

Podakovanie organizačného výboru patrí predovšetkým autorom jednotlivých referátov a posterov, ako aj všetkým, vrátane sponzorov – najmä ŠGÚDŠ Bratislava, ale i EL, spol. s r. o., Spišská Nová Ves a GEOPRODUKT Banská Bystrica, ktorí prispeli k úspešnému priebehu seminára.

V mene organizačného výboru si dovoľujeme geochemickú pospolitosť upozorniť, že aj v roku 2012 dodržíme tradíciu a začiatkom decembra sa opäť uskutoční seminár GEOCHÉMIA 2012 (už XV. ročník). Dúfame, že tento termín je už napevno v pod-

vedomí všetkých pracovníkov, ktorí sa zaoberajú geochemickou problematikou. Všetkých Vás srdečne pozývame na aktívnu účasť na seminári.

Organizačný výbor vyzýva hlavne mladých odborníkov pracujúcich s problematikou geochemie o čo najširšiu účasť a o prednesenie príspevkov. Keďže súťaž mladých má veľký ohlas, organizačný výbor opäť vypíše súťaž o najlepšiu prednášku (cena B. Cambela) a o najlepší poster (cena S. Gazdu) pre pracovníkov do 35 rokov. Víťazov odmení hodnotnými cenami.



Obr. 1. Predsedníctvo konferencie – I. Slaninka (Slovenská asociácia geochemikov), V. Jánová (MŽP SR), P. Malík (ŠGÚDŠ Bratislava). Foto Pažická.

Fig. 1. Presidency of the conference – I. Slaninka (Slovak Association of Geochemists), V. Jánová (Ministry of Environment of SR), P. Malík (ŠGÚDŠ). Photo A. Pažická.



Obr. 2. Pohľad na účastníkov konferencie. Foto Pažická.

Fig. 2. The participants of the conference. Photo A. Pažická.

10. výročný predvianočný seminár Slovenskej geologickej spoločnosti

10. Annual Seminar of the Slovak Geological Society

Nové poznatky o stavbe a vývoji Západných Karpát

New knowledge about geological setting and evolution of Western Carpathians

ZOLTÁN NÉMETH¹, DUŠAN PLAŠIENKA², LADISLAV ŠIMON¹, MILAN KOHÚT¹ a MONIKA KOVÁČIKOVÁ¹

¹Štátny geologický ústav D. Štúra Bratislava, ²Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského Bratislava

Abstract: The 10th Pre-Christmas Seminar of the Slovak Geological Society (SGS) "New knowledge about the geological setting and evolution of the Western Carpathians", held in Bratislava on 15. December 2011, was dedicated to 200th anniversary of the birth of Ján Pettko – the first Slovak professor of geology and the teacher of Dionýz Štúr. Altogether 28 lectures and 8 posters were presented in four thematic parts.

An afternoon program of the seminar started with awarding of Prof. R. Musil, the specialist for fossil vertebrates and Quaternary, as well as the protagonist of extended Czech-Slovak-Poland interdisciplinary cooperation. The SGS award "Museum of the Year" for 2011 was forwarded to the Upper-Nitra Museum in Prievidza for the actual and understandable presentations of geoscientific topics for the public.

The contribution reports about the main scientific topics and the course of the seminar with documenting photographs. The abstracts of the presentations are published in the order corresponding to the time schedule of the seminar.

Key words: geoscientific seminar, report about the seminar, abstracts of presentations

Celodenný seminár sa konal 15. decembra 2011 v ŠGÚDŠ v Bratislave. Seminár bol venovaný 200. výročiu narodenia Jána Pettka – 1. slovenského profesora geológie a učiteľa Dionýza Štúra. Organizátormi seminára boli za Slovenskú geologickú

spoločnosť a Štátny geologický ústav D. Štúra Z. Németh, L. Šimon, M. Kohút a M. Kováčiková. Odborným garantom seminára bol D. Plašienka z Univerzity Komenského v Bratislave. Za technické zabezpečenie projekcie je potrebné sa poďakovať P. Gažimu

zo ŠGÚDŠ a dvom členom Slovenského paleontologického klubu, ktorí celý čas zabezpečovali projekciu prednášok. Na seminári bolo odprezentovaných 28 prednášok a 8 posterov.

Predvianočný seminár SGS je tradičným koncoročným bilancujúcim odborným a spoločenským podujatím geológov rôznej odbornej profilácie. Uprostred seminára – pred započatím popoludňajšieho prednáškového programu – sa každoročne slávnostne odovzdávajú ocenenia SGS. V roku 2011 udelila Slovenská geologická spoločnosť Pamätnú medailu Dionýza Štúra prof. P. Musovi – paleontológovi, špecialistovi na veľké cicavce a paleolitické lokality s vlastnou vedeckou školou, a protagonistovi česko-slovensko-poľskej a tiež



Obr. 1. Udeľovanie Pamätnej medaily Dionýza Štúra prof. P. Musilovi z Českej republiky. Zľava: L. Šimon (predseda SGS), A. Klukanová (námestníčka riaditeľa ŠGÚDŠ) a ocenený vedec. Foto Z. Németh.

Fig. 1. Awarding of Prof. R. Musil from the Czech Republic by the Commemorative plaque of Dionýz Štúr. From the left: L. Šimon (Chairman of SGS), A. Klukanová (Vice-Director of ŠGÚDŠ) and awarded scientist. Photo Z. Németh.



Obr. 2. Ocenenie SGS Múzeum roka za rok 2011 získalo Hornonitrianske múzeum z Prievidze. Príhovor reprezentantov múzea – Ing. K. Keratovej a J. Košťálovej. Foto Z. Németh.

Fig. 2. The SGS award “Museum of the Year” for 2011 was forwarded to the Upper-Nitra Museum in Prievidza. Speech by the representatives of the museum – Ing. K. Keratová and J. Košťálová. Photo Z. Németh.

interdisciplinárnej spolupráce. Ocenenie SGS Múzeum roka za rok 2011 získalo Hornonitrianske múzeum v Prievidzi za aktuálnosť a názornosť pri prezentovaní geovedných tém.

Dopoludňajší program seminára sa už tradične začal odbornou časťou **Mineralógia, petrológia, geochemia a geochronológia** (moderátori M. Kohút a P. Uher). Poradie prednášok sa mierne líšilo od ich pôvodného zoradenia v programe pre nevyhnutnosť konvertovať niektoré prezentácie z najnovšej verzie softvéru Microsoft PowerPoint do nižšej, bežne užíwanej verzie nainštalovanej v projekčnom zariadení.

V tejto časti seminára boli I. Broskom et al. prehľadne prezentované paragenézy akcesorických minerálov a typológia granitových hornín. Subsolidové reakcie a súvisiaci oxidačný charakter tonalitov I-typu prezentoval I. Petřík. P. Uher et al. poskytli komplexnú informáciu o chemickom zložení a veku hercýnskych granitových obliakov v pieninskom bradlovom pásme. Z pieninského bradlového pásma (lok. Stupné pri Považskej Bystrici) tiež pochádzal M. Ondrejkom (et al.) prezentovaný obliak granitu A-typu. Aplikovanie nízkoteplotnej termochronológie v prípade kryštalinických hornín Nízkych Tatier na geodynamickú rekonštrukciu uviedli M. Danišík a M. Kohút. Výsledky izotopového Re-Os a U-Pb datovania ročovského granitu a jeho mineralizácie prezentovali M. Kohút et al.

Ťažiskom ďalšej predobedňajšej časti seminára **Aplikovaná a environmentálna geológia** (moderátor Z. Németh) bola komplexná prezentácia čiastkového monitorovacieho systému – geologické



Obr. 3. Prednáška P. Liščáka v časti seminára o Aplikovanej a environmentálnej geológii. Foto Z. Németh.

Fig. 3. Lecture by P. Liščák in the section on Applied and Environmental Geology. Photo Z. Németh.



Obr. 4. Pohľad na časť účastníkov popoludňajšieho prednáškového bloku venovaného geologickej stavbe Západných Karpát. Foto Z. Németh.

Fig. 4. View on participants of the afternoon lectures devoted to geological setting of the Western Carpathians. Photo Z. Németh.

faktory (P. Ondrejka et al.; L. Iglárová a P. Liščák). Inžiniersko-geologický prieskum a okamžité sanačné opatrenia na havarijných zosuvoch Krupina a Vinohrady nad Váhom prezentovali P. Liščák a P. Ondrejka. ŠGUDŠ v roku 2011 začal inklinometrický monitoring na zosuvoch. Metodiku inklinometrie a prehľad monitorovaných lokalít uviedli D. Balík et al.. Predbežné výsledky merania, výdatnosť vybraných prameňov v povodí horného toku Tople na východnom Slovensku a závislosť výdatnosti od atmosférických zrážok prezentovali D. Porubská a M. Fendeková.

Poster M. Dunčka a L. Petrýdesovej Rôzne spôsoby hodnotenia zosuvného hazardu tematicky korešpondoval s prednáškami o monitoringu a hodnotení svahových deformácií. Na možnosti digitálnej fotogrametrie pri štruktúrnej analýze ťažko dostupných skalných svahov poukázali P. Ekkertová a V. Greif. Sanáciou hál v lokalite Lubietová-Podlipa a sekundárnymi minerálmi sa zaoberali S. Milovská et al..

Popoludňajší odborný program po slávnostnom odovzdávaní cien SGS, otvorení Roka Jána Pettka a valnom zhromaždení SGS začal sekciou **Geologická stavba a tektonometamorfný vývoj Západných Karpát** (moderátori D. Plašienka a L. Šimon). Úvodná prednáška načrtla geofyzikálne indicie pre novú interpretáciu kontaktu medzi Európskou platformou a Západnými Karpátmi, postavenú na seizmických dátach (J. Vozár in P. Hrubcová et al.). Nasledujúce dve prednášky sa venovali západnej stykovej zóne veporika s gemerikom (N. Novotná et al.; Z. Bukovská et al.), pričom boli prezentované ďalšie štruktúrne dôkazy o kolíznom nasunutí gemerika na veporikum, jeho následnom čiastočnom odstrešení a bočne posuvnom rozstrihu strižnými zónami. Aktuálne geochronologické údaje z minerálov a diaforizovaných hornín seleckého bloku Považského Inovca napomáhajú pri interpretácii geologickej stavby celého územia (J. Král et al.). Informácie O. Pelecha o „kryhe Patrovca“ v tomto pohorí boli postavené predovšetkým na terénnom výskume. Nasledujúce dve prednášky autorov R. Demka a M. Olšovského sa venovali permiskému tektonickému vývoju jednotlivých častí hronika na pozadí bazaltového a ryolitového vulkanizmu. Geologickú stavbu medzi Belianskou a Vrátnou dolinou v krivánskej Fatre prezentoval

M. Sentpetery. Najnovšiu systézu súslednosti tektonických udalostí v pieninskom bradlovom pásme prezentoval D. Plašienka. Vulkanické asociácie uložené v Hornonitrianskej kotline a na severe Polany prezentovali L. Šimon et al.. Termotektonickú evolúciu a stratigrafiu v Turčianskej kotline na základe apatitových geochronologických dát uviedli S. Králiková et al.. V závere tejto časti prednáškového popoludnia bola V. Bezákovi predstavená nová geologicko-náučná mapa Tatier.

V posterovej sekcii k časti seminára o geologickej stavbe a tektonometamorfnom vývoji Západných Karpát bola predstavená nová geologická mapa Nízkyh Beskyd (M. Kováčik et al.), jaskyne v ryolitovom lávovom prúde telesa Kapitúlske bralá (K. Pošteková) a neotektonické zistenia na základe asymetrie riečnych terás (J. Littva et al.).

Vo štvrtjej časti seminára – **Sedimentológia, biostratigrafia a paleontológia** (moderátori J. Michalík a A. Čerňanský) – O. Lintnerová et al. interpretovali prvky vzácnych zemín v rétskyh sedimentoch tatrika vo vzťahu k paleoprostrediu ich vzniku. Profil Strapková v Pieninskom bradlovom pásme ako ďalší typový profil jursko-kriedovej hranice charakterizovali J. Michalík et al.. Kordylidné jaštery zo spodnomiocénnych uloženín charakterizoval A. Čerňanský, čelad Discoasteraceae prezentovala S. Ozdínová a fosilné stopy kôrovcov z vrchnomiocénnych sedimentov V. Šimo et al.. V posterovej sekcii A. Zlinská popísala biostratigrafiu bádenských sedimentov vo vrte HGP-3 (Stupava) na základe výskumu foraminifer. S. Rybár a M. Hyžný uviedli zrevidovanú hoterivsko-barémsku hranicu v oblasti Lietavskej Lúčky v Strážovských vrchoch.

10. predvianočný seminár SGS komplexnosťou a široko-spektrálnosťou prezentovaných tém, rovnako ako veľkým počtom účastníkov predstavoval ďalšie úspešné odborné podujatie, zorganizované Slovenskou geologickou spoločnosťou, čo je vhodnou motiváciou pre Rozšírený výbor SGS, ako aj celú členskú základňu, pokračovať v organizovaní tradičných koncoročných prednáškovéo-spoločenských podujatí. Pri záverečnom zhodnotení popriali organizátori všetkým účastníkom príjemné koncoročné sviatky a početné vedecké úspechy v nastávajúcom roku 2012.

1. časť – Part 1

Mineralógia, petrológia, geochémia a geochronológia

Mineralogy, petrology, geochemistry and geochronology

I. BROSKA, I. PETRÍK a P. UHER: Paragenézy akcesorických minerálov a typológia granitových hornín

Asociácie akcesorických minerálov sú dôležitým kritériom na typologické členenie granitoidov. Vzájomné vzťahy medzi allanitom a monazitom sú kľúčové pre odlišovanie granitoidov typu S a I. V granitoch typu S dominuje monazit, ale v typoch I v dôsledku vysokých aktivít Ca^{2+} a H_2O je prítomný najmä allanit, monazit sa nachádza len v neskorých diferenciátoch. Monazit v hypersolvných granitoch typu A takmer úplne chýba, ale v subsolvných je bežný. V granitoch typu A sú ďalšie špecifické minerálne fázy obohatené o ťažké prvky REE: Y-Be-silikát (gadolinit – hingganit s. s.).

Magnetit je typický minerál paragenéz granitoidov typu I indikujúci vyšší oxidačný stupeň pôvodných tavenín. Iným dôležitým kritériom na určenie typu granitoidu je zloženie apatitu: vysoký obsah Mn je typický pre granity typu S, v typoch A je zvýšený obsah Fe, ale granitoidy typu I sú na obidve zložky chudobné. Apatity, ale aj monazity majú v granitoch typu I vyšší obsah síry.

Rezistentný zirkón umožňuje uchovanie mnohých vlastností pôvodných tavenín, z ktorých vznikal. Keďže geochemické kritériá v Západných Karpatoch sami o sebe sú nedostatočné na klasifikáciu granitoidov, a to aj v dôsledku ich intenzívnej metamorfnej pre-

pracovanosti viacštádiálnoú alpínskou metamorfózou, chemické zloženie zirkónov a zirkónová morfológia sa stala jedným z dôležitých kritérií hodnotenia príslušnosti granitoidov k určitému geotektonickému typu. Systematické spracovanie vzoriek granitov zo Západných Karpát umožnilo zavedenie konvenčnej hranice medzi granitmi typu S a I parameter $I.T = 350$, pričom granitoidy typu S majú $I.T < 350$, granitoidy typu I majú $I.T > 350$. Tento vzťah však neplatí v každom prípade, je to len orientačné kritérium. Pokiaľ ide o parameter I.A, ten je pri obidvoch granitoidných typoch podobný a osciluje okolo hodnoty 300. Vyšší I.A parameter, okolo 400, majú špecializované granity typu S. Granity typu A majú hodnotu I.A ešte vyššiu, a to v rozsahu 650 až 750. Hypersolvne granity typu A majú najbežnejšie subtypy zirkónu D a P5, a teda aj veľmi vysoké I.T parametre – až okolo 700, naopak, subsolvne granity A-typu majú nižšie I.T, cca 300. Pomery $\text{Zr}/\text{Hf}_{\text{hm}}$ majú ortomagmatické zirkóny v granitoch S, ale aj typu I okolo 35 až 45, v neskoromagmatických zirkónoch v leukokrátных granitoch je tento pomer nižší, lebo diferenciáciou stúpa obsah Hf. Nízke Y, REE, U a Th v zirkónoch z vysokoteplotných granitoch A-typu kontrastujú s nižšieteplotnými, subsolvnými. Vysokofrakcionované granity špecializovaných typov S majú pomery $\text{Zr}/\text{Hf} < 30$ a $\text{Y} + \text{REE} + \text{U} + \text{Th}$ v týchto zirkónoch je $\geq 0,5$ hm. %. V hypersolvných granitoch typu A (napr. Turčok v gemeriku) je pomer $\text{Zr}/\text{Hf}_{\text{hm}}$ 50 – 75.

Prítomnosť turmalínu indikuje prostredie obohatené o fluidá, najmä B. Je typický v špecializovaných granitoch typu S v gemeriku, ale je hojný aj v niektorých typoch S vo veporiku, čo zatiaľ nebolo geotektonicky dostatočne vysvetlené. Diferencované a fluidami alterované špecializované granity môžu obsahovať aj na Nb-bohatý ferberit, Nb-Ta rutil, resp. najviac vyvinuté časti granitových kopúl sú obohatené aj o Nb-Ta oxidy. Tieto minerálne fázy sa vyskytujú aj vo frakcionovaných granitoch typu S, ba dokonca v pegmatitoch derivovaných v rámci granitových suít typu I. V pegmatitoch granitov typu S sú časté Nb-Ta rutily, ferocolumbity, ale aj Ti-bohatý ixiolit. Zhrnutie vybraných charakteristík typomorfných akcesorických fáz, ktoré možno použiť ako kritérium na začlenenie granitov do typov, je zostavené v prehľadnej tabuľke v monografii Broska, Petrik a Uher (2011).

