



GEOLOGICKÉ PRÁCE

ISSN 0433-4795

SPRÁVY

140

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, geochemia, 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

Radovan PIŠKO

radovan.pisko@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 december 2024

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 19. 12. 2024.

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 2024



GEOLOGICKÉ PRÁCE

S P R Á V Y

140

Sféroidné pieskovcové konkrécie v malcovskom súvrství v Hruštíne na Orave

Spheroidal sandstone concretions in the Malcov Formation in Hruštín in Orava region

FRANTIŠEK TEŤÁK

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava; frantisek.tetak@geology.sk

© Autori 2024. Vydal ŠGÚDŠ. Licencia Creative Commons BY 4.0. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)
<https://doi.org/10.56623/gps.140.1>

Abstrakt. V priebehu podrobného geologického mapovania a výskumu regiónu Oravskej Magury sa v Hruštíne a jeho okolí zistili primárne aj sekundárne výskyty väčších pieskovcových sféroidných konkrécií (gúľ), ktoré sa dosiaľ nespomínajú v odbornej ani populárnej literatúre. Bolo evidovaných 58 „gúľ“ alebo ich častí s priemerom od 30 do 220 cm. Menšie sú zvyčajne pravidelne guľaté. Pri väčších prevláda sploštený guľovitý až vajcovitý tvar. Cieľom bolo zistiť čo najviac výskytov, zameranie ich presnej GPS lokalizácie, fotodokumentácia a stručný opis tvaru a umiestnenia. Primárne výskyty „gúľ“ sa viažu na špecifický litotyp prevažne strednozrnných, viac kemitých drobových pieskovcov v staršej, starooligocénej časti malcovského súvrstvia. Geneticky ide o pieskovcové konkrécie, ktoré vznikli preferenčnou cementáciou po sedimentácii hlbokomorských piesčitých gravitačných prúdov počas úvodnej fázy diagenézy sedimentu, ale ešte pred jeho úplnou litifikáciou. V závere sú stručne diskutované podmienky vzniku konkrécií, porovnanie s podobnými výskytmi konkrécií na Slovensku, v okolitých krajinách a na viac než 60 svetových lokalitách, ale aj potenciál na geoturistiku a nutnosť ochrany lokality.

KLúčové slová: pieskovcové konkrécie, diagenéza, magurský príkrov, flyšové pásma, geoturistika

Abstract. Primary and secondary occurrences of larger sandstone spheroidal concretions (balls), which are not yet mentioned in professional or popular literature, were found in Hruštín village (Slovakia) and its surroundings during of detailed geological mapping and research of the Oravská Magura region. 58 spheres, or parts of them, with diameters ranging from 30 to 220 cm were recorded. The smaller ones are usually regularly round. The flattened spheroidal to ovoid shape prevailed in the larger ones. The aim was to locate as many occurrences as possible, specify their exact GPS location, photo-documentation, and a brief description of their shape and location. The primary occurrences of the spheres are related to a specific lithotype of predominantly medium-grained quartz-greywacky sandstones in the early Oligocene part of the Malcov Formation. Originally, spheres are sandstone concretions that were formed by preferential cementation after sedimentation of deep-sea sandy gravity currents during the initial phase of sediment diagenesis, but prior to its complete lithification. The conditions of concretion formation, comparison with similar occurrences of spheres in Slovakia, neighbouring countries, as well

as more than 60 world locations and the potential for geotourism and the need for discovery sites protection are briefly discussed in the conclusion.

Key words: sandstone concretions, diagenesis, Magura Nappe, Flysch Belt, geotourism

Úvod

Z viacerých lokalít na Slovensku sú známe výskyty sférických pieskovcových konkrécií, no len vo výnimočných prípadoch sú o nich zmienky aj v odbornej literatúre. Počas geologického mapovania regiónu Biela Orava (Teťák et al., 2016a) bol v Hruštíne na Orave pozorovaný výskyt sféroidných útvarov, no nebola im venovaná ďalšia pozornosť. Pieskovcové „gule“ z Hruštína spomínajú Potfaj et al. (1981) len vo fotografickej prílohe jedinou fotografiou (obr. 1). Potfaj (1983) a Potfaj et al. (1991) ich výskyt v regióne neuvádzajú. M. Potfaj však už v minulosti upozornil na ich výskyt v oblasti Hruštína. Počas terénnych prác pri geologickom mapovaní regiónu Oravská Magura v rokoch 2021 a 2022 boli okrem sekundárnych výskytov v intraviláne Hruštína overené viaceré primárne výskyty guľovitého zvetrávania pieskovcov malcovského súvrstvia krynickej jednotky, čo viedlo k podrobnejšiemu spracovaniu tohto fenoménu.

Popularizácia geológie a edukácia verejnosti často viazne na rozdielnosti objektov záujmu verejnosti a geológov. Dobrým príkladom sú výskyty sférických pieskovcových útvarov. V prípade pokusov o odborné vysvetlenie ich vzniku laickou verejnosťou dochádza v lepšom prípade len k zamieňaniu si pojmov ako konkrécie, septáriové konkrécie, hľuzy, obrnené závalky, sféroidné zvetrávanie, vulkanické bomby, dinosaurie vajcia, antropogénny pôvod a podobne. Príležitosťou na spracovanie témy výskytu a foriem väčších sférických pieskovcových konkrécií bolo geologické mapovanie Oravskej Magury.

Zámerom práce bolo vyhľadanie a dokumentácia pokiaľ možno všetkých pieskovcových „gúľ“ z okolia Hruštína so zaznamenaním ich rozmerov, charakteru výskytu (primárny vs. sekundárny), pozície (pevná čiže spojená s mater-skou horninou alebo voľná), opis tvaru, fotodokumentácia

a lokalizácia výskytu (súradnice WGS84). Ďalším cieľom je zmapovanie výskytov väčších sférických konkrécií na Slovensku aj celosvetovo so zreteľom na ich lokalizáciu a genézu.

Podľa Krista a Krivého (1985) konkrécie sú zaoblené sekundárne útvary, ktoré vznikajú vnútri sedimentu ukladaním minerálnych látok, v našom prípade uhličitanu vápenatého, okolo určitého centra/jadra. Konkrécie sa tvoria sekundárne po sedimentácii počas diagenézy, ale ešte pred úplnou litifikáciou. Ich vznik je väčšinou podporovaný redukčným prostredím. Na rast konkrécií vplyva intenzita a priebeh chemických reakcií a prísun látok tvoriacich konkrécie. Litifikácia sa môže šíriť homogénne v celej hornine, alebo môže byť sústredená v lokálnych častiach.

Počas diagenézy sa v sedimente vplyvom zvyškovej vody rozpúšťajú vápnité zložky sedimentu a nastáva migrácia roztoku obohateného vápnikom do okolia. Konkrécie sú najčastejšie výsledkom vyzrážania uhličitanov, prevažne kalcitu, menej dolomitu a sideritu, hoci ich môžu tvoriť aj iné minerály vrátane pyritu, fosfátov, sadrovca, apatitu, oxidov železa a oxidu kremičitého. Recentne vznikajú aj synsedimentárne manganové konkrécie (Stow, 2010).

Konkrécie rastú vyzrážaním minerálnych látok medzi zrnami v hostiteľskej hornine od centra do okolia, ale sú prípady, keď cementácia postupuje od povrchu konkrécie smerom dovnútra. Konkrécie sa zvyčajne tvoria už na začiatku diagenetickej premeny horniny, často už po prekrytí niekoľkými metrami sedimentu. Tak sa môžu zachovať jej primárne sedimentárne štruktúry a textúry, ako sú laminácia, bioturbácia a mäkké časti fosílie, ktoré nie je možné vidieť v okolitej hornine (Saleh et al., 2023). Dochádza k tomu preto, lebo konkrécie sa zvyčajne začínajú vytvárať pomerne skoro, ešte predtým, ako zhutnenie sedimentu a ďalšie procesy narušia jeho pôvodné štruktúry (Middleton et al., 2003; Bridge a Demicco, 2008; Stow, 2010).

Kukal (1986) k definícii pridáva podmienku, že konkrécia má odlišné zloženie ako jej okolie, pričom však nemôžeme presne určiť, aký musí byť tento rozdiel. Isté je len to, že hranica musí byť ostrá. Mnohé konkrécie sú v čerstvom sedimente nerozoznateľné. Prejavia sa až pri zvetrávaní. Na povrchu môžu byť odlúčené od okolitého sedimentu škárou, ale nie je to podmienka.

Na vznik konkrécie v sedimente je nevyhnutná prítomnosť primárnej nehomogenity/mikroprostredia, ktoré sa môže líšiť obsahom kyslíka, oxidu uhličitého, pH či Eh. Táto inhomogenita sa nazýva jadro. Môže ju tvoriť bioklast, mäkká časť organizmu, činnosť mikroorganizmov či mikrokonkrécia (Yoshida et al., 2018, 2020). Častejšie sú konkrécie bez pozorovateľného jadra. Tvoria sa pozdĺž určitých horizontov alebo v konkrétnych vrstvách, čo poukazuje na miesto, v ktorom bolo dosiahnuté presýtenie roztokov v póroch. Predĺžené konkrécie môžu reprezentovať inhomogenitu v smere pohybu roztokov v sedimente (Tucker, 2001).

Pri vzniku konkrécií je rozhodujúca difúzia iónov v okolí „jadra“. Pri konkréciách stmelených CaCO_3 bola preukázaná takmer konštantná koncentrácia Ca naprieč konkréciou. Výrazný pokles obsahu Ca sa však ukazuje na okraji konkrécie. Táto ostrá hranica sa vytvorila v tenkej

vrstve v čelnej časti difúznej reakcie. CaCO_3 sa vyzráža v dôsledku reakcie medzi aniónmi HCO_3^- , kde uhlík pochádza z rozkladu organickej hmoty v „jadre“, a kationmi Ca^{2+} , pôvodom z morskej vody a sedimentu. Podľa tohto modelu sa tvorba konkrécie začína krátko po pochovaní „jadra“ tesne pod morským dnom. Postupným uvoľňovaním HCO_3^- z organickej hmoty v „jadre“ sa okolo neho vytvára redukčné prostredie. Reakciou HCO_3^- s iónmi Ca^{2+} dochádza k vyzrážaniu CaCO_3 medzi zrnami sedimentu a konkrécia rastie smerom von. Proces rastu pokračuje, až kým v konkrécii nezostane takmer žiadny uhlík organického pôvodu. Tvorba konkrécie sa potom zastaví. Skúmaním difúzneho transportu rozpustených látok v sedimentoch bol určený čas potrebný na rast aj veľkých konkrécií na niekoľko mesiacov, respektíve niekoľko rokov. Preukázalo sa, že ostrá reakčná hranica sa vyvinie iba vtedy, keď dôjde k difúzii v kombinácii s veľmi rýchlym zrážaním uhličitanových minerálov v krátkom časovom rozsahu už počas veľmi skorej diagenézy (Yoshida et al., 2018, 2020).

Často sa opakuje otázka: Prečo sa konkrécie vytvorili na tomto mieste/sedimente a v tomto konkrétnom tvare? Niekedy je odpoveď jasná, napríklad pri prítomnosti jadra vo forme organickej schránky či intraklastu. V ostatných prípadoch sú možné len všeobecné vysvetlenia. Otázka implicitne predpokladá, že niečo v hostiteľskom sedimente spôsobilo, že podmienky sú na jednom mieste vhodné a na inom nie (Seilacher, 2001; Collinson et al., 2006). Rovnako je to aj v oblasti Hruštína, kde sa sférické konkrécie viažu výlučne na špecifický litotyp pieskovca. V súvrství vystupuje ešte niekoľko ďalších podobných litotypov pieskovcov tvoriacich masívne hrubé vrstvy (kremité pieskovce s glaukonitom, hrubozrnný arkózový pieskovec, drobový pieskovec magurského typu a kremenno-karbonátový pieskovec), no ani v jednom tvorba konkrécií nebola pozorovaná. Zjavne sa viaže na litotyp a nie na súvrstvie ako také. Rovnako v „guliach“ nebola pozorovaná prítomnosť jadier, aj keď pozorovaní rezov stredovou časťou konkrécie bolo veľmi málo.

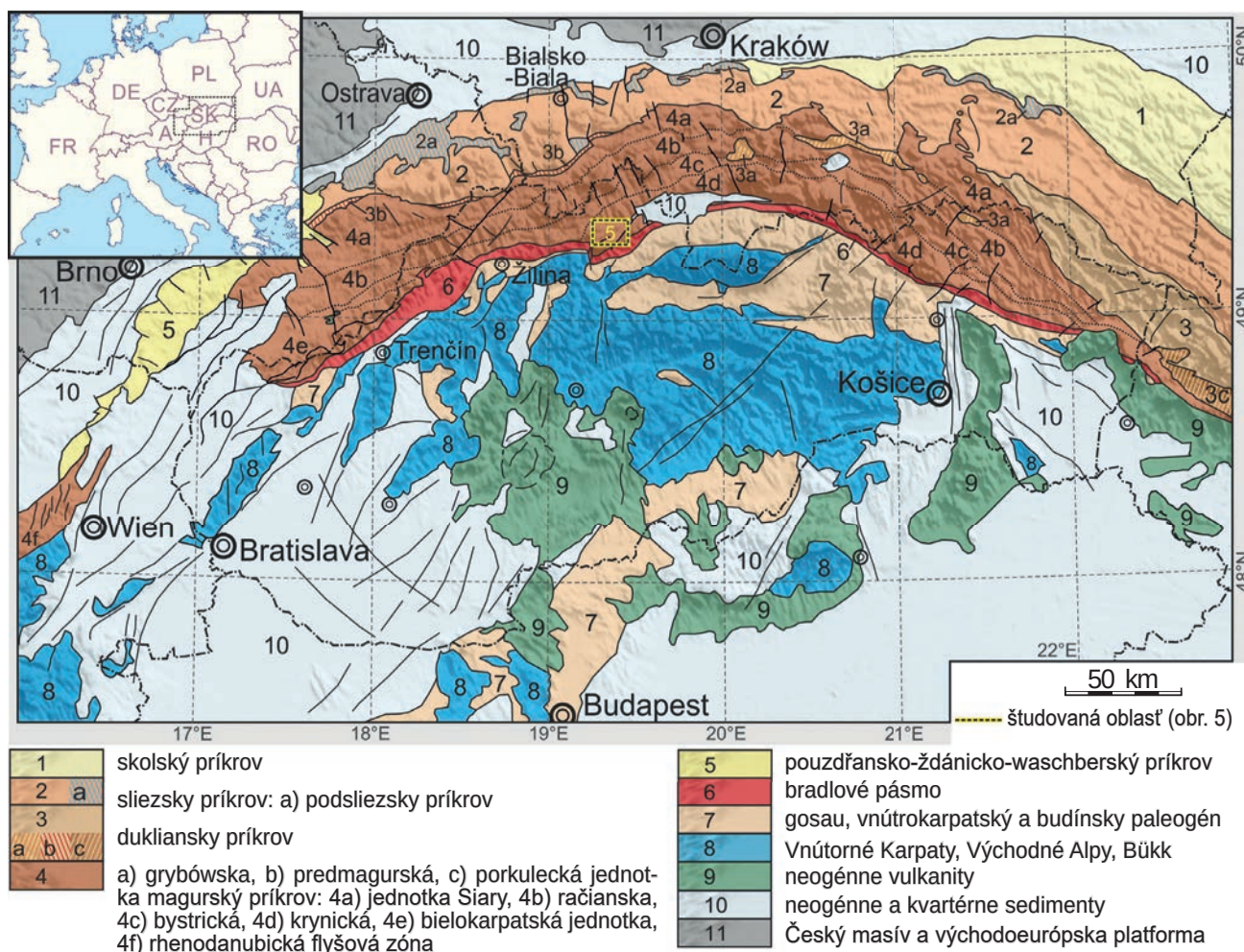
Špecifickým prípadom sú septáriové konkrécie. Ich typickým znakom sú radiálne alebo zložito usporiadané praskliny vnútri konkrécie, zvyčajne vyplnené kalcitom, zriedkavejšie aj barytom. Pre ich výskyt je charakteristické prostredie slieňov bohatých na uhličitan. Jednou z možností ich vzniku je, že dehydratácia spôsobí stvrdnutie povrchu konkrécie a zároveň vyvolá zmršťovanie jej vnútornej hmoty, až kým nepopraská (Boles et al., 1985; Jackson, 2005; Molina a Reolid, 2024). Začínajú sa tvoriť už pri hĺbke pochovania sedimentu menej než 10 m. Septáriové pukliny zužujúce sa smerom von naznačujú, že sa vytvorili, keď boli konkrécie ešte v plastickom stave, ale už boli dostatočne stmelené, aby boli odolné proti kompácii sedimentu (Paxton et al., 2021; Wetzel a Bojanowski, 2022).

V prípade „gúl“ z oblasti Hruštína ide jednoznačne o pieskovcové konkrécie. Tvorí ich makroskopicky homogénny sediment zhodný s okolitou horninou, od ktorej sú oddelené škárou. Neboli pozorované intraklasty, laminácia, ani horizont väčších zŕn prechádzajúci konkréciou, ako je to možné vidieť na známej lokalite Megonky na Kysuciach. Za náznak laminácie, alebo skôr misovitých štruktúr

po úniku vody, možno považovať v niekoľkých prípadoch pozorované rozpukanie „gúl“ v smere vrstvitosti. Stupeň litifikácie „gúl“ a materskej horniny je porovnateľný, aj keď sú náznaky, že „gule“ podliehajú zvetrávaniu menej než materská hornina. Pre absenciu uvedených štruktúrnych znakov nevieme určiť, v ktorej fáze diagenézy konkrécie vznikali. Určité pravidlo bolo pozorované vo vzťahu tvaru konkrécie k materskej vrstve. Platí, že dlhší rozmer konkrécie je rovnobežný s vrstvou. Predpokladá sa, že dlhá os konkrécie je orientovaná rovnobežne so smerom prúdenia roztokov a odráža nehomogénne rozloženie chemických vlastností prostredia (Tucker, 2001; Middleton et al., 2003; Collinson et al., 2006).

Obr. 1. Potfaj et al. (1981) uvádzajú, že pieskovcové „gule“ pochádzajú z hrubších pieskovcových vrstiev, pravdepodobne z podmorských sklzov, a že z Hruštinky sú už vyzbierané. Spomínajú však niekoľko kusov z potoka Račová.

Fig. 1. Potfaj et al. (1981) state that the sandstone balls come from thicker sandstone layers probably from submarine slump and that they have already been removed from the Hruštinka river, but he mentions a few pieces from the Račová creek.



Obr. 2. Schematická geologická mapa západnej časti flyšového pásma Západných Karpát s lokalizáciou oblasti výskumu.

Fig. 2. Schematic geological map of the Western part of the Carpathian Flysch Belt with localization of the studied area.

so sliezskym príkrovom a ďalšími externejšími jednotkami. Magurský príkrov tvoria hlbokomorské sedimentárne sekvencie flyšového charakteru prevažne paleogénneho, menej mladokriedového veku (Polák et al., 2008; Teťák et al., 2016a, b; Hók et al., 2019).

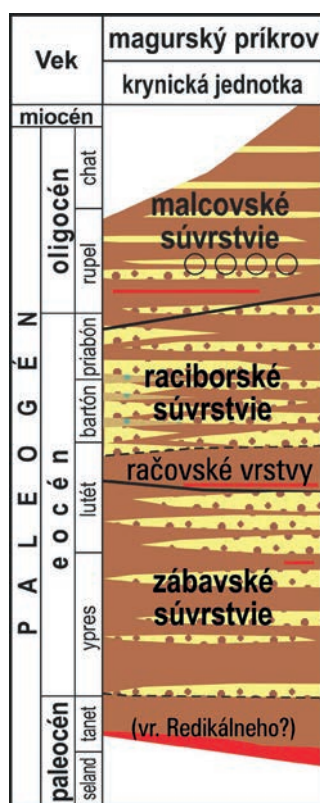
Malcovské súvrstvie

Výskyt pieskovcových „gúl“ pri Hruštine sa viaže na vystupovanie malcovského súvrstvia krynickej jednotky. Sú to najmladšie sedimenty krynickej jednotky magurského príkrovu flyšového pásma (obr. 3). Malcovské vrstvy definoval Šwidziński (1961) na východnom Slovensku. V oblasti Oravy ako prvý vyčlenil a podrobne opísal malcovské súvrstvie Potfaj (1983). Neskôr ho na Orave spracovali Potfaj et al. (1991) a Teťák et al. (2016a, b).

V rámci malcovského súvrstvia vo všeobecnosti prevládajú svetlosivé vápnité ílovce (malcovský litotyp). Len lokálne, v niekoľkých metrových horizontoch, najmä v spodnej časti súvrstvia, môžu dominovať vložky kremenno-karbonátových a kremenno-drobových pieskovcov. Vytvárajú horizonty hrubé do 10 m v odstupoch niekoľko desiatok metrov.

V súvrství sa vyskytuje niekoľko litofácií. Okrem typických sivých vápnitých ílovcov sú to chaoticky zvrstvené sklzové telesá pieskovcov, kalovcov až ílovcov, v menšej miere pelosiderity a vzácné aj červené ílovce. Medzi pieskovecami je možné rozlíšiť niekoľko litotypov – jemnozrnné kremenno-karbonátové pieskovce, stredno- až hrubozrnné drobové pieskovce magurského typu, kremenno-drobové pieskovce s výskytom guľovitých konkrécií, drobozrnné arkóзовé zlepenice až pieskovce, kemité glaukonitové pieskovce a organodetrilitické vápence.

Kremenno-drobové pieskovce s výskytom guľovitých konkrécií tvoria pravdepodobne jediný horizont v nižšej časti súvrstvia. Je to horizont najmenej 10 vrstiev masívnych pieskovcov hrubých 30 až 80 (max. 150) cm, miestami po navetraní s misovitými stopami po úniku vody. Zriedka sú slabšie litifikované. Sú vápnité, kemité, drobové,



Obr. 3. Litostratigrafická schéma krynickej jednotky na Orave (upravené podľa Teťák et al., 2016b).

Fig. 3. Lithostratigraphic scheme of the Krynica Unit at the Orava region (modified after Teťák et al., 2016b).

strednozrnné, zriedka jemno- až hrubozrnné. Odkryté sú len na niekoľkých miestach v okolí Hruština, identifikované aj na základe primárnych výskytov pieskovcových „gúl“.

Podobným litotypom sú drobové pieskovce magurského typu vystupujúce len v najnižšej časti súvrstvia (napr. v Hruštínke nad Vasilovom). Sú to typické masívne hrubo- až strednozrnné drobové pieskovce tvoriace hrubé vrstvy. Obsahujú muskovit, zuhoľnatenú rastlinnú drvinu a misovité stopy po úniku vody. Guľovité konkrécie sa v nich však nevytvorili.

Vrstvy pieskovcov sú sprevádzané ílovcami, siltovcami a slieňovcami. Sú výrazne vápnité a majú svetlé odtiene najmä sivej, modrej, okrovej a menej aj hnedej farby. Hrúbka ich vrstiev je od pár centimetrov do niekoľko metrov. Ílovce majú za čerstva masívnejší rozpad a sú svetlomodré, no po navetraní majú typický drobový rozpad a svetlosivú až modrastú farbu. Plynulo môžu prechádzať do hrubých polôh pevnejších masívnych tmavších siltových ílovcov až siltovcov bystrického typu, ale aj do vrstiev tvrdých slieňovcov hrubých niekoľko desiatok centimetrov s ostrým rozpadom a patinou, ktoré môžu byť v spodnej časti jemne laminované, siltové až piesčité.

Chaoticky zvrstvené sklzové telesá tvoria vrstvy hrubé od pár centimetrov až vyše 6 m. Litologicky to sú od bielych, svetlookrových a modrastých mäkkých plastických ílov cez svetlé modrasté až hnedé mäkkšie sily po sivé a hnedé, veľmi zle vytriedené hrubozrnné pieskovce. Ich spoločným znakom je len minimálna litifikácia horniny a masívne chaotické zvrstvenie. Bežne sa v nich vyskytujú nepravidelne rozptýlené intraklasty masívnych intraformačných pieskovcov alebo ílovcov veľké 5 až 50 cm.

Odhadovaná hrúbka súvrstvia je 450 až 660 m (Potfaj, 1983). Presnejší odhad hrúbky súvrstvia nie je možný, keďže je výrazne tektonicky porušené a okrem potokov bez odkryvov. Jeho vek je mladší eocén až mladší oligocén (Potfaj et al., 1991), nie je však vylúčené, že sedimentácia pokračovala až do staršieho miocénu.

Súvrstvie je sedimentárnou výplňou menších obmedzených bazénov, navzájom prepojených v období výrazne ovplyvnenom tektonickou aktivitou zatvárajúceho sa magurského bazénu z juhu postupujúcim orogénom. Prejavovalo sa to napríklad typickou sedimentáciou sklzových telies. Magurský bazén mal v tejto záverečnej fáze charakter zvyškového neseného „piggy-back“ bazénu (Golonka a Waškowska-Oliwa, 2007; Teťák et al., 2019).

Metodika

Výskum výskytu pieskovcových „gúl“ prebiehal v rámci geologického mapovania regiónu Oravská Magura, preto boli označené číslom dokumentačného bodu v poradí, ako boli zaznamenané. V rovnakom poradí sú zaradené aj v tejto práci. Pri usporiadaní lokalít bol uprednostnený princíp menovania zo západu na východ. Ich lokalizácia je uvedená v súradniciach systému WGS84 určených GPS meraním v teréne a spresnených pomocou mapy LIDAR. Presnosť lokalizácie odhadujeme do 5 m. Mnohé „gule“ bolo potrebné očistiť od hĺn delúvia, náplavov a machu. Lokalizácia,

opis a fotografie pri „guliach“ z Hruštína zodpovedajú stavu z roku 2022. Keďže mnohé „gule“ sú značne zasypané alebo sa zachovali len čiastočne, ich tvar a veľkosť boli odhadnuté na základe viditeľnej časti.

Primárnymi výskytmi rozumieme výskyt na pôvodnej lokalite bez väčšieho premiestnenia človekom. „Gule“ T536-1, T536-2, T536-3 a T985a považujeme za primárny výskyt, keďže sú na pôvodnej lokalite, hoci boli človekom premiestnené na niekoľko desiatok metrov. Za primárny výskyt považujeme aj „guľu“, ktorá je voľná, bez spojenia s materskou horninou, a v rámci toku rieky/potoka či delúvia nepredpokladáme jej premiestnenie na viac než niekoľko desiatok metrov (napr. T587). V prípade primárnych výskytov rozlišujeme pozíciu voľnú, teda premiestnenú riekou, potokom alebo v delúviu, a pevnú, čiže polohu „gule“ viditeľne v spojení s materskou horninou (obr. 4). Za sekundárny výskyt považujeme všetky človekom premiestnené „gule“ bez presného poznania miesta ich pôvodu.

Dve čiastočne zachované „gule“ (T613-2, T810-1) boli vzhľadom na menšie rozmery a dostupnosť lokality prevezené do Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra v Bratislave s cieľom skúmania, popularizácie výskytu a prevencie pred odcudzením po zverejnení.

Kvôli zvýšeniu šance zaznamenať aj „gule“ verejne neprístupné, umiestnené na súkromných pozemkoch, boli publikované predbežné informácie v obecných novinách (Teták, 2022) a v aktuálne zostavovanej monografii obce Hruštín. Táto aktivita však nepriniesla nové zistenia.

Kvôli vhodnej ochrane lokalít prebehla informácia a komunikácia s pracovníkmi CHKO Horná Orava v Námestove so zámerom budúcej propagácie a ochrany.

Vzhľadom na skôr sféroidný, elipsoidický, vajcovitý, bočníkovitý a nepravidelný tvar väčšej časti konkrécií termín „guľa“ nie je úplne korektný, no v práci sa používa v morfológickom zmysle ako „sféroidný horninový útvar“ a zároveň v genetickom zmysle ako „konkrécia“ výlučne kvôli zjednodušeniu štylizácie textu.

O výskyte sférických horninových útvarov vo svete je veľké množstvo informácií, no o väčšine lokalít sú dostupné len informácie popularizačného charakteru bez seriózneho geologického spracovania. Rovnaká situácia je aj pri „guliach“ na Kysuciach. Internetové zdroje tohto typu necitujeme. Preto je zoznam lokalít síce rozsiahly, no niekedy bez geologických detailov a možnosti citovania relevantných zdrojov. Pri väčšine svetových výskytov guľovitých konkrécií uvádzame WGS84 lokalizáciu s možnosťou dohľadania fotografií na www.google.sk/maps prostredníctvom služby Street View alebo pomocou názvu lokality.

Výsledky

V priebehu geologického mapovania Oravskej Magury sa zistili dve oblasti výskytu pieskovcových konkrécií.



Obr. 4. Mierne sploštená pieskovcová „guľa“ na svojom primárnom výskyte overená v roku 2000 (lokalita T860).

