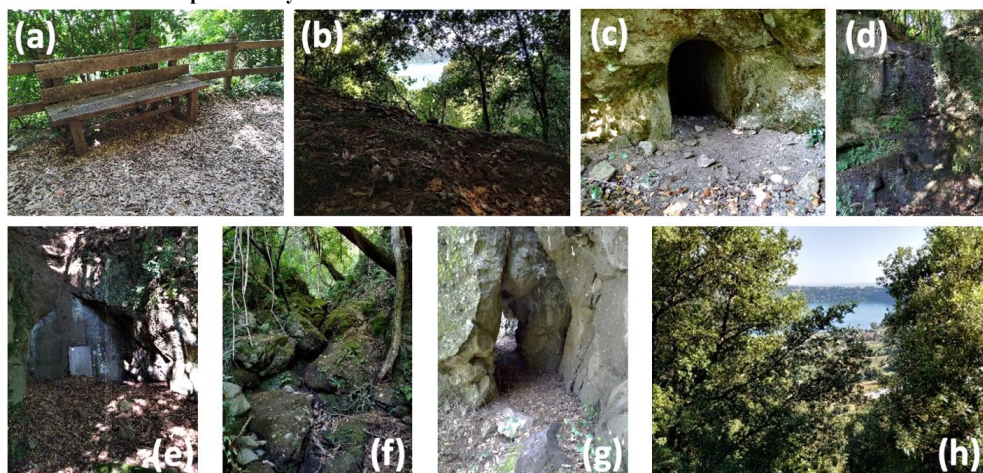
**Trasa 2: Z NEMI DO GENZANO**

**Komentár:** Trasa vedie z Nemi smerom na Fontánu Tempesta, cca po 1 km od začiatku

cesty schádzala zo značenej trasy vľavo na vedľajší neznačený chodník (pri skalnom úseku). Ide o pôvodný chodník do mesta Genzano, v súčasnosti menej udržiavaný a zarastajúci. Trasovanie chodníka je atraktívne, keďže vedie popri vodopáde, niekoľkých otvorov a dverí v skalnom masíve, ktoré kedysi slúžili obyvateľom ako pivnice (fotodokumentácia (c)), s výhľadmi na jazero Nemi (fotodokumentácia (b) a (h)). Trasa prechádza aj úzkymi skalnými tunelmi, ktoré sú veľmi atraktívne, avšak znemožňujúce prechod cyklistom. Trasa je na niekoľkých miestach zarastená vegetáciou a ťažko prichodná, považujeme ju však za veľmi atraktívnu pre návštevníkov.

Celková dĺžka chodníka predstavuje 4,9 km s časom prejdenia 1:30 hod, trasa je stredne náročná, s nespevným povrchom, s celkovým stúpaním 144 m a klesaním -115 m.

**Výškový profil trasy:**

**Fotodokumentácia s pozorovanými informáciami:**

**Fotodokumentácia s pozorovanými informáciami:**

photodocumentation	information	sea level [m a.s.l.]
(a)	damaged bench	539
(b)	overgrown view of Lago di Nemi	547
(c)	cave in rock wall (similar to Trase 1)	542
(d)	intermittent waterfall	554
(e)	cellar in rock wall	523
(f)	rock cascades	528
(g)	rock tunnels	525
(h)	view of Lago di Nemi	528

**Návrh opatrení:**

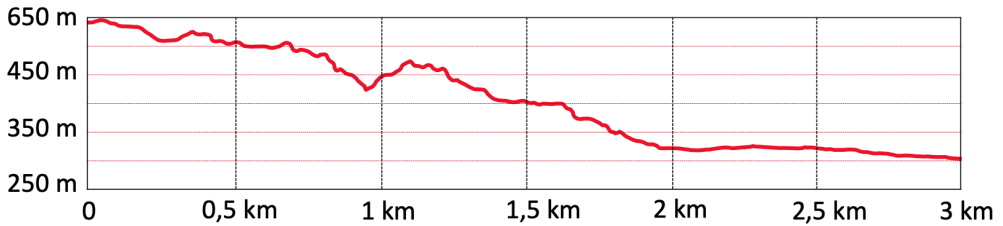
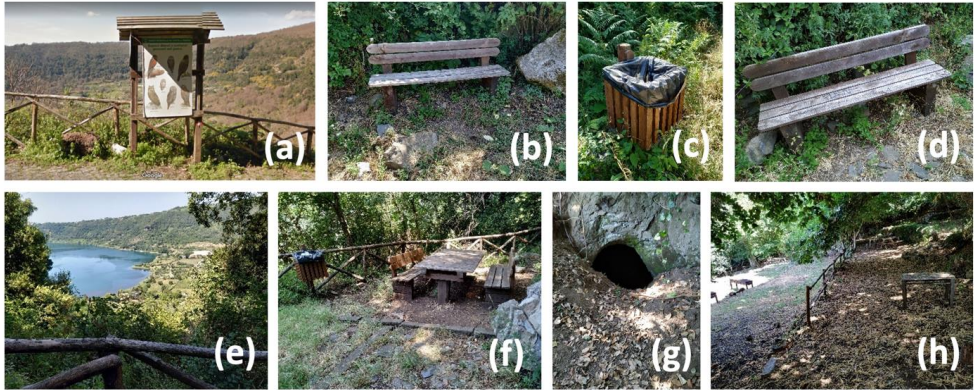
Z vyššie uvedených záznamov sú pre danú trasu relevantné opatrenia v nasledovných kategóriách (obr. 4):

- **iniciácia:** oprava lavičky, inštalácia dodatočnej lavičky, odstránenie vegetácie brániacej vo výhľade, inštalácia informačného panela k jaskynnému vstupu a pivnici o ich historickom význame,
- **manažment:** po odstránení vegetácie jej nasledovná kontrola, navrhujeme vykosť min. 2x ročne,
- **sanácia:** vyčistenie chodníka pre jednoduchšiu a bezpečnejšiu prichodnosť.

**Trasa 3: CESTA K JAZERU CEZ LES**

**Komentár:** Trasa začína za vstupom do mesta pri informačnej tabuli (fotodokumentácia (a)), kde pokračuje nespevneným chodníkom smerom k jazeru. Klesanie je mierne a popri ceste sa nachádza niekoľko lavičiek a odpadkových košov (viď foto (b), (c), (d) a (f)), dokonca aj väčšie posedenie alebo miesto na piknik (foto (h)). Po záverečnom klesaní lesná cesta vyúsťuje do asfaltovej, ktorá priamo vedie okolo *Museo delle Navi Romane* až k jazeru *Lago di Nemi*.

Celková dĺžka chodníka predstavuje 3 km s časom prejazdu 1:00 hod, trasa je nenáročná, so spevneným aj nespevneným povrchom, s celkovým stúpaním 53 m a klesaním -256 m.

**Výškový profil trasy:****Fotodokumentácia s pozorovanými informáciami:**

fotodokumentácia	informácia	nadmorská výška [m n.m.]
(a)	poškodená informačná tabuľa	514
(b)	drevená lavička	493
(c)	odpadkový koš	486
(d)	drevená lavička s výhľadom na jazero	485
(e)	výhľad na jazero	485
(f)	posedenie so stolom	460
(g)	otvor v skalnej stene	435
(h)	miesto na piknik	366

**Návrh opatrení:**

Z vyššie uvedených záznamov sú pre danú trasu relevantné opatrenia v nasledovných kategóriách (obr. 4):

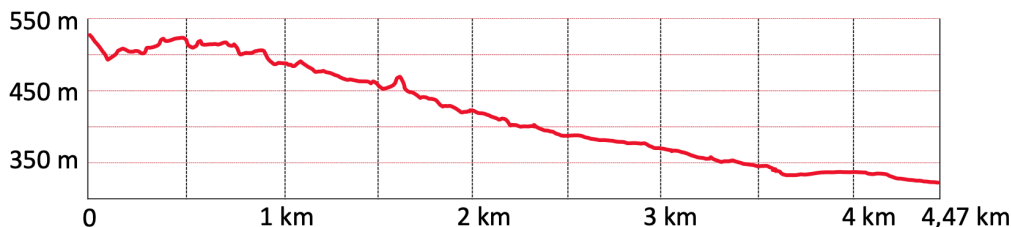
- **iniciácia:** dôkladnejšie turistické značenie cesty,
- **manažment:** kontrolovanie stavu prvkov vybavenosti (lavičky, smetné koše, posedenie) z hľadiska bezpečnosti a funkčnosti,
- **sanácia:** oprava informačnej tabule.

**Trasa 4: CESTA K JAZERU PO ASFALTOVEJ CESTE**

**Komentár:** Túto cestu – *Via del Tempio di Diana* – využívajú najmä cyklisti a motorové vozidlá, ktorí sa chcú dostať z Nemi do Genzana alebo naopak. Z Nemi vedie cesta s miernym klesaním po asfaltovom alebo dláždenom povrchu. Po ceste sa nenachádzajú zaujímavé atrakcie, poskytujú však niekoľko výhľadov na jazero Nemi aj mesto.

Celková dĺžka chodníka predstavuje 4,47 km s časom prejazdu 50 min, trasa je nenáročná, so spevneným povrchom, s celkovým stúpaním 61 m a klesaním -242 m.

## Výškový profil trasy:



## Fotodokumentácia s pozorovanými informáciami:



fotodokumentácia	informácia	nadmorská výška [m n.m.]
(a)	výhľad na jazero Lago di Nemi	483
(b)	charakter cesty	483

## Návrh opatrení:

Pre túto trasu navrhujeme nasledovné opatrenia (obr. 4):

- **iniciácia:** doplnenie informačnej tabule informujúcej o vhodnosti použitia cesty najmä pre vozidlá, resp. cyklistov, peší turisti by sa k jazzeru mali kvôli bezpečnosti presúvať lesnou cestou (Trasa 3),
- **manažment:** udržiavanie schodnosti cesty, odstraňovanie vegetácie brániacej v prechode.

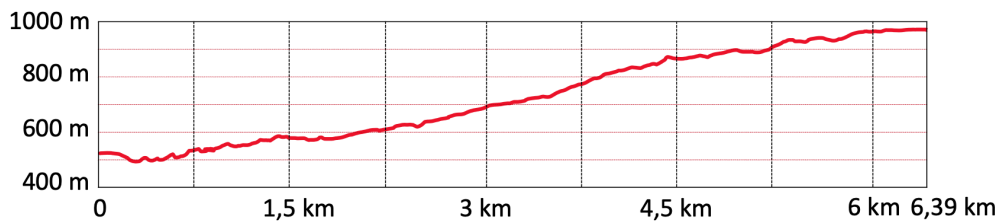
lesom k vrchu Monte Cavo (949 m n.m.). Cesta po celý čas mierne stúpa, miestami je trasa vedená identicky s lesnou cyklistickou trasou, časť z nej prechádza aj asfaltovou cestou až k vyhladke pod vrchom Monte Cavo (viď fotodokumentácia (a)).

Celková dĺžka chodníka predstavuje 6,39 km s časom prejdenia 1:55 hod, trasa je stredne náročná, s nespveným ako aj spevneným povrchom, s celkovým stúpaním 562 m a klesaním -281 m.

## Trasa 5: CESTA NA MONTE CAVO

**Komentár:** Trasa od mesta prechádzala chodníkom k Fontáne Tempesta, odkiaľ vedie

## Výškový profil trasy:



### Fotodokumentácia s pozorovanými informáciami:



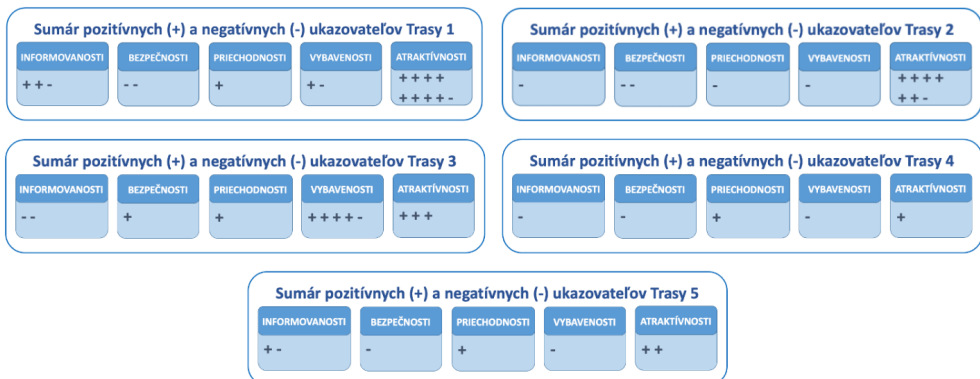
fotodokumentácia	informácia	nadmorská výška [m n.m.]
(a)	vyhliadka	933
(b)	výhľad na jazero Nemi a jazero Albano a priľahlé mestá	933

### Návrh opatrení:

Z vyššie uvedených záznamov (obr. 4) sú pre danú trasu relevantné opatrenia v nasledovných kategóriách:

- **iniciácia:** turistické značky pre cyklistov/chodcov, vytvorenie oddychových miest (umiestnenie lavičiek, smetných košov),
- **manažment:** udržiavanie chodníkov, odstraňovanie vegetácie brániacej v prechode,
- **zachovanie:** plošina s výhľadom.

Sumár ukazovateľov trás (obr. 4) poukazuje na to, že najviac pozitívnych prípadov sa vyskytuje v položke „atraktívnosť“ (Trasa 1, 2 a 3), ale aj v položke „vybavenosť“ (Trasa 3) a „informovanosť“ (Trasa 1). Z hľadiska našich ukazovateľov, medzi najatraktívnejšie trasy možno zaradiť trasu z Nemi do Genzana (Trasa 1), ale aj trasu vedúcu do Genzana (Trasa 2) a k jazeru cez les (Trasa 3).



Obr. 4 Sumár pozitívnych a negatívnych ukazovateľov hodnotených trás  
Fig. 4 Summary of positive and negative attributes of assessed trails

Podrobnejšie opisy ako aj fotodokumentáciu k daným trasám sme už opísali vyššie. Dané pozorovania len potvrdzujú fakt, že okolie mesta Nemi poskytuje dostatočný potenciál pre možnosti prechádzok, aktívnej rekreácie a turizmu. Dokonca aj nami naznačené opatrenia poukazujú na ich finančnú nenáročnosť realizácie a udržateľnosť. Takéto opatrenia by mohli byť vykonané formou participácie obyvateľov (na báze dobrovoľníctva, čo by prispelo aj k ich socializácii). V prípade pozitívnej finančnej bilancie mesta by časť financií mala byť vyčlenená na údržbu

chodníkov. Investícia do zlepšenia infraštruktúry a poskytovania kvalitných služieb návštevníkom by tak spätne mohla predstavovať zdroj menšieho príjmu z turizmu pre samosprávu. Všeobecne by sme danú problematiku trás v okolí mesta Nemi mohli zhrnúť nasledovne:

- mesto Nemi ponúka vhodný východiskový bod pre ľahšie, nenáročné prechádzky, ale aj stredne náročné turistické prechody,
- niektoré trasy majú potenciál pre využitie cyklistami a ponúkajú tak prepojenie s okolitými obcami,

- trasovanie chodníkov používa štandardné značenie turistických trás, v niektorých prípadoch však ich absencia sťažuje orientáciu,
- v niektorých prípadoch je pozorovaný vandalizmus informačných tabúl,
- úplná absencia informačných tabúl na miestach, kde by sa návštevník mohol dozvedieť niečo zaujímavé z histórie daného miesta,
- trasy mnohokrát poskytujú atraktívne výhľady, v niektorých prípadoch však dochádza k ich zarastaniu a tým k znemožneniu výhľad,
- pri výhlade absencia informačných tabúl,
- na väčšine trás chýba základné vybavenie v podobe lavičiek a smetných košov,
- PIT (turistický informačný bod) poskytuje turistickú mapu okolia, avšak do budúcnosti by sme navrhovali rozšírenie oblasti, keďže poskytovaná mapa sa sústreďuje iba na bezprostredné okolie mesta Nemi,
- dobrú informáciu poskytuje webová stránka parku *Parco Regionale dei Castelli Romani*,

aj s možnosťou stiahnutia mapy okolia, táto je však iba v talianskom jazyku.

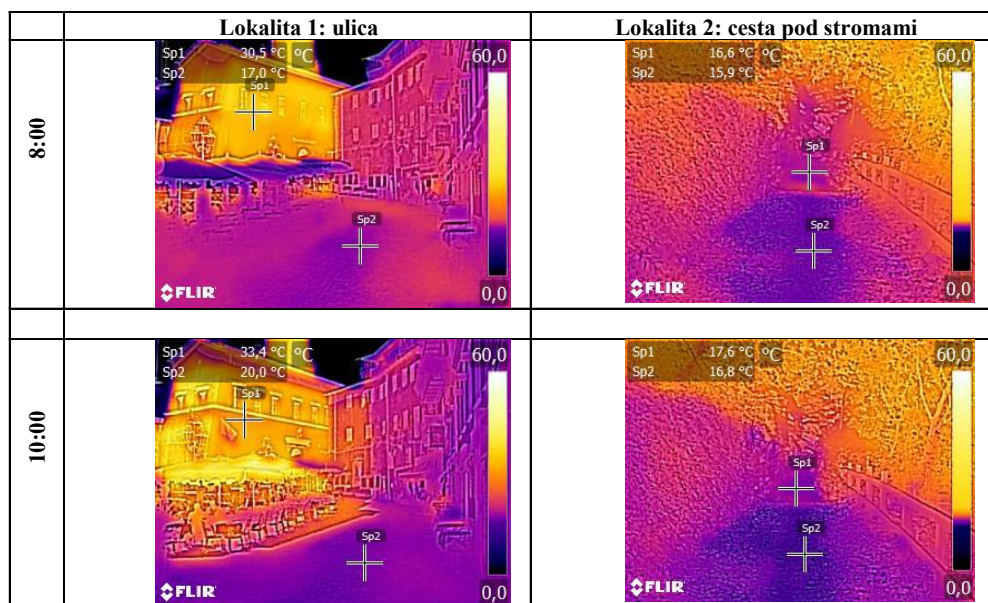
Dané pozorovania podľa nás predstavujú nenáročný problém, ktorý môže byť odstránený v relatívne krátkom čase a za minimálnych finančných nákladov (napr. inštalácia informačných tabúl).