I. PETRÍK: Je oxidačný charakter tonalitov I-typu výsledkom subsolidových reakcií?

Oxidačný charakter variských tonalitov I-typu (typ Sihla s. l.) je dávno známy a dobre doložený zložením biotitu a typickou minerálnou asociáciou Mg-biotit, magnetit, titanit, epidot a oxidovaný allanit, pričom proces oxidácie súvisí so zvýšeným obsahom vody v magme tohto typu (Petrik a Broska, 1994). V zriedkavých prípadoch sa v oxidačnej asociácii vyskytuje aj zachovaný Ti-magnetit uzavretý v titanite, ktorý obsahuje odlúčeniny ilmenitu a dá sa využiť na oxytermometriu. Rekonštruované zloženie (plošná analýza) dvoch exsolvovaných fáz v tonalite Javorový vrch (Tribeč) udáva $T = 700$ až 870 °C podľa použitej metódy rekonštrukcie, pri $\log f_{O_2}$ na úrovni pufru NNO (Ghiorso a Evans, 2009). Teploty aj fugacity prúdka klesajú pri použití bodových analýz odlúčených fáz k $T = 600$ a $\Delta NN = -3,7$. Ďalšiu možnosť na výpočet T - X podmienok dáva prítomná asociácia $bt + amf + ep + plg + Kz$. Za predpokladu rovnováhy medzi fázami dávajú oxidačno-redukčné reakcie 1 – 3 (oxidačnú annitu a ferro-aktinolit, databáza Hollanda a Powella 1998, Thermocalc 3.4) priesečník pri $T = 560$ °C a $\log f_{O_2} = -17,4$ ($\Delta NN = 3,2$): (1) $2 Ep + Mag + 6 Qtz = Fe-act + 2 An + O_2$, (2) $2 Ann + O_2 = 2 Mag + 2 Kz + 2 H_2O$, (4) $2 Ann + 4 Ep + 12 Qtz = 2 Fe-act + 4 An + 2 Kz + O_2 + 2 H_2O$.

Asociácie obsahujúce fengit dávajú podobné teploty i fugacity. Zahrnutie magnetitu a Mg-biotitu do reakcií znamená, že k oxidácii (poslednej reekvilibrácii fáz asociácie) došlo až po solidifikácii magmy, hoci proces mohol začať skôr. Prítomnosť fluidu – v neskorom štádiu solidifikácie – nasvedčuje povrchu magnetitu s dutinami, pravdepodobne pôvodne vyplnenými fluidnou fázou. Ak mala pôvodná magma f_{O_2} na úrovni NN (ako naznačuje zachovaný Ti-magnetit), nie je potrebné predpokladať primárne vysokooxidčné podmienky, neskorá subsolidová oxidácia je pravdepodobne následkom disociácie vylúčenej vodnej fázy a úniku H_2 . Potreba zvýšenej koncentrácie H_2O v magme zostáva (na stabilizáciu amfibolu a vylúčenie voľnej fázy) a nie je zrejme náhoda, že sa oxidačná asociácia viaže na mafické biotitické tonality s amfibolom, ktorých magma bola bohatá na H_2O . Výstupom magmy sa magma v plytších úrovniach dostane mimo stability amfibolu, ktorý resorbuje. Zdrojová hornina bola pravdepodobne tiež obohatená o amfibol, hlavný zdroj vody v strednej kôre (porov. Davidson et al., 2007), pričom k taveniu došlo v ranom štádiu variského orogénu (cca 360 mil. r.; Broska et al., 2011).

Podakovanie. Výskum bol financovaný z grantu Vega 0060/10.

P. UHER, D. PLAŠIENKA a M. ONDREJKA: Uránom bohatý monazit-(Ce) z hercýnskych granitových obliakov typu Krivá, pieninské bradlové pásmo: chemické zloženie a vek

Monazit-(Ce) sa vyskytuje ako akcesorický minerál v biotitických a biotiticko-muskovitických leukotonalitoch, granodioritoch a granitoch typu Krivá (Uher et al., 1994), nachádzajúcich sa v podobe obliakov (zväčša 2 – 30 cm v priemere) v polymiktných albských

až vrchnokriedových zlepenkoch upohlavského typu klapskej a kysuckej jednotky, v púchovskom, varínskom a najmä oravskom segmente pieninského bradlového pásma (napr. Marschalko, 1986). Granitické horniny typu Krivá reprezentujú peraluminóznú, vápenato-alkalickú suitu orogénnych granitov S/I typu a svojím charakterom sú analogické s bežným hercýnskym orogénnym granitom tatrika a veporika, na rozdiel od „exotických“, alkalických postorogénnych permských granitov typu Upohlav (Uher a Marschalko, 1993; Uher et al., 1994).

Pre účely štúdia chemického zloženia a veku monazitu boli vybrané dva obliaky, reprezentujúce muskoviticko-biotitický leukogranodiorit z lokality Zástranie pri Žiline a muskoviticko-biotitický granodiorit z Krivej na Orave. Monazit-(Ce) v obidvoch vzorkách vystupuje v podobe idiomorfných až hypidiomorfných kryštálov (15 – 180 μm veľkých), uzavretých v biotite, resp. s plagioklasom a kremeňom, v asociácii s apatitom a zirkónom. Monazit lokálne obsahuje drobné inklúzie xenotímu-(Y), zirkónu a pyritu. Niekedy je monazit v kontakte s biotitom slabšie alterovaný za vzniku nepravidelných zón sekundárneho apatitu, TiO_2 fázy, muskovitu, chloritu, lokálne aj $ThSiO_4$ fázy (torit alebo huttonit), resp. torianitu. Monazit je chemicky relatívne homogénny, v prípade alterovaných kryštálov má nepravidelnú zonality, spôsobenú najmä variáciami Th a U. Zaujímavé sú zvýšené obsahy U v niektorých kryštáloch monazitu, ktoré v leukogranodiorite zo Zástrania dosahujú 1 – 3 hm. % UO_2 , v ojedinelých prípadoch až 5 – 6,6 hm. % UO_2 (do 0,056 apfu U); obsahy UO_2 v granodiorite z Krivej sú nižšie, obvykle pod 1 %, lokálne však aj tu dosahujú koncentrácie 1,7 až 3 hm. %. Obsah ThO_2 v monazite z obidvoch lokalít dosahuje zväčša 4,5 – 7,5 hm. %, pričom nie je evidentná vzájomná korelácia medzi obsahmi U a Th. Tórium a urán však spoločne izomorfne zastupujú prvky vzácnych zemín (REE, najmä La a Ce) podľa substitúcie $Ca(Th,U)REE_{-2}$; v menšom množstve sa uplatňuje aj substitúcia $(Th,U)SiREE_{-1}P_{-1}$ (najmä v monazite z Krivej). Do štruktúry monazitu obvyčajne preferenčne vstupuje $^{191}Th^{4+}$, ktorého iónový polomer ($1,09 \cdot 10^{-10}$ m; Shannon, 1976) je bližší iónovému polomeru $^{139}(La-Sm)^{3+}$ ($1,13 - 1,22 \cdot 10^{-10}$ m) ako menšiemu $^{139}U^{4+}$ ($1,05 \cdot 10^{-10}$ m), na rozdiel od xenotímu, ktorý z rovnakého dôvodu preferenčne viaže U pred Th. Uránom obohatené monazity ($UO_2 > 3$ %) sú preto v prírode vzácné, lokálne boli opísané z granitových pegmatitov Álp (do 12 – 15,6 % UO_2 – Gramaccioli a Segalstad, 1978; Mannucci et al., 1986), resp. z granitov (3 – 14 % UO_2 – Gulson a Krogh, 1973; Bea, 1996; Förster, 1998). Príčina vysokého obsahu U v monazite nie je dosiaľ jasná, zrejme ide o primárne obohatenie taveniny uránom.

Chemické U-Th-Pb datovanie monazitu preukázalo identický vek obliakov granodioritov zo Zástrania a Krivej, spoločná izochróna zo 47 meraní zodpovedá veku 346 ± 1 Ma. Tento spodnokarbonský vekový údaj veľmi dobre koreluje s početnými výsledkami geochronologického datovania zirkónov a monazitov z hercýnskych orogénnych granitov tatrika a veporika, kde hlavná fáza intrúzie a solidifikácie prebehla zhruba pred 350 Ma.

Autori ďakujú za finančnú podporu grantového projektu VEGA 1/0388/10.

M. DANIŠÍK a M. KOHÚT: Nízkotepelná termochronológia kryštalinika Nízkych Tatier – indikácie metamorfizmu a exhumácie sokla centrálnych Západných Karpát

Západné Karpaty (ZK) reprezentujú najsevernejšiu časť alpsko-himalájskeho orogénneho pásma začínajúceho v marockom Atlase a končiaceho v čínskych Himalájach. Príspevok sa venuje centrálnej časti ZK s dominantným zastúpením predmezozoických horninových komplexov, často označovanej ako centrálny Západné Karpaty (CZK), konkrétne tatridnému jadrú Nízkych Tatier (NT). Podobne ako ostatné časti alpsko-karpatskej oblasti, aj CZK boli tektonicko-termálne ovplyvnené vo viacerých periódach alpínskeho orogénu, zahŕňujúc jasný rifting a formovanie bazénov, kriedovú kolízu tektoniku, extenzný kolaps a laterálny únik (escape) Adriatickej (Apúlskej) platne a jej komplexnú interakciu s predpolím Európskej platne v treťohornom období. Zámerom príspevku je vyjadriť sa

k problematike alpskej metamorfózy jadra NT, ako aj k jeho exhumácii a formovaniu morfolologickej hraste. Na vyriešenie týchto otázok sme zo S – J profilu cez jadro NT odobrali horninové vzorky, na ktorých sme aplikovali štyri termo-chronometre: a) analýzu stôp po delení uránu v zirkóne [zircon fission track – ZFT], b) analýzu He + U-Th zo zirkónov [zircon (U-Th)/He – ZHe], c) analýzu stôp po delení uránu v apatite [apatite fission track – AFT], d) analýzu He + U-Th-Sm z apatitov [apatite (U-Th-Sm)/He – AHe]. Citlivosť týchto datovacích metód nám umožňuje vyjadriť sa k vývoju študovaných horninových komplexov v teplotnom rozsahu ~270 – 40 °C.

ZFT štyroch z piatich vzoriek variských granitov NT formujú vrchnojursko-spodnokriedovú populáciu s intervalom vekov medzi 155 Ma až 132 Ma – poukazujú na to, že NT granitový sokel musel byť vo vrchnopernskom až spodnotriasovom úplnom vychladnutí (povrchová sedimentácia zlepcov a pieskovcov), a teda strate „variskej pamäti“ opätovne prehriaty nad 210 °C, uvažujú o blokovacej teplote uzatvorenia systému 240 ± 30 °C (Brandon et al., 1998), avšak teplota prehriatia musela byť nižšia ako ~300 °C, keďže Ar-Ar systém v biotitoch nebol výrazne narušený, ako poukazujú dáta v práci Maluskiho et al. (1993). Toto prehriatie sa môže spájať s jurským riftingom. Dáta jasne potvrdili, že kryštalický sokel NT bol počas mezozoického obdobia nízko- a stredne-olpínsky metamorfovaný, čo je v zhode s podobnými zisteniami v iných oblastiach CZK (Danišík et al., 2008, 2010). ZHe veku (s blokovacou teplotou ~200 – 160 °C; Reiners et al., 2004) varujúce v rozsahu ~55 – 40 Ma (s dvomi výnimkami 78 Ma, resp. 58 Ma) spolu s AFT vekmi (s blokovacou teplotou ~120 – 60 °C; Wagner a Van den Haute, 1992) v intervale ~45 – 40 Ma poukazujú na rapídne eocénne vychladnutie masívu NT v dôsledku erózie a/alebo tektonicky podmienenej exhumácie spojenie s kolapsom Karpatského orogénneho klina. AHe veku varujúce v rozsahu ~21 – 17 Ma indikujú miocénne prehriatie sokla NT. Termálne modelovanie s využitím AHe poukazuje, že masív NT bol na rozhraní oligocénu a miocénu preteplený na ~55 až 90 °C, pričom toto prehriatie môže byť dôsledkom sedimentárneho pochovania alebo odozva zvýšenej magmatickej činnosti, a teda zvýšeného termálneho toku v kôre CZK v miocénom období. Toto zistenie podporuje koncepciu termálnej nestability telies sokla ZK počas posteocénneho obdobia.

Viac o použitej metodike a konkrétnych výsledkoch možno nájsť v publikácii: Danišík, M., Kadlec, J., Glotzbach, Ch., Weisheit, A., Dunkl, I., Kohút, M., Evans, N. J., Orvošová, M. & McDonald, B. J., 2011: Tracing metamorphism, exhumation and topographic evolution in orogenic belts by multiple thermochronology: a case study from the Nízke Tatry Mts., Western Carpathians. *Swiss Journal of Geosciences*, 104, 285 – 298, DOI: 10.1007/s00015-011-0060-6.

M. ONDREJKA, P. UHER a P. BAČÍK: Primárne a sekundárne minerály REE z obliaku granitu A-typu v Stupnom pri Považskej Bystrici, pieninské bradlové pásmo

V rámci štúdia akcesorických minerálov v upohlavských granitoch A-typu bola v obliaku biotitického granitu v zlepcovej polohe flyšovej sekvencie pieninského bradlového pásma pri obci Stupné neďaleko Považskej Bystrice zistená asociácia primárnych a sekundárnych minerálov prvkov vzácných zemín (REE). Pomocou elektrónovej mikroanalýzy boli zistené vzácne minerály zo skupiny britolitu: britolit-(Y) $\text{Ca}_2(\text{Y,REE})_3(\text{SiO}_4)_3\text{OH}$, fluórbritolit-(Y) $\text{Ca}_2(\text{Y,REE})_3(\text{SiO}_4)_3\text{F}$ a fluórkalcibritolit $(\text{Ca,REE})_3(\text{SiO}_4)_3\text{F}$, tvoriace izomorfný rad s hydroxylapatitom, resp. fluórapatitom $\text{Ca}_2\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_3(\text{OH,F})$. Minerály zo skupiny britolitu boli v obliaku granitu zo Stupného identifikované v dvoch prípadoch, a to v podobe drobných oválnych inklúzií (max. 30 µm veľkých) rozptýlených v kremeň, resp. v intersticiálnych pozíciách medzi kremeňom a K-živcom. V režime spätné rozptýlených elektrónov (BSE) je pozorovateľná nevýrazná koncentrická zonalita, spôsobená variáciami REE a Ca. Kým v prvom prípade má britolit v centrálnej časti prítomnú drobnú inklúziu fluórapatitu, v druhom prípade je britolit lemovaný nepravidelnou zónou fluórapatitu, šírkou max. do 5 µm. Jasná prevaha Y nad ostatnými prvkami vzácných

zemín (1,05 – 1,32 apfu Y, ≤ 0,44 apfu Ce a ostatných REE), prevaha Y+REE nad Ca, ako aj Si nad P umožňujú klasifikovať minerály ako britolit-(Y), resp. fluórbritolit-(Y) v prípade $F > \text{OH}$. V niektorých prípadoch však Ca prevláda nad Y+REE, čo predstavuje koncový člen fluórkalcibritolit. Vo všeobecnosti možno zmenu chemického zloženia vyjadriť dominantnou heterovalentnou substitúciou $(\text{Y,REE})^{3+} + \text{Si}^{4+} = \text{Ca}^{2+} + \text{P}^{5+}$, resp. $(\text{Y,REE})\text{SiCa}_{-1}\text{P}_{-1}$.

V rovnakej vzorke bol tiež pozorovaný zaujímavý fenomén rozpadu primárne magmatického allanitu-(Ce) až ferallanitu-(Ce) na sekundárny epidot, REE karbonáty [menovite bastnäsit-(Ce) a synchyzit-(Ce)] až kalcit. Allanit-(Ce) až ferallanit-(Ce) tvorí idiomorfne obmedzené kryštály do 500 µm veľké v asociácii s kremeňom, K-živcom, biotitom a chloritom, v niektorých prípadoch aj s rutilom obohateným o Nb, ilmenitom, zirkónom a titanitom. Karbonáty REE tvoria idiomorfne ihlicovité až tabuľkovité jemnokryštalické agregáty, ktoré vyplňajú vnútorné pukliny a dutiny v allanite, kým kalcit vytvára pseudomorfózy a intenzívne zatláča allanit.

Identifikované minerály zo skupiny britolitu [britolit-(Y), fluórbritolit-(Y) a fluórkalcibritolit] zo Stupného sú prvými výskytmi týchto minerálov na území Západných Karpát. Na základe textúrnych vzťahov možno predpokladať ich neskoromagmatický pôvod a čiastočné zatlačanie, prípadne narastanie na primárny, zrejme ranomagmatický fluórapatit v prostredí obohatenom fluidmi, najmä pri vysokej aktivite fluóru, ktorá je typická pre granity A-typu. Na druhej strane samotný britolit môže byť zatlačaný mladším, postmagmatickým fluórapatitom. Proces rozpadu primárneho allanitu pravdepodobne súvisí s aktivitou hydrotermálnych fluidov bohatých na F a CO_2 , ktoré sú schopné rozpúšťať allanit za vzniku sekundárnych produktov epidotu, bastnäsitu-(Ce), synchysitu-(Ce) až kalcitu, ktorý je pravdepodobne najmladším členom tejto sekundárnej asociácie.

Táto práca bola finančne podporovaná z grantov APVV-0557-06, APVV-0279-07, APVV-0081-10 a VEGA 1/0255/11.

M. KOHÚT, H. STEIN, P. UHER a L. HRAŠKO: Re-Os a U-Pb datovanie rohovského granitu a jeho mineralizácie

Rochovský granit, ako jediný známy prejav kriedového granitického magmatizmu v ZK I/A-typovej charakteristiky, tvorí podpovrchovú intrúziu na rozhraní veporika a gemerika. Skryté granitové teleso bolo objavené vrtom KV-3 (Klinec et al., 1979, 1980), ktorý bol situovaný do centra magnetickej anomálie (Filo et al., 1974). Jeho kriedový vek – 88 – 75 Ma – bol stanovený už Kantorom a Rybárom (1979) na základe K/Ar vekov chladnutia biotitov. Neskôr Kovach et al. (1986) s využitím WR – biotit Rb/Sr izochrónnej metódy stanovili vek na 101 – 92 Ma. Alpínsky vek mohla čiastočne naštříbiť participácia jednej vzorky rohovského granitu na spoločnej izochróne s gemerskými granitmi, poskytujúca vek 253 Ma, v práci Cambela et al. (1989), avšak nedeformovaný charakter tohto granitu bol pre väčšinu zainteresovaných neklamným znakom alpínskeho veku. Vrchnokriedový vek granitu a s ním spätú mineralizáciu potvrdilo aj Pb-Pb datovanie galenitov z mineralizovaných zón vrtu RO-2 s vekom cca 95 – 85 Ma (Hraško et al., 1993). Prvé moderné datovanie reálneho umiestnenia magmy rohovského granitu do vrchných častí kôry bolo realizované vo Fínskej geologickej službe Espoo konvenčnou metodikou – U-Pb datovaním zirkónov s vekom 82 ± 2 Ma (Hraško et al., 1999). Neskôr bolo realizované aj U-Pb datovanie jednotlivých zŕn zirkónov, ktoré boli pred chemickým rozpustením a analyzovaním na TIMS prístroji katodoluminiscenčne kontrolované na EMP (CLC single grain method) v Max Planck ústave geochemie v Mainzi, pričom získaný vek bol o niečo mladší 75,6 ± 1,1 Ma (Poller et al., 2001).

