



GEOLOGICKÉ PRÁCE

ISSN 0433-4795

SPRÁVY

137

GEOLOGICKÉ PRÁCE

ISSN 0433-4795

S P R Á V Y

Geologické práce, Správy je vedecký recenzovaný časopis, ktorý vydáva Štátny geologický ústav Dionýza Štúra od roku 1954. Úlohou časopisu je informovať odbornú verejnosť o najnovších poznatkoch z výskumov zo všetkých vedných disciplín geológie (regionálna geológia, tektonika, stratigrafia, paleontológia, petrológia, geochémia, hydrogeológia, inžinierska geológia, ložisková geológia, geofyzika, štruktúrna geológia a príbuzné odbory). Zverejňuje výsledky geologických výskumov Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra, ale aj iných geologických organizácií.

Predseda vydavateľskej rady – Chairman of Editorial Board

IGOR SLANINKA

igor.slankina@geology.sk

Vedecký redaktor – Scientific Editor

ONDREJ PELECH

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra

Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

ondrej.pelech@geology.sk

Redakčná rada – Editorial Board

KLEMENT FORDINÁL • JOZEF KORDÍK • JURAJ MAGLAY • PETER MALÍK

ALEXANDER NAGY • ROLAND NÁDASKAY • PETER ONDREJKA

IVANA PEŠKOVÁ • SAMUEL RYBÁR • FRANTIŠEK TEŤÁK

Redakcia – Editorial Staff

Vedúci oddelenia vydavateľstva a propagácie

Head of the Publishing house and Department of Promotion

LADISLAV MARTINSKÝ

ladislav.martinsky@geology.sk

Jazyková redaktorka – Lingual Editor

JANKA HRTUSOVÁ

Technická redaktorka – Production Editor

SLÁVKA ŽIDEKOVÁ

Bratislava marec 2022

Geologické práce, Správy vychádzajú dvakrát ročne. Vydavateľ a tlač: Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava, IČO 31 753 604. Dátum vydania čísla 25. 3. 2022.

On-line verzia časopisu je prístupná na stránke:

<https://www.geology.sk/geologicke-prace-spravy/>.

ISSN 0433-4795; ISSN (On-line) 2453-9767

ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA BRATISLAVA 2021



GEOLOGICKÉ PRÁCE

S P R Á V Y

137

Predkenozoické podložie východnej časti Podunajskej panvy

Pre-Cenozoic basement of the eastern part of the Danube Basin

JOZEF HÓK¹, MARTIN ŠUJAN², MIROSLAV KRÁL³, ONDREJ PELECH⁴ a FRANTIŠEK ŠÍPKA²

¹Katedra geológie a paleontológie Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava, e-mail: jozef.hok@uniba.sk

²EQUIS, spol. s r. o., Račianska 57, 831 02 Bratislava

³GEOTHERMEX, s. r. o., Bernolákova 5678/82A, 902 01 Pezinok

⁴Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava

© Autori 2021. Vydal ŠGÚDŠ. Licencia Creative Commons BY 4.0. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Abstrakt. Článok prezentuje tektonickú mapu predkenozoického podložia východnej časti Podunajskej panvy. Zahŕňa oblasť juhozápadného Slovenska približne od štátnej hranice s Maďarskom po 48° 30' severnej zemepisnej šírky a vo v.-z. smere medzi 18° 00' a 19° 00' východnej zemepisnej dĺžky. Na geologickej stavbe predkenozoického podložia oblasti sa podieľajú tektonické jednotky transdanubika a Vnútrotných Západných Karpát. Jednotky Vnútrotných Západných Karpát predstavujú tatricum, severné a južné veporicum, hronicum a vernárikum. Pre výskyt hronika v predkenozoickom podloží je charakteristické značné povrchové rozšírenie ipoltickej skupiny. Prítomnosť vernárika naznačuje pokračovanie komplexnej geologickej štruktúry hronskeho synklinória do skúmanej oblasti. Najstaršie zlomy (oligocén – spodný miocén) sú vo východnej časti regiónu orientované v smere SZ – JV, no hlavná fáza tektonického vývoja panvy (stredný miocén – pliocén) je spojená so zlomami orientovanými v smere SV – JZ. V súčasnom napätovom poli sú aktívne sz.-jv. zlomy. Hurbanovský zlom má v tektonickom rámci východu podunajskej panvy špecifickú pozíciu, pretože oddeľuje jednotky Západných Karpát a transdanubika. Článok podáva základné informácie o rozšírení tektonických jednotiek v predkenozoickom podloží. Môže slúžiť pri rozhodovaní a navrhovaní zariadení na využívanie zdrojov pitnej alebo geotermálnej vody.

Kľúčové slová: Západné Karpaty, Panónska panva, tektonické jednotky, zlomy

Abstract. The contribution presents a tectonic map of the pre-Cenozoic basement of the eastern part of the Danube Basin. The territory covers the area of Slovakia from the state border with Hungary to N 48° 30' latitude and between E 18° 00' – E 19° 00' longitude. The tectonic units of the Transdanubicum and the units of the Internal Western Carpathians participate in the geological structure of the pre-Cenozoic basement. The Internal Western Carpathian units are represented by the Tatricum, Northern and Southern Veporicum, Hronicum and Vernáricum. Occurrence of the Hronicum is significantly specific by the large extent of the Ipolitica Group in pre-Cenozoic basement. The presence of the Vernáricum indicates the continuation of the complex geological structure characterized by the tectonic imbrications of the northern Veporic, Fatic, Hronic and Vernaric rock sequences from the area of the Hron synclinory. The oldest faults (Oligocene – Early Miocene) are oriented in the NW – SE direction in the eastern part of the Danube Basin. However, the main tectonic activity (Middle Miocene – Pliocene) is associated with faults in the NE – SW direction. In the recent stress field, faults of the NW – SE direction are active. The Hurbanovo Fault has a specific position in tectonics of the eastern part of the Danube Basin because separates the Western Carpathians and Transdanubicum tectonic

units. The paper provides essential information about the distribution of tectonic units in pre-Cenozoic basement. It can serve as a decision-making platform for designing facilities for drinking water or geothermal resources exploitation.

Key words: Western Carpathians, Panonian Basin, tectonic units, faults

Úvod

Príspevok prezentuje tektonickú mapu predkenozoického podložia východnej časti Podunajskej panvy (*sensu* Vass et al., 1988). Územie zahŕňa plochu od štátnej hranice s Maďarskom po 48° 30' severnej zemepisnej dĺžky a medzi 18° 00' – 19° 00' východnej zemepisnej dĺžky (obr. 1 a 2). V zmysle regionálneho geologického členenia (Vass et al., 1988) sem patria komjatická priehlbina, železovská priehlbina, turovsko-levická hrast', východná časť gabčíkovskej panvy, podstatná časť pohoria Tribeč a západná časť štiavnického stratovulkánu so sklenoteplickým ostrovom.

Tektonický charakter predkenozoického podložia východného okraja Podunajskej panvy, často spoločne s distribúciou hrúbky miocénnych sedimentov, bol v minulosti objektom prác viacerých autorov (Gaža a Beinhauerová, 1976, 1977; Gaža et al., 1985; Zbořil et al., 1984, 1987; Hók et al., 1999). Zásadné výsledky štúdia morfológie podložia štiavnického stratovulkánu priniesli štúdie Karolusa et al. (1978) a Konečného et al. (2003).

Problematika predkenozoického podložia východnej časti Podunajskej panvy bola spracovaná aj ako súčasť rozsiahlejších prác o predkenozoickom podloží Vnútrotných Západných Karpát (Fusán et al., 1971, 1979, 1987), hrúbke kenozoických sedimentov, resp. povrchu predkenozoického podložia v oblasti alpsko-karpatsko-panónskej oblasti (Kilényi a Šefara, 1989) alebo tektonickej príslušnosti horninových komplexov v podloží kenozoických sedimentov v rámci cezhraničného projektu DANREG (Matura et al., 2000). Najnovšie publikovaná predstava o tektonickej príslušnosti predkenozoického podložia Podunajskej panvy (Kováčik, 2018) je interpretovaná bez akejkoľvek diskusnej konfrontácie s dosiaľ argumentačne podopretými

zisteniami, pritom je však sama na úrovni poznania geologickej stavby spred niekoľkých desaťročí. Problematiku tektonickej a sedimentárnej evolúcie kenozoickej výplne Podunajskej panvy komplexne spracovali Šujan et al. (2021).

Povrchová geologická stavba východnej časti Podunajskej nížiny je zobrazená na geologických mapách v mierke 1 : 50 000 a v príslušných vysvetlivkách (Ivanička et al., 1998a, b; Konečný et al., 1998a, b; Nagy et al., 1998a, b; *Geologická mapa Slovenska 1 : 50 000*, 2013).

Výsledky geofyzikálneho výskumu, ktorý sa zaoberal aj hodnotením tektonickej príslušnosti horninových komplexov predkenozoického podložia na severovýchodnom okraji skúmanej oblasti, sú v práci Zbořila et al. (1987). Na juhu sú to práce Gažu a Beinhauerovej (1976, 1977) a Gažu et al. (1985), ktoré sa podstatnejšou mierou opierajú o výsledky vrtných prác. Seizmický výskum v danej oblasti bol zameraný predovšetkým na kvalitu a kvantitu neogénnej výplne a nepriniesol zásadné výsledky v otázkach litotektonického charakteru predkenozoického podložia. Geofyzikálne údaje, ktoré priniesli nové výsledky o danej oblasti, sú seizmické profily (Šujan et al., 2013) a mapa Bouguerových anomálií územia Slovenska s vysokým rozlíšením (Pašteka et al., 2017).

Základným materiálom na zostavenie mapy predkenozoického podložia boli informácie z vrtných prác (tab. 1).

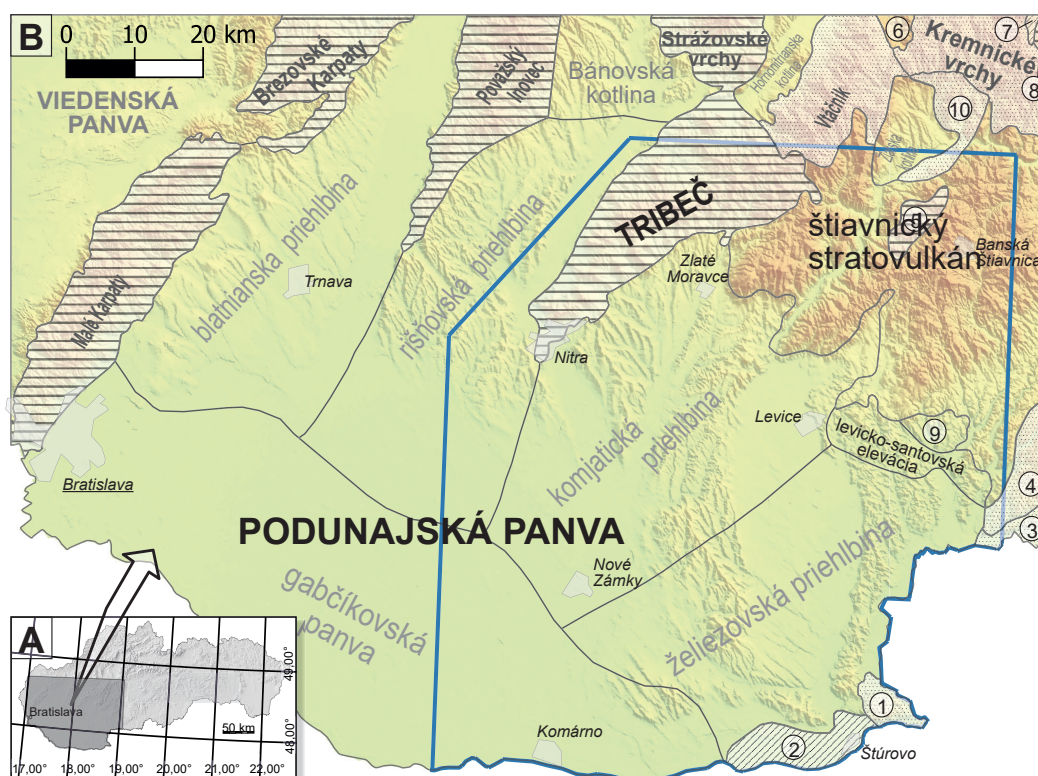
Dosiaľ najucelenejším a najrozsiahlejším zdrojom spomenutých informácií sú práce Bielej (1978a, b). Informácie boli doplnené o novšie údaje zo série vrtov Bardoňovo (Král et al., 2013) a vrtu HGŽ-3 Želiezovce (Bondarenková et al., 1990; Matura et al., 2000; Fordinál et al., 2002; tab. 1).

V príspevku je prezentovaná informácia o rozmiestnení tektonických jednotiek v podloží východnej časti Podunajskej panvy. Môže slúžiť ako podklad pri rozhodovaní v procese projektovania objektov na získavanie podzemnej vody alebo geotermálnej energie.

Povrchové výskyty predkenozoického podložia

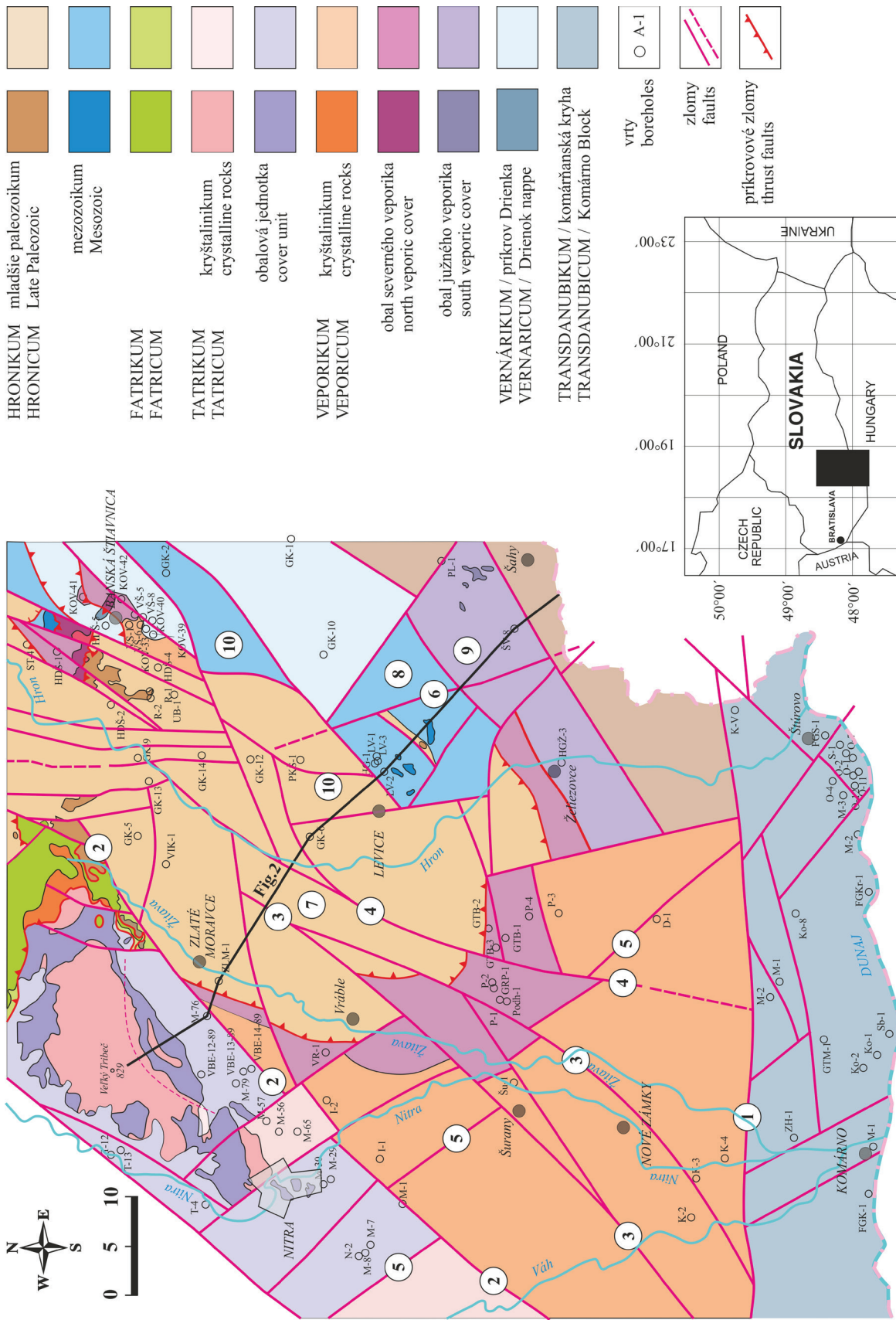
Nevyhnutným predpokladom pri interpretácii geologickej stavby v zakrytých oblastiach je poznanie povrchovej geologickej stavby a jej extrapolácia do podložia pokryvných útvarov kontrolovaná údajmi z existujúcich vrtných prác. Na geologickej stavbe východnej časti Podunajskej panvy sa podieľajú tektonické jednotky tatrika, severného a južného veporika, fatrika, hronika a silicika (príkrov Drienka, resp. vernárikum *sensu* Hók et al., 2004).

Tatrikum ako štruktúrne najspodnejšia jednotka vystupuje v pohorí Tribeč (obr. 2). Geologická stavba pohoria je v jeho jednotlivých častiach odlišná (Ivanička et al., 1998a, b). Juhozápadný okraj (zoborskú časť) budujú sedimenty obalovej jednotky (trias – krieda) a v menšej miere granitoidy (devón – karbón; Broska et al., 2013) tektonickej



Obr. 1. Poloha skúmaného územia v rámci Podunajskej panvy a pomenovanie jednotlivých geologických celkov (podľa Vassa et al., 1988, upravené): 1 – neovulkanity Burdy; 2 – štúrovský paleogén; 3 – Ipeľská kotlina; 4 – vulkanity Krupinskej planiny; 5 – skleno-teplický ostrov; 6 – Hornonitrianska kotlina; 7 – paleogén Horehronského podolia; 8 – Starohorské vrchy; 9 – želiezovská priehlbina; 10 – vulkanity Žiarskej kotliny.

Fig. 1. Location of the studied area within the Danube Basin and terminology of individual regional geological units (according to Vass et al., 1988, modified): 1 – Neovolcanites of Burda; 2 – Štúrovo Paleogene; 3 – Ipeľská kotlina Basin; 4 – Neovolcanites of Krupinská planina; 5 – Sklené Teplice Horst; 6 – Hornonitrianska kotlina Basin; 7 – Horehronské podolie Paleogene; 8 – Starohorské vrchy Mts.; 9 – Želiezovce Depression; 10 – Neovolcanites of Žiarska kotlina Basin.



Obr. 2. Tektonická mapa predkenozoického podložia východnej časti Podunajskej panvy: 1 – hurbanovský zlom; 2 – mojmirovský zlom; 3 – šurianske zlomy; 4 – levický zlom; 5 – transversálny zlom Podunajskej panvy; 6 – santovský zlom; 7 – pozbiarska elevácia; 8 – levice-santovská elevácia; 9 – turovská elevácia; 10 – bátovska depresia. Informácie o vrtoch sú zosumarizované v tab. 1.

Fig. 2. Tectonic map of the pre-Cenozoic basement of the eastern part of the Danube Basin: 1 – Hurbanovo fault; 2 – Mojmirovce fault; 3 – Šurany faults; 4 – Levice fault; 5 – Transversal fault of the Danube Basin; 6 – Santovka fault; 7 – Pozba elevation; 8 – Levice-Santovka elevation; 9 – Turovce elevation; 10 – Bátovce depression. The borehole information are summarized in the Tab. 1.

jednotky tatrika, ktoré sú vzájomne tektonicky imbrickované do viacerých čiastkových štruktúr (Hók et al., 1994).

Stredný segment pohoria (tribečská časť) obsahuje hlavne granitoidy a v podružnej miere mezozoické sedimenty tatrika, spoločne postihnuté viacerými fázami tektonického prepracovania (Lénárt a Hók, 2013; Broska a Petrík, 2015; Hók et al., 2016). Dôležitým tektonickým fenoménom na juhovýchodnom okraji tribečskej časti je exhumácia granitoidného jadra spojená s regionálnou exenziou počas staršieho miocénu (Hók a Ivanička, 1996). Vek exhumácie a s ňou spojené odstrešovanie horninových komplexov tektonických jednotiek tatrika/severného veporika a hronika je možné rekonštruovať aj na základe termochronologických údajov získaných zo stôp po štiepení uránu v zirkóne (ZFT) a apatite (AFT). Z údajov získaných metódou ZFT z granitoidného jadra tribečskej časti sa zistil vek $56,2 \pm 2,3 - 57,8 \pm 3,7$ mil. r. Údaje pomocou metódy AFT sa pohybujú v rozmedzí $31,2 \pm 3,3 - 33,7 \pm 3,5$ mil. r. (Králiková et al., 2016). Z uvedených údajov je dobre sledovateľný trend postupnej exhumácie granitoidov od obdobia mladšieho paleocénu až do oligocénu. Na tektonickú aktivitu v danom časovom období poukazuje aj údaj o veku vzniku pseudotachylitov $49,75 \pm 1,3$ mil. r. identifikovaných v prostredí granitoidných hornín (Kohút a Sherlock, 2016). Kenozoická tektonická evolúcia juhovýchodného okraja tribečskej časti má význam aj pri interpretácii štruktúrneho charakteru podložja neogénu (Hók et al., 1999).

Severovýchodná časť pohoria (rázdielska časť) predstavuje tektonicky najkomplikovanejšiu oblasť. Na geologickej stavbe sa podieľajú tektonické jednotky tatrika, (?severného veporika), fatrika a hronika. Mezozoické sedimenty tatrika sú presunuté na horninové komplexy tatrika aj so svojím kryštalinickým podloží (ekvivalent jednotky Veľkého boku) a ipoltická skupina hronika je tektonicky imbrickovaná minimálne do dvoch čiastkových štruktúr (Hók et al., 1994, 1998; Ivanička et al., 1998a, b).

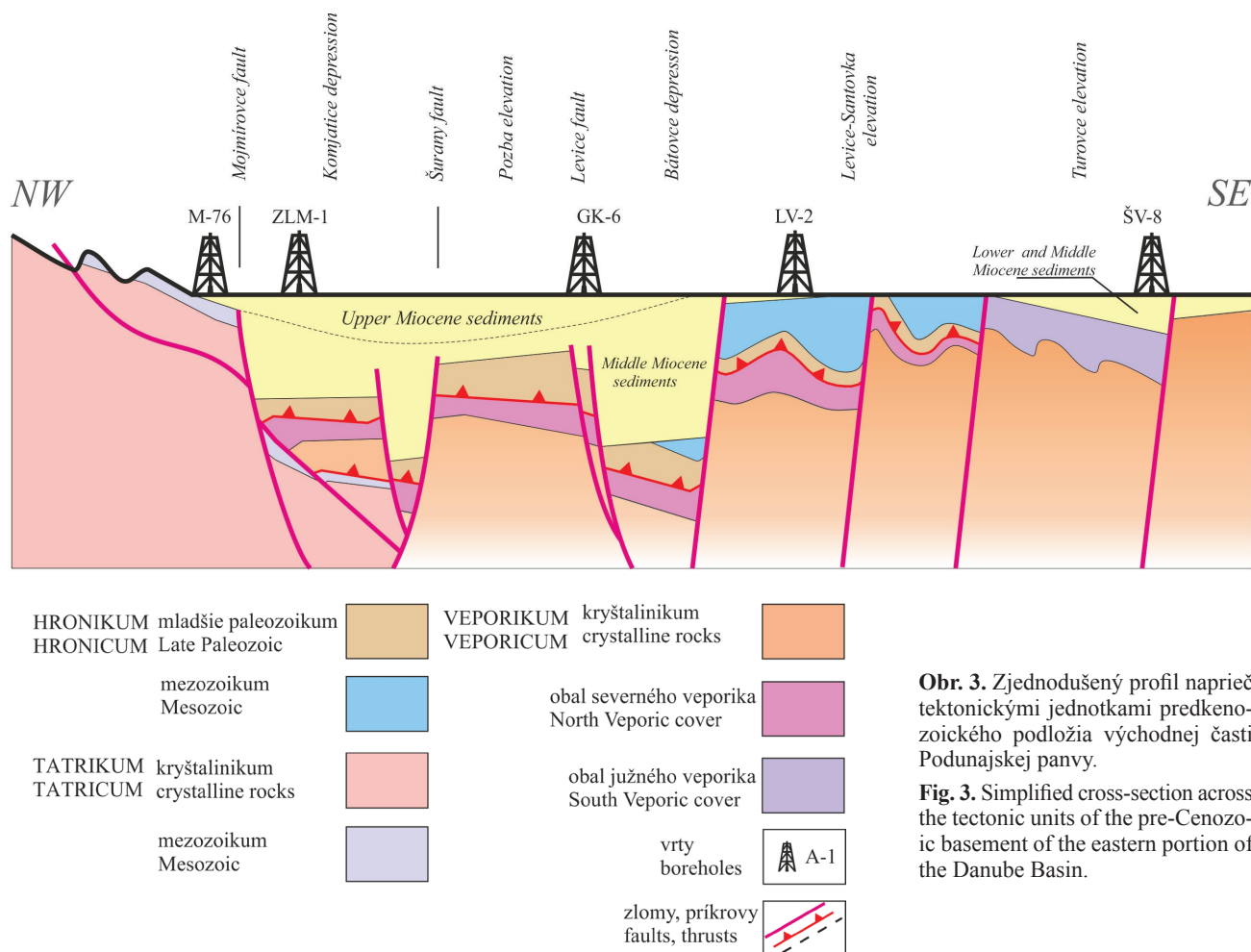
Ďalšiu, plošne rozsiahlu plochu predkenozoického podložja obnaženú spod miocénnych vulkanitov predstavuje oblasť sklenoteplického ostrova na severovýchodnom okraji územia (Hók et al., 2013). Najspodnejší obnažený element podložja neovulkanitov v priestore vyzdvihnutého bloku tvorí kryštalinikum veporika, zväčša budované mylonitizovanými porfyrickými granodioritmi a kryštalickými bridlicami (svory a ruly). V ich nadloží sa nachádza spodnotriasový až spodnokriedový vrstvomý sled sedimentov obalu severného veporika. Štruktúrne vyššiu tektonickú jednotku zastupuje príkrov hronika. Jeho stratigrafický rozsah je vrchné paleozoikum až vrchný trias. Severne od Banskej Štiavnice (oblasť Šobova; Konečný et al., 1998a) sú odkryté sedimenty spodného triasu, ktoré sú zaradené do hronika a silicika (vernárikum, resp. príkrov Drienka).

Poslednú skupinu výskytov predkenozoického podložja predstavujú sedimenty hronika v oblasti levicko-santovskej elevácie juhovýchodne od Levíc (Havrila et al. in Nagy et al., 1998b). Sedimenty hronika sú tektonicky imbrickované do dvoch štruktúr s odlišným litofaciálnym charakterom (Havrila, 2011; Hók et al., 2020). V oblasti Horných Turoviec (severne od Šiah) sa vyskytujú sedimenty permu a spodného triasu južného veporika (Konečný et al., 1998a).

Interpretácia tektonického zaradenia hornín predkenozoického podložja

Predkenozoické podložie južného okraja východnej časti Podunajskej panvy patrí z tektonického hľadiska do transdanubika (Haas a Budai, 2014; Fusán et al., 1987; Bala, 1994). Od tektonických jednotiek Vnútných Západných Karpát je transdanubikum oddelené hurbanovským zlomom smeru V – Z (obr. 2).

Hurbanovský zlom predstavuje zlomové rozhranie prvého rádu v tektonickej stavbe Podunajskej panvy oddeľujúce dva zásadne odlišné kôrové fragmenty s odlišnou geodynamickou evolúciou (Balla, 1994; Klučiar et al., 2016). Je segmentovaný mladšími zlomami smeru SZ – JV (Pašteka et al., 2017). Pre segment podložja Podunajskej panvy, obmedzený zo severu hurbanovským zlomom a z juhu zlomami prebiehajúcimi približne v podloží Dunaja, sa v literatúre používa označenie aj komárňanská kryha (Fusán et al., 1979, 1987). Autori starších prác (Buday et al., 1967; Fusán et al., 1979, 1987) uvažujú na základe reliéfu predterciérneho podložja o sklone hurbanovského zlomu na sever a vertikálnom odskoku rozhrania neogén – kryštalinikum okolo 500 m (Gaža a Beinbauerová, 1977; Marko a Kováč, 1995). Zlom však mal polyštádiálnu geologickú históriu a zjavne fungoval nielen ako pokles, ale aj ako smerný posun (Klučiar et al., 2016). Hrušecký (1999) na základe starších magnetotelurických profilov usudzuje na jeho pôvodne násunový charakter (prešmyk transdanubika na tatroveporikum) a sklon na juh. Takúto interpretáciu prijímajú aj Kronome et al. (2014), ktorí však konštatujú, že v neskoršej fáze zlom fungoval ako pokles uklopený na sever a bol segmentovaný mladšími zlomami smeru SZ – JV. Termín hurbanovský zlom pôvodne zaviedli Adam a Dlačbač (1961). Až do 70. rokov minulého storočia (Fusán et al., 1971) sa mu prikladal menší význam ako komárňanským zlomom (napr. Buday et al., 1967). Najvýraznejšie sa hurbanovský zlom prejavuje medzi vrtmi ZH-1 (Zelený Háj), kde sú prítomné sedimenty devónu transdanubika (Biely a Kullmanová, 1979), a vrtom K-2 (Kolárovo), v ktorom boli zastihnuté granitoidy a svory (Biela, 1978a). V poslednom prípade to indikuje typickú horninovú pozíciu severného veporika (cf. Klinec, 1971). Odlišný geodynamický vývoj, ako aj tektonická príslušnosť je tu okrem priamej povrchovej, resp. podpovrchovej korelácie kontrolovaná na mnohých miestach aj prítomnosťou sedimentov štúrovského paleogénu (*sensu* Vass, 2002). V danom prípade treba vziať do úvahy, že sedimenty oligocénu až spodného miocénu (eger – karpat) sú fixované výlučne na podložie tvorené sedimentmi transdanubika alebo sedimentmi a kryštalinikom južného veporika (cf. Vass, 2002; Klučiar et al., 2016; Vlček et al., 2020). Prítomnosť sedimentov eocénu až oligocénu bola overená vo vrte KV-V (Salka; Vass a Gabčo, 1966). Autori zároveň upozorňujú aj na poklesový zlom smeru SV – JZ, aktívny v období sarmatu až panónu a prebiehajúci na severnom, resp. severozápadnom úpätí pohoria Burda. Predkenozoické podložie v okolí vrtu bolo interpretované ako kryštalinikum veporika (Fusán et al., 1987), resp. južného veporika (Matura et al., 2000). Vzhľadom na predchádzajúce informácie interpretujeme danú oblasť ako súčasť transdanubika, pričom poklesový



Obr. 3. Zjednodušený profil naprieč tektonickými jednotkami predkenozoického podložia východnej časti Podunajskej panvy.

Fig. 3. Simplified cross-section across the tectonic units of the pre-Cenozoic basement of the eastern portion of the Danube Basin.

zlom smeru SV – JZ s ofsetom viac ako 400 m (Vass a Gabčo, 1966) porušuje priebeh hurbanovského zlomu (obr. 2). Ten sa tak dostáva do severnejšej pozície, pričom na maďarskom území pokračuje ďalej na východ (zlom Diösjenő; Haas a Budai, 2014). Horniny kryštalinika zastihnuté vrtmi na území Maďarska (Haas a Budai, 2014) južne od Šiah je možné na základe litologického charakteru a údajov ZFT/AFT (Koroknai et al., 2001; Králiková et al., 2016) zaradiť ku kryštaliniku južného veporika. Zároveň je akceptovateľná prítomnosť sedimentov južného veporika vo vrte HGŽ-3 (Želiezovce), kde v nadloží metamorfovaných mezozoických karbonátov spočívajú sedimenty oligocénu – spodného miocénu (Matura et al., 2000; Fordinál et al., 2002). Ak akceptujeme výskyt sedimentov južného veporika vo vrte HGŽ-3, potom v oblasti severne/severozápadne od spomenutého vrtu je nevyhnutné predpokladať prítomnosť pohorelskej línie oddelujúcej tektonické jednotky severného a južného veporika a limitujúcej rozšírenie hronika južne od tejto línie. Pohorelská línia na rozhraní levicko-santovskej a turovskej elevácie najpravdepodobnejšie koinciduje s neogénnym zlomom (Konečný et al., 2003), ktorý oddeľuje sedimenty hronika na levicko-santovskej elevácii od sedimentov južného veporika vyskytujúce sa v oblasti turovskej elevácie (obr. 2 a 3).

Riešenie geologickej situácie predkenozoického podložia na kontakte neogénnych sedimentov s pohorím Tribeč (Gaža a Beinhauerová, 1976; Zbořil et al., 1984; Fusán et

al., 1987) na severozápade skúmanej oblasti naráža na viaceré protirečenia. V danej oblasti je predovšetkým zásadný nesúlad pri opise predkenozoického podložia vrtov série Mojmirovce (M-76, M-79), kde je podložie v pôvodnej správe (Čermák, 1972) zaradené do mezozoického obalu tatrika (kremenné pieskovce) a neskôr (Gaža a Beinhauerová, 1976; Fusán et al., 1987) bez akejkoľvek argumentácie do kryštalinika tatrika (granity). Ak vezmeme do úvahy povrchovú geologickú stavbu v pohorí Tribeč, je málo pravdepodobné, že výskyt lúžňanského súvrstvia (kremenné pieskovce) by mali byť juhovýchodným smerom, v podloží neogénnych sedimentov, vystriedané granitmi, na ktorých spočívajú. Navyše, v bezprostrednej blízkosti vrtu M-79 sa nachádzajú vrty zo série Beladice (VBE-13-89; VBE-14-89), ktoré prevítali triasové kremence a vápence (Šarkan et al., 1993), čo priestorovo odporuje predpokladanej prítomnosti granitov vo vrte M-79 (obr. 1). Podobne komplikovaná je interpretácia podložia neogénu vo vrte ZM-1 (Zlaté Moravce). Gaža a Beinhauerová (1976) zaradili pestré arkózové sedimenty a tmavosivé a sivé pieskovce prítomné pod nimi do mladšieho paleozoika hronika. Fusán et al. (1987) spomenutý komplex sedimentov zaradili do obalovej jednotky tatrika. Tmavosivé a sivé pieskovce spoločne s arkózovými pieskvcami zaradené do nižnobočianskeho súvrstvia sa vyskytujú v povrchových odkryvoch (obr. 1) medzi Zlatými Moravcami a Skýcovom (Ivanička et al., 1998a; *Geologická mapa Slovenska*, 2013). Podobne

ako v predchádzajúcom prípade sa prikláňame k pôvodnej interpretácii (Gaža a Beinhauerová, 1976).

Mojmírovský zlom (*sensu* Dlabáč a Adam, 1959) prebieha juhovýchodne od povrchových odkryvov predkenozoického podložia pohoria Tribeč. Podľa Gažu a Beinhauerovej (1976) je mojmírovský zlom „... *porucha starého založenia, majúca pôvod na styku tektonických jednotiek v podloží, ktorá obnovila v neogéne svoju činnosť*“. S uvedeným konštatovaním je možné temer bez výhrad súhlasiť. Predpokladáme, že tzv. mojmírovský zlom (obr. 2 a 3) koinciduje s povrchovým priemetom násunovej/príkrovovej plochy kryštalinika a mezozoika severného veporika/fatrika na kryštalinikum a sedimenty tatrika (t. j. čertovickej línie s. l.). Kryštalinikum a mezozoické sedimenty veporika/fatrika v období vrchnej kriedy s najväčšou pravdepodobnosťou prekrývali celý juhovýchodný okraj pohoria Tribeč. Na spomenutý predpoklad poukazuje niekoľko skutočností. Predovšetkým je to metamorfny postih mezozoických sedimentov obalovej jednotky tatrika na juhovýchodnom okraji tribečskej časti, datovaný metódou K^{40}/Ar^{40} na 95 mil. r. (Biely in Kuthan et al., 1963). V rázdielskej časti bol z granitov postihnutých metamorfózou, ktoré sú súčasťou tektonickej jednotky fatrika, resp. severného veporika, zistený metódou Ar^{40}/Ar^{39} vek 80 mil. r. (Putiš et al., 2009). Predpokladáme, že získané vekové údaje datujú presun horninových komplexov fatrika/severného veporika na horninové komplexy tatrika (cf. Hók et al., 1998, 2016). Intenzívna vrásavá deformácia sedimentov tatrika sa vyskytuje len na juhovýchodnom okraji pohoria a úplne absentuje na severozápade (Lénárt a Hók, 2013). V období vrchného paleocénu až oligocénu boli horniny tatrika exhumované spod príkrovov fatrika/severného veporika a hronika, podobne, ako je to napr. v prípade d'umbierskej časti Nízkych Tatier (Danišík et al., 2011). Až v období stredného miocénu vznikli poklesové zlomy orientované v smere SV – JZ, ktoré sprostredkovali sedimentáciu miocénnych klastík v otvárajúcej sa centrálnej časti komjatickej depresie (Hók et al., 1999; Šarinová et al., 2018). Svojou aktivitou zastreli pôvodný, t. j. príkrovový kontakt medzi jednotkami severného veporika/fatrika a tatrika (obr. 2). Zlomy aktívne v období neogénu môžeme označovať ako mojmírovský zlomový systém. Pôvodný opis funkcie a charakteru mojmírovského zlomu (Gaža a Beinhauerová, 1976) je akceptovateľný, no označenie „*mojmírovský zlom*“ v kontexte „*porucha starého založenia, majúca pôvod na styku tektonických jednotiek v podloží*“ prislúcha skôr čertovickej línii/zlomu s. l. (cf. Hók et al., 1999).

Šurianske zlomy, ktoré definovali Adam a Dlabáč, (1961) a neskôr ich spomínajú aj Gaža a Beinhauerová, (1977), predstavujú sústavu najmenej dvoch hlavných zlomových pásiem generálneho smeru SV – JZ a so sklonom na SZ (obr. 2 a 3). Zároveň je to antitický/protiklonný zlomový systém k mojmírovskému zlomu (resp. zlomovému systému), pričom šurianske zlomy kontrolovali sedimentáciu miocénnych klastík z juhovýchodnej strany komjatickej depresie (Hók et al., 1999). Šurianske zlomy vymedzujú zo severozápadu tzv. levickú eleváciu, čo je termín zavedený pre elevačnú štruktúru predkenozoického podložia

situovanú medzi Vráblami na západe a Levicami na východe (Tkáčová et al., 1996; Nagy, 1998; Nagy et al., 1998a, b). Je nevyhnutné pripomenúť, že spomenutá elevácia bola v minulosti označená ako „*pozbianska elevácia*“ (Gaža, 1963) a v zmysle priority má toto pomenovanie prednosť. Pomenovanie „levická elevácia“ zároveň nespĺňa ani podmienku lokalizácie vzhľadom na značnú priestorovú odľahlosť mesta Levice. **Pozbianska elevácia** (*sensu* Gaža, 1963) je zo severozápadu limitovaná šurianskymi zlomami a z juhovýchodu zlomom, ktorý sa tradične označuje ako levický zlom (obr. 1 a 2). Termín „levický zlom“ bol do odbornej literatúry zavedený v roku 1996 (Tkáčová et al., 1996). Do tohto obdobia sa temer identické zlomové rozhranie smeru SV – JZ označovalo ako „novozámocký zlom“ (Gaža a Beinhauerová, 1977; Gaža et al., 1985). V oblasti Hurbanova je levický zlom limitovaný v.-z. priebehom hurbanovského zlomu. Na juhovýchode oddeľuje pozbiansku eleváciu od železovskej depresie. Smerom na severovýchod by mal lemovať severozápadný okraj bátovskej depresie (Nagy, 1998; Nagy et al. 1998a, b; Nagy et al., 2004; Bezák et al., 2004). Je nepochybné, že smerom na juhovýchod od pozbianskej elevácie existuje zlomová štruktúra poklesového charakteru smeru SV – JZ so sklonom na juhovýchod, nie je však možné túto štruktúru extendovať ako jedno zlomové rozhranie až do oblasti bátovskej depresie. Odporujú tomu smerové charakteristiky zlomov a vek ich hlavnej tektonickej aktivity (Konečný et al., 2003). Sedimenty mladšieho paleozoika vo vrte GRP-1 (Podhájska) nachádzajúceho sa na pozbianskej elevácii (Fendek et al., 1987, 1989) boli na základe litologického charakteru zaradené do južného veporika (rimavské súvrstvie – perm; Kohút, 1989). V pôvodnom opise predkenozoického podložia (Fendek et al., 1989) boli sedimenty zaradené do veporika bez špecifikácie severného alebo južného veporika. Vzhľadom na pozíciu vrtu GRP-1 na pozbianskej elevácii, kde sa realizovalo viacero vrtov v širšej oblasti Podhájskej, Pozby a Bardoňova (obr. 2), ktorých predkenozoická litostratigrafická náplň nezodpovedá sedimentom južného veporika (Biela, 1978a; Gaža, 1963; Král et al., 2013), je možné v danej oblasti vylúčiť prítomnosť tektonickej jednotky južného veporika. Na tento predpoklad nepriamo poukazuje aj absencia oligocénnych a spodnomiocénnych sedimentov, ako aj výsledky geofyzikálnych interpretácií (Král et al., 2013). Na základe toho predpokladáme, že oblasť pozbianskej elevácie je budovaná tektonickou jednotkou severného veporika (obr. 2).

V stavbe predkenozoického podložia Podunajskej panvy sa najvýraznejšie uplatňuje zlomové rozhranie smeru SZ – JV (obr. 2), pôvodne označované ako dobrovodska-ludinská línia (Buday, 1963; Fusán et al., 1987), neskôr ako transverzálny zlom Podunajskej panvy (Hók et al., 2016). **Transverzálny zlom Podunajskej panvy** na rozhraní oligocénu až spodného miocénu fungoval ako dextrálny posun, v období spodného miocénu ako poklesový zlom so sklonom na severovýchod. Juhozápadná časť Podunajskej panvy bola v spodnom miocéne vyzdvihnutá a erodovaná až na úroveň kryštalinických komplexov tatrika a veporika.

Na severovýchod od zlomového rozhrania zostali zachované aj sedimenty mezozoika. Od obdobia stredného miocénu bol transverzálny zlom Podunajskej panvy segmentovaný mladšími poklesovými zlomami smeru SV – JZ. Ich aktivita sprostredkovala vytvorenie stredno- až vrchnomiocénnych sedimentačných priestorov (Lankreijer et al., 1995; Hók et al., 2016; Kováč et al., 2017).

Z regionálneho hľadiska za najstaršie zlomy vo východnej časti Podunajskej panvy je možné považovať zlomy smeru SZ – JV. Vek ich aktivity je datovaný do obdobia vrchného oligocénu až spodného miocénu (Hók et al., 2016). Miocénnu subsidenciu v danej oblasti však podmienili poklesové zlomy smeru SV – JZ (obr. 2) a boli aktívne v období stredného až vrchného miocénu (Hók et al., 2016; Šujan et al., 2016, 2021). V recentnom napäťovom poli je orientácia extenznej zložky napätia generálne v smere SV – JZ (Littva et al., 2015). To má za následok aktivovanie zlomov smeru SZ – JV (Čepeck, 1938; Pospíšil et al., 1978).

Severovýchodne od levicko-santovskej a turowskej elevácie (na východnom okraji študovaného územia) boli viacerými vrtnými prácami zachytené sedimenty drienockého príkrovu, resp. vernárika (vrty GK-10; KOV-33; KOV-40; VŠ-5; Vozár, 1973), ktoré sa v blízkosti kóty 888 Šobov (severne od centra Banskej Štiavnice) vyskytujú aj na povrchu (Konečný et al., 1998a). Severovýchodným smerným pokračovaním drienockého príkrovu (vernárika) sú v regionálnej mierke jeho povrchové výskyt v pruhu medzi Vlkánovou a Ponikami (Polák et al., 2003; Olšavský, 2004; Olšavský et al., 2010). V danej oblasti vystupujú sedimenty a vulkanity vernárika v tektonickom nadloží hronika a fatrika, resp. severného veporika. Na základe spomenutej superpozície tektonických jednotiek je možné predpokladať prítomnosť horninových komplexov hronika a fatrika, resp. severného veporika aj v hlbšom podloží vrto GK-1 a GK-10 (obr. 2).

Preukázateľne kvartérne aktívnym zlomom v danej oblasti je santovský zlom (obr. 2) situovaný juhovýchodne od Levíc a kopírujúci údolie potoka Búr. Zlom sa prejavuje v geomorfológii a zároveň výskytom travertínov a penovcov v línii svojho priebehu (*Geologická mapa Slovenska 1 : 50 000*, 2013). Výskyt travertínov je v tomto prípade podmienený výskytom mezozoických karbonátov v podloží miocénnych vulkanicko-sedimentárnych komplexov. Na základe morfologetektonických indícií je možné santovský zlom interpretovať až do oblasti bátovskej depresie.

Najvýraznejším fenoménom v skúmanej oblasti je veľké plošné rozšírenie horninových komplexov ipoltickej skupiny hronika (obr. 2), ktoré je možné sledovať aj smerom na sever a severovýchod do oblasti pohoria Vtáčnik (vrty série Vt-V, Po a L; Biela, 1978b), Hornonitrianskej kotliny (vrt Handlová; Remšík a Černák, 2011) a Žiarskej kotliny (vrty JI-1 a JP-1; Biela, 1978b). V spomenutých regiónoch je ipoltická skupina tektonicky superponovaná na mezozoické litostratigrafické členy hronika. Podobná situácia sa opakuje aj na južných svahoch Nízkych Tatier v oblasti hrónskeho synklinória (Biely et al., 1992; *Geologická mapa Slovenska 1 : 50 000*, 2013). Na základe toho nie je

možné v skúmanej oblasti vylúčiť prítomnosť karbonátov hronika v tektonickom podloží ipoltickej skupiny.

Záver

Na geologickej stavbe predkenozoického podložia východnej časti Podunajskej nížiny sa podieľajú tektonické jednotky transdanubika a jednotky Vnútrotných Západných Karpát. Zo západokarpatských tektonických jednotiek sú prítomné tatrikum, severné a južné veporikum, hronikum a príkrov Drienka, resp. vernárikum.

Výskyt tektonickej jednotky hronika je špecifický veľkým plošným rozšírením ipoltickej skupiny (obr. 2). Prítomnosť vernárika indikuje pokračovanie geologickej stavby charakteristickej imbríkovanými štruktúrami severného veporika, fatrika, hronika a vernárika z oblasti hrónskeho synklinória.

Za najstaršie zlomy vo východnej časti Podunajskej panvy je možno považovať zlomy smeru SZ – JV. Vek ich aktivity je datovaný do obdobia mladšieho oligocénu až spodného miocénu. Najvýznamnejšia tektonická aktivita v danej oblasti je však spojená so zlomami smeru SV – JZ. Spomenuté zlomy mali prevažne poklesový charakter (obr. 3) a boli aktívne v období stredného až mladšieho miocénu.

V recentnom napäťovom poli s orientáciou extenznej zložky napätia generálne v smere SV – JZ sú aktívne zlomy smeru SZ – JV.

Hurbanovský zlom má v tektonickom obraze východnej časti Podunajskej panvy špecifické postavenie vyjadrené kontaktom tektonických jednotiek Vnútrotných Západných Karpát a transdanubika.

PodĎakovanie

Tento príspevok je publikovaný v rámci prebiehajúcej geologickej úlohy Ministerstva životného prostredia č. 02 17 s názvom *Geologická mapa Podunajskej nížiny-juhovýchodná časť v mierke 1 : 50 000*. Autori príspevku ďakujú za finančnú pomoc z grantov APVV-16-0121, VEGA 1/0115/18 a VEGA 1/0346/20. Zároveň vyjadrujú poďakovanie recenzentom prof. RNDr. Miroslavovi Bielikovi, DrSc., a RNDr. Klementovi Fordinálovi, PhD., za pripomienky, ktoré pomohli zlepšiť kvalitu príspevku.

Literatúra

- Adam, Z. a Dlabáč, M., 1961: Nové poznatky o tektonice Podunajskej nížiny. *Věst. Ústř. Úst. geol.*, 36, 189 – 198.
- Balla, Z., 1994: Basement tectonics of the Danube Lowlands. *Geol. Carpath.*, 45, 5, 271 – 281.
- Bezák, V., Vass, D., Elečko, M., Janočko, J., Pereszlenyi, M., Maglay, J., Konečný, V., Lexa, J., Kaličiak, M., Žec, B., Potfaj, M., Polák, M., Mello, J., Havrila, M., Biely, A., Plašienka, D., Ivanička, J. a Broska, I., 2004: Tektonická mapa Slovenskej republiky 1 : 500 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Biela, A., 1978a: Hlboké vrty v zakrytých oblastiach vnútrotných Západných Karpát. *Region. geol. Západ. Karpát*, 10. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 5 – 224.
- Biela, A., 1978b: Hlboké vrty v zakrytých oblastiach vnútrotných Západných Karpát. *Region. geol. Západ. Karpát*, 11. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 10 – 224.

- Biely, A. a Kullmanová, A., 1979: Výskyt devónskych sedimentov v podloží podunajskej panvy. *Geol. Práce, Spr.*, 73, 29 – 38.
- Biely, A. (ed.), Beňuška, P., Bezák, V., Bujnovský, A., Halouzka, R., Ivanička, J., Kohút, M., Klinec, A., Lukáčik, E., Maglay, J., Miko, O., Pulec, M., Putiš, M. a Vozár, J., 1992: Geologická mapa Nízkych Tatier (Geological map of the Nízke Tatry Mountains) 1 : 50 000. Bratislava, Slov. geol. úrad – Geol. Úst. D. Štúra.
- Bondarenková, Z., Michalič, J., Michaliček, M. a Procházková, V., 1990: Želiezovce – kúpalisko. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Brestenská, E., 1963: Ročná správa o základnom geologickom výskume a mapovaní na liste Vráble (M-34-133-B) a Levice (M-34-134-A). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 11354), 21 s.
- Bray, A., 1975: Záverečná správa o štruktúrnom vrte UB-1, čiastková záverečná správa za rok: 1975. Názov úlohy v perspektívnom pláne: Regionálny ložiskový výskum stredoslovenských neovulkanitov. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 34428), 15 s.
- Bray, A., Vozár, J., Mihaliková, A. a Škvarka, L., 1973: Záverečná správa o vrte GK-14, čiastková záverečná správa za rok: 1970 – 1973. Názov úlohy v perspektívnom pláne: Podložie stredoslovenských neovulkanitov. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 32110), 11 s.
- Brodňan, M., 1960: Štúrovo – Podunajská nížina – surovina: hnedé uhlie, PP, záverečná správa o prevedenom prieskume s výpočtom zásob, stav k 1. 7. 1960. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 11347), 224 s.
- Brodňan, M. a Samčík, V., 1960: Štúrovo – Podunajská nížina – hnedé uhlie, etapa: vyhľadávací a predbežný prieskum, doplnok k záverečnej správe k 1. 7. 1960. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 11348), 50 s.
- Broska, I., Petřík, I., Shlevin, Y. B., Majka, J. a Bezák, V., 2013: Devonian / Mississippian I-type granitoids in the Western Carpathians: a subduction-related hybrid magmatism. *Lithos*, 162, 27 – 36.
- Broska, I. a Petřík, I., 2015: Variscan thrusting in I- and S-type granitic rocks of the Tribeč Mountains, Western Carpathians (Slovakia): evidence from mineral compositions and monazite dating. *Geol. Carpath.*, 66, 6, 455 – 471. <https://doi.org/10.1515/geoca-2015-0038>.
- Buday, T., 1963: Some new information about tectonics Carpathian Neogene basins. *Sbor. XIV. sjezdu Čs. spol. pro mineral.* a geol., 95 – 101.
- Buday, T., Cicha, I., Hanzlíková, E., Chmelík, F., Koráb, T., Kuthan, M., Nemček, J., Pícha, F., Roth, Z., Seneš, J., Scheibner, E., Stráník, Z., Vaškovský, I. a Žebara, K., 1967: Regionální geologie ČSSR. Díl II. Západní Karpaty. Praha, Ústř. Úst. geol. – Academia, 650 s.
- Burian, J., Konečný, V., Krist, E., Lexa, J. a Vozár, J., 1968: Regionálny ložiskový výskum neovulkanitov – oblasť Banská Štiavnica, záverečná správa. I. časť: Podložie neovulkanitov. II. časť: Neovulkanity. III. časť: Tektonický vývoj územia. Prognózy metasomatického zrudnenia. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 20844), 315 s.
- Burian, J., Smolka, J., Kúšik, R., Smolková, A. a Noghe, V., 1975: Zlatno – surovina Cu, vyhľadávací prieskum, stav k 1. 4. 1975, dielčia záverečná správa z vrtu R-1. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 35104), 179 s.
- Burian, J., Smolka, J., Januš, J. a Valko, P., 1980: Zlatno – surovina: medené rudy, VP, záverečná správa a výpočet zásob, stav k 1. 1. 1980. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 50063), 176 s.
- Čepeck, L., 1938: Tektonika komárenskej kotliny a vývoj podélného profilu čsl. Dunaje. *Sbor. Ústř. Úst. geol.*, 12, 33 – 64.
- Čermák, D., 1969: Stredne hlboký štruktúrny prieskum Komjatickej depresie, projekt geologických prác na rok 1969. Náplň úlohy (surovina): Prieskum živíc + dodatok k projektu. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 21716), 4 s.
- Čermák, D., 1971: Stredne hlboký štruktúrny prieskum Komjatickej depresie. Prieskum živíc. Výročná správa za rok 1970. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 25491), 15 s.
- Čermák, D., 1972: Stredne hlboký štruktúrny prieskum komjatickej depresie. Výročná správa za rok 1972. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Čermák, D. a Gaža, B., 1973: Podhájska – 1, záverečná správa o hlbokéj termálnej studni. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 25491), 13 s.
- Danišík, M., Kadlec, J., Glotzbach, Ch., Weisheit, A., Dunkl, I., Kohút, M., Ewans, N. J. a Orvošová, M., 2011: Tracing metamorphism, exhumation and topographic evolution in orogenic belts by multiple thermochronology: a case study from the Nízke Tatry Mts., Western Carpathians. *Swiss J. Geosci.*, 104, 285 – 298.
- Dlabáč, M. a Adam, Z., 1959: Geologická interpretace reflexně seizmického měření v Malé Dunajské nížině, tektonické členění a rozbor struktur. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 6660), 473 s.
- Fendek, M., Bodiš, D., Boorová, D., Kohút, M., Papšíková, M., Priehodská, Z., Tuba, E., Vozárová, A., Král, M., Jančí, J. a Franko, J., 1987: Správa o výskumnom reinjektážnom vrte GRP-1 Podhájska. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 65968), 65 s.
- Fendek, M., Bodiš, D., Boorová, D., Franko, J., Jančí, J., Kohút, M., Král, M. a Papšíková, M., 1989: Reinjektážny vrt GRP-1 Podhájska. *Region. geol. Západ. Karpát*, 24, 59 – 103.
- Fordinál, K., Nagy, A., Zlinská, A., Slamková, M., Halássová, E. a Török, I., 2002: New knowledge about stratigraphy of the eastern part of the Danube Basin (Želiezovce Depression). *Slovak Geol. Mag.*, 8, 3, 259 – 281.
- Franko, O. a Gazda, S., 1968: Hydrogeologické odskúšanie vrtu ŠV-8 v Dolných Semerovciach, dielčia záverečná správa za rok 1967. Názov úlohy v perspektívnom pláne: Základný geologický výskum okrajov Podunajskej nížiny. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 20955), 15 s.
- Franko, O., Bodiš, D., Brestenská, E., Ondrejčíková, A., Priehodská, Z., Remšík, A. a Vass, D., 1982: Správa o výskumnom geotermálnom vrte FGDŽ-1 Dvory nad Žitavou. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 55982), 66 s.
- Fusán, O., Ibrmajer, J., Plančár, J., Slávik, J. a Smíšek, M., 1971: Geologická stavba podložia zakrytých oblastí južnej časti vnútorných Západných Karpát. *Zbor. geol. Vied, Západ. Karpáty*, 15, 173 s.
- Fusán, O., Biely, A. a Ibrmajer, J., 1979: Geologická stavba podložia terciéru Západných Karpát. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 45516), 76 s.
- Fusán, O., Biely, A., Ibrmajer, J., Plančár, J. a Rozložník, L., 1987: Podložie terciéru Vnútorných Západných Karpát. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 5 – 123.
- Gaža, B., 1963: Geologická správa o hlbinnom prieskume v oblasti Šurany – Pozba v r. 1960 – 1962. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 11316), 59 s.
- Gaža, B., 1968: Hlboký štruktúrny prieskum Dubníckej depresie-Dubník, výročná správa za rok 1967. Náplň úlohy (surovina): Prieskum živíc. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 19859), 6 s.

- Gaža, B., 1978: Závěrečná geologická zpráva. Úkol: Pionýrský průzkum elevací Ivanka pri Nitre – Golianovo. Manuskript. Bratislava, archiv Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 43217), 57 s.
- Gaža, B. a Beinhauerová, M., 1976: Príspevok ku geológii zlato-moraveckého zálivu. *Miner. Slov.*, 8, 221 – 240.
- Gaža, B. a Beinhauerová, M., 1977: Tektonika neogénu juhovýchodnej časti podunajskej panvy. *Miner. Slov.*, 9, 4, 259 – 274.
- Gaža, B., Pěničková, M. a Dvořáková, V. (eds.), 1985: Závěrečná správa vyhledávacího průzkumu na živice v podunajské panve v letech 1973 – 1983. Manuskript. Bratislava, archiv Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 64375).
- Geologická mapa Slovenska M = 1 : 50 000, 2013: Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra. Dostupné na internete: <http://apl.geology.sk/gm50js>.
- Haas, J. a Budai, T. (eds.), 2014: Geology of the pre-Cenozoic basement of Hungary. Budapest, Geol. Geophys. Inst. Hung., 244 s.
- Havrila, M., 2011: Hronikum: paleogeografia a stratigrafia (vrchný pelsón – tuval), štrukturalizácia a stavba. *Geol. Práce, Spr.*, 117, 7 – 103.
- Hlavatý, Z., 1972: Želiezovce – doplňujúci HGP, účel: zachytiť horizonty podzemných vôd v hĺbkach pod 200 m so zvýšenou teplotou od 20 – 25 st. C. Manuskript. Bratislava, archiv Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 27779), 16 s.
- Hók, J. a Ivanička, J., 1996: Extension tectonics of the south-eastern margin of the Tribeč Mts. *Slovak Geol. Mag.*, 1, 1, 59 – 63.
- Hók, J., Ivanička, I. a Kováčik, M., 1994: Geologická stavba rázdielskej časti Tribeča – nové poznatky a diskusia. *Miner. Slov.*, 26, 192 – 196.
- Hók, J., Ivanička, J. a Polák, M., 1998: Tectonic position of Veporicum and Hronicum in the Tribeč Mts. *Slovak Geol. Mag.*, 4, 3, 177 – 184.
- Hók, J., Kováč, M., Nagy, A. a Šujan, M., 1999: Geology and tectonics of the NE part of the Komjatice Depression. *Slovak Geol. Mag.*, 5, 3, 187 – 199.
- Hók, J., Havrila, M., Rakús, M., Vojtko, R. a Král, J., 2004: Nappe Contact as a Tool of Paleotectonic Reconstruction (Inner Western Carpathians a Case of Study). *Geolines*, 17, 39 – 40.
- Hók, J., Kováč, M., Pelech, O., Pešková, I., Vojtko, R. a Králiková, S., 2016: The Alpine tectonic evolution of the Danube Basin and its northern periphery (southwestern Slovakia). *Geol. Carpath.*, 67, 5, 495 – 505. <https://doi.org/10.1515/geoca-2016-0031>.
- Hók, J., Pelech, O. a Slobodová, Z., 2013: Kinematic analysis of the Veporicum and Hronicum rock complexes within the Sklené Teplice pre-Neovolcanic horst basement (Central Slovakia Neogene volcanic field). *Acta Geol. Slov.*, 5, 2, 129 – 134.
- Hók, J., Šujan, M., Sýkora, M. a Šipka, F., 2020: Geológia a tektonika levicko-santovskej elevácie (juhozápadný okraj štiavnického stratovulkánu). *Geol. Práce, Spr.*, 135, 47 – 50.
- Hromec, J., 1961: Závěrečná správa o štruktúrnym prieskume v oblasti Šurany – Pozba za rok 1960. Manuskript. Bratislava, archiv Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 8082), 33 s.
- Hruščeký, I., 1999: Central part of the Danube Basin in Slovakia: Geophysical and geological model in regard to hydrocarbon prospect. *Explor. Geophys., Remote Sens. Environ.*, 6, 1, 2 – 55.
- Ivanička, J. (ed.), Polák, M., Hók, J., Határ, J., Greguš, J., Vozár, J., Nagy, A., Fordinál, K., Pristaš, J., Konečný, V. a Šimon, L., 1998a: Geologická mapa Tribeča / Geological map of Tribeč Mts. 1 : 50 000. 1. vyd. Bratislava, Ministerstvo živ. prostr. Slov. republiky – GS SR.
- Ivanička, J., Hók, J., Polák, M., Határ, J., Vozár, J., Nagy, A., Fordinál, K., Pristaš, J., Konečný, V., Šimon, L., Kováčik, M., Vozárová, A., Fejdiová, O., Marcin, D., Liščák, P., Macko, A., Lanc, J., Šantavý, J. a Szalainová, V., 1998b: Vysvetlivky ku geologickej Mape Tribeča 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 237 s.
- Karolus, K., 1968: Správa o geologických výsledkoch hlbokých štruktúrnych vrtov v Štiavnickom pohorí a priľahlých území (GK-6 Rybník, GK-8 Ostrá Lúka, GK-9 Rudno nad Hornádom, GK-10 Ladzany, GK-11 Močiar, GK-12 Devičany), ročná správa za rok 1968. Manuskript. Bratislava, archiv Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 22618), 20 s.
- Karolus, K., Karolusová, E., Škvarka, L., Kuka, Ľ. a Klablenová, K., 1969: Závěrečná zpráva o hlbokom štruktúrnym vrte GK-5 – Veľká Lehota, čiastková závěrečná správa. Názov úlohy v perspektívnom pláne: Výskum hlbokého podložía neovulkanitov a megaštruktúr neovulkanitov stredného Slovenska. Manuskript. Bratislava, archiv Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 24697), 133 s.
- Karolus, K., Karolusová, E., Vozár, J. a Škvarka, L., 1970a: Kompletné spracovanie a vyhodnotenie hlbokého štruktúrneho vrtu GK-10 Ladzany (oblasť Štiavnického pohoria), čiastková závěrečná správa za roky: 1968 – 1970. Názov úlohy: Výskum hlbokého podložía neovulkanitov a megaštruktúr neovulkanitov stredného Slovenska. Manuskript. Bratislava, archiv Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 26161), 112 s.
- Karolus, K., Hojstričová, V., Vozár, J. a Škvarka, L., 1970b: Hlboký štruktúrny vrt GK-12 Devičany, čiastková závěrečná správa za roky: 1968 – 1970. Názov čiastkovej úlohy: Výskum hlbokého podložía neovulkanitov a megaštruktúr neovulkanitov stredného Slovenska. Manuskript. Bratislava, archiv Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 26156), 135 s.
- Karolus, K., Brlay, A., Miko, O., Kúšik, M., Polák, M., Vozár, J., Karolusová, E., Hojstričová, V., Škvarka, L. a Noghe, V., 1975a: Komplexné spracovanie a vyhodnotenie štruktúrneho vrtu GK-13 Nová Baňa v Pohronskej Inovci, čiastková závěrečná správa za roky: 1969 – 1975. Názov úlohy v perspektívnom pláne: Podložie stredoslovenských neovulkanitov. Manuskript. Bratislava, archiv Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 35976), 115 s.
- Karolus, K., Karolusová, E., Škvarka, L., Brestenská, E., Prie-chodská, Z., Vozár, J., Ondrejčíková, A., Ritter, J. a Kúšik, M., 1975b: Komplexné spracovanie a vyhodnotenie štruktúrneho vrtu PKŠ-1, Gondovo, čiastková závěrečná správa za rok: 1971 – 1975. Názov úlohy v perspektívnom pláne: Podložie stredoslovenských neovulkanitov. Manuskript. Bratislava, archiv Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 35007), 141 s.
- Karolus, K., Karolusová, E., Vozár, J. a Škvarka, L., 1976: Komplexné spracovanie a vyhodnotenie štruktúrneho vrtu VIK-1, čiastková správa za rok 1976. Manuskript. Bratislava, archiv Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 38602), 66 s.
- Karolus, K. (ed.), Biely, A., Brlay, A., Fusán, O., Gross, P., Karolusová, E., Konečný, V., Lexa, J., Šefara, J., Škvarka, L. a Štohl, J., 1978: Geologická stavba podložía stredoslovenských neovulkanitov. Manuskript. Bratislava, archiv Št. Geol. Úst. D. Štúra, 286 s.
- Karolusová, E., 1966: Závěrečná správa k vrtu GK-2, dielčia závěrečná správa za roky 1964 – 1966. Názov úlohy v perspektívnom pláne: Výskum hlbokého podložía neovulkanitov a megaštruktúr neovulkanitov stredného Slovenska. Manuskript. Bratislava, archiv Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 17621), 8 s.
- Kilényi, E. a Šefara, J., 1989: Pre-Tertiary basement contour map of the Carpathian basin beneath Austria, Czechoslovakia and Hungary, 1 : 500 000. Budapest, Eötvös Loránd Geophys. Inst. Hung.

- Klago, M. a Matejčeková, E., 1988: Sklené Teplice – ochranné pásma, vyhl'adávací HGP. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 74453), 189 s.
- Klago, M. a Tyleček, B., 1988: Závěrečná správa Marcelová – Parince, geotermálne vody, vyhl'adávací hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 75467), 38 s.
- Klinec, A., 1961: Predĺženie hlbinného vrtu Šurany-1. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 8282), 10 s.
- Klinec, A., 1971: Hlavné tektonické elementy východných veporíd. Geol. Práce, Spr., 57, 105 – 109.
- Klučiar, T., Kováč, M., Vojtko, R., Rybár, S., Šujan, M. a Králiková, S., 2016: The Hurbanovo-Diösjenö Fault: A crustal-scale weakness zone at the boundary between the Central Western Carpathians and Northern Pannonian Domain. Acta Geol. Slov., 8, 1, 59 – 70.
- Kohút, M. a Sherlock, S., 2016: Tracing the Initiation of the Tribeč Mountain Exhumation by Laser-Probe⁴⁰Ar/³⁹Ar Dating of Seismogenic Pseudotachylytes (Western Carpathians, Slovakia). J. Geol., 124, 2, 255 – 265.
- Kohút, M., 1989: Veporikum vo vrte GRP-1. Region. geol. Západ. Karpát, 25, 109 – 111.
- Kollár, O., 1962: Predbežný hydrogeologický prieskum – vrtný prieskum a projekt vrtanej studne pre JRD Radvaň nad Dunajom, okres Komárno. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 9895), 8 s.
- Konečný, V., Marková, M., Planderová, E., Kantorová, V. a Škvarka, L., 1970: Závěrečná správa štruktúrneho geologického vrtu GK-4 Bzovík, doba riešenia: 1964 – 1970. Názov úlohy v perspektívnom pláne: Výskum hlbokého podložia neovulkanitov a megaštruktúr stredného Slovenska. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 26736), 270 s.
- Konečný, V., Lexa, J., Halouzka, R., Hók, J., Vozár, J., Dublan, L., Nagy, A., Šimon, L., Havrila, M., Ivanička, J., Hojstričová, V., Mihaliková, A., Vozárová, A., Konečný, P., Kováčiková, M., Filo, M., Marcin, D., Klukanová, A., Liščák, P. a Žáková, E., 1998a: Geologická mapa Štiavnických vrchov a Pohronského Inovca (štiavnický stratovulkan). Bratislava, Ministerstvo život. prostr. SR, GS SR.
- Konečný, V. (ed.), Lexa, J., Halouzka, R., Hók, J., Vozár, J., Dublan, L., Nagy, A., Šimon, L., Havrila, M., Ivanička, J., Hojstričová, V., Mihaliková, A., Vozárová, A., Konečný, P., Kováčiková, M., Filo, M., Marcin, D., Klukanová, A., Liščák, P. a Žáková, E., 1998b: Vysvetlivky ku geologickej mape Štiavnických vrchov a Pohronského Inovca (štiavnický stratovulkan) I. diel. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra.
- Konečný, V., Lexa, J. a Šimon, L., 2003: Geologic structure and evolution of intravolcanic depressions in the area of Neogene volcanism in central Slovakia. Miner. Slov., 35, 255 – 290.
- Koroknai, B., Horváth, P., Kadosa, B. a Dunkl, I., 2001: Alpine metamorphic evolution and cooling history of the Veporic basement in northern Hungary: new petrological and geochronological constraints. Int. J. Earth Sci. (Geol. Rdsch.), 90, 740 – 751.
- Kováč, M., Márton, E., Oszcypko, N., Vojtko, R., Hók, J., Králiková, S., Plašienka, D., Klučiar, T., Hudáčková, N. a Oszcypko-Clowes, M., 2017: Neogene palaeogeography and basin evolution of the Western Carpathians, Northern Pannonian domain and adjoining areas. Glob. Planet. Change, 155, 133 – 154.
- Kováčik, M., 2018: Geological Structure of Pre-Cenozoic Units – from the Edge of the Malé Karpaty Mts. to the Deep Basement of the Danubian Flat. Slovak Geol. Mag., 18, 2, 5 – 22.
- Král, M., Vitaloš, R., Vranovská, A., Dzúrik, J., Hók, J., Šujan, M., Šipka, F., Brichta, R. a Peruňský, I., 2013: Využitie geotermálnej energie v Bardoňove. Závěrečná správa geologickej úlohy. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 93132).
- Králiková, S., Vojtko, R., Hók, J., Fugenschuh, B. a Kováč, M., 2016: Low-temperature constraints on the Alpine thermal evolution of the Western Carpathian basement rock complexes. J. struct. Geol., 91, 144 – 160. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsg.2016.09.006>.
- Kronome, B., Baráth, I., Nagy, A., Uhrin, A., Maros, G., Berka, R. a Černák, R., 2014: Geological Model of the Danube Basin; Transboundary Correlation of Geological and Geophysical Data. Slovak Geol. Mag., 14, 2, 17 – 35.
- Kuthan, M. (ed.), Biely, A., Brestenská, E., Brilay, A., Krist, E., Kullman, E. a Mazúr, E., 1963: Explanation to the general geological map of the Czechoslovakia (scale 1 : 200.000), M-34-XXXI, map sheet Nitra. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Kuthan, M., 1967: Závěrečná správa z vrtu GK-1: I. Geologická časť. Názov úlohy v perspektívnom pláne: Výskum hlbokého podložia neovulkanitov a megaštruktúr neovulkanitov. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 17622), 21 s.
- Lacko, L., Minko, J. a Sobolič, P., 1960: Závěrečná správa o vyhl'adávacom prieskume s výpočtom zásob Levice – Krupina, stavebné hmoty, stav k 1. 1. 1960. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 7818), 229 s.
- Lankreijer, A., Kováč, M., Cloething, S., Pitoňák, P., Hláška, M. a Biermann, C., 1995: Quantitative subsidence analysis and forward modelling of the Vienna and Danube basins: thin-skinned versus thick-skinned extension. Tectonophysics, 252, 433 – 451.
- Lénárt, R. a Hók, J., 2013: Polyphase deformation of the cover sequence and granitic rocks of the Zobor part of the Tribeč Mts. (Western Carpathians). Acta Geol. Slov., 5, 1, 107 – 115.
- Littva, J., Hók, J. a Bella, P., 2015: Cavitonics: Using caves in active tectonic studies (Western Carpathians, case study). J. struct. Geol. 80, 47 – 56.
- Lunga, S., 1963: Zpráva o výsledku štruktúrneho průzkumu V od Komárna v roce 1962. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 11260), 51 s.
- Lunga, S., 1965: Geologická správa o štruktúrnem prieskume v Topoľčianskom zálive za rok 1964. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 14488), 15 s.
- Lunga, S., 1966: Geologická správa o štruktúrnem prieskume v Topoľčianskom zálive za rok 1965. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 16970), 14 s.
- Marko, F. a Kováč, P., 1995: Mapa hlavných zlomových línii širšieho regiónu Západných Karpát. In: Pereszlényi, M., Jankú, J., Pagáč, I., Mahel', M. a Čechová, A. (ed.): Zhodnotenie perspektív vyhl'adávania uhľovodíkov vo vybraných oblastiach Západných Karpát, surovina: ropa a zemný plyn, vyhl'adávací prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 80624), 126 s.
- Matura, A., Czászár, G., Kröll, A., Vozár, J. a Wessely, G., 2000: Map of the pre-tertiary basement. Danube Region Environmental Geology Programme DANREG, Explanatory notes. Jb. Geol. (Wien), 142, 4, 465 – 482.
- Nagy, A., 1998: Miocénny vývoj paniev v oblasti stredoslovenského zlomového pásma – východná oblasť podunajskej panvy. Kandidátska dizertačná práca. Manuskript. Bratislava, archív Slov. Akad. Vied.
- Nagy, A., Halouzka, R., Konečný, V., Dublan, M., Havrila, M., Lexa, J. a Pristaš, J., 1998a: Geologická mapa Podunajskej nížiny – východná časť, M = 1 : 50 000. Bratislava, GS SR.