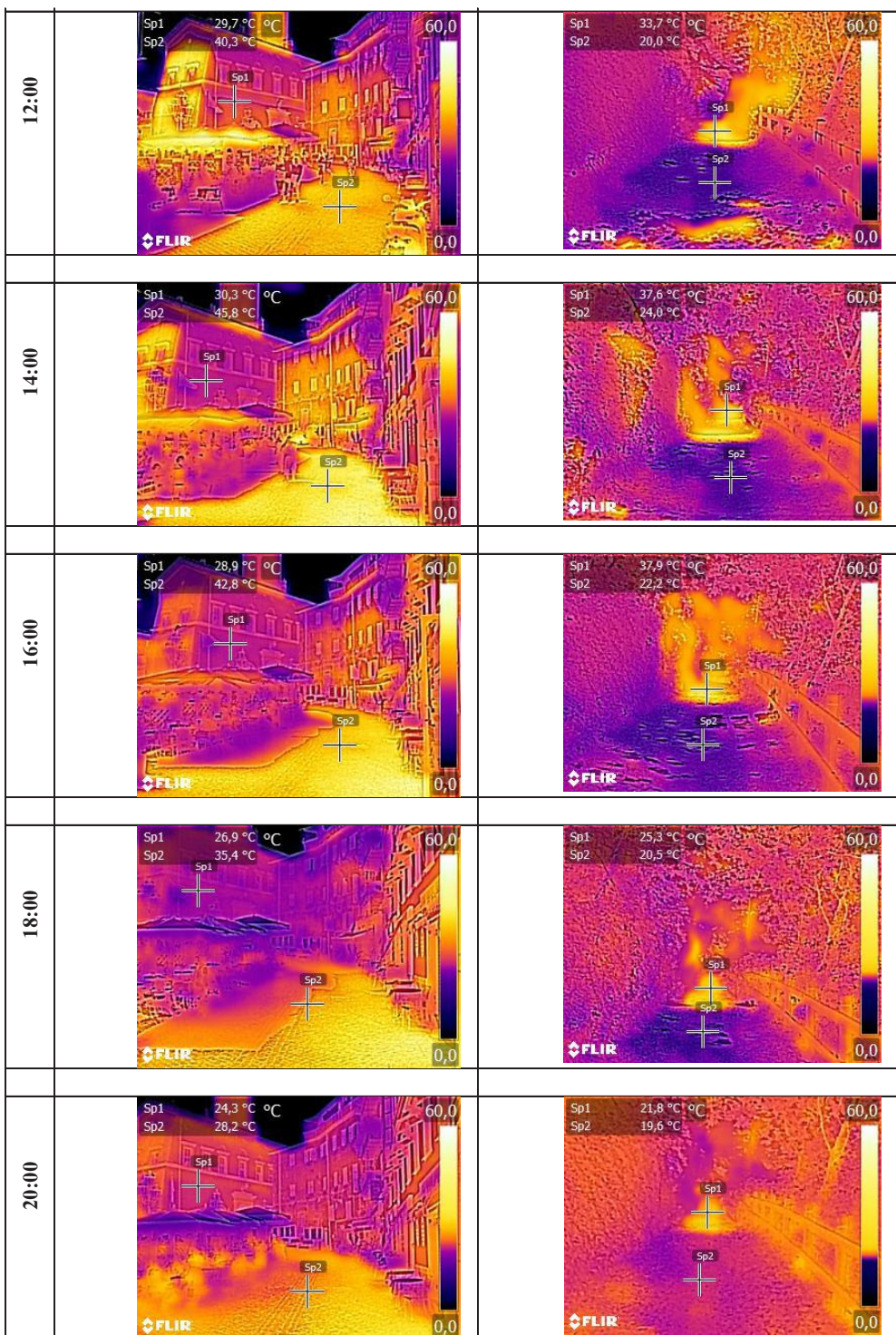
## MERANIA TERMOKAMEROU

V našej práci sme sa zamerali aj na zisťovanie hodnôt teplotných rozdielov vo voľnej krajine a v urbanizovanom prostredí pomocou meraní termokamerou. Fotenie termokamerou bolo vykonané 18.07.2019 v meste Nemi v dvojhodinových časových intervaloch o 8:00, 10:00, 12:00, 14:00, 16:00, 18:00 a 20:00 hodine. Zvolené boli lokality, ktoré sú rôzne z pohľadu urbanizácie a prítomnosti vegetácie, aby bol lepšie pozorovateľný vplyv vegetácie na povrchovú teplotu (obr. 3).

**Tab. 1** Snímky porovnávajúce vyžarovanie teplôt z povrchov na Lokalite 1: ulica (Sp1 – odrazená teplota steny budovy, Sp2 – odrazená teplota povrchu dlažbového chodníka) a Lokalite 2: cesta pod stromami (Sp1 – odrazená teplota povrchu chodníka na slnku, Sp2 – odrazená teplota povrchu chodníka v tieni), júl, 2019 (zdroj: FLIR)

**Tab. 1** Thermal images comparing surface temperature radiation at Site 1: street (Sp1 – reflected temperature of the building wall, Sp2 – reflected surface temperature of the pavement) and Site 2: trail under trees (Sp1 – reflected surface temperature of the trail without vegetation cover, Sp2 – reflected surface temperature of the trail in the shadow), July, 2019 (source: FLIR)





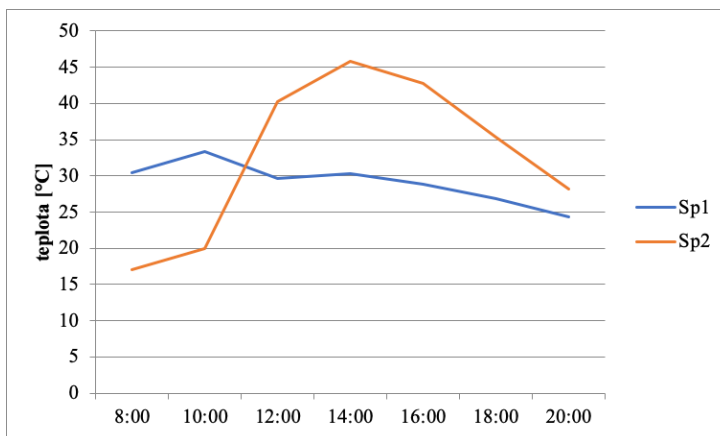
V urbanizovanom prostredí prevažujú cesty, chodníky a budovy, ktoré majú tendenciu byť teplejšie v porovnaní s okolitým prostredím (obr. 5).

Odrazená teplota materiálov sa mení aj s polohou slnka na oblohe, od východu slnka má stúpajúcu tendenciu, najvyššia je na pravé poľudnie okolo



12:00 hodiny, potom klesá až do západu slnka. Taktiež tu zohráva dôležitú úlohu aj to, či je daný povrch vystavený slnečnému žiareniu. Chodníky a budovy vyžarujú nižšiu teplotu v tieni ako na priamom slnku. Takéto výrazné výkyvy teploty značne zmierňuje prítomnosť tieňa – napr. teplota

povrchu cesty (Sp2) sa na priamom slnku zvýšila až dvojnásobne oproti jej teplote v tieni v popoludňajších hodinách a vystúpila až na hodnotu 45,8 °C. Dokonca aj vo večerných hodinách bol povrch cesty teplejší ako bola teplota vzduchu.



Obr. 5 Priebeh zmeny odrazenej teploty povrchov na ulici (Lokalita 1):

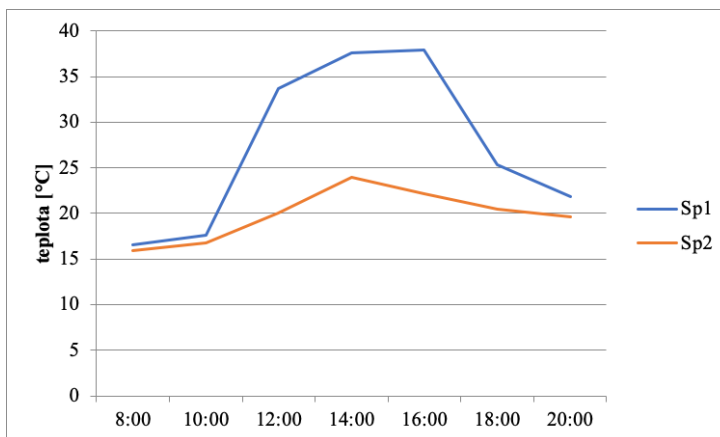
Sp1 – odrazená teplota steny budovy, Sp2 – odrazená teplota povrchu dlažbového chodníka

Fig. 5 The course of the reflected temperature on the street (Site 1):

Sp1 – reflected temperature of the building wall, Sp2 – reflected surface temperature of the pavement

Na Lokalite 2 (cesta pod stromami), sme sledovali prírodné prostredie v blízkom okolí mesta Nemi (obr. 6). V týchto častiach prevažujú stromy a kríky, je teda možné identifikovať priamy vplyv vegetácie na teplotu povrchov, v tomto prípade nespevnených turistických chodníkov. Tu tak isto platí pravidlo, že na priamom slnku sú teploty povrchov vyššie ako v tieni, avšak vďaka prítom-

nosti vegetácie rozdiely nie sú až také vysoké ako v mestách. Na obrázkoch z cesty pod stromami vidíme, že teplota cesty bola najvyššia okolo 14:00 hodiny, kedy bola v tieni nameraná teplota 20 °C (Sp2) a na slnku o takmer 14 stupňov vyššia (Sp1), čo je ale stále menej ako v tom istom čase na chodníku v meste.



Obr. 6 Priebeh zmeny odrazenej teploty povrchov na ceste pod stromami (Lokalita 2):

Sp1 – odrazená teplota povrchu chodníka na slnku, Sp2 – odrazená teplota povrchu chodníka v tieni

Fig. 6 The course of the reflected temperature on the trail under trees (Site 2):

Sp1 – reflected surface temperature of the trail without vegetation cover, Sp2 – reflected surface temperature of the trail in the shadow

Čo sa týka komparácie meraných lokalít, možno všeobecne konštatovať, že v ranných hodinách je na všetkých lokalitách nameraná približne rovnaká teplota skúmaných povrchov, mierne zvýšená je teplota steny budovy, ktorá je aj v ranných hodinách vystavená priamemu slnečnému žiareniu. Viditeľné rozdiely nastávajú až na poludnie o 12:00 hodine. Tu už sa teploty v meste (stena budovy a chodník) výrazne zvyšujú v porovnaní s lokalitami mimo mesta až na teplotu nad 40°C. Zvýšenie teploty bolo zaznamenané aj na turistickom chodníku na priamom slnku, avšak len o 16°C. Vo večerných hodinách teplota povrchov v meste klesla priemerne o 8°C, zatiaľ čo mimo mesta to bolo o 10°C. Vyššie teploty boli namerané na povrchoch, ktoré sa nachádzali na priamom slnku a mimo pôsobenia vegetácie. Množstvo odrazenej tepelnej energie záviselo aj od povrchového materiálu a taktiež prítomnosti tieňa. Napríklad budovy a chodníky na priamom slnku odrážali oveľa viac tepla do prostredia ako keď boli chránené pred priamym slnečným svetlom vegetáciou.

## DISKUSIA

Analýzou krajinnej štruktúry mesta Nemi sme zistili, že územie má veľmi dobrý potenciál na rozvoj turizmu vďaka blízkosti ku hlavnému mestu Rím a svojej histórii. Priaznivé klimatické podmienky, prítomnosť jazera a regionálneho parku mestu tak isto pridávajú na atraktivite. Dosvedčujú to aj údaje z portálu statistica.com, kde Rím predstavuje najpopulárnejšiu taliansku turistickú destináciu v kategórii mestá (množstvo turistov do Nemi prichádza práve z Ríma ako pol-denní návštevníci). Podľa údajov, ktoré zostavil Taliansky národný štatistický inštitút (STATISTA 2020), počet prenocovaní v samotnom meste Rím je vyše 30 miliónov prenocovaní pre rok 2018.

Rekreačný potenciál mesta Nemi sme hodnotili na základe mapovania turistických chodníkov. Touto lokalitou prechádza viacero turistických trás, náročných aj menej náročných, ktoré sú využívané okrem peších turistov aj cyklistami. Všetky trasy mali východiskový bod v meste Nemi, odkiaľ sa dalo dostať napríklad do mesta Genzano, na vrch Monte Cavo alebo k letnému sídlu pápeža v mestečku Castel Gandolfo. Väčšina z ciest mala križujúci sa bod v mieste so zdrojom pramenitej vody (Fontána Tempesta), kde však absentovali oddychové prvky ako napr. lavičky. Ich umiestnenie je v tejto lokalite vhodné, pretože tu dochádza ku koncentrácii väčšieho množstva ľudí, zároveň priestor poskytuje aj možnosť do-

plnenia zásob pitnej vody. Niektoré menej navštevované chodníky boli nedostatočne značené, čo sťažovalo orientáciu. Keďže územie má kopcovitý charakter, z každej trasy sa naskytli zaujímavé výhľady, často krát však boli zarastené. Nedostatočnú starostlivosť o vegetáciu sme postrehli aj pri prechode niektorými chodníkmi (napr. do mesta Genzano), kde bol prechod obmedzený. Hlavným nedostatkom bola absencia informačných tabúl na zaujímavých historických lokalitách (pivnice, akvadukt) a na niektorých trasách aj absentujúca základná vybavenosť (lavičky, smetné koše, turistické značenie). Pre aktívnu rekreáciu je dostupnosť jednou z najdôležitejších charakteristík – ako aj dostupnosť do samotnej destinácie, ale následne aj pohyb v rekreačnom stredisku, resp. prístupnosť k turistickým trasám. Medzi najdôležitejšie vlastnosti trás tak musíme zaradiť najmä ich bezpečnosť z pohľadu užívateľa (návštevníka, turistu). Existuje niekoľko prác, ktoré sa venujú práve monitoringu vybavenosti bezpečnosti chodníkov, ako napr. MARION et al. (2006), ktorí sa venovali podrobnej analýze kvalitatívnych tried stavu chodníkov v národných parkoch USA (čiasťtočne sme sa nechali inšpirovať touto prácou aj pri zostavovaní našej schémy ukazovateľov stavu chodníkov). K iným autorom venujúcim sa stavu chodníkov patrí napr. aj ŠVAJDA et al. (2016), ktorí sa venovali návštevnosti a analýze stavu chodníkov a vytvárania sekundárnych chodníkov v Národnom parku Rocky Mountains.

Môžeme zhodnotiť, že niektoré turistické trasy boli veľmi pekne vyriešené z pohľadu nadlepšovania mikroklimy vegetáciou, napríklad pri porovnaní chodníka z Nemi k jazeru cez les a po asfaltovej ceste. Prechod lesom ponúka viacero výhod: v lete poskytuje turistom tieň a príjemné teploty, v blízkosti stromov sa podľa rôznych štúdií človek lepšie cíti a v neposlednom rade prítomnosť vegetácie poskytuje aj možnosť pozorovania miestnej fauny a flóry. Naopak, prechod asfaltovou cestou (Trasa 4) je počas letných dní vyčerpávajúci, povrch cesty sa rýchlo ohreje a tak zvyšuje aj celkovú pocitovú teplotu vzduchu. Cesta síce prechádza lesným prostredím, avšak je príliš široká na to, aby peším turistom poskytla požadovaný tieň. V zime môže byť prechod cestou nebezpečný kvôli kĺzaniu, v dôsledku nízkych teplôt vzduchu. Hoci táto cesta slúži predovšetkým motorovým vozidlám a cyklistom, je často využívaná aj pešími turistami, pretože cesta lesom nie je dostatočne značená až k jazeru. Prípadová štúdia z národného parku Stirling Range v západnej Austrálii poukazuje aj na negatívne stránky a pripomína, že degradácia turistických

chodníkov sa považuje za celosvetový problém. Zavádza metódu hodnotenia, ktorou sme sa tiež nechali inšpirovať v našej práci pri tvorbe schémy ukazovateľov. Používanie chodníkov môže mať za následok rôzne fyzické, biologické a sociálne vplyvy. Fyzické vplyvy používania chodníkov môžu zahŕňať napr. zhutnenie pôdy, eróziu pôdy, rozšírenie dráhy, odhalenie holej pôdy, vystavenie koreňov, vytvorenie viacerých stôp atď.; medzi biologickými vplyvmi možno uviesť narušenie fauny a poškodenie vegetácie a medzi sociálne vplyvy možno zaradiť vandalizmus, odpady alebo konflikty medzi používateľmi (MENDE, NEWSOME 2006), čo sme mohli do istej miery pozorovať aj na našom riešenom území.

K rekreačnému potenciálu a rozvoju turizmu patria aj atraktivity a služby nachádzajúce sa v meste Nemi a jeho blízkom okolí, ktoré je možné rozdeliť na dva typy. Do prvého typu patria atraktivity, ktoré vytvárajú tzv. imidž mesta, ako napríklad Festival *Sagra delle Fragole*, ktorý sa v meste Nemi koná každoročne v júni. Ide o veľmi známu udalosť, na ktorú prichádzajú ľudia z rôznych krajín, aby ochutnali miestne lesné jahody a pokrmy z nich. Ďalšou známou atraktivitou je Múzeum rímskych lodí (*Museum delle Navi Romane*), kde sa nachádzali Caligulove lode objavené v jazere *Lago di Nemi*. V neposlednom rade treba spomenúť aj Dianin chrám (*Tempio di Diana*) s bohatou históriou. V súčasnosti je tento priestor využívaný ako farma, kde sa organizujú prehliadky a rôzne workshopy. Druhým typom sú tie atraktivity, ktoré vznikli vďaka projektu CHARMED, ako napríklad pivo s logom projektu, *Storywalking tours* pre turistov, ktorí chcú spoznávať mesto s miestnymi obyvateľmi alebo jazerná záhrada *Giardino del Lago*, v ktorej sa okrem bežného kúpania organizujú aj pravidelné podujatia (napr. cvičenie jogy, ochutnávka lokálnych vín, kultúrne večery, atď.). Vďaka projektu CHARMED sa v meste Nemi otvorila aj turistická informačná kancelária (PIT). Kancelária poskytuje návštevníkom rôzne informácie o meste, múzeách, reštauráciách a udalostiach, ktoré sa tu konajú. Návštevníci tu tiež majú možnosť objednať si organizovanú prehliadku mesta so sprievodcom. Podrobnou analýzou okolia a vyzdvihnutiu jeho potenciálu sa venovali aj STOREMYR et al. (2004) vo svojej správe k projektu DEMOTEC-A k monitorovaniu a hodnoteniu rizík, ktorými sú pamiatky a archeologické náleziská v okolí Nemi ohrozené (napr. vandalizmus, odpady, prístupnosť z dôvodu súkromného vlastníctva, atď.).

Pre atraktivnosť mesta je dôležitá aj tepelná pohoda návštevníkov. Na meranie termoka-

merou sme si vybrali lokality, ktoré boli rôzne z hľadiska urbanizácie a prítomnosti vegetácie. Zamerali sme sa na vplyv vegetácie na povrchovú teplotu objektov, najmä chodníkov, ciest a stien budov. V urbanizovanej časti prostredia sa nachádzalo málo vegetácie, čo spôsobilo, že na niektorých povrchoch (napr. povrch cesty) sa ich teplota na priamom slnku v porovnaní s teplotou cesty v tieni v doobedňajších hodinách zvýšila až dvojnásobne a to na hodnotu 45,8°C. Výrazné zvýšenie teploty bolo stále zaznamenané aj vo večerných hodinách, kedy teplota vzduchu poklesla. Naopak, pri porovnaní teplôt počas dňa na nespevnených chodníkoch v prímestskom prostredí mesta sa ukázalo, že hoci je ich teplota na slnku vyššia ako v tieni, rozdiely sú podstatne menšie ako v urbánnom prostredí. Teplota turistického nespevneného chodníka na priamom slnku ale s prítomnosťou vegetácie mala hodnotu okolo 37°C, zatiaľ čo teplota spevnenej dláždenej cesty v meste na priamom slnku a bez prítomnosti vegetácie mala hodnotu takmer 46°C. Na tomto príklade je vidieť, ako sa tvoria tepelné ostrovy v meste a ako vegetácia dokáže ovplyvniť teplotu povrchov v rôznych prostrediach.

Pozitívny vplyv zelene v urbanizovanom prostredí je spracovaný aj v správe Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO 2016) pod názvom *Urban Green Spaces and Health – a Review of Evidence* (Mestské priestory so zeleňou a zdravie – prehľad dôkazov). Táto správa sumarizuje dostupné dôkazy o priaznivých účinkoch mestských zelených plôch, ako sú napr. zlepšené duševné zdravie, zníženie výskytu kardiovaskulárnych ochorení, obezity a rizika cukrovky typu 2. Mechanizmy vedúce k týmto zdravotným výhodám zahŕňajú aj psychologickú relaxáciu a zmiernenie stresu, zvýšenú fyzickú aktivitu, znížené vystavenie látkam znečisťujúcim ovzdušie, hluk a prebytočné teplo. Benefitmi vegetácie v mestách a ich zmierňovaniu dopadov klimatických zmien sa venovalo množstvo iných autorov, ako napr. BOSCH, SANG (2017), AKPINAR et al. (2016), MODRANSKÝ (2012), BERTRAM, REHDANZ (2015). Dôležitosť blízkosti prírodných oblastí k mestám alebo veľkým mestským centrom je dobre opísaná niekoľkými autormi, najmä jej výhody pre pohodu a zdravie (JIRICKA-PÜRRER et al. 2017, HARTIG et al. 2014). Výsledky ukazujú, že menej zelene v životnom prostredí ľudí sa krylo s pocitom osamelosti a s vnímaným nedostatkom sociálnych kontaktov. Výsledky ďalej ukázali, že stresujúce životné udalosti a počet zdravotných ťažkostí alebo vnímaného celkového zdravia boli významne zmiernené množstvom ze-

lenej plochy. Dokonca boli dokázané a popísané aj prínosy pre zdravie iba pri pozorovaní krajiny (VELARDE et al. 2007, ULRICH 1984).