Nás súčasný výskum bol zameraný na prepojenie magmatizmu a mineralizácie s využitím dvoch nezávislých metód, a to U-Th-Pb datovania zirkónov na prístroji SHRIMP II v Celoruskom geologickom ústave (VSEGEI) v Sankt Petersburgu a Re-Os datovania molybdenitov na NTIMS v Colorado State University Fort Collins. Analyzované zirkóny boli separované zo vzorky pochádzajúcej z vrtu KV-3, hĺbky 1 360 m. Väčšina zŕn mala štandardnú oscilačnú zonalnosť, typickú

pre zirkóny kryštalizujúce v jednom magmatickom procese, len v malej miere boli identifikované zrná s restitovými jadrami odrážajúce recykláciu zdrojového materiálu zo starších orogénnych procesov. Väčšina analyzovaných bodov z homogénnych zirkónov poskytovala konkordantný vek v rozsahu $82,5 \pm 0,9$ až $80,9 \pm 1,5$ Ma so sumárnou konkordiou 81,5 Ma. Recyklované restitové jadrá poskytli v našom prípade vrchnoproterozoický vek cca 565 Ma, čo je len v čiastočnej zhode s predchádzajúcimi U-Pb datovaniami zirkónov, poskytujúcimi vrchné intercepty diskordii medzi 2 123 a 1 203 Ma, pričom treba mať na pamäti úskalia týchto mnohozrnných/celozrnných metodík. Molybdenity na Re-Os datovanie pochádzali z vrtu RO-3, pričom prvá vzorka z hĺbky 398,5 m reprezentovala kremeň-molybdenitovú žilku na exokontakte drobnozrnného granitu s okolitými alterovanými

kremeň-sericitickými bridlicami Ochtinskej formácie. Druhá vzorka z hĺbky 676,6 m predstavovala 2 – 3 mm veľké vtrúseniny v drobnozrnnom granite 2. intruzívnej fázy. Obidve vzorky molybdenitov poskytli Re-Os datovaním takmer neodlišiteľné výsledky nielen navzájom ($81,6$, resp. $81,4 \pm 0,3$ Ma), ale aj identické s naším U-Th-Pb datovaním zirkónov na SHRIMP-e. Tieto údaje poukazujú, že granit je nositeľom sulfidických mineralizácií, ako aj na rapidné umiestnenie intrúzie ročovského granitu vo vrchnokriedovom období do extenznej strižnej zóny, čomu predchádzalo skrátenie a zhrubnutie kontinentálnej kôry v strednej kriede.

Podakovanie. Údaje získané v tomto príspevku boli financované z prostriedkov APVV na základe kontraktu APVV-0549-07.

2. časť – Part 2

Aplikovaná a environmentálna geológia

Applied and environmental geology

P. ONDREJKA, P. WAGNER, P. LIŠČÁK, L. IGLÁROVÁ, L. PETRO, R. JELÍNEK, P. PAUDITŠ, M. BRČEK, I. DANANAJ, D. BALÍK, A. ŽILKA a D. DROTÁR: **Aktuálne trendy pri monitorovaní svahových deformácií na Slovensku**

V rámci riešenia úlohy Čiastkového monitorovacieho systému – geologické faktory, v subsysteme 01 – Zosuvy a iné svahové deformácie sa získavajú informácie o troch základných typoch svahových porúch. Ide o svahové poruchy typu zosúvania, rútenia a plazenia. Pri monitorovaní jednotlivých typov svahových deformácií sa uplatňuje viacero metód, vďaka ktorým je možné zhodnotiť ich aktuálny stabilný stav.

Pri stanovovaní pohybovej aktivity sa vo veľkej miere využívajú geodetické merania. V minulosti boli realizované prevažne terestricky, avšak s rozvojom presnej družicovej technológie GNSS sú tieto merania vo viacerých prípadoch kombinované, prípadne plnohodnotne nahradené novou technológiou.

Pod úrovňou terénu, na úrovni šmykových plôch je veľkosť deformácie sledovaná metódou presnej inklinometrie. Popri najčastejšie využívanom modeli prenosnej inklinometrickej sondy sa v poslednej dobe začína s inštaláciou stacionárnej sondy, ktorá poskytuje kontinuálny záznam o deformáciách na aktívnych šmykových plochách.

V zosuvných územiach možno za perspektívnu považovať i metódu poľa pulzných elektromagnetických emisií. Použitím tejto metódy je možné identifikovať miesta koncentrácie napätí v rôznych hĺbkových úrovniach pod terénom.

Pri monitorovaní náznakov svahových pohybov typu rútenia sa v doterajšej praxi najčastejšie využívajú dva okruhy metód – dilatometrické a fotogrametrické. Kým pri dilatometrických meraniach je možné stanoviť zmenu vzdialenosti medzi pevne osadenými bodmi, fotogrametrické merania podávajú informáciu o zmenách, ku ktorým došlo v rámci celej monitorovanej lokality (napr. skalného odkryvu).

Samostatné postavenie majú merania zmien morfológie skalnej steny. Tieto merania sú zamerané na identifikáciu postupu zvetrávacích procesov na povrchu skalného masívu.

Pri monitorovaní pomalého plazivého pohybu sa v praxi úspešne využíva opticko-mechanický dilatometer TM-71, ktorý zaznamenáva deformáciu medzi meranými blokmi.

Širší okruh monitorovacích metód súvisí so sledovaním hlavných zosuvotvorných faktorov. Medzi základné monitorovacie aktivity patria merania hĺbky hladiny podzemnej vody, výdatnosti odvodňovacích zariadení a sledovanie klimatologických faktorov.

L. IGLÁROVÁ: Aktuálne trendy monitorovania v Stredisku čiastkového monitorovacieho systému – geologické faktory

Stredisko Čiastkového monitorovacieho systému – geologické faktory (ČMS GF) je súčasťou Monitorovacieho systému životného prostredia Slovenskej republiky, ktorý je realizovaný od roku 1993. Monitoring je významným nástrojom pre včasnú identifikáciu zmien prostredia, ktoré môžu v niektorých prípadoch vyvolať vážne mimoriadne udalosti s rozsiahlymi ekonomickými dôsledkami, a zabezpečuje informovanosť kompetentných inštitúcií a osôb. Monitorovanie geologických faktorov je zamerané hlavne na geologické hazardy – prírodné alebo antropogénne geologické procesy, ktoré ohrozujú životné prostredie. Monitoring je otvorený systém, ktorý v priebehu realizácie zberu a hodnotenia monitorovaných údajov pružne reaguje na zistené negatívne trendy degradácie životného prostredia. Analýzy výsledkov meraní prispeli k optimalizácii monitorovacích aktivít vrátane uplatňovania nových metód. V súčasnej dobe monitorovanie prebieha v 8 podsystémoch, z nich najrozsiahlejší je podsystém 01 – Zosuvy a iné svahové deformácie. Podsystém 02 monitoruje tektonickú a seizmickú aktivitu územia Slovenska. Pohyby povrchu Zeme sú pozorované od roku 2006 metódami diaľkového prieskumu na hĺbkovo stabilizovaných geodetických bodoch, ktoré sú súčasťou európskej permanentnej siete (EPN – Euref Permanent Network). Merania sú spracované vzhľadom na svetový terestrický referenčný systém (ITRS2005) a Európsky terestrický referenčný rámec (ETRF2000). V systéme ITRS bol zistený pohyb bodu GANP (Gánovce pri Poprade) s rýchlosťou cca 2 cm za rok smerom na severovýchod. Obdobné rýchlosti boli pozorované aj na ďalších hĺbkovo stabilizovaných bodoch. V podsystéme 03 – Antropogénne sedimenty charakteru environmentálnych záťaží boli do roku 2006 vyhľadávané lokality pochované antropogénnych sedimentov, ktoré môžu ako staré ekologické záťaže negatívne vplyvať na životné prostredie. Od roku 2007 sú do systému zaradené lokality predstavujúce významné riziko ohrozenia jednotlivých zložiek geologického prostredia a hodnotené sú informácie o stave antropogénnych sedimentov a o šírení nimi spôsobeného znečistenia v geologickom prostredí. Vykonaný bol geotechnický audit, ktorý revidoval zvýšené riziko porušenia fyzikálnej stability odkaliska (Slovinky). Pre ďalšie odkaliská sú vypracované identifikačné listy, hodnotiace ich aktuálny stav. Podsystém 04 monitoruje inžinierskogeologické, hydrogeologické a geochemické aspekty vplyvov ťažby na životné prostredie. Optimalizácia monitoringu si vyžaduje vo vybraných lokalitách zriadiť vlastnú sieť pozorovacích bodov pre meranie poklesov terénu na podrubaných územiach a v monitorovaných vodných útvaroch doplniť zisťovanie množstva a kvality splavenín pre komplexné dokumentovanie celkového množstva kontaminantov splavovaných z bankých lokalít. Špecifickým problémom je nebezpečenstvo náhlych prievalov banskej vody z opustených banských diel lokalizovaných nad osídlenými územiami alebo priamo v nich. Na ochranu týchto území je potrebné zistiť efektívny spôsob identifikácie rizikových objektov a informovať o nich orgány samosprávy. V podsystéme 05

boli dlhodobým monitorovaním zistené niektoré zákonitosti vplyvu geologického prostredia na objemovú aktivitu radónu. Podsystem 06 monitoruje skalné horninové masívy porušené svahovými deformáciami creepového charakteru v podloží významných historických objektov. Ich dôsledkom vznikajú statické poruchy objektov. V podsysteme 07 – Monitorovanie riečnych sedimentov bolo identifikované znečistenie tokov anorganickými látkami. V ďalšom procese monitorovania budú analyzované aj organické látky, čím sa podstatne zvýši hodnota monitoringu najmä z hľadiska Rámцovej smernice o vodách a z hľadiska hodnotenia antropogénneho vplyvu všeobecne. Monitorovanie objemovo nestálych zemín v podsysteme 08 je v súčasnosti pozastavené. Aktualizované informácie Strediska ČMS GF sú zverejňované na internetovej stránke <http://dionysos.gssr.sk/cmsgt/>.

P. LIŠČÁK a P. ONDREJKA: Okamžité sanačné opatrenia na havarijných zosuvoch 2011 – prípadové štúdie

V roku 2011 bolo oddelenie inžinierskej geológie ŠGÚDŠ poverené sekciou geológie a prírodných zdrojov MŽP riešiť inžinierskogeologický prieskum a na jeho základe realizovať okamžité sanačné opatrenia na medializovaných zosuvoch v Krupine a vo Vinohradoch nad Váhom. Každý z týchto zosuvov si vzhľadom na špecifické inžinierskogeologické pomery a na mechanizmus porušenia vyžadoval tomu zodpovedajúce okamžité protihavarijné opatrenia.

Krupina

V meste Krupina v lokalite Nad Ktľom došlo v roku 2010 – a najmä na prelome rokov 2010/2011 – k výraznej aktivizácii svahového pohybu, ktorý predstavoval priame i nepriame ohrozenie stavieb, majetku či života obyvateľov.

V rámci inžinierskogeologického prieskumu boli použité práce nasledovnej špecifikácie a rozsahu: vrtné a vzorkovacie práce (7 jadrových vrtov), geofyzikálne práce (odporové profilovanie s celkovou dĺžkou 750 m), meračské práce (zameranie inžinierskogeologických vrtov a profilov, ako aj ohrozených objektov), laboratórne práce (20 klasifikačných rozborov, 6 skúšok na stanovenie reziduálnych šmykových parametrov, 3 skúšky na stanovenie efektívnych šmykových parametrov, dve stanovenia agresivity podzemnej vody), práce geologickej služby (archívne práce, dokumentácia a vyhodnotenie prieskumných prác, mapovanie, zostrojenie inžinierskogeologickej účelovej mapy a profilov, výpočet stability).

Svahová deformácia tejto lokality pozostáva z potenciálneho zosuvného územia tiahnuceho sa vo svahu od alúvia Krupinice až po lom s miestnym názvom Baňa. Na tomto území došlo počas rokov 2010/2011 k niekoľkonásobnej aktivizácii zosuvu na hrane svahu, ale tiež k plazivým pohybom v celej študovanej oblasti. Najväčšie riziko pre dané územie predstavujú:

1 – aktívny zosuv vyvinutý v päte svahu (akumulačnej časti potenciálneho zosuvu), na rozhraní svahu a aluviálnej nivy Krupinice s výmerou 415 m²;

2 – plazivá svahová deformácia v odlúčenej a transportačnej oblasti potenciálneho zosuvu s výmerou 36 040 m².

Okamžité protihavarijné opatrenia boli vykonané v najkritickejšej zosuvnej časti. Pozostávali z 2 drenážno-stabilizačných rebier rozvetvených do strán a z prípravy odvedenia prípadných zachytených podzemných vôd do toku Krupinice. Realizácii rebier predchádzalo vyhlásenie dvoch prieskumných rýh až do podložných terasových štrkov, resp. do podložných vulkanoklastík, a teda pod úroveň šmykovej plochy, a zemné práce s celkovým objemom premiestnených/odvezených zemín 300 m³.

Vinohrady nad Váhom

Zájumové územie sa nachádza na pomerne strmom zalesnenom/krovinatom západnom svahu v intraviláne obce Vinohrady nad Váhom, v miestnej časti Kamenica. Havarijný zosuv, ktorý sa reaktivoval v máji 2011, bezprostredne postihuje rodinný dvojdom, s. č. 711 a 712, a miestnu komunikáciu, zároveň ohrozuje ďalšie parcely pod miestnou komunikáciou.

Z hľadiska geologickej stavby je modelové územie budované sedimentmi beladického súvrstvia (pliocén), ktoré sú pokryté kvartérnymi deluviálnymi a eolickými sedimentmi rôznych hrúbok.

V rámci inžinierskogeologického prieskumu sme realizovali 7 zvislých prieskumných vrtov do hĺbky 10 m zabudovaných na sledovanie hladiny podzemnej vody, štyri geofyzikálne ERT profily s celkovou dĺžkou 1 342 m, 24 klasifikačných rozborov, 4 skúšky na stanovenie reziduálnych a efektívnych šmykových parametrov a 1 skúšku stlačiteľnosti zemín v oedometri, meračské práce, režimové merania hladiny podzemnej vody vo vrtoch a výdatnosti odvodňovacieho vrtu, terénne a laboratórne chemické analýzy podzemnej vody v piatich vzorkách, inžinierskogeologické mapovanie, zostrojenie 2 inžinierskogeologických rezov v mierke 1 : 500, ktoré zároveň poskytli podklady na výpočty stability, a ďalšie práce geologickej služby.

Okamžité protihavarijné opatrenia v najkritickejšej zosuvnej časti zahŕňali:

- 6 drenážnych rýh realizovaných v súčinnosti s Ozbrojenými silami SR,
- kotvenú mikropilóťovú stenu podchyťujúcu základy rodinného dvojdomu,
- odvodňovací horizontálny vrt V-8.

Z inžinierskogeologického prieskumu vyplynulo, že hlavnou príčinou zosúvania boli výdatné a dlhotrvajúce zrážky z roku 2010. Vznik zosuvu bol podmienený priaznivými inžinierskogeologickými pomermi – svahmi budovanými deluviálnymi vysokoplastickými íľmi, existenciou starších zosuvných delúvií, strmou svahov a niektorými nevhodnými antropogénnymi zásahmi do geologického prostredia, ako je priťaženie hrany svahu a vsaky zachytených splaškových a zrážkových vôd do zosuvného geologického prostredia. Vo všeobecnosti sa dá konštatovať, že podzemná voda okolia zosuvu je negatívne antropogénne ovplyvnená. Ovplyvnenie môže byť spôsobené napr. vypúšťaním nečistých, príp. nedostatočne čistých komunálnych odpadových vôd, alebo inými antropogénnymi aktivitami (neadekvátne intenzívne hnojenie, atď.). Je nanajvýš žiaduce, aby bola v obci dobudovaná kanalizácia.

D. BALÍK, A. ŽILKA, P. ONDREJKA a P. LIŠČÁK: Inklinometrický monitoring na zosuvoch

Inklinometria patrí medzi základné metódy priameho kvantifikovania veľkosti pohybovej aktivity zosúvajúceho sa horninového masívu. Merania poskytujú dôležitú informáciu o hĺbke, veľkosti a smere deformácií na úrovni šmykových plôch.

Pri riešení úlohy Čiastkového monitorovacieho systému – geologickej faktory, v podsysteme 01 Zosuvy a iné svahové deformácie boli do roku 2010 vykonávané inklinometrické merania v 7 lokalitách. Merania boli v plnom rozsahu zabezpečené externými subdodávateľskými firmami. Rok 2010 však vstúpi do histórie slovenskej inžinierskej geológie ako „rok zosuvov“. V tomto roku pracovníci ŠGÚDŠ zaregistrovali na území východného Slovenska 551 svahových deformácií a k nim je možné priradiť ešte ďalších 26 svahových deformácií na území mesta Košice a Nižnej Myšle. V socio-ekonomicky najvýznamnejších lokalitách boli na prelome rokov 2010/2011 realizované inžinierskogeologické prieskumy, súčasťou ktorých boli aj vystrojené inklinometrické vrtv. Po dohode so sekciou GaPZ MŽP bola časť týchto inklinometrických vrtov prevzatá do podsystemu 01 a tým sa rozšíril počet lokalít monitorovaných metódou presnej inklinometrie o ďalších 16 a súbor vrtov z pôvodných 33 na 72. Táto skutočnosť bola impulzom myšlienky zakúpiť inklinometrickú sondu a zabezpečiť merania pracovníkmi ŠGÚDŠ. Na základe dohody medzi zástupcami Ministerstva životného prostredia SR, sekcie geológie a prírodných zdrojov a zástupcami Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra bola zakúpená vertikálna inklinometrická sonda typu NMG D od firmy GLÖTZL.

Po zaškolení pracovníkmi firmy Geoexperts, s. r. o., boli počas mesiacov november a december vykonané inklinometrické merania vo všetkých monitorovaných zosuvných lokalitách. V predloženom

príspevku sa autori snažia podať informáciu z terénneho merania a následného spracovania dát.