- Nagy, A., Halouzka, R., Konečný, V., Lexa, J., Fordinál, K., Havrila, M., Vozár, J., Kubeš, P., Liščák, P., Stolár, M. a Dulovičová, K., 1998b: Vysvetlivky ku geologickej mape Podunajskej nížiny – východná časť 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 5 – 187.
- Nagy, A., Maglay, J., Fordinál, K., Hók, J., Konečný, V. a Pristaš, J., 2004: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 200 000, list 45 – Nitra. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 87498_22), 76 s.
- Olšovský, M., 2004: Pozícia drienockého príkrovu k podložným tektonickým jednotkám a jeho spodnotriasový vývoj. Miner. Slov., 36, 2, 77 – 86.
- Olšovský, M., Šimo, V. a Golej, M., 2010: Hronsecké vrstvy: korelačný člen medzi silicikom s. l. (drienocký príkrov) a hronikom (frankovský príkrov; Západné Karpaty). Miner. Slov., 42, 407 – 418.
- Pašteka, R., Zahorec, P., Kušnirák, D., Bošanský, M., Papčo, J., Szalaiová, V., Krajňák, M., Marušák, I., Mikuška, J. a Bielik, M., 2017: High resolution Slovak Bouguer gravity anomaly map and its enhanced derivative transformations: new possibilities for interpretation of anomalous gravity fields. Contr. Geophys. Geod., 47, 2, 81 – 94.
- Pirman, I., Potyš, Z. a Fendek, M., 1991: Hurbanovo – Dolný Peter – geotermálne vody východnej okrajovej kryhovej oblasti centrálnej depresie Podunajskej nížiny, vyhľadávaci HGP. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 80440), 113 s.
- Polák, M. (ed.), Filo, I., Havrila, M., Bezák, V., Kohút, M., Kováč, P., Vozár, J., Mello, J., Maglay, J., Elečko, M., Vozárová, A., Olšovský, M., Šiman, P., Buček, S., Siráňová, Z., Hók, J., Rakús, M., Lexa, J., Šimon, L., Pristaš, J., Kubeš, P., Zakovič, M., Liščák, P., Žáková, E., Boorová, D. a Vaněková, H., 2003: Geologická mapa Starohorských vrchov, Čierťáze a severnej časti Zvolenskej kotliny 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Pospíšil, P., Vass, D., Melioris, L. a Repka, T., 1978: Neotektonická stavba Žitného ostrova a priľahlého územia Podunajskej nížiny. Miner. Slov., 10, 5, 443 – 456.
- Putiš, M., Frank, W., Plašienka, D., Šiman, P., Sulák, M. a Biroň, A., 2009: Progradation of the Alpidic Central Western Carpathians orogenic wedge related to two subductions: constrained by Ar/Ar ages of white micas. Geodinam. Acta, 22, 1 – 3, 31 – 56.
- Remšík, A. a Franko, O., 1978: Správa o výskumnom geotermálnom vrte FGK-1 v Komárne, čiastková záverečná správa. Úloha v perspektívnom pláne: Základný výskum rozloženia zemského tepla a geotermálnych zdrojov Západných Karpát. Názov čiastkovej úlohy: Základný výskum geotermálnych zdrojov podunajskej panvy. Doba riešenia: 1974 – 1978. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 45011), 51 s.
- Remšík, A. a Franko, O., 1979: Základný výskum geotermálnych zdrojov Komárňanskej vysokej kryhy – čiastková záverečná správa. Čiastková úloha: Základný výskum geotermálnych zdrojov Podunajskej panvy. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 45420), 103 s.
- Remšík, A. a Černák, R., 2011: Hydrogeologický vrt RH-1 v Handlovej. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 90949).
- Remšík, A., Franko, O., Biely, A., Gazda, S., Kullmanová, A., Hanáček, J., Samuel, O., Gašpariková, V., Papšová, J., Vaňová, M., Pevný, J., Bodiš, J. a Michalík, J., 1979: Správa o výskumnom geotermálnom vrte FGK-1 v Kravanoch nad Dunajom, čiastková záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 44705), 58 s.
- Šarinová, K., Rybár, S., Halásová, E., Hudáčková, N., Jamrich, M., Kováčová, M. a Šujan, M., 2018: Integrated biostratigraphical, sedimentological and provenance analyses with implications for lithostratigraphic ranking: the Miocene Komjatice depression of the Danube Basin. Geol. Carpath., 69, 4, 382 – 409, <https://doi.org/10.1515/geoca-2018-0023>.
- Šarkan, J., Brülllová, M., Jezný, M., Vondráček, L. a Bondarenková, A., 1993: Beladice – ložiskový prieskum, surovina: lignit, vyhľadávaci prieskum, stav k 31. 8. 1993. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 79331), 110 s.
- Štolh, J., Burian, J., Rozložník, L., Brlay, A., Koděra, M., Konečný, V., Tomášek, B. a Zábranský, F., 1970: Regionálny ložiskový výskum stredoslovenských neovulkanitov. Záverečná správa za roky 1966 – 1970. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 26282), 230 s.
- Šujan, M., Šipka, F., Vitaloš, R. a Pokorný, M., 2013: AE Mochovce: Vybrané doplnujúce údaje pre citlivostnú analýzu. Stanovenie v_{s,30} pre vybrané objekty. Charakteristika podložia Kozmálovských vrškov. Manuskript. Bratislava, EQUIS.
- Šujan, M., Braucher, R., Kováč, M., Bourlès, D. L., Rybár, S., Guillou, V. a Hudáčková, N., 2016: Application of the authigenic 10Be/9Be dating method to Late Miocene-Pliocene sequences in the northern Danube Basin sedimentary environments. Global Planet. Change, 137, 35 – 53, <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2015.12.013>.
- Šujan, M., Rybár, S., Kováč, M., Bielik, M., Majcin, D., Minár, J., Plašienka, D., Nováková, P. a Kotulová, J., 2021: The polyphase rifting and inversion of the Danube Basin revised. Global Planet. Change, 196, 103 – 375, <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2020.103375>.
- Tkáčová, H., Kováčik, M., Caudt, L., Elečko, M., Halouzka, R., Hušták, J., Kubeš, P., Malík, P., Nagy, A., Petro, L., Miovarčí, M., Pristaš, J., Rapant, S., Remšík, A., Šefara, J. a Vozár, J., 1996: Podunajsko – Danreg. Čiastk. záver. správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Tužinský, A., Drobáň, V., Pavúr, A. a Batory, A., 1962: Malé Krškany – hydrogeologický vrt HG-1. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 8878), 16 s.
- Vass, D., 2002: Litostratigrafia Západných Karpát: neogén a budínsky paleogén. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 202 s.
- Vass, D. a Gabčo, R., 1966: Záverečná správa zo štruktúrneho vrtu K-V – Salka. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 17039).
- Vass, D., Began, A., Gross, P., Kahan, Š., Köhler, E., Lexa, J. a Nemčok, J., 1988: Regionálne geologické členenie Západných Karpát a severných výbežkov panónskej panvy na území ČSSR. Mapa 1 : 500 000. Bratislava. Slov. Geol. Úrad – Geol. Úst. D. Štúra.
- Vass, D., Brestenská, E., Fejdiová, O., Franko, O., Gazda, S., Lehotayová, R., Marková, M., Ondrejčíková, A., Planderová, E., Reichwalder, P. a Vozárová, A., 1980: Štruktúrny vrt ŠV-8 Dolné Semerovce, Ipeľská pahorkatina. Region. geol. Západ. Karpát, 14, 7 – 105.
- Vlček, T., Hudáčková, N., Jamrich, M., Halásová, E., Franců, J., Nováková, P., Kováčová, M. a Kováč, M., 2020: Hydrocarbon potential of the Oligocene and Miocene sediments from the Modrany-1 and Modrany-2 wells (Danube Basin, Slovakia). Acta Geol. Slov., 12, 1, 43 – 55.
- Vozár, J., 1973: Petrograficko-litologická charakteristika chočskej jednotky a gemeridného mezozoika v podloží neovulkanitov severne od Levíc. Zbor. geol. Vied, Západ. Karpaty, 18, 183 – 214.
- Zbořil, L., Tkáčová, H. a Puchnerová, M., 1984: Topolčianky – okolie, geofyzikálny prieskum hydrogeotermálnych štruktúr. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 60290).

Zbořil, L., Puchnerová, M., Valušáková, A., Kurkin, M., Kubeš, P., Jančí, J., Král, M. a Pěničková, M., 1987: Zlatomoravecký záliv – Komjatická depresia, geofyzikálny výskum vnútorných kotlín, čiastková záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 64937).

Summary

The paper presents tectonic map of Pre-Cenozoic basement in the Eastern portion of Danube Basin (*sensu* Vass et al., 1988). The studied area covers territory of Slovakia from the state border with Hungary on the South up to latitude N 48° 30'; and between longitude E 18° 00' – 19° 00' (Figs. 1 and 2). According to Regional geological division of Slovakia (Vass et al., 1988) it includes Komjatice Depression, Želiezovce Depression, Turovce-Levice Horst, Eastern part of the Gabčíkovo Basin, major portion of the Tribeč Mts. and western portion of the Štiavnica stratovolcano with the Sklené Teplice Horst.

Tectonic character of the Pre-Cenozoic basement of the Eastern portion of the Danube Basin, often together with distribution of thickness of the Miocene sediments was studied by numerous authors (Gaža & Beinhauerová, 1976; 1977; Gaža et al., 1985; Zbořil et al., 1984; 1987; Hók et al., 1999). Works of Karolus et al. (1978) and Konečný et al. (2003) provided essential results for the morphology of the basement of the Štiavnica stratovolcano.

The issue of the Pre-Cenozoic basement of the Eastern portion of the Danube Basin was part of larger regional studies of Pre-Cenozoic basement of Internal Western Carpathians (Fusán et al., 1971, 1979 and 1987); thickness of Cenozoic sediments or morphology of Pre-Cenozoic basement in the Alpine-Carpathian-Pannonian region (Kilényi & Šefara, 1989); or the tectonic affiliation of rock complexes in the basement of the Cenozoic sediments within the cross-border project DANREG (Matura et al., 2000). The tectonic and sedimentary evolution of the Cenozoic sedimentary fill of the Danube Basin was comprehensively studied by Šujan et al. (2021).

The surface geological structure of the Eastern portion of Danube Basin is pictured in the geological maps at scale 1 : 50,000 and accompanying explanatory notes (Ivanička et al., 1998a, b; Konečný et al., 1998a, b; Nagy et al., 1998a, b; *Geologická mapa Slovenska 1 : 50 000*, 2013).

The results of geophysical research, which also dealt with the evaluation of the tectonic affiliation of the rock complexes of the Pre-Cenozoic basement on the north-eastern edge of the studied area, are summarized in the work Zbořil et al. (1987). In the Eastern part there are works of Gaža & Beinhauerová (1976, 1977) and Gaža et al. (1985), which rely more on the results of deep drilling. Seismic research in this area was mainly focused on the quality and quantity of the Neogene sedimentary fill and did not bring fundamental results in matters of the lithotectonic character of the Pre-Cenozoic basement. The geophysical data that have yielded new results in the area are seismic profiles (Šujan et al., 2013) and a high-resolution Bouguer anomalies map of Slovakia (Pašteka et al., 2017).

The tectonic units of the Transdanubian Range and the units of the Internal Western Carpathians participate in the geological structure of the pre-Cenozoic basement of the eastern portion of the Danube Basin. The Internal Western Carpathian tectonic units, the Tatricum, Northern and Southern Veporicum, Hronicum and Drienok nappe resp. Vernáricum are present in area of interest.

The occurrence of the tectonic unit of the Hronicum is specific by a significantly large extension of the Late Paleozoic volcanosedimentary complex of the Ipolica Group (Fig. 2). The presence of the Vernáricum indicates the continuation of the geological structures of the Hron synclino-ry from northeast to the investigated region.

The faults oriented in NW – SE direction are considered to be the oldest faults in the eastern part of the Danube Basin. The age of their activity is dated to the Late Oligocene – earliest Miocene. The most significant tectonic activity in the area is associated with faults oriented in the NE – SW direction. These faults had predominantly normal kinematic character and were active during the middle Miocene – late Miocene (Fig. 3).

The Hurbanovo Fault has a specific position expressed by the contact between the tectonic units of the Internal Western Carpathians and the Transdanubicum.

Rukopis doručený:	19. 11. 2021
Revidovaná verzia doručená:	13. 1. 2022
Rukopis akceptovaný redakčnou radou:	24. 2. 2022

Tab. 1. Tabuľka použitých vrtov.

Tab. 1. Table of studied boreholes (and / or wells).

Názov vrtu / Borehole (well) name	X-JTSK	Y-JTSK	Z	Hĺbka / Total depth	Lokalita / Locality	Archívne číslo správy / Report archive number	Referencia / Source
D-1	-475 897,6	-1 310 619,69	153,76	2 821	Dubník	19859	Biela (1978a), Gaža (1968)
FGK-1	-506 176,17	-1 329 913,86	109,69	1 968	Komárno	45011	Remšík a Franko (1978)
FGKr-1	-473 810	-1 332 942,23	106,4	1 021	Kravany	44705	Remšík et al. (1979)
FGŠ-1	-457 550	-1 329 400	105,5	210	Štúrovo	45420	Remšík a Franko (1979)
FGDŽ-1	-490 087	-1 305 377	117	2 500,50	Dvory nad Žitavou	55982	Franko et al. (1982)
GK-1	-433 379	-1 276 512	215	746,8	Hontianske Nemce	17622	Kuthan (1967)
GK-10	-445 591	-1 278 696	424,54	1 057	Ladzany	26161	Karolus et al. (1970a)
GK-12	-455 732	-1 270 221	497,6	1 200	Devičany	26156	Karolus et al. (1970b)
GK-13	-457 043,86	-1 259 539,63	322,65	2 077,50	Nová Baňa	35976	Karolus et al. (1975a)
GK-14	-454 947,87	-1 264 689,68	375,15	1 363	Brehy	32110	Brlay et al. (1973)
GK-2	-435 764	-1 263 196	407,35	1 200	Antol	17621	Karolusová (1966)
GK-5	-462 574,64	-1 257 870,51	688,54	1 360	Veľká Lehota	24697	Karolus et al. (1969)
GK-6	-464 232,76	-1 275 639,64	172,36	1 825	Rybník	26736	Konečný et al. (1970)
GK-9	-454 545	-1 258 620	239,82	1 847,20	Rudno nad Hronom	22618	Karolus (1968)
GRP-1	-481 364	-1 293 179	141,09	1 470	Podhájska	65968	Fendek et al. (1987, 1989)
GTB-1	-476 497,02	-1 294 851,7	177,058	1 700	Bardoňovo	93132	Král et al. (2013)
GTB-2	-475 377,33	-1 293 196,1	196,51	1 800	Bardoňovo	93132	Král et al. (2013)
GTB-3	-477 372,25	-1 293 737,48	193,726	1 954	Bardoňovo	93132	Král et al. (2013)
GTM-1	-489 800,78	-1 326 662,19	119,59	1 763,50	Marcelová	75467	Klago a Tyleček (1988)
HDŠ-1	-442 863	-1 251 241	545,42	1 044,30	Repište	26282	Štohl et al. (1970)
HDŠ-2	-448 800	-1 256 372	304,4	1 117	Dolné Hámre-Kyslá	26282	Štohl et al. (1970)
HDŠ-4	-444 759	-1 260 298	653,73	868	Kopanice-Banište	26282	Štohl et al. (1970)
HDŠ-5	-440 585	-1 256 561	696,09	852	Banská Hodruša	26282	Štohl et al. (1970)
HG-1	-457 252	-1 282 967	163,5	120	Malé Krškany	8878	Tužinský et al. (1962)
HGŽ-3	-458 940	-1 302 240	0	916	Želiezovce	27779	Hlavatý (1972), Fordinál et al. (2002)
Iv-1	-498 063,14	-1 279 814,56	159,13	2 395	Ivanka pri Nitre	43217	Gaža (1978), Šarinová et al. (2018)
Iv-2	-491 191,36	-1 274 623,81	165,93	2 150	Ivanka pri Nitre	43217	Gaža (1978)
K-2	-506 982,07	-1 311 378,12	110,59	3 135	Kolárovo		Biela (1978a)
K-3	-503 013,22	-1 312 269,86	109,79	2 835	Kolárovo		Biela (1978a)
K-4	-501 184,26	-1 315 393,98	109,11	2 665	Kolárovo		Biela (1978a)

Tab. 1 – pokračovanie.

Tab. 1 – continue.

Názov vrtu / Borehole (well) name	X-JTSK	Y-JTSK	Z	Hĺbka / Total depth	Lokalita / Locality	Archívne číslo správy / Report archive number	Referencia / Source
Ko-1_cf600	-491 921	-1 332 048	110,68	437	Komárno	11260	Lunga (1963)
Ko-2_cf600	-493 104	-1 330 487	109,66	572	Komárno	11260	Lunga (1963)
Ko-8	-477 442,14	-1 324 725,74	124,32	537	Komárno	11260	Lunga (1963)
KOV-33	-440 747,18	-1 259 612,45	714,59	1 008,80	Štiavnické Bane	20844	Burian et al. (1968)
KOV-39	-441 342,23	-1 260 403,17	682,68	1 346	Štiavnické Bane	20844	Burian et al. (1968)
KOV-40	-439 871,99	-1 260 293,15	580,86	1 578	Podsitnianska	20844	Burian et al. (1968)
KOV-41	-437 454,59	-1 254 852	723,73	1 101,50	Banská Štiavnica	20844	Burian et al. (1968)
KOV-42	-437 494,68	-1 257 959,84	557,14	1 507,90	Banská Štiavnica-Kalvária	20844	Burian et al. (1968)
LV-1	-457 329	-1 283 054	164,5	70	Malé Krškany		Biela (1978b)
LV-2	-458 225	-1 283 858	–	44	Malé Krškany		Biela (1978b)
LV-3	-456 618	-1 283 242	–	34	Veľké Krškany		Biela (1978b)
M-1	-502 878,68	-1 281 761,88	135,3	2 129	Mojmírovce	25491	Čermák (1971), Šarinová et al. (2018)
M-1	-501 374,06	-1 330 855,5	110,55	1 224	Komárno		Biela (1978a)
M-1	-483 520,75	-1 322 577,35	253,7	2 294	Modrany		Biela (1978a)
M-2	-484 943,86	-1 321 621,46	241,37	2 658	Modrany		Biela (1978a)
M-2	-467 576,4	-1 331 404,42	107	597,3	Mužla	11347	Brodňan (1960)
M-29	-499 686,29	-1 274 633,29	145,21	425	Mojmírovce	25491	Čermák (1971)
M-3	-464 898,96	-1 330 977,88	109,73	883,5	Mužla	11347	Brodňan (1960)
M-30	-500 131,47	-1 273 845,53	145,86	307	Mojmírovce	25491	Čermák (1969, 1971), Biela (1978a)
M-56	-494 262,11	-1 269 754,46	189,4	400	Mojmírovce	25491	Čermák (1969, 1971), Biela (1978a)
M-57	-494 406,85	-1 268 215,06	206,5	275	Mojmírovce	25491	Čermák (1969, 1971), Biela (1978a)
M-65	-494 494	-1 271 603,31	179,53	493	Mojmírovce	25491	Čermák (1969, 1971), Biela (1978a)
M-7	-506 815,64	-1 278 033,96	174,07	585	Mojmírovce	21716	Čermák (1969, 1971), Biela (1978a)
M-76	-481 776	-1 263 350	215,22	297	Mojmírovce	25491	Čermák (1969, 1971), Biela (1978a)
M-79	-487 823,44	-1 266 629,09	190,8	361	Mojmírovce	25491	Čermák (1969, 1971), Biela (1978a)
M-8	-507 606,84	-1 277 482,94	158,3	370	Mojmírovce	25491	Čermák (1969, 1971), Biela (1978a)
N-2	-507 761	-1 277 010	186,8	459	Nitra		Biela (1978a)
O-1	-461 160,46	-1 332 313,6	106,89	396	Obid	11347	Brodňan (1960)

Tab. 1 – pokračovanie.

Tab. 1 – continue.

Názov vrtu / Borehole (well) name	X-JTSK	Y-JTSK	Z	Hĺbka / Total depth	Lokalita / Locality	Archívne číslo správy / Report archive number	Referencia / Source
O-11	-462 593,82	-1 332 723,84	105,32	650,6	Obid	11348	Brodňan a Samčík (1960)
O-12	-463 166,21	-1 332 134,29	106,61	697,6	Obid	11348	Brodňan a Samčík (1960)
O-2	-461 970,36	-1 332 275,26	106,89	883	Obid	11348	Brodňan a Samčík (1960)
O-4	-463 319,27	-1 329 994,25	122,45	835,9	Obid	11348	Brodňan a Samčík (1960)
O-7	-460 558,81	-1 331 698,07	119,69	386,2	Obid	11347	Brodňan (1960)
P-1	-482 744,68	-1 293 709,6	150,23	1 335	Pozba	11316	Gaža (1963)
P-2	-481 150,95	-1 293 131,05	142,28	1 601	Pozba	11316	Gaža (1963)
P-3	-474 439,58	-1 300 584,34	164,81	1 602	Pozba	8082	Hromec (1961)
P-4	-474 431,49	-1 297 466,08	202,71	1 317	Pozba	8082	Hromec (1961)
PGT-11	-496 761,99	-1 324 078,54	108,2	1 850	Dolný Peter	80440	Pirman et al. (1991)
PKŠ-1	-456 246,94	-1 275 307,87	203,22	1 764	Gondovo	35007	Karolus et al. (1975b)
PL-1	-437 076,02	-1 291 752,63	201,01	324,4	Plášťovce	7818	Lacko et al. (1960)
Po-1	-483 024,38	-1 294 364,96	137,36	1 900	Podhájska	31411	Čermák a Gaža (1973)
R-1	-447 832	-1 260 488	504,88	1 019	Zlatno	35104	Burian et al. (1975)
R-2	-448 450	-1 260 486	543,33	1 048	Zlatno	50063	Burian et al. (1980)
Sb-1	-488 488,41	-1 332 975	110	226,5	Patince	9895	Kollár (1962)
ST-4	-441 814,38	-1 248 239,12	302,032	1 820,10	Sklené Teplice	74453	Klago a Matejčeková (1988)
Š-1	-458 788,31	-1 330 674,03	122,21	774,4	Štúrovo	11347	Brodňan (1960)
Šu-1	-491 450,33	-1 294 384,58	122,64	2 810	Šurany	8282	Klinec (1961)
ŠV-8	-444 686,68	-1 298 596,45	156,16	1 203,60	Dolné Semerovce	20955	Franko a Gazda (1968), Vass et al. (1980)
T-12	-495 594,74	-1252 191,09	155,08	484	Topoľčany	16970	Lunga (1966)
T-13	-494 897,15	-1 252 874,88	154,23	335	Topoľčany	16970	Lunga (1966)
T-4	-501 285,8	-1 261 554,45	148,62	313	Topoľčany	14488	Lunga (1965)
UB-1	-448 371	-1 263 042	498,3	939	Uhliská	34428	Brlay (1975)
VBE-12-89	-487 715,06	-1 262 170,21	174,74	282	Beladice	79331	Šarkan et al. (1993)
VBE-13-89	-488 979,62	-1 265 701,57	175,26	321	Beladice	79331	Šarkan et al. (1993)
VBE-14-89	-487 619,6	-1 267 458,78	225,77	439	Beladice	79331	Šarkan et al. (1993)
VIK-1	-465 750	-1 260 550	810	650	Pohronský Inovec	38602	Karolus et al. (1976)
Vr-1	-486 622,3	-1 275 255,3	163,27	2 572	Vráble	11354	Brestenská (1963), Biela (1978a), Šarinová et al. (2018)
VŠ-1	-440 394,784	-1 258 225,787	228,49	670	Banská Štiavnica	20844	Burian et al. (1968)

Tab. 1 – pokračovanie.

Tab. 1 – continue.

Názov vrtu / Borehole (well) name	X-JTSK	Y-JTSK	Z	Hĺbka / Total depth	Lokalita / Locality	Archívne číslo správy / Report archive number	Referencia / Source
VŠ-5	-439 377,027	-1 258 583,677	228,74	468	Banská Štiavnica	20844	Burian et al. (1968)
VŠ-6	-439 871,99	-1 259 145,66	724,39	990	Štiavnické Bane	20844	Burian et al. (1968)
VŠ-8	-440 141,709	-1 259 368,152	326,39	651	Banská Štiavnica	20844	Burian et al. (1968)
ZH-1	-499 688,66	-1 322 709,4	107,53	1 762	Zelený Háj		Biela (1978a), Biely a Kullmanová (1979)
ZM-1	-478 297,23	-1 264 870,34	186,61	2 095	Zlaté Moravce		Biela (1978a), Šarinová et al. (2018)

Nový výskyt brekcií a zlepcov asociujúcich so spätnými prešmykmi v oblasti Nitrických vrchov (juhovýchodná časť Strážovských vrchov)

New occurrence breccias and conglomerates associated with backthrusts in the Nitrické vrchy Mts. area (SE Strážovské vrchy Mts., Slovakia)

MÁRIO OLŠAVSKÝ¹ a ONDREJ PELECH²

¹ Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, RC Banská Bystrica, Zelená 5, 974 04 Banská Bystrica, mario.olsavsky@geology.sk

² Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava 11

© Autori 2021. Vydal ŠGÚDŠ. Licencia Creative Commons BY 4.0. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Abstrakt. Táto práca prináša nové poznatky o výskytoch karbonátových brekcií a zlepcov, štruktúrne inkorporovaných do stavby hronických a fatrických šúpín v juhovýchodnej časti Strážovských vrchov. Karbonátové brekcie a zlepence majú prevažne charakter tektonitov, lokálne však tektonický postih nie je penetratívny a možno pozorovať aj pôvodnú sedimentárnu textúru. Ich vek nie je biostratigraficky doložený, no na základe litologického charakteru a regionálnych súvislostí možno predpokladať paleogénny vek. Brekcie a zlepence boli pozorované v oblasti masívu Veľký Čihoc (sz. smerom od Nitrianskych Sučian), šupinách v oblasti Diviackej Novej Vsi a v oblasti medzi Nitrianskymi Sučanmi a Hornými Vestenicami, kde oddeľujú zdanlivo kontinuálne vrstevné sledy. Geologické mapovanie a štruktúrny výskum (tektonické zrkadlá) preukázali, že ide o šupiny s jv. až vsv. vergenciou a doteraz neznámu zónu spätných násunov a/alebo prešmykov. Takmer pravidelne sa tu v nadloží hronika vyskytujú aj horniny mraznického súvrstvia fatrika. Ich inverzná pozícia na hroniku podčiarkuje význam týchto pravdepodobne popaleogénnych tektonických udalostí.

Kľúčové slová: hronikum, fatrikum, spätné prešmyky, paleogénne zlepence

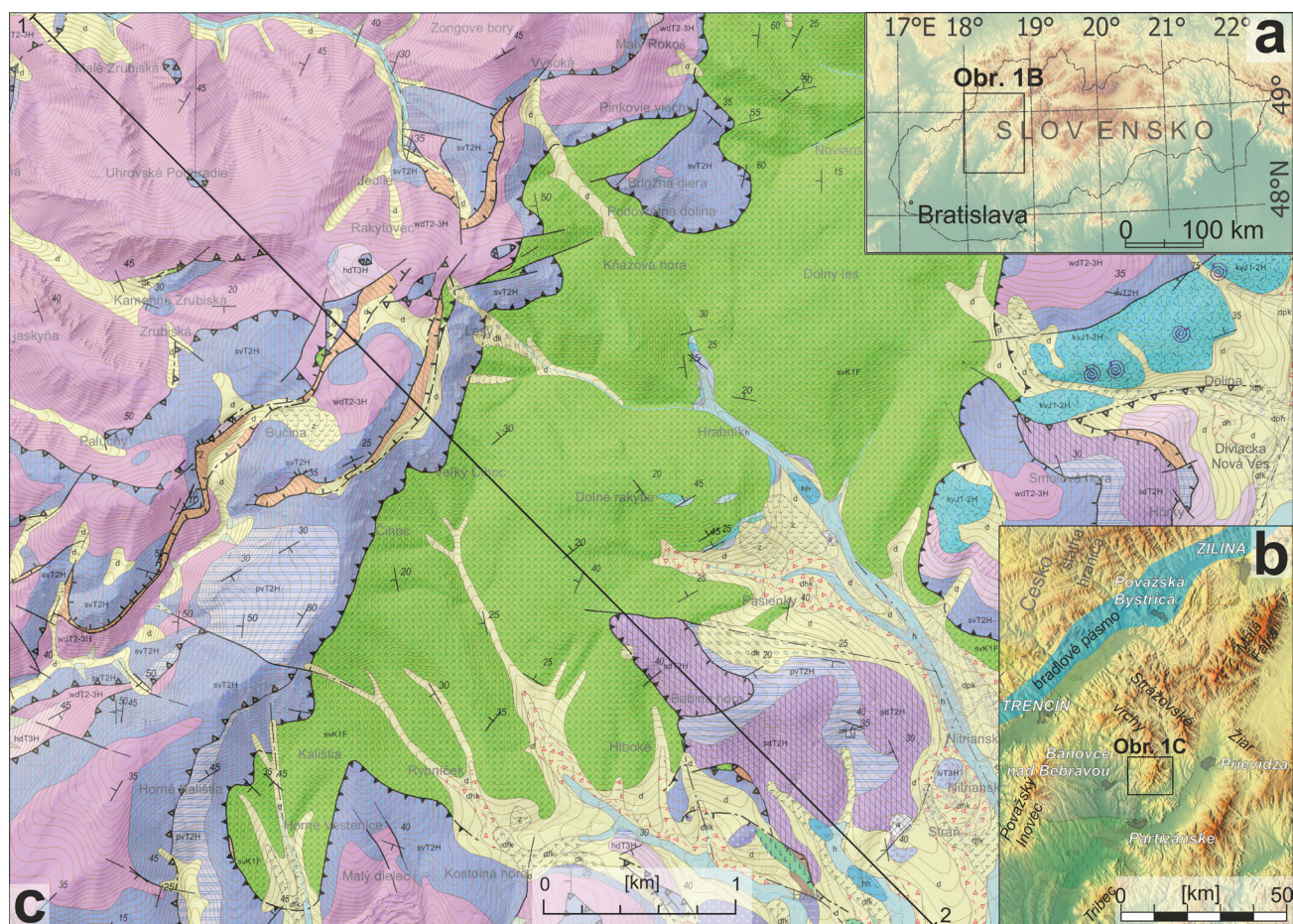
Abstract. The paper brings new knowledge about the occurrence of carbonate breccias and conglomerates structurally incorporated into the Hronic and Fatric nappe stack in the southeastern part of the Strážovské vrchy Mts. Carbonate breccias to conglomerates have the character of tectonites, but locally the tectonic impact is not penetrative and the original sedimentary structures can be observed. Their age is not biostratigraphically documented. On the basis of the lithological character and regional context, however, their Paleogene age can be assumed. Breccias and conglomerates were observed in the area of the Veľký Čihoc massif (NW of Nitrianske Sučany) and in the thrustsheets in the area of the west of Diviacka Nová Ves and in the area between Nitrianske Sučany and Horné Vestenice, where they separate apparently continuous sedimentary sequences. Geological mapping as well as structural research (slickensides) reveal SE to ESE vergence of thrusting and reverse faulting. Such structures are considered as backthrusts and are recognized in this area for the first time. The rocks of the Mraznica Formation of the Fatricum are accompanying almost regularly the backthrusts. The inverse position of the Fatricum above Hronicum underlines the significance of these probably Post-Paleogene tectonic events.

Key words: Hronicum, Fatricum, backthrusting, Paleogene conglomerates

Úvod

Oblasť Strážovských vrchov je súčasťou pásma jadrových pohorí Západných Karpát. Tvorí ho celky paleoalpínskych jednotiek tatrika, fatrika a hronika, ktoré sú prekryté mladšími popriekrovovými formáciami paleogénneho (myjavsko-hričovský paleogén, bojnický a bánovský paleogén sensu Vass et al., 1988) a neogénneho veku (sedimenty Hornonitrianskej kotliny a Bánovskej kotliny) (Maheľ et al., 1982; Maheľ, 1985a; Hraško et al., 2020, 2021). Paleoalpínske presuny majú v oblasti južne od bradlového pásma generálne severnú, resp. severozápadnú vergenciu a odohrali sa od albu po vrchnú kriedu (Andrusov, 1958; Plašienka, 1999, 2018; Hók et al., 2019).

Tatrikum, štruktúrne najnižšia tektonická jednotka širšej oblasti, je tvorené hercýnsky konsolidovaným kryštalinickým fundamentom (metamorfity a granitoidy) paleozoického veku a ich mezozoickým obalom – tzv. malomagurská jednotka. Malomagurská jednotka je prítomná hlavne pozdĺž severného okraja kryštalinických jadier. Cez tatrikum sú presunuté mezozoické príkrovové jednotky – fatrikum a hronikum. Fatrikum predstavuje zvrásnené doskovité teleso, tvorené hlavne zliechovskou sukcesiou. Belianska sukcesia je prítomná v menšej miere vo východnej časti územia. Štruktúrne najvyššiu jednotku hronikum budujú hlavne masy triasových karbonátov. Jej jurské členy sú rozšírené v oblasti Strážova (Zliechov a dolina Bielej vody južne od Predhoria), ale vystupujú aj pri Diviackej Novej Vsi a Nitrianskych Sučanoch. Hronikum sa člení na čiastkové násunové šupiny (príkrovy). V oblasti Nitrických vrchov sú to považský príkrov (s telesom ipoltickej skupiny) a ráztočniansky príkrov (Olšavský in Hraško et al., 2020). Mezozoická stavba je transgresívna a diskordantne prekrytá paleogénnymi sedimentmi myjavsko-hričovskej (Salaj, 2001) a centrálneokarpatskej paleogénnej panvy. V južnej časti Strážovských vrchov sú prítomné dva sedimentárne vývoje, tzv. bánovský paleogén (sensu Vass et al., 1988) nachádzajúci sa západne od diviackeho zlomu a bojnický paleogén východne od diviackeho zlomu (Maheľ, 1985a). Súčasťou tzv. bánovského paleogénu sú aj sedimenty vrchnokriedového až paleocénneho veku známe z oblasti Veľkých Krštenian (Soták et al., 2021a).



LEGENDA

kvartérne sedimenty

	antropogénne navážky, haldy a skládky (<i>subrecent – recent</i>)
	fluviálne, litofaciálne nečlenené hliny, piesčité až štrkovité hliny dolinných nív riek a nív horských potokov
	deluviálno-fluviálne splachové (ronové) piesčité hliny s úlomkami hornín
	deluviálno-proluviálne hliny až piesčité hliny v dejekčných kužeľoch
	deluviálno-proluviálne piesčité hliny s úlomkami hornín v dejekčných kužeľoch
	deluviálne sedimenty, nečlenené: litofaciálne nerozlišené svahoviny a sutiny
	deluviálne ilovité hliny, hliny až piesčité hliny s obsahom úlomkov hornín
	deluviálno-fluviálne splachové (ronové) hliny, piesčité hliny s úlomkami až jemnozrnné piesky
	deluviálne hlinito-kamenité až piesčito-kamenité svahoviny a sutiny

sedimenty s neistým zaradením (táto štúdia)

	pestré brekcie, zlepenice, pieskovce, ilovce (?mladšia krieda/?paleocén – oligocén)
--	---

hronikum

	silvé a ružové krinoidové vápence, organotrititické vápence (rovňanské súv., hierlatzké a višské vápence) (<i>staršia až stredná jura</i>)
	hlavný dolomit: silvý až sivohnedý lavicovitý dolomit, ojediniele so stromatolitmi (<i>kam – norik</i>)
	lunzské vrstvy: sivozelené až hnedé pieskovce, prachovce a ilovce (<i>kam</i>)
	wettersteinský dolomit: silvý a svetlosivý dolomit, bežne brekciovitý (<i>ladin</i>)
	reiflinské a schreyeralmské vápence, partnašské vrstvy (<i>anis – spodný kam</i>)
	strážovský vápenec: silvý až tmavosivý lavicovitý vápenec (<i>stredný anis</i>)
	strážovský (chočský) dolomit: silvý až tmavosivý brekciovitý dolomit (<i>stredný anis</i>)

	šuňavské súvrstvie: piesčité a sľudnaté bridlice s karbonátovým cementom, deformované silnité piesčité vápence (<i>sp. trias</i>)
	benkovské súvrstvie: hrubozrnné kremenné arkózy, drobozrnné kremité zlepenice (<i>sp. trias</i>)
	malužinské súvrstvie: vysové vrstvy – piesčité drobozrnné zlepenice, pieskovce (<i>loping</i>)
	malužinské súvrstvie: bazaltoidné andezity a ich vulkanoklastiky (<i>loping</i>)

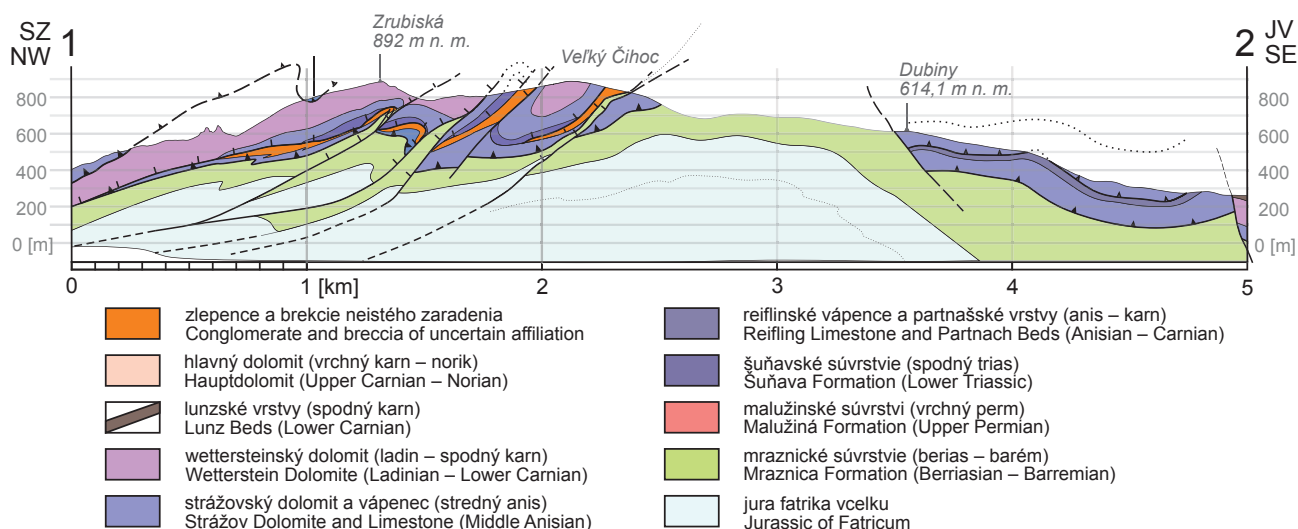
fatrikum

	mraznické súvrstvie: svetlosivé ilovité vápence, ilovce, ilovité bridlice (<i>titón – barém</i>)
	jaseninské súvrstvie: červené, miestami hľuznaté vápence (<i>kimeridž</i>)
	ždiarske súvrstvie: rádiolarity a rádiolárové vápence (<i>bat – kimeridž</i>)
	kopiencke súvrstvie: pieskovce, bridlice (<i>hetanž – sinemúr</i>)
	fatranské súvrstvie: organotrititické vápence, bridlice (<i>rét</i>)
	karpatský keuper: pestré ilovce, kremenné pieskovce a dolomity (<i>norik</i>)
	ramsaúské dolomity: tmavosivé, rozpadavé, lavicovité a masívne dolomity (<i>ladin</i>)

	zlomy: a) zistené, b) predpokladané, c) zakryté
	a) násuny, b) prešmyky
	úložné pomery
	kameňolom
	nálezy makrofauny
	geologický rez

Obr. 1. a – Poloha skúmaného územia v rámci Slovenska; b – poloha v rámci Strážovských vrchov; c – geologická mapa skúmaného územia (Hraško et al., 2020, 2021).

Fig. 1. a – Location within the Slovakia; b – location within the Strážovské vrchy Mts.; c – geological map of the investigated area (Hraško et al., 2020, 2021).



Obr. 2. Geologický rez skúmanou oblasťou zobrazuje komplikovanú šupinovú stavbu hronika. Poloha rezu je na obr. 1c.

Fig. 2. Geological cross-section of the investigated area showing the complicated imbricated structure of the Hronicum. Location of the cross-section is shown in the Fig. 1c.

Ako spätné prešmyky a/alebo násuny chápeme (v súlade s prácou McClay, 1992) pre potreby tejto práce zlomy, resp. strižné zóny s opačnou vergenciou k hlavnej polarite vrásovo-násunového pásma. V prípade západnej časti Západných Karpát, ktorou sa zaoberá aj táto štúdia, majú spätné prešmyky vergenciu generálne na juh až juhovýchod. Spätné prešmyky sa vyskytujú pozdĺž celého kontaktu Vnútorých Západných Karpát a Vonkajších Západných Karpát. Vystupujú hlavne v okolí bradlového pásma (Kováč a Hók, 1996; Marko et al., 2005; Pešková et al., 2012), ale zasahujú aj do južnejšej časti flyšového pásma (Potfaj, 1979) a vonkajšieho radu jadrových pohorí. Známe sú zo severnej časti Malých Karpát (Marko et al., 1990, 1991; Plašienka et al., 1991; Polák et al., 2011), Považského Inovca (Pelech, 2015; Pelech et al., 2018), Strážovských vrchov (Mahel', 1985b, 1986; Salaj, 2001; Pečeňa a Vojtko, 2011; Pelech a Olšovský, 2018), Malej Fatry (Matějka, 1932; Polák, 1975; Sentpetery, 2011; Sentpetery a Hók, 2012), Veľkej Fatry (Soták et al., 2021b) aj Nízkych Tatier (Biely, 1963; Olšovský, 2008; Havrila, 2011; Olšovský, 2020).

Táto práca prináša prvé poznatky: a) o výskytoch spätných prešmykov (s jv. až v. vergenciou) postihujúcich hronikum a fatrikum v južnej časti Strážovských vrchov približne medzi Uhrovským Podhradím, Dolnými Vestenicami, Nitrianskymi Sučami a Diviakmi nad Nitricou; b) doteraz nezdokumentované telesá karbonátových brekcií a zlepcov viazaných na spätné prešmyky, ktoré sa zistili pri príprave novej geologickej mapy východnej časti Strážovských vrchov v mierke 1 : 50 000 (Hraško et al., 2020, 2021).

Metodika

Výskum sa opiera o výsledky geologického mapovania štandardnými metódami v mierke 1 : 10 000 (topografické listy 35-24-12 a 35-24-17). Presnosť lokalizácie dokumentačných bodov s pomocou satelitného navigačného systému sa spravidla pohybovala v rozmedzí ± 5 m. Výsledná mapa sa zakresľovala pomocou softvéru QGIS (QGIS

Development Team, 2020). Na vyhodnotenie štruktúrnych údajov bol použitý softvér TectonicsFP (Ortner et al., 2002) využívajúci inverznú a RD metódu.

Výsledky

Lokalizácia

Pri geologickom mapovaní regiónu boli problematické karbonátové brekcie a zlepenca zaznamenané v hrebeňových častiach Nitrických vrchov na viacerých lokalitách na západných svahoch v závere Podovrátnej doliny, v masíve Čihoc – Lesy a na SV od záveru doliny Hradištnica. Tvoria väčšie telesá a viac-menej kontinuálne pruhy dlhé 700 až 2 500 m (obr. 1c). Výskyty sa viažu predovšetkým na dve paralelné tektonické štruktúry spätných násunov od Strednej doliny cez Hradištnicu, masív Veľký Čihoc až po priestor Podovrátnej doliny južne od masívu Rokoša (katastre obcí Nitrianske Sučany a Horné Vestenice). Menšie výskyty boli zaznamenané na ľavej strane dolinky východne od Kostolnej hory (resp. zsz. od kóty 355,6) a tiež sv. od Dolných Vesteníc na lokalite Hlboká dolina na s.-j. hrebenku vo výške 300 m n. m. (obr. 6e – f), ssz. od Horných Vesteníc na s.-j. hrebeni medzi lokalitami Horné Kališťa a Presmerie medzi k. 540 a 463 vo výške 495 m n. m., kde sú prítomné aj odkryvy (obr. 4e – f), a východne od Diviackej Novej Vsi na sv. svahu Smolovej hory.

Litologická charakteristika

Karbonátové brekcie a zlepenca sú svetlo- až tmavosivé, spravidla dobre litifikované a štruktúrne nevytriedené. Obsahujú rôzne veľké litoklasty sivých, bielych až žltých mezozoických karbonátov, v niektorých prípadoch aj pestrých piesčitých sľudnatých bridlíc. Možno rozlišovať dva typy, ktoré však často vystupovali spolu, resp. ich nebolo možné rozlišovať na mapovom obraze:

1. tmavosivé až čierne, miestami sivozelené karbonátové brekcie s podpornou štruktúrou základnej hmoty, často monomiktne, s prevahou klastov se-

dimentov spodného alebo stredného triasu hronika (obr. 4 a 6d). Predstavovali väčšiu časť výskytov. Možno predpokladať, že ide o tektonity generované v prešmykových zónach z okolitých hornín. Príkladom je aj vzorka MO1205b analyzovaná v ďalšom texte;

2. hlavne svetlosivé až sivozelené, prevažne oligomiktne karbonátové brekcie a zlepenec s podpornou štruktúrou klastov, prevažne s klastami stredno- až vrchnotriasových karbonátov (obr. 5 a 6). Vápenná základná hmota je sivá, niekedy bohatá na oxidy Fe. Tieto horniny sú postihnuté kataklázou a aspoň sčasti predstavujú pôvodne sedimentárne brekcie a zlepenec alebo prizlomové svahové brekcie, dominantne obsahujúce sedimentárny materiál hronika (obr. 5 a 6). Predstavovali síce menšiu časť výskytov, ale svojím litologickým charakterom sa značne odlišovali od okolitých mezozoických sedimentov. V oblasti východne od Diviackej Novej Vsi na sv. svahu Smolovej hory sú ojedinele prítomné aj opracované obliaky karbonátov s priemerom až do zhruba 10 cm. Oligomiktne sivé brekcie a zlepenec, hlavne pri absencii tmavej karbonátovej základnej hmoty (napr. na lokalite Veľký Čihoc – Lesy, obr. 5), sú litologicky blízke kenozoickým sedimentom, napr. súľovským zlepencom alebo bazálnej časti borovského súvrstvia, resp. niektorým bazálnym zlepencom egenburského veku. Príkladom je aj vzorka OP741 analyzovaná v ďalšom texte.

Oba typy brekcií a zlepenec obsahujú zväčša ostroranné klasty (obr. 4 – 7). Dobré opracovanie je menej časté (obr. 6a). Tvoria ich hlavne klasty vápencov a/alebo dolomitov v sivom alebo úplne tmavom až čiernom vápennom matrixe (vtedy sú úlomky zväčša monomiktne). Charakter rôznorodého klastického materiálu je badať na čerstvom lome. Tmavé úlomky pripomínajú strážovské vápence (sivé až tmavosivé vápence annabersko-gutensteinskej fácie), sivo-ružovkasté zase panvovú reiflinsko-schreyeralmskú fáciu, sivé dolomity skôr hlavný dolomit a biele úlomky pripomínajú wettersteinský dolomit. V niektorých prípadoch karbonát nadobúda žltkastú patinu. Pravdepodobne ide o alterované, resp. dedolomitované klasty.

Iba málo výskytov tvorilo odkryvy in situ. Ak však tvorili odkryvy, spravidla predstavovali masívne vrstvy.

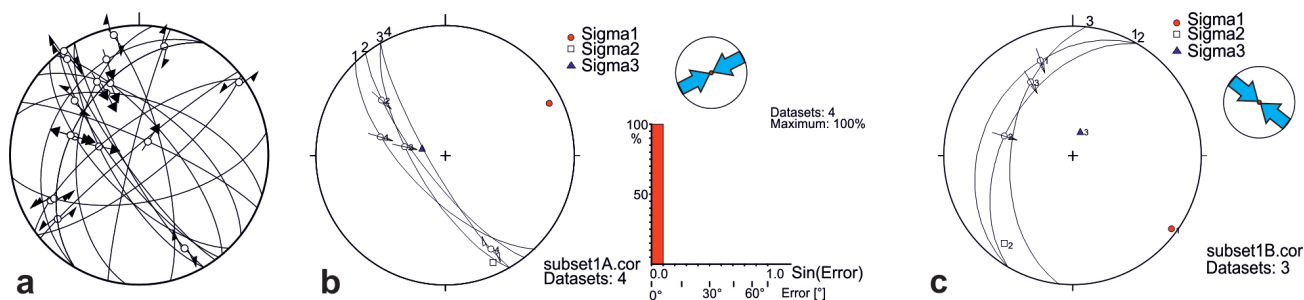
Pozorovaná doskovitosť (obr. 4c) na niektorých lokalitách bola pravdepodobne skôr dôsledkom tektonického porušenia.

V mikromierke boli analyzované dve vzorky, MO1205b a OP741 (obr. 7). Vzorka MO1205b (záver doliny Behulová medzi lokalitami Jedlie a Podovrátna dolina, N 48,422 004°, E 18,429 046°) predstavuje brekciu s podpornou štruktúrou klastov. Klasty sú slabo až dobre opracované, často so znakmi kontaktného tlakového rozpúšťania a veľkostne nevytriedené. Tvoria ich prevažne peloidálne až afanitické dolomikropelsparity. Prítomné sú aj početné úlomky sivých prachovcov aj väčšie úlomky sivého pelsparitu, úlomky vulkanických hornín, lokálne zrná kremeňa psamitovej frakcie. Prítomné sú stylolity s nátekmi Fe-minerálov medzi klastami. Miestami sa vyskytoval pyrit. Základná hmota je sparitová, s občasnými reliktnými mikritu. Prítomnosť biostratigraficky významných mikrofosílií nebola preukázaná v klastoch ani v základnej hmote (Mikudíková in Boorová et al., 2020). Charakteristické je krehké lámanie a dezintegrácia klastov až do formy jemnozrnného materiálu splyvajúceho so základnou hmotou. Pozorované štruktúry sú porovnateľné s bežnými kataklazitmi (Trouw et al., 2010).

Vzorka OP741 (lokalita z. od Nitrianskych Sučian, N 48,729 436°, E 18,453 407°) predstavuje oligomiktne brekciu s podpornou štruktúrou klastov. Klasty sú slabo opracované alebo celkom neopracované, s priemerom do 2 cm. Prevažujú mikrosparitové a pelmikitové vápence, menej dolosparit. Časté sú stylolity a tlakové rozpúšťanie na hraniciach zrn. Základná hmota predstavuje drvený materiál so zrnami sparitového kalcitu psamitovej alebo aleuritovej frakcie. V základnej hmote sú zriedkavo prítomné aj zrná kremeňa. Miestami je možné pozorovať vyhojenie puklín sparitovým kalcitom alebo kalcitové žily. Naprieč vzorkou prechádza aj zóna kataklázy a v jej jadre sa nachádza tenká lamina tektonického ílu (obr. 7). Jej vek nateraz nie je možné jednoznačne stanoviť. Prítomnosť biostratigraficky významných mikrofosílií nebola preukázaná v klastoch ani v základnej hmote.

Geologická pozícia

Pri geologickom mapovaní hronických komplexov Nitrických vrchov sa nachádzali zvyšky karbonátových tektonitov, karbonátových brekcií a zlepenecov, najčastejšie



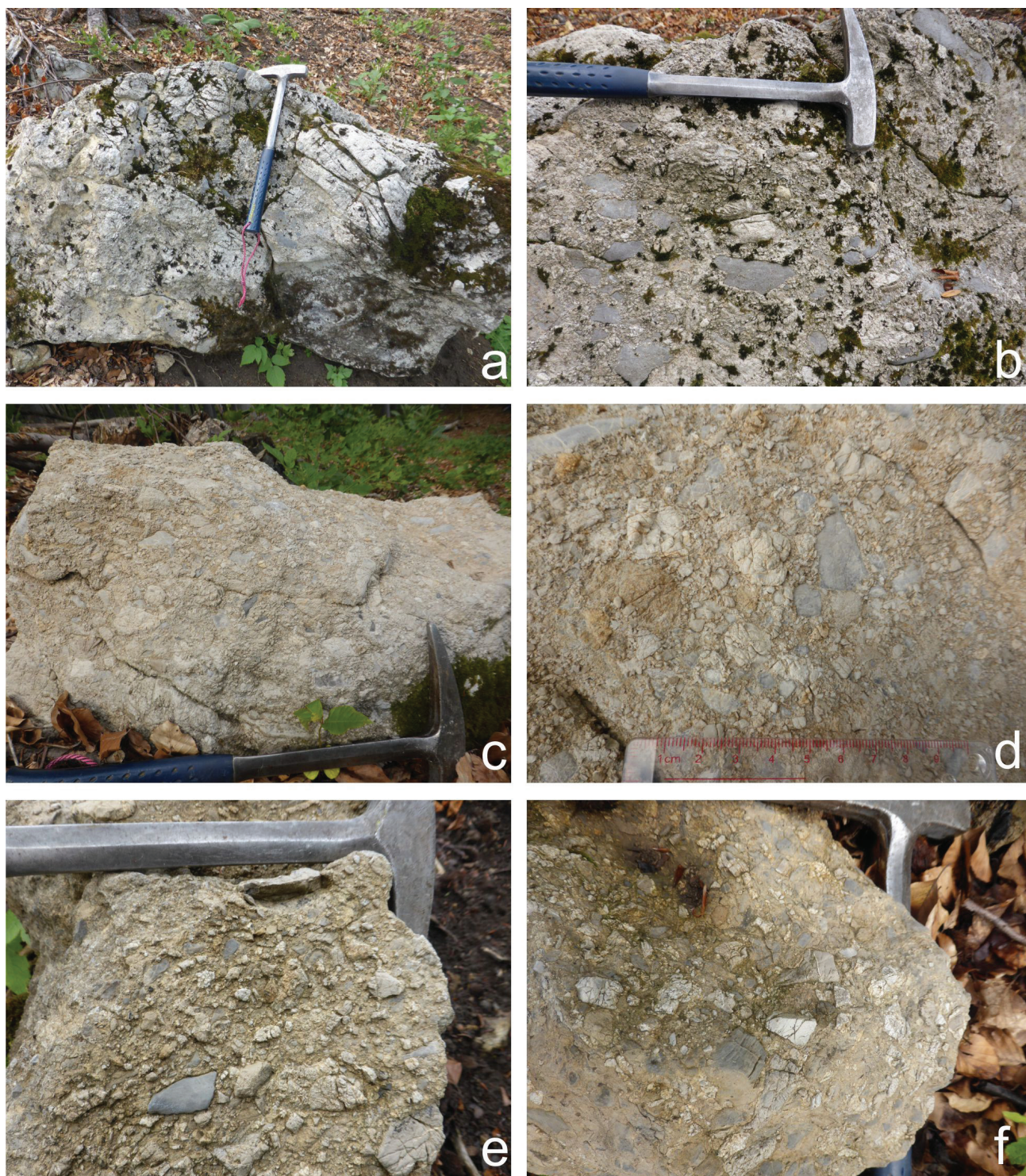
Obr. 3. Štruktúrny inventár tektonických zrkadiel oblasti doliny Hradištnica a lokality Veľký Čihoc: A – prehľad nameraných tektonických zrkadiel; B – šikmé (spätné) prešmyky ssz.-jjv. smeru; C – (spätné) prešmyky ssv.-jjz. smeru. Zobrazenie v spodnej hemisfere.

Fig. 3. Structural inventory of slickensides in the Hradištnica valley area and the Veľký Čihoc locality: A – overview of measured slickensides; B – oblique NNW-SSE striking (back-)thrusts of; C – (back-)thrusts with NNE-SSW strike. Projection in the lower hemisphere.



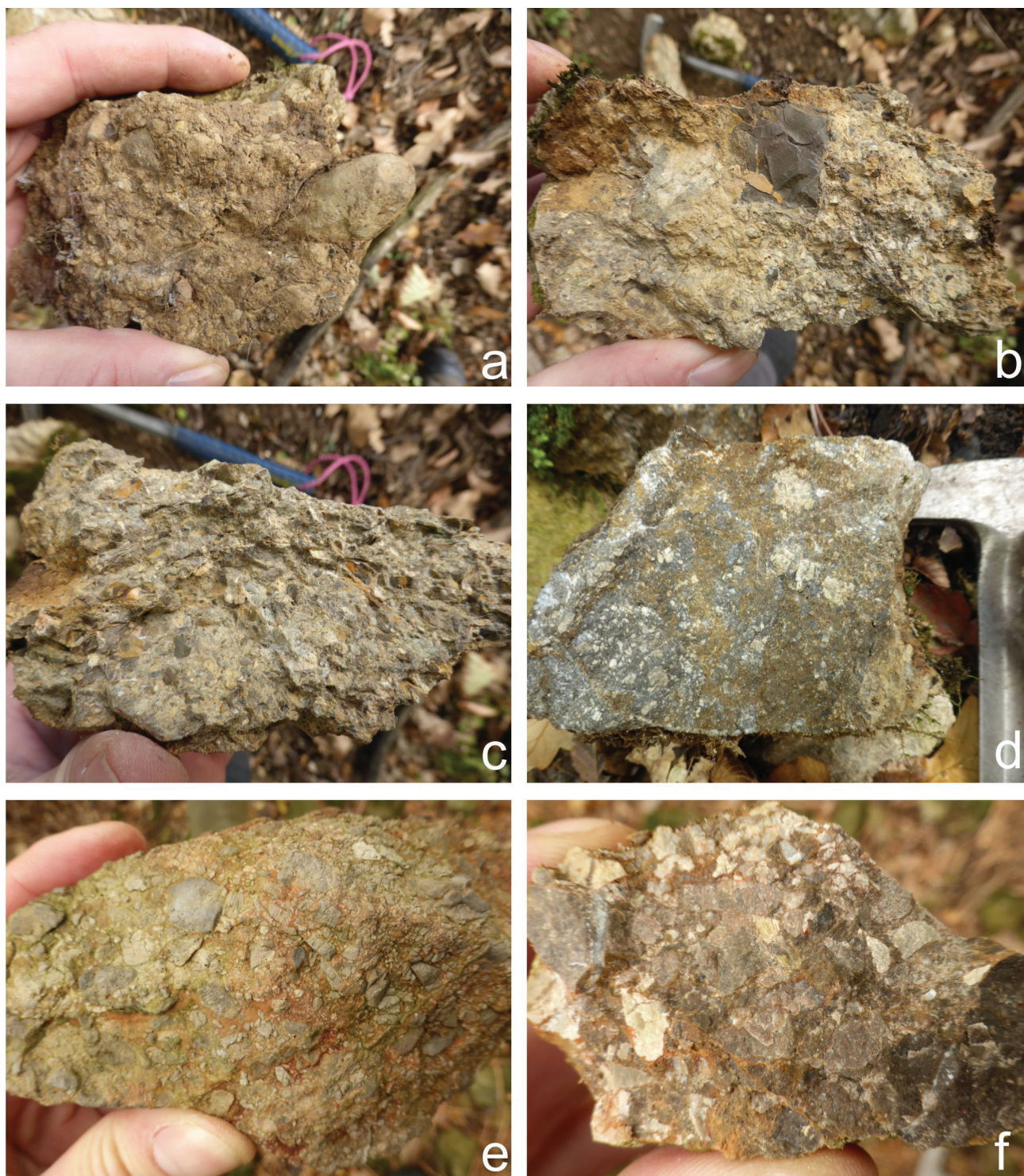
Obr. 4. Monomiktne brekcie s tmavosivým tmelom, pravdepodobne tektonity: a – navetraný povrch monomiktých brekcií z lokality Bučina – Rakytovec (N 48,741 554°, E 18,414 532° – N 48,748 374°, E 18,423 200°); b – čerstvý lom monomiktých brekcií s viditeľnou prevahou tmavosivej až čiernej základnej hmoty, lokalita Bučina – Rakytovec; c – odkryv v brekciách v záreze cesty v oblasti lokality Veľký Čihoc nad dolinou Hradištnica (N 48,733 941°, E 18,404 575°); d – čerstvý lom brekcií, lokalita Čihoc; e – karbonátové brekcie na kontakte strážovských vápencov a mraznického súvrstvia fatrika na lokalite Horné Kalištie (s. od Horných Vesteníc, hrebeň medzi kótami 463 a 540); f – doskovito zvetrávajúce bloky brekciovitých vápencov s klastickým materiálom spodného triasu, na lome tmavé brekcie, miestami laminované, s variabilnou zrnitosťou, pravdepodobne tektonické, Horné Kalištie.

Fig. 4. Monomictic breccias with dark grey matrix, probably tectonites: a – weathered surface of monomictic breccias from the Bučina – Rakytovec locality; b – fresh surface of monomictic breccias with a visible predominance of dark grey to black base material, locality Bučina – Rakytovec (N 48.741 554°, E 18.414 532° – N 48.748 374°, E 18.423 200°); c – outcrop in breccias in the road cut, locality Veľký Čihoc above the Hradištnica valley (N 48.733 941°, E 18.404 575°); d – fresh surface of breccia, locality Čihoc; e – carbonate breccias at the contact of the Hronic Strážov Limestones and the Fatic Mraznica Formation in the Horné Kalištie locality (N of Horné Vestenice, ridge between elevations 463 and 540 m a. s. l.); f – medium bedded blocks of breccia with limestone clastic material from the Lower Triassic rocks, dark grey at the fresh surface, laminated in places, with variable grain size, probably tectonic breccias, locality Horné Kalištie.



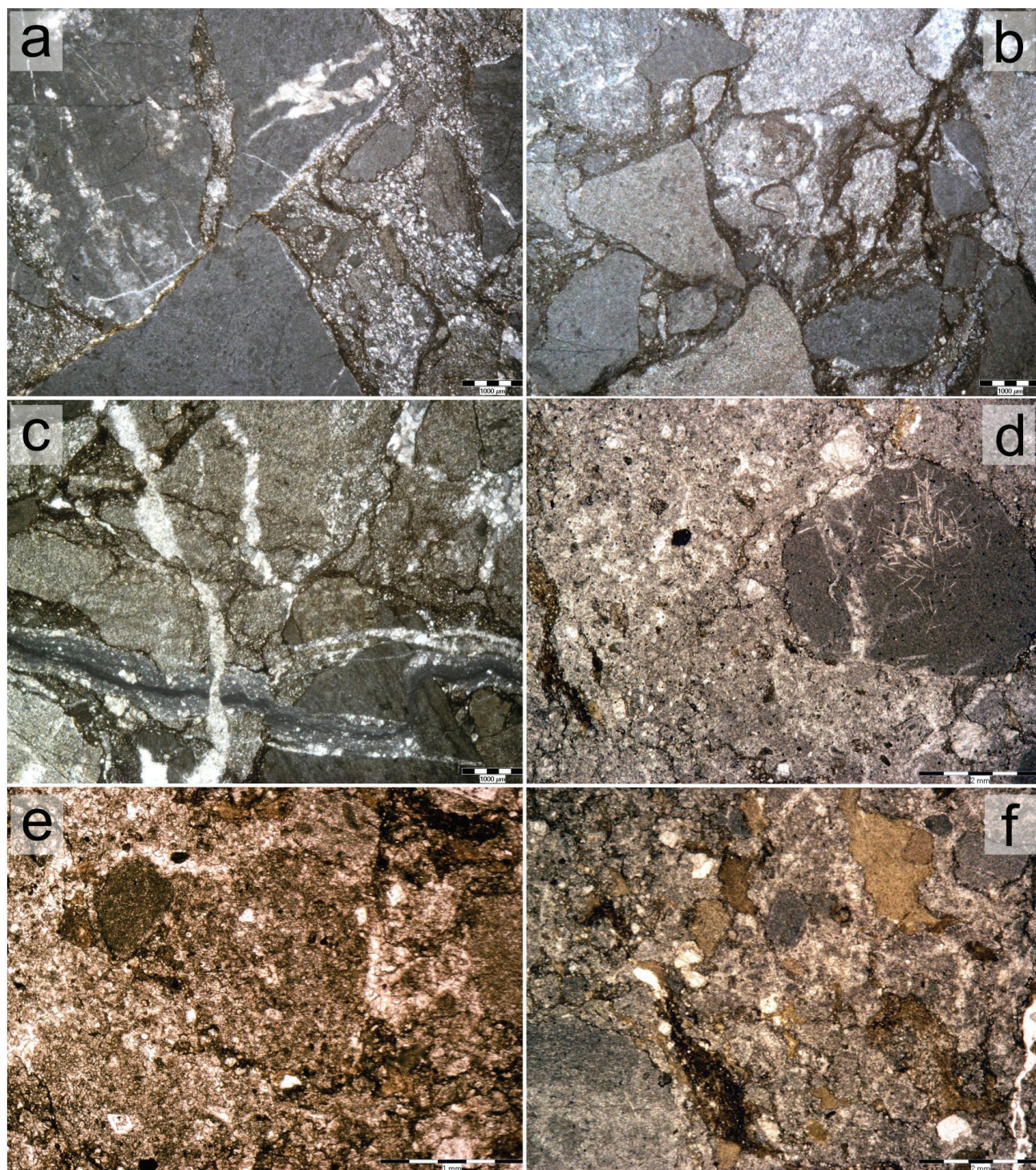
Obr. 5. Karbonátové oligomiktické brekcie a zlepenec: a – navetraný povrch bloku, z ktorého vystupujú jednotlivé klasty, lokalita Veľký Čihoc (N 48,733 941°, E 18,404 575°); b – štruktúrne nezrelý materiál brekcií, 10 – 15 cm klasty utopené v drobnozlepencovitom detritu, Veľký Čihoc; c – d – charakter navetraného povrchu na blokoch karbonátových brekcií a zlepenčov, Veľký Čihoc; e – f – karbonátové brekcie na lokalite Bučina – Rakytovec (N 48,741 554°, E 18,414 532° – N 48,748 374°, E 18,423 200°), záver doliny Hradištnica.

Fig. 5. Carbonate oligomictic breccias to conglomerates: a – weathered surface of the block with individual carbonate clasts, locality Veľký Čihoc (N 48.733 941°, E 18.404 575°); b – structurally immature breccia material, clasts with 10 – 15 cm diameter in fine-grained conglomerate detritus, Veľký Čihoc; c – d – character of the weathered surface on the blocks of carbonate breccias to conglomerates, Veľký Čihoc; e – f – carbonate breccias in the Bučina – Rakytovec locality (N 48.741 554°, E 18.414 532° – N 48.748 374°, E 18.423 200°), end of the Hradištnica valley.



Obr. 6. a – Opracovaný klast v štruktúrne nevytriedenom klastickom detrite, lokalita Kostolná hora (zjz. od Nitrianskych Sučian; N 48,721 305°, E 18,451 165°); b – tmavý ostrohranný klast vápenca, lokalita Kostolná hora; c – variabilný charakter klastického, prevažne karbonátového detritu, lokalita Kostolná hora; d – monomiktne, pravdepodobne tektonické brekcie s tmavou základnou hmotou, lokalita Kostolná hora; e – navetraný povrch karbonátovej brekcie, pravdepodobne tektonity na rozhraní spodnotriasových bridlíc a strednotriasových dolomitov na lokalite Hlboká dolina (sv. od Dolných Vesteníc; N 48,711 167 80°, E 18,407 500 73°); f – čerstvý lom karbonátovej brekcie, lokalita Hlboká dolina.

Fig. 6. a – Rounded clast in structurally immature clastic detritus, locality Kostolná hora (WSW of Nitrianske Sučany; N 48.721 305°, E 18.451 165°); b – dark angular limestone clast, Kostolná hora; c – variable character of clastic, mostly carbonate detritus, locality Kostolná hora; d – monomictic probably tectonic breccias with dark-grey matrix, locality Kostolná hora; e – weathered surface of the polymictic carbonate breccia most probably tectonites, Hlboká dolina locality (NE of the Dolné Vestenice village; N 48.711 167 80°, E 18.407 500 73°); f – fresh surface of carbonate breccias on the fresh surface, Hlboká dolina.