Vymedzenie atraktivít a služieb v meste je dôležitým krokom pre miestnu ekonomiku. Takéto lokality prispievajú k zlepšeniu životnej úrovne mesta a poskytujú pracovné príležitosti pre jeho obyvateľov. Mesto si takýmto spôsobom môže zlepšiť vizuálny aj estetický vzhľad a zabezpečiť ochranu kultúrnych a historických pamiatok. Služby a atraktivity v meste však môžu spôsobiť aj zvýšenie cien tovaru a nákladov na údržbu, ohrozenie fauny a flóry alebo podporu vandalizmu. Preto je potrebné nastaviť správnu formu turizmu pre danú lokalitu – obmedziť počet návštevníkov v zraniteľných oblastiach, zónovať územie podľa stupňa ochrany alebo vzdelávať verejnosť o vhodnom správaní v prírode.

## ZÁVER

Pobyt v prírode alebo jej pozorovanie má priaznivé účinky na ľudské zdravie. Pomáha redukovať stres a hnev a naopak zvyšuje príjemné pocity. Pozitívny vplyv na človeka môžu mať dokonca už aj kvety alebo prvky z dreva. Týmto účinkom sa venujú mnohé štúdie a vo svete vznikajú rôzne filozofie, ktoré sa zaoberajú terapiou prírodou (napr. Shinrin-yoku).

Priaznivý vplyv má vegetácia aj na životné prostredie, dokáže zmiernovať teplotné rozdiely, zabráňuje vytváraniu tzv. tepelných ostrovoch v mestách, znižuje znečistenie ovzdušia a vody. Týmto aspektmi sme sa zaoberali aj v našej záverečnej práci.

Mesto Nemi má veľmi dobrý potenciál pre rozvoj prírodného turizmu vďaka dobrej polohe, priaznivým klimatickým podmienkam (priemerné teploty sa tu pohybujú od 13 – 17°C) a množstvu atraktívnych miest, ktoré sú zaujímavé z pohľadu histórie alebo ochrany prírody. Lákadlom pre turistov sú Múzeum Rímskych lodí alebo pozostatky Dianinho chrámu v blízkosti jazera Nemi. Návštevníci sa môžu zúčastniť jahodového festivalu, ktorý sa každoročne koná od konca mája až do júna, ochutnať pivo a víno od lokálnych výrobcov alebo spoznať mesto s miestnymi obyvateľmi pomocou projektu Storywalking. Pre priaznivcov prírody okolie mesta ponúka aj rôzne turistické trasy, napríklad do susedného mesta Genzano, k pápežskému letnému sídlu v mestečku Castel Gandolfo alebo na vrch Monte Cavo s výhľadom na jazero a jeho okolie. Pri niektorých turistických trasách sme zistili nedostatky. Trasy si vyžadujú drobnú revitalizáciu v podobe nového značenia

chodníkov alebo dovybavenie oddychovými a informačnými prvkami na zaujímavých lokalitách.

Hoci stále narastajúci tlak spoločnosti na turistické lokality môže spôsobiť devastáciu prírody a prírodných zdrojov, treba si uvedomiť, že jeho prítomnosť je pre spoločnosť dôležitá. Turizmus poskytuje priestor na zlepšenie miestnej ekonomiky a vytvára nové pracovné alebo obchodné príležitosti, prispieva k zachovaniu kultúrnych a prírodných daností územia. Je však potrebné propagovať taký druh turizmu, ktorý bude šetrný k životnému prostrediu a ľuďom v ňom žijúcim.

## Pod'akovanie



Tento príspevok bol podporený finančnými prostriedkami projektov CHARMED (č. 734684) a PRISAR2 (č. 872860) z programu Európskej únie Horizont 2020 v rámci výskumného a inovačného programu Marie Skłodowska-Curie.

## Acknowledgement



This paper has received funding from projects CHARMED (No. 734684) and PRISAR2 (No. ) of the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under the Marie Skłodowska-Curie Action.

## LITERATÚRA

- ABBATE, G., BONACQUISTI, S., GIOVI, E., IAMONICO, D., IBERITE, M., LORENZETTI, R. 2009. Contribution to the vascular flora of the Castelli Romani Regional Park (Rome, Central Italy) with recent observations and early herbarium surveys. *Webbia*, 2009, 64, 1, p. 47 – 74. DOI: 10.1080/00837792.2009.10670852.
- AKPINARA, A., BARBOSA-LEIKER, C., BROOKS, K. R. 2016. Does green space matter? Exploring relationships between green space type and health indicators. *Urban Forestry & Urban Greening*, 20, p. 407 – 418.
- BENNETT, D., GRAEBNER, W. 2010. *Genzano: Bread, Flowers and War*. [online]. [cit. 10.04.2020]. dostupné na: <<https://romethesecondtime.blogspot.com/2010/10/genzano-bread-flowers-and-war.html>>
- BERTRAM, C., KATRIN REHDANZ, K. 2015. The role of urban green space for human well-being. *Ecological Economics*, 120, p. 139–152.
- BOSCH, M van den, SANG, Å. O. 2017. Urban natural environments as nature-based solutions for improved public health – A systematic review of reviews. *Environmental Research*, 158, p. 373 – 384.
- COSTANTINI, E.A.C., BARBETTI, R., FANTAPPIE, M., L'ABATE, G., LORENZETTI, R., MAGINI,

- S. 2013. *Pedodiversity*. In COSTANTINI, E.A.C., DAZZI, C. (eds.): *The Soils of Italy*, World Soils Book Series, p. 105 – 178. DOI: 10.1007/978-94-007-5642-7\_6
- DRUSIANI, R., PIO, B. 2007. *The ancient Lake Albano tunnel: Origins and considerations regarding the hydraulic regulation achieved*. [online]. [cit. 10.04.2020]. dostupné na: <[https://www.researchgate.net/publication/250142766\\_The\\_ancient\\_Lake\\_Alban\\_tunnel\\_Origins\\_and\\_considerations\\_regarding\\_the\\_hydraulic\\_regulation\\_achieved](https://www.researchgate.net/publication/250142766_The_ancient_Lake_Alban_tunnel_Origins_and_considerations_regarding_the_hydraulic_regulation_achieved)>
- HARTIG, T., MITCHELL, R., DE VRIES, S., FRUMKIN, H. 2014. Nature and Health. *Annual Review Public Health*, 35, p. 207 – 28.
- ISTAT – Istituto Nazionale di Statistica, 2020: Demographic Balance for the year 2020, province: Roma, Nemi, 2020 ([http://demo.istat.it/bilmens2020gen/index02\\_e.html](http://demo.istat.it/bilmens2020gen/index02_e.html))
- JIRICKA-PÜRRER, A., TADINI, V., TUCKI, A., SALAK, B., SENES, G. 2017. Exploring the Well-Being Effect of Protected Areas – An Intercultural Comparison. Austrian Research and Training Centre for Forests, Natural Hazards and Landscape & Institute of Landscape Development, Recreation and Conservation Planning, University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna (eds.): Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference on Landscape and Human Health: Forests, Parks and Green Care. Vienna: BFW, p. 66.
- MARGARITORA, F.G., BAZZANTI, M., FERRARA, O., MASTRANTUONO, L., SEMINARA, M., VAGAGGINI, D. 2003. Classification of the ecological status of volcanic lakes in Central Italy. *Journal of Limnology*, 62 (Suppl. 1), p. 49 – 59. DOI: 10.4081/jlimnol.2003.s1.49
- MARION, J.L., LEUNG, Y.F., NEPAL, S.K. 2006. *Monitoring Trail Conditions: New Methodological Considerations*. Visitor Impact Monitoring. George Wright Forum 23(2), p. 36 – 49.
- MENDE, P., NEWSOME, D. 2006. *The assessment, monitoring and management of hiking trails: A case study from the Stirling Range National Park, Western Australia*. Conservation Science Western Australia, 5 (3), p. 285 – 295.
- MODRANSKÝ, J., 2012: *Parky a biometricky významné dreviny južného Zemplína*. Vydavateľstvo TU vo Zvolene, 62 p., ISBN 978-80-228-2452-1.
- PICHLEROVÁ, M., DIVIAKOVÁ, A., GALLAY, I., GALLAYOVÁ, Z., OLLEROVÁ, H., PERHÁČOVÁ, Z., ZACHAROVÁ, A., WIEZIKOVÁ, A., 2017: *Nemi – a hidden treasure at Rome outskirts ?* In: Miklós, L., Diviaková, A. (eds): *Ciele trvalo udržateľného rozvoja: méta integrovaného manažmentu životného prostredia*. Zborník pôvodných vedeckých prác, Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, p. 39 – 52. ISBN 978-80-228-3029-4.
- RIGUZZI, F., PIETRANTONIO, G., BAIOCCHI, V., MAZZONI, A. 2008. Water level and volume estimations of the Albano and Nemi lakes (central Italy). *Annals of Geophysics*, 51, p. 563 – 573. DOI: 10.4401/ag-3024.
- STATISTA 2020. Tourism in Rome – Statistics and Facts. [cit. 19.05.2020]. dostupné na: <<https://www.statista.com/topics/6083/tourism-in-rome/>>
- STOREMYR, P., KÜNG, A., BIONDA, D. 2004. *Monitoring and risk assessment of monuments and archaeological sites in the Nemi basin, Colli Albani, Italy*. Report for the EU-Project DEMOTEC-A, Work package 2: Pilot GIS development Nemi. 79 p.
- ŠVAJDA, J., KORONY, S., BRIGHTON, I., ESSER, S., CIAPALA, S. 2016. Trail monitoring in Rocky Mountain National Park, USA. *Solid Earth* 7 (1), p. 115 – 128. DOI: 10.5194/se-7-115-2016.
- ULRICH, R.S., 1984. View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224(4647), p. 420 – 421.
- UNWTO Tourism Highlights: 2018 Edition. Published: August 2018, eISBN: 978-92-844-1987-6. [cit. 03.05.2020]. dostupné na: <<https://www.e-unwto.org/doi/book/10.18111/9789284419876>>
- VAVRINCOVÁ, K. 2018. *Analýza krajiny štruktúry okolia Leopoldova a jej využitie pre ekoturizmus*. BP FEE TU vo Zvolene. 68 p.
- VAVRINCOVEJ, K., 2020. Možnosti turizmu v periurbánom prostredí mesta Nemi. DP FEE TU vo Zvolene, 103 p.
- VELARDE, M.D., FRY, G., TVEIT, M., 2007. Health effects viewing landscape – landscape types in environmental psychology. *Urban Forestry and Urban Greening*, 6, p. 199 – 212.
- WHO – World Health Organization, 2016. *Urban green spaces and health*. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 80 p. dostupné na: <<http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/urban-health/publications/2016/urban-green-spaces-and-health-a-review-of-evidence-2016>>



# POSÚDENIE KONTAMINÁCIE POĽNOHOSPODÁRSKEJ PÔDY VYBRANÝMI RIZIKOVÝMI PRVKAMI V K.Ú. PAPRADNO

VERONIKA ŠAMAJOVÁ<sup>1</sup>, DAGMAR SAMEŠOVÁ<sup>2</sup>, HELENA HYBSKÁ<sup>2</sup>,  
HANA OLLEROVÁ<sup>2</sup> & KAROL KOČÍK<sup>3</sup>

Ústav ekológie lesa SAV, L. Štúra 2, 960 01 Zvolen, veronikasamaj@gmail.com

<sup>2</sup>Katedra environmentálneho inžinierstva, samesova@tuzvo.sk, hybska@tuzvo.sk, ollerova@tuzvo.sk

<sup>3</sup>Katedra plánovania a tvorby krajiny, kocik@tuzvo.sk

<sup>2,3</sup>Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen

## ABSTRACT

Šamajová V., Samešová D., Hybská H., Ollerová H., Kočík K.: **Evaluation of agriculture soils contamination by risk elements in cadastral area Papradno**

The paper presents the evaluation of selected risk elements (heavy metals) load in the soil, at a locality that is not directly affected by air pollution from industry. We analyzed content of mercury, lead, copper, and zinc in selected soils of cadastral area Papradno (in Považská Bystrica district, Slovakia). Samples were taken from 4 soil areas in autumn 2017 and 2019. Measurement of mercury was done on a single-purpose atomic absorption spectrometer AMA 254 and analysis of lead, copper, and zinc with a flame absorption atomic spectrometer GBC 933-AA. The results of element (Zn, Cu, Pb, and Hg) content indicate their natural occurrence in the soils of cadastral area Papradno and even points to a slight exceedance of the critical value, especially for the lead content.

**Key words:** soils contamination, risk elements

## ÚVOD

Priamym následkom industrializácie a antropogénnej činnosti je znečistenie životného prostredia. Jednou z veľmi diskutovaných skupín kontaminantov sú aj ťažké kovy, resp., rizikové prvky.

Ťažké kovy sa do prostredia dostávajú prostredníctvom emisií, kontaminovaných vôd z výroby, presakujúcich nedostatočne zabezpečených skládok odpadu, poľnohospodárskej výroby, baníckej činnosti, ťažby rúd a iné. Ťažké kovy patria k rizikovým látkam pre životné prostredie, zdravie ľudí a zvierat. Z dôvodu ochrany prírodného prostredia a zdravia ľudí a zvierat sa rizikovým prvkom v rôznych zložkách životného prostredia jednotlivito venuje aj legislatíva, ktorá stanovuje presné limitné hodnoty pre jednotlivé prvky v pôde, vodách, ovzduší, potravinách a krmovinách (TÓTH,2016)

Medzi hlavné rizikové prvky, ktorým sme sa v tomto výskume venovali je meď, ortuť, olovo a zinok.

Olovo je považované za jeden z najrozšírenejších ťažkých kovov. Zvýšený výskyt olova v pôdach majú za následok najmä emisie z oblasti ťažby olovených rúd. U ľudí môže dôjsť k otrave olovom z dôvodu koncentrácie väčšieho množstva prvku v tkanivách, čo má za následok poškodenie takmer všetkých tkanív v tele (LANE,1977).

Přítomnosť ortuti v pôdach je zvýšená v oblastiach banského a priemyselného odvetvia. Ortuť má schopnosť absorbovať sa vo vode do mušlí či rýb, čo môže mať za následok ohrozenie zdravia ľudí pri ich nadmernej konzumácii. (EFSA,2012)

Meď radíme medzi látky nevyhnutné pre zdravie ľudí. Zvýšený obsah medi v pôdach je toxický a znižuje prijateľnosť železa. Jej zvýšený výskyt môže mať za následok aj vážnejšie zdravotné problémy, akými sú poškodenie pečene, neurologického systému a reprodukčných činností. (ATSDR,2004)

Zinok patrí k dôležitým esenciálnym prvkom. Jeho zvýšená koncentrácia v prostredí sa vyskytuje najmä v blízkosti ťažby rúd. Nedostatok zinku má za následok, že ľudia sú náchylnejší na infek-

cie a zápalové ochorenia. Zvýšený príjem zinku môže mať za následok priamu toxicitu a narušenie absorbovateľnosti medi, čím dochádza v organizme k nedostatku obsahu medi. (SWARTJES,2019)

## MATERIÁL A METODIKA

### Charakteristika výskumných plôch

Analýza zaťaženia vybraného územia poľnohospodárskej pôdy v katastri obce Papradno ortuťou, meďou, zinkom a olovom bola vykonaná na vzorkách pôdy zo 4 plôch, pričom z každej pôdnej plochy boli odobraté vzorky pôdy na 4 rôznych miestach. Odbery vzoriek pôdy prebiehali na jeseň rokov 2017 a 2019. Skúmané parcely sú v privátom vlastníctve, ktoré majiteľ využíva na súkromné záhradkárské účely pre vlastnú spotrebu. V oboch prípadoch sa jednalo o tie isté vybrané pôdy za účelom zistenia prípadných zmien koncentrácií vybraných rizikových prvkov. Je

nutné však podotknúť, že priamo v blízkosti skúmaných plôch sa nachádza kováčka dielňa, ktorá môže byť potenciálnym zdrojom kontaminácie okolitých pôdnych plôch z dôvodu opracovania kovov, najmä ocele, v ktorej sa podľa vyhlášky 153/2012 Z. z. môže nachádzať určité množstvo olova.

Skúmané plochy majú následnú charakteristiku:

**Plocha č. 1** – parcela v k.ú. Papradno E 7721, resp. C 2860/8 (celková výmera 2399m<sup>2</sup>, výmera skúmanej plochy 1281 m<sup>2</sup>), pôdny typ kambizem modálna, pôdny druh ílovitohlinitá

**Plocha č. 2** – parcela v k.ú. Papradno E 7721, resp. C 2860/8 (celková výmera 2399 m<sup>2</sup>, výmera skúmanej plochy 1118 m<sup>2</sup>), pôdny typ kambizem modálna, pôdny druh ílovitohlinitá

**Plocha č. 3** – parcela v k.ú. Papradno C 2892/1 (celková výmera 485 m<sup>2</sup>, výmera skúmanej plochy 242 m<sup>2</sup>), pôdny typ kambizem, pôdny druh ílovitohlinitá



Obr. 1: Lokalizácia odberných plôch (číslo) a odberových miest (body) v intraviláne k.ú. Papradno  
Fig. 1 Location of sampling sites (a number) and sampling points (black dots) in the urban area of cadastral area Papradno

**Plocha č. 4** – parcela v k.ú. Papradno C 2892/1 (celková výmera 485 m<sup>2</sup>, výmera skúmanej plochy 243 m<sup>2</sup>), pôdny typ kambizem modálna, pôdny druh ílovitohlinitá

### Odber a úprava pôdnych vzoriek

Vzorky zeminy boli odobrané pomocou pôdneho vrtáku do hĺbky 20cm. Objem odobranej

zeminy bol približne 500g. Z tejto zeminy sme pripravili jemnozern (cca 200g) a to najprv rozložením na filtračnom papieri v prípravnom laboratóriu Katedry environmentálneho inžinierstva FEE TU vo Zvolene, ďalej odstránením organických prímiesí, vysušením na vzduchu a následne preosiatím na pedologických sítach s veľkosťou 2mm. Z pripravenej jemnozeme sme navážili 10g vzorky a zaliali 100ml roztoku 1 mol NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>.



v prípade analýzy ortuti sme jej obsah stanovovali priamo v pevnej matici jemnozeme.

### Analýza pôdny vzoriek

Analýza zaťaženia ortuťou vybraných vzoriek pôdy prebiehala po spracovaní vzoriek meraním na prístroji AMA 254 v laboratóriu v decembri 2017. Analýza zaťaženia olovom, meďou a zincom vybraných vzoriek pôdy prebiehala po spracovaní pôdnych vzoriek meraním na plameňovom absorpčnom atómovom spektrometri Model GBC 933 AA v laboratóriu v decembri 2017. V máji 2020 sme opätovne merali vzorky pôdy za účelom zistenia koncentrácií vybraných prvkov, však už len na atómovom spektrometri Model GBC 933 AA. Získané výsledky sme prepočítali na mg.kg<sup>-1</sup> a štatisticky spracovali, pričom sme vyhodnotili priemerné obsahy a smerodajné odchýlky

## VÝSLEDKY

Výsledky obsahov troch rizikových prvkov (Cu, Pb a Zn) v dvoch obdobiach (jeseň 2017 a jeseň 2019) sú zhrnuté v tabuľka č. 1.