Fig. 4. Slightly flattened sandstone sphere at its primary occurrence verified in 2000 (location T860).

Prioritne bol spracovaný početnejší výskyt v širšej oblasti Hruštína v horninách krynickej jednotky flyšového pásma, kde je v budúcnosti pravdepodobné objavenie ďalších kusov. Sekundárne bol spracovaný aj menej početný výskyt septáriových konkrécií v lome pri Podbieli v slieňoch bradlového pásma.

V Hruštíne a jeho okolí sa zistilo viacero primárnych a sekundárnych výskytov pieskovcových „guľí“. Ich charakteristika sa na každej z nich mierne líši. Už v roku 2000 pri súkromnej obhliadke koryta Hruštinky v ľavom brehu rieky sa zistil výskyt mierne sploštenej pieskovcovej „gule“ (obr. 4). Jej presnú lokalizáciu nie je možné dodatočne presne určiť, keďže v roku 2022 nebola pozorovaná (T860 – obr. 5, 6). Pieskovcová „guľa“ sa nachádzala na svojej primárnej lokalite, keďže v spodnej časti bola spojená s horninou materskej pieskovcovej vrstvy.

V intraviláne Hruštína sa popri ceste a v záhradkách nachádza 23 „guľí“ na sekundárnom výskyte. Takmer všetky sú na ulici Radzovka a Črchľa. Len jedna „guľa“ je v Hruštíne v časti Zámost a jedna v Babíne východne od kostola. Dve sú pri súkromnej chate. Ďalších 30 je stále na primárnych výskytoch v okolí Hruštína. Celkovo je zatiaľ zdokumentovaných 58 pieskovcových „guľí“ (obr. 7), z ktorých o jednej nie je známe, kde sa v súčasnosti nachádza.

„Gule“ tvorí prevažne strednozrnný, zriedka jemnozrnný alebo hrubozrnný vápnitý, viac kremitý drobový pieskovec. Zlepencová frakcia nebola pozorovaná. Majú priemer od 30 do 220 cm. Menšie majú zvyčajne pravidelný guľovitý tvar. Pri väčších prevláda sploštený elipsoidový až vajcovitý tvar. Vo viacerých prípadoch je zachovaná len časť „gule“. Ich povrch je zvyčajne hladký a pravidelný.

V prípadoch zachovania kontaktu „gule“ s materskou horninou býva „guľa“ vždy oddelená škárou. Aj keď

z pozorovaní, že „gule“ sú odolnejšie proti zvetrávaniu, možno nepriamo usudzovať, že sú lepšie litifikované, makroskopicky nebol pozorovaný rozdiel v zložení ani stupni litifikácie „gule“ a materskej horniny.

V „guliach“ neboli pozorované koncentrické ani radiálne pukliny či rozpad, ktoré by pripomínali septáριοvé konkrécie. Nezistilo sa ani cudzorodé jadro, ktoré by mohlo byť spúšťačom vzniku konkrécie. V prospech tohto druhého tvrdenia však nie je dostatočne veľa pozorovaní rezov stredom „gule“.

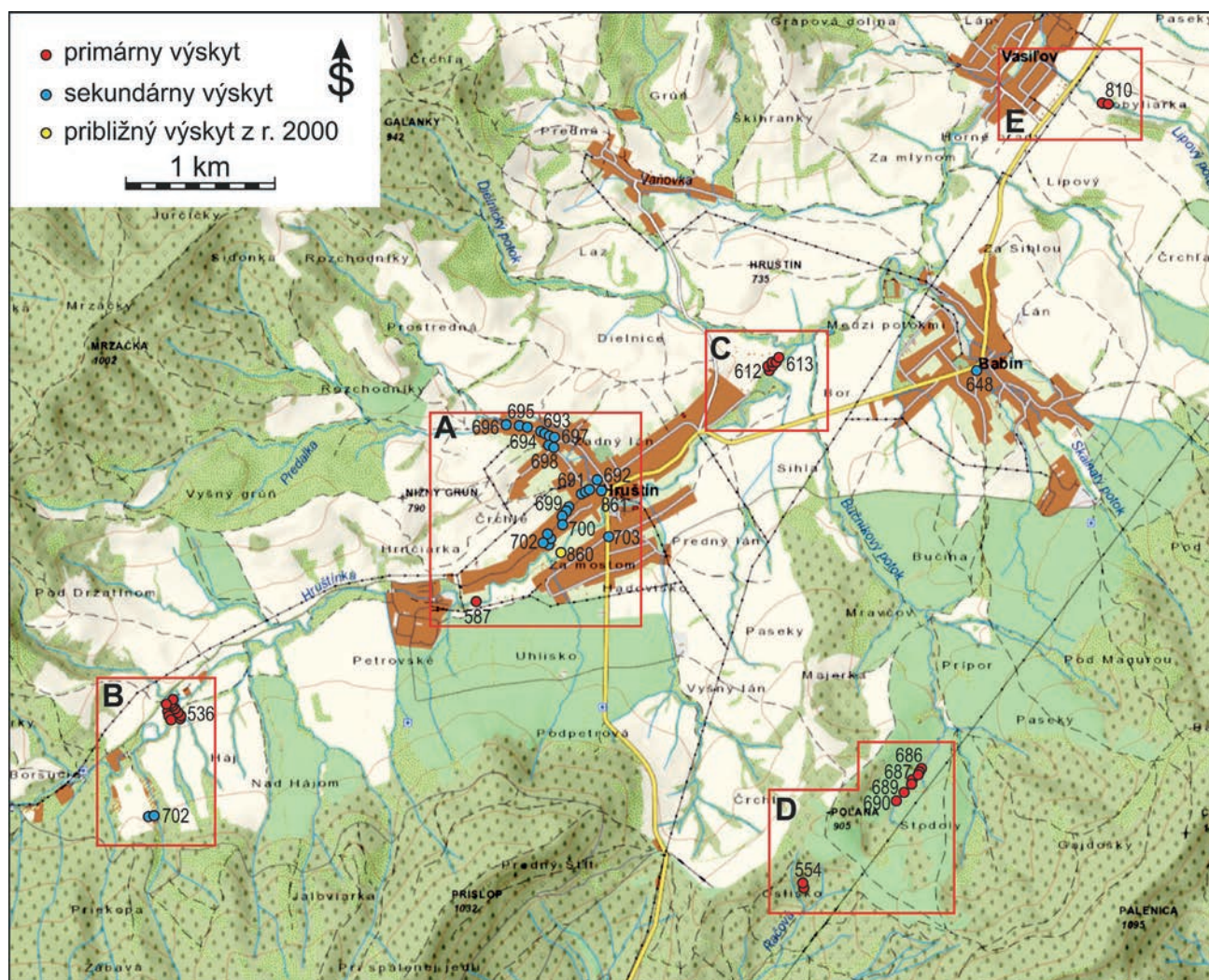
Primárne lokality

Na lokalite v Hruštínke pod strelnicou (T536, obr. 6B) sa vyskytuje 11 „gúl“. „Gule“ sú stredne veľké, menej je menších. Dosahujú priemer 30 až 80 cm. Majú guľovitý tvar, menej aj vajcovitý. Vyskytuje sa tu aj „dvojguľa“, jediná pozorovaná v tejto oblasti. Majú hladký povrch. Podľa vzhľadu je pravdepodobné, že väčšina „gúl“ na sekundárnom výskyte v obci by mohla pochádzať z tejto alebo podobnej lokality.

V koryte Hruštinky pod družstvom sa našla jediná „guľa“ (T587, obr. 6A) s priemerom 80 cm. Je podobná „guliam“ z predchádzajúcej lokality. Vystupovanie potenciálnych materských hornín v jej blízkosti sa nezistilo.

V Hruštínke pod ihriskom nad ústím Dielnického potoka (T612, T613, obr. 6C) je lokalita s odkryvmi hrubých vrstiev pieskovcov sprevádzaných šiestimi „guľami“. Sú síce hladké a pravidelné, ale sú príliš veľké na premiestnenie (75 – 130 cm), preto nepredpokladáme, že by táto lokalita bola významnejším zdrojom „gúl“ v obci.

Druhý najväčší primárny výskyt tvoria dve blízko pri sebe ležiace lokality východne od sedla Príslop (obr. 6D). Podľa podobného vzhľadu prítomných „gúl“ je možné usudzovať, že navzájom súvisia. Prvá je v rokline (T554) a tvoria ju dve „gule“. Jedna je nezvyčajne pravidelná, sploštená, hladká (70 x 110 cm) a druhá rozpušaná a neisto určená. Druhá lokalita je v potoku na SV (T686 až T690). Na dĺžke asi 350 m sa nachádza 8 „gúl“. Menšie „gule“ sú skôr pravidelne guľaté, veľké, s rozmermi až 60 x 220 cm, sú ploché až vajcovité. Majú hladký povrch.



Obr. 5. Mapa okolia Hruštína s vyznačením primárnych a sekundárnych lokalít výskytu pieskovcových „gúl“ (mapový podklad: GKU – <https://zbgis.skgeodesy.sk/mkzbgis/sk/zakladna-mapa>).

Fig. 5. Map of the surroundings of Hruštín village with the marking of the primary and secondary locations of sandstone spheres occurrence (based on map: GKU – <https://zbgis.skgeodesy.sk/mkzbgis/sk/zakladna-mapa>).

Sekundárne lokality

Veľkú časť „gúl“ (24) v minulosti premiestnili obyvatelia Hruštína a umiestnili v obci popri ceste (T691 až T702, obr. 6A). Keďže v minulosti neboli mechanizmy schopné prenášať ťažké objekty, tieto „gule“ majú skôr menšie rozmery (30 až 80 cm). Majú prevažne pravidelný guľovitý tvar, no časť z nich je nepravidelná, zrejme poškodená.

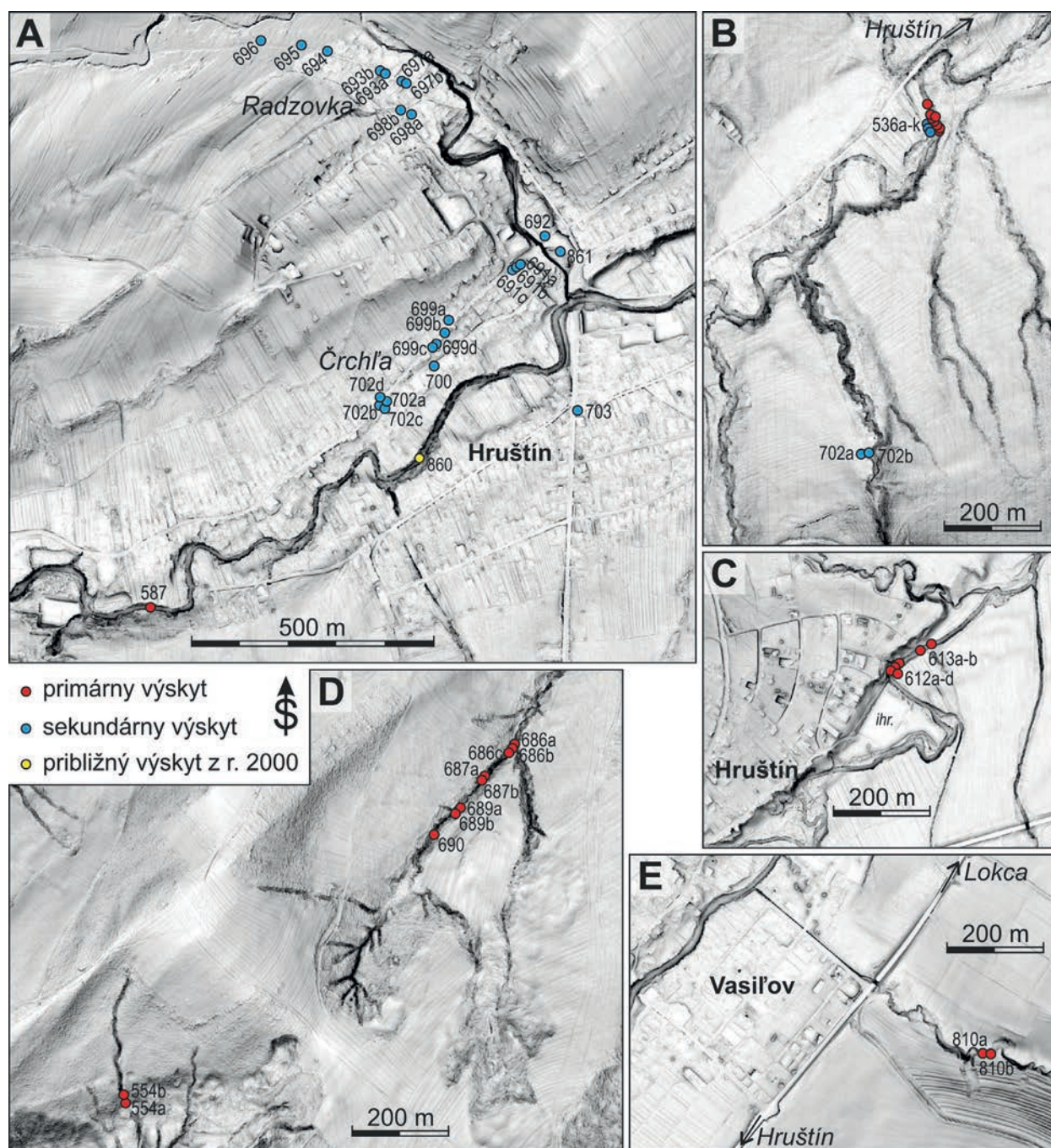
Ďalšie dve „gule“ vajcovitého tvaru sú pri chate južne od strelnice (T702, obr. 6B).

Jedna „guľa“ je aj v Babíne pri hlavnej ceste 60 m východne od kostola (T648, obr. 5).

Diskusia

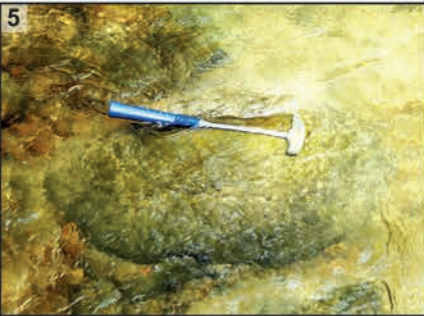
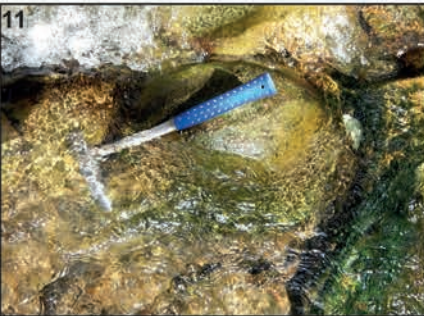
Účel a využitie

Obdobie, keď boli „gule“ umiestňované v dedine, nie je známe. Pravdepodobne to bolo skôr než začiatkom 20. storočia. „Gule“ mali okrem estetického významu aj praktický význam. V Hruštíne boli v minulosti tri ulice – Črchľa, Radzovka a Dedina. Prvé dve slúžili ako vstup do dediny v lete pri zväžaní sena a v zime pri sťahovaní dreva a práve na týchto uliciach sa nachádza väčšina „gúl“ (obr. 6A, 8). Chránili rohy brán alebo domov pred poškodením od vozov



Obr. 6. Presná lokalizácia pieskovcových „gúl“ s rozlíšením primárnych a sekundárnych výskytov (mapovým podkladom je mapa reliéfu LIDAR DMR 5.0: GKU – <https://zbgis.skgeodesy.sk/mkzbgis/sk/teren>).

Fig. 6. Accurate localization of sandstone spheres with distinction among primary and secondary occurrences (based on LIDAR DMR 5.0 relief map: GKU – <https://zbgis.skgeodesy.sk/mkzbgis/sk/teren>).

		
T536-1 80 cm sekundár. 49,311 486°, 19,309 429° pravidelná premiestnená, v trávniku chaty č. 954	T536-2 30 x 45 cm sekundár. 49,311 541°, 19,309 338° premiestnená elipsovité deformovaná / roh chaty č. 954	T536-3 45 cm sekundár. 49,311 604°, 19,309 297° premiestnená / roh chaty č. 954
		
T536-4 45 x 80 cm primár. voľná 49,311 906°, 19,309 397° dvojguľa / ľavý breh	T536-5 70 cm primár. pevná 49,311 651°, 19,309 538° pravidelná, mierne elipsovité / ponorená v koryte	T536-6 50 x 70 cm primár. pevná 49,311 627°, 19,309 593° elipsovité polguľa
		
T536-7 60 cm primár. pevná 49,311 599°, 19,309 612° pravidelná guľa	T536-8 80 cm primár. pevná 49,311 599°, 19,309 612° pravidelná guľa	T536-9 65 cm primár. voľná 49,311 599°, 19,309 612° polguľa zbrúsená riekou
		
T536-10 60 cm primár. pevná 49,311 599°, 19,309 513° pravidelná guľa, mierne obrúsená	T536-11 45 cm primár. pevná 49,311 599°, 19,309 513° pravidelná guľa / v koryte	T554-1 70 x 110 cm primár. voľná 49,301 283°, 19,366 247° pravidelná elipsovité guľa

T554-2 80 x 130 cm primár. voľná 49,301 283°, 19,366 247° nepravidelná, mierne elipsovité, puknutá	T587 80 cm primár. voľná 49,318 101°, 19,336 944° pravidelná guľa / v koryte	T612-1 90 cm primár. voľná 49,331 692°, 19,363 116° výrazne obrúsená riekou / pravý breh
T612-2 100 x 130 cm primár. voľná? 49,331 714°, 19,363 139° polovica elipsovité / ľavý breh	T612-3 80 cm primár. pevná? 49,331 785°, 19,363 24° pravidelná prasknutá guľa / ľavý breh	T612-4 75 cm primár. pevná 49,331 723°, 19,363 149° pravidelná guľa, trochu obitá / koryto
T613-1 130 cm primár. pevná? 49,332 143°, 19,364 159° pravidelná guľa / koryto	T613-2 80 cm primár. pevná 49,332 127°, 19,364 121° 1/5 gule pravidelná / (prenesená do ŠGÚDŠ)	T648 65 cm sekundár. 49,331 715°, 19,381 662° pravidelná guľa premiestnená, v trávniku
T686-1 140 x 170 cm primár. voľná 49,307 939°, 19,376 826° mierne elipsovité	T686-2 130 cm primár. pevná 49,307 939°, 19,376 826° pravidelná guľa	T686-3 60 x 220 cm primár. voľná 49,307 939°, 19,376 826° elipsovité puknutá

		
T687-1 90 x 110 cm primár. voľná 49,307 561°, 19,376 265° mierne elipsovité	T687-2 130 cm primár. voľná 49,307 561°, 19,376 265° 1/5 gule	T689-1 90 cm primár. pevná 49,306 856°, 19,375 436° vajcovitá
		
T689-2 70 cm primár. voľná? 49,306 775°, 19,375 297° pravidelná guľa	T690 160 cm primár. voľná 49,306 312°, 19,374 698° mierne sploštená	T691-1 30 cm sekundár. 49,324 519°, 19,346 967° nepravidelná guľa / dom č. 312
		
T691-2 70 cm sekundár. 49,324 495°, 19,346 92° pravidelná guľa / dom č. 312	T691-3 80 cm sekundár. 49,324 45°, 19,346 848° pravidelná guľa / dom č. 312	T692 80 cm sekundár. 49,325 017°, 19,347 748° mierne elipsovité guľa / dom č. 490
		
T693-1 60 cm sekundár. 49,327 973°, 19,343 149° pravidelná prasknutá poškodená guľa / dom č. 591	T693-2 50 cm sekundár. 49,327 998°, 19,343 07° mierne nepravidelná guľa / dom č. 591	T694 40 cm sekundár. 49,328 311°, 19,341 496° mierne obrúsená riekou / dom č. 554

T695 60 cm sekundár. 49,328 38°, 19,340 793° vidno len kúsok, mierne nepravidelná / dom č. 582	T696 80 cm sekundár. 49,328 428°, 19,339 677° pravidelná guľa, v betóne / dom č. 577	T697-1 40 cm sekundár. 49,327 789°, 19,343 675° mierne elipsovité, neúplná / dom č. 543
T697-2 60 cm sekundár. 49,327 737°, 19,343 793° vidno len časť pod múrikom, pravidelná / dom č. 597	T698-1 75 cm sekundár. 49,327 21°, 19,343 875° v betóne, pravidelná, mierne obitá / dom č. 505	T698-2 50 cm sekundár. 49,327 273°, 19,343 694° iba polovica, pravidelná guľa / dom č. 538
T699-1 70 cm sekundár. 49,323 454°, 19,345 142° pravidelná guľa / dom č. 326	T699-2 80 cm sekundár. 49,323 238°, 19,344 984° pravidelná guľa / dom č. 458	T699-3 60 cm sekundár. 49,323 037°, 19,344 731° obitá guľa / dom č. 327
T699-4 40 cm sekundár. 49,323 054°, 19,344 748° pravidelná guľa / dom č. 327	T700 60 cm sekundár. 49,322 629°, 19,344 658° mierne sploštená guľa / dom č. 350 / neistý pôvod?	T701-1 50 cm sekundár. 49,321 95°, 19,343 304° mierne obrúsená

		
T701-2 50 cm sekundár. 49,321 904°, 19,343 263° mierne obrúsená	T701-3 50 cm sekundár. 49,321 904°, 19,343 263° silno poškodená, neúplná	T701-4 60 cm sekundár. 49,322 006°, 19,343 220° pravidelná / dom č. 445
		
T702-1 70 cm sekundár. 49,305 537°, 19,307 685° nepravidelná / výrazne obrušená riekou, pri chate	T702-2 40 x 50 x 80 cm sekundár. 49,305 537°, 19,307 685° elipsovita, olupuje sa / obrúsená riekou, pri chate	T703 50(70) cm sekundár. 49,321 914°, 19,348 715° sčasti nepravidelná
		
T810-1 40 x 40 x 70 cm primár. voľná 49,347 217°, 19,393 645° vajcovitá / v potoku, nerovný povrch / v potoku	T810-2 40 x 55 cm primár. voľná 49,347 206°, 19,393 804° 1/2, vajcovitá, na 3 časti, nerovný povrch / v potoku (v ŠGÚDŠ)	T860 40 x 60 cm primár. pevná približne 49,320 94°, 19,344 38° mierne plochá guľa, v Hruštínke, v súčasnosti nepotvrdená
		
T861 80 cm sekundár. 49,324 750°, 19,348 115° mierne vajcovitá / Hruštín – denný stacionár		

Obr. 7. Fotodokumentácia všetkých známych pieskovcových „gúl“ z okolia Hruštína s uvedením označenia, rozmerov (priemer), výskytu (primárny/sekundárny), pozície (pevná, tzn. spojená s materskou horninou/voľná), lokalizácie výskytu (súradnice WGS84), opis tvaru a poznámka k výskytu podľa stavu z roku 2022.

Fig. 7. Photodocumentation of all known sandstone spheres from the vicinity of the Hruštín village with indication of designation, size (diameter), occurrence (primary/secondary), position (connected to parent rock/loose), location (WGS84 coordinates), shape description and note on occurrence as of 2022.

alebo ťahaného dreva (smrekovej guľatiny). Podobný účel plnili kamenné stĺpiky v mestách pri vstupných bránach nazývané odrazníky. Pri viacerých „guliach“ v obci možno predpokladať, že ich nepravidelný tvar spôsobilo práve poškodenie spomínanou činnosťou. Postupným budovaním spevnených ciest boli „gule“ zasypané a z mnohých dnes vyčnieva len malá časť.

Do súčasnosti sa viaceré z „gúl“ stratili, prípadne z nich vidieť spod múrikov alebo asfaltu len malú časť. Ich účel je v súčasnosti čisto dekoratívny a obyvatelia ich umiestňujú do záhradiek alebo k chatám (obr. 7 – 1, 2, 3, 52, 53).



Obr. 8. Tri pieskovcové „gule“ umiestnené pri ceste v Hruštíne (T691a, b, c, obr. 7).

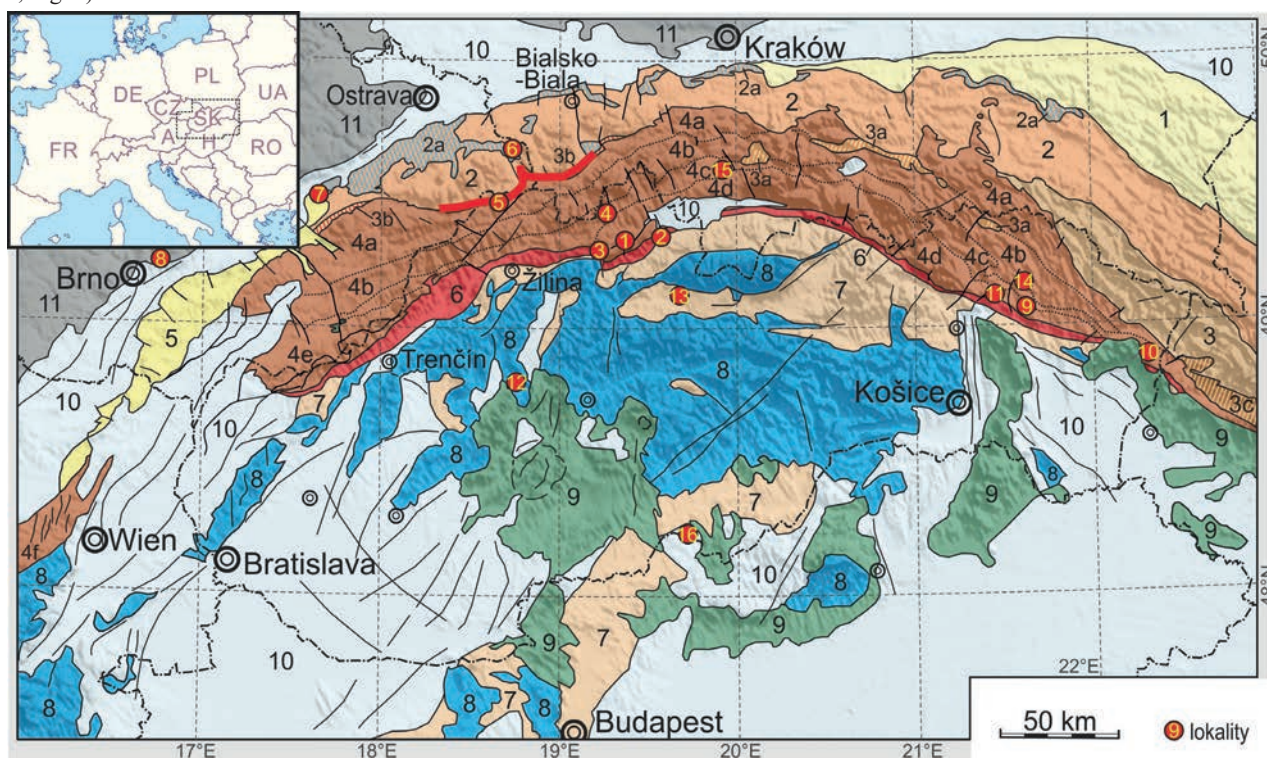
Fig. 8. Three sandstone spheres located by the road in Hruštín (T691a, b, c, Fig. 7).

Potenciál na geoturistiku

Podľa vzoru výskytov pieskovcových „gúl“ na Kysuciach, ale aj z iných lokalít mimo územie Slovenska možno predpokladať, že fenomén pieskovcových „gúl“ z Hruštína má výrazný potenciál stať sa geoturistickou atrakciou nielen lokálneho významu. V súčasnosti sú koncentrácia a zachovanie „gúl“ v obci a na primárnych lokalitách dostatočné a vhodné na vytvorenie náučných chodníkov doplnených náučnými tabuľami. Geoturistický potenciál narastá v súvislosti s blízkosťou ďalšej lokality v Podbieli. Propagácia tohto geologického javu v spojení s nutnou a vhodnou ochranou má potenciál zvýšiť povedomie verejnosti o geológii a záujem o ňu.

Ochrana

Podľa príkladu propagácie pieskovcových „gúl“ na Kysuciach po 80. rokoch 20. storočia možno predpokladať, že po popularizácii „gúl“ v Hruštíne hrozí podobný scenár, teda že najmä menšie a dostupnejšie „gule“ obyvatelia z primárnych a verejných lokalít odcudzujú a umiestnia k súkromným domom a chatám. Evidenciou „gúl“, spoluprácou so samosprávou, s CHKO Horná Orava a prácou na uvedomelosti obyvateľstva by bolo možné tomuto negatívnemu trendu zabrániť alebo ho aspoň obmedziť.



