

13. predvianočný geologický seminár ŠGÚDŠ a SGS Nové poznatky o stavbe a vývoji Západných Karpát

13. geological seminar: New knowledge about geological setting and evolution of the Western Carpathians

ZOLTÁN NÉMETH¹, LADISLAV ŠIMON¹, MONIKA KOVÁČIKOVÁ¹, SILVIA OZDÍNOVÁ² a DUŠAN PLAŠIENKA³

¹Štátny geologický ústav D. Štúra, Bratislava; ²Geologický ústav Slovenskej akadémie vied, Bratislava; ³Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského, Bratislava

Abstract: The 13th Annual Geological Seminar New knowledge about geological setting and evolution of the Western Carpathians, organized by the State Geological Institute of Dionýz Štúr (ŠGÚDŠ) and the Slovak Geological Society (SGS), was held on 11 December 2014 in ŠGÚDŠ Bratislava. The whole day program of the seminar, covering the whole range of geoscientific topics, consisted of 29 lectures and 15 poster presentations. The presentations, either oral or poster ones, have documented the progress in geosciences achieved in 2014. Afternoon program has started with awarding the SGS members, as well as several SGS subjects, by the Ján Slávik Medal and the Letter of Appreciation for their contribution to progress in geosciences. The results of the competition for the best geoscientific publication in 2012–2013 were announced in seven categories, and their winners were awarded during the seminar. The paper after introductory report about the event encompasses also the abstracts of all presentations.

Key words: geoscientific seminar, awards, abstracts of presentations

Celodenný geologický seminár Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra (ŠGÚDŠ) a Slovenskej geologickej spoločnosti (SGS) *Nové poznatky o stavbe a vývoji Západných Karpát* sa konal 11. decembra 2014 v Bratislave vo Veľkej sále Dionýza Štúra ŠGÚDŠ (obr. 1 a 2). Organizátormi seminára boli L. Šimon, Z. Németh a M. Kováčiková zo Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra a S. Ozdínová zo Slovenskej akadémie vied. Odborným garantom bol D. Plašienka z Univerzity Komenského v Bratislave. Pozíciu v čestnom predsedníctve geologického seminára prijal RNDr. V. Jánová, PhD. za MŽP SR (obr. 1), Ing. B. Žec, CSc., za ŠGÚDŠ a RNDr. I. Broska, DrSc., za GÚ SAV. Počas celodenného seminára bolo odprednášaných 29 prednášok a vystavených 15 posterov. Tieto prezentácie, pokrývajúce celé spektrum geovedných disciplín, informovali o pokroku geovedného bádania na Slovensku v roku 2014. Abstrakty prezentácií, zaradené chronologicky podľa programu seminára, sa nachádzajú za touto úvodnou reportážou.

Popoludňajší program seminára začal tradičným udeľovaním ocenení SGS. Medaila Jána Slávika bola udelená Mgr. Milošovi Gregorovi, PhD. (obr. 3), RNDr. Marianovi Janákovi, DrSc. (obr. 4), a Mgr. Petrovi Vršanskému, PhD. Štatút čestného člena SGS obdržal RNDr. Jozef Vozár, DrSc. (obr. 5). Ďakovné listy SGS za aktívnu prácu v prospech rozvoja SGS v roku 2014 obdržali Klub učiteľov geovied (obr. 6), Paleoklub (obr. 7), Geologický klub pri Prírodovedeckej fakulte UK a košická pobočka SGS. Za organizovanie terénnych exkurzií SGS a prácu v prospech SGS obdržal ďakovný list RNDr. Ivan Baráth, CSc.

Na geologickom seminári boli následne odovzdávané ocenenia za najlepšie geologické práce za roky 2012 až

2013. V kategórii *I. vedecké práce autorov bez vekového obmedzenia* bol ocenený M. Janák za publikáciu M. Janák et al. Discovery of diamond in the Tromsø Nappe, Scandinavian Caledonides (N. Norway) v *Journal of Metamorphic Geology*. V kategórii *II. vedecké práce mladých autorov* zvíťazila práca M. Grinča et al. Lithospheric structure in Central Europe: Integrated geophysical modelling, publikovaná v *Journal of Geodynamics*. V kategórii *III. vedecké monografie* bola najlepšou práca R. Aubrechta et al. Venezuelan tepuis – their caves and biota, publikovaná v *Acta Geologica Slovaca*. Kategóriu *IV. mapové diela* vyhrala Geologická mapa Záhorskej nížiny 1 : 50 000 K. Fordinála et al., publikovaná v ŠGÚDŠ. V kategórii *geologických prác zo sféry aplikovaného výskumu* vyhrala doktorandská práca Surface and groundwater quality changes in periods of water scarcity, publikovaná vo vydavateľstve Springer. Kategóriu *VI. edukačné geologické práce* vyhrala publikácia Pedogeochemia autorov J. Čurlík a L. Jurkovič. Súťažnú kategóriu *VII. popularizačné práce* vyhrala monografia Banské mesto Dobšiná autorov O. Rozložník et al. (obr. 8).

13. geologický seminár ŠGÚDŠ a SGS bol miestom úspešného prezentovania nových geovedných poznatkov, ale tiež miestom početných priateľských a neformálnych stretnutí a diskusií členov geovednej komunity, ktorí nezriedka zo vzdialených miest Slovenska mali možnosť bilancovať spolu uplynulý rok a tiež pripravovať námety na spoluprácu do ďalšieho obdobia. Nech je tento ďalší úspešný geologický seminár motiváciou na intenzívne pracovné a bádateľské aktivity geovednej komunity v roku 2015.



Obr. 1. Generálna riaditeľka sekcie geológie a prírodných zdrojov Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky RNDr. Vlasta Jánová, PhD. v príhovore účastníkom geologického seminára. Vľavo: RNDr. L. Šimon, PhD., vpravo: RNDr. Ján Madarás, PhD. Foto L. Martinský.

Fig. 1. General Director of the Section of Geology and Natural Resources of the Ministry of Environment of the Slovak Republic RNDr. Vlasta Jánová, PhD. at introductory speech addressed to participants of the geological seminar. Left: RNDr. L. Šimon, PhD., right: RNDr. Ján Madarás, PhD. Photo L. Martinský.

Obr. 2. Celodenný geologický seminár sa uskutočnil vo Veľkej sále Dionýza Štúra ŠGÚDŠ v Bratislave. Foto L. Martinský.

Fig. 2. The whole-day geological seminar was held in the ŠGÚDŠ Congress Hall of Dionýz Štúr in Bratislava. Photo L. Martinský.

Obr. 3. Odovzdávanie ocenení SGS – RNDr. Miloš Gregor, PhD. (prvý zľava), ktorý obdržal Medailu Jána Slávika za prínos do rozvoja geologických vied a za propagáciu slovenskej geológie, bol súčasne aj víťazom súťaže Najlepšia geologická práca za roky 2012 – 2013, V. kategória – Sféra aplikovaného výskumu. Smerom doprava: RNDr. L. Šimon, PhD., Ing. Z. Németh, PhD., RNDr. V. Jánová, PhD., RNDr. J. Madarás, PhD., a RNDr. S. Ozdínová, PhD. Foto L. Martinský.

Fig. 3. SGS awards – RNDr. Miloš Gregor, PhD. (first from the left), receiving the Ján Slávik Medal for his contribution to geosciences and propagation of Slovak geology, being simultaneously also the winner of the Competition for the Best Geological Publication in 2012–2013, category V – Applied Research. Next to the right: RNDr. L. Šimon, PhD., Ing. Z. Németh, PhD., RNDr. V. Jánová, PhD., RNDr. J. Madarás, PhD., and RNDr. S. Ozdínová, PhD. Photo L. Martinský.

Obr. 4. Odovzdávanie medaily Jána Slávika a ocenenia Najlepšia geologická práca za roky 2012 – 2013, kategória I. – vedecké práce autorov bez vekového obmedzenia, RNDr. Mariánovi Janákovi, DrSc. (vľavo). Gratuluje RNDr. J. Madarás, PhD. Zadný rad zľava: Ing. Z. Németh, PhD., RNDr. L. Šimon, PhD., RNDr. V. Jánová, PhD. a RNDr. S. Ozdínová, PhD. Foto L. Martinský.

Fig. 4. RNDr. Marián Janák, DrSc. (left) receiving the Ján Slávik Medal and the prize of the Best Geological Publication in 2012–2013, category I – Scientific Work of Authors without the Age Limitation. Congratulations by RNDr. J. Madarás, PhD. (right). Back row from the left: Ing. Z. Németh, PhD., RNDr. L. Šimon, PhD., RNDr. V. Jánová, PhD. and RNDr. S. Ozdínová, PhD. Photo L. Martinský.

Obr. 5. RNDr. Jozef Vozár, DrSc., v príhovore po udelení štatútu čestného člena SGS. V pozadí sprava: RNDr. L. Šimon, PhD., RNDr. V. Jánová, PhD., RNDr. J. Madarás, PhD., a Ing. Z. Németh, PhD. Foto L. Martinský.

Fig. 5. RNDr. Jozef Vozár, DrSc., in his speech after conferment of the status of SGS Honour Member. Persons in the back from the right: RNDr. L. Šimon, PhD., RNDr. V. Jánová, PhD., RNDr. J. Madarás, PhD., and Ing. Z. Németh, PhD. Photo L. Martinský.

Obr. 6. Slovenská geologická spoločnosť udelila Ďakovný list odbornej skupine Klub učiteľov geovied SGS za aktívnu prácu v prospech rozvoja SGS v roku 2014 a za propagáciu geológie učiteľom základných a stredných škôl. Predsedníčka klubu doc. RNDr. Lídia Turanová, PhD., preberajúca ocenenie od predsedu SGS RNDr. L. Šimona, PhD. Foto L. Martinský.

Fig. 6. The SGS Club of Geosciences Teachers was awarded by the Letter of Acknowledgement of the Slovak Geological Society for activities in the favour of SGS in 2014 and for promoting geology to the teachers of the primary and secondary schools. Chairwoman of the Club Doc. RNDr. Lídia Turanová, PhD., receiving the Letter of Acknowledgement from the SGS Chairman RNDr. L. Šimon, PhD. Photo L. Martinský.

Obr. 7. Predseda odbornej skupiny Slovenský paleontologický klub Radoslav Biskupič obdržal Ďakovný list SGS za aktívnu prácu Paleoklubu v prospech SGS v roku 2014 a za originálnu propagáciu geológie cez www.paleoklub.sk. Gratuluje podpredseda SGS Ing. Z. Németh, PhD. Foto L. Martinský.

Fig. 7. Chairman of the SGS subgroup Slovak Paleontological Club (Paleoclub) Radoslav Biskupič receiving the Letter of Acknowledgement of the Slovak Geological Society for active work of Paleoclub in the favour of SGS in 2014 and for original propagation of geology on web site www.paleoklub.sk. Congratulations from the SGS Vice-Chairman Ing. Z. Németh, PhD. Photo L. Martinský.

Obr. 8. Oceňovanie najlepších geologických prác za roky 2012 – 2013. Víťazom kategórie VII. popularizačné práce bola monografia O. Rozložníka et al. *Banské mesto Dobšiná*. Cenu za kolektív autorov prevzal Ing. M. Bachňák (vpravo). Vľavo je prof. RNDr. D. Plašienka, DrSc., v strede je Mgr. M. Jankulár, PhD. Foto L. Martinský.

Fig. 8. Awarding the Best Geological Publications in 2012–2013. The monograph by O. Rozložník et al. *Banské mesto Dobšiná* has won the category VII – Popularization Publications. The price on behalf of authors was received by Ing. M. Bachňák (right). Left standing: Prof. RNDr. D. Plašienka, DrSc., sitting in the middle: Mgr. M. Jankulár, PhD. Photo L. Martinský.

1. časť – Part 1

**Inžinierska a environmentálna geológia,
hydrogeológia, popularizácia geológie****Engineering and environmental geology, hydrogeology,
popularization of geology**

P. LIŠČÁK, J. ŠIMEKOVÁ, I. MAŠLÁROVÁ a L. PETRO:
Havarijné zosuvy v roku 2014

V roku 2014 pracovníci ŠGÚDŠ vykonali registráciu 40 svahových deformácií v 14 lokalitách a k týmto zosuvom vypracovali obhliadkové správy. V tejto štatistike nie je zahrnutá *komplexná svahová deformácia Vrátna*, ktorá pozostávala z desiatok planárnych zosuvov, hlinito-úlomkovitých prúdov a skalných zrútení (presná registrácia svahovej deformácie a zhodnotenia jej príčin sú plánované na obdobie X/2014 až VIII/2015).

Pri aktivizácii svahových deformácií v roku 2014 sa dominantne uplatňovali intenzívne zrážky v kombinácii s nevhodnými antropogénnymi aktivitami (najmä odľahčenie akumulčných častí potenciálnych zosuvov, neprímerané zárezy a odrezy (obr. 1), poškodená drenáž, vypustenie vodnej nádrže v Hodruši). Okrem už spomínanej Vrátnej (21. 7. 2014) boli intenzívne zrážky príčinou svahových pohybov v Levočských Lúkach, v Malej Frankovej, v Hrachovišti a netradične v lokalite Bratislava. Tak napríklad svahový pohyb pri PKO sa podľa medializovanej informácie aktivoval 14. septembra 2014 v súvislosti s výdatnými zrážkami, ktoré sa vyskytli v dňoch 11. až 15. 9. 2014 – na meteorologickej stanici SHMÚ Bratislava-Koliba bol zaznamenaný zrážkový úhrn 109,4 mm (<http://www.shmu.sk/sk/?page=838&id=&stationId=AHS11813&uhrny=24>). Tu treba zdôrazniť, že týmto zrážkam predchádzalo veľmi výrazné zrážkové obdobie. Napríklad dňa 27. 8. 2014 v neďalekej Mlynskej doline namerali 64 mm zrážok. Dážď v tento deň bol výnimočný nielen celkovým denným úhrnom (druhý najvyšší v histórii prevádzky tejto meteorologickej stanice), ale aj svojou intenzitou. Zrážky, aj keď s nižšími úhrnmi, pokračovali aj zvyšné augustové dni (zosuv na Devínskej ceste). Navyše obdobie na prelome augusta a septembra sa vyznačovalo pomerne nízkymi teplotami a tomu zodpovedajúcim nižším výparom, takže značná časť zrážok infiltrovala do horninového prostredia.

Z hľadiska spoločensko-ekonomickej významnosti sme zaregistrovali nasledujúce svahové kategórie:

1 x R4 – veľmi vysoká: očakávané škody vrátane obetí a zranení, vážne poškodenie budov a infraštruktúry, zničenie existujúceho stavu životného prostredia a socio-ekonomických aktivít;

16 x R3 – vysoká: obavy o bezpečnosť obyvateľstva, potenciálne poruchy funkčnosti stavieb a infraštruktúry, možné prerušenie

ekonomických aktivít a relevantné poškodenie životného prostredia;
12 x R2 – stredná: malé poškodenie budov, infraštruktúry a životného prostredia, žiadne podstatné vplyvy na obyvateľstvo, funkčnosť budov a ekonomické aktivity;

12 x R1 – malá významnosť: marginálne sociálne, ekonomické a environmentálne škody.

Podrobnejšie údaje o vzniku a registrácii svahových deformácií v roku 2014 uvádzame v tab. 1.

Tab. 1
Prehľad registrovaných havarijných zosuvov v roku 2014

Lokalita	Dátum vzniku	Atlas	Typ	Kategória
1 Banka	7. 1. 2014	nie	zemný prúd	R3
2 Bardejov	2010 – 2011	nie	plošný	2x R3
3 Devínska cesta	2. 9. 2014	nie	prúdový	R3
4 Hodruša	zač. jari 2014	nie	plošný zosuv	R3
5 Hrachovište	16. 9. 2014	nie	prúdový	2x R3
6 Krupina	2013 – 2014	nie	plošný zosuv	R2
7 Levočské Lúky	1. 8. 2014	áno	11	4x R3
8 Malá Franková	1. 8. 2014	áno	14	1x R3
9 Mojšova Lúčka	16. 6. 2010	áno	3 plošné	3x R3
10 Osturňa	22. a 30. 4. 2014	áno	prúdový	R1
11 PKO Bratislava	14. 9. 2014	nie	prúdový	R3
12 Veľký Šariš	január 2014	nie	odval	R1
13 Vrátna	21. 7. 2014	nie	kamenito-	R1–R4
14 Žehra	8. 6. 2010	áno	plošný zosuv	R2

P. LIŠČÁK, A. ŽILKA, R. JELÍNEK, M. OLŠAVSKÝ, I. PEŠKOVÁ
a P. PAUDITŠ: **Hlinito-kamenité prúdy vo Vrátnej**

Hlinito-kamenité prúdy – mury – vo Vrátnej, spolu so sprievodnými zosuvmi, vznikli v pondelok 21. 7. 2014 medzi 15.00 a 18.00 hod. v dôsledku zrážkových anomálií (podľa SHMÚ na stanici Vrátna dosiahol zrážkový úhrn 67 mm za 3 hod.). Po prepočítaní maximálnej radarovej odrazivosti na intenzitu zrážok bolo zistené, že v prvej vlne zrážok (medzi 15.15 a 15.55 hod.) spadlo cca 40 mm, v druhej vlne (medzi 15.55 a 16.55 hod.) cca 50 mm zrážok, t. j. za 1.40 hod. okolo 90 mm. V rámci dynamiky búrkových procesov pracovníci



Obr. 1. Zosuvy zaregistrované v roku 2014 v Levočských Lúkach. Je zrejmé, že výstavba prebieha v akumulčnej časti potenciálneho zosuvu (v katastri obce bolo zaregistrovaných 11 aktívnych zosuvov, zosuvy č. 5 a 8 sú mimo obrázka).

Fig. 1. Landslides registered in 2014 in the village of Levočské Lúky. It is obvious that construction of buildings took place in accumulation part of potential landslide (in the village cadaster there were registered 11 active landslides, landslides No. 5 and 8 are not visualized in the figure).

SHMÚ počítajú s určitými územnými odchýlkami. Predpokladajú, že zrážkomerná stanica Vrátna, kde bolo počas búrky nameraných 52 mm, sa nachádzala mimo epicentra zrážok. Nie je preto vylúčené, že na priliehajúcich kopcoch Vrátnej doliny spadlo počas búrky aj viac než 90 mm zrážok za 1.40 hod.!!! (<http://www.shmu.sk/sk/?page=1741>). Súčasne vznikla v oblasti povodňová situácia a v obci Terchová starosta obce 23. 7. 2014 o 15.30 hod. vyhlásil mimoriadnu situáciu. Došlo k zaplaveniu územia katastra obce Terchová – Vrátna dolina – Štefanová. Mnohé ulice boli odrezané od zásobovania, zdravotnej pomoci, poškodené boli cestné komunikácie, premostenia, došlo k zatopeniu majetku obyvateľov v spomínaných lokalitách.

V geologickej stavbe predmetného územia sa uplatňujú horniny tatrika a fatrika. Väčšia časť zosuvov, resp. odlučných plôch, je situovaná najmä v najmladších horninách fatrickej sekvencie (titón – neokómske slienité vápence) s úklonom 25 – 35° generálne k západu. Tento systém sklonu sme pozorovali v lokalite *Steny-severný vrchol* až na kontakt hornín s tatrikom (horniny vrchného až spodného triasu). V lokalite *Sedlo za Hromovým* sme zaznamenali smer sklonu na sever, čo sa podstatnou mierou podpísalo pod vznik planárnych zosuvov v tejto oblasti.

Kvartérne sedimenty sú reprezentované delúviami pestrého litologického zloženia od kamenitých sutí cez hlinito-kamenité sute až po deluviálne hliny. Deluviálne sedimenty pokrývajú prevažnú časť predmetného územia, ich hrúbka však spravidla nepresahuje 2 m.

Inžinierskogeologické pomery postihnutého územia sú podmienené geologickou stavbou. Podľa pôvodných predstáv severné svahy Chlebu mali predstavovať ladovcový kar vejárovitého tvaru. Pôvodné morénové sedimenty boli rozplavené, resp. včlenené do materiálu deluviálnych sutí. Podľa Baliaka et al. (1981) svahová deformácia na severnom svahu Chlebu má formu skalného zosunu po predisponovaných vrstevných plochách. Maximálna dĺžka skalnej akumulácie je 1 400 m (S – J), maximálna šírka 700 m (V – Z), maximálna hrúbka asi 30 – 50 m. Výška porušeného svahu z dna doliny po hrebeň je 600 m. V odlučnej oblasti sa vytvorili dve hlavné podkovovité odlučné steny ohraničujúce zosun, z ktorých jedna siaha až po vrchol Chlebu a ostro porušuje jeho pôvodný kupolovitý tvar. Maximálna výška odlučných skalných stien je 50 m. Skĺznutie, resp. zrútenie skalných jurských vápencových más, sa uskutočnilo po bridličnatom súvrství karpatského keupru (vrchný trias). Generálny sklon vrstevných komplexov je 30 – 40° na sever, teda smerom po svahu. Tak ako v desiatkach prípadov v mezozoických pohoriach Slovenska, aj tu rigidne, tektonicky rozlámané kryhy jurských vápencov, ležiace na plastickom keuperskom bridličnatom súvrství, podmienili vznik pomalých plazivých deformácií, ktoré sa postupom času transformovali do rozsiahleho zosuvu. Tieto sa vyznačujú veľkou litologickou premenlivosťou v závislosti od podložných hornín, pričom dolinky erózneho pôvodu sa zbiehajú práve nad stanicou lanovky Vrátna. Na slienitých sedimentoch mrázničného súvrstvia sú vyvinuté hlinito-kamenité až hlinité delúvia. Práve v týchto deluviálnych sedimentoch sa pod hrebeňom zhruba vo výške 1600 – 1500 m n. m. aktivovali hlinito-kamenité prúdy hrúbky 1 – 2 m (obr. 1).

Svahové pohyby po planárnej šmykovej ploche tu boli podmienené priaznivým sklonom vrstevnatosti/bridličnatosti. V odlučných častiach týchto zosuvov veľkej hrúbky sa odtrhli pomerne malé, ale početné „platne“ zosuvného materiálu (každá z nich dosahovala rozmery niekoľko 100 m²), ktoré sa spravidla pohybovali rýchlosťou niekoľko metrov za sekundu preferenčne lavínovými žlbami, často po vegetačnom pokryve (tráva, čučoriedky), keďže tieto rastlinné pokrývky boli intenzívne zmáčané.

Približne 800 m od dolnej stanice lanovky Vrátna bola hrúbka valiacej sa masy voda – kamene – hĺna – stromy zmeraná na nepoškodených stromoch. Zdá sa, že hrúbka prúdu tu dosiahla až 2 m – v čase obhliadky (28. 7. 2014) tam tiekol už len potôčik hĺbky 20 cm.

Prúd valiacej sa zmesi voda – hĺna – kamene pokračoval úzkou dolinou smerom na Vrátnu. Tu naberal tiež nové akumulácie, ktoré sa tu akumulovali v predchádzajúcom období a pripájali sa k nemu podobné, aj keď menšie prúdy z bočných doliniek. Väčšina prúdov erodovala dolinky až na skalný podklad.

Zhruba vo vzdialenosti 560 m od stanice lanovky sa 2 hlavné prúdy spojili (lievikovité spojenie dolín), navyše z okolitých svahov



Obr. 1. Odlučné oblasti kamenito-hlinitých prúdov v oblasti Hromového.

Fig. 1. Scar edges of the stone-loamy flows in the Hromové area.

dochádzalo k mobilizácii deluviálnych kamenitých sutí, ktoré prispievali do materiálu kamenitých prúdov. V týchto častiach územia sa pravdepodobne vyskytli aj skalné zrútenia charakteru opadávaní úlomkov a blokov. Na mnohých stromoch, ktoré zostali stáť nepoškodené, boli zaregistrované čerstvé zárezy na kôre, nepochybne v dôsledku nárazov úlomkov a blokov (do výšky 2 m), ktoré takisto prispievali do materiálu kamenitých prúdov.

Celková kubatúra premiestneného materiálu sa odhaduje na minimálne 100 000 m³. Čelo kamenitého, resp. kamenito-hlinitého prúdu dosiahlo dolnú stanicu lanovky, v ktorej síce došlo k materiálnym škodám, ale zdá sa, že nedošlo k významným statickým poškodeniam budov a stĺpov lanovky.

P. ONDREJKA, J. ŠIMEKOVÁ a P. LIŠČÁK: Sanácia havarijných zosuvov v Hradci a vo Veľkej Lehôtke

Na území Slovenska bolo doteraz zaregistrovaných viac ako 21 000 svahových deformácií, čo predstavuje plochu 257 591,2 ha (5,25 % rozlohy územia Slovenskej republiky). Na najviac postihnutých okrajových územiach neovulkanitov môžu zosuvy postihovať až 60 % plochy daného územia. Práve v regióne neogénnych vulkanitov, resp. v jeho okrajovej časti, sa nachádzajú obidve zosuvné lokality – Hradec a Veľká Lehôtka (mestské časti Prievidze v rámci obvodu Štvrte), v ktorých došlo v rokoch 2012 a 2013 k aktivizácii zosuvov.

V dôsledku rozvoja svahového pohybu boli porušené viaceré rodinné domy. V tejto súvislosti samospráva mesta Prievidza zabezpečila realizáciu orientačného inžinierskogeologického prieskumu a následne Ministerstvo životného prostredia SR doplnkový inžinierskogeologický prieskum (Fekáč a Ilkanič, 2014), ktorý bol spojený s realizáciou okamžitých protihavarijných opatrení. Treba však podotknúť, že zosuvné územie je známe už dávnejšie, a to z inžinierskogeologického prieskumu svahových porúch severozápadného okraja pohoria Vtáčnika (Fussgänger et al., 1980), v rámci ktorého bolo realizované komplexné mapovanie v mierkach 1 : 5 000 a 1 : 10 000.