Obr. 7. Mikrofotografie materiálu brekcií, a – c – vz. OP741; d – e – vz. MO1205a: a – ostrohranné klasty strednotriasových tmavých mikrosparitových vápencov, základná hmota tvorená fragmentmi rozdrveného sparitu; b – ostrohranné klasty svetlých dolosparitov; c – brekciovitá mikroštruktúra narušená mladším pásom kataklázy, v strede vyplnená jemnozrnným tektonickým ílom. Zóna kataklázy je preťatá mladšou kolmou kalcitovou žilkou; d – opracovaný klast triasového vápenca v podrvenej dolosparitovej základnej hmote; e – opracovaný a fragmentovaný klast tmavšieho karbonátu v jemnozrnej základnej hmote s klencami dolomitu a kremekom; f – hnedé šmuhy fylosilikátov pri skrížených nikoloch.

Fig. 7. Photomicrograph of breccias, a – c – sample OP741, d – e – sample MO1205a: a – angular clasts of Middle Triassic dark microsparite limestones, the matrix formed by fragments of crushed sparite; b – angular clasts of pale dolosparites; c – brecciated microstructure disturbed by a cataclastic zone in the middle with fine-grained tectonic clay infill. The cataclastic zone is intersected by a younger vertical calcite vein; d – rounded clast of Triassic limestone in crushed dolosparite matrix; e – rounded and fragmented clast of darker carbonate in a finer-grained matrix with dolomite and quartz crystals; f – brown patches of phyllosilicates showed at the crossed polarized light.

spoločne so strážovskými vápencami, resp. na báze šupín, ktoré mali na báze strážovské vápence (obr. 1c a 2). V priestore masívu Veľký Čihoc vystupovali brekcie a zlepence takmer pravidelne v asociácii so zvyškami tektonizovaných vápnitých prachovcov až piesčitých vápencov šuňavského súvrstvia (napr. záver doliny Podhradského potoka – Behulová, záver doliny Hradištnica, lokality Bučina a Rakytovec) (obr. 5). Druhá spomínaná lokalita je už súčasťou tzv. štruktúry Podovrátnej doliny, kde je možné navyše evidovať spätné nasúvanie fatrického mraznického súvrstvia na nadložné hronikum po obidvoch stranách doliny. Horniny mraznického súvrstvia reprezentovali sivé ílovité vápence s charakteristickými stylolitmi a čiernymi stopami po tlakovom rozpúšťaní („mázdami“) (cf. Hraško et al., 2020, 2021).

Podloží karbonátových brekcií a zlepcov sú spravidla aniské strážovské vápence a/alebo ladinské wetterssteinské dolomity. Ich vzájomný kontakt je však zvyčajne tektonizovaný.

Štruktúrny charakter

Pri štruktúrnom výskume v oblasti doliny Hradištnica a oblasti Veľký Čihoc bol evidovaný štruktúrny inventár 19 tektonických zrkadiel, z toho 17 v strážovských vápencoch hronika a 2 v brekciách neistého veku. Na základe predbežnej paleonapäťovej analýzy inverznou a RD metódou realizovanej softvérom TectonicsFP (Ortner et al., 2002) vykazuje 7 tektonických zrkadiel charakter spätných prešmykov. Z nich možno interpretovať 4 šikmé prešmyky smeru SZ – JV strmo uklonené na JZ ako jednu kompresnú paleonapäťovú udalosť vznikajúcu pri maximálnom napätí sigma 1 smeru VSV – ZJZ (obr. 3). Prítomné sú aj prešmyky ssv.-jjz. smeru uklonené generálne na Z až SZ, ktoré vznikali pri sz.-jv. kompresii. Táto populácia však obsahovala iba 3 zrkadlá, čo neumožňovalo jej plnohodnotné vyhodnotenie inverznou metódou.

Diskusia

Spätné násuny sú opísané z rôznych oblastí Západných Karpát, pozdĺž celého priebehu pieninského bradlového pásma, a predovšetkým vonkajšieho radu jadrových pohorí (napr. Marko et al., 1990, 1991, 2005; Pelech et al., 2018; Pelech a Olšovský, 2018; Polák, 1975; Sentpetery, 2011; Sentpetery a Hók, 2012; Plašienka et al., 2013). Deformujú celky tatrika, fatrika, hronika aj súľovského alebo centrálnokarpatského paleogénu či spodnomiocénnych sedimentov. Sedimenty eocénneho až spodnomiocénneho veku predstavujú stratigrafický rámec ohraničujúci najmladší možný vek spätných násunov, resp. prešmykov.

Vek skúmaných brekcií a zlepcov sa zatiaľ nepodarilo biostratigraficky preukázať. Najväčšie výskytu týchto hornín medzi lokalitami Veľký Čihoc a Lesy (oblasť geologického rezu, obr. 2), vyobrazené už na mape Maheľa et al. (1982), boli z neznámych príčin a bez uvedenia argumentov zaradené ako vápence a dolomitické vápence vrchného triasu. Na základe litologickej podobnosti s hruboklastickými bazálnymi paleogénnymi faciami v širšej oblasti Strážovských vrchov (Marschalko a Samuel, 1993; Salaj, 2001; Mello et al., 2011; Soták et al., 2017) je však

možné predpokladať ich paleogénny vek, resp. vek mladší ako stredný eocén. Nemožno vylúčiť ani to, že by mohli aspoň čiastočne predstavovať aj reliktu starších vrchnokriedových „predtransgresívnych“ sedimentov, čo je v súlade s najnovšími poznatkami o prítomnosti vrchnokriedových až eocénnych sedimentov v priestore Veľkých Kršteňan (Soták et al., 2021a). V danom prípade však treba poznamenať, že uvedené sedimenty pri Veľkých Kršteňanoch predstavujú jemnozrnné morské sedimenty, teda distálnejšiu faciú, než sú uvedené brekcie a zlepence, ktoré sú predmetom tejto práce. Interpretácia, že ide o paleogénne sedimenty v prešmykových štruktúrach, je však zvlášť pravdepodobná, ak berieme do úvahy, že ide o analogickú tektonickú situáciu, aká je známa zo severnej časti mapovaného regiónu (Fačkov), spájanú so spätnými prešmykmi (Pelech a Olšovský, 2018). Tam ide o sedimenty korelované so súľovskými zlepcami (cf. Marschalko a Samuel, 1993; Soták et al., 2017). Môže však ísť aj o sedimenty borovského súvrstvia, resp. niektorých bazálnych hruboklastických súvrství egenburského veku (napr. dobrovodske alebo kľáčianske zlepence; napr. Pelech et al., 2020).

Vekové zaradenie brekcií a zlepcov je kľúčové pre dešifrovanie veku spätných prešmykov. Ak vylúčime možnosť, že uvedené horniny by mohli byť vrchnokriedového veku alebo staršie, možno tým vylúčiť aj možnosť, že by spätné prešmyky vznikli počas presunu príkrovov. Možnosť „synpríkrovového“ spätného nasúvania možno vylúčiť aj preto, že tektonity: 1. nemajú charakter rauvakov príznačných pre plochy príkrovových násunov; 2. do tejto stavby sú zakomponované aj telesá fatrického mraznického súvrstvia. Takýto jav je geometricky nezlučiteľný s možnosťou, že by spätné prešmyky vznikli počas presunu príkrovov v albe až cenomane, resp. vrchnej kriede, keď sa príkrovy posúvali ako relatívne koherentné doskovité telesá pozdĺž plocho uklonených násunových zlomov.

Výnimočnosť výskytu posteocénnych spätných prešmykov v tejto oblasti podčiarkuje fakt, že sa nachádza viac než 40 km južne (resp. juhovýchodne) od bradlového pásma. Je nutné poznamenať, že ak predpokladáme ich vznik rovnako ako pri väčšine zdokumentovaných spätných prešmykov vo Vnútrotných Západných Karpatoch v období oligocénu až spodného miocénu (Pelech a Olšovský, 2018), tento výskyt predstavuje zatiaľ jednu z mála lokalít (Soták et al., 2021b), ktorá sa vymyká zóne viazanej na bezprostredné okolie karpatského bradlového pásma. Ďalšie výskuty pravdepodobne súvisiace so spätnými prešmykmi v tejto širšej zóne sú známe z hronika Nízkych Tatier medzi Malužinou a Liptovskou Teplicou. Svedčí o tom množstvo triasových šupín (benkovské/šuňavské/gutensteinské súvrstvie) v podloží nižnobocianskeho súvrstvia (Biely et al., 1992, vysvetlivka 110; Olšovský, 2008, s. 161). Podobný tektonický rámec pri západnom zakončení hronika bol identifikovaný aj v Malých Karpatoch z oblasti Rohožníka a Smoleníc (Maheľ, 1986, s. 300; Polák et al., 2011). Z Horehronia, z oblasti Bystrej (Olšovský, 2020) a taktiež z oblasti medzi Slovenskou Ľupčou a Lučatinom, existujú vážne predpoklady prítomnosti podobného fenoménu spätných prešmykov.

Výskyt litologicky podobných brekcií podobných tmavosivým brekciám prvého typu (obr. 4) je známy aj

z Chočských vrchov. Na juhovýchodnom svahu v masíve Predného Choča sa v blízkosti kontaktu s podložitým mraznickým súvrstvom fatrika vo výške 995 m n. m. (N 49,118 93°, E 19,340 87°) nachádzajú brekciovité karbonáty. Zrejme tieto sedimenty boli pôvodne interpretované ako šošovka spodnotriasových sedimentov (Kováč in Gross et al., 1994, vysvetlivka 103), pretože horniny údajne vo výbrusovom materiáli obsahovali kremenné klasty (I. Filo, osobná informácia). Revidovaná lokalita poskytuje odkryvy, v ktorých spodnej časti sa nachádzajú brekciovité karbonáty, značne pripomínajúce tmavé variety brekcií so svetlými klastami z lokalít v Strážovských vrchoch, identifikovaných v tejto práci.

Záver

Podrobným geologickým mapovaním sa v strednej časti Nitrických vrchov zistili výskyty dosiaľ neidentifikovaných karbonátových brekcií a zlepcov vystupujúcich v anomálnej štruktúrnej pozícii medzi šupinami hronických strednotriasových karbonátov a miestami aj šupinami podložného mraznického súvrstvia fatrika. Brekcie a zlepec predstavujú tektonicky rozčlenené fragmenty sedimentov, ktoré sa pôvodne usadili v nadloží hronika. Podstatnú časť z nich však tvoria aj mladšie tektonity. Geologické mapovanie a štruktúrna analýza krehkých deformačných štruktúr, hlavne tektonických zrkadiel, naznačuje, že skúmané telesá sú súčasťou spätných prešmykov s vsv. až jv. vergenciou. Na jednoznačné vekové zaradenie týchto hornín zatiaľ chýbajú biostratigrafické údaje. Na základe litologického charakteru ich však možno najpravdepodobnejšie korelovať so sedimentmi paleogénneho veku. Takáto interpretácia je v súlade aj s poznatkami o výskyte spätných prešmykov v širšom regióne západného Slovenska. Tam je zdokumentované, že spätné nasúvanie sa udialo prevažne v období po strednom eocéne, pravdepodobne v oligocéne až spodnom miocéne.

PodĎakovanie

Tento príspevok vznikol s finančnou podporou geologickej úlohy Ministerstva životného prostredia č. 12 15 s názvom *Geologická mapa regiónu Strážovské vrchy-východná časť v mierke 1 : 50 000*. Za poskytnutie fotodokumentácie vzorky MO1205a autori ďakujú Mgr. M. Mikudíkovej, PhD. Za konštruktívne pripomienky, ktoré pomohli zlepšiť rukopis článku, ďakujeme recenzentom doc. RNDr. J. Hókovi, CSc., a RNDr. Ľ. Hraškoví, PhD.

Literatúra

- Andrusov, D., 1958: Geológia Československých Karpát. I. Bratislava, Vyd. Slov. Akad. Vied, 303 s.
- Biely, A., 1963: Beitrag zur Kenntnis des inneren Baues der Choč-Einheit. Geol. Práce, Zpr., 28, 69 – 78.
- Biely, A. (ed.), Beňuška, P., Bezák, V., Bujnovský, A., Halouzka, R., Ivanička, J., Kohút, M., Klinec, A., Lukáčik, E., Maglay, J., Miko, O., Pulec, M., Putiš, M. a Vozár, J., 1992: Geologická mapa Nízkych Tatier 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Boorová, D., Mikudíková, M. a Fekete, K., 2020: Mikrofaciálne a mikrobiostratigrafické vyhodnotenie výbrusového materiálu

- z regiónu Strážovské vrchy – východná časť (listy zo západnej polovice územia) 35-22-1 Pružina, 35-22-3 Valaská Belá, 35-24-1 Nitrianske Rudno a 35-24-3 Uhrovec. Čiastková správa úlohy: Geologická mapa Strážovských vrchov – východná časť v mierke 1 : 50 000 (listy zo západnej polovice územia). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Gross, P. (ed.), Filo, I., Halouzka, R., Haško, J., Havrila, M., Kováč, P., Maglay, J., Mello, J. a Nagy, A., 1994: Geologická mapa južnej a východnej Oravy 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Geol. Úst. D. Štúra.
- Havrila, M., 2011: Hronikum: paleogeografia a stratigrafia (vrchný pelsőň – tuval), štrukturalizácia a stavba. Geol. Práce, Spr., 117, 7 – 103.
- Hók, J., Pelech, O., Tefák, F., Németh, Z. a Nagy, A., 2019: Outline of the geology of Slovakia (W. Carpathians). Miner. Slov., 51, 1, 31 – 60.
- Hraško, Ľ., Pelech, O., Sentpetery, M., Olšovský, M., Kronome, B., Laurinc, D., Nagy, A., Maglay, J., Németh, Z., Boorová, D., Žecová, K. a Zlinská, A., 2020: Geologická mapa regiónu Strážovské vrchy – východná časť v mierke 1 : 25 000 (listy zo západnej polovice územia): 35-22-1 Pružina, 35-22-3 Valaská Belá, 35-24-1 Nitrianske Rudno a 35-24-3 Uhrovec. Čiastková záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Hraško, Ľ., Kováčik, M. (eds.), Olšovský, M., Sentpetery, M., Pelech, O., Laurinc, D., Maglay, J., Németh, Z., Kronome, B., Nagy, A., Kováčik, M., Vlačíky, M. a Dananaj, I., 2021: Geologická mapa Strážovských vrchov (východná časť) 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Kováč, P. a Hók, J., 1996: Tertiary Development of the Western Part of Klippen Belt. Slovak Geol. Mag., 2, 137 – 149.
- Maheľ, M. (ed.), Kahan, Š., Gross, P., Vaškovský, I. a Salaj, J., 1982: Geologická mapa Strážovských vrchov 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Maheľ, M., 1985a: Geologická stavba Strážovských vrchov. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 221 s.
- Maheľ, M., 1985b: Neskoroalpínska tektonika Strážovských vrchov a jej širší význam. Západ. Karpaty, Sér. Geol., 10, 7 – 37.
- Maheľ, M., 1986: Geológia Československých Karpát 1. Paleoealpínske jednotky. Bratislava, Veda, Vyd. Slov. Akad. Vied, 510 s.
- Matějka, A., 1932: Zpráva o geologickém mapování Malé Fatry. Část 1. Hlavní hřbet mezi Chlebem a Malým Kriváněm. Věst. St. geol. Úst. Čs. Republ., 7, 100 – 104.
- Marko, F., Kováč, M., Fodor, L. a Šútovská, K., 1990: Deformácia a kinematika miocénnej strižnej zóny severnej časti Malých Karpát (Bukovská brázda, hrabnicke súvrstvie). Miner. Slov., 22, 399 – 410.
- Marko, F., Fodor, L. a Kováč, M., 1991: Miocene strike-slip faulting and block rotation in Brezovské Karpaty Mts. (Western Carpathians). Miner. Slov., 23, 189 – 200.
- Marko, F., Vojtko, R., Plašienka, D., Sliva, E., Jablonský, J., Reichwalder, P. a Starek, D., 2005: A Contribution to the tectonics of the Periklippen zone near Zázrivá (Western Carpathians). Slovak Geol. Mag., 11, 1, 37 – 43.
- Marschalko, R. a Samuel, M., 1993: Sedimentológia východnej vetvy súľovských zlepcov. Západ. Karpaty, Sér. Geol., 17, 7 – 38.
- McClay, K. R., 1992: Glossary of thrust tectonics terms. In: McClay, K. R. (ed.): Thrust tectonics. Dordrecht, Springer Sci. Business Media, 419 – 443.
- Mello, J. (ed.), Boorová, D., Buček, S., Filo, I., Fordinál, K., Havrila, M., Iglárová, Ľ., Kubeš, P., Liščák, P., Maglay, J., Marcin, D., Nagy, A., Potfaj, M., Rakús, M., Rapant, S., Remšík, A., Salaj, J., Siránová, Z., Tefák, F., Zuberec, J., Zlinská, A. a Žecová, K., 2011: Vysvetlivky ku geologickej mape Stredného Považia. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 377 s.

- Olšovský, M., 2008: Faciálna analýza depozičných sekvencií maluzinského súvrstvia a jeho geologická stavba na SV svahoch Nízkych Tatier. Dizertačná práca. Manuskript. Bratislava, archív Katedry mineral. petrogr., PriF Univ. Komen., 196 s.
- Olšovský, M., 2020: Litostratigrafia maluzinského súvrstvia z oblasti Bystrej (svíbovský čiastkový príkrov, Nízke Tatry). Geol. Práce, Spr., 136, 59 – 72.
- Ortner, H., Reiter, F. a Acs, P., 2002: Easy handling of tectonic data: the programs TectonicVB for Mac and TectonicsFP for Windows[™]. Computers Geosci., 28, 1 193 – 1 200.
- Pečeňa, L. a Vojtko, R., 2011: Nové poznatky o geologickej stavbe fatrickej jednotky v okolí Valaskej Belej (Strážovské vrchy, Západné Karpaty). Miner. Slov., 43, 1, 19 – 30.
- Pelech, O., 2015: Kinematická analýza tektonických jednotiek Považského Inovca. Dizertačná práca. Manuskript. Bratislava, archív Katedry geol. a paleont., 166 s. Dostupné online: <http://opac.crzp.sk/?fn=detailBiblioForm&sid=C2BA1884BE5254848992F6495C76>.
- Pelech, O., Józsa, Š. a Fajdek, P., 2018: Fold deformation of Faticum – a case study from Banka section (Považský Inovce Mts., Slovakia). Miner. Slov., 50, 1, 25 – 36.
- Pelech, O. a Olšovský, M., 2018: Post-early Eocene backthrusting in the northeastern Strážovské vrchy Mts. (Western Carpathians). Miner. Slov., 50, 2, 147 – 156.
- Pelech, O., Žecová, K., Jamrich, M., Littva, J., Demko, R., Zlinská, A. a Olšovský, M., 2020: Trenčianska kotlina and Ilavská kotlina basins – Remnants of an inverted Early Miocene wedge top basin (Western Carpathians, Slovakia). Miner. Slov., 52, 1, 1 – 22.
- Pešková, I., Hók, J., Potfaj, M. a Vojtko, R., 2012: Štruktúrna interpretácia varinského a oravského úseku bradlového pásma. Geol. Práce, Spr., 120, 51 – 64.
- Plašienka, D., 1999: Tektochronológia a paleotektonický model jursko-kriedového vývoja centrálnych Západných Karpát. Bratislava, Veda, 125 s.
- Plašienka, D., 2018: Continuity and episodicity in the early Alpine tectonic evolution of the Western Carpathians: How large-scale processes are expressed by the orogenic architecture and rock record data. Tectonics, 37, 1 – 50.
- Plašienka, D., Michalík, J., Kováč, M., Gross, P. a Putiš, M., 1991: Paleotectonic evolution of the Malé Karpaty Mts. – An Overview. Geol. Carpath., 42, 4, 195 – 208.
- Plašienka, D., Józsa, Š., Gedl, P. a Madzin, J., 2013: Fault contact of the Pieniny Klippen Belt with the Central Carpathian Paleogene Basin (Western Carpathians): new data from a unique temporary exposure in Lutina village (Eastern Slovakia). Geol. Carpath., 64, 2, 165 – 168.
- Polák, M., 1975: Poznámky k tektonickej stavbe horskej skupiny Veľkého Rozsutca Malej Fatry. Geol. Práce, Spr., 63, 85 – 90.
- Polák, M. (ed.), Plašienka, D., Kohút, M., Putiš, M., Bezák, V., Filo, I., Olšovský, M., Havrila, M., Buček, S., Maglay, J., Elečko, M., Fordinál, K., Nagy, A., Hraško, L., Németh, Z., Ivanička, J. a Broska, I., 2011: Geologická mapa Malých Karpát 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Potfaj, M., 1979: Tektonický profil styku bradlového pásma a magurskej jednotky v oblasti Oravskej Magury. In: Mahel', M. (ed.): Tektonické profily Západných Karpát. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 37 – 40.
- QGIS Development Team, 2020: QGIS 3.10. Dostupné na: <https://qgis.org/downloads/>.
- Salaj, J., 2001: Nové poznatky o stratigrafii a paleogeograficko-tektonickom vývoji súľovského paleogénu. Miner. Slov., 33, 81 – 90.
- Sentpetery, M., 2011: South-vergent structures observed in the western part of the Krivánska Fatra Mts. (Central Western Carpathians). Acta Geol. Slov., 3, 2, 123 – 129.
- Sentpetery, M. a Hók, J., 2012: Geological structure of the Tatric and Fatric units among the Belianska and Vrátna dolina valleys (the Krivánska Fatra Mts.). Acta Geol. Slov., 4, 1, 65 – 74.
- Soták, J., Pulišová, Z., Plašienka, D. a Šimonová, V., 2017: Stratigraphic and tectonic control of deep-water scarp accumulation in Paleogene synorogenic basins: a case study of the Súľov Conglomerates (Middle Váh Valley, Western Carpathians). Geol. Carpath., 68, 5, 403 – 418.
- Soták, J., Elbra, T., Pruner, P., Antolíková, S., Schnabl, P., Biroň, A., Kdýr, Š. a Milovský, R., 2021a: End-Cretaceous to middle Eocene events from the Alpine Tethys: Multi-proxy data from a reference section at Kršteňany (Western Carpathians). Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol., 579, 1 – 38.
- Soták, J., Biroň, A., Kubiš, M. a Pulišová, Z., 2021b: Post-Eocene backthrusting in marginal units of the Central Western Carpathians: a new stratigraphic data from inverted thrust sheets. In CETEG 2020: Book of Abstracts. 18th Meeting of the Central European Tectonic Studies Groups (CETeG). 25th Meeting of the Czech Tectonic Studies Group, Terchová. Bratislava, Comenius Univ., 129 – 130.
- Trouw, R. A. J., Passchier, C. W. a Wiersma, D. J., 2010: Atlas of Mylonites and related microstructures. Berlin – Heidelberg, Springer, 322 s.
- Vass, D., Began, A., Gross, P., Kahan, Š., Krystek, I., Köhler, E., Lexa, J., Nemčok, J., Ružička, M. a Vaškovský, I., 1988: Regionálne geologické členenie Západných Karpát a severných výbežkov Panónskej panvy na území ČSSR. Mapa 1 : 500 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.

Summary

The so called backthrusts, are thrust and/or reverse faults with opposite vergence to the main thrust system of the thrust belt (McClay, 1992). The backthrusts in the Western Carpathians are South- or Southeast vergent, as the main polarity of the thrust belt is generally to the North (e.g. Andrusov, 1958; Plašienka, 1999, 2018; Hók et al., 2019).

The studied area of the Strážovské vrchy Mts. is part of the Western Carpathian Core Mountains Belt. It consists of Palealpine units of Taticum, Fatricum and Hronicum, which are covered by younger Cenozoic post-nappe formations (Mahel' et al., 1982; Mahel', 1985; Hraško et al., 2020, 2021). The Cretaceous nappe stack is transgressively and unconformably covered by the Paleogene sediments of the Myjava-Hričov Group (Salaj, 2001) and the Central Carpathian Paleogene Basin. In the southern part of the Strážovské vrchy Mts. there are two partly differing sedimentary developments called the Bánovce Paleogene (*sensu* Vass et al., 1988), located west of the Diviaky Fault and the Bojnica Paleogene east of the Diviaky Fault (Mahel', 1985). The Late Cretaceous to Eocene age sediments are part of the so-called Bánovce Paleogene (Soták et al., 2021a). The post Middle Eocene backthrusts have already been described in the northern Strážovské vrchy Mts. in the wider area of the Fačkov, Čičmany and Predhorie villages (Mahel', 1985b, 1986; Salaj, 2001 and Pelech & Olšovský, 2018) as well Valaská Belá (Pečeňa & Vojtko, 2011). The backthrusts are, however, described from other regions adjacent to the Carpathian Flysch Belt (Potfaj, 1979), Pieniny Klippen Belt (Kováč & Hók, 1996; Marko et al., 2005; Pešková et al., 2012), as well as several ranges of the Core Mountains Belt (Marko et al., 1990, 1991; Plašienka et al., 1991; Polák et al., 2011; Pelech, 2015; Pelech et al., 2018; Matějka, 1932; Polák, 1975; Sentpetery, 2011; Sentpetery

& Hók, 2012; Soták et al., 2021b; Biely, 1963; Olšavský, 2008; Havrila, 2011; Olšavský, 2020).

This work brings: 1. the first knowledge about the backthrusts (east- to southeast-vergent thrusts and reverse faults) of the Hronicum and Fatricum in the southern part of the Strážovské vrchy Mts. (Nitrické vrchy Mts. geomorphological unit); 2. the first knowledge about the occurrences of carbonate breccias and conglomerates structurally incorporated between the backthrusts, which were recorded during the geological mapping of the eastern part of the Strážovské vrchy Mts. at a scale of 1 : 50,000 (Hraško et al., 2020, 2021).

The carbonate breccias and conglomerates were not known before. Only one body was already partially shown on the older geological map (Maheľ et al., 1982) in the area of Veľký Čihoc, however, it was classified as an Upper Triassic limestone.

During the geological mapping of the Hronic complexes of the Nitrické vrchy Mts., the remnants of carbonate tectonites, carbonate breccias and conglomerates were found, most often sheared between the thrust sheets with the Middle Triassic Strážov Limestones in their basal part (Figs. 1C and 2). The breccias and conglomerates almost regularly appeared in the area of the Čihoc massif in association with the remnants of the Šuňava Formation (e.g. the end of the Podhradský potok – Behulová valley; at the end of the Hradištnica valley; Bučina and Rakytovec localities (Fig. 4), where it is also possible to record thrust sheet of the Fatric Mraznica Formation overlying Hronicum on both sides of the Podovrátna dolina Valley).

The occurrence of carbonate breccias and conglomerates is mainly related to the two parallel tectonic structures of backthrusts from the Prostredná dolina Valley, Hradištnica Valley, Veľký Čihoc locality up to the area of the Podovrátna dolina Valley south of the Rokoš Hill. Additionally, after the revision (spring 2020), these rocks were also located in the tectonic structure east of the Diviacka Nová Ves on the NE slope of Smolová hora Hill. They are located here at the contact of the Hauptdolomite and Strážov Dolomites at an altitude of 375 – 400 m above sea level. In this area, well-rounded carbonate clasts up to a diameter of about 10 cm are present, indicating sedimentary origin of the breccias to conglomerates.

The studied carbonate breccias and conglomerates are mostly light to dark grey, generally well litified and structurally unsorted. They contain various large lithoclasts of grey, white to yellow Mesozoic carbonates, and in some cases variegated sandy shales. It is possible to distinguish two types, which, however, often occurred together and could not be distinguished in the map image:

The first type is represented by the dark grey to black, in some places grey-green matrix-supported carbonate breccias, often monomitic, with a predominance of clasts of the Lower or Middle Triassic formations. These are probably tectonites containing Hronic material (Figs. 4 and 6d). Monomitic breccias and conglomerates represented the majority of occurrences. We assume, that they represent tectonites generated in shear zones and faults from the surrounding rocks. An example is sample MO1205b.

The second type is represented by mainly light grey to grey-green mostly oligomictic carbonate breccias and conglomerates with a clast-supported fabric, mainly with clasts of Middle to Upper Triassic carbonates of Hronicum (Figs. 5 and 6). The dark fragments strongly resemble the Strážov Limestones (gray to dark grey limestones of the Annaber-Gutenstein type). The grey and pink limestone clasts are similar to Reifling-Schreyeralm limestones. The grey dolomite clasts represent mostly the Hauptdolomite or Strážov Dolomite, and the white dolomite fragments are correlated with the Wetterstein Dolomite. The carbonate matrix is grey, sometimes rich in Fe-oxides. Breccias and conglomerates are often affected by cataclasis, however at least in part represent the original sedimentary breccias and conglomerates. Although they represented only a smaller part of the occurrences, due to their distinct lithological character, they differ significantly from the surrounding Mesozoic sediments. In the area east of the Diviacka Nová Ves on the NE slope of Smolová hora, there are also rarely rounded carbonate pebbles up to a diameter of about 10 cm. Oligomictic grey breccias and conglomerates, especially in the absence of a dark carbonate matrix (e.g. in the Čihoc – Lesy locality; Fig. 5), lithologically resemble Cenozoic sediments, e.g. the Súľov Conglomerates or the basal part of the Borové Formation, resp. basal conglomerates of the Eggenburgian age. An example is the OP741 sample.

Age of breccias to conglomerates has not yet been biostratigraphically proven. The largest occurrences of these rocks between the localities Veľký Čihoc and Lesy (area of geological cross-section; Fig. 2), already shown in the map of Maheľ et al. (1982) was formerly mistakenly considered the Upper Triassic. However, based on the lithological similarity with the coarse-clastic transgressive Paleogene sediments in the wider area of the Strážovské vrchy Mts. (Marschalko & Samuel, 1993; Salaj, 2001; Mello et al., 2011; Soták et al., 2017), it is possible to assume the Paleogene age of the breccias and conglomerates. They can also, at least partially, represent fragments of older Upper Cretaceous “pre-transgressive” sediments, which were recently documented at the base of the Paleogene sequence in the area of Veľké Kršteňany (Soták et al., 2021a). It should be, however, noted that the aforementioned sediments from the Veľké Kršteňany are represented by the fine-grained marine sediments, thus more distal facies, than the breccias and conglomerates, which are the subject of this work. However, the assumption that the breccias and conglomerates between the thrust sheets of the Hronicum and locally as well the Fatricum, is particularly likely if we take into account that it is an analogous tectonic situation as is known from the northern part of the Strážovské vrchy Mts. (Fačkov and Predhorie) (Pelech & Olšavský, 2018). There the Súľov Conglomerates (cf. Marschalko & Samuel, 1993; Soták et al., 2017) of early to middle Eocene age are present between the backthrusts of Hronicum and Fatricum.

Rukopis doručený:	29. 11. 2021
Revidovaná verzia doručená:	17. 1. 2022
Rukopis akceptovaný redakčnou radou:	24. 2. 2022

Revízia permských sedimentov tatrika z oblasti Nízkych Tatier

Revision of Tatric Permian deposits from the Nízke Tatry Mts.

MÁRIO OLŠAVSKÝ¹

¹Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Zelená 5, 974 04 Banská Bystrica, mario.olsavsky@geology.sk

© Autori 2021. Vydal ŠGÚDŠ. Licencia Creative Commons BY 4.0. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Abstrakt. Na základe systematického revízneho mapovania práca referuje o reálnom stave zastúpenia permskej sedimentárnej formácie v tektonickej jednotke tatrika v oblasti Nízkych Tatier. Z oblasti doliny Vážna boli v 80. rokoch minulého storočia vyčlenené permské sedimenty, neskôr nazvané vážňanské súvrstvie. Permské sedimenty zobrazené na dvoch regionálnych geologických mapách boli revidované v období trvajúcim viac ako dekádu. Revíznym mapovaním z oblasti Balážov a Trangošky sa vážňanské súvrstvie nepotvrdilo. V oblasti Okrúhleho vrchu vystupujú permské sedimenty, ale nepatria k tatrickej tektonickej jednotke. Skúmané sedimenty prináležia k novo vyčleneným stupčianskym vrstvám maluzinského súvrstvia hronika. Permské sedimenty na nízkotatranskom kryštaliniku boli potvrdené len na jednej z troch pôvodne revidovaných lokalít, a to v oblasti sedla Javorie. Súčasne sa odporúča emendácia termínu vážňanske/vážňanské súvrstvie na súvrstvie sedla Javorie.

Kľúčové slová: Nízke Tatry, tatrikum, permské sedimenty, revízia, súvrstvie sedla Javorie

Abstract. On the basis of systematic revision mapping the thesis reports the real state of representation of the Permian sedimentary formation in the Tatric tectonic unit in the Nízke Tatry Mts. Permian deposits later called the Vážna Formation, were reported in the area of the Vážna valley in the 1980s. The Permian deposits depicted on two regional geological maps have been revised over a period of more than a decade. Revision mapping from the Baláže and Trangoška areas did not confirm presence the Vážna Formation. Permian deposits outcrop in the Okrúhly vrch area but do not belong to the Tatricum tectonic unit. The studied sediments belong to the newly defined Stupka Member of the Maluziná Formation. Permian deposits in the crystalline basement of the Nízke Tatry Mts. have been confirmed at only one of the three originally revised sites, namely in the area of the Javorie saddle. At the same time, the emendation of the term Vážna Formation to the Javorie saddle Formation is recommended.

Key words: Nízke Tatry Mts., Tatricum, Permian deposits, revision, Javorie saddle Formation

Úvod

Permské sedimenty tatrika sú dnes známe takmer zo všetkých jadrových pohorí (Vozárová a Vozár, 1988). Paradoxne v dvoch najväčších z nich (Vysoké Tatry a Nízke Tatry) dosahujú len nepatrnú hrúbku a nepatrný plošný výskyt. Základné charakteristiky permských bazálnych facií tatrika Západných Karpát možno nájsť aj v učebnici Andrusova

(1958, s. 229 – 233). Z Malých Karpát pri Devíne podáva ich stručný opis: „Sedimentárne členy permu tu patria tmavošedým bridličnatým zlepencom. Valúny z kremeňa sú obalené bridličnatým tmelom, v ktorom sú okrem valúnov šupinky klastického biotitu. Tmel je zložený z jemných šupiniek sericitu a kremeňa. Výššie sú vyvinuté svetlé šedozelené arkózovité zlepence a arkózy. Valúny zlepencov sú z kremeňa, kvarcitických hornín a aplitickej žuly. Zlepence obsahujú tiež zrná draselného živca, plagioklasy a lupienky muskovitu.“ Permské sedimenty devínskeho súvrstvia Malých Karpát sa vyskytujú v úseku severne medzi obcami Častá a Dolné Orešany v podobe bazálnych polymiktných brekcií a arkózových pieskovcov (Plašienka et al., 1989). V Považskom Inovci sú litostratigraficky spojené so starším karbónskym súvrstvom, no minimálne spodná časť odráža významnú eróziu podložného kryštalinika (Kamenický in Buday et al., 1962; Putiš, 1986; Olšavský, 2008a). V pohorí Tribeč je teoretická možnosť študovať kontakt permských sedimentov s ich podložíom na značnej ploche (hoci dosiaľ nie je uspokojivo objasnené tektonické zaradenie permských súvrství; Ivanička et al., 1998). Zlomové ohraničenie permského súvrstvia v Lúčanskej Malej Fatre, naopak, nedovoľuje študovať jeho vzťah k podložnému kryštaliniku, aj keď litoklasy kryštalinika v spodnej časti súvrstvia dokumentujú jeho eróziu (Vozárová a Vozár, 1983). Všetky spomenuté výskyt majú však jedno spoločné pravidlo: permské sedimenty (v blízkosti podložného kryštalinika) pestrých farieb sú štruktúrne a mineralogicky nezrelé. Majú vysoký obsah sericitu, slúd a živcov. V neposlednom rade obsahujú litoklasy kryštalinika s evidentnou afinitou k podložnému substrátu. Mladšie permské sedimenty (v relatívnej blízkosti so spodnotriasovým súvrstvom) sa, naopak, vyznačujú štruktúrne a mineralogicky zrelšími variantami pieskovcov svetlozelenkavých farieb s typickým červeným kremeňom. Je zrejme, že svojou litologickou povahou (resp. petrografickým zložením) zdôrazňujú vzťah k zdrojovej oblasti, ktorou boli viaceré acidné vulkanické provincie v sedimentačnom priestore vrchnopermských súvrství v alpsko-karpatsko-panónskom regióne (napr.: Petrik a Kohút, 1997; Putiš et al., 2016; Ondrejka et al., 2021; Pelech et al., 2017; Szemerédi et al., 2021; Vozárová

et al., 2021). Takúto všeobecnú formuláciu možno uplatniť na všetky spomenuté výskyty permských sedimentov. Dokonca sa zdá, že ju možno uplatniť aj na permské súvrstvia veporika a hronika.

Z oblasti Nízkych Tatier (Liptovská Lúžna) „nevrstvomitú klastickú horninu“ na rozhraní kryštalinika a spodnotriasového súvrstvia pozične a petrograficky charakterizovala Fejdiová (1977). Štruktúrne nezrelé sedimenty s hrúbkou 3 – 4 m boli interpretované ako predtriasová fosílna kôra zvetrávania. Obsahujú variabilné množstvo kremeňa, živce, biotit, ťažké minerály a úlomky hornín.

Permické sedimenty tatrika sú z oblasti Nízkych Tatier vyčlenené na dvoch regionálnych geologických mapách vydaných tlačou. Zrejme pre odlišné odvodenie prídavného mena od geografického názvu v odlišných obdobiach sa názov vyskytuje v dvoch rôznych podobách – na regionálnej geologickej mape Nízkych Tatier to je **vážnianske** súvrstvie (Vozárová a Vozár in Biely et al., 1992) a v regióne Starohorských vrchov je to **vážňanské** súvrstvie (jazykovo korektný názov; pozn. red.) (Vozárová a Vozár in Polák et al., 2003a).

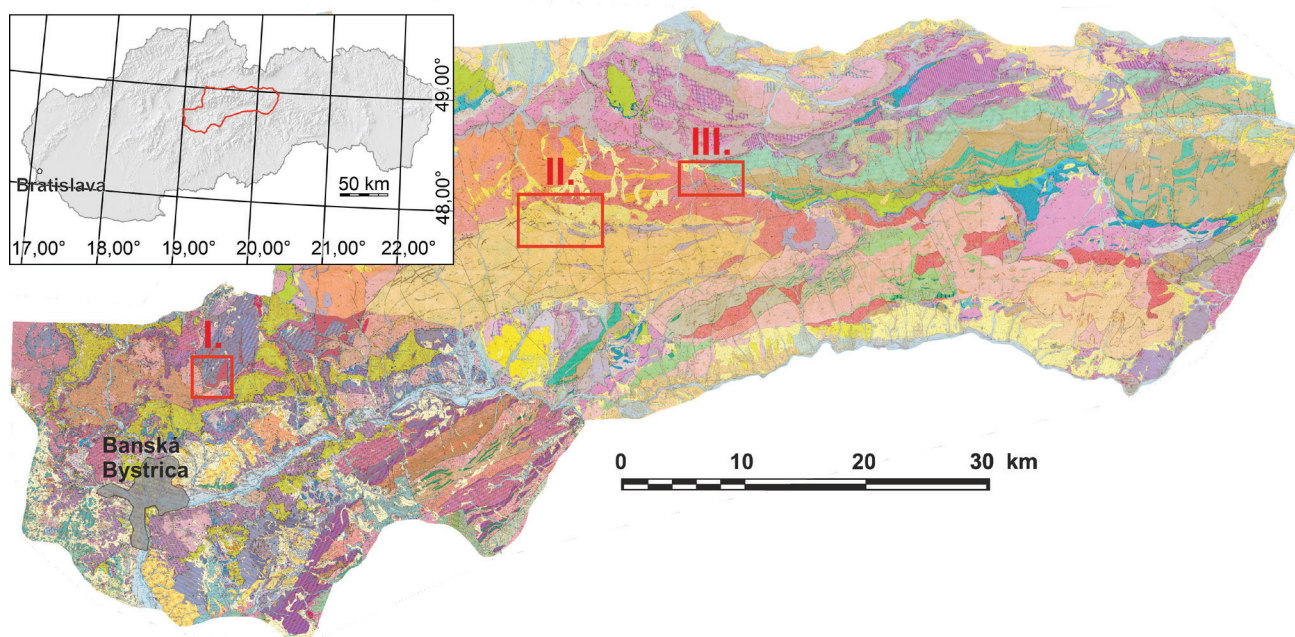
Permické sedimenty tatrika v sedimentárnom obale tatrickej jednotky boli opísané už na začiatku 20. storočia. V tomto prípade podstatný faktor zohrala tzv. alpská škola. Mapujúci geológovia, poznajúc alpský spodnotriasový sled, vyčleňovali v karpatskom spodnom triase len tzv. werfén, teda pestrý vývoj s morskou faunou, ale podložný kremencový vývoj nie. Preto sa v tomto období do spodného triasu v Západných Karpatoch zaraďovala len jeho vyššia časť a spodná (kremencová) sa zaraďovala do permu ako „*Permquarzit*“, resp. „*permotriadische Schichten*“ (Uhlig, 1903), „*permotrias*“ (Koutek, 1931a, b) alebo ako „*Quarzites du Permotrias*“ (Kettner a Šťastný, 1931). Podobne to

bolo aj pri zaraďovaní kremencových súvrství v tektonických jednotkách subtatrica (rozumej fatrika, resp. veporika; Limanowski, 1903; Hynie, 1923; Rabowski, 1925), južného veporika (Stejskal a Vachtl, 1936), ale aj hronika (Stur, 1860; Uhlig, 1903) a zemplinika (Wolf, 1869; Szádeczky, 1897; Ferenzi, 1943). Zanedlho boli tieto litologické osobitosti prehodnotené a do spodného triasu sa v tatricu spolu s pestrým súvrstvom zaraďovalo aj kremencové súvrstvie (napr. Andrusov a Kuthan, 1944; Maheľ, 1946; Bujnovský, 1971; Fejdiová, 1985).

V neskoršom období sa do permu tatrika zaraďovali horniny z iných dôvodov. Boli to horniny, ktoré sa vyskytovali na bezprostrednom kontakte spodnotriasových sedimentov s kryštalinikom (revidovaná oblasť obr. 1A – C), prípadne vykazovali odlišný (alebo zdanlivo odlišný) litologický charakter od spodnotriasových súvrství (Kubíny, 1960a, b; Biely, 1964; Kubíny, 1979; Lehotský et al., 1979; Lehotský et al., 1980; Bujnovský et al., 1980; Lehotský, 1982; Hraško et al., 1983), prípadne uprostred kryštalicích bridlic (Klinec et al., 1983).

Cieľom tohto príspevku je revidovať prítomnosť permských sedimentov v tatrickej tektonickej jednotke Nízkych Tatier. Revízia spočívala hlavne v reambulačnom zmapovaní lokalít s jeho kartograficky vyobrazenými výskytmi. Na geologických mapách je kartograficky vyjadrené v troch oblastiach (obr. 1):

- I. v okolí Balážov: (vysv. 135, región Staré Hory);
- II. v štruktúre Trangošky (vysv. 155, región Nízke Tatry): južne od k. 1 937 Kotlíška (Krížske sedlo), k. 1 890 Poľana, k. Dereše – k. 1 557 Prislop a k. 1 654 Pálenica;
- III. východne od sedla Javorie a v štruktúre Konského grúňa (vysv. 154, región Nízke Tatry): južne od



Obr. 1. Pozícia lokalít s vyčlenenými „obalovými“ sedimentmi permu na dvoch regionálnych geologických mapách (Biely et al., 1992; Polák et al., 2003): I – okolie Balážov; II – štruktúra Trangošky; III – oblasť Okrúhleho vrchu a východne od sedla Javorie.

Fig. 1. Location of occurrences of Permian sedimentary cover deposits on two regional geological maps (Biely et al., 1992; Polák et al., 2003): I – Vicinity of Baláže village; II – Trangoška structure; III – Okrúhly vrch area and occurrence east of Javorie saddle.

Krakovej hole (1 571 m n. m.) – východne od sedla Javorie, južne od Svidovského sedla (Konský grúň) – Okrúhly vrch (1 341 m n. m.), jv. od Svidovského sedla – Črchľa (1 152 m n. m.).

Téma príspevku vznikla po poslednom stretnutí r. 2008 s Dr. A. Bielym na pôde ŠGÚDŠ. Vtedy Dr. Biely položil niekoľko otázok v súvislosti s „nízkotatranským permom“, na ktoré autor vtedy nevedel odpovedať. Jeho komentáre však vzbudili záujem o tento problém. Z terénnych návštev po Nízkych Tatrách začalo byť postupne zrejmé, že vyčleňovanie permského súvrstvia v tatriku Nízkych Tatier má určité úskalia. Postupne sa výskum obmedzil na tri oblasti (obr. 1), kde bolo permské súvrstvie tatrika kartograficky vyčlenené. Pozornosť pri jeho revízii sa kládla na jeho štruktúrnú pozíciu a litologickú náplň. Téma sa z viacerých dôvodov nedostala do okruhu projektu *Aktualizácia geologickej stavby problémových území SR v mierke 1 : 50 000*, preto autor revízne mapovanie absolvoval vo voľnom čase.

Vznik termínu

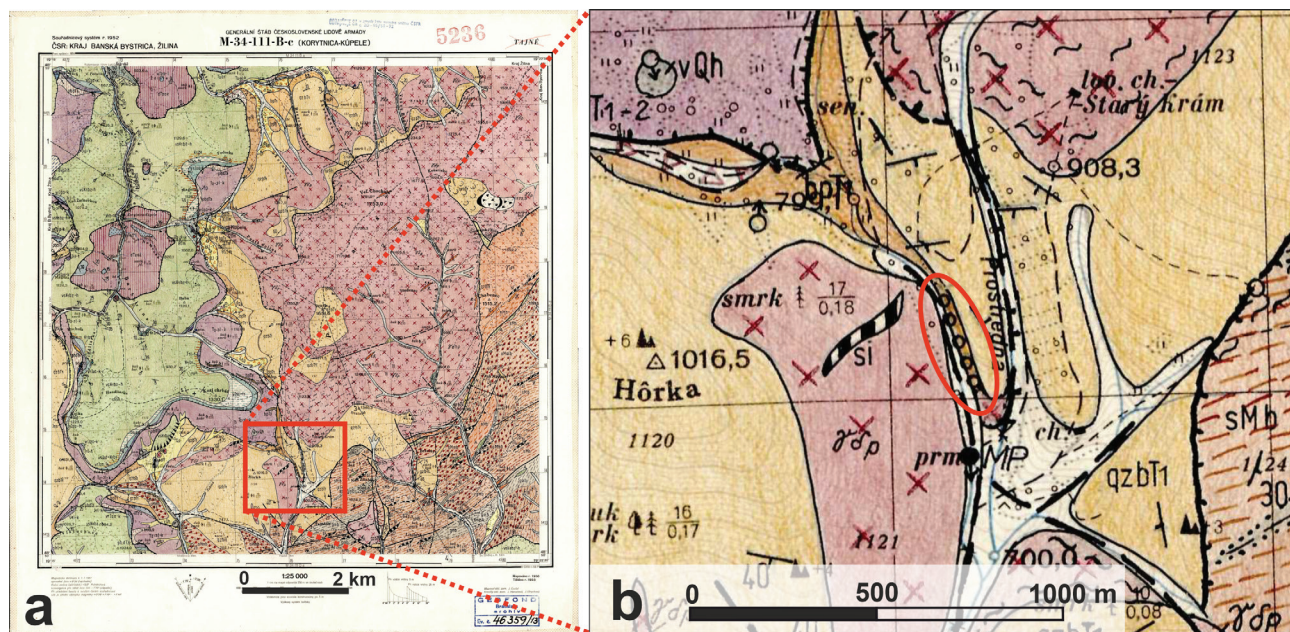
Podrobnejší litologický opis vyčleňovaného „**vážnianskeho**“ súvrstvia možno nájsť dohromady v troch publikovaných literárnych prameňoch. V monografii o mladšom paleozoiku Západných Karpát (Vozárová a Vozár, 1988, s. 204) sa uvádza: „*Klastické sedimenty pravdepodobne vrchnopermského veku v obale tatrika Nízkych Tatier sme nazvali podľa jednej z lokalít – **vážnianske súvrstvie**, ako miestnu litostratigrafickú jednotku.*“ Ostatné dva zdroje sú v samotných vysvetlivkách k dvom regionálnym geologickým mapám 1 : 50 000 (Biely et al., 1997; Polák et al., 2003b). Pod jeho vysvetlivkou možno nájsť všeobecný litologický opis súvrstvia, no žiadnu zmienku o typovej lokalite. Bolo zrejmé, že informácia bude pochádzať

z niektorých rukopisných vysvetliviek k mape v mierke 1 : 25 000. Túto prvotnú zmienku je možné nájsť v rukopisnej čiastkovej záverečnej správe ku geologickej mape v mierke 1 : 25 000 (Bujnovský et al., 1980). Vzniku tohto termínu predchádzalo viacero historických súvislostí, o ktorých sa možno dozvedieť z niekoľkých rukopisných správ k listom máp 1 : 25 000 (citované v texte).

Primárna zmienka vzťahujúca sa na názov súvrstvia sa nachádza vo vysvetlivkách k listu M-34-111-B-c (Korytnica-Kúpele; Bujnovský et al., 1980, s. 17). Poukazuje priamo na lokalitu (obr. 2), z ktorej bol použitý aj názov. Je opísaný takto:

„**Donovalská skupina** – metaarkózy – perm (P). Sú najstarším členom donovalskej skupiny. Výstupujú len v odkryve v doline Vážnej, asi 250 m sev. od prameňa. V podloží spodnotriasových obalových kvarcitov vystupujú výrazne bridličnaté horniny tvorené klastickým kremeňom a sericitom. Nápadný je ich tesný kontakt s nadložnými kvarcitmi. Priamo na kontakte vystupuje asi 10 cm poloha jemnozrnných kvarcitov s hojným drobným turmalínom. Ďalej do nadložia táto poloha prechádza do hrubozrnných lavicovitých kremencov.“

Tu je na jedinom mieste geologickej mapy listu Korytnica-Kúpele (obr. 2) v závere doliny Vážna (severná časť Hiadeľskej doliny) na jej ľavej strane (zhruba 745 m n. m.) kartograficky zobrazená vysvetlivka pre permské metaarkózy (Bujnovský et al., 1980). Paradoxne však permská litológia z tejto lokality nie je zohľadnená na mapovom obraze regionálnej geologickej mapy Nízkych Tatier (Biely et al., 1992) ani novšej geologickej mapy 1 : 50 000 (Polák et al., 2003). Okrem spomenutej rukopisnej geologickej mapy (Bujnovský, l. c.) permské sedimenty neboli na tomto mieste (obr. 2) vyčlenené ani na novšie oponovanom rukopisnom liste Lučatín 36-142 (Kohút et al., 2001).



Obr. 2. Lokalizácia permských sedimentov (b) v doline Vážna (severná časť Hiadeľskej doliny) severne od minerálneho prameňa (ozn. MP) na liste (a) Korytnica-Kúpele M-34-111-B-c (Bujnovský et al., 1980).

Fig. 2. Location of the Permian deposits (b) in the Vážna valley (northern part of the Hiadeľská dolina valley), north of mineral spring (marked MP) on the map sheet (a) M-34-111-B-c Korytnica-Kúpele (Bujnovský et al., 1980).

Prehľad výskumov

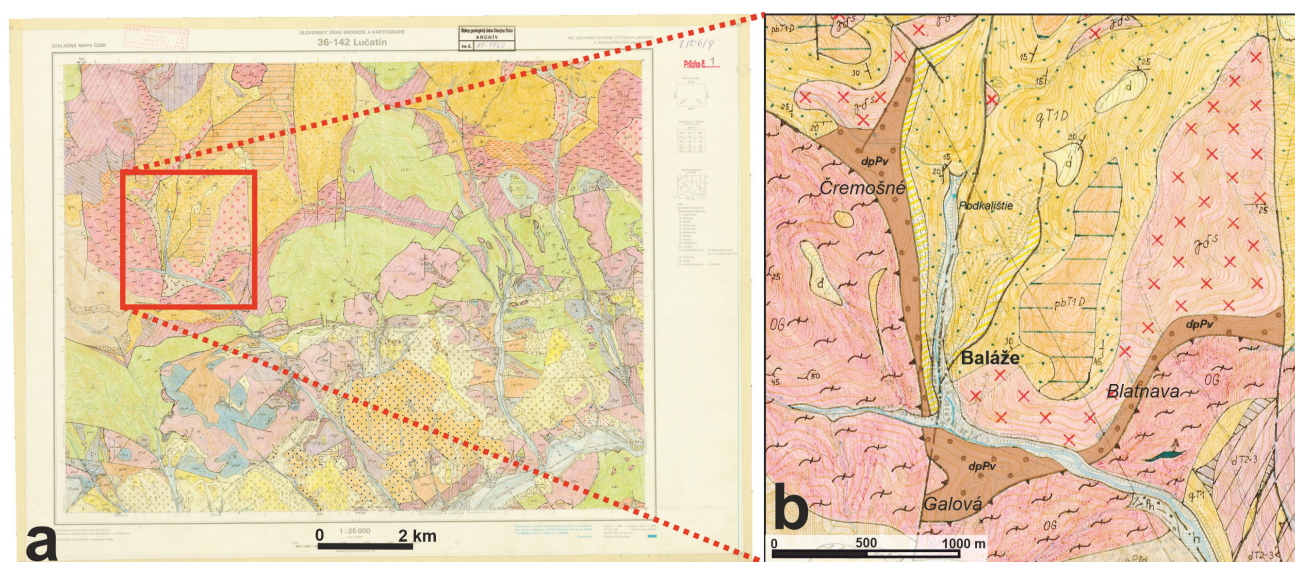
Baláže

V bezprostrednom okolí Balážov bolo permské súvrstvie vyčlenené na kontakte tatrika a veporika (Vozár in Kohút et al., 2001; Vozárová a Vozár in Polák et al., 2003a). Je opísané vo vysvetlivkách k regionálnej geologickej mape Starohorských vrchov pod vysvetlivkou 135 (Vozár in Kohút et al., 2001, s. 21; Vozárová a Vozár in Polák et al., 2003b, s. 28): „Súvrstvie vystupuje v takmer súvislom pruhu západne a južne od Balážov, prevažne vo forme malých až stredne veľkých šošoviek, ktorých šírka dosahuje 10 až 15 m. V oblasti Balážov je hrúbka odhadovaná na základe povrchových výskytov na 15 až 40 metrov. Horniny sú farby hrdzavosivej, sivohnedej, prípadne sivej, sú nevýrazne vrstevnaté, v oblasti Balážov hrubovrstevnaté. Úlomkový materiál je takmer výlučne z granitoidného kryštalinika, len miestami možno identifikovať úlomky kryštallických bridlic. Charakter zle vytriedeného až nevytriedeného sedimentu svedčí o krátkom, možno iba lokálnom transporte.“

V základnej hmote hrubopiesčitej zrnitosti prevláda žulový detritus. Lokálne boli nájdené úlomky vulkanogénneho pôvodu zo zdrojov acidneho vulkanizmu. Horniny ako celok sú deformované, premena zodpovedá nižšiemu stupňu fácie zelených bridlic. Súvrstvie je stratigraficky zaradené na základe superpozície, charakteristickej litológie, ako aj výskytu mikroflóry určenej Planderovou, 1983; 1986) zo vzoriek z oblasti Jasenia.“ V predchádzajúcich interpretáciách z geologického mapovania okolia Banskej Bystrice kolektívom českých geológov (rukopisné mapy autorov: A. Matějka, J. Koutek, J. Janáček) v rokoch 1936 – 1938 a v neskoršej etape geologického mapovania (geologická mapa v mierke 1 : 25 000; Jaroš et al., 1966) boli tieto sedimenty vyčlenené ako „werfenské vrstvy – spodný trias“.

Štruktúra Trangošky

Zmienka o tzv. obalovom perme sa nachádza vo vysvetlivkách k listu Vrbické pleso M-34-112-A-a (Lehotský et al., 1979, s. 26) a týka sa priamo štruktúry Trangošky:



Obr. 3. Lokalizácia vážňanského súvrstvia (dpPv) na liste (a) Lučatin 36-142 z oblasti (b) Baláže (Vozár in Kohút et al., 2001).

Fig. 3. Location of the Vážna Formation (dpPv) on the map sheet (a) 36-142 Lučatin, in the area (b) of Baláže village (Vozár in Kohút et al., 2001).

PALEOZOIKUM	TRIAS	stredný	longobard		do 100 m	ramsausské dolomity
			fasan			
			ilýr		do 100 m	gutensteinské vrstvy – hrubolavicovité tmavosivé vápence, dolomitické vápence, dolomity
		sp.	pelsón			
			bítyn		do 80 m	prachové a ílovité bridlice
			egcei			lúžňanské súvrstvie – kremence, pieskovce, bridlice
	PERM	vrchný	spat		15 – 40 m	vážňanské súvrstvie – droby, drobové pieskovce s vložkami bridlic, zlepenice, pieskovce a brekie
			namal			
			griesbach			
			KARBÓN		?	biotitické granodiority – studenecké granity

Obr. 4. Litostratigrafická tabuľka tatrika zobrazujúca vážňanské súvrstvie na liste Lučatin (36-142) (Kohút, Polák a Vozár in Kohút et al., 2001).

Fig. 4. The lithostratigraphic chart of Tatricum in the Lučatin (36-142) sheet showing the Vážna Formation (Kohút, Polák and Vozár in Kohút et al., 2001).

„Pokiaľ ide o najspodnejšiu časť popisovanej obalovej série o uvedené arkózovité bridlice a kremité arkózy, ktoré uvádzame ako problematický perm – je to horizont, ktorý možno konštatovať len lokálne v západnej časti štruktúry (na východnom hrebeni Pálenice).“ Na priloženej geologickej mape však tento perm vyznačený nie je.

V novšej rukopisnej správe (Hraško et al., 1983, s. 16) a na geologickej mape (list 36-214 Demänovská dolina 4, je zakreslený ešte na staršom vojenskom topografickom podklade) z oblasti trangošskej štruktúry sú (na rovnakom topografickom liste M-34-112-A-a) v bezprostrednom podloží lúžňanského súvrstvia zobrazené horniny permu v oblasti Pálenice (1 654 m n. m.) a Príslopu (1 557 m n. m.), ale aj ďalej západným smerom až do oblasti Krížskeho sedla (obr. 5). V texte správy sa píše: „Metaarkózy, metakonglomeráty, metapelity, metavulkanoklastiká P: Tieto horninové súbory sú vyvinuté predovšetkým v západnom pokračovaní štruktúry Trangošky, ale aj v oblasti Kuličovej doliny a kóty Žiar 1407,7. Jedná sa o horniny reprezentujúce permotriasovú molasu alpínsky progresívne metamorfovanú v spodnej časti fácie zelených bridlíc. Sú zastúpené metaarkózami, metakonglomerátmi, metapelitmi, metadrobami, metavulkanoklastikami.“ Interpretácia, mierne upravená práve o permskú litológiu, je takmer o desaťrocie neskôr vyobrazená na regionálnej geologickej mape Nízkych Tatier (Biely et al., 1992).

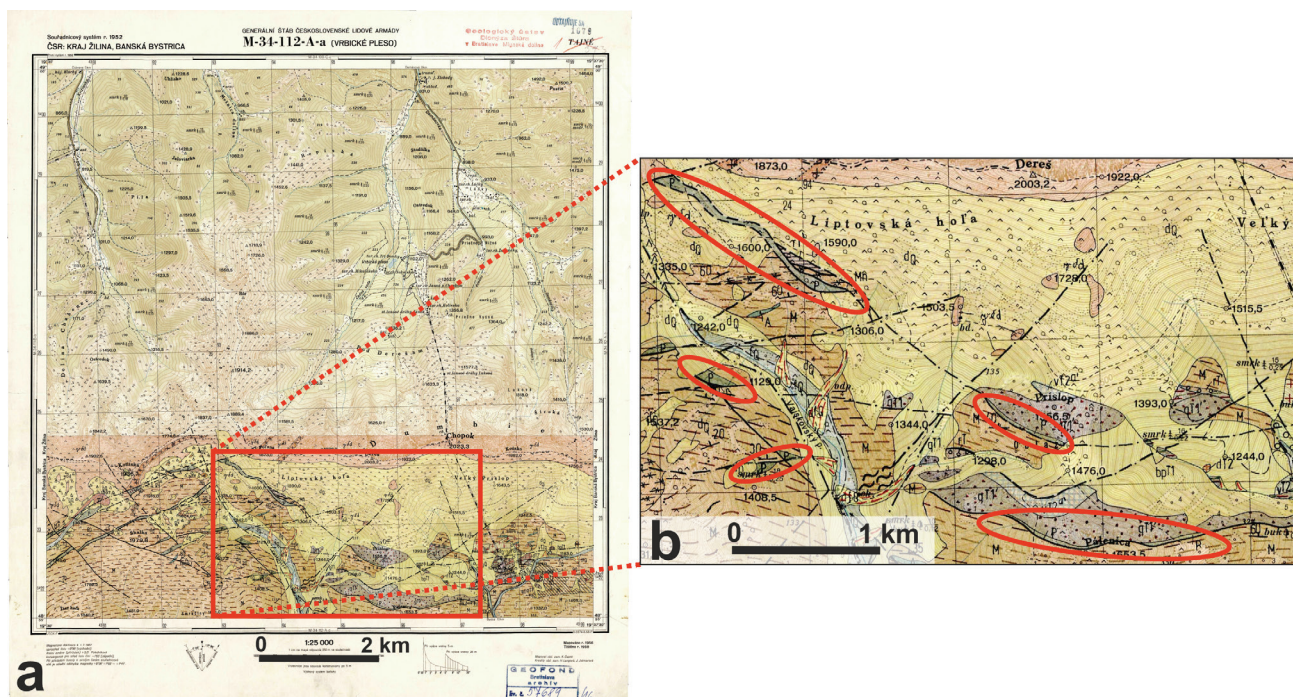
Prvé zmienky o perme, z ktorých zrejme vychádzajú obidve rukopisné správy, postuloval už Kubíny (Kubíny, 1960a, b). V správe k prospekcii rúd z oblasti Trangošky (Kubíny, 1960a, s. 10) opísal horniny situované na rozhraní kryštalinika a spodného triasu takto: „Pieskovce a bridlice neistého postavenia. Ide o fialové sliednaté pieskovce

a bridlice, ktoré sa nachádzajú na rozhraní kryštalinika a mezozoika. Tieto suchozemské, alebo príbrežné sedimenty pochádzajú z kryštalinika, ktoré bolo intenzívne zvetrané. Hlavné biotity podľahli intenzívnemu zvetraniu – oxydácii pričom boli väčšinou vcelku silne zmenené pri rozsiahlom vylučovaní Fe komponenty, ktorá zakaluje celý minerál, ale niekedy aj ostatné petrografické súčiastky. Podľa porovnania s niektorými verukánskymi sedimentami môže ísť o vrchný perm. Tieto pieskovce prechádzajú do verfenských vrstiev.“

V neskoršom príspevku autor prehodnotil (pozn.: zrejme po preštudovaní príspevku od Fejdiovej, 1977, ktorú cituje) prostredie vzniku hornín zaradených do permu (Kubíny, 1979, s. 143), keď poznamenal: „V tomto úseku synklinálnej štruktúry je vyvinutá aj predtriasová kôra zvetrávania, zastúpená klastickými horninami s prevahou kremeňa, slúd, ostrohranných úlomkov živcov a sekundárnych minerálov... Horniny kôry zvetrávania sú zrejme najmladším paleozoikom, prípadne najspodnejším triasom (?).“

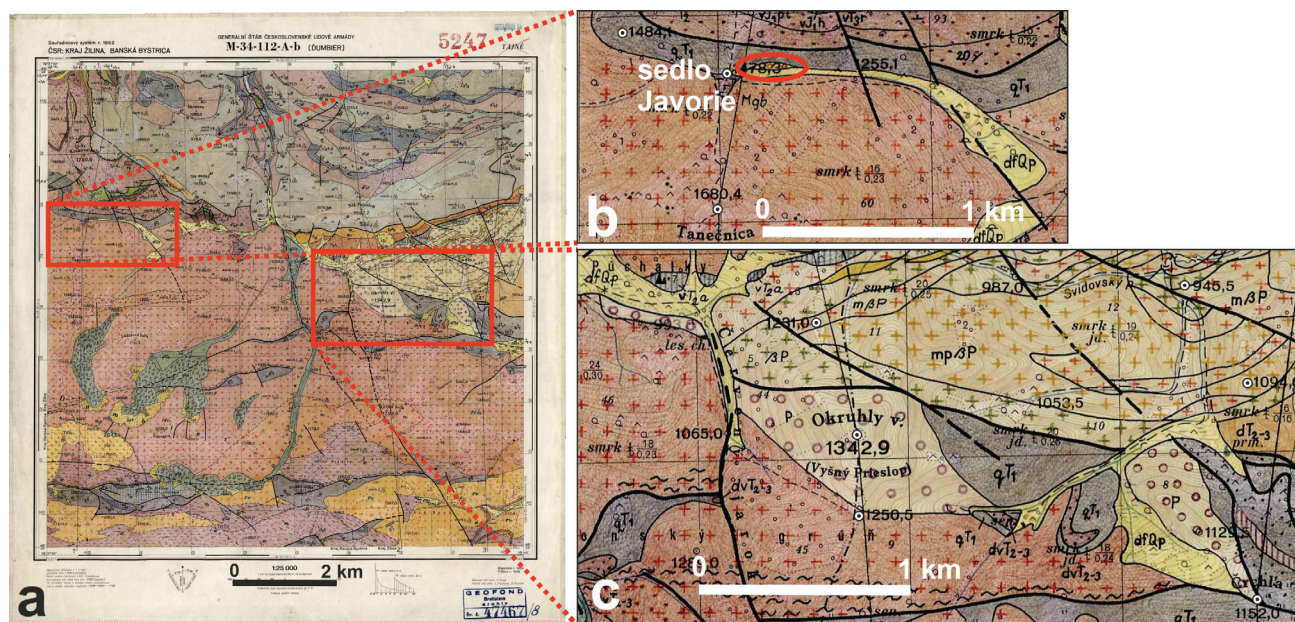
Sedlo Javorie (a), Okrúhly vrch – sedlo Črchľ'a (b)

Ďalšia zmienka o mladšom paleozoiku tatrika sa nachádza v čiastkovej záverečnej správe (ďalej ČZS) k listu Ďumbier (Lehotský et al., 1980, s. 26): „Na liste Ďumbier sú výchozy mladšieho paleozoika len v troch oblastiach a na malých plochách. Menší z nich južne od Krakovej hole, väčší na Okrúhlom vrchu a SZ od neho a severne od vršku Črchľ'a. Prvý výskyt je v zreteľnej pozícii tatrika a preto aj ďalšie výskyty považujeme za súčasť tejto tektonickej jednotky (A. Biely, 1964).“



Obr. 5. Zobrazenie rozsahu permského súvrstvia (P) v štruktúre Trangošky z rukopisnej geologickej mapy, list M-34-112-A-a Vrbické pleso (Hraško et al., 1983).

Fig. 5. Cartographic display of the Permian deposits (P) from the Trangoška structure on the map sheet Vrbické pleso M-34-112-A-a (Hraško et al., 1983).



Obr. 6. Zobrazenie permských sedimentov (P) na liste Ďumbier M-34-112-A-b (a), z oblasti sedla Javorie (b), Okružleho vrchu 1 342,9 m n. m. a Črchle 1 152 m n. m. (c) (Lehotský et al., 1980) zaradených do tatrica kontrastuje oproti predchádzajúcim lokalitám svojou hrúbkou a litologickým zložením.

Fig. 6. Cartographic display of the Permian deposits (P) on the map sheet Ďumbier M-34-112-A-b (a), in the area of Javorie saddle (b), Okružlý vrch Hill 1 342.9 m a. s. l. and Črchľa 1 152 m a. s. l. (c) (Lehotský et al., 1980) included in the Tatricum, contrasting with the previous localities in thickness and lithological composition.

Práve v rukopisnej práci Bieleho (1964, s. 3) sú prvotné zmienky o vystupovaní permu v obalovej sérii nízkotatranského granitoidného jadra: „Malá šošovka permských hornín vystupuje východne od sedla medzi Tanečnicou a Krakovou hoľou, väčšia šošovka v oblasti Okružleho vrchu (1342,9) a Črchľa (1152,0). Ide o pestré súvrstvie, v ktorom dominujú jemno i hrubozrnné arkózy a droby, zväčša fialovočervené, zriedka zelenavých farieb. Na skladbe arkóz sa vedľa kremeňa podieľa živec, slieda a úlomky granitoida, zriedkavejšie rhyolitických bridlic. Miestami tu vystupujú nepravidelné šošovky zlepcov s hojnými valúnami svetlých muskovitických žúl.“

V neskoršej rukopisnej správe k listu Ďumbier (Lehotský, 1982, s. 138) jej editor dodal: „V okolí Okružleho vrchu (Výšného Prieslopu), ležia na granodioritoch Ďumbierskeho typu sedimenty permu, lúžňanských vrstiev i karbonátových členov série Kanského grúňa s ílovitými bridlicami, a to v normálnej obalovej pozícii.“

V takomto kontexte bolo permské súvrstvie prevzaté aj do vysvetliviek ku geologickej mape Nízkych Tatier (Vožárová a Vožár in Biely et al., 1997, s. 35): „Tvoria šošovky hrúbky max. niekoľko desiatok metrov. Podstatne hrubšie a pestrofarebnejšie súvrstvie (oproti záp. časti Ďumbierskych Tatier) vystupuje v oblasti Okružleho vrchu a záverej časti Svätajánskej doliny.“

Metodika

Výskum sa opiera o výsledky geologického mapovania štandardnými metódami v mierke 1 : 10 000. Pri mapovaní boli použité GNSS prístroje GARMIN GPSMAP 64s a TRIMBLE TDC100. Pôvodné archívne podklady rukopisných geologických máp v mierke 1 : 10 000 a 1 : 25 000

boli georeferencované pomocou QGIS. Vygenerované geologické a topografické podklady, ale aj podklady leteckého laserového skenovania (DMR 5.0, ÚGKK SR) vo formáte .mbtiles slúžili na orientáciu pri mapovaní v aplikácii Locus Map Pro. Presnosť lokalizácie dokumentačných bodov s pomocou satelitného navigačného systému sa spravidla pohybovala podľa kvality signálu v rozmedzí 3 – 10 m. Výsledky revízie geologického mapovania sa zakresľovali pomocou softvéru QGIS (QGIS Development Team, 2020).