Meranie, ktoré bolo vykonané v týchto dňoch, potvrdilo zvýšenú aktivitu v prípade viacerých zosuvných území. Veľkosť deformácie inklinometrickej pažnice na viacerých šmykových plochách znemožnila kontinuálne pokračovanie v meraní. Príkladom je zosuv z roku 1960 v Handlovej, kde došlo vo viacerých prípadoch k porušeniu pažnice. Táto zvýšená pohybová aktivita súvisí s rokom 2010, mimoriadne bohatým na zrážky.

D. PORUBSKÁ a M. FENDEKOVÁ: Vyhodnotenie priebehu výdatnosti vybraných prameňov v povodí horného toku Tople

Povodie Tople patrí k tým oblastiam na Slovensku, pre ktoré sú charakteristické pomerne nepriaznivé hydrogeologické podmienky pre akumuláciu podzemnej vody. Preto je tu zásobovanie obyvateľstva pitnou vodou veľmi často realizované z málo výdatných lokálnych zdrojov, ktoré predstavujú hlavne pramene. Topľa pramení v pohorí Čergov. Územie je budované flyšovými súvrstviami vonkajších Západných Karpát. Geologická stavba územia podmieňuje pomerne hustú riečnu sieť povodia. Dĺžka údolia po profil Topľa-Bardejov je 32,9 km, pričom samotné povodie k tomuto profilu zaberá plochu 329,927 km² (Hydrologická ročenka, časť povrchové vody, 2008).

V práci bol vyhodnotený priebeh a trendy výdatnosti štyroch prameňov, a to: Vyšný Mirošov, V Podrožnom potoku, Rúrna a Pod Horbi za obdobie od 4. 11. 1998 do 26. 10. 2005.

Zachytený prameň V Podrožnom potoku zásobuje miestny vodovod v obci Lenartov. Prameň sa nachádza juhozápadne od obce Lenartov pri štátnej ceste smerom na obec Obručné. Využitelná výdatnosť prameňa bola stanovená na 1,8 – 2 l/s, pričom aj kvalita zachytenej vody je vyhovujúca (Grech a Tometz, 1991).

Severozápadne od obce Kurov, v údolí potoka Kurovec, sa nachádza 6 zachytených prameňov, medzi nimi aj hodnotený prameň Vyšný Mirošov. Tieto pramene sú zdrojom pitnej vody pre obec Kurov (Grech a Tometz, 1991). Ich výdatnosť značne kolíše, prameň Vyšný Mirošov má pomerne nízku výdatnosť s rozkyvom 0,62 l/s.

Prameň Pod Horbi, ktorý sa nachádza západne od obce Krivé, slúži ako zdroj pitnej vody pre spomínanú obec (Grech a Tometz, 1991). V minulosti to bol neupravený prameň so sústredeným výverom. Slúžil ako zdroj pitnej vody pre občanov pracujúcich v jeho okolí. Vytekajúca voda bola číra, osviežujúcej chuti a bez zápachu. Z hľadiska typu je to vrstvový prameň (Tartal, 1959).

Vodný zdroj Mihalov je tvorený jedným zachyteným prameňom s názvom Rúrna s výdatnosťou 0,5 – 1 l/s. Kvalita získanej vody spočiatku vyhovovala jej využitiu na pitie, neskôr tu však boli namerané zvýšené obsahy dusičnanov. Predstavuje hlavný zdroj zásobovacieho vodovodného systému v okrese Bardejov (Grech a Tometz, 1991).

Vyhodnotenie výdatnosti prameňov dokumentovalo relatívne nízku variabilitu, koeficient variácie sa pohyboval v hodnotách 0,34 až 0,44. Aj napriek tomu ich v zmysle klasifikácie stálosti prameňa (Kříž, 1983) zaraďujeme k variabilným prameňom. Vyhodnotenie priebehu týždenných výdatností prameňov pomocou trendovej analýzy za spoločné obdobie sledovania 4. 11. 1998 – 26. 10. 2005, na základe ktorého je možné ich vzájomné porovnanie, poukazuje na nárastový trend výdatnosti prameňov pri troch z nich – pri prameňoch Pod Horbi, Rúrna, V Podrožnom potoku. V prípade prameňa Vyšný Mirošov bol dokumentovaný výrazný poklesový trend hodnôt výdatnosti. Uvedené nárastové trendy pri prameňoch Pod Horbi a V Podrožnom potoku, ako aj poklesový trend výdatnosti prameňa Vyšný Mirošov sú štatisticky významné v zmysle Sachsa (1984). Jediné stúpajúci trend výdatnosti prameňa Rúrna nie je štatisticky významný. Štatisticky významný poklesový trend výdatnosti prameňa Vyšný Mirošov je indikátorom toho, že na zabezpečenie trvalo udržateľného zdroja pitnej vody pre obec Kurov je potrebné sa zamyslieť nad novým, doplnkovým zdrojom. Aj napriek štatistickej významnosti dokumentovaných trendov je však nutné konštatovať, že relatívne krátke hodnotené obdobie nie

je dostatočne reprezentatívne z pohľadu celkového trendu zmien výdatnosti hodnotených prameňov z dlhodobého hľadiska.

Podakovanie. Tento príspevok je výsledkom výskumu realizovaného v rámci projektu APVV-0335-06. Autorky dakujú Agentúre pre vedu a výskum Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky za finančnú podporu.

M. DUNČKO a L. PETRÝDESOVÁ: Rôzne spôsoby (metódy) hodnotenia zosuvného hazardu

V súčasnosti je už problematika hodnotenia zosuvného hazardu na pomerne vysokej odbornej a technickej úrovni rovnako vo svete, ako aj na Slovensku. Predkladanou problematikou sa zaoberá nielen pomerne veľké množstvo geovedných disciplín, ale aj poisťovne, spoločenské a miestne úrady. Hodnotenie zosuvného hazardu úzko súvisí s nástupom výpočtovej techniky, predovšetkým s vývojom špecializovaných softvérov (napr. Matlab, ArcGIS). Hodnotiť zosuvný hazard má význam v tých oblastiach, kde je predpoklad rozvoja regiónu z hľadiska environmentálneho, socio-ekonomického a technologického.

V súčasnosti existuje pomerne veľké množstvo metód, pomocou ktorých sa hodnotí zosuvný hazard. Najznámejšie a najpoužívanéjšie je delenie podľa autorov Aleottiho a Chowdhuryho (1999), ktoré vychádza z voľby dostupných vstupných parametrov/faktorov. Faktory môžu byť hodnotené pri rôznych metódach kvalitatívne a empiricky, napr. pri posudzovaní vplyvu faktora na stabilitu svahu na porovnaní, štatistickom spracovaní a zhodnotení vzťahov medzi relevantnými faktormi, vplyvujúcimi na stabilitu svahov (napr. geologická stavba, geomorfologické parametre, hydrogeologické pomery, aktuálne využitie krajiny a pod.). Bivariačná analýza je založená na porovnaní vždy dvoch vstupných parametrov, pričom jeden z nich je parameter konštantný, a multivariačná metóda je založená na kombinácii všetkých vstupných parametrov navzájom a súčasne. Na Slovensku sú to už pomerne známe a rozšírené metódy, pomocou ktorých boli hodnotené viaceré územia (Jurko, 2003; Paudiš, 2005; Bednarik, 2007).

Naopak, problematika kvalitatívneho hodnotenia zosuvného hazardu v prostredí GIS je na Slovensku pomerne nová a doteraz nie je známa žiadna komplexná práca zaoberajúca sa touto metódou hodnotenia. V zahraničí však zaznamenala v posledných rokoch výrazný progres. V prípade, keď nie je možné získať matematický model primeranej zložitosti na účely návrhu hodnotenia zosuvného hazardu, je potrebné použiť kvalitatívne formy modelov, ako napr. lingvistické modely, fuzzy modely, neuro-fuzzy modely. Hodnotenie zosuvného hazardu z kvalitatívneho hľadiska v prostredí GIS si vyžaduje pomerne vysokú presnosť vstupných parametrov, čo môže byť dosiahnuté jedine dostatočným množstvom kvalitatívnych dát získaných z predchádzajúcich prieskumov a výskumov v hodnotenom území. Do úvahy sú následne brané všetky faktory vplyvujúce na stabilitu zložiek geologického prostredia, ako napríklad: databáza režimových pozorovaní (úroveň hladiny podzemnej vody, efektívnosť drenážnych prvkov, prameňov a pod.), pôdno-mechanická dokumentácia (fyzikálno-mechanické vlastnosti zemín, šmykové a oedometrické skúšky) a geodetická dokumentácia.

Pri voľbe vhodnej metódy hodnotenia zosuvného hazardu je dôležité stanoviť príčiny potenciálnej nestability a vzniku svahových deformácií. Rovnako dôležitý je aj výber vstupných údajov, ktoré musia byť zvolené po starostlivom zvážení príčin nestability v minulosti a pravdepodobných príčin potenciálnej nestability v budúcnosti. Analýza vzájomného vzťahu príčina – dôsledok býva často náročná, keďže príčin vzniku, resp. aktivácie zosuvov je väčšinou viac.

Podakovanie. Príspevok vznikol za spolufinancovania grantov VEGA č. 1/0331/09 a č. 1/0910/11 a APVV-0330-10.

P. EKKERTOVÁ a V. GREIF: Využitie digitálnej fotogrametrie pri štruktúrnej analýze skalných svahov

Fotogrametria predstavuje súbor metód s dlhodobým vývojom, počas ktorého sa výrazne menil spôsob získavania a spracovania informácií zo snímok z klasickej analógovej na súčasnú digitálnu fotogrametriu, ktorej význam a využitie za posledné roky výrazne vzrástli. V súčasnosti sú v niektorých prípadoch alternatívou fotogrametrie zariadenia laserového skenovania, tie sú však finančne náročné a z toho dôvodu sme sa rozhodli vytvoriť metodický postup, ktorý by využil poznatky o pozemnej digitálnej fotogrametrii a kombinoval dva druhy softvéru – software na vytvorenie mračna 3D bodov z dvojíc fotografií, Photomodeler Scanner, a softvér určený na štruktúrnu analýzu horninových masívov, umožňujúci meranie orientácií diskontinuit z vytvoreného mračna 3D bodov v programe Split-Fx.

Na overenie metodického postupu v praxi boli vybrané lokality, a to skalný svah v záreze Devínskej cesty v Bratislave, skalný svah v areáli uzavretého kameňolomu Srdce v Devínskej Novej Vsi pri Bratislave a Románsky palác, ktorý je súčasťou Spišského hradu na východnom Slovensku. Metodický postup pozostával z prípravných prác, terénnych prác, spracovania digitálnych snímok a analýzy výsledkov. Úlohou terénnych prác bolo vytvorenie digitálnych snímok skalného svahu s použitím digitálneho fotoaparátu Canon EOS 5D Mark II; 21,1 MPix, s rôznymi parametrami snímania – ohnisková vzdialenosť (16 mm a 35 mm), vzdialenosť pozície fotoaparátu od skalného svahu, vzdialenosť medzi pozíciami fotoaparátu a pomer b/h, t. j. pomer medzi vzdialenosťou medzi dvomi pozíciami fotoaparátu (b) a vzdialenosťou pozície fotoaparátu od skalného svahu (h). Vybrané fotografie boli následne ďalej spracovávané v prostredí softvéru Photomodeler Scanner, kde bolo pomocou menenia parametrov – kroku vzorkovania a hĺbkového rozsahu – vytvorené mračno 3D bodov, následne exportované vo forme textového súboru do softvéru Split-Fx, ktorý umožnil manuálne vyznačenie plôch diskontinuit a automatické určenie a zakreslenie orientácií diskontinuit do Schmiddtovej ekvatoriálnej projekcie. Analýzou výsledkov boli zistené optimálne vzdialenosti pozície fotoaparátu od skalného svahu pre dané ohniskové vzdialenosti objektívu v závislosti od výšky skalného svahu a veľkosti kódových terčov na fotografiách. Analýza bola zameraná aj na vzťah pomeru b/h k ohniskovej vzdialenosti objektívu a faktory ovplyvňujúce veľkosť mračna bodov. Súčasťou analýzy bolo vytvorenie klasifikácie na hodnotenie mračna bodov na základe počtu bodov na 1 m² v jednotlivých mračnách bodov dvojíc fotografií.

Analýza výsledkov potvrdila všeobecné pravidlo, že s rastúcimi rozmermi skalného svahu sa zväčšuje použitá ohnisková vzdialenosť a vzdialenosť pozície fotoaparátu od skalného svahu. Pri použití objektívu s ohniskovou vzdialenosťou 16 mm boli preukázané najlepšie výsledky v lokalite Devínska cesta pri fotografovaní zo vzdialenosti cca 4,2 – 6,2 m od skalného svahu, pri výške skalného svahu cca 7,0 m. Pri použití objektívu s ohniskovou vzdialenosťou 35 mm boli najlepšie výsledky taktiež v lokalite Devínska cesta, pri vzdialenosti pozície fotografovania 12,0 – 14,0 m od skalného svahu. Hodnotenie mračna bodov bolo založené na zistení počtu bodov na 1 m² v mračnách bodov z jednotlivých dvojíc fotografií vytvorených objektívom 16 mm a 35 mm v lokalite Devínska cesta, v dvoch náhodne vybraných oblastiach s plochou 1 m², v programe Split-Fx. Z počtov bodov v oblastiach A a B bol vypočítaný priemer, ktorý reprezentuje priemerný počet bodov na 1 m², a bolo k nemu priradené hodnotenie podľa vytvorenej klasifikácie pre hodnotenie počtu bodov na 1 m².

Podakovanie. Táto práca vznikla s podporou Vedeckej grantovej agentúry MŠVVAŠ, grant VEGA 1/0331/09.

S. MILOVSKÁ, J. LUPTÁKOVÁ, A. BIRŇ a S. JELEŇ: Štúdium sekundárnych minerálov Fe a Mn v lokalite Ľubietová-Podlipa

Lokalita Ľubietová patrí k významným Cu a Fe rudným revírom na našom území. Mineralizáciu skúmalo viacero autorov. V minulosti bolo ložisko zaujímavé z ekonomického, v súčasnosti hlavne z mineralogického a environmentálneho hľadiska.

Cieľom tejto práce je detailné štúdium sekundárnych produktov procesov oxidácie na ložisku Podlipa, banské pole Reiner. Počas tejto etapy sme sa zamerali najmä na štúdium Fe a Mn oxidov a sekundárnych minerálov Cu použitím nasledovných metód: Rtg. práškovej difrakcia, SEM-EDS, WDS.

V haldovom materiáli ložiska Podlipa-Reiner sme zistili goethit niekoľkých generácií a morfológických typov. Bol identifikovaný ako súčasť masívnych oxyhydroxidov Fe („limonity“), ktoré sa bežne v lokalite vyskytujú. Tvorí typické obličkovité agregáty, kôry, povlaky a konkrécie s nerovným povrchom. Na ňom sa často objavujú jemné vláknité agregáty goethitu mladšej generácie s veľkosťou jednotlivých kryštálov pod 2 μm. Goethit sa často vyskytuje v asociácii s libethenitom a ostatnými sekundárnymi minerálmi Cu, najmä pseudomalachitom, niekedy aj v asociácii s hematitom (spekularitom). Goethit má typickú zonálnu štruktúru nárastových zón, ktoré korešpondujú so zmenou chemického zloženia v rámci jednotlivých zón. Obsah Fe v sledovaných vzorkách sa pohybuje od 30,43 hm. % do 52,43 hm. %. Ako prímiesi vystupujú Cu (do 6,89 hm. %), P (do 2,49 hm. %), Al (do 0,67 hm. %), v niektorých vzorkách Bi (do 5,70 hm. %), Mn (do 0,19 hm. %) a Si (do 1,06 hm. %). Zistili sme prítomnosť rýdzeho Bi a Ag v goethite. Bizmut tvorí jemné agreáty s kostrovitou štruktúrou, alebo sa vyskytuje vo forme rozptýlených zŕn medzi jednotlivými nárastovými vrstvami goethitu. Striebro sa vyskytuje v podobe izolovaných drobných zŕn (do 5 μm) v puklinkách, dutinkách, ale aj v mase goethitu a Cu sekundárnych minerálov. Štúdium záznamov z rtg. práškovej difrakcie poukazuje na pomerne dobre vyvinutú štruktúru goethitu haldového materiálu.

Pozorované Mn-oxidy tvoria najmladšiu generáciu Mn oxidickej mineralizácie. Tvorja veľmi jemnozrnné agregáty na povrchu dutín goethitu, sekundárnych minerálov Cu a na kremeni. Často sa vyskytujú v podobe tenkých lemov na styku pseudomalachitu a goethitu. Boli pozorované morfológicky a chemicky odlišné fázy. Ihlicovité až vláknité agregáty, tvorené jemnými kryštálmi s veľkosťou do 5 μm, s obsahom Mn (do 43,87 hm. %), Ba (do 8,60 hm. %) a Cu (do 7,25 hm. %), Fe (do 6,47 hm. %), Co (do 1,84 hm. %) a Ca, Ni, K, Al do 1 hm. %. Všetmerne usporiadané tenkotubulkovité kryštály s vejárovitou textúrou a veľkosťou do 5 μm, s obsahom Mn (do 28,02 hm. %), Cu (do 16,89 hm. %), Co (do 10,18 hm. %), Fe (do 4,99 hm. %) a Al, P, Ba, Ca, K do 1 hm. %. Jemné agregáty s pórovitou textúrou s premenlivým obsahom Mn a prímiesi. Zo štúdia záznamov rtg. práškovej difrakcie vyplýva prítomnosť niekoľkých minerálnych fáz Mn-oxidov vo vzorkách. V záznamoch sa prejavuje nízky stupeň usporiadania štruktúry jednotlivých fáz, ktorá je pravdepodobne spôsobená aj malou veľkosťou kryštálov (difrakčných domén). Výsledky doterajšieho štúdia poukazujú na prítomnosť romaněchitu, hollanditu a kryptomelánu. Na presnejšiu identifikáciu týchto minerálov budú potrebné ďalšie analytické metódy a použitie efektívnejších postupov pri separácii zmesných vzoriek. Systematicky zvýšený obsah ťažkých kovov v Mn-oxidoch na ložisku Podlipa-Reiner naznačuje, že fungujú ako prirodzené chemické bariéry ťažkých kovov.

Podakovanie. Tento príspevok vznikol vďaka podpore grantovej agentúry VEGA-2/0065/11, APVV-0663-10 a 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.