Obsahy prvého skúmaného rizikového prvku (Cu) sa v roku 2017 pohybovali v rozpätí 0,18 (plocha č.2) až 0,65 mg.kg<sup>-1</sup> (plocha č. 1). Celkový priemer za všetky plochy v danom roku činil 0,346 mg.kg<sup>-1</sup>. V ďalšom roku 2019 sme zaznamenali obsahy Cu v rozpätí 0,18 (plocha č. 2) až 0,56 mg.kg<sup>-1</sup> (plocha č. 1) a celkový priemer za všetky plochy bol 0,318 mg.kg<sup>-1</sup>. V zmysle Zákona NR SR č. 220/2004 o ochrane poľnohospodárskej pôdy tieto hodnoty neprekročili limitné pre meď v pôde (1,0 mg.kg<sup>-1</sup>), ktorý je určený ako kritická hodnota vo vzťahu poľnohospodárska pôda – rastlina. Preto možno skúmané plochy považovať za pestovateľsky vhodné a nepredpokladáme, že nepredstavujú riziko kontaminácie životného prostredia a negatívnych dopadov na poľnohospodársku produkciu.

**Tab. 1** Obsahy Cu, Pb a Zn v pôde na vybraných plochách v k.ú. Papradno (výluh v 1 M NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>)  
**Tab. 1** Cu, Pb, and Zn content in soil at selected areas in cadastral area Papradno (extract in 1 M NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>)

Plocha	Obsah prvku v mg.kg <sup>-1</sup> (x ± s <sub>x</sub> )*					
	Cu		Pb		Zn	
	2017	2019	2017	2019	2017	2019
1	0,65±0,421	0,56±0,116	0,40±0,055	0,47±0,022	0,23±0,091	0,39±0,042
2	0,18±0,067	0,19±0,009	0,49±0,12	0,18±0,024	0,87±0,461	0,76±0,123
3	0,31±0,081	0,28±0,028	nestanovené	0,27±0,082	1,1±0,806	1,07±0,135
4	0,25±0,108	0,24±0,020	0,89±0,88	0,21±0,005	0,34±0,108	0,38±0,007

\*Pozn. x ± s<sub>x</sub> – priemer ± smerodajná odchýlka

Ďalším skúmaným prvkom bolo olovo. Jeho obsahy sa v roku 2017 pohybovali v intervale 0,40 (plocha č. 1) až 0,89 mg.kg<sup>-1</sup>, s celkovým priemerom za všetky plochy 0,589 mg.kg<sup>-1</sup>. V roku 2019 sme namerali hodnoty v rozpätí 0,18 (plocha č. 1) až 0,47 mg.kg<sup>-1</sup> (plocha č. 1) a celkový priemer za všetky plochy bol 0,284 mg.kg<sup>-1</sup>. Treba poznamenať, že v roku 2017 na rozdiel od Cu a Zn boli na každej ploche merané iba dve opakovania a dokonca na ploche č. 3 obsah tohto prvku nebol stanovený, pretože pri analýzach bol problém s kalibráciou. Preto tento rok pri hodnotení v porovnaní s limitnými hodnotami neberieme do úvahy a ani nemožno porovnávať významným spôsobom oba ročníky. Napriek tomu aj rok 2019 potvrdil vyššie obsahy ako je Zákonom NR SR č. 220/2004 Z.z. stanovený limit pre vzťah poľnohospodárska pôda – rastlina, tzv. kritickú hodnotu. Tu sa možno domnievať, že by mohlo ísť

o kontamináciu pôdy a riziko intoxikácia potenciálnej poľnohospodárskej produkcie. Pre zodpovednejšie posúdenie však bude žiadúce odobrať vyšší počet vzoriek a to aj z väčších hĺbok a taktó zmapovať potenciálny rozsah a mieru kontaminácie pôdneho krytu, prípadne identifikovať príčinné súvislosti.

V prípade zinku sme v roku 2017 zaznamenali obsahy od 0,23 (plocha č. 1) do 1,1 mg.kg<sup>-1</sup> (plocha č 3). celkový priemer za všetky plochy v danom roku činil hodnotu 0,634 mg.kg<sup>-1</sup>. V roku 2019 sme namerali obsahy zinku v intervale 0,38 (plocha č.4) až 1,07 mg.kg<sup>-1</sup> (plocha č. 3) a celkový priemer za všetky plochy bol 0,651 mg.kg<sup>-1</sup>. Limitná hodnota zinku vo vzťahu poľnohospodárska pôda a rastlina (kritická hodnota) je v zmysle Zákona NR SR č. 220/2004 Z.z. stanovená na úrovni 2,0 mg.kg<sup>-1</sup>, čo vedie ku konštatovaniu, že ani u tohto prvku sme nezaznamenali

preukázateľnú kontamináciu a teda ani riziko pre poľnohospodársku prax, resp. intoxikáciu rastlinnej produkcie.

Ostatným prvkom, ktorý sme analyzovali, bola ortuť. Jej obsahy na jednotlivých lochách v roku 2017 sú uvedené v tabuľke č. 2 (v roku 2019 sme obsahy ortuti nestanovovali).

Ako vyplýva z uvedenej tabuľky obsahy sa na skúmaných lokalitách pohybovali v intervale 0,049 (plocha č. 4) až do 0,076 mg.kg<sup>-1</sup>. Celkový priemer za všetky plochy bol 0,0684 mg.kg<sup>-1</sup>. Tiež možno poukázať na skutočnosť, že na plochách 1 až 3 obsahy oscilovali okolo hodnoty 0,075 mg.kg<sup>-1</sup>.

**Tab 2 Obsah ortuti v pôdach na skúmaných lokalitách v k.ú. Papradno**

**Tab. 2 Mercury content in soils at the studied localities in cadastral area Papradno**

Plocha	Obsah ortuti v mg.kg <sup>-1</sup> (x± sx)
1	0,076 ± 0,009
2	0,074 ± 0,009
3	0,075 ± 0,012
4	0,049 ± 0,012

\*Pozn. x ± s<sub>x</sub> – priemer ± smerodajná odchýlka

Okrem posúdenia miery kontaminácie a s tým súvisiacim zhodnotením prekročenia, resp. neprekročenia legislatívou danej kritickej hodnoty pre konkrétny rizikový prvok sme na základe jednofaktorovej analýzy variancie vyhodnotili mieru

vplyvu podmienok na daných odberových plochách na koncentráciu sledovaného prvku.

V tabuľke 3 a 4 uvádzame výsledky štatistického vyhodnotenia obsahov medi na daných výskumných plochách.

**Tab. 3 Priemerné obsahy medi (mg.kg<sup>-1</sup>) na výskumných plochách v roku 2017**

**Tab. 3 Average copper content (mg.kg<sup>-1</sup>) in research area in 2017**

Plocha	Počet	Suma	Priemer	Rozptyl
1	4	2,6	0,65	0,24
2	4	0,73	0,18	0,01
3	4	1,22	0,31	0,01
4	4	0,99	0,25	0,02

Z tejto tabuľky je zjavné, že v roku 2017 sme zaznamenali najnižší priemerný obsah medi v pôde do hĺbky 20 cm na výskumnej ploche č. 2 a najvyšší na výskumnej ploche č. 1, pričom rozdiel bol viac ako 3,5-násobný. Aj keď zistené obsahy ako sme vyššie uviedli neboli nadlimitné,

táto skutočnosť nás vedie k hypotéze, že rozdiely v priemerných obsahoch medi na jednotlivých výskumných plochách by mohli byť spôsobené variabilitou pôdno-ekologických podmienok. Preto sme vykonali jednofaktorovú analýzu variancie, ktorej výsledku sú uvedené v tabuľke 4.

**Tab 4 Analýza variancie pre hodnotenie priemerných obsahov medi v pôdach na výskumných oplochách k.ú. Papradno**

**Tab. 4 Analysis of variance for evaluation of average copper content in soils on research plots in cadastral area Papradno**

Zdroj variancie	S štvorcov	St.voľn.	Rozptyl	F	Preukaznosť
Medzi plochami	0,5221	3	0,1740	2,6147	0,0992
Vnútorý	0,7988	12	0,0666		
Celkový	1,3209	15			

F<sub>0,05</sub>=3,49

Z tabuľky je zjavné, že F-hodnota je nižšia ako kritická hodnota pri hladine 95%nej významnosti, z čoho vyplýva, že sa naša hypotéza nepotvrdila a rozdiely v priemerných obsahoch medi nie sú jednoznačne spôsobené variabilitou pomeru na jednotlivých plochách.

Podobné štatistické hodnotenie sme vykonali aj pri posúdení priemerných obsahov zinku, ktorých hodnoty na jednotlivých výskumných plochách sú uvedené v tabuľke 5.

**Tab 5 Priemerné obsahy zinku (mg.kg<sup>-1</sup>) na výskumných plochách v roku 2017****Tab. 5 Average zinc content (mg.kg<sup>-1</sup>) in research areas in 2017**

Plocha	Počet	Suma	Priemer	Rozptyl
1	4	0,92	0,23	0,01
2	4	3,49	0,87	0,28
3	4	4,4	1,10	0,87
4	4	1,355	0,34	0,02

Z tabuľky č. 5 vyplýva, že najvyšší priemerný obsah tohto prvku bol zaznamenaný na ploche č. 3 a najnižší na ploche č. 1, pričom rozdiel je 4,8-násobný. Aj tú sa črtá hypotéza, že tieto roz-

diely sú spôsobené pôdno-ekologickými faktormi na daných plochách. Výsledky testovania analýzy vyriancie sú zhrnuté pre tento prvok v tabuľke 6.

**Tab. 6 Analýza variancie pre hodnotenie priemerných obsahov zinku v pôdach na výskumných oplochách k.ú. Papradno****Tab. 6 Analysis of variance for evaluation of average zinc content in soils on research plots in cadastral area Papradno**

Zdroj variancie	S štvorcov	St.vol'n.	Rozptyl	F	Preukaznosť
Medzi plochami	2,0977	3	0,6992	2,3802	0,1207
Vnútorý	3,5252	12	0,2938		
Celkový	5,6229	15			

$F_{0,05}=3,49$

Aj v tomto prípade sme na základe vyššie uvedených výsledkov zamietli danú hypotézu a nemožno konštatovať, že rozdiely priemerných hodnôt sú spôsobené preukazne variabilitou pôdnych pomerov na daných výskumných plochách.

Ostatným prvkom, kde sme vykonali aj štatistické hodnotenie bola ortuť. Výsledky štatistických testov sú zhrnuté v tabuľkách 7 a 8.

**Tab. 7 Priemerné obsahy ortuti (mg.kg<sup>-1</sup>) na výskumných plochách v roku 2017****Tab. 7 Average mercury content (mg.kg<sup>-1</sup>) in research area in 2017**

Plocha	Počet	Suma	Priemer	Rozptyl
1	4	0,30298	0,076	0,0001
2	4	0,29575	0,074	0,0001
3	4	0,29853	0,075	0,0002
4	4	0,19689	0,049	0,0002

Z uvedenej tabuľky vyplýva, že na plochách 1,2 a 3 priemerné obsahy oscillovali okolo hodnoty 0,075 mg.kg<sup>-1</sup> (od 0,074 do 0,076). Na ploche

č. 4 však bol zaznamenaný priemerný obsah ortuti na úrovni 0,049 mg.kg<sup>-1</sup>, čo 1,5-násobne menej.

**Tab 8 Analýza variancie pre hodnotenie priemerných obsahov ortuti v pôdach na výskumných oplochách k.ú. Papradno****Tab. 8 Analysis of variance for evaluation of average mercury content in soils on research plots in cadastral area Papradno**

Zdroj variancie	S štvorcov	St.vol'n.	Rozptyl	F	Preukaznosť
Medzi plochami	0,0020	3	0,0007	4,4153	0,0260
Vnútorý	0,0018	12	0,0001		
Celkový	0,0037	15	0,0008		

$F_{0,05}=3,49$

Z analýzy variancie vyplýva, že vypočítaná F-hodnota je vyššia ako kritická F-hodnota pri 95%-nej hladine významnosti a preto možno prijať hypotézu, že zistené rozdiely v priemerných obsahoch sú spôsobené variabilitou prostredia (teda pôdno-ekologických faktorov). Z následného parametrického t-testu však vylýnulo, že toto možno vzťahovať len na rozdiela v priemernom obsahu medzi plochou 3 a 4, kde tento test potvrdil preukazosť rozdielov stredných hodnôt na 95%-tnej hladine významnosti.

## DISKUSIA

Publicita ťažkých kovov, resp. rizikových prvkov je dlhodobá a bola hodnotená v mnohých domácich i zahraničných prácach (GÁBRIS A KOL., 1987; CHRENEKOVÁ 1982, HOLOBRADÝ, 1985; KULICH, 1988; LINKEŠ, KOZBA A KOL., 1997; FIEDLER-RÖSLER, 1987; ZYRIN A KOL. (1985), BECERILA ET AL., 1988 a iní).

Rozsiahlosť vplyvu týchto prvkov na jednotlivé zložky životného prostredia v priemyselne vyspelých oblastiach, ako aj ich dlhodobý efekt sú príčinou, že ich problematika je stále aktuálna, o čo svedčí množstvo novších prác (DUCSAY, 2011; ZACHAROVÁ, KOČÍK, 2015; KNAPCOVÁ, ZACHAROVÁ, 2015; MELICHOVÁ, ĎURICOVÁ, SAMEŠOVÁ, NAGYOVÁ, 2017 a iní)

V našej práci sme sa zamerali na posúdenie obsahov štyroch rizikových prvkov v pôdach v severozápadnej lokalite Slovenska v katastrálnom území Papradno (okr. Považská Bystrica). Motiváciou bola aj skutočnosť, že táto oblasť sa považuje za región bez priameho vplyvu priemyselnej činnosti, hoci severnejšia časť na hranici s Českou republikou môže byť atakovaná diaľkovým prenosom imisii z Ostravského regiónu a tu je otázka kontaminácie pôd a ostatných zložiek ŽP stále aktuálna.

Po vyhodnotení výsledkov môžeme pôdu z hľadiska vybraných rizikových prvkov zinok, meď a ortuť považovať za nekontaminovanú a bezpečnú. Avšak vzhľadom na opakované merania olova so súčasnými reprezentatívnymi výsledkami konštatujeme značné prekročenie limitných hodnôt olova v pôde a to 2-násobné prekročenie zákonom stanoveného limitu olova v pôde. Skúmaná pôdna plocha s označením 1 vykazovala na rozdiel od ostatných skúmaných pôdnych plôch nárast koncentrácie olova a zinku. Z hľadiska výskytu olova v skúmanej pôde ju hodnotíme ako zaťaženú olovom a potenciálne nebezpečnú z hľadiska možného prieniku Pb do trofického reťazca človeka cez dopestované

rastlinné produkty. Výskumná plocha č. 1 sa nachádza v úzkej blízkosti kováčskej dielne, v ktorej dochádza k opracovaniu železnej ocele a manipulácií s pozinkovanými materiálmi, čím sa domnievame, že ide o potenciálny bodový zdroj možnej kontaminácie pôdy, čo potenciálne môže mať za následok zvýšenie priemerných obsahov olova a čiastočne aj zinku. Ako však naznačuje porovnanie výsledkom s limitnými hodnotami (kritickými hodnotami pre systém pôda – rastlina), uvedených v Zákone NR SR č. 220/2004 z.z. v znení neskorších predpisov, u prvkov Hg, Zn, Cu sa nepotvrdilo ich prekročenie. V prípade zaznamenaných nadlimitných obsahov olova odporúčame dlhodobejšie sa venovať tejto problematike a prípade urobiť podrobnejšiu štúdiu o možnej kontaminácii pôdy týmto prvkom. Štatistické hodnotenia sme vzhľadom k dostatočnému výberovému súboru vykonali len za obdobie roku 2017 a to u troch prvkov (Cu, Zn a Hg). Ak sa nám aj črtá, žeby zvýšené obsahy Zn v porovnaní s inými plochami (hoci podlimitné) mohli byť spôsobené variabilitou pôdnych pomerov a prípadne aj bodovým zdrojom, tieto nám túto hypotézu nepotvrdili a domnievame sa, že rozdiely stredných hodnôt môžeme pripísať prirodzenej variabilite alebo odchýlkam v meraní. V prípade rozdielov priemerných obsahov ortuti na jednotlivých výskumných plochách sa hypotéza o vplyve faktorov prostredia na jej koncentráciu v pôde mierne potvrdila, ale aj toto zistenie si vyžaduje systematickejšie pozorovanie

## ZÁVER

Na základe stanovenia reálnych obsahov štyroch rizikových prvkov v pôdach odobraných zo štyroch výskumných plôch v k.ú. Papradno možno prijať tieto závery:

1. Obsahy Cu sa v roku 2017 pohybovali v rozpätí 0,18 až 0,65 mg.kg<sup>-1</sup> a v roku 2019 v intervale 0,19 až 0,56 mg.kg<sup>-1</sup>. Tieto hodnoty neprekračujú legislatívou stanovený limit (kritickú hodnotu 1,0 mg.kg<sup>-1</sup>);
2. Obsahy Pb sa v roku pohybovali v rozpätí 0,40 až 0,89 mg.kg<sup>-1</sup> a v roku 2019 boli v intervale 0,18-0,47 mg.kg<sup>-1</sup>. Tieto obsahy sú vyššie ako našou legislatívou stanovená kritická hodnota (0,1 mg.kg<sup>-1</sup>) pre poľnohospodárske pôdy a teda hrozí riziko prieniku zvýšených množstiev olova z pôdy do dopestovaných rastlinných produktov;
3. Obsahy Zn sa na skúmaných plochách k.ú. Papradno v roku 2017 pohybovali v rozpätí 0,23-1,10 mg.kg<sup>-1</sup> a v roku 2019 0,38-0,07 mg.

kg<sup>-1</sup>. Tieto hodnoty neprekračujú legislatívou stanovený limit (kritickú hodnotu 2,0 mg.kg<sup>-1</sup>); 4. Obsahy Hg boli na skúmaných plochách k.ú. Papradno v roku 2017 zaznamenané v intervale 0,049 až 0,076 mg.kg<sup>-1</sup>. Tieto hodnoty neprekračujú legislatívne stanovený limit 0,75 mg.kg<sup>-1</sup>.

Kontaminácia poľnohospodárskej pôdy vybranými rizikovými prvkami v k.ú. Papradno nebola bezprostredne preukázaná a stanovené obsahy sú pod prípustné kritické hodnoty. Výnimkou je olovo, kde odporúčame ďalšie podrobnejšie zmapovanie rozsahu a príčin kontaminácie pôdy. Vývoj tohto stavu však predbežne naznačuje zlepšujúci sa trend, čo však budeme môcť potvrdiť na základe dôsledného zmapovania miery kontaminácie pôdy olovom.