Hlavnou príčinou aktivizácie svahového pohybu sú predovšetkým geologicko-tektonické pomery. Severozápadné svahy na úpätí Vtáčnika sú vďaka svojej geologickej stavbe predisponované na gravitačné porušenie, teda na svahové poruchy od iniciálneho porušenia (blokové rozpadliny) vo vrcholových častiach pohoria cez blokové polia, ktoré predstavujú dislokované bloky andezitov, až po zosuvy vznikajúce v ich predpolí. Rigidné vulkanické horniny (andezity, aglomerátové tufy) ležiace na plastickom súvrství neogénnych sedimentov vytvárajú zároveň vhodné podmienky na infiltráciu zrážkových vôd cez systém puklín. Atmosférické

vody sa takto dostávajú k priepustnejším polohám v neogénnych sedimentoch a vytvárajú viacero tlakových horizontov podzemnej vody. Práve tieto skutočnosti v kombinácii s nepriaznivými klimatickými pomermi a nevhodnými antropogénnymi zásahmi vytvorili vhodné podmienky na vznik a rozvoj zosuvov.

Z tohto dôvodu boli sanačné práce navrhnuté tak, aby dokázali z postihnutých území efektívne odvádzať čo najväčšie množstvo vody. Na tento účel boli na jednotlivých zosuvných územiach naprojektované objekty, ktoré v budúcnosti zaistia hĺbkové, podpovrchové a povrchové odvodnenie. Vybudované boli subhorizontálne vrty, drenáže a drenážno-stabilizačné rebrá, povrchové rigoly a celý rad sekundárnych objektov, ktorých úlohou je bezpečné odvedenie povrchových a podzemných vôd mimo zosuvného územia.

Zrealizované terénne úpravy a vybudované sanačné objekty efektívne prispeli k zníženiu infiltrácie atmosférických zrážok do horninového prostredia a tiež k poklesu hladiny podzemnej vody. Na základe vykonaných opatrení je možné očakávať zvýšenie stability postihnutých území. Na účely jej overenia je plánované v rámci riešenia úlohy Čiastkový monitorovací systém – Geologické faktory – zaviesť na území monitorovanie pohybovej aktivity pomocou metódy InSAR. Ide o metódu, ktorá aj vzhľadom na extenzívny charakter zosuvných území, ako aj neprítomnosť funkčnej geodetickej siete zabezpečí plošnú kontrolu pohybovej aktivity.

P. MALÍK, I. SLANINKA, J. ŠVASTA a J. MICHALCO: Rozdiely v obehu podzemných vôd jednotlivých prameňov Muránskej planiny na základe izotopového zloženia kyslíka

V priebehu hydrogeologických mapovacích prác realizovaných na zostavenie základnej hydrogeologickej a hydrogeochemickej mapy Muránskej planiny boli počas dokumentácie všetkých vypapovaných prameňov odoberané aj vzorky podzemnej vody. Základná dokumentácia prameňov zahŕňovala manuálne meranie výdatnosti prameňa, meranie teploty vzduchu a vyvierajúcej vody, meranie mernej elektrickej vodivosti vyvierajúcej vody a opis horninového prostredia predpokladanej infiltráčnej oblasti prameňa, typu obehu podzemnej vody vyvierajúcej v prameni, geomorfologického tvaru výverovej oblasti a vyústenia prameňa. Vďaka relatívne veľkému počtu kvalifikovaných mapérov – hydrogeológov, ktorí sa terénnej dokumentácie prameňov Muránskej planiny zúčastnili, mohol byť celý tento proces úspešne zavŕšený v relatívne krátkom časovom období. Počas dvanástich terénnych dní bolo v relatívne stabilnom a suchom období od 10. do 21. septembra 2002 spolu takto zdokumentovaných 295 prameňov – prirodzených výverov podzemných vôd. Plocha oblasti pokrytej hydrogeologickými dokumentačnými pochôdkami na úrovni detailu máp v mierke 1 : 10 000 bola 317 km².

V rámci celého súboru meraní na 295 vzorkách sa hodnoty $\delta^{18}\text{O}$ pohybovali v intervale medzi $-10,90\text{ ‰}$ a $-7,32\text{ ‰}$, kde hodnota mediánu bola $-9,48\text{ ‰}$. Veľkosť aritmetického priemeru hodnôt bola $-9,41\text{ ‰}$ a veľkosť smerodajnej odchýlky $-0,74\text{ ‰}$. Napriek relatívne krátkej časovej perióde odberu vzoriek (12 dní) a veľmi podobným hydrogeologickým pomerom mal teda celý súbor meraní pomerne veľký rozptyl hodnôt $\delta^{18}\text{O}$. Hoci si boli všetky vzorkované vody navzájom podobné z hľadiska pôvodu, nie je možné vysvetliť si tento rozptyl hodnôt ako dôsledok výškového efektu. Muránska planina má výškový rozsah od 390 do 1408 m (kóta Klak) nadmorskej výšky. Výškové rozpätie jednotlivých vzorkovaných prameňov sa pohybovalo od 390 do 1170 m n. m. Výškový gradient hodnôt $\delta^{18}\text{O}$ zistený pre podzemné vody krasových prameňov Veľkej Fatry mal veľkosť $0,1\text{ ‰}/100\text{ m}$ a priemerný výškový gradient $\delta^{18}\text{O}$ v zrážkových vodách na území Slovenska bol $0,21\text{ ‰}/100\text{ m}$. Ak by tieto hodnoty mali platiť pre Muránsku planinu, potom by sa zistený interval hodnôt $\delta^{18}\text{O}$ mal pohybovať medzi cca $1,0\text{ ‰}$ až $2,1\text{ ‰}$ a nie $3,58\text{ ‰}$, ako bolo namerané. Tento významný rozptyl hodnôt je zrejme spôsobený inými faktormi než výškovým gradientom. Pre merateľné parametre, ako napr. výdatnosť prameňa, nadmorská výška ústia prameňa, teplota vzduchu a vody nameraná pri odbere vzorky a hodnota mernej elektrickej vodivosti vzorkovanej vody, ktoré boli štatisticky

korelované so zistenými hodnotami $\delta^{18}\text{O}$, bola veľkosť koeficientu korelácie veľmi nízka: pre $\delta^{18}\text{O}$ verzus výdatnosť mala veľkosť iba $-0,01$, pre teplotu vzduchu $-0,02$, pre hodnoty mernej elektrickej vodivosti $0,02$; pre zemepisnú dĺžku polohy prameňa $-0,20$ a pre zemepisnú šírku prameňa $-0,43$. Dokonca aj korelácia nadmorskej výšky ústia prameňa s $\delta^{18}\text{O}$ priniesla prekvapivo nízku hodnotu korelačného koeficientu ($-0,36$). Spolu so zemepisnou šírkou polohy prameňa a teplotou vyvierajúcej vody (korelačný koeficient $0,29$) to však boli najsignifikantnejšie prejavy vzájomnej závislosti medzi všetkými merateľnými veličinami hodnoteného súboru 295 vzoriek. Na druhej strane, vzájomná korelácia teploty podzemnej vody a nadmorskej výšky prameňa mala oveľa vyššiu veľkosť koeficientu korelácie ($-0,63$), z čoho vyplýva, že izotopové zloženie v prameňoch vyvierajúcich vôd je okrem výškového efektu ovplyvňované aj inými faktormi. Hoci je však korelačná závislosť $\delta^{18}\text{O}$ od nadmorskej výšky nízka, celkový trend hodnôt zodpovedá svojím sklonom veľkosti výškového gradientu $0,16\text{ ‰}/100\text{ m}$, čo je v súlade s hodnotami vyššie opísaných gradientov.

Potenciálny vplyv číselne nevyjadriteľných kvalitatívnych parametrov, akými sú litologické zloženie (potenciálne) infiltráčnej oblasti prameňa, charakteristika obehových ciest prameňa či geomorfologický tvar výveru na hodnoty $\delta^{18}\text{O}$, bol hodnotený na základe porovnania štatistickej charakteristiky jednotlivých vyčlenených podskupín vzoriek z prameňov. Pre 112 prameňov vyvierajúcich z nekrasovatejúcich hornín v hodnotenej oblasti (najmä granitoidy, kremence a bridlice) bola zistená priemerná hodnota $\delta^{18}\text{O}$ $-9,65\text{ ‰}$ a v prípade 183 prameňov odvodňujúcich horninové prostredie vápencov a dolomitov mal aritmetický priemer $\delta^{18}\text{O}$ veľkosť $-9,26\text{ ‰}$. Rozdiel medzi dolomitmi (87 vzoriek) a vápencami (88 vzoriek) bol len veľmi mierny, pre podzemnú vodu z prostredia dolomitov mal aritmetický priemer $\delta^{18}\text{O}$ veľkosť $-9,29\text{ ‰}$ a veľmi podobnú aj pre vápence: $-9,21\text{ ‰}$. Rozdiely aritmetických priemerov i mediánov $\delta^{18}\text{O}$ medzi jednotlivými podrobnejšie členenými hydrogeologickými celkami s rozdielnou litológiou boli takisto zanedbateľné. Porovnanie štatistických hodnôt $\delta^{18}\text{O}$ pre jednotlivé typy prameňov (podľa charakteristiky obehových ciest prameňa) taktiež nepriineslo výraznejšie vzájomné odlišnosti medzi krasovo-puklinovými, puklinovými, sutinovo-puklinovými a sutinovými typmi prameňov. V rámci skupiny 158 sutinových a sutinovo-puklinových bola zistená priemerná hodnota $\delta^{18}\text{O}$ $-9,33\text{ ‰}$ a $-9,50\text{ ‰}$ bol priemer pre 137 krasových a puklinových prameňov s predpokladaným hlbším obehom podzemných vôd. Morfológické členenie prameňových výverov na bodové, plošné a lineárne (lineárne-korytové a lineárne-vrstevnicové) nemalo výrazné rozdiely $\delta^{18}\text{O}$ medzi jednotlivými skupinami: ich priemerné hodnoty mali veľkosť $-9,41\text{ ‰}$ pre 174 bodových prameňov; $-9,50\text{ ‰}$ pre 65 plošných prameňov a $-9,28\text{ ‰}$ pre 56 lineárnych prameňov.

Zdá sa, že pomerne veľký rozsah hodnôt $\delta^{18}\text{O}$ – zvyčajne $2,0\text{ ‰}$ až $3,5\text{ ‰}$ – bol charakteristický pre každú vyčlenenú skupinu. Je teda veľmi pravdepodobné, že jednotlivé pramene vzorkované v septembri 2002 vykazovali rozličný režim obehov, charakterizovaný rozličným časom zdržania, a izotopové zloženie vyvierajúcej vody odzrkadľovalo buď dominujúci vplyv nedávno spadnutých ťažších letných zrážok, alebo reflektovalo ešte len vplyv rozpusteného snehu zo zimných zrážok sezóny 2001/2002. Na skúmanie zdrojových vôd – izotopového zloženia zrážok – je možné použiť záznamy zo stanice Liptovský Mikuláš – Ondrašová, náležajúcej do globálnej monitorovacej siete izotopového zloženia zrážok (GNIP) koordinovanej Medzinárodnou agentúrou pre atómovú energiu (IAEA). Táto stanica je pozorovaná od roku 1992 a za obdobie rokov 1992 – 2002 mal sezónny rozkyv hodnôt $\delta^{18}\text{O}$ priemernú veľkosť $13,2\text{ ‰}$ ako rozdiel medzi zimnou a letnou časťou sinusoidy charakterizujúcej sezónnosť hodnôt $\delta^{18}\text{O}$. Zimný („ľahký“) extrém tu bol okolo $-18,3\text{ ‰}$ a letný („ťažký“) extrém $-5,2\text{ ‰}$ – hodnoty boli vypočítané ako 5 %, resp. percentil 95 % z celého súboru hodnôt. Pri bližšom pohľade na priebeh zrážok, resp. efektívnych (nevyparených) zrážok a ich izotopového zloženia na stanici Ondrašová, bolo zistené, že v období cca 14 mesiacov pred vzorkovaním sa v izotopovom zložení zrážok jednotlivých mesiacov vyskytol významný rozdiel. Vyššie hodnoty $\delta^{18}\text{O}$ sa vo významnom množstve vyskytli v júli a auguste 2002 a pramene s $\delta^{18}\text{O}$ okolo

–8 % majú pravdepodobne rýchly obeh, ktorý bol týmito zrážkami ovplyvnený. Izotopicky ľahšie vody prameňov zrejme korešpondujú so zimnými zrážkami sezóny 2001/2002 a ich vody majú potom dlhší čas obehu.

M. GREGOR a P. MALÍK: Využitie hybridných genetických algoritmov v hydrogeológii

Genetické algoritmy patria spolu s neurónovými sieťami, expertnými systémami a metódami teórie chaosu do skupiny metód umelej inteligencie. Genetické algoritmy sú založené na princípoch Darwinovej evolučnej teórie a ide o stochastické prehladávacie metódy. Sú založené na mechanizme prirodzeného výberu a princípoch genetiky. Ich praktické využitie je pomerne široké. Používajú sa najmä na hľadanie globálnych extrémov funkcie, šifrovanie, optimalizácie sieťových systémov, predpovedanie štruktúry a vlastností chemických látok.

V prezentácii sa zaoberáme ich praktickým využitím v hydrogeológii pri analýze výtokových čiar. Pomocou metódy genetických algoritmov sme vytvorili novú metodicu, s ktorou je možné tvoriť typové (skladané) výtokové čiary pre pramene a povrchové toky. Metodika rieši zároveň problémy, ktoré majú metódy vytvorené inými autormi, ako napríklad nedostatok dát, nepresné merania, zložité odtokové režimy tvorené kombináciou viacerých laminárnych a turbulentných subrežimov.

Opisovaná metodika však nezostala iba vo forme teoretického opisu. Implementovali sme ju do modulu RC 4.0 v softvérovom balíku HydroOffice (<http://hydrooffice.org>). Vďaka tomu si rýchlo našla uplatnenie v praxi. Príkladom inštitúcií, kde je toto riešenie používané, môžu byť napr. USGS, MIT, Yale alebo Stanford University.

D. MARCIN, J. KORDÍK, J. MICHALKO a D. BOOROVÁ: Geotermálne vody Rimavskej kotliny

V období rokov 2005 – 2009 realizoval Štátny geologický ústav Dionýza Štúra geologickú úlohu *Hydrogeotermálne zhodnotenie Rimavskej kotliny*, ktorej cieľom bolo zhodnotenie hydrogeotermálnych pomerov geotermálnej oblasti Rimavská kotlina vrátane zhodnotenia množstva geotermálnych vôd a geotermálnej energie v kategórii C. Geotermálne vody v Rimavskej kotlině sú známe z vrtovej a podzemnej vody so zvýšenou teplotou z krasovo-puklinových prameňov. Tie sú viazané na triasové karbonáty silicika, ktoré sa nachádzajú na okraji kotliny alebo v podloží terciérnych hornín. Hrúbka terciérnych sedimentov v severnej časti územia sa pohybuje od 200 m do 600 m a v južnej časti je to od 200 m do 1 400 m. Chemické zloženie geotermálnych vôd sa pohybuje od chemického typu Ca-Mg-Na-HCO₃ cez Ca-Mg-HCO₃-(SO₄) až k typu Ca-Mg-HCO₃-SO₄. Mineralizácia sa pohybuje od 1 668 mg · l⁻¹ do 5 647 mg · l⁻¹. Teplota vody z prameňov existujúcich hydrogeologických a geotermálnych vrtovej sa pohybuje v intervale 17 – 37,6 °C. Izotopové zloženie kyslíka a vodíka podzemných vôd Rimavskej kotliny dokumentuje jej zrážkový pôvod a izotopové zloženie síry pri zdrojoch HM-5, HVŠ-1 v Tornali dokumentuje ich podobnosť so sedimentmi verfénu fatrika a pri zdrojoch Bohúňovo/Buzgó a Kunova Teplica so sedimentmi keuperu fatrika. Teploty v hĺbke 1 000 m pod povrchom sa v priestore Rimavskej kotliny pohybujú v intervale 33 – 39 °C, v hĺbke 1 500 m dosahujú 44 – 52 °C, v hĺbke 2 000 m 53 – 65 °C, v hĺbke 2 500 m 65 – 80 °C a v hĺbke 3 000 m pod povrchom sa pohybujú na úrovni 82 – 96 °C. Hustota tepelného toku dosahuje hodnotu v intervale 59,9 – 63,4 mW · m⁻². Realizované hydrogeologické a geotermálne vrty Rimavskej kotliny dokumentovali hydraulické parametre karbonátov silicika na úrovni $T_y = 6,61 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ ($s_y = 1,64$) a $k_z = 5,37 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ($s_z = 2,29$), čo reprezentuje z pohľadu odhadu koeficientu prietochnosti extrémne nehomogénne prostredie a z pohľadu odhadu koeficientu filtrácie mierne priepustné horninové prostredie. Najhlbšie geotermálne vrty realizované v oblasti Rimavskej kotliny boli vrty MEL-1 Meliata/hl. vrtu = 2 550,2 m (Šindlař et al., 1985), FGRk-1 Ivanice/hl. vrtu = 1 050 m (Marcin et al., 2009), GRS-1 Rimavské Janovce/hl. vrtu = 1 022 m

(Brichta et al., 2003) a BČ-3 Cakov/hl. vrtu = 876 m (Bondarenková et al., 1988). Kým vrty MEL-1, GRS-1 a BČ-3 dokumentovali prítomnosť karbonátov silicika, tak vrt FGRk-1 tieto sedimenty nezastihol. Realizovaný geotermálny vrt FGRk-1 Ivanice dokumentoval sedimenty kvartéru (0 – 14,5 m; piesčité hliny so štrkom), neogénu (14,5 – 628,9 m; lučenské súvrstvie, panické a budikovianske vrstvy) a paleogénu (628,9 – 1 050 m; čížske súvrstvie, skálnické vrstvy). Sedimenty mezozoika boli dokumentované z hydrogeologických vrtovej v oblasti Číža v minulosti a podľa makroskopického popisu boli považované za bodvasilašské vrstvy spodného triasu silicika. Podľa dostupných údajov o geologickej stavbe predterciérneho podložia Rimavskej kotliny boli v nej vyčlenené 3 hydrogeotermálne štruktúry: stránska hydrogeotermálna štruktúra, oždiansko-skerešovská hydrogeotermálna štruktúra a oblasť karbonátov Hucin-Plešivec. Prírodné množstvo geotermálnych vôd a ich tepelno-energetický potenciál v Rimavskej kotlině bol hodnotený metódou geotermickej bilancie a geotermickou objemovou metódou. Do kategórie C s ohľadom na stupeň overenia bolo zaradené množstvo geotermálnej vody (prírodné zdroje) a geotermálnej energie, ktoré bolo určené v stránskej hydrogeotermálnej štruktúre. Ide o množstvo geotermálnej vody s hodnotou 153,78 l · s⁻¹, ktoré zodpovedá množstvu geotermálnej energie s hodnotou 11,803 MW (rezervoárová teplota 37 °C, povrchová teplota 34 °C, referenčná teplota vody 15 °C). Množstvo geotermálnej vody nezaradené do žiadnej kategórie bolo vyčíslené pre oblasť oždiansko-skerešovskej štruktúry v hodnote 112,68 l · s⁻¹ (množstvo geotermálnej energie prírodných zdrojov 6,083 MW) a pre oblasti karbonátov Hucin-Plešivec na hodnotu 18,28 l · s⁻¹ (množstvo geotermálnej energie prírodných zdrojov 3,235 MW). Celkové využiteľné množstvo geotermálnej vody a geotermálnej energie v stránskej hydrogeotermálnej štruktúre bolo vyčíslené na hodnotu 25,5 l · s⁻¹, resp. 2,341 MW.

K. BENKOVÁ, D. MARCIN, A. REMŠÍK a R. ČERNÁK: Prehľad využívania geotermálnej vody na Slovensku v rokoch 2000 – 2010

Zdrojom geotermálnej vody na území Slovenska sú geotermálne vrty alebo hydrogeologické vrty s termálnou vodou, ktoré boli realizované v rámci výskumných alebo prieskumných geologických prác.

Z celkovej plochy Slovenska (49 014 km²) zaberá vyčlenených 27 perspektívnych geotermálnych oblastí Slovenska 32 %, t. j. plochu 15 811 km². 26 geotermálnych oblastí bolo vyčlenených v rámci zostavenia Atlasu geotermálnej energie (1995), jedna geotermálna oblasť bola vyčlenená v Lučeneckej kotlině – rapovská štruktúra (2007).

Geotermálne vody sú viazané na mezozoické karbonáty s krasovo-puklinovou priepustnosťou – triasové dolomity a vápence fatrika, hronika a silicika (53 %); na medzizrnové zvodnenie neogénnych sedimentov – piesky, pieskovce a zlepenice (35 %) a na medzizrnové zvodnenie neogénnych sedimentov prekrývajúce mezozoické karbonáty s krasovo-puklinovou priepustnosťou (12 %).

Využívanie geotermálnej vody v jednotlivých geotermálnych oblastiach Slovenska je nerovnomerné. Je to dané geotermálnymi podmienkami jednotlivých regiónov, ako aj postupom realizácie technických prác, často v závislosti od finančných prostriedkov. Do roku 2011 bolo na Slovensku realizovaných 144 geotermálnych vrtovej (okrem vrtovej v kúpeloch).

V období 2000 – 2010 geotermálna voda bola využívaná na základe nahlásených údajov odberateľmi SHMÚ v Bratislave zo 46 geotermálnych vrtovej situovaných v 35 lokalitách v 13 vyčlenených oblastiach (okrem využívaných vrtovej, ktoré sú v evidencii Inšpektorátu kúpelov a žriadiel). Najviac vrtovej (20) bolo využívaných v centrálnej depresii Podunajskej panvy, v ostatných oblastiach 1 – 4 vrty.

Geotermálna voda z 23 využívaných vrtovej (50 %) je viazaná na neogénne piesky, resp. pieskovce, a 23 vrtovej (50 %) na triasové karbonáty. Aktívna časť vrtovej v neogénnych kolektoroch je priemerne v úrovni cca 1 200 – 1 550 m a v triasových kolektoroch v intervale cca 635 – 1 130 m. Teplota vody na ústí vrtovej z neogénnych

sedimentov je 19 – 91 °C (v priemere cca 60 °C), teplota vody na ústí vrtov z karbonátov triasu je 20 – 80 °C (v priemere 42,5 °C). Mineralizácia geotermálnej vody z piesčitých kolektorov sa pohybuje v intervale 0,4 – 6,9 g · l⁻¹ (v priemere 2,5 g · l⁻¹), mineralizácia vody z karbonátov kôľie v intervale 0,5 – 19,6 g · l⁻¹ (v priemere 3,25 g · l⁻¹). Prevládajúci chemický typ vody z neogénnych kolektorov je Na-HCO₃, Na-HCO₃-Cl, z kolektorov mezozoika Ca-Mg-HCO₃, Ca-Mg-HCO₃-SO₄, resp. Na-Cl.

Najväčšie využitie geotermálnej energie na Slovensku v súčasnosti je na rekreačné účely (87 % z počtu využívaných zdrojov). Geotermálna voda zo 40 geotermálnych vrtov je používaná na plnenie bazénov, resp. ohrievanie vody do bazénov. Ide o sezónne letné termálne kúpaliská, ako aj celoročne využívané termálne kúpaliská s wellness. Letné termálne kúpaliská využívané v mesiacoch jún – august sú v Tvrdošovciach, Gabčíkove, Topolníkoch, Nových Zámkoch, Diakovciach, Štúrove (vrt OPKS), Partizánskom, Rajci, Kalinčiakove a Dolnej Strehovej. Termálne kúpaliská s celoročnou prevádzkou sú v Dunajskej Stredě, Sládkovičove, Velkom Mederí, Galante, Horných Salibách, Senci, Polnom Kesove, Štúrove (vrt FGŠ-1), Patinciach, Bešeňovej, Bánovciach nad Bebravou, Malých Bieliciach, Chalmovej, Oraviciach, Bešeňovej, Liptovskom Mikuláši, Vrbove, Poprade, Veľkej Lomnici, Vlkanovej, Santovke a Rapovciach.

Na vykurovanie budov bola tepelná energia geotermálnej vody využívaná z 22 vrtov (48 % z počtu využívaných zdrojov). Najvýznamnejšie je vykurovanie nemocnice a sídliska v Galante, ako aj ohrev vetracieho vzduchu pre hnedouhoľnú baňu v Novákoch. V aquaparkoch a na termálnych kúpaliskách s celoročnou prevádzkou sú geotermálnou vodou vykurované i hotelové priestory. Ide o lokalitu Dunajská Streda, Veľký Meder, Galanta, Horné Saliby, Senec, Čilistov, Polný Kesov, Štúrovo, Podhájska, Bánovce nad Bebravou, Malé Bielice, Chalmová, Oravice, Bešeňová, Liptovský Mikuláš, Vrbov, Poprad a Veľká Lomnica.

V poľnohospodárstve sa geotermálna voda využíva z 11 vrtov (24 % z počtu využívaných zdrojov) v 10 lokalitách v zimnej sezóne na vykurovanie skleníkov, resp. fóliovníkov pri produkcii rýchlejšej zeleniny, ako aj pri pestovaní kvetov. V centrálnej depresii Podunajskej panvy sú to skleníky v Tvrdošovciach, Gabčíkove, Topolníkoch, Popolovci, Čiližskej Radvani, Hornej Potôni a Dunajskej Stredě, v levickej kryhe v Podhájskej a v Liptovskej kotline v Bešeňovej. V Levočskej panve na lokalite Vrbov sa geotermálna voda využíva aj pri chove rýb.