1 – Hruštín, 2 – Podbiel, 3 – Zázrivá, 4 – Novoť, 5 – kysucké gule, 6 – hradištské súvrstvie, 7 – Bezuchov, Šišma, 8 – Olšany, 9 – Košarovce, 10 – Ruská Bystrá a Strihovce, 11 – Želmanovce, 12 – brusnianske gule, 13 – Liptovský Ondrej, 14 – Mrázovce, 15 – Rabka, 16 – Lipovany

Obr. 9. Lokality výskytu sférických horninových útvarov na Slovensku a v blízkom okolí.

Fig. 9. Locations of occurrence of spherical rock formations in Slovakia and its vicinity.

Ďalšie výskyty sférických horninových útvarov

Na Slovensku a v blízkom okolí sa zistilo viacero lokalít výskytu sférických horninových útvarov s rôznou tektonickou a stratigrafickou príslušnosťou a rôznym pôvodom (obr. 9).

Západne od Podbiela v doline potoka Podbielsky Cicov (49,304 516°; 19,468 797°) sa v rokoch 2002 až 2022 realizovala ťažba kameniva. Počas ťažby sa objavovali sféroidné horninové útvary. Zachované boli vďaka Jozefovi Krupovi, ktorý ich premiestnil do neďalekého Podbiela (obr. 10). Všetkých 18 známych kusov je podľa stavu z roku 2024 v sekundárnej pozícii, aj keď sedem „gúl“ je pri lome pod cestou na brehu potoka na lokalite primárneho výskytu (49,303 697°; 19,466 425°). Ďalších päť je v Podbieli: tri sú pri Penzióne Lipa (49,305 924°; 19,482 551°) a polovica „gule“ je pri dome č. 404 (49,306 075°; 19,481 948°) (49,306 169°; 19,476 415°). Päť kusov je pri chate jv. od Podbiela (49,288 321°; 19,516 292°). Tu sa nachádza aj niekoľko menších kusov z rozpadnutých „gúl“, na ktorých je možné pozorovať ich vnútornú septáriovú stavbu

(obr. 10). Litologicky ich tvoria sivé piesčité slieňovce, ktoré môžu byť miestami škvrnité. Tvarovo je možné rozdeliť „gule“ do dvoch skupín. 15 je výrazne sploštených, hladkých, sivej farby. Tri sa líšia svojím hrdzavohnedým sfarbením, skôr vretenovitým tvarom, a najmä horizontálnym zvrstvením. Rozmery „gúl“ sú od 35 x 65 cm do 70 x 90 x 160 cm. Pri „guliach“, ktoré sú rozpadnuté, je viditeľná štruktúra typická pre septáriové konkrécie, čiže radiálne a axiálne pukliny vyplnené kalcitom. Kalcit niektoré pukliny úplne nevyplnil a sú pozorované jeho kryštály veľké až 2 cm.

Okrem Hruštína a Podbiela bola na Orave pozorovaná jedna mierne sploštená pieskovcová „guľa“ s priemerom 70 cm v Závrivej v časti Končítá (49,291 510°; 19,159 234°) v pieskovcoch flyšového obalu bradiel bradlového pásma pravdepodobne albsko-cenomanského veku (lokalita B28 v exkurznom sprievodcovi Plašienka et al., 2021; obr. 11; info. O. Pelech).

Sférický (elipsoidický, bočníkovitý) rozpad majú na viacerých lokalitách flyšového pásma masívne vápnité



Obr. 10. Príklady septáriových konkrécií z bradlového pásma pri Podbieli.

Fig. 10. Examples of septarian concretions from the Klippen Belt near Podbiel.



Obr. 11. Guľovité zvetrávanie pieskovca v Závrivej (49,291 510°; 19,159 234°). Pravdepodobne ide o konkréciu (foto O. Pelech).

Fig. 11. Spheroidal weathering of sandstone in Závrivá (49,291 510°; 19,159 234°). This is probably a concretion (photo O. Pelech).

siltové ílovce, najmä ílovce bystrického typu zlínskeho súvrstvia (napr. v lome s. od Novote; obr. 12; Teťák et al., 2016b).

Fenoméni sférických pieskovcových útvarov v tvare „gúl“ je v oblasti flyšového pásma Západných Karpát známy najmä z úzkeho pásu v severnej časti Kysúc s presahom na západ na Moravu a na východ do Poľska. Celkovo viac než 60 „gúl“ s priemerom 17 až 260 cm v pieskovcoch až drobnozrnných zlepencoch je stále možné nájsť na primárnych i sekundárnych lokalitách. Najvýznamnejšou lokalitou je lom Megonky v Čadci, miestnej časti Milošová (49,496 864°; 18,722 499°), po tom, ako v roku 1988 otvorili v lome ťažbu kameňa na spevňovanie brehov a ciest. Prirodzené odkryvy sú aj v Klokočovskom skáli (49,472 549°; 18,618 256°), v potokoch v Klokočove (obr. 13A), ale aj prenesené „gule“ v samotnom Klokočove, umiestnené pri ceste (napr. 49,451 635°; 18,571 691°;

Bizubová, 2008). Značnú časť z primárnych výskytov časom ľudia odviezli a v mnohých prípadoch slúžia ako dekorácia v záhradách (obr. 13B). Ich výskyt sa viaže výhradne na horizont hrubozrnných ciężkowických pieskovcov podmenilitového súvrstvia sliezskeho príkrovu veku mladší paleocén až starší eocén (Potfaj et al., 2002, 2003). „Gule“, podobne ako „gule“ z Hruština, sú konkrécionálneho pôvodu, vytvorené v procese litifikácie sedimentárnej horniny. Nasvedčuje tomu napríklad zlepenecový horizont bez prerušenia prechádzajúci „gulami“ aj okolitou horninou prítomný vo viacerých „guliach“ a tiež laminácia. Mnohé majú odlupujúcu sa „škrupinu“.

Uvedená línia s výskytom kamenných „gúl“ pokračuje z Kysúc do Českej republiky na východ na lokality cez Motyčanku, Mosty u Jablunkova (starý lom 49,510 234°; 18,747 986°), Návisí (pri ceste 49,594 724°; 18,749 301°) a Bukovec ďalej do Poľska na Żywiec. Tá istá geologická

Obr. 12. Elipsoidický (bočníkovitý) rozpad masívnych vápnitých siltových ílovcov bystrického typu bystrických vrstiev v lome severne od Novote (49,435 661°; 19,234 062°) (dĺžka elipsoidu je 120 cm).

Fig. 12. Ellipsoidal disintegration of massive Bystrica type mudstones of Bystrica Mb. in the quarry north of the Novot village (49.435 661°; 19.234 062°) (the length of the ellipsoid is 120 cm).



Obr. 13. A. Mierne plochá „guľa“ z potoka Kornica v Klokočove (49,455 832°; 18,558 987°) zo zbierky Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave (priemer 30 cm). **B.** Pieskovcová „guľa“ (elipsoid) vystavená v centre Dubnice nad Váhom (48,957 974°; 18,171 575°). Hrubozrnný pieskovec, na povrchu s tektonickými zrkadlami, pochádza pravdepodobne z oblasti Kysúc (rozmer 80 x 130 cm).

Fig. 13. A. A slightly flattened sphere from the Kornica stream in Klokočov (49.455 832°; 18.558 987°) from the collection of the Faculty of Natural Sciences of the Comenius University in Bratislava (diameter 30 cm). **B.** Sandstone sphere (ellipsoid) exposed in the center of Dubnica nad Váhom (48.957 974°; 18.171 575°). Coarse-grained sandstone on the surface with slickensides probably comes from the Kysuce region (80 x 130 cm).

štruktúra/línia pokračuje z Kysúc aj na západ na Moravu, napr. sploštené „gule“ do 3 m sú v starom lome Vidče (49,435 666°; 18,095 514°). Ďalej na západ, už však v iných geologických jednotkách, sú „gule“ s priemerom do 80 cm v kulmských drobach staršieho karbónu Draňanskej vrchoviny a Nízkeho Jeseníka a karpátu kroměřížského súvrstvia v karpatskej predhlbni (v pieskovni Bezuchov, Šišma a Olšany; Bubík et al., 2019) a zrejme „gule“ antropogénneho pôvodu vo vzdialenejšej Karlovej Vsi v oblasti Křivokláta. Karbonátové a pyritovo-karbonátové konkrécie sa vyskytujú v oblasti Barrandienu pri Prahe, napr. v ordovických bridliciach klabavského súvrstvia (Geopark Barrandien: 49,962 993°; 14,072 961°; Geologická záhrada: 50,091 737°; 14,574 824°). Iným príkladom konkrécií z územia Českej republiky sú pelosideritové konkrécie. Vyskytujú sa najmä vo vrchnej časti hradišského súvrstvia sliezkeho príkrovu flyšového pásma, kde sú šošovkovité konkrécie pelosideritov veľmi hojné v tmavosivých, slabovo vápnitých ílovcach. V minulosti sa ťažili a dopomohli tak k vzniku hutníckeho priemyslu na Ostravsku (napr. 49,665 588°; 18,760 741°; Roth et al., 1962).

Ďalšie, skôr ojedinelé výskyty guľovitých konkrécií sú opisované z viacerých lokalít krynickej jednotky magurského príkrovu na východnom Slovensku. Guľovité konkrécie s priemerom až 70 cm vyvetrávajú zo steny lomu Košarovce z hrubších vrstiev slabšie litifikovaných pieskovcov strihovského súvrstvia (Žec et al., 2011). Podobné sú „gule“ s priemerom do 50 cm z lokality Diel medzi Ruskou Bystrou a Hrabovou Roztokou a zo Strihoviec (Leško, 1960; Leško et al., 1964; Leško a Samuel, 1968; Žec et al., 2005a, b; Žec et al., 2011) a „gule“ s priemerom do 70 cm severne a južne od Strednej hory, doliny západne od Želmanoviec (Kováčik et al., 2012).

Okrem flyšového pásma Západných Karpát sú kamenné „gule“ známe z pieskovcov vnútrokarpatského paleogénu z oblasti Malej Čausy a Chrenovca-Brusna (Kováčik et al., 2015, obr. 3.4 – 16). Takzvané „brusnianske gule“ vyvetrávajú zo slabovo spevnených pieskovcov so šošovkami parazlepencov chrenoveckých vrstiev s vekom kišcel až eger. Z petrografického hľadiska zodpovedajú vápnitým subarkózam. Konkrécie sú guľovitého až elipsoidického tvaru s priemerom 10 cm až 2 m (obr. 14). Väčšina „gúl“ sa nachádza v miestnom lome (48,773 926°; 18,720 450°) a v jeho blízkosti.

Pri ceste medzi Liptovským Ondrejom a Beňadikovou sa nachádza nenápadná lokalita s niekoľkými väčšími bočníkovitými kameňmi (49,087 38°; 19,699 14°). V roku 1977 bola lokalita vyhlásená za prírodnú pamiatku Háje. Podľa Grossa (1977), Grossa et al. (1980) a Mišíka a Rehákovéj (2004) tu boli „gule“ až bočníkovité pelokarbonátové útvary do dvojmetrovej veľkosti, v niektorých prípadoch boli oblepené obliakmi. Polovica jednej z nich, v jadre s obrneným závalkom, je vystavená v areáli ŠGÚDŠ v Bratislave (obr. 15). Guľovité útvary sa nachádzajú ako súčasť obliakového materiálu v podmorskom zosuvnom telese vnútrokarpatských paleogénnych sedimentov. Podmorský zosuv sa vrezal do stredno- až vrchnopriabónskeho flyšového podložja. Geneticky sa líšia od „gúl“ od Hruština. Sú to závalky a obrnené závalky. Ich vznik možno

lepšie pochopiť na recentnom príklade z Mrázoviec (Bóna et al., 2005), kde vo fluvialnom prostredí vznikli počas prívalového dažďa obrnené závalky guľovitého tvaru s priemerom 4 až 32 cm.



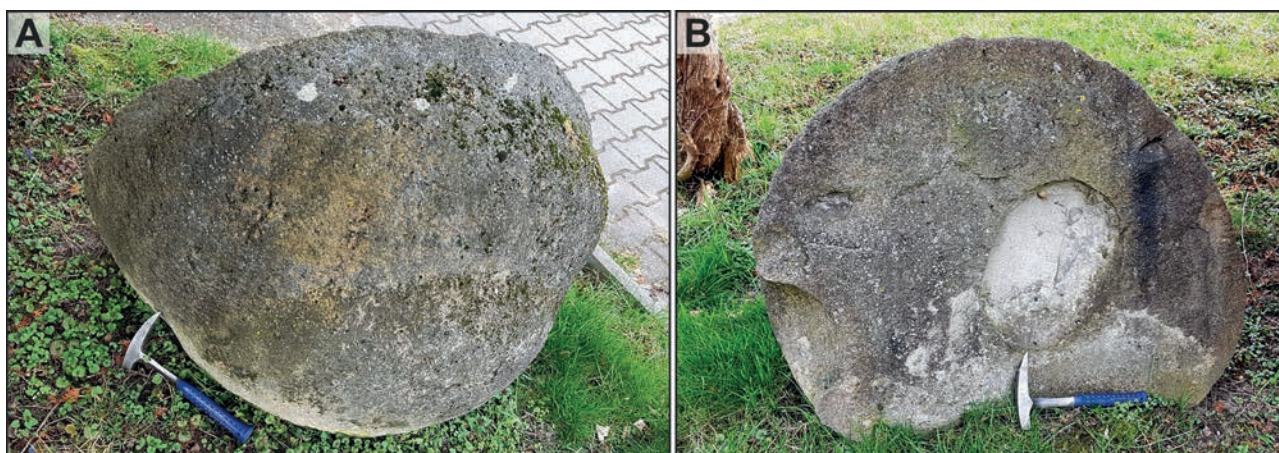
Obr. 14. Brusnianska „guľa“, konkrécia z pieskovcov chrenoveckých vrstiev vnútrokarpatského paleogénu z oblasti Malej Čausy (priemer 20 cm, zo zbierky ŠGÚDŠ v Bratislave).

Fig. 14. Brusno sphere, a concretion from the sandstones of the Chrenovec Mb. of the Inner Carpathian Paleogene from the area of Malá Čausa (diameter 20 cm, from the collection of ŠGÚDŠ in Bratislava).

Podobný spôsob vzniku, ako majú sférické útvary od Liptovského Ondreja, majú aj guľovité až vretenovité pieskovcové telesá nachádzané v páse medzi Rdzawkou a Rokicinami Podhalaňskými v Poľských Karpatoch. Vznikli ako olistolity jemnozrnných vápnitých pieskovcov v olistostróme v rámci strednoeocénnych maszkowických pieskovcových vrstiev (ekv. oravskoveľských vrstiev) bystrickej jednotky magurského príkrovu (49,580 603°; 19,887 706°) (Cieszkowski et al., 2009, informácia M. Cieszkowski). V oblasti výskytu sa využívali ako dekoratívne prvky, napr. pri vchodoch do starých drevených kostolov s vysekanou prehĺbeninou na svätenú vodu v Rabke Zdrój a Piątkowej Góre, ako aj na námestí Raby Wyżnej (obr. 16).

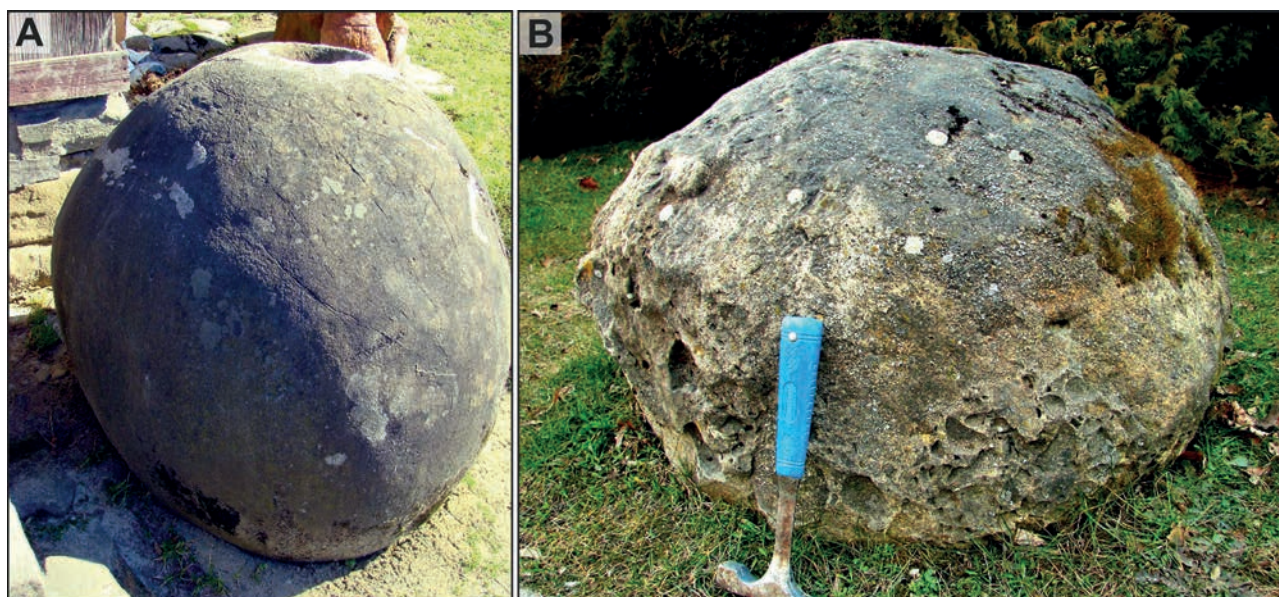
Parciálna litifikácia pieskovcov vo forme väčších sférických konkrécií nepravidelného bočníkovitého, ale aj guľovitého tvaru stmelených vápnitým tmelom sa bežne vyvinula v neogénnych pieskoch. Asi najznámejšou lokalitou je pieskovňa v Lipovanoch (48,214 170°; 19,709 228°) s typovou lokalitou spodnoegenburských lipovianskych pieskovcov. Pieskovňa je od roku 1990 vyhlásená za prírodnú pamiatku. Sférické konkrécie dosahujú priemer 5 až 50 cm (obr. 17). Pieskovce obsahujú v hojnom množstve úlomky mäkkýšov. Sú to sedimenty plytkého morského šelfu (Vass et al., 1992).

Podobné pieskovcové konkrécie sa vyvinuli aj v mladogegenburských riečno-jazerných tachtienskych pieskovcov súvrstvia Bukovinky d'armotských vrstiev na južnom Slovensku, v podobných vrchnobádenských pieskovcoch



Obr. 15. A. Polovica „gule“ s priemer 110 cm od Liptovského Ondreja, vystavená v areáli ŠGÚDŠ v Bratislave (48,166 318°; 17,078 678°). B. Na lome „gule“ vidieť veľký zvetraný intraklast s nalepenými väčšími klastami a dva menšie intraklasty.

Fig. 15. A. Half of a sphere with a diameter of 110 cm from Liptovský Ondrej, exhibited in the SGIDŠ complex in Bratislava (48.166 318°; 17.078 678°). B. A large weathered intraclast with attached clasts and two smaller intraclasts can be seen on the fracture surface of the sphere.



Obr. 16. Dekoratívne využitie sférických blokov z olistostrómy: A. pri vchode do dreveného kostola v Rabke Zdrój s vysekanou prehĺbeninou na svätenú vodu (49,611 394°; 19,946 891°) (foto M. Cieszkowski); B. námestie v Rabe Wyżnej (49,564 005°; 19,878 003°) (foto M. Cieszkowski).

Fig. 16. Decorative use of spherical blocks of olistostrómy: A. at the entrance to the wooden church in Rabka Zdrój with a hollow carved out for holy water (49.611 394°; 19.946 891°) (photo M. Cieszkowski); B. square in Raba Wyżna (49.564 005°; 19.878 003°) (photo M. Cieszkowski).

sandberských vrstiev (Devínska Kobyla) a v prietrzských vrstvách karpatského veku východne od Senice (Teták, 2017).

V terciérnych sedimentoch Mosteckej panvy a Sokolovskej panvy v Českej republike (obr. 18) sa miestami vyskytujú veľmi pravidelné guľovité útvary veľkosti od niekoľkých milimetrov do dvoch decimetrov. Známe sú ako „vršanské a bílinské koule“ (50,493 6°; 13,532 01° a 50,570 438°; 13,723 959°), populárne najmä medzi ezoterikmi, ktorí im pripisujú liečivé účinky. Ide o mierne zónálne konkrécie pyritu a markazitu vznikajúce v piesčitých sedimentoch (Zimák et al., 1992; Bartoš et al., 1996).

Pieskovcovým konkréciám z neogénnych sedimentov Slovenska sú vzhľadom a geneticky podobné pieskovcové

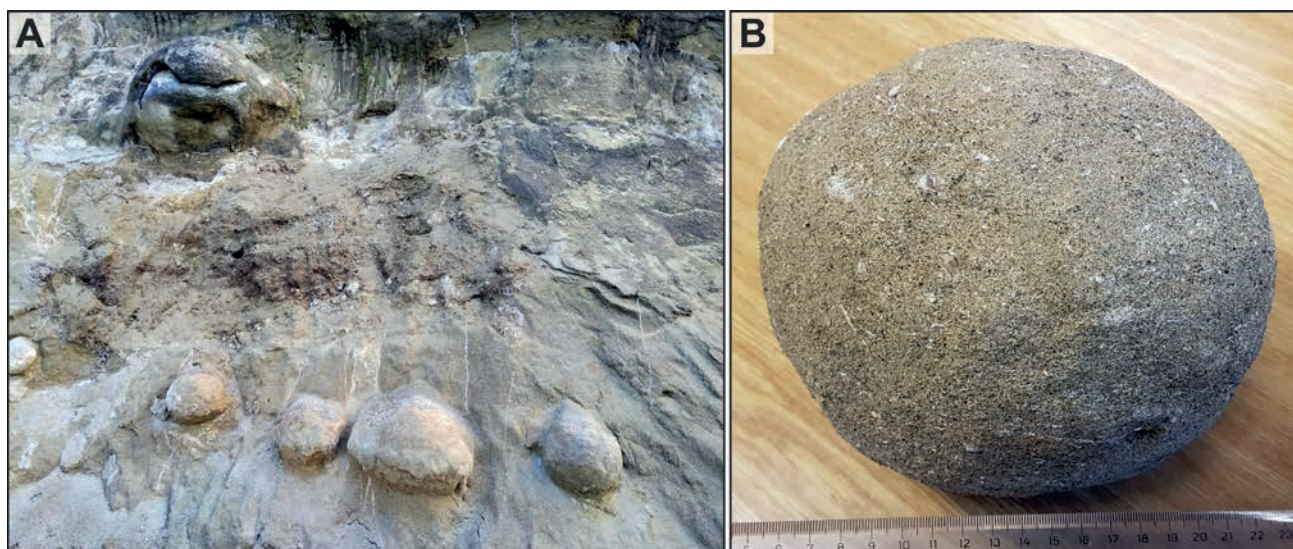
konkrécie rozmanitých tvarov stmelené kalcitom v Taliansku, napr. v oblasti Bolone (rezervácia Contrafforte Pliocenico), tzv. *botroidi* alebo *cogoli*. Vyskytujú sa v rôznych syntektonických sedimentoch eocénného až pliocénneho veku (Cibin et al., 1993). Vápnik v nich pochádza z klastov vápencov a zo schránok mäkkýšov a foraminifer. Menšie konkrécie sa zvetrávaním dostávajú na povrch v stovkách kusov a majú rozmanité zoomorfné a antropomorfné tvary, čo v ľuďoch v minulosti prebúdzalo záujem a fantáziu. Sú vystavené v Museo dei Botroidi di Luigi Fantini v dedine Tazzola, špeciálne venovanom botroidom (44,333 889°; 11,381 771°). Podobné avantgardné sochy pripomínajúce konkrécie známe ako „gogotte“ vyvetrávajú z vrchnooliocénnych kremitých pieskovcov Fontainebleau v okolí

Fontainebleau vo Francúzsku (Thiry, 1999; Thiry et al., 2013).

Asi najvýznamnejším výskytom pieskovcových konkrécií v Európe sú *Boules de Rosans* z Francúzska z lokality Serre d'Autruy pri Saint-André-de-Rosans v Hautes Alpes (44,381 142°; 5,526 987° a 44,377 5398°; 5,520 312 5°), ale napr. aj zo Saint-Étienne-les-Orgues (44,028 071°; 5,758 682°). Väčšie množstvo konkrécií guľovitého tvaru s priemerom okolo jedného metra sa vyskytuje v glaukonitových pieskovcoch uložených z gravitačných prúdov

vo vokontskom bazéne. Vrstvy pieskovcov tvoria vložky v monotónnych slieňovcoch *Blue Marls Formation* albského veku (Thomas, 2016; Ferry, 2017).

Veľké, takmer sférické, karbonátom stmelené pieskovcové konkrécie sa vyskytujú na pobreží južného Anglicka východne od Osmington Mills (50,632 349°; -2,369 787°). Skorá litifikácia pomohla zachovať charakteristické šikmé zvrstvenie pieskovca. Konkrécie obsahuje horizont *Bencliff Grit* súvrstvia *Corallian Formation* zastúpený sedimentmi intertidálnej zóny oxfordského veku (Sellwood et al., 1990).



Obr. 17. A. Parciálna sférická litifikácia neogénnych pieskovcov v pieskovni v Lipovanoch (48,214 170°; 19,709 228°) (foto P. Ondrus, stav v roku 2018); B. „guľa“ z Lipovian v zbierke ŠGÚDŠ.

Fig. 17. A. Partial spherical lithification of Neogene sandstones in the abandoned Lipovany sandpit (48.214 170°; 19.709 228°) (photo P. Ondrus, state in 2018); B. sphere from Lipovany in the collection of ŠGÚDŠ.



Obr. 18. Výber zo svetových výskytov sférických horninových útvarov.

Fig. 18. A sample of the world's spherical rock formations occurrences.

Väčšie septáριοvé konkrécie vystupujú na viacerých lokalitách Anglicka, napr. v strednojurských (bat) ílovcach riečno-deltového pôvodu súvrstvia Scalby Fm. Long Nab Mb. v okolí Burniston Bay pri Scarborough (Slater et al., 2017; približne 54,327 458°; -0,420 135°).

Decimetrové až viac ako 2 m veľké pieskovcové vajcovité konkrécie stmelené kalcitom sa nachádzajú aj na škótskom ostrove Eigg (56,922 811°; -6,158 168°) a Sky (Valtos – približne 57,607 613°; -6,170 388°) v strednojurských (bat) estuáriových pieskovcoch *Valtos Sst. Fm.* (Wilkinson, 1993, 2006; Hudson et al., 2023; Paxton et al., 2023).

Z Európy sú známe najmä kamenné gule z Bosny. Na mnohých lokalitách sa tu vyskytuje celkovo niekoľko desiatok „gúl“. Ich najväčšia koncentrácia s viac ako 20 „gulami“ s veľmi pravidelným guľatým tvarom je v okolí mesta Zavidovići (44,454 625°; 18,175 121°). Dosahujú priemer až do 2,5 m. Desiatky „gúl“ v minulosti v Bosne zničili miestni obyvatelia kvôli povere o zlate v ich strede.

Niekoľko pieskovcových „gúl“ sa našlo aj v severovýchodnom Chorvátsku pri meste Ludbreg (vystavené sú v parku: 46,251 033°; 16,618 748°). Vznikli ako konkrécie v pieskoch sedimentujúcich v Panónskom jazere pred 11 miliónmi rokov (Banak et al., 2019).

V Rumunsku sa na viacerých lokalitách vyskytujú pieskovcové konkrécie stmelené uhličitanom vápenatým. Ich miestny názov je „*rovanți*“. Vyvinuli sa v miocénnych (panónskych) pieskoch v predpolí Karpát. Najznámejšie miesta ich výskytu sú Costești (45,137 650°; 24,068 821°), Breaza (45,159 921°; 25,662 199°), Ulmet (Babele de la Ulmet, Bozioru) (45,368 566°; 26,464 624°), ale aj ďalšie, napr. Odăile (45,384 224°; 26,522 157°), Cozieni (45,353 32°; 26,500 802°), Sibiu (45,790 725°; 24,314 937°) a Onești (46,278 193°; 26,799 933°). Vyskytujú sa v nodulárnych, guľovitých, elipsoidných či diskových tvaroch s rozmermi od pár centimetrov až do niekoľko metrov. Zaujímavosťou je, že z konkrécií dlhší čas vystavených dažďu sa vylučuje cement a na povrchu sa objavujú malé výrastky, ktoré miestni obyvatelia nazývajú „rastúce kamene“. Na viacerých lokalitách sú vybudované múzeá a náučné chodníky.

Guľovitým konkréciám z Hruština sú podobné výskyty z mnohých ďalších svetových lokalít. Početnosťou, veľkosťou, zachovaním a tvarom je svetovo asi najvýraznejšia lokalita v západnom Kazachstane (angl. *Ball valley*, rus. *Долина шаров*, kaz. *Шарлар аңғары*; najmä 44,322 593°; 51,599 454°, v oblúku minimálne od 44,275 889°; 51,520 079° do 44,295 435°; 51,838 955°). Na púšti sa na ploche niekoľko štvorcových kilometrov nachádzajú až tisíce veľkých pieskovcových konkrécií paleogénneho veku s priemerom bežne 1,5 až 3 m (Dieterich et al., 2015, s. 85). Na mnohých konkréciách je zreteľná laminácia sedimentu alebo sa z ich povrchu odlupuje škrupina.