## POUŽITÁ LITERATÚRA

- ATSDR (United States Agency for Toxic Substances and Disease Registry), 2004. Toxicological Profile for Copper. U.S. Department of Health and Human Services, p. 272.
- BECERRIL, J., M., et al (1988): The effect of cadmium and lead on photosynthetic electron transport in clover and lucerne. *Plant Physiology and Biochem.*, 26, 1988, p. 357-363
- EFSA. 2012. Scientific opinion on the risk for public health related to the presence of mercury and methylmercury in food. *The EFSA Journal* 10 (12), 2985 (European Food Safety Authority).
- DUCSAY, L. (2011): The chlorophyll, cadmium and zinc contents in sunflower leaves under cadmium and zinc stress condition. *Cemické listy* 105, 4, 2011, ISSN 0009-2770
- FIEDLER, H.J.-RÖSLER, J. (1987): Spurenelemente in der Umwelt. VEB Gustav Fischer, Verlag Jena, 1987, 278 s.
- GÁBRIŠ, I. A KOL. (1987): Chemizácia poľnohospodárskej výroby a ochrana životného prostredia. *Priroda Bratislava*, 1987 064-114-87
- GANC, M., OLLEROVÁ, H. (2018): Kumulácia ortuti v hubách v Krupinskej planine. *Acta Facultatis Ecologiae – journal of Faculty of Ecology and Environmental Sciences Technical University in Zvolen*. 2018. č. no. 1, s. 15--23. ISSN 1336-300X
- HOLOBRADÝ, K. (1985): Vplyv exhalátov z OFZ v systéme pôda – vegetácia. Výskumný ústav pôdozvedectva a výživy rastlín, Bratislava, 1985 (manuscript)
- CHRENEKOVÁ, E.(1982): Import zvýšených množstiev ťažkých kovov vo vzťahu ku kvalite pôdnych vlastností. In.: *Ochrana pôdy a jej úrodnosť. Štrbské pleso*, 1982, s. 109-118
- KNAPCOVÁ, I., ZACHAROVÁ, A. (2015): Vplyv jednorázovej aplikácie drevného popola na obsah ťažkých kovov v smrekovom dreve. In *Acta Facultatis Ecologiae: journal of Faculty of Ecology and Environmental Sciences Technical University in Zvolen*. 2015. č. no. 2, s. 49--53. ISSN 1336-300X
- .KEGA 006TUZ-4/2014.
- KULICH, J. (1988): Reakcia obilnín na arzén a olovo. *Rostlinná výroba*, č. 5, 34, 1988, s. 491-498
- LANE, S. D.,MARTIN, E. S., 1977. A biochemical investigation of lead uptake in *Raphanus salines*. *New Phytol.* 79,1977. 281-286
- LINKEŠ, V. – KOBZA, J. a kol. (1997): Monitoring pôd Slovenskej republiky. Súčasný stav Monitorovaných vlastností pôd 1992-1996. VÚPÚ Bratislava, 1997, 128 s.
- MELICHOVÁ, Z., ĎURICOVÁ, A. SAMEŠOVÁ, D., NAGYOVÁ, I. (2017): Hodnotenie rizík vybraných kovových prvkov vo vodách. *Banská Bystrica : Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici*, 1. vyd. 2017. ISBN 978-80-557-1372-4.
- SAMEŠOVÁ, D. (2012): Ťažké kovy v čistiarenských kaloch. In *Životné prostredie: revue pre teóriu a tvorbu životného prostredia*. 2012. č. č. 5, s. 232-236. ISSN 0044-4863.
- SWARTJES, F.A. 2011. Introduction to contaminated site management (2011) In: Swartjes (Ed.), *Dealing with Contaminated Sites*. Springer Science+Business Media B.V. Chapter 1, pp. 3–81.
- TÓTH, G., HERMANN, T., DA SILVA, M.R., MONTARANELLA L., 2016, Heavy metals in agricultural soils of the European Union with implications for food safety, *Environment International* 88 ,Hungary,2016. s. 299–309
- ZACHAROVÁ, A., KOČÍK, K. (2015): *Analysis of metals in inorganic and organic samples*. 1. vyd. Zvolen: Technical University in Zvolen, 2015. 158s. ISBN 978-80-228-2817-8 .ITMS 26110230112.
- ZYRIN, N.G. a kol. (1985): *Chimija ťažkých metellov, myšjaka i molibdena v počvach*. Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta, Moskva, 1985
- VYHLÁŠKA 153/2012 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 125/2004 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o spracúvaní starých vozidiel a o niektorých požiadavkách na výrobu vozidiel v znení neskorších predpisov
- ZÁKON č. 220/2004 Z. z. – Zákon o ochrane a využívaní poľnohospodárskej pôdy a o zmene zákona č. 245/2003 Z. z. o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov



# VPLYV VYBRANÝCH FAKTOROV NA MRAVCE (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) BYLINNO-TRÁVNÝCH EKOSYSTÉMOV SLOVENSKA

MICHAL WIEZIK<sup>1</sup> – ADELA WIEZIKOVÁ<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Katedra aplikovanej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen, e-mail: wiezik@post.sk

<sup>2</sup>Katedra biológie a všeobecnej ekológie, Fakulta ekológie a environmentalistiky Technickej univerzity vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen, e-mail: a.wiezikova@gmail.com

## ABSTRACT

Wiezik M., Wieziková A.: **Selected aspects of ecology of ants (Hymenoptera: Formicidae) in the permanent grasslands of Slovakia**

The thesis is presented in a form of a summarizing paper, comprised of selected published papers together with a commentary. It presents information on species richness of ants in Slovakia and on the impact of selected environmental factors on ant communities within elevation, humidity, management and succession gradients. It also assesses ant communities associated with selected natural grassland habitats including dry grasslands, alpine meadows and grassland peat-bogs. The results emphasize the importance of ants in permanent grasslands communities and the potential of ants in the monitoring of landscape condition and transformation. This knowledge may be utilized in the field of nature conservation and also as a tool for the design of sustainable management of submontane agricultural landscape.

**Key words:** biodiversity, succession, grassland management, grassland ecosystems

## ÚVOD

Práca sa zaoberá ekológiou skupiny hmyzu, ktorá celosvetovo patrí medzi najskúmanejšie a teší sa narastajúcej pozornosti tak vedeckej ako aj laickej verejnosti.

O mravcoch Slovenska sa donedávna vedelo pomerne málo a netýkalo sa to len laickej verejnosti. Myrmekológia sa na európskej úrovni pretransformovala z faunistickej vedy, akou bola aj u nás v druhej polovici dvadsiateho storočia, na aplikovanú ekologickú a exaktnú taxonomickú vednú disciplínu so širokým záberom, multidisciplinárnym prístupom a vysokými požiadavkami na vedecké kapacity.

Táto práca je prehľadom sumarizujúcim faunistický a ekologický výskum mravcov na Slovensku, za necelých desať rokov výskumu. V prílohách práce sú zaradené publikované príspevky názorov nových druhov Slovenska, stále pomerne aktuálny komentovaný zoznam mravcov Slovenska, rôzne články faunisticko-ekologického cha-

rakteru a niekoľko štúdií hodnotiacich vybrané aspekty ekológie mravcov publikovaných vo forme monografie resp. v renomovaných vedeckých časopisoch.

Dôraz je kladený na práce zaoberajúce sa výskumom mravcov v prostredí trvalých trávnych porastov Slovenska (TTP). Ide o ekosystémy, ktoré sú charakteristickou súčasťou našej krajiny, predstavujú jej prírodnú a kultúrnu zložku, hostia širokú škálu spoločenstiev mravcov. V súčasnosti tieto biotopy podliehajú vážnym zmenám, ktoré majú negatívny dopad na ich fungovanie a štruktúru, strata veľkého podielu prírodného a kultúrneho bohatstva Slovenska a Európy je reálnym problémom, ktorý sa stále nedarí zastaviť či dostatočne zmierniť. Poloprirodné trvalé trávne porasty patria dnes medzi najohrozenejšie európske ekosystémy (Habel et al. 2013).

Porozumenie príčinám a dôsledkom takýchto zmien je tak potrebou nanajvýš aktuálnou. Mravce sú neoddeliteľnou súčasťou týchto ekosystémov, navyše veľmi významnou a citlivou. Pred-

stavujú ideálny nástroj pre ekologický výskum TTP, čo sa snažíme v predloženej práci v rámci vybraných tematických okruhov zdokumentovať.

## TAXONÓMIA, BIONÓMIA A EKOLOGICKÉ ŠPECIFIKÁ MRAVCOV

Mravce radíme do jednej čeľade mravcovité (Formicidae) v rámci radu blanokřídlowce (Hymenoptera) a triedy hmyz (Insecta). Celosvetovo ide o druhovo bohatú čeľaď s 12 762 opísanými druhmi (Agosti a Johnson 2013), s približne 300 rodmi a 20 podčeľadami. Odhaduje sa, že tento počet predstavuje tretinu až polovicu celosvetovej diverzity tejto čeľade (Žďárek 2013). Hölldobler a Wilson (1990) vo svojej knihe uvádzajú 8 804 celosvetovo známych druhov mravcov, päť rokov na to bol tento počet na úrovni 9 538 druhov (Bolton 1995) a v roku 2005 už 11 477 druhov (Bolton et al. 2007). Za necelých 25 rokov tak počet známych druhov mravcov stúpol o 45%. Tieto kvantitatívne zmeny sú na jednej strane výsledkom objavov nových druhov (gro v tropických oblastiach), no nemenej dôležité sú aj opisy na základe hĺbkových taxonomických revízií a odhaľovanie kryptických a sesterských druhov v rámci už „známych“ taxónov (napr. Seifert 1991, 1992, Csósz 2012). Evidentný je stále sa zvyšujúci záujem vedeckej obce o túto skupinu hmyzu.

V rámci Európy bol zaznamenaný výskyt okolo 640 druhov mravcov v rámci 57 rodov a 7 podčeľadi (Czechowski et al. 2012). Treba podotknúť, že mravčia fauna jednotlivých európskych krajín je preskúmaná nerovnomerne, a tak toto číslo nemožno považovať za definitívne. V európskom priestore vidieť pomerne výrazný gradient v druhovej bohatosti mravcov smerom zo severu na juh, rovnako tak štáty s väčšou rozlohou (a dlhšou tradíciou myrmekologického výskumu) bývajú druhovo bohatšie (Werner a Wiezik 2007).

Slovensko patrí medzi európske krajiny so strednými hodnotami druhového bohatstva mravcov. Bezďečka (1996) uvádza pre územie Slovenska 104 druhov mravcov. Následne publikovaný checklist (Werner a Wiezik 2007) integrujúci viaceré prvnálezky (Wiezik 2005a, b, 2006) udáva 108 druhov. Už rok po vydaní tohto checklistu Deván (2008) publikuje nález rodu *Pyramica*. Ďalšie zvýšenie počtu druhov prináša revízia európskych druhov rodu *Bothriomyrmex* (Seifert 2012), a nedávne publikovanie prvnálezky *Camponotus tergestinus* Müller, 1921 (Wiezik a Wieziková 2013). Celkovo bol na Slovensku do roku

2013 potvrdený výskyt 111 druhov mravcov, 31 rodov a 5 podčeľadi. Ani tento počet nemožno považovať za konečný. Výskyt niektorých druhov, ktoré boli zaznamenané v okolitých štátoch ako *Myrmica tulinae* Elmes, Radchenko et Aktaç, 2002 a *M. constricta* Karawajew, 1934 (Czechowski et al. 2012) je vysoko pravdepodobný aj pre územie Slovenska. Rovnako očakávame potvrdenie niekoľkých druhov rodu *Camponotus* zaznamenaných z územia Maďarska (*C. lateralis* (Olivier, 1792), *C. atricolor* Nylander, 1849) (Csósz et al. 2011). Napriek doterajším negatívnym výsledkom (Wiezik et al. 2013a) predpokladáme na Slovensku výskyt rašeliniskového druhu *Formica picea* Nylander, 1846. Nové druhy pre Slovensko pravdepodobne prinesie v súčasnosti prebiehajúca revízia rodov *Tetramorium*, *Messor*, *Temnothorax* a ďalších (Schlick-Steiner et al. 2006a, b, Steiner et al. 2010, Csósz et al. 2013). Ťažko tak predpokladať aké je celkové druhové bohatstvo mravcov Slovenska, odhad okolo 120 druhov je pomerne triezvy a ukáže sa ako reálny.

### Bionómia a biotopová väzba mravcov

Mravce bez výnimky patria medzi spoločenský – eusociálny hmyz, čo znamená, že kolónia pozostáva z jedincov viacerých generácií. Kolónie majú typicky oddelené rozmnožujúce sa a pracujúce kasty a tiež zabezpečenú deľbu práce vrátane starostlivosti o potomstvo jednej alebo viacerých kráľovien (Hölldobler a Wilson 1990). Haploidné samce nie sú v kolónii prítomné neustále, ich výskyt je časovo obmedzený a v princípe limitovaný na tzv. svadobné lety. Za chod a udržiavanie kolónie sú zodpovedné diploidné samice v úlohe robotníčok a kráľovien. V normálnej kolónii sú robotníčky v sesterskom vzťahu, v prípade, že sú potomkami jednej kráľovnej a jedného samca, ich vzájomná príbuznosť môže dosiahnuť hodnoty okolo 75%. V tejto základnej bionómii sa v závislosti na konkrétnom druhu objavujú väčšie aj menšie odchýlky a špecializácie zahrňujúce kleptobiózu, lestobiózu, fakultatívny sociálny parazitizmus, inkvilinizmus, dulóziu a ďalšie (podrobne Hölldobler a Wilson 1990, Žďárek 2013).

Väčšina stredoeurópskych druhov mravcov je viazaná na otvorené nelesné formácie a riedke lesy charakteru lesostepí nížinných a podhorských oblastí. Kompaktné lesné formácie, ako aj chladné horské a vysokohorské oblasti hostia podstatne chudobnejšie spoločensvá (Seifert 2007). Pri porovnaní spoločensiev mravcov nelesných a lesných biotopov v podmienkach Slovenska je evidentná vyššia druhová bohatosť viazaná na TTP



(napr. Wiezik 2008a). Pri podrobnejšej analýze ekologických nárokov jednotlivých druhov (Seifert 2007, Czechowski et al. 2012) zisťujeme, že pomer striktné stepných prvkov a tých viazaných na drevinovú zložku je v podstate vyrovnaný. Aj keď lesné spoločenstvá mravcov sú väčšinou druhovo chudobnejšie ako tie lúčne, je to skôr výsledkom súčasnej štruktúry lesných porastov, než odrazom ekologickej afinity mravcov voči lesnému prostrediu. Mravce v lesných ekosystémoch obľubujú menej kompaktnú štruktúru stromovej vrstvy, umožňujúcu prenikanie slnečného žiarenia až k povrchu pôdy s teplejšou porastovou mikroklimou (Lassau a Hochuli 2004). Z tohto dôvodu rozvoľnené drevinové spoločenstvá charakteru teplomilných lesostepí (resp. ich líniové analógie v rámci lesných ekotónov), hostia v našich podmienkach v rámci kombinácie stepných a arborikolných prvkov najpestrejšie mravčie spoločenstvá (Wiezik 2008, Wiezik a Wieziková 2012). Obdobne bohaté sú aj spoločenstvá viazané na lesné porasty nižších nadmorských výšok (Holecová et al. 2003).

V každom prípade trvalé trávne porasty predstavujú biotopy s pestrými a funkčne zložitými mravčiami spoločenstvami, zahrňujúcimi v našich podmienkach viac ako 35 druhov špecializovaných výlučne na otvorené biotopy (napr. rody *Messor*, *Tapinoma*, viaceré druhy rodov *Lasius*, *Formica* a *Myrmica* a pod.), a ďalšiu približne rovnako veľkú skupinu druhov vyskytujúcich sa v širšie vymedzených podmienkach „lesostepí“, osídľujúcich lúčne aj lesné stanovištia. Zvyšných cca 25 druhov patrí do striktné lesnej fauny.

### Mravce v prostredí trvalých trávnych porastov

Mravce sú v rámci TTP mierneho pásma veľmi významnou skupinou hmyzu najmä v spojitosti s biomasou, početnosťou a všeobecnou rozšírenosťou. Zabezpečujú tu funkciu tzv. ekosystémových inžinierov (Folgarait 1998, Jouquet et al. 2006). Sú súčasťou širokej skupiny ekologických vzťahov a väzieb s rastlinami a živočíchmi (Žďárek 2013), aktívne modifikujú priebeh sekundárnej sukcesie (Vlasáková et al. 2009), ovplyvňujú fyzikálne a chemické vlastnosti pôdneho prostredia (Eldridge 1994, Frouz et al. 2003). Prisadnosť kolónií, ako špecifikum bionómie mravcov, je predpokladom užšej väzby na stanovištné podmienky, v dôsledku čoho sú mravce celosvetovo využívané ako bioindikátory stavu a zmien ekosystémov (King et al. 1998, Peck et al. 1998, Perfecto a Vandermeer 2002, Wiezik et al. 2013b).

Zmeny vo využívaní krajiny a rôzne formy obhospodarovania ekosystémov výrazne ovplyvňujú diverzitu a štruktúru biologických spoločenstiev (Sala et al. 2000, Wiezik et al. 2007, Halpern et al. 2012). Trvalé trávne porasty s tradičným pomerne extenzívnym využívaním vo forme kosených lúk a pasienkov sú z dôvodu vysokej biodiverzity považované za jedny z najdôležitejších a zároveň najohrozenejších biotopov Európy (Knops et al. 1999, Dengler 2005, Habel et al. 2013).

Pre tieto biotopy je existenčne dôležité udržanie extenzívneho manažmentu. Ten zabezpečuje zachovanie otvorenej štruktúry, s množstvom mikrohabitatov (ako sú obnažené pôdne substráty, rôzne vysoká vegetácia, plôšky s náletovými drevinami, skaly a pod.). Takáto priestorová a funkčná heterogenita stanovišťa je predpokladom vysokej biodiverzity, no v spojitosti s intenzívnymi formami využitia, rovnako ako v prípade zániku manažmentu, sa pomerne drasticky znižuje. Pri zmene tradičného využitia podliehajú lúčne ekosystémy degradačným zmenám, strata biodiverzity s tým spojená bola v posledných dekádach zaznamenaná v rámci celej Európy (van Dijk 1991).

Mechanizmy degradácie sú v závislosti od existujúceho manažmentu rozdielne. V prípade intenzívne obhospodarováných TTP je strata biodiverzity spojená s nárastom environmentálnej disturbance vo forme manažmentu, ktorá prevyšuje potenciálnu mieru odozvy citlivých taxónov. Typickými črtami takéhoto manažmentu v európskom priestore je nárast používania anorganických hnojív, zvyšovanie intenzity pasenia a kosenia a zavádzanie silážovania. Dopad takýchto praktík sa prejavil na celkovom zjednodušení rastlinného spoločenstva; druhovo bohaté lúky boli premenené na monotónne porasty rýchlo rastúcich a konkurenčne dominantných druhov tráv. V dôsledku takýchto zmien došlo k zníženiu druhového bohatstva citlivých skupín živočíchov vrátane vtákov (Vickery et al. 2001) a hmyzu (Morris 2000).

Na druhej strane v rámci opustených TTP je absencia disturbance po výpadku hospodárenia spojená so sekundárnou sukcesiou rastlinného spoločenstva a drevinovými zárastmi. V spojitosti so sukcesnými zárastmi dochádza k zmenám v štruktúre nadzemnej biomasy, rastlinnej produkcie, menia sa mikroklimatické podmienky stanovišťa, výrazne klesá miera oslnenia pôdy, mení sa dostupnosť vody a živín, čo sa prejavuje na štruktúre vegetácie a asociovaných živočíšnych spoločenstvách adaptovaných na otvorené podmienky bylinno-trávnych porastov (Reich et

al. 2001, Miltacher et al. 2002, Dierschke 2006, Van Auken 2009).