V jednej lokalite na Slovensku – v Podhájskej – je geotermálna voda exploatačná systémom reinjektáže. Voda z exploatačného vrtu Po-1 prechádza cez výmenníky, kde odovzdáva teplo technologickej vode. Tepelne využitá geotermálna voda z vykurovania skleníkov je reinjektovaná do vrtu GRP-1 potrubím s dĺžkou 2 300 m. Odpadová voda z Termalparku je vypúšťaná do povrchového toku Liska.

V období 2000 – 2010 bolo zo 46 využívaných geotermálnych vrtov sumárne odoberaných v priemere 236,65 l · s⁻¹ (6 323 167 m³ · rok⁻¹). Pre všetky tieto vrty boli príslušnými úradmi štátnej vodnej správy

vydané povolenia na odber geotermálnej vody spolu v objeme 721 l · s⁻¹ (17 476 731 m³ · rok⁻¹). Využitie vrtov podľa nahlasovaných údajov odberateľmi SHMÚ takto činí 33 % z povoleného množstva. Mnohé údaje sú však nahlasované na základe odhadu, pretože na niektorých odberných zariadeniach absentujú funkčné meracie zariadenia.

Najväčšie množstvo geotermálnej vody bolo v rokoch 2000 až 2010 v priemere odoberané z vrtu ZGL-1 Bešeňová, ďalej z vrtu Vr-2 a Vr-1 Vrbov, FGŠ-1 Štúrovo, PP-1 Poprad, BS-1 Senec, FGG-2 a FGG-3 Galanta, Č-2 Veľký Meder, Di-2 Horné Saliby (Diakovce), FGT-1 Topolníky, BnB-1 Bánovce nad Bebravou, Š1 NBII Nováky-Laskár, Č-1 Veľký Meder, FGHP-1 Horná Potôň, DS-2 Dunajská Streda a v roku 2010 aj z vrtu SB-2 Patince a ZGL-2A Liptovský Trnovec. Hodnota odberu z týchto kapacitne najviac využívaných vrtov je 100 000 – 1 000 000 m³ · rok⁻¹ na jeden vrt.

Využitelné množstvo geotermálnej vody z vrtu zaradené do kategórie B v zmysle vyhlášky č. 51/2008 Z. z. bolo z predmetných využívaných vrtov do roku 2010 schválené pre 15 vrtov (v kategórii C pre 5 vrtov). V budúcnosti je nevyhnutné zosúladienie vodoprávneho rozhodnutia so schvalovacím protokolom KKZZ.

J. KOTULOVÁ, J. HALMO, I. BROSKA, M. DRUSA, J. VLČEK, R. MILOVSKÝ a Š. PRAMUKOVÁ: Hornonitrianska panva – nekonvenčné energetické zdroje a konverzia vydobytých banských diel na zásobník plynu

Hornonitrianska kotlina je príkladom komplexného využitia konvenčných aj nekonvenčných zdrojov energie. Nachádzajú sa tu najväčšie slovenské ložiská hnedého uhlia a lignitu so 105-ročnou históriou exploatacie. Uhlie s výhrevnosťou do Q_rⁱ 16 MJ/kg ťaží v revíroch Handlová, Cígeľ a Nováky spoločnosť Hornonitrianske Bane Prievidza, a. s. (HBP). Zásoby by mali pri súčasnej úrovni ťažby vystačiť do roku 2025 – 2030.

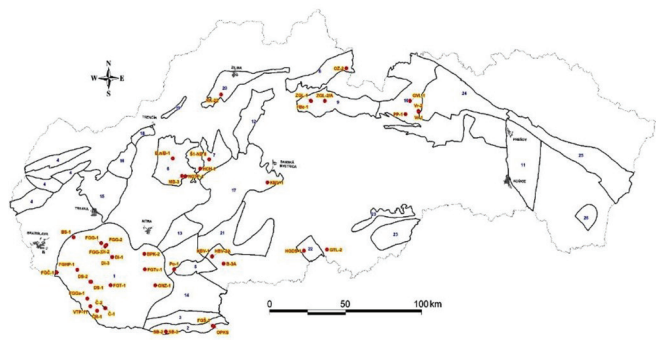
Ďalším zdrojom energie sú geotermálne vody, ktoré sú viazané na mezozoické komplexy hornín nachádzajúce sa v podloží terciérnej panvy. Možnosti využitia hydrotermálnej a geotermálnej energie v Hornonitrianskej kotline však ani zďaleka nie sú vyčerpané. Dosiť sa z plochy cca 200 km² využíva z možných cca 130 l · s⁻¹ len asi 50 l · s⁻¹ termálnej vody s teplotou ~65 °C.

V snahe zaistiť energetickú sebestačnosť regiónu pri znižujúcich sa zásobách uhlia vznikla aj štúdia vypracovaná Geologickým ústavom SAV a Stavebnou fakultou Žilinskej univerzity pre HBP, a. s. Hlavné výsledky štúdie sú:

1. Nové analýzy izotopov uhlíka (δ¹³C) a vodíka (δD) v metáne a etáne odoberaných z vrtov SZ oblasti nováčkeho revíru a z prieskumných podzemných vrtov z handlovského ložiska potvrdili, že väčšina analyzovaných plynov vznikla biogénnou cestou redukciiu CO₂ v prostredí fosílnych morských vôd egenburgu a plytšie uloženého paleogénu. Biogénny metán migroval do nadložného spodnobádenského kamenského súvrstvia, kde spolu s vodou vytvára binárnu sústavu. V handlovskej časti panvy migroval metán aj do permských vulkanicko-sedimentárnych komplexov s puklinovou pórovitosťou, ktoré sa nachádzajú na geograficky vyššej pozícii. Ďalšej migrácii plynu bránia nepriepustné súvrstvia v nadloží kamenského súvrstvia – uhlonosné novácke a handlovské súvrstvie. Termogénny plyn je generovaný v hlbšie pochovaných ílovcoch spodnooligocénneho hutianskeho súvrstvia. V termogénnom, prípadne zmiešanom plyne z hlbokých vrtov prevláda metán (82 obj. %) a dusík (16 obj. %). Biogénny plyn obsahuje <95 obj. % metánu.

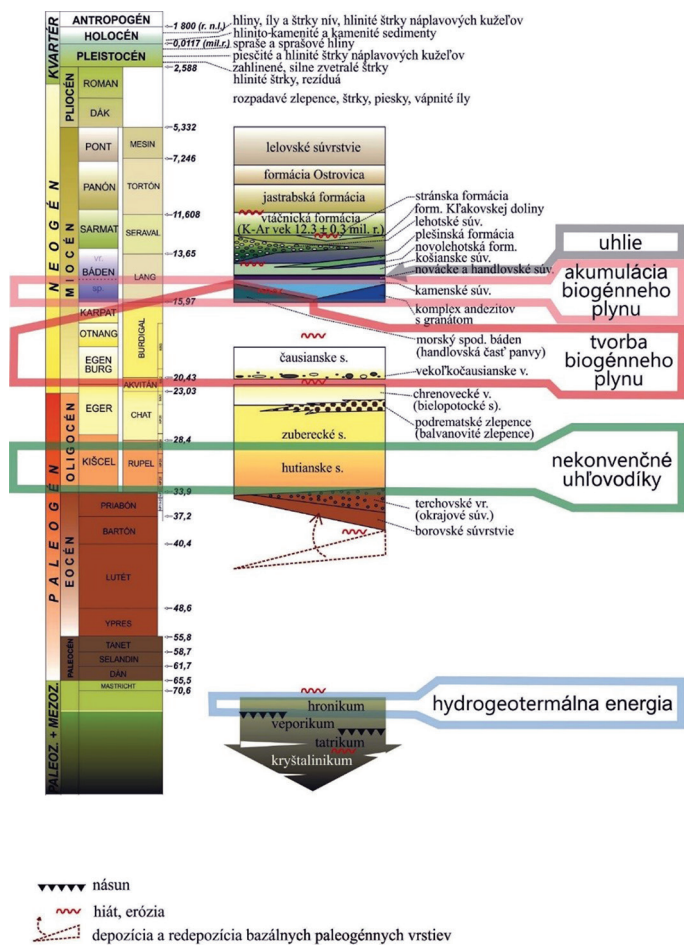
2. V íloch hutianskeho súvrstvia sa nachádza vysoko kvalitný kerogén typu II s potenciálom generovania ropy a gazolínu do 30 kg uhľovodíkov na tonu horniny. Horniny obsahujú organický uhlík v množstve až do 4 hm. %. Termálna premena kerogénu sa nachádza v štádiu generovania kvapalných uhľovodíkov. Ílovcové hutianske súvrstvie je potenciálnym kandidátom na prieskum a prípadnú exploataciu nekonvenčných uhľovodíkov (typu „tight oil“).

3. Vydobyte podzemné banské diela predstavujú potenciál na ukladanie zemného plynu. V štúdiu sa urobil predbežný odhad kapacity podzemného zásobníka vo vyťažených priestoroch Bane



Obr. 1. Mapa využívaných geotermálnych vrtov na Slovensku v období 2000 – 2010 podľa údajov SHMÚ.

Fig. 1. Map of the used geothermal boreholes in Slovakia in 2000–2010 according to SHMÚ data.



Hornonitrianska kotlina – energetické zdroje.

(Litostratigrafická schéma zostavená na základe podkladov Šimon et al., 1997; Elečko et al., 1992; Gross, 2008; Pristaš, 1994).

Fig. 1. The Upper Nitra Basin – energetic sources.

Handlová. Po určitom rozšírení existujúcich priestorov a vhodnom technickom dobudovaní chodieb by mal vzniknúť podzemný zásobník s kapacitou 26 – 32,5 mil. m³, kde by sa mohol ukladať plyn alebo skvapalnený plyn pri prevádzkovom tlaku 8 – 10 MPa. Predbežné náklady na vybudovanie kavrnózneho typu zásobníka sú približne 48,2 mil. eur. V zásobníku by sa mohol skladovať nielen bioplyn vytváraný zo spodnobádených a permských rezervoárov, ale aj plyn privádzaný z blízkych strednotlakových potrubí, ktoré transportujú plyn zo zahraničia na Slovensko.

Jedným zo záverov štúdie je aj odporúčanie pokračovať v geologickom a geochemickom prieskume oblasti a v modelovaní a spresňovaní technických parametrov zásobníka.

M. JANKULÁR, J. KORDÍK, I. SLANINKA a S. MIKITA: Monitorovanie environmentálnej záťaže skládky lúženca v Seredi – predbežné výsledky

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, riadiaci orgán pre Operačný program Životné prostredie, schválilo v roku 2012 geologickú úlohu s názvom *Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky*, ktorej riešiteľom je Štátny geologický ústav Dionýza Štúra (ŠGÚŠ). Cieľom geologickej úlohy je návrh a realizácia monitorovacích systémov pre vybrané environmentálne záťaže na Slovensku. Geologická úloha napĺňa programové ciele vlády Slovenskej republiky, ktoré sú definované

v dokumente Štátny program sanácie environmentálnych záťaží 2010 až 2015 (Anonym, 2010).

Environmentálne záťaže predstavujú riziko znečistenia podzemných vôd a horninového prostredia. Jednou z vybraných lokalít riešenia úlohy je skládka lúženca z bývalého závodu na spracovanie železo-niklovej rudy v Seredi. Spracovanie Fe-Ni rudy prebiehalo v rokoch 1963 – 1993, pričom lúženec predstavoval zvyšok nevyužívanej rudy, ktorý bol vo forme kalu postupne ukladaný na skládku lúženca až do jeho súčasnej podoby. Odhadované množstvo materiálu v skládke lúženca je približne 6,5 mil. t. V roku 1997 bola časť skládky zrekultivovaná vrstvou zeminy a zatravnená (Michaeli et al., 2012). V súčasnosti je sporadicky malá časť skládky odťažovaná a materiál využívaný na nakoncentrovanie Fe rudy pri výrobe železa.

Riešenie geologickej úlohy charakterizuje celý rad činností, najmä zostavovanie koncepčných modelov, návrh a vybudovanie monitorovacej siete, návrh a realizácia programov monitorovania (odbery vzoriek, terénne merania a laboratórne práce). V súčasnosti boli v lokalite dobudované takmer všetky novonavrhované vrty, ktoré dopĺňajú už existujúcu sieť monitorovacích vrtov. Koncepcia návrhu lokalizácie monitorovacích vrtov vychádzala z predpokladaného šírenia znečistenia v zmysle prúdenia podzemných vôd a územie rozdeľovala na dva, resp. tri celky – referenčnú oblasť a indikačnú, resp. zdrojovo-indikačnú oblasť. Referenčné vrty boli v zmysle prúdenia podzemných vôd navrhnuté nad skládkou lúženca pre zistenie kvality podzemných pritekajúcich vôd a pri, resp. pod zdrojom znečistenia (najmä smerom na JV od skládky lúženca podľa návrhu koncepčného modelu). Hlavným zdrojom znečistenia podzemných vôd bolo v minulosti transportné médium, ktorým bol ukladaný materiál dopravovaný na skládku. Samotná Fe-Ni ruda predstavuje pomerne inertný materiál, ale najmä lúžiaci roztok presakoval do podzemných vôd. Bol zistený zvýšený obsah iónov NH₄⁺, NO₃⁻ a SO₄²⁻ (Klaučo et al., 1994; Polák, 2000). Pre vzorky podzemných vôd odobraté pre riešenie úlohy ešte nie sú výsledky, no predbežné *in situ* merania ukázali najvyššiu zistenú mineralizáciu vo vrte umiestnenom v SV časti skládky, pričom vo väčšine vôd bola zistená približne 2-násobne vyššia mineralizácia v porovnaní s mineralizáciou vôd z Váhu. Úlohou bude zistiť, či ide o šírenie znečistenia zo skládky lúženca v preferenčnom prúde podzemných vôd (staré koryty riek) alebo z iných zdrojov, či už priemyselných alebo poľnohospodárskych.

Okrem znečistenia podzemných vôd skládka predstavuje významný zdroj prašnosti, čo má za následok zvyšovanie obsahu prvkov (Ni a Cr) najmä v pôdach. Vo vzdialenosti niekoľko sto metrov od lúženca bola v poľnohospodársky využívannej pôde zistená koncentrácia Ni a Cr v poradí 500 mg · kg⁻¹ a 800 mg · kg⁻¹ (Blaško et al., 1994). Je pravdepodobné, že najjemnejšie častice lúženca sú vetrom prenášané aj na niekoľko desiatok kilometrov v závislosti od smeru prevládajúcich vetrov.

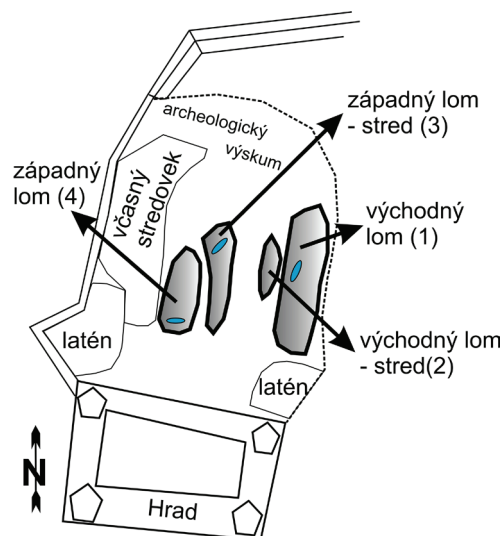
J. MADARÁS, J. BUČOVÁ, I. BROSKA a I. PETRÍK: Historický žulový lom na severnej terase Bratislavského hradu

Stredoveký žulový lom z čias žigmundovskej prestavby hradu v 15. stor. bol odkrytý počas archeologického výskumu na severnej terase Bratislavského hradu. Jeho vznik súvisel s využívaním lomového kameňa miestnej proveniencie pri gotickej a renesančnej prestavbe hradu. Na pláne hradu z roku 1642 je lom ešte zaznačený. V baroku – v súvislosti s rozsiahlou tereziánskou prestavbou hradu – lom zanikol a na jeho mieste bola založená baroková záhrada. Na plánoch hradu z rokov 1755, 1766 a 1784 už lom nie je zakreslený. Dočasná odkrytosť lomových jám umožnila v letných mesiacoch 2014 vykonať geologický výskum horninových odkryvov, ktoré zasahovali 7 – 8 m a v priestore bývalej zimnej jazdiarne až 10 m pod úroveň terénu. Orientačný terénny geologický výskum bol zameraný na petrograficko-mineralogickú obhliadku skalných odkryvov, spojenú s tektonicko-štruktúrnymi meraniami charakteru, sukcesie a terminácie geologických procesov. Na petrografické určenie boli odobraté horninové vzorky, ktoré sa ďalej laboratórne analyzovali. Kvôli štruktúrnym meraniam orientácie pegmatitových žíl, zlomových a puklinových plôch boli odkryvy rozdelené na štyri okrsky: východný

lom, východný lom-stred, západný lom, západný lom-stred (situačný obrázok).

Kameňolom budujú variské granitoidné horniny bratislavského masívu. Petrograficky sú tvorené najmä leukokratnými S-typovými Ms granitmi, menej Bt-Ms sivými granitmi a mafickými Bt granodioritmi. Hlavné v svetlých granitoch sú hojné žily aplitov a pegmatitov. Tie sú zvyčajne hrubé 15 – 30 cm, ale najhrubšie z nich majú mocnosť 1 – 1,5 m. Ich sledovateľná dĺžka dosahuje aj nad 15 m. Mnohé pegmatitové žily majú zonálnu stavbu. Vo východnej časti lomu sú v granitoidoch prítomné aj xenolity (dm až m rozmerov) staropaleozoických metamorfovaných hornín. Ruly majú monotónne zloženie (sericitizovaný plagioklas, kremeň, biotit), čo indikuje metapsamitický protolit (droba?). V zónach intenzívneho tektonického prepracovania vznikli výrazne usmernené a deformačne premenené horniny – mylonity.

Metamorfná foliácia rúl má priemer hodnoty smeru a sklonu 325°/50°. Plochy foliácie sú takmer jednotne orientované v smere približne SV – JZ a sú sklonené aj SZ pod stredným uhlom. Tieto hodnoty sú typické pre orientáciu metamorfovaných hornín v celej južnej časti Malých Karpát. Pegmatitové žily sú dvoch smerov: majoritná skupina (S – J priebeh žíl; 84 % z celkových meraní, priemer 184°/88°) a minoritná skupina (V – Z priebeh žíl; 16 % z celkového počtu meraní žíl, priemer 105°/70°). V – Z žily sú buď súveké so S – J žilami (majú charakter „výtkov“, resp. „odžilkov“ z hlavných S – J žíl) alebo sú mladšie. Kolmé pretínanie pegmatitových žíl naznačuje, že sa umiestňovali v typických a-c puklinách, ktoré vznikali pri chladnutí a následnom zmršťovaní žulovej taveniny, a zvyškové kyslé taveniny ich vyplňali v podobe žíl, pričom niektoré trhliny neboli vyplnené. Hlavné strižné zóny sú orientované približne v smere SV – JZ a so sklonom na JV, priemer 148°/32°. Zóny majú niekedy hrúbku až 30 cm a silne deformované, usmernené granity majú charakter zelenkavých mylonitov so sericitom a chloritom. Lineácia – striácia (natiahnutie minerálov, ryhovanie) – je evidentná na niektorých strižných plochách (priemer 142°/38°), čo naznačuje SZ – JV pohyb v strižných zónach, ktoré sme identifikovali ako paleoalpínske. Poklesové zlomy a pukliny majú pravidelný výskyt vo všetkých lomových okrskoch. Prevládajú tektonické zrkadlá so sklonom na JV. Na plochách zlomov sú dobre vyvinuté asymetrické kinematické indikátory zmyslu tektonického pohybu (minerálne stupne, ryhovanie, R-strihy a pod.). Plochy zlomov sú približne SV – JZ orientované (priemer v azimute 47 – 227°) a vznikali v extenznom tektonickom režime pri pôsobení cca SZ – JV orientovanej a subhorizontálnej



Obr. 1. Pozícia kameňolomov pri Bratislavskom hrade.

Fig. 1. Position of quarries at the Bratislava castle.

tenzie (sigma 3 = 302°/04°). Ich sukcesia v porovnaní s vyššie opísanými štruktúrami naznačuje, že ide o najmladšie identifikované štruktúry, ktoré pravdepodobne vznikali spolu s hrastom Malých Karpát a blokovými poklesovými pohybmi okrajových zón hrastu pohoria smerom do Podunajskej panvy v období miocénu.

Pri rekonštrukcii areálu do podoby barokovej záhrady a spornej výstavbe podzemných garáží sa so zachovaním lomu nepočíta. Z hľadiska prezentácie aspoň časti horninového odkryvu sme kompetentným orgánom navrhli možnosť zakomponovať časť odkryvu do podoby tzv. grotty, t. j. skalného výklenku s kamennými plastikami a sochami, čo je bežným doplnkom historických renesančných a barokových záhrad v Európe. Samotný materiál z lomu je v súčasnosti možné vidieť v suterénnych priestoroch pod severným krídlom hradu. Je možné predpokladať, že lomový materiál bol použitý aj na výstavbu hradného múru pri Viedenskej bráne, ktorý je z granitových blokov s početnými pegmatitovými žilami.

2. časť – Part 2

Mineralógia a petrológia Mineralogy and petrology

P. UHER, V. BILOHUŠČIN, M. ONDREJKA a P. RUŽIČKA:
Akcesorický zirkón v skarne Dubová – Horné Trávniky (Malé Karpaty): vplyv prostredia obohateného Ca na pomer Zr/Hf

V skarnových polohách na kontakte devónskych slienitých vápencov a karbónskych granitických hornín modranského masívu (~345 Ma) bol identifikovaný akcesorický zirkón (ZrSiO₄) v asociácii s prevládajúcim diopsidom, kalcitom, albitom, K-živcom, klinozoisitom a titanitom. Zirkón vytvára idiomorfne až hypidiomorfne, prizmaticko-dipyramidálne kryštály veľkosti ~10 až 150 μm v asociácii s diopsidom, albitom, K-živcom, klinozoisitom a titanitom, lokálne obsahuje inklúzie apatitu. Kryštály zirkónu sa vyznačujú výraznou, koncentricky oscilačnou rastovou zonalitou, často v kombinácii so sektorovou zonalitou, spôsobenou jemnými variáciami obsahu Zr, Hf, U a Th, prípadne REE. Charakteristickým znakom zirkónu je nízky obsah hafnia; obsah HfO₂ variuje v intervale 0,6 až 1,0 hm. % (0,005

až 0,009 apfu Hf), pričom zväčša nebol pozorovaný systematický trend zvyšovania alebo znižovania obsahu Hf (resp. Zr/Hf) v smere od centrálnej do okrajovej časti kryštálov zirkónu. Hmotnostný pomer Zr/Hf v študovanom zirkóne dosahuje hodnoty 56 až 98. Len ojedinele boli identifikované aj mladšie tenké okrajové zóny (2 – 5 μm), výraznejšie obohatené Hf (1,3 – 1,6 hm. % HfO₂; 0,011 – 0,014 apfu Hf), s hodnotami Zr/Hf = 35 – 45. Obsah ostatných prvkov v zirkóne z Dubovej je zvyčajne nízky (max. 0,05 hm. % P₂O₅; ≤0,08 hm. % CeO₂; ≤0,7 hm. % ThO₂; 0,6 hm. % UO₂), v okrajových ledoch môže byť zvýšená koncentrácia Y (do 1,2 hm. % Y₂O₃; 0,021 apfu Y). Hodnoty pomeru Zr/Hf v študovanom zirkóne sú výrazne vyššie ako priemerná hodnota v chondritoch (~33; Barrat et al., 2012), čo poukazuje na silnú frakcionáciu Zr a Hf. Najvyššie hodnoty pomeru Zr/Hf dosahujú zirkóny z alkalických hornín (najmä syenity, nefelinové syenity), bazických až intermediárnych vulkanických hornín, ale aj z niektorých vápnikom obohatených granitických hornín, charnockitov a pyroxénických rúl, kde obsah Hf v zirkóne môže lokálne klesnúť

až na 0,05 – 0,25 hm. % HfO₂ a pomer Zr/Hf nadobúda extrémne hodnoty 240 – 1 160 (Kapustin, 1985; Krasnobajev, 1986; Ljachovič a Višnevskij, 1990; Smith et al., 1991; Ballard et al., 2002). Na druhej strane najvyšší obsah Hf, kde pomer Zr/Hf klesá pod 10 (v extrémnych prípadoch aj pod 1), bol zaznamenaný v zirkóne z kôrových vzácnoprvkových granitových pegmatitov a frakcionovaných leukogranitov (napr. Černý et al., 1985; Wang et al., 1996; Uher et al., 1998; Breiter a Škoda, 2012) a lokálne dokonca v pegmatitoch kryštalizuje minerál hafnón HfSiO₄ (Correia Neves et al., 1974). Obsah Hf a hodnota pomeru Zr/Hf sú teda citlivými indikátormi prostredia vzniku zirkónu, závisia nielen od stupňa magmatickej diferenciácie (Černý et al., 1985), ale aj od rozpustnosti Zr a Hf v tavenine s rôznym pomerom alkálií (Ca, Na, K) k Al (index A/CNK, resp. ASI), teploty, ako aj pomeru distribučných koeficientov Zr a Hf (D_{Zr}/D_{Hf}) v asociujúcich mineráloch (Linnen a Keppler, 2002). V horninových prostrediach s vysokou koncentráciou alkálií a súčasne relatívne nízkym obsahom Al (lokálne aj Si) kryštalizuje zvyčajne zirkón ochudobnený Hf (<1 hm. %) a s vysokým pomerom Zr/Hf (>50). Túto závislosť možno aplikovať nielen na magmatické, ale aj na metamorfno-metasomatické prostredia, ako dokazuje aj študovaný príklad nízkohafniového zirkónu z Ca skarnu pri Dubovej.