Výsledky

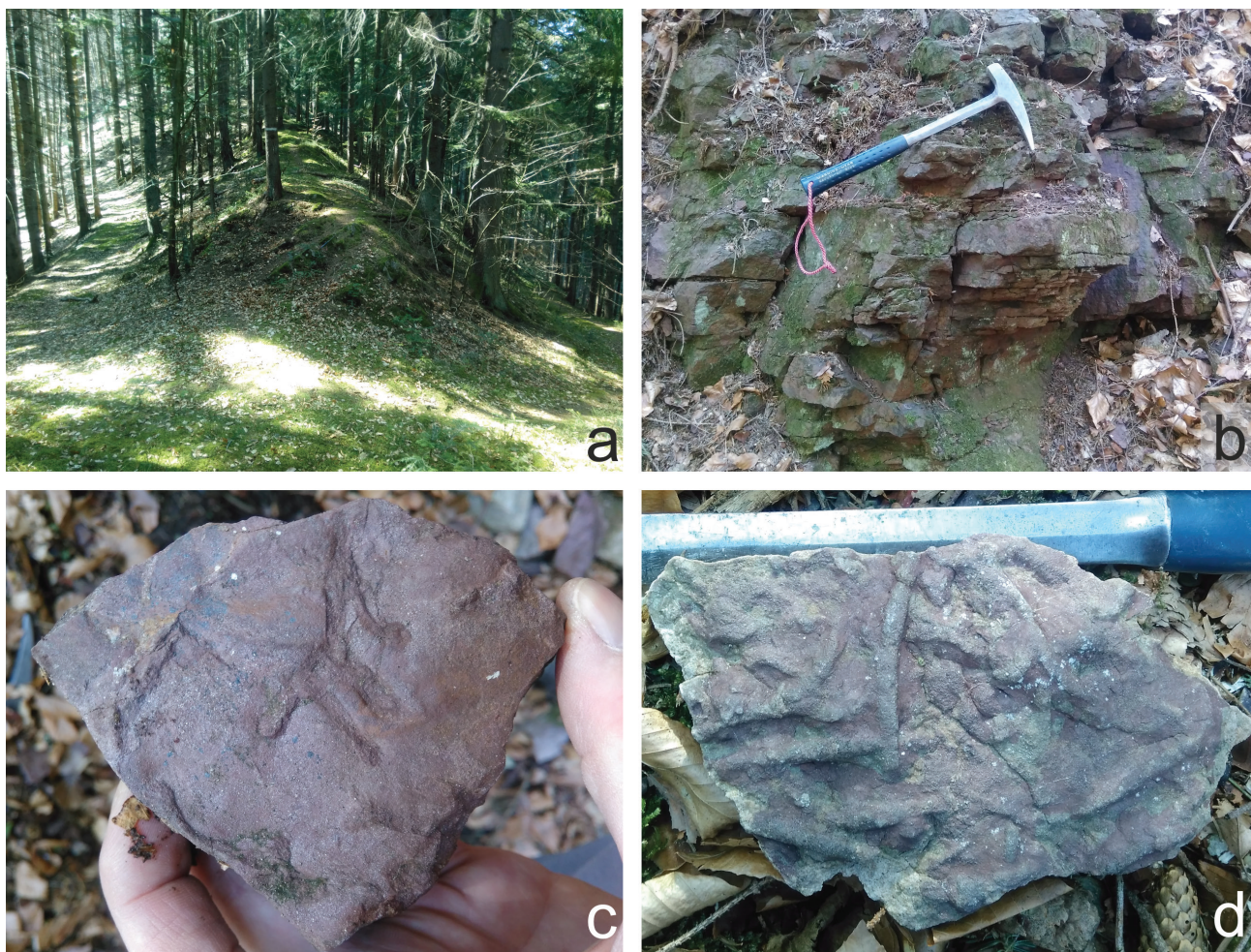
Baláže-okolie

Od miesta sútoku Banského potoka s Ľupčicou sa možno zamerať na tri miesta (obr. 8) s vyčleneným vážňanským súvrstvom (južne od sútoku – Galová, severne – Čremošné, východne – Blatnava). Na týchto lokalitách v okolí Balážov sa pri reambulačnom mapovaní v r. 2020 – 2021 zistili nasledujúce skutočnosti: Časť vyčlenených permských sedimentov na lokalite Galová patrí k ortorulovému kryštaliniku veporika. Na viacerých miestach sú znateľne zbridličnatené. V ich podloží sa nachádza fragment tatrického lúžňanského súvrstvia, presnejšie v strednej a vrchnej časti (II. a III. člen sensu Fejdiová, 1985). Významnejšie odkryvy v typickej litológii sa nachádzajú na hrebienku v.-z. smeru (N 48,811 24°, E 19,199 25°, obr. 7a). Ide o typické lavicovité kremenné arkózy s úklonom 210/35. Na lokalite Galová (obr. 8) bola na viacerých miestach (N 48,810,82°, E 19,199 08°; N 48,811 56°, E 19,197 45°) identifikovaná skolitová ichnofácia (obr. 7b, c, d) s *Diplocraterion parallellum* (Olšavský a Šimo, 2007), determinujúca najvyššiu časť lúžňanského súvrstvia (III. člen sensu Fejdiová, 1985). V údoliach obidvoch paralelných dolín

s.-j. smeru sa v kvartérnom delúviu nachádzajú úlomky a menšie bloky špaňodolinského súvrstvia pochádzajúce z masívu k. 834 Hrádok. Na lokalite Čremošné je situácia jednoduchšia. V bezprostrednom nadloží rauvakovej zóny hrubej niekoľko desiatok metrov sa nachádza kryštalinikum v podobe zmiešanej litológie. Boli identifikované svetlé hrubozrnné granitoidy, ale hlavne usmernené ortorulové kryštalinikum. Časť kartograficky vyznačeného vážňanského súvrstvia patrí k rauvakom (N 48,829 08°, E 19,192 54°) a časť ku kryštaliniku (N 48,820 86°, E 19,193 74°). Horniny vyznačené v pruhu údolia Blatnava vyznačené ako vážňanské súvrstvie patria ku kryštaliniku. Ide hlavne o hrubozrnné, viac-menej navetrané rozpadavé granitoidy, často s ružovkasto-oranžovými draselnými živcami (N 48,815 01°, E 19,209 72°). Reambulačným mapovaním (obr. 8) sa nepodarilo preukázať prítomnosť hornín vážňanského súvrstvia, ktoré by v danej oblasti malo mať hrúbku 15 – 40 m a na ktoré by sa vzťahovala litologická náplň uvedená v ČZS a vysvetlivkách ku geologickej mape Starohorských vrchov (Vozár in Kohút et al., 2001; Polák et al., 2003b, s. 28).

Štruktúra Trangošky

Prvá revízia permských sedimentov v štruktúre Trangošky sa začala v máji r. 2010. Neskôr na jeseň r. 2020 sme s M. Sentpeterym reambulačným mapovaním pokryli územie (od Srdiečka po Vajskovskú dolinu) s plochou viac ako 5 km². Pri reambulácii sa kládol zvláštny zreteľ predovšetkým na miesta styku lúžňanského súvrstvia a kryštalinického fundamentu, a to v celom rozsahu trangošskej štruktúry (nielen úsek vyobrazený na obr. 9). Najdôležitejšie miesto z pohľadu reambulačného mapovania sa nachádza na východnom ramene masívu Pálenica (N 48,919 323°, E 19,596 612°). Presne z tohto miesta Kubíny (1960a) na svojej mape identifikoval horniny, ktoré pokladal za perm (l. c., s. 68: „bod. 154./ Arkózovité bridlice na styku s kvarcitmi. Foliácia 88° SZ / 86° k S“). Tu vo výške asi 1 140 m n. m. v podloží lúžňanského súvrstvia sa nachádzajú odkryvy vo variabilne deformovaných páskovaných rulách (niekedy migmatitového vzhľadu), resp. mylonitoch pararulového kryštalinika. Horniny tu boli evidované v dĺžke asi 15 m. Majú sivočervenkové až sivofialkavé zafarbenie a obsahujú hrubolupeňovitú sľudu s podobným zafarbením.



Obr. 7. Lúžňanské súvrstvie na lokalite Galová: a – odkryv v lavicovitých kremencoch na ohybe lesného chodníka; b – odkryv v doskovito zvrstvených pestrých drobách – III. člen lúžňanského súvrstvia (Fejdiová, 1985); c – *Diplocraterion paralellum* na ploche fragmentu piesčitej vrstvy; d – skolitová ichnofácia lúžňanského súvrstvia.

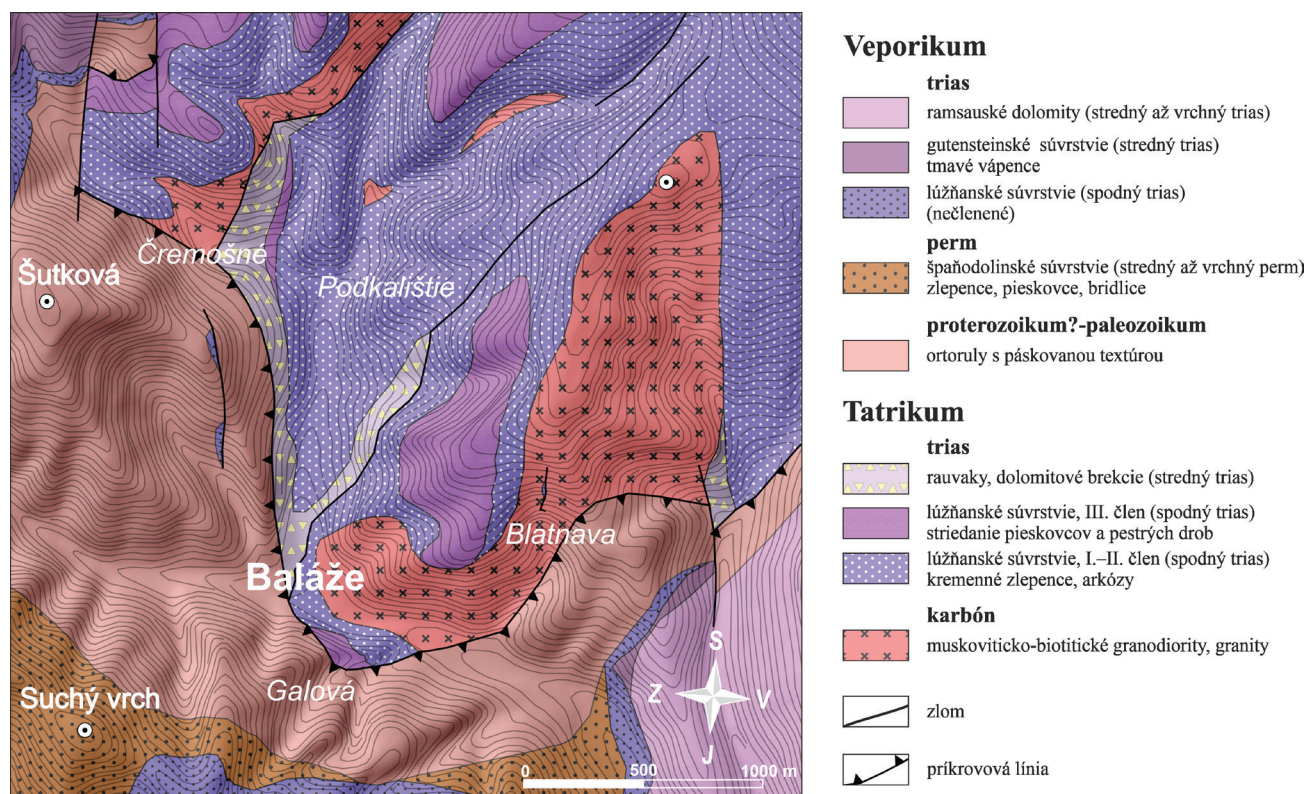
Fig. 7. Lúžna Formation at the locality Galová: a – quartzite outcrop on the bend of the forest sidewalk; b – Outcrop in the layered variegated wacke – II. member of the Lúžna Fm. (Fejdiová, 1985); c – *Diplocraterion paralellum* on the surface of a fragment sandstone layer; d – *Skolithos* ichnofacies of the Lúžna Fm.

Tento charakteristický horninový typ mylonitizovaného kryštalinika sa vyskytuje zrejme pozdĺž celého kontaktu lúžňanského súvrstvia s kryštalinikom v masíve Pálenice (obr. 9). Pre neprístupnosť kontaktu však nebolo možné overiť úplne súvislý priebeh. Bol identifikovaný aj vyššie v 1 455 m n. m., v poľovníckom chodníku (N 48,918 337°, E 19,585 121°) na kontakte s kryštalinikom, ale aj na západnom ramene Pálenice vo výške od 1 600 m n. m. do zhruba 1 625 m n. m. (N 48,918 541°, E 19,576 929°) priamo v turistickom chodníku (žltá značka). Na kontaktoch v masíve Príslopu sa tieto pestré mylonity nezistili a nespomínajú sa ani v pôvodnej dokumentácii v rukopise Kubíného (1960a). Pri snahe preskúmať aj zvyšok hornín označených na mape ako vážňanské súvrstvie boli podľa georeferencovaných máp preskúmané aj výskyty západným smerom od Príslopu v smere na Krížske sedlo (modrá turistická značka a paralelné poľovnícke chodníky). Podarilo sa lokalizovať len mylonitizované pararulové kryštalinikum. Identické typy pestrých mylonitov referované z masívu Pálenice tu neboli lokalizované. Reambulačným mapovaním sa v tejto oblasti nepodarilo preukázať prítomnosť metakonglomerátov, metapelitov a metavulkanoklastík s litologickou afinitou k permským sedimentom.

Sedlo Javorie (a), Okrúhly vrch – sedlo Črchľ'a (b)

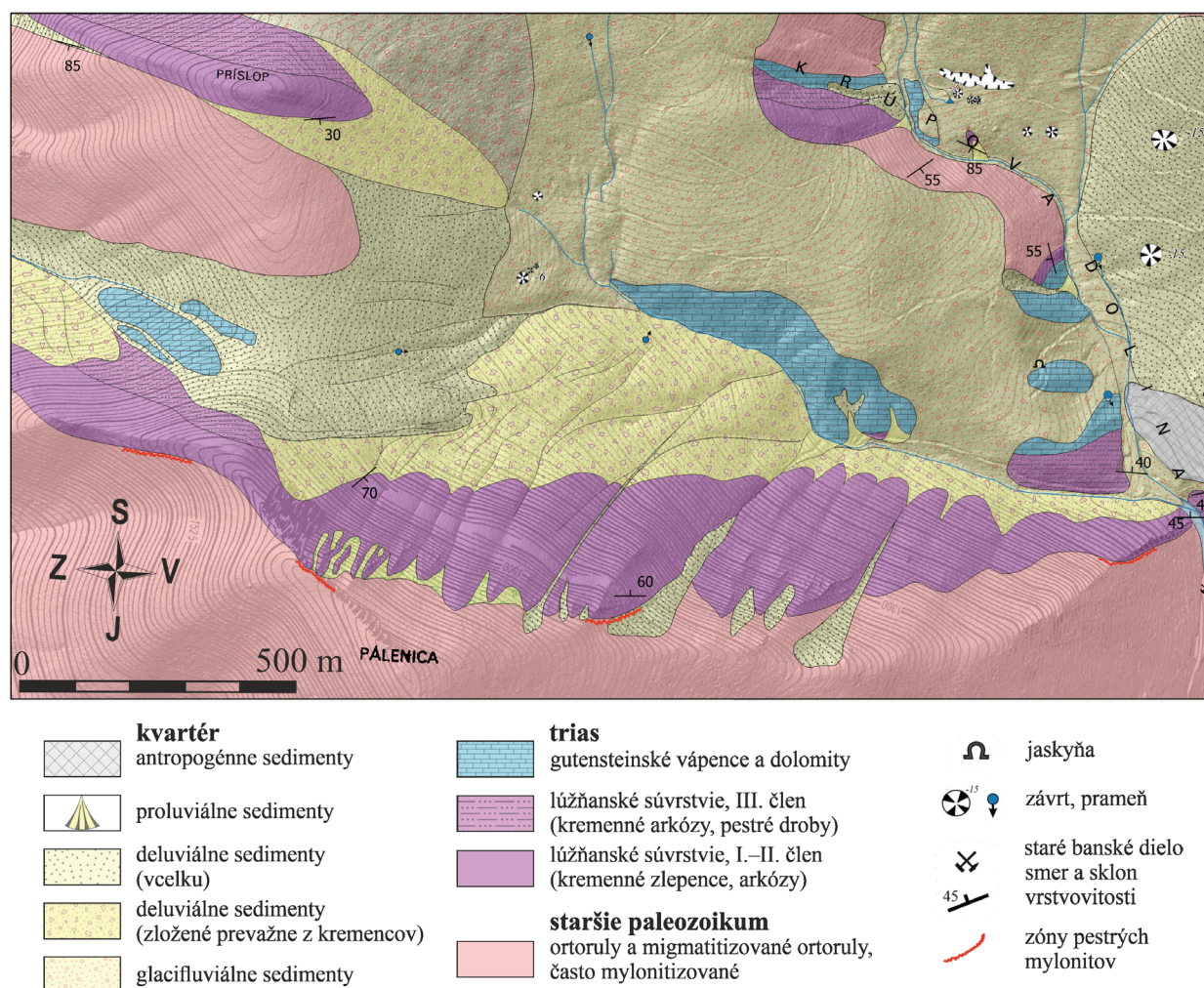
Prvá revízia permských sedimentov v priestore sedla Javorie, ktorý zmapoval a opísal Biely (1964), bola absolvovaná spolu s jaskyniarom L. Vlčekom už v októbri 2013. Okrem úlomkov a blokov spodnotriasového lúžňanského

súvrstvia však permské sedimenty vtedy neboli lokalizované. Neskôr po preštudovaní archívnych správ a rukopisej mapy (obr. 6a) bola lokalita navštívená o osem rokov neskôr. V priestore vyznačených permských sedimentov v podobe menšej šošovky východne od sedla Javorie boli pri terénnej pochôdzke lokalizované odkryvy v drobnozrnných až hrubopiesčitých zlepencoch hnedočervených farieb, viac-menej rozpadavých, ojedinele s klastami kryštalinika, s vyšším obsahom prachovitého matrixu a klastickej sludy (obr. 10d). Odkryvy v spomínanej litológii vystupujú v eróznej ryhe v.-z. smeru (N 48,973 68°, E 19,636 33°; N 48,973 93°, E 19,635 27°). Navyše, pri revízii boli zaznamenané permské sedimenty na novom mieste, a to západne od sedla Javorie v blízkosti ohybu turistického chodníka (N 48,974 54°, E 19,631 17°; obr. 10e – f). Nachádza sa tu zasutinený odkryv v typickej vrchnopermskej fácií tvorený svetlozelenkavými drobnozrnnými zlepenkami s červeným detritickým kremeňom (obr. 10e). Podobne ako na východnej strane sedla Javorie, aj tu rozsiahle delúvium s blokovou sutinou lúžňanského súvrstvia znemožňuje pozorovať vzťah permských sedimentov so spodným triasom či s podložným fundamentom. Možno povedať, že permské sedimenty sú autochtónne, patria teda k tatriku, tak, ako ich interpretoval Biely (1964). Dosahujú neveľkú hrúbku, ktorá sa nedá presne určiť, pretože odkryvy sú presutinené delúviom z nadložného lúžňanského súvrstvia. Zrejme však nepresahujú desiatku metrov. Na vrchnopermský vek súvrstvia (?loping) možno usudzovať najmä z charakteru sedimentov situovaných na západnej strane sedla Javorie, a to na základe litologickej analógie s ostatnými výskytmi



Obr. 8. Čiastočne reambulovaná odkrytá geologická mapa z okolia Balážov, podľa Kohúta et al. (2001), upravené.

Fig. 8. Partially revised uncovered geological map of the Baláže area, modified after Kohút et al. (2001).



Obr. 9. Časť reambulovanej geologickej mapy v štruktúre Trangošky zobrazuje kontakt lúžňanského súvrstvia a rulového kryštalinika v priestore Príslopu a Pálenice (Sentpetery a Olšavský in Klúz et al., 2020). Podklad je prevzatý z modelu DMR 5.0, zhotovený ÚGKK SR.

Fig. 9. The part of revised geological map of Trangoška structure showing contact of crystalline basement with Lúžna Fm in the Pálenica massive (Sentpetery and Olšavský in Klúz et al., 2020). Background Relief model DMR 5.0 courtesy of Geodesy, Cartography and Cadastre Authority of the Slovak Republic.

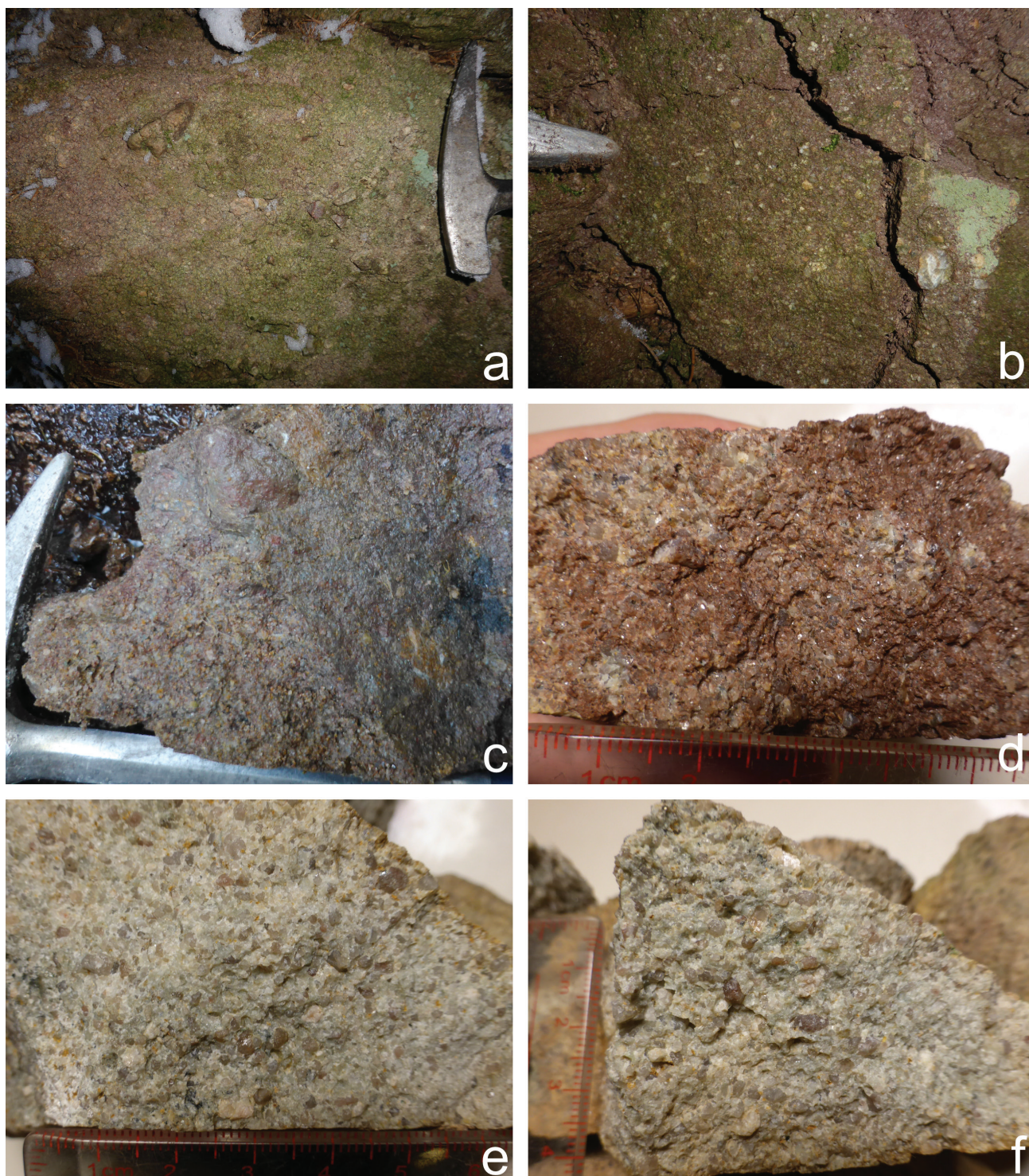
v Západných Karpatoch. Nateraz však nie je možné stanoviť formálnu charakteristiku súvrstvia najmä pre jeho nedostatočné odkrytie.

Reambulačné mapovanie z okolia Okrúhleho vrchu prinieslo nečakané zistenia. Pri prvej návšteve lokality v polovici augusta 2020 v záreze lesnej cesty (zelená turistická značka smerujúca v smere zo Svidovského sedla na Rovnú hoľu, úsek N 48,963 79°, E 19,707 65°; N 48,959 86°, E 19,708 03°) boli lokalizované zlepence, ktorých litologické zloženie vykazuje nápadnú zhodu so stupčianskymi vrstvami maluzinského súvrstvia (Olšavský, 2020). Ide o pestré hrubozrnné piesčité zlepence. Vysoký obsah litoklastov ryolitov a svetlých granitoidov im dodáva špecifický vzhľad a charakter. Charakteristické sú pestré hrubozrnné pieskovce až drobnozrnné zlepence až piesčité zlepence (obr. 11). Permické sedimenty v priestore medzi k. 1 341,4 Okrúhly vrch a bezmennou kótou 1 165,2 (na staršom vojenskom topografickom podklade uvádzanej ako k. Črchľ'a 1 152 m n. m.) na základe výskumov z oblasti Stupky interpretujeme ako najmladšiu, v poradí štvrtú hruboklastickú polohu maluzinského súvrstvia. Ďalšie

východy stupčianskych vrstiev sa nachádzajú v priestore sedla Črchľ'a (N 48,952 92°, E 19,737 73°) a sz. od neho v osi hrebienka (N 48,954 54°, E 19,735 34°). Jeho litostratigrafická zviazanosť so spodnotriasovým benkovským súvrstvom je tu zjavná (obr. 12).

Diskusia

V súvislosti s permským vážňanským súvrstvom v tatriku možno nájsť niekoľko rôznorodých litologických opisov. Pri revízii potenciálne najstaršej (pravdepodobne vrchnopermskej) sedimentárnej formácie tatrika Nízkych Tatier zobrazovanej na regionálnych geologických mapách 1 : 50 000 sa zistilo, že súvrstvie nemá jasnú definíciu, k súvrstviu neexistuje litostratigrafický profil ani miesto s referenčným odkryvom. Permické sedimenty opísané z doliny Vážna (Bujnovský et al., 1980) sa na uvedenej lokalite (obr. 2) nevyskytujú. V mieste, kde boli vyznačené, t. j. 250 m na sever od minerálneho prameňa – kyselky, sa vo výške 745 m n. m. dvíha hrebienok (N 48,845 55°, E 19,312 26°), na ktorom je skalné defilé, budované výlučne



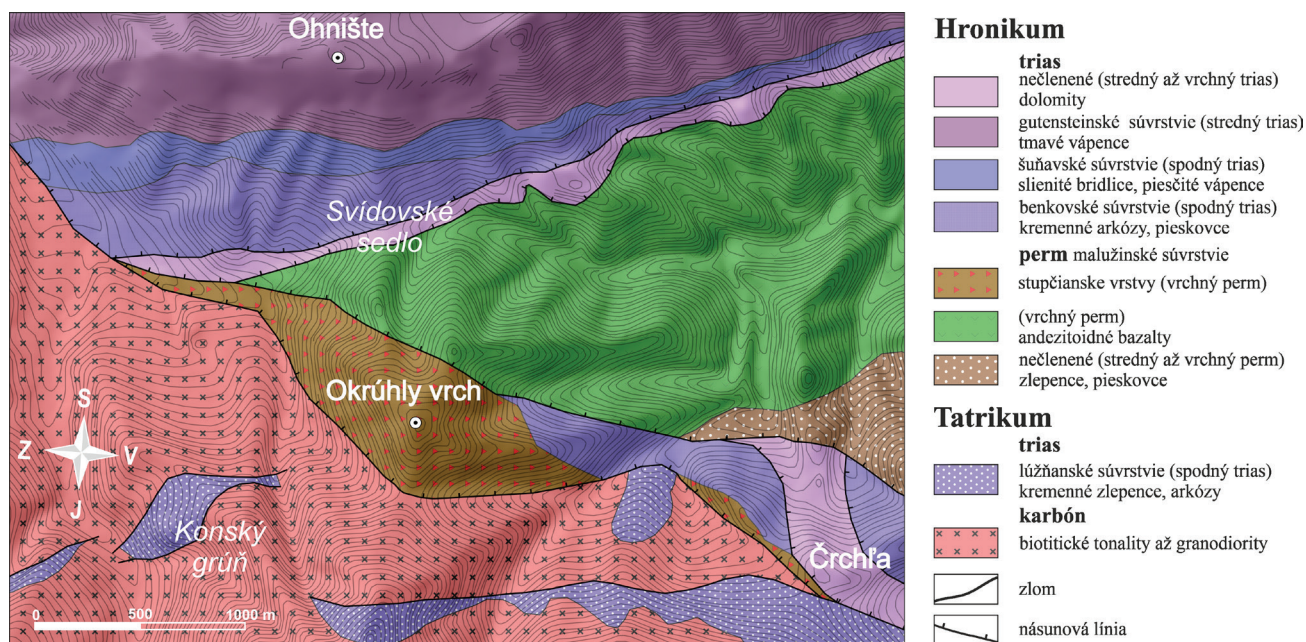
Obr. 10. Permické sedimenty z oblasti východne od sedla Javorie: a – drobnnozrnný zlepenec s viditeľným 5 cm klastom a poloopracovaným detritom z kryštalínika; b – rozpadavé drobnnozrnné zlepence tvorené kremeňom a živcami; c – hrubopiesčité zlepenec s opracovaným klastom; d – detail štruktúrne nezrelého sedimentu s množstvom klastickej slúdy. Permické sedimenty z oblasti západne od sedla Javorie: e – f – svetlozelenkavé drobnnozrnné zlepenec s typickým červeným kremeňom.

Fig. 10. Permian deposits from the area east of Javorie saddle: a – Fine grained conglomerate with visible 5 cm clast and sub-rounded crystallite detritus; b – Decaying fine-grained conglomerates formed by quartz and feldspars; c – Coarse-grained conglomerate with well-rounded lithoclast; d – detail on the sedimentary structure with numerous clastic mica. Permian deposits from the area West of the Javorie saddle: e – f – Light greenish small-grained conglomerates with typical red quartz.



Obr. 11. Najmladšie sedimenty malužinského súvrstvia – stupčianske vrstvy z oblasti Okrúhleho vrchu a Črchle (porovnaj s litológiou v práci Olšavský, 2020): a – pestrý, štruktúrne nezrelý zlepenec s množstvom úlomkov svetlých granitoidov a úlomkov rhyolitov; b – úlomok granitoidnej horniny v pestrom hrubopiesčitom detritu; c – prevaha svetlých úlomkov živcov v drobnozrnnom zlepeni; d – pestrý drobnozrnný zlepenec; e – f – klasty granitoidných hornín v pestrých drobnozrnných zlepencoch; g – h – fragmenty poloostrohranných kyslých vulkanitov v hrubozrnnom pieskovci.

Fig. 11. The youngest sedimentary rocks of the Malužiná Formation – Stupka Member from the Okrúhly vrch hills and Črchľa area (cf. Olšavský 2020): a – Variegated, structurally immature conglomerate with a number of fragments of light granitoids and fragments of rhyolites; b – Fragment of granitoid rock in variegated coarse-grained detritus; c – Predominance of light fragments of feldspar in fine-grained conglomerate; d – Variegated fine-grained conglomerate; e – f – Clasts of granitoid rocks in variegated fine-grained conglomerates; g – h – Semi-sharp-edged fragments of acid volcanic rocks in the coarse grained sandstone.



Obr. 12. Čiastočne reambulovaná odkrytá geologická mapa z okolia Okružleho vrchu, podľa Lehotského et al. (1980), upravené.

Fig. 12. Partially revised uncovered geological map of the Okružly vrch, modified after Lehotský et al. (1980).

kryštalinikom. Spodnotriasové sedimenty lúžňanského súvrstvia sa nachádzajú až o niekoľko stoviek metrov severne (obr. 3).

Pri reambulačnom geologickom mapovaní v oblasti Balážov sa zistilo, že priebeh vyznačeného permského súvrstvia neobsahuje sedimenty zodpovedajúce opisu z vysvetliviek. V celom úseku ide buď o kryštalinikum, rauvaky, alebo o lúžňanské súvrstvie. Práve pestrá vrchná časť lúžňanského súvrstvia (III. člen sensu Fejdiová, 1985) mohla viesť k dojmu, že ide o permské facié. Opis vážňanského súvrstvia z oblasti Balážov uvedený vo vysvetlivkách ku geologickej mape Starohorských vrchov (Vozárová a Vozár in Polák et al., 2003b, s. 28) je, zdá sa, kompilátom litologického opisu z dvoch rôznych lokalít. Pri odvolávke na Planderovú (1986) a lokalitu z oblasti Jasenia je zřejmé, že sa informácie vzťahujú na štruktúru Trangošky. Litologický opis hornín však celkom iste patrí k permským sedimentom na Okružlom vrchu. Potvrdzuje to aj opis uvedený vo vysvetlivkách k regiónu Starohorských vrchov (Vozárová a Vozár in Polák et al., 2003b, s. 28) v porovnaní s vysvetlivkami ku geologickej mape Nízkych Tatier (Vozárová a Vozár in Biely et al., 1997, s. 35). Pre vážňanské súvrstvie zobrazené na regionálnej geologickej mape Nízkych Tatier boli totiž vyčlenené dve „permské“ vysvetlivky (Vozárová a Vozár in Biely et al., 1997, s. 35): vysvetlivka 155 (metasedimenty na Trangoške) a 154 (permské klastiká z Okružleho vrchu).

Neistotu okolo interpretácie vážňanského súvrstvia na Trangoške sa autor snažil po prvých terénnych obhlídkach osvetliť aj komunikáciou s prof. Vozárovou z mája 2010. Podľa jej vysvetlenia (mailová komunikácia z 27. 5. 2010) spracúvala permské horniny (metaarkózy) pre Dr. A. Bujnovského, ktorý ich údajne aj mapoval. Ďalšou zaujímavosťou je, že permské sedimenty vyznačené v štruktúre Trangošky, interpretované na rukopisnej mape (Hraško et

al., 1983), úplne nekorešpondujú s vyobrazením na regionálnej geologickej mape (Biely et al., 1992). Vyčlenené permské sedimenty v ČZS na mnohých lokalitách (napr. k. Žiar a Kulichova dolina, východne od k. Skalka) boli na regionálnej mape (l. c.) už interpretované ako metasedimenty devónu (Planderová, 1986), zatiaľ čo tieto horniny (metasedimenty a metavulkanoklastiká) z oblasti Jasenskej Kyslej a z Lomnistej doliny boli v predchádzajúcej správe na základe palynologického štúdia (Planderová in Klínek et al., 1983) zaradené do mladšieho paleozoika, prevažne do spodného permu. Za povšimnutie stojí priebeh línie s výskytmi vyznačených permských sedimentov od Liptovskej hole do Križského sedla, kde sa z nich (vysv. 155) juhozápadným smerom náhle stávajú metasedimenty (vysv. 166). Po zostavení listu Demänovská dolina 4 (Hraško et al., 1983) boli už za perm považované aj horniny, ktorým aj Kubíny (1960a, s. 10) pripisoval permský vek. Hraško (l. c., s. 17) však v litologickom opise nakoniec pripúšťa, že: „... je ťažko odlišiť či ide o klastické fragmenty kryštalinika v sedimentoch, alebo celá hornina predstavuje mylonitizovaný migmatit resp. rulu“. Podobný fenomén si všimol už Zoubek (1937, s. 212): „Mylonitisace provází též styk mezozoika synklinálních jader s kryštalinikem, což ukazuje na jisté odlučování a „klouzání“ mezozoika, ovšem v malých rozměrech, na styku kvarcitů s kryštalinikem.“ Mylonitizácia rulového kryštalinika neušla pozornosti ani pri zostavovaní geologickej mapy a správy, keď ju a jej produkty na viacerých miestach opisuje Kubíny (1960b, s. 100): „Mylonitizácia je neoidného veku a na mapovanom území sa viaže na pozdĺžne prejavy karpatskej tektoniky na južnom a severnom ohraničení trangošského mezozoika, ale aj vo vnútorných kryštalicích pruhoch. Mylonity tohto systému sú vyvinuté na severných svahoch Veľkého Gápla a na južných svahoch Chopka v blízkosti mezozoika. Na poruchy

zlomového charakteru radiálnych smerov viažu sa mylonitové pruhy menších rozmerov.“ V kapitole opisujúcej dokumentačné body (Kubíny, 1960a, s. 60) často spomína mylonitizáciu na kontakte s kremencami. S istotou však možno povedať, že v priestore k. Pálenica a Prislop sa permské sedimenty ani ich tektonicky pozmenené ekvivalenty nenachádzajú (obr. 8). Nepotvrdili sa ani na kartograficky vyznačených miestach (južné svahy k. 1 889,7 Poľana, Liptovská hoľa).

Interpretácia revízie permských sedimentov z oblasti listu Ďumbier M-34-112-A-b je komplexnejšia. Zatiaľ čo v prvej rukopisnej správe (Lehotský et al., 1979) je perm interpretovaný ako otázny, po zostavení vedľajšieho listu (Lehotský et al., 1980) a interpretovaní poznatkov Bieleho (Biely, 1964) zo sedla Javorie, Okrúhleho vrchu a Črchle (litologický opis permu v správe je z Okrúhleho vrchu a sedla Črchľa) bol už identifikovaný a interpretovaný ako tatrický. Tu je potrebné uviesť, že Biely (Biely in Lehotský et al., 1980, s. 26) postavil interpretáciu permských sedimentov Okrúhleho vrchu na pozícii permských sedimentov zo sedla Javorie: „Prvý výskyt (myslí sa sedlo Javorie) je v zreteľnej pozícii tatrika a preto aj ďalšie výskyt (myslí sa Okrúhly vrch) považujeme za súčasť tejto tektonickej jednotky (A. Biely, 1964).“ Na to, že permské sedimenty na Okrúhlom vrchu nepatria k tatriku, ale k hroniku, existuje niekoľko dôkazov. Jedným z nich je nezameniteľná litológia. Taktiež v oblasti sedla Črchľa sa zistilo, že v nadloží permských sedimentov sa nachádza spodnotriasové benkovské súvrstvie v analogickom litofaciálnom vzťahu ako v oblasti Stupky. Za povšimnutie stojí zmienka v správe Bieleho (1964, s. 3) o výskyte „ryolitových bridlic“. Ide o neobvyklý fenomén, napríklad už len z dôvodu, že klasty ryolitov tu dosahujú decimetrovú veľkosť (bežne 10 – 30 cm). Litologický opis permských sedimentov tatrika (vysv. 154) z regiónu Nízkych Tatier spolu s uvedenou tabuľkou (Vozárová in Biely et al., 1997, s. 35) sa jasne vzťahuje na Okrúhly vrch. Identické litologické zloženie zlepcov na Okrúhlom vrchu (vyšší obsah granitových úlomkov a veľkých klastov ryolitov) bolo identifikované 12 km juhozápadným smerom do doliny Bystrá – Stupka (Demko a Olšovský, 2007; Olšovský in Hraško et al., 2013). Neskôr boli zaradené do vrchného permu malužinského súvrstvia tzv. stupčianskych vrstiev, definovaných pri jeho reambulácii z južných svahov Nízkych Tatier (Olšovský, 2020). Hoci ide o značnú vzdialenosť (asi 12 km), pri pohľade na geologickú mapu sa tieto súvislosti ukazujú v logickejšej rovine. Ide o najmladšie sedimenty malužinského súvrstvia, zaznamenané aj z južnej strany Nízkych Tatier s nezameniteľnou litológiou. Tu (Stupka) sa nachádzajú v komplikovanej štruktúre hronika ako súčasť strednej šupiny, tzv. svíbovského čiastkového príkrovu. Vzhľadom na vystupovanie jednotlivých segmentov vnútri svíbovského príkrovu boli vyslovené predpoklady, že môže ísť o stavbu generovanú popaleogénnou tektonickou aktivitou (l. c). Túto situáciu možno aproximovať aj do oblasti Okrúhleho vrchu, kde sú vrchnopermské sedimenty zachované v zdanlivom podloží vrchnopermských bazaltických andezitov (obr. 12). Kontakt hronika s fundamentom tatrika

v oblasti Okrúhleho vrchu naznačuje, že tu došlo k výraznému skráteniu, kompresii a imbrikácii príkrovovej stavby. Tento jav môže súvisieť so spätnými, juhovergentnými prešmykmi hronika. Takúto úvahu podporuje množstvo spodnotriasových a strednotriasových šupín (Olšovský, 2008b, s. 159 – 169) na rozhraní nižnobocianskeho súvrstvia hronika a mraznického súvrstvia veporika zobrazených na geologickej mape v úseku Malužiná – Liptovská Teplička. O nich sa Dr. Biely domnieval, že ide o produkty vzniknuté pri severovergentnom presune príkrovu (Biely et al., 1992, vysv. 110 – rauvaky). Oblasť Okrúhleho vrchu je zároveň jediným miestom v Západných Karpatoch, kde sa tektonická jednotka hronika styka priamo s tatrickým fundamentom.

Z kartografického zobrazenia je zrejmé, že pred obnažením a výzdvihom nízkotatranského masívu boli sedimenty stupčianskych vrstiev rozšírené najmä v priestore medzi Okrúhlým vrchom na severe a Stupkou na juhozápade. Po výzdvihu kryštalinického jadra boli erodované spolu so zvyškom ipolitickej skupiny, fatrika a tatrického obalu. Nateraz sa nepodarilo celú oblasť dôsledne nanovo zmapovať a poodhaliť vzťahy medzi jednotlivými šupinami bocianskeho čiastkového príkrovu (Biely et al., 1997).

Pozíciu permských sedimentov v sedle Javorie možno veľmi dobre priestorovo korelovať s „predtriasovou fosílnou kôrou zvetrávania“ z oblasti Liptovskej Lúžnej (Fejdiová, 1977). Len obmedzené zachovanie pôvodných permských sedimentov na nízkotatranskom kryštaliniku môže mať viaceré príčiny, o ktorých možno špekulovať. Predpokladať možno jeho eróziu a recykláciu do spodnotriasového súvrstvia, podobne ako vo Vysokých Tatrách. Nie je vylúčené, že ďalšie výskyt permských sedimentov nízkotatranského kryštalinika existujú, no doteraz neboli lokalizované.

Vyčlenenie novej neformálnej jednotky v podobe súvrstvia má niekoľko dôvodov. Permské sedimenty boli v rôznych jadrových pohoriach vzhľadom na svoje litologicko-petrofaciálne osobitosti a asociujúce vulkanické členy takmer pravidelne vyčleňované pod novým názvom (Vozárová a Vozár, 1988). Ďalším dôvodom je nevhodnosť zaužívaného termínu vážnianske/vážňanské súvrstvie (Biely et al., 1997; Polák et al., 2003) pre nedoložený výskyt na lokalite Vážna. Permské sedimenty lokalizované po oboch stranách sedla Javorie vzhľadom na ich obmedzený výskyt a zastretý vzťah k podložíu a nadložíu nemožno jednoznačne stotožniť s niektorou z definovaných tatrických formácií.

Záver

Z revízie vážnianskeho/vážňanského súvrstvia vyznačeného na dvoch regionálnych geologických mapách z oblasti Nízkych Tatier vyplýva niekoľko relevantných faktov:

V doline Vážna, resp. na mieste, kde boli permské sedimenty interpretované a podľa ktorého bolo pomenované vážnianske/vážňanské súvrstvie, sedimenty permu neboli lokalizované. Permské sedimenty tatrika sa s určitosťou nevyskytujú v oblasti Balázov (obr. 8). Ortorulové kryštalinikum veporika leží buď na spodnotriasovom lúžňanskom

súvrství, alebo nadložných rauvakoch. V oblasti Trangošky je na kontakte kryštalinika a lúžňanského súvrstvia vyvinutá špecifická mylonitizácia takmer pozdĺž celého kontaktu (obr. 9). V litológii opísanej vo vysvetlivkách tu permské sedimenty nevystupujú.

Sedimenty z oblasti Okrúhleho vrchu sú síce permského veku, no nepatria k tatriku. Patria k maluzinskému súvrstviu hronika, resp. k najmladším stupčianskym vrstvám (obr. 10). Dokladá to litologické zloženie a úzky litofaciálny vzťah s nadložným benkovským súvrstvom, rovnakým ako v oblasti Bystrej. Zistenie identických facií vo vrchnom perme na lokalitách Bystrá – Stupka a Okrúhly vrch – Črchľa poukazuje na fakt, že v paleogeografickom priestore ipoltického bazénu ide o špecifický, dosiaľ málo preštudovaný vývoj v najvyššej časti permského maluzinského súvrstvia (Olšovský a Demko, 2011; Olšovský, 2020).

Terénnym revíznym mapovaním sa potvrdila prítomnosť obalového tatrického permského súvrstvia nízkotatranského kryštalinika len na jednej (obr. 6b) z niekoľkých pôvodne vyčlenených oblastí (obr. 1). Permické sedimenty v pozícii „sedimentárneho obalu“ nízkotatranského kryštalinika sa nachádzajú len v oblasti sedla Javorie, tak, ako ich v r. 1963 zmapoval Dr. A. Biely. Navyše, ich pokračovanie bolo pri revíznom mapovaní zaznamenané aj na západnej strane.

Z uvedených dôvodov nie je vhodné termín „vážňanské/vážnianske súvrstvie“ používať v súvislosti so stratigrafickým sledom tatrika z oblasti Nízkych Tatier. Navrhujeme ho nateraz nahradiť neformálnym termínom z lokality, kde sa tatrický perm skutočne vyskytuje – súvrstvie sedla Javorie (angl. *Javorie saddle Formation*).

Podakovanie

Autor ďakuje doc. D. Pivkovi a anonymnému recenzentovi za recenzné pripomienky. Za spoločný nízkotatranský terén ďakuje Dr. Michalovi Sentpeterymu, Mgr. L. Vlčekovi, Dr. M. Mikudíkovej a dcére Jolane. Za konzultácie o permských súvrstviach patrí podakovanie prof. A. Vozárovnej a v neposlednom rade aj redaktorovi GP Dr. R. Nádaskayovi a vedeckému redaktorovi Dr. O. Pelechovi za asistenciu pri zostavovaní príspevku. Autor ďakuje Stredoslovenskej vodárenskej spoločnosti, a. s., za použitie výsledkov v podobe geologickej mapy z podrobného hydrogeologického prieskumu na lokalite *Horná Lehota VZ TRANGOŠKA – prehodenie pásiev hygienickej ochrany*. Príspevok je venovaný pamiatke Dr. A. Bieleho.

Literatúra

- Andrusov, D., 1958: Geológia Československých Karpát – Zväzok I. Bratislava, Vyd. Slov. Akad. Vied, 1 – 304.
- Andrusov, D. a Kuthan, M., 1944: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenska. List Žilina (4361/2) v mierke 1 : 25 000. Bratislava, Práce Št. geol. Úst., 10, 1 – 196.
- Biely, A., 1964: Výskum mezozoika v Nízkych Tatrách, list Horná Lehota. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 12924), 1 – 35.
- Biely, A. (ed.), Beňuška, P., Bezák, V., Bujnovský, A., Halouzka, R., Ivanička, J., Kohút, M., Klinec, A., Lukáčik, E., Maglay,

- J., Miko, O., Pulec, M., Putiš, M. a Vozár, J., 1992: Geologická mapa Nízkych Tatier 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Biely, A. a Bezák, V. (eds.), Bujnovský, A., Vozárová, A., Klinec, A., Miko, O., Halouzka, R., Vozár, J., Beňuška, P., Hanzel, V., Kubeš, P., Liščák, P., Lukáčik, E., Maglay, J., Molák, B., Pulec, M., Putiš, M. a Slavkay, M., 1997: Vysvetlivky ku geologickej mape Nízkych Tatier 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 232 s.
- Buday, T., Cambel, B., Maheľ, M., Brestenská, E., Kamenický, J., Kullman, E., Matějka, A., Salaj, J. a Zaťko, M., 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000, M-33-XXXV, M-33-XXXVI Wien – Bratislava. Bratislava, Geofond, 7 – 248.
- Bujnovský, A., 1971: Mezozoikum sz. časti Nízkych Tatier – oblasť medzi Ľupčiankou a Revúcou, čiastková záverečná správa. Úloha: Regionálny geologický výskum mezozoika Západných Karpát. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 28942), 1 – 90.
- Bujnovský, A., Lukáčik, E. (eds.), Hanáček, J., Dovina, V., Stankovič, J. a Pulec, M., 1980: Vysvetlivky k základnej geologickej mape 1 : 25 000, list Korytnica-Kúpele. Čiastková záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 46359), 1 – 84.
- Demko, R. a Olšovský, M., 2007: Otázka ryolitového detritu v maluzinskom súvrství. Miner. Slov., 39, 4, Geovestník, 8.
- Fejdiová, O., 1977: Predtriasová kôra zvetrávania na lokalite Lipťovská Lúžna (Nízke Tatry). Miner. Slov., 9, 4, 299 – 302.
- Fejdiová, O., 1985: Nové poznatky o spodnotriasovom klastikom – lúžňanskom súvrství v centrálnych Západných Karpatoch. Západ. Karpaty, Sér. Mineral. Petrogr. Geochém. Metalogen., 10, 111 – 160.
- Ferenczi, I., 1943: A Zemplény Szigetkegység Földtani Vizszojai. Magyar Kir. földt. Intéz. évi Jelent. 1939-40-ről, 1, 393 – 439.
- Hraško, L., Klinec, A., Miko, O., Vozárová, A., Kullman, E., Dovina, V., Šucha, P. a Stankovič, J., 1983: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000, list 36-214 (Demänovská dolina-4), čiastková záverečná správa. Názov štátnej úlohy: Regionálny geologický výskum SSR, II. etapa. Názov čiastkovej úlohy: Geologické mapy topografických listov 1 : 25 000 a regionálne geologické mapy 1 : 50 000. Doba riešenia: 1981 – 1983. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 57689), 1 – 80.
- Hraško, L., Bačo, P., Bačová, Z., Bezák, V., Boorová, D., Bóna, J., Broska, I., Buček, S., Čech, P., Demko, R., Derco, J., Elečko, M., Ferenc, Š., Filo, I., Fordinál, K., Gazdačko, L., Gluch, A., Gross, P., Harčová, E., Havrila, M., Ivanička, J., Kobulský, J., Kohút, M., Kollárová, V., Konečný, P., Konečný, V., Kováčik, M. (Ing.), Kováčik, M. (RNDr.), Kováčiková, Monika, Král, J., Kronome, B., Kubeš, P., Laurinc, D., Madarás, J., Maglay, J., Nováčková, M., Olšovský, M., Potfaj, M., Pristaš, J., Pramuka, S., Siráňová, Z., Šimon, L., Zlinská, A., Žecová, K., Antalík, M. a Vlachovič, J., 2013: Aktualizácia geologickej stavby problémových území Slovenska v mierke 1 : 50 000, záverečná správa geologickej úlohy, regionálny geologický výskum. Diel 5, Kovacik 01-11, Príloha 2: Litostratigrafické členenie a stavba vrchnopaleozoickej formácie ipoltickej skupiny svibovského čiastkového príkrovu hronika na Horehronskom Podolí (oblasť Valaská, časť Piesok – Bystrá – Mýto pod Ďumbierom). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 91733), 1 – 251.
- Hynie, O., 1923: Montanisticko-geologické pomery rudného obvodu Starohorsko-španiedolinského na Slovensku. Sbor. St. geol. Úst. Čs. Republ., III, 283 – 320.
- Ivanička, J. (ed.), Hók, J., Polák, M., Határ, J., Vozár, J., Nagy, A., Fordinál, K., Pristaš, J., Konečný, V., Šimon, L., Kováčik, M., Vozárová, A., Fejdiová, O., Marcin, D., Liščák, P., Macko, A.,

- Lanc, J., Šantavý, J. a Szalaiová, V., 1998: Vysvetlivky ku geologickej mape Tribeča 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 236 s.
- Jaroš, J., Candra, J., Čepek, P., Fajst, M., Koutek, J., Kubíny, D., Láznicka, P., Misař, Z., Náprstek, V., Pacltová, B., Smolíková, L. a Šimůnek, P., 1966: Vysvetlivky k listu 1 : 50 000 Banská Bystrica (M-34-111-C), záverečná správa (česky). Organizácia: Praha, Ústř. Úst. geol. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 17346), 357 s., 127 príl.
- Kettner, R. a Šťastný, V., 1931: Coup d'oeil sur la géologie du versant sud de la Basse-Tatra. Knih. St. geol. Úst. Čs. Republ., 13 A, 229 s.
- Klinec, A., Pulec, M., Obernauer, D., Vybíral, V., Jenčí, J., Molák, B., Gorek, J. a Planderová, E., 1983: Geologická stavba a prospekčné zhodnotenie W-zrudnenia v území medzi Sopotnicou a Vajskovskou dolinou (Nízke Tatry). Čiastk. záver. správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 57052), 1 – 26.
- Klúz, M., Sentpetery, M., Olšovský, M., Potyš, Z., Sopková, B. a Kniatel, M., 2020: Horná Lehota VZ TRANGOŠKA – prehľadné pásiem hygienickej ochrany, podrobný HGP. Záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 99961), 1 – 85.
- Kohút, M., Polák, M., Filo, I., Maglay, J., Vozár, J., Elečko, M., Siráňová, Z., Buček, S. a Vozárová, A., 2001: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000, list 36-142 Lučatin. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 83531).
- Koutek, J., 1931a: La fenetre de Staré Hory. Guide des excursions dans les Carpathes occidentales. Praha, St. geol. Úst. Čs. Republ., 13A.
- Koutek, J., 1931b: Geologická studie na severozápade Nízkých Tater. Sbor. St. geol. Úst., IX, 413 – 527.
- Kubíny, D., 1960a: Trangoška okolie – prospekcia rudy. Záverečná správa o vyhadávacom prieskume stav k 1. 1. 1959. GP n. p. Turčianske Teplice. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 7816), 1 – 73.
- Kubíny, D., 1960b: Príspevok ku geológii okolia Trangošky. Geol. Práce, Spr., 17, 97 – 104.
- Kubíny, D., 1979: Niektoré príklady styku kryštalinika s mladšími útvarmi v Nízkych Tatrách. In: Mahel', M. (ed.): Tektonické profily Západných Karpát. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 139 – 153.
- Mahel', M., 1946: Geológia strednej časti Strážovskej hornatiny. Práce Št. geol. Úst., Soš., 14, 5 – 116.
- Lehotský, I., Biely, A., Lukáčik, E., Stankovič, J., Dovina, V. a Pulec, M., 1979: Geologická mapa a vysvetlivky 1 : 25 000, list Vrbické Pleso, čiastková záverečná správa. Názov čiastkovej úlohy: Základný geologický výskum a mapovanie v tatridnej časti nízkotatranského kryštalinika. Názov úlohy v perspektívnom pláne: Regionálny geologický výskum kryštalinika Západných Karpát. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 45199), 1 – 109.
- Lehotský, I., Biely, A., Lukáčik, E., Dovina, V. a Stankovič, J., 1980: Základný geologický výskum a mapovanie v tatridnej časti nízkotatranského kryštalinika – list Ďumbier 1 : 25 000. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, (arch. č. 47467), 1 – 74.
- Lehotský, I., 1982: Nové poznatky o štruktúrach Trangošky a Konského Grúňa. Geol. Práce, Spr., 77, 135 – 140.
- Limanowski, M., 1903: Perm i Tryas ładowy w Tatrach. Pamiętnik Towar. Tatr. (Krakow), 24, 140 – 176.
- Olšovský, M. a Šimo, V., 2007: Diplocraterion: výrazná ichnofaciálna črta spodnotriasových súvrství Západných Karpát. Miner. Slov., 39, 3, 173 – 184.
- Olšovský, M., 2008a: Litostratigrafia a sedimentogenéza vrchno-paleozoických súvrství v severnej časti Považského Inovca. Miner. Slov., 40, 1 – 2, 1 – 15.
- Olšovský, M., 2008b: Faciálna analýza depozičných sekvencií maluzinského súvrstvia a jeho geologická stavba na SV svahoch Nízkych Tatier. Dizertačná práca. Manuskript. Bratislava, archív Katedry mineral. petrogr., PriF UK, 1 – 196.
- Olšovský, M. a Demko, R., 2011: Ryolitový vulkanizmus v bazálnej časti hronika. Miner. Slov., 43, 4, Geovestník, 491.
- Olšovský, M., 2020: Litostratigrafia maluzinského súvrstvia z oblasti Bystrej (svíbovský čiastkový príkrov, Nízke Tatry). Geol. Práce, Spr., 136, 59 – 72.
- Ondrejka, M., Uher, P., Putiš, M., Kohút, M., Broska, I., Larionov, A., Bojar, A.-V. a Sobocký, T., 2021: Permian A-type granites of the Western Carpathians and Transdanubian regions: products of the Pangea supercontinent breakup. Int. J. Earth Sci., 110, 2 133 – 2 155.
- Pelech, O., Vozárová, A., Uher, P., Petřík, I., Plašienka, D., Šarínová, K. a Rodionov, N., 2017: Late Permian volcanic dykes in the crystalline basement of the Považský Inovec Mts. (Western Carpathians): U-Th-Pb zircon SHRIMP and monazite chemical dating. Geol. Carpath., 68, 530 – 542.
- Petrík, I. a Kohút, M., 1997: The evolution of granitoid magmatism during the Hercynian orogen in the Western Carpathians. Bratislava, Miner. Slov. – Monogr., 235 – 252.
- Planderová, E., 1986: Nové poznatky o veku metasedimentov z Ďumbierskeho kryštalinika (oblasť Jasenia). Miner. Slov., 18, 237 – 251.
- Plašienka, D., Reháková, D., Michalík, J., Kováčová, J., Planderová, E. a Hacura, A., 1989: Tektonika a paleotektonika mezozoických komplexov tatrika Malých Karpát. Čiastková správa za úlohu ŠPZ II-4-5/01. Manuskript. Bratislava, archív Geol. úst. Slov. Akad. Vied, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 98104), 374 s.
- Polák, M. (ed.), Filo, I., Havrila, M., Bezák, V., Kohút, M., Kováč, P., Vozár, J., Mello, J., Maglay, J., Elečko, M., Olšovský, M., Pristaš, J., Šiman, P., Buček, S., Hók, J., Rakús, M., Lexa, J. a Šimon, L., 2003a: Geologická mapa Starohorských vrchov, Čierťaž a severnej časti Zvolenskej kotliny 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Polák, M. (ed.), Filo, I., Havrila, M., Bezák, V., Kohút, M., Kováč, P., Vozár, J., Mello, J., Maglay, J., Elečko, M., Vozárová, A., Olšovský, M., Šiman, P., Buček, S., Siráňová, Z., Hók, J., Rakús, M., Lexa, J., Šimon, L., Pristaš, J., Kubeš, P., Zakošík, M., Liščák, P., Žáková, E., Boorová, D. a Vaněková, H., 2003b: Vysvetlivky ku geologickej mape Starohorských vrchov, Čierťaž a severnej časti Zvolenskej kotliny 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 218 s.
- Putiš, M., 1986: Príspevok k poznaniu mladšieho paleozoika Považského Inovca. Geol. Práce, Spr., 84, 65 – 83.
- Putiš, M., Li, J., Ružička, P., Ling, X. a Nemeček, O., 2016: U/Pb SIMS zircon dating of a rhyolite intercalation in Permian siliciclastics as well as a rhodacite dyke in micaschists (Infrataticum, W. Carpathians). Miner. Slov., 48, 135 – 144.
- QGIS Development Team, 2020: QGIS 3.10. Dostupné na: <https://qgis.org/downloads/>.
- Rabowski, F., 1925: Budowa Tatr. Pasma wierchowe. Spraw. Pol. Inst. geol., III, 169 – 187.
- Stejskal, J. a Vachtl, J., 1936: Nástin geologických poměrů v okolí Dobšíně na Slovensku. Praha, Orbis, 113 – 140.
- Stur, D., 1860: Bericht über die geologische Uebersichts-Aufnahme des Wassergebietes der Waag und Neutra. Jb. Geol. Reichsanst. (Wien), XI, 1, 17 – 151.
- Szádeczky, G., 1897: A Zemplény Szigetkegység geológiai és közettani tekintetben. Term. Tud. Társ. kiadv., 1 – 64.
- Szemerédi, M., Varga, A., Dunkl, I., Lukács, R., Seghedi, I., Kovács, Z., Raucsik, B. a Pál-Molnár, E., 2021: Petrology and zircon U-Pb dating of granitoid rocks in the Highiş massif

- (SW Apuseni Mts., Romania): Insights into Permian plutonic-volcanic connections. *Geol. Carpath.*, 72, 482 – 504.
- Uhlig, V., 1903: Bau und Bild der Karpathen. III. Teil von Bau und Bild Österreichs. Wien – Leipzig, Tempsky Freytag, 651 – 911.
- Vozárová, A. a Vozár, J., 1983: Nové poznatky o mladšom paleozoiku v Malej Fatre. *Geol. Práce, Spr.*, 79, 27 – 54.
- Vozárová, A. a Vozár, J., 1988: Late Paleozoic in the West Carpathians. Bratislava, *Geol. Úst. D. Štúra*, 7 – 314.
- Vozárová, A., Rodionov, N., Šarinová, K. a Vozár, J., 2021: U-Pb zircon ages from Permian volcanites of the Čierna Hora Mts. (Western Carpathians, Slovakia): Regional tectonic implications. *Geol. Carpath.*, 72, 5, 361 – 372.
- Wolf, H. W., 1869: Erläuterungen zu den geologischen Karten der Umgebung von Hajdu-Nádas, Tokaj und Sátór-Alja-Ujhely. *Jb. K-Kön. geol. Reichsanst.*, 19, 235 – 264.

Summary

The Permian sediments in the Tatric sedimentary cover unit are outlined from the Nízke Tatry Mts. area on two published regional geological maps. The aforementioned rocks were marked as the Vážna Formation in the regional geological map of the Nízke Tatry Mts. (Biely et al., 1992) and in the regional geological map of the Starohorské vrchy Mts. (Polák et al., 2003a). The aim of this paper is to reconsider the presence of Permian deposits in the Tatricum tectonic Unit of the Nízke Tatry Mts. The revision consisted

mainly in the re-mapping of localities with its cartographically depicted occurrences. In the geological maps it is cartographically expressed in three areas: a) in the vicinity of Baláže, b) in the Trangoška structure, c) east of the Javorie saddle and in the area of Okružly vrch. The revision of the Vážna Formation marked on two regional geological maps from the area of the Nízke Tatry Mts. reveals several relevant facts. No sediments of the Permian age are present in the area of the Vážna valley after which the formation was originally named. The same is true in the Baláže and Trangoška area. These localities consist of mylonitised crystalline rocks. The sediments from the area of Okružly vrch are of Permian age, but they do not belong to the Tatricum. According to the characteristic lithological content, they belong to the Malužiná Formation of the Hronicum Unit, precisely to the youngest Permian Stupka Member. Field revision mapping confirmed the presence of the Tatricum sedimentary cover Permian deposits only in the area of the Javorie saddle.

Manuskript doručený:	30. 11. 2021
Revidovaná verzia doručená:	25. 1. 2022
Manuskript akceptovaný redakčnou radou:	24. 2. 2022

Analýza vplyvov pôsobiacich na kolísanie hladiny podzemnej vody v zosuvných územiach

Analysis of impacts on groundwater level fluctuations in landslide areas

PETER ONDREJKA¹

¹Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava 11, peter.ondrejka@geology.sk

© Autori 2021. Vydal ŠGÚDŠ. Licencia Creative Commons BY 4.0. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Abstrakt. V tejto práci sú zhrnuté poznatky dlhodobého monitoringu hĺbky hladiny podzemnej vody v zosuvných územiach. Riešením geologickej úlohy *Čiastkový monitorovací systém – Geologické faktory* sa okrem priamych výsledkov spočívajúcich v údajoch o hĺbke hladiny podzemnej vody zhromaždili aj viaceré poznatky, ktoré vytvorili podmienky na hodnotenie kvality monitorovacej siete. V príspevku sú podrobne analyzované modelové prípady nesprávneho zabudovania monitorovacích objektov a ich vplyv na zakreslenie priebehu monitorovanej hladiny podzemnej vody. Zároveň je zdokumentovaný aktuálny stav monitorovacej siete a načrtnuté sú aj riešenia jej modernizácie.

Kľúčové slová: *Čiastkový monitorovací systém – Geologické faktory*, monitoring zosuvov, meranie hĺbky hladiny podzemnej vody, monitorovacia sieť

Abstract. The presented work summarizes the findings of long-term monitoring of the groundwater level in our territory. By solving the geological task *Partial monitoring system – Geological factors* (PMS – GF), in addition to direct results, consisting of data on the depth of the groundwater level, also several findings were gathered which created the conditions for assessing the quality of the monitoring network. The paper analyses in detail the model cases of incorrect installation of monitoring objects and their impact on the distortion of the monitored groundwater level. At the same time, the current state of the monitoring network is documented and solutions for its modernisation are outlined.

Key words: *Partial monitoring system – Geological factors*, landslide monitoring, groundwater table depth measurement, monitoring network

Úvod

Z pomerne veľkého množstva zosuvov, ktoré sa v posledných rokoch aktivovali v rôznych častiach našej republiky, sa do pozornosti dostali hlavne tie, ktoré priamo ohrozili, prípadne poškodili stavebné objekty alebo časti celospoločensky významnej infraštruktúry. Tieto zosuvy zostávajú predmetom záujmu aj po vybudovaní protihranových či sanačných opatrení. Z logických dôvodov sa v týchto územiach zabezpečujú merania, ktorými sa získava základný obraz o vývoji zosuvotvorných faktorov, ale aj pohybovej aktivity. S monitorovacími aktivitami sa zvyčajne začína už pri prieskumných a sanačných prácach. Spravidla ide o pozorovanie zmien hĺbky hladiny

podzemnej vody, prípadne sa vykoná jedna či dve etapy meraní pohybovej aktivity. Vzhľadom na relatívne krátky, časovo ohraničený interval riešenia prieskumných prác výsledky monitoringu len málokedy podávajú komplexný obraz o stabilných pomeroch zosuvného územia a jeho vývoji. Vďaka určitej zmene v celkovom chápaní významu a dôležitosti dlhodobého, a hlavne pravidelného monitorovania zosuvných území sa v roku 1993 začala riešiť úloha *Čiastkový monitorovací systém – Geologické faktory* (ČMS – GF, svahové deformácie sa riešia v rámci subsystému *01 – Zosuvy a iné svahové deformácie* – Klukanová, 1998). Jej objednávatelom je Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky a zhotovovateľom Štátny geologický ústav Dionýza Štúra (ŠGÚDŠ) Bratislava. Vďaka tejto úlohe je zabezpečené monitorovanie zosuvných lokalít na celom území Slovenskej republiky. Počas riešenia úlohy nastali v skupine monitorovaných lokalít viaceré zmeny. Medzi najvýznamnejšie zmeny možno zaradiť rozšírenie monitorovacej siete v súvislosti s reaktiváciou veľkého množstva zosuvov v roku 2010. V období od roku 2011 do roku 2017 sa monitorovacie aktivity zabezpečované počas jednotlivých rokov vykonávali na viac ako 40 lokalitách so svahovými deformáciami (max. počet bol v roku 2014 – až 53 lokalít; zo skupiny zosuvov bolo monitorovaných 39 lokalít). V roku 2019 bolo 16 zosuvných lokalít, dlhodobo monitorovaných v rámci ČMS – GF, zaradených do geologickej úlohy *Monitoring zosuvných deformácií*, ktorá sa rieši v rámci *Operačného programu Kvalita životného prostredia* (Prioritnej osi 3: *Podpora riadenia rizík, riadenia mimoriadnych udalostí a odolnosti proti mimoriadnym udalostiam ovplyvneným zmenou klímy*). Geologická úloha *Monitoring zosuvných deformácií* sa vykonáva od roku 2018. Fyzické merania sa však vykonávajú od roku 2019; do konca roku 2018 sa všetky merania zabezpečovali v rámci ČMS – GF. V rámci uvedenej geologickej úlohy sa monitoruje celkovo 20 najvýznamnejších zosuvných lokalít na našom území.

Počas 25-ročného obdobia riešenia úlohy ČMS – GF sa realizáciou monitorovacích meraní vytvorila rozsiahla databáza údajov. Táto databáza už dlhodobo poskytuje priestor na rozličné analýzy a vytváranie korelačných

vzťahov medzi jednotlivými parametrami (klimatické faktory – režimové faktory – ukazovatele pohybovej aktivity a napätostného stavu). Väčšina doteraz vykonaných analýz mala za cieľ definovať vzťahy medzi zosuvotvornými faktormi a pohybovou aktivitou, ktorý predstavuje ťažisko systémov včasného varovania na zosuvoch.

V tomto príspevku je pozornosť venovaná nameraným režimovým ukazovateľom v období od roku 1993 do roku 2018. Po roku 2018 v súvislosti so zaradením najvýznamnejších zosuvných lokalít do geologickej úlohy *Monitoring zosuvných deformácií* nastali viaceré zmeny v rozsahu a frekvencii vykonávaných meraní. Pozornosť je venovaná najmä praktickým poznatkami a skúsenostiam pri meraní hladiny podzemnej vody, ktoré boli získané počas dlhého obdobia monitorovania.

Poznatky a skúsenosti z monitorovania režimových ukazovateľov na zosuvoch

Pojem „režimové ukazovatele“ sa zaužíval na označenie meraní, ktoré súvisia s monitorovaním podzemnej vody v horninovom prostredí. V zosuvných územiach rozlišujeme dve základné skupiny údajov. Prvú primárnu skupinu predstavujú merania, ktoré podávajú informáciu o kolísaní podzemnej vody v horninovom prostredí. Sú vyjadrené buď hĺbkou hladiny podzemnej vody pod úrovňou terénu (v metroch alebo absolútnou hodnotou nadmorskej výšky v m n. m.), alebo v prípade meraní pórového tlaku priamo v kPa. Druhú skupinu, ktorú je možné označiť ako sekundárna, predstavujú merania objemu vody vytekajúcej z drenážnych zariadení. Meraniami sa sleduje efektívnosť tohto sanačného prvku. Nameraný údaj je dôležitý pri hodnotení úspešnosti sanačných prác a zároveň predstavuje východisko na prípadné prehodnotenie použitých postupov pri sanácii, resp. návrh vhodnejších stabilizačných opatrení.

Pri posudzovaní zmien hĺbky hladiny podzemnej vody v zosuvných územiach sa ukázalo, že popri otázkach spojených s kvantitatívnou stránkou zaznamenávaných údajov je nevyhnutné riešiť aj otázky týkajúce sa ich kvality.

V prípade kvantitatívnej požiadavky bolo riešenie pomerne jednoznačné; monitoring na báze etapových kontrolných meraní sa postupne nahrádzal kontinuálnym záznamom (merania s hodinovým intervalom). Spomedzi všetkých sledovaných ukazovateľov bol prechod ku kontinuálnym meraniam najlepšie zvládnutý práve v prípade hladín podzemnej vody. V rámci technických, ale najmä investičných možností boli na viaceré lokality nainštalované automatické hladinometry, ktoré okrem zmien úrovne hladiny podzemnej vody zaznamenávali aj jej aktuálnu teplotu. Na väčšine vrtov sa však merania aj naďalej zabezpečovali formou kontrolných meraní v spolupráci s terénymi pozorovateľmi (merania sa vykonávali Rangovou píšťalou, resp. jej elektronickým variantom).