3. část – Part 3

**Geologická stavba a tektonometamorfny vývoj
Západných Karpát****Geological setting and tectonometamorphic evolution
of the Western Carpathians**

P. HRUBCOVÁ, M. BIELIK, P. SRODA, J. VOZÁR & Celebration 2000 and Sudetes 2003 Working Groups: **Refraction experiment in Central Europe: Tectonic interpretation on junction of European platform vs. Western Carpathians**

The results of significant, interregional geophysical projects in the Central Europe (SUDETES 2003, CELEBRATION 2000 and International Potential Field Group 2001) bring new motivations for reinterpretation of deep seated crustal picture as well as tectonics of subsurface structures in the Carpathian orogene and Central European Variscan belt junction within the European platform margin.

The western termination of the Western Carpathians and adjacent Bohemian Massif shows the contact of two units of different age and tectono-metamorphic development. In the east, the Western Carpathians represent an arc-shaped mountain range related to the Alpine compression during the Cretaceous to Tertiary. In the west, the Bohemian Massif represents the most prominent outcrop of the pre-Permian rocks deformed during Variscan orogeny.

The complex crustal-scale geological structure of the Variscan Bohemian Massif and the Western Carpathians, and especially their contact, were analysed employing the data of the CELEBRATION 2000 and SUDETES 2003 international seismic refraction experiments. The data were interpreted by 2-D trial-and-error forward modelling of *P* waves, additional constraints on the crustal structure were provided by gravity modelling. The seismic modelling revealed a complex structure not only within tectonic units, but also at their contacts, which may reflect, to some extent, structural variability related to tectonic events. The crustal thickness of the whole area varies from 23–39 km with the most pronounced Moho in the central part of the Bohemian Massif. The Moho in the Carpathians is relatively shallow and reaches a depth of 32–33 km. This relatively small thickness, compared to many other Tertiary orogens, e.g., the Alps, reflects a different tectonic evolution of the Carpathians. In contrast, in the Pannonian Basin the Moho rises up to a depth of 25 km, which corresponds to the Pannonian gravity high and the Pannonian lithospheric thinning as a result of updoming.

The most prominent lateral variations of the Moho depth are detected at the contact of the Western Carpathians with the Bohemian Massif. This area is unique, because at the western side of the Carpathians the Moho rises from 32 km to a depth of 26 km and steeply dips to the NW to a depth of 37 km. Considering the Pieniny Klippen Belt as a deep-seated boundary between the colliding Paleozoic lithospheric plate and the Alcapa microplate, the abrupt change of the crustal thickness can represent the continuation of this boundary to depth. The close lateral proximity between these two significant crustal features (the PKB and the abrupt Moho depth change) may suggest that the zone between them is an area of the contact of the European Platform plate and the Alcapa microplate.

The first regional analysis of the seismic interpretations shows that this phenomenon can be observed along the whole Carpathian arc. Especially, the seismic interpretation along the profiles CELEBRATION 2000 CEL04 and CEL12 confirms this suggestion. Based on the results from Romania (Hauser et al., 2007) we can see it also in the Vrancea seismic zone.

This phenomenon within the deep seated crustal structure and in the junction zone of the Carpathian orogen and the European platform reflect the horizontal movements in the subsurface structure (in the western part of the Carpathians it is a sinistral movement and in the eastern part it is mostly dextral movement) along the Peripieninic lineament, which are characterized by the complicated flower structures.

N. NOVOTNÁ, P. JEŘÁBEK, O. LEXA and M. RACEK: **New structural and petrological data from the Gemer-Vepor contact zone, Central West Carpathians**

The Gemer-Vepor contact zone is located at the boundary between Gemer and Vepor units. The basement of structurally lower Vepor Unit is dominated by Carboniferous granitoids while the upper Gemer Unit consists mainly of Lower Paleozoic volcano-sedimentary complexes. Both units are overlain by the Late Paleozoic to Mesozoic cover sequences. During the Alpine orogenic event of Cretaceous age, the Vepor Unit was first buried during the northward overthrusting of the Gemer Unit and later exhumed during the eastward lateral escape of the Gemer. Alpine metamorphic conditions reached generally amphibolite facies conditions in the Vepor and greenschist facies conditions in the Gemer. We brought some new data on tectono-metamorphic record within the rock complexes incorporated into the imbricated structure of the Gemer-Vepor contact zone. The Vepor basement schists were affected by Variscan and Alpine regional metamorphism of medium grade. The age of metamorphism was confirmed by the Sm/Nd garnet dating (355 ± 41 Ma – Variscan, 115 ± 24 Ma – Alpine). The Variscan metamorphic assemblage of garnet-biotite-plagioclase is mainly preserved closer to the contact with leucogranite which crosscuts Variscan metamorphic fabric. The schists and leucogranite are overprinted by the Alpine metamorphic assemblage of grossular rich garnet, biotite, albite, epidote and white mica. The Alpine deformation-metamorphic overprint is indicative of low strains in the vicinity of leucogranite while towards the south the Variscan schistosity is obliterated by the Alpine cleavage. The degree of metamorphism in the schists generally decreases towards SE where, however, the higher grade garnet bearing first Alpine fabric is overprinted by a lower grade muscovite-chlorite bearing second Alpine cleavage. The Permian cover metaarkoses and metaconglomerates are characterized by the presence of two Alpine deformation fabrics of different metamorphic grade that is mainly manifested by distinct quartz deformation microstructures. The presumably Carboniferous phyllites of the Ochtiná Group show polydeformation record characterized by relics of higher grade fabric, being nearly obliterated by the low grade muscovite-chlorite bearing cleavage. The two main metamorphic fabrics are subsequently folded and overprinted by steep discrete cleavage of very low grade developed mainly in the Ochtiná Group. Additional study of amphibolite and chloritoid schists from the Ochtiná Group confirmed polymetamorphic record. The PT estimates in amphibolite indicate ~ 500 – 580 °C and 3–8 kbar. In the chloritoid schists the PT estimates indicate ~ 420 – 460 °C and 6–10 kbar. The PT conditions obtained from chloritoid schists and amphibolites probably reflect two different metamorphic events. We interpret the chloritoid schists

to be a part of metasedimentary complex of the Ochtiná Group and their metamorphic record to be in association with development of first Alpine cleavage, whereas the amphibolites represent a part of the Gemer basement and their PT estimates reflect the Variscan regional metamorphism. The medium grade first Alpine cleavage within the studied lithological complexes of the Gemer-Vepor contact zone is interpreted to result from overthrusting of the Gemer Unit and burial of the Vepor Unit (Jefábek et al., 2008). The low grade second Alpine cleavage is associated with exhumation of the Vepor Unit along a detachment zone located at the Gemer-Vepor boundary (Janák et al., 2001). The last deformation is associated with sinistral transpressional deformation manifested mainly by formation of the Trans-Gemeric Shear Zone (Lexa et al., 2003).

Z. BUKOVSKÁ, P. JEŘÁBEK, O. LEXA, J. KONOPÁSEK and M. JANÁK: Structural characterization of Eastern part of the contact zone between the Gemer and Vepor units and its implications for evolution, West Carpathians

The Gemer Unit in the south and the Vepor Unit and Tatra Unit in the north represent major crustal segments of the Central West Carpathians incorporated into the Alpine thrust sheet. In this study we concentrate on detailed characterization of the Gemer-Vepor contact zone as it appears to play a major role in the evolution of the Central West Carpathians orogenic wedge. The study area is located in the northern part of Gemer-Vepor contact zone between Dobšiná and Štítník. Here the Vepor Unit is formed by intensely deformed orthogneisses, crystalline schists and Permian-Triassic quartzites. Our study has revealed that some schist complexes, previously considered as a Late Paleozoic cover, bear two-generations of garnet indicating its basement affinity (Korikovskij, 1990). These basement schists occur in the vicinity of the chlorite-chloritoid-kyanite schists near Hanková (Vrána, 1964; Lupták et al., 2000) thus arguing for a considerable structural complexity of the Gemer-Vepor contact zone. Detailed structural mapping in the studied area revealed structural record of three main deformation events. The first deformation phase D1 is associated with the development of metamorphic foliation S1. This fabric is generally subhorizontal to gently-dipping to the E and bears an E–W trending stretching lineation. The second deformation phase D2 is associated with the formation of S2 cleavage subparallel to S1. The obliquity of S1 and S2 is well defined in orthogneiss and quartzite, although in some cases the S1 fabric is mostly obliterated by S2. The S1 and S2 fabrics commonly form SC geometries, which however represent diachronous structures. The deformational phase D3 is associated with the development of open folds and crenulation cleavage with steep axial planes and E–W trending fold axes.

The two main fabrics S1 and S2 have been further examined by means of microstructural and microchemical analyses. The microstructural analysis of orthogneiss and quartzite indicates distinct quartz grain size and quartz c-axis pattern within S1 and S2 fabrics. Looking at the microchemical compositions, we can distinguish three white mica generations within the orthogneiss. The oldest grains of probable magmatic origin are of muscovite 1 composition. These grains are commonly overgrown by phengite, which is defining S1 fabric while S2 fabric is defined by muscovite 2. The difference in metamorphic grade of both fabrics can be as well seen in chlorite-chloritoid-kyanite schists. The peak assemblage is defined by the growth of chloritoid, kyanite and monazite in S1 fabric, that is later affected by chlorite-muscovite cleavage S2. The ICP-MS dating of monazite yields the average age of 97 ± 4 Ma whereas the previously published white mica Ar-Ar age of 77 Ma dates cooling of these rocks (Janák et al., 2001). Therefore we assume the formation of S1 fabric at 97 ± 4 Ma, and S2 cleavage at 77 Ma.

We conclude that the first deformation event was associated with burial of the Vepor Unit due to overthrusting by Gemer Unit at approximately 97 ± 4 Ma. The second deformational event at approx. 77 Ma was related to exhumation of the Vepor unit combined with eastward escape of the Gemer Unit. The third deformation phase

represents late stage transpressional deformation affecting both units (Lexa et al., 2003).

J. KRÁL, J. HÓK a J. IVANIČKA: Rb-Sr a $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ údaje z minerálov a diaforizovaných hornín seleckého bloku Považského Inovca

Náplňou práce bolo datovanie hornín a minerálov kryštalinika seleckého bloku dvoma nezávislými geochronometrami – Rb/Sr a $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$. Cieľom bolo zodpovedať otázku veku minerálnej asociácie v metamorfovaných horninách a zároveň zistiť, či a do akej miery horninový komplex registroval tektonometamorfnú alpínsku záťaž v dvoch rozdielnych radiačných systémoch. Celohorninové vzorky boli odobraté z diaforizovaných hornín, ktoré budujú hlavne hrebeňovú časť a západné svahy pohoria. Najrozšírenejším horninovým typom sú muskovitické až chloriticko-muskovitické svory s polohami svorových pararúl. Rb-Sr metódou bol analyzovaný separovaný akcesorický apatit, hrubozrnný muskovit, ktorý bol datovaný aj $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ metódou.

Podľa údajov Korikovského a Putiša (1986) masívna diaforéza pôvodných metamorfovaných hornín v Považskom Inovci sa prejavila muskovitizáciou, chloritizáciou, albitizáciou a sericitizáciou pôvodných hornín. Horniny sú považované za hercýnske (?) diafority a vek ich prvej, pôvodnej metamorfozy kládol Kamenický (1967) až do proterozoika. O príslušnosti tohto typu hornín k prekambriu uvažoval aj Putiš (1981). Diaforizované kryštalinikum sa nachádza v podobe obliakov/klastov v sedimentoch karbónu (Kamenický in Cambel et al., 1961), v permských sedimentoch (Putiš, 1980), ale aj v sedimentoch vrchnej kriedy (Hók et al., 2004). Diaforéza mala tri teplotné stupne rekryštalizácie pôvodnej minerálnej asociácie: vývoj muskovitických bridlíc (cca 500°C), muskovit-chloritických bridlíc a mylonitov (400 až 450°C), až na záver pri teplote rekryštalizácie $300 - 400^\circ\text{C}$ vznikli sericit-chloritické mylonity. Autori predpokladajú, že posledná minerálna asociácia mohla vzniknúť aj v čase alpínskej tektogenézy. Vývoj diaforizovaných hornín v študovanej oblasti je podľa citovaných autorov viazaný na silný prítok hlbinných fluid s hydrotermálnym charakterom retrográdnych reakcií. Rb-Sr analýzy celkových hornín (s veľkým rozptylom pomeru $^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$ medzi hodnotami 2 – 10) nevytvárajú na izochróne Rb-Sr grafe lineárnu závislosť, takže nemožno konštruovať celohorninovú izochrónu. Analýzy izotopového zloženia Sr v apatite majú tiež značnú variabilitu pomeru $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ medzi 0,718 – 0,737. Tieto hodnoty považujeme za iniciálne v čase izotopovej reekvilibrácie v celkovej hornine a rekryštalizovaných minerálnych fázach. Vekové údaje z deviatich Rb-Sr dvojbodových izochrón apatit-muskovit sú až na dve výnimky zhodné s údajmi získanými $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ analýzou muskovitov. Vzhľadom na odhadnutú teplotu diaforézy vekový údaj cca 310 Ma získaný dvoma nezávislými geochronometrami možno stotožniť s vekom diaforézy hornín v danej oblasti. Zdanlivé „veky“ celkových hornín (apatit – hornina dvojbodová izochróna 310 – 143 Ma) sú prejavom rozdielnej straty „obyčajného“ stroncia z kyslého plagioklasu spôsobenej chemickým zvetrávaním plagioklasu v alpínskom tektonometamorfnom cykle.

Práca vznikla s príspevom Projektu VEGA č. 1/0587/11 Tektonická interakcia kryštalinika a sedimentov obalu tatrica Západných Karpát.

O. PELECH: Geologická stavba „kryhy Patrovca“ v Považskom Inovci

Geologické mapovanie a biostratigrafický výskum v severo-východnej časti Považského Inovca v širšom okolí Patrovca mali za cieľ ozrejmiť vzájomné vzťahy a tektonickú príslušnosť mezo-zoických komplexov. Najstaršími výskumami boli považované za súčasť tatrica (Maheľ, 1950). Neskorší litostratigrafický výskum ich zaradovoval do plytkovodnej beckovskej jednotky tatrica (Kullmanová, 1980) alebo manínskej jednotky (Maheľ, 1986). Novšie mapové práce ich tektonicky začleňovali do hlbokovodnej (šipruňskej) tatrickej obalovej jednotky (Polák in Ivanička et al., 2006).

Výsledky výskumu preukázali, že reliktu mezozoických sekvencií patria tektonickým jednotkám fatrika a hronika. Medzi Patrovcom a Dubodielom sú zachované erózne reliktu deformovaného jursko-spodnokriedového komplexu beckovskej (plytkovodnej) jednotky fatrika (obr. 1), čo je v súlade s niektorými staršími interpretáciami (Kullmanová, 1980). V nadloží fatrika boli po prvýkrát v tejto oblasti pozorované zvyšky stredno- až vrchnotriasových hornín, ktorých mikrofaciálny charakter a asociácia foraminifer poukazujú na príslušnosť k hroniku. Tvoria ich tmavosivé zámostské vápence, sivé rohovcové reiflinské vápence, organodetrilitické wettersteinské vápence a dolomity (obr. 1). Pozorovaná sedimentárna sukcesia umožňuje zaradiť erózne zvyšky hronika západne od Patrovca a v Dubodieli do prechodnej (svahovej) sukcesie veterlínskeho typu. V nadloží príkrovových jednotiek ležia lokálne zachované sedimenty výplne Bánovskej kotliny, reprezentované hlavne egenburskými zlepcami a sarmatskými tufitmi vtáčnickej formácie.

Nečlenené kenozoické sedimenty		
Hronikum - beckovská jednotka	Kam	wettersteinské vápence, svetlosivé organodetrilitické váp. a dol.
	Ladin	Reiflinské vápence, sivé hľuznaté vápence s rohovcami
	Anis	Zámostské vápence, tmavosivé vápence
	Alb	? slieňovce
	Apt	
	Barém	Bohatské súvrstvie, tmavé organodetrilitické vápence
	Hoteriv	Sivé kalpionelové vápence s rohovcami, ružové kalpionelové vápence a nanokónové vápence s rohovcami
	Valangin	
	Berías	
	Titón	Červené hľuznaté vápence s červenými rohovcami
Fatrikum - jurská jednotka	Kimmeridž	
	Oxford	
	Str. jura	
	Sp. jura	Krínoidové a piesčité vápence s rohovcami
	Anis	Guttensteinské vápence, tmavosivé vápence
	Olenk	
	Indu	Lúžňanské súvrstvie, kremenné pieskovce
Infatrikum - selecká jednotka	Perm	Kryvosúdske súv., sivozelené arkózy a pestré bridlice
	S. paleoz.	Krystalinikum, svory

Obr. 1. Litostratigrafická schéma pozorovaných tektonických jednotiek.

Fig. 1. Lithostratigraphic scheme of observed tectonic units.