Odozva lúčneho spoločenstva na sukcesné procesy sa odvíja od miery zarastania. Ukazuje sa, že dopad drevinového zarastania v jednotlivých štádiách je rôzny, a najmä v skorých sukcesných štádiách môže byť pre lúčne spoločenstvo pozitívny (Wiezik et al. 2013b, Radnan et al. 2018). Mierne až stredné zárazy môžu zvýšiť priestorovú heterogenitu a štruktúrnu komplexitu lúčneho stanovišťa, čím zvyšujú celkovú diverzitu lúčneho spoločenstva (Duelli 1997, Reyes-López et al. 2003, Bestelmeyer 2005). Obzvlášť výrazne sa tento vplyv prejavuje na spoločenstvách bezstavovcov, ktoré predstavujú dominantnú zložku lúčnej biodiverzity (Morris 2000). Vzhľadom na obrovskú druhovú pestrosť a značnú ekologickú špecializovanosť jednotlivých druhov je možné očakávať špecifickú a regionálne podmienenú odozvu spoločenstiev (Bestelmeyer a Wiens 2001).

V európskom priestore bol vplyv sekundárnej sukcesie na mravce sledovaný najmä v oblasti Stredomoria, v rámci porovnávaného spoločenstiev pomerne širokého sukcesného gradientu (napr. Gómez et al. 2003, Reyes-López 2003, Ottonetti et al. 2006). V strednej Európe sú takto zamerané práce zriedkavejšie (Gallé 1991, Dauber a Simmering 2006, Dekoninck et al. 2007), až v posledných rokoch bol tento fenomén hodnotený aj v rámci Slovenska (Wieziková et al. 2010, Wiezik et al. 2010, 2011, 2013b).

## VYBRANÉ EKOLOGICKÉ FAKTORY A SPOLOČENSTVÁ MRAVCOV

Vďaka špecifikám mravčej bionómie je odozva jednotlivých druhov na podmienky prostredia užšia než u väčšiny živočíchov. Je to dôsledkom prisadnutosti kolónií, ktoré, i keď pozostávajú z množstva vagilných jedincov, predstavujú sessilné reprodukčné jednotky. Prisadnutosť mravčích hniezd je až na pár výnimiek pravidlom, ich budovanie je časovo, energeticky a materiálno náročný proces, rovnako tak ich prípadný presun. Napriek určitej možnosti aktívnej modifikácie podmienok prostredia mravcami, je úspešné založenie a rozvoj kolónie úzko závislé od vhodných stanovištných podmienok. Na kolónie mravcov sa preto môžeme pozerat' ako na výrazne stenoekné, modulárne, prisadnuté a dlhoveké organizmy, čo v konečnom dôsledku predstavuje úzku paralelu s rastlinami (Hölldobler a Wilson 1990).

Z tohto dôvodu je pri mravcoch možné použiť kritériá potrebné pre vytvorenie funkčných

skupín, ktorých odozva na základné faktory prostredia má svoje paralely v rastlinnej ríši (Andersen 2005).

## Funkčné skupiny mravcov

Funkčné skupiny mravcov boli primárne koncipované na základe austrálskej tropickej fauny s využitím princípov klasifikácie funkčných skupín rastlín, kde jednotlivé taxóny mravcov sú do skupín zaraďované na základe odozvy na stresové a disturbančné faktory prostredia (v zmysle Grime 1979). Tieto faktory výrazne modifikujú podmienky prostredia, čím priamo formujú reálnu štruktúru spoločenstva mravcov. Stresové faktory vo všeobecnosti obmedzujú produktivitu kolónie, disturbančné faktory modifikujú bilanciú biomasu. Prostredie s vysokým stresovým a disturbančným zaťažením je typické zastúpením špecializovaných stres tolerujúcich druhov, alebo naopak nešpecializovaných ruderálnych druhov. V podmienkach nízkeho stresového a disturbančného zaťaženia sa stáva hlavným faktorom formujúcim spoločenstvo mravcov vzájomná kompetícia (Andersen 2000).

V našich podmienkach bol koncept funkčných skupín testovaný v prostredí Štiavnických vrchov (Wieziková et al. 2010). Ukazuje sa, že v podmienkach miernej klímy Slovenska, viaceré závislosti distribúcie funkčných skupín odporované v trópoch alebo v Mediteráne (King et al. 1998, Ottonetti et al. 2006) neplatia, prípadne sú výrazne modifikované (Kunca et al. 2008). Je to spojené najmä s klimaticky podmienenou limitáciou behaviorálne dominantnej skupiny Dominantné Dolichoderinae (Andersen 2000), čo vytvára predpoklady pre uplatnenie iných funkčných skupín aj v podmienkach nízkeho stresového či disturbančného zaťaženia.

Týka sa to najmä funkčnej skupiny oportunistov, ktorá je v trópoch a teplejších oblastiach Európy limitovaná kompetične dominantnými skupinami a preto sa uplatňuje najmä v podmienkach vysokého environmentálneho stresu a disturbancií. V miernej klíme sledovanej oblasti je situácia iná. Behaviorálne dominantné skupiny mravcov sú tu limitované chladnou makroklimou, takže pre oportunistické druhy nezohráva kompetícia z ich strany významnú úlohu. Výsledkom toho je, že táto skupina je u nás úspešnejšia na lokalitách s nižším disturbančným zaťažením (Wieziková et al. 2010), kde má charakter behaviorálne dominantného prvku. V takýchto podmienkach samozrejme vzájomné vzťahy funkčných skupín odporované v trópoch neplatia, a teóremy funkčných skupín je potrebné adaptovať.

Nezávisle na vhodnosti takto koncipovaných funkčných skupín pre naše podmienky, sú environmentálny stres a disturbancia (atribúty na základe ktorých boli funkčné skupiny definované) hlavnými faktormi formujúcimi reálne mravčie spoločenstvá. Tieto faktory prostredia nesúvisia len s prírodnými podmienkami, ale v rovnakej miere sú ovplyvnené a generované aj antropogénnymi činnosťami a ich dopadmi na štruktúru a procesy v ekosystémoch.

## Odozva mravcov na faktory prostredia

Vplyv vybraných stresových a disturbancných faktorov na spoločenstvá mravcov trvalých trávnych porastov Slovenska sme sledovali v rámci viacerých štúdií hodnotiacich vplyv výškových (Gavlas a Wiezik 2005, Stašiov et al. 2006, Wiezik 2007, 2008b), vlhkočných (Wieziková et al. 2010, Wiezik et al. 2011), manažmentových (Wieziková 2008, Wieziková et al. 2010) a sukcesných gradientov (Wiezik et al. 2010, 2013b).

## Nadmorská výška

Mravce ako všeobecné termofily s úzkou stanovištnou väzbou citlivo reagujú na zmeny podmienok prostredia spojené s narastajúcou nadmorskou výškou. Na Slovensku boli tieto závislosti hodnotené v Štiavnických vrchoch (Gavlas a Wiezik 2005), v Nízkych Tatrách (Wiezik 2007, 2008b) a v Malej Fatre (Stašiov et al. 2006). Pozorované zákonitosti v zmenách spoločenstiev mravcov boli geograficky špecifické a záviseli od mezoklímy a orografie sledovanej oblasti.

V prostredí vrchoviny krajiny Štiavnických vrchov neboli v rámci 800 metrového vertikálneho gradientu lúčnych biotopov zistené zmeny na úrovni druhového bohatstva mravcov. Dochádzalo však ku kvalitatívnym zmenám v kompozícii spoločenstiev, najmä na úrovni funkčných skupín stepných prvkov a druhov listnatých lesov, u ktorých bol zistený významný pokles druhového bohatstva s rastúcou nadmorskou výškou (Gavlas a Wiezik 2005).

Až v prípade väčších výškových gradientov, no najmä v podmienkach horskej a vysokohorskej krajiny, bol pozorovaný pokles druhového bohatstva mravcov s rastúcou nadmorskou výškou lokality. V nadmorskej výške okolo 1000 m (južná expozícia) vyznieva väčšina teplomilných druhov mravcov podhorskej krajiny. Nad touto hranicou sme zaznamenali ešte 11 druhov mravcov (Obr. 1). Nad hornou hranicou lesa, v nadmorských výškach nad 1500 m sme zaznamenali kolónie 5 druhov mravcov, vo výškach nad 1600 m vystupo-

vali už len dva druhy. Najvyšší záznam patril druhu *Formica lemni* v nadmorskej výške 1764 m, ktorý v pomerne širokom výškovom pásme (1650 – 1800 m n.m.) vytvára vo vysokohorskom prostredí Nízkych Tatier typické monocenózy (Wiezik a Wieziková 2011).

Maximálny vertikálny výskyt mravcov je závislý na klimatických vlastnostiach regiónu. Klimatický gradient v smere sever-juh je na úrovni Európy dobre viditeľný aj na základe vertikálnej distribúcie mravcov. Glaser (2006) uvádza z rakúskeho Álp typické vysokohorské druhy (*F. lemni*, *M. sulcinodis*, *M. lobicornis*) z nadmorských výšok nad 1900 m (max 2 100 m). Na druhej strane Miles (2006) udáva najvyššie zaznamenaný výskyt *F. lemni* v Krkonošiach v nadmorskej výške 1400 m. V podmienkach našich vysokých pohorí sa táto hranica pohybuje na úrovni 1800 m.

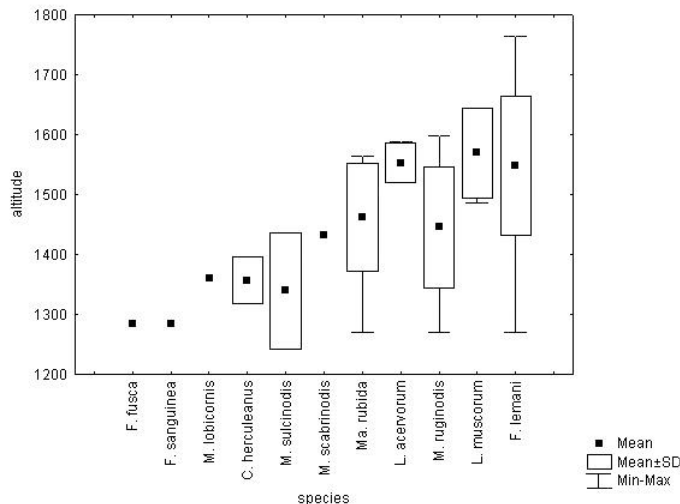
Dôsledné poznanie vertikálnej distribúcie mravcov Slovenska zatiaľ chýba. Vyžaduje adresne orientovaný výskum s dostatočným počtom replikácií výškového transektu a jednotnou metódou odberu vzoriek (napr. Sanders et al. 2003). Výskumy zo Slovenska tieto atribúty spĺňajú len čiastočne.

Poznanie závislostí výškovvej distribúcie mravcov má vysoký potenciál pre monitoring klimatických zmien a ich vplyvu na štruktúru spoločenstiev. Vzhľadom na vysokú populačnú dynamiku kolónií, vysokú mieru disperzie pohlavných jedincov a prisadnutosť kolónií je pravdepodobné, že mravce môžu indikovať klimatické zmeny skôr, ako budú tieto identifikovateľné na základe zmien v štruktúre rastlinných spoločenstiev.

## Vlhkosť

Vplyv vlhkosti na spoločenstvá mravcov bol u nás hodnotený v rámci viacerých štúdií, no išlo najmä o nepriame hodnotenie prostredníctvom porovnávania bylinno-trávnych biotopov s rôznym hydrickým režimom (napr. Wiezik a Wieziková 2007). Adresne sa hodnotením vplyvu vlhkosti na spoločenstvá mravcov TTP venovali Wieziková et al. (2010) v oblasti Štiavnických vrchov. V rámci vybraných mezofilných a hygrofilných lúčnych biotopov zistili, že hydrický režim lokality má významný vplyv na kompozíciu spoločenstiev mravcov. Bolo možné sledovať posun druhov od eurytopných znášajúcich zamokrenie v prípade hygrofilných lúk, smerom k poly- až oligotopným druhom suchších otvorených stanovišť mezofilných lúk.

Táto závislosť bola pozorovaná aj v rámci širšieho vlhkočného gradientu (Obr. 2), do ktorého boli zahrnuté aj xerothermné bylinnotrávne bioto-



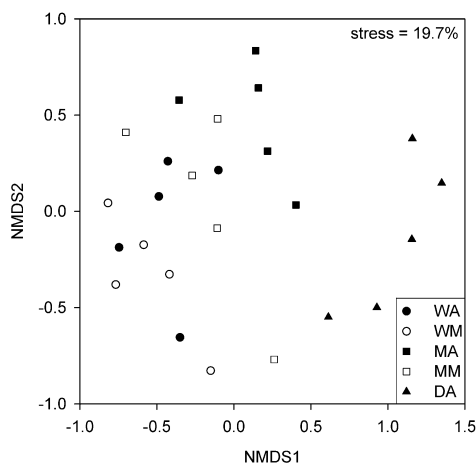
Obr. 1 Príklad vertikálnej distribúcie mravcov na základe maximálnej nadmorskej výšky nálezov z prostredia vysokohorských biotopov Nízkyh Tatier (Wiezik 2008b).

Fig. 1 Vertical distribution of ants based on maximum elevation record within the alpine habitats of Nízke Tatry Mts (Wiezik 2008b).

py (Wiezik et al. 2011), avšak až porovnanie manažovaných a opustených alternatív mezofilných a hygofilných lúk, poukázalo na to, že kompozičné zmeny v spoločenstvách mravcov sú nezávislé na obhospodarovaní a rozhodujúcim faktorom pri ich generovaní sú stanovištné, vlhkosťné podmienky.

### Vplyv obhospodarovania TTP

Adresnému hodnoteniu vplyvu obhospodarovania na spoločenstvá mravcov sme venovali

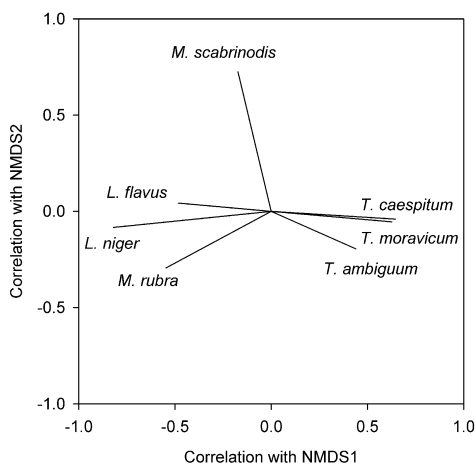


Obr. 2 Kompozičné charakteristiky spoločenstiev mravcov biotopov TTP Štiavnických vrchov diferencovaných na základe vlhkosťných podmienok a manažmentu (Wiezik et al. 2011). Kód biotopu: W – hygofilné lúky, M – mezofilné lúky, D – xerofilné lúky. Kód manažmentu: M – obhospodarované, A – opustené.

Fig. 2 Effects of humidity and management form on composition of ant assemblages in permanent grassland habitats in Štiavnické vrchy Hills (Wiezik et al. 2011). Habitat characteristics: W – wet, M – mesophilous, D – dry. Management category: M – actively managed, A – abandoned

v posledných rokoch pomerne veľkú pozornosť. Vypracovali sme viaceré štúdie, ktoré môžu byť rozdelené do dvoch skupín.

V rámci prvého okruhu sme sa zamerali na zhodnotenie vplyvu formy obhospodarovania na spoločenstvá mravcov. Forma obhospodarovania má v našich podmienkach výrazný vplyv na spoločenstvo bylinno-trávneho biotopu. V rámci širokej škály agrotechnických opatrení boli na Slovensku zaznamenané pestré a značne diferencované spoločenstvá mravcov rôznych



agrocenóz, vrátane spoločenstiev oráčín (Suvák 2007), lucernových polí (Wieziková 2008) a širokej škály TTP (Wieziková et al. 2010). Ukazuje sa však, že z hodnotených manažmentových alternatív sú práve TTP jediným biotopom poskytujúcim vhodné podmienky pre funkčné a komplexné spoločenstvá mravcov.

Napriek tomu, že boli sledované viaceré formy obhospodarovania poľnohospodárskej pôdy a v rámci nich aj rôzne agrotechnické postupy, máme len útržkovité znalosti ohľadom ich vplyvu na spoločenstvá mravcov v podmienkach Slovenska. Zatiaľ vôbec neboli realizované štúdie vplyvu rôznych relevantných aspektov obhospodarovania na mravce, ako je intenzifikácia využívania TTP, vplyv špecifických agrotechnických opatrení ako mulčovanie, silážovanie, vypaľovanie, pasenie rôznych druhov dobytka, prípadne ich kombinácie, ktoré boli v európskom priestore riešené aspoň čiastočne (Dahms et al. 2005).

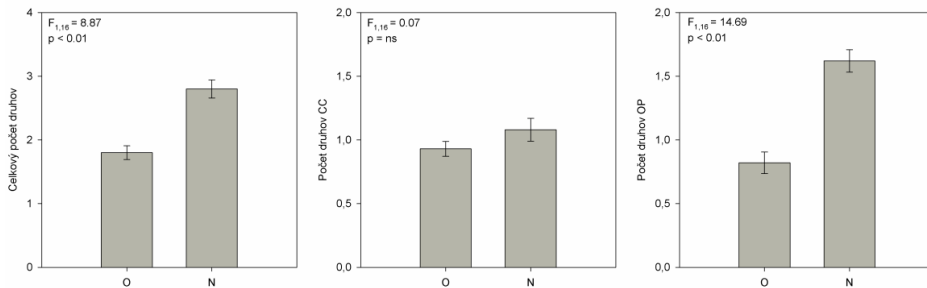
Dôslednejšiu analýzu vplyvu obhospodarovania sme realizovali v rámci druhého okruhu výskumov, kde sme sa zaoberali diferencovaním vplyvu obhospodarovania TTP (vo forme pravidelného kosenia) a jeho výpadku. Takto koncipované štúdie sme realizovali v rámci Štiavnických vrchov, kde sme porovnávali aktívne manažované plochy so skorými sukcesnými štádiami vznikajúcimi tesne po výpadku hospodárenia (Wieziková et al. 2010, Wiezik et al. 2010, 2011), a v ďalších

štyroch orografických celkoch, kde sme aktívne manažované lúky porovnávali so širším sukcesným gradientom krovinových zárastov (Wiezik et al. 2013b).

V oboch prípadoch bol preukázaný špecifický vplyv manažmentu, ktorý sa na spoločenstvách mravcov prejavil znížením aktivity (ekvivalent populačnej hustoty) a druhového bohatstva mravcov v porovnaní so skorými sukcesnými štádiami TTP (Obr. 3). Tento vplyv bol nezávislý od hydričného režimu TTP, pričom celková epigeická aktivita mravcov, ako aj druhové bohatstvo, boli približne dvakrát vyššie na neobhospodarovných plochách.

Tento výsledok interpretujeme ako prejav manažmentu, ktorý v poloprírodných obhospodarovných lúčnych biotopoch predstavuje hlavný disturbančný faktor. Celkový pokles početnosti a bohatosti mravcom je výsledkom celej škály narušení, či už priamych, ktoré sa týkajú deštrukcie hniezdnych kôp a usmrcovania jedincov počas mechanizovaného kosenia lúk, hlavne však nepriamych, kedy manažmentom indukované disturbance ovplyvňujú štruktúru mikrohabitatu, potravnú a úkrytovú ponuku, a spôsobujú náhlu zmenu mikroklimatických podmienok (Morris 2000).

Pri porovnaní v rámci širších sukcesných gradientov sa manažment prejavil aj na zmene kompozície spoločenstiev mravcov (Wiezik et al.



**Obr. 3** Rozdiely v celkovom druhovom bohatstve mravcov a najdôležitejších funkčných skupín medzi obhospodarovnými (O) a neobhospodarovnými (N) plochami v prostredí TTP Štiavnických vrchov (Wieziková et al. 2010).

**Fig. 3** Species richness of ants and selected functional groups of ants in managed (O) and abandoned (N) grassland habitats in Štiavnické vrchy Hills (Wieziková et al. 2010).