V. BILOHUŠČIN, P. UHER a P. RUŽIČKA: Minerály Ca skarnov v amfibolitoch v lokalite Bratislava-Rača, Veľká Baňa (Malé Karpaty)

Polohy Ca skarnov (erlánov, vápenato-silikátových rohovcov) v spodnopaleozoických amfibolitoch a metagabrách južnej časti tatického kryštalinika Malých Karpát (širšia oblasť Bratislavy) sú známe už dávnejšie, avšak ich minerály boli doteraz identifikované zväčša len klasickou petrografickou metódou pomocou optických vlastností (Richarz, 1908; Koutek a Zoubek, 1936; Cambel a Macek, 1972), resp. len malým počtom analýz minerálov pomocou elektrónovej mikroanalýzy – EMPA (Cambel et al., 1989). Náš výskum je zameraný na identifikáciu a podrobnú charakterizáciu variácií chemického zloženia indexových minerálov Ca skarnov pomocou EMPA ako základu na stanovenie p-T podmienok ich vzniku. Lokality

Veľká Baňa (SZ od bratislavskej mestskej časti Rača) patrí medzi miesta najlepšieho výskytu Ca skarnov v amfibolitoch Malých Karpát. Ca skarny tu tvoria polohy cm až dm hrúbky v amfibolitoch, pričom kryhy amfibolitov sú uzavreté v granitických horninách bratislavského masívu. Skarny sú tvorené asociáciou silikátov bohatých Ca s prevládajúcim pyroxénom (diopsidom-hedenbergitom), granátom (grossulárom) a klinozoisitom až epidotom, ako aj hojným titanitom. Diopsid až hedenbergit tvorí agregáty s nepravidelnou zonalnosťou, spôsobenou nerovnomernou distribúciou železa; pomer Mg/(Mg + Fe²⁺) = 0,48 – 0,76 (priemer 0,62). Obsah Al a Na je veľmi nízky, dosahuje 0,01 až 0,03 apfu (cca 1 – 3 mol. % jadeitovej molekuly). Granáty tvoria idiomorfne až hypidiomorfne kryštály veľkosti do 5 mm, resp. agregáty, ktoré sa vyznačujú pravidelnou jemnou oscilačnou zonalitou s variáciami Ca, Mn, Al a Fe alebo nepravidelnou zonalitou s doménami vyznačujúcimi sa rôznym pomerom Al/Fe. Chemické zloženie granátu zodpovedá grossuláru (76 – 90 mol. %) s menším podielom andraditovej (4 – 13 mol. %), almandínovej (3 – 10 mol. %), spessartínovej (0,2 – 4,2 mol. %) a pyropovej molekuly (0,3 – 1,2 mol. %). Klinozoisit až epidot tvorí xenomorfne až hypidiomorfne jedince (do 0,2 mm veľké) s nepravidelnou zonalnosťou spôsobenou variáciami Fe a Al; pomer Al/(Al + Fe³⁺) v pozícii M3 dosahuje 0,50 – 0,76. Lokálne bol v klinozoisite zaznamenaný mierne zvýšený obsah chrómu (do 0,9 hm. % Cr₂O₃; 0,05 apfu Cr). Relatívne hojný je titanit v podobe idiomorfnych, 20 – 50 μm veľkých kryštálov s nepravidelne koncentrickou zonalnosťou, spôsobenou najmä variáciami Ti a Al. Obsah Al₂O₃ v titanite z Veľkej Bane dosahuje 1,2 – 3,9 hm. % (0,05 – 0,15 apfu Al), obsah Fe je podstatne nižší (0,2 – 0,8 hm. % Fe₂O₃; max. 0,02 apfu Fe). Lokálne bola v titanite detekovaná prímes chrómu (max. 0,4 hm. % Cr₂O₃; 0,01 apfu Cr) a fluóru (do 0,4 hm. % F; 0,05 apfu F). Vstup uvedených prvkov do štruktúry titanitu možno vyjadriť heterovalentnou substitúciou: (Al,Fe,Cr)³⁺ + (OH,F)⁻ = Ti⁴⁺ + O²⁻. Polohy Ca skarnov v amfibolitoch a metagabrách južnej časti kryštalinika Malých Karpát vznikli kontakto-metamorfným účinkom intrúzie granitických hornín bratislavského masívu cca pred 350 Ma v podmienkach amfibolitovej fácie. Na základe predbežných dostupných údajov možno p-T podmienky vzniku študovaných skarnov odhadnúť na približne 300 – 500 MPa a cca 500 – 600 °C.

3. časť – Part 3

Sedimentológia a biostratigrafia Sedimentology and biostratigraphy

J. MICHALÍK: Urgónske karbonátové platformy počas barému až spodného albu – vznik, postavenie a korelácia v rámci tethydného šelfu

Priestor západnej Tethys bol na začiatku kriedového obdobia zložito členeným tropickým oceánom, ktorý umožňoval voľný prienik rovníkového (cirkumekvatoriálneho) oceánskeho prúdu (od karbónu blokovaného pevninskou masou megakontinentu Pangea). Táto zmena vyvolala diverzifikáciu sekundárnych morských prúdových systémov, vznik upwellingových i downwellingových prúdení (ktoré vyvolali masový rozvoj vápnitého i kremitého mikroplanktónu) a koncom spodnej kriedy stagnáciu hlbinných oceánskych vôd v prospech povrchových prúdení podporujúcich rast karbonátových „urgónskych“ platií. Búrlivý rast týchto platií, lemujúcich severné i južné (gondwánske) pobrežie Tethys, prerušovali obdobia globálnej anoxie (globálne oceánske anoxické eventy – OAE), ktoré rozdelili „urgónsku“ sekvenciu na dva megacykly (vrchnohoterivsko-spodnoaptský a vrchnoaptský až spodnoalbský), líšiace sa zastúpením rifotvorných organizmov i laterálnou distribúciou. Kým napríklad klasický francúzsko-švajčiarsky vývoj patrí prvému megacyklu, na našom území je dobre dokumentovateľný druhý z nich.

V centrálnych Západných Karpatoch sa začalo ukladanie spodnokriedových hemipelagických planktogených vápencov manínskej jednotky v severnej časti alpsko-karpatského panvového systému po erózii vyvolanej neskoroberiaskou extenziou. Pelagické sedimenty (ďalej len ladecké, mráznické, kalištianske a lúčkovské súvrstvie) zaplňali manínsku panvu. Epibentická kolonizácia mäkkého dna bola postupná a dlhodobá. Bentické epifaunálne ostrovy sa tvorili okolo tvrdých predmetov na bahnitom dne v kalištianskom a lúčkovskom súvrství. Najvyššie časti pelagickej vápencovej sekvencie boli datované ako neskorý barém amonitmi zóny Vanderheckii.

Zvýšená kalcifikácia bentických organizmov (a prísun klastík z progradujúceho svahu karbonátovej platformy) mala za následok rast „urgónskej“ karbonátovej platformy počas skorého aptu. Svahové sedimenty začali výplňou podmorských kanálov a rohovcovými organodetrítickými vápencami podhorského súvrstvia. Horniny sa vyznačujú pomerne vysokým obsahom mikritu, alochémy predstavujú fragmenty heterotrofných organizmov, väčšinou ostnatokožcov a mäkkýšov. Orbitolinidné foraminifery *Palorbitolina lenticularis*, *Orbitolina (Mesorbitolina) parva*, *Orbitolinopsis simplex* označujú aptský vek. Jadro platformy tvorili masívne organodetrítické vápence manínskeho súvrstvia. Orbitolinidy a úlomky rudistov sú častejšie,

riasy a koraly sa vyskytujú podradnejšie. Tieto fácie zastupujú zarifovú zónu, lagúnu a/alebo hlbšie časti vonkajšej platformy. Prítomnosť planktonických foraminifer *Ticinella roberti* dokazuje najmladší aptký/skorý albský vek najvyššej časti karbonátovej sekvencie.

Positívne a negatívne exkurzie s vysokým rozlíšením krivky izotopu $\delta^{13}\text{C}$ by mohli naznačovať epizódy zmien životného prostredia a ich vplyv na bioproduktivitu vo vývoji karbonátovej platformy. Rast platformy zastavil strednoalbský termálo-tektonický kolaps, keď sa na prepadnutom povrchu bývalej platformy vytvoril povrch tvrdého dna navrhovaný organizmami (vrťavé huby, lastúrniky). Tvrdý povrch niekedy pokrývali stromatolitické nárasty či železito-glaukonitové kôry, alebo tenká vrstvička kalciferulidového vápenca. Sekvenciu zakryli pelagické bridlice butkovského súvrstvia.

D. PIVKO a I. SLÁDEK: Paleoekológia a sedimentológia profilu bádenských morských a riečnych sedimentov v historickom kameňolome na svahu Devínskej Kobyly

Nad Devínom na JZ svahu Devínskej Kobyly v nadmorskej výške 295 až 325 m sa nachádza historický kameňolom činný od stredoveku. V celom kameňolome môžeme sledovať bádenské sedimenty v hrúbke cca 30 m. Ide o nesúvislý profil, ktorý sa však dá nadpáť.

Spodných 6 metrov tvoria sedimenty hlbšej pláže s hrubozrnným pieskovcom, s rozptýlenými obliakmi a zriedkavými polohami drobnozrnných zlepenecov – pravdepodobne sediment silných búrok. Hybridné pieskovce sú trojzložkové, zložené zo siliciklastických minerálov (hlavne kremeň) a hornín (kremence, bridlice), karbonátov (vápenca a dolomity) a fosilií, z ktorých prevažujú koralinné riasy, menej je foraminifer s hyalinnou a porcelánovou schránkou, ježoviek, machoviek a lastúrnikov. Na pieskový substrát sa prichytili riasové hlúzky a vytvorili malý ríř hrubý cca pol metra, ktorý je v nadložnom metri už rozrušený. Do nadložia sa opakuje cca 10 m hybridný pieskovec s rozptýlenými obliakmi a ojedinelými polohami zlepenecov. V profile sa približujeme k pobrežiu, a preto má sediment charakter zlepenca (cca 2 m). V nadloží sa nachádza hrubozrnný pieskovec až drobnozrnný zlepenec v hrúbke cca 4 m, v ktorom sú dve polohy obohatené o riasové hlúzky. Nad tým sa nachádza cca polmetrová poloha obohatená o obliaky a hlúzky rias a machoviek. Polohy s hlúzkami rias, prípadne machoviek, sú odozvou blízkeho riasového rířu. Profil pokračuje strednozrnným hybridným pieskovcom (1 m). Nad ním je podobný ale rozpadavý hnedý pieskovec (70 cm), ktorý naznačuje zvetrávanie. V nadloží sa nachádza 45-centimetrová vrstva žltého jemného piesku zložená z kremeňa, zvetraných živcov, fylitov. Asi je to zvetralina, miestami sú v nej organické zhluky a povlaky. Zvetralina leží na erozívnom povrchu, lebo chýbajú hrubozrnné klastiká morského pobrežia. V nadloží zvetraliny sa nachádza riečny štrk (75 cm) s obliakmi hlavne porfyroidov do pár cm. Nad tým je piesčité morské sediment (cca 10 cm) s prevahou zvláštnych porcelánových foraminifer, ktoré poukazujú na pokojné málo preokysličované prostredie. Sedimentácia pokračuje trojmetrovou vrstvou hrubozrnného zlepenca s obliakmi až do 10 cm s jednou jemnejšou vrstvičkou s obsahom morských fosilií: koralinných rias, foraminifer, ježoviek a lastúrnikov. Pravdepodobne sa tu prerezala bariéra brániaca morskému príboju. Profil bádenských sedimentov v lomě poukazuje na prerušenie morskej sedimentácie v dôsledku poklesu morskej hladiny. Vzácne zachytáva suchozemské sedimenty. Ďakujeme grantu VEGA 1/0979/11.

I. BARÁTH: „Poduškový efekt“ pri eolickom transporte hrubých klastík

Pri terénnom mapovaní eolických usadenín bez prítomnosti vhodných odkryvov často dochádza k problému, ako odlišit eolické usadeniny od usadenín fluvialného pôvodu. Obvykle sa vychádza z predpokladu, že fluvialne usadeniny obsahujú podiel štrkovej zložky, kým eolický transport má byť charakterizovaný vytriedenými pieskami. Čiže ak sa v pôdnom pokryve nachádzajú obličky, usadeniny sú interpretované ako fluvialne.

V lokalite Plavecký Štvrtok na Záhorskej nížine sme študovali vzťahy uvedených dvoch typov sedimentov kvartérneho veku priamo v rozsiahlom odkryve. Fluvialne piesky s obsahom drobnozrnného kremenného štrku tu majú charakteristické malorozmerné šikmé zvrstvenia, prítomné sú výplne erozívnych korýt a hojné stopy po vertikálnom úniku vody. Naproti tomu nadložná eolická sedimenty majú typické veľkorozmerné šikmé zvrstvenie dunového typu. Avšak eolické piesky na báze až do vertikálnej vzdialenosti 1,5 m od kontaktu s fluvialným podloží tiež obsahujú hojné obliaky kremeňa do priemeru 2,5 cm. V uvedenej lokalite je odkrytá aj rozsiahla horizontálna plocha v eolických sedimentoch, aktívne atakovaná vetrom s recentnou tvorbou pieskových dún do výšky 1 m.

Na náveterných svahoch dún sme mohli priamo pozorovať pohyb kremenných obliakov činnosťou vetra nielen po subaerickom povrchu, ale navyše smerom na vrchnú časť duny, teda proti gravitácii. Pohyb je interpretovaný „vankúšovým efektom“ s pretlakom vzduchu v medzizrnnom priestore piesku, ktorý nadfahčuje uvedené hrubé klasty.

Podobné efekty poznáme aj napr. pri veternom pohybe veľkých klastov po horizontálnom povrchu vyschnutého jazera na dne Dead Valley v Kalifornii, kde nadfahčujúci vankúš sprostredkováva pretlak intergranulárnej vody v jemnozrnnom sedimente z občasných dažďov.

R. BISKUPIČ: A new occurrence of gastropod *Persististrombus exbonellii* (Sacco, 1893) (Caenogastropoda: Strombidae) from the Badenian (Middle Miocene) sediments of Vienna Basin (Western Carpathians, Slovakia)

From the Badenian (Middle Miocene) sandy facies of the Slovak part of Vienna Basin there come a first finds of the strombid gastropod species *Persististrombus exbonellii* (Sacco, 1893) (Caenogastropoda: Strombidae). Fossil remnants of this gastropod have been obtained from the Upper Badenian sediments of the Studienka Formation at the locality Rohožník – Konopiská. The Rohožník village is situated in the eastern marginal part of the Vienna Basin, near western edge of the Malé Karpaty Mts., approximately 15 km NE from the town of Malacky. At the locality Konopiská, located south of Rohožník village, there have been exposed particularly Upper Badenian pelitic sediments of the Studienka Formation with occurrences of a rich marine invertebrate and vertebrate assemblages. Lower Sarmatian strata of the Holíč Formation are predominantly composed of pelitic facies with the presence of marine micro- and macrofauna.

Dominant part of the investigated fossil shells comes from the layers of Upper Badenian pale-grey sands to sandy clays. During the field-works in 1996–1999 there have been discovered even 34 specimens of the strombid gastropods, which were identified as

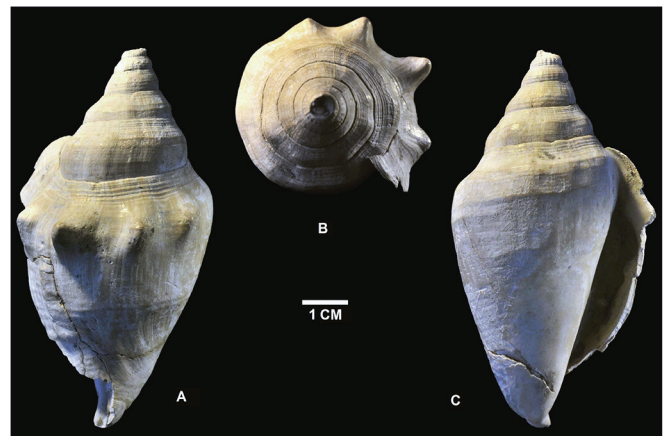


Fig. 1. *Persististrombus exbonellii* (Sacco, 1893), Rohožník – Konopiská, facies of pale-grey sandy clays, Upper Badenian. A – dorsal view; B – apical view; C – ventral view.

Persististrombus exbonellii (SACCO, 1893) (Fig. 1). This relatively rich and well preserved fossil material has been composed of 17 adult and 17 juvenile specimens. Altogether 2 shells, of which 1 was adult and 1 juvenile specimens were obtained from the strata of sands with gravel beds.

According to Harzhauser & Kronenberg (2013), the stratigraphic and geographic range of this taxon in the Miocene of Central Paratethys is restricted only to the Lower Badenian (Upper Lagenidae Zone) of Austria. However, as this short contribution suggests, the new finds of *P. exbonellii* from Slovakia are a first documented occurrence of this gastropod species in the Upper Badenian of Central Paratethys.

The species *P. exbonellii* reaches the highest abundance in the facies of pale-grey sands to sandy clays. An accompanying communities of the diverse marine invertebrates indicate the conditions of marine environments with sandy to sandy-clayey seabed in the infralittoral zone. Presence of the mass occurrence of gastropod *Smaragdia viridis* (LINNAEUS) implies the habitat of the sea bottom covered by seagrass meadows. In modern seagrass environments, the representatives of the genus *Smaragdia* belong to the typical dwellers (Zuschin et al., 2007; Harzhauser, 2014).

From the Slovak part of the Vienna Basin, there comes a first evidence of the species *P. exbonellii* in the Upper Badenian of Central Paratethys. These new discoveries from Slovakia expand the stratigraphic and geographic distribution of *P. exbonellii* in the Central Paratethys realm. The studied strombid gastropods lived in the eastern marginal part of the Vienna Basin during the Upper Badenian in the shallow-water marine environments of the infralittoral zone on the soft sandy and sandy-clayey bottom overgrown by the seagrass meadows.

D. BOOROVÁ, M. HAVRILA a J. HAVRILA: Výsledky štúdia bázy lunzských vrstiev hronika na základe dierkavcov

Predložené sú výsledky úvodného biostratigrafického výskumu bazálnej časti reingrabenských bridlic (spodnej časti lunzských vrstiev). Vykonaný bol v priestore západnej a centrálnej časti bielovážskeho bazénu (v zmysle Havrila, 2011) hronika, zachovanej vo východnej časti Veľkej Fatry, ale najmä v Chočských vrchoch a Nízkych Tatrách. Skúmané boli lokality Liptovská Osada, Liptovské Matiašovce, Turík, Liptovský Ján a Svarín. Tak ako v Severných Vápencových Alpách, aj v centrálnych Západných Karpatoch boli z reingrabenských bridlic získané mikrofosílie širšieho spektra organizmov, najmä však dierkavce.

Spoločenstvá v jednotlivých lokalitách sú vďaka svojej pozícii vo vrstevnom slede, resp. v paleopriestore rôznorodé. Okrajová časť bazénu je zachovaná v okolí Liptovskej Osady. V podloží lunzských vrstiev tam vystupujú rify wettersteinskej fácie pôvodne tvoriace okraj karbonátovej plošiny. Jej časť bola zlomom oddelená, vytvoriac tak kryhu, na ktorej počas jej klesania do bazénu sedimentovali korytnické vápence (aonové vrstvy) s patch-reefmi „cidarisových“ vápencov. Lokalita Liptovské Matiašovce sa nachádzala v dosahu rozšírenia proximálnejších častí turbiditných prúdov, z ktorých sa usadili raminské vápence, zdrojom detritu, ktorých boli wettersteinské rify lemujúce okraj mojtínsko-harmaneckej karbonátovej plošiny. Lokality Turík, Liptovský Ján a Svarín sa nachádzali v centrálnej časti bielovážskeho bazénu. Lokality Turík a Liptovský Ján sa nachádzali v dosahu distálnych častí turbiditných prúdov, z ktorých sa usadili göstlinské vápence, resp. trachycerasové vrstvy. Lokalita Svarín sa nachádzala už mimo dosahu turbiditných raminsko-göstlinských facií.

Najbohatšia a najviac diverzifikovaná mikrofauza dierkavcov bola zistená v lokalitách Turík a hlavne Liptovský Ján, kde bolo identifikované spoločenstvo bentických dierkavcov, reprezentované *Hyperammia stabilis* KRISTAN–TOLLMANN, *Ammodiscus* sp., *Pachyphloides dracosimilis* (OBERHAUSER), *Pachyphloides* ex gr. *oberhauseri* CIVRIEUX et DESSAUVAGIE, *Nodosaria levifracta* KRISTAN–TOLLMANN, *Nodosaria* ex gr. *nitidana* BRAND, *Dentalina* ex gr. *subsiliqua* FRANKE, *Pseudonodosaria sphaerocephala* KRISTAN–TOLLMANN, *Pseudonodosaria vulgata multicamerata* (KRISTAN–TOLLMANN), *Lenticulina* (*Lenticulina*) cf. *gottgensis* (BORNEMANN), *Lenticulina* (*Lenticulina*) ex gr. *matutina* (d'ORBIGNY), *Lenticulina* (*Lenticulina*) *nautiloides* (BORNEMANN), *Astacolus carnicus* (OBERHAUSER), *Marginulina erromena turica* SAMUEL,

Lingulina infirmis OBERHAUSER, *Lingulina esseyana* DEECKE, *Frondicularia sulcata* BORNEMANN, *Duostomina alta* KRISTAN–TOLLMANN, *Duostomina biconvexa* KRISTAN–TOLLMANN, *Variostoma cochlea* KRISTAN–TOLLMANN. Obidve lokality obsahujú rovnaké spoločenstvá. V Liptovskej Osade bolo zistené spoločenstvo, v ktorom sa na rozdiel od ostatných lokalít vyskytujú vysokoklenuté formy *Lamelliconus multispirus* (OBERHAUSER), *Lamelliconus procerus* (LIEBUS), *Pragoconulus robustus* OBERHAUSER, resp. *Lamelliconus ventroplanus* (OBERHAUSER). Zaznamenané bolo tiež spoločenstvo, dominantne pozostávajúce zo zástupcov ophtalmidií. Najchudobnejšie, zle zachované bentické dierkavce pozostávajúce z hyperamín a duostomín poskytla vzorka z Liptovských Matiašoviec. Na lokalite Svarín prevláda „duostominová“ zložka, avšak dierkavce vykazujú väčšiu diverzitu a bohatšie zastúpenie jednotlivých foriem v porovnaní s lokalitou Liptovské Matiašovce. Prevaha duostomín bola zaznamenaná aj na lokalite Turík.

Identifikované dierkavce umožnili stanoviť vek karn – jul reingrabenských bridlic. Časť foriem uvedených z reingrabenských bridlic Západných Karpát bola pôvodne opísaná z iných (hlavne mladších) stratigrafických horizontov.

Podakovanie. Príspevok vznikol vďaka finančnej podpore Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra v Bratislave prostredníctvom projektu „Aktualizácia geologickej stavby problémových území Slovenskej republiky v mierke 1 : 50 000“.

J. HAVRILA a M. HAVRILA: Ráztocký vápenec v štúrečkej faciálnej oblasti

Ráztocký vápenec tvorí súčasť vrstevného sledu hronika popri východnom aj západnom okraji mojtínsko-harmaneckej karbonátovej plošiny. Je resedimentom z plytkovodných do priľahlých pelagických priestorov. Obsahuje zmes alochémov plytkovodného a pelagického pôvodu. Vo vrstevnom slede vystupuje medzi jasenským a reiflinským vápencom. Bol zistený v lokalitách Harmanecká jaskyňa (pri Hornom Harmanci), Tintovo (pri Kordíkoch), Liptovské Revúce a Podhradie (pri Topolčanoch).

Ráztocký vápenec sa v jednotlivých lokalitách líši najmä celkovou hrúbkou a počtom vrstiev. V lokalite Harmanecká jaskyňa tvorí jedno hrubšie teleso medzi jasenským a reiflinským vápencom a jedno tenšie teleso v reiflinskom vápenci. V Liptovských Revúcoch tvorí jedno hrubé teleso medzi jasenským a reiflinským vápencom zodpovedajúce spodnému telesu lokality Harmanecká jaskyňa. Spomenuté odlišnosti vyplývajú z paleogeografickej pozície lokalít.

Ráztocký vápenec v štúrečkej faciálnej oblasti (ležiacej medzi mojtínsko-harmaneckou plošinou a bielovážskou panvou) je prevažne sivý a tmavohnedosivý (v porovnaní s jasenským vápencom je zreteľne svetlejší). Prevažne je vrstevitý, zriedkavo aj hluznatý. Vrstevné plochy má zvlnené a nerovné. Hrúbka vrstiev siaha od troch do päťdesiatich centimetrov, priemerná je štrnásť centimetrov (v porovnaní s jasenským vápencom je zreteľne hrubovrstevnejší). Celková hrúbka vápenca siaha od dvoch do šiestich metrov. Obsahuje jemnozrnný až hrubozrnný organický detrit. Z makrofosílií obsahuje zvyšky ramenonožcov, amonitov a lalioviek.