Medzníkom v monitorovaní hladiny podzemnej vody na našom území bol prechod od meraní v režime offline na merania v režime online. Na zosuvných lokalitách Okolíčnej a Veľká Čausa boli nainštalované automatické hladinometry, ktoré posielali namerané údaje prostredníctvom siete GSM (v prevádzke boli od roku 2005 do roku 2016). Zariadenia vďaka integrovanej klimatickej stanici umožňovali

sledovať aj veľkosť zrážkových úhrnov, teplotu vzduchu a teplotu vody. Zariadenia disponovali varovným systémom, ktorý bol založený na kritických hodnotách stavu hladiny podzemnej vody a veľkosti/intenzity zrážkových úhrnov. Varovania sa podávali prostredníctvom krátkych textových správ. Vďaka riešeniu geologickej úlohy *Monitoring zosuvných deformácií*, ale aj novým technickým možnostiam sa v súčasnosti rovnaký prístup pri monitorovaní zosuvov presadzuje na 20 najvýznamnejších zosuvných lokalitách (aktuálne prebieha príprava inštrumentácie na online monitoring na 20 zosuvných lokalitách).

Pri hodnotení kvalitatívnej zložky nameraných údajov je nutné konštatovať, že na Slovensku bola a, žiaľ, ešte stále pretrvávajúca prax, že na sledovanie zmien hĺbky hladiny podzemnej vody sa budujú tzv. pozorovacie vrty s priemerom viac ako 100 mm (hydrogeologický vrt) s pomerne dlhou filtračnou časťou. Zároveň sa objavujú aj prípady, keď v snahe rozšíriť monitorovaciu sieť o nové „piezometrické vrty“ sa na tieto účely budovali aj tzv. viacúčelové vrty, napr. inklinometrické vrty s perforovanou inklinometrickou pažnicou.

V poslednom období pri budovaní monitorovacích objektov na meranie hĺbky hladiny podzemnej vody na zosuvoch sa čoraz častejšie popri otvorených piezometroch začínajú objavovať aj zariadenia umožňujúce meranie pórového tlaku (so snímačom pórového tlaku priamo v oblasti šmykovej plochy).

Vďaka dlhodobému monitoringu sa okrem veľkého množstva nameraných údajov zozbieral aj súbor cenných skúseností a poznatkov, ale aj určitých chýb, ktorým nebolo možné predísť. Prezentované výsledky sú z rokov 2017 a 2018, v niektorých prípadoch kvôli obraznejšiemu vyjadreniu analyzovaného javu sú však predložené aj staršie výsledky.

Stručný prehľad zabezpečovania monitoringu hladiny podzemnej vody

Vďaka riešeniu ČMS – GF poznáme viacero prípadov, keď hladina podzemnej vody je monitorovaná viac ako 20 rokov. Napríklad na lokalite Veľká Čausa (ktorá je aktuálne monitorovaná v rámci geologickej úlohy *Monitoring zosuvných deformácií*) sa vo viacerých vrtoch realizovali merania hladiny podzemnej vody nepretržite od roku 1995, teda bezmála 25 rokov. Od polovice deväťdesiatych rokov do roku 2018 sa monitorovacie merania zabezpečovali na 41 lokalitách (tab. 1). Viaceré z nich sa ale monitorovali len krátkodobo. V roku 2018 prebiehali monitorovacie merania podzemnej vody na 25 lokalitách. Počas obdobia monitorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody bolo pozorovaných celkovo 472 monitorovacích objektov. Žiaľ, viaceré z nich nespĺňali kritériá „piezometrického vrtu“, resp. boli dlhodobo suché a v dôsledku toho sa postupne vyradovali. Na konci roku 2018 sa monitorovacie aktivity vykonávali na 246 objektoch (228 terénymi pozorovateľmi a 18 automatickými hladinormi na 14 lokalitách a 5 snímačmi pórového tlaku na 3 lokalitách). V rámci štatistického prehľadu je zaujímavý údaj o počte záznamov z obdobia monitorovania (do konca roku 2018). Terénni pozorovatelia vykonali viac ako 107 tisíc meraní a automatickými

hladinomeri (v 31 objektoch) sa zabezpečilo viac ako milión osemstotísíc meraní. Merania pórového tlaku sa zabezpečujú krátkodobo a v malom počte vrtov. Za obdobie ich prevádzky (do konca roku 2018) zaznamenali približne 4 600 meraní.

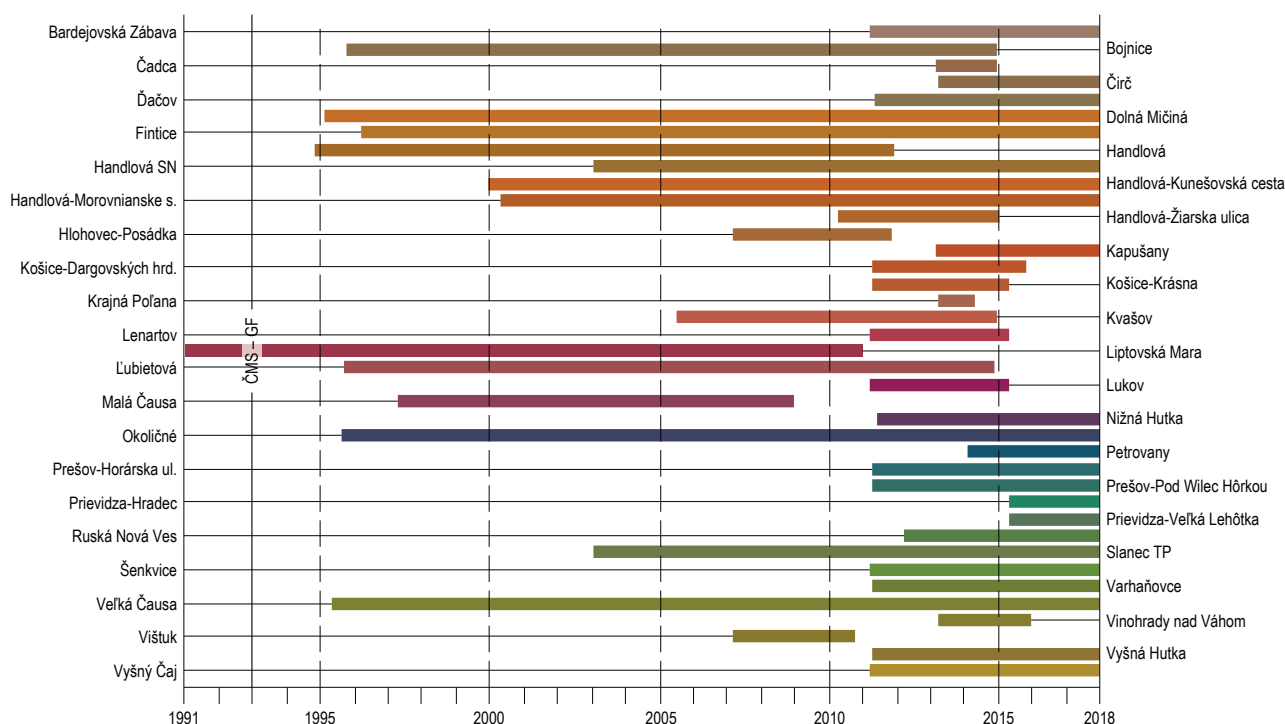
Ako vyplýva z uvedených údajov, monitorovanie tohto parametra nie je v rámci monitorovacej siete na rovnakej úrovni. Frekvencia, a teda aj počet záznamov, ktorý zabezpečujú terénni pozorovatelia, je neporovnateľný s výsledkami, ktoré sú schopné poskytnúť automatické

Tab. 1. Prehľad monitorovania hladiny podzemnej vody na jednotlivých zosuvných lokalitách v rámci riešenia geologickej úlohy ČMS – GF do roku 2018.

Tab. 1. Overview of groundwater level monitoring at individual landslide localities within the Partial monitoring system – Geological factors (PMS – GF) until 2018.

Spôsob merania	Frekvencia	Zosuvná lokalita	Počet monitorovacích objektov	Počet zaznamenaných hodnôt
Terénny pozorovateľ	týždeň a menej	Bojnice, D. Mičiná, Handlová-Kunešovská cesta, Handlová-Žiarska ul., Kvašov, M. Čausa, N. Myšľa, Okoličné, Prievidza-Hradec, -Veľká Lehôtka, V. Čausa	200	65 007
	dva týždne	Čadca, Handlová-Mor. s., L. Mara, Vinohrady n. Váhom	86	34 575
	viac ako mesiac	Bardejovská Zábava, Čirč, Ďačov, D. Mičiná, Fintice, Handlová-1 960, Hlohovec-Posádka, Kapušany, Krajná Poľana, Košice-Dargovských hrd., -Krásna, Lenartov, Ľubietová, Lukov, N. Hutka, Petrovany, Prešov-Horárska ul., -Pod Wilec Hôrkou, Ruská N. Ves, Slanec-TP, Varhaňovce, Vištuk, V. Hutka, V. Čaj	145	7 992
Automatický hladinomer	hodina	Červený Kameň, D. Mičiná, Fintice, Handlová-Morovnianske s., Hodruša-Hámre, Kapušany, Krajná Poľana, Kľačany, Liptovská Mara, Nižná Myšľa, Okoličné, Prešov-Horárska ul., -Pod Wilec Hôrkou, Sv. Anton, Šenkvice, V. Čausa, V. Hutka	33	1 847 273
	deň	Handlová-Kunešovská cesta	3	4 745
Snímač pórového tlaku	deň	Handlová-1 960, Handlová-Morovnianske sídlisko, N. Myšľa	5	4 633

Poznámka: Vo všetkých otvorených piezometrických vrtoch sa merania zabezpečovali prostredníctvom terénnych pozorovateľov; v období prevádzky automatických hladinomerov boli terénne merania prerušené.



Obr. 1. Zabezpečovanie režimových údajov na jednotlivých zosuvných lokalitách monitorovaných v rámci úlohy ČMS – GF do roku 2018.

Fig. 1. Time period of regime data tracking at individual landslide localities monitored within the task of PMS – GF until 2018.

hladinomery. Na porovnanie: najdlhší kontinuálny (hodi-
nový) záznam o hladine podzemnej vody z vrtu JM-6 (lo-
kalita Dolná Mičina; monitorovaný od roku 2002 do konca
decembra 2018) predstavuje 146 481 meraní; najdlhšie
monitorovaný vrt na lokalite Veľká Čausa VČ-6, v ktorom
sa merania zabezpečovali od roku 1995 (obr. 1) s týžden-
ným intervalom, poskytuje v súčasnosti 1 129 záznamov.
Interval meraní terénymi pozorovateľmi sa pohybuje od
jedného merania za týždeň až po jedno meranie za mesiac.
V prípade, ak sa merania vykonávajú v dlhších časových
úsekoch (mesiac a viac), nie je možné zachytiť charakter
kolísania hladiny podzemnej vody, a teda môžeme hovoriť
len o „inventarizácii monitorovacej siete“. Z dlhodobého
hľadiska však aj takéto výsledky poukazujú na určité tren-
dy – vzostup alebo pokles hladiny podzemnej vody. Vzhľadom
na obmedzené finančné zdroje sa pri monitorovaní
hladiny podzemnej vody na zosuvných lokalitách často
stretávame s mesačným intervalom režimových meraní.

Automatické zariadenia sa umiestňovali podľa celospo-
ločenského významu lokality. Spravidla sa inštalovali je-
den až dva, ojedinele však aj tri automatické hladinoměry
na jednu zosuvnú lokalitu, výnimočne, a to na lokalite
Nižná Myšľa, boli nainštalované súčasne 4 automatické
hladinoměry.

Pri monitorovaní zmien hĺbky hladiny podzemnej vody
sa všeobecne za najefektívnejšie považuje použitie sní-
mačov pórového tlaku, ktoré umožňujú meranie vztlaku
podzemnej vody v oblasti šmykovej plochy. Na monitoro-
vaných zosuvoch riešených v rámci úlohy ČMS – GF boli
týmito zariadeniami vybavené vrty na lokalitách: Handlo-
vá – zosuv z roku 1960, Handlová-Morovnianske sídlis-
ko (na oboch lokalitách sú inštalované po dva snímače do
jedného vrtu, teda monitorujú sa dva odlišné hĺbkové hori-
zonty) a Nižná Myšľa (jeden snímač v jednom vrtu). Frek-
vencia ich záznamu je nastavená na jedno meranie za deň.
Aj napriek overenej spoľahlivej prevádzke inštalovaných
prístrojov a preukázanej efektívnosti uvedeného spôsobu
monitorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody (najmä
v jemnozrnnom sedimentárnom prostredí) sa naďalej
budujú prevažne tzv. pozorovacie vrty.

Hodnotenie nameraných údajov hladiny podzemnej vody

Popri frekvencii záznamu je pri hodnotení režimu pod-
zemnej vody rovnako dôležitá aj dĺžka monitorovaného
obdobia. Čím je záznam o zmenách hladiny podzemnej
vody dlhší, tým rozmanitejšie klimatické vplyvy sú v ňom
zachytené. Vo všeobecnosti, na základe dlhoročného sledo-
vania zmien hladiny podzemnej vody v jednotlivých
vrtoch môžeme konštatovať, že minimálne hladiny sa za-
čínajú objavovať počas jesenného obdobia a naopak, ma-
ximálne v jarnom období. Prirodzene, kolísanie hladiny
podzemnej vody počas roka determinuje aj samotné geo-
logické prostredie, najzreteľnejšie však extrémne klimatic-
ké pomery. Za zmienku stojí mimoriadne vlhký rok 2010,
počas ktorého na veľkej časti staníc SHMÚ boli prekonané
dlhodobé maximá májových a júnových zrážkových úhr-
nov. Táto skutočnosť sa prejavila rekordným vzostupom
hladiny podzemnej vody. Vo viacerých prípadoch hladiny

podzemnej vody pretrvali na úrovni dlhodobého maxima
až do konca roka. Navyše, v nasledujúcom roku 2011 aj na-
priek nízkym zrážkovým úhrnom kolísanie hladiny pod-
zemnej vody naďalej ovplyvňovali zrážky zaznamenané
v roku 2010. Zmeny hladiny podzemnej vody boli spre-
vádzané veľmi intenzívnymi vzostupmi, v niektorých prí-
padoch aj niekoľko desiatok centimetrov za 24 hodín, čo
sa premietlo do zvýšenej pohybovej aktivity zaznamenatej
inklinometrickými a geodetickými meraniami.

Anomálne zmeny hladiny podzemnej vody v mnohých
prípadoch vytvorili priaznivé podmienky na reaktiváciu
monitorovaných zosuvov, predovšetkým nesanovaných
(pohybová aktivita sa však zvyšuje aj v územiach, na kto-
rých v minulosti prebehli sanačné práce; napr. na lokalite
Veľká Čausa v súvislosti s klimatickými pomermi z roku
2010 došlo k deformáciám, ktoré spôsobili „ustrihnutie“
viacerých inklinometrických vrtoch, a to aj napriek široké-
mu spektru sanačných opatrení). V tejto súvislosti zásluhou
súbehu kontinuálnych záznamov z automatického hladino-
mera a stacionárneho inklinometra boli overené priame
vzťahy medzi anomálnym kolísaním hladiny podzemnej
vody a zvýšenou pohybovou aktivitou (Ondrejka et al.,
2011). Definovanie týchto vzťahov umožnilo prognózovať
očakávanú veľkosť deformácie aj bez priamych meraní po-
hybovej aktivity. Na vytvorenie takýchto vzťahov je však
nevyhnutné odlišiť anomálne kolísanie hladiny podzemnej
vody spôsobené klimatickými javmi od anomálií, ktoré sú
v jednotlivých vrtoch spôsobené ich nekvalitným zabudo-
vaním. Pod kvalitou zabudovania pritom možno chápať
celý rad faktorov, počnúc návrhom situovania vrtu až po
jeho finálne zabudovanie (z hľadiska monitorovania je dôle-
žitý aj priemer vrtu, osadenie filtračnej časti piezometra
a dokonalé utesnenie zvyšnej časti vrtu). V niektorých
prípadoch však práve spôsob zabudovania monitorovacieho
objektu významnou mierou prispieva k vytváraniu ab-
normalít v správaní podzemnej vody. Pri analýze režimu
podzemnej vody, napr. počas ročnej periódy, vznikla séria
otázok, ktoré súviseli s genézou jej kolísania. V tejto sú-
vislosti treba priznať, že pri manuálnych meraniach je ne-
možné úplne eliminovať chybné záznamy. Tieto chyby sú
však ojedinelé, nesystémové, často veľmi výrazné, a teda
je možné pomerne ľahko ich identifikovať a odstrániť. Na-
opak, ako problematické sa javia zmeny, ktoré sú systema-
tické, relatívne pravidelné a ich výskyt je zriedkavý, nie
však ojedinelý. Takéto zmeny sú do veľkej miery spojené
s vystrojením monitorovacieho vrtu.

V súvislosti s klimatickými výkyvmi sa stretávame
s výskytom pozitívnej vztlakovej hladiny podzemnej vody
(úroveň hladiny nad terénom). Pri hodnotení kolísania hla-
diny podzemnej vody, hlavne pri hodnotení jej maximálneho
stavu, je v tomto prípade mimoriadne problematické sta-
noviť reálnu hodnotu piezometrickéj výšky. Určitou po-
môckou sú namerané hodnoty prietoku na ústí ochrannej
pažnice. Vzhľadom na pomyselný depresný kužeľ, ktorý
sa tvorí neustálym vytekaním podzemnej vody, je však
jej stanovenie pomerne náročné. Opačný problém nastáva
v prípade, keď hladina podzemnej vody klesá po úroveň
dna vrtu.

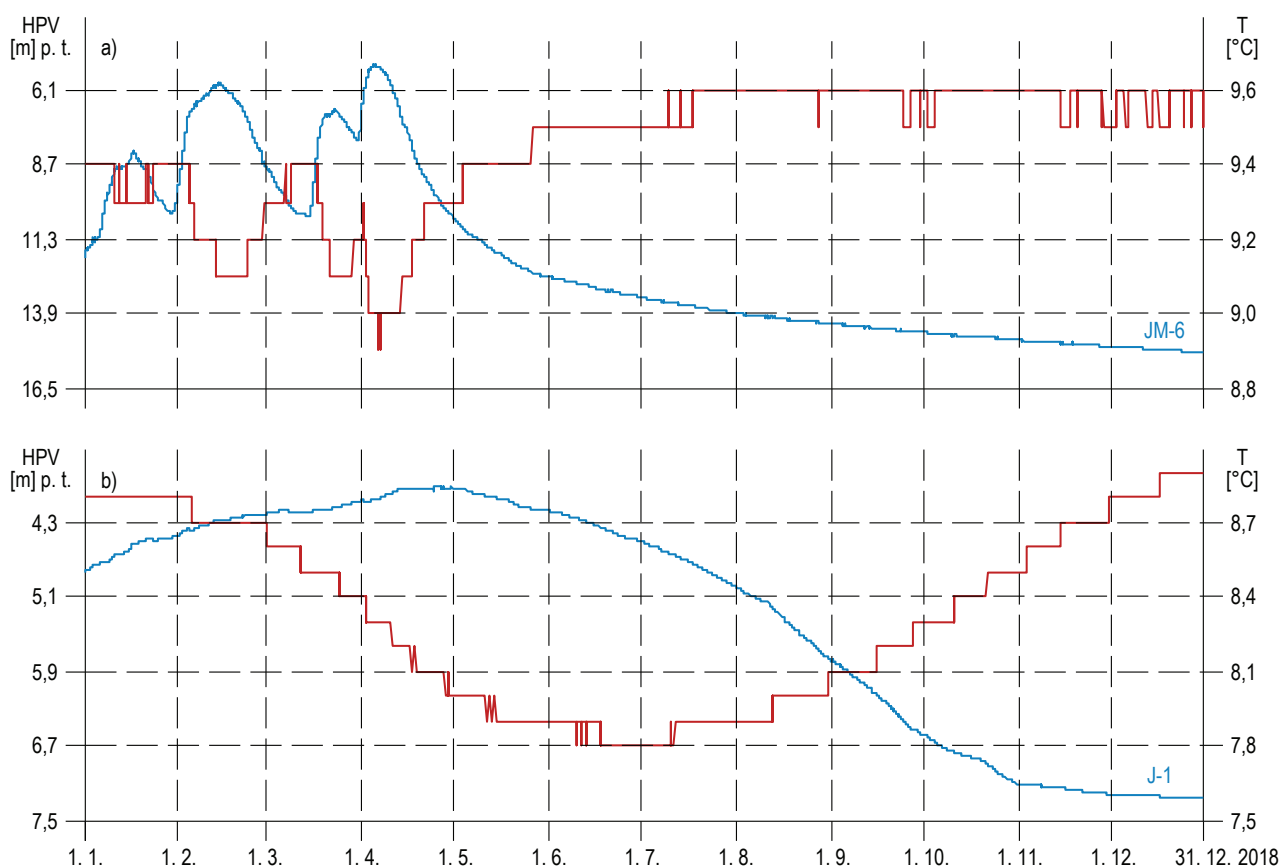
Vďaka pribúdajúcim skúsenostiam a v mnohých prípadoch aj vďaka modernejšiemu technickému vybaveniu postupne nachádzame racionálne vysvetlenia niektorých diskutabilných a ťažko vysvetliteľných javov. V nasledujúcej časti príspevku sú prezentované modelové prípady, charakteristické pre určité typy pozorovacích vrtov a určité typy hydrogeologických prostredí. Na tieto účely bolo analyzovaných 230 monitorovacích objektov na 25 lokalitách. Podkladom boli údaje z celého obdobia monitorovania. Výsledne bolo definovaných 8 modelových príkladov. Prezentované modelové prípady kolísania hladiny podzemnej vody súvisia hlavne s kvalitatívnym stavom monitorovacieho objektu. Hlavný cieľ predloženej analýzy spočíva v spresnení obrazu o stave hladiny podzemnej vody na jednotlivých zosuvných lokalitách.

Kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody prezentované na obr. 2 poukazuje na prirodzený režim pozemnej vody, na ktorom sa neprejavujú vedľajšie vplyvy zabudovania vrtu, resp. tieto vplyvy sú len minimálne. Záznamy pochádzajú z lokalít Dolná Mičiná (vrt JM-6) a Okoličné (vrt J-1); kolísanie hladín podzemnej vody bolo zachytené automatickými hladinomeri. Výber jednotlivých piezometrov bol zámerný. Zachytávajú totiž odlišné hydrogeologické štruktúry. V prvom prípade ide o prostredie neogénnych pyroklastických hornín charakteru tufov a tufitov (Jadroň et al., 1998), v druhom prípade ide o zosuvné územie vyvinuté

v prostredí centrálnokarpatského paleogénu s charakterom jemno- až hruborytmického flyšu s prevahou ílovcov (Jadroň, 1980).

Prezentované kolísanie hladiny podzemnej vody v oboch prípadoch poukazuje na obdobia dopĺňania jej zásob a postupného uvoľňovania. Na lokalite Dolná Mičiná môžeme predpokladať, že hladina podzemnej vody v prvom kvartáli reaguje na zrážky, resp. zimné a jarné uvoľňovanie vody zo snehovej pokrývky. Na základe vývoja jej teploty je možné odhadovať, že zrážky podieľajúce sa na dopĺňaní zásob podzemnej vody pochádzajú z jesenného a zimného obdobia. Maximálna hladina bola zaznamenaná 5. apríla (5,18 m pod terénom) a najnižšia teplota 7. apríla (8,9 °C). Od prvej polovice apríla až do konca roka má hladina podzemnej vody výlučne klesajúcu tendenciu. Jarné (máj, jún) a letné zrážky sa na jej vývoji prejavujú len minimálne.

Odlišná situácia je v prípade vývoja hladiny podzemnej vody vo vrte J-1 (na lokalite Okoličné). Hladina má počas prvých štyroch mesiacov mierne vzostupný trend a maximálna hodnota je dosiahnutá na konci apríla. Dôležité však je, že retardácia pri dopĺňaní zásob podzemnej vody je oproti predchádzajúcemu prípadu oveľa výraznejšia. Zrážková voda zo zimného obdobia sa k hladine podzemnej vody dostala až v letnom období (uvedené tvrdenie je na základe teploty podzemnej vody). Rozdielny je aj charakter vývoja hladiny podzemnej vody v období jej poklesu.



Obr. 2. Priebeh hĺbky hladiny a teploty podzemnej vody; lokality: a – Dolná Mičiná, vrt JM-6; b – Okoličné, vrt J-1. Modrá – kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody, červená – teplota podzemnej vody.

Fig. 2. Groundwater level and temperature profile; localities: a – Dolná Mičiná, borehole JM-6; b – Okoličné, borehole J-1. Blue – groundwater depth fluctuations, red – groundwater temperatures.

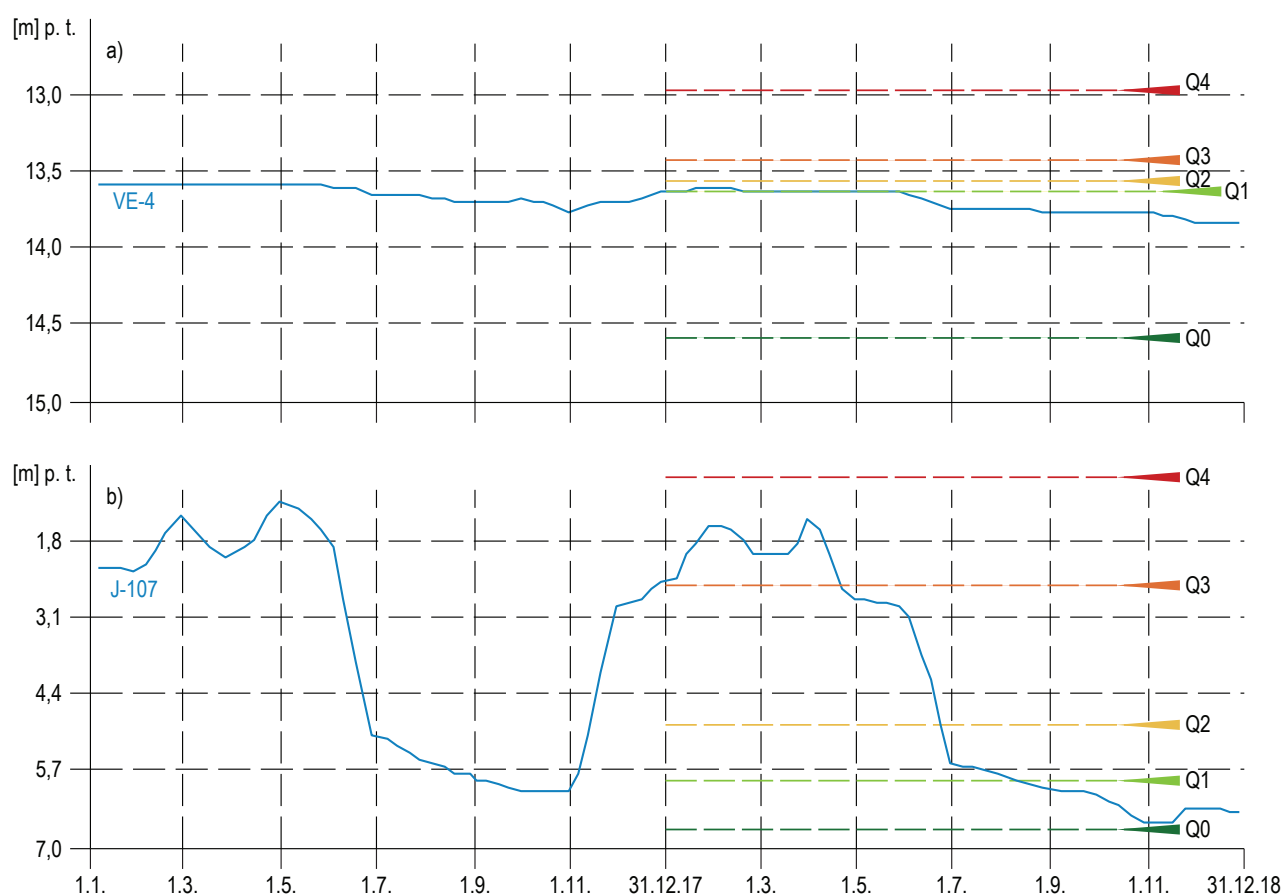
Spoločný znak oboch načrtnutých príkladov spočíva vo viac-menej pravidelne sa opakujúcom ročnom cykle, a to počas celého obdobia monitorovania.

Na obrázkoch 3 až 10 sú prezentované alternatívne príklady, pri ktorých možno predpokladať, v niektorých i priamo preukázať, že kolísanie hladiny podzemnej vody nesúvisí so zákonitostami režimových zmien a že hĺbka hladiny podzemnej vody je do určitej miery sekundárne skreslená samotným zabudovaním monitorovacieho objektu.

V prvom prípade (obr. 3) je prezentovaná situácia, v ktorej je hladina podzemnej vody monitorovaná vo vrte, ktorý bol pôvodne vybudovaný na iný účel – inklinometrický vrt, resp. bol vybudovaný ako „viacúčelový“ (napr. aj na sledovanie napätostného stavu metódou pulzných elektromagnetických emisií). Myšlienka využiť inklinometrickú zárubnicu aj na účely režimových pozorovaní je v zásade chváľhodná. Inklinometrické zárubnice boli pred zabudovaním do vrtu perforované. Čas však ukázal, že takýto spôsob budovania vrtov v mnohých prípadoch nevyhovuje

účelom monitorovania režimových ukazovateľov (žiaľ, ani inklinometrických meraní). V prípadoch, pri ktorých je plánované využiť jeden vrt súčasne na inklinometrické merania a režimové pozorovania, je vhodnejšie do vrtu osadiť viacero samostatných zárubníc (jedna inklinometrická a jedna alebo dve piezometrické s malým priemerom), prípadne priamo do vrtu inštalovať snímače pórového tlaku.

Prezentované údaje o priebehu hladiny podzemnej vody (obr. 3) pochádzajú z lokality Veľká Čausa z vrtov VE-4 (vrt bol vybudovaný v roku 1996 – inklinometrická pažnica; Jadroň a Mokrá, 1999) a J-107 (vybudovaný v roku 1975 – piezometrický vrt; Otepka et al., 1976), ktorý bol použitý na porovnanie. Vrt VE-4 má pomerne dlhú perforovanú časť, a to v intervale od 3,0 do 9,0 m. Z nameraných hladín v rokoch 2017 a 2018, ale aj zo štatistických ukazovateľov (nultý až štvrtý kvartil), ktoré charakterizujú obdobie monitorovania do konca roku 2017, vyplýva, že hladina sa nachádza podstatne hlbšie, než je filtračná časť vrtu. Predpokladáme, že kolísanie vo vrte súvisí s netesnosťou na spojoch inklinometrickej zárubnice.



Obr. 3. Priebeh hĺbky hladiny podzemnej vody vo vrtoch na zosuvnej lokalite Veľká Čausa; a – vrt VE-4 – hladina vo vrte, ktorý bol primárne vybudovaný na metódu presnej inklinometrie; b – vrt J-107 – pozorovací (piezometrický) vrt. Modrá – kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody; Q0 – nultý kvartil (minimálny stav hladiny podzemnej vody); Q1 – prvý kvartil; Q2 – druhý kvartil; Q3 – tretí kvartil; Q4 – štvrtý kvartil [maximálny stav hladiny podzemnej vody; štatistické ukazovatele boli odvodené z údajov, ktoré boli v jednotlivých vrtoch zaznamenané do konca roku 2017 (VE-4 – od marca 1997, J-107 – od mája 1995)].

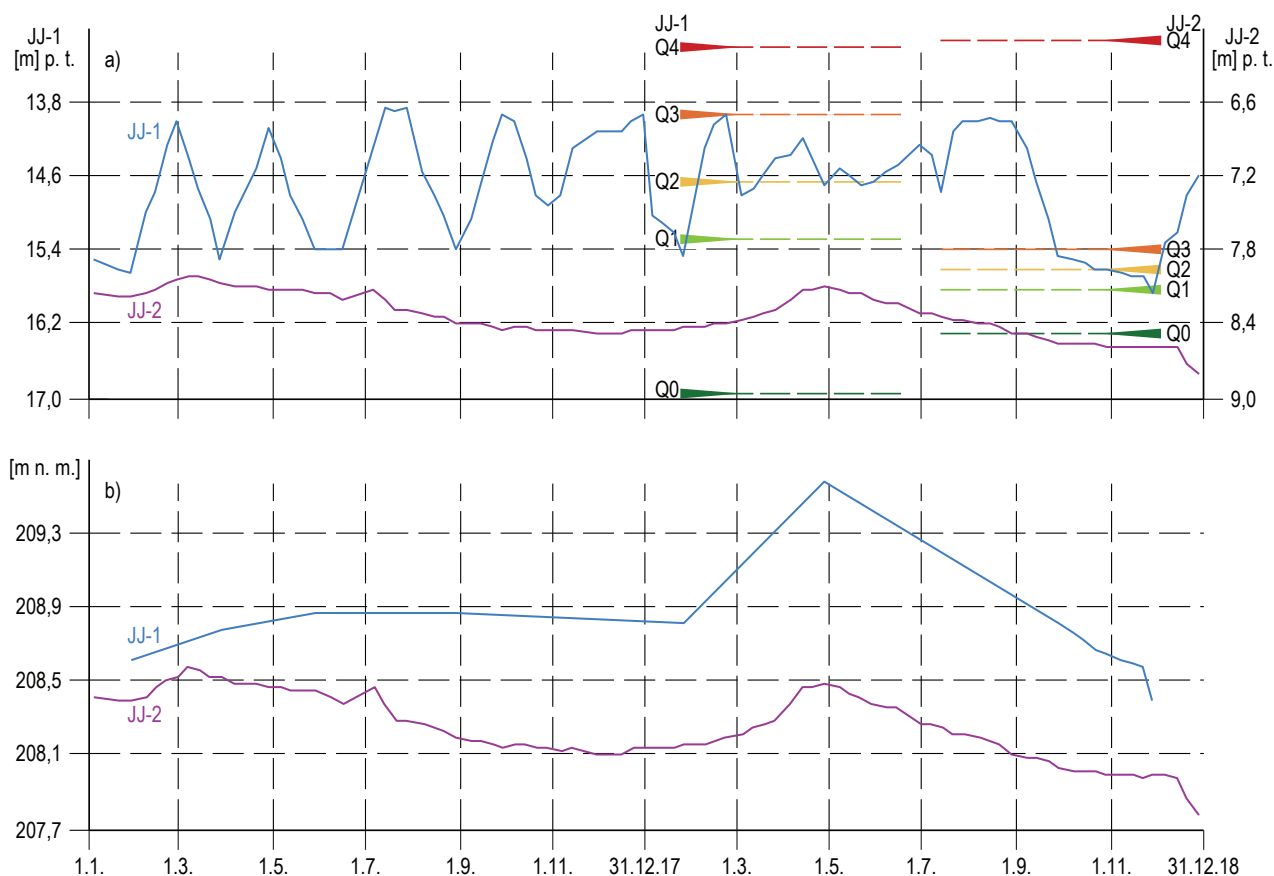
Fig. 3. Groundwater depth in boreholes at the Veľká Čausa landslide site; a – well VE-4 – level in the well, which was primarily built for the method of precise inclinometry; b – well J-107 – observation (piezometric) well. Blue – groundwater level fluctuations; Q0 – zero quartile (minimum groundwater level); Q1 – first quartile; Q2 – second quartile; Q3 – third quartile; Q4 – fourth quartile [maximum groundwater level; statistical indicators were derived from data recorded in individual wells until the end of 2017; (VE-4 – since March 1997, J-107 – since May 1995)].

Nameraná amplitúda počas prezentovaného dvojročného obdobia (január 2017 – december 2018: 99 záznamov) dosiahla 0,24 m. Zaznamenané kolísanie, aj keď minimálne, korešponduje so zmenami hĺbky hladiny podzemnej vody vo vrte J-107. Uvedený typ „perforácie“ (netesnosť na spojoch inklinometrickej zárubnice) nezabezpečuje spoľahlivé výsledky o stave hladiny podzemnej vody a namerané hodnoty majú veľmi malú váhu.

Druhým častým javom je, že zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody sú spôsobené vodou, ktorá priteká z vyšších častí vrtu z neznámej hĺbky. Pretekajúca voda pochádza zo zvodnených kolektorov podzemnej alebo hypodermickej vody, ktoré nie sú monitorované. Tento úkaz sa vyznačuje krátkodobými, nepravidelnými, ale zato výraznými vzostupnými zmenami hladiny podzemnej vody. Terénni pozorovatelia neraz pri meraní takýchto vrtov poukazujú na tajomný zvuk pripomínajúci hučanie a uvedený jav pripisujú samotnému procesu zosúvania.

Prezentovaný príklad na obr. 4 pochádza z lokality Nižná Myšľa. Vrt JJ-1 a JJ-2 (vybudované v roku 2010; Tometz et al., 2010) sú od seba vzdialené niekoľko desiatok

metrov po spádnicí svahu. Filtračné časti oboch vrtov sú zabudované do oblasti štrkovitých až piesčitých sedimentov. V prípade vrtu JJ-2 predpokladáme, že kolísanie hladiny podzemnej vody nie je sekundárne ovplyvnené. Naopak, vo vrte JJ-1, ktorý sa nachádza o niekoľko metrov vyššie vo svahu, dochádza k pomerne častým a výrazným zmenám hĺbky hladiny podzemnej vody. Priebeh hladiny sa vyznačuje veľmi výraznou dynamikou kolísania. Tieto zmeny však nemajú súvis s ročným cyklom a v danej oblasti ich nie je možné pripísať ani účinku drenážneho zariadenia (resp. čerpania vody z okolitých vrtov obyvateľmi obce). Predpokladáme, že do vrtu voda priteká z vyšších častí. Na overenie tejto domnienky boli zo súboru údajov nameraných vo vrte JJ-1 vybraté tie hodnoty, v prípade ktorých je možné predpokladať minimálny vplyv natekania vody z vyšších častí vrtu (minimálne hodnoty – obr. 4b – modrá línia). Pri porovnaní absolútnych hodnôt z oboch vrtov je pozorovateľná pomerne dobrá zhoda v kolísaní oboch hladín. Žiaľ, týždenný interval meraní neumožňuje presnejšie identifikovať pôvod (zrážková, hypodermická alebo podzemná), hĺbku a ani intenzitu pritekajúcej vody.



Obr. 4. Priebeh hĺbky hladiny podzemnej vody vo vrtoch na zosuvnej lokalite Nižná Myšľa: a – porovnanie neupravených záznamov o hladine podzemnej vody vo vrtoch JJ-1 a JJ-2; b – korekcia priebehu hladiny podzemnej vody vo vrte JJ-1 na základe vývoja zmien hĺbky hladiny podzemnej vody vo vrte JJ-2. Modrá – vrt JJ-1 – hladina vody vo vrte s prítokom podzemnej vody z plytšieho horizontu z neznámej hĺbky; fialová – vrt JJ-2 – prirodzený vývoj kolísania hĺbky hladiny podzemnej vody. Štatistické ukazovatele boli odvodené z údajov, ktoré boli v jednotlivých vrtoch zaznamenané od marca 2011 do decembra 2017.

Fig. 4. Groundwater level depth in boreholes at the Nižná Myšľa landslide site: a – comparison of unadjusted groundwater level records in wells JJ-1 and JJ-2; b – correction of the course of groundwater level in well JJ-1. Blue – well JJ-1 – water level in the well with inflow of groundwater from a shallower horizon from unknown depth; purple – well JJ-2 – natural development of groundwater depth fluctuations. Statistical indicators were derived from data recorded in individual wells from March 2011 to December 2017.

Tretí typ sekundárneho ovplyvnenia monitorovanej hladiny podzemnej vody bol zaznamenaný automatickým hladinomerom vo vrte KHG-2 (vybudovaný v roku 2014; Fekeč et al., 2014) na lokalite Červený Kameň. Ide o piezometrický vrt situovaný do aktívnej oblasti prúdového zosuvu, ktorý ohrozuje obecnú komunikáciu.

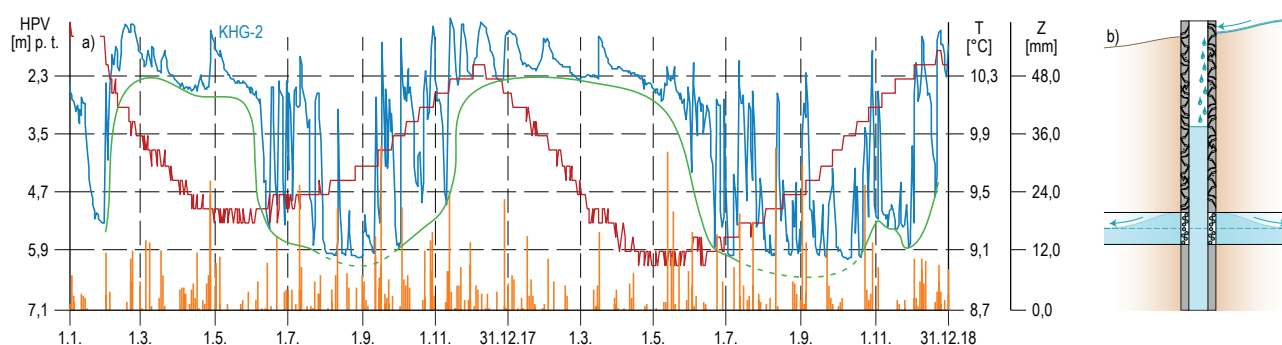
Režim podzemnej vody sledovanej v tomto vrte prakticky hneď od začiatku monitorovacieho obdobia naznačoval veľmi výraznú dynamiku jej kolísania. Hladina podzemnej vody mení svoju hĺbku v závislosti od zrážkových úhrnov (na overenie boli použité zrážky zo stanice SHMÚ Červený Kameň). Počas monitorovaného obdobia intenzita vzostupu hĺbky hladiny podzemnej vody neraz presiahla 2 m za 1 hodinu (max. vzostup $2,85 \text{ m} \cdot \text{hod}^{-1}$ – 6. augusta 2016). Na základe uvedenej skutočnosti usudzujeme, že zmeny hladiny podzemnej vody do veľkej miery ovplyvňuje pritekajúca voda priamo z povrchu terénu, prípadne z hypodermického horizontu. Uvedený úsudok potvrdili aj rekonštrukčné práce z roku 2020, ktoré boli zamerané na utesnenie nadzemnej a podpovrchovej časti vrtu. Počas realizácie prác sa ukázalo, že vo vystrojení vrtu úplne absentovala tesniaca časť, čo umožnilo povrchovej vode natekať priamo do vrtu.

Z nameraných údajov je však pozoruhodné kolísanie teploty vody vo vrte (obr. 5). Jej priebeh kopíruje idealizovaný stav dopĺňania zásob podzemnej vody súvisiaci s pravidelným ročným cyklom. Otvára sa teda otázka, či v prípade vrtu, do ktorého zreteľne tečie voda z povrchu, je možný takýto teplotný režim.

Z podrobnejšej analýzy priebehu hladiny podzemnej vody vyplýva, že okrem jej náhlych vzostupov je možné sledovať aj určité sezónne vplyvy, ktoré sú na obr. 5 vyjadrené zelenou líniou. Navyše, predpokladáme, že hladina v tomto vrte počas letného a jesenného obdobia klesá pod úroveň inštalácie samotnej sondy.

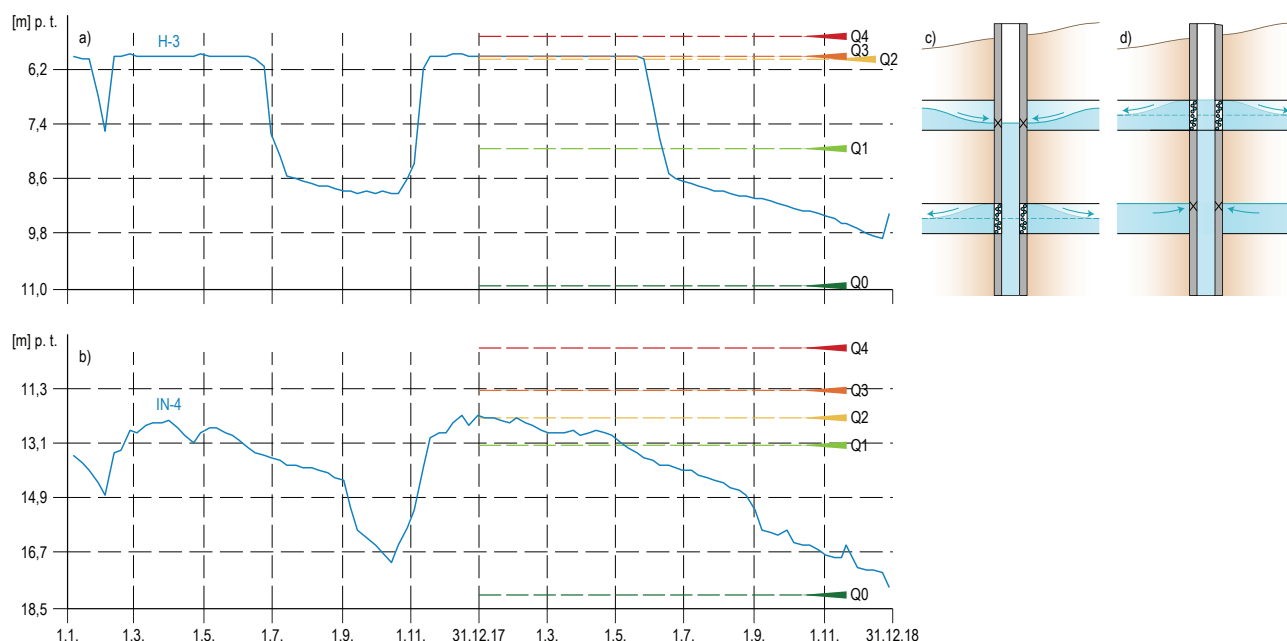
Štvrtý modelový prípad je spätý s prepojením viacerých zvodnených horizontov (minimálne dvoch – obr. 6). Kým

v predchádzajúcich príkladoch sa sekundárne kolísanie vody prejavovalo nepravidelnými, ale intenzívnymi zmenami, vo vrte H-3 je to presne naopak (prírodný priebeh hladiny podzemnej vody je prezentovaný na príklade vrtu IN-4; oba vrty sú situované v prostredí handlovského zosuvu – stabilizačný násyp – priťažovací val). Pri prvom pohľade na priebeh hladiny z jednotlivých vrtov je zrejmé, že maximálne hodnoty súvisia so zimným a jarným obdobím a naopak, minimálne s letným a jesenným obdobím. Ide teda o logický vývoj zmien hĺbky hladiny podzemnej vody. Neobvyklá je ale hladina vo vrte H-3 v čase maximálneho stavu, keď sa neprírodzene udržiava na jednej úrovni. Tento prípad nie je ojedinelý, naopak, ide o pomerne rozšírený jav. Podobné prípady zaznamenali nezávisle od seba viacerí terénni pozorovatelia, teda nepresnosti zo strany pozorovateľov je možné vylúčiť. Uvedená situácia sa v tomto vrte opakuje každoročne a dlhodobo, nie však počas celého monitorovaného obdobia. Hladina na začiatku monitorovaného obdobia kolísala prirodzene v intervale od 7,91 do 10,94 m pod terénom (rok 2003; kolísanie počas monitorovaného obdobia vyjadrujú štatistické ukazovatele). Merania hladiny boli od januára 2004 do polovice augusta 2005 prerušené. Práve v tomto období nastal vo vrte jav, ktorý spôsobil prepojenie pôvodne monitorovaného horizontu s vyššie položeným horizontom alebo s horizontom s vyšším hydraulickým gradientom. Predpokladáme, že k prepojeniu došlo v dôsledku porušenia ílového tesnenia vplyvom tlakového účinku podzemnej vody. Z hľadiska interpretácie nameraných údajov je však dôležité, že priebeh zaznamenatej hladiny zachytáva viacero javov (obr. 6c, d). Predpokladáme, že hladina je vo vrte dotovaná z horizontu 5,89 m pod terénom (na tejto úrovni sa vyskytuje počas maximálnych stavov; 2. a 3. kvartil). Druhou dôležitou skutočnosťou je, že kolísanie hladiny vo vrte je ovplyvňované schopnosťou zvodnených (priepustných) vrstiev odvádzať pritekajúcu vodu. Predpokladáme, že pritekajúca voda je drénovaná pôvodne monitorovaným horizontom, ktorý sa



Obr. 5. Priebeh hĺbky hladiny podzemnej vody vo vrte KHG-2 na zosuvnej lokalite Červený Kameň spolu so zrážkovými úhrnmi zo stanice SHMÚ Červený Kameň: a – namerané a interpretované hodnoty [modrá – hladina vody vo vrte s prítokom povrchovej vody (os s označením HPV; záznam z automatického hladinomera); zelená – predpokladané kolísanie podzemnej vody po korekcii údajov; červená – teplota podzemnej vody (os s označením T); oranžová – denné zrážkové úhrny (os s označením Z)]; b – modelový príklad natekania povrchovej vody do vrtu cez nedokonale utesnený vrt.

Fig. 5. The groundwater level in the KHG-2 well at the Červený Kameň landslide locality together with precipitation totals from the Červený Kameň SHMÚ station: a – measured and interpreted values [blue – water level in the well with surface water inflow (axis marked HPV; record from automatic level meter); green – expected groundwater fluctuation after data correction; red – groundwater temperature (axis marked T); orange – daily precipitation totals (axis marked Z)]; b – model example of surface water inflow into a well through an imperfectly sealed well.



Obr. 6. Priebeh hĺbky hladiny podzemnej vody vo vrtoch na zosuvnej lokalite Handlová z roku 1960 (stabilizačný násyp): a – vrt H-3 – hladina podzemnej vody vo vrte, v ktorom sa prepojili viaceré zvodnené horizonty; b – vrt IN-4 – piezometrický vrt s prirodzeným kolísaním hladiny podzemnej vody; c – prepojenie dvoch zvodnených horizontov – hladina podzemnej vody vo vrte je dotovaná z plytšieho horizontu a hlbší horizont má drenážnu funkciu; d – alternatívne riešenie – hladina podzemnej vody vo vrte je dotovaná z hlbšieho horizontu s väčším hydraulickým gradientom a plytší horizont má drenážnu funkciu. Modrá – kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody. Štatistické ukazovatele boli odvodené z údajov, ktoré boli v jednotlivých vrtoch zaznamenané od januára 2003 do decembra 2017.

Fig. 6. Groundwater depth in boreholes at the Handlová landslide site from 1960 (Stabilization embankment): a – well H-3 – groundwater level in the borehole, in which several aquifers were connected; b – well IN-4 – piezometric borehole with natural groundwater level fluctuations; c – connection of two irrigated horizons – groundwater level in the borehole is subsidized from a shallower horizon and the deeper horizon has a drainage function; d – the groundwater level in the well is subsidized from a deeper horizon with a larger hydraulic gradient and the shallower horizon has a drainage function. Blue – groundwater depth fluctuations. Statistical indicators were derived from data recorded in individual wells from January 2003 to December 2017.

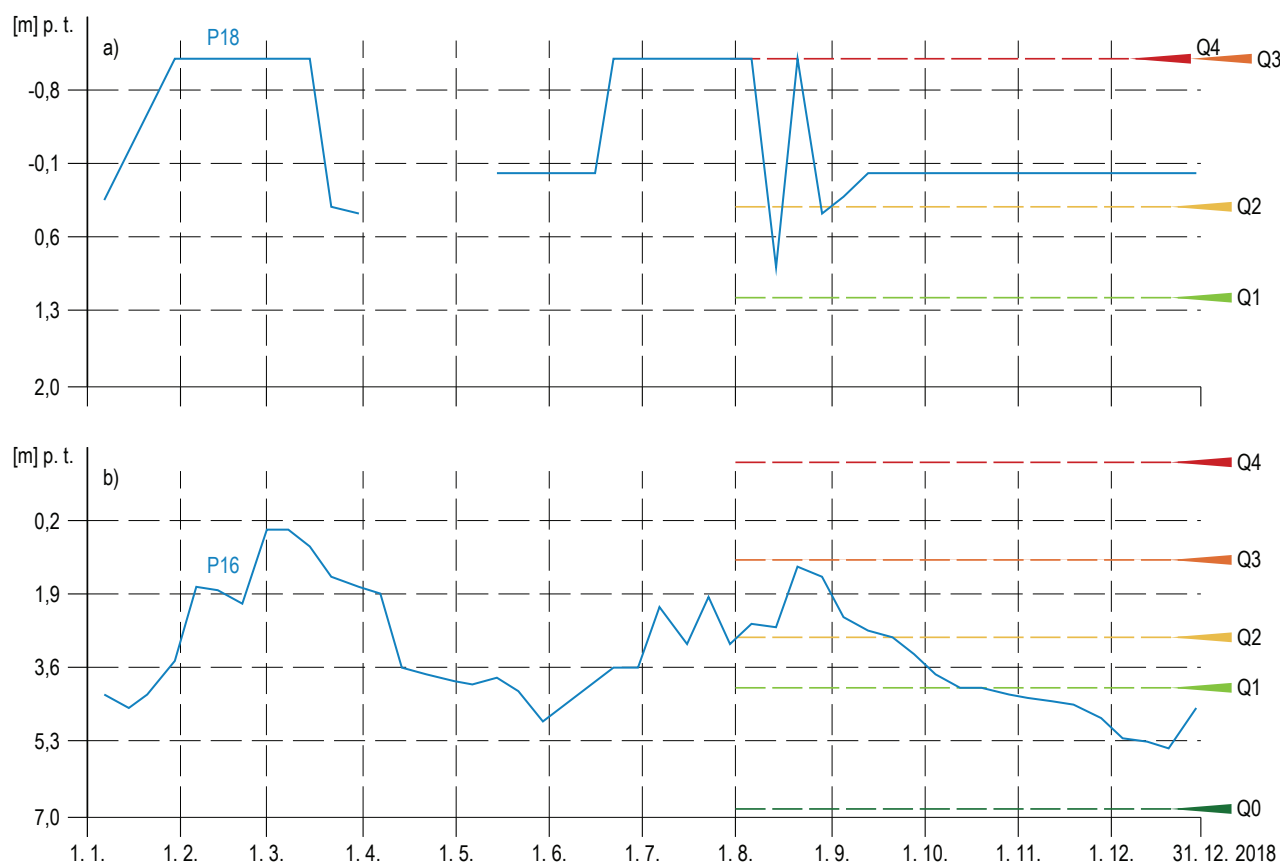
nachádza v hĺbke zhruba 9 m pod terénom (nevylučujeme ani možnosť, pri ktorej by podzemná voda „pritekala“ z horizontu približne 9 m pod terénom a dotovala by horizont v hĺbke okolo 6 m pod terénom). Z nameraných hodnôt vyplýva, že filtračné parametre „drenážnej vrstvy“, v ktorej sa voda stráca, bez väčších problémov prijímajú prakticky všetku „pritekajúcu“ vodu.

Piaty príklad znázornený na obr. 7 zachytáva priebeh hladiny vo vrte, v ktorom sa podzemná voda z monitorovaného horizontu „stráca“. Použitý príklad je z lokality Handlová-Morovnianske sídlisko (vrty: P-18 a P-16 vybudované v roku 2002; Šimeček, 2002). Oboma vrtmi sa monitorujú zvodnené horizonty, ktoré sa vyznačujú pomerne výraznou vztlakovou hladinou podzemnej vody. V oboch vrtoch boli počas monitorovaného obdobia namerané hladiny nad úrovňou terénu, častejšie vo vrte P-18 (prakticky každý rok). Vrt P-18 je ale zaujímavý hlavne kvôli kolísaniu hladiny počas monitorovaného obdobia. V čase maximálnych stavov (zimné a čiastočne jarné obdobie) vystupuje hladina podzemnej vody nad úroveň terénu a následne počas letného obdobia klesá výrazne hlboko, až pod úroveň dna vrtu. Výrazné vzostupy hladiny vo vrte sú spojené s monitorovaním vztlakového horizontu a naopak, jej náhle poklesy sú zas späté s funkciou hĺbkového odvodnenia (oba vrty sú vybudované v dosahu hĺbkového odvodnenia subhorizontálnych vrtov ústiacych do podzemnej šachty s označením „D“, uvedená šachta je súčasťou rozsiahleho

odvodňovacieho systému, vybudovaného pre potreby stabilizácie Morovnianskeho sídliska, ktoré bolo vedome postavené v zosuvnom území; Nemček, 1982). Predpokladáme, že medzi monitorovacím vrtom P-18 a odvodňovacím vrtom (HVD-1) sa postupne (po roku 2004) začali vytvárať určité „preferované“ cesty, ktorými voda z vrtu odteká. Dôležitým výsledkom vykonanej analýzy vo vrte P-18 je, že namerané zmeny nevyjadrujú kolísanie v prostredí monitorovaného horizontu tak, ako je to v prípade vrtu P-16, ale odrážajú schopnosť hornín viesť vodu z vrtu smerom k drenážnemu zariadeniu.

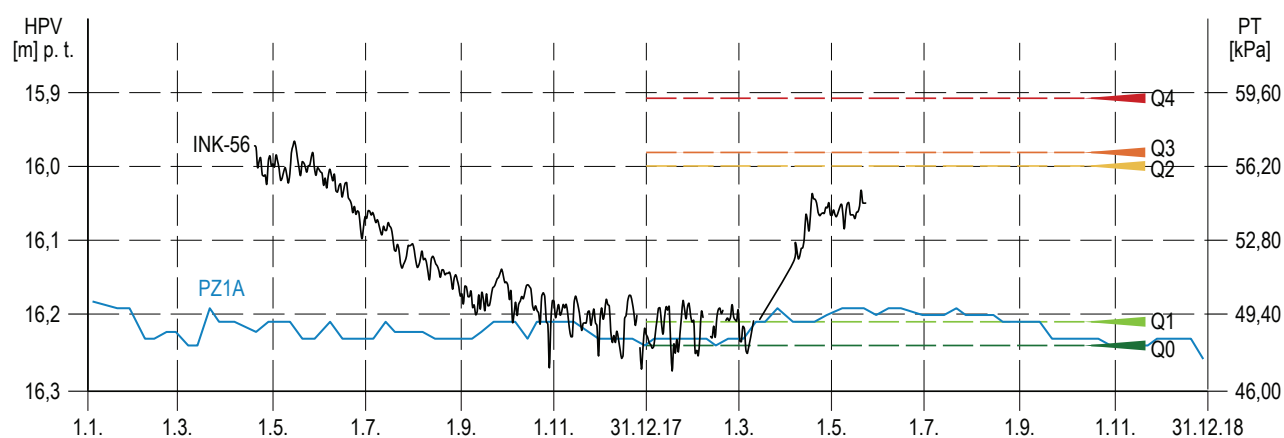
V prípade, ak na stratu vody vo vrte má vplyv drenážny účinok hĺbkového odvodnenia, možno daný stav hodnotiť kladne. Na dosiahnutie podobného efektu boli na lokalitách Prievidza-Hradec a Veľká Lehôtka počas sanácie budované podobné vrty – štrkové pilóty, ktoré prepájali viaceré zvodnené horizonty a vodu zvädzali k drenážnym zariadeniam. Ak by však strácajúca sa voda nasycovala hlbšie štruktúry zosuvného územia, išlo by o negatívny fenomén, ktorý môže nepriaznivo vplyvať aj na stabilitu územia.

Šiesty príklad opisuje všeobecný problém monitorovania hladiny podzemnej vody v zosuvných oblastiach na našom území. Ide o problém aplikácie monitorovacích vrtov s relatívne veľkým priemerom. Na budovanie tzv. pozorovacích vrtov, ktorých priemer je obvykle väčší ako 100 mm, upozorňujú Gróf a Turovský (2010). Tieto vrty považujú



Obr. 7. Priebeh hĺbky hladiny podzemnej vody vo vrtoch na zosuvnej lokalite Handlová-Morovnianske sídlisko: a – vrt P18 – hladina podzemnej vody v netesnom monitorovacom vrte (drenážne prejavy v hlbších častiach vrty); b – vrt P16 – piezometrický vrt s prirodzeným kolísaním hladiny podzemnej vody. Modrá – kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody. Štatistické ukazovatele boli odvodené z údajov, ktoré boli v jednotlivých vrtoch zaznamenané od januára 2003 do decembra 2017.

Fig. 7. Groundwater level depth in boreholes at the Handlová-Morovnianske settlement site: a – well P18 – groundwater level in a leaking monitoring well (drainage manifestations in the deeper parts of the well); b – well P16 – piezometric well with natural groundwater level fluctuations. Blue – groundwater depth fluctuations. Statistical indicators were derived from data recorded in individual wells from January 2003 to December 2017.



Obr. 8. Vývoj režimových ukazovateľov vo vrtoch na zosuvnej lokalite Nižná Myšľa. Modrá – vrt PZ1A – zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody, čierna – vrt INK-56 – priebeh pórového tlaku. Štatistické ukazovatele boli odvodené z údajov, ktoré boli zaznamenané od novembra 2014 do decembra 2017.

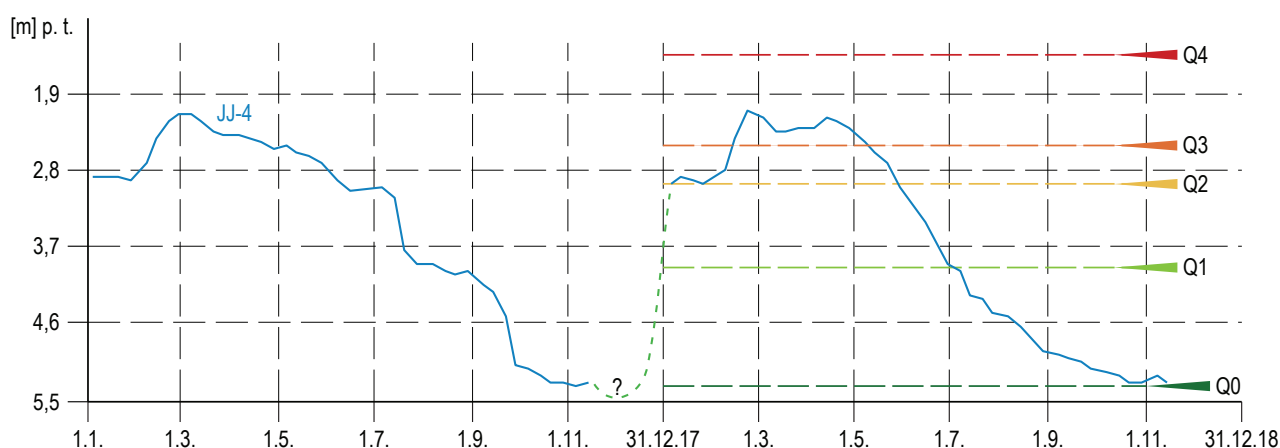
Fig. 8. Development of regime indicators in boreholes at the Nižná Myšľa landslide site. Blue – well PZ1A – changes in groundwater level depth, black – well INK-56 – the course of pore pressure. Statistical indicators were derived from data recorded from November 2014 to December 2017.

za nepoužiteľné na účely geotechnického monitoringu, zvlášť vtedy, ak sú budované v jemnozrnnom prostredí. V prípade otvorených piezometrov (s voľnou hladinou) navrhujú používať podstatne menší priemer alebo priamo snímače pórového tlaku. V prípade našej monitorovacej siete je tiež niekoľko vrtov, v ktorých zmeny hladiny podzemnej vody sú mimoriadne malé. Na dlhodobom priebehu hladiny v podobných vrtoch nie je možné sledovať prakticky žiadne zákonitosti súvisiace s ich ročným cyklom. Takéto prejavy boli zaznamenané na viacerých lokalitách (napr. Fintice, Handlová-stabilizačný násyp, Handlová-Morovianske sídlisko, Kapušany a iné), najčastejšie sa s nimi stretávame na lokalite Nižná Myšľa. Počas dvojročného obdobia 2017 až 2018 bolo až v 19 vrtoch (zo 68 vrtov) kolísanie hladiny podzemnej vody menšie ako 0,5 m.

Predpokladáme, že v prípade, ktorý je zobrazený na obr. 8, je daný stav spätý s nesprávne zvolenou veľkosťou

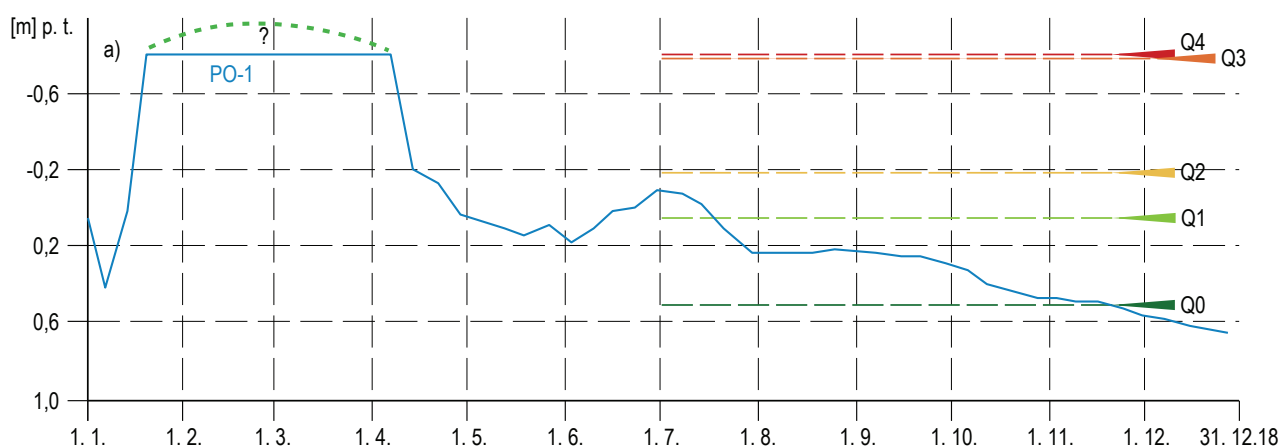
priemeru monitorovacieho objektu. Porovnávaný priebeh zmien pochádza z vrtov PZ1A („pozorovací“ vrt s voľnou hladinou) a INK-56 (snímač pórového tlaku), ktoré sú lokalizované v zosuvnej oblasti Nižná Myšľa nad základnou školou (Grech et al., 2014). Snímač pórového tlaku je umiestnený v hĺbke 14,5 m pod terénom. Na základe porovnania záznamov z oboch monitorovacích zariadení usudzujeme, že namerané hodnoty hĺbky vody vo vrte PZ1A nezodpovedajú reálnemu kolísaniu podzemnej vody. Z meraní snímačom pórového tlaku vyplýva, že hladina podzemnej vody sa v tomto prostredí vyvíja v závislosti od jednotlivých ročných období.

Pomerne častý problém, s ktorým sa stretávame pri sledovaní režimových ukazovateľov, je to, že amplitúda kolísania hladiny podzemnej vody má väčší rozsah, ako je samotná hĺbka vrtu. Základný problém, ktorý tu vzniká, je, že nevieme s istotou interpretovať rozsah kolísania



Obr. 9. Priebeh hĺbky hladiny podzemnej vody vo vrte JJ-4 na zosuvnej lokalite Nižná Myšľa. Modrá – kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody. Štatistické ukazovatele boli odvodené z údajov, ktoré boli zaznamenané od novembra 2015 do decembra 2017.

Fig. 9. The groundwater level in the well JJ-4 at the landslide locality Nižná Myšľa. Blue – groundwater level fluctuations. Statistical indicators were derived from data recorded from November 2015 to December 2017.



Obr. 10. Priebeh hĺbky hladiny podzemnej vody vo vrte s piezometrickou úrovňou nad ústím pažnice (PO-1) na zosuvnej lokalite Veľká Čausa. Modrá – kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody. Štatistické ukazovatele boli odvodené z údajov, ktoré boli zaznamenané od augusta 2007 do decembra 2017.

Fig. 10. The groundwater level in the borehole with a piezometric level above the mouth of the casing (PO-1) at the landslide locality Veľká Čausa. Blue – groundwater level fluctuations. Statistical indicators were derived from data recorded from August 2007 to December 2017.

podzemnej vody v priestore monitorovaného vrtu. Na obrázku 9 je prezentovaný priebeh hladiny podzemnej vody vo vrte JJ-4 na lokalite Nižná Myšľa (vrt je situovaný v južnej časti zosuvného územia). Kolísanie hladiny v tomto vrte je každoročne spojené s poklesom do väčšej hĺbky, než je hĺbka samotného vrtu. Výnimku predstavuje len rok 2018, počas ktorého sa hladiny podzemnej vody aj v čase minimálnych stavov udržiavali pomerne vysoko nad dnom vrtu. Z hľadiska stability je opisovaný pokles hladiny pozitívny jav. Pri hodnotení podobných vrtov, najmä ak „strata“ hladiny je periodická a pravidelne sa vyskytuje približne v rovnakom období, môžeme z hľadiska stability za významné považovať tie roky, počas ktorých k podobnému poklesu nedošlo.

Posledným a relatívne častým sprievodným javom pri sledovaní režimových ukazovateľov je pozitívna piezometrická výška hladiny podzemnej vody. K jej prelivu cez ústie pažnice dochádza menej často, väčšinou však vystupuje len tesne nad úroveň terénu, rádo je to niekoľko centimetrov, alebo ide o prvé decimetre. Interpretovať priebeh piezometrickéj úrovne v takýchto prípadoch nie je problém. Väčšie ťažkosti vznikajú v situáciách, keď hladina presahuje okraj pažnice a z vrtu vyteká.

Prezentovaný príklad na obr. 10 pochádza z lokality Veľká Čausa z vrtu PO-1. Vrt je lokalizovaný do aktívnej zóny odlučnej časti frontálneho zosuvu. Aj napriek tomu, že voda z vrtu vyteká, jej objem sa nesleduje; zabezpečujú sa len merania hĺbky hladiny podzemnej vody.

Určité skúsenosti so stanovením piezometrickéj výšky na základe sledovaného objemu vody (v l . min⁻¹) vytekajúcej z vrtu máme z lokality Okoličné. Do roku 2015 tu boli monitorované 2 vrty (JH-14 a JH-17), z ktorých pravidelne vytekala voda. Počas celého obdobia monitorovania týchto vrtov sa vyššia výdatnosť prejavovala vo vrte JH-14. Jej priemerná hodnota za obdobie 20 rokov (1995 až 2015) dosahovala až 11,0 l . min⁻¹. Je zjavné, že piezometrická úroveň v tomto vrte siahala vysoko nad úroveň terénu. Stanoviť jej hĺbku (výšku) sa podarilo vďaka konzultáciám s RNDr. P. Malíkom, PhD. (z oddelenia hydrogeológie a geotermálnej energie ŠGÚDŠ). Vzťah medzi výdatnosťou a jej piezometrickou výškou bol určený na základe všeobecných postupov hydrauliky podzemnej vody (Mucha a Šestakov, 1987). Z obdobia výskytu jej maximálnej výdatnosti (60 l . min⁻¹ v roku 1997) bola stanovená piezometrická úroveň s hodnotou 18,3 m nad terénom.