V oblasti Ruska je evidovaných viacero menších výskytov väčších sférických konkrécií, no bez dostupného podrobnejšieho geologického výskumu. V starej pieskovni pri Žukovlyane v Kirovskej oblasti sa v permských

pieskovcoch vyskytujú *Zhukovlyanskie Boulders* (Жуковлянские Валуны) (58,304 497°; 48,014 239°). Ďalšie pieskovcové konkrécie sú v rokline pri dedine Jašauche (Яшауче) v Tatárskej republike, známe ako Staroveké balvany (Древние валуны) (54,927 005°; 51,472 229°). Niekoľko sférických železitých pieskovcových, niekedy dutých konkrécií tzv. *Volgograd balls* sa vyskytuje v rokline pri dedine Mokрая Olchovka (50,499 475°; 44,977 463°). Ďalšie výskyty sú v Čečensku (Argunská rokline) a v Dagestane.

Podobná lokalita rozkladajúca sa na púšti je pri jazere El Faiyum v Egypte (29,502 136°; 30,551 416°). Stovky veľkých guľovitých konkrécií vyvetrávajú z hrubozrnných, šikmo laminovaných pieskovcov morského pôvodu súvrstvia *Birket Qarun* priabónskeho veku (Seiffert et al., 2008; Kusky et al., 2011; Abdel-Fattah, 2016; Al-Dhwadi a Sallam, 2019). Rozmanité, zatiaľ bližšie nepreskúmané konkrécie *Valley of the Planets* sa uvádzajú z Líbyjskej púšte východne od Ghatu (približne 25,176 435°; 10,821 453°).

Ďalšie veľmi pravidelne tvarované hladké gule sú známe zo Zeme Františka Jozefa. Gule z ostrova Champ sú väčších rozmerov a dosahujú aj vyše 2 m. Na susednom ostrove Heiss sa vyskytuje množstvo menších „gúl“ s priemerom len niekoľko centimetrov. Gule tvorí pieskovec a pôvodom sú to konkrécie. Konkrécie s priemerom 5 až 30 cm sa bežne vyskytujú v morskej sekvencii tmavého prachovca bohatej na uhlík s tenkými pieskovcovými vrstvami súvrstvia *Carolinefjellet* kriedového (aptsko-albského) veku na pobreží Kapp Morton na Špicbergoch (Krajewski a Luks, 2003; 77,789 555°; 14,896 808°).

Na východnom pobreží Grónska v jurských sedimentoch vystupuje niekoľko horizontov so sférickými konkréciami (Surlyk et al., 2021). Dokonale tvarované gule sa vyskytujú aj na severozápadnom pobreží Kanady od lokalít Paulatuk a Pond Inlet po Coral Harbour. Pôvodom sú to tiež pieskovcové konkrécie, napríklad aj v Kettle Point na brehu Hurónskeho jazera (43,212 465°; -82,022 755°) v devónskom *Kettle Point Formation* (Bingham-Koslowski, 2015). V Alberte v Kanade (49,654 221°; -110,863 859°) zvetrávajú zo sivých bridlíc *Bearpaw Formation* kampánskeho veku desiatky pieskovcových konkrécií *Red Rock Coulee* veľkých 1,5 až 2,5 m (Tsujita, 1995). Jedny z najväčších konkrécií vôbec vytvárajú kaskády Grand Rapids na rieke Athabasca v Alberte (Kanada; 56,326 422°; -112,612 211°). Vo veľkom množstve vyvetrávajú z kriedových (albských) morských pieskovcov facií *nearshore* až *upper shoreface* súvrstvia Grand Rapids (Kramers, 1982). Konkrécie nazývané *Thunder Egg* veľké od 10 do 40 cm vyvetrávajú z piesku, ktorý vznikol ako jazerno-riečna naplavenina toku vytekajúceho z ustupujúceho ľadovca po poslednej ľadovej dobe západne od Haines Junction (Yukon, Kanada) (60,789 419°; -137,762 681°).

Väčšie pieskovcové konkrécie sa objavujú v oblasti od Newton po White county v Arkansase. Označujú sa *Prim Rocks* (napr. ako dekorácie pri domoch v Prim: 35,694 471°; -92,112 632° a 35,694 622°; -92,108 768° a 35,688 272°; -92,108 416°). Konkrécie sa vyskytujú vo

viacerých úrovniach pieskovcov ako *Middle Bloyd Sst.*, *Bloyd Fm.* a *Prairie Grove Mb.* *Hale Fm.* karbónskeho (pensylvánskeho) veku. Sedimentovali v delťovom prostredí (Hanson a Howard, 2005).

Obrovské guľovité konkrécie (niektoré s priemerom takmer 6 m) sa vyskytujú na dvoch lokalitách v strednom Kansase v korytových fluviálnych albsko-cenomanských pieskovcoch súvrstvia *Dakota Formation*. Konkrécie vytvárajúce v Rock City Park menšie kamenné mesto (39,090 853°; –97,735 455°). Zaujímavé sú svojimi rozmermi a výrazným šikmým zvrstvením pieskovcov (McBride a Milliken, 2006).

Turisticky vyhľadávaná lokalita veľkých konkrécií v pieskovcoch je *Cannonball Concretions* v Severnej Dakote (Theodore Roosevelt National Park, 47,596 326°; –103,331 989°). Ďalšie veľké, prevažne septáριοvé konkrécie s veľkosťou v priemere 2 cm až 6 m vyvetrávajú z vápnitých šelfových pieskovcov *Frontier Sst.* z *Frontier Fm.* a *Ferron Sst.* z *Mancus Fm.* cenomanského až turónskeho veku (Wyoming a Utah) uložených v strednej kriede (McBride et al., 2003).

Sférické konkrécie z Ohia dosahujú priemer od pár centimetrov až do výše 3 m. Zvetrávajú z tmavosivých až čiernych bridlíc (*Ohio Shale*) devónskeho veku. Menšie sú pravidelne guľaté, väčšie sú sploštené až diskovité. Tvorí ich karbonát, vápenec alebo dolomit. Môžu mať vyvinuté aj septáριοvé praskliny vyplnené kalcitom a barytom. V jadre konkrécií bývajú organické úlomky, zvyčajne kosti rýb. Vyskytujú sa jednotlivo aj v desiatkach kusov na mnohých miestach, väčšinou v riekach v Ohio (napr. 39,573 179°; –83,126 264°; Hansen, 1994). Väčšie konkrécie je možné nájsť aj v ďalších oblastiach, napr. v ílovcovo-vápencovom *Fort Payne Fm.* veku spodný misisip (Kentucky a Tennessee – 36,799 667°; –85,382 961°), v glaukonitových pieskoch spodnoeocénného *Bashi Fm.* (Mississippi – Meridiad – 32,347 554°; –88,710 888°), v devónskych slieňoch *Genesee Fm.* (New York – 42,540 157°; –76,525 781°; Wilson a Schieber, 2015) a vo vrchnokriedových plážových a bariérových pieskovcoch *Eagle Fm.* (Montana – Billings – 45,797 425°; –108,486 195° a 45,799 888°; –108,478 431°; Shelton, 1965).

Stovky pieskovcových konkrécií veľkých asi 30 až 100 cm sú aj na púšti v Pumpkin Patch (Tekvicový záhon) v Anza Borrego Desert State Park na juhu Kalifornie (37,683 3°; –111,366 7°).

Skupina menších pieskovcových konkrécií z triasového súvrstvia *Ischigualasto* je v parku Ischigualasto v Argentíne (–30,117 423°; –67,901 898°).

Iným typom konkrécií sú železité konkrécie. Státisíce menších, len niekoľko centimetrov veľkých železito-pieskovcových konkrécií *Moqui Marbles* (*Navajo Marbles*) sa objavuje na mnohých miestach na juhovýchode Utahu po zvetrávaní pôvodom púštnych spodnojurských pieskovcov súvrstvia *Navajo* (napr. Spencer Flat 37,671 819°; –111,387 688°). Pieskovcové jadro je obalené tvrdšou škru-pinou z hematitu (Potter a Chan, 2011; Loope a Kettler,

2019; Katsuta et al., 2023). Podobné železité konkrécie s priemerom do 25 cm možno nájsť aj v Západných Karpatoch v kontinentálnych sedimentoch rétskeho veku tomanovských vrstiev tatrika. Sfériosideritové konkrécie vznikli v dôsledku skorej diagenetickej precipitácie sideritu v sedimentoch nasýtených vodou bohatých na organickú hmotu (Nejbert a Jurewicz, 2004).

Špecifickým typom konkrécií sú septáριοvé konkrécie. Vystupujú napr. na Bowling Balls Beach na pobreží Atlantického oceánu v Kalifornii (38,872 263°; –123,659 815°). Podobné guľovité septáριοvé konkrécie sú známe z rôznych miest, napr. na Novom Zélande (*Moeraki Boulders* –45,345 448°; 170,826 508°; *Katiki Boulders* –45,415 419°; 170,824 323°; *Ward Beach Boulders* –41,841 891°; 174,188 045°; *Koutu Boulders* –35,465 829°; 173,416 877°), kde sa vyskytujú pozdĺž pobrežia aj vo vnútrozemí. Gule dosahujú veľkosť od 0,5 do 3 m. Vznikli ako septáριοvé konkrécie v mäkkom paleocénnom bahnovci. Konkrécie sú typicky rozpraskané a vnútri slabšie litifikované než na povrchu (Boles et al., 1985; Thyne a Boles, 1989; Yoshida et al., 2020). Vo vnútrozemí Severného ostrova na Novom Zélande na lokalite Whitecliffs Boulders (–39,845 212°; 175,770 385°) sa nachádzajú desiatky pravidelne guľovitých pieskovcových konkrécií veľkých 1 až 2 m. Sú to pieskovcové konkrécie (nie septáριοvé) zvetrávajúce z modrosivých neskoropleistocénnych šelfových siltovcov *Mangaweka Mudstone* (Journeaux et al., 1996; Hayward, 2021).

Selektívne zvetrávanie pestro sfarbených klastických hornín bizarných tvarov vrátane konkrécií v aridnom prostredí je možné sledovať v oblasti Bisti Badlands v Novom Mexiku (36,267 381°; –108,223 705°). Ďalšie nepravidelne tvarované konkrécie vo vápnitých pieskovcoch sú lákadlom geoparku Yehliu na severnom pobreží Taiwanu (25,208 688°; 121,693 06°) (Cheol-Woong, 2014).

Na mnohých miestach po svete sa objavujú lokality s výskytom sférických útvarov aj iného než sedimentárneho pôvodu. Z mexického Las Piedras Bola (20,653 700°; –104,057 346° a 20,657 542°; –104,062 610°) je známych 74 „guľ“ s priemerom od 1,2 do 7,8 m. Vznikli pri transporte a tuhnutí terciárnych ryolitových pyroklastických prúdov (Girón a Avila, 2007).

Úplne inú genézu majú austrálske *Karlu Karlu* (Devils Marbles: –20,565 147°; 134,260 375°), ktoré vznikli sféroidickým podpovrchovým a povrchovým zvetrávaním granitov (Twidale a Vidal-Romani, 2005). Podobným spôsobom vznikli početné balvanovité útvary permských biotitických granitov v Dobrudži v Rumunsku (45,243 704°; 28,197 875°) (Vasile a Vespremeanu-Stroe, 2016) a magmatitov v moldanubiku v Českej republike (Bumba, 2015). Na niektorých balvanoch magmatických hornín trebičského masívu typu durbachit (syenit) so svetlými výrastlicami draselných živcov je možné pozorovať cibulovité odlupovanie povrchových vrstiev, tzv. exfoliáciu (obr. 19). Sféroidické zvetrávanie sa okrem magmatických hornín vyskytuje napr. aj v prípade pelitov, pelosideritov, bazaltov a gabra.

Obr. 19. Časť z 33 sféricky zvetrávajúcich balvanov porfýrického syenitu s exfoliačnými vrstvami pri kamenárstve v Rakovej, pochádzajúcich pravdepodobne z Francúzska (49,447 125°; 18,735 355°).

Fig. 19. Part of 33 spherically weathered boulders of porphyritic syenite with exfoliation layers at the stonemasonry in Raková, probably from France (49.447 125°; 18.735 355°).



Na viacerých lokalitách sa v minulosti zvažovalo, či pôvod gúl nie je antropogénny. Existujú však aj kamenné gule dokázateľne antropogénneho pôvodu, ktoré predstavujú ľudské artefakty vyrobené z prírodného kameňa. Asi najznámejší príklad je na juhu Kostariky. Nachádza sa tam viac než päťsto gúl s priemerom od 10 do 250 cm s takmer dokonale guľatým tvarom. Sú antropogénneho pôvodu ešte z predkolumbovského obdobia (Quintanilla, 2007; Amador a Alfaro, 2014). Pozoruhodné je, že ich autori vytesali bez poznania kovových nástrojov. Boli vytvorené z granodioritu, gabra, vápenca a pieskovca. Podobné kamenné gule boli objavené pri výstavbe priehrady Cuji západne od mesta Onoto vo Venezuele (9,603 483°; -65,218 677°).

Zo Škótska, Írska a Veľkej Británie je známych viac než 400 *Carved stone balls* antropogénneho neskoroneolitického pôvodu s neznámym účelom veľkých zhruba 7 cm, pestro tvarovaných rytím (Stewart-Moffitt, 2022). V Tunise v starom Kartágu sú pravdepodobne antropogénne vápencové gule. Niekoľko „gúl“ antropogénneho pôvodu je napr. aj na Veľkonočnom ostrove. Ďalšie gule alebo skôr megality sú známe z Turecka, Francúzska a iných oblastí.

Záver

Počas terénnych prác pri geologickom mapovaní Oravskej Magury boli v oblasti Hruština pozorované výskyty pieskovcových „gúl“ na primárnych aj sekundárnych lokalitách. Výskum sa realizoval v rámci skúmania a geologického mapovania širšej oblasti Oravskej Magury, preto umožnil preskúmať širšiu oblasť rozšírenia malcovského súvrstvia. Výsledkom výskumu bola dokumentácia všetkých známych pieskovcových „gúl“ z okolia Hruština so zaznamenaním ich rozmerov, charakteru výskytu (primárny/sekundárny) a pozície (pevná čiže spojená s materskou horninou alebo voľná), opis tvaru, fotodokumentácia a lokalizácia výskytu (súradnice WGS84). Bolo

zdokumentovaných 58 pieskovcových „gúl“ s priemerom od 30 do 220 cm. Menšie sú zvyčajne pravidelne guľaté. Pri väčších prevláda sploštený elipsovité až vajcovitý tvar.

Pieskovcové guľovité útvary z oblasti Hruština vznikli ako konkrécie, čiže ako výsledok preferenčnej cementácie (vyzrážania kalcitu) vo vrstve. Mohli byť vytvorené v počiatočnej fáze diagenézy horniny. Ich tvorba sa neviaže na súvrstvie všeobecne, ale na konkrétny litotyp prevažne stredozrných kremitejších drobových pieskovcov. Tieto pieskovce tvoria pravdepodobne jediný horizont v nižšej časti súvrstvia. Je to horizont najmenej 10 vrstiev masívnych pieskovcov hrubých 30 až 80 (150) cm. Sú vápnité, kremité, drobové, stredozrné, zriedka jemno- až hrubozrné. Odkryté sú len na niekoľkých miestach v Hruštínskej kotline. Gule z Podbiela majú podobnú genézu, no sú to septáριοvé konkrécie.

Gule premiestnené k domom v Hruštine v minulosti neplnili iba estetický účel, ale chránili rohy domov a brány pred poškodením od vozov. Pravdepodobne mali chrániť aj domy a záhradky pred drevom ťahaným v zime po ceste.

Súčasťou výskumu bola sumarizácia oblastí svetového výskytu fenoménu sférických horninových útvarov/gúl so zameraním najmä na konkrécie a porovnanie s výskytmi pri Hruštine. Zistilo sa viac než 60 porovnateľných oblastí výskytu. Z toho vyplýva, že tento fenomén nie je taký zriedkavý, ako sa uvádza v popularizačnej literatúre, no analogicky možno vyvodiť, že fenomén pieskovcových „gúl“ z Oravy má výrazný potenciál stať sa geoturistickou atrakciou. Väčšina svetových výskytov je nejakou formou chránená a má vybudovanú infraštruktúru na geoturistiku. Súčasná koncentrácia a zachovanie „gúl“ v obci a na primárnych lokalitách je dostatočná a vhodná na vytvorenie náučných chodníkov. Propagácia tohto geologického javu v spojení s nutnou a vhodnou ochranou má potenciál zvýšiť povedomie a záujem verejnosti o geológiu.

PodĎakovanie

Tento príspevok vznikol s finančnou podporou geologickej úlohy Ministerstva životného prostredia SR č. 02 20 *Geologická mapa Oravskej Magury v mierke 1 : 50 000*.

Literatúra

- Abdel-Fattah, Z., 2016: Facies Transition and Depositional Architecture of the Late Eocene Tide-Dominated Delta in Northern Coast of Birket Qarun, Fayum, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 119, 185 – 203. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2016.04.004>.
- Al-Dhwadi, Z. a Sallam, E. S., 2019: Spheroidal “Canonballs” calcite-cemented concretions from the Faiyum and Bahariya depressions, Egypt: evidence of differential erosion by sand storms. *International Journal of Earth Sciences*, 108, 2 291 – 2 293. <https://doi.org/10.1007/s00531-019-01753-3>.
- Amador, J. A. a Alfaro, E. J., 2014: Weather and climate socio-economic impacts in Central America for the management and protection of world heritage sites and the Diquis Delta culture in Costa Rica (a case study). *Adv. Geosci.*, 35, 157 – 167. <https://doi.org/10.5194/adgeo-35-157-2014>.
- Banak, A., Belak, M., Grizelj, A. a Hajek-Tadesse, V., 2019: Izvješće o sedimentološko-paleontološko-mineraloškim analizama za centar za kulturu i informiranje u Ludbregu. *Zagreb, Croatian geological survey*, 22 s.
- Bartoš, P., Šulcek, P. a Řehoř, M., 1996: Geneze, morfologie, mineralogické složení a stratigrafická pozice výskytu sulfidických kongrekcí na lokalitě Vršany. *Zpravodaj Hnědé uhlí (Most)*, 1/96, 51 – 59.
- Bingham-Kosłowski, N. E., 2015: High resolution stratigraphy and paleoenvironmental reconstruction of the Upper Devonian Kettle Point Formation, southwestern Ontario, Canada. PhD. thesis. The University of Western Ontario, 235 s.
- Bizubová, M., 2008: Kamene, edícia: Prírodné Krásy Slovenska. Bratislava, Dajama, 128 s.
- Boles, J. R., Landis, C. A. a Dale, P., 1985: The Moeraki Boulders – Anatomy of some septarian concretions. *SEPM Journal of Sedimentary Research*, 55, 3, 398 – 406. <https://doi.org/10.1306/212F86E3-2B24-11D7-8648000102C1865D>.
- Bóna, J., Kováčik, M. a Kobulský, J., 2005: Výskyt obrených závalkov v recentnom fluvialnom prostredí pri Mrázovciach (východné Slovensko). *Mineralia Slovaca*, 37, 335 – 337.
- Bridge, J. a Demicco, R., 2008: Earth Surface Processes, Landforms and Sediment Deposits. Cambridge, 815 s.
- Bubík, M., Gilíková, H., Otava, J., Tomanová Petrová, P., Švábenická, L. a Vít, J., 2019: Nové poznatky o terciéru a kvartéru získané geologickým mapovaním okolí Lipníka nad Bečvou. *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku*, 26, 1 – 2, 7 – 15. <https://doi.org/10.5817/GVMS2019-1-2-7>.
- Bumba, T., 2015: Geomorfologická analýza vybraného území trebičského masivu. Diplomová práce. Manuskript. Brno, Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Geografický ústav, 103 s.
- Cibin, U., Cavazza, W., Fontana, D., Milliken, K. L. a McBride, E. F., 1993: Comparison of composition and texture of calcite-cemented concretions and host sandstones, Northern Apennines, Italy. *Journal of Sedimentary Research*, 63, 5, 945 – 954. <https://doi.org/10.1306/D4267C4E-2B26-11D7-8648000102C1865D>.
- Cieszkowski, M., Golonka, J., Krobicki, M., Ślaczka, A., Oszczypko, N., Waśkowska, A. a Wendorff, M., 2009: The Northern Carpathians plate tectonic evolutionary stages and origin of olistoliths and olistostromes. *Geodinamica Acta*, 22, 1 – 3, 101 – 126. <https://doi.org/10.3166/ga.22.101-126>.
- Collinson, J., Mounney, J. N. a Thompson, D., 2006: Sedimentary Structures. 3rd Edition. Terra Publishing, England, 292 s.
- Dieterich, T., Pestov, M., Sklyarenko, S., Plakhov, K. a Astafiev, A., 2015: Predvariteľný výbor potencionálnych klasterov dľa nominovania na status objektu vsemirnogo prirodneho nasledia Junesko v Mangistauskoj oblasti, Kazachstan. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.12132.53126>.
- Ferry, S., 2017: Summary on Mesozoic carbonate deposits of the Vocontian Trough (Subalpine Chains, SE France). In: Granier, B. (ed.): Some key Lower Cretaceous sites in Drôme (SE France). Madrid, Carnets de Géologie, 9 – 42.
- Hudson, J. D., Paxton, R. B., Andrews, J. E., Dennis, P. F. a Marca, A. D., 2023: Classic Scottish sandstone concretions formed from hot water. *Geology Today*, 39, 6, 231 – 235. <https://doi.org/10.1111/gto.12455>.
- Girón, V. M. C. a Avila, C. D. A., 2007: Gestión para la sustentabilidad del área natural Piedras Bola, Ahualulco de Mercado, Jalisco. Universidad de Guadalajara y Ayuntamiento de Ahualulco de Mercado, 266 s.
- Golonka, J. a Waśkowska-Oliwa, A., 2007: Stratygrafia polskich Karpat fliszowych pomiędzy Bielskiem-Białą a Nowym Targiem. *Kwartalnik AGH Geologia*, 33, 4/1, 5 – 27.
- Gross, P., 1977: Particular armoured mud balls in Central-Carpathian Paleogene of Liptovská kotlina (depression). *Geologické práce, Správy*, 68, 91 – 98.
- Gross, P., Köhler, E. (eds.), Biely, A., Franko, O., Hanzel, V., Hricko, J., Kupčo, G., Papšová, J., Priehodská, Z., Szalaiová, V., Snopková, P., Stránska, M., Vaškovský, I. a Zbořil, L., 1980: Geológia Liptovskej kotliny. Bratislava, Geologický ústav Dionýza Štúra, 242 s.
- Hansen, M. C., 1994: Ohio Shale Concretions. Ohio Division of Geological Survey GeoFacts, 4, 1 – 2.
- Hanson, W. a Howard, J., 2005: Spherical boulders in North-Central Arkansas. Arkansas geological commission, Little Rock, 16 s.
- Hayward, B. W., 2021: Whitecliffs Boulders. A place to visit in the Rangitikei. *Geoscience society of New Zealand, Newsletter*, 34, 44 – 46.
- Hók, J., Pelech, O., Teťák, F., Németh, Z. a Nagy, A., 2019: Outline of the geology of Slovakia (W. Carpathians). *Mineralia Slovaca*, 51, 31 – 60.
- Cheol-Woong, P., 2014: A study on the geomorphic features of the Yehliu Geopark, Taiwan. *Journal of the Korean Geomorphological Association*, 21, 1, 1 – 16. <https://doi.org/10.16968/JKGA.21.1.1>.
- Jackson, J. A., 2005: Glossary of Geology (Fifth Edition). American Geological Institute.
- Journeaux, T. D., Kamp, P. J. a Naish, T., 1996: Middle Pliocene cyclothems, Mangaweka region, Wanganui Basin, New Zealand: A lithostratigraphic framework. *New Zealand Journal of Geology and Geophysics*, 39, 1, 135 – 149. <https://doi.org/10.1080/00288306.1996.9514700>.
- Katsuta, N., Sirono, S., Umemura, A., Kawahara, H., Masuki, Y., Yoshimizu, Ch., Tayasu, I., Murakami, T. a Yoshida, H., 2023: Rhythmic iron-oxide bands of Navajo Sandstone concretions and Kimberley banded claystone: Formation process and buffering reaction rate by diagenetic alteration. *Sedimentology*. <https://doi.org/10.1111/sed.13135>.
- Kováčik, M. (ed.), Bóna, J., Gazdačko, L., Kobulský, J., Maglay, J., Žecová, K., Derco, J., Zlinská, A., Siráňová, Z., Boorová, D., Bónová, K., Buček, S., Kucharič, L., Kubeš, P., Bačová,