R. DEMKO¹ a M. OLŠAVSKÝ²: Záznam permského tektonického vývoja častí hronika v chemickom zložení bazaltov

Vývoj vrchného paleozoika v hroniku je typický prítomnosťou bazických vulkanických hornín, ktoré sú všeobecne známe ako melafýry. Ide o súbor efúziivných výlevov, ktoré sú lokálne previazané s pyroklastikami, alebo sú prítomné subvulkanické telesá doleritov. Bazalty v hroniku vystupujú na dvoch stratigrafických úrovniach. Bazalty v sedimentoch vrchného karbónu a v spodnom perme patria I. erupčnej fáze (Vozár, 1971). Bazalty vo vrchnom perme maluzinského súvrstvia patria do II. erupčnej fázy (Vozár, l. c.). Chemické zloženie bazaltov určuje kontinentálny vnútroplatinový charakter trapových vulkanických provincií. Nie sú teda riftové! Väčšinou ide o tholeiity, ale nie sú vylúčené ani vápenato-alkalické a alkalické variety. Napriek ich veľmi podobnému vzhľadu, kde dominuje mandľovcovo porfyrická textúra s hojne prítomnými plagioklasmí, je v rámci chemického zloženia identifikovaná systematická variabilita. Ide o distribúciu prvkov RE a HFS so špecifickou individualitou pre bazalty spodného a vrchného permu, ako aj pre výskyt v rámci jednotlivých pohorí, Nízke Tatry (NT), Malé Karpaty (MK) alebo Tribeč (Tr). Použité petrogenetické geochemické indexy, ako HFSE anomálie Nb/La_n, ΔZr, pomery La/Yb, La/Sm, Tb/Yb, sú systematicky špecifické. Hlavným petrogenetickým procesom určujúcim vývoj chemického zloženia REE-HFSE je plášťové tavenie subkontinentálneho litosférického

plášťa, ktoré je kontrolované stupňom extenzie. Takto generované primitívne taveniny boli následne modifikované v magmatických rezervoároch na úrovni spodnej kôry. Modifikujúci proces (MASH) zahŕňal asimiláciu, kryštalizáciu, kontinuálnu hybridizáciu a určoval konečný typický charakter permských bazaltov. V predloženej modeli je intenzita interakcie bazických tavenín s kôrou závislá od stupňa extenzie. Pri vysokej extenzii sa bazické magmy dostávajú na povrch skôr s nízkou chemickou modifikáciou, na rozdiel od nízkej extenzie, kde časový faktor a vyšší pomer kôra/hornina spôsobujú intenzívnejšie zmeny v distribúcii REE-HFSE. Na základe tohto dôležitého predpokladu pri interpretácii geochemie bazaltov možno systematickú chemickú variabilitu vyhodnotiť nasledovne: Bazalty I. erupčnej fázy NT reflektujú nízky stupeň extenzie v porovnaní s vrchnopermskými ekvivalentmi v NT, ktoré odzrkadľujú najvýraznejšiu extenziu z celého hronika na území Západných Karpát. Bazalty z MK sú odlišné a zodpovedajú nízkej extenzii v porovnaní s vrchnopermskými bazaltmi z NT. Spodnopermským bazaltom z Tr možno priradiť intermediálny extenzný režim medzi spodnopermskými bazaltmi NT a vrchnopermskými bazaltmi z NT. Predložená interpretácia geochemie permských bazických hornín hronika, založená na logickom teoretickom predpoklade, nie je akademický geochemický mýtus, ale súhlasí s litostratigrafickými koreláciami medzi jednotlivými výskytmi hronika. Nástup bazického vulkanizmu vo vrchnom perme hronika NT je predchádzaný vznikom kravanských vrstiev (vrchná časť II. megacyklu; Vozárová a Vozár, 1981) s hrúbkou do 300 m, ktorých ekvivalent v hroniku MK nie je vôbec vyvinutý (nižšia extenzia sedimentačnej panvy). V obidvoch pohoriach tesne pred nástupom bazického vulkanizmu sedimentujú hruboklastické piesčité zlepenice, vysové vrstvy (NT), klokočské vrstvy (MK). V nadložných sedimentoch bazaltov z NT nie je pozorovaný žiaden detrit z bazických efúzií, čo naznačuje rýchly pokles bazaltových polôh, ich prekrytie a zakonzervovanie proti erózii (vysoká extenzia). Situácia v MK je opäť odlišná, v nadložných sedimentoch možno pozorovať hojný detrit z bazaltových láv. Predložené výsledky dokladajú súvislosti tak vzdialených geologických metód, akými sú litostratigrafická korelácia a geochemia bazaltov. Demonštratívne ukazujú, že v zložení bazaltov sa skrýva oveľa viac dôležitých informácií, a preto si zasluhujú väčšiu pozornosť a autoritu v budúcich geologických výskumoch.

M. OLŠAVSKÝ a R. DEMKO: Ryolitový vulkanizmus v bazálnej časti hronika

Najstaršie členy hronika v okolí Bystrej na Horehroní sú pokračovaním plošne najrozšírenejšej vrchnopaleozoickej ipolitickej skupiny zo SV svahov Nízkych Tatier. Pri súčasnom podrobnom geologickom mapovaní sa podarilo identifikovať produkty acidného vulkanizmu. Stratigraficky ide o najvyššiu časť maluzinského súvrstvia s prechodom do spodnotriasového benkovského súvrstvia. V lokalite Stupka sa v nadloží bazaltických efúzií nachádza depozičná sekvencia štruktúrne nevytriedených zlepcov. Sekvencia s hrúbkou cca 200 m má v nadloží v normálnom stratigrafickom kontakte bazálne vrstvy benkovského súvrstvia. Výrazne v nej prevláda angulárny neopracovaný ryolitový detrit rozmanitého sfarbenia a textúry, ktoré zodpovedajú rôznym faciálnym typom. Ryolity zodpovedajú extruzívnym a efúziívnym faciám. Pyroklastické typy absentujú. Ďalšou zaujímavou detritickou zložkou sú hojné idiomorfne živce, ktoré ako typický nestabilný komponent nastolujú otázku, odkiaľ a z čoho sú derivované. V predbežnej interpretácii predpokladáme ich zdroj v kryštaloklastických tufoch, ktoré sú náchylné na zvetrávanie a dokážu do prostredia poskytnúť v krátkom okamihu veľký objem živcového detritu. Práve takéto pyroklastické faciie úzko asociujú s pozorovanými ryolitmi. Malý stupeň opracovania ryolitov a ich takmer monomiktý charakter naznačujú blízku prítomnosť ryolitovej vulkanickej provincie, laterálne v tesnom susedstve hronickej sedimentačnej panvy. Predložená predstava je odvodená od predpokladu, že v litologickom zázname hronika v perme absentuje záznam synsedimentárneho ryolitového vulkanizmu (Malé Karpaty, Nízke Tatry). O to prekvapujúcejšie je nález telesa ryolitov, vystupujúcich

na ľavej strane doliny Hnusno. Jeho hrúbka je okolo 50 m a tiahne sa v dĺžke 2,1 km v bezprostrednom nadloží bazaltických efúzií. Sú tu zastúpené afyrické, porfyrické (Bt + San + Qtz), miestami vezikulárne variety rozmanitého sfarbenia. V niekoľkých prípadoch sú pozorované červeno-biele páskované fluidálne typy, časté pri extrúzičných telesách. Veľmi pravdepodobne ide o peraluminiové vysokodraselné typy rovnako ako pri sedimentárnom detrite. Bez ohľadu na ich predpokladanú potenciálnu petrogenetickú príbuznosť, ktorá je predmetom ďalšieho výskumu, ide o špecifický vrchnopermský vývoj hrometického panvy. Nový nález „rozsiahleho“ ryolitového pruhu v doline Hnusno, ktorý je v blízkom kontakte s vrchnopermskými bazaltmi pri Bystrej, môže v prípade potvrdení „permskej“ geochronológie práve tento typ paleovulkanickej aktivity doložiť.

M. SENTPETERY: Geologická stavba oblasti medzi Belianskou a Vrátnou dolinou (Krivánska Fatra)

Predmetom výskumu bolo štúdium geologickej stavby oblasti medzi Belianskou a Vrátnou dolinou v Krivánskej Fatre. Na základe reambulácie geologickej mapy (Haško a Polák, 1978) možno v záujmovej oblasti definovať geologické štruktúry, ktoré zohrávajú významnú úlohu pri objasňovaní tektonického vývoja celého pohoria. Dominantným znakom geologickej stavby je prítomnosť spätných (juhovergentných) prešmykov a vrás, reorganizujúcich pôvodnú severovergentnú príkrovovú stavbu pohoria. Tieto štruktúry sú sprevádzané aj tvorbou veľkých vrás komprimovaných v smere V – Z. Kompresia smeru východ – západ je najlepšie pozorovateľná na bočných hrebeňoch východných svahov Kravarskeho (1 380 m n. m.). Svedčia o tom aj výskytu tektonických okien tatrika v dolinách Malá a Veľká Bránica. Spätné prešmyky, resp. násuny vyplývajúce z mapového obrazu, sú zaznamenané v triasovo-jurských litostratigrafických sledoch tektonickej jednotky tatrika v oblasti Belianskej doliny, doliny Malá Bránica a v oblasti na hrebeni Hole (1 466 m n. m.). Vrásové štruktúry sú prednostne vyvinuté v horninách vrchnojurského („kremítý fleckenmergel“, ždiarske súvrstvie) a spodnokriedového veku (mráznické a lučivníanske súvrstvie). Obzvlášť pekné odkryvy zaznamenávajúce juho-, ale aj severovergentné vrásové deformácie je možné pozorovať v oblasti záveru Vrátnej doliny a v doline Veľká Bránica v západnej časti Sokolieho. Na základe získaných poznatkov možno konštatovať len smery tektonického transportu horninových mäs, pravdepodobne v dvoch hlavných kompresných udalostiach. O časovej následnosti vzniku jednotlivých štruktúr sa dá uvažovať len pri zohľadnení vedomostí, ktoré sú k dispozícii zo štúdií širšieho okolia oblasti, konkrétne z Bradlového pásma či sedimentov centrálno-karpatskej paleogénnej panvy (napr. Marko et al., 2005; Pešková et al., 2009). Paleoalpínsky (vrchnokriedový) presun príkrovov centrálnych Západných Karpát je všeobecne známy a považovaný za severovergentný. Juhovergentné štruktúry sú preukázateľne datované do obdobia po paleogéne, presnejšie do spodného miocénu. Pravdepodobným mechanizmom ich vzniku je transpresia, resp. triklinická transpresia sprevádzajúca kolíziu rozhrania blokov centrálnych a vonkajších Západných Karpát. V tomto procese by mohli vzniknúť aj priame otvorené vrásky Krivánskej Fatry, s osami orientovanými generálne v smere S – J.

Podakovanie. Táto práca bola financovaná z projektu VEGA č. 1/0587/11.

D. PLAŠIENKA: Datovanie tektonických udalostí v pieninskom bradlovom pásme

Podľa generalizovaného tektonického scenára (Plašienka a Mikuš, 2010; Plašienka, 2011) zaznamenávajú jednotky pieninského bradlového pásma (PBP) ich postupný prenos z čela do tyla rastúceho frontálneho akrečného klinu Západných Karpát, čo bolo riadené „piggy-back“ štýlom nasúvania. Vo finálnej pozícii a v transpresnom režime bol potom vrásovo-násunový systém jednotiek PBP horizontálne skrútený a laterálne rozťahnutý, vertikálne predĺžený

a vnútorne sčasti dezintegrovaný (napr. Ratschbacher et al., 1993). Tieto záverečné deformačné štádiá prebehli pozdĺž subvertikálneho kôrového rozhrania medzi rigidným blokom centrálnych Západných Karpát (CZK) a južným okrajom severoeurópskej platne podsunutej pod akrečný komplex externých Západných Karpát (EZK; Plašienka et al., 2008). PBP zostalo fixované na toto oslabené kôrové rozhranie a v jeho komplikovanej stavbe sú tak skombinované prvky raného plytkého vrásovo-násunového pásma a neskorých transpresných pohybov.

V tomto príspevku sa pokúsime o datovanie najvýznamnejších tektonických udalostí v PBP, a to na základe interpretácie a korelácie výsledkov rôznych výskumných metód, ktoré boli získané jednak riešiteľským kolektívom projektu Tectogen, ako aj skompilované z publikovaných prác. Zahŕňajú geochronologické (GC), sedimentárno-stratigrafické (SS), diageneticko-metamorfné (DM) a štruktúrno-tektonické (ST) údaje a na ich základe sú definované nasledovné, sčasti sa prekrývajúce etapy pospodnokriedového tektonického vývoja PBP: (1) vrchný turón (ca 90 Ma) – umiestnenie frontálnych fatrických jednotiek do priestoru váhlickej a oravickej domény (SS, DM a ST údaje); (2) začiatok subdukcie váhlickeho oceánu pod orogénny klin CZK pred ca 88 – 87 Ma (koňak; SS, DM údaje); zároveň sa začali vyvíjať synorogénne nesené rastové panvy gosauského typu nad vonkajším okrajom vrchnej platne (88 – 45 Ma, koňak až spodný eocén; SS); (3) ukončenie subdukcie váhlika pred okolo 70 Ma (kampán/mástricht; SS, ST a GC) a šikmá kolízia západnej časti CZK s oravickým kontinentálnym fragmentom; (4) prvá násunová fáza v oravických jednotkách – pieninský príkrov prekryl jarmutskú panvu ponoreného czorsztynského chrbta v predpolí pred 70 – 65 Ma (mástricht; SS); (5) podsunutie oravického fundamentu pod CZK, odlepenie subpieninskej jednotky a jej presun cez synorogénnu pročskú panvu šarišskej jednotky pozdĺž vnútorného okraja magurského oceánu (paleocén – spodný eocén, 65 – 45 Ma; SS údaje); (6) subdukcia magurského oceánu približne od 50 do 30 Ma (eocén – oligocén), zároveň sukcesívne nasúvanie k predpoliu a kopenie odlúčených magurských jednotiek (GC, SS, DM, ST); (7) extenzný kolaps zhrubnutých tylových častí vyvíjajúceho sa akrečného klinu EZK, založenie centrálno-karpatskej paleogénnej panvy (CKPP) pred 45 – 40 Ma (stredný eocén; SS a ST); (8) ďalšie skrátenie, dextrálna transpresia a výzdvih PBP, počiatočný vývoj štruktúrneho vejára na rozhraní CZK/EZK, obyčajne s PBP v centre, 30 – 20 Ma (oligocén – spodný miocén); neskôr kompresná subsidencia východnej vetvy pribradlovej zóny CKPP – 20 až 15 Ma (spodný miocén; GC, SS, DM, ST); (9) rozsiahla CCW rotácia východnej časti megabloku ALCAPA (CZK + PBP + EZK) o hodnotu klesajúcu k severu od 80° do 50° (GC a ST paleomagnetické údaje); (10) spätné nasúvanie južne od severného a východného segmentu PBP s exhumáciou a výzdvihom Tatier pred 15 – 10 Ma (stredný miocén; GC, ST); (11) postupná rotácia napätového poľa na východ v dôsledku sťahovania subdukcie v EZK, sinistrálna transtenzia v západnej časti PBP, 17 – 5 Ma (stredný a vrchný miocén; ST); (12) výzdvih a erózia východnej pribradlovej časti CKPP, 12 – 5 Ma (vrchný miocén; GC, DB); (13) generálne extenzný napätový režim, 8 – 3 Ma (vrchný miocén až pliocén).

Vďaka za finančnú podporu výskumu patrí agentúram APVV (projekt 0465-06 Tectogen) a VEGA (projekt 1/0388/10).

L. ŠIMON, V. KOLLÁROVÁ, M. KOVÁČIKOVÁ a B. ŠIMONOVÁ: Charakter vulkanických asociácií uložených v Hornonitrianskej kotline a na severe pohoria Poľana

Geologické mapovanie bolo realizované v Hornonitrianskej kotline na kontakte s pohorím Vtáčnik a pohorím Žiar. Študované územie je lokalizované pri Prievdzi v jej severnej a severozápadnej oblasti. Vulkanické horniny boli mapované v okolí Suchej hory, Čausianskej hory a Necpalskej hory a z geologického hľadiska patria k vulkanitom Vtáčnika.

Počas mapovania sme opísali prevažne vulkanoklastické produkty andezitového vulkanizmu, ale v jednom prípade bolo opísané

teleso lávového prúdu pyroxenického andezitu. Vulkanoklastické produkty reprezentujú sukcesiu epiklastík, redeponovaných pyroklastík a autochtónnych pyroklastík. Zaujímavosťou je hojný výskyt produktov lahárových aglomerátov typu debris avalanche. Vulkanické produkty uložené v Hornonitrianskej kotline definujeme ako vulkanickú asociáciu Prievidza vtáčnickej formácie sarmatského veku. Vulkanická asociácia Prievidza vtáčnickej formácie je uložená na horninách sedimentárneho neogénu a paleogénu a je pokrytá reliktmi sedimentov pontu lelovského súvrstvia a kvartérom.

Terénne geologické mapovanie v roku 2011 sme robili aj na severných svahoch Polany, hlavne na časti listu 1 : 25 000 Lubietová 36-233, čo reprezentujú topografické listy 1 : 10 000 36-23-17, 36-23-18, 36-23-22, 36-23-23. Počas terénnych prác bol realizovaný detailný litofaciálny výskum a geologické profilovanie vulkanického komplexu Polany. Sever Polany je budovaný sarmatskou andezitovou formáciou Polana (Šimon, 2010). Formáciu budujú sukcesie lávových prúdov amfibol-pyroxenických andezitov a bazaltických andezitov, pyroklastických prúdov, pemzových veľkostí, autochtónnych pyroklastických prúdov vulkanskeho a plínijského typu, redeponovaných pyroklastík a epiklastických vulkanických hornín. Formácia Polana je v tektonickom kontakte s predterciérnym podložíom a ojedinele sú reliktmi vulkanoklastík uložené na horninách podložia. Redefinovali sme epiklastiká na sukcesie pyroklastík typu Merapi. Opisali sme tiež nové výskyty lávových prúdov a pyroklastík. V sukcesiach pyroklastík sme opisali okrem klasických fragmentov a blokov aj megabloky, v priemere s veľkosťou od 100 cm do 450 cm. Megabloky majú na povrchu črty fumarolového odplyňovania typu Merapi. Rozčlenili sme jeden lávový prúd na viac lávových prúdov. V lávových prúdoch sme zistili nový fenomén, a to diery v lávových telesách, ktoré môžu byť zvyškom po zdevastovaných paleostromoch alebo iných útvaroch. V podloží formácie Polana sú uložené ryodacitové relikt formácie Strelníky s fáciami redeponovaných pyroklastických brekcií a redeponovaných pemzových tufov plínijského typu. Na základe jedinečných litologicko-petrografických charakteristík sme na študovanom území definovali vulkanickú asociáciu Vepor formácie Polana (pomenovanie je podľa kóty Vepor 1 277 m, lokalizovanej v severnej časti Polany).