Zo skúseností teda vieme, že v obdobiach, počas ktorých dochádza k prelivu podzemnej vody, môže piezometrická úroveň dosahovať aj niekoľko metrov nad terénom. Podobne je to aj v prípade vrtu PO-1 vo Veľkej Čause. Vztlaková hladina bola v tomto vrte narazená v hĺbke 3,5 m pod terénom v oblasti výraznej šmykovej plochy. Vztlak podzemnej vody na šmykovú plochu v obdobiach s prelivom môže dosahovať aj niekoľko metrov. Treba podotknúť, že táto oblasť sa dlhodobo prejavuje pomerne vysokou pohybovou aktivitou. Súčasne treba dodať, že uvedený vrt má aj drenážnu funkciu, čo pôsobí pozitívne na stabilitu danej časti územia.

Cieľom predloženej analýzy, ktorá je zosumarizovaná v tab. 2, bolo poukázať na skutočnosť, že údaje o hĺbke

hladiny podzemnej vody, ako sú zaznamenané pozorovateľom (alebo automatickým hladinomerom), nemusia vždy odzrkadľovať reálny stav. Uvedený kritický prístup pri hodnotení stavu hladiny podzemnej vody považujeme za odôvodnený, a to obzvlášť v zosuvných územiach, v ktorých je práve aktuálny stav hĺbky hladiny podzemnej vody ukazovateľom stavu stability. Naopak, zanedbaním kritického prístupu pri interpretácii nameraných výsledkov často dochádza k skresleniu informácie o skutočných hydrogeologických pomeroch v jednotlivých monitorovaných zosuvných územiach.

Z analýzy nepriamo vyplýva aj skutočnosť, že údaje, ktoré pozorovatelia zabezpečujú s frekvenciou minimálne jedenkrát za týždeň, podávajú pomerne výstižný obraz o kolísaní hladiny podzemnej vody v zosuvných územiach. Vzhľadom na množstvo piezometrov, v ktorých sa merania vykonávajú týmto spôsobom, majú pri podobných analýzach veľký význam (netýka sa to meraní, ktoré sa vykonávajú s mesačným, prípadne väčším intervalom). Aj napriek uvedeným skutočnostiam sú pri objasňovaní zákonitostí režimu podzemnej vody nenahradiateľným zdrojom informácií výsledky meraní zabezpečované automatickými hladinomerami.

Záver

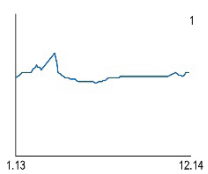
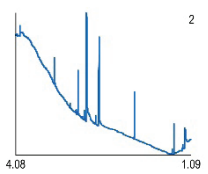
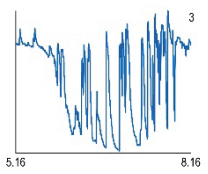
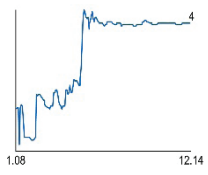
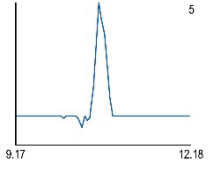
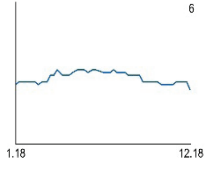
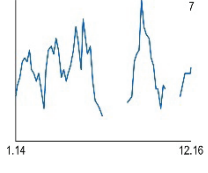
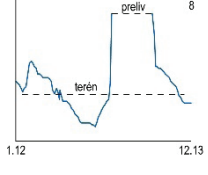
Na základe výsledkov dlhoročného riešenia úlohy *Čiastkový monitorovací systém – Geologické faktory*, ale aj iných úloh spojených s problematikou stability svahov, môžeme konštatovať, že v našich podmienkach prirodzenú stabilitu svahov najviac ovplyvňujú klimatické faktory, predovšetkým zrážkové úhrny. V zákonitej postupnosti sa klimatické faktory prejavujú vzostupom hladiny podzemnej vody a vyúsťujú do priamych prejavov nestability v podobe aktivácie svahového pohybu. V tejto súvislosti sa meranie hĺbky hladiny podzemnej vody stalo základnou metódou monitorovania zosuvných území. Ilustruje to aj skutočnosť, že prakticky pri každom inžinierskogeologickom prieskume zosuvných území sa pozornosť sústreďuje na aktuálny stav hladiny podzemnej vody. Váha informácie o stave podzemnej vody stúpa v súvislosti s jej využitím pri posudzovaní aktuálneho stupňa stability a dimenzovaním sanačných opatrení.

Význam prezentovanej analýzy spočíva hlavne v spresnení informácie o reálnych hydrogeologických pomeroch posudzovaného územia. V dôsledku nesprávnej interpretácie nameraných výsledkov sme si aj my neraz vytvorili nesprávnu predstavu o kolísaní podzemnej vody v horninovom prostredí. Vďaka pribúdajúcim skúsenostiam z rozširujúcej sa monitorovacej siete sme postupne dospeli k teórii o sekundárnych vplyvoch pôsobiacich na kolísanie vody v monitorovaných objektoch.

Uvedený kritický prístup, pri ktorom bola zohľadnená analýza kolísania podzemnej vody, zohrával dôležitú úlohu aj pri výbere objektov určených na monitorovanie zmien hĺbky hladiny podzemnej vody počas riešenia úlohy ČMS – GF. Vo viacerých prípadoch po preukázaní, že sledovaná hladina podzemnej vody mala vplyvom nesprávneho technického zabudovania vrtu skreslený priebeh, sa

Tab. 2. Typové prejavy možného skreslenia monitorovanej hladiny podzemnej vody v jednotlivých monitorovacích objektoch v období riešenia úlohy ČMS – GF.

Tab. 2. Type manifestations of possible distortion of the monitored groundwater level in individual monitoring facilities in the period of solving the PMS – GF task.

Priebeh HPV	Prejavy	Typový príklad
1. Priebeh hladiny vo vrte vybudovanom na použitie inej monitorovacej metódy	Kolísanie vody vo vrte sa odlišuje od priebehu hladiny podzemnej vody v ostatných piezometrických vrtoch. Zmeny ročnej amplitúdy sú výrazne menšie ako v okolitých vrtoch. Kolísanie hladiny nekorešponduje s ročným cyklom, napr. vzostup hladiny v letnom období (v čase, keď v ostatných vrtoch je pozorovaný jej pokles).	
2. Priebeh hladiny vody vo vrte s prítokom podzemnej vody z plytšieho horizontu z neznámej hĺbky	Časté, nepravidelné a intenzívne zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody. Kolísanie hladiny môže byť v niektorých prípadoch spojené s výskytom intenzívnych zrážok. V niektorých prípadoch hladina kolíše viac ako 10 m. Vo všeobecnosti, hladiny podzemnej vody v opisovaných vrtoch môžu mať pravidelný ročný cyklus, sprevádzaný však náhlymi krátkodobými vzostupmi.	
3. Priebeh hladiny vody vo vrte s prítokom povrchovej vody	Časté, nepravidelné a intenzívne zmeny hĺbky hladiny podzemnej vody, ktoré dosahujú až úroveň terénu. Kolísanie hladiny je spojené s výskytom zrážok. V niektorých prípadoch hladina kolíše viac ako 10 m. Za určitých okolností je v týchto vrtoch možné sledovať známky ročného cyklu kolísania hladiny podzemnej vody.	
4. Priebeh hladiny vody vo vrte po prepojení viacerých zvodnených horizontov	Kolísanie vody vo vrte ovplyvňuje hladina s väčším hydraulickým gradientom. Jej zmeny za určitých okolností kopírujú ročný cyklus kolísania podzemnej vody. Všeobecne sú v týchto vrtoch pozorované prudké a intenzívne vzostupy a zostupy hladiny. Maximálna hladina je nápadne ohraničená hĺbkou, z ktorej voda do vrtu prestupuje (alebo naopak, vrstvy, v ktorej sa voda stráca). V niektorých prípadoch sa voda nachádza na jednej úrovni niekoľko týždňov, mesiacov, ba aj rokov.	
5. Priebeh hladiny v netesnom monitorovacom vrte (drenážne prejavy v hlbších častiach vrtu)	Hladina sa zväčša nachádza na jednej úrovni a jej zmeny nastávajú relatívne náhle. Zmeny hladiny sú výsledkom pôsobenia hydraulického gradientu zvodnenej vrstvy, ktorá je monitorovaná, a drenážnou schopnosťou okolia vrtu, ktorou je voda odvádzaná.	
6. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrte s veľkým priemerom („pozorovací vrt“)	Zmeny hladiny počas roka sú minimálne, rádovo v centimetroch. Kolísanie hĺbky hladiny podzemnej vody vo vrte súvisí s ročným cyklom len v minimálnej miere.	
7. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrte s nedostatočnou hĺbkou	Narušenie kontinuity priebehu hladiny podzemnej vody, spôsobené jej poklesom pod úroveň dna vrtu. Komplikovaná interpretácia kolísania počas ročného cyklu.	
8. Priebeh hladiny podzemnej vody vo vrte s piezometrickou úrovňou nad ústím pažnice	Záporné hodnoty hĺbky hladiny podzemnej vody. V prípade prelivu cez pažnicu – komplikovaná interpretácia jej hĺbky (výšky) z dôvodu vytvárania fiktívneho depresného kužeľa.	

1 – vrt VE-4 (zosuv Veľká Čausa); 2 – vrt AH-2 (zosuv Okoličné); 3 – vrt KHG-2 (zosuv Červený Kameň); 4 – vrt P-29 (zosuv Handlová-Morovnianske sídlisko); 5 – vrt PZ-7 (zosuv Nižná Myšľa); 6 – vrt PZ-1A (zosuv Nižná Myšľa); 7 – vrt P-10 (zosuv Handlová-Morovnianske sídlisko); 8 – PO-1 (zosuv Veľká Čausa); na osi x je vyjadrený čas vo formáte mesiac, rok.

monitorovacie merania pozastavili, prípadne bol odinštalovaný automatický hladinomer a premiestnený do perspektívnejšieho vrtu. Uvedená optimalizácia bola dôležitá z hľadiska efektívneho využívania nielen ľudského, ale aj technického potenciálu. Napríklad v roku 2018 sa hladina podzemnej vody monitorovala až v 246 vrtoch, z toho automatickými hladinomerami v dôsledku ich obmedzeného počtu len v 18 monitorovacích vrtoch. To znamená, že na zabezpečenie meraní v ostatných vrtoch bolo nutné nasadenie veľkého počtu terénnych pozorovateľov.

Veľká zmena vo frekvencii monitorovania sa aktuálne rieši prostredníctvom geologickej úlohy *Monitoring zosuvných deformácií* v rámci OP KŽP. Na potreby monitorovania zmien hĺbky hladiny podzemnej vody je navrhnutá inštrumentácia, ktorá bude poskytovať výlučne kontinuálny záznam (hodinový, prípadne denný). Rovnaký prístup sa bude presadzovať aj pri monitorovaní výdatnosti odvodňovacích zariadení. Domnievame sa, že zvýšenie frekvencie meraní odvodňovacích zariadení, ktoré boli sledované výlučne prostredníctvom terénnych pozorovateľov s relatívne nízkou frekvenciou, prispieje k návrhu vhodného spôsobu hodnotenia efektívnosti odvodňovacích vrtoch.

Pod'akovanie

Prezentované výsledky boli získané dlhodobým riešením úlohy *Čiastkový monitorovací systém – Geologické faktory*, ktorej objednávateľom je Ministerstvo životného prostredia SR a realizátorom ŠGÚDŠ. V príspevku boli zároveň použité aj informácie z geologickej úlohy *Monitoring zosuvných deformácií*, ktorá sa rieši v rámci *Operačného programu Kvalita životného prostredia* (Prioritnej osi 3: *Podpora riadenia rizík, riadenia mimoriadnych udalostí a odolnosti proti mimoriadnym udalostiam ovplyvneným zmenou klímy*). Pod'akovanie patrí aj recenzentom doc. RNDr. Petrovi Wagnerovi, CSc., a prof. RNDr. Miloslavovi Kopeckému, PhD., ako aj redakcii časopisu.

Literatúra

- Fekeč, P., Sluka, V. a Pálení, M., 2014b: Realizácia inžierskogeologického prieskumu havarijného zosuvu a realizácia protihavarijných opatrení v obci Červený Kameň (Projekt č. 7 časti II). In: Šimeková, J., Liščák, P., Ondrejka, P., Žilka, A., Mašlárová, I., Petro, E. a Gonda, S., 2014: Inžierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 33 s.
- Grech, J., Sláma, M., Laurenčík, J., Gomolčák, M. a Mišove, P., 2014: Inžierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky. Časť I. Sanácia havarijného zosuvu v obci Nižná Myšľa – 2. etapa. In: Šimeková, J., Liščák, P., Ondrejka, P., Žilka, A., Mašlárová, I., Petro, E. a Gonda, S., 2014: Inžierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 33 s.
- Gróf, V. a Turovský, F., 2010: Monitoring geotechnických objektov pri výstavbe rýchlostných komunikácií. Bratislava, ASB, JAGA GROUP. <https://www.asb.sk/stavebnictvo/inzierske-stavby/geotechnika/monitoring-geotechnickych-objektov-pri-vystavbe-rychlostnych-komunikacii>
- Jadroň, D., 1980: Svahové poruchy Okoličné. Rigorózna práca. Manuskript. Bratislava, archív Katedry inž. geol., PriF UK.
- Jadroň, D. a Mokrá, M., 1999: Havarijné zosuvy Hornej Nitry a Stredného Pohronia. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 57 s.
- Jadroň, D., Wagner, P. a Jelínek, R., 1998: Monitoring sanovaného zosuvu v Dolnej Mičinej. In: Zb. referátov z 1. konf. Geológia a životné prostredie. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 83 – 86.
- Klukanová, A., 1998: Mapovanie a monitorovanie geologických faktorov životného prostredia. In: Geológia a životné prostredie 1. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, ISBN 80-85314-90-8, 123 – 126.
- Mucha, I. a Šestakov, V. M., 1987: Hydraulika podzemných vôd. Bratislava, ALFA – Praha, SNTL, 344 s.
- Nemček, A., 1982: Zosuvy v slovenských Karpatoch. Bratislava, Veda, 319 s.
- Ondrejka, P., Wagner, P. a Gróf, V., 2011: Využitie stacionárneho inklinometra na tvorbu systémov včasného varovania na zosuvoch. Geotechnika, 1 – 2, 19 – 23.
- Otepka, J., Tichý, Š., Roháčiková, A., Fekeč, J. a Obernauer, M., 1976: Veľká Čausa – prieskum a sledovanie zosuvov: predbežný inžierskogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 38736), 79 s.
- Šimeček, M., 2002: Vonkajší oblúk Morovnianskeho sídliska. Manuskript. Prievidza, TMG.
- Tometz, L., Blišťan, P., Harabinová, S., Leššo, J., Nyárhidy, J. a Turovský, F., 2010: Nižná Myšľa – havarijný zosuv, inžierskogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 59 s.

Summary

Many years of experience and a much data from a large number of landslide sites, located in different geological environments and in different climatic conditions, gained by solving the task of Partial monitoring system – Geological factors (PMS – GF), allowed to create a comprehensive view of the issue of groundwater table depth fluctuations within monitored landslide bodies. The data database currently collects approximately 2 million groundwater table level (GWT) records from 472 monitoring facilities. However, the analysis of the measured data has shown that not all recorded values of the groundwater table level reflect its real state. It has turned out that the credibility of the measured results is directly proportional to the quality of technical equipment and also to the primary purpose of individual monitoring objects. The results of the analyses also show that several of the monitored wells do not meet the criteria of a quality piezometric well. The results of the analysis are particularly important in those landslide areas where the current development of groundwater table level is an indicator of a stability status. The analysed cases of groundwater table level fluctuations are shown sequentially in Figs. 2 to 10. These are changes in the groundwater table level, which were measured by a field observer or an automatic monitoring device. In the presented examples, the groundwater table level values are largely secondarily affected, e. g. by fitting the piezometric borehole itself. The identified impacts are summarized in tab. 2. It should be noted, however, that the results of the analyses

presented revealed a number of facts, but were not sufficient to provide unequivocal answers in all cases.

In conclusion, it can be stated that in connection with the monitoring of regime indicators, there have been experienced several positive changes compared to the past. In the previous period, prior to the solving the task of PMS – GF, the measurements had been performed only for a short time span, mostly during the survey. Thanks to the solved task, long-term and especially systematic monitoring of groundwater table level changes was ensured at the

same time at plenty of the landslide sites. In addition, in the most important localities, groundwater table level measurements were provided continuously – by automatic level meters, exceptionally also using pore pressure sensors.

Manuskript doručený:	21. 1. 2022
Revidovaná verzia doručená:	18. 2. 2021
Manuskript akceptovaný redakčnou radou:	24. 2. 2022

Stratigrafické a paleoekologické vyhodnotenie asociácie dierkavcov z vrtu HC-4 (Holíč, Viedenská panva)

Stratigraphic and paleoecological assesment of the foraminiferal association from the HC-4 well (Holíč, Vienna Basin)

NATÁLIA HUDÁČKOVÁ¹, JAROSLAVA BABEJOVÁ-KMECOVÁ¹, ADAM HETES¹, OLEXI NESTERENKO¹, RICHARD HUPKA¹ a JÚLIA ZERVANOVÁ²

¹ Katedra geológie a paleontológie PriF UK v Bratislave, Ilkovičova 6, Mlynská dolina 1, 842 15 Bratislava

² Drobného 16, 841 01 Bratislava

© Autori 2021. Vydal ŠGÚDŠ. Licencia Creative Commons BY 4.0. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Abstrakt. V roku 2020 spoločnosť Aqua-Geo v blízkosti vrtu pre vodný zdroj Holíč zrealizovala kontrolný vrt HC-4 s cieľom vybudovania nového vodného zdroja. Táto práca sa zaoberá interpretáciou asociácií dierkavcov získaných z neogénnych (sarmatských) sedimentov holičského a skalického súvrstvia (Viedenská panva) získaných z výplachových úlomkov vrtu. Sedimenty boli na základe výskytu vedúcich fosílií bentických dierkavcov zaradené do zóny Elphidium hauerinum (130 – 88 m) holičského súvrstvia a v intervale 88 – 3 m do vrchného sarmatu zóny Porosonion granosum skalického súvrstvia. Počas sedimentácie sa prostredie niekoľkokrát zmenilo, menil sa hlavne obsah kyslíka v sedimente a salinita vody. Vo vrte sme určili štyri asociácie dierkavcov indikujúce rôzne typy plytkovodného paleoprostredia, ktoré sa odlišovali rôznym obsahom kyslíka pri dne a salinitou. Asociácia dierkavcov (1) s dominanciou rodu *Ammonia* je typická pre eutrofné prostredie so zníženým obsahom kyslíka, s normálnou morskou salinitou, (2) asociácia s dominanciou kýľových elfidií charakterizuje prostredie dobre vetrané, oligotrofné, s porastom rias alebo morskej trávy. Prostredie (3) s prevahou miliolidných dierkavcov predstavuje hypersalinické plytkovodné prostredie s dnom porasteným rastlinami. Najmladšiu a zároveň najplytšiu asociáciu predstavuje asociácia s prevahou zástupcov rodov *Miliammina* (4) a *Trochammina* pochádzajúcich z eutrofných podmienok tidálnej plošiny, často s nízkym obsahom kyslíka.

KLúčové slová: miocén, Centrálna Paratetýda, Viedenská panva, sarmat, dierkavce, holičské súvrstvie, skalické súvrstvie

Abstract. HC-4 well was drilled nearby the Holíč water reservoir well in 2020 by Aqua-Geo company to build a new water reservoir. This work aims to interpret foraminifera associations from the ditch cuttings of the Neogene (Sarmatian) sediments of the Holíč and Skalica formations (Vienna Basin). Deposits from (130 – 88 m) were assigned to the *Elphidium hauerinum* Zone of the Holíč Fm. and (88 – 3 m) into the upper Sarmatian of the *Porosonion granosum* Zone of the Skalica Fm. based on the occurrence of benthic index fossils. The paleoenvironment changed several times during sedimentation, mainly the oxygen content in the sediment and the salinity. We identified four foraminifera associations indicating different shallow water paleoenvironments based on other oxygen content and salinity at the bottom. Dominance of the *Ammonia* genus (1) association typical of eutrophic environments with reduced oxygen content and normal marine salinity, (2) association with the dominance of keeled-elphidia characterizes oligotrophic well-ventilated algae or seagrass environments. The predominance of miliolid foraminifera (3) is typical of a hypersaline, shallow water environment with a plant-covered bottom. The predominance of *Miliammina* and *Trochammina* (4) represents the youngest and shallowest association representing

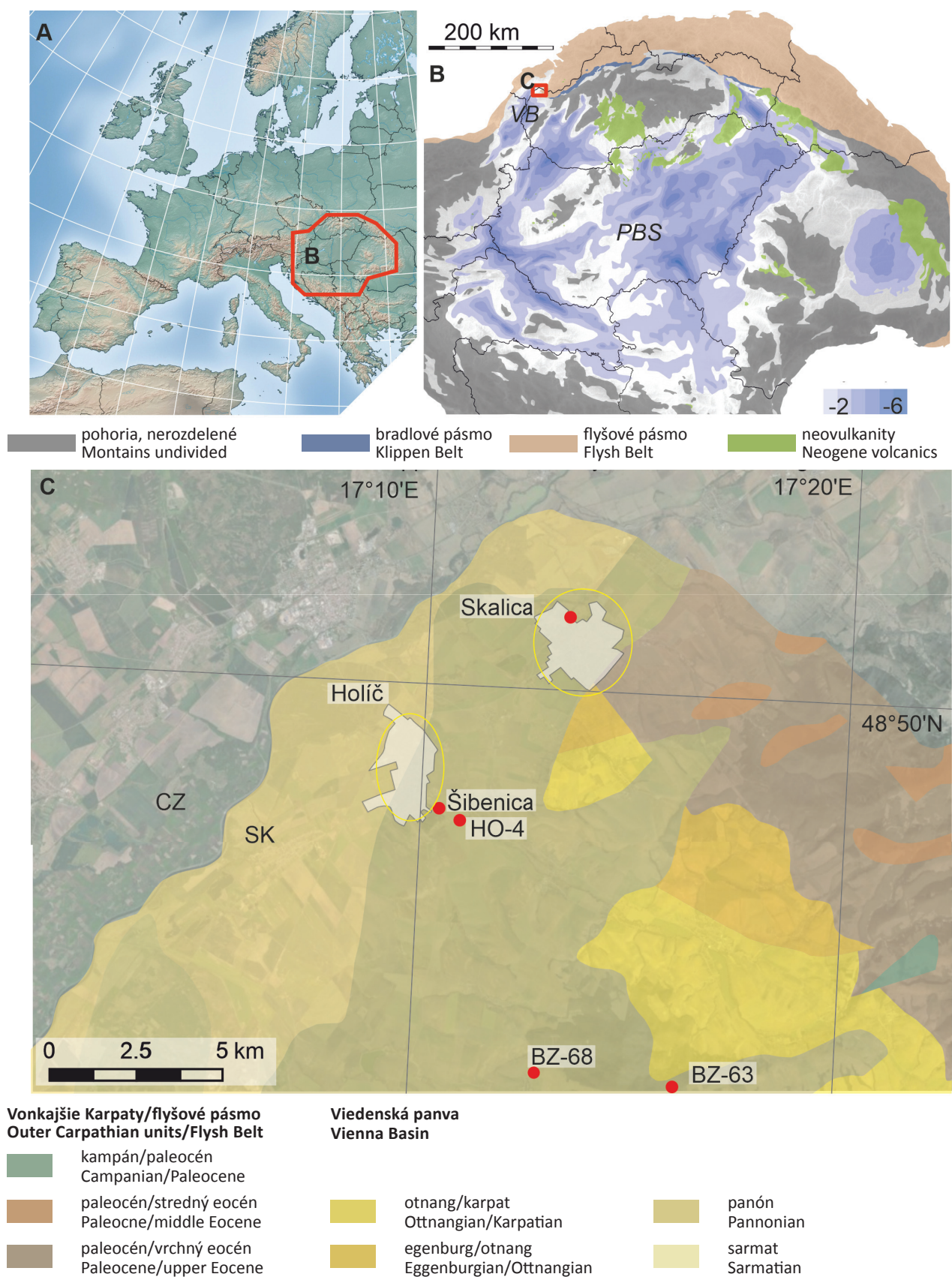
eutrophic conditions of the tidal plateau, often with low oxygen content.

Key words: Miocene, Central Paratethys, Vienna Basin, Sarmatian, Foraminifera, Holíč Fm., Skalica Fm.

Úvod

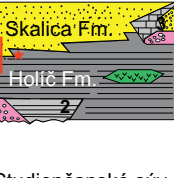
V rámci predmetu metódy mikropaleontologického výskumu študenti študijného programu paleontológia Prírodovedeckej fakulty Univerzity Komenského v Bratislave získavajú materiál na praktické štúdium priamou návštevou geologických odkryvov alebo od geologických firiem a inštitúcií. Spoločnosť Aqua-Geo je jednou zo spoločností, ktorá spolupracuje pri výchove študentov a v určitých prípadoch umožňuje účasť študentov pri vŕtaní a odbere vzoriek, ako aj pri spracúvaní materiálu. V roku 2020 spoločnosť Aqua-Geo v blízkosti vrtov pre vodný zdroj Holíč zrealizovala kontrolný vrt HC-4 (obr. 1) s cieľom vybudovania nového vodného zdroja. Počas vŕtania sa odoberali výplachové úlomky, ktoré boli použité na mikropaleontologickú analýzu. Vzorky z povrchových odkryvov Šibenica (kataster mesta Holíč) boli získané počas riešenia projektu 037UK-4/2019 *Pozvi svojich spolužiakov na expedíciu po geologických zaujímavostiach v blízkosti svojho bydliska* v spolupráci s Dr. Semanom. Táto práca sa zaoberá nálezmi fosilnej fauny v uvedených horninových vzorkách. Fosílie z výplachových úlomkov vrtu boli porovnané s fosíliami z výplavov získaných z odkryvov na lokalite Holíč, vrch Šibenica (obr. 1, 2) v záreze cesty, a dierkavcami z profilu v Skalici publikovanými v práci Fordinála a Zlinskej (1998).

Sedimenty sarmatského sedimentačného cyklu Viedenskej panvy pozostávajú z dvoch súvrství (obr. 2): holičské súvrstvie (spodný sarmat) a skalické súvrstvie (vrchný sarmat) (Elečko a Vass, 2001; Vass, 2002; Harzhauser a Piller, 2004). Holičské súvrstvie predstavuje 200 – 400 m hrubý komplex sedimentov vzniknutých v brakickom morskom prostredí (Elečko a Vass, 2001). Stratigraficky ho reprezentuje zóna *Elphidium reginum* (Grill, 1941) v pieskoch vrchnej časti súvrstvia a zóna *Elphidium hauerinum* (Grill, 1941) v ílovitom vývoji vyššej časti (Kováč et al., 2004;



Obr. 1. Poloha študovaného územia: A) mapa Európy, červený polygón označuje miesto študovanej oblasti v Centrálnnej Paratetýde, červený obdĺžnik označuje detail Viedenskej panvy; C) zobrazuje polohu študovaných lokalít (vrt HC-4 a odkryv Šibenica), ako aj porovnávacej lokality (čiastočný stratotyp skalického súvrstvia) a vrtu (BZ-68 a BZ-63) dokumentujúce holičské súvrstvie.

Fig. 1. Location of the studied area: A) map of Europe, the red polygon indicates the location of the studied area in the Central Paratethys, the red rectangle indicates the detail of the Vienna Basin; C) shows the location of the studied localities (HC-4 well and Šibenica outcrop) as well as the comparison locality (part of the stratotype of the Skalica formation) and boreholes (BZ-68 and BZ-63) documenting the Holíč formation.

Mil. r. Ma	Štandardná chronostratigrafia Standard chronostratigraphy			Biozóny / Biozones					Litostratigrafia Lithostratigraphy		
	Epocha / Epoch	Vek, stupeň/Age, Stage		Globálna Global (p. foram.)	Global. (NN)	VB (bent. foram.) Grill, 1941; Papp, 1974	VB (bent. foram.) neformálne/informal Zapletalová, 1964; Hudec, 1992	CP (bent. foram.) Cicha et al., 1975	Vass, 2002	Harzhauser et al., 2020	
		M	CP								
11	miocén/Miocene	tort. Tort.	panón Pannon.	M11	NN7	Porosonion granosum	Trochammina		HC-4 Šibenica 	Skalica Fm. Brunn Mb. I Radimov Mb. I Kopčany Mb. I Holíč Fm. I	
12		seraval/Serravalian	sarmat Sarmatian	M10							
báden Badenian				M9	NN6	E. hauerinum E. reginum Anomalinoides badenensis		Elphidium reginum R. beccarii Bulimina – Bolivina S. carinata			CPN 13
											CPN 12
13					M8						CPN 10-11
								CPN 8			

Vysvetlivky: holičské súvrstvie: 1 – radimovský štrk, (Radimov Mb.), 2 – kopčianske vrstvy (Kopčany Mb.);
skalické súvrstvie: 3 – karloveské vrstvy (Karlova Ves Mb.)

Obr. 2. Stratigrafická tabuľka s vyznačením pozície študovaného vrtu HC-4 a odkryvu Šibenica (červená linka).

Fig. 2. Stratigraphic table with marked position of the studied samples from the well HC-4 and Šibenica locality (red line).

Nováková et al., 2020). Sedimenty súvrstvia vystupujú hlavne v západnej a severozápadnej časti Viedenskej panvy (Baňacký et al., 1996) pri Holiči, Skalici, Radimove, Uníne a v okolí Smrdák (Fordinál a Zlinská, 1998). Jeho názov je odvodený od mesta Holič, ktorého južné okolie je stratotypovou oblasťou tohto súvrstvia. Stratotypom je vrt Vrádište 2 od hĺbky 310 do 154 m (Elečko a Vass, 2001). Skalické súvrstvie bolo v práci Elečka a Vassa (in Baňacký et al., 1996) zahrnuté do holičského súvrstvia, ale Elečko a Vass (2001) oddelili piesčité vrchnú časť a definovali ju ako samostatné súvrstvie s čiastkovým stratotypom v meste Skalica pri autobusovej stanici. V súčasnosti je profil nedostupný, zanikol po spevňovaní svahu v areáli stanice. Názov súvrstvia je odvodený od názvu mesta Skalica.

Hoci stupeň sarmat vo Viedenskej panve so stratotypovou lokalitou v časti Viedne (Hernals, s lektotypom v Nexingu) na základe mäkkýšov vyčlenil už Suess (1866), litostratigrafické jednotky stupňa boli prvýkrát definované až pri tvorbe geologickej mapy Chvojnickej pahorkatiny (Elečko a Vass in Baňacký et al., 1996). Neskôr Elečko a Vass (2001) definovali holičské súvrstvie ako spodnú, prevažne pelitickú časť sarmatu Viedenskej panvy a vrchná, piesčitá časť bola v rovnakej práci vyčlenená ako skalické súvrstvie. V staršej literatúre Jiříček a Seneš (1974) horninové celky holičského súvrstvia uvádzali podľa dominantných terestrických ulitníkov rodu *Carychium* ako carychiové vrstvy. Marginálnym vývojom sarmatu východného okraja Viedenskej panvy sú karloveské vrstvy (Nagy et al., 1993), ktoré Harzhauser a Piller (2004) zaradili k holičskému súvrstviu.

Sedimenty holičského súvrstvia predstavujú transgresívne súvrstvie (Baňacký et al., 1996; Elečko a Vass, 2001; Harzhauser a Piller, 2004; Kováč et al., 2008), v spodnej časti ho predstavujú kopčianske vrstvy. Ide o pestrý, zelený, žltý, modrastý, sivý a škrvňitý vápnitý íl s polohami piesku, rozpadavého pieskovca alebo prachu a s tenkými polohami kyslého tufu (Baňacký et al., 1996; Elečko a Vass, 2001; Harzhauser a Piller, 2004). Pieskov a pieskovcov smerom

k okraju panvy ubúda, sú horizontálne alebo šikmo zvrstvené a obsahujú syndimentárne textúry (Elečko a Vass, 2001). Tie sa vyskytujú v kútskej a kopčianskej prepadline, v okolí Studienky a v hradišskej a centrálnej moravskej priehlbine (Jiříček a Seneš, 1974; Jiříček, 1988; Elečko a Vass, 2001). Vyššie v spodnej časti súvrstvia sa nachádza radimovský štrk (Elečko a Vass in Baňacký et al., 1996; Elečko a Vass, 2001) s dobre opracovanými a slabó vytriedenými obliakmi s jemnozrnným až strednozrnným piesčitým matrixom z vápnitého pieskovca a piesčitého karbonátu pochádzajúceho z myjavského paleogénu, zriedkavejšie sú prítomné obliaky z flyšového pieskovca (Elečko a Vass, 2001).

Z faunistického hľadiska sedimenty holičského súvrstvia obsahujú brakické spoločenstvá dierkavcov zón *Elphidium reginum* (zóna veľkých elfidií) a *Elphidium hauerinum* (*sensu* Grill, 1941). V kopčianskych vrstvách sa našli aj schránky mäkkýšov rodu *Planorbis* a druhov *Monacha punatigera*, *Carychium minimum* a lastúrníček rodu *Candona* a *Candoniella* (Jiříček, 1988). V podloží radimovského štrku chudobného na faunu sa zistili peľové zrná (vrt BZ-68) a lastúrníčky (vrt BZ-63) (obr. 1) (Elečko a Vass, 2001). Smerom na juh sedimenty holičského súvrstvia prechádzajú do brakických facií aluviálnych rovin a šelfu (Kováč et al., 2004), čo dokumentujú plytkovodné dierkavce rodu *Ammonia*, *Porosonion* a *Quinqueloculina* (Kováč et al., 2008).

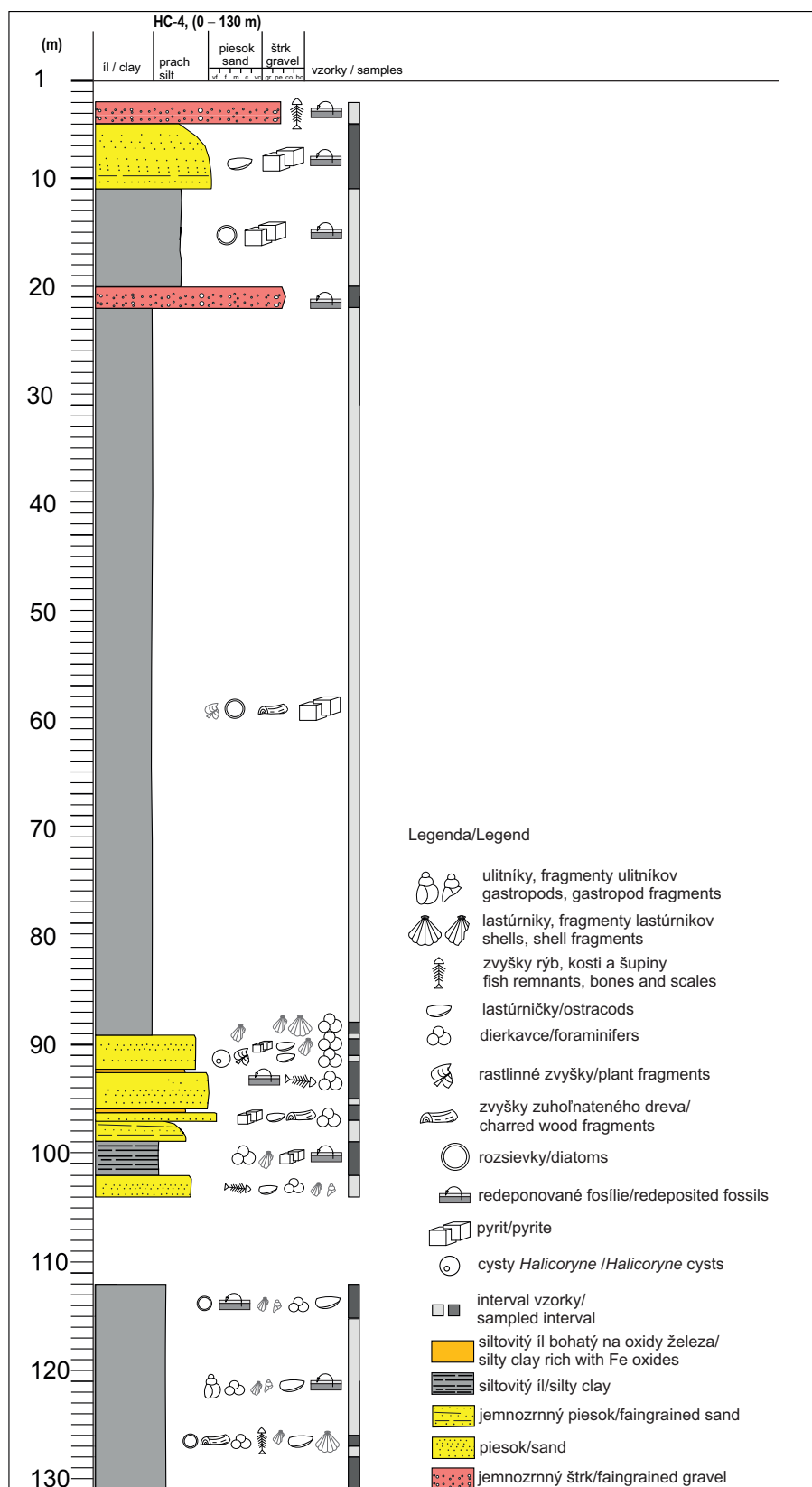
Skalické súvrstvie je hrubé rádovo niekoľko 100 m (Vass, 2002) až 200 m (Fordinál et al., 2013). Prevládajúcim litotypom je jemno- až strednozrnný piesok/pieskovec sivej a sivožltej farby s horizontálnym, čerinovým a šikmým zvrstvením. V pieskoch/pieskovcoch, obzvlášť na bázach lavíc, je hojná fauna lastúrníkov, miestami tvoriaca lumachely. Sedimenty súvrstvia vznikali v prostredí delty (Vass, 2002). Skalické súvrstvie je rozšírené v s. časti Viedenskej panvy, na úpätí a na svahoch Malých Karpát. Vek súvrstvia je určený hlavne podľa fauny mäkkýšov (*Pirenella picta mitralis*, *Acteocina lajonkaireana*, *Ervilia dissita podolica*,

Cardium laticulcum a *Mastra vitaliana*) ako stredný a neskorý sarmat (Vass, 2002). Z dierkavcov sa v sedimente na stratotypovom odkryve vyskytujú najmä druhy *Porosonion granosum* a *Ammonia beccarii* (Fordinál a Zlinská, 1998).

Metodika a materiál

Vrt HC-4 zrealizovala spoločnosť Aqua-Geo v blízkosti pôvodných vrtov HC-1 až HC-3 vodného zdroja (obr. 1). Presná lokalizácia vrtu tak ako starších vrtov nie je sprístupnená do roku 2030 (Pospiechová a Tomecz, 2018). Z vrtu boli odobraté výplachové úlomky, pričom interval odberu nebol pravidelný. Odber sa robil vtedy, keď sa zmenil typ sedimentu. V prípade stabilného typu horniny sa odoberala jedna kumulovaná vzorka v súlade s pravidlami spoločnosti. Litologická schéma (obr. 3) zobrazujúca priebeh vrtu bola odvodená zo štúdia vzoriek pred plavením a doplnená výsledkami zo štúdia výplavov. Z celého vrtu, ktorý dosiahol hĺbku 130 m, sa odobralo 20 vzoriek (obr. 2) z intervalov: 3 – 4 m, 4 – 10 m, 10 – 19 m, 19 – 21 m, 21 – 88 m, 88 – 89 m, 89 – 89,5 m, 89,5 – 91 m, 91 – 91,5 m, 91,5 – 95 m, 95 – 95,5 m, 95,5 – 96 m, 96 – 98 m, 98 – 101 m, 101 – 103 m, 111–113m, 113–125m, 125–126m, 126 – 127 m a 127 – 130 m. Vzorky z vrtu boli doplnené vzorkami z prírodného odkryvu na lokalite Šibenica v katastri obce Holíč (obr. 1).

Vzorky horniny sa vysušili a 50 g suchého materiálu sa zališlo 5 % roztokom H_2O_2 . Po odznení reakcie sa vzorky dekantovali demineralizovanou vodou a ponechali 2 dni na macerácii. Macerované vzorky sa plavili pod prúdom vody na sústave sít s priemerom ôk 1 mm a 0,071 mm. Výplav bol vysušený a pozorovaný pod binokulárnym mikroskopom Leica SMZ 750. V prípade veľmi znečistených vzoriek boli vzorky podrobené dodatočnej macerácii v prípravku Revoquat®. Z každej



Obr. 3. Litologický opis vrtu s vyznačením odberu vzoriek a schematickým označením výskytu fosílií.

Fig. 3. Schematic well log with marked sampled points and schematic fossil distribution.

vzorky bolo separovaných 250 jedincov dierkavcov (Koubová a Hudáčková, 2010), jedince sú uložené v Chapmanových schránkach. Určovali sa do druhej úrovne v súlade s prácami Luczkowskej (1972, 1974), Pappa a Schmida (1985), Cichu et al. (1998) a Loeblich a Tappanovej (1992). Redepozície dierkavcov sa určovali podľa postupov uvedených v práci Holcovej (1999) a podľa zachovania stien schránok (fototab. 1, obr. 23, 24). Významné druhy dierkavcov boli zobrazené pomocou SEM mikroskopu QUANTA FEG 250 (fototab. 1). Paleoenvironmentálna interpretácia asociácie dierkavcov v jednotlivých vzorkách vychádza z analýzy dominancie (percentuálneho obsahu paleoekologických indikátorov) v zmysle Murraya (2006) a morfológických skupín v zmysle Langer (1988), ktoré boli doplnené o informácie na základe štúdia diverzity s použitím vzťahu Shannon_H (Shannon, 1948; Murray, 2006). Horninový materiál, zvyšky výplavov a vybrané fosílie sú uložené v zbierkach Katedry geológie a paleontológie PriF UK v Bratislave.

Výsledky

Zo študovaného horninového materiálu, ktorý pochádzal z odkryvov na lokalite Šibenica na okraji mesta Holíč a z 20 vzoriek vrtu HC-4, sa vyhodnocovali asociácie

dierkavcov. Všeobecne boli sedimenty tvorené sivými piesčitými vápnitými ílmi s vrstvami sivých a sivobielych pieskov a rozpadavých pieskovcov so zvyškami pevnejších organogénnych hornín (obr. 2). Vzorky pochádzali z výplachových úlomkov, ktoré sa odoberali z dlhších úsekov (kumulované vzorky). Vyhodnotené asociácie vykazovali veľmi rôznorodé typy zachovania a tafonomického poškodenia (tab. 1; fototab. 1, obr. 6, 8, 16, 17, 19, 21, 22, 23, 24). Z anorganických súčastí výplavov sa hojne vyskytovali ováľané klasty kremeňa a karbonátov, rôzne zachované klasty sľudy, pyrit, zriedkavo glaukonit a vzácne pyroxény. Z organických klastov sa okrem schránok dierkavcov vo výplavoch hojne vyskytovali zvyšky schránok mäkkýšov (ulitníkov a lastúrníkov) a lastúrníček, zriedkavo sa vyskytovali rekryštalizované schránky mrežovcov (*Spumellaria*), ihlice hubiek a ascidií, dobre zachované, ale aj pyritizované téky centrálnych rozsievok a cysty zelených rias rodu *Halicoryne*. Na niektorých schránkach dierkavcov boli identifikované povlaky kokolitov, pravdepodobne druhu *Reticulofenestra minuta* (fototab. 1, obr. 23 – 27).

Asociácie dierkavcov boli získané prakticky zo všetkých študovaných vzoriek (príloha 1). Spolu sme určili 65 druhov dierkavcov, z toho 10 taxónov pre zlé zachovanie schránok ostalo v otvorenej systematike. Väčšina (63 druhov) patrí k bentickým dierkavcom, 2 druhy

Tab. 1. Stručné opisy študovaných výplavov z vrtu HC-4 a z lokality Šibenica.

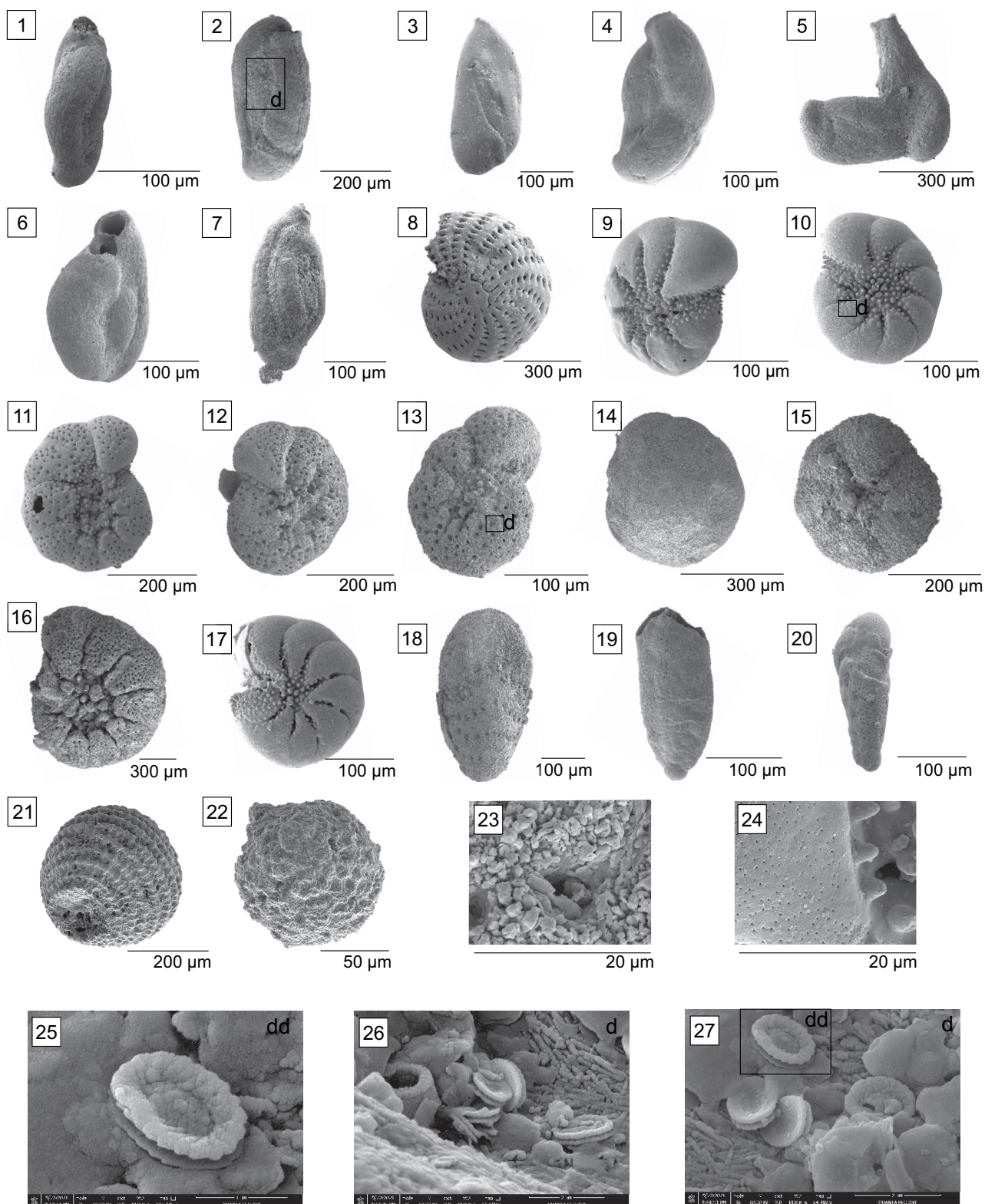
Tab. 1. Brief descriptions of the studied micropaleontology samples from the HC-4 well and from the Šibenica locality.

Interval odberu vzorky [m]		Opis výplavu
Odkryv Šibenica 1, 2		Výplav obsahuje množstvo zvyškov schránok mäkkýšov a ulitníkov, valvy lastúrníček, zvyšky kolónií machoviek a <i>Ophiomorpha</i> . V asociácii dierkavcov prevažujú elfidiá, hojne sú aj aberantné formy a redeponované dierkavce vrchného bádenu <i>Uvigerina bellicostata</i> a <i>Melonis pompilioides</i> .
3	4	Výplav obsahuje jemnozrnný štrk s pieskom, ováľané zrná a veľké kryštály sľudy. Z organických klastov sú zastúpené valvy lastúrníček, rybce zúbky, redepozity vrchnobádenských dierkavcov <i>Pappina neudorfensis</i> a <i>Melonis pompilioides</i> .
4	10	Výplav obsahuje jemnozrnnější piesok aj autigénny pyrit. Obsahuje redepozity dierkavcov bádenu <i>Uvigerina semiornata</i> , <i>Globigerina</i> sp., <i>Praeorbulina</i> sp. a frustuly rozsievok.
10	19	Veľmi jemný výplav (takmer žiadny zvyšok v rezíduu) obsahuje množstvo autigénneho pyritu, limonit, sľudu, ploché, jemne aglutinované formy dierkavcov rodov <i>Miliammina</i> a <i>Lagenammina</i> a frustuly rozsievok.
19	21	Výplav obsahuje hrubozrnnější štrk s ostrohrannými klastami, je prevažne kremitý a sterilný na dierkavce. Obsahuje redeponované kostry mrežovcov. Vo výplave bol identifikovaný aj rybce zub rodu <i>Trichiurus</i> .
21	88	Veľmi jemnozrnný výplav obsahuje množstvo sľudy a autigénny pyrit. Z organických klastov sú prítomné redeponované schránky dierkavcov bádenu <i>Pappina neudorfensis</i> , <i>Melonis pompilioides</i> a in situ veľmi krehké, jemne aglutinované formy dierkavcov rodov <i>Miliammina</i> a <i>Lagenammina</i> .
88	89	Svetlý jemnozrnný karbonátový výplav obsahuje množstvo schránok dierkavcov, ich schránky sú silno rekryštalizované. Obsahuje množstvo úlomkov schránok mäkkýšov, prakticky 98 % výplavu tvoria organické klasty. Fosílie majú rôzny stupeň zachovania, a to od veľmi dobrého až po silne rekryštalizované neurčiteľné schránky.
89	85,5	Hrubozrnnější výplav veľmi svetlej farby obsahuje ováľané klasty kremeňa, karbonáty, ?sadrovec, úlomky vápenca s vrastenými (diageneticky vtlačenými) schránkami fosílií – schránok lastúrníkov a ulitníkov. Schránky dierkavcov sú veľmi zle zachované, rekryštalizované.
89.5	91	Výplav obsahuje klasty karbonátov, kremeňa, sľudy a pyrit, množstvo úlomkov schránok lastúrníkov a ulitníkov. Schránky dierkavcov sú rôzne zachované, hojne sa vyskytujú schránky lastúrníček.
91	91,5	Výplav obsahuje jemný piesok až úlomky pieskovca s aglutinovanými zrnami, sekundárny pyrit a zuhoľnatené rastliny. Z organických klastov obsahuje schránky dierkavcov v agregátoch, úlomky schránok mäkkýšov a lastúrníček. Schránky dierkavcov sú silne rekryštalizované.

Tab. 1 – pokračovanie.

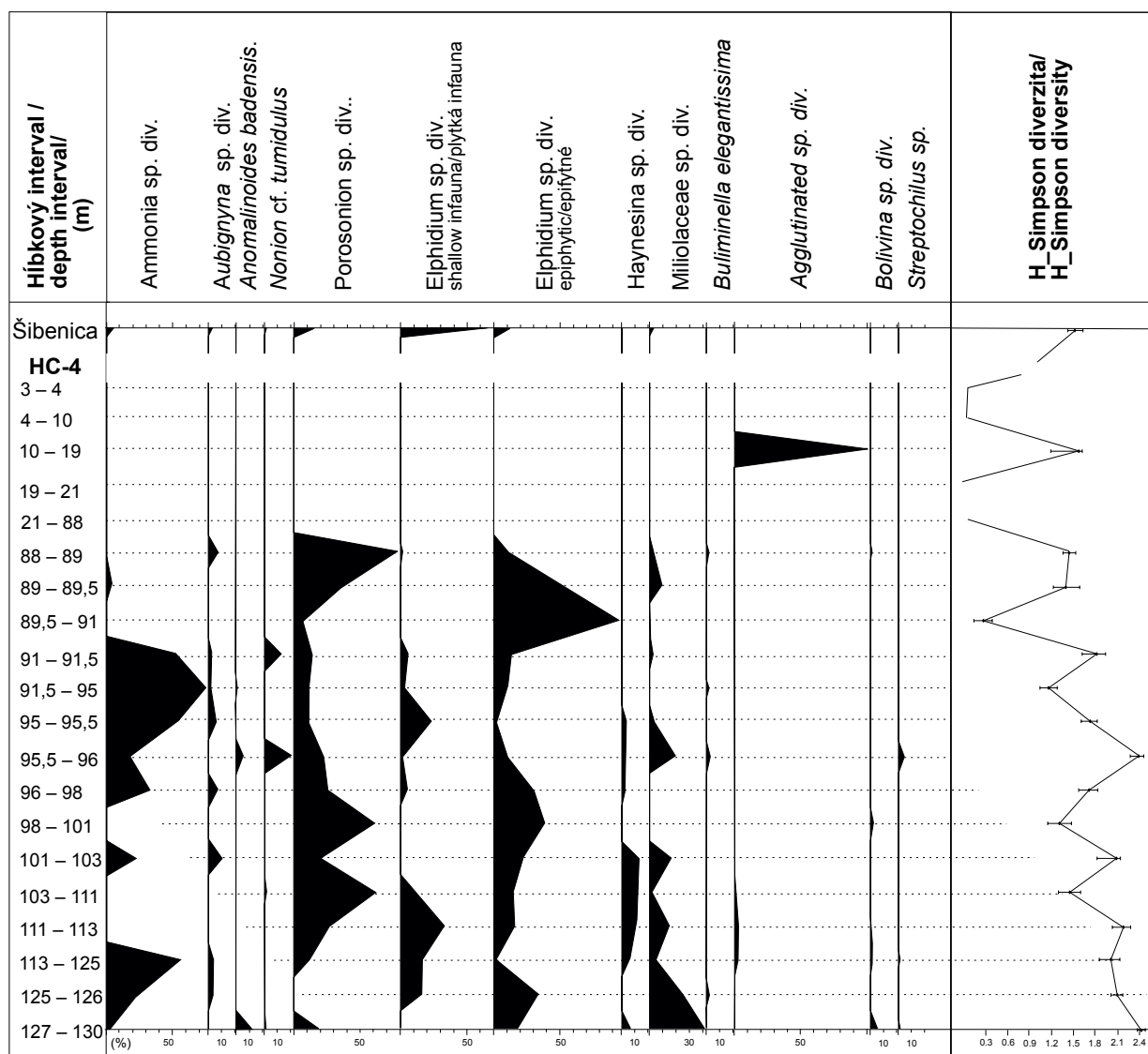
Interval odberu vzorky [m]		Opis výplavu
91,5	95	Svetlý kremitý výplav obsahuje množstvo schránok dierkavcov s veľmi rôznym spôsobom zachovania. Špeciálne schránky druhu <i>Ammonia parkinsoniana</i> sú veľmi zle zachované, často určiteľné len v imerzii. Veľmi dobre sú zachované schránky druhu <i>Porosononion granosum</i> . Rezíduum obsahuje ováľané ihlice hubiek, vzácné glaukonit, kostry mrežovcov, kosti rýb a cysty rias rodu <i>Halicoryna</i> .
95	95,5	Hrubozrnný výplav obsahuje ováľané klasty kremeňa a karbonátov a množstvo úlomkov schránok mäkkýšov. V 0,5 g výplavu sme identifikovali 1 rybí zub. Schránky dierkavcov majú rôzne typy zachovania schránok. Je pozorovateľné vtlačenie – schránky dierkavcov vtlačené do stien schránok lastúrníkov. Z dierkavcov prevažujú schránky rodu <i>Ammonia</i> , hojné sú valvy lastúrníček.
95,5	96	Kremitý výplav, ktorého klasty sú cementované, obsahuje limonit, uhlie, kryštály sľudy, pyrit a zvyšky nerozplaveného ílu. Z organických zvyškov sa vo výplave nachádzajú úlomky makrofosílií, rybie kosti a pyritizované frustuly rozsievok.
96	98	Jemnozrnný výplav obsahoval klasty ostrohranného kremeňa, často cementované k sebe, úlomky váľv lastúrníček, pyrit, uhlie a rybie kosti. Schránky dierkavcov sú veľmi zle zachované, veľmi dobre sú zachované niektoré schránky rodu <i>Porosononion</i> .
98	101	Výplav obsahuje jemnozrnný sediment, zvyšky nerozplaveného ílu, sľudu, valvy lastúrníček, uhlie, ováľané ihlice hubiek, redepozity kostier mrežovcov a ihlice ascidií.
101	103	Výplav obsahuje cementované ostrohranné zrná kremeňa, malé množstvo úlomkov schránok mäkkýšov, málo kryštálov sľudy, vzácné glaukonit, kostry mrežovcov a valvy lastúrníček. Schránky dierkavcov sú ováľané a polámané, valvy lastúrníček sú tiež polámané.
111	113	Výplav je tvorený jemnozrnným materiálom, z anorganických klastov obsahuje kremenné a karbonátové zrná, autigénny pyrit a oxidy Fe. Z organických klastov obsahuje množstvo úlomkov a juvenilných schránok lastúrníkov a ulitníkov, napríklad zavinutce, zachovaná je farebnosť fosílií. Menej často sa vyskytli ováľané ihlice hubiek, valvy lastúrníček, šupiny a kosti rýb, redeponované schránky dierkavcov rodu <i>Cassidulina</i> , cysty rias rodu <i>Halicoryne</i> , vzácné uhlie a kostry mrežovcov.
113	125	Výplav obsahuje jemný sediment, množstvo sľudy, drvinu schránok mäkkýšov (ulitníkov a lastúrníkov), kostry mrežovcov a valvy lastúrníček rôznej veľkosti. Zachovaná je farebnosť fosílií.
125	126	Výplav obsahuje jemnozrnný sediment, prevažne kremitý, obsahuje množstvo sľudy, zriedkavo obsahuje oxidy Fe, z organických zvyškov vzácné obsahuje uhlie, veľké úlomky schránok mäkkýšov, hojne sa vyskytujú rekryštalizované schránky dierkavcov. Vzácné sú kostry mrežovcov.
126	127	Jemnozrnný kremitý výplav obsahuje množstvo sľudy, limonit, množstvo drvinu schránok mäkkýšov, otolity rýb, lastúrníčky a redepozity schránok dierkavcov bádenu. V asociácii dierkavcov prevažujú schránky rodu <i>Elphidium</i> .
127	130	Jemnozrnný kremitý výplav obsahuje kryštály sľudy, veľa schránok juvenilných ulitníkov, uhlie, frustuly rozsievok a kostičky rýb. V asociácii dierkavcov prevažujú schránky rodov <i>Elphidium</i> , <i>Porosononion</i> a miliolidné dierkavce.

- | | | | | | |
|---------|---|---|---------|---|--|
| 1, 2 | – | <i>Quinqueloculina akneriana</i> D'ORBIGNY, 1846; | 15 | – | <i>Ammonia parkinsoniana</i> (D'ORBIGNY, 1839), umbilikálna strana / umbilical side; |
| 3 | – | <i>Pseudotriloculina consobrina</i> (D'ORBIGNY, 1846); | 16 | – | <i>Porosononion granosum</i> (D'ORBIGNY, 1846); |
| 4 | – | <i>Varidentella reussi</i> (BOGDANOVICH, 1947); | 17 | – | <i>Haynesina depressula</i> (WALKER & JACOB, 1798); |
| 5 | – | <i>Articulina problema</i> BOGDANOWICZ, 1952; | 18 | – | <i>Porosononion granosum</i> (D'ORBIGNY, 1846), aperturálna strana / apertural side; |
| 6 | – | <i>Articularia articuloides</i> (GERKE & ISSAEVA, 1952); | 19 | – | <i>Bolivina</i> sp. indet; |
| 7 | – | <i>Cycloforina hauerina</i> (D'ORBIGNY, 1846); | 20 | – | <i>Bolivina sarmatica</i> DIDKOVSKIY, 1959; |
| 8 | – | <i>Elphidium glabrum</i> BYSTRICKÁ, 1976; | 21 – 22 | – | kostry mrežovcov radu Spumellaria s rôznym typom zachovania kostry / Radiolarians (order Spumellaria) showing different preservation of the skeletons; |
| 9 – 10 | – | <i>Haynesina germanica</i> (EHRENBERG, 1840); | 23 | – | <i>Reticulofenestra minuta</i> ROTH, 1970; |
| 11 | – | <i>Porosononion granosum</i> (D'ORBIGNY, 1846), špirálna strana dobre zachovaného jedinca / spiral side of the well preserved test; | 25 | – | povlak kokolitov (<i>Reticulofenestra minuta</i> ROTH, 1970) na schránke dierkavca / a coccolith plaque on the foraminiferal test. |
| 12 – 13 | – | <i>Porosononion granosum</i> (D'ORBIGNY, 1846), výrazne rekryštalizovaná stena schránky / hardly recrystallized test wall; | | | |
| 14 | – | <i>Ammonia parkinsoniana</i> (D'ORBIGNY, 1839), špirálna strana / spiral side; | | | |



Fototab. 1. Najčastejšie sa vyskytujúce mikrofosílie vo vrtu HC-4 (interval 95 – 96 m), vyobrazenia pomocou SEM QUANTA FEG 250, operátor Dr. Ivan Kostič.

Fototab. 1. The most common microfossils in the HC-4 well (interval 95 – 96 m), images using SEM QUANTA FEG 250, operator Dr. Ivan Kostič.



Obr. 4. Percentuálny obsah ekologicky významných skupín dierkavcov a zmeny diverzity asociácií dierkavcov získaných zo vzoriek vrtu HC-4 a na lokalite Šibenica.

Fig. 4. Content of the ecologically important foraminiferal groups and changes in the diversity of foraminiferal associations obtained from samples of the HC-4 well and at the Šibenica locality.

k planktonickým. Spolu bolo vybratých 4 324 schránok dierkavcov. Zachovanie schránok a významné taxóny sú vyobrazené na fototab. 1.

Zo stratigraficky významných druhov boli vo vrte HC-4 boli identifikované *Praeorbulina glomerosa* (interval 4 – 10 m), *Elphidium reginum* (interval 98 – 101 m) a *Elphidium hauerinum*, ktoré sa v študovanom vrte prvýkrát vyskytlo vo vzorke z intervalu 127 – 130 m (112 jedincov) a vyskytovalo sa s rôznou abundanciou až do intervalu 21 – 88 m.

Počet organických zvyškov vo výplavoch bol generálne vysoký, obsah schránok dierkavcov kolísal. Najvyššiu hojnosť dierkavcov mali vzorky z intervalov 127 – 130 m (645 jedincov na 0,5 g výplavu), 88 – 89 m, 91 – 91,5 m a 91,5 – 95 m (viac ako 400 jedincov na 0,5 g výplavu). Na odkryve Šibenica vo vrte HC-4 v intervaloch 95,5 – 96 m a 126 – 127 m sa nachádzalo viac ako 300 jedincov na 0,5 g výplavu. Najmenej schránok dierkavcov bolo vo vzorkách

z najplytších intervalov vrtu 3 – 4 m a 4 – 10 m (do 25 jedincov na 0,5g výplavu) a vo vzorke z intervalu 101 – 103 m (35 jedincov na 0,5 g výplavu).

Percentuálny obsah dierkavcov v asociáciách zo vzoriek uvádzame v prílohe 1. Najčastejšími vo všetkých študovaných vzorkách boli zástupcovia rodov *Elphidium* a *Ammonia* (obr. 4). Zástupcovia rodu *Elphidium* boli zároveň druhovo najbohatšie (15 druhov). Najvýraznejšie boli zastúpené kýlové typy elfidií (do 90 %) vo vzorkách z intervalu 89,5 – 91 m a 96 – 101 m. Nekýlové typy sa hojnejšie vyskytli v intervale 111 – 126 m. Výskyt druhov rodu *Porosonion* pozitívne koreluje s výskytom kýlových elfidií (obr. 4). Najvyššiu abundanciu dosahuje vo vzorkách z intervalu 88 – 89 m (80 %) a 111 – 113 m (60 %). Zástupcovia rodu *Ammonia* sa najhojnejšie vyskytujú v intervaloch 91 – 95,5 m a 113 – 126 m (75, resp. 50 %), v hĺbke 95,5 – 96 m a 127 – 130 m sa hojnejšie vyskytoval aj druh *Anomalinoidea badensis* (5, resp. 10 %).

Okrem dominancie sme vyhodnocovali druhovú diverzitu asociácií a komplexnú diverzitu podľa vzorca Shannon_H (Shannon, 1948). Druhová diverzita študovaných asociácií je nízka, dosahuje hodnoty od 1 (3 – 4 m) do 19 (125 – 126 m) druhov, pričom hodnoty diverzity Shannon_H dosahujú priemernú hodnotu 1,49. Hodnoty indexu sa zvyšujú smerom k najspodnejším častiam vrtu (obr. 4). Najvyššia hodnota diverzity sa zistila v intervale 127 – 130 m (~2,4) a 113 – 126 m (~2,1). Vo vzorkách boli identifikované horizonty bohaté na miliolidné dierkavce (25 – 30 % v intervale 125 – 130 m a 20 % v intervaloch 95,5 – 96 m, 101 – 103 m a 111–113 m; obr. 4, fototab.1). Asociácia dierkavcov z povrchového odkryvu (Šibenica) je na základe podobného pomerného zastúpenia druhov *Elphidium macellum*, *E. glabrum* a *Porosonion granosum* najpodobnejšia asociácii z hĺbky 113 – 125 m.

Interpretácia a diskusia

Asociácie dierkavcov boli získané predovšetkým z výplachových úlomkov, ktoré sa odoberali z dlhších úsekov vrtu (kumulované vzorky), a teda predstavujú kumulované vzorky zmiešaných, časovo spriemerovaných spoločenstiev. Zachovanie schránok hovorí o ich možnom krátkom transporte (polámané schránky) (fototab. 1, obr. 6, 8, 17, 19) a o veľmi silnej rekryštalizácii počas diagenézy (fototab. 1, obr. 13, 15, 18), prípadne počas dlhej expozície na morskom dne (Tomášových et al., 2016) s vysokou mineralizáciou (Czepiec a Kotarba, 1998; Jasionowski, 2006). Na niektorých schránkach dierkavcov boli identifikované povlaky kokolitov (fototab. 1, obr. 23, 24, 25) druhu *Reticulofenestra minuta*, ktoré môžu potvrdzovať teóriu o dlhej expozícii na morskom dne (Tomášových et al., 2016). Zo stratigrafického hľadiska boli určené indexové dierkavce bádenu (*Praeorbulina glomerata*, *Pappina neudorfensis*, *Uvigerina bellicostata* a *U. semiornata*), pri ktorých predpokladáme redeponovanie zo starších sedimentov, podobne, ako uvádzajú Fordinál a Zlinská (1998). Morské spojenie medzi Viedenskou panvou a tetýdnou oblasťou počas vrchného sarmatu (Fordinál a Zlinská, 1998) na základe našich zistení nemôžeme potvrdiť. Rovnako kostry mrežovcov radu Spumellaria (fotoab. 1, obr. 21, 22) pokladáme za re-sedimentované klasty z mezozoických sedimentov. Výskyt indexových druhov sarmatu (*Elphidium reginum* a *Nonion tumidulus*), prítomných prakticky od najspodnejších vzorkovaných intervalov vrtu (príloha 1), dokumentuje sarmatský vek horninového sledu, ale najspodnejší sarmat, zónu *Anomalinoidea dividens* a zónu *Elphidium reginum* (Grill, 1941), v prevrátnom komplexe nepotvrdzujeme. Asociácia spoločenstva obsahovala okrem indexových fosílií druhy ako *Elphidium macellum* a *E. glabrum*, podobne, ako uvádzajú Zlinská in Baňacký et al. (1996), a zaraďujú ich do zóny „veľkých elfidií“ v zmysle Grilla (1941). Tieto druhy sú však hojné v celom profile vrtu HC-4 až po interval 88 m – 21 m. Asociácie dierkavcov zo študovaných vzoriek (interval 126 – 130 m) obsahujú vysoké zastúpenie druhu *E. hauerinum* vyskytujúceho sa od stredného sarmatu (Cicha et al., 1998), preto sa prikláňame k strednosarmatskému veku (vrchnej časti spodného sarmatu v zmysle: Harzhauser a Piller, 2004; Kováč et al., 2018) spodnej časti

prevrátného sledu sedimentov. Asociácie dierkavcov z intervalov v hĺbke 91,5 – 96 m sú veľmi podobné asociácii z vrstvy 4 na odkryve v Skalici (Fordinál a Zlinská, 1998), ktorá je na základe asociácie lastúrníček zaradená k vrchnému sarmatu, na základe lastúrníkov k najspodnejšiemu vrchnému sarmatu. Od hĺbky 88 – 89 m sa početnosť elfidií znižuje a prevažuje zónový druh *Porosonion granosum*. Z hľadiska fauny dierkavcov by sme mohli predpokladať zónu *Porosonion granosum* (*sensu* Grill, 1941) vrchného sarmatu, čo by však hovorilo o príslušnosti vrchnej časti prevrátného sedimentu k skalickému súvrstviu. V najvyšších intervaloch vrtu (10 – 88 m) sa vyskytujú aglutinované typy dierkavcov ako *Trochammina kibleri* a *Miliammina subvelatina*, zvyčajne pokladané za typické pre sediment najspodnejšieho panónu (Jiříček, 1972, 1974; Jámboř et al., 1985; Fuchs a Schreiber, 1988; Cicha et al., 1998). Ich stratigrafický význam sa však nepotvrdil (Hudáčková et al., 2018), preto nevieme s určitosťou tvrdiť, že ide o sediment panónu.