- N., Petro, E. a Vaněková, H., 2012: Vysvetlivky ku geologickej mape Nízkyh Beskýd-západná časť v mierke 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 180 s.
- Kováčik, M., Kohút, M., Havrila, M., Boorová, D., Filo, I., Sentpetery, M., Laurinc, D., Olšavský, M., Maglay, J., Nagy, A., Šimon, L., Kollárová, V., Kováčiková, M., Baráth, I., Žecová, K., Zlinská, A., Černák, R., Kordík, J., Šoltés, S., Kucharič, E., Liščák, P. a Gluch, A., 2015: Vysvetlivky ku geologickej mape Žiaru 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR a Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 420 s.
- Krajewski, K. P. a Luks, B., 2003: Origin of "cannon-ball" concretions in the Carolinefjellet Formation (Lower Cretaceous), Spitsbergen. *Polish Polar Research*, 24, 3 – 4, 217 – 242.
- Kramers, J., 1982: Grand Rapids Formation, North-Central Alberta: An Example of Nearshore Sedimentation in a High Energy, Shallow, Inland Sea: Abstract. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bulletin*, 66, 5, 589 – 590. <https://doi.org/10.1306/03B59EC7-16D1-11D7-8645000102C1865D>.
- Krist, E. a Krivý, M., 1985: *Petrológia*. Bratislava, ALFA, 464 s.
- Kukal, Z., 1986: *Základy sedimentologie*. Praha, Academia, 466 s.
- Kusky, T., Ramadan, T., Hassaan, M. a Gabr, S., 2011: Structural and Tectonic Evolution of El-Faiyum Depression, North Western Desert, Egypt Based on Analysis of Landsat ETM+, and SRTM Data. *Journal of Earth Science*, 22, 1, 75 – 100. <https://doi.org/10.1007/s12583-011-0159-8>.
- Leško, B., 1960: Magurský flyš na sever od Vihorlatu a Popričného. *Geologické práce, Zošit*, 18, 5 – 29.
- Leško, B. (ed.), Began, A., Franko, O., Kvitkovič, J., Kuthan, M., Seneš, J. a Zorkovský, B., 1964: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000, list M-34-XXIX Snina. Bratislava, ÚÚG, 132 s.
- Leško, B. a Samuel, O., 1968: *Geológia východoslovenského flyšu*. Bratislava, Veda, vydavateľstvo SAV, 245 s.
- Loope, D. B. a Kettler, R. M., 2019: Rindred iron-oxide concretions in Navajo Sandstone along the trail to Upper Calf Creek Falls, Garfield County. In: Milligan, M., Biek, R. F., Inkenbrandt, P. a Nielsen, P. (eds.): *Utah Geosites: Utah Geological Association Publication*, 48, 7 s. <https://doi.org/10.31711/geosites.v1i1.59>.
- McBride, E. F., Picard, M. D. a Milliken, K. L., 2003: Calcite-Cemented Concretions in Cretaceous Sandstone, Wyoming and Utah, U.S.A. *Journal of Sedimentary Research*, 73, 3, 462 – 483. <https://doi.org/10.1306/111602730462>.
- McBride, E. a Milliken, K. L., 2006: Giant calcite-cemented concretions, Dakota Formation, central Kansas, USA. *Sedimentology*, 53, 5, 1 161 – 1 179. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.2006.00813.x>.
- Middleton, G. V., Church, M., Coniglio, M., Hardie, L. a Longstaffe, F., 2003: *Encyclopedia of sediments and sedimentary rocks*. Kluwer academic publishers, 821 s. <https://doi.org/10.1017/S0016756804250014>.
- Mišík, M. a Reháková, D., 2004: Psefitické horniny (štrky, brekie, zlepenice) Západných Karpát. Bratislava, Veda, vydavateľstvo SAV, 128 s.
- Molina, J. M. a Reolid, M., 2024: Barite septarian concretions in the Albion (Cretaceous) of the Subbetic (Southern Spain). *Journal of Iberian Geology*, 50, 431 – 448. <https://doi.org/10.1007/s41513-024-00256-8>.
- Nejbert, K. a Jurewicz, E., 2004: Mineralogy and petrography of the ferruginous concretions from siliciclastic Rhaetian deposit, Tatra Mountains, Poland. *Polskie Towarzystwo Mineralogiczne – Prace Specjalne*, 24, 299 – 302.
- Paxton, R. B., Dennis, P. F., Marca, A. D., Hendry, J. P., Hudson, J. D. a Andrews, J. E., 2021: Taking the heat out of British Jurassic septarian concretions. *Depositional Rec.*, 7, 333 – 343. <https://doi.org/10.1002/dep2.139>.
- Paxton, R. B., Andrews, J. E., Dennis, P. F., Marca, A. D. a Holmden, Ch., 2023: Concretionary cementation of a Scottish Middle Jurassic sandstone by hot, Paleocene fluids: a clumped isotope study. *Journal of the Geological Society*, 188, 1 – 15. <https://doi.org/10.1144/jgs2022-175>.
- Plašienka, D., Aubrecht, R., Bezák, V., Bielik, M., Broska, I., Bučová, J., Fekete, K., Gaži, P., Gedl, P., Golej, M., Halášová, E., Hók, J., Jamrich, M., Józsa, Š., Klanica, R., Konečný, P., Kubiš, M., Madarás, J., Majcin, D., Marko, F., Molčan Matejová, M., Potočný, T., Schlögl, J., Soták, J., Suan, G., Šamajová, L., Šimonová, V., Teták, F. a Vozár, J., 2021: Structure, composition and tectonic evolution of the Pieniny Klippen Belt – Central Western Carpathians contiguous zone (Kysuce and Orava regions, NW Slovakia). Bratislava, Comenius University, 150 s.
- Polák, M., Potfaj, M., Filo, I., Broska, I., Kohút, M., Mello, J., Bezák, V., Teták, 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, list 26 – Žilina. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.
- Potfaj, M., 1983: Postavenie magurských pieskovcov a malcovské vrstvy na Orave. *Geologické práce, Správy*, 79, 117 – 140.
- Potfaj, M., Haško, J., Gašpariková, V., Snopková, P. a Samuel, O., 1981: Čiastková záverečná správa – Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000, list 26-411 (Trstená). Manuskript. Bratislava, archív Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 51 s.
- Potfaj, M., Samuel, M., Raková, J. a Samuel, O., 1991: Geologická stavba Kubínskej hole (Orava). *Západné Karpaty, séria Geológia*, 15, 25 – 66.
- Potfaj, M., Maglay, J., Šlepecký, T. a Teták, F., 2002: Geologická mapa regiónu Kysúc 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.
- Potfaj, M. (ed.), Šlepecký, T., Maglay, J., Hanzel, V., Boorová, D., Žecová, K., Kohút, M., Nagy, A., Teták, F., Vass, B., Sandanus, M., Buček, S., Sýkora, M., Köhler, E., Fejdiová, O., Kandra, K., Samuel, O., Bubík, M. a Beleš, F., 2003: Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Kysúc 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 193 s.
- Potter, S. L. a Chan, M. A., 2011: Joint controlled fluid flow patterns and iron mass transfer in Jurassic Navajo Sandstone, Southern Utah, USA. 11, 2, 184 – 198. <https://doi.org/10.1111/j.1468-8123.2011.00329.x>.
- Roth, Z., Cicha, I., Bubík, K., Dvořák, J., Dybówá-Jachowiczová, S., Eliáš, M., Frajová-Eliášová, H., Hanzlíková, E., Jansa, L., Jurková, A., Losert, J., Mencl, V., Menčík, E., Müller, K., Paulík, J., Petrik, F., Pícha, F., Plička, M., Polák, A., Pták, J., Purkyňová, E., Řehoř, F., Řezáč, B., Stehlík, O., Šamalíková, M., Šibrava, D., Šmíd, B., Tomšík, J. a Zeman, J., 1962: Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1 : 200 000, M – 34 – XIX Ostrava. Praha, Geofond, 292 s.
- Quintanilla, I., 2007: Esferas precolombinas de Costa Rica/ Pre-Columbian Spheres of Costa Rica, Fundación Museos del Banco Central de Costa Rica, San José.
- Saleh, F., Clements, T., Perrier, V., Daley, A. C. a Antsliffe, J. B., 2023: Variations in preservation of exceptional fossils within concretions. *Swiss Journal of Palaeontology*, 142, 20. <https://doi.org/10.1186/s13358-023-00284-4>.
- Seiffert, E., Bown, T., Clyde, W. a Simons, E., 2008: Geology, Palaeoenvironment, and Age of Birket Qarun Locality 2 (BQ-2), Fayum Depression, Egypt. In: Fleagle, J. G., Gilbert, C. C.

- (eds.): Elwyn Simons: A Search for Origins. Springer, 71 – 86. https://doi.org/10.1007/978-0-387-73896-3_8.
- Seilacher, A., 2001: Concretion morphologies reflecting diagenetic and epigenetic pathways. *Sedimentary Geology*, 143, 41 – 57. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(01\)00092-6](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(01)00092-6).
- Sellwood, B., Wilson, C. a West, I. M., 1990: Jurassic Sedimentological Congress, August 22-26th, 1990. Field Guide to Dorset and Yorkshire Coast. 89 s. [https://doi.org/10.1016/S0037-0738\(01\)00092-6](https://doi.org/10.1016/S0037-0738(01)00092-6).
- Shelton, J., 1965: Trend and Genesis of Lowermost Sandstone Unit of Eagle Sandstone at Billings, Montana. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bulletin*, 49. <https://doi.org/10.1306/A663371E-16C0-11D7-8645000102C1865D>.
- Slater, S., Wellman, Ch., Romanos, M. a Vajda, V., 2017: Dinosaur-plant interactions within a Middle Jurassic ecosystem – palynology of the Burniston Bay dinosaur footprint locality, Yorkshire, UK. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 98. <https://doi.org/10.1007/s12549-017-0309-9>.
- Stewart-Moffitt, Ch. L., 2022: The Circular Archetype in Microcosm: The Carved Stone Balls of Late Neolithic Scotland. *Archaeopress Archaeology*, 366 s. <https://doi.org/10.32028/9781803271262>.
- Stow, D., 2010: *Sedimentary Rocks in the Field. A Colour Guide*. Fifth impression. London, Manson Publishing, 320 s.
- Surlyk, F., Alsen, P., Bjerager, M., Dam, G., Engkilde, M., Hansen, C., Larsen, F. M., Noe-Nygaard, N., Piasecki, S., Therkelsen, J. a Vosgerau, H., 2021: Jurassic stratigraphy of East Greenland. *Geological Survey of Denmark and Greenland, GEUS Bulletin*, 46, 1 – 116. <https://doi.org/10.34194/geusb.v46.6521>.
- Świdziński, H., 1961: La Série de Richvald dans les Karpates Flyschéuses. *Bull. Acad. Pol. Sci. Sér. Sci. géol. géogr.*, IX, 2, 109 – 119.
- Teťák, F., 2017: Neogene sediments between Podbranč and Hradište pod Vrátnom, Vienna Basin. *Acta Geologica Slovaca*, 9, 1, 1 – 14.
- Teťák, F., 2022: Hruštínske kamenné gule. *Hruštín (obecné noviny)*, 17, 11, 12.
- Teťák, F. (ed.), Kováčik, M., Pešková, I., Nagy, A., Buček, S., Maglay, J. a Vlačíky, M., 2016a: Geologická mapa regiónu Biela Orava v mierke 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.
- Teťák, F. (ed.), Kováčik, M., Pešková, I., Nagy, A., Buček, S., Maglay, J., Vlačíky, M., Laurinc, D., Žecová, K., Zlinská, A., Liščák, P., Marcin, D., Žilka, A., Kucharič, L., Gluch, A. a Baláž, P., 2016b: Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Biela Orava v mierke 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 217 s.
- Teťák, F., Pivko, D. a Kováčik, M., 2019: Depositional systems and paleogeography of Upper Cretaceous-Paleogene deep-sea flysch deposits of the Magura Basin (Western Carpathians). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. Elsevier, 533, 1 – 21. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2019.109250>.
- Thiry, M., 1999: Diversity of Continental Silicification Features: Examples from the Cenozoic Deposits in the Paris Basin and Neighbouring Basement. *Spec. Publs int. Ass. Sediment.*, 27, 87 – 127. <https://doi.org/10.1002/9781444304190.ch4>.
- Thiry, M., Schmitt, J.-M., Innocent, C. a Cojan, I., 2013: Sables et Grès de Fontainebleau : que reste-t-il des faciès sédimentaires initiaux ? 14ème Congrès Français de Sédimentologie, Paris 2013, Trois excursions géologiques en région parisienne, Livre d'excursions, Publ. ASF, n°74, 37 – 90. <https://doi.org/hal-00906717>.
- Thomas, P., 2016: Les plus belles boules de France: les sphères de grès de Saint-André-de-Rosans, Hautes Alpes. *Planet Terre*. <https://planet-terre.ens-lyon.fr/ressource/Img553-2016-12-12.xml>.
- Thyne, G. a Boles, J., 1989: Isotopic evidence for origin of the Moeraki septarian concretions, New Zealand. *Journal of Sedimentary Petrology*, 59, 2, 272 – 279.
- Tsujita, C. J., 1995: Origin of Concretion-Hosted Shell Clusters in the Late Cretaceous Bearpaw Formation, Southern Alberta, Canada. *Palaios*, 10, 5, 408. <https://doi.org/10.2307/3515044>.
- Tucker, M. E., 2001: *Sedimentary Petrology: An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks*. 3rd Edition. Blackwell, 262 s.
- Twidale, C. R. a Vidal-Romaní, J. R., 2005: *Landforms and Geology of Granite Terrains*. London, CRC Press, 362 s. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1595.6722>.
- Vasile, M. a Vespremeanu-Stroie, A., 2016: Thermal weathering of granite spheroidal boulders in a dry-temperate climate, Northern Dobrogea, Romania. *Earth surface processes and landforms*, Wiley. <https://doi.org/10.1002/esp.3984>.
- Vass, D. a Elečko, M. (eds.), 1992: Vysvetlivky ku geologickej mape Lučenskej kotliny a Cerovej vrchoviny 1 : 50 000. Bratislava, Geologický ústav Dionýza Štúra, 196 s.
- Wetzel, A. a Bojanowski, M., 2022: Radish concretions grown in mud during compaction. *Sedimentology*, 69, 750 – 774. <https://doi.org/10.1111/sed.12924>.
- Wilkinson, M., 1993: Concretions of the Valtos Sandstone Formation of Skye: geochemical indicators of palaeo-hydrology. *Journal of the Geological Society*, 150, 1, 57 – 66. <https://doi.org/10.1144/gsjgs.150.1.0057>.
- Wilkinson, M., 2006: The concretions of the Bearraige Sandstone Formation: geometry and geochemistry. *Sedimentology*, 53, 5, 899 – 912. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3091.1991.tb01878.x>.
- Wilson, R. a Schieber, J., 2015: Sedimentary Facies and Depositional Environment of the Middle Devonian Genesee Formation of New York, U.S.A. *Journal of Sedimentary Research*, 85, 1 393 – 1 415. <https://doi.org/10.2110/jsr.2015.88>.
- Yoshida, H., Yamamoto, K., Minami, M., Katsuta, N., Sin-ichi, S. a Metcalfe, R., 2018: Generalized conditions of spherical carbonate concretion formation around decaying organic matter in early diagenesis. *Scientific Reports*, 8, 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-24205-5>.
- Yoshida, H., Yamamoto, K., Ohe, T., Katsuta, N., Muramiya, Y. a Metcalfe, R., 2020: Diffusion controlled formation of spherical carbonate concretion in muddy sedimentary matrices. *Geochemical Journal*, 54, 233 – 242. <https://doi.org/10.2343/geochemj.2.0593>.
- Zimák, J., Pek, I., Danko, M. a Tarant, Z., 1992: Markazitové konkrécie z dolu B. Šmeral u Mostu. *Časopis pro mineralogii a geologii (Praha)*, 37, 4, 353.
- Žec, B., Gazdačko, L., Kováčik, M., Kobulský, J., Bóna, J., Potfaj, M., Pristaš, J., Žecová, K., Derco, J., Buček, S. a Konečný, P., 2005a: Južná časť regiónu Nízke Beskydy-stredná časť, M 1 : 25 000 (listy 38-112, 38-114, 38-121, 38-122, 38-123, 38-124, 38-211, 38-212, 38-214, 38-223, 38-232, 38-241). Čiastková záverečná správa II. Manuskript. Bratislava, archív Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 92 s.
- Žec, B., Potfaj, M., Gazdačko, L., Kováčik, M., Ďud'a, R., Schlögl, J., Fulín, M., Rakús, M., Žecová, K., Konečný, P., Bónová, K. a Košuth, M., 2005b: Kenozoikum východného Slovenska – Exkurzia B, Exkurzný sprievodca ku kongresu Slovenskej geologickej spoločnosti (Eds.: Žec, B., Repčíak,

M., Kobulský, J. a Petro, L.), Zemplínska šírava – Medvedia hora, 34 – 78.

Žec, B., Gazdačko, L., Kováčik, M., Kobulský, J., Bóna, J., Prištaš, J. a Potfaj, M., 2011: Vysvetlivky ku geologickej mape Nízke Beskydy – stredná časť 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.

Summary

Several primary and secondary occurrences of sandstone spheres have been identified in the Hruštín village and its surroundings in the northern Slovakia. Their characteristics differ slightly at each of them. In the Hruštín village there are 23 spheres on secondary occurrences along the roadside and in gardens, and one sphere is in the Babin village east of the church. Two spheres are near a private cottage. Another 30 spheres are still on primary occurrences in the vicinity of Hruštín. A total of 58 sandstone spheres have been documented so far (Fig. 7).

The spheres are composed mainly of medium-grained, rarely fine-grained or coarse-grained calcareous quartz-wacke sandstone. A conglomerate fraction was not observed. Diameter of spheres ranges from 30 to 220 cm. The smaller ones are usually regularly spherical in shape. The larger ones are predominantly flattened ellipsoidal to ovoid in shape. In several cases, only part of the sphere is preserved. The surface is usually smooth and regular.

The spheres are always separated by a joint at the contact with the parent rock. Macroscopically, no difference in the composition and lithification of the spheres and parent rock has been observed, although the observation that the spheres are more resistant to weathering suggests indirectly that they are more lithified. Neither concentric nor radial cracks or disintegration resembling septarian concretions were observed in the spheres. Also, no heterogeneous core was observed that could be a starter for concretion formation.

The occurrence of sandstone spheres near Hruštín is linked to the outcrops of the Malcov Formation. It is the youngest deposit of the Krynica Unit of the Magura Nappe of the Flysch Belt of the Western Carpathians (Fig. 3). Within the Malcov Formation, the light grey calcareous claystones with interbeds of chaotically bedded slump bodies of sandstones, siltstones or claystones are generally predominant. Quartz-carbonate and quartz-wacke sandstones may dominate only locally in the lower part of the formation. They form up to 10 m thick horizons at several 10 m intervals. The quartz-wacke sandstones with the occurrence of spheroidal concretions probably form the only horizon in the lower part of the formation. The horizon is composed of at least 10 layers of 30 to 80 (max. 150) cm thick massive sandstones. They are rarely weakly lithified.

The estimated thickness of the formation is 450 to 660 m (Potfaj, 1983). Its age is late Eocene to late Oligocene (Potfaj et al., 1991), but it is possible that sedimentation continued into the earliest Miocene. The formation is the sedimentary infill of smaller confined interconnected basins in a period strongly influenced by the tectonic activity of the closing Magura Basin by the advancing Carpathian orogen, which was manifested, for example, by

the sedimentation of slump-bodies. The Magura Basin had the character of a residual “piggy-back” basin (Golónka a Waškowska-Oliwa, 2007; Teták et al., 2019).

Several locations of spherical rock formations of different tectonic and stratigraphic affiliation and origin have been identified in Slovakia and the surrounding area (Fig. 9).

Between 2002 and 2022, aggregate mining was carried out west of Podbiel in the valley of the Podbielsky Cickov stream (49.304 516°; 19.468 797°). During mining, spheroidal rock formations appeared. They were preserved thanks to Jozef Krupa, who moved them to the nearby Podbiel village (Fig. 10). All 18 known pieces are in secondary position as of 2024, although 7 “balls” are near the quarry below the road on the bank of the stream at the site of primary occurrence (49.303 697°; 19.466 425°). The other five are in Podbiel: three are near Penzión Lipa (49.305 924°; 19.482 551°) and half of the sphere is near house no. 404 (49.306 075°; 19.481 948°). Five pieces are near the cottage SE from Podbiel (49.288 321°; 19.516 292°). There are also several smaller pieces of broken spheres on which their internal septarium structure can be observed (Fig. 10). Lithologically, they are made up of gray sandy marls, which can be spotted in places. It is possible to divide the spheres into two groups. Fifteen spheres are significantly flattened, smooth gray in color. The three are distinguished by their rust-brown color, rather fusiform shape and especially horizontal layering. The dimensions of the spheres are from 35 x 65 cm to 70 x 90 x 160 cm. In the case of spheres that are disintegrated, a structure typical of septarian concretions is visible, i.e. radial and axial cracks filled with calcite. Calcite did not completely fill some cracks and its crystals up to 2 cm in size are observed.

In addition to Hruštín and Podbiel, one slightly flattened sandstone sphere with a diameter of 70 cm was observed in the Orava region in Zázrivá in the Končítá (49.291 510°; 19.159 234°) in the sandstone horizon of the klippen cover of the Klippen Belt, of Albian-Cenomanian age (Plašienka et al., 2021; Fig. 11). Massive mudstones, especially the Bystrica type mudstones of the Zlín Formation have spherical disintegration in several localities of the Flysch Belt (e.g. in the quarry N from Novot'; Fig. 12; Teták et al., 2016b).

The phenomenon of spherical sandstone formations in the shape of balls in the area of the Flysch Belt of the Western Carpathians is known mainly from a narrow zone in the northern part of the Kysuce region (northern Slovakia) with an overlap to the west to Moravia region and to the east to Poland. In total, more than 60 spheres with a diameter of 17 to 260 cm in sandstones to fine-grained conglomerates can still be found in both primary and secondary sites. The most abundant occurrence is the Megonky quarry near the Milošová village (49.496 864°; 18.722 499°). The quarry was opened in 1988. Natural outcrops are also found in the Klokočovské skálie rocks (49.472 549°; 18.618 256°), in the streams in Klokočov (Fig. 13A), but significant part of the spheres was transported by people to the Klokočov village (e.g. 49.451 635°; 18.571 691°) and elsewhere and in many cases serves as garden decoration (Fig. 13B;

Bizubová, 2008). The occurrence of spheres is linked exclusively to the horizon of late Paleocene to early Eocene coarse-grained Ciężkowice Sandstones of the Sub-Menilite Fm. of the Silesian Nappe (Potfaj et al., 2002, 2003). They are as well as the spheres from Hruštín, of concretionary origin created in the process of early-lithification of deep-sea gravity current sedimentary rocks. This is evident by the presence of a passing through conglomerate horizon in several spheres, as well as lamination. Many have developed a flaking crust.

The mentioned line with the occurrence of the Ciężkowice Sandstones spheres continues from Kysuce region to the east into the Czech Republic via Motyčanka, Mosty u Jablunkova (old quarry, 49.5102 34°; 18.747 986°), Návsí (along the road, 49.594 724°; 18.749 301°) and Bukovec further into Poland at Żywiec. The same geological structure/line continues from the Kysuce region to the west to Moravia, e.g. spheres with a diameter of up to 3 m are in the old Vidče quarry (49.435 666°; 18.095 514°). Further to the west, but already in different geological units, there are spheres with a diameter of up to 80 cm in the older Carboniferous Kulm wacke sandstones of the Drahanská vrchovina and Nízky Jeseník Mts. and the Karpatian age Kroměříž Fm. in the Carpathian Foredeep (in the Bezuchov, Šišma and Olšany sand pits; Bubík et al., 2019) and also spheres apparently of anthropogenic origin in the more distant Karlova Ves in the Křivoklátsko region. Carbonate and pyrite-carbonate concretions occur in the area of Barrandien near Prague, for example in the Ordovician shales of the Klábava Fm. (Geopark Barrandien: 49.962 993°; 14.072 961°; Geological Garden: 50.091 737°; 14.574 824°). Another example of concretions from the territory of the Czech Republic are pelosiderite concretions. They occur mainly in the upper part of the Hradiště Formation of the Silesian Nappe of the Flysch Belt, where lenticular concretions of pelosiderites are abundant in dark gray, weakly calcareous claystones. They were mined in the past and thus contributed to the emergence of the metallurgical industry in Ostrava (e.g. 49.665 588°; 18.760 741°; Roth et al., 1962).

Other, rather rare occurrences of spherical concretions are described from several localities of the Krynica Unit of the Magura Nappe in eastern Slovakia. Spherical concretions with a diameter of up to 70 cm weathered from the wall of the Košarovce quarry from thick layers of less lithified sandstones of the Strihovce Fm. (Žec et al., 2011). Similar are the spheres with a diameter of up to 50 cm from the Diel site between Ruská Bystrá and Hrabová Roztoka and from the Strihovce village (Leško, 1960; Leško et al., 1964; Leško and Samuel, 1968; Žec et al., 2005a, b; Žec et al., 2011) and spheres up to 70 cm in size north and south of the Stredná hora valley west of the Želmanovce village (Kováčik et al., 2012).

Outside the Flysch Belt of the Western Carpathians, stone spheres are known from the Central Carpathian Paleogene sandstones from the Malá Čausa and Chrenovec-Brusno villages (Kováčik et al., 2015, Figs. 3.4–16).

The so-called “Brusno Balls” are weathered from weakly lithified sandstones with paraconglomerates lenses of the Chrenovec Mb. with the age of Kiscelian to Egerian. Petrographically they correspond to calcareous subarkoses. The concretions are spherical to ellipsoidal in shape with a diameter of 10 cm to 2 m (Fig. 14). Most of the spheres are located in and near the local quarry (48.773 926°; 18.720 450°).

By the road between the Liptovský Ondrej and Beňadiková villages there is an inconspicuous location with several larger ellipsoidal stones (49.087 38°; 19.699 14°). In 1977, the location was declared a Natural Monument of Háje. According to Gross (1977), Gross et al. (1980) and Mišík and Reháková (2004) there were spheres to loaf-like pelocarbonate formations up to two meters in size, in some cases they were armored with pebbles. The spheres are found as part of the ancient submarine slump body of the Central Carpathian Paleogene deposits. The submarine slump cut trough into the middle to upper Priabonian flysch bedrock. Half of one sphere, in the core with an armored intraclast, is exhibited in the complex of the State Geological Institute of D. Štúr in Bratislava (Fig. 15). The spheres genetically differ from the spheres from Hruštín, they are intraclasts (olistoliths) and armored intraclasts. Formation of armored intraclast can be better understood with a recent example from the Mrázovce village (Bóna et al., 2005), where armored spherical intraclasts with a diameter of 4 to 32 cm were formed in a fluvial environment during storm rainfall.

Spherical to ovoid sandstone bodies, found in the belt between Rdzawka and Rokiciny Podhalańskie in the Polish Carpathians, have a similar origin as the spheres from Liptovský Ondrej. They were formed as olistoliths of fine-grained calcareous sandstones in the olistostrome within the middle Eocene Maszkowice sandstone Mb. (equiv. Oravské Veselé Mb.) of the Bystrica unit of the Magura Nappe (49.580 603°; 19.887 706°) (Cieszkowski et al., 2009, information by M. Cieszkowski). In the area of occurrence, spheres were used as decorative elements, e.g. at the entrances to old wooden churches with a hollow cut out for holy water in Rabka Zdrój and Piątkowa Góra, as well as in Raba Wyżna Square (Fig. 16).

Partial lithification of sandstones in the form of larger spherical concretions of irregular loaf-like, but also spherical shape cemented by calcareous cement commonly developed in various Neogene sands. Probably the most famous locality is the abandoned sandpit in Lipovany (48.214 170°; 19.709 228°) with an outcrop of the type locality of early Eggenburgian Lipovany sandstones. The sandpit has been declared a natural monument since 1990. Spherical concretions reach a diameter of 5 to 50 cm (Fig. 17). Sandstones are sediments of a shallow marine shelf, and they contain abundant fragments of molluscs (Vass et al., 1992). Similar sandstone concretions were also developed in the late Eggenburgian fluvial-lacustrine Tachty sandstones of the Bukovinka Fm., in the Ďarmoty Mb. in southern Slovakia, in similar late Badenian

sandstones of the Sandberg Mb. (Devínska Kobyla Hill) and in the Prietrž Mb. of the Karpatian age east of Senica town (Teták, 2017).

In the Tertiary sediments of the Most and Sokolov basins (Fig. 18), regular spheres ranging in size from a few mm to two decimeters occur sporadically. They are known as “Vršany and Bílina balls” (50.493 6°; 13.532 01° and 50.570 438°; 13.723 959°) and are popular especially among sensible people, who attribute their healing effects. Spheres are moderate zonal concretions of pyrite and marcasite formed in sandy sediments (Zimák et al., 1992; Bartoš et al., 1996).

Sandstone concretions from Neogene sediments of Slovakia are similar in appearance and origin to calcite cemented sandstone concretions of various shapes in Italy, e.g. in the Bologna area (Contraforte Pliocenico Reservation), the so-called “botroidi” or “cogoli”. They occur in various syntectonic sediments of Eocene to Pliocene age (Cibin et al., 1993). The calcium in concretions comes from limestone clasts and shells of molluscs and foraminifera. Smaller concretions weather in hundreds of pieces and have various zoomorphic and anthropomorphic shapes, which attracted interest and imagination in people in the past. They are exhibited in the Museo dei Botroidi di Luigi Fantini, specially dedicated to botroids, in the village of Tazzola (44.333 889°; 11.381 771°). Similar, avant-garde sculptures resembling concretions known as “gogottes” weather from the Upper Oligocene siliceous Fontainebleau sandstones near Fontainebleau in France (Thiry, 1999; Thiry et al., 2013).

Probably the most significant occurrence of sandstone concretions in Europe are the “Boules de Rosans” from France from the Serre d’Autruy locality near Saint-André-de-Rosans in the Hautes Alpes (44.381 142°; 5.526 987° and 44.377 539 8°; 5.520 312 5°), but e.g. also from nearby Saint-Étienne-les-Orgues (44.028 071°; 5.758 682°). A larger number of spherical concretions with a diameter of about one meter occur in glauconite sandstones deposited as gravity currents in the Vocontian Basin. Sandstone beds form interbeds in monotonous marls of the Blue Marls Formation of Albian age (Thomas, 2016; Ferry, 2017).

Large, almost spherical, carbonate cemented, sandstone concretions occur on the coast of southern England east of Osmington Mills (50.632 349°; -2.369 787°). Early lithification helped to preserve the characteristic cross bedding of the sandstone. The concretions are part of the Bencliff Grit horizon of the Corallian Fm. represented by intertidal zone deposits of Oxfordian age (Sellwood et al., 1990). Larger septarian concretions occur at several locations in England, e.g. in Middle Jurassic (Bathonian) mudstones of fluvio-deltaic origin of the Long Nab Member of the Scalby Formation at Burniston Bay near Scarborough (Slater et al., 2017; ca. 54.327 458°; -0.420 135°).

Decimeter to over 2 m large calcite cemented sandstone ovoid concretions are also found on the Scottish islands of Eigg (56.922 811°; -6.158 168°) and Sky (Valtos – approximately 57.607 613°; -6.170 388°) in the Middle

Jurassic (Bathonian) estuarine sandstones of Valtos Sst. Fm. (Wilkinson, 1993, 2006; Hudson et al., 2023; Paxton et al., 2023).

In Europe, stone balls from Bosnia are the most well known. Several dozen spheres were found here in many locations. Their largest concentration with more than 20 spheres with a very regular round shape is in the vicinity of the Zavidovići town (44.454 625°; 18.175 121°). They reach a diameter of up to 2.5 m. Dozens of spheres were destroyed by local residents due to the superstition of gold in their center in the past.

Several sandstone spheres were also found in north-eastern Croatia near the town of Ludbreg (they are exhibited in the park: 46.251 033°; 16.618 748°). Spheres arose as concretions in the sands sedimented in the Pannonian lake 11 Ma ago (Banak et al., 2019).

In Romania, sandstone concretions cemented with calcium carbonate are found in several locations. Their local name is “trovanți”. They developed in Miocene (Pannonian) sands in the Carpathian foreland. The most famous are in Costești (45.137 650°; 24.068 821°), in Breaza (45.159 921°; 25.662 199°), Ulmet (Babele de la Ulmet, Bozioru) (45.368 566°; 26.464 624°), but also others, e.g. Odăile (45.384 224°; 26.522 157°), Cozieni (45.353 32°; 26.500 802°), Sibiu (45.790 725°; 24.314 937°) and Onești (46.278 193°; 26.799 933°). They occur in nodular, spherical or ellipsoid shapes with dimensions from a few cm to several meters. It is interesting that cement is secreted from concretions exposed to rain for a long time and small nodules appear on the surface, which the locals call “growing stones”. Museums and educational trails have been built in several locations.