2013b, Marquart et al. 2020). Tento trend sme pozorovali v podmienkach mezofilných TTP lokalizovaných v štyroch orografických celkoch. Kosené TTP hostili odlišné spoločenstvá mravcov charakteristické dominantným zastúpením druhov so synantropnými vlastnosťami ako *Lasius niger* a *Myrmica rugulosa* (viď Czechowski et al. 2012, Suvák 2007). Na druhej strane skoré sukcesné štádiá, ale aj rozvinutejšie krovinové zárasty, hostili

celú škálu typických lúčnych druhov ako *Formica pratensis* a *Lasius alienus* (Obr. 4). Ukázalo sa, že súčasný manažment TTP vytvára podmienky pre špecifické no ochudobnené spoločenstvá mravcov zložené z druhov schopných znášať vysoké disturbančné zaťaženie, zatiaľ čo charakteristické a pestré lúčne spoločenstvá mravcov majú vhodné podmienky až po výpadku takéhoto manažmentu.

Tieto závislosti boli sledované v rámci pod-

horských oblastí stredného Slovenska, v prevažnej miere v prostredí mezofilných lúk. Aj keď sa zdá, že poukazujú na všeobecné trendy a dokladujú vplyv intenzifikácie manažmentu na spoločenstvá mravcov, je pravdepodobné, že výskum v iných regiónoch Slovenska, prípadne v rámci ďalších bylinno-trávných biotopov (xerothermne a mokré lúky, horské a vysokohorské TTP), prispeje k širšiemu pochopeniu a spresneniu tejto oblasti agrárnej ekológie.

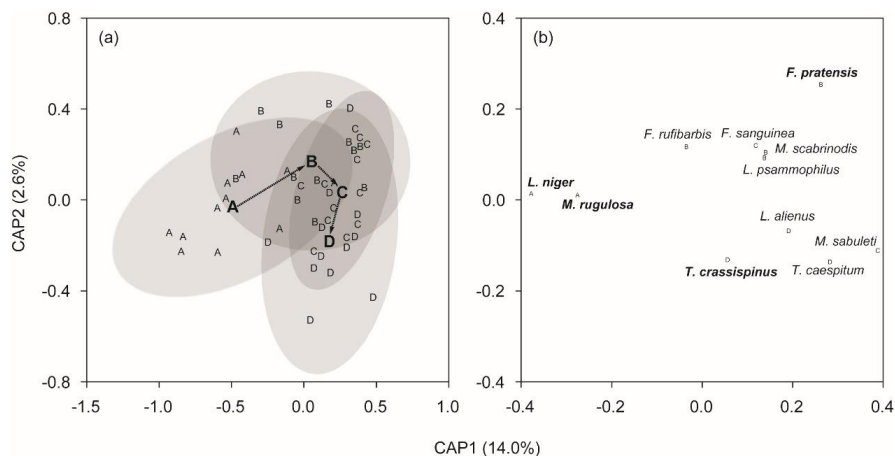
## Vplyv zarastania TTP

Sukcesné zmeny v TTP spôsobené výpadkom hospodárenia majú výrazný vplyv na štruktúru bylinno-trávných biotopov a asociované biotické spoločenstvá, ich ekologický vplyv bol zdokumentovaný globálne aj v rámci Európy (Eldridge et al. 2011, MacDonald et al. 2000, van Dijk et al. 2005). Tomuto fenoménu sme sa venovali najmä v práci Wiezik et al. (2013b).

Poukázali sme na výrazné zmeny v štruktúre spoločenstiev mravcov po výpadku aktívneho obhospodarovania TTP. Sukcesné štádiá TTP, ktoré sme definovali na základe miery drevinových zá-

rastov, hostili odlišné spoločenstvá mravcov v porovnaní s manažovanými referenčnými lúkami (viď kapitola 3.3). V rámci širokého sukcesného gradientu, sme zistili rozdiely v spoločenstvách mravcov aj naprieč jednotlivými fázami zarastania, ktoré sa prejavili v kompozícii spoločenstiev (Obr. 4) a na úrovni druhového bohatstva.

Ukázalo sa, že ani silne sukcesne zarastené plochy nestratili väčšinu z pôvodných lúčnych druhov, navyše v dôsledku zmiešania lúčnych prvkov spolu s lesnými druhmi (charakteristicky *Temnothorax crassispinus*), viazanými na kompaktnějšíe drevinové zárusty tohto štádia, hostili tieto biotopy najbohatšie mravčie spoločenstvá. Avšak lúčne druhy mravcov v rámci silne zarastaných lúk dosahovali nižšiu frekvenciu odchyту, čo naznačuje postupné zhoršovanie stanovištných podmienok pre druhy otvorených biotopov v dôsledku rozvoja kompaktnej drevinovej vrstvy. Otázkou zostáva, kedy v našich podmienkach dochádza ku kolapsu pôvodných lúčnych spoločenstiev, resp. pri akej miere zárustov nedokážu pôvodné lúčne druhy na degradovanom lúčnom biotope prežiť a dochádza ku konverzii na lesné spoločenstvo (obr. 5).



**Obr. 4** Zmeny kompozície spoločenstiev mravcov poloprírodných TTP vybraných podhorských oblastí Slovenska v závislosti od miery sukcesných zárustov (a), a indikátorové druhy mravcov pre jednotlivé štádiá zárustov (IndVal  $\geq 20\%$ ). Druhy so signifikantnou indikačnou významnosťou ( $p < 0.05$ ) sú zvýraznené hrubým fontom A – aktívne manažované lúky, sukcesné štádiá opustených lúk sú označené písmenami abecedou v zhode s rastúcim zastúpením drevinových zárustov (Wiezik et al. 2013b).

**Fig. 4** Composition of ant assemblages of seminatural grassland habitats in selected submountain areas in Slovakia, based on different degrees of shrub encroachment (a) indicator species for encroachment stages (IndVal  $\geq 20\%$ ). (b) Species with significant indicator values are in bold. A – actively managed grasslands, increasing alphabetical order corresponds with increasing encroachment stage (Wiezik et al. 2013b).

Ako kľúčové pre zachovanie lúčnych spoločenstiev mravcov sa javia skoré sukcesné štádiá opustených lúk. Tu mravce profitujú z nízkeho disturbančného zaťaženia, ktoré je predpokladom rozvoja pestrých lúčnych spoločenstiev. Zároveň

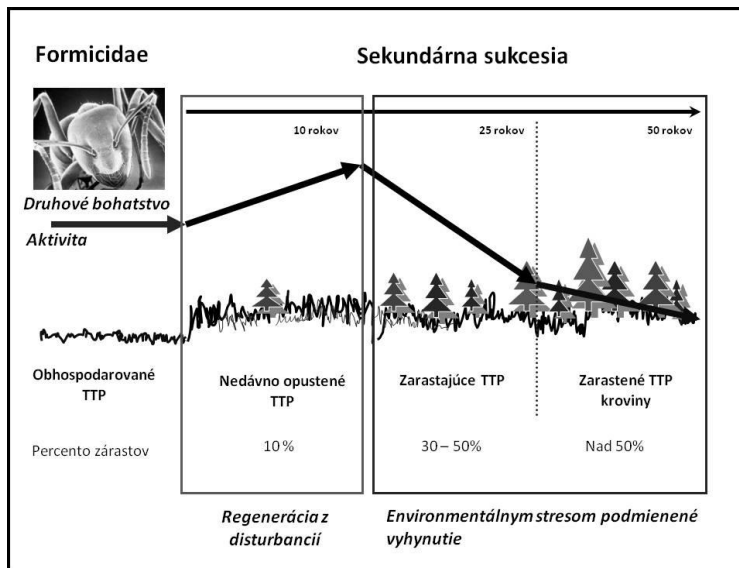
sú negatívne ovplyvnené narastajúcim environmentálnym stresom prejavujúcim sa v neskorších sukcesných štádiách v dôsledku zárustových procesov (Deconinck et al. 2007, Azcárate a Peco 2012). Zachovanie pestrej mozaiky rôznych suk-

cesných štádií lúk s rotačným manažmentom sa preto javí ako najvhodnejší postup pre udržanie vysokej diverzity podhorskej agrárnej krajiny (Wieziková et al. 2010).

### Mravce extrémnych bylinno-trávných biotopov

Ako bolo možné vidieť v predchádzajúcich kapitolách, mravce citlivo reagujú na viaceré prí-

rodné a antropogénne faktory prostredia. Môžeme preto hovoriť o biotopovej diferenciácii spoločenstiev mravcov v prostredí trvalých trávnych porastov a ďalších bylinno-trávných biotopov Slovenska. V tejto kapitole zhodnotíme len vybrané spoločenstvá viazané na biotopy diferencované na základe prírodných faktorov prostredia. Venovať sa budeme xerothermným TTP, alpínskym lúkam a rašeliniskám, ktoré predstavujú výnimočné a do istej miery extrémne biotopy hostiace oso-



Obr. 5 Schematické znázornenie vplyvu sukcesného zarastania opustených TTP na lúčne spoločenstvá mravcov (Wieziková et al. 2010). Časové intervaly sú len orientačné.

Fig. 5 Scheme of the effect of successional encroachments of grassland on the ant communities (Wieziková et al. 2010). Depicted intervals are hypothetical.

bité spoločenstvá mravcov, ktorým sme v rámci našich výskumov venovali pomerne veľkú pozornosť (napr. Wiezik a Wieziková 2011, Wiezik et al. 2011, 2013a). Spoločnou črtou spomenutých biotopov je ich vysoká miera nezávislosti od ľudskej intervencie. Spoločenstvá mravcov na ne viazaných sú ukázkou spoločenstiev charakteristických pre prírodné, resp. klimaxové trvalé trávne porasty.

Ďalšie bylinno-trávne biotopy, boli hodnotené v predchádzajúcich kapitolách, a na tomto mieste sa im nebudeme osobitne venovať. Ide o širokú škálu poloprírodných TTP aj ďalších biotopov charakteru poľných kultúr, kde okrem prírodných faktorov prostredia zohráva rozhodujúcu úlohu manažment. Nakoľko ide o veľmi širokú skupinu opatrení, je ich vplyv a dopad na spoločenstvá mravcov špecifický, biotopová diferenciácia

mravcov tak momentálne presahuje cieľ a zameranie tejto práce.

### Xerothermné bylinno-trávne biotopy

Xerothermné nelesné biotopy predstavujú charakteristickú formu využitia podhorskej krajiny v južných oblastiach Slovenska, ktorá je v súčasnosti silne ohrozená a na ústupe (David et al. 2007). Rovnaká situácia sa týka v podstate celej Európy, kde tradične využívané suché trávne biotopy zaznamenávajú v posledných desaťročiach drastický pokles (van Dijk 1991). Za hlavné dôvody ich ohrozenia možno považovať priame ľudské devastácie zásahy (urbanizácia, rozorávanie, ťažba nerastných surovín), no najmä výpadok tradičného obhospodarovania vo forme extenzívneho pasenia resp. kosenia.

Všeobecne sú xerothermné biotopy charakteristické extrémnymi stanovištnými podmienkami, hlavne suchými a plytkými pôdami. Napriek tomu rastlinné a živočíšne spoločenstvá týchto biotopov patria medzi najpestrejšie a hostia celú škálu špecializovaných stenoekných a endemických druhov (David et al. 2007).

Spoločenstvá mravcov týchto biotopov sú taktiež veľmi pestré, tvorené druhmi úzko viazanými na xerothermné biotopy, ktoré sa nachádzajú v iných stanovištných podmienkach takmer nevyskytujú. V prevažnej miere sú zastúpené teplomilné mediteránne prvky ako *Ponera testacea*, *Messor* cf. *structor*, *Tetramorium ferox*, rod. *Plagiolipsis*, *Camponotus piceus*, *C. aethiops* a *Formica gagates*, spolu s ďalšími teplomilnými druhmi ako *Tetramorium moravicum*, rod *Bothriomyrmex* a pod. (Wiezik et al. 2011, Wiezik a Wieziková 2012).

Takto štruktúrované spoločenstvá sú v našich podmienkach jedinečné, veľmi ostro ohraničené od spoločenstiev mravcov mezofilných a hygrolifných lúk (Wieziková et al. 2010, Wiezik et al. 2011). Dôvody na takúto výraznú diferenciáciu je možné okrem extrémnych klimatických a hydrických podmienkach stanovišťa vidieť aj v štruktúrnych charakteristikách xerothermných biotopov. V porovnaní s inými typmi lúk je vegetácia xerothermov výrazne nižšia, ďalšou charakteristickou črtou sú exkluzívne mikrohabitaty ako obnažený pôdny a horninový substrát, a výrazná vrstva lišajníkov a machov (Wiezik et al. 2011). Svoju úlohu môže zohrávať aj všeobecný výpadok aktívneho manažmentu. Navyše, xerothermné TTP majú viaceré predpoklady klimaxových biotopov, ktorých štruktúra zostala viac menej nezmenená v rámci celého Postglaciálu (Bredenkamp et al. 2002). Vysoké druhové bohatstvo mravcov a bohaté zastúpenie špecializovaných a citlivých druhov je tak v zhode s predpokladanou stabilitou a sekulárnosťou týchto biotopov (Fjeldsá et al. 1997).

### Alpské lúky

Podobne ako predchádzajúci biotop aj alpské lúky predstavujú pomerne extrémny biotop, kde špecifické spoločenstvá sa vyvíjajú najmä v spojitosti s extrémnymi klimatickými a pôdnymi vlastnosťami prostredia. V našich podmienkach ide o klimaxové spoločenstvá nad hornou hranicou lesa s charakteristickým dominantným zastúpením rastlinných druhov bylinného charakteru, drevinová zložka je výrazne redukovaná prípadne chýba úplne.

Spoločenstvá mravcov týchto biotopov sú tvorené druhmi so schopnosťou znášať chladnú

a vlhkú stanovištnú klímu, výrazne skracujúcu trvanie vegetačnej sezóny. Spoločenstvá sú tvorené v prevažnej miere boreomontánnymi prvkami, ako *Formica lemami*, *Leptothorax acervorum*, *L. muscorum* spolu s horským druhom *Manica rubida* (Wiezik a Wieziková 2011). Uplatňujú sa tu ešte vysoko prispôsobivé druhy so širokou ekologickou valenciou najmä *Myrmica ruginodis*.

Distribúcia jednotlivých druhov nie je rovnomerná, s rastúcou nadmorskou výškou vyznieva väčšina druhov, nad 1600 m n.m. môžeme v našich podmienkach hovoriť skôr o monocenózach druhu *F. lemami*. Zdá sa, že dôležitú úlohu zohráva aj štruktúra vegetácie, bohatšie spoločenstvá mravcov sú v rovnakých nadmorských výškach viazané na biotopy s diferencovanou vegetáciou s mozaikovitým uplatnením kosodreviny a čučoriedok. Naopak alpské lúky bez drevín hostia chudobnejšie spoločenstvá a jednotlivé druhy v nich vystupujú do nižších nadmorských výšok (Wiezik 2008b).

### Rašeliniská

Na základe extrémnych stanovištných podmienok podmienených hydrickým režimom, nízkym zásobením živinami a pomerne chladnou klímou charakteristickou pre severné oblasti Slovenska sa spoločenstvá horských rašelinísk vyvinuli do špecifickej podoby (Stanová 2000). Podobne ako xerothermné biotopy (stojace na opačnom póle hydrického intervalu), aj rašeliniská hostia úzko špecializované, reliktné prípadne endemické druhy.

V prípade mravcov je situácia odlišná. Spoločenstvá rašelinísk a ich degradovaných analógií sú v našich podmienkach chudobné, tvorené úzkou skupinou nenáročných široko valentných druhov ako *Myrmica scabrinodis*, *M. rubra*, *M. ruginodis*, *Lasius niger* (Šteffek a Wiezik 2008, Wiezik et al. 2013a). K lokálnemu zvýšeniu druhového bohatstva dochádza prevažne v dôsledku narušenia hydrického režimu, čo umožňuje prienik ďalších druhov viazaných na lúčne prípadne lesné biotopy do prostredia rašelinísk (Wiezik et al. 2008). Celkovo však počet druhov mravcov osídľujúcich tento biotop v celej škále nenarušených a degradovaných foriem nepresahuje dve desiatky.

V našich podmienkach možno za striktné rašeliniskové považovať len minimum druhov mravcov. Ide hlavne o druh *Myrmica vandeli*, zaznamenaný na zachovalých vrchoviskových a prechodných rašeliniskách Hornej Oravy (Wiezik et al. 2013a), prípadne *M. gallieni* (Šteffek a Wiezik 2008), ktorý je ale známy aj z iných



nelesných biotopov (napr. Wieziková 2008). Obligátny sfagnikol *Formica picea* nebol doposiaľ zo Slovenska spoľahlivo dokladovaný (Werner a Wiezik 2007), vzhľadom na jeho ekológiu a charakter výskytu v okolitých krajinách je jeho výskyt na území Slovenska veľmi pravdepodobný (Bezděčková a Bezděčka 2007).

## ZÁVER

Na základe publikovaných výsledkov uvedených v tejto práci je možné formulovať niekoľko zistení a záverov:

1. Trvalé trávne porasty predstavujú hlavnú formu využitia poľnohospodárskej krajiny podporujúcu vysokú diverzitu mravcov.
2. Mravce sú významnou zložkou bylinno-trávných biotopov. Vo fungovaní lúčnych spoločenstiev zohrávajú dôležitú úlohu, aktívne sa podieľajú na viacerých kľúčových ekologických procesoch. Majú mnohé vlastnosti využiteľné v biomonitoringu prostredia, ich hlavný potenciál je pri sledovaní zmien prostredia a ako indikátorov biodiverzity.
3. Mravce citlivo reagujú na klimatické a hydricke faktory prostredia, ich odozva je potenciálne rýchlejšia ako v prípade rastlín. Túto vlastnosť je možné využiť pri adresnom hodnotení klimatických zmien.
4. Vplyv manažmentu a jeho výpadku je možné empiricky hodnotiť na základe spoločenstiev mravcov. Dlhovekosť kolónií umožňuje v tomto smere realizovať výskumy v rámci dlhých časových úsekov prípadne širokých ekologických a sukcesných gradientov.
5. Okrem aktívne manažovaných TTP zohrávajú kľúčovú úlohu pre zachovanie diverzity lúčnych spoločenstiev mravcov sukcesné štádiá lúk vznikajúce po výpadku obhospodarovania. Najmä v kontexte s intenzifikáciou manažmentu sú skoré sukcesné štádiá hlavným biotopom hostiacim charakteristické lúčne spoločenstvá mravcov. Tento fakt, nakoľko sa dotýka širších súvislostí v rámci biodiverzity agrárnej krajiny, by mal byť reflektovaný pri koncipovaní ochrany prírody na krajinskej úrovni a mal by byť zohľadnený aj pri mechanizmoch dotačných poľnohospodárskych schém.

Viaceré aspekty ekológie mravcov TTP Slovenska (a strednej Európy) neboli vedecky hodnotené. Potrebne je adresne zhodnotiť najmä vplyv rôznej formy obhospodarovania, identifikovať stupeň sukcesného zarastania opustených TTP,

pri ktorom nastáva kolaps lúčnych spoločenstiev mravcov a zhodnotiť vplyv asanačných a revitalizačných opatrení zarastajúcich TTP na spoločenstvá mravcov.