Z paleoekologického hľadiska sme identifikovali asociácie s prevahou zástupcov výrazných ekologických skupín: (1) asociácia s dominanciou rodu *Ammonia*, asociácia (2) s prevahou kýlových elfidií, asociácia (3) s prevahou miliolidných dierkavcov a asociácia (4) so zastúpením rodov *Trochammina* – *Miliammina*. Na základe ekologických nárokov týchto druhov každé zo spoločenstiev reprezentuje určitý typ veľmi plytkovodného paleoprostredia. Druhy rodu *Ammonia* žijú v prostrediach bohatých na prísun potravy, často dokážu prežívať v anoxickom prostredí (Murray, 2006; Gupta et al., 1996). Prostredie vzniku sedimentov, v ktorých sme identifikovali asociáciu s ich prevahou, preto interpretujeme ako plytkovodné, eutrofné, často až s anoxickými podmienkami. Nevylučujeme ani možnosť, že v prípade poškodených schránok boli schránky zástupcov rodu *Ammonia* z originálneho sedimentu búrkovým vlnením prenesené do blízkeho energetickejšieho prostredia (113 – 126 m a 91 – 95,5 m). Asociácia s prevahou zástupcov rodu *Elphidium* s kýlom (2) predstavuje spoločenstvo plytkých, dobre vetraných oligotrofných prostredí s porastom rias alebo morskej trávy, na ktorých kýlové elfidiá žijú (Langer, 1988; Murray, 2006). Tieto asociácie sa vyskytujú vo vzorkách z intervalov 96 – 101 m a 89,5 – 91 m. S asociáciou (2) veľmi úzko súvisí spoločenstvo s vyšším obsahom zástupcov rodu *Porosonion*. V našich zisteniach sa maximálna zástupcov rodu *Porosonion* vyskytujú tesne pred asociáciami kýlových elfidií, alebo sa vyskytujú súčasne s nimi (interval 111 – 103 m, 98 – 101 m a 88 – 89 m) a môžu predstavovať obdobia zníženia salinity alebo infaunu žijúcu v piesčitejšom sedimente, na rozdiel od elfidií žijúcich na rastlinách (Murray, 2006). Ďalšiu významnú asociáciu (3) charakterizuje vyšší obsah (viac ako 15 %) miliolidných dierkavcov a pravdepodobne predstavuje hypersalinické plytkovodné prostredia pokryté riasami alebo morskou trávou (Langer, 1988). Asociácia (3) sa vyskytuje v intervaloch 95,5 – 96 m, 101 – 103 m a 111 – 113 m. Tieto veľmi krátke intervaly obsahujúce vyššie zastúpenie miliolidných dierkavcov môžu dokumentovať vznikanie vysychajúcich okrajových častí morského prostredia (delty) počas postupujúcej

transgresie (Kováč et al., 2008; Tóth et al., 2010; Zlinská et al., 2010), kde sa zvyšovala salinita desikáciou morskej vody. Významnou asociáciou identifikovanou v intervale 10 – 19 m je asociácia (4) s výraznou prevahou dierkavcov rodov *Miliammina* a *Trochammina*, ktoré sú typické pre tidálne plošiny bohaté na výživné látky a často majú nízky obsah kyslíka v sedimente (Fuchs a Schreiber, 1988; Hudáčková et al., 2018). Podobné spoločenstvá tidálnych plošín boli identifikované v sedimentoch sarmatu a panónu vo Viedenskej panve aj Podunajskej panve. V sedimentoch panónu Podunajskej panvy (Šarinová et al., 2018) je dokumentovaná asociácia najpodobnejšia asociácii z nami študovaných sedimentov. V práci Hudáčkovej et al. (2018) je na základe obsahu izotopov pre podobné asociácie s rodmi *Miliammina* a *Trochammina* interpretované normálne morské, ale eutrofné prostredie s nízkym obsahom kyslíka.

Záver

V študovaných sedimentoch z lokalít Šibenica a z výplachových úlomkov vrtu HC-4 v blízkosti mesta Holíč (Viedenská panva) sa zistili asociácie dierkavcov, v ktorých bolo určených 63 bentických druhov a 2 planktonické druhy.

Sedimenty z hĺbky 130 – 88 m boli na základe výskytu druhu *Elphidium hauerinum* zaradené do stredného sarmatu holičského súvrstvia, do zóny *Elphidium hauerinum*, a z hĺbky 88 – 3 m do vrchného sarmatu skalického súvrstvia zóny *Porosonion granosum*. Od hĺbky 3 m do hĺbky 0 m sa nachádzajú pravdepodobne sedimenty kvartéru. Počas sedimentácie sa prostredie niekoľkokrát zmenilo, menil sa hlavne obsah kyslíka v sedimente a salinita vody. V intervale 19 – 89,5 m nebolo dostatočné množstvo preukazných dierkavcov na určenie paleoprostredia. Určili sme nasledujúce typy prostredia: asociácia (1) z hĺbky 113 – 126 m a 91 – 95,5 m s dominanciou rodu *Ammonia*, ktorá predstavuje plytké eutrofné prostredie so zníženým obsahom kyslíka, s normálnou morskou alebo hyposalinickou vodou; asociácia (2) v intervaloch 89,5 – 91 m a 96 – 101 m s dominanciou kýlových elfidií predstavuje spoločenstvo plytkých, dobre vetraných oligotrofných prostredí s porastom rias alebo morskej trávy; asociácia (3) v intervaloch z hĺbky 95,5 – 96 m, 101 – 103 m a 111 – 113 m s vysokým obsahom miliolidných dierkavcov vznikla pravdepodobne v hypersalinických plytkovodných prostrediach, kde bolo dno pokryté riasami alebo morskou trávou; najmladšiu asociáciu (4) predstavuje veľmi nízko diverzifikované spoločenstvo so zástupcami rodov *Miliammina* a *Trochammina* pochádzajúce z eutrofných podmienok tidálnej plošiny, často s nízkym obsahom kyslíka, identifikované v intervale 10 – 19 m.

Podakovanie

Autori práce vyjadrujú poďakovanie pracovníkom firmy Aqua-Geo za poskytnutý študijný materiál a umožnenie spolupráce so študentmi. Za pomoc pri práci na SEM mikroskope ďakujeme Dr. Ivanovi Kostičovi z Ústavu informatiky SAV a za cenné pripomienky a bohatú a podnetnú diskusiu, ktoré umožnili zvýšiť kvalitu práce, Dr. Adriene

Zlinskej a Dr. Andrejovi Rumanovi. Za finančnú podporu autori ďakujú Agentúre pre vedu a výskum, ktorá podporila prácu prostredníctvom projektov VEGA2/0169/19, APVV-20-0079, 037UK-4/2019 a UK/291/2021.

Literatúra

- Bañacký, V., Elečko, M., Vass, D., Potfaj, M., Slavkay, M., Iglárová, L. a Čechová, A., 1996: Vysvetlivky ku geologickej mape Chvojnickej pahorkatiny a severnej časti Borskej nížiny 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 44 s.
- Cicha, I., Rögl, F., Rupp, Ch. a Čtyrtek, J. (eds.), 1998: Oligocene – Miocene foraminifera of the Central Paratethys. Frankfurt am Main, Kramer, 325 s.
- Czepiec, I. a Kotarba, M. J., 1998: Paleocology and organic matter in the Late Badenian and Early Sarmatian marine basin of the Polish part of the Carpathian Foredeep. *Przegl. geol.*, 46, 732 – 736.
- Elečko, M. a Vass, D., 2001: Litostratigrafické jednotky usadenín sarmatského veku vo Viedenskej panve. *Miner. Slov.*, 33, 1 – 6.
- Fordinál, K. a Zlinská, A., 1998: Fauna vrchnej časti holičského súvrstvia (sarmat) v Skalici (Viedenská panva). *Miner. Slov.*, 30, 2, 137 – 146.
- Fordinál, K., Maglay, J., Nagy, A., Elečko, M., Vlačiky, M., Moravcová, M., Zlinská, A., Baráth, I., Boorová, D., Žecová, K. a Šimon, L., 2013: Nové poznatky o stratigrafii a litologickom zložení neogénnych a kvartérnych sedimentov regiónu Záhoriská nížina. *Geol. Práce, Spr.*, 121, 47 – 87.
- Fuchs, T. a Schreiber, O. S., 1988: Agglutinated foraminiferal assemblages as indicators of environmental changes in the early Pannonian (Late Miocene) of the Vienna Basin. In: Rögl, F. a Gradstein, F. M. (eds.): Second Workshop on Agglutinated Foraminifera. *Abh. Geol. Bundesanst. (Wien)*, 41, 61 – 71.
- Grill, R., 1941: Stratigraphische Untersuchungen mit Hilfe von Mikrofaunen im Wiener Becken und den benachbarten Molasse-Anteilen. *Öl u. Kohle*, 37, 595 – 602.
- Gupta, B. K. S., Eugene Turner, R. a Rabalais, N. N., 1996: Seasonal oxygen depletion in continental-shelf waters of Louisiana: Historical record of benthic foraminifera. *Geology*, 24, 3, 227 – 230.
- Harzhauser, M. a Piller, W. E., 2004: Integrated stratigraphy of the Sarmatian (Upper Middle Miocene) in the western Central Paratethys. *Stratigraphy*, 1, 65 – 86.
- Holcová, K., 1999: Postmortem transport and resedimentation of foraminiferal tests: relations to cyclical changes of foraminiferal assemblages. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, 145, 157 – 182.
- Hudáčková, N., Soták, J., Ruman, A., Rybár, S. a Milovský, R., 2018: Marsh-type agglutinated foraminifera from Upper Miocene sediments of the Danube Basin. *Micropaleontology*, 64, 5 – 6, 481 – 492.
- Jámbor, Á., Korpás-Hódi, M., Széles, M. a Sütő-Szentai, M., 1985: Zentrales Mittleres Donaubecken: Bohrung Lajoskomárom Lk-1, Balaton. In: Papp, A., Jámbor, Á. a Steininger, F. F. (eds.): Chronostratigraphie und Neostatotypen. Miozän der Zentralen Paratethys M6 Pannonien (Slavonien und Serbien). Budapest, Akad. Kiadó, 204 – 241.
- Jasionowski, M., 2006: Facies and geochemistry of Lower Sarmatian reefs along the northern margin of the Paratethys in Roztocze (Poland) and Medobory (Ukraine) region: paleoenvironmental implications. *Przegl. geol.*, 54, 445 – 454.
- Jiříček, R., 1972: Das Problem der Grenze Sarmat/Pannon in dem Wiener Becken, dem Donaubecken und dem ostslowakischen Becken. *Miner. Slov.*, 14, 39 – 81 (in Slovak with German summary).

- Jiříček, R., 1988: Stratigrafie, paleogeografie a mocnost' sedimentu neogénu vídeňské pánve. Zem. Plyn Nafta, 33, 4, 583 – 622.
- Jiříček, R. a Seneš, J., 1974: Die Entwicklung des Sarmats in den Becken der Westkarpaten der CSSR. In: Papp, A., Marinescu, F. a Seneš, J. (eds.): M5. Sarmatien. Chronostratigraphie und Neostatotypen, 4, 77 – 85.
- Koubová, I. a Hudáčková, N., 2010: Foraminiferal successions in the shallow water Sarmatian sediments from the MZ 93 borehole (Vienna Basin, Slovak part). Acta Geol. Slov., 2, 1, 47 – 58.
- Kováč, M., Baráth, I., Harzhauser, M., Hlavatý, I. a Hudáčková, N., 2004: Miocene depositional systems and sequence stratigraphy of the Vienna Basin. Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 246, 187 – 212.
- Kováč, M., Hudáčková, N., Hlavatá, J., Sopková, B., Andrejeva-Grigorovič, A., Halássová, E., Kováčová, M., Kováčová, P., Sliva, L. a Baráth, I., 2008: Miocénne usadeniny vo vrtoch z regiónu Záhorská nížina: sedimentológia, biostratigrafické zaradenie a prostredie depozície. Geol. Práce, Spr., 114, 7 – 49.
- Kováč, M., Halássová, E., Hudáčková, N., Holcová, K., Hyžný, M., Jamrich, M. a Ruman, A., 2018: Towards better correlation of the Central Paratethys regional time scale with the standard geological time scale of the Miocene Epoch. Geol. Carpath., 69, 3, 283 – 300.
- Langer, M., 1988: Recent epiphytic foraminifera from Vulcano (Mediterranean Sea). Rev. Paléobiol., Vol. spéc., 2, 827 – 832.
- Loeblich, A. R. & Tappan, H., 1992: Present status of foraminiferal classification, in Studies in Benthic Foraminifera (eds. Takayanagi, Y. and Saito, T.), Proceedings of the Fourth International Symposium on Benthic Foraminifera, Sendai, 1990 (Benthos '90), Tokai. Tokyo, Japan, University Press, 93 – 102.
- Luczkowska E., 1972: Miliolidae (Foraminifera) from Miocene of Poland. Part I. Revision of the classification. Acta palaeont. pol., 17, 341 – 377.
- Luczkowska, E., 1974: Miliolidae (Foraminifera) from the Miocene of Poland Part II. Biostratigraphy, palaeoecology and systematics. Acta palaeont. pol., 19, 1, 3 – 176.
- Murray, J. W., 2006: Ecology and Applications of Benthic Foraminifera. New York, Cambridge Univ. Press, 426 s.
- Nagy, A., Baráth, I. a Ondrejčíková, A., 1993: Karloveské vrstvy – marginálne sedimenty sarmatu východného okraja Viedenskej panvy. Geol. Práce, Spr., 97, 69 – 72.
- Nováková, P., Rybár, S., Šarinová, K., Nagy, A., Hudáčková, N., Jamrich, M., Teodoridis, V., Kováčová, M., Šujan, M., Vlček, T. a Kováč, M., 2020: The late Badenian – Sarmatian (Serravallian) paleoenvironmental transition, calibrated by sequence stratigraphy (Eastern Danube Basin). Geol. Carpath., 71, 291 – 313.
- Papp, A. a Schmid, M. E., 1985: Die fossilen Foraminiferen des tertiären Beckens von Wien. Revision der Monographie von Alcide d'Orbigny (1846). The fossil Foraminifera of the Tertiary Basin of Vienna. Revision of the monograph by Alcide d'Orbigny (1846). 311 s.
- Pospiechová, O. a Tomecz, T., 2018: BVS, a. s. – výpočet množstiev podzemných vôd v kategórii B – lokálne zdroje Prevádzky výroby vody Holíč (Holíč, Studienka, Veľké Leváre, Podbranč, Turá Lúka). Názov čiastkovej úlohy: Holíč – vrt HC-1, HC-2 a HC-3, výpočet množstiev podzemných vôd, podrobný HGP. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 99193), 27 s.
- Shannon, C. E., 1948: A mathematical theory of communication. The Bell System Tech. J., 27, 379 – 656.
- Suess, E., 1866: Untersuchungen über den Charakter der österreichischen Tertiärlagerungen, II. Über die Bedeutung der sogenannten brackischen Stufe oder der Cerithienschichten. Sitz.-Ber. K. Akad. Wiss., 54, 1 – 40.
- Šarinová, K., Rybár, S., Halássová, E., Hudáčková, N., Jamrich, M., Kováčová, M. a Šujan, M., 2018: Integrated biostratigraphical, sedimentological and provenance analyses with implications lithostratigraphic ranking: the Miocene Komjatice Depression of the Danube Basin. Geol. Carpath., 69, 4, 382 – 409.
- Tomašových, A., Schlögl, J., Kaufman, D. S. a Hudáčková, N., 2016: Temporal and bathymetric resolution of nautiloid death assemblages in stratigraphically condensed oozes (New Caledonia), Terra Nova, 28, 4, 271 – 278.
- Tóth, E., Görög, Á., Lécuyer, C., Moissette, P., Balter, V. a Monostori, M., 2010: Palaeoenvironmental reconstruction of the Sarmatian (Middle Miocene) Central Paratethys based on palaeontological and geochemical analyses of foraminifera, ostracods, gastropods and rodents. Geol. Mag., 147, 299 – 314.
- Vass, D., 2002: Litostratigrafické jednotky Západných Karpát: neogén a budínsky paleogén. Lithostratigraphic units of West Carpathians: Neogene and Buda Paleogene. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 252 s.
- Zlinská, A., Hudáčková, N. a Koubová, I., 2010: Lower Sarmatian foraminifera from marginal marine environments in the Malacky vicinity (Vienna Basin). Geol. výzk. Mor. Slez., 17, 1 – 2, 104 – 106.

Summary

The analyzed sediments from Šibenica and recovered ditch cuttings of HC-4 well near the Holíč town (Vienna Basin) unveiled 63 benthic and two planktic species of foraminifera associations.

Foraminifera was mainly from ditch cuttings taken from longer sections (cumulative samples), and foraminifera associations also represent cumulative samples of mixed, time-averaged communities. Shell preservation shows possible short transport (broken shells) (plate 1, fig. 6, 8, 17, 19) and a very strong recrystallization during diagenesis (plate 1, fig. 13, 15, 18) and possibly during a long exposure on the seabed with intense mineralization. We identified coccoliths plaque with *Reticulofenestra minuta* species (plate 1, fig. 23, 24, 25) on some foraminifera tests, which could support the theory of prolonged exposure on the seabed. Stratigraphic age is assigned based on the presence of Badenian index fossils (*Praeorbulina glomerosa*, *Pappina neudorfensis*, *Uvigerina bellicostata* and *U. semiornata*) where we could presume a reworking from older sediments. We also consider radiolarian skeletons of Spumellaria (plate 1, fig. 21, 22) to be reworked clasts of Mesozoic sediments.

Sediments from a depth of 130 – 88 m are assigned to the middle Sarmatian Holíč Fm. based on *Elphidium hauerinum* species, within the *Elphidium hauerinum* Zone and from a depth of 88 m to 3 m to the upper Sarmatian of the Skalica Fm. Porosonion granosum Zone. From 3 m to 0 m, there are probably Quaternary sediments. The environment changed several times during the sedimentation process, primarily the oxygen content of the deposits and water salinity. We have identified the following types of settings: Association (1) from a depth of 113 – 126 m and 91 – 95.5 m with the dominance of the *Ammonia* genus,

representing a shallow, eutrophic environment with reduced oxygen content, with normal marine or hyposaline waters. Association (2) between the intervals 89.5 – 91 m and 96 – 101 m, with the dominance of keeled-elphidia association representing shallow, well-ventilated, oligotrophic environments with algae or seagrass. The association (3) at intervals from 95.5 – 96 m, 101 – 103 m, 111 – 113 m with a high miliolid content probably originated in hypersaline shallow water environments, with the bottom covered with algae or seagrass. The youngest association (4) from

intervals 10 – 19 m represents a very low-diverse community with *Miliammina* and *Trochammina*, originating from the eutrophic conditions of the tidal plateau, often with low oxygen content.

Manuskript doručený:	2. 2. 2022
Revidovaná verzia doručená:	7. 3. 2022
Manuskript akceptovaný redakčnou radou:	24. 2. 2022

Príloha 1. Zoznam druhov dierkavcov určených v študovaných vzorkách, hodnoty uvádzajú percentuálny obsah jedincov v jednotlivých vzorkách.
Appendix 1. List of Foraminifera species found in the studied samples, the values indicate the percentage of individuals in each sample.

Fosília / vzorka	Vzorkovací interval (m)	<i>Ammonia parkinsoniana</i> (D'ORBIGNY)	<i>Ammonia</i> sp. indet.	<i>Ammonia tepida</i> (CUSHMAN)	<i>Anomalinoides badensis</i> (D'ORBIGNY)	<i>Articulina articuloides</i> (GERKE & ISSAFA, 1952)	<i>Articulina problema</i> (BOGDANOWICZ)	<i>Asterigerina</i> sp. indet.	<i>Aubignyna perlucida</i> (HERON-ALLEN & EARLAND)	<i>Aubignyna planidorsio</i> (ATKINSON)	<i>Bolivina moldavica</i> subsp. <i>granensis</i> (CICHA & ZAPLETALOVÁ)	<i>Bolivina saratica</i> (DIDKOVSKIY)	<i>Bolivina</i> sp. indet.	<i>Bulliminea elegantissima</i> (D'ORBIGNY)	<i>Cyclorhina badensis</i> (D'ORBIGNY)	<i>Elphidium aculeatum</i> (D'ORBIGNY)	<i>Elphidium fichtelianum</i> (D'ORBIGNY)
Šibenička	Odkryv	0,00	0,00	2,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,89	0,30
HC4-1	(3 – 4)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-2	(4 – 10)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-3	(10 – 19)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-4	(19 – 21)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-5	(21 – 88)	20,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-6	(88 – 89)	0,00	0,00	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	7,16	0,00	0,00	0,00	0,43	0,43	0,00	0,00	0,00
HC4-7	(89 – 89,5)	2,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-8	(89,5 – 91)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-9	(91 – 91,5)	21,74	0,00	30,43	0,00	0,00	0,00	0,00	2,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-10	(91,5 – 95)	70,12	0,00	4,47	0,00	0,00	0,00	0,24	2,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00
HC4-11	(95 – 95,5)	0,00	0,00	52,92	0,00	0,00	0,00	0,00	4,02	1,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-12	(95,5 – 96)	16,17	0,00	1,35	4,31	2,43	1,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,16	0,00	0,00	0,00
HC4-13	(96 – 98)	32,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,09
HC4-14	(98 – 101)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00
HC4-15	(101 – 103)	0,00	0,00	21,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-16	(111 – 113)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-17	(113 – 125)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-18	(125 – 126)	0,00	20,55	34,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,74	0,91	1,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-19	(126 – 127)	7,22	0,00	16,94	0,00	0,00	0,00	0,00	2,22	0,56	0,00	0,00	0,00	0,28	0,00	0,00	0,00
HC4-20	(127 – 130)	2,72	0,00	0,00	11,22	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	4,17	0,00	0,00	1,76	0,00	0,00

Tabuľka uvádza percentuálny počet jednotlivých taxónov.

Príloha 1 – pokračovanie.
Appendix 1 – continue.

Fosília / vzorka	Vzorokovací interval (m)	<i>Elphidium glabrum</i> BYSTRICKÁ	<i>Elphidium</i> sp. 2	<i>Elphidium</i> <i>advenum</i> var. CUSHMAN	<i>Elphidium</i> aff. <i>crispum</i> (LINNAEUS)	<i>Elphidium</i> cf. <i>advenum</i> var. CUSHMAN	<i>Criboelphidium excavatum</i> (TERQUEM)	<i>Elphidium flexuosum</i> (D'ORBIGNY)	<i>Elphidium hauerinum</i> (D'ORBIGNY)	<i>Elphidium macellum</i> (FICHTEL & MOLL)	<i>Elphidium reginum</i> (D'ORBIGNY)	<i>Elphidium rugosum</i> (D'ORBIGNY)	<i>Elphidium</i> sp. indet.	<i>Fissurina mitronovi</i> (BOGDANOVICH)	<i>Globigerina regularis</i> D'ORBIGNY	<i>Haynesina</i> cf. <i>depressula</i> (WALKER & JACOB)	<i>Haynesina germanica</i> (EHRENBERG)
Šibenica	Odkryv	13,35	0,00	0,00	0,00	0,00	1,19	52,82	0,00	11,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-1	(3 – 4)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-2	(4 – 10)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,18	0,00	0,00
HC4-3	(10 – 19)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-4	(19 – 21)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-5	(21 – 88)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-6	(88 – 89)	0,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,47	7,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-7	(89 – 89,5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84	0,84	0,00	0,00	50,42	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-8	(89,5 – 91)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	93,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-9	(91 – 91,5)	4,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-10	(91,5 – 95)	2,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,71	8,94	0,00	0,00	0,24	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-11	(95 – 95,5)	11,87	0,00	0,00	0,00	0,00	1,21	9,86	1,41	0,40	0,00	0,00	0,00	0,40	0,00	3,22	0,00
HC4-12	(95,5 – 96)	1,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,70	6,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,89	0,00
HC4-13	(96 – 98)	3,26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,48	10,87	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,17	0,00
HC4-14	(98 – 101)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,33	18,67	0,67	0,00	4,67	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-15	(101 – 103)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,50	6,25	0,00	0,00	3,13	0,00	0,00	12,50	0,00
HC4-16	(111 – 113)	6,44	0,00	0,00	1,14	0,00	0,00	3,03	4,92	7,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,23	1,89
HC4-17	(113 – 125)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	32,47	8,25	6,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,19	4,12
HC4-18	(125 – 126)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	15,98	0,00	0,91	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	1,83	3,65
HC4-19	(126 – 127)	0,00	3,06	1,67	0,00	0,00	2,50	10,28	23,06	8,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-20	(127 – 130)	0,00	0,00	0,00	2,56	0,00	0,00	0,00	15,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,29	0,00

Tabuľka uvádza percentuálny počet jednotlivých taxónov.

Príloha 1 – pokračovanie.
Appendix 1 – continue.

Fosília / vzorka	Vzorkovací interval (m)	<i>Lagenammia atlantica</i> (CUSHMAN)	<i>Lagenammia</i> sp. indet.	<i>Melonis pompilioides</i> (FICHEL & MOLL)	<i>Miliammina</i> ex gr. <i>subulatina</i> VENGLENSK	<i>Miliolina</i> sp. indet.	<i>Miliolinella circularis</i> (BORNEMANN)	<i>Miliolinella</i> sp.	<i>Neoponides schreibersii</i> (D'ORBIGNY)	<i>Nonion biporus</i> KRASHENINNIKOV	<i>Nonion</i> cf. <i>tumidulus</i> PISHANOVA	<i>Nonion commune</i> (D'ORBIGNY)	<i>Porosonion hyalinus</i> BODANOVICH	<i>Porosonion</i> ex gr. <i>granosum</i> (D'ORBIGNY)	<i>Porosonion granosum</i> (D'ORBIGNY)	<i>Praeorbulina glomerosa</i> (BLOW)	<i>Pseudotriloculina consobrina</i> (D'ORBIGNY)
Šibienica	Odkryv	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	15,33	0,00	0,00	0,00
HC4-1	(3 – 4)	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-2	(4 – 10)	20,00	17,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	17,27	0,00
HC4-3	(10 – 19)	50,15	8,70	0,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-4	(19 – 21)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-5	(21 – 88)	12,00	6,00	15,00	12,00	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-6	(88 – 89)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	30,80	47,07	0,00	0,00	0,00
HC4-7	(89 – 89,5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,04	31,09	0,00	0,00	0,84
HC4-8	(89,5 – 91)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,25	0,00	0,00	0,00
HC4-9	(91 – 91,5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,04	0,00	0,00	13,04	0,00	0,00	0,00
HC4-10	(91,5 – 95)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	9,41	0,00	0,00
HC4-11	(95 – 95,5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,02	6,24	0,00	0,00	2,01
HC4-12	(95,5 – 96)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,95	0,00	0,00	21,56	0,00	0,00	2,96
HC4-13	(96 – 98)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	25,00	0,00	0,00	0,00
HC4-14	(98 – 101)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	60,00	0,00	0,00	0,00
HC4-15	(101 – 103)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,75	0,00	0,00	9,38
HC4-16	(111 – 113)	0,00	0,00	0,00	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	0,00	61,74	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-17	(113 – 125)	0,00	1,55	0,00	0,00	3,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,79	16,49	0,00	0,00	1,55
HC4-18	(125 – 126)	0,00	0,91	0,00	0,46	0,00	1,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,96	0,00	0,00	1,37
HC4-19	(126 – 127)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-20	(127 – 130)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,56	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	16,83	0,00	0,00	10,10

Tabuľka uvádza percentuálny počet jednotlivých taxónov.

Príloha 1 – pokračovanie.
Appendix 1 – continue.

Fosília / vzorka	Vzorkovací interval (m)	<i>Quingueloculina buchiana</i> (D'ORBIGNY)	<i>Miliolinella selene</i> (KARER)	<i>Quingueloculina seminulum</i> (LINNAEUS)	<i>Quingueloculina</i> sp. indet.	<i>Quingueloculina akneriana</i> (D'ORBIGNY)	<i>Cycloforina badensis</i> (D'ORBIGNY)	<i>Cycloforina haueriana</i> (D'ORBIGNY)	<i>Pseudotriloculina mayeriana</i> (D'ORBIGNY)	<i>Saccamina sarmatica</i> V ENGLINSKY	<i>Siphonaptera lucida</i> (KARER)	<i>Spivolina austriaca</i> (D'ORBIGNY)	<i>Streptochilus</i> sp. indet.	<i>Trochammia kibleri</i> V ENGLINSKY	<i>Uvigerina semitorata</i> (D'ORBIGNY)	<i>Uvigerina bellicostata</i> ŁUCZKOWSKA	<i>Varidentella reussi</i> (BOGDANOVICH)	<i>Varidentella</i> sp. indet.	<i>Diatomeae coscinodiscis</i>
Šibenica	Odkryv	0,00	0,00	0,59	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
HC4-1	(3 – 4)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-2	(4 – 10)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18,18	0,00	0,00	0,00	27,27
HC4-3	(10 – 19)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,50	20,27	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,29
HC4-4	(19 – 21)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-5	(21 – 88)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-6	(88 – 89)	0,00	0,00	2,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-7	(89 – 89,5)	0,00	0,00	1,68	0,00	0,00	4,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,52	0,00	0,00
HC4-8	(89,5 – 91)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-9	(91 – 91,5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,17	0,00
HC4-10	(9 135 – 95)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-11	(95 – 95,5)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,80	0,00	0,00
HC4-12	(95,5 – 96)	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62	0,00	0,00	0,00	0,00	5,93	0,00	2,96	0,00	0,00	0,00	4,31	0,00	0,00
HC4-13	(96 – 98)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-14	(98 – 101)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-15	(101 – 103)	0,00	6,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-16	(111 – 113)	0,00	0,00	0,00	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-17	(113 – 125)	0,00	1,55	0,00	0,00	0,00	3,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,61	0,00	0,00
HC4-18	(125 – 126)	0,00	0,00	0,00	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,46	0,46	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
HC4-19	(126 – 127)	0,56	0,00	0,00	0,00	0,00	22,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,11	0,00	0,00
HC4-20	(127 – 130)	0,00	0,00	0,00	0,00	11,06	0,00	10,26	2,24	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,00	2,72	0,00	0,00

Tabuľka uvádza percentuálny počet jednotlivých taxónov.

JUBILEÁ

Šesťdesiatka Jozefa Hóka



Doc. RNDr. Jozef Hók, CSc., sa narodil 2. januára 1961 v Zlatých Moravciach. Základnú školu absolvoval v rodných Beladiciach. V roku 1976 bol prijatý na dnes už legendárnu Strednú priemyselnú školu geologickú a banícku v Spišskej Novej Vsi, kde v roku 1980 absolvoval odbor geologický prieskum a banské meračstvo. Následne nastúpil na vysokoškolské štúdium geofyziky na Univerzite Jana Evangelistu Purkyně v Brne. Po roku štúdia z rodinných dôvodov prestúpil na Prírodovedeckú fakultu Univerzity Komenského v Bratislave. Štúdium v odbore geochémie, základná a ložisková geológia ukončil v roku 1985 štátnymi záverečnými skúškami a obhajobou diplomovej práce o sedimentológii lúžňanského súvrstvia tatrika v Tribeči. Po vojenskej prezenčnej službe nastúpil v r. 1986 do vtedajšieho Geologického ústavu Dionýza Štúra v Bratislave. V rovnakom roku obhájil titul RNDr. Najprv nastúpil do oddelenia kryštalínika, kde pracoval pod vedením Dr. Laurencu Snopka. Osobnosť Dr. Snopka, jedného z nestorov slovenskej geológie, predstaviteľa silnej generácie zakladateľov moderného tektonického a štruktúrneho výskumu, zanechala dojem aj u Jozefa Hóka. Spolu s Michalom Nemčekom, Petrom Kováčom a Ladislavom Hraškom založili mladí špecialisti na tektoniku v roku 1990 oddelenie štruktúrnej geológie. Špecializované oddelenie, ktoré sa podieľalo nielen na modernom štruktúrno-tektonickom výskume, ale v rámci geologických úloh aj na regionálnom geologickom mapovaní územia Slovenska, sa stalo jedným z kľúčových pracovísk ústavu. Členovia oddelenia získavali skúsenosti na početných zahraničných pobytoch. Jozef Hók v rokoch 1990 – 1994, keď zastával funkciu vedúceho oddelenia, absolvoval študijné pobyty na ruskom polostrove Kola (1990), v nemeckom Tübingene (1990), fínskom Oulu (1991) a londýnskej Imperial College (1992). V rokoch 1994 – 1995 pôsobil vo funkcii námestníka riaditeľa GÚDŠ (ktorým bol Kamil Vrana). V roku 1997 prácou *Tektonické postavenie Tribeča v štruktúrnom pláne tatroveporika* obhájil titul kandidáta geologických vied (CSc.). V oddelení štruktúrnej geológie pracoval až do jeho zániku z dôvodu reorganizácie ústavu

v roku 2000. V rokoch 2000 – 2005 pracoval ako špecialista so zameraním na tektoniku a neotektoniku v oddelení neogénu, neovulkanitov a kvartéru. Okrem práce v Štátnom geologickom ústave Dionýza Štúra sa Jozef Hók aktívne podieľal aj na organizovaní terénnych mapovacích kurzov pre študentov geológie na Prírodovedeckej fakulte UK. Od roku 2005 pôsobí na Katedre geológie a paleontológie PriF UK v Bratislave. Tu v roku 2007 obhájil vedecko-pedagogický titul docent habilitačnou prednáškou a prácou na tému *Tektonické etapy vo vývoji Západných Karpát*.

Jozef je najmladším spomedzi troch bratov. Od vysokoškolských čias je Jozef šťastne ženatý s manželkou Natáliou.

Jubilantove odborné aktivity sú rozsiahle. Profesionálne základy na spišskonovoveskej geologickej priemyslovke, zmysel pre priestorovú predstavivosť, abstrakciu a kresliarsky talent vytvorili pevný základ jeho odbornej erudície. Tá dodnes vychádza z osobného poznania terénu a regionálnej geológie najmä Západných Karpát vrátane dôsledného využívania predchádzajúcich výsledkov starších kolegov, vrtných údajov a každého dostupného detailu. Priemyslovka mu vložila do rúk technické písmo a precízne vedenie terénnych denníkov aj s bohatými náčrtmi. Osobné zameranie na štruktúrnu geológiu jubilanta neobmedzuje pri uvažovaní o širších súvislostiach geologickej stavby so zaoštréním na procesy, ktoré viedli k aktuálnemu obrazu terénu. Ročný vysokoškolský brniansky exkurz do aplikovanej geofyziky Jozefa opakovane privádza k využívaniu výsledkov geofyzikálnych meraní, ich analýze a geologickej interpretácii. Jožovo uvažovanie je zároveň otvorené pre všetky ostatné geologické špecializácie, ktorých výsledky úspešne analyzuje a následne syntetizuje s ohľadom na cieľ.

Trvalou súčasťou Jožovej aktivity je väzba na praktické aplikácie štruktúrnej geológie, tektoniky a regionálnej geológie, pri ktorých sa často ukázal dôležitým jeho zmysel pre detail, ilustrujúci súvislosti celku.

Počas bežnej 20-ročnej praxe v terajšom Štátnom geologickom ústave D. Štúra sa popri iných odborných aktivitách venoval aj zostavovaniu regionálnych geolo-

gických máp v mierke 1 : 50 000 a rozsiahlych textových vysvetliviek k nim. Práca v teréne mu dala široký prehľad o geologickej stavbe Západných Karpát a vďaka jeho štruktúrne-tektonickej špecializácii aj nový pohľad na vývoj územia Slovenska v priestore a čase. Bol platným členom kolektívu, ktorý zostavil *Prehľadnú geologickú mapu Slovenska v mierke 1 : 200 000* vrátane vysvetliviek k nej.

Priemet Jožovej špecializácie do odbornej praxe je potrebné vyzdvihnúť v troch oblastiach. Prvou sú seizmotektonické analýzy oblasti Západných Karpát, príľahlých oblastí Panónskej panvy a Východných Álp, ktorých výsledky tvorili a tvoria pevnú súčasť vstupných modelov analýz seizmického ohrozenia územia Slovenska a oboch našich jadrových elektrární. Druhou oblasťou, ktorá je do značnej miery previazaná s predchádzajúcou, je Jožov významný zástoj pri riešení výskumných úloh súvisiacich s vývojom hlbinného úložiska rádioaktívneho odpadu. Tretím významným prínosom do aplikačnej praxe bola opakovaná spolupráca pri geotermálnom prieskume. Jožove syntetické schopnosti boli významným prínosom pri interpretácii detailov geologickej stavby perspektívnych území či lokalizácií a pri projektoch úspešných geotermálnych vrtov (napr. Rimavské Janovce, Veľká Lomnica, Rapovce, Bardoňovo). Zároveň sa nikdy nevyhýbal ani spolupráci pri riešení „všedných drobností“ inžinierskej alebo hydrogeologickej praxe. Veľmi cenenou schopnosťou Jozefa ako špecialistu vždy bolo vedomie interpretačných limitov dostupných metódik, relevancie údajov a neurčitostí, ktoré môžu ovplyvňovať výsledky praktických úvah. Jožova argumentácia pritom vždy vychádza z najzákladnejších poznatkov získaných podrobným terénnym výskumom a dokonalého poznania regionálnej geológie, pričom uprednostňuje heslo *Mente et Malleo* pred niekedy zbytočne sofistifikovanými, prechodne módnymi technikami.

Výsledky tektonického výskumu, ktoré jubilant myšlienkovito viedol alebo sa na nich významnou mierou podieľal, ovplyvnili poznanie vývoja styčnej zóny gemerika

a veporika, stredoslovenského zlomového systému, západného segmentu bradlového pásma, viacerých jadrových pohorí (najmä „rodného“ Tribeča) a neogénnych kotlín, ako aj južnej časti Vnútrotných Západných Karpát. Podieľal sa aj na tektonickom a regionálnom zhodnotení prieskumných výsledkov štôľne Višňové – Dubná Skala alebo projektu COST zahŕňajúceho štruktúrne-tektonické spracovanie vybraných lokalít Slovenska.

Okrem množstva vedeckých publikácií je jubilant aj spoluautorom manuskriptov čiastkových a záverečných správ mnohých geologických úloh. Recenzoval početné vedecké príspevky v domácich aj zahraničných periodikách, oponoval bakalárske, magisterské a doktorandské práce. Nikdy neodmietol opONENTSKÝ posudok záverečných správ svojim bývalým kolegom z ŠGÚDŠ.

Samostatnou súčasťou Jožovej osobnosti je výrazná dispozícia na zrozumiteľné vysvetlenie aj zložitých, často nejednoznačných súvislostí geologickej stavby a procesov. Každý, kto absolvoval s Jozefom aspoň jeden terénny výjazd, môže túto danosť jubilanta len potvrdiť. Samozrejým výsledkom Jožovho vedeckého a osobnostného vývoja bolo ukotvenie v pedagogickej praxi, spočiatku externe a od roku 2005 až do súčasnosti ako jeden z pilierov Katedry geológie a paleontológie na Prírodovedeckej fakulte UK. Učiteľstvo základnej a štruktúrnej geológie je naplnením Jožovej ambície odovzdať vlastné poznatky ďalším generáciám budúcich geológov, pre ktorých napísal aj vysokoškolské skriptá *Geológia Slovenska*. Celkom logicky sa pravidelne ocitá navrchu rebríčka obľúbenosti pedagógov fakulty. Jožov nezištný vzťah k budúcim mladým kolegom najlepšie ilustruje celý rad úspešných diplomantov a doktorandov, ktorých uvádzal do problematiky terénneho výskumu, jeho kritickej interpretácie a publikačnej aktivity.

Jubilant mal vždy blízko k šíreniu vedeckých výsledkov aj medzi kolegami. Takmer od počiatku svojej odbornej dráhy organizoval s vôľou sebe vlastnou skupinu štruktúrnej



Obr. 1. Jozef Hók počas geologického mapovania Považského Inovca (foto M. Olšovský).

geológie na pôde Slovenskej geologickej spoločnosti. Jožove vedecké výsledky dokumentuje množstvo publikácií v špecializovaných periodikách, pričom vždy zohľadňoval povahu prezentovaného výsledku pri jeho umiestnení do príslušného časopisu. Výsledky jeho vedeckej aktivity nachádzame rovnako v domácich časopisoch orientovaných na lokálne problémy karpatskej geológie, ako aj v medzinárodných karentovaných periodikách. Vzťah k ostatným špecializáciám geologického výskumu sa prejavuje jeho častou prítomnosťou v širokých multidisciplinárnych autorských kolektívoch. Jeho organizačný talent a prirodzená autorita sa významne prejavili v neľahkom období vývoja vtedajšieho GÚDŠ v rokoch 1994 a 1995, keď zastával funkciu námestníka riaditeľa.

Treba pripomenúť, že Jožovo uvažovanie o prírode nikdy nebolo limitované len na geologické vedy. Dôkladné poznanie bioty a vzájomných väzieb v krajine často obohacuje zážitok kolegov z dní, spoločne strávených v teréne. Rovnako záujem o hlbší, filozofický základ prírodovedného poznávania, vynikajúci prehľad v histórii a kultúre prispievajú k celostnému pohľadu na vlastný výskum a jeho výsledky. Tieto nadania boli neoceniteľným príspevkom do často nekonečných diskusií v spoločnosti, pri ohni alebo varení gulášu či kapustnice na katedre. Netreba pozabudnúť ani na Jožov veľmi srdečný vzťah k starším kolegom, najmä svojim učiteľom a bývalým spolupracovníkom z dlhoročného pôsobenia v ŠGÚDŠ.

Náš Jozef je človek s výrazným hlasovým prejavom, širokým dobromyseľným úsmevom, briskným humorom a ako jediný z nás sa dá zaznačiť do geologickej mapy. Aj preto mu želáme k jeho nedávnomu jubileu ešte veľa úspeš-

ných študentov, zaujímavých výsledkov a spoločných aktivít s nami, kolegami a priateľmi. Jožo, na zdravie!

Martin Šujan, Alexander Nagy, Ondrej Pelech
a Ján Madarás

Výber významných projektov

- Regionálny geologický výskum SR (IV. – VI. etapa v rokoch 1992 – 2000)
- Geodynamický vývoj a hlbinná stavba Západných Karpát (I. a II. etapa v rokoch 1991 – 1996)
- Prognózne hodnotenie nerastnej surovinovej základne SR
- Výskum nerastných surovín Slovenska – zákonitosti vzniku a lokalizácie rudných ložísk v styčnej zóne veporika a gemerika (1991 – 1995)
- Analýza sedimentárnych neogénnych molasových panví Západných Karpát z hľadiska výskytu prírodných uhlíkovodíkov
- ALCAPA – Geological problems of the East Alpine – West Carpathians – Transdanubian area
- DANREG – Dunajská panva; TIBREG – transkarpatská depresia
- CELEBRATION 2000 – geofyzikálne a seizmické transekty cez Západné Karpaty
- Vývoj hlbinného úložiska vyhoreného jadrového paliva a vysokoaktívnych Ra-odpadov v podmienkach SR (1996 – 2000)
- Zhodnotenie vhodných geologických štruktúr na ukladanie rádioaktívnych a toxických odpadov na území SR, regionálna geológia (1998 – 2000)
- Tektogenéza sedimentárnych panví Západných Karpát (2000 – 2004)
- Digitálna geologická mapa Slovenskej republiky v mierke 1 : 50 000 (dokončenie v r. 2005)
- Seizmické transekty geologickými jednotkami Západných Karpát
- COST 625 – 3D monitorovanie aktívnych tektonických porúch v Západných Karpatoch
- Neotektonická aktivita územia Západných Karpát (NEOTACT) (2006 – 2009)
- Tektonická interakcia kryštalinika a sedimentov obalu tatrika Západných Karpát (2011 – 2013)
- Geological structure of the Dobrá Voda seismic source zone (2018 – 2020)

SPOMIENKY

Spomienka na RNDr. Jozefa Hanáčka

(* 2. 1. 1928 – † 12. 8. 2021)

Vo veku dožitých 93 rokov zomrel náš dlhoročný spolupracovník RNDr. Jozef Hanáček, ktorý sa narodil v Kočovciach (okr. Nové mesto nad Váhom).

RNDr. Hanáček, skončil gymnaziálne štúdiá v roku 1947. Štúdium geológie na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave skončil v roku 1952. Od roku 1950 až do roku 1957 pôsobil postupne na Fakulte špeciálnych náuk, Fakulte banského inžinierstva a Fakulte geologicko-geografickej SVŠT v Bratislave. Už na počiatku svojej profesionálnej kariéry pracoval pod vedením profesora D. Andrusova pri výskume komplexov mezozoika. V roku 1950 ako 22-ročný sa v rámci terénnej výchovy mladých geológov zúčastňoval na systematickom výskume územia medzi Vrbovým a Čachticami. Vzhľadom na povinné prerozdelenie zamestnancov na iné novovzniknuté organizácie v 50. rokoch 20. storočia bol Dr. Hanáček prijatý do Geologického ústavu Dionýza Štúra až 1. 1. 1958. Odvtedy bol zamestnancom ústavu až do odchodu do dôchodku v roku 1991.

V polovici 50. rokov pracoval najmä na posúdení geologickej stavby v súvislosti so stavbami vodných diel – Nosice, v údolí Hnilca, vodnej nádrže Hriňová (1954). Počiatkom 60. rokov minulého storočia už ako zamestnanec GÚDŠ pracoval na listoch generálnych máp 1 : 200 000 – listov Banská Bystrica a Trstená, kde už začal spracúvať komplexy mezozoika aj z pohľadu ich významu ako zdroja nerudných surovín. Jeho prvá samostatná výskumná práca súvisela s výskumom mezozoika nedzovskej série v Čachtických vrchoch (1966). Postupne s rozvojom metódy kvantitatívnej chemickej analýzy v rámci GÚDŠ začal využívať geochemické metódy na stanovenie parametrov zloženia karbonátových hornín mezozoika z rôznych oblastí Slovenska – Čachtických vrchov, Myjavskej pahorkatiny, Strážovských vrchov, Malých Karpát, Humenských vrchov, Veľkej Fatry, Slovenského krasu, Slovenského raja, Galmusu, Nízkyh Tatier, Malej Fatry a Žiaru. Podieľal sa na zostavovaní vysvetliviek k mnohým geologickým mapám v mierke 1 : 25 000 a 1 : 50 000 (Považská Bystrica, Nové Mesto nad Váhom, Beckov, Myjava, Hranovnica, Ružomberok-Malá Smrekovica, Nemecká, Malužiná 1 – 2,



Donovaly 1 – 2, Jelšava, Kameňany, Ratkovská Suchá, Turňa nad Bodvou, Pruské, Lipany, Spišská Nová Ves). Pracoval na zostavovaní regionálnych máp ložísk a prognóz nerastných surovín napr. Turčianskej kotliny a prognózných zdrojov vápencov a dolomitov Slovenska. Zúčastňoval sa na vyhodnocovaní mezozoika v rámci realizácie geotermálnych vrtov v rôznych častiach Slovenska – Horná Štubňa (vrt GHŠ-1), Obid (vrt FGO-1), Oravice (OZ-1), vrtov z okolia Bojníc (Š1-NB, Š2-NB), vrtu v Kravanoch nad Dunajom (FGKr-1) alebo

štruktúrneho vrtu Meliata (Mel-1). Posledné archivované správy Dr. Hanáčka z roku 1990 sa týkajú vysvetliviek k listu Beckov a prognózných zdrojov vápencov a dolomitov Slovenska. Výsledky prác sú zhrnuté v niekoľkých desiatkach výskumných rukopisných správ umiestnených v archíve ŠGÚDŠ a v publikovaných a archivovaných geologických mapách mierok 1 : 25 000 a 1 : 50 000. Hodnotenia prognózných zdrojov nerudných nerastných surovín (dolomitov, vápencov, menej bauxitov) v takmer všetkých oblastiach Slovenska slúžili ako podklad pre rozvinutý cementársky priemysel na Slovensku.

Čeť jeho pamiatke!

Lubomír Hraško a Milan Gargulák

Publikované práce

- Hanáček, J.**, 1954: Geológia Nedzovského pohoria. Geol. Zbor. Geol. Carpath., 5, 1 – 4, 59 – 83.
- Hanáček, J.**, 1956: Schizofytové vápence v triase Nedzovského pohoria. Geol. Zbor. Geol. Carpath., 7, 3 – 4, 305 – 310.
- Mahel', M., Brestenská, E., Buday, T., Čechovič, V., Eliáš, K., Franko, O., **Hanáček, J.**, Kamenický, L., Kullman, E., Kuthan, M., Matějka, A., Mazúr, M. a Salaj, J., 1962: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000 M – 34 – XXV list Žilina. Bratislava, Geofond, 271 s.
- Hanáček, J.**, 1969: K problému geochemie vápencov triasu Malých Karpát. Geol. Práce, Spr., 49, 123 – 139.
- Hanáček, J.**, 1969: Niekoľko nových poznatkov z nedzovskej série Čachtického pohoria. Geol. Práce, Spr., 48, 103 – 117.

- Biely, A., Franko, O. a **Hanáček, J.**, 1970: Geologické pomery mezozoika v okolí Bojnických kúpeľov. Geol. Práce, Spr., 52, 11 – 17.
- Hanáček, J.** a Hruškovič, S., 1971: Dolomity v Západných Karpatoch. Miner. Slov., 3, 12 – 13, 481 – 495.
- Michel, J., Žabka, A., **Hanáček, J.** a Hruškovič, S., 1974: Karbonátové a iné cementárske suroviny v Západných Karpatoch. Materiály z III. celoslovenskej geologickej konferencie. I. časť, 289 – 296.
- Gašparik, J., Brestenská, E., Forgáč, J., Franko, O., Hajósová, M., **Hanáček, J.**, Marková, M., Matkulčík, E., Planderová, E. a Sitár, V., 1974: Štruktúrny vrt GHŠ-1 (Horná Štubňa). Region. geol. Západ. Karpát, 3, 96 s.
- Hanáček, J.**, 1976: Nové poznatky o triase strážovského a chočského príkrovu v Strážovskej hornatine. Západ. Karpaty, Sér. Geol., 1, 125 – 149.
- Hanáček, J.**, 1979: Porovnanie geochemických charakteristík triasových karbonátov centrálnych Západných Karpát. Miner. Slov., 11, 5, 466.
- Hanáček, J.**, 1980: Nerudné a nerastné suroviny a palivá (Mapa č. 9) 1 : 1 000 000. In: Atlas Slovenskej Socialistickej republiky (Kapitola III. – Podklad). Bratislava, Slov. Akad. Vied – Slov. úrad geod. kartogr., 24.
- Hanáček, J.**, 1981: Charakteristika najrozšírenejších triasových karbonátových hornín centrálnych Západných Karpát z hľadiska ich surovinového významu: Anotácia príspevku. Zborník referátov. Zv. 3. Sekcia 03. Geológia a surovinové zdroje mezozoika. Sekcia 04. Geológia a surovinové zdroje paleogénu, 35.
- Zakovič, M., Bodiš, D., Bujnovský, A. a **Hanáček, J.**, 1981: Hydrogeologický vrt OZ-1 Oravice. Region. geol. Západ. Karpát, 15, 59 – 79.
- Began, A. (ed.), **Hanáček, J.**, Mello, J. a Salaj, J., 1984: Geologická mapa Myjavskej pahorkatiny, Brezovských a Čachtických Karpát 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Bujnovský, A. a **Hanáček, J.**, 1986: Geológia a surovinový význam niektorých mezozoických jednotiek sz. časti Nízkych Tatier a východnej časti Veľkej Fatry. Region. geol. Západ. Karpát, Spr. výsk. Geol. Úst. D. Štúra, 21, 73 – 79.
- Hanáček, J.**, 1986: K otázke možnosti vzniku a zachovania bauxitov na Slovensku. Region. geol. Západ. Karpát, Spr. výsk. Geol. Úst. D. Štúra, 21, 303 – 305.
- Salaj, J. (ed.), Began, A., **Hanáček, J.**, Mello, J., Kullman, E., Čechová, A. a Šucha, P., 1987: Vysvetlivky ku geologickej mape Myjavskej pahorkatiny, Brezovských a Čachtických Karpát 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 181 s.
- Remšík, A. (ed.), Franko, O., Biely, A., Bodiš, D., Gašpariková, V., Gross, P., **Hanáček, J.**, Kullmanová, A., Papšová, J., Priechodská, Z., Samuel, O. a Vaňová, M., 1991: Výskumný geotermálny vrt FGKr-1 v Kravanoch n/D. Region. geol. Západ. Karpát, 26, 91 s.
- Gašparik, J. (ed.), Halouzka, R., Miko, O., Gorek, J., Rakús, M., Bujnovský, A., Lexa, J., Panáček, A., Samuel, O., Gašpariková, V., Planderová, E., Snopková, P., Fendek, M., **Hanáček, J.**, Modlitba, I., Klukanová, A., Žáková, E., Horniš, J. a Ondrejčíková, A., 1995: Vysvetlivky ku geologickej mape Turčianskej kotliny 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 196 s.

Za RNDr. Antonom Bielym, CSc. (* 18. 12. 1930 – † 8. 10. 2021)

Dňa 8. októbra 2021 navždy opustil rady geologickej obce RNDr. Anton Biely, CSc. Bol poprednou osobnosťou prvej silnej slovenskej generácie geológov, ktorá pozdvihla geologické poznanie Západných Karpát na nebývalú úroveň. Jeho všestranná geologická činnosť bola zameraná predovšetkým na riešenie úloh regionálneho geologického výskumu, ktoré v značnej miere vyplývali z praktických požiadaviek vtedajšej éry národného hospodárstva. A. Biely získal povestnú odbornú erudíciu predovšetkým ako znalec kompozície



a tektonickej štrukturalizácie vnútrokarpatských mezozoických jednotiek a tiež ako regionálny geológ par excellence. Syntetické schopnosti predurčovali A. Bieleho na to, že ho editori monografických či reprezentatívnych publikácií nezriedka oslovovali v súvislosti s napísaním úvodnej kapitoly o geologickej stavbe Západných Karpát. Úspešná profesionálna dráha A. Bieleho bola v rokoch 1954 – 1991 spojená s celoživotnou prácou v ŠGÚDŠ (vtedy GÚDŠ), kde zastával aj funkciu vedúceho oddelenia mezozoika (1958 – 1964) a hlbínnej stavby (1975 – 1981). Domáce pôsobenie prerušil v rokoch 1967 – 1973 a 1982 – 1984 geologickou misiou v Tunisku, kde sa na medzinárodnom poli v službách tuniskej vlády a OSN zaslúžil o dobré meno slovenskej geológie. V dôchodkovom veku väčšinu času trávil v Ivanke pri Dunaji, pričom sa naďalej so záujmom o geológiu zapájal do zostavovania nových geologických máp, venoval sa posudkovej činnosti a cennými radami pomáhal širokému geologickému okoliu.

Chceme vyjadriť úctu pamiatke A. Bieleho aj zo strany mladšej generácie, ktorá ho poznala, ale už nemala možnosť nadviazať s ním užší pracovný kontakt. V spomienke na A. Bieleho nám, prirodzene, neprináleží hodnotiť jeho vedecký prínos alebo jeho organizačno-riadiacu prácu. To urobil povolanejším spôsobom O. Fusán v zdravici k jeho životnému jubileu (1991), pri ktorej je uvedený aj zoznam publikovaných prác a získaných ocenení. Podobne iné biografické príspevky k jubileám A. Bieleho (1981, 2001, 2011) pochádzajú z pera jeho blízkych kolegov, ktorí dávno v ŠGÚDŠ nepracujú alebo už nie sú medzi nami. Jubilejné biografie z ostatných rokov vyzdvihovali okrem odborných

kvalít aj jeho dobré ľudské vlastnosti. Prenášal na svoje okolie svoju pozitívnu životnú energiu, ktorá mu pomáhala zvládať nielen pracovné, ale aj osobné problémy, o ktorých málokto vedel.

Odhliadnuc od publikovaných prác, ťažisko pracovných výstupov geológa v GÚDŠ spočívalo v zostavovaní odborných rukopisných správ, ktorých v archíve ŠGÚDŠ figuruje pod menom A. Bieleho okolo 150. Z ocenení, ktorých sa mu dostalo po roku 1990, možno spomenúť Striebornú medailu Dionýza Štúra SAV (1990), Medailu Jána Slávika

SGS (1991), Zlatú medailu za celoživotnú prácu pri príležitosti 60. výročia ŠGÚDŠ, Cenu Dionýza Štúra (2012) a napokon v roku 2015 Pamätnú medailu ŠGÚDŠ k 75. výročiu jeho založenia. Popri výskumnej práci pôsobil vo viacerých redakčných radách odborných geologických periodík. Bol členom ústrednej edičnej rady ÚÚG a redakčnej rady Věstníka ÚÚG v Prahe, členom vedeckej rady GÚDŠ a tiež spoločnej vedeckej rady GÚDŠ – ÚÚG (1974 – 1991), vedeckým tajomníkom GÚDŠ (1974 – 1981), ako aj členom geologických spoločností, rôznych odborných komisií, rád a skúšobných komisií na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave v predmete regionálna geológia.

A. Biely sa narodil 18. decembra 1930 v Solčanochoch. Gymnázium absolvoval v roku 1950 v Topolčanochoch. Následne v rokoch 1950 – 1952 študoval na Geologicko-geografickej fakulte vtedajšej Slovenskej univerzity v Bratislave. V štúdiu pokračoval v špecializácii ložisková geológia na Geologicko-geografickej fakulte Karlovej univerzity v Prahe, ktoré skončil v roku 1954. Po nástupe do GÚDŠ mu nezostalo veľa času na pracovnú aklimatizáciu ani štúdium literatúry. Vnímavého a dobre pripraveného mladého pracovníka zaregistroval M. Maheľ a so svojou povestnou zanietenosťou mu predostieral početné geologické problémy. Poveroval ho mapovať v teréne, odoberať vzorky a overovať, resp. študovať situáciu v rôznych geologických jednotkách – od staropaleozoických až po neogénne. Sčasti hektickej, ale osudovo danej činnosti sa nevyhýbal. Neskôr spomínal, že M. Maheľ ho vyslal takmer všade a mal tak príležitosť oboznámiť sa temer so všetkými otázkami, aké trápili vnútrokarpatskú regionálnu geológiu

tých čias. Toto tvorivé obdobie, späté predovšetkým s prípravou podkladov na povestnú edíciu „generálnych“ geologických máp Československa v mierke 1 : 200 000, dalo pevný základ jeho celoživotnej vedeckej práci.

Vedeckú aspirantúru v odbore stratigrafická geológia absolvoval v ÚÚG v Prahe (dnes Česká geologická služba) a v roku 1962 obhájil dizertačnú prácu na tému geológie mezozoika Tribeča a získal vedeckú hodnosť kandidát geologicko-geografických vied (CSc.). Táto práca neskôr poslúžila ako podklad pri zostavovaní geologickej mapy regiónu pohoria Tribeč (1974), jednej z prvých publikovaných máp v edícii regionálnych geologických máp Slovenska v mierke 1 : 50 000. Súbežne sa venoval mapovaniu a litostratigrafickému výskumu mladopaleozoických a mezozoických jednotiek v západnej časti Slovenského rudohoria. V rámci vnútornej náplne krížňanského príkrovu významne prispel k poznaniu iľanovského vývoja. Stal sa v podstate prvým slovenským geológom, ktorý dokázal invenčne nadviazať na progresívne tektonické koncepcie zvučných mien českej geológie, medzi ktorými možno spomenúť V. Zoubka, Z. Pouba, S. Vránu a osobitne A. Matějku a R. Kettnera. A. Biely začiatkom 60. rokov minulého storočia predstavil definíciu veporika, ktoré vzhľadom na odlišný mezozoický obal rozdelil prostredníctvom pohorelskej línie na veľkobočku a föderatskú oblasť. Jeho v zásade dodnes nespochybnená formulácia veporika ako jednotky situovanej medzi čertovickou a lubenícko-margecianskou líniou mala kľúčový význam aj pri chápaní celokarpatského tektonického kontextu „subtatranských“ príkrovov.

Ďalšou nosnou doménou A. Bieleho bol stratigrafický a tektonický výskum chočského príkrovu, uskutočňovaný najmä v nízkotatranskej oblasti. K hlavným výsledkom tohto štúdia patrí odlišenie čiernovážskeho a bielovážskeho vývoja triasu. Poukázal na tektonickú zložitosť vnútornej stavby bielovážskeho príkrovu a s podporou biofaciálneho výskumu identifikoval na viacerých miestach nové, najmä jurské litostratigrafické členy. Vulkanicko-sedimentárne súbory bazálnej časti chočského príkrovu, v danom období zväčša ponímané ako verfénske, definitívne rozčlenil na karbónske, spodnopermské, vrchnopermské a spodnotriasové členy. Spomínané práce A. Bieleho viedli koncom 60. rokov k modifikácii predstáv kriedovej príkrovovej stavby Vnútorých Západných Karpát. To sa premietlo do koncepcie prehľadnej geologickej a tektonickej mapy nielen v tomto období, ale aj pri tvorbe ich novej edície na prelome miléníí.

Popri odboroch tradičnej geológie nemožno vynechať ani jeho podiel na rozvoji aplikovanej geológie, a to predovšetkým hydrogeológie, kde poskytoval neoceniteľné poznatky pri geologickom hodnotení zdrojov podzemnej, minerálnej a geotermálnej vody. Bol dlhoročným spolupracovníkom renomovaných hydrogeológov, ku ktorým patrili najmä O. Franko, V. Hanzel a E. Kullman. Projektovanie hlbokých geotermálnych vrtov úzko súviselo nielen s obozretným vyhodnocovaním geofyzikálnych údajov, konštrukciou detailných geologických rezov, ale aj ochotou prevziať spoluzodpovednosť za nákladné technické práce. A. Biely prispel k úspešnému prieskumu geotermálnych zdrojov predovšetkým v areáli Liptovskej kotliny,

Podunajskej nížiny, Považia a Hornonitrianskej kotliny. Výsledky realizovaných vrtných diel dokumentovali obojstrannú užitočnosť tejto spolupráce – hydrogeológ nadobudol väčšiu istotu pri projektovaní, lokalizácii a vyhodnotení vrtu a geológ si rozšíril znalosti o hlbínnej stavbe daného územia.

Priaznivý ohlas odbornej verejnosti A. Biely získal analýzou geologickej stavby zakrytých predterciérnych jednotiek. Okrem spomenutých hydrogeologických areálov sa intenzívne zaoberal mezozoickou stavbou podlažia stredoslovenských neovulkanitov, Viedenskej panvy a Dunajskej panvy. V podlaží kenozoickej výplne Viedenskej panvy sformuloval predstavu o horizontálnom ľavostrannom posune, situovanom západne od Malých Karpát, kde sa stýkajú príkrovové sústavy Západných Karpát a Severných Vápencových Álp. Z pohľadu predalpínskeho substrátu bola v jv. časti Dunajskej panvy významná identifikácia nemetamorfovaných devónskych vápencov, ktoré sa dovtedy zaraďovali k mezozoiku. Svoju dlhoročnú prax, ako aj regionálny rozhľad v susediacich alpských a panónskych oblastiach zúročil v dodnes „nedotknuteľnom“ kompendiu o podlaží terciéru Vnútorých Západných Karpát, ktoré je tiež ukážkovým príkladom otvoreného diskusného priestoru rôznorodých názorov.

A. Biely bol vítaným účastníkom plodných geologických diskusií, kde málokto pozeral na čas. Vedel, že dialóg so špecialistami v oblasti stratigrafie, štruktúrnej geológie či aplikovanej geológie, alebo aj s názorovým oponentom, rozširuje obojstranné poznanie. Prostredníctvom geológie si svojím komunikatívnym prístupom získal tak u nás, ako aj v zahraničí mnoho priateľov. Svojich kolegov dokázal ľahko osloviť na spoluprácu. V regionálnogeologickej sfére sa to najvýraznejšie prejavilo pri riešení biostratigrafických otázok s A. Kullmanovou, M. Rakúsom, J. Salajom, O. Samuelom, J. Bystrickým, J. Papšovou, E. Planderovou a ďalšími špecialistami.

Geológia náleží k vedám, kde sa spoľahlivé poznatky rodia neľahko a často im predchádza neistota alebo občas aj vyhrotená protirečivá diskusia. A. Biely bol človek otvoreného dialógu, ktorému sa spravidla darilo eliminovať osobnú rovinu sporov a upriamovať pozornosť na hľadanie cesty riešenia konkrétneho geologického problému. Bol viac človekom so zdravou sedliackou logikou ako zástancom sofistikovaných konštrukcií alebo generalizujúcich teórií. Nebál sa povedať neviem, alebo v prípade, ak ho argumenty presvedčili, na verejnom fóre či na papieri bez problémov uznal, že sa mýlil. V prípade erudovaného názorového oponenta prechovával rešpekt k inému uhlu pohľadu. Na druhej strane, z oponentských konaní alebo prednáškových podujatí si tiež pamätáme, ako razantne dokázal odmietnuť účelové a nepodložené tvrdenia.

Jeho kritické myslenie odzrkadľovalo nestálosť vedeckého poznania, ale aj dôveru v napredovanie vďaka novým informáciám tradičnej geológie a moderným metodikám. Tento postoj vyjadruje okridlený dôvetok, ktorým nezriedka zavŕšil debatu s mladším kolegom: „Ďj, bratku, a to, čo sme si tu teraz povedali, už zajtra nemusí byť pravda.“ A. Bielemu vďačíme za orientáciu v spektre mnohorakých názorov a za ochotu podeliť sa so svojimi bohatými skúsenosťami.

Inšpiratívne pôsobilo aj to, že v zložitej problematike často vyslovoval viac otázok ako odpovedí. Odporúčal dôsledne študovať práce a mapy našich predchodcov, aby sme neobjavovali objavené, alebo aby sme znova neopakovali tie isté chyby. Základný prvok v poznávaní geologickej stavby videl neochvejne v terénnom výskume a v potrebe jeho neustálej aktualizácie.

Naša vedecká pospolitosť stráca osobnosť, ktorá zanechala nezmazateľnú pečať na geologickom obraze Slovenska. RNDr. Anton Biely, CSc., reprezentoval „zlatý vek“ geologického výskumu Západných Karpát a svojím celoživotným dielom sa zaslúžil o dobré meno Geologického ústavu Dionýza Štúra doma i v zahraničí.

Česť jeho pamiatke!

Martin Kováčik, Ľubomír Hraško a Daniela Boorová

Výber z literatúry publikovanej od roku 1990

- Biely, A.**, Fusán, O., Koráb, T., Lexa, J., Tomek, Č. a Šefara, J., 1990: Výskum hlbínnej geologickej stavby Západných Karpát geofyzikálnymi metódami. V. celoslovenská geologická konferencia (abstrakty referátov). Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, s. 15.
- Biely, A.** a Hrouda, F., 1992: Magnetic fabric in Inner West Carpathian rocks and its post-Cretaceous rearrangements. Terra abstracts, Abstract suppl. No. 2 to Terra nova (ALCAPA, Graz, Austria 1 – 3 July, 1992), 4, 9.
- Remšík, A. (ed.), Franko, O., **Biely, A.**, Bodiš, D., Gašpariková, V., Gross, P., Hanáček, J., Kullmanová, A., Papšová, J., Priehodská, Z., Samuel, O. a Vaňová, M., 1991: Výskumný geotermálny vrt FGKr-1 v Kravanech n/D. Region. geol. Západ. Karpát, 26, 91 s.
- Biely, A.** a Bezák, V., 1992: Miesto geológie v ekonomickom a kultúrnom rozvoji štátu. Slovakia plus. Zborník príspevkov z 1. zasadnutia Stálej konferencie slovenskej inteligencie (30. nov. – 2. dec. 1992), Bratislava 1993, 46 – 47.
- Biely, A.** a Kullmanová, A., 1992: Spodný trias na komárňanskej kryhe. Geol. Práce, Spr., 95, 33 – 35.
- Biely, A.** (ed.), Beňuška, P., Bezák, V., Bujnovský, A., Halouzka, R., Ivanička, J., Kohút, M., Klinec, A., Lukáčik, E., Maglay, J., Miko, O., Pulec, M., Putiš, M. a Vozár, J., 1992: Geologická mapa Nízkych Tatier 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Biely, A.** (ed.), Bezák, V., Elečko, M., Kaličiak, M., Konečný, V., Lexa, J., Mello, J., Nemčok, J., Potfaj, M., Rakús, M., Vass, D., Vozár, J. a Vozárová, A., 1996: Geologická mapa Slovenskej republiky 1 : 500 000. 1. vyd. Bratislava, GS SR – MŽP SR.
- Biely, A.**, Bezák, V., Elečko, M., Gross, P., Kaličiak, M., Konečný, V., Lexa, J., Mello, J., Nemčok, J., Potfaj, M., Rakús, M., Vass, D., Vozár, J. a Vozárová, A., 1996: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenska 1 : 500 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 77 s.
- Biely, A.** a Bezák, V. (eds.), Bujnovský, A., Vozárová, A., Klinec, A., Miko, O., Halouzka, R., Vozár, J., Beňuška, P., Hanzel, V., Kubeš, P., Liščák, P., Lukáčik, E., Maglay, J., Molák, B., Pulec, M., Putiš, M. a Slavkay, M., 1997: Vysvetlivky ku geologickej mape Nízkych Tatier 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 232 s.
- Bezák, V. a **Biely, A.**, 1998: Geologicko-tektonická stavba ňumbierskej časti Nízkych Tatier a paralely so štúdiou D. Andrusova et al. (1951). Miner. Slov., 30, 1, 81 – 83.
- Biely, A.**, Bezák, V., Elečko, M., Konečný, V., Polák, M., Vass, D. a Vozár, J., 2002: Introductory lecture to the 11th Congress of the Carpathian-Balkan Geological Association: Some new geological knowledge obtained in the Western Carpathians between the 10th and 17th CBGA congresses. Geol. Carpath., 53, 3, 211 – 212.
- Biely, A.**, Vozár, J., Bezák, V., Broska, I., Elečko, M., Eliáš, M., Havrila, M., Hók, J., Ivanička, J., Kohút, M., Konečný, V., Kováč, P., Kováčik, M., Mello, J., Plašienka, D., Polák, M., Potfaj, M., Reichwalder, P., Soták, J., Vass, D. a Vozárová, A., 2002: A Brief Review of Slovakia's Geological Structure In: XVIIth Congress of Carpathian-Balkan Geological Association. Guide to Geological Excursions. Excursion Guide. Introduction to Geological Excursions A, B, C and Wine-Route. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 9 – 16.
- Lexa, J., Bezák, V., Elečko, M., Eliáš, M., Konečný, V., Less, G., Mandl, G., Mello, J., Pálenský, P., Pelikán, P., Polák, M., Potfaj, M., Radócz, G., Rylko, W., Schnabel, G., Stránik, Z., Vass, D., Vozár, J., Zelenka, T., **Biely, A.**, Császár, G., Čtyroký, P., Kaličiak, M., Kohút, M., Kovács, S., Mackiv, B., Maglay, J., Nemčok, J., Nowotny, A., Pentelényi, L., Rakús, M. a Vozárová, A., 2000: Geological map of Western Carpathians and adjacent areas 1 : 500 000 (Geologická mapa Západných Karpát a priľahlých území 1 : 500 000). Bratislava, Ministry Environ Slovak Rep., Geol. Surv. Slovak Rep.
- Vozár, J., Vojtko, R., Sliva, E. (eds.), Aubrecht, R., Baráth, I., Bezák, V., **Biely, A.**, Birkenmajer, K., Boorová, D., Broska, I., Buček, S., Dosztály, L., Elečko, M., Eliáš, M., Fendek, M., Frank, W., Gluch, A., Golonka, J., Havrila, M., Hók, J., Hovorka, D., Hraško, Ľ., Chowaniec, J., Ivanička, J., Janočko, J., Józsa, S., Kaličiak, M., Kohút, M., Konečný, V., Kováč, P., Kováč, M., Kovács, S., Kováčik, M., Král, J., Krejčí, O., Krobickí, M., Lexa, J., Less, G., Liščák, P., Madarás, J., Marko, F., Martinec, P., Mello, J., Mišík, M., Mucha, I., Ondrejka, M., Oszcypko, N., Pelikán, P., Péro, C., Petřík, I., Plašienka, D., Polák, M., Poprawa, D., Porebski, S., Potfaj, M., Putiš, M., Rakús, M., Reichwalder, P., Schlögl, J., Soták, J., Spišiak, J., Švábenická, L., Teťák, F., Uher, P., Vass, D., Vozárová, A., Wagner, P., Witek, K. a Zuchiewicz, W., 2002: XVIIth Congress of Carpathian-Balkan Geological Association. Guide to geological excursions. Bratislava, 1 – 4. 9. 2002, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 163 s.
- Bezák, V., Broska, I., Ivanička, J., Reichwalder, P., Vozár, J., Polák, M., Havrila, M., Mello, J., **Biely, A.**, Plašienka, D., Potfaj, M., Konečný, V., Lexa, J., Kaličiak, M., Žec, B., Vass, D., Elečko, M., Janočko, J., Perezslényi, M., Marko, F., Maglay, J. a Pristaš, J., 2004: Tektonická mapa Slovenskej republiky 1 : 500 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Franko, O., **Biely, A.** a Weis, K., 2006: Hydrogeologická štruktúra termálnych vôd v Sklených Tepliciach. Podzemná voda, 12, 2, 168 – 181.
- Bezák, V., **Biely, A.** a Olšovský, M., 2007: Tektonický štýl kontaktnej zóny tatrika s veporikom. Miner. Slov., 39, 1, Geovestník, 16 – 17.
- Franko, O., **Biely, A.**, Vandrová, G., Frličková, M., a Zvara, I., 2008: Hydrogeologická štruktúra minerálnych vôd v Korytnici. Geol. Práce, Spr., 115, 11 – 25.
- Bezák, V., Elečko, M., Fordinál, K., Ivanička, J., Kaličiak, M., Konečný, V., Kováčik, M., Maglay, J., Mello, J., Nagy, A., Polák, M., Potfaj, M. (eds.), **Biely, A.**, Bóna, J., Broska, I., Buček, S., Filo, I., Gazdačko, L., Grecula, P., Gross, P., Havrila, M., Hók, J., Hraško, Ľ., Jacko, S., st., Jacko, S., ml., Kobulský, J., Kohút, M., Kováčik, M., Lexa, J., Madarás, J., Németh, Z., Olšovský, M., Plašienka, D., Pristaš, J., Rakús, M., Salaj, J., Siman, P., Šimon, L., Teťák, F., Vass, D., Vozár, J., Vozárová, A. a Žec, B., 2008a: Prehľadná geologická mapa Slovenskej republiky 1 : 200 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra.