Spherical concretions from Hruštín are similar to many other locations around the world. In terms of number, size, preservation and shape, probably the most striking site in the world is in western Kazakhstan (English: Ball valley, Russian: Долина шаров, kaz. Шарлар ангтары; especially 44.322 593°; 51.599 454°, in the arc at least from 44.275 889°; 51.520 079° to 44.295 435°; 51.838 955°). In the desert, on an area of several km², there are thousands of large sandstone concretions of Paleogene age, usually 1.5 to 3 m in diameter (Dieterich et al., 2015, p. 85). Lamination of the sediment is evident on many concretions or the crust is peeling off their surface.

Several smaller occurrences of larger spherical concretions are recorded in the area of Russia, but no more detailed geological research is available. “Zhukovlyanskies Boulders” (Жуковлянские Валуны) (58.304 497°; 48.014 239°) are found in Permian sandstones in the old sand pit near Zhukovlyan in the Kirov region. Other sandstone concretions are known as “Ancient Boulders” (Древние валуны) in a ravine near the village of Yashauche (Яшауче) in Tatarstan (54.927 005°; 51.472 229°). Several spherical ferruginous sandstone, sometimes hollow concretions called “Volgograd Balls” are found in a ravine near the village of Mokraya Olkhovka (50.499 475°; 44.977 463°). Other

occurrences of concretions are in Chechnya (Argun Gorge) and Dagestan.

Another location in the desert is near Lake El Faiyum in Egypt (29.502 136°; 30.551 416°). Hundreds of large spherical concretions weather from coarse-grained cross bedded sandstone of marine origin of the Birket Qarun Fm. of Priabonian age (Seiffert et al., 2008; Kusky et al., 2011; Abdel-Fattah, 2016; Al-Dhwadi and Sallam, 2019). Various, as yet unexplored concretions of the “Valley of the Planets” are reported from the Libyan Desert east of the Ghat (approximately 25.176 435°; 10.821 453°).

Other very regularly shaped spheres are known from Franz-Josef-Land. The spheres from Champ Island are larger and reach over two meters. On the neighboring island of Heiss, there are many smaller spheres with a diameter of only a few centimeters. Spheres are made of sandstone and are concretions in origin. Concretions, usually 5–30 cm in diameter, commonly occur in a marine, carbon-rich sequence of dark, muddy siltstone with thin sandstone intercalations of the Carolinefjellet Formation of Cretaceous (Aptian – Albian) age on the coast of Kapp Morton in Spitsbergen (Krajewski and Luks, 2003; 77.789 555°; 14.896 808°).

On the east coast of Greenland, several horizons with spherical concretions crop out in Jurassic sediments (Surluk et al., 2021). Perfectly rounded spheres are also found on the northwest coast of Canada from Paulatuk, Pond Inlet to Coral Harbour. They are also sandstone concretions in origin. Spherical concretions crop out also in Kettle Point on the shore of Lake Huron (43.212 465°; –82.022 755°) in the Devonian Kettle Point Fm. (Bingham-Koslowski, 2015). In Alberta, Canada (49.654 221°; –110.863 859°), dozens of 1.5 to 2.5 m large sandstone concretions of Red Rock Coulee weather from gray shale of the Campanian Bearpaw Fm. (Tsujita, 1995). Some of the world’s largest concretions form the Grand Rapids on the Athabasca River in Alberta (Canada; 56.326 422°; –112.612 211°). Concretions weather out in large quantities from the Cretaceous (Albian) nearshore marine to upper shoreface facies sandstones of the Grand Rapids Formation (Kramers, 1982).

10 to 40 cm large concretions called “Thunder Eggs” weather out of sand that formed as fluvial-lacustrine sediment from a stream flowing from a retreating glacier after the last glacial period west of Haines Junction, Yukon, Canada (60.789 419°; –137.762 681°).

Larger sandstone concretions occur in the area from Newton to White counties in Arkansas. They are referred as “Prim Rocks” (e.g., as decorations at houses in Prim: 35.694 471°; –92.112 632° and 35.694 622°; –92.108 768° and 35.688 272°; –92.108 416°). The concretions occur in several sandstone levels such as the Middle Bloyd Sandstone of the Bloyd Formation and Prairie Grove Member of the Hale Formation of Pennsylvanian age. They deposited in a delta-like environment (Hanson and Howard, 2005).

Huge spheroidal concretions (some nearly 6 m in diameter) occur at two sites in central Kansas in fluvial Albian-Cenomanian sandstones of the Dakota Fm.

Concretions form a small stone city in Rock City Park (39.090 853°; –97.735 455°). They are interesting due to their dimensions and distinctive cross-bedding of sandstone (McBride and Milliken, 2006).

A popular tourist site for large sandstone concretions is “Cannonball Concretions” in North Dakota (Theodore Roosevelt National Park, 47.596 326°; –103.331 989°).

Spherical concretions from Ohio range from a few centimeters to over 3 m in diameter. They weather from dark gray to black slates (Ohio Shale) of Devonian age. The smaller ones are regularly round, the larger ones are flattened to disc-shaped. They are made of carbonate, limestone or dolomite. They may also develop septarium cracks filled with calcite and barite. In the core of the concretions there are organic fragments, usually fish bones. Spheres occur singly or in dozens in many places, mostly in rivers in Ohio, e.g. 39.573 179°; –83.126 264° (Hansen, 1994). Larger concretions can also be found in other areas, e.g. in shale and limestone successions of Fort Payne Formation of Early Mississippian age (southern Kentucky and Tennessee –36.799 667°; –85.382 961°), in Lower Eocene glauconite sand of Bashi Formations (Mississippi – Meridiad – 32.347 554°; –88.710 888°), in Devonian mudstones of Genesee Fm. (New York – 42.540 157°; –76.525 781°; Wilson and Schieber, 2015) and in Upper Cretaceous beach and barrier facies sandstones of Eagle Fm. (Montana – Billings – 45.797 425°; –108.486195° and 45.799 888°, –108.478 431°; Shelton, 1965).

Hundreds of about 30 to 100 cm large sandstone concretions are also found in the desert in the Pumpkin Patch in Anza Borrego Desert State Park in southern California (37.683 3°; –111.366 7°).

A group of smaller sandstone concretions from the Triassic Ischigualasto Fm. is in Ischigualasto Park, Argentina (–30.117 423°; –67.901 898°).

Iron concretions are another type of spheres. Hundreds of thousands of smaller, only a few cm large, iron-sandstone concretions “Moqui Marbles” (or “Navajo Marbles”) appear in many places in southeastern Utah after the weathering of desert Lower Jurassic sandstones of the Navajo Fm. (e.g. Spencer Flat 37.671 819°; –111.387 688°). The sandstone core is surrounded by a harder hematite crust (Potter and Chan, 2011; Loope and Kettler, 2019; Katsuta et al., 2023). Similar ferruginous concretions with a diameter of up to 25 cm can also be found in the Western Carpathians in continental sediments of the Rhaetian age of the Tomonawa Mb. of Tatricum. The sphaerosiderite concretions were formed as a result of early diagenetic precipitation of the siderite in the waterlogged sediments rich in organic matter (Nejbert and Jurewicz, 2004).

Septarium concretions are a specific type of concretions. They perform, for example, at “Bowling Balls Beach” on the Atlantic coast of California (38.872 263°; –123.659 815°). Similar spherical septarian concretions are known from various places, such as in New Zealand (“Moeraki Boulders” –45.345 448°; 170.826 508°; “Katiki

Boulders” –45.415 419°; 170.824 323°; “Ward Beach Boulders” –41.841 891°; 174.188 045°; “Koutu Boulders” –35.465 829°; 173.416 877°), where spheres occur along the coast and inland. Balls range in size from 0.5 m to 3 m. They formed as septarian concretions in soft Paleocene mudstone. The concretions are typically fractured and less lithified internally than on the surface (Boles et al., 1985; Thyne and Boles, 1989; Yoshida et al., 2020). In the interior of the North Island in New Zealand at the “Whitecliffs Boulders” site (–39.845 212°; 175.770 385°) there are dozens of regularly spherical 1 to 2 m large sandstone concretions. They are sandstone concretions (not septarian) weathering from the bluish-gray Late Pleistocene shelf siltstones of the Mangaweka Mudstone (Journeaux et al., 1996; Hayward, 2021).

Selective weathering of brightly colored clastic rocks of bizarre shapes, including concretions, in an arid environment can be observed in the “Bisti Badlands” area of New Mexico (36.267 381°; –108.223 705°). Other irregularly shaped concretions in calcareous sandstones are the attraction of Yehliu Geopark on the northern coast of Taiwan (25.208 688°; 121.693 06°) (Cheol-Woong, 2014).

In many places around the world, there are localities with the occurrence of spherical formations of other than sedimentary origin. From Mexico’s “Las Piedras Bola” (20.653 700°; –104.057 346° and 20.657 542°; –104.062 610°) 74 spheres with diameters from 1.2 m to 7.8 m are known. Round shape was formed during the transport and solidification of Tertiary rhyolite pyroclastic currents (Girón and Avila, 2007).

The Australian Karlu Karlu (“Devils Marbles”: –20.565 147°; 134.260 375°), which were created by spheroidal subsurface and surface weathering of granites, have a completely different genesis (Twidale and Vidal-Romaní, 2005). Numerous boulder-like spheres of Permian biotitic granites in Dobrogea, Romania (45.243 704°; 28.197 875°)

(Vasile and Vespremeanu-Stroe, 2016) as well as magmatites in Moldanubicum in the Czech Republic (Bumba, 2015) were formed in a similar way. On some boulders of igneous rocks of the Třebíč massif of the durbachite (syenite) type with light porphyritic phenocryst of potassium feldspars, it is possible to observe onion-like flaking of the surface layers, the so-called exfoliation (Fig. 19). In addition to igneous rocks, spheroidal weathering occurs e.g. also in pelites, pelosiderites, basalts and gabbro.

In the past, it was considered whether the origin of the spheres was anthropogenic in several locations. However, there are also stone balls of provably anthropogenic origin, which represent human artefacts made of natural stone. Probably the most famous example is in the south of Costa Rica. There are more than five hundred spheres with a diameter from 10 to 250 cm and an almost perfectly round shape. They are of anthropogenic origin from the pre-Columbian period (Quintanilla, 2007; Amador and Alfaro, 2014). It is remarkable that the authors carved them without knowledge of iron tools. They were made of granodiorite, gabbro, limestone and sandstone. Similar stone balls were discovered during the construction of the Cuji Dam west of the city of Onoto in Venezuela (9.603 483°; –65.218 677°).

From Scotland, Ireland and Britain, more than 400 approximately 7 cm large, variously shaped Carved stone balls of anthropogenic late Neolithic origin of an unknown purpose are known (Stewart-Moffitt, 2022). In Tunis, in ancient Carthage, there are probably anthropogenic limestone balls. Several “spheres” of anthropogenic origin are e.g. also on Easter Island. Other spheres or rather megaliths are known from Turkey, France, etc.

Rukopis doručení:	2. 10. 2023
Revidovaná verzia doručená:	26. 2. 2024
Rukopis akceptovaný redakčnou radou:	25. 11. 2024

Regionálne charakteristiky hydraulických parametrov hornín Brezovských Karpát

Regional characteristics of hydraulic parameters of the rocks of the Brezovské Karpaty Mts.

PETER MALÍK

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, oddelenie hydrogeológie a geotermálnej energie, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava; peter.malik@geology.sk

© Autori 2024. Vydal ŠGÚDŠ. Licencia Creative Commons BY 4.0. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)
<https://doi.org/10.56623/gps.140.2>

Abstrakt. Na stanovenie regionálnych štatistických hodnôt hydraulických parametrov hornín Brezovských Karpát boli reinterpretované údaje z hydrodynamických skúšok realizovaných v minulosti na 105 hydrogeologických vrtoch na tomto území alebo v jeho bezprostrednom okolí. Základným parametrom, z ktorého sa odvodzovali reinterpretované hodnoty koeficientov filtrácie a prietochnosti horninového prostredia, bola prepočítaná hodnota štandardnej mernej výdatnosti vrtu, t. j. hodnota čerpanej výdatnosti dosiahnutá pri prvom metri zníženia hladiny podzemnej vody vo vrte. Takýmto spôsobom sa hodnotili triasové dolomity a vápence hronika, ako aj kenozoické sedimenty tvoriace ich bezprostredné nadložie. Reinterpretované súbory hodnôt koeficientu filtrácie a koeficientu prietochnosti, ktoré boli získané z jednotlivých hydrogeologických celkov Brezovských Karpát, boli znázornené na kvantilových diagramoch spolu s výsledkami získanými na 2 787 vrtoch situovaných do obdobných hornín na celom území Slovenska. Väčšina hodnotených hydrogeologických celkov Brezovských Karpát vykazuje obdobné regionálne charakteristiky hydraulických parametrov a ich štatistické rozdelenie, ako majú ich celoslovenské súbory. Výnimkou sú strednotriasové dolomity hronika, ktoré majú viac ako o jeden rád vyššie hodnoty koeficientov filtrácie, ako aj prietochnosti, čo podčiarkuje vodohospodársku dôležitosť tohto pohoria.

KLúčové slová: koeficient prietochnosti, koeficient filtrácie, štandardná merná výdatnosť, hydrogeologické vrty, Brezovské Karpaty

Abstract. Data from hydrodynamic tests previously carried out on 105 hydrogeological boreholes in the past in the area of the Brezovské Karpaty Mts. were reinterpreted in order to determine the regional statistical values of the hydraulic parameters of different rock types present in the area. The main parameter from which the reinterpreted values of coefficient of hydraulic conductivity and coefficient of transmissivity were derived was the standard specific discharge of the well, i.e. the pumped discharge achieved during the first meter of drawdown of the groundwater level in the well. Using the equations presented in the paper, hydraulic parameters were recalculated for Triassic dolomites and limestones of the Hronic unit, as well as for Cenozoic sediments forming their immediate overburden. The reinterpreted sets of hydraulic conductivity and transmissivity values, which were obtained for different rocks / hydrogeological units of the Brezovské Karpaty Mts., were shown on quantile diagrams together with the results obtained from a total of 2,787 wells located in similar rocks throughout the whole territory of Slovakia. Most of the evaluated hydrogeological units of the Brezovské Karpaty Mts. show similar regional characteristics of hydraulic parameters and their

statistical distribution as their all-Slovakian datasets, except for the Middle Triassic dolomites. Middle Triassic dolomites show more than one order of magnitude higher values of both mean hydraulic conductivity and transmissivity values, what underlines the importance of this mountain range from the water management point of view.

Key words: transmissivity coefficient, coefficient of hydraulic conductivity, standard specific capacity, hydrogeological wells, Brezovské Karpaty Mts.

ÚVOD

Hlavným parametrom horninového prostredia, ktorý sa zobrazuje na základných hydrogeologických mapách mierky 1 : 50 000, je koeficient prietochnosti, pretože jeho hodnota je popri hydraulickom gradiente určujúcim faktorom veľkosti prietoku podzemnej vody. Jednou zo šiestich oblastí, z ktorých Štátny geologický ústav Dionýza Štúra v rokoch 2013 až 2022 zostavoval základné hydrogeologické mapy v uvedenej mierke, bolo aj pohorie Brezovské Karpaty. Pri spracúvaní územia Brezovských Karpát pre potreby hydrogeologickej mapy sa hodnotili horninové celky triasových karbonátov hronika, sedimentov kriedy Myjavskej pahorkatiny, sedimentov neogénu Viedenskej panvy a Podunajskej panvy, ako aj kvartérnych sedimentov v pohorí. Finančná a technická náročnosť realizácie potrebného počtu dostatočne hlbokých hydrogeologických vrtoch a dlhodobých hydrodynamických skúšok však neumožňuje aplikáciu takéhoto teoretického prístupu k regionálnemu hodnoteniu hydraulických parametrov. Na stanovenie reprezentatívnych štatistických hodnôt koeficientov prietochnosti a filtrácie boli použité údaje z hydrogeologických vrtoch, na ktorých sa v minulosti realizovali hydrodynamické skúšky a ktorých výsledky boli príslušne reportované v archivovaných záverečných správach. Na stanovenie regionálnych štatistických hodnôt hydraulických parametrov uvedených hornín boli využité údaje zo 105 vrtoch realizovaných v minulosti na tomto území alebo v jeho bezprostrednom okolí. Tieto údaje sa porovnávali s výsledkami získanými na 2 787 vrtoch situovaných do obdobných hornín na celom území Slovenska.

Hydrogeologická preskúmanosť a hydrogeologické členenie Brezovských Karpát

Hydrogeologické pomery územia Brezovských Karpát sú podmienené predovšetkým veľkými plochami odkrytých krasovatejúcich karbonátov stredného a vrchného triasu a ich vzťahom k nadložným mladším sedimentom mezozoika a kenozoika. Na rozdiel od typických jadrových pohorí, v Brezovských Karpatoch nie sú zastúpené horniny kryštalinika alebo nekrasovatejúceho mezozika, ktoré sa vyznačujú pomerne slabou puklinovou priepustnosťou a obehom podzemnej vody sústredeným predovšetkým do zóny svojho pripovrchového rozvoľnenia, charakterizované ako „hydrogeologický masív“ (Jetel, 1990).

Hydrogeologické pomery Brezovských Karpát boli v minulosti spočiatku hodnotené v rámci zostavovania vysvetliviek ku geologickej mape oblasti v mierke 1 : 50 000 (Began et al., 1984, resp. Salaj et al., 1987), vo všeobecnejšej rovine na úrovni mierky 1 : 200 000 pri zostavovaní základnej hydrogeologickej mapy listu 35 Trnava (Kullman et al., 1975). Samostatne boli hydrogeologické pomery spracované v záverečnej správe hydrogeologického výskumu pohoria (Malík et al., 1989), neskôr publikované v práci Malíka et al. (1992). Neskôr boli opísané aj vo vysvetlivkách k súboru máp geofaktorov životného prostredia (Ondrášik et al., 2005). Dokončenie vydávania edície textových vysvetliviek ku skôr vydaným listom základných hydrogeologických máp v mierke 1 : 200 000 prinieslo mierne inovovaný náhľad na ponímanie hydrogeologických pomerov pohoria (Malík et al., 2012), ktorý bol doplnený a detailizovaný v rámci zostavenej základnej hydrogeologickej mapy Brezovských Karpát v mierke 1 : 50 000 (Malík et al., 2023). V naposledy uvedenej práci sa po prvý raz realizovalo regionálne hodnotenie hydraulických parametrov hornín v tejto oblasti, ktoré vychádzalo z výsledkov hydrodynamických skúšok lokálnych hydrogeologických prieskumov. Predstavujú základný zdroj informácií získavaných technologicky pomerne zložitým a nákladným spôsobom. Z nich vychádzajú hodnotenia prezentované v tomto článku. V oblasti obce Brezová pod Bradlom to bolo vyhodnotenie vrtných prác autormi Pekař (1958), Mikuláš (1970), Bukovská et al. (1978), Lipovská (1983), Bukva (1984a), Čechová a Vrana (1990) a Senko (1999a). V oblasti obce Buková realizovali a vyhodnotili vrtné práce Valušiak a Budayová (1969), Jendraššák (1975b), Valušiak et al. (1976), Valušiak et al. (1976) a Kraus et al. (1991). Na lokalite Bukovec-Žriedlová dolina realizovala a vyhodnotila vrtné práce a následné hydrodynamické skúšky Machmerová (1986). Hydrogeologické vrty v oblasti obce Cerová-Lieskové vyhodnotili Holéczyová et al. (1968). Vodárensky významnú oblasť v intraviláne Dechtíc za súčasnej realizácie vrtných prác postupne skúmali Everling (1958), Kamenický a Sajdochová (1963), Krumlová et al. (1966), Takáčová (1972), Ševčík et al. (1979), Machmerová et al. (1991) a Horváth (2012). V oblasti obce Dobrá Voda realizovali a vyhodnotili vrtné práce Slávik (1975), Machmerová et al. (1991) a Pokorný (1992). V oblasti obce Dolný Lopašov pôsobili Segiň (1991) a Fatul et al. (1992). Pri Hlbokom realizovali a vyhodnotili vrtné práce

Říha (1964), Fatul et al. (1975) a Ševčík et al. (1976). Na opačnej strane pohoria, v oblasti obce Horná Krupá, uskutočnili hydrogeologické prieskumné práce Sperlingová (1958a) a Fatulová et al. (1989), v neďalekom Hornom Dubovom potom Batory a Novomestská (1979). V oblasti Hradišťa pod Vrátnom realizovali vrtné práce a vyhodnotili na nich vykonávané hydrodynamické skúšky Tartal et al. (1978), Némethyová et al. (1979) a Lipovská et al. (1988). Okolie Hurbanovej Doliny hydrogeologicky skúmal Senko (1999b). Chltnica a jej širšie okolie prostredníctvom lokálnych hydrogeologických prieskumov hodnotili Sperlingová (1958b), Ondříková (1966), Droppa et al. (1985), Bartková a Solymosiová (1985), ako aj Šopinec a Solymosiová (1991). V oblasti Jablonice vykonali a vyhodnotili vrtné práce Jendraššák (1972), Batory et al. (1974) a Kertész a Kovács (1988). Šimkovič (1958b) a Valušiak (1974) realizovali hydrogeologické vrty v oblasti obce Kočín, pričom Šimkovič (1958a) pôsobil aj v neďalekej obci Lančár (v súčasnosti obce zlúčené do jednej obce Kočín-Lančár). Vrtne práce v oblasti obce Košariská uskutočnil a výsledky čerpacie skúšky vyhodnotil Bukva (1984b). Záverčné správy Kollárika (1961) a Valušia (1986b) sa týkajú oblasti obce Krajné, v Podkylave, miestnej časti Krajného, realizovali a vyhodnotili vrtné práce Šopinec et al. (1990) a Obuch (1999). Hydrogeologické vrty v Naháči zhodnotili Lipovská a Novomestská (1981) a Valušiak (1986a) a vo vyššie položenej oblasti hájovne Cerová to bol Senko (1998). Okolie obce Osuské bolo lokálnymi hydrogeologickými prieskumnými prácami spojenými s realizáciou hydrogeologických vrtov hodnotené v prácach Kocingera (1960), Fatula et al. (1975) a Šarlayovej et al. (1982). Významné vodárenské územie Prašník-Fajnorovci podrobne skúmali Bartková (1980) a Lipovská et al. (1986), v inej časti obce Prašník-Pustá Ves realizovali a vyhodnotili vrtné práce Tartal (1982) a neskôr Solymosiová et al. (1990a), v inej časti Prašníka potom Solymosiová et al. (1990b). V katastrálnom území Podolie postupne pôsobili Kollár (1962), Žák a Pittlová (1968), Holbay (1987) a Fatulová et al. (1989). Vrtne práce a následné hydrodynamické testovanie v oblasti obce Prietrž postupne opisali Jendraššák (1974, 1975a, 1980) a Senko (1999b). Z hydrogeologických prác realizovaných v oblasti Senice sme pre potreby nášho hodnotenia prevzali prácu Kupku (1999), z oblasti Smoleníc zas prácu Rajeca et al. (1971). Obdobne to bolo s výsledkami hydrogeologických prieskumných prác, ktoré v oblasti obce Šípkové realizovala Lauková (1974). Zásobovanie podhorskej obce Šterusy pitnou a úžitkovou vodou sa postupne pokúšali riešiť hydrogeologické prieskumy Sperlingovej (1957), Kršáka (1970), Lipovskej et al. (1978) a Vargu a Kršáka (2018). V oblasti obce Trstín sa realizovalo a vyhodnotilo ešte viac vrtov – Repperová (1967), Kršák et al. (1968), Kršák et al. (1969a), Kršák et al. (1969b), Lauková et al. (1982), Kullman (1984), Daniel (1985) a Paňáková et al. (1988), najviac ich však bolo v okolí Vrbového – Frankovič et al. (1960), Tartal (1966), Čakaný (1966), Banič (1969), Tartal (1974), Martinkovič (1981), Fatulová et al. (1989) a Tužinský a Potýš (1991).

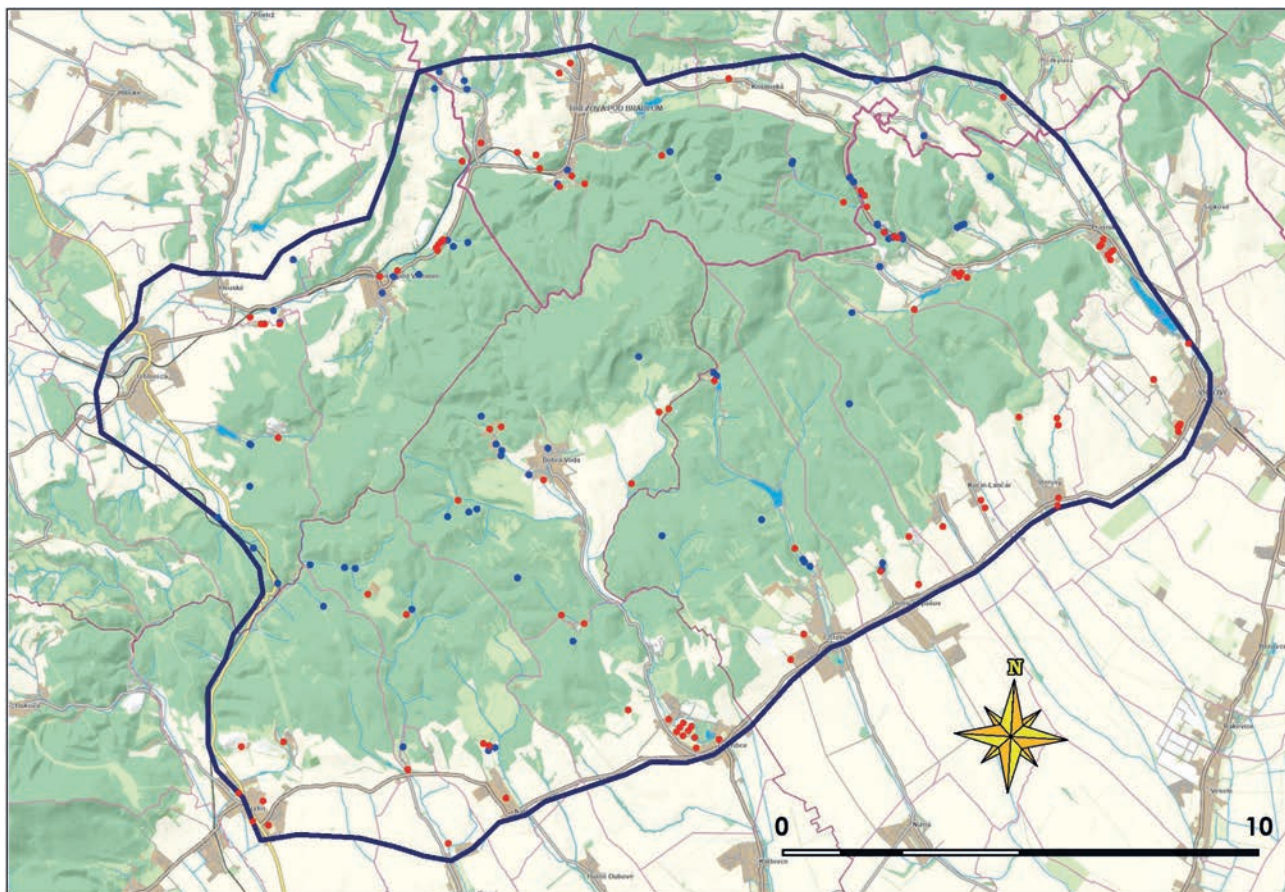
Priepustnosť horninových celkov budujúcich Brezovské Karpaty a ich bezprostredné okolie je zväčša

medzizrnová alebo v prípade vápencov a dolomitov stredného a vrchného triasu krasovo-puklinový. Rýdzo puklinový typ priepustnosti môžeme priradiť aspoň len k jednému hydrogeologickému celku, ktorý má však vzhľadom na veľkosť tejto priepustnosti charakter regionálneho hydrogeologického izolátora – ide o tmavé bridlice a pieskovce lunzských vrstiev. Triasové karbonáty budujúce Brezovské Karpaty patria len k jednej tektonickej jednotke – hroniku. V území tohto pohoria môžeme vyčleniť päť základných hydrogeologických komplexov: 1. karbonátové horniny triasu, 2. regionálne izolátory, 3. sedimenty jury a kriedy, 4. sedimenty neogénu, 5. sedimenty kvartéru.