Mikrofaciálne je ráztocký vápenec štúrečkej faciálnej oblasti podľa klasifikácie Embryho a Klovana (1971) prevažne wackestone až packstone a packstone až grainstone. Zriedkavejšie je wackestone, packstone, rudstone a mudstone až wackestone. Z mikrofosílií obsahuje časté úlomky ostatkotožcov, úlomky lastúrníkov, dierkavce a úlomky aj celé schránky ramenonožcov. Menej časté sú lastúrníčky, ostne ježoviek, zúbky rýb, zvyšky šupín rýb, úlomky aj celé schránky ulitníkov, globochéty, kalcisféry a ihlice hubiek. Zriedkavé sú mrežovce a amonity. Z ostatných alochémov sú časté peloidy, menej časté intraklasty a zriedkavejšie onkoidy. Medzi ďalšie znaky patrí rôzna pokročilosť mikritizácie časti dierkavcov, navŕtané schránky ramenonožcov, bioturbácia a imbrikácia bioklastov. Zanedbateľne je prítomný pyrit a klastický i autigénny kremeň.

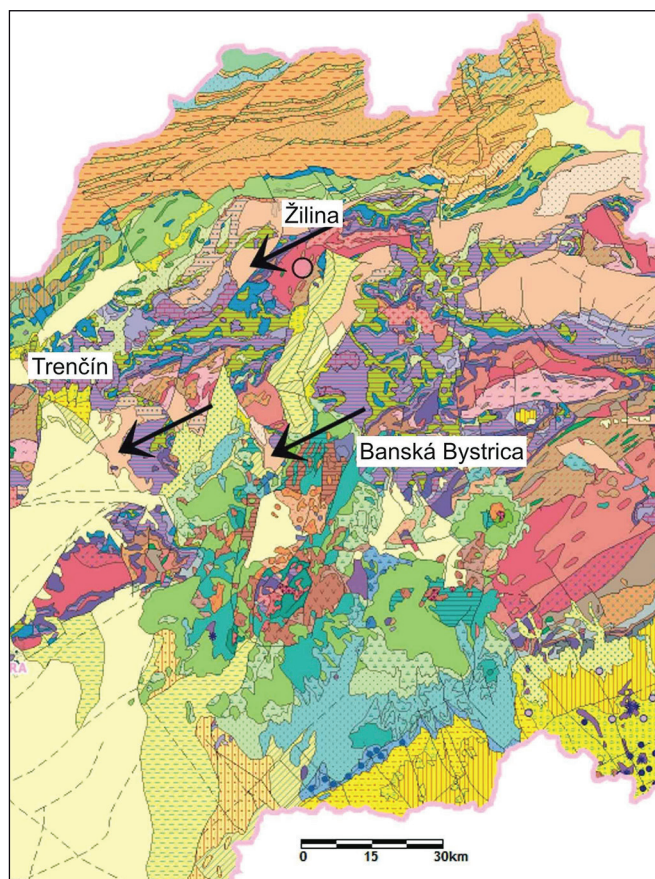
Uvedené mikrofaciálne vlastnosti umožňujú vápenec zaradiť do rozmedzia od najvrchnejšej časti štandardného mikrofaciálneho typu štyri až po prechod k typu päť modelu tropickej lemovanej karbonátovej plošiny Wilsona (1975) upraveného Flügelom (2010).

Z ráztockého vápenca boli získané konodonty. Na základe predbežného vyhodnotenia je možné vápenec zaradiť do ilýru. Podľa veku a litologického charakteru možno ráztocký vápenec vystupujúci v štúrekej faciálnej oblasti laterálne korelovať s gaderským vápencom (v zmysle Havrila, 2011), ktorý vystupuje vo vrstvovom slede karbonátovej plošiny. Zo sedimentu nahromadeného na karbonátovej plošine vznikol gaderský vápenec. Rovnaký sediment redeponovaný do pelagického priestoru, obohatený o materiál získaný behom gravitačného transportu a autochtónnej pelagickej sedimentácie, bol základom pre vznik ráztockého vápenca.

Podakovanie. Príspevok vznikol vďaka finančnej podpore Univerzity Komenského prostredníctvom grantu UK/116/2014 a Agentúry na podporu výskumu a vývoja prostredníctvom grantu APVV-0212-12.

A. ZLINSKÁ a J. SOTÁK: Mikrofaunistická korelácia bielopotockého súvrstvia v panvách centrálneokarpatského paleogénu

Paleogénne sedimenty Hornonitrianskej (Handlovej), Bánovskej a Žilinsko-rajeckej kotliny (obr. 1) tvoria faciálne celky vykazujúce odlišné znaky v porovnaní s podtatranskou skupinou a budínskym paleogénom. V Handlovej kotline je *bielopotocké súvrstvie* vyvinuté ako masívne pieskovce a konglomeráty *chrenoveckých vrstiev* a hrubozrnné balvanovité konglomeráty *podrematských vrstiev* (Gross, 2008). V Bánovskej kotline sú litofaciálne ekvivalenty chrenoveckých vrstiev v okolí dediny Vysočany, v Rajeckej kotline sú sedimenty chrenoveckej litofácie známe pod názvom konský pieskovec (Andrusov a Köhler, 1963).



Obr. 1. Situačná schéma korelačného územia.

Fig. 1. Geological scheme of correlation area.

Mikrobiostratigrafický vek týchto sedimentov bol prvýkrát datovaný v stratotype pieskovne nad cintorínom v Brusne v spojených obciach Chrenovec – Brusno v Handlovej kotline (Zlinská, 2013). Vložky vápnitých ílovcov v chrenoveckých vrstvách poskytli chudobné asociácie malých planktonických foraminifer, veľké foraminifery (*Operculina* sp., *Planostegina costata*), bryzoá (*Hornera subangulata*), ostne ježoviek a ich fragmenty. Planktonické foraminifery patria druhom: *Paragloborotalia opima*, *Tenuitella munda*, *Chiloquembelina gracillima* a *Globigerinoides trilobus*. Vek chrenoveckých vrstiev bol stanovený na základe najvyššieho výskytu *Ch. gracillima* a *P. opima* koncom kišcelu a začiatkom egeru a najnižšieho výskytu *G. trilobus* v spodnom egeri. Vek chrenoveckých vrstiev zodpovedá biozónam O5 – O6 (Berggren a Pearson, 2005). Foraminifery nie sú triedené, len niektoré zo sférických foriem vykazujú stopy po bioerózii. Preto nie je možné vylúčiť ich redepozíciu a neskorší egerský vek chrenoveckých vrstiev.

Pieskovce chrenoveckých vrstiev v Bánovskej kotline obsahujú vložky ílovcov s bohatšími planktonickými foraminiferami. Spoločenstvo sa skladá z druhov: *Globigerinoides primordius*, *Globoturbotalita ouachitaensis*, *Globigerina anguliofficialis*, *Paragloborotalia opima*, *P. siakensis*, *Globorotaloides hexagonus*, *Cassigerinella* cf. *chipolensis*, *Chiloquembelina cubensis*, *Protentella* sp. atď. Bentonické foraminifery sú menej časté, pozostávajú z druhov: *Heterolepa dutemplei*, *Almaena osnabrugensis*, *Planulina cryptomphala*, *Elphidium* sp. atď. Vek je datovaný podľa HO *Globigerinoides primordius*, ktorý zodpovedá báze egeru. Chatský vek je tiež preukázaný aj ďalšími druhmi planktonických foraminifer.

Konské pieskovce Rajeckej kotliny boli študované v okolí obce Kľače. Pomerne chudobná mikrofauna je tvorená väčšinou aglutinovanými foraminiferami, ako *Rhabdammina eocenica*, *Bathysiphon* sp., *Reophax ampullacea*, *Saccamina* sp. atď. Fytoplanktonne foraminifery sú veľmi zriedkavé, zastúpené tenuitelidami (*T. pseudoedita*, *T. gemma*), globigerinidmi (*G. officialis*, *Globigerinella pseudoobesa*), dentoglobigerinidmi (*D. globularis*) a paragloborotalidmi. Prítomnosť *Tenuitella pseudoedita* poukazuje na oligomiocénny vek konských pieskovcov.

A. ZLINSKÁ a J. MADARÁS: Paleokras brala Devínskeho hradu vo svetle nových biostratigrafických dát

Bádanský paleokras, vystupujúci v južnej časti Malých Karpát (Devínska Kobyla a hrad Devín), je známy už od roku 1936 (Koutek a Zoubek), neskôr bol študovaný Mišíkom (1976, 1980). Výplne puklín na severozápadnej strane brala po prvýkrát opisuje Kahan et al. (1973); Lehotský (1994, 1996, 2012) priniesol geologické dôkazy o miocénnom krasovatení. Doteraz však presný mikrofaunistický vek sedimentárnych výplní puklín paleokrasu chýbal.



Obr. 1. Lokalizácia abráznej pukliny pod citadelou (foto A. Zlinská).

Fig. 1. Location of abrasion fracture beneath the citadela (photo A. Zlinská).

Z dvoch puklín v umelých a čiastočne prírodných podzemných priestoroch pod horným hradom (abrázna puklina pod citadelou, obr. 1) sme odobrali 3 vzorky, zväčša piesčité. Na účely kontroly boli odobraté vzorky z piesčitých usadenín najvyššej časti typovej lokality Sandberg. Iba dve vzorky z pukliny č. 2 boli pozitívne na mikrofaunistické zvyšky. V pukline č. 1 sme zistili nešpecifikované incertae sedis a z pukliny č. 2 sme po prvýkrát získali mikrofaunu foraminifer a iných fosilných zvyškov. Z kremito-sľudového piesku sme determinovali 16 taxónov foraminifer a jedného ostrakóda: *Cytheridea acuminata* (BOSQUET). Medzi foraminiferami majú kvantitatívnu prevahu zástupcovia rodu *Elphidium*. *Ammonia viennensis* (obr.) bola menej častá. Planktonické foraminifery sú veľmi zriedkavé, zastúpené len dvoma exemplármi rodu *Globigerina*. Okrem foraminifer sa vo výplave zachovali ostne ježoviek, indikujúce plytkovodné prostredie, machovky, mikro- a makroskopické uhlie (do 2 cm), kostové elementy netopiera a makrofauna. Z makrofauny sme identifikovali lastúrnika rodu *Chlamys* (žijú na dne mora na pevnom substráte, ale často na piesočnatom dne) a z ulitníkov zástupcov epifauny rodu *Mohrensternia* (13,65 až 5,332 mil. rokov) obľubujúcich morско-brakické prostredie.

V lokalite Sandberg bola zistená podobná mikrofauna foraminifer. V obidvoch lokalitách sme celkovo identifikovali 29 taxónov foraminifer a 6 ostrakódov. Druhovo pestrejšia asociácia sa vyskytuje v Sandbergu. Z 29 taxónov foraminifer sú 4 zastúpené vo všetkých vzorkách a 6 súčasne na Devine aj v Sandbergu. Z fauny ostrakód bola zistená v obidvoch lokalitách len *Cytheridea acuminata* (Bosquet).

Získané asociácie poukazujú na plytkovodné litorálne prostredie. Stratigraficky ide o vrchný bádén, sandberské vrstvy (člen studienčanského súvrstvia) a mikrofaunisticky o *bulimino-bolivínovú* biozónu (Grill, 1941).

M. OLŠAVSKÝ a D. BOOROVÁ: Gaderské vápence v pohorí Žiar

Pri súčasnom geologickom mapovaní tektonickej jednotky hronika v severnej časti pohoria Žiar realizovanom v rámci úlohy 19 10 (Geologická mapa regiónu Žiar v mierke 1 : 50 000) boli v najvyššej časti gutensteinského súvrstvia lokalizované krinoidové vápence. Ich litostratigrafická pozícia naznačuje, že ide o ekvivalent najvyššej z troch častí, resp. facií gaderských vápencov vyčlenených na základe ich výskytu vo Veľkej Fatre (Polák et al., 1996), resp. o gaderské vápence (podľa Havrila in Havrila et al., 2001; Havrila, 2011). Tento typ facií bol v pohorí Žiar zistený po prvýkrát.

Prítomnosť krinoidových vápencov je viazaná na obidve čiastkové štruktúry hronika (Havrila, 2011). V spodnej štruktúre (považský príkrov) sú situované na rozhraní gutensteinských vápencov a ramsauských dolomitov. Vo vyššej štruktúre (znievsky príkrov) sa nachádzajú medzi gutensteinskými vápencami (resp. steinalmskými vápencami) a wettersteinskými dolomitmi. V považskom príkrove, v lokalite Ondrašovské skaly (SZ od Abramovej), vytvárajú niekoľkometrovú polohu (max. 10 m). Ide o svetlosivé hrubozrnné vápence, ktoré sú zložené najmä z krinoidového detritu. Sprievodným javom výskytu tejto litofácie je výrazná hluzovitá dolomitizácia asociovaných jemnozrnných vápencov. Podobné znaky vykazujú aj v znievskom príkrove v lokalitách Zniev (hrad) a Panské hory (SZ od Abramovej).

Gaderské vápence reprezentované hrubozrnnými organodetrilitickými (krinoidovými) vápencami (podľa Havrila in Havrila et al., 2001; Havrila, 2011) sa radia z hľadiska mikroštruktúry k foraminiferovo-echinodermátovým biosparitom (foraminiferovo-echinodermátový grainstone), k foraminiferovo-echinodermátovým intrabiosparitom (intraklastovo-foraminiferovo-echinodermátový grainstone), resp. k intrabiosparitom (intraklastovo-biogénny grainstone).

Vyznačujú sa bohatým obsahom husto usporiadaných pomerne nevytriedených alochémov, hlavne organických zvyškov. Vyskytujú sa v nich aj klasty vápencov, ktoré sú občasne dobre, niekedy až dokonale opracované. Časť z nich má biomikritovú štruktúru (biogénny wackestone). Niektoré komponenty možno zaradiť k pseudoolitom. Pre študované vápence je charakteristická prítomnosť pomerne bežných, niekedy až hojných zástupcov bentických dierkavcov.

Identifikované boli prevládajúca forma *Pilamina densa* PANTIĆ, ktorá niekedy tvorí monospoločnosť, *Pilaminella gemerica* (SALAJ), *Pilaminella grandis* (SALAJ), *Pilaminella semiplana* (KOCHANSKY-DEVIDE et PANTIĆ), vzácné sesilne, nodosaridné a iné dierkavce. Bežne až hojne sú zastúpené aj fragmenty echinodermát. Zaznamenané boli úlomky schránok hrubostenných lastúrníkov, punktátnych ramenonožcov, ostne ježoviek, zrejme prierez schránkou gastropóda a rekryštalizovaný biodetrit. Na základe bentických dierkavcov bola stanovená stratigrafická pozícia gaderských vápencov vrchný pelsón – ilýr. Ide o vrchnoaniskú zónu (Acma-zone) vyčlenenú Salajom et al. (1983).

V porovnaní s výskytom známym z Veľkej Fatry, kde dosahujú až okolo 100 m, je hrúbka gaderských vápencov zistených v pohorí Žiar oveľa menšia. Ich stratigrafický rozsah vrchný pelsón – spodný ilýr uvádzaný Havrilom (l. c.) je v súlade s nami zisteným vekom gaderských vápencov z lokalít Žiaru. Výskyt tejto netypickej litofácie dokresľuje vývoj diferenciácie karbonátovej platformy v uvedenom období.

B. KRONOME, D. BOOROVÁ a M. OLŠAVSKÝ: Geologické pomery v oblasti Gindury – Hôrky – Strundžanika

V rokoch 2011 – 2013 sme vykonávali geologické mapovanie a mikropaleontologický výskum v oblasti Gindury a Strundžanika v rámci úlohy T-01/11: Aktualizácia geologickej stavby problémových území Slovenska v mierke 1 : 50 000, podúloha Tektonické vzťahy, vnútorná náplň a korelačné aspekty horninových komplexov v oblasti severného a južného veporika. Úloha bola tematicky zameraná na styčnú oblasť bázy muránskeho príkrovu s podložným veporikom. V rámci prác bolo zdokumentovaných celkovo 131 dokumentačných bodov, z ktorých bolo vyhotovených 30 krytých výbrusov. Mikropaleontologické vyhodnotenie vykonala D. Boorová.

Študované územie bolo doposiaľ podrobnejšie zobrazené iba na geologickej mape Klinca (1976). Podľa tejto mapy sa tu vyskytujú jednotky kryštalinika veporika, veporský obal vo föderatskom (severoveporskom) vývoji, gemeridné karbónske fylity, mezozoikum silicika a dokonca ojedinele aj jura meliatika.

Výsledky nášho geologického mapovania a následného mikroskopického spracovania vzoriek môžeme zhrnúť do nasledujúcich bodov:

- Súborný, predtým vymapovaný (Klinec, 1976) ako mezozoikum veporika (föderatská jednotka), karbón gemerika, resp. jura meliatika, sme zhrnuli do jedinej – föderatskej – jednotky; mapovacie práce nás vedú k názoru, že ide o jeden metamorfovaný triasový (spodný trias až norik) komplex.

- V rámci föderatskej jednotky sme podrobne vymapovali pruhy jednotlivých súvrství, kde tieto pruhy majú S – J priebeh, iný teda, ako bolo zobrazené na starších mapách (obvykle V – Z).

- Získali sme nové paleontologické údaje, podľa ktorých sled masívu Gindury a Hôrky predstavuje stratigrafický interval vyšší anis až nór (-rét?); ide o vekové údaje, ktoré sú v principiálnom protiklade s doterajším názorom o ich staršom stredotriasovom (väčšinou aniskom) veku. Vek, faciálne rozdiely, ako aj rozdiel v stupni rekryštalizácie nás vedú k názoru, že masív Gindury a Hôrky nepatrí do „klasického“ silicika, ako ho poznáme napr. zo susedného muránskeho príkrovu, najväčšiu podobnosť tento masív preukazuje podľa nášho názoru s tzv. „vernárnikom“, resp. vernárskym príkrovom silicika (?), ktorý predstavuje faciálny „medzičlen“ medzi silicikom a hronikom.

- V spodnotriasových súboroch muránskeho príkrovu silicika sme vymapovali zopakovanie sledu, ktoré vysvetľujeme šupinovým násunom, pričom nie je vylúčené, že ide už vlastne o príkrovový násun „vrchného“ na „spodný“ silický príkrov.

Okrem príkrovových, príp. šupinových násunových plôch sa na štruktúrnom obraze územia najviac podieľajú zlomové systémy:

- zlomový systém V – Z, ktorému pripisujeme poklesový charakter;
- zlomový systém SSV – JJZ, rozštiepený miestami na niekoľko menších čiastkových zlomov, ktorý má podľa nás sinistrálny strike-slipový charakter.

4. časť – Part 4

**Geologická stavba a tektonometamorfny vývoj
Západných Karpát****Geological setting and tectonometamorphic evolution
on the Western Carpathians****Kryštalínium, jeho obal a superficiálne príkrovy
Crystalline basement, its cover and superficial nappes****I. PETRÍK a M. JANÁK: Ordovický metagranit zo severného veporika**

Na južnom svahu Veľkej Vápenice, v doline Koleso (LAC, Hovorka, 1997; alebo zvrstvený metamagmatický komplex; Putiš et al., 1997) sa nachádzajú vysokotlakové metamorfity, eklogity, ruly a granity. Podmienky metamorfózy vypočítali Janák et al. (2012) na $P = 25$ kbarov a $T = 700$ °C z asociácie granát + omfacit + fengit v eklogite. V asociácii s vysokotlakovými horninami sa našiel aj granit. Je to hrubozrná hornina označená ako granáticko-biotitický (meta)granit. Hlavné minerály sú kremeň, biotit, K-živec, granát, plagioklas a muskovit, doplnené akcesorickým rutilom, ilmenitom a monazitom. Kremeň je často dynamicky rekryštalizovaný, K-živec je pertitický s odlúčenými lamelami albitu, je hypidiomorfný a prevláda nad plagioklasom, často podlieha sericitizácii. Plagioklas je hyp- až idiomorfný, silne saussuritizovaný, zachované zrná majú An_{22-24} . Granát je dvoch typov podobného zloženia: (1) veľký granát až do 1 cm; (2) neskorší malý granát (Alm_{78} , Py_{13} , $Sps_{4,9}$, $Grs_{2,6}$), ktorý typicky obrastá biotit alebo tvorí tmavé jemnozrné symplektity s kyanitom a kremeňom. Biotit je tmavočervenohnedý/slamový, často pseudomorfovaný symplektitmi $Grt + Ky + Q$. Miestami v centre lupeňov obsahuje zrná rutilu tmlené ilmenitom. Často prerastá s veľkolupenitým muskovitom, okrem toho je veľmi hojný aj ako retrogresný muskovit v živcoch. Charakteristický je častý jemnolupenitý grafit. Dôležitá je prítomnosť mimoriadne častého monazitu, ktorý sa nachádza v biotite, v ky-grt symplektitoch aj v kremeň. Monazit obsahuje v priemere 75,5 % monazitového, 17 % xenotímového a 7,5 % cheralitového komponentu. Distribúcia REE ukazuje výraznú negatívnu Eu anomáliu ($Eu/Eu^* = 0,7 - 0,005$), ktorá narastá k okrajom a naznačuje frakcionáciu granitovej magmy. Tým sa monazit z metagranitu líši od ruly, ktorá má monotónne anomálie s $Eu/Eu^* = 0,3 - 0,05$. Datovanie (P. Konečný, DAMON) opísanej variety granitu ukázalo takmer výlučne predvariský vek: $468 \pm 3,1$ mil. rokov (MSWD = 3,89, $n = 114$), len dva body na okraji zrna majú variský vek: 376 mil. rokov. Je možné, že variské prepracovanie monazitu je výraznejšie, pretože pri datovaní sme sa vyhýbali okrajom zrn. Monazit dáva mladší vek než zirkóny z tejto oblasti (530 – 540 mil. rokov; Putiš et al., 2008, 2009; ale pozri okraj zirkónu zo vzorky Ko-1, 479 mil. rokov).

Na základe tohto datovania považujeme granit z Kolesa za nový typ granitu, doteraz neidentifikovaný v Západných Karpatoch. Geochemia granitu je ešte neznáma, ale podľa mineralogického zloženia (muskovit, granát, grafit, monazit) ide pravdepodobne o S-typ. Metagranit má aj odlišné variety: (1) s menším podielom granátu a bez ky + grt symplektitov alebo (2) s magmatickým granátom (Alm_{61} , Py_{20} , Sps_{12} , $Grs_{2,6}$) obrastaným Ca bohatším lemom (Alm_{63} , Py_{16} , Sps_{8} , $Grs_{8,5}$). Posledná varieta bola tiež datovaná a monazit dal prevažne variský vek (385 ± 8 mil. rokov, $n = 13$, MSWD 1,07), len dva malé monazity sú staré (ca 500 mil. rokov). Táto varieta má monazit variský resetovaný, ako je to bežné v ortorulách tatrika.

Monazity z metagranitov v severnom veporiku indikujú prítomnosť predvariskej kôry vo fundamente Západných Karpát (perigondwanský teran s významným ordovickým felzickým magmatizmom, von

Raumer et al., 2002) a variský vek ich metamorfného prepracovania. Alpínsky orogén nezanechal žiadne vekové stopy.

Podakovanie. Práca bola financovaná projektmi APVV 0080-11 a VEGA 0159/13.

**M. RADVANEC, Z. NÉMETH, J. KRÁL a S. PRAMUKA:
Rulovo-amfibolitový komplex gemerika – výsledky
petrologického a tektonického výskumu**

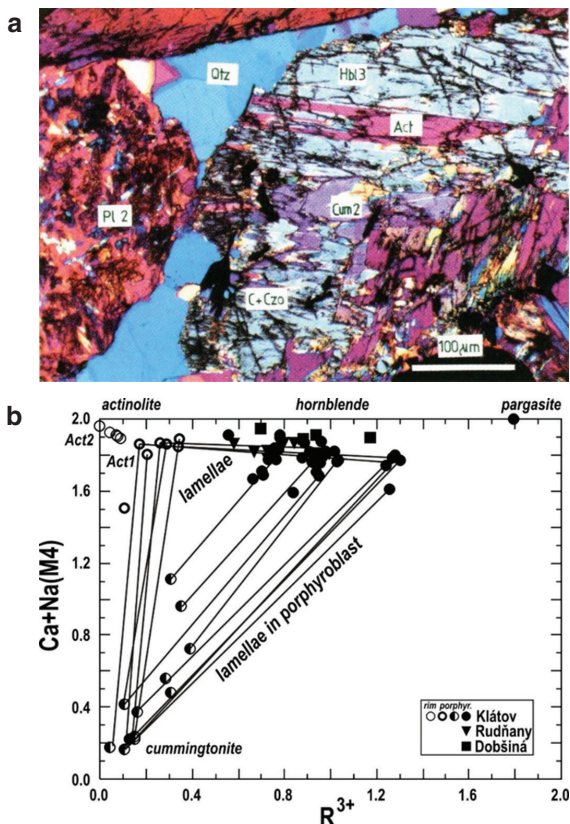
Rulovo-amfibolitový komplex na severe gemerika je tvorený troma exhumovanými blokmi – dobšinským, rudnianskym a klátovským, ktoré pôvodne predstavovali segmenty generujúceho sa stredoocéánskeho chrbta v embryonálnom štádiu s prísunom aj detritického materiálu s organickou prímiesou. Exhumované bloky rulovo-amfibolitového komplexu sú tvorené piatimi základnými horninovými súbormi: (1) ruly s granátom ($Alm-Pl-Bt-Ms-Qtz-Ap-Act$) a grafitom (výskyt v dobšinskom a rudnianskom bloku), (2) plagiogranit ($Kfs-Ab-Pl-Ms-Bt-Qtz+Zo+Cal$; výskyt v rudnianskom bloku), (3) ruly s porfyroklastmi amfibolov ($Cum-Hb/Prg-Act$) a grafitom; výskyt v klátovskom bloku), (4) amfibolity ($Pl+Hbl+Tnt+Ap+Ilm+Act$; dobšinský, rudniansky a klátovský blok); (5) serpentinit ($Chl+Dol+Ctl+CrSpl+Hem$; v klátovskom bloku).