## PodĎakovanie

Príspevok vznikol s podporou grantového projektu VEGA č.1/0104/19

We acknowledge receipt of funding from the European Commission of a H2020-MSCA-RISE-2016 award through the project CHARMED (grant No. 734684)

## LITERATÚRA

- AGOSTI D., JOHNSON N.F. 2013. Antbase. World Wide Web electronic publication. antbase.org, version (10/2013).
- ANDERSEN A.N. 2000. Global ecology of rainforest ants. Functional groups in relation to environmental stress and disturbance. Pp. 25-34. In: Agosti D., Majer J., Alonso L.E., Schultz T.R. (Eds.). Ants. Standard methods for measuring and monitoring biodiversity. Smithsonian Institution Press, Washington, London.
- ANDERSEN A.N. 2005. A classification of Australian ant communities, based on functional groups which parallel plant life-forms in relation to stress and disturbance. *Journal of Biogeography* 22: 15-29.
- AZCÁRATE F.M., PECO B. 2012. Abandonment of grazing in a Mediterranean grassland area: consequences for ant assemblages. *Insect Conservation and Diversity* 5: 279-288.
- BESTELMEYER B.T. 2005. Does desertification diminish biodiversity? Enhancement of ant diversity by shrub invasion in south-western USA. *Diversity Distribution* 11: 45-55.
- BESTELMEYER B.T., WIENS J.A. 2001. Local and regional-scale responses of ant diversity to a semiarid biome transition. *Ecography* 24: 381-392.
- BEZDĚČKA P. 1996. Mravenci Slovenska (Hymenoptera: Formicidae). *Entomofauna Carpathica* 8: 108-114.
- BEZDĚČKOVÁ K., BEZDĚČKA P. 2007. *Formica picea* Nylander, 1846 (Hymenoptera: Formicidae) v centrálnej časti Českomoravské vrchoviny. *Acta rerum naturalium* 3: 23-28.
- BOLTON B. 1995. A new general catalogue of the ants of the World. Harvard University Press, Cambridge, London, 504 pp.
- BOLTON B., ALPERT G., WARD P.S., NASKRECKI P. 2007. Bolton's catalogue of ants of the world. 1758-2005. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts (CD-ROM).

- BREDEKAMP G.J., SPADA F., KAZMIERCZAK E. 2002. On the origin of northern and southern hemisphere grasslands. *Plant Ecology* 163: 209-229.
- CSÓSZ S. 2012. Nematode infection as significant source of unjustified taxonomic descriptions in ants (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News* 17: 27-31.
- CSÓSZ S., MARKÓ B., GALLÉ L. 2011. The myrmecofauna (Hymenoptera: Formicidae) of Hungary: an updated checklist. *North-Western Journal of Zoology* 7/1: 55-62.
- CSÓSZ S., SEIFERT B., MÜLLER B., TRINDL A., SCHULZ A. HEINZE J. 2013. Cryptic diversity in the Mediterranean *Temnothorax lichtensteini* species complex (Hymenoptera:Formicidae). – *Organisms Diversity & Evolution* [online first] DOI: 10.1007/s13127-013-0153-3
- CZECHOWSKI W., RADCHENKO A., CZECHOWSKA W., VEPSÄLÄINEN K. 2002. The ants of Poland with reference to the myrmecofauna of Europe. *Fauna Poloniae* 4. Natura Optima Dux Foundation, Warsaw.
- DAHMS H., WELLSTEIN C., WOLTERS V., DAUBER J. 2005. Effects of management practices on ant species richness and community composition in grasslands (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmekologische Nachrichten* 7: 9-16.
- DAUBER J., SIMMERING D. 2006. Ant assemblages in successional stages of Scotch Broom stands. *Myrmecological News* 9: 55-64.
- DAVID S., KALIVODA H., KALIVODOVÁ E., ŠTEFĚK J. 2007. Xerothermné biotopy Slovenska. *Biosféra*, Bratislava, 74 pp.
- DEKONINCK W., DE KONINCK H., BAUGNÉE J-Y., MAELFAIT J-P. 2007. Ant biodiversity conservation in Belgian calcareous grasslands: active management is vital. *Belgian Journal of Zoology* 137: 137-146.
- DENGLER J. 2005. Zwischen Estland und Portugal – Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Phyto-diversitätssmuster Europäischer Trockenrasen. *Tuexenia* 25: 387-405.
- DEVÁN P. 2008. Mravce Omšenskej doliny. *Naturae Tutela* 12: 101-104.
- DIERSCHKE H. 2006. Secondary progressive succession of an abandoned calcareous grassland – research on permanent plots 1987–2002. *Hercynia* N. F. 39: 223-245.
- DUELLI P. 1997. Biodiversity evaluation in agricultural landscapes: an approach at two different scales. *Agriculture Ecosystems & Environment* 62: 81-91.
- ELDRIDGE D.J. 1994. Nest of ants and termites influence infiltration in a semiarid woodland. *Pedobiologia* 38: 481-492.
- ELDRIDGE D.J., BOWKER M.A., MAESTRE F.T., ROGER E., REYNOLDS F.J., WHITFORD W.G. 2011. Impacts of shrub encroachment on ecosystem structure and functioning: towards a global synthesis. *Ecological Letters* 14: 709-722.
- FJELDSÅ J., EHRlich D., LAMBIN E., PRINS E. 1997. Are biodiversity 'hotspots' correlated with current ecoclimatic stability? A pilot study using the NOAA-AVHRR remote sensing data. – *Biodiversity and Conservation* 6: 401-427.
- FOLGARAIT P.J. 1998. Ant biodiversity and its relationship to ecosystem functioning: a review. *Biodiversity and Conservation* 7: 1221-1244.
- FROUZ J., HOLEC M., KALČÍK J. 2003. The effect of *Lasius niger* (Hymenoptera, Formicidae) ant nests on selected soil chemical properties. *Pedobiologia* 47:205-212.
- GALLÉ L. 1991. Structure and succession of ant assemblages in a north European sand dune area. *Ecography* 14: 31-37.
- GLASER F. 2006. Biogeography, diversity, and vertical distribution of ants (Hymenoptera: Formicidae) in Vorarlberg, Austria. *Myrmecological News* 8: 263-270.
- GÓMEZ C., CASELLAS D., OLIVERAS J., BAS J.M. 2003. Structure of ground-foraging ant assemblages in relation to land-use change in the northwestern Mediterranean region. *Biodiversity and Conservation* 12: 135-146.
- GRIME J.P. 1979. *Plant strategies and vegetation processes*. John Wiley and Sons, Chichester U.K.
- HABEL J.C., DENGLER J., JANIŠOVÁ M., TÖRÖK P., WELLSTEIN C., WIEZIK M. 2013. European grassland ecosystems: threatened hotspots of biodiversity. *Biodiversity and Conservation* 22: 2131-2138.
- HALPERN C.B., HALAJ J., EVANS S.A., DOVČIAK M. 2012. Level and pattern of overstory retention interact to shape long-term responses of understories to timber harvest. *Ecological Applications* 22: 2049-2064.
- HOLECOVÁ M., LUKÁŠ J., HARAKAEVÁ E. 2003. Mravce (Hymenoptera, Formicidae) dubovo-hrabových lesov v okolí Bratislavy (JZ Slovensko). *Folia faunistica Slovaca* 8: 63-69.
- HÖLDOBLER B., WILSON E.O. 1990. *The ants*. Springer, Verlag, Berlin, Heidelberg, New York.
- JOUQUET P., DAUBER J., LAGERLOF J., LAVELLE P., LEPAGE M. 2006. Soil invertebrates as ecosystem engineers: intended and accidental effects on soil and feedback loops. *Applied Soil Ecology* 32:153-164.
- KING J.R., ANDERSEN A.N., CUTTER A.D. 1998. Ants as bioindicators of habitat disturbance: validation of the functional group model for Australia's humid tropics. *Biodiversity and Conservation* 7:1627-1638.
- KNOPS J.M.H., TILMAN D., HADDAD N.M., NAEEM S., MITCHELL C.E., HAARSTAD J., RITCHIE M.E., HOWE K.M., REICH P.B., SIEMANN E., GROTH J. 1999. Effects of plant species richness on invasion dynamics, disease outbreaks, insect abundances and diversity. *Ecology Letters* 2: 286–293.

- LASSAU S.A., HOCHULI D.F. 2004. Effects of habitat complexity on ant assemblages. *Ecography* 27: 157-164.
- MACDONALD D., CRABTREE J.R., WIESINGER G., DAX T., STAMOU N., FLEURY P., GUTIERREZ LAZPITA J., GIBON A. 2000. Agricultural abandonment in mountain areas of Europe: environmental consequences and policy response. *Journal of Environmental Management* 59: 47-69.
- MARQUART A., GEISSLER K., HEBLACK J., LOBAS CH., MÜNCH E., BLAUM N. 2020. Individual shrubs, large scale grass cover and seasonal rainfall explain invertebrate-derived macropore density in a semi-arid Namibian savanna. *Journal of Arid Environments* 176: 104101.
- MILES P. 2006. Jak vysoko vystupují mravenci do hor? *Formica* 9: 34-35.
- MITLACHER K., POSCHLOD P., ROSEN E., BAKKER J.P. 2002. Restoration of wooded meadows – a comparative analysis along a chronosequence on Oland (Sweden). *Applied Vegetation Science* 5: 63-73.
- MORRIS M.G. 2000. The effects of structure and its dynamics on the ecology and conservation of arthropods in British grasslands. *Biological Conservation* 95: 129-142.
- OTTONETTI L., TUCCI L., SANTINI G. 2006. Recolonization patterns of ants in a rehabilitated lignite mine in Central Italy: potential for the use of Mediterranean ants as indicators of restoration processes. *Restoration Ecology* 14: 60-66.
- PECK S.L., MCQUAID B., CAMPBELL C.L. 1998. Using ant species (Hymenoptera: Formicidae) as a biological indicator of agroecosystem condition. *Environmental Entomology* 27:1102-1110.
- PERFECTO I., VANDERMEER J. 2002. Quality of agroecological matrix in a tropical montane landscape: ants in coffee plantations in southern Mexico. *Conservation Biology* 16:174-182.
- RADNAN G.N., GIBB H., ELDRIDGE D.J. 2018. Soil surface complexity has a larger effect on food exploitation by ants than a change from grassland to shrubland. *Ecological Entomology* 43: 379-388.
- REICH P.B., PETERSON D.W., WEDIN D.A., WRAIGE K. 2001. Fire and vegetation effects on productivity and nitrogen cycling across a forest-grassland continuum. *Ecology* 82:1703-1719.
- REYES-LÓPEZ J., RUIZ N., FERNÁNDEZ-HAEGER J. 2003. Community structure of ground-ants: the role of single trees in a Mediterranean pastureland. *Acta Oecologica* 24:195-202.
- SALA O.E., CHAPIN F.S. III, ARMESTO J.J., BERLOW E., BLOOMFIELD J., DIRZO R., HUBER-SANWALD E., HUENNEKE L.F., JACKSON R.B., KINZIG A., LEEMANS R., LODGE D.M., MOONEY H.A., OESTERHELD M., LEROY P.N., SYKES M.T., WALKER B.H., WALKER M., WALL D.H. 2000. Global biodiversity scenarios for the year 2100. *Science* 287: 1770-1774.
- SANDERS N.J., MOSS J., WAGNER D. 2003. Patterns of ant species richness along elevational gradients in an arid ecosystem. *Global Ecology & Biogeography* 12: 93-102.
- SEIFERT B. 1991. *Lasius platythorax* n. sp., a widespread sibling species of *Lasius niger* (Hymenoptera: Formicidae). *Entomologia Generalis* 16: 69-81.
- SEIFERT B. 1992. A taxonomic revision of the Palearctic members of the ant subgenus *Lasius* s. str. (Hymenoptera: Formicidae). *Abhandlungen und Berichte des Naturkundemuseums Görlitz* 66: 1-67.
- SEIFERT B. 2007. Die Ameisen Mittel und Nordeuropas. *Lutra Verlags und Vertriebsgesellschaft, Görlitz/Tauer*, 368 pp.
- SEIFERT B. 2012. A review of the West Palearctic species of the genus *Bothriomyrmex* Emery, 1869 (Hymenoptera: Formicidae). *Myrmecological News* 17: 91-104.
- SCHLICK-STEINER B.C., STEINER F.M., KONRAD H., MARKÓ B., CSÓSZ S., HELLER G., FERENCZ B., SIPOS B., CHRISTIAN E., STAUFFER C. 2006b: More than one species of *Messor harvester* ants (Hymenoptera: Formicidae) in Central Europe. *European Journal of Entomology* 103: 469-476.
- SCHLICK-STEINER B.C., STEINER F.M., MODER K., SEIFERT B., SANETRA M., DYRESON E., STAUFFER C., CHRISTIAN E. 2006a: A multidisciplinary approach reveals cryptic diversity in Western Palearctic *Tetramorium* ants (Hymenoptera: Formicidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 40: 259-273
- STANOVÁ V. (Ed.) 2000. *Rašeliniská Slovenska*. Daphne, Bratislava.
- STAŠIOV S., VICIAN V., WIEZIK M. 2006. Vybrané skupiny makroepigeónu (Opiliones, Diplopoda, Coleoptera, Hymenoptera: Formicidae) pozdĺž transektu Zajacová – Chleb (NP Malá Fatra). *Ochrana Prírody* 25: 143-150.
- STEINER F.M., SEIFERT B., MODER K., SCHLICK-STEINER B.C. 2010. A multiscore solution for a complex problem in biodiversity research: Description of the cryptic ant species *Tetramorium alpestre* (Hymenoptera: Formicidae). *Zoologischer Anzeiger* 249:223-254.
- SUVÁK M. 2007. The ants (Hymenoptera: Formicidae) in the stubble-fields of East Slovakia. *Acta Zoologica Universitatis Comenianae* 47/1: 21-33.
- ŠTEFFEK J., WIEZIK M. 2008. Exploited peatbog and associated mollusk and ant assemblages: Still a reasonable protection? *Naturae Tutela* 12: 15-19.
- VAN AUKEN O.W. 2009. Causes and consequences of woody plant encroachment into western North American grasslands. *Journal of Environmental Management* 90: 2931-2942.
- VAN DIJK G. 1991. The status of semi-natural grasslands in Europe. In: Batten L.A., Norton J.A., Goriup P.D. (eds). *The conservation of lowland dry*

- grassland birds in Europe. Joint Nature Conservation Committee, Newbury, pp 13-15.
- VAN DIJK G., ZDANOWICZ A., BLOKZIJL R. 2005. Land abandonment, biodiversity and the CAP. DLG, Service for Land and Water Management, Utrecht.
- VICKERY J.A., TALLOWIN J.R., FEBER R.E., ASTERAKI E.J., ATKINSON P.W., FULLER R.J., BROWN V.K. 2001. The management of lowland neutral grasslands in Britain: effects of agricultural practices on birds and their food resources. *Journal of Applied Ecology* 38: 647-664.
- VLAŠÁKOVÁ B., RAABOVÁ J., KYNCL T., DOŠTÁL P., KOVÁŘOVÁ M., KOVÁŘ P., HERBEN T. 2009. Ants accelerate succession from mountain grassland towards spruce forest. *Journal of Vegetation Science* 20: 577-587.
- WERNER P., WIEZIK M. 2007. Vespoidea: Formicidae (mravencovití), s. 133-164. In Bogusch P., Straka J., Kment P. (Eds.): *Komentovaný seznam žahadlových blanokřídlých (Hymenoptera: Aculeata) České republiky a Slovenska. Acta Entomologica Musei Nationalis Prage, Supplementum* 11: 1-300.
- WIEZIK M. 2005A. First records of *Leptothorax albipennis* and *L. nadigi* (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) from Slovakia. *Biologia (Bratislava)* 60: 170.
- WIEZIK M. 2005b. First record of *Formica glauca* (Hymenoptera, Formicidae) from Slovakia. *Biologia (Bratislava)* 60: 544.
- WIEZIK M. 2006. *Myrmica lonae* (Hymenoptera, Formicidae) – first records in Slovakia. *Biologia (Bratislava)* 61: 630.
- WIEZIK M. 2007. Mravce (Hymenoptera: Formicidae) horských a vysokohorských biotopov južnej časti Kráľovohoľských Tatier. *Naturae Tutela* 11: 85-90.
- WIEZIK M. 2008a. Spoločenstvá mravcov (Hymenoptera, Formicidae) lesostepných biotopov južných a juhozápadných svahov Plešiveckej planiny v Slovenskom krase. *Natura Carpatica* 49: 85-94.
- WIEZIK M. 2008b. Vertikálne rozšírenie mravcov vysokohorských biotopov Nízkyh Tatier. *Naturae Tutela* 12: 61-67.
- WIEZIK M., WIEZIKOVÁ A. 2007. Porovnanie spoločenstiev mravcov v ekosystémoch viacročných krmovín a trvalých trávnych porastov PD Očová. In: Daniš D. (eds.): *Vplyv foriem obhospodarovania poľnohospodárskej krajiny na základné zložky agroekosystémov vo vzťahu k optimalizácii využívania krajiny. Janka Čizmarová – Partner*, p. 78-84.
- WIEZIK M., WIEZIKOVÁ A. 2011. Príspevok k poznaniu mravcov Nízkyh Tatier. *Naturae Tutela* 15/1: 71-76.
- WIEZIK M., WIEZIKOVÁ A. 2012. Spoločenstvá mravcov charakteristických biotopov Drastvice (Štiavnické vrchy). *Naturae Tutela* 16/2: 153-158.
- WIEZIK M., WIEZIKOVÁ A. 2013. A rare ant species *Camponotus tergestinus* (Hymenoptera: Formicidae) new to the fauna of Slovakia. *Klapalekiana* 49: 89-93.
- WIEZIK M., SVITOK M., DOVČIAK M. 2007. Conifer introductions decrease richness and alter composition of litter-dwelling beetles (Coleoptera) in Carpathian oak forests. *Forest Ecology and Management* 247: 61-71.
- WIEZIK M., WIEZIKOVÁ A., MURÍN J. 2008. Spoločenstvá mravcov vrchovísk Hornej Oravy. *Naturae Tutela* 12: 55-60.
- WIEZIK M., WIEZIKOVÁ A., SVITOK M. 2010. Effects of secondary succession in abandoned grassland on the activity of ground-foraging ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae* 74: 153-160.
- WIEZIK M., WIEZIKOVÁ A., SVITOK M. 2011. Vegetation structure, ecological stability, and low-disturbance regime of abandoned dry grasslands support specific ant assemblages in Central Slovakia. *Tuexenia* 31: 301-315.
- WIEZIK M., KOZOŇ M., WIEZIKOVÁ A. 2013a. Mravce vybraných rašeliniskových biotopov CHKO Horná Orava. *Naturae Tutela* 17/1: 57-63.
- WIEZIK M., SVITOK M., WIEZIKOVÁ A., DOVČIAK M. 2013b. Shrub encroachment alters composition and diversity of ant communities in abandoned grasslands of western Carpathians. *Biodiversity and Conservation* 22: 2305-2320.
- WIEZIKOVÁ A. 2008. Epigeická aktivita mravcov (Hymenoptera: Formicidae) v rámci hemeróbného gradientu: jednoročné plodiny – viacročné krmoviny – trvalé trávne porasty. *Acta Facultatis Ecologiae* 18: 69-76.
- WIEZIKOVÁ A., WIEZIK M., SVITOK M. 2010. Spoločenstvá mravcov pod vplyvom vybraných stresových a disturbančných faktorov v podmienkach trvalých trávnych porastov podhorských oblastí Slovenska. TU vo Zvoleni, Zvolen, 77 pp.
- ŽĎÁREK J. 2013. *Hmyzí rodiny a státy. Academia, Praha*, 582 pp.

**Acta Facultatis Ecologiae, Volume 43, 2020 – 2**

Vydanie I. december 2020 – Vydala Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 2117/24, 960 01 Zvolen, IČO 00397440 – Počet strán 58 – 5,10 AH, 5,19 VH – Náklad 170 výtlačkov – Tlač a grafická úprava Vydavateľstvo TU vo Zvolene – Vydanie publikácie schválené v Edičnej rade TU dňa 9. 2. 2020, číslo EP 56/2020 – Evidenčné číslo MK SR 3859/09 – Periodikum s periodicitou dvakrát ročne – Za vedeckú úroveň tejto publikácie zodpovedajú autori a recenzenti – Rukopis neprešiel jazykovou úpravou.

ISSN 1336-300X