V rámci detailnejšieho členenia v užšej nadväznosti na vyčlenené litostratigrafické jednotky geologickej stavby skúmaného územia, ako aj s prihliadnutím na plošné zastúpenie a hydraulické charakteristiky vyčleňujeme v danom území jednotlivé hydrogeologické celky patriace do jednotlivých hydrogeologických komplexov. Pri ich vymenovaní v ďalšom texte uvádzame aj indexy, podľa ktorých sú tieto celky ľahšie identifikovateľné najmä na obrázkoch v texte. Medzi karbonátové horniny triasu patria (a) vápence stredného triasu hronika (vT_2^H), (b) dolomity stredného triasu hronika (dT_2^H), (c) vápence mladšieho triasu hronika (vT_3^H) a (d) hlavné dolomity mladšieho triasu hronika (dT_3^H). Medzi regionálne izolátory zaraďujeme (e) piesčité bridlice a ílovce lunzských vrstiev mladšieho triasu hronika (bpT_3^H), (f) slieň a flyš s prevahou slieňov brezovskej kriedy (súvrstvie Hurbanovej doliny, podbradlianske a košarištianske

(predtým košarišké) súvrstvie, štvornícke slieň – sfK^{BR}), ako aj (g) ílovce, siltovce, prachovce, pieskovce, piesky a tufy lakšárskeho súvrstvia (karpat; prietržské vrstvy – ipN^{KL}). Sedimenty jury a kriedy sú reprezentované (h) pestrými vápencami jury (hierlatzké súvrstvie – pvJ) a (i) baraneckými pieskovecami, valchovskými zlepencami a schizofytovými vápencami brezovskej kriedy (karbonátové pieskovce, polymiktné brekciovitité zlepence, piesčité slieň a vápence – $pzsvK^{BR}$). Zo sedimentov neogénu sa na území Brezovských Karpát nachádzajú (j) podbrančské zlepence a brekcie lužického súvrstvia (egenburg – zn^{ELPB}), (k) podbrančské pieskovce a zlepence lužického súvrstvia (egenburg – pn^{ELPB}), (l) ílovce, zlepence, brekcie a pieskovce planinského súvrstvia (otnang až karpat – zpN^{o-kP}), (m) jablonické zlepence lakšárskeho súvrstvia (karpat – zn^{KLJ}), (n) brekcie, štrky a piesky s polohami štrkov dolianskych vrstiev špačinského súvrstvia (stredný bádén) (zn^{bSD}) a (o) sladkovodné vápence, íly a piesky hlavinských vrstiev volkovského súvrstvia (mladší panón – vn^{PBH}).

Sedimenty kvartéru v pohorí sú síce geneticky pestré, no viaceré z nich majú len minimálne plošné zastúpenie. Najčastejšie sa tu nachádzajú (p) hlinito-ílovité, hlinito-piesčité a hlinito-kamenité deluviálne sedimenty (dQ), (q) proluviálne sedimenty holocénu a pleistocénu – štrky a zahlinené piesčité štrky s úlomkami hornín, miestami s pokryvom spraší a deluviálnych splachov (pQ) – a (r) fluvialne sedimenty holocénu v riečnej nive – piesčité štrky



Obr. 1. Hodnotené územie Brezovských Karpát. Červené body – vrty, modré body – pramene.

Fig. 1. Investigated area of the Brezovské Karpaty Mts. Red points – boreholes, blue points – springs.

pokryté nivnými hlinami (fQh). Oveľa zriedkavejšie sú (s) fluválne sedimenty pleistocénnych riečnych terás – štrky, piesčité štrky a piesky, miestami s pokryvom spraší a deluviálnych splachov (fQp), (t) spraše a sprašové hliny – eolické a eolicko-deluviálne sedimenty mladšieho pleistocénu (eQp), (u) kvartérne organogénne sedimenty – rašelin, slatiny a vrchoviská či humózne rašelinové hliny (oQ), (v) travertíny a penovce ako chemogénno-organogénne sedimenty pleistocénu a holocénu (tQ) a (w) antropogénne sedimenty – skládky a navážky (aQ).

Schematické znázornenie skúmaného územia je na obr. 1, plošné vystupovanie jednotlivých hydrogeologických celkov bude individuálne znázornené na nasledujúcich schematických mapkách. Vodárensky najdôležitejším hydrogeologickým komplexom v Brezovských Karpatoch je však hydrogeologický komplex karbonátových hornín triasu pozostávajúci zo štyroch hydrogeologických celkov – vápencov, resp. dolomitov veku stredný trias alebo mladší trias.

Z viacerých hydrogeologických celkov na stanovenie ich regionálnych hodnôt hydraulických parametrov na území Brezovských Karpát alebo v ich okolí nebol dostatok podkladov v podobe reinterpretovalných hydrodynamických testov hydrogeologických vrtov. V takom prípade boli pri ich hodnotení využité podklady získané zo spracovania celoslovenského súboru týchto údajov (Malík et al., 2007). V prípade len niekoľkých vrtov alebo dokonca iba jedného vrtu sa získané hodnoty z územia Brezovských Karpát porovnali s celoslovenskými výsledkami, pričom tie boli základom celkového hodnotenia hydraulického charakteru horninového prostredia na hydrogeologickej mape.

Bez jediného hodnotiteľného vrtu boli nasledujúce hydrogeologické celky: hydrogeologický celok piesčitých bridlíc a ílovcov lunzských vrstiev mladšieho triasu hronika (bpT_3^H), hydrogeologický celok pestrých vápencov jury a hierlatzkého súvrstvia (pvJ), hydrogeologický celok spraší a sprašových hĺn – eolických a eolicko-deluviálnych sedimentov mladšieho pleistocénu (eQp), hydrogeologický celok proluviálnych sedimentov holocénu a pleistocénu – štrkov a zahlinených piesčitých štrkov s úlomkami hornín, miestami s pokryvom spraší a deluviálnych splachov (pQ), hydrogeologický celok fluválnych sedimentov pleistocénnych riečnych terás – štrkov, piesčitých štrkov a pieskov, miestami s pokryvom spraší a deluviálnych splachov (fQp), hydrogeologický celok kvartérnych organogénnych sedimentov – rašelin – slatín, vrchovísk a humózných rašelinových hĺn (oQ), hydrogeologický celok travertínov a penovcov (chemogénno-organogénnych sedimentov pleistocénu a holocénu; tQ) a hydrogeologický celok antropogénnych sedimentov – skládky a navážky (aQ). Ich hodnotenie z hľadiska hydraulických pomerov bolo urobené „per analogiam“ a je prezentované v tabuľkách 1 – 3 na konci tohto článku, s výnimkou lunzských vrstiev hronika (bpT_3^H) však nie je predmetom samostatného opisu.

Metódy reinterpretácie archivovaných údajov o hydrodynamických skúškach

Stanovovanie hydraulických vlastností hornín a odvodzovanie údajov ich stredných regionálnych hodnôt je

limitované najmä počtom hydrodynamických skúšok, ktoré (z ekonomických dôvodov) sa môžu v týchto zvodnencoch realizovať. Okrem počtu hodnotených hydraulických skúšok je ďalším limitujúcim faktorom kvalita údajov, ktoré má hodnotiteľ k dispozícii (Jetel, 1985; Bágelová a Fendek, 2011a). Pri nedostatku relevantných informácií môže byť potom na riešenie praktických problémov využívania a ochrany podzemnej vody v takýchto typoch zvodnencov užitočný každý odborne odôvodnený a príslušne limitovaný odhad hydraulických parametrov – koeficientu prietochnosti T [$m^2 \cdot s^{-1}$], prípadne aj koeficientu filtrácie k [$m \cdot s^{-1}$]. Na Slovensku, ako aj v Českej republike bývajú častou využívanou pomôckou v tomto procese hydraulické indexy prietochnosti Y a priepustnosti Z , odvodzované z údajov o mernej výdatnosti vrtov pri čerpacích skúškach. Takéto odvodzovanie odporových hydraulických parametrov predstavuje relatívne jednoduchú metódu, ktorá sa už viac desaťročí aplikovala nielen u nás, počínajúc Jetelom (1964), resp. Jetelom a Krásným (1968), ale aj v zahraničí – viac však pri zvodnencoch s medzizrnovým typom priepustnosti – napríklad Thomasson et al. (1960), ale aj priekopník teórie neustáleho prúdenia Theis (1963). Okrem tradície odvodzovania týchto parametrov v rámci slovenskej a českej literatúry (napríklad Jetel, 1985, 1994, 1995a; Olekšák, 2004; Helma, 2005, 2007; Malík a Švasta, 2010a, 2010b; Kováčová, 2011; Fendek et al., 2011; Bágelová a Fendek, 2011b; Kováčová a Malík, 2011) sa však možnosťami odvodu koeficientov prietochnosti a filtrácie hornín z mernej výdatnosti vrtov zaoberali aj viacerí autori v zahraničí – napr. El-Naqua (1994), Mace (1997), Hamm et al. (2005), Razack a Lasm (2006) či Verbovšek (2008).

V procese reinterpretácie archivovaných údajov o hydrodynamických skúškach sú pri výpočte pomocných porovnávacích hydraulických parametrov [indexu priepustnosti Z sensu Jetel (1964) a indexu prietochnosti Y sensu Jetel a Krásný (1968)] najdôležitejšími údajmi hodnoty mernej výdatnosti (q) hydrogeologických vrtov a studní (Jetel, 1964; Jetel a Krásný, 1968; Jetel, 1985; Jetel, 1995a, 1995b). V prvom kroku ich reinterpretácie je však potrebné eliminovať vplyv technologicky rôzne realizovaných čerpacích skúšok výpočtom tzv. štandardnej mernej výdatnosti, t. j. výdatnosti pri znížení statickej hladiny vo vrte o prvý jeden meter (STN 75 0111). Výraz „prvý jeden meter“ sa v tomto ponímaní chápe v pozičnej, nie časovej súvislosti (t. j. ako *ustálené* zníženie o 1,0 m). Výpočet štandardnej mernej výdatnosti sme realizovali podľa rovnice [1]:

$$q_1 = q_n \cdot (2 \cdot M - 1) / (2 \cdot M - s_n), \quad [1]$$

kde:

q_1 – štandardná merná výdatnosť [$l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$],

s_n – zníženie voľnej hladiny podzemnej vody vo vrte [m],

M – pôvodná (čerpaním neznižená) hrúbka nenapätého zvodnenca [m],

q_n – merná výdatnosť pri znížení s_n ($s_n \neq 1$ m) [$l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$].

Ak zníženie v prípade čerpania z voľnej zvodne presiahlo viac ako 10 % pôvodnej hrúbky zvodnenca M , namerané zníženie s_v bolo korigované podľa vzorca [2] (Jacob, 1944) a do výpočtov mernej výdatnosti boli dosadené hodnoty korigovaného zníženia s_c namiesto nameraného zníženia s_v .

($q = Q/s_c$). Takáto korekcia je potrebná kvôli výraznému zmenšeniu prietochnej plochy a tým aj zmenšeniu veľkosti prietochnosti.

$$s_c = s_v - (s_v^2 / 2 \cdot M), \quad [2]$$

kde:

M – hrúbka voľnej zvodne neovplyvnená znížením [m],

s_c – korigované zníženie voľnej hladiny podzemnej vody vo vrte [m],

s_v – skutočné namerané zníženie voľnej hladiny podzemnej vody vo vrte [m].

Ak je hrúbka zvodnenca M s voľnou hladinou menšia ako 10 m, treba aj pre extrapolované zníženie $s = 1,0$ m v zmysle podmienky $s > M/10$ uplatniť uvedenú Jacobovu korekciu. Do výpočtu aproximatívnych parametrov Z a Y použijeme opravenú štandardnú mernú výdatnosť, ktorú po porovnaní a spojení dvoch predchádzajúcich rovníc [1] a [2] vyjadríme vzťahom [3]:

$$q_{ic} = q_n \cdot 2 \cdot M / (2 \cdot M - s_n), \quad [3]$$

kde:

q_{ic} – korigovaná štandardná merná výdatnosť [$l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$], ostatné parametre ako v predchádzajúcom vzťahu.

Pri napätí hladine je závislosť výdatnosti Q od zníženia s teoreticky lineárna, čo však v praxi platí iba po určitú, spravidla pomerne malú hodnotu zníženia s , takže pri väčšom znížení sa aj v napätom zvodnenci mení závislosť $Q = f(s)$ na nelineárnu. Ak máme k dispozícii dostatok bodov na konštrukciu čiary $Q = f(s)$, pri absencii priamych údajov o výdatnosti pri znížení $s = 1,0$ m sa stanoví štandardná merná výdatnosť grafickou extrapoláciou do hodnoty $s = 1,0$ m. Ak však takáto extrapolácia nie je možná, na odhad štandardnej mernej výdatnosti je možné použiť (Jetel, 1998) parabolickú aproximáciu čiary $Q = f(s)$ v analogickej forme s použitím vzťahu pre voľnú hladinu, t. j. ako

$$q_1 = q_n \cdot (2 \cdot H - 1) / (2 \cdot H - s_n), \quad [4]$$

kde:

q_1 – štandardná merná výdatnosť [$l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$],

s_n – zníženie voľnej hladiny podzemnej vody vo vrte [m],

H – bazálna tlaková výška (prevýšenie statickej hladiny nad bázou zvodnenca) alebo v prípade neúplného vrtu prevýšenie statickej hladiny nad spodným okrajom skúšaného otvoreného úseku vo vrte [m],

q_n – merná výdatnosť pri znížení s_n ($s_n \neq 1$ m) [$l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$].

Po stanovení hodnôt štandardnej mernej výdatnosti q_1 je v ďalších krokoch možné stanoviť index prietochnosti Y , pomocný nepriamy indikátor hodnoty koeficientu transmisivity v škále medzi 0 až 10. Hodnota tohto indexu je jednoduchou logaritmickou transformáciou hodnoty štandardnej mernej výdatnosti definovaná tak, aby v reálnych prírodných podmienkach dosahovala kladné hodnoty (5):

$$Y = 6 + \log q_1, \quad [5]$$

kde:

Y – index prietochnosti,

q_1 – štandardná merná výdatnosť [$l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$].

Pomocou ďalšej veličiny, logaritmickej prepočtovej diferencie d sensu Jetel (1985, 1995a), by bolo teoreticky možné jednoduchým spôsobom prepočítať tento aproximatívny indikátor – parameter Y – na reálny, „striktne“ hydraulický parameter – koeficient transmisivity T pomocou vzťahu [6]:

$$T = 10^{Y+d-9}, \quad [6]$$

kde:

Y – index prietochnosti,

d – logaritmická prepočtová diferencia.

Logaritmickú prepočtovú diferenciu d môžeme teda považovať za kľúčovú pri stanovení koeficientov filtrácie a prietochnosti, pretože ak napr. čerpáme množstvo Q pri znížení $s = 1$ m, môžeme priamo vypočítať hodnotu T podľa vzťahu [7]:

$$T = 10^{\log(Q/s) + d - 3}. \quad [7]$$

Odborná diskusia o spôsoboch výpočtu jednotlivých zložiek logaritmickej prepočtovej diferencie je stále živá. Zo vzťahov používaných pri jej výpočte (Jetel, 1985, 1995a) však vyplýva, že hodnota základnej logaritmickej prepočtovej diferencie d_0 je priamo úmerná prietochnosti a dĺžke trvania čerpacej skúšky a klesá s narastajúcim priemerom vrtu a hodnotou zásobnosti. Rozsah možných hodnôt d_0 sa pri reálnych extrémnych hodnotách pohybuje od $-0,8$ do $+0,5$, a teda môže posúvať odhad hodnôt koeficientu transmisivity v rozpätí hodnôt približne jedného rádu. S analogickými prípadmi sa riešitelia stretávajú aj pri vyhodnocovaní čerpacích skúšok na viacerých objektoch, resp. pri viacnásobnom opakovaní hydrodynamických skúšok a realistický odhad vstupných parametrov umožňuje podstatne znížiť chybu pri stanovení hodnoty d_0 . Oveľa náročnejšie je stanovenie dodatočných logaritmických prepočtových diferencií, ktoré vyjadrujú efekt všetkých lineárnych aj nelineárnych odporov pri prúde do reálneho vrtu. V danom prípade je možné vychádzať z teoretických prác Jetela (1985, 1995a, b, 1998) alebo sa pokúsiť stanoviť regionálne platné hodnoty celkovej logaritmickej prepočtovej diferencie d (napr. Olekšák, 2004; Helma, 2005, 2007). Priemerné individuálne odhadované hodnoty pri jednotlivých súboroch (tab. 2) sa pohybujú od $-0,31$ do $0,63$ s priemerom a mediánom okolo $0,20$. Prenos takto vzniknutej chyby do ďalšieho výpočtu môže spôsobiť posun hodnoty koeficientu prietochnosti s veľkosťou polovice rádu, pravdepodobne však menšou. Akýkoľvek realistický odhad hodnoty d môže rozmnožiť znalosti o koeficiente prietochnosti predkvartérnych hornín. V danom horninovom prostredí (predkvartérne horniny) je metodicky najkorektnejší spôsob získavania informácií o jeho hydraulických parametroch (použitie údajov z pozorovacích vrtov) veľmi ojedinelý – na území Slovenska je možné nájsť podobné prípady z nie viac ako dvoch desiatok lokalít (Černák a Malík, 2011).

V práci Malíka et al. (2007) boli pomocou individuálne stanovených hodnôt z každého hodnoteného objektu urobené jej odhady pomocou vzťahov uvádzaných v prácach Jetela (1985, 1994, 1995a, b, 1998) a následne vypočítané odhady stredných hodnôt koeficientov transmisivity T

a filtrácie k . Vzhľadom na limitovaný rozsah článku však v tabuľke 2 uvádzame iba hodnoty takto stanovených geometrických priemerov koeficientu transmisivity $G(T)$ z jednotlivých horninových celkov, ako aj priemery individuálnych hodnôt logaritmickej prepočtovej diferencie $M(d)$. V ďalšom texte sa potom sústreďujeme len na porovnanie hodnôt indexu prietočnosti Y jednotlivých typov predkvartérnych zvodnencov, ktoré nie sú ovplyvnené hodnotami logaritmickej prepočtovej diferencie d .

Výsledky regionálneho hodnotenia hydraulických parametrov jednotlivých hydrogeologických celkov Brezovských Karpát

V nasledujúcom texte budú postupne charakterizované jednotlivé hydrogeologické celky, ich litologické zloženie a základné hydraulické vlastnosti.

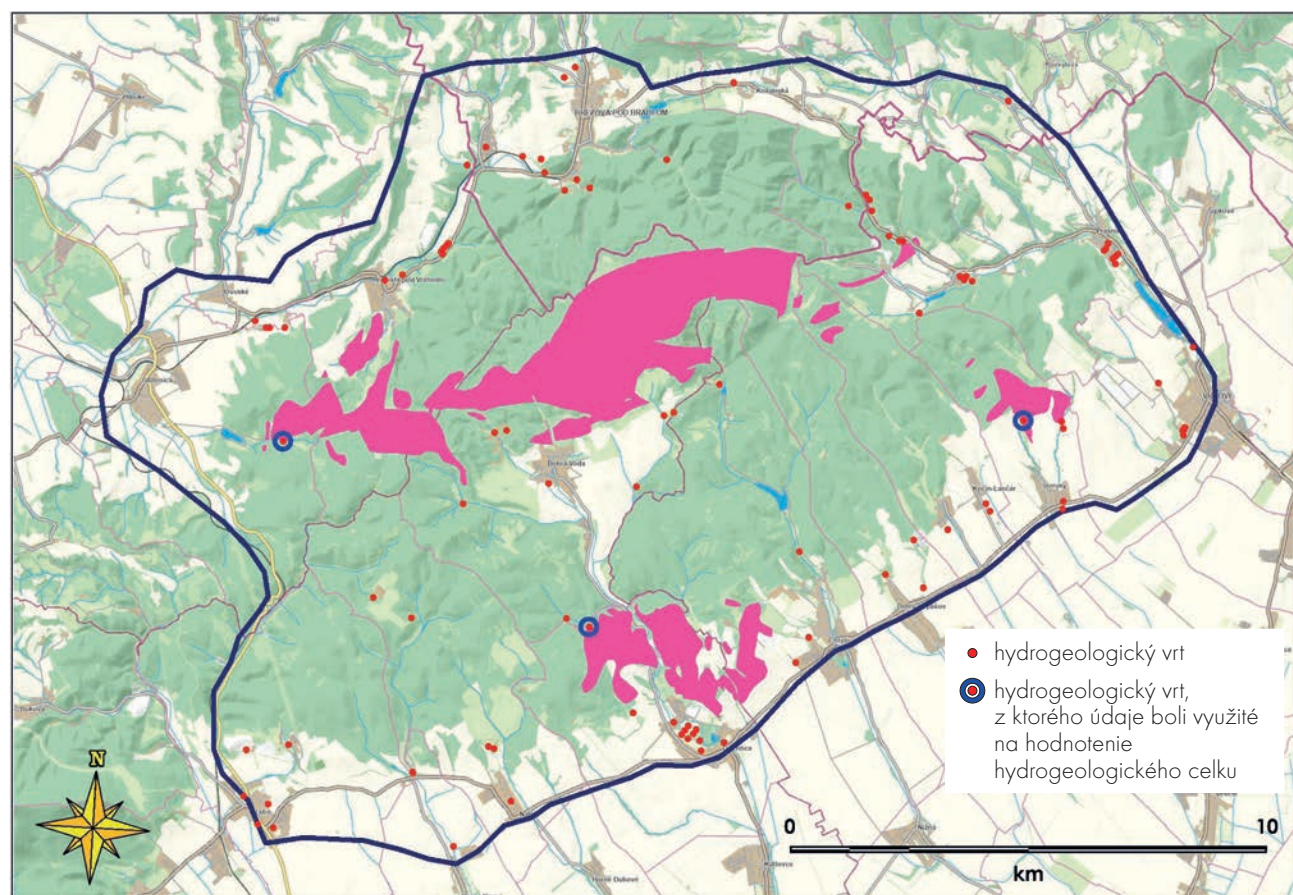
Hydrogeologický komplex karbonátových hornín triasu

Hydrogeologický celok vápencov stredného triasu hronika (vT_2^H)

Do hydrogeologického celku vápencov stredného triasu hronika patria tmavé, prevažne lavicovité gutensteinské vápence, masívne svetlosivé organodetritické vápence

lagunárneho biotopu s prevahou biogénnej sedimentácie (riasovými porastmi), už opísané ako steinalmské vápence, schreyeralmské vápence (s ružovými, červenými a žltými rohovcami) v ich nadloží a wettersteinské vápence. Vápence stredného triasu hronika sú v mapovanom území rozšírené na celkovej ploche 21,518 km², čo predstavuje 8,42 % jeho rozlohy. Ich výskyt je znázornený na obr. 2.

Údaje o priemernej prietočnosti a priepustnosti horninového prostredia vápencov stredného triasu hronika boli získané interpretáciou výsledkov hydrodynamických skúšok realizovaných na 3 hydrogeologických vrtoch. Hodnoty indexu prietočnosti skúšaných úsekov sa pohybujú v rozpätí $Y = 2,97$ až $6,49$, čo zodpovedá štandardnej mernej výdatnosti $0,000\ 93$ až $3,11\ 1 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$. Smerodajná odchýlka σ_y je $1,79$. Mediánu indexu prietočnosti $Md(Y) = 5,30$ zodpovedá medián štandardnej mernej výdatnosti $Md(q) = 0,080\ 1 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$. Aritmetický priemer indexu prietočnosti $M(Y) = 4,92$ zodpovedá geometrickému priemeru štandardných merných výdatností $G(q) = 0,20\ 1 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$. Hodnoty prietočnosti stanovené výpočtom z individuálne stanovených hodnôt logaritmickej prepočtovej diferencie a štandardných merných výdatností jednotlivých hydrogeologických vrtoch sa pohybujú od $1,71 \times 10^{-6} m^2 \cdot s^{-1}$ do $1,23 \times 10^{-2} m^2 \cdot s^{-1}$. Smerodajná



Obr. 2. Plošné rozšírenie hydrogeologického celku vápencov stredného triasu hronika (vT_2^H) na hodnotenom území Brezovských Karpát. Odkryté horniny celku sú znázornené purpurovou farbou, hranica územia má modrú farbu. Na území je znázornená aj lokalizácia hydrogeologických vrtoch (bodové značky červenej farby).

Fig. 2. Outcropping area of the Middle Triassic limestones of the Hronic Tectonic Unit (vT_2^H) in the area of the Brezovské Karpaty Mts. Exposed rocks of this hydrogeological unit are shown in purple, border of the investigated territory is in blue. Locations of hydrogeological boreholes (red points).

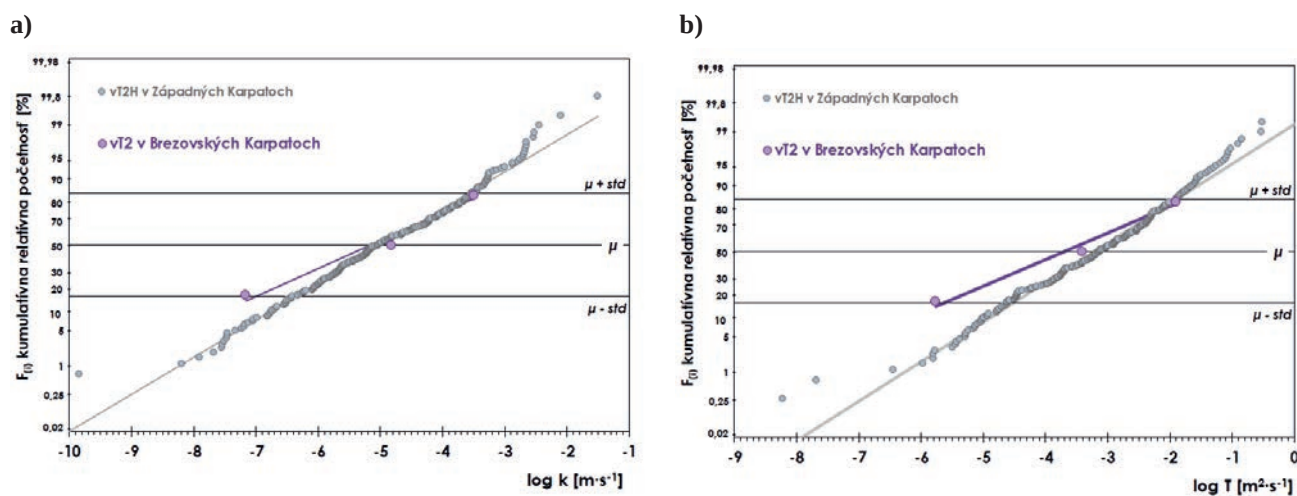
odchýlka hodnôt $Z - \sigma_z$ je 1,71. Medián hodnôt indexu priepustnosti Z horninového prostredia vápencov stredného triasu hronika Md(Z) = 3,89 a ich aritmetický priemer je 3,45. Aplikáciou individuálne stanovených hodnôt koeficientu logaritmickej prepočtovej diferencie d a následným prepočítaním na hodnoty k_z získavame odhad geometrických priemerov koeficientu filtrácie $G(k_z) = 6,85 \times 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a koeficientu prietochnosti $G(T_y) = 2,01 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Hodnoty indexu priepustnosti Z sa tu zistili v rozsahu od 1,57 do 4,91. Z toho vyplýva rozsah hodnôt koeficientu filtrácie k_z od $6,82 \times 10^{-8}$ do $3,20 \times 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Údaje o priemernej prietochnosti a priepustnosti horninového prostredia vápencov stredného triasu hronika boli porovnané so súborom výsledkov získaných spracovaním výsledkov hydrodynamických skúšok realizovaných na vrtoch v horninách s analogickým litologickým zložením (Malík et al., 2007) súboru vrtoch z horninového prostredia strednotriasových vápencov, spolu na 237 hydrogeologických vrtoch. Hodnoty indexu prietochnosti skúšaných úsekov sa v rámci celého Slovenska pohybujú v rozpätí $Y = 1,92$ až $8,57$, čo zodpovedá štandardnej mernej výdatnosti $0,000\ 93$ až $3,11 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Smerodajná odchýlka σ_Y je 1,06. Mediánu indexu prietochnosti Md(Y) = 5,60 zodpovedá štandardnej mernej výdatnosti Md(q) = $0,34 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Aritmetický priemer indexu prietochnosti $M(Y) = 5,53$ zodpovedá geometrickému priemeru štandardných merných výdatností $G(q) = 0,40 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Hodnoty prietochnosti stanovené výpočtom z individuálne stanovených hodnôt logaritmickej prepočtovej diferencie a štandardných merných výdatností jednotlivých hydrogeologických vrtoch sa pohybujú od $6,11 \times 10^{-9} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ do $1,18 \times 10^0 \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Smerodajná odchýlka hodnôt $Z - \sigma_Z$ je 1,170. Medián hodnôt indexu priepustnosti Z horninového prostredia strednotriasových vápencov Md(Z) = 3,72 a ich aritmetický priemer je 3,76. Aplikáciou individuálne stanovených hodnôt koeficientu logaritmickej prepočtovej

diferencie d a následným prepočítaním na hodnoty k_z bol získaný odhad geometrických priemerov koeficientu filtrácie $G(k_z) = 1,05 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a koeficientu prietochnosti $G(T_y) = 6,10 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ celého súboru hornín s analogickou litológiou na území Západných Karpát (Malík et al., 2007). Hodnoty indexu priepustnosti Z sa tu zistili v rozsahu od $-0,13$ do $6,99$. Z toho vyplýva rozsah hodnôt koeficientu filtrácie k_z od $5,51 \times 10^{-11}$ do $3,13 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Porovnanie štatistického rozdelenia hodnôt hydraulických parametrov strednotriasových vápencov v oboch súboroch len z oblasti Brezovských Karpát a ich okolia a zo všetkých vrtoch v Západných Karpatoch sa nachádza na obr. 3.