Vek vytvarenia plagiogranitu v amfibolite bol odvodený z izochróny Rb-Sr s presnosťou 371 ± 4 mil. rokov. Izochróna Rb-Sr bola zostavená zo separovaných minerálov Hbl, Ms, Bt, Pl a K-živec dvoch generácií. Izotopický pomer $^{87}Sr/^{86}Sr = 0,7051$ je najnižší z doteraz izotopicky hodnotených granitoidov Západných Karpát a je blízky hodnotám plášťa. Dostatočné množstvo uvoľneného Ar z hornblendu poskytlo platô vek 362 mil. rokov, ktorý môže byť považovaný za vek chladnutia pri cca 550 °C. (TGA = K/Ar) vek hornblendu (Ar/Ar) v okolitom amfibolite je 363 mil. rokov.

Z pohľadu sukcesie minerálnych asociácií v dobšinskom, rudnianskom a klátovskom exhumovanom bloku rulovo-amfibolitového komplexu bol odvodený tento scenár vývoja: devótsky protolit (sedimenty s organickou prímiesou, bazalt, peridotit) bol polymetamorfne zmenený najprv v metamorfóze oceánskeho dna na rulovo-amfibolitový komplex (metamorfóza M0). Následne v karbóne boli tektonicky segmentované bloky tohto komplexu metamorfované najprv v pumpellyitovo-aktinolitovej fácií a potom v strednom perme v epidotovo-amfibolitovej fácií (M1-kompresná fáza variského orogénu). Vo vrchom perme boli predchádzajúce metamorfogénne asociácie čiastočne prepísané novou minerálnou asociáciou vo fácií albitovo-epidotických amfibolov (M1-dekompresná fáza variského orogénu). Tektonické segmenty rulovo-amfibolitového komplexu poskytli po ich exhumácii v najvrchnejšom karbóne detritický materiál zlepencom rudnianskeho súvrstvia (vestfál). V alpínskej tektonometamorfnej evolúcii zaznamenal rulovo-amfibolitový komplex lokálne – na strižných zónach – nízkostupňovú metamorfózu M2 v chloritovej fácií.

Terénny štruktúrny výskum zameraný v prvej etape prednostne na klátovský exhumovaný blok anizometrického tvaru s dlhšou osou v smere SZ – JV vyčlenil reliktu pôvodných štruktúr zo zóny stredo-

oceánskeho chrpta (M0; VD₀) s následnými exhumačnými prepismi v štádiu VD₁ (exhumačné vrasy, kinematika exhumácie vrchu na JZ z pohľadu recentných koordinát). Variské duktilné štruktúry boli následne prepísané alpínskymi násunovými a strižnými prevažne krehko-duktilnými až krehkými štruktúrami štádií AD₁ a AD₃.



Obr. 1. a – Porfyrroklasty plagioklasu (Pl2) a zmesi amfibolov obklopujúce kremeň (Qtz; modré interferenčné farby) sú produktom metamorfózy oceánskeho dna (M0) a plastickej deformácie. Porfyrroklast amfibolov tvoria lamely cummingtonitu (Cum2), hornblendu (Hbl3) a aktinolit (Act) + uzavreniny grafitu (C) a klinkzoisitu (Czo). Lokalita Klátov. **b** – Chemická klasifikácia amfibolov rulovo-amfibolitového komplexu gemerika.

Fig. 1. a – Porphyroclasts of plagioclase (Pl2) and amphiboles mixture surrounding quartz (Qtz; blue interference colours) represent a product of the ocean floor metamorphism (M0) and plastic deformation. Porphyroclast of amphiboles contains cummingtonite (Cum2), hornblende (Hbl3) and actinolite (Act) lamella + inclusions of graphite (C) and clinozoisite (Czo). The Klátov locality. **b** – Chemical classification of amphiboles of the gneiss-amphibolite complex.

L. HRAŠKO a R. DEMKO: Geologická stavba, litológia a metamorfne podmienky styku veporika a gemerika medzi Halierom a Cinobaňou

Územie medzi Halierom – J okolím Uderinej – Cinobaňou – Mlázdovom a S okolím Kalinova predstavuje tektonický styk dvoch významných geologických superjednotiek celokarpatského významu – veporika a gemerika. Na alpínsky sfomovanej stavbe sedimentovali počas paleogénu sedimenty okrajových častí budínskeho bazénu (zachované len južne od územia). Mladoterciárny andezitový vulkanizmus zasiahol svojimi produktmi aj toto územie, avšak pokračujúca denudácia odstránila jeho stopy, ktoré sa zachovali len v hlbších častiach panvy. V najmladšom terciéri sa usadzovali jazerno-

-riečne sedimenty poltárskeho súvrstvia, sprevádzané vulkanickou činnosťou alkalických bazaltov. Počas kvartérneho obdobia územie prechádzalo štádiom pokračujúcej peneplenizácie, a zvetrávaním, pričom sa vytvorili pomerne hrubé vrstvy svahových hlin a sutín, ktoré stažujú identifikáciu podložných útvarov a charakter geologickej stavby.

Podľa ostatnej publikovanej geologickej mapy v M 1 : 50 000 (Vass et al., 1992) sú v predterciárnej stavbe územia zastúpené alpínske granitoidy, metasedimenty revúckej skupiny (slatvinské a rimavské súvrstvie), siliciklastické horniny federátskeho súvrstvia a v tektonickej pozícii sivočierne metasedimenty ochtinskej skupiny s telesami metakarbonátov a metabazaltov.

Podľa novšieho terénneho výskumu – prehodnotenie približne 500 vrto v rôznych hĺbkových dosahom, realizovaných pri viacerých starších prieskumných aktivitách a so zohľadnením starších geofyzikálnych údajov – možno konštatovať, že podstatnú časť povrchovej stavby v SV časti územia tvorí teleso amfibolitov, ktoré má afinitu k telesu metabazitov pri Lovinobani (alebo lovinobanskému amfibolitovému komplexu). Súčasťou komplexu sú aj amfibolické až biotitické pararuly a hercýnske granitoidy trondhjemitového typu. Petrologické štúdium amfibolitov poskytlo T-p podmienky 644/7,6 – 667/8,6 (°C/kbar), zodpovedajúce podmienkam hercýnskej metamorfózy v iných častiach veporika.

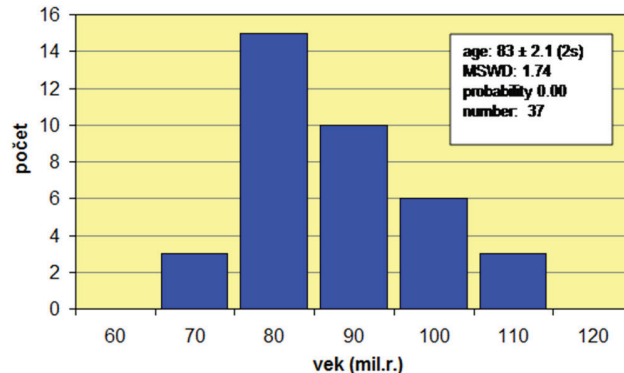
Analýza množstva dokumentačného materiálu zo starších vrtných prác preukázala prítomnosť kryštalinika v podloží len niekoľko desiatok m mocného obalu veporika (rimavského súvrstvia, föderátskeho súvrstvia) v rámci celého územia. Na základe geofyzikálnych anomálií (Kubeš et al., 2001) možno v hĺbke niekoľko 100 m predpokladať aj svory, ktoré spoločne s telesom metabazitov tvoria strednú hercýnsku tektonickú jednotku (podľa Bezáka, 1994).

Výskyt metapieskovcov slatvinského súvrstvia nebol potvrdený. V minulosti boli za súbor metapieskovcov slatvinského súvrstvia považované alpínsky metamorfované metapelite s výraznou blastézou najmä chloritoidu, kyanitu a slúd. Určili sme podmienky 530/5,5 – 550/7,5 (°C/kbar) pre asociáciu metamorfných minerálov Chl+Cld+Mus+Ky, zodpovedajúcu alpínskej metamorfóze s vekom blastézy monazitu 83 ± 2,1 mil. rokov.

Vrásovo-šupinová stavba s vergenciou vrásových rovín k S spôsobila vznik pásovej stavby prevažne V – Z smeru s neskoršou transformáciou do strižno-zlomových pásiem SV – JZ smeru.

Pozícia metasedimentov ochtinskej skupiny je jednak plytká (na juhu územia) vo forme ponorených vrás, jednak strmá vo forme strižno-zlomových štruktúr SV – JZ smeru na severe územia, kde sa metasedimenty lubenickeho súvrstvia ochtinskej skupiny stýkajú priamo s kryštalinikom veporika. Na základe geofyzikálnych údajov a zhodnotenia vrtných prác sme vyčlenili pokračovanie metasedimentov ochtinskej skupiny aj v podloží sedimentov poltárskeho súvrstvia v oblasti JZ od Točnice.

Územie je postihnuté mladou zlomovou tektonikou SSZ – JJV smeru, ktorá rozblokovala územie a v Z časti má v smere na Z výraznú poklesovú tendenciu.



Obr. 1. Histogram distribúcie vypočítaného veku z 37 EMP analýz monazitov zo vzorky chloritoidovej bridlice HL-18/08.

Fig. 1. Histogram of distribution of computed age from 37 EMP monazite analyses from the chloritoid schists sample HL-18/08.

M. KOHÚT, M. HAVRILA, M. HOFMANN a J. HAVRILA: Nové poznatky o lunzských vrstvách v Západných Karpatoch

Lunzské vrstvy LV – predstavujú triasovú formáciu Severných vápencových Álp s typovou lokalitou pri Lunz am See v dolnorakúskom Ybbstaly. LV tvoria polohu siliciklastických sedimentov medzi karbonátovými sedimentmi stredného a vrchného triasu alpsko-karpatskej oblasti. Tieto horniny sú interpretované ako morské deltové sedimenty lokálne aj s uholnými slojmi s prínosom terigénneho materiálu z veľkých riek, pričom LV dosahujú hrúbku približne 350 m. Názov lunzské vrstvy *Lunzer Schichten* bol prvýkrát použitý Markom Vincencom Lipoldom v roku 1863. Prínos kontinentálneho siliciklastického materiálu do LV sa tradične predpokladal zo severu – z dnešnej Škandinávie – a sedimentačný priestor lunzských vrstiev zo západu (SZ) obmedzoval Vindelický val. LV sa vyznačujú bohatstvom fosilnej fauny a flóry v bridličnatých ílovcových polohách, čo umožnilo stanoviť ich vek na spodný karn už Sturovi (1868). Lunzské vrstvy v priestore centrálnych Západných Karpát vystupujú vo fatriku, veporiku a hroniku. Pokúsili sme sa k nim zaradiť aj došnianske vrstvy vystupujúce v fatriku.

Náš súčasný výskum bol realizovaný zo vzoriek zo známych lokalít, ako Remata, Podtureň pri Liptovskom Hrádku, Homôlka pri Valašskej Belej a Trstín. Mineralogicko-petrografický výskum s využitím elektrónovej mikroskopy (EMP) preukázal, že študované vzorky hornín možno označiť ako litické a živcové arkózovité pieskovce. Na ich minerálnom zložení sa podieľajú hlavne: kremeň, K-živcov a plagioklas v rôznom stupni opracovanosti a zvetrania vo forme klastických zŕn, ako aj v horninových litoklastoch. V menšej miere sa vyskytuje: muskovit, biotit, chlorit a glaukonit. Jemnozrnný sericit zo zvetraných živcov a šťastí aj karbonát tvoria matrix. Ťažké minerály sú reprezentované najmä zirkónom, apatitom, rutilom, pyritom, Cr-spinelom, titanitom, turmalínom, granátom, xenotímom a ojedinele bol identifikovaný aj goyazit. Pomerne často sa však vyskytuje aj monazit a jeho EMP Th-U-Pb vek je v širokom spektre od 1 935 po 220 Ma, pričom dominuje vek medzi 500 – 300 Ma. Využili sme možnosť a v rámci medzinárodnej spolupráce sme vyseparované detritálne zirkóny datovali na prístroji LA ICP MS na poznanie proveniencie. Katodoluminiscenčné štúdium podobne preukázalo rôzny stupeň ich opracovania („oválnia“), pričom v rámci jednej vzorky sme pozorovali zirkóny výrazne oválnych tvarov, ako aj zirkóny s dokonale zachovanými kryštalizačnými plochami, vykazujúce minimálny transport. Získaný vek varíruje od mladšieho archaika 2 600 Ma po 216 Ma s dominujúcim vekom medzi 500 až 250 Ma a s reprezentatívnymi konkordiami najmladších synsedimentárnych zirkónov s vekom okolo 220 Ma. Z vyššie uvedeného je evidentné, že zdrojový klastický materiál do lunzských vrstiev bol derivovaný z viacerých zdrojov, a to najmä z recyklovaného variského orogénu, ktorý tvoril okraj kontinentu, zo vzdialeného krátonu – Sarmatie (južný okraj Európskej platformy) – a z blízkeho súvekeho triasového vulkanického zdroja. Takéto vulkanity sa v súčasnosti vyskytujú od Lombardie v Južných Alpách cez pohorie Bükk až do oblasti Čierneho mora a Turecka.

Pokúsili sme sa zostaviť paleogeografickú schému pre obdobie sedimentácie lunzských vrstiev (jul/tuval). Východiskom bol stav poznania zachytený na tektonickej mape Západných Karpát mierky 1 : 500 000. Príkrovovú stavbu sme rozvinuli proti smeru transportu príkrovov. Schému sme následne doplnili o transportné smery lunzských vrstiev (Marschalko a Pulec, 1967; Marschalko, 1978). Na základe priestorového prekrývania s delťou sedimentov karpatského keuperu (norik) – sediment transportovaný z germánskeho priestoru prielivom vo Vindelickom vale – zrekonštruovanou Havrilom (1996) sme lunzskú deltu umiestnili do paleopriestoru východne od delty karpatského keuperu. Obidve delty zväzujú sedimentačné priestory, z ktorých boli formované tektonické jednotky tatrika, fatrika, veporika a hronika. Zosumarizujúc vyššie uvedené, predpokladáme prínos klastického materiálu LV výraznou delťou od východu, pričom trvanie „karnskej krízy“ a teda hranicu karn – norik, naše datovanie posúva až na 220 Ma, čo je v zhode s najnovšou predstavou Lucas et al. (2012). Tieto výsledky jasne potvrdzujú, že zirkóny sú najlepšie „mikrofosílie“ nezafažené subjektívnym faktorom pri ich stratigrafickom zaradení.

A. LAČNÝ, M. SÝKORA a D. PLAŠIENKA: Nové poznatky k reinterpretácii meliatika v oblasti Brádna a Rákoša (Revúcka vrchovina)

Študované územie je lokalizované v oblasti obcí Rákoš a Brádna, nachádzajúcimi sa približne medzi mestami Hnúšťa a Jelšava. V rámci geomorfologického členenia je územie súčasťou Revúckej vrchoviny (Mazúr a Lukniš, 1986). Vo vzájomnom kontakte tu vystupujú jednotky gemerika a turnaika. V zmysle starších interpretácií geologických máp (Elečko et al., 1985; Mello et al., 1996; Less et al., 2004; Mello et al., 2008) sa na kontakte gemerika a turnaika (v minulosti chápané ako silický príkrov) medzi Brádnom a Rákošom mali nachádzať horniny meliatskej jednotky s. s. (Vass et al., 1986) a príkrovu Bôrky (Mello et al., 2008).

Už pri terénnom geologickom výskume a mapovaní nastali pochybnosti k uvedenému zaradeniu hornín do zmienovaných jednotiek. V oblasti okolia Brádna, na kontakte gemerika a turnaika, mali vystupovať silienité a piesčito-vápenaté spodnotriasové vrstvy meliatskej skupiny (Elečko et al., 1985). Neskôr boli tieto horniny chápané ako súčasť dúbavského súvrstvia príkrovu Bôrky, ako chloriticko-sericitické fylity s polohami kryštalických vápencov a metabázických hornín – prevažne metatufitov triasového veku (Bezák et al., 2008). Terénny ani petrografický výskum nepotvrdil výskyt metabázických hornín a metatufitov. Asociáciu horninových typov interpretujeme ako produkt kataklázy, resp. melanže vytvorenej pri nasúvaní turnaika na gemerikum. Výskyt hornín dosahuje mocnosť od niekoľkých desiatok metrov až po nevymapovateľné horizonty pod 1 m. V tektonických brekciách je možné nájsť klasty do veľkosti 5 cm. V tektonitoch prevládajú polymiktné brekcie obsahujúce karbonáty a zároveň klasty piesčitej a aleuritovo-pelitovej frakcie. Taktiež sa tu nachádzajú aj monomiktné brekcie pozostávajúce výlučne z klastov karbonátov. Mikroskopickou analýzou sa potvrdilo, že klasty pochádzajú zo szinského a bodvaszilašského súvrstvia turnaika a karbonátov pravdepodobne strednotriasového veku zmienového súvrstvia. V lokalite Brádna je priamo pozorovateľný kontakt medzi szinským súvrstvom a rauvakmi. Výskyt týchto hornín okrem Brádna by sa mal nachádzať podľa Elečka et al. (1985) aj východne od Popročia smerom na Rovné, v identickej situácii ako v okolí Brádna. V danej lokalite sme nepotvrdili výskyt tektonitov, konštatujeme priamy styk bodvaszilašského súvrstvia s čiernymi fylitmi a pieskovicami gemerika (karbón).

V oblasti obce Rákoš bol výskyt hončianskych vápencov interpretovaný ako olistolity v olistostróme jurského veku, ktorej súčasťou sú tmavosivé bridlice a pieskovce (Mello et al., 1996). Analýza hornín ani terénny výskum v oblasti obce Rákoš nepotvrdili prítomnosť jurských hornín. V dolinách – depresiách – a na svahoch sme síce našli bridlice a pieskovce, pokladáme ich však za ekvivalenty spodnotriasových hornín bodvaszilašského (griensbach – ?namal) a szinského súvrstvia (?namal – spat) (Kovács et al., 1989) turnaika, ktoré boli vo forme delúvií splavené z vyšších úrovní kopcov. Doliny vznikali na S – J zlomoch, ktoré porušili rigidnejšie hončianske vápence. Domnievame sa, že hončianske vápence tu vystupujú vo forme pokračujúceho vrstevného sledu turnaika. Nevylučujeme ani šupinový tektonický charakter. Lokalizovaný bol aj kontakt so štítnickým súvrstvom gemerika, bez akýchkoľvek náznakov prítomnosti hornín meliatika. Oblasť okolia Rákoša je významná aj výskytom krasu, ktorého vek nemožno jednoznačne určiť. Vyskytuje sa v podobe rozsiahleho tmavočerveného pôdneho pokryvu bezprostredne na hončianskych vápencoch, zároveň vyplňa dutiny a pukliny v zmienovaných vápencoch. V tejto oblasti sa nám preto potvrdzuje názor, že horniny meliatika medzi jednotkami turnaika a gemerika absentujú. To môže mať v budúcnosti vplyv na hodnotenie ďalšieho výskytu meliatskej jednotky s. s. a príkrovu Bôrky medzi jednotkami turnaika a gemerika východne od študovanej oblasti.

Podakovanie. Príspevok bol vypracovaný s podporou projektov VEGA 1/0193/13, APVV-0212-12 a VEGA 1/0712/11.

Z. PULIŠOVÁ, J. SOTÁK a J. ŠURKA: Litostratigrafia a tektonické štruktúry jednotiek fatrika a hronika na severných svahoch Veľkej Fatry

Nové poznatky o geologickej stavbe severných svahov Veľkej Fatry sa získali pri vrtných prácach na projekte Korbelka. Na skúmanom území bola vyčlenená štruktúra Krpelian (tektonická jednotka fatrika, paleogénne formácie), štruktúra Kopy (tektonická jednotka hronika) a štruktúra Korbelka (neokómske formácie tektonickej jednotky fatrika).

V štruktúre Krpelian sú na slieňe strednoeocénneho veku s *Hantkenina alabamensis*, *Turborotalia frontosa*, *Subbotina eoceana* a *Acarinina pseudotopilensis* nasunuté formácie fatrika aptského veku s *Ticinella roberti*, *Ticinella primula*, *Planomalina buxtorfi* a *Haplophragmoides nonioninoides*. Superpozíciu strednokriedových jednotiek nad paleogénnymi formáciami môžeme vysvetliť spätným násunom, ako to bolo opísané v oblasti Malej Fatry (Marko et al., 2005; Sentepey, 2011), reaktivovanými poklesovými zlomami na prešmyky s násunom spodnejších jednotiek nad bazénovú výplň. Prevrátené štruktúry vo vrtoch z Krpelian sú tiež dokumentované superpozíciou kalpionelových vápencov nad mráznickým a párnickým/porubským súvrstvom s *Gorbachikella*, *Favusella* (hoteriv), *Globigerinoides algerianus* a *Ticinella cf. primula* (apt – alb).

Štruktúra Kopy je budovaná triasovými formáciami tektonickej jednotky hronika (gutensteinské, gaderské, ramsauské, zámostské, pseudoreifilinské, raminské, korytnické, wettersteinské vápence a dolomity a hauptdolomity). Navrstvenie vápencovo-dolomitových komplexov demonštrujú duplexové štruktúry z okolia kóty Kopa (1187 m n. m.) so superpozíciou dvoch rôznych príkrovových jednotiek. Spodná príkrovová jednotka s hlbokovodnejšími fáciami reifilinských vápencov patrí pravdepodobne Chočskému príkrovu. Vrchná príkrovová jednotka s platformovými fáciami (napr. raminské a wettersteinské vápence) je podobná Štureckému príkrovu. V štruktúre Kopy boli navrhované komplexy wettersteinských vápencov a dolomitov s hrúbkou cca 200 m, čo by naznačovalo prítomnosť aj Strážovského príkrovu, ktorý bol vo Veľkej Fatre predpokladaný už Perželom (1969) a neskôr potvrdený mapovaním Poláka et al. (1997).

Štruktúra Korbelky demonštruje príkrovový kontakt tektonických jednotiek hronika a fatrika. Spodná príkrovová jednotka je budovaná spodnokriedovými formáciami. Jej hrúbka je približne 400 m. Spodnokriedové formácie sú vo vrtoch zachytené v prevrátenej pozícii od mráznického súvrstvia v nadloží po porubské súvrstvie v podloží. Vápence a slieňovce mráznického súvrstvia sú silne tektonizované – strižne deformované a prevrátené. Obsahujú kalpionely zo skupiny *C. darderi* a hedbergelidné foraminifery. Spodnokriedové sekvencie párnického súvrstvia sú menej a skôr krehko deformované (en-echelon žily, tektonické zrkadlá, atď.). Obsahujú báremsko-aptksú mikrofaunu (e. g. *Globigerinelloides ferreolensis*, *Praehedbergella luterbacherii*, *Hedbergella praetrocoidea*). Sekvencie porubského súvrstvia obsahujú albskú mikrofaunu (napr. *Ticinella roberti*, *T. primula*). Mladšie sedimenty porubského súvrstvia majú vek od neskorého albu – cenomanu (*Thalmaninella globotruncanoides*) až po turón (*Marginotruncana pseudolinneiana*).

Podakovanie. Výskum bol financovaný z projektu VEGA 2/0042/12.

M. VĎAČNÝ a P. BAČÍK: Chemické zloženie granátov a turmalínov z pieskocov maluzinského súvrstvia (Malé Karpaty) a ich provenienčný význam

Vyhodnotenie chemického zloženia detritických granátov (ide o almandínové a andraditové granáty bohaté na spessartin, grosulár a pyrop) a dravitových turmalínov z troch vybraných pieskocových zoriek permského maluzinského súvrstvia v severnej časti Malých Karpát odhalilo veľkú variabilitu potenciálnych zdrojových hornín. Tie zahŕňajú (1) nízkostupňovo-regionálne metamorfované horniny (metarohovce, modré bridlice, metapelite a metapsamity), (2) kontaktno-termálne metamorfované vápňité horniny (skarny alebo rodingity), (3) granatické svory a ruly vznikajúce pri regionálnej metamorfóze ílovitých sedimentov, (4) amfibolity a metabázické

subofiolitické horniny, (5) granulity, (6) na Li chudobné granity a s nimi spojené pegmatity a aplity, ako aj (7) rylity. Na základe vyššie uvedeného možno predpokladať, že postvariský riftový sedimentačný bazén maluzinského súvrstvia vznikol v blízkosti nízko- až vysokostupňového kryštalického fundamentu s granitickými horninami. Takéto litologické typy metamorfovaných a magmatických hornín sú charakteristické pre variské terany centrálnych Západných Karpát (tatrická a veporická superjednotka).