S. KRÁLIKOVÁ, P. ANDRIESSEN, M. KOVÁČ, J. MINÁR, J. HÓK, R. VOJTKO and J. KRÁL: **Thermotectonic evolution and stratigraphy of the Turčianska kotlina Basin constrained by apatite fission track data**

Apatite fission track (AFT) geochronology was applied to deduce the thermal evolution of the Tatric crystalline basement as well as the sedimentary infill of the Turčianska kotlina Basin (Turiec Basin). Presented AFT data were obtained from the Miocene to Pleistocene sediments of the Turiec Basin and from the Late Paleozoic basement rocks of the Malá Fatra and Veľká Fatra Mts. The AFT analysis of the sedimentary infill indicates a large variation in peak ages assign to different source areas. The sample from the greywackes and arkoses considered as the Budiš Member (Sarmatian/Pannonian) yields two peak ages at ~25 Ma and ~4.4 Ma. The sediments contain heterogeneous population of the apatite grains and refer to the younger age than the Budiš Member. The volcano-clastic material dated at the Sarmatian/Pannonian boundary (Konečný et al., 1983) is considered to be a part of the Jastrabá Formation. However, new AFT data point out its younger chronostratigraphic age with the peak age approximately ~6.3 Ma. AFT data from the granite pebbles of the Diviaky Formation show two peak ages at ~26.9 Ma and ~17.2 Ma and most probably indicate different source components. Whereas the peak age of ~26.9 Ma is closed to AFT cooling age of the Žiar and the Veľká Fatra Mts., the peak age of ~17.2 Ma is more typical for AFT cooling age of the Lúčanska Fatra Mts. The Martin Formation sediments contain mixed age population (~29.9 Ma and ~13.0 Ma) referring to cooling history of the Veľká Fatra Mts., for the older ages, and the Krivánska Fatra Mts. for the younger data. The sample of granite pebbles from the Pleistocene river terrace deposited on the

basement rocks of the Lúčanska Fatra Mts. has two peak ages at ~16.5 Ma and ~4.4 Ma. The AFT age of ~16.5 Ma provides information concerning to beginning of the basement exhumation. The peak age of ~4.4 Ma is important because it occurs in the Bystrička and Budiš members, showing young morphotectonic event of the Turiec Basin neighbourhood. The sample with the AFT central age of ~8.9 ± 0.7 Ma from the Krivánska Fatra Mts. crystalline basement refers to basement exhumation after this time. The sample collected from the crystalline basement of the Veľká Fatra Mts. (Kantorská dolina valley locality) yielded AFT peak ages at ~30.9 Ma and ~17.7 Ma. These data can be interpreted as the gradual process of exhumation, with two cooling periods. The AFT data with peak age of ~4.0 Ma suggest a process of exhumation of the source rocks which took place between the Pliocene and Pleistocene.

Acknowledgements. This work was financially supported by the Slovak Research and Development Agency APVV under contracts Nos. ESF–EC–0006–07, APVV LPP–0120–06 and APVV–0158–06 and the Slovak Grant Agency VEGA, grant No. 1/0587/11.

V. BEZÁK: Geologicko-náučná mapa Tatier

Pracovníci Štátneho geologického ústavu D. Štúra, Štátnych lesov TANAP-u a Panstwoweho Institutu Geologicznego pripravili v tomto roku do tlače Geologicko-náučnú mapu Tatier, ktorá má za cieľ prispieť stručnou a populárnou formou k poznaniu prírodných pomerov Tatier. Je to prierez informáciami, ktoré sú ináč skryté len v encyklopédiách a odborných publikáciách.

Územie zachytávané v mape sa zhruba zhoduje s hranicou TANAP-u. Geologicko-náučná mapa Tatier je tretou v edícii náučných máp vydaných Štátnym geologickým ústavom Dionýza Štúra. Predtým boli vydané takéto mapy pre Cerovú vrchovinu a Vihorlat. V budúcnosti by si ich zaslúžili aj ďalšie oblasti – hlavne prírodné rezervácie a chránené územia, akými sú napr. Slovenský raj, Slovenský kras, Polana a ďalšie.

Dielo je zložené z grafickej a textovej časti. Grafická obsahuje zjednodušenú geologickú mapu so značkovými turistickými chodníkmi a zaujímavosťami, ako sú napr. jaskyne, náučné chodníky, a číslami opisovaných lokalít. Na rube mapy sú abstrakty všetkých opisovaných tém v knižnom sprievodcovi. Asi 100-stranový Sprievodca ku geologicko-náučnej mape má dve časti: prvá časť obsahuje kapitoly o geologickej stavbe, geomorfológii Tatier, ďalej kapitoly o krasových javoch, vodstve, klimatických podmienkach, prírodných katastrofách, lesoch, faune, flóre a histórii. V druhej časti sú geologicko-geomorfologické opisy vybraných lokalít ilustrované fotografiami. Tieto informácie sú aj na samostatnom interaktívnom CD.

M. KOVÁČIK, J. BÓNA, L. GAZDAČKO, J. KOBULSKÝ, J. MAGLAY and M. KUČERA: **Geological map of the Nízke Beskydy Mts. – western part at a scale 1 : 50 000**

The regional geological map covers an area of 1,015 km² and presents the geology of the western part of the Nízke Beskydy Mts., located in the northeastern Slovakia. The map has been prepared on the basis of new basic geological maps at scale 1 : 25 000. New detailed geological mapping was accompanied with the extensive sedimentological, structural-geological, biostratigraphical, mineralogical and petrographic studies.

The main achievements: 1) exact facies classification of individual lithostratigraphic units; 2) detailed lithological, sedimentological and biostratigraphical characteristics of the facies; 3) definition of the new lower lithostratigraphic units (e.g. Mrázovce Beds of the Beloveža Fm.) or redefinition of the established lithostratigraphic units (Menilite Fm. redefined to Menilite Beds, being a part of Malcov Fm.); 4) new knowledge about the tectonics (thrust-and-fold structure of the Magura nappe, detailed classification of mesoscopic structures – folds, faults and joints, new data about the neotectonics).

The geological setting of the region is characterised by the presence of the Flysch Belt units (as a part of the Outer Western Carpathians), being covered by the Quaternary sediments in the erosive and discordant position. *Flysch Belt* consists of several rootless nappes displaced northward on Neogene molasse sediments of the Carpathian Foredeep. In investigated area it is represented by the Magura nappe and the Grybow Unit, which is a part of the Fore-Magura group of nappes. The lithological content of these units consists of the deep-sea, prevailing siliciclastic sediments of Late Cretaceous to Late Oligocene ages.

The *Magura (shear) nappe*, being a part of accretion prism of the Carpathian orogene, consists of several partial tectono-lithofacies overthrust units. From the north southward we distinguish outer Rača, inner Rača, Bystrica and Krynica units. The internal setting of these partial units is generally north-vergent. The south-vergent structures were observed mainly in the southern, resp. SW part of the Bystrica Unit. Tectonic setting of this unit by this way has a character of the structural fan. The partial units of the Magura nappe are built by the system of partial tectonic slices of general NW–SE to WNW–ESE directions, mutually divided by the overthrusts or reverse faults. Particular fold-slice structures demonstrate a distinctive tectonic style, being a reflection of lithological composition, which may not be constant in the whole course. During the displacement of the Magura nappe through the more external zones of the Flysch Belt, the “torn off fold slice” of the Grybow Unit was tectonically implemented – infolded – into the Inner Rača Unit (in its NW part), outcropping in the axis elevation of the Smilno tectonic window.

Quaternary sediments are genetically and typologically monotonous, have prevailing smaller thickness and cover nearly whole studied territory. The Middle Pleistocene accumulation is represented by the fluvial sediments in the terrace development (high and middle terraces). Upper Pleistocene accumulation is characterized by the presence of a larger number of genetic types of deposits (e.g. proluvial and fluvial sediments of lower alluvial fans and terraces, loess and its derivatives) and covers larger and more continuous areas. Late Glacial and Early Post-Glacial is mainly represented by the deluviums as well as their combinations with proluvial and fluvial sediments. These facies are accompanied by the eluvial weathered rocks and an enormous number of landslides. Holocene accumulation is mostly formed by fluvial and proluvial sediments, the smaller area is covered by fluvio-organic and chemogenic sediments (calcareous tufas). In the Holocene the processes of the slope modelation have continued, forming deluvial sediments, debris and landslides.

K. POŠTEKOVÁ: Pôvod jaskyne v ryolitovom lávovom prúde extrúziálneho telesa Kapitúlske bralá

Extrúziivny lávový dóm a s ním súvisiaci lávový prúd, budujúce geomorfologický celok Kapitúlske bralá v severozápadnej časti Štiavnických vrchov, sú produktmi ryolitového vulkanizmu z obdobia vrchného sarmatu až spodného panónu, ktoré označujeme ako jastrabská formácia. Zaradujeme ich k vulkanitom Žiarskej kotliny,

ktorých vznik je spätý s vulkanizmom na okrajových zlomoch kremnického grabenu. Ryolitová láva je typická veľmi vysokou viskozitou, podmieňujúcou okrem iného aj tvar a charakteristiku vulkanických telies – extrúziivných dômov a krátkych hrubých lávových prúdov (tzv. „coulees“), ktoré z nej vznikajú. Jednou z bežných štruktúrnych charakteristík týchto telies je prítomnosť bublín, resp. litofýz – dutín po uniknutom plyne. Tieto dutiny majú veľkosť zväčša v rozmedzí od niekoľkých milimetrov až po desiatky centimetrov a môžu mať pravidelný, takmer sférický tvar alebo môžu byť rôzne deformované. V opisovanom lávovom prúde bola zdokumentovaná jaskyňa, ktorá pravdepodobne predstavuje jednu z takýchto dutín, avšak s extrémnymi rozmermi – je dlhá 9,5 m a v najvyššom bode dosahuje výšku takmer sedem metrov, čím predstavuje unikát svojho druhu nielen na Slovensku. To, že ide o „megalitofýzu“, naznačujú najmä zdokumentované štruktúrne prvky – náznaky fluidality, ktorá sa pri okrajoch jaskyne stáča smerom nahor, či tenká ryolitová vrstvička obalujúca vnútro jaskyne ako omietka. Jaskyňa sa svojím slzovitým profilom diametrálne odlišuje od tvaru jaskýň rozsadlinového typu, ktoré vznikli tektonickou činnosťou. V spomínanom vulkanickom telese, len niekoľko desiatok metrov od jaskyne, boli zdokumentované rozsiahle zóny s hojným výskytom atypicky veľkých dutín po úniku/kondenzácii plynu (x 10 cm – 1,5 m), ktoré podporujú teóriu rovnakej genézy jaskyne. Abnormálne rozmery dutín i jaskyne možno vysvetliť tým, že po kontakte horúceho ryolitového lávového prúdu s vlhkým podložíom pravdepodobne došlo k produkcii veľkého množstva vodnej pary, ktorá sa naakumulovala v spodnej časti lávového telesa vo forme veľkých, parou vyplnených dutín a následne skondenzovala.

J. LITVA, J. HÓK and R. VOJTKO: Neotectonics inferred from the river terraces asymmetry and travertines (the Liptovský Ján area, case study)

The village Liptovský Ján is situated on the northern slopes of the Nízke Tatry Mts. A whole area is predominantly built up with the Hronicum sediments. There are several remarkable morphological/morphotectonic features. The Štiavnička river flows in N–S direction with perpendicular oriented tributaries. The river terraces of Štiavnička river, together with the travertine mound, are situated only on the left side of the riverbed. The valley profile is distinctively asymmetric with steep slopes on the right/east side and gentle to moderate slopes on the left/west side. Eastern slopes are affected by the slope movements. There is different rock sequences stratigraphy of the Hronicum Unit on the left/western and right/eastern side of the riverbed. This evidence points out to existence of two fault systems. The older faults are oriented in W–E direction and they are linked with perpendicular oriented tributaries. The younger fault is oriented in N–S direction, parallel with the Štiavnička valley. Age of tectonic activity is Upper Pleistocene to Holocene as is deduced from the age of river terraces and travertine. The stress field changed its orientation during the Quaternary, from N–S oriented tension during Pliocene – Lower Pleistocene to W–E tension orientation during Upper Pleistocene – Holocene.

4. časť – Part 4

Sedimentológia, biostratigrafia a paleontológia

Sedimentology, biostratigraphy and paleontology

O. LINTNEROVÁ, J. MICHALÍK, P. UHLÍK a Z. WEISSOVÁ:
**Paleoenvironmentálna interpretácia REE prvkov
 v rétskych sedimentoch tatrika**

Skúmaný profil Červený úplaz v tomanovských vrstvách dokumentuje rétske kontinentálne sedimenty (prachovce, pieskovce) v nadloží karpatského keuperu (Michalík et al., 1988). Kvantitatívnym vyhodnotením obsahu kaolinitu (30 – 46 % prachovce, 20 – 41 % pieskovce, 22 vzoriek) a illitu (+ I/S štruktúra: 6 až 41 %) sa potvrdila tvorba kaolínových kôr zvetrávania granitoidných hornín v humidnom a teplom podnebí počas rétu (Lintnerová et al., 2010, 2011). Geochemická interpretácia, najmä distribúcie REE a ďalších štruktúrne silno viazaných prvkov, bola urobená z 11 analýz vzoriek z profilu v návaznosti na petrografickú charakteristiku, výskum ílových minerálov, organickej hmoty a na publikované údaje (Michalík et al., 1988, 2010). Nevýrazné zmeny celkového chemizmu zodpovedajú najmä zmenám v množstve minerálnych fáz – kremeňa a vrstevnatým silikátom, čo sme overili z pomerov hlavných oxidov a ich korelácie s mikropvkami, ktoré dokumentujú ich zvetrávací pôvod a zrelosť pieskovcov súvrstvia. Študované horniny bez karbonátov a bez sulfidov ($S < 0,02\%$) majú relatívne nízky obsah organického uhlíka (TOC 0,1 – 1,5 %, lokálne 2,5 a 8,1 %), čo indikuje skôr občasnú akumuláciu a/alebo účinný rozklad organickej hmoty. Celkové zloženie ovplyvňuje vyšší obsah železa vo vrstvách v časti profilu, kde boli opísané aj ako Fe rudy (Michalík et al., 1988; Lintnerová et al., 2010) a v ktorých Fe je viazané najmä v siderite. Izotopové zloženie C v siderite ($\delta^{13}C_{sid} -12,01$ až $-16,44\%$ V-PDB) indikuje organogénny pôvod C a zloženie O ($\delta^{18}O_{sid} -6,7$ až $-7,0\%$ PDB) teploty vzniku zodpovedajúce diagenéze. Zvýšený obsah U (7 – 23 ppm) sa viaže na vzorky s vyšším TOC v spodnej časti profilu, čo poukazuje na mobilizáciu U v redukčnom prostredí, na rozdiel od Th, ktoré sa správa ako REE a iné pevne viazané prvky (Zr, Hf, Y a i.). Celkové obsahy REE sú vyššie (219 až 396 ppm) ako v Fe-polohách (110 – 134 ppm), čo môže byť dôsledok „zriedenia“ hornín sideritom ($\approx$ tretinu vzorky), resp. Fe/Fe oxidmi pôvodne prinášanými (najmä v suspenzii) riečnou vodou. Normalizovaním REE na chondrit získame krivky typické pre bridlice s hodnotami 100 LREE a 10 HREE a negatívnu Eu/Eu* anomáliou, čo je výsledok efektívneho miešania kontinentálnych zdrojov z granitoidov v dôsledku ich zvetrávania a re-sedimentácie (Murray et al., 1991; Honty et al., 2008). PAAS normalizácia dáť odhalila odlišnosť REE distribúcie v jednotlivých vzorkách: Fe polohy (3 vzorky) majú rastúci trend kriviek od LREE k HREE a pozitívnu Eu/Eu*_{PAAS} anomáliu (1,36 – 2,57) v porovnaní s ostatnými vzorkami, kde je klesajúci alebo vyrovnaný trend od LREE k HREE, bez Eu/Eu* (≈ 1). Rozdiel môžeme vzťahovať na zastúpenie minerálov ako nositeľov REE a na zmenu redox podmienok (pôvodne vyšší TOC, mobilizácia Eu vo viac redukčnom a viac karbonátovom prostredí). Hodnoty pomeru Zr/Hf (34 – 36) indikujú, že REE (ale aj Th a i.) sa viažu najmä v zirkóne (Zr 200 – 460 ppm), čo dokrešuje aj veľmi nízky obsah P_2O_5 . Detritický pôvod indikujú aj hodnoty (La/Yb)_{PAAS} v rozsahu 0,66 až 1,73 (Condie, 1991). Hoci závislosť medzi Al_2O_3 a REE (resp. La a Yb) nie je jasná, suma REE (najmä LREE) preukazuje spojitost s ílovými minerálmi, najmä závislosť s obsahom kaolinitu. Väčšie rozdiely v obsahoch LREE sa na hodnotách Ce/Ce*_{PAAS} v jednotlivých vzorkách neprejavili (Ce/Ce*_{PAAS} = 0,97 – 1,03). Napriek tomu, že súbor nie je štatisticky dostatočný, geochemické štúdium spresňuje interpretácie klimatického záznamu v tomanovských vrstvách vzhľadom na T-J hranicu a povedie k lepšiemu poznaniu paleogeografickej pozície a zdrojovej oblasti kaolínových kôr zvetrávania.

PodĎakovanie. Príspevok vznikol s podporou VEGA 2/0196/09 a VEGA 1/0219/10.

J. MICHALÍK, D. REHÁKOVÁ, O. LINTNEROVÁ and
 E. HALÁSOVÁ: **Complex stratigraphy of another key J/K
 boundary section (Strapková) in the Pieniny Klippen Belt
 (Western Carpathians, Slovakia)**

In the majority of the West Carpathian units, record of the Jurassic–Lower Cretaceous boundary is in hemipelagic limestone facies. The best J/K boundary section is situated in Brodno near Žilina in NW Slovakia, described in detail by Houša et al. (1996a, b), or by Michalík et al. (2009). During J/K workshop in Smolenice in April 2010, another good sections has been presented (Grabowski et al., 2010; Lukeneder et al., 2010), which appears to be a good candidates for additional study.

The Strapková section is exposed in a steep slope below the Mt. Vršatec near Pruské village in the Middle Váh valley. During last year, detailed sampling for sedimentology, microbiostratigraphy, geochemistry and magnetostratigraphy has been executed.

Older part of the Strapková sequence is represented in the Rosso Ammonitico (red nodular limestone) facies of the Czorsztyn Formation. It is overlain by maiolica facies of the Pieniny Limestone Formation. Thick well bedded limestone sequence bears indistinct signs of cyclicity and of sporadic submarine slumping. Beds with thin cherty laminae composed of radiolarian test concentrations indicate influence of occasional contourite currents.

The biostratigraphical study based on distribution of calpionellids allowed us to distinguish several calpionellid events – the onset, diversification, and extinction of chitinoideidellids (Middle Tithonian); the onset, the burst of diversification, and the extinction of crassicolarians (Late Tithonian); and the onset of the monospecific *Calpionella alpina* association close to the J/K boundary. The J/K boundary is put between the Crassicolaria- and Calpionella zones. This limit is defined by morphological change of *Calpionella alpina* tests.

Stable $\delta^{13}C$ isotope analyses (values ranging from 1.1 to 1.4 ‰ PDB) indicate stable carbon regime of the oceanic waters, typical of this time period (since Late Tithonian until Early Berriasian; see also the Brodno results, l. c.). The character of the $\delta^{13}C$ curve is in accordance with minimum content of residual organic carbon in high-percentage limestone and documents its good preservation.

The oxygen ($\delta^{18}O$) curve is more variable (from -1.5 to -2.5% PDB). Small changes which correlate with concentrations of radiolarian tests can indicate fluctuations in basinal current regime. Oxygen isotope ($\delta^{18}O$) negative excursion near the J/K boundary can indicate temperature and salinity changes similar to the Brodno section, where Late Tithonian cooling was followed by temperature increase during the very end of Tithonian and at the beginning of the Berriasian.