- Bezák, V. (ed.), Elečko, M., Fordinál, K., Ivanička, J., Kaličiak, M., Konečný, V., Maglay, J., Mello, J., Nagy, A., Polák, M., Potfaj, M., Šimon, L., **Biely, A.**, Broska, I., Buček, S., Filo, I., Grecula, P., Hraško, L., Jacko, S., Kobulský, J., Kohút, M., Kováčik, M., Lexa, J., Olšavský, M., Plašienka, D., Pristaš, J., Teťák, F., Vass, D. a Vozárová, A., 2008b: Vysvetlivky k Prehľadnej geologickej mape Slovenskej republiky 1 : 200 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 534 s.
- Bezák, V., Polák, M., Konečný, V. (eds.), **Biely, A.**, Elečko, M., Filo, I., Hók, J., Hraško, L., Kohút, M., Lexa, J., Madarás, J., Maglay, J., Mello, J., Olšavský, M., Pristaš, J., Šiman, P., Šimon, L., Vass, D. a Vozár, J., 2008: Prehľadná geologická mapa Slovenskej republiky 1 : 200 000, mapový list 36 – Banská Bystrica. Bratislava, Ministerstvo život. prostr. Slov. Rep. – Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Polák, M., Potfaj, M., Filo, I., Broska, I., Kohút, M., Mello, J., Bezák, V., Teťák, F., Gross, P., **Biely, A.**, Rakús, M., Hók, J., Vozár, J., Nagy, A. a Maglay, J., 2008: Prehľadná geologická mapa Slovenskej republiky 1 : 200 000, mapový list 26 – Žilina. Bratislava, Ministerstvo život. prostr. Slov. Rep. – Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Mello, J., Ivanička, J., Grecula, P., Janočko, J., Jacko, S., Elečko, M., Pristaš, J., Vass, D., Polák, M., Vozár, J., Vozárová, A., Hraško, L., Kováčik, M., Bezák, V., **Biely, A.**, Németh, Z., Kobulský, J., Gazdačko, L., Madarás, J. a Olšavský, M., 2008: Prehľadná geologická mapa Slovenskej republiky 1 : 200 000, mapový list 37 – Košice. Bratislava, Ministerstvo život. prostr. Slov. Rep. – Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Polák, M., **Biely, A.** a Mello, J., 2010: História a vývoj výskumu mezozoika v Štátnom geologickom ústave Dionýza Štúra od jeho založenia po súčasnosť. In: Nové výzvy geológie na Slovensku. 70 rokov Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra. Zborník vedeckých príspevkov z konferencie. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 29 – 37.
- Bezák, V., **Biely, A.**, Elečko, M., Konečný, V., Mello, J., Polák, M. a Potfaj, M., 2011: A new synthesis of the geological structure of Slovakia-the general geologic map at 1 : 200 000 scale. Geol. Quart., 55, 1 – 8.

Biografie a zdravice k životným jubileám RNDr. Antona Bieleho, CSc.

- Cambel, B., Slavkay, M. a Kaličiak, M., 2000: Významní slovenskí geológovia. Biografia. Bratislava, Veda, Vyd. Slov. Akad. Vied, 51 – 53.
- Oddelenie mezozoika, 1981: RNDr. A. Biely, CSc., päťdesiatročný. Miner. Slov., 13, 284.
- Fusán, O. a Samuel, O., 1981: On the 50th Birthday of RNDr. Anton Biely, CSc. Geol. Zbor. Geol. Carpath., 32, 3, 381 – 384.
- Fusán, O., 1991: RNDr. A. Biely, CSc., šesťdesiatročný. Geol. Práce, Spr., 93, 7 – 12.
- Reichwalder, P. a Elečko, M., 2001: RNDr. A. Biely, CSc., sedemdesiatročný. Miner. Slov., 33, 3, Geovestník, 14 – 15.
- Elečko, M., Polák, M. a Bezák, V., 2010: RNDr. A. Biely, CSc., osemdesiatročný. Miner. Slov., 4, Geovestník, 525 – 526.

Spomienka na RNDr. Laurenca Snopka, CSc.

* 1. 5. 1931 – † 21. 11. 2021

Narodil sa 1. 5. 1931 v učiteľskej rodine v obci Polomka. Stredoškolské štúdium absolvoval na Gymnáziu v Brezne. V roku 1950 začal študovať na Geologicko-geografickej fakulte UK v Bratislave, odbor geológia. Po dvoch rokoch prestúpil na Geologicko-geografickú fakultu KU v Prahe a štúdium skončil v roku 1954 ako promovateľný geológ. V roku 1966 po obhájení dizertačnej práce *Význam drobných a stredných litologických i tektonických štruktúr pre riešenie stavby západnej časti paleozoika Spišsko-gemerského rudohoria* získal vedeckú hodnosť kandidát geologických vied (CSc.) a v tom istom roku získal akademický titul doktor prírodných vied (RNDr.).

V prvých rokoch zamestnania vo vtedajšom GÚDŠ (od roku 1954) bol zaradený do oddelenia paleozoika a pracoval na úlohách v západnej časti Spišsko-gemerského rudohoria. Neskôr sa podieľal na zostavovaní prehľadných geologických máp v mierke 1 : 200 000, listy Vysoké Tatry a Rimavská Sobota. V ďalších rokoch sa venoval stratigrafickému a tektonickému výskumu Spišsko-gemerského rudohoria. Výsledkom jeho činnosti bola prvá v ČSSR zostavená geologická mapa v mierke 1 : 50 000, list Dobšiná. Prácu vykonával pod vedením legendy československej geológie akademika Vladimíra Zoubka. Podstatnú časť svojej práce zameriaval na riešenie stratigrafických a tektonických problémov Spišsko-gemerského rudohoria s využitím drobnotektonickej analýzy a litologicko-sedimentárneho výskumu nízko metamorfovaných hornín. Litostratigraficky rozčlenil gelnickú skupinu na viac horizontov. Vyčlenil vlahovské súvrstvie, súvrstvie Bystrého potoka a drnavské súvrstvie. Okrem toho vyčlenil osobitnú faciú betliarskeho súvrstvia. Veľký dôraz kládol na diastrofický charakter sedimentácie gelnickej skupiny a na sledovanie bočného a pozdĺžneho prínosu klastického materiálu do sedimentačnej panvy. Zistil veľké množstvo podmorských zosuvov, pieskotokov a olistostróm. V rámci gelnickej skupiny vyčlenil distálnu, proximálnu, subflyšovú a kryptoflyšovú faciú a poukázal na synchronnosť vulkanizmu so sedimentárnymi cyklami. V súvrstviach bol na základe



palynologických výsledkov doložený vek od vrchného kambria až po spodný devón vrátane. Vyčlenil 7 mezorytmov s typickým kyslým vulkanizmom (vo vlahovskom súvrství paleoryolitovo-paleoryodacitový vulkanický komplex, v súvrství Bystrého potoka paleodacitový vulkanický komplex, v drnavskom súvrství paleoryolitový, veľmi kyslý vulkanický komplex).

V oblasti Slovenského rudohoria zostavil (1965) ideový projekt *Základný a metalogenetický výskum*, v rámci ktorého bola vypracovaná ložiskovogeologická

štúdia, doložená súborom geologických, tektonických, ložiskových a geofyzikálnych máp vo forme atlasov (1969 – 1970). K nim boli napísané obsiahle vysvetlivky.

V rámci tejto štúdie, na ktorej sa zúčastnil veľký kolektív pracovníkov, svoju vedeckú činnosť orientoval na vyhľadávanie rudných ložísk. Preto riešil problémy vertikálnej i horizontálnej zonálnosti flyšových sedimentov so zameraním na vyhľadávanie karbonatických horizontov (zistenie nového pruhu pri Nižnej Slanej s telesami magnezitov). Štúdiom sedimentárnych textúr a drobnoštruktúrnou analýzou potvrdil veľké vrásové štruktúry (napr. hnilecká klenbová štruktúra). Výsledky boli veľmi pozitívne zhodnotené na zjazde KBGA v Bratislave (1973). Pri riešení geologickej stavby Spišsko-gemerského rudohoria viac rokov spolupracoval s geofyzikmi, pričom táto spolupráca viedla k zisteniu reliéfu gemerických granitov či k definovaniu významných magnetických anomálií pri Komárovciach, Rochovciach a Blhovciach, ako aj vymedzeniu dôležitých zlomových systémov (štítnický, smolnícky, rožňavský, henclovský).

V roku 1966 sa stal vedúcim projektu *Regionálny geologický výskum ČSSR – časť Západné Karpaty – Slovensko*, pri ktorom uplatnil svoje veľké skúsenosti. V rámci projektu usmerňoval prácu na zostavení 14 ideových projektov v jednotlivých oddeleniach, ktoré obsahovali súbor vedeckovýskumných terénnych i laboratórnych prác s cieľom geologicky preskúmať celé územie Slovenska a zostaviť geologické mapy v mierke 1 : 50 000. Zaviedol tematické

úlohy pre rôzne geologické špecializácie, čím sa podstatne zvýšila kvalitatívna úroveň vykonaných prác.

V roku 1975 na spoločnej vedeckej rade navrhol postupne vydávať tlačou spracované geologické regióny v mierke 1 : 50 000 ako novú edíciu, ktorá nadväzovala na predchádzajúce generálne mapy. Geologické mapy 35 území Slovenska spolu s vysvetlivkami boli prezentované na výstave *Geológia pre človeka a životné prostredie* pod záštitou MŽP SR a Ministerstva kultúry SR v priestoroch Slovenského národného múzea v roku 1995.

V rokoch 1958 – 1960 prednášal na PriF UK v Bratislave štruktúrnú geológiu. V rámci medzinárodnej spolupráce KBGA vykonával za ČSSR funkciu predsedu komisie (1972 – 1974) pre geologickú mapu československých Karpát. Výsledkom práce kolektívu autorov bola mapa sedimentárno-vulkanických formácií v mierke 1 : 1 000 000 celej karpatsko-balkánskej vrásovej sústavy (1978).

Dlhé roky vykonával funkciu vedúceho oddelenia paleozoika a v rokoch 1966 – 1974 zastával funkciu vedúceho regionálneho výskumu. Podstatnou mierou sa zaslúžil o vybudovanie terénnej základne a skladov hmotnej dokumentácie v Betliari.

Za svoju prácu a výsledky dostal v roku 1970 od SGÚ vyznamenanie Za pracovnú vernosť. Okrem toho, pamätnými medailami a čestnými uznaniami ho poctili GÚDŠ, ÚÚG v Prahe a BF VŠT v Košiciach. Naposledy bol ocenený v roku 2016 Zlatou medailou ŠGÚDŠ za významný prínos pre geológiu Slovenska. Výsledky svojej vedeckej činnosti zverejnil v zhruba 60 publikáciách, ako aj v celom rade správ (okolo 200) uložených v archíve ŠGÚDŠ. Prezentoval ich na oponentúrach, rôznych sympóziách, konferenciách, zjazdoch, v ČSMGS či v rámci KBGA, a to tak doma, ako aj v zahraničí. Životopisné údaje sú uvedené v časopisoch: *Mineralia Slovaca*, 5, 13 (1981) a *Geologické práce, Správy*, 94 (1992) spolu s bibliografiou.

Doktor Snopko spolu so svojou manželkou RNDr. Paulínou Snopkovou, CSc. (mladšou sestrou prof. Šaláta z VŠT Košice), významnou slovenskou biostratigrafkou, tvorili krásnu dvojicu, s ktorou sme sa stretávali na pôde ŠGÚDŠ a neskôr spravidla už len v rámci koncoročných stretnutí dôchodcov. Doktor Snopko mal vždy blízko k prírodným vedám a nedal sa prehliadnuť ani jeho pedagogický talent. Prejavoval sa hlavne v tom, že sa venoval nám ako začínajúcim geológom, či už formou rád, či zasvätením do geologickej stavby najmä Spišsko-gemerského rudohoria. Dokonale ho poznal, viedol v ňom výskumné práce a na vtedajšiu dobu uplatňoval moderné prístupy k riešeniu geologickej stavby a geologického vývoja.

Pravidelní návštevníci Slovenského národného múzea sa s ním mohli stretávať, už ako s dôchodcom, v prírodovednej časti. Veľmi rád návštevníkom poradil a diskutoval

s nimi ako sprievodca, zvyčajne nad rámec svojich povinností. Nepochybne tak zaujal aj mladšiu generáciu, ktorá má dnes už málo poznatkov o geológii, vývoji života a Zemi.

RNDr. Laurenc Snopko, CSc., nás opustil 21. 11. 2021 v pozhnanom veku 90 rokov. Všetci, ktorí sme ho poznali, budeme naňho spomínať ako na veľmi príjemného a usmievavého človeka. Úsmev na tvári bol jeho základnou poznávacou črtou.

Čeť jeho pamiatke!

Lubomír Hraško

Výber významných publikácií

- Snopko, L.**, 1960: Stručná správa o geologickom mapovaní južne od Dobšinej. *Geol. Práce, Spr.*, 20, 97 – 104.
- Snopko, L.**, 1962: Štúdium drobnotektonických prvkov vzniklých pri metamorfóze paleozoických útvarov v západnej časti Spišsko-gemerského rudohoria. *Geol. Práce, Zoš.*, 61, 157 – 164.
- Snopko, L.**, 1963: Bauelemente der Gemeriden. *Geol. Práce, Spr.*, 28, 89 – 102.
- Snopko, L.**, 1967: Litologická charakteristika gelnickej série. *Sbor. geol. Vied, Západ. Karpaty*, 7, 103 – 151.
- Snopko, L.**, Reichwalder, P., Ivanička, J. a Lamoš, D., 1969: Zlomová tektonika v paleozoiku Spišsko-gemerského rudohoria. *Geol. Práce, Spr.*, 47, 51 – 64.
- Snopko, L.**, 1971: Porovnanie gravimetrických a magnetických anomálií v Spišsko-gemerskom rudohorí. *Geol. Práce, Spr.*, 57, 121 – 127.
- Snopko, L.**, 1976: Geologická stavba Spišsko-gemerského rudohoria. In: *Geológia, metalogenéza a prognózy surovín Spišsko-gemerského Rudohoria*. Košice, 13 – 28.
- Bartalský, J., Grecula, P., Rozložník, L., **Snopko, L.** a Varček, C., 1975: Výsledky komplexného geologicko-ložiskového hodnotenia Spišsko-gemerského rudohoria. *Miner. Slov.*, 7, 3, 15 – 32.
- Plančár, J., Filo, M., Šefara, J., **Snopko, L.** a Klinec, A., 1977: Geofyzikálna a geologická interpretácia tiažových a magnetických anomálií v Slovenskom rudohorí. *Západ. Karpaty, Sér. Geol.*, 2, 7 – 144.
- Snopko, L.** a Ivanička, J., 1980: Tektonické profily centrálnou časťou Spišsko-gemerského rudohoria. *Geol. Práce, Spr.*, 74, 129 – 136.
- Snopko, L.** a Vozárová, A., 1981: Litologický a petrografický výskum drnavského súvrstvia gelnickej skupiny. *Západ. Karpaty, Sér. Mineral. Petrogr. Geochém. Metalogen.*, 9, 111 – 144.
- Snopko, L.** a Túnyi, I., 1982: Paleo-magnetické charakteristiky vybraných horninových typov staršieho paleozoika gemerika. *Geol. Práce, Spr.*, 78, 11 – 38.
- Ivanička, J., **Snopko, L.** a Snopková, P., 1989: Biostratigrafické výsledky z východnej časti gelnickej skupiny. *Geol. Práce, Spr.*, 89, 119 – 136.

Spomienka na RNDr. Jozefa Pevného, CSc.

(* 21. 3. 1935 – † 17. 7. 2021)

V sobotu 17. júla 2021 zomrel v Bratislave vo veku 86 rokov popredný slovenský paleontológ RNDr. Jozef Pevný, CSc.

Narodil sa 21. marca 1935 v Bratislave v rodine lekára. Jeho život negatívne ovplyvnili udalosti 2. svetovej vojny. Pre svoj židovský pôvod bol spolu s rodičmi a bratom perzekvovaný. Po okupácii krajiny nacistickými vojskami v roku 1944 bol s rodičmi internovaný v tábore v Seredi a neskôr deportovaný do Terezína. Po vojne dokončil v Bratislave základnú školu a v rokoch 1946 – 1953 absolvoval stredoškolské gymnaziálne štúdium, ktoré zakončil maturitou. V roku 1953 sa stal poslucháčom Fakulty geologicko-geografických vied Univerzity Komenského v Bratislave, odbor základný geologický výskum. V roku 1958 po úspešnom završení vysokoškolského štúdia štátnymi záverečnými skúškami nastúpil pracovať do Geologického ústavu Dionýza Štúra v Bratislave na oddelenie mezozoika. V roku 1974 obhájil kandidátsku dizertačnú prácu na tému *Rhynchonellidné brachiopoda jury Západných Karpát*. Jeho školiteľom bol akademik Michal Maheľ.

Po nástupe do GÚDŠ sa Dr. Jozef Pevný v rámci úloh riešených na oddelení venoval štúdiu brachiopódov mezozoika Západných Karpát, hlavne v pohoriach Malé Karpaty, Strážovské vrchy, ale aj Žiar, Nízke Tatry, Malá Fatra a Veľká Fatra. Známe sú jeho výskumy týkajúce sa brachiopódov z bradlového pásma, Čachtických vrchov, Humenských vrchov a Slovenského krasu.

Postupom času svoju pozornosť popri brachiopódoch zameriaval aj na výskum amonitov predovšetkým z Bielych Karpát a okolia Východnej. Participoval aj na biostratigrafickom vyhodnotení hlbokého vrtu MLS-1 na lokalite Podskalka spracovaním amonitov a brachiopódov.

Na podnet akademika Michala Maheľa sa RNDr. Jozef Pevný, CSc., začal zaoberať štúdiom konodontov a holotúrií. Stal sa jedným z priekopníkov konodontovej biostratigrafie na Slovensku. Jeho práca z roku 1970 *Über die Anwesenheit von Trias-Conodonten in den Westkarpaten*, na ktorej sa podieľal spolu s bulharským špecialistom na konodony Dr. Kirilom Budurovom, patrí k prvotinám, ktoré priniesli výsledky výskumu týchto fosilných zvyškov z územia Slovenska, konkrétne zo Slovenského krasu. Konodony



a holotúrie sa tak dostali do centra vedeckého bádania Dr. Jozefa Pevného. Nadviazal kontakty aj s ďalšími zahraničnými odborníkmi zaoberajúcimi sa problematikou konodontov a holotúrií. Spolupracoval hlavne s Dr. Sándorom Kovácsom z Maďarska. Štúdium týchto mikrofosilných zvyškov postupne rozširoval aj na ďalšie oblasti Západných Karpát. Známe sú jeho početné práce týkajúce sa výskumu konodontov a holotúrií triasového veku z tektonických jednotiek silicika (Slovenský kras) a hronika (Strážovské vrchy, Nízke Tatry, Veľká Fatra, Považský Inovec, Levice ostrovy).

Poznatky získané detailným skúmaním brachiopódov, konodontov a holotúrií stredného a vrchného triasu zúročil v rokoch 1976 – 1980, keď sa pokúsil o ich stratigrafickú koreláciu.

RNDr. Jozef Pevný, CSc., pri svojich bádaniach úzko spolupracoval s mapujúcimi geológmi a ďalšími špecialistami – paleontológmi. Táto spolupráca vyústila napr. aj do vyčlenenia nových litostratigrafických jednotiek – korytničkých vápencov a trlenského súvrstvia. Spolu so svojimi kolegyňami sa v rokoch 1981 – 1984 významnou mierou zaslúžil o vypracovanie elaborátu *Indexové fosílie triasu Západných Karpát (ramenonožce, konodony, lastúrníky a ulitníky)*.

Aktívne sa zapojil do spolupráce v rámci medzinárodného projektu *IGCP Project 198*, ktorej výsledkom bola práca zameraná na prehľad a rozšírenie brachiopódov anisu a norika v oblasti severného okraja Tetýdy (*Anisian and Norian Brachiopods of the Tethys Region*).

Zúčastnil sa na exkurzii a pracovnom zasadnutí projektu *IGCP Project 198* vo Švajčiarsku a v rámci bilaterálnej spolupráce na exkurzii v Gruzínsku.

RNDr. Jozef Pevný, CSc., bol aktívnym účastníkom viacerých domácich i zahraničných medzinárodných sympózií, resp. konferencií. Okrem iných podujatí sa zúčastnil aj na sympóziu o brachiopódoch v Anglicku (1969), na konferenciách o faune konodontov v Maďarsku (Budapešť 1979), Bratislave (1980) a Hodoníne (1981) a na sympóziu o fosíliách spodnej jury v Maďarsku (Budapešť 1992). V roku 1991 na Celoštátnej paleontologickej konferencii v Prahe spolu so svojim najbližším spolupracovníkom RNDr. Milanom Havrilom formou postera „uviedli do

života“ nový poddruh konodonta *Gladigondolella curvica-rinata* n. ssp.

Počas dlhého obdobia bol členom Pander Society – me-dzinárodnej skupiny zaoberajúcej sa konodontmi.

Meno RNDr. Jozefa Pevného, CSc., je neodmysliteľne spojené s prekladateľskou činnosťou anglického a nemeckého jazyka na konferenciách a exkurziách, ale aj s mnohými prekladmi odborných článkov a rôznych príspevkov do geologických časopisov a kníh nielen na Slovensku, ale aj v zahraničí. Cudzie mu neboli ani francúzsky a španielsky jazyk.

Nemožno nespomenúť jeho veľký koníček – obľúbenú výtvarnú činnosť, ktorá mu prinášala do života uspokojenie a pohodu.

GÚDŠ zostal RNDr. Jozef Pevný, CSc., verný po celý svoj aktívny vek až po odchod do dôchodku v roku 1995. Ani v dôchodkovom veku však za sebou natrivalo nezatvoril brány tejto inštitúcie a pracoval na skrátenej úväzok na do-hodu o práci až do roku 2006. Na svojich bývalých kolegov nezabúdala ani potom a neraz ho bolo možné stretnúť na pôde ŠGÚDŠ v dobrej nálade s jeho nákazlivým humorom a s neutíchajúcim záujmom o dianie vo svete paleontológie a geológie vôbec.

Jožko, nech Ťi je slovenská zem ľahká!

Daniela Boorová a Ondrej Pelech



Obr. 1. RNDr. J. Pevný, CSc., počas 12. česko-slovensko-poľskej paleontologickej konferencie preberá ďakovný list od generálneho riaditeľa ŠGÚDŠ Ing. B. Žeca, CSc., pri príležitosti svojho životného jubilea (foto L. Martinský).

Významné publikácie

Monografie a kapitoly v monografiách

Kullmanová, A., Mahel', M., Franko, O., Gašpariková, V., Kochanová, M., **Pevný, J.**, Snopková, P. a Soviček, S., 1975: Štruktúrny vrt MLS-1 Podskalka (Humenské Pohorie). Region. geol. Západ. Karpát, 5, 75 s.

Vozár, J., Jassingerová, E. a **Pevný, J.** (eds.), 1984: Magmatism of the molasse-forming epoch and its relation to Endogenous mineralization. Problem Commission IX. Working group 3.4: Symposium organized by Dionýz Štúr Institute of Geology in Bratislava in October 18, 1982. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 156 s.

Pevný, J., 1988: Anisian and Norian Brachiopods of the Tethys Region. In: Rakús, M., Dercourt, J. a Nairn, A. E. M. (eds.): Evolution of the Northern Margin of Tethys: The Results of IGCP Project 198, Vol. 1, 47 – 60.

Samuel, O., Borza, V., Činčurová, E., Fordinál, K., Galle, A., Hollec, P., Chlupáč, I., Michalík, J., Ondrejčíková, A., Ožvoldová, L., Papšová, J., **Pevný, J.**, Pipík, R., Reháková, D., Štorch, P., Tuba, L., Vaňová, M., Zágöršek, K. a Žit, J., 2000: Geologický slovník, Zoopaleontológia. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 527 s.

Molák, B. (ed.), Liščák, P., Böhmer, L., Janočko, J., Jetel, J., Kováčik, M., Lukáčik, E., Michalko, J., Németh, Z., Pašteka, V., **Pevný, J.**, Vozárová, A., Zlinská, A. a Žec, B., 2002: Anglicko-slovenský geologický slovník so zoznamom slovenských názvov. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 518 s.

Vedecké články

Pevný, J., 1966: Liassic Brachiopoda from the mountains Čachtické pohorie West Slovakia. Geol. Sbor., 17, 2, 271 – 282.

Pevný, J., 1965: Amonity z Bielych Karpát a z okolia Východnej. Geol. Práce, Zpr., 34, 201 – 208.

Budurov, K. a **Pevný, J.**, 1970: Über die Anwesenheit von Trias-Conodonten in den Westkarpaten. Geol. Práce, Spr., 51, 165 – 171.

Bujnovský, A., Kochanová, M. a **Pevný, J.**, 1975: Korytnica Limestones – A new litho-stratigraphical unit and its fauna. Geol. Práce, Spr., 63, 21 – 53.

Bujnovský, A., Kochanová, M. a **Pevný, J.**, 1979: Trlenská Formation – a new formal lithostratigraphical unit of the Liassic of the Šipruň group. Geol. Práce, Spr. 73, 49 – 60.

Papšová, J. a **Pevný, J.**, 1982: Finds of conodonts in Reifling limestones of the West Carpathians (the Choč and the Strážov nappes). Západ. Karpaty, Sér. Paleont., 8, 77 – 90.

Kochanová, M. a **Pevný, J.**, 1982: Bivalves and brachiopods from Wetterstein limestones of Ostrý vrch (Malé Karpaty Mts.). Západ. Karpaty, Sér. Paleont., 8, 7 – 40.

Kochanová, M. a **Pevný, J.**, 1984: Triasové a jurské lastúrníky, ulitníky a ramenonožce Strážovských vrchov. Geol. Práce, Spr., 81, 63 – 86.

Pevný, J., 1984: Conodonts and holothurian sclerites of the Strážov nappe north of Mojtiň. Západ. Karpaty, Sér. Paleont., 9, 165 – 172.

Polák, M., Havrila, M., Filo, I. a **Pevný, J.**, 1996: Gader Limestones – a new lithostratigraphic unit of the Hronicum in the Veľká Fatra Mts. and its extension in the Western Carpathians. Slovak Geol. Mag., 3 – 4, 293 – 310.

Pevný, J. a Salaj, J., 1997: The Anisian-Ladinian boundary at Zakázané (Slovak Karst, Western Carpathians). Zem. Plyn Nafta., 42, 2, 97 – 149.

Potfaj, M., Boorová, D., Fordinál, K. a **Pevný, J.**, 2000: Stratigrafia mladšej jury a staršej kriedy bradla Žiačik na základe mikro- a makrofosílií. Geol. Práce, Spr., 104, 38 – 39.

Použitá literatúra

Ohel, D., 2020: Stretnutie tých, čo prežili šoa. Bratislava, Post Bellum SK, 75 – 76.

Za doc. RNDr. Igorom Modlitbom, CSc.

(* 14. 5. 1937 – † 23. 4. 2021)



Igor Modlitba bol významným predstaviteľom slovenskej a československej inžinierskej geológie a hydrogeológie. Vyštudoval tento odbor v roku 1960 na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave. V roku 1969 obhájil rigoróznú prácu na tému *Štúdium rovnorodosti fyzikálnych vlastností faciálne-genetického komplexu hornín pliocénneho veku* na Katedre inžinierskej geológie a získal tak titul RNDr. V roku 1991 obhájil vedeckú hodnosť kandidáta geologických vied (CSc.) prácou na tému *Inžinierskogeologické vlastnosti spraší Trnavskej a Nitrianskej pahorkatiny*. V roku 1994 sa habilitoval na docenta v odbore inžinierska geológia.

Po skončení vysokoškolského štúdia pracoval na Katedre inžinierskej geológie PriF UK. V roku 1964 odišiel pracovať do národného podniku Inžinierskogeologický a hydrogeologický prieskum (IGHP), závod Bratislava, kde už začiatkom 70. rokov viedol laboratórium mechaniky zemín. Pod jeho vedením sa stalo špičkovým laboratórium v Československu. Počas pôsobenia v IGHP v rokoch 1964 – 1980 sa zameriaval na vypracovanie metodických postupov laboratórnych prác pre potreby inžinierskej geológie a geotechniky. V roku 1973 sa podieľal na zostavení prvej slovenskej metodickéj príručky na stanovovanie inžinierskogeologických vlastností v laboratóriách. Intenzívne sa venoval riešeniu úloh technického rozvoja a rezortných výskumných úloh v odbore konštrukcie nových laboratórnych prístrojov a inžinierskogeologických vlastností zemín. Spolupracoval na riešení výskumných úloh, ktorých koordinátorom bol HYDROSTAV, n. p., Bratislava, ako aj Katedra geotechniky Slovenskej vysokej školy technickej (SVŠT) v Bratislave. Tieto úlohy boli zamerané na overovanie vhodnosti rôznych prirodzených a umelých zemín ako materiálov do tesniacich clón rekonštruovaných dunajských hrádzi, ako aj na výskum inžinierskogeologických vlastností sedimentov. Aktívne sa zúčastňoval na riešení a koordinácii v rámci štátnej výskumnej úlohy INTERGEOTECHNIKA, časti *Inžinierskogeologické stanovovanie vlastností zemín*, ktorej hlavným cieľom bola unifikácia laboratórnych a terénnych metód stanovenia niektorých inžinierskogeologických vlastností zemín. V tom čase bol

aj riešiteľom rezortnej výskumnej úlohy *Zefektívnenie inžinierskogeologického prieskumu*. V roku 1979 mu Úrad pre vynálezy a patenty udelil osvedčenie na nový priemyselný vzor za spoluúčasť pri konštruovaní originálneho krabicevého šmykového prístroja.

Dňa 1. októbra 1980 nastúpil do GÚDŠ v Bratislave ako vedúci oddelenia inžinierskej geológie, kde pôsobil do roku 1993. Významnou mierou sa zaslúžil o rozšírenie oddelenia inžinierskej geológie aj do regionálneho centra GÚDŠ v Košiciach v roku 1981. Pod jeho vedením pracovalo a rozvíjalo svoje vedomosti a zručnosti

dovedna 25 geológov a technikov. Oddelenie v tom čase riešilo široké spektrum regionálnych inžinierskogeologických výskumných úloh, ktoré boli zamerané najmä na inžinierskogeologické mapovanie, registráciu a regionálny výskum zosuvov, inžinierskogeologické vlastnosti hornín, ochranu a optimálne využívanie životného prostredia, výber lokalít na ukladanie skládok odpadu, ako aj na rôznu expertízu činnosť.

Od roku 1993 pracoval ako špecialista na hlbokomorskú inžiniersku geológiu pri prieskume hlbokomorského ložiska polymetalických koncentracíí v oblasti tektonického pásma Clarion – Clipperton v severnej časti Pacifiku v organizácii INTEROCEANMETAL. V tomto čase sa zúčastnil na štyroch morských výskumných expedíciách do oboch častí Pacifiku, na ktorých sa zaoberal stanovovaním a hodnotením inžinierskogeologických vlastností sedimentov dna oceánu v hĺbke 4 400 až 4 600 m, vývojom metodiky a prístrojov na laboratórne a terénne stanovovanie inžinierskogeologických vlastností sedimentov a polymetalických koncentracíí, ako aj hodnotenie zraniteľnosti horninového prostredia ťažbou koncentracíí.

Na záver svojej profesionálnej kariéry odovzdával svoje skúsenosti v spoločnosti Terratest.

Dňa 31. mája 1990 bol vymenovaný za súdneho znalca Krajského súdu v Bratislave v odbore geológia a v odbore statika stavieb s celoštátnou pôsobnosťou a bol registrovaný v registri znalcov na Ministerstve spravodlivosti SR.

Aktívne spolupracoval pri tvorbe ČSN a STN v odbore geotechniky a inžinierskej geológie. Bol dlhoročným

členom Federálnej normalizačnej komisie – geotechnika. Venoval sa najmä metodickým postupom posudzovania dosahu ľudskej činnosti na geologické prostredie. Podieľal sa na zostavení *Geologického terminologického slovníka – Inžinierska geológia* (GÚDŠ, 1992) a *Inžinierskogeologického a geotechnického terminologického slovníka* (Petro et al., 2008).

Ako významný inžiniersky geológ bol prizývaný aj do pedagogického procesu na Katedre inžinierskej geológie PriF UK a Katedre geotechniky Stavebnej fakulty Slovenskej vysokej školy technickej najmä ako vedúci diplomových prác a praktických cvičení v laboratóriu mechaniky zemín. Bol externým prednášateľom pre poslucháčov postgraduálneho štúdia inžinierskej geológie na Katedre inžinierskej geológie PriF UK v Bratislave, členom skúšobných komisií pre štátne záverečné skúšky, rigorózne skúšky a skúšky na udeľovanie vedeckých hodností v rámci Prírodovedeckej fakulty a Stavebnej fakulty.

Od roku 1972 pracoval v závodnej pobočke Slovenskej vedecko-technickej spoločnosti (SVTS) a od roku 1988 v celoštátnom výbore vedecko-technickej spoločnosti (VTS) pre zakladanie stavieb – skupina inžinierskej geológie. V rámci nich sa podieľal na organizovaní viacerých inžinierskogeologických exkurzií, seminárov a konferencií na území ČSFR. Patril k zakladajúcim členom Slovenskej asociácie inžinierskych geológov (SAIG).

Za výsledky jeho dlhoročnej práce a praxe mu bolo udelených viacero vyznamenaní a ocenení: vyznamenanie predsedu SGÚ Najlepší pracovník geologickej služby (1968); vyznamenanie Najlepší pracovník GÚDŠ (1985); Pamätná medaila pri príležitosti 20. výročia založenia SZOPK (1993); Bronzová medaila PriF UK v Bratislave za aktívnu spoluprácu pri pedagogickom procese na vysokých školách (1987); Čestné uznanie za spoluprácu od Stavebnej fakulty SVŠT v Bratislave (1988); Pamätná medaila

k 50. výročiu založenia PriF UK v Bratislave (1990); Zlatá medaila Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra za vedecký prínos v geológii (2017).

Publikoval viac ako 110 prác v domácich i zahraničných časopisoch a zborníkoch vrátane monografií a zostavil viac ako 70 správ výskumných úloh, odborných posudkov, expertíz a pod. Je spoluautorom viacerých vysokoškolských učebných textov zameraných na laboratórne zisťovanie fyzikálnych a mechanických vlastností zemín, ako aj na moderné metódy hodnotenia horninového a životného prostredia. V spoluautorstve s J. Šajgalíkom napísal monografiu *Inžinierskogeologické vlastnosti spraší Podunajskej nížiny* (1983), ktorá ako prvá na Slovensku komplexne riešila vzťah genézy a inžinierskogeologických vlastností spraší uvedenej oblasti. Zoznam jeho najvýznamnejších prác je uvedený v bibliografii publikovanej pri príležitosti jeho 80. narodenín v *Geologických prácach, Správach 130* (2017).

Igor Modlitba bol uznávaným odborníkom v Československu aj v zahraničí, ktorý nemal problém nadviazať kontakty a spolupracovať s každým, kto mal úprimný záujem o tento odbor. Bol to milý a láskavý človek, výborný kolega, vždy ochotný poradiť a pomôcť.

Drahý náš Igor, síce si odišiel tam, odkiaľ niet návratu, no naďalej zostávaš v našej pamäti!

Pavel Liščák

Použité podklady:

Cambel, B., Slavkay, M., Kaličiak, M. et al., 1996: Významní slovenskí geológovia. Bratislava, Veda, Vyd. Slov. Akad. Vied.
Archív oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ

Spomienka na RNDr. Eduarda Lukáčika, CSc.

(* 2. 7. 1946 – † 17. 8. 2021)

Edo Lukáčik sa narodil 2. júla 1946 v Bratislave. Po maturite študoval v rokoch 1965 až 1970 na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave, odbor geológia. V roku 1978 získal titul doktor prírodných vied (RNDr.). V rámci diplomovej práce sa venoval výskumu xenolitov hlbokého podložia v oblasti juhoslovenských neovulkanitov pod vedením profesora Hovorku. V roku 1983 obhájil kandidátsku dizertačnú prácu na tému *Petrologia granitoidov nízkotatranského plutónu* a získal tak vedeckú hodnosť kandidát geologických vied (CSc.).



Po skončení štúdia v roku 1970 nastúpil do zamestnania v Geologickom ústave Dionýza Štúra v Bratislave, kde s viacerými prestávkami počas zahraničnej expertíznej činnosti pracoval až do roku 1994. Od nástupu do GÚDŠ sa venoval geologickému mapovaniu a petrologickým štúdiám granitoidov Nízkych Tatier a veporského pásma, ako aj mineralogicko-petrografickému výskumu kryštalínika tatroveporika. Pracoval na geologickom mapovaní kryštalínika na listoch 1 : 25 000 pre potreby zostavenia regionálnej geologickej mapy Nízkych Tatier – Polomka (1974), Liptovská Lúžna a Ružomberok (1974), Mýto pod Ďumbierom (1976), Ružomberok (1978), Vrbické pleso (1979), Korytnica-kúpele (1977, 1980), Ďumbier (1980), Nemecká (1982), Donovaly (1983), Malužiná 1 (1983), ale aj v oblasti veporika – listy Poltár 2 (1982) a Kokava nad Rimavicou – Utekáč (1992). Zároveň robil aj účelové geologické mapovanie napr. v oblasti vodného diela Málinec, prípadne sa podieľal na vyhodnocovaní vrtných prác súvisiacich s geotermálnym výskumom (vrt FGL-1 Pavčina Lehota, 1979). Značná časť aktivít v rámci územia Nízkych Tatier sa spájala s perspektívami volfrámového zrudnenia v oblasti Jasenia. Po páde „železnej opony“ začiatkom 90. rokov sa zúčastnil na mapovacej akcii slovenských geológov v Rakúsku pre Bundesanstalt vo Viedni. Jeho dobré jazykové znalosti sa zúročili aj pri tvorbe anglicko-slovenského geologického slovníka.

Petrologický výskum, ktorý realizoval, bol založený na detailnom štúdiu genézy horninotvorných minerálov. Na základe toho vyčlenil základné typy nízkotatranských granitoidov. Okrem petrologickej charakteristiky

základných magmatických typov vyčlenil aj nový typ tzv. latiborských granitov s afinitou k metasomatickým procesom. Dokázal, že pôvod veľkých draselných živcov v prašivskom type granitoidov nie je metasomatický, ale magmatický, o čom sa dovedty viedli spory.

Získané geologické vedeckovýskumné poznatky sú uchované v mnohých archivovaných záverečných správach. Publikoval ich aj v mnohých odborných domácich i zahraničných časopisoch.

Ako expert geológ opakovane pôsobil aj v zahraničí. V rokoch

1978 – 1979 robil prospekciu medeno-molybdénového zrudnenia v Mongolsku, v rokoch 1983 – 1986 mapoval flyšové komplexy a hodnotil ložiská fosfátov v Zambii a v rokoch 1988 – 1992 robil geologický prieskum medeno-kobaltových ložísk opäť v Zambii.

Po návrate zo zahraničných expertíz začal v roku 1994 pracovať na MŽP SR vo funkcii vedúceho oddelenia implementácie environmentálnych projektov.

V roku 2001 opätovne nastúpil do Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra na zahraničné oddelenie a neskôr zastával funkciu námestníka riaditeľa RNDr. Michala Kaličiaka, CSc., v ktorej pôsobil až do roku 2008, keď odišiel do dôchodku. Pôsobil aj v pozícii národného delegáta za Slovensko v Asociácii európskych geologických služieb – v EuroGeoSurveys.

RNDr. Eduarda Lukáčika, CSc., sme poznali ako priateľského človeka s bohatými odbornými skúsenosťami získanými doma i v zahraničí, ktorý najmä v oblasti geologického výskumu a prieskumu vedel nadviazať kontakty a spolupracovať s každým, kto mal úprimný záujem o tento odbor. Bol to milý a láskavý človek, výborný kolega, ochotný poradiť a pomôcť.

Češť jeho pamiatke!

Lubomír Hraško a Alena Klukanová

Výber z publikovaných prác

Hovorka, D. a Lukáčik, E., 1972: Xenoliths in andesites of the massifs Karanč and Šiator (Southern Slovakia) and their

- geological interpretation. Geol. Zbor. Geol. Carpath., 23, 2, 297 – 310.
- Pulec, M. a **Lukáčik, E.**, 1980: Nový výskyt scheelitu a zlata v Sopotnickej doline. Miner. Slov., 12, 6, 532 – 540.
- Lukáčik, E.**, 1981: Petrológia granitov-granodioritov prašivského typu západnej časti nízkotatranského plutónu. Západ. Karpaty, Sér. Mineral. Petrogr. Geochém. Metalogen., 8, 121 – 142.
- Miko, O. a **Lukáčik, E.**, 1983: Petrografia hornín kryštalinika oblasti severovýchodne od Kyslej pri Jasení. In: Scheelito-vo-zlatonosné zrudnenie v Nízkych Tatrách. Zborník príspevkov z výsledkov komplexného geologického výskumu na južných svahoch Nízkych Tatier severne od lesníckej osady Kyslá v rokoch 1978 – 1981. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 39 – 47.
- Bujnovský, A. a **Lukáčik, E.**, 1985: Geológia sz. časti Nízkych Tatier a príľahlej časti Veľkej Fatry. Západ. Karpaty, Sér. Geol., 10, 39 – 65.
- Biely, A. (ed.), Beňuška, P., Bezák, V., Bujnovský, A., Halouzka, R., Ivanička, J., Kohút, M., Klinec, A., **Lukáčik, E.**, Maglay, J., Miko, O., Pulec, M., Putiš, M. a Vozár, J., 1992: Geologická mapa Nízkych Tatier 1 : 50 000/Geological map of the Nízke Tatry Mountains. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Lukáčik, E.**, 1994: Nkana-Mine – Cu-Co ložisko svetových parametrov (Zambia). Miner. Slov., 26, 1, Geovestník, 11 – 12.
- Bezák, V., Baráth, I., Broska, I., Janák, M., Kohút, M., Kováčik, M., **Lukáčik, E.**, Madarás, J., Marko, F., Plašienka, D., Putiš, M. a Siman, P., 1995: Bericht 1994 über geologische Aufnahmen auf Blatt 182 Spittal an der Drau. Jb. Geol. Bundesanst., 138, 3, 551 – 554.
- Putiš, M., Baráth, I., Bezák, V., Broska, I., Janák, M., Kohút, M., Kováčik, M., **Lukáčik, E.**, Madarás, J., Marko, M., Plašienka, D. a Siman, P., 1996: Bericht 1995 über geologische Aufnahmen auf Blatt 180 Winklern. Jb. Geol. Bundesanst., 139, 3, 364 – 366.
- Biely, A. (ed.), Bezák, V., Bujnovský, A., Vozárová, A., Klinec, A., Miko, O., Halouzka, R., Vozár, J., Beňuška, P., Hanzel, V., Kubeš, P., Liščák, P., **Lukáčik, E.**, Maglay, J., Molák, B., Pulec, M., Putiš, M. a Slavkay, M., 1997: Vysvetlivky ku geologickej mape Nízkych Tatier 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 232 s.
- Gross, P. (ed.), Buček, S., Ďurkovič, T., Filo, I., Karoli, S., Maglay, J., Nagy, A., Halouzka, R., Spišák, Z., Žec, B., Vozár, J., Borza, V., **Lukáčik, E.**, Mello, J., Polák, M. a Janočko, J., 1999: Geologická mapa Popradskej kotliny, Hornádskej kotliny, Levočských vrchov, Spišsko-šarišského medzihoria, Bachurne a Šarišskej vrchoviny 1 : 50 000. Bratislava, GS SR.
- Gross, P., Buček, S., Ďurkovič, T., Filo, I., Maglay, J., Halouzka, R., Karoli, S., Nagy, A., Spišák, Z., Žec, B., Vozár, J., Borza, V., **Lukáčik, E.**, Janočko, J., Jetel, J., Kubeš, P., Kováčik, M., Žáková, E., Mello, J., Polák, M., Siráňová, Z., Samuel, O., Snopková, P., Raková, J., Zlinská, A., Vozárová, A. a Žecová, K., 1999: Vysvetlivky ku geologickej mape Popradskej kotliny, Hornádskej kotliny, Levočských vrchov, Spišsko-šarišského medzihoria, Bachurne a Šarišskej vrchoviny 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 239 s.
- Molák, B., Liščák, P. (eds.), Böhmer, L., Janočko, J., Jetel, J., Kováčik, M., **Lukáčik, E.**, Michalko, J., Németh, Z., Pašteka, V., Pevný, J., Vozárová, A., Zlinská, A. a Žec, B., 2002: Anglicko-slovenský geologický slovník so zoznamom slovenských názvov. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 518 s.
- Tchistiakov, A., Schubert, G., Arustiene, J., Asfirane, F., Asman, M., Ballofet, E., Belickas, J., Berka, R., Bertrand, B., Čápova, D., Centineo, M., Daniels, P., Dias, E., Dumont, B., Fruijtjer, S., Gargulák, M., Hansen, M., Hedlund, F., Heger, H., Heirman, A., Heylen, C., Jellema, J., Juračič, P., Kollmann, W., Komac, M., Krijn, N., Lagarde, P., Lopez, J., **Lukáčik, E.**, Malík, P., McCarthy, J., Mižák, J., Murnikova, A., Nagy, P., Palumbo, A., Prestor, J., Rasmussen, V., Rodriguez, J., Rotar-Szalkai, A., Severi, P., Sinigoj, J., Švasta, J., Theelen, J., Urban, S. a Winckel, A., 2007: EWater. The European distributed hydrogeological information system. Computeranwendungen in Hydrologie, Hydrogeologie und Geologie: Beiträge zur COG-Fachtagung Salzburg 2007. Heidelberg, Wichmann, 2008, 47 – 50.

Osobná spomienka na Eda Lukáčika

Milý Edo,

chcel by som si spolu s Tebou zaspomínať na niektoré chvíle, ktoré sme spolu prežili.

Spomínaš si, kedy sme sa prvýkrát stretli? Bolo to u Albína Klinca, svojrázneho šéfa oddelenia kryštalinika GÚDŠ v r. 1974. Ty si tam už pracoval spolu s Otom Mikom a štvrtý člen Loro Lehotský bol práve v Tunise. Mal som pred vojnou, a tak tých pár mesiacov som Ti pomáhal pri mapovaní masívu Nízkych Tatier, hlavne v oblasti Prašivej. Týmto Ďumbierskym Tatrám si venoval väčšinu času, najmä problému granitov. Túto problematiku si riešil veľmi podrobne vo svojej dizertačnej práci. Pomocou zložitých analýz si dokázal, že pôvod veľkých draselných živcov nie je metasomatický, ale magmatický, o čom sa dovtedy viedli spory. Jasne si potom vo svojej dizertačnej práci a následne v publikácii deklaroval, že pôvod veľkých ružových výrastlíc draselného živca je čisto magmatický. Klobúk dolu.

Prvé roky sme trávili mapovaním kryštalinika, Ty v Ďumbierskych Tatrách, ja vo Veporských vrchoch. Boli to pekné roky, ale veru mohli byť aj posledné. Do terénu sme mali pridelené auto, tzv. estévečku, a bolo to auto, ktoré už prežilo všeličo. Nečudo, že si sa s ním kdesi pri Kováčovej prevrátil a na druhý rok som sa s ním pri Bzenici vybúral aj ja. To už, našťastie, išlo rovno do šrotu.

Boli sme vždy priatelia a potom od narodenia môjho najmladšieho syna Andreja aj kmotrovia. Ale najviac nás zbližilo Mongolsko. Neopísateľné prírodné scenérie, terénne a ďalšie zážitky. Tie zážitky by vydali aj na román. Spomeniem jeden.

V jedno nedeľné popoludnie sme sa vydali s Edom na ryby. Mongolský šofér nás nákladniakom zaviezol k rieke Orchon a išiel kamsi na návštevu do nejakej jurty. Bolo to v septembri, v prechodnom období medzi letom a zimou. Cez deň príjemných 20 stupňov, a tak sme vybehli len v košeliach. V noci mínus dvadsať. Ako sa blížil večer, riadne sme to začali pociťovať. A auto nikde. Už bola riadna tma a do tábora 50 km po doline plnej vlkov. Vtedy sme sa s Edom začali dohadovať, či je lepšie dať sa zožrať alebo zmrznúť na mieste. Ja som bol za prvú alternatívu, Edo za druhú. Akýmsi zázrakom sme v dialke zbadali svetielko reflektora auta, ktoré nás hľadalo, a krkolomne sme ho dostihli. Šofér bol na mol, takže nadávať mu ani nemalo zmysel.

Tá nedotknutá príroda sa nám snívala ešte dlhé roky. Priestor, hviezdy na dosah ruky, ticho a omamné vône kvitnúcich stepí. V Ulanbátare to v zime bolo ťažšie. Keď sme sa vrátili z práce, ja som robil zásobovača, Ty si varil. A keď

Obr. 1. V Mongolsku. Zľava: sprievodca Dobčín, Edo, šofér a autor spomienky.



som nedoniesol, čo bolo treba (najväčší problém bol paradoxne s mäsom), veru si sa vedel parádne rozčertiť. Potom sme sa nerozprávali aj niekoľko dní.

Po návrate z Mongolska sme sa ešte stretli na niektorých akciách v teréne, napríklad pri mapovaní pre výstavbu priehrady Málinec alebo pri kampani vyhľadávania volfrámu v oblasti Jasenia. Na prvej akcii sme bývali v starej škole v Ďubákov. Boli prázdniny a my sme vzali so sebou aj naše malé deti, nech sa tam na lazoch *vylufťujú*. Volfrám, to bola slávna akcia. Robili sme ju kvázi expedičným spôsobom. Hore v Lomnistej sme vybudovali tábor s prístreškom na „večný oheň“. Mapovalo sa totiž dvojfázovo, najprv cez deň geológia a potom v noci UV lampami sa nasvecovali odkryvy a sprejom sa vyznačoval výskyt scheelitu. Bola nás celá tlupa, aj s brigádnikmi. A bolo veselo. V tom čase

sa dolu pri dedine konali majstrovstvá v ryžovaní zlata a my z hôr ako takí kovboji sme zbehli dolu obzrieť pekné dievčatá.

Potom sa naše cesty na viac rokov rozdelili. Mali sme síce spoločnú ponuku pracovať v Zambii, ale ja som podľahol zvodu cestovať po západnej Európe a išiel som radšej do severnej Afriky. Zavialo ma do alžírkej bane, Teba zase do tej zambijskej. Ale nie je baňa ako baňa. Ty si sa na pobyt v Zambii nikdy nestážoval, hoci začiatky v cudzine sú vždy ťažké. Myslím, že si bol spokojný.

Bol si športovec telom aj dušou, odkiaľiva futbal na *pláčkoch* na Vajnorskej, kde si vyrastal. Blízko bolo Tehelné pole, nečudo, že až do konca života si bol fanúšikom Slovana, a to aj napriek tomu, že už to nebol taký Slovan



Obr. 2. S manželkou Editou na oslave narodenín krstného syna Andreja Bezáka.

ako za starých čias. Baval ťa tenis, hrávali sme aj squash, alebo sme sa jednoducho stretávali, hlavne pri sviatočných príležitostiach.

A už je to všetko minulosť. Rýchlo to prebehlo. Tak ako každému. Ešteže som mal tú možnosť byť aj pri Tvojich posledných chvíľach na tomto svete. Hovorím vtedy v nemocničnej izbe v smutne známom pavilóne:

„Edo, pamätáš na Mongolsko?“

„Jasne.“ A úsmev...

Mal som napísať spomienku na Eda, nuž som ju napísal. Iné nekrológy budú možno zahŕňať výpočet jeho odborných prác alebo jeho zamestnaneckých aktivít. Pre mňa je najdôležitejšie, že Edo bol dobrý človek a priateľ.

Ahoj Edo!

Vladimír Bezák



Spomienka na RNDr. Silvestra Pramuku (* 30. 12. 1957 – † 6. 9. 2021)

Silvester Pramuka sa narodil 30. 12. 1957 v Spišskej Novej Vsi. V roku 1977 skončil maturitnou skúškou štúdiom na Strednej priemyselnej škole v Spišskej Novej Vsi v odbore geológia a banské meračstvo. V rokoch 1977 až 1982 študoval na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave, odbor základná a ložisková geológia. Neskôr získal titul doktor prírodných vied (RNDr.).

Vo svojej profesionálnej kariére pôsobil vo viacerých geologickoprieskumných organizáciách. Po skončení štúdia nastúpil do zamestnania do Geologického prieskumu, š. p., Spišská Nová Ves. Tam pracoval ako geológ aj počas transformácie podniku na Slovenskú geológiu, Geologickú službu Slovenskej republiky až napokon Štátny geologický ústav Dionýza Štúra. V ŠGÚDŠ pracoval do 31. augusta 2021, keď odišiel do starobného dôchodku.

Na začiatku svojej kariéry sa venoval špeciálnym geologickým prácam – hlavne petrografii a petrológii na lokalitách rudných ložísk v Spišsko-gemerskom rudohorí (Rudňany, Dobšiná, Slovinky).

Po roku 1989 sa zapojil do geochemických prác hlavne v súvislosti s riešením problematiky životného prostredia. V tomto období participoval ako riešiteľ na čiastkových úlohách so zameraním na geochémiu riečnych sedimentov a horninového prostredia (lokality IPREG, TIBREG, Vranov nad Topľou). Bol riešiteľom a neskôr sa stal zodpovedným riešiteľom niekoľkých projektov s regionálnou pôsobnosťou – súborov máp geologických faktorov životného prostredia viacerých regiónov: okres Rožňava, Vranov – Humenné – Strážske, Vysoké Tatry, Ružomberok – Liptovský Mikuláš, severovýchodná časť okresu Levice, povodie Popradu a Hornej Torysy, Lubovnianska vrchovina a Spišská Magura.

Spolupracoval na riešení úloh s celoslovenskou pôsobnosťou – napr. *Geochemický atlas SR – Riečne sedimenty*.

Zúčastnil sa na riešení medzinárodných projektov – *Geochemické mapovanie poľnohospodárskych pôd Európy*, ako aj na riešení projektov financovaných z fondov Európskej únie – *Integrovaný systém pre simuláciu odtokových procesov* – ISSOP a *Monitorovanie environmentálnych*



zátiaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky – MEZ.

V poslednom období spolupracoval ako riešiteľ viacerých lokalít v rámci projektov zameraných na environmentálne záťaž: *Systematická identifikácia environmentálnych záťaží Slovenskej republiky* (okresy Gelnica, Prešov, Sabinov, Spišská Nová Ves) a *Monitorovanie environmentálnych záťaží*. Svojou odbornou praxou prispel k rozvoju regionálnej geológie a spresňovaniu poznatkov o stave abiotickéj zložky životného prostredia Slovenska.

Jeho charakteristickými črtami boli dobré komunikačné schopnosti

a zmysel pre tímovú prácu. Vedel tolerovať svojich pracovných partnerov a výborne sa dokázal adaptovať v rôznych situáciách. Pri tvorbe, riešení a riadení projektov sa prejavili jeho organizačné schopnosti a zmysel pre vedenie tímu. Veľkou výhodou pri jeho práci bola aj počítačová zdatnosť.

RNDr. Silvester Pramuka nás opustil 6. septembra 2021. Napriek dlhodobým zdravotným ťažkostiam nás jeho odchod prekvapil.

Česť jeho pamiatke!

Alena Klukanová

Významné publikácie

Pramuka, S., 1989: Petrochémia paleozoických metabazitov z oblasti Rudnianskej. *Miner. Slov.*, 21, 3, 267 – 273.

Bodiš, D., Rapant, S., Khun, M., Klukanová, A., Lexa, J., Mackových, D., Marsina, K., **Pramuka, S.** a Vozár, J., 1999: *Geochemický atlas Slovenskej republiky – Riečne sedimenty*. Bratislava, MŽP SR – GS SR, Vyd. D. Štúra, 145 s.

Pramuka, S., 2001: Vplyv zrudnenia banskoštiavnickej oblasti na zloženie riečnych sedimentov. *Miner. Slov.*, 33, 5, 433 – 436.

Rapant, S., Bodiš, D., Mackových, D. a **Pramuka, S.**, 2002: Distribution of Si in Stream Sediments of Slovakia – an Amendment to the Geochemical Atlas of the Slovak Republic. *Slovak Geol. Mag.*, 8, 2, 171 – 176.

Pramuka, S., 2005: Geochemia riečnych sedimentov povodia Popradu. *Miner. Slov.*, 37, 3, 425 – 426.

Šefčík, P., **Pramuka, S.** a Gluch, A., 2008: Hodnotenie kontaminácie pôd Slovenska podľa indexu geoakumulácie. *Agriculture (Poľnohospodárstvo)*, 54, 3, 119 – 130.

21st SLOVAK-CZECH-POLISH PALAEOONTOLOGICAL CONFERENCE

www.geology.sk/21_sk-cz-pl_conference



May 23.-25. 2022

The conference will include a one-day excursion to the classic localities of the Western Carpathians (Slovakia) from the Mesozoic and Cenozoic eras.



In cooperation with:



POKYNY PRE AUTOROV

Manuskript článku je potrebné zaslať elektronicky na e-mailovú adresu vedeckého redaktora (ondrej.pelech@geology.sk).

Odporúčaný rozsah manuskriptu je max. 50 strán vrátane literatúry, obrázkov a popisov k obrázkom. Publikovanie prác väčšieho rozsahu je možné iba po schválení redakčnou radou časopisu. Články sa uverejňujú v slovenskom jazyku. Abstrakt a skrátené znenie článku (resumé, resp. *summary*) sú v anglickom jazyku (britská alebo americká angličtina).

Text

Úpravu textu spolu so zoznamom literatúry prispôbiť týmto pokynom. Manuskript nespĺňajúci tieto pokyny bude vrátený autorovi.

Text písať fontom Times (napr. Times New Roman) s veľkosťou 12 bodov (medziriadková medzera 1,5) na stranu formátu A4. Strany je potrebné číslovať.

Manuskript pred prvou recenziou zaslať vedeckému redaktorovi vo formáte .pdf spolu s obrázkami v texte a priebežným číslovaním riadkov. Po recenzii zaslať opravený text vo formáte .doc bez obrázkov. Jasne označené súbory obrázkov v príslušnom formáte zaslať zvlášť. V texte vyznačiť finálne umiestnenie obrázkov.

Text manuskriptu musí byť logicky členený. Odporúčané členenie manuskriptu: 1. názov článku v slovenskom a anglickom jazyku; 2. meno a priezvisko autora (autorov); 3. adresa (obyčajne adresa pracoviska) a e-mailová adresa; 4. abstrakt v slovenskom a anglickom jazyku; 5. kľúčové slová v slovenskom a anglickom jazyku; 6. úvod; 7. hlavný text (jadro) článku; 8. záver; 9. poďakovanie; 10. použitá literatúra; 11. summary – anglické resumé (nepovinné); 12. prílohy (nepovinné); 13. popisy tabuliek a obrázkov v slovenskom a anglickom jazyku; 14. tabulky; 15. obrázky.

Názov článku musí byť podľa možnosti stručný, zrozumiteľný a výstižný.

Abstrakt (v slovenskom aj anglickom jazyku) obsahuje hlavné výsledky práce, neobsahuje citácie. Rozsah abstraktu nemá byť väčší ako 400 slov a nemá byť členený na odseky. Za abstrakt pripojiť 4 – 6 kľúčových slov, ktoré je vhodné uviesť od všeobecných ku konkrétnejším.

V úvode jasne uviesť cieľ článku a charakteristiku skúmaného problému. Úvod môže obsahovať prehľad predchádzajúcich výskumov, opis geológie skúmaného územia a pod. Tie môžu alternatívne tvoriť samostatné kapitoly.

Hlavný text obsahuje metodiku práce a materiál. Výsledky majú obsahovať faktografické údaje. Zreteľne odlišiť východiskové údaje od interpretácií. V texte neopakovať údaje z tabuliek a obrázkov, ale sa na ne len odvolať. Ako pomôcku na typologické zatriedenie môže autor členiť kapitoly a podkapitoly podľa hierarchie, a to číslicami 1, 2, 3 a na ďalšie úrovne (napr. 2.1, 2.2), maximálne však do 3. úrovne.

Správy

Časopis akceptuje aj krátke správy o výskumoch obsahujúce dôležité nové informácie, pri ktorých je žiaduce neodkladné zverejnenie. Správy majú zjednodušenú štruktúru (abstrakt, kľúčové slová, hlavný text nemusí byť členený na kapitoly, literatúra) a sú rovnako recenzované. Musia obsahovať lokalizáciu skúmaného územia či lokality (lokalizáciu GPS a/alebo mapu).

Ilustrácie a tabulky

Časopis umožňuje publikovať farebné ilustrácie. Publikovanie farebných ilustrácií môže byť spoplatnené. Obrazové predlohy dodávať spolu s textom článku vo vektorovom formáte .ai, .cdr alebo .pdf, prípadne ako rastrovú grafiku vo formáte .jpg alebo .tif, vo verzii na tlač s rozlíšením najmenej 600 dpi.

Veľkosť textu v ilustráciách by mala byť medzi 7 a 12 bodmi a minimálna hrúbka línií 0,5 pt. Veľkosť ilustrácií a tabuliek je obmedzená formátom časopisu (Š x V = 170 x 250 mm – do dvoch stĺpcov, Š = 82 mm – do jedného stĺpca). Ak sa ilustrácie budú zmenšovať alebo zväčšovať, na origináloch prispôbiť veľkosť písma a hrúbku čiar a šrafovaní. Prílohy väčšie ako for-

mát A4 (skladačky) treba podľa možnosti vylúčiť alebo rozdeliť na viac strán.

Každá ilustrácia (graf, mapa, tabuľka, fotografia) a príloha musí byť v texte citovaná. Mapy musia obsahovať grafickú mierku, označenie severu a legendu. Fotografie výbrusov a snímky z elektrónového mikroskopu musia mať grafickú mierku.

Tabuľky dodať v samostatnom súbore (formát .xls) a zoradiť v takom poradí, ako sú citované v texte. Tabuľky väčšie ako formát 170 x 250 mm budú prijaté iba v ojedinelých prípadoch po schválení redakciou.

Citovanie a literatúra

Citácie v texte uvádzať vo forme napr. (Buček, 2001) alebo podľa Bučeka (2001), pri 2 autoroch (Kullmanová a Gašpariková, 1982), v prípade 3 a viac spoluautorov vo forme (Bezák et al., 1998). V zozname literatúry uvádzať všetkých spoluautorov citovanej práce. Citovanie materiálov (napr. „in prep.“ a „in press“), ktoré ešte nie sú akceptované na publikovanie, nie je možné. Viaceré publikácie toho istého autora z toho istého roku sa odlišujú napr. Plašienka (1995a), Plašienka (1995b). Prepis názvov z iných grafických sústav, napr. z cyriliky, sa riadi *Pravidlami slovenského pravopisu*. Pri špeciálnych prípadoch problematických bibliografických odkazov zvýrazniť, o spôsobe jeho uvedenia rozhodne redakcia.

Príklady typov použitej literatúry:

Mapa

Nemčok, J. (ed.), Bezák, V., Biely, A., Gorek, A., Gross, P., Halouzka, R., Janák, M., Kahan, Š., Kotaňski, Z., Lefeld, J., Mello, J., Reichwalder, P., Rackowski, W., Roniewicz, P., Ryka, W., Wiczorek, J. a Zelman, J., 1994: Geologická mapa Tatier 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.

Monografia, vysvetlivky ku geologickej mape

Fusán, O., Biely, A., Ibrmajer, J., Plančár, J. a Rozložník, L., 1987: Podložie terciéru Vnútorných Západných Karpát. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 123 s.

Kapitola v monografii, príspevok v zborníku

Bezák, V., Jacko, S., Ledru, P. a Siman, P., 1998: Hercynian development of the Western Carpathians. In: Rakús, M. (Ed.): Geodynamic development of the Western Carpathians. Bratislava, Geol. Surv. Slovak Republic, 27 – 34.

Článok v periodických publikáciách

Buček, S., 2001: Borové Formation of Middle Eocene age east of the Tatra Mts. Slovak Geol. Mag., 7, 1, 45 – 52.

Fordinál, K., Šimon, L. a Elečko, M., 2001: Regionálny geologický výskum neogénnej výplne a podložia Bánovskej kotliny. Geol. Práce, Spr., 105, 29 – 37.

Kullmanová, A. a Gašpariková, V., 1982: Vrchnokriedové sedimenty v severnej časti pohoria Považský Inovec. Geol. Práce, Spr., 78, 85 – 95.

Manuskript, technická správa, dizertácia, diplomová práca a pod.

Šimon, L., Konečný, V., Dublan, L., Lexa, J., Polák, M., Halouzka, R., Köhlerová, M., Vozár, J. a Vozárová, A., 1996: Vysvetlivky ku geologickým mapám 1 : 25 000 listov: 35-424 Veľké Pole – časť, 35-442 Nová Baňa – časť. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 83313), 34 s.

Jablonský, J., 1986: Sedimentologické štúdium porubského súvrstvia (alb – cenoman) tatrika a zliechovskej sekvencie. Kandidátska dizertačná práca. Manuskript. Bratislava, archív Katedry geol. a paleont., PriF UK, 210 s.

Právne podmienky a vedecká etika

Autori zodpovedajú za pravdivosť a pôvodnosť údajov predkladaného manuskriptu. Odoslaním manuskriptu do redakcie sa autor(i) zaväzujú, že manuskript je ich vlastným dielom, dodržiava základné etické princípy, neobsahuje klamlivé alebo falošné údaje a celý nebol ani nebude publikovaný inde ani v cudzom jazyku.

OBSAH

Hók, J., Šujan, M., Král, M., Pelech, O. a Šipka, F.

Predkenozoické podložie východnej časti Podunajskej panvy

Pre-Cenozoic basement of the eastern part of the Danube Basin 3

Olšovský, M. a Pelech, O.

Nový výskyt brekcií a zlepcov asociujúcich so spätnými prešmykmi v oblasti Nitrických vrchov (juhovýchodná časť Strážovských vrchov)

New occurrence breccias and conglomerates associated with backthrusts in the Nitrické vrchy Mts. area (SE Strážovské vrchy Mts., Slovakia) 19

Olšovský, M.

Revízia permských sedimentov tatrika Nízke Tatier

Revision of Tatric Permian deposits from the Nízke Tatry Mts. 31

Ondrejka, P.

Analýza vplyvov pôsobiacich na kolísanie hladiny podzemnej vody v zosuvných územiach

Analysis of impacts on groundwater level fluctuations in landslide areas 47

Hudáčková, N., Babejová-Kmecová, J., Heteš, A., Nesterenko, O., Hupka, R. a Zervanová, J.

Stratigrafické a paleoekologické vyhodnotenie asociácie dierkavcov z vrtu HC-4 (Holíč, Viedenská panva)

Stratigraphic and paleoecological assesment of the foraminiferal association from the HC-4 well (Holíč, Vienna Basin) 63

Jubileá

Šujan, M., Nagy, A., Pelech, O. a Madarás, J.: Šesťdesiatka Jozefa Hóka 79

Spomienky

Hraško, Ľ. a Gargulák, M.: Spomienka na RNDr. Jozefa Hanáčka 83

Kováčik, M., Hraško, Ľ. a Boorová, D.: Za RNDr. Antonom Bielym, CSc. 85

Hraško, Ľ.: Spomienka na RNDr. Laurencu Snopka, CSc. 89

Boorová, D. a Pelech, O.: Spomienka na RNDr. Jozefa Pevného, CSc. 91

Liščák, P.: Za doc. RNDr. Igorom Modlitbom, CSc. 93

Hraško, Ľ., Klukanová, A. a Bezák, V.:

Spomienka na RNDr. Eduarda Lukáčika, CSc. 95

Klukanová, A.: Spomienka na RNDr. Silvestra Pramuku 99