Podakovanie. Tento abstrakt vznikol vďaka podpore v rámci Operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Centrum excelentnosti pre integrovaný výskum geosféry Zeme (ITMS: 26220120064), ktorý je spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

O. PELECH, J. HÓK a Š. JÓZSA: Nový výskyt vrchnokriedových hornín v priestore tatrika, dolina Striebornica v Považskom Inovci

V priebehu tektonického výskumu centrálnej časti Považského Inovca v oblasti doliny Striebornica východne od obce Moravany nad Váhom bol identifikovaný nový výskyt hornín vrchnokriedového veku. Odkryvy sa nachádzajú v záreze lesnej cesty na severnom svahu doliny, ležia vo vrchnej časti tatrickej obalovej jednotky v nadloží albsko-cenomanského porubského súvrstvia a v podloží triasových komplexov fatrika. Ílovce a prachovce s telesami pieskocov, zlepenecov a závalkami ílovcov tvoria 10 – 65 m hrubú sekvenciu litologicky nápadne odlišnú od hornín porubského súvrstvia. Vrchnokriedové horniny javia výrazné známky krehko-duktilnej deformácie. V rámci terénneho geologického výskumu bol overený priestorový rozsah skúmanej sekvencie, sedimentológia a boli odobraté vzorky na mikropaleontologické vyhodnotenie. Analýze boli podrobené aj deformačné štruktúry. Mikropaleontologický výskum preukázal prítomnosť bohatej asociácie planktonických foraminifer. Väčšina jedincov bola deformovaná a slabo zachovaná, avšak periférny obrys schránok a prítomnosť sigmoidálnych sutúr na umbilikálnej strane väčšiny jedincov poukazuje na vrchnokriedové rody *Globotruncana* a *Marginotruncana*. Prítomnosť druhov podobných *Dicarinella cf. imbricata* (MORNOB) a početných druhov *Marginotruncana cf. pseudolinneiana* Pessagno a *Marginotruncana coronata* (BOLLI) poukazuje na asociáciu vrchného turónu až koňaku (Caron, 1985; Premoli Silva a Verga, 2004). Asociácie bohaté na zástupcov rodu *Marginotruncana* sú v Západných Karpatoch typické pre vrchný turón až santón (napr. Bąk, 1998). Nadložie konglomerátov tvoria sedimenty bahnotokov s dobre opracovanými obliakmi až balvanmi. Vo vrchnej časti bahnotoku s ílovcovými závalkami bola zistená prítomnosť vrchnocenomanských foriem podobných *Rotalipora cf. cushmani* (MORROW), ktorých prítomnosť môže byť vysvetlená redepozíciou. Zriedkavo sa vyskytujúce aglutinované foraminifery patrili hlavne k druhom *Tritaxia* sp. Osobitosťou skúmanej sekvencie je jej pomerne výrazná deformácia, najmä deformácia obliakov v zlepencoch, ktorá naznačuje dominantne pohyb zo západu na východ a súvisí zrejme so spätným násunom fatrika v oligocénno-spodnomiocénnom období. Litostratigrafické zaradenie novej jednotky je zatiaľ predmetom diskusie, avšak asociácia foraminifer aj sedimentologický charakter sú blízke výskytu vrchnokriedových hornín belickej jednotky známej z iných oblastí Považského Inovca (Kullmanová a Gašpariková, 1982; Plašienka et al., 1994). Z hľadiska geologickej pozície je prítomnosť vrchnokriedových hornín v podloží fatrika a nadloží obalovej jednotky tatrika unikátna a naznačuje, že k presunu fatrika mohlo v priestore Považského Inovca dôjsť po turóne, teda neskôr ako v iných oblastiach Západných Karpát. Takýto predpoklad je taktiež v zhode s výsledkami vrtu SBM-1 Soblahov z okraja Strážovských vrchov (Maheľ, 1985). Štruktúrna pozícia, vekové zaradenie a korelácia s výskytom belickej jednotky umožňuje uvažovať o existencii synorogénnych „piggy-back“ paniev, ktoré existovali vo vrchnej kriede v priestore tatrika v priebehu nasúvania príkrovov.

Podakovanie. Táto práca bola realizovaná s podporou projektu Agentúry na podporu výskumu a vývoja APVV-0212-12 „Tektonický a sedimentárny transfer horninových komplexov v rastúcom západokarpatskom orogénnom klíne“

Kenozoikum Západných Karpát Cenozoic of the Western Carpathians

M. KOHÚT a S. SHERLOCK: Indikácie začiatku kenozoickej „Basin and Range“ tektoniky v Západných Karpatoch na základe Ar/Ar datovaní pseudotachylytov

Malý objem taveniny vzniknutej pri bleskurýchlych frikčných (trečích) procesoch spojených so seizmickými/tektonickými udalosťami v zemskej kôre hrá významnú úlohu v našej schopnosti určiť vek tektonických procesov v orogénnych pásmach a intrakratonických oblastiach. Pseudotachylyty – tmavé afanitické horniny zložené z frikčnej taveniny, obsahujúcej často klasty a kryštály z okolnej horniny, vznikli ako dôsledok seizmickej aktivity, dopadu meteoritov, prípadne tvorby tektonických porúch kôrového významu (Philpotts, 1964; Kohút a Sherlock, 2003). Význam produktov seizmo-tektonických procesov narastá v oblastiach, kde chýba duktilná deformácia. Zvýšený obsah K_2O vo frikčnej tavenine pseudotachylytov, derivovaný z okolitých slúd, prípadne amfibolov, robí z pseudotachylytov ideálnych kandidátov na $^{40}Ar/^{39}Ar$ datovanie.

Pohorie Tribeč predstavuje najzápadnejšiu časť vnútorného pásma tatridných jadrových pohorí, formujúcu asymetrickú hrast SV – JZ smeru s úklonom k JV. Ohraničené je dvomi neogénnymi depresiami, a to komjátickou na východe a rišňovskou na západe. Kryštalínický sokel Tribeča je budovaný najmä hlboko erodovanými variskými granitickými horninami v centrálnej časti pohoria. Mezozoické obalové komplexy sú zachované v bočných častiach, kým superficiálne príkrovy vystupujú v SV a JZ okrajových častiach pohoria. V rámci vyhľadávania vhodných štruktúr pre možné hlboké úložisko jadrového odpadu bol v centrálnej časti pohoria odvítaný prieskumný vrt RAO-3. V hĺbke 108 až 111 m, v prostredí stredno- až hrubozrnných l-typových biotitických granodioritov až tonalitov, boli objavené žilky pseudotachylytov s hrúbkou 0,5 až 2,5 cm (Madarás et al., 2004), pričom obdobné žilky pseudotachylytov neboli dovtedy identifikované na povrchu pohoria Tribeč. Tieto granitoidy boli v súčasnosti datované na zirkónoch U-Th-Pb metódou na prístroji SIMS s vekom 367 – 364 Ma (Broska et al., 2013), resp. na prístroji SHRIMP s vekom 332 Ma (Kohút et al., 2013). Biotity z týchto tonalitov vykazujúce porušené $^{40}Ar/^{39}Ar$ spektrá indikujú vek chladnutia medzi 380 – 334 Ma (Král et al., 2002).

Naše datovanie pseudotachylytov s využitím bodových $^{40}Ar/^{39}Ar$ analýz na laserovej mikrosonde bolo realizované na Open Univerzite (Milton Keynes, UK) s použitím fokusovaného CW Nd-Yag infračerveného lasera a MAP 215-50 vzácnoplynového hmotnostného spektrometra, podľa metodiky Sherlocka a Hetzela (2001). Dvadsať bodových datovacích analýz pseudotachylytov poskytlo vek variujúci od 60 po 46 Ma s dominanciou mladšieho veku pod 50 Ma. Keďže okolité granitické horniny nevykazujú výraznú postkryštalizačnú stratu argónu v dôsledku regionálneho prehriatia, predpokladáme, že ani študované pseudotachylyty nezaznamenali stratu argónu po ich vytavení. Získaný vek pseudotachylytov (49 ~ 46 Ma) zodpovedá pravdepodobne ich formovaniu počas stredného paleogénu – eocénu pri výraznej seizmo-tektonickej udalosti, spojenej s fungovaním a pokračovaním periadriatického lineamentu do západokarpatskej oblasti. Aj keď prezentované datovanie pseudotachylytov z pohoria Tribeč je nové, mladé alpské tektonické postihnutie tribečských granitoidov bolo zdokumentované na muskovitoch z mylonitov strižných zón v Ar/Ar systéme s vekom medzi 71 ~ 63 Ma (Král et al., 2002). Ďalšie termochronologické údaje z tejto oblasti pochádzajú z práce Danišíka et al. (2004), kde sa prezentujú 4 apatitové fission track veky (AFT) v rozsahu od $43,7 \pm 2,9$ do $34,8 \pm 1,9$ Ma. Tieto údaje indikujú regionálne významnú eocénnu exhumáciu udalosť. Majúc na pamäti súčasnú geologickú situáciu, rozloženie paleogénnych a neogénnych sedimentov v okolitých depresiách, AFT dáta a naše datovanie pseudotachylytov, môžeme dedukovať nasledujúce: (i) maximálne pochovanie širšej oblasti Tribeča pod možnými sedimentmi paleogénu bolo pred 50 Ma; (ii) po seizmo-tektonickej udalosti generujúcej datované pseudotachylyty už nepredpokladáme

ďalšiu sedimentáciu, ale len exhumáciu, ktorá vyvrcholila na rozhraní eocénu a oligocénu (AFT); (iii) exhumácia sokla Tribeča pokračovala aj počas miocénu až pliocénu pri súčasnej sedimentácii v okolitých depresiách, čím vznikla typická „Basin and Range“ štruktúra.

M. DANIŠÍK a M. KOHÚT: Dá sa stanoviť rýchlosť geologických procesov? – Geospeedometria na Slovensku na príklade umiestnenia a vychladnutia granitických hornín stredoslovenských neovulkanitov

Geospeedometria je odvetvie geológie zaoberajúce sa štúdiom rýchlosti geologických procesov. Samotný pojem *Geospeedometria* bol zavedený Lasagom (1983) v súvislosti s výpočtom rýchlosti chladnutia minerálnych párov v závislosti od zmien chemickej difúzie atómov na okrajoch minerálov v čase pri exhumácii horninových komplexov, keďže každý minerál má špecifický rozsah teploty a tlaku, pri ktorom rastie a vzájomne reaguje, čím sa dosahuje ich rovnovážny stav. Lasaga (l. c.) považoval geospeedometriu za nadstavbu geotermometrie. Praktický význam geospeedometrie nastal v geochronológii aplikáciou Dodsonovej teórie *blokovacích teplôt* v mineráloch, resp. nahradením tohto pojmu termínom *uzatvárajúca teplota* (Dodson, 1973, 1986) v rôznych izotopických systémoch a stanovením tejto teploty pre širokú škálu minerálov od vysokých magmatických teplôt (cca 900 °C pre U-Th-Pb systém v zirkóne) po nízkoteplotné systémy (cca 65 °C pre (U-Th)/He systém v apatite). Relevantný dobový prehľad tejto problematiky bol podaný v slovenčine v časopise *Mineralia Slovaca* v práci Kohúta et al. (1998). Treba však povedať, že v sedimentárnej geológii pri bazénovej analýze sa už predtým vypočítavala rýchlosť sedimentácie v čase a priestore na základe stratigrafického stanovenia veku jednotlivých formácií a ich hrúbky.

Stredoslovenské neovulkanity (CSNF) sa nepriamo spájajú so subdukciou oceanickej/suboceanickej litosféry v podloží flyšového bazénu, pričom táto subdukcia vyvolala metasomatické procesy v nadložnom kline plášťa. Geochemický charakter CSNF značne ovplyvnila skutočnosť, že sa vyvíjali v oblasti budovanej relatívne hrubou kontinentálnou kôrou, ktorá sa však v priebehu vulkanickej aktivity v dôsledku extenzie stenčovala. Viacetapovými komplikovanými procesmi s primárnou bazaltovou magmou z plášťového zdroja, tavením na rozhraní plášť/kôra, tvorbou rezervoára v kôre, pričom došlo k sekundárnemu taveniu okolitých hornín, opakovaným procesom asimilácie a frakcionácie, vznikla pestrá suita hornín od bazaltov po ryolity v rámci CSNF. Miocénne väpenato-alkalické granitické horniny stredoslovenských neovulkanitov tvoria súčasť vulkanických a intruzívnych hornín vystupujúcich v oblasti Banskej Štiavnice a Hodruše, tzv. *hodrušsko-štiavnickom intruzívnom komplexe*. Vek granitických hornín CSNF bol stanovený viacerými metódami: K/Ar datovanie poskytlo vek medzi $19,5 \pm 0,8$ Ma ~ $10,5 \pm 0,5$ Ma (Konečný et al., 1983), resp. $16,9 \pm 3$ Ma (Rozložník et al., 1991); FT metóda – $17,2 \pm 1,5$ Ma (Repčok, 1981) a Rb/Sr izochronné datovanie $19,6 \pm 8$ Ma (Rozložník et al., 1991), kým prvotné U/Pb konvenčné datovanie zirkónoch indikovalo ich homogenizáciu pred 24 ~ 21 Ma (Rozložník et al., l. c.). V súčasnosti (Chernyshev et al., 2013) na základe nových K/Ar a Rb/Sr izochronných údajov preukázal vek umiestnenia subvulkanického intruzívneho komplexu dioritov, granodioritov a ich porfýrických variet CSNF v intervale 13,4 ~ 12,7 Ma. Naš nový výskum bol zameraný na datovanie zirkónoch prístrojom SHRIMP spolu s (U-Th)/He datovaním zirkónoch (ZHe) a apatitov (AHe) z reprezentatívnych vzoriek dioritov z lokality Banky a granodioritov z Hodruše. SHRIMP bodové U-Th-Pb datovanie zirkónoch z dioritov poskytlo konkordantný vek cca 15 Ma, kým granodiority dali vek cca 13 Ma. ZHe datovanie identických vzoriek poskytlo kompatibilný vek o 0,2 Ma mladší, kým AHe vek je mladší o menej než 1 Ma, ako bol vek magmatickej kryštalizácie zirkónu. Zosumarizujúc vyššie uvedené,

nám vychádza, že granitické horniny CSNF, ktoré sa umiestnili v hĺbke cca 5 km pri teplote 900 °C (uzatvorenie zirkónu v U-Th-Pb systéme), boli rapídne rýchlo exhumované do podpovrchových úrovní s teplotou cca 65 °C (uzatvorenie apatitu v (U-Th)/He systéme) pri rýchlosti výstupu 5 mm/rok, pričom chladli z 900 na 220 °C (uzatvorenie zirkónu v (U-Th)/He systéme) rýchlosťou od 900 ~ 500 °C/Ma, kým záverečné vychladnutie z 220 na 65 °C sa udialo pri gradiente len cca 100 °C/Ma. Obdobná rýchlosť výstupu a chladnutia je známa z oblasti Ánd a Papuy-Novej Guiney.

D. PLAŠIENKA: Vývoj senónsko-eocénných paniev združených okolo pieninského bradlového pásma – model založený na koncepcii kritického zahrotenia akrečného klína

Pieninské bradlové pásmo (PBP) a príslušné zóny reprezentujú bývalý vrásovo-násunový akrečný klín, ktorý sa počas vrchnej kriedy a paleogénu vyvíjal v čele centrálnokarpatského orogénneho systému. Pri interpretácii tektonickej evolúcie týchto zón hrajú rozhodujúcu úlohu vek, zloženie a depozičné prostredie synorogénnych, senónsko-eocénných klástických formácií. Tie sa usadili v systéme depocentier predpolia a čela progradujúceho orogénneho klínu. Panvy predpolia zahrňujú trenčovo-predhlinovú flexúrnú panvu spodnej platne a nesené nadklinové panvy vrchnej platne (DeCelles a Gilles, 1996). Periférne predhliny oravických jednotiek PBP sú charakterizované klástickými vejármi a apronmi s trendom hrubnutia nahor. Ich hrubý, neopracovaný a nezrelý materiál bol derivovaný z aktívnych čiel nasúvajúcich sa príkrovov a do panvy sa dostával epizodickými masovými gravitačnými tokmi umiestnenými v hlbokovodných hemipelagických a distálnych turbiditových sedimentoch (napr. gregoriánske a milpošské brekie – Nemčok et al., 1989; Plašienka et al., 2012). Súčasťou hrubozrnných klástík sú lokálne aj dobre opracované „exotické“ obliaky, ktoré boli recyklované zo strednokriedových zlepenčov klapskej jednotky fatrika (Plašienka, 2012). Panvy predhliny sa v jednotkách oravika vyvíjali postupne – najskôr počas spodného senónu v pieninskej jednotke (sromovské súvrstvie), potom počas mástrichtu až dánu? v subpieninskej jednotke (jarmutské súvrstvie) a napokon v najexteriornejšej šarišskej jednotke v najmladšej kriede až spodnom eocéne (pročské súvrstvie). Naproti tomu nadklinové panvy gosauského typu majú koňackú transgresívnu bázu, spočiatku trend zjemňovania nahor a stredujúcu celá centrálnokarpatských príkrovov fatrika a hronika. Okrem materiálu derivovaného z podložných komplexov, opäť vrátane resedimentovaných exotických obliakov, obsahujú tiež podstatné množstvo plytkovodného biogénneho detritu a dezintegrované rífové telesá (napr. kambühelské vápence). Senónsko-spodnoeocéne gosauské sledy sú zostavené do viacerých transgresno-regresných cyklov kontrolovaných subdukčno-kolízijnymi procesmi, pohybovou dynamikou podložného klína a kolísaním morskej hladiny.

Tektonický vývoj klína a nadklinových nesených paniev interpretujeme v intenciách modelu kritického zašpicatenia násunového klína (napr. Dahlen, 1990). Nadkritický zhrubnutý klín je v nesených panvách zaznamenaný regresiou a deštrukciou okrajových rífových telies, kým predhliny boli vyplňané množstvom klástického materiálu erodovaného z vyzdvihnutého klína. Následný gravitačný kolaps viedol k podkriticky zahrotenému klínu, čo je zaznamenané transgresiou a prehľbovaním v nadklinových panvách, ako aj všeobecnou unifikáciou depozičných podmienok v celom systéme paniev predpolia, poklesom prínosu terigénneho aj biogénneho detritu a prevažne batyálnou hemipelagickou sedimentáciou. Vo vývoji klína a jeho predpolia takto rozoznávame sedem štádií (Plašienka a Soták, v tlači): 1. vrchný turón až spodný santón (cca 90 – 85 Ma) – podkritický až kritický klín (umiestnenie centrálnokarpatských príkrovov, subdukcia váhika, mimosekvenčné nasúvanie v klíne, snežnicko-sromovská predhlina); 2. vrchný santón až stredný kampán (85 – 75 Ma) – podkritický klín (subdukcia váhika, extenzný kolaps klína, púchovská hemipelagická panva); 3. vrchný kampán až najstarší dán (75 – 65 Ma) – nadkritický klín (subdukcia váhika, akrečia pieninskej jednotky, počiatok kolízie klína s czorsztyńským chrbtom, jarmutská predhlina); 4. dán až

yprés (65 – 50 Ma) – nadkritický klín (kolízia a akrečia subpieninskej jednotky, pročská predhlina); 5. vrchný ypérés až lutét (50 – 40 Ma) – podkritický klín (subdukcia magurského oceána, extenzný kolaps klína, súľovsko-domanižská panva); 6. bartón až vrchný rupel (40 – 30 Ma) – nadkritický klín (akrečia šarišskej a bielokarpatskej jednotky, spätné nasúvanie v tyle klína); 7. vrchný rupel až spodný burdigal (30 – 20 Ma) – podkritický klín (extenzný kolaps tylu klína).

PodĎakovanie. Táto práca je výsledkom riešenia projektu APVV-0212-12 „Transfer“. Za finančnú podporu ďakujeme Agentúre na podporu výskumu a vývoja.

F. TEŤÁK, M. KOVÁČIK, A. NAGY, I. PEŠKOVÁ, S. BUČEK, J. MAGLAY, M. VLAČIKY, D. LAURINC, K. ŽECOVÁ a A. ZLINSKÁ: Prvé výsledky geologického mapovania regiónu Biela Orava (flyšové pásmo, magurská jednotka)

V júli 2014 boli kolektívom autorov F. Teťák, M. Kováčik, A. Nagy, I. Pešková, S. Buček, J. Maglay, M. Vlačiky, D. Laurinc, K. Žecová a A. Zlinská v Štátnom geologickom ústave Dionýza Štúra odovzdané prvé výsledky nového geologického mapovania regiónu Biela Orava v jeho južnej časti (Teťák et al., 2014). Vypracovaná bola základná geologická mapa regiónu v mierke 1 : 25 000 spolu s opisom jeho geologickej stavby.

V regióne Biela Orava sú zastúpené všetky tri tektonicko-litofaciálne jednotky magurskej skupiny príkrovov flyšového pásma – račianska, bystrická a krynická jednotka. Tvorené sú hlbokomorskými sedimentárnymi sekvenciami flyšového charakteru, prevažne paleogénneho veku. V severovýchodnej časti sú sedimenty magurského príkrovu prekryté neogénnymi sedimentmi oravsko-nowotarskej panvy. Počas geologického výskumu boli riešené viaceré nové, zatiaľ len veľmi všeobecne definované problémy. Vzhľadom na to, že terénne práce ešte neskončili, môžeme spomenúť len najdôležitejšie poznatky, ktoré nový geologický výskum priniesol. V rámci krynickej jednotky sme spresnili rozsah a náplň magurského a raciborského súvrstvia. Vyčlenili a definovali sme novú litostratigrafickú jednotku v najstaršej časti krynickej jednotky – redikálne vrstvy. Zaznamenali sme hojné vystupovanie glaukonitových pieskovcov v raciborskom súvrství medzi Lomnou a Hruštínom. Zaujímavé je časté vystupovanie drobových pieskovcov v zlínskom súvrství v južnej časti bystrickej jednotky a ich postupné nahrádzanie glaukonitovými pieskvcami k severu. Preto sme tu vyčlenili a definovali novú, zatiaľ nepomenovanú litostratigrafickú jednotku. V okolí Oravského Veselého bola pozorovaná „bradlová“ stavba bystrickej jednotky. Jej prevažnú časť tu tvorí belovežské súvrstvie, v ktorom sú v pásoch rozmiestnené tektonicky izolované šošovky glaukonitových a drobových pieskovcov. Nejasným zatiaľ zostáva kontakt bystrickej a račianskej jednotky vystupujúci na úpätí Pilska a Babej hory. Zdá sa, že vrstvomý sled od soláňského cez belovežské do zlínskeho súvrstvia (bystrické vrstvy) je neprerušený.

Región je pokrytý pestrou škálou kvartérnych sedimentov. Novinkou sú značne rozšírené glaciáluálne sedimenty na úpätí Babej hory a Pilska v rozsahu až niekoľko km², terasové systémy a obrovské množstvo menších aj väčších rašelinísk, ktoré približujú zatiaľ málo známy vývoj Bielej Oravy počas posledných glaciálov.

Na základe petrografickej analýzy je väčšina pieskovcov klasifikovaná ako sublitarenity a subarkozové arenity, menej sú zastúpené kremenné arenity a sporadicky aj litické arenity (Pettijohn, 1972). V menšej miere sú prítomné aj všetky typy drob.

Biostratigrafický rozbor spoločenstiev vápniťného nanoplanktónu preukázal staroecénnny vek (zóna NP12 až NP13) až staromiocénnny vek (zóna NN2) skúmaných sedimentov. Spodnomiocénnny vek bude potrebné potvrdiť vo viacerých vzorkách. Aglutinované a planktonické foraminifery sú mladopaleocénnneho až starooligocénnneho (starší kíšel) veku.

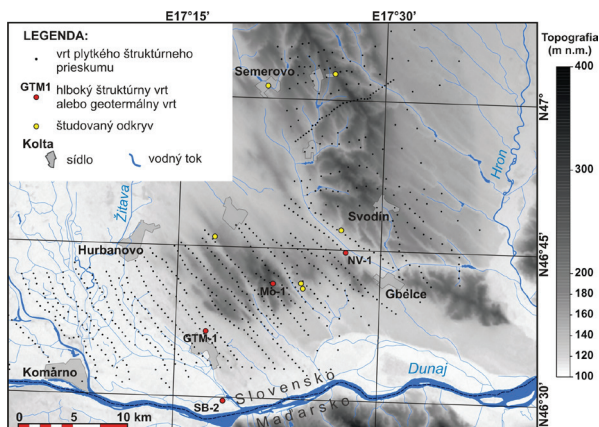
Výsledkom geologického výskumu je výrazné doplnenie a spresnenie geologickej mapy v celej skúmanej oblasti.

M. ŠUJAN, M. KOVÁČ, K. ŠARINOVÁ, V. BARANYI, S. RYBÁR, M. KOVÁČOVÁ a N. HUDÁČKOVÁ: **Vývoj sedimentárnych prostredí východnej časti Dunajskej panvy počas neskorého miocénu**

Prezentovaný výskum je zameraný na reinterpretáciu údajov získaných v minulosti predovšetkým prospekciou uhľovodíkov so snahou posunúť poznanie o geologickej stavbe vrchnomiocénnej výplne východnej časti Dunajskej panvy (obr. 1) k stavu zodpovedajúcemu aktuálnym trendom vo výskume panónskeho systému paniev. Analýza vychádza zo štúdia jadier hlbokých štruktúrnych vrto a karotážnych kriviek, ako aj reinterpretácie litologických profilov vyše 700 vrto v plytkého štruktúrneho prieskumu. Terénny výskum, limitovaný miernou topografiou oblasti, poskytol doplnujúce informácie o geologickej stavbe vrchnej časti skúmaných sekvencií.