The quantitative analysis of calpionellid and calcareous dinocyst assemblages shows major variations in their abundance and composition in the section. The correlation of calcareous microplankton distribution and of C and O stable isotope analyses was used in the characterization of the J/K boundary interval, as well as in the reconstruction of paleoceanography of this time. Evaluation of rock magnetic properties, which can bring further refining of stratigraphic correlation, is in progress.

Acknowledgements. The research was sponsored by VEGA grants 0140 and 0196.

A. ČERNÁNSKÝ: Cordylid lizards from the Lower Miocene deposits of the Czech Republic

The fossil history of the family Cordylidae is very poorly known and this group was rare during the Neogene in Europe. This contribution deals with the first occurrence of this family at the Lower Miocene (MN 3a) locality of Merkur-North (the Czech Republic). Today, Cordylidae is the only lizard family restricted to Africa, and most species of the family occur in South Africa and adjacent countries. The new material of cordylid lizards from the Lower Miocene locality of Merkur-North is much older than previously described European Neogene specimens. The beginning of the Miocene was marked by the return of tropical climatic conditions and the collision of Eurasia with Africa. These events allowed migration of a new squamate fauna into Europe, including a new migration of squamate lineages which were extinct in Europe during the cooler and drier Oligocene, but which had survived in Africa. The cordylids and chamaeleonids are missing in slightly older localities such as Ulm (MN 2 zone) located in S–E Germany not far from the Czech boundary. We can therefore suggest that cordylids arrived by the transition between zones MN 2 and MN 3. This also corresponds to the migration of chameleons, the earliest appearance of which is also recognized in the same locality.

Acknowledgements. This work was supported by the Operational Programme Research and Development through the project: Centre of Excellence for Integrated Research of the Earth's Geosphere (ITMS: 26220120064), which is co-financed through the European Regional Development Fund.

S. OZDÍNOVÁ: Čelaď Discoasteraceae – vývoj a význam v biostratigrafii a paleoekológii

Čelaď Discoasteraceae patrí medzi vápnité nanofosílie.

Čelaď Discoasteraceae (diskoastery) prvýkrát opísal Tan Sin Hok v roku 1927. Popísal ich ako ružicovité až hviezdicovité útvary, zložené z jedného kryštálu aragonitu. V strede môžu mať gombík a pozdĺž ramien výbežky – hrebene. Pri pozorovaní mikroskopom vykazujú dvojmo, avšak pri skrížených nikoloch nevytvárajú žiadny svetelný obrazec. Ich veľkosť nepresahuje 35 µm (INA CD room).

Najstaršie diskoastery sa objavili v strednom paleocéne a boli kompaktné, mnoholúčové, robustné so širokými lúčmi a krátkym úsekom ich rozdelenia. Vo vrchnom eocéne sa začínajú objavovať diskoastery, ktoré majú menej lúčov, nie sú také robustné a ich lúče sú navzájom oddelené po celej dĺžke. Lúče bývajú často vyzdobené „ornamentmi“. V neogéne sa tvar diskoasterov zjednodušoval, lúče boli užšie, navzájom oddelené po celej línii a uhol medzi jednotlivými lúčmi sa zväčšoval. „Ornamenty“ na lúčoch boli stále menej výrazné, až zanikli.

Posledné pliocénne diskoastery sú zložené z tenkých, maximálne 6 lúčových foriem.

Spolu s redukciou tvaru sa redukovalo aj množstvo kalcitu v schránkach. Vplyv na zmenu tvaru diskoasterov má aj množstvo kalcitu, ktoré bolo možné použiť na tvorbu schránok. Keďže sa od paleocénu znížil obsah kalcitu v oceáne, v dôsledku toho sa znížil aj obsah kalcitu v schránkach diskoasterov (Perch-Nielsen, 1985). Najväčší rozvoj diskoasterov nastal v spodnom a strednom eocéne a v strednom miocéne (podľa Haq, 1971, in Perch-Nielsen, 1985).

Diskoastery sú dôležitými biostratigrafickými a paleoekologickými markermi.

Počas paleocénu a eocénu boli rovnomerne rozšírené, avšak počas oligocénu došlo k poklesu ich diversity. Keďže boli vyhodnotené ako teplomilné formy, ich pokles v oligocéne súvisí s výrazným ochladením, ktoré začalo na hranici eocén/oligocén. Z toho istého dôvodu možno vysvetliť ich slabý výskyt vo vyšších zemepisných šírkach počas neogénu. Biostratigrafický význam diskoasterov je dôležitý najmä v sedimentoch, ktoré vznikli v podmienkach pod hranicou CCD, v dôsledku čoho boli druhy nanofosílií rozpustené a zachovali sa diskoastery alebo lúče diskoasterov.

Na území Západných Karpát možno využiť biostratigrafický a paleoekologický význam diskoasterov, napríklad v profile a vrte Veľké Kršteňany, kde možno v paleocénnych sedimentoch nájsť najstaršie formy diskoasterov, ako je napr. *Discoaster multiradiatus*. Ďalej možno v tomto vrte pozorovať diskoastery vyvinuté v podmienkach PETM a zvýšeného množstva CaCO_3 v oceáne, ako je napr. *Discoaster araneus*.

Diskoastery ako *Discoaster barbadiensis*, *Discoaster saipanensis* a *Discoaster tani* – *nodifer*, ktoré sú typické pre eocén, boli nájdené napr. vo vrte Veľké Kršteňany a Kocúřany.

Hranicu eocén/oligocén možno charakterizovať okrem iného tiež ako posledný výskyt viacerých eocénnych diskoasterov a počas oligocénu sa vyskytovali ojedinele len diskoastery *Discoaster deflandrei* a *Discoaster tani*, napr. vo vrtoch Rapovce a Vlachs.

Rozvoj diskoasterov nastal znovu v miocéne a objavili sa druhy ako *Discoaster drugii*, *Discoaster variabilis*, *Discoaster musicus*, *Discoaster exilis*, ktoré možno nájsť v rôznych vrtoch z neogénnych paniev Západných Karpát. Biostratigraficky významným druhom, jedným z posledných diskoasterov nájdených v morských sedimentoch Západných Karpát, je druh *Discoaster kugleri*, nájdený napríklad vo vrte Zbudza (Zlinská a Halasová, 2007).

Práca bola financovaná z projektu VEGA 2/0140/09 a VEGA 2/0145/11.

V. ŠIMO, M. HYŽNÝ a D. STAREK: Fosílné stopy kôrovcov z vrchnomiocénnych sedimentov Panónskeho jazera

Štúdaná lokalita sa nachádza v tehelni pri obci Gbely, vo viedenskej panve v paleogeografickej oblasti Panónskeho jazera. Vrchnomiocénne bioturbované sekvencie jemnozrnných sedimentov obsahujú niekoľko foriem fosílnych stôp. Sekvencia s fosílnymi stopami vznikala v brakickom prostredí sublitórálu pod bazou bežného vlnenia, chráneného zálivu, prodelt (Starek et al., 2010).

Fosílné stopy sa zachovali v litifikovanej a nelitifikovanej forme. Spevnené fosílné stopy bolo možné sčasti vyseparovať a zistiť presnejšie morfológické údaje, ktoré boli využité na určenie pravdepodobných producentov fosílnych chodieb.

Opakuje sa, najčastejšie sa vyskytujúce tvary fosílnych stôp sú horizontálne a vertikálne sa vetviace formy chodieb v tvare Y, šikmé schodovité chodby, chodby v pravom uhle so sklonom 45°, nepravidelne špirálovité stopy a komory s lúčovito do všetkých strán vybiehajúcimi drobnými chodbami. Celkový pohľad na systém chodieb je zložitý, tvorený chodbami rôznych veľkostí v priečnom priereze od 1 mm do 65 mm. Na základe porovnania morfológie stôp a brakického prostredia (Dworschak, 2000) je pôvodca odhadnutý na čelaď Callianassidae. Nájdené fosílné stopy majú morfológické znaky, ktoré pripomínajú fosílné stopy kôrovcov *Thalassinoides* a *Maiakrichnus* (Verde a Martinez, 2004) a tiež súčasné chodby kôrovcov (Seike a Nara, 2008). Drobná spleť nepravidelne sa vlniacich chodieb, s priemerom do 2 mm, mohla byť tvorená drobnými organizmami, ktoré dodatočne využívali priestor a ekosystém chodieb kôrovcov.

Podakovanie. Výskum bol podporený grantmi APVV 0280-07, APVV 0109-07 a LPP 0107-07.

A. ZLINSKÁ: Biostratigrafia bádenských sedimentov vo vrte HGP-3 (Stupava) na základe foraminifer (viedenská panva)

Z vrtu HGP-3 situovaného JV od obce Stupava (obr. 1) bolo na mikrofauunu študovaných niekoľko vzoriek z hĺbok 6 – 189,3 m. Vzhľadom na charakter sedimentov posledné metráže vrtu boli na organické zvyšky chudobnejšie.

Celkovo bolo determinovaných 67 taxónov foraminifer, na základe ktorých môžeme študované metráže vrtu stratigraficky priradiť k bádenu. V rámci tohto stupňa tu odlišujeme dva podstupne:

1. vrchný bádén – kosov, prislúchajúci zóne planktonických foraminifer *Velapertina* a bentonických foraminifer *Uvigerina hispidocostata-Pavonitina* (Cicha et al., 1975). Podľa členenia Grilla (1941) je to bulimino-bolivínová zóna. Tento podstupeň je zastúpený vo vzorkách z hĺbky 6 – 13 m typickou foraminiferovou mikrofaunou hlbokovodnejších bulimín a bolivín (napr. *Bolivina dilatata maxima* C.-Z., *Bulimina elongata* Orb.). Kvantitatívnu prevahu má však planktonická zložka (*Globigerina tarchanensis* Subb. – Chutz., *Globigerina druryi* Akers, *Globigerina nepenthes* Todd, *Globoturborotalita decoraperta* (Takayanagi-Saito), *Globigerina praebulloides* Blow), ktorá smerom k podložíu ustupuje. Litologicky, podľa Vassa (2002), je to studienčanské súvrstvie.

2. stredný bádén – vielič, prislúchajúci zóne planktonických foraminifer *Globigerina druryi-Globigerina decoraperta* a bentonických foraminifer *Pseudotriplasia elongata-Uvigerina semiornata brunensis* (Cicha et al., 1975). Podľa členenia Grilla (1941) je to zóna *Spiroplectammina carinata*. Tento podstupeň je zastúpený od hĺbky 22,9 – 189,3 m. Planktonická zložka ustupuje na úkor bentosu, objavujú sa aglutinované formy charakterizujúce stredný bádén (*Spiroplectinella carinata* (Orb.), *Martinottiella communis* (Orb.), *Textularia laevigata* Orb., *Textularia gramen* Orb.) a vápnitý bentos, hlavne uvigeriny (*Uvigerina semiornata adolphina* von Daniels-Cicha, *Uvigerina semiornata brunensis* Karrer, *Uvigerina semiornata kusteri* von Daniels and Spiegler, *Uvigerina venusta venusta* Franzenau, *Uvigerina semiornata urnula* Orb.). V hĺbke 22,9 m sa objavuje typický strednobádenský druh *Uvigerina aculeata orbignyana* Czjz., ku ktorej sa v hĺbke 49,9 – 50 m pridáva ďalší druh *Uvigerina semiornata adolphina* von Daniels-Cicha, obmedzený na vielič. Litologicky, podľa Vassa (2002), ide o jakubovské súvrstvie, v hĺbke 141,0 – 197,0 m jeho okrajový člen – devínskonovoveské vrstvy.

Získané výsledky korešponujú s mikrofaunistickými analýzami neďalekého vrtu DNV-1 (Devínska Nová Ves), kde boli strednobádenské ostnaté uvigeriny zistené v hĺbke 13,4 m (Zlinská, 1992; rozpätie jakubovského súvrstvia je od 13,4 – 440,0 m),



Obr. 1. Lokalizácia vrtu HGP-3 (Stupava).

Fig. 1. Location of the borehole HGP-3 (Stupava).

a s tehelnou v Devínskej Novej Vsi (Čtyrská a Zlinská, 1993a; Čtyrská a Zlinská, 1993b; Zlinská a Čtyrská, 1993).

S. RYBÁR and M. HYŽNÝ: The Hauterivian/Barremian boundary at the Polomec hill near Lietavská Lúčka (Strážovské vrchy Mts., Western Carpathians) revised

The Polomec hill is located near Lietavská Lúčka village, S of the town of Žilina at the foot of the Strážovské vrchy Mts. In the quarry the Lower Cretaceous pelagic marly limestones of the Fatric Superunit (Zliechov Development) are exposed. The Hauterivian/Barremian boundary was expected to be determined at the very top of the significantly fossiliferous *Pseudothurmannia* beds of the Mrázica Formation (Borza et al., 1987). Thus, from the 1980s the studied locality was expected to yield a suitable place for an establishment of a regional stratotype section of the Hauterivian/Barremian boundary (Michalík, 1997; Michalík et al., 2007). With consideration of the previous studies (Adamíková et al., 1983; Borza et al., 1984; Vašíček et al., 1994; Vašíček, 1995; Vašíček and Michalík, 1995) a new section has been set up. The section is located on the 5th level of the Polomec hill quarry and obtained a reference number 555. The exposed sequence is up to 8.8 m high and is composed of marly limestones of the *Pseudothurmannia* Beds with predominantly drab-olive colour. The section is tectonically disturbed and inclines moderately to the north. Several minor faults are present and the presence of a prominent fault at a height of six meters of the section cannot be excluded. In the last three meters of the section deluvial sediments occur.

Stratigraphically important ammonite taxa (*Balearites balearis*, *Binelliceras binelli*, *Crioceratites krenkeli*, *Pseudothurmannia mortilleti*) collected using a bed-by-bed method allow the sequence to be correlated with a regional ammonite *Binelliceras binelli* Zone sensu Vašíček (1995). The section 555 begins with the *B. balearis* Zone and smoothly passes into "*Pseudothurmannia ohmi*" Zone sensu Reboulet et al. (2009). Additionally significant nannoplankton species have been determined in the clay crossbandings, namely *Litaphidites bollii* and *Assipetra terebrodentarius*. These taxa enable the layers of the sequence to be correlated with *L. bollii* nannoplankton Zone with NC sub-region 5B. Both approaches indicate the late Hauterivian age.

Unfortunately, due to the tectonically disturbed area and the presence of deluvial sediments the last three meters of the section are only of the composite nature and they rarely contain only monotonous stratigraphically unimportant barremitids. Moreover several subzonal taxa needed for determination of the onset of the Barremian stage are still missing. Therefore the Hauterivian/Barremian stratigraphic boundary at the Polomec hill as expected to be determined by Michalík et al. (2007) has not been identified yet.

Acknowledgements. We would like to thank to Dr. Eva Halášová (Dept. of Geol. and Pal., Comenius University) for determination of the nannoplankton samples. The work was funded by research grant APVV 0280-07.

Ján Pettko (1812 – 1890)

Prvý slovenský profesor geológie

First Slovak Professor of geology

Ján Pettko sa narodil 16. novembra 1812 v Hornej Drietome, zomrel 26. októbra 1890. Jeho dioritový pomník je na cintoríne na Kozej ulici v Bratislave.

Ján Pettko sa narodil v rodine sudcu Trenčianskej župy zemana Daniela Pettka a Kristíny Pettkovej-Hradskej. Študoval v Trenčíne, na lýceu v Bratislave, na Právnickej akadémii v Prešove a na Banskej a lesníckej akadémii v Banskej Štiavnici.

Ján Pettko bol dekrétom Dvorskej komory 15. septembra 1843 vymenovaný za vedúceho Katedry geológie, mineralógie a paleontológie na Banskej a lesníckej akadémii v Banskej Štiavnici. Roku 1847 sa Pettko stal banským radcom a napokon prvým riadnym profesorom geológie na tejto akadémii. Katedru geológie, mineralógie a paleontológie viedol celých 28 rokov.



Ján Pettko sa podieľal na spracovaní geologických máp z oblasti Malých Karpát, Banskej Štiavnice a Kremnice. Zistil a vymedzil kryhu numulitových vápencov pri Vyhniciach vystupujúcu spod vulkanických hornín, v ktorých odlíšil petrografické typy a ich príslušnosť k erupčným fázam. Pettko si prvý všimol výstup aplitu v Benedikovej štôlni pri Vyhniciach. Zaujímal sa o sedimentárnu výplň Žiarskej kotliny a opísal faunu z mladokenozoických limnokvarcitov a travertínov. Určoval triasové inchofosílie a jurské amonity z okolia Tureckej. Publikoval desiatky vedeckých prác a vychoval celý rad známych geológov. Slovenská geologická spoločnosť na znak úcty k Jánovi Pettkovi vyhlásila rok 2012 pri príležitosti 200. výročia jeho narodenia za Geologický rok Jána Pettka.

L. Šimon

Osobnosť prof. RNDr. Rudolfa Musila, DrSc.

Personality of prof. RNDr. Rudolf Musil, DrSc.

R. Musil sa narodil 25. mája 1926 v obci Lišeň pri Brne v Čechách. Základné vzdelanie získal v rokoch 1937 – 1945 v Brne. Je absolventom Prírodovedeckej fakulty Masarykovej univerzity v Brne (1945 – 1950) so špecializáciou na geológiu, paleontológiu, geografiu, botaniku a zoológiu.

Jeho vedecký rast prebiehal na viacerých univerzitách: RNDr. – Masarykova univerzita Brno (1952), CSc. – Karlova univerzita Praha (1968), Doc. – Univerzita J. E. Purkyně Brno (1966), DrSc. – Karlova univerzita Praha (1968), Prof. – Univerzita Komenského Bratislava (1980).

Prof. R. Musil je autorom viac ako 300 vedeckých článkov, 16 monografií a kníh, rovnako ako redaktorom 24 publikácií



z problematiky fosílnych stavovcov, predovšetkým pleistocénnych cicavcov, z problematiky taxonómie a morfometrických zmien jednotlivých taxónov a celej asociácie v závislosti na environmentálnych zmenách, kvartérnej geológie a stratigrafie, spraší, fluvialných a jaskynných sedimentov, speleológie, histórie vedy a muzeológie.

Počas 10. Predvianočného seminára Slovenskej geologickej spoločnosti 15. decembra 2011 bola prof. Musilovi udelená Pamätná medaila Dionýza Štúra (obr. 1 na str. 481).

P. Šefčík