Koncom stredného miocénu v Dunajskej panve prebiehala sedimentácia vo výrazne regresívnom vývoji, ktorý pokračoval aj na začiatku panónu (11,6 Ma), čo je dokumentované výskumom bazálnych konglomerátov prostredia riek a aluviálnych vejárov (napr. vrt GTM-1), ako aj skrasovatenými kavernóznyimi vápencami transdanubika v podloží panónskych sedimentov (napr. vrt SB-2). Po následnej transgresii tvorila študovaná oblasť spolu s maďarským stredohorím plytký šelf oddelený od výraznejšieho prínosu klastického materiálu hlbokým panvovým prostredím. Prevládajúca sedimentácia siltov a ílov radených do ivanského súvrstvia trvala až do obdobia pred cca 9,0 Ma, keď sa skúmané územie dostalo pod vplyv spoločného deltového systému paleo-Dunaja a riek odvodňujúcich Západné Karpaty, progradujúceho zo severozápadu. Sedimenty tvorené predovšetkým nahor zrnitostne hrubnúcimi parasekvenciami deltových lalokov a lagunárnych výplní sú radené k beladickému súvrstviu a typické sú častým obsahom uhoľných slojí. Deltová sekvencia dosahuje hrúbku 300 – 350 m. Obsah piesčitých vrstiev v stĺpci sedimentov sa pohybuje v rozmedzí 0 – 45 % s maximom medzi 10 a 20 % a priemernou hrúbkou 2 – 4 m. Nadložné aluviálne volkovské súvrstvie sa od deltovej roviny odlišuje absenciou jazernej fauny, vo vrtných profiloch je však spoľahlivejším indikátorom výrazné zníženie výskytu uhoľných vrstiev. Piesčité vrstvy tvoria 0 – 50 % stĺpca sedimentov s maximom medzi 20 a 35 %. Tvoria izolované telesá meandrujúcich kanálov s priemernou hrúbkou 6 – 10 m obklopené nivnými jemnozrnnými sedimentmi. Podľa údajov z odkrytov prevládal transport zo severu smerom k juhu, na základe priemernej hrúbky dún tvorených jemnozrnnými pieskami (St a Sp) možno odvodíť hĺbku toku približne na 8 m. Sled vrchnomiocénnych sedimentov je post-depozične tiltovaný o cca 5° a čiastočne erodovaný, čo je dôsledkom pliocénnej inverzie okrajov panvy.

PodĎakovanie. Prezentované výsledky boli dosiahnuté vďaka podpore grantu APVV-0099-11, grantu UK/455/2014 a v spolupráci so spoločnosťami Nafta, a. s., a EQUIS, spol. s r. o.



Obr. 1. Situácia skúmanej oblasti, reinterpretovaných vrto a odkrytov.
Fig. 1. Situation of investigated area, re-interpreted boreholes and outcrops.

R. VOJTKO, O. PELECH, M. ŠUJAN, S. RYBÁR, T. KLUČIAR, J. HÓK a T. MIŠURA: **Sarmatský až kvartérny vývoj paleonapätového pola v severovýchodnej časti Dunajskej panvy**

Dunajská panva tvorí severozápadnú časť panónskeho panvového systému. Na území Slovenskej republiky je geograficky nazývaná Podunajskou nížinou; na maďarskom území je nazývaná ako Malá uhorská nížina. Nachádza sa medzi Východnými Alpami, Západnými Karpatmi a Zadunajským stredohorím. Predkenozoické podložie panvy v jej západnej, severnej a centrálnej časti je tvorené austroalpínskymi a centrálnezápadokarpatskými jednotkami. Podložie južnej časti panvy tvoria jednotky Zadunajského stredohoria patriace k transdanubiku. Študovaná oblasť je situovaná v severnej a východozpečnej časti panvy, ktorá je rozdelená do štyroch depresí (blatnianska, rišňovská, komjatická a železovská). Depresie predstavujú typické morfoštruktúry v oblasti Podunajskej nížiny na styku so západokarpatskými pohoriami. Ich tektonický vývoj bol študovaný pomocou metód štruktúrnej geológie, predovšetkým paleonapätovej analýzy (inverzná metóda, metóda p-T osí). Objektom paleonapätovej analýzy boli odkryvy nasledujúcich litostratigrafických jednotiek: (1) spodnobádenské príbelské vrstvy, uložené v plytkomorskom až deltovom prostredí; (2) deltové a aluviálne spodnosarmatské sedimenty badanskej formácie; (3) vrchnomiocénna aluviálna sekvencia volkovského súvrstvia; (4) neskorpliocénne až spodnopleistocénne riečne sedimenty lukáčovských vrstiev; (5) sprašové sekvencie pleistocénu. Cieľom práce bola rekonštrukcia paleonapätia pre obdobie sarmat – kvartér a jeho následné využitie pri interpretácii tektonického vývoja záujmového územia.

Na základe výsledkov paleonapätovej analýzy bolo študované územie pod vplyvom štyroch paleonapätových fáz, pričom dve staršie sú charakterizované smerne posuvným tektonickým režimom a mladšie extenzným tektonickým režimom. Najstaršie paleonapätové pole je charakterizované generálne S – J orientovanou kompresiou a SZ – V orientovanou tenziou v podmienkach smerne posuvného tektonického režimu podmienené datovaného do obdobia vrchný bádén – spodný sarmat. Druhé, sarmatsko-spodnopanónske paleonapätové pole je podmienené SV – JZ orientovanou kompresiou a SZ – JV tenziou v smerne posuvnom tektonickom režime. Vo vrchnom miocéne dochádza k zmene tektonického režimu od smerne posuvného do extenzného. Od stredného panónu až do pliocénu bola oblasť pod vplyvom extenzného tektonického režimu, s generálnou orientáciou tenzie v smere SZ – JV. Najmladšia zaznamenaná paleonapätová fáza pravdepodobne pretrvávajúca až do recentu je charakterizovaná SV – JZ až V – Z orientovanou tenziou.

PodĎakovanie. Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0099-11, APVV-0625-11 a APVV-0315-12.

S. RYBÁR, M. ŠUJAN, D. STAREK, K. HOLCOVÁ, K. ŠARINOVÁ, M. KOVÁČ, E. HALÁSOVÁ and M. MIKUDÍKOVÁ: **Brief presence of the Lower Badenian shoreline in the North Novohrad – Nógrád Basin**

The outcrops of the Miocene marine sediments at the foothills of the Krupinská planina Mts. belong to the most monumental sites of the Central Paratethys coastal remnants. The area is well known for abundant Neogene localities which were studied in the past by many generations of geologists. Nevertheless, sedimentology and paleoenvironmental settings were never studied in a full detail. These large outcrops in overall thickness ranging from 5 to 50 m, located near Čebovce, Príbelce, Plachtince and Horné Strháre villages inspired us to study the Karpatian and Lower Badenian sedimentary record. The Karpatian sediments, occur below the Lower Badenian strata are strongly eroded. They are represented by deep marine deposits “schlier” of the Lower Miocene marine flooding of the area and crop out in an abandoned clay pit near Čebovce. They were deposited in offshore environment, connecting bathyal water-depths masses in

the north-west (Foredeep, Vienna Basin, Bánovská kotlina Basin) with the basins in the south-west (Somogy – Mecsek – Kiskunhalas Basin, Styrian Basin, Slovenian Basin), rimming the uplifted Eastern Alps and the westernmost part of the Western Carpathians (Danube basin basement). After strong tectonic events at the Early/Middle Miocene boundary the study area was uplifted and eroded. The Early Badenian transgression followed and reached the study area. The increasing volcanic activity rapidly filled the accommodation space and the sea shore line retreat is documented already before the end of the Early Badenian. Abundant shark teeth fossils occur in the gravel beds in different parts of this sequence, sporadically accompanied by macrofauna fragments (molluscs and rare reptiles). The Lower Badenian age is supported by presence of NN5b calcareous nannoplankton zone. The sedimentary history of the studied outcrops resulted in definition of a short sedimentary cycle emplaced within the Pribelce sand member: (1) The cycle start with fine sandy-gravel beds arranged in large foresets but most likely representing only local feature at the Horné Strháre site (interpreted as coastal and mouth bars); (2) Overlaying transgressive sequence (Fig. 1) contains sandstone strata with herring bone structures and up to 1 m high planar cross-beds at all sites (interpreted as tidal plain); (3) At Pribelce site, the upper part of the outcrops contains sandstones with ripple cross beds, at Plachtince site – the strata with large sandy cross-beds 1–4 m high, and at Strháre site – sandstone and gravel trough cross beds, interpreted as deltaic to fluvial deposits representing regression of the coastal line. The top of the succession is built up by pyroclastic material which covers all localities.

Acknowledgements. This work was supported by the Slovak Research and Development Agency under the contracts APVV- 0099-11, APVV-0625-11 and Grant UK/325/2014.

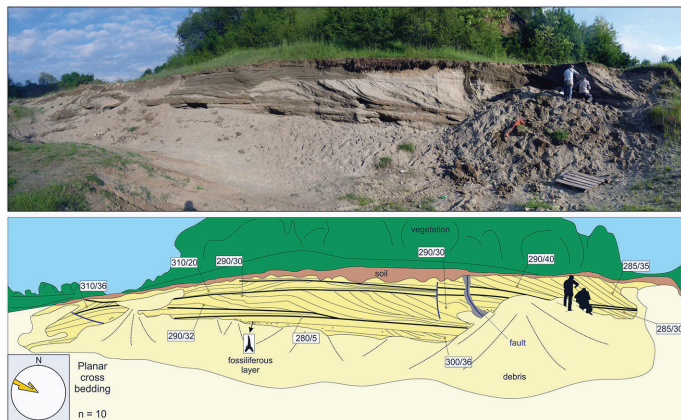
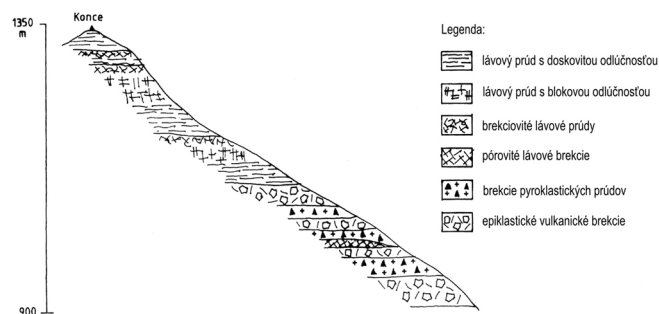


Fig. 1. Lower most level of the Pribelce site, with planar cross beds and fossiliferous horizon.

L. ŠIMON, V. KOLLÁROVÁ, M. KOVÁČIKOVÁ, B. ŠIMONOVÁ a J. ŠTEPIGA: **Nové výsledky geologického mapovania vulkanitov pohoria Poľana za roky 2007 až 2013**

Nové geologické mapovanie vulkanitov pohoria Poľana v časti listov 36-411, 36-412, 36-413, 36-233 a 36-234 umožnilo spracovať geologickú mapu v mierke 1 : 25 000. Geologická mapa dáva nový obraz rozmiestnenia vulkanických fácií v pohorí Poľana. Vulkanické sukcesie reprezentujú novodefinovaná formácia Poľana (obr. 1), formácia Strelníky a formácia Šútovka. Formácia Poľana a formácia Strelníky boli zaradené do obdobia sarmat. Formácia Šútovka bola na základe nových poznatkov litofaciálnej analýzy preradená zo sarmatu do badenu. Definované boli nové vulkanické fácie explozívnych produktov. Prvýkrát tu boli opísané ignimbrity katmaiských erupcií typu Novarupta a chaotické pyroklastické brekcie vulkánskeho typu s charakteristickými prvkami fumarolového odplyňovania. Redefinovali sa niektoré pôvodne opisované epiklastiká na fácie pyroklastiká a redeponovaných pyroklastik, ktoré sa ďalej detailne členili. Podrobne sa analyzovali a rozčlenili fácie epiklastických vulkanických hornín. Pôvodne opisovaný mohutný lávový komplex Poľany bol rozčlenený na sukcesiu strednohrubých lávových prúdov s lávovými brekciami andezitov amfibolicko-pyroxénických, pyroxénických, pyroxénických s amfibolom a bazaltických andezitov. Tiež bol definovaný nový výskyt tenkých lávových prúdov a zbrekčovatených lávových prúdov andezitov. Zaznamenaný bol nový výskyt intrúzií andezitových a dioritových porfýrov a extrúzií andezitov a dacitov. Definovaný bol nový komplex propylitizovaných hornín Kyslinky v centrálnej vulkanickej zóne Poľana. Vo vulkanickej stavbe študovaného územia pohoria Poľana bola zaznamenaná prítomnosť centrálnej vulkanickej zóny a prechodnej vulkanickej zóny. Pôvodne opisovaná distálna vulkanická zóna Poľany na študovanom území bola odstránená pravdepodobne z dôvodu náhlych geologických zmien, ktoré sa udiali v širšom regionálnom rozsahu. Na základe podrobného geologického mapovania bolo prvýkrát v pohorí Poľana urobené detailné rozčlenenie kvartérneho pokryvu.



Obr. 1. Typový profil formácie Poľana vo východnom svahu k. 1344 m Konce.

Fig. 1. Type profile of the Poľana Formation in the eastern slope of the Konce elevation point (1344 m a.s.l.).

Neotektonika

Neotectonics

J. LITVA, J. HÓK and P. BELLA: **Hypogenic caves as an indicator of neotectonics**

Caves, formed due to the host rock dissolution by the groundwater, are usually referred to as solutional caves. Of those, a vast majority (80 to 85 percent) is formed by the activity of shallow-circulating meteoric groundwater. These types of caves are commonly called epigenic or hypergenic caves. However, around 15 to 20 percent of all caves owe their origin to the activity of aggressive groundwaters rising from the depths. This peculiar group of caves is known as hypogenic caves (Ford and Williams, 1989, 2007; Palmer, 1991, 2007, 2011;

Klimchouk, 2007 and others). As the flow of aggressive groundwater is significantly facilitated along the active faults, the hypogenic caves represent an excellent indicator of neotectonics.

Despite the fact that there is a huge number of caves in Slovakia, the hypogenic origin was proposed or suspected only for handful of them (see reviews Bella et al., 2009; Bella and Bosák, 2012; as well as Bella and Gaál, 2012, 2013). There are many speleological features that can point out to the hypogenic origin of a cave, but many of them can be erased during further remodelling of the cave by either epigenic solutional or collapse processes. Herein we present several geological features which are directly tied to the presence of

hypogenic caves. The hypogenic origin of the cave can be suspected if at least one of this geological features is located in the vicinity of the cave: (1) A Quaternary or Pliocene fault; (2) Signs of intensive faulting; (3) Epithermal veins and mineralization; (4) Thermal and/or mineral waters; (5) Travertine mounds. These geological indicators not only complement the results of previous studies on hypogenic caves in Slovakia, but also point out to other caves that could potentially be hypogenic. The most obvious example of this are the cavities drilled in the limestones at the villages of Liptovský Ján (Porubský et al., 1959; Čajka et al., 1969; Peterka et al., 1976; Šalaga et al., 1985), Lúčky (Klago, 1969, 1984) and the Rimava Basin (Straka, 1986) areas (Liptovský Ján + Lúčky + Rimava Basin).

Conversely, the presence of the hypogenic caves can serve as an indicator of the neotectonic activity of the fault on which the cave has originated. The cave's morphology and age can be used to infer the fault's orientation and age of activity. For that reason the hypogenic caves should be considered a good indicator of neotectonics, similarly to travertines. However there is an evidence that other types of caves could also be utilized in the neotectonic studies (e. g. Littva and Hók, 2014). Similarly to the term travitronics which was proposed for using travertines in active fault studies (Hancock et al., 1999), the term cavitonics is proposed by us for using the caves in general for neotectonics.

Acknowledgement. This research was supported by VEGA project No. 1/0030/12 and APVV projects APVV-0099-11 and APVV-0315-12.

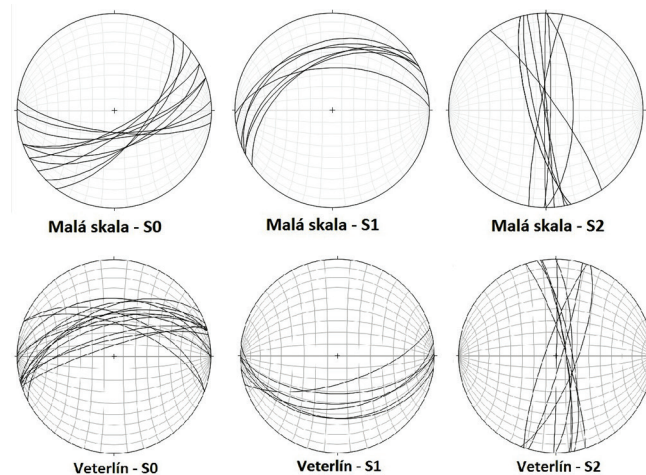
T. CSIBRI a A. LAČNÝ: Vplyv tektoniky a litológie na genézu jaskýň v oblasti vrchu Veterlín (Malé Karpaty, Plavecký kras)

Skúmané územie sa nachádza približne 5 km severovýchodne od obce Smolenice. Podľa Mittera (1983) sa zaraďuje do Plaveckého krasu, konkrétne do Sološnicko-trstínskeho krasu. V rámci geológie Malých Karpát sa zaraďuje do veterlínskeho príkrovu (Havřila, 1993, 2004, 2011), ktorý je jeden z čiastkových príkrovov hronika (Andrusov, 1973). Podľa Poláka et al. (2012) sa na geologickej stavbe záujmového územia podieľajú hlavne vápence (gutensteinské, steinalmské, reiflinské a raminské vápence) v normálnom vrstevnom slede až po wettersteinské vápence, ktoré tvoria homogénne teleso štruktúrneho hrebeňa Veterlín – Čelo. Jaskyne z tohto územia podrobne opisuje Šmída (1996, 2010), hlavne z geograficko-geomorfologického hľadiska.

Cieľom práce bolo zistiť, ako vplyva tektonika a litológia na vývoj jaskýň. Počas štruktúrnych meraní sme identifikovali tri smery diskontinuit, na ktorých vznikajú jaskyne (obr. 1). Ako S_0 sme zadefinovali primárnu vrstvitosť ZJZ – VSV smeru, vyznačujúcu sa až subvertikálnym uložením. Nevýraznú, no penetratívnu diskontinuitu ?kliváž sme označili ako S_1 . Tieto štruktúry majú JJV – SSZ až V – Z smer. Sú to plochy so sklonom v rozmedzí 45 – 50°. Môžeme

predpokladať, že tieto štruktúry mohli vzniknúť juhovergentným tektonickým prepracovaním pôvodnej severovergentnej stavby v spodnom miocéne (Marko et al., 1991, 1995). Najmladšiu diskontinuitu S_2 predstavujú S – J smery so subvertikálnym uložením. Na diskontinuitu S – J smerov sú viazané mnohé významné jaskyne v Plaveckom (Lánczos et al., 2013), Kuchynsko-orešanskom krase (Lačný, 2013), či na iných krasových územiach Malých Karpát. Tieto zlomy boli reaktivizované počas strednomiocénneho kompresného napätia S – J smeru ako poklesy a majú súvis s pull-apartovým otváraním bádenského depocentra Viedenskej panvy (Marko a Jureňa, 1999). Ich reaktivizácia sa predpokladá aj v plio-kvartérnom období (Marko, 2012). V nižších polohách (gutensteinské vápence) dominujú štruktúry S_2 a S_1 (Malá skala, Pod Malou skalou). Jedinou výnimkou je jaskyňa Peterská priepasť, ktorá má generálny smer V – Z, vznikla na litologickej poruche, ktorá bola neskôr gravitačne poklesnutá (Šmída, 2010). Pri jaskyniach vo vyšších úrovniach, ktoré sú vytvorené vo wettersteinských vápencoch, dominujú skôr plochy vrstvitosti S_0 (priepasť 3V/2, veterlínska sonda) (Csibri, 2014). Zaujímavou jaskyňou je Hačova jaskyňa, ktorá má hĺbku až –73 m, dĺžku 660 m (Šmída, 2010). V tejto jaskyni nájdeme všetky tri diskontinuity, avšak ich pretínanie začína v určitej hĺbke.

PodĎakovanie. Príspevok bol vypracovaný s podporou projektu VEGA 1/0095/14 „Komplexný výskum krasových fenoménov Malých Karpát“.



Obr. 1. Tectonograms of measured values manifesting the spatial characteristics of individual discontinuities (Csibri, 2014).

Fig. 1. Tectonograms of measured values manifesting the spatial characteristics of individual discontinuities (Csibri, 2014).

5. časť – Part 5

Popularizácia geológie a výchova mladých vedcov**Popularization of geology and training of young geoscientists****V. SLÁVIKOVÁ: Geologické zaujímavosti Slovenska a ich aplikácia v Biológii 8 ZŠ**

Nezáujem žiakov o prírodovedné predmety, ktorý sa v konečnom dôsledku nepriaznivo odráža v ich nedobrych výsledkoch v medzinárodných testovaniach (napr. PISA 2009), podnecuje mnohých výskumníkov zaoberať sa príčinami tohto nelichotivého stavu. Z autorov, ktorých práce sa zameriavali na sledovanie záujmu slovenských žiakov o prírodovedné predmety, spomeniem aspoň mená: Chudá a Prokop (2007), Komorníková (2007), Horňáčková a Kubiátko (2007), Lalíková (2008), Veselský a Hrubíšková (2009). Závěry spomínaných prieskumov možno zhrnúť takto: záujem žiakov o prírodovedné predmety je veľmi nízky, pričom v mnohých prípadoch hraničí s nezaujmom. Uvedené skutočnosti platia aj pre predmet biológia 8. ročníka, kde sa žiaci učia geológiu.

V príspevku uvádzam výsledky dizertačnej práce Geologické zaujímavosti Slovenska a ich aplikácia v Biológii 8 ZŠ, ktorá sa zaoberá skúmaním možnosti zvýšiť záujem žiakov o predmet biológia 8. ročníka. Cieľom práce bolo vytvoriť učebné texty o geologických zaujímavostiach Slovenska a overiť ich efektívnosť vo vzťahu k trvácnosti vedomostí, ako aj vzhľadom na postoj žiakov k predmetu biológia 8. ročníka. Dôležitým výstupom práce je preto 15 učebných textov (UT) o geologických zaujímavostiach Slovenska (GZS) a metodický materiál k učebným textom pre učiteľov predmetu biológia 8. ročníka ZŠ.

Hlavnou metódou výskumu bol pedagogický experiment. Žiaci 8. ročníka dvoch základných škôl v Považskej Bystrici (1. ZŠ a 3. ZŠ) boli rozdelení do skupín, pričom žiaci experimentálnych skupín pracovali

počas výučby s učebnými textami o geologických zaujímavostiach Slovenska, žiaci kontrolných skupín pracovali počas výučby bez učebných textov o geologických zaujímavostiach Slovenska. Učebné texty boli navrhnuté pre konkrétne lokality Slovenska v súlade s učivom predmetu biológia 8. ročníka. Prostredníctvom didaktických testov, ktoré som zostavila, boli testované vedomosti žiakov a trvácnosť vedomostí žiakov oboch skupín. Údaje získané v testoch som podrobila matematicko-štatistickej analýze. Ako som predpokladala, lepšie výsledky dosiahli v testoch žiaci experimentálnych skupín. Čiže používanie učebných textov vo výučbe má vplyv nielen na vedomosti žiakov, ale aj na trvácnosť nadobudnutých vedomostí. Súčasťou výskumu dizertačnej práce bolo aj zisťovanie postojov žiakov k predmetu biológia 8. ročníka. Žiaci experimentálnej skupiny, ktorí počas výučby použili UT o GZS, majú pozitívnejší vzťah k predmetu biológia 8. ročníka a k neživej prírode ako žiaci kontrolnej skupiny, ktorí počas výučby nepoužívali UT o GZS.

V závere výskumu som oslovila učiteľov predmetov biológia a geografia, aby sa vyjadrili k vytvoreným UT o GZS. Je potešiteľné, že učiteľia, ktorých som oslovila, reagovali pozitívne na vytvorené UT o GZS. Hodnotili učebné texty ako výbornú učebnú pomôcku, ktorú radi využijú vo výučbe, prijali by vydanie učebných textov vo forme geologickej čítanky nielen pre predmet biológia 8. ročníka, ale aj pre predmet geografia 9. ročníka.

Verím, že uvedené výsledky výskumu budú prínosom v riešení problematiky týkajúcej sa výučby geológie na základných školách a podnietia učiteľov k zamysleniu sa nad tým, aké postoje a akú motiváciu môžu vyvolať u svojich žiakov.

mineralia slovacica**Aktivity košickej pobočky Slovenskej geologickej spoločnosti v roku 2014****The activities of the Slovak Geological Society, branch Košice, in 2014****ZOLTÁN NÉMETH**

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, regionálne centrum, Jesenského 8, 040 01 Košice

Abstract: *Two geological seminars, held in the State Geological Institute of Dionýz Štúr (ŠGÚDŠ) and one field correlation were organized by the Slovak Geological Society (SGS), branch Košice, in 2014. Besides, a lecture about the main outcomes of the World Landslide Forum 3 (Beijing, China, 2–6 June 2014) was held up to date. First geological seminar – Actual results of geological and environmental projects solved in eastern Slovakia – was held on 7 April 2014. Second seminar – Eastern Slovakia – Geological setting and geological factors of the environment took part on 24 November 2014. The field correlation – Rakovec suture zone – relict after the Paleozoic ocean Paleotethys, was devoted to new findings of exhumed block of metagabbros in the Babiná massif (1278 m a.s.l.) located the western segment of the North-Gemeric zone (Inner Western Carpathians).*

Key words: *geological seminars, field correlation, Rakovec suture zone, Gemericum, Western Carpathians*

V roku 2014 košická pobočka Slovenskej geologickej spoločnosti (SGS) spolu so Štátnym geologickým ústavom Dionýza Štúra (ŠGÚDŠ), regionálnym centrom Košice, zorganizovala dve geovedné prednáškové popoludnia v ŠGÚDŠ v Košiciach a tiež terénny geologický seminár SGS *Rakovecká geosutúra – relikť po paleozoickom oceáne Paleotetýdy*, ktorý bol venovaný novým zisteniam exhumovaných blokov metagabrier v masíve Babinej (1278 m n. m.) v segmente

severogemerickej zóny medzi obcami Rakovec a Hnilec. Okrem týchto aktivít **L. Petro** v samostatnej prednáške ŠGÚDŠ-SAIG-SGS 3. 7. 2014 uviedol hlavné vedecké závery konferencie World Landslide Forum 3 (Peking, Čína, 2. – 6. 6. 2014) a podelil sa o poznatky z prehliadky pamiatok UNESCO v Pekingu a jeho okolí.

Jarné prednáškové popoludnie *Aktuálne výsledky geologických a environmentálnych projektov riešených na východe Slovenska*