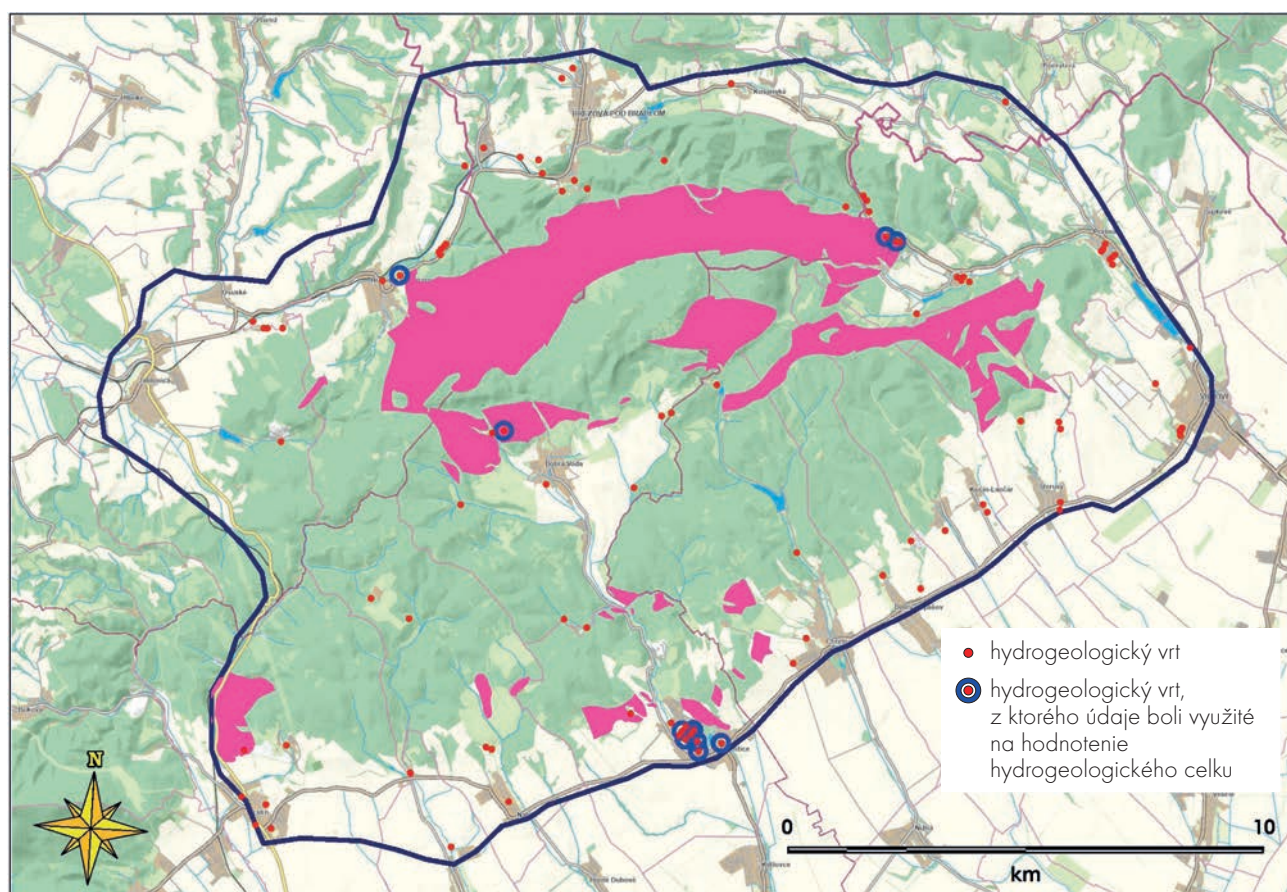
Hydrogeologický celok dolomitov stredného triasu hronika (dT_2^H)

Do hydrogeologického celku dolomitov stredného triasu hronika patria len wettersteinské dolomity (svetlosivé vrstvivité dolomity, lagunárne vrstvivité dolomity a rohovcové dolomity) a tzv. steinalmský dolomit – svetlé masívne „cukrovité“ dolomity. Dolomity stredného triasu hronika sú v rámci hodnoteného územia Brezovských Karpát rozšírené na ploche $29,704 \text{ km}^2$ (11,62 % rozlohy územia), plochy ich výskytu sú znázornené na obr. 4. Z údajov hydrodynamických skúšok realizovaných na 11 hydrogeologických vrtoch v Brezovských Karpatoch, resp. v ich bezprostrednom okolí boli odvodené hodnoty priemernej prietochnosti a priepustnosti horninového prostredia dolomitov stredného triasu hronika. Smerodajné odchýlky porovnávacích hydraulických parametrov Y a Z sú $\sigma_Y = 0,62$ a $\sigma_Z = 0,40$. Minimálne hodnoty indexu prietochnosti sú tu min(Y) = 5,39, maximálne hodnoty max(Y) = 7,55. Medián indexu prietochnosti Md(Y) = 6,68. Tejto hodnote zodpovedá štandardnej mernej výdatnosti Md(q) = $5,12 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, ktorá sa inak pohybuje v rozmedzí $0,248$ až $35,70 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Aritmetický priemer indexu prietochnosti $M(Y)$ je rovný 6,71 a zodpovedá



Obr. 3a. Porovnanie štatistického rozdelenia hodnôt koeficientu filtrácie a koeficientu prietochnosti strednotriasových vápencov z oblasti Brezovských Karpát, resp. ich bezprostredného okolia a zo všetkých vrtoch v Západných Karpatoch, ktoré čerpaním overovali toto horninové prostredie: a) hodnoty koeficientu filtrácie, b) hodnoty koeficientu prietochnosti na kvantilových diagramoch.

Fig. 3b. Comparison of the coefficient of hydraulic conductivity and coefficient of transmissivity of the hydrogeological unit of the Middle Triassic limestones in the area of the Brezovské Karpaty Mts. and from all hydrogeological boreholes in the Western Carpathians that were hydraulically testing this aquifer type: a) hydraulic conductivity values, b) coefficient of transmissivity values shown in quantile diagrams.



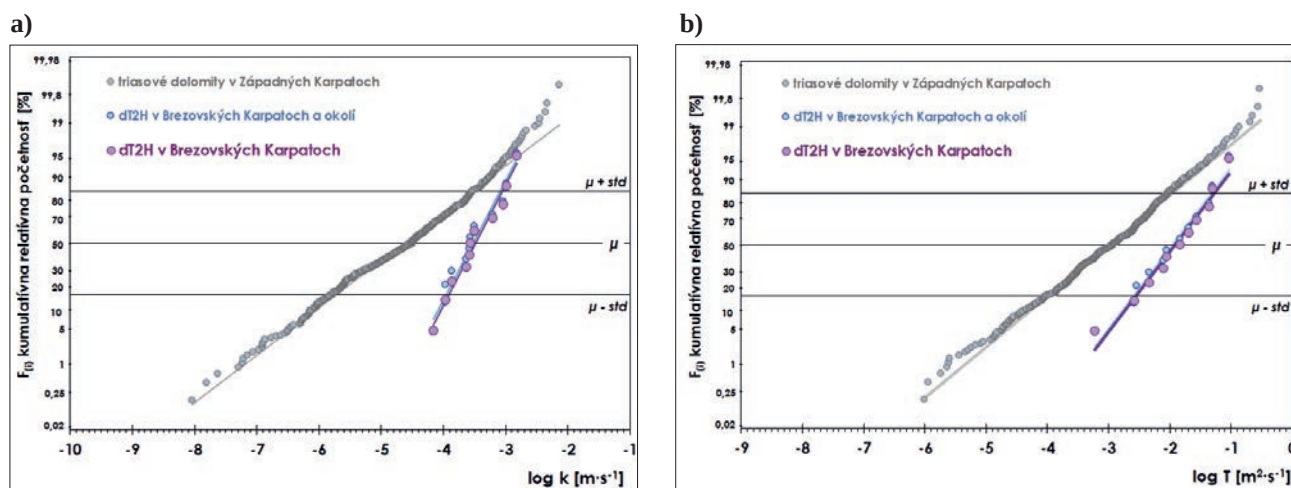
Obr. 4. Plošné rozšírenie hydrogeologického celku dolomitov stredného triasu hronika (dT_2^H) na hodnotenom území Brezovských Karpát. Odkryté horniny celku sú znázornené purpurovou farbou, hranica územia má modrú farbu. Na území je znázornená aj lokalizácia hydrogeologických vrtov (bodové značky červenej farby).

Fig. 4. Outcropping area of the Middle Triassic dolomites of the Hronic Tectonic Unit (dT_2^H) in the area of the Brezovské Karpaty Mts. Exposed rocks of this hydrogeological unit are shown in purple, border of the investigated territory is in blue. Locations of hydrogeological boreholes (red points).

geometrickému priemeru štandardných merných výdatností $G(q) = 4,84 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, geometrický priemer hodnôt T_v je $1,23 \times 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Rozsah odvodených hodnôt koeficientu prietochnosti T_v je potom $5,98 \times 10^{-4} - 9,33 \times 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Aritmetický priemer indexu priepustnosti $M(Z) = 5,14$, medián $Md(Z) = 5,18$. Rozsah hodnôt indexu priepustnosti Z bol $4,62 - 5,86$. Individuálne stanovené hodnoty koeficientu logaritmickej prepočtovej diferencie d z každej odberovej skúšky nám umožnili výpočet hodnôt k_z , následný odhad geometrického priemeru koeficientu filtrácie $G(k_z) = 3,32 \times 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a stanovenie rozsahu hodnôt koeficientu filtrácie $k_z = 6,95 \times 10^{-5}$ až $1,53 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Výsledky regionálnych hydraulických parametrov týchto hornín sa môžu porovnať s výsledkami hydraulických testov získaných z väčšieho súboru údajov z celého územia Západných Karpát. Z týchto údajov získaných zo 439 hydrogeologických vrtov boli odvodené hodnoty priemernej prietochnosti a priepustnosti horninového prostredia dolomitov. Smerodajné odchýlky porovnávacích hydraulických parametrov Y a Z majú hodnoty $\sigma_Y = 0,86$ a $\sigma_Z = 0,97$. Minimálne hodnoty indexu prietochnosti sú $\min(Y) = 3,24$ a maximálne hodnoty $\max(Y) = 7,99$. Medián indexu prietochnosti $Md(Y) = 5,77$. Tejto hodnote zodpovedá medián štandardnej mernej výdatnosti

$Md(q) = 0,57 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, ktorá sa inak pohybuje v rozmedzí $0,00172$ až $98,0 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Aritmetický priemer indexu prietochnosti $M(Y)$ je rovný $5,75$ a zodpovedá geometrickému priemeru štandardných merných výdatností $G(q) = 0,590 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, geometrický priemer hodnôt T_v je $1,03 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Rozsah odvodených hodnôt koeficientu prietochnosti T_v je potom $9,83 \times 10^{-7} - 3,00 \times 10^{-1} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Aritmetický priemer indexu priepustnosti $M(Z)$ je rovný $4,11$, medián $Md(Z)$ je rovný $4,14$. Rozsah hodnôt indexu priepustnosti Z bol $1,17 - 6,77$. Individuálne stanovené hodnoty koeficientu logaritmickej prepočtovej diferencie d z každej odberovej skúšky umožnili výpočet hodnôt k_z a následný odhad geometrického priemeru koeficientu filtrácie $G(k_z) 2,36 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a stanovenie rozsahu hodnôt koeficientu filtrácie $k_z = 9,14 \times 10^{-9}$ až $7,35 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Porovnanie výsledkov získaných z oboch súborov je graficky znázornené na kvantilových diagramoch – obr. 5a, b. Z uvedených výsledkov vyplýva, že stredná hodnota prietochnosti a priepustnosti strednotriasových dolomitov v Brezovských Karpatoch v porovnaní s celoslovenským priemerom je viac ako o jeden rád vyššia, pričom rozdelenie filtračných vlastností vykazuje dvojnásobne vyššiu homogenitu.



Obr. 5. Porovnanie štatistického rozdelenia hodnôt koeficientu filtrácie a koeficientu prietochnosti strednotriasových dolomitov z oblasti Brezovských Karpát, resp. ich bezprostredného okolia a zo všetkých vrtov v Západných Karpatoch, ktoré čerpaním overovali toto horninové prostredie: a) hodnoty koeficientu filtrácie, b) hodnoty koeficientu prietochnosti na kvantilových diagramoch.

Fig. 5. Comparison of the coefficient of hydraulic conductivity and coefficient of transmissivity of the hydrogeological unit of the Middle Triassic dolomites in the area of the Brezovské Karpaty Mts. and from all hydrogeological boreholes in the Western Carpathians that were hydraulically testing this aquifer type: a) hydraulic conductivity values, b) coefficient of transmissivity values shown in quantile diagrams.

Hydrogeologický celok vápencov mladšieho triasu hronika (vT_3^H)

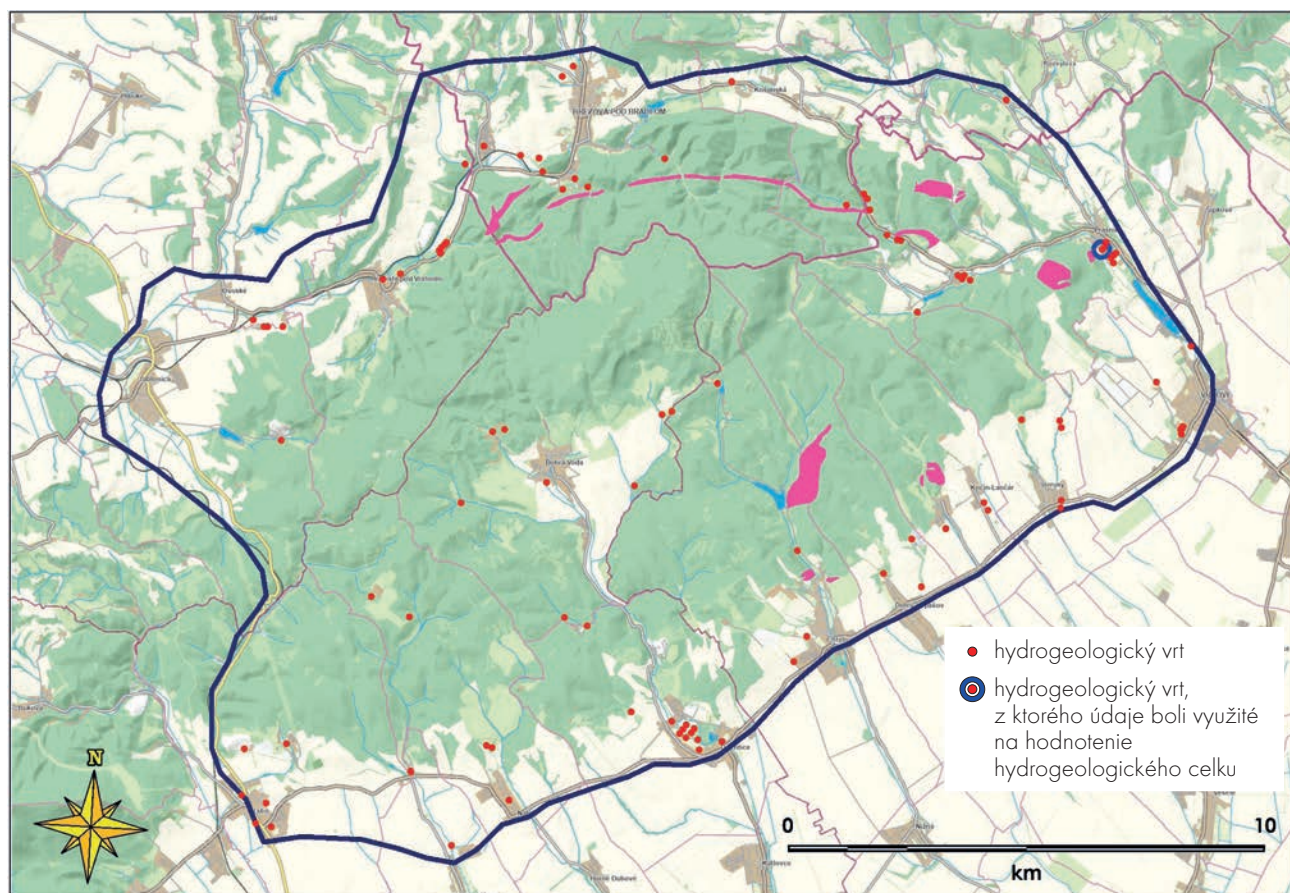
Dachsteinské vápence a oponické vápence sú v prípade Brezovských Karpát predstaviteľmi vápencov mladšieho triasu hronika. V prípade dachsteinských vápencov ide o rifové a lagunárne organogénne a organodetritické vápence, ako aj svetlé, svetlosivé a ružové vápence. Oponické vápence sú opisované spolu s tzv. karditovými vápencami (vrstvami), kde sa okrem vápencov vyskytujú aj slieňovce. Vápence mladšieho triasu hronika sú v rámci mapovaného územia rozšírené na celkovej ploche 1,904 km², čo predstavuje 0,74 % jeho rozlohy. Ich výskyt je znázornený na obr. 6. Horninové prostredie vrchnotriasových vápencov Brezovských Karpát sa až do súčasnosti hydraulicky overovalo iba jediným vrtom. Jeho štandardná merná výdatnosť bola 2,00 l · s⁻¹ · m⁻¹ a následne porovnávacie hydraulické charakteristiky $Y = 6,30$ a $Z = 5,60$. Z nich odhadujeme (pri aplikácii výpočtu pomocou logaritmickej prepočtovej diferencie stanovenej v prípade tohto konkrétneho vrtu) hodnotu koeficientu prietochnosti $T_Y = 4,02 \times 10^{-3}$ m² · s⁻¹ a koeficientu filtrácie $k_Z = 8,05 \times 10^{-4}$ m · s⁻¹.

Pri porovnaní s väčším štatistickým súborom získaným z celoslovenskej databázy hydrogeologických vrtov (Malík et al., 2007) vidíme, že minimálne a maximálne hodnoty indexu prietochnosti Y vo všetkých podobných horninách boli 1,92, resp. 8,57. Údaje boli spracované z výsledkov hydraulického testovania 238 hydrogeologických vrtov, ktorých otvorený úsek bol v týchto horninách. Štandardná merná výdatnosť vrtov sa potom pohybuje v rozmedzí 0,000 08 až 371,05 l · s⁻¹ · m⁻¹. Smerodajná odchýlka hodnôt parametra Y je $\sigma_Y = 1,05$. Mediánu indexu prietochnosti $Md(Y) = 5,61$ zodpovedá medián štandardnej mernej výdatnosti $Md(q) = 0,34$ l · s⁻¹ · m⁻¹. Relevantnou hodnotou ku geometrickému priemeru štandardných merných výdatností 0,40 l · s⁻¹ · m⁻¹ je aritmetický priemer indexu prietochnosti $M(Y) = 5,53$. Geometrické priemery hodnôt koeficientov

prietochnosti a filtrácie odvodených z každej hydrodynamickej skúšky pomocou individuálne odhadnutých hodnôt logaritmickej prepočtovej diferencie T_Y a k_Z sú $6,11 \times 10^{-4}$ m² · s⁻¹, resp. $1,05 \times 10^{-5}$ m · s⁻¹. Rozsah týchto hodnôt je pri koeficiente prietochnosti T_Y $6,12 \times 10^{-9}$ až $1,19 \times 10^0$ m² · s⁻¹, pri koeficiente filtrácie $5,51 \times 10^{-11}$ – $3,13 \times 10^{-2}$ m · s⁻¹. Rozsah hodnôt indexu priepustnosti Z sa pritom pohybuje od -0,13 do 6,99 a smerodajná odchýlka jeho hodnôt σ_Z je 1,16. Aritmetický priemer hodnôt indexu priepustnosti Z triasových vápencov, ktorého je hydrogeologický celok vápencov mladšieho triasu hronika Brezovských Karpát súčasťou, je 3,76 a medián týchto hodnôt $Md(Z) = 3,73$. Kvantilové diagramy na obrázkoch 7a, b porovnávajú výsledky získané z jedného (hydrogeologicky produktívnejšieho) hydrogeologického vrtu v Brezovských Karpatoch a z hydrogeologických vrtov z celoslovenskej databázy.

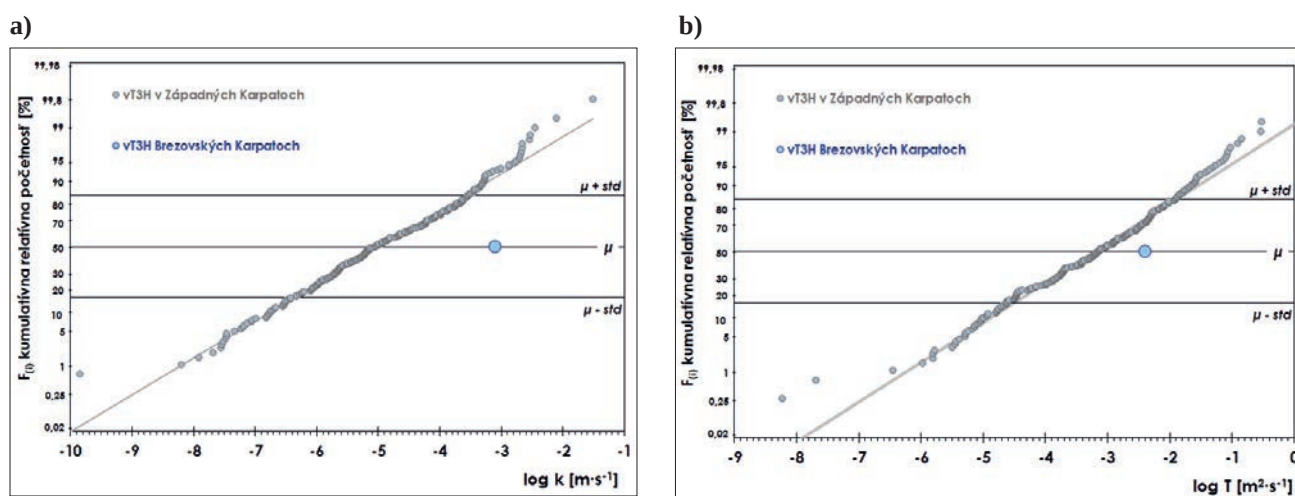
Hydrogeologický celok hlavných dolomitov mladšieho triasu hronika (dT_3^H)

Hlavný dolomit zaberá celú severnú časť Brezovských Karpát – vyskytuje sa na odkrytej ploche 21,687 km² (8,48 % rozlohy územia). Jeho výskyt siahajú od údolia Brezovej pri Holdošovskom mlyne cez Brezovú pod Bradlom, po úpätiach pohoria južne od Košarísk až ku kopanici Bajcarovci (v obci Prašník) a viac-menej zaberá väčšinu plochy krasovo-puklinovej hydrogeologickej štruktúry Kopec – Vysoká hora. Okrem toho sa hlavný dolomit nachádza aj v oblasti medzi Chtelnicou, Dolným Lopašovom a Šterusmi. Plochy, na ktorých vystupujú odkryté hlavné dolomity, sú znázornené na obr. 8. Na rozdiel od wettersteinských dolomitov, hlavný dolomit sa vyznačuje tmavšou svetlohnedosivou až hnedosivou farbou, bituminóznosťou a dobre zreteľnou vrstvositosťou. Sú preň charakteristické paralelne laminované štruktúry a je zároveň mikrokryštalický. Podlieha rekryštalizácii a v dôsledku tektonického porušenia sa rozpadáva na dolomitový štrk.



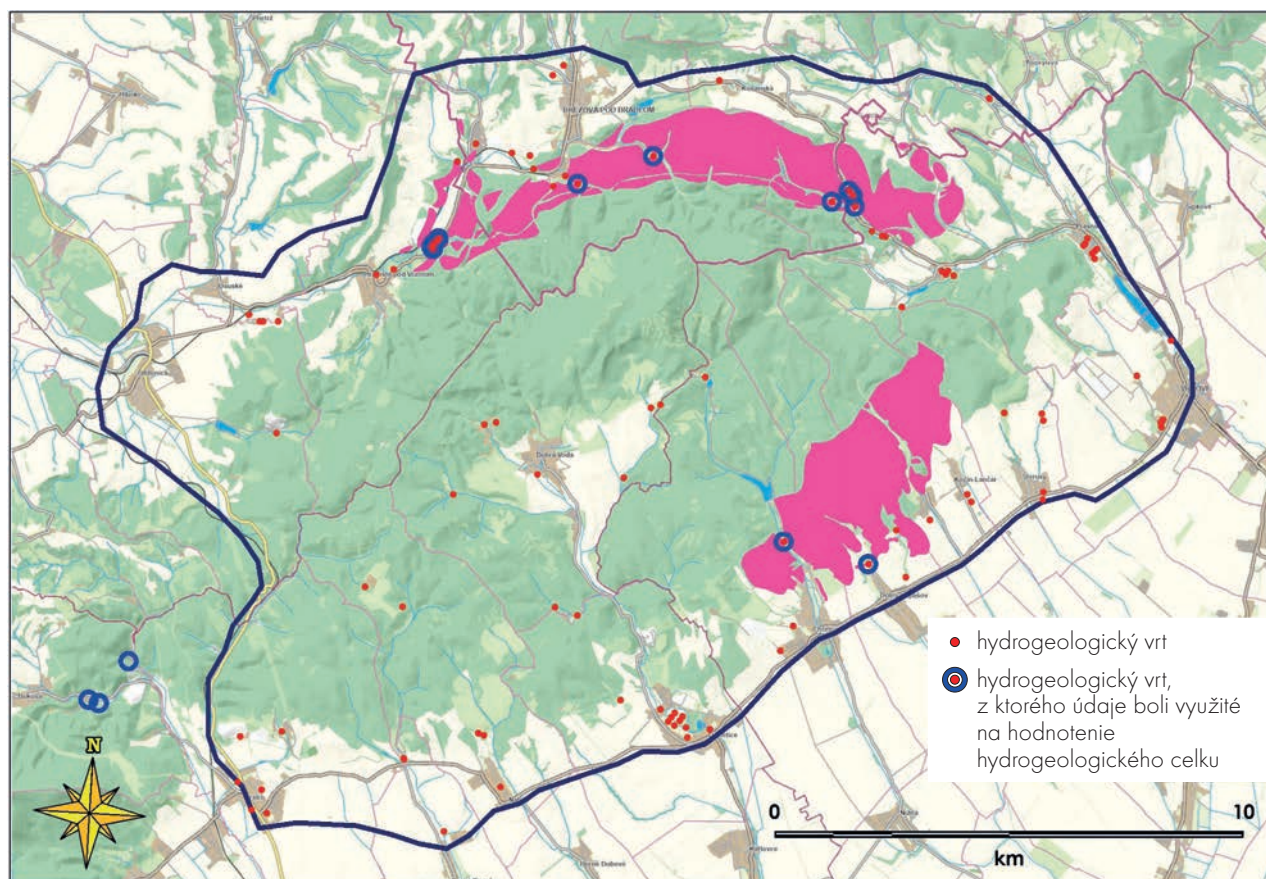
Obr. 6. Plošné rozšírenie hydrogeologického celku vápencov mladšieho triasu hronika (vT_3^H) na hodnotenom území Brezovských Karpát. Odkryté horniny celku sú znázornené purpurovou farbou, hranica územia má modrú farbu. Na území je znázornená aj lokalizácia hydrogeologických vrtov (bodové značky červenej farby).

Fig. 6. Outcropping area of the Upper Triassic limestones of the Hronic Tectonic Unit (vT_3^H) in the area of the Brezovské Karpaty Mts. Exposed rocks of this hydrogeological unit are shown in purple, border of the investigated territory is in blue. Locations of hydrogeological boreholes (red points).



Obr. 7. Porovnanie štatistického rozdelenia hodnôt koeficientu filtrácie a koeficientu prietochnosti vrchnotriasových vápencov z oblasti Brezovských Karpát (overovaných len jedným vrtom) a zo všetkých vrtov v Západných Karpatoch, ktoré čerpaním overovali toto horninové prostredie: a) hodnoty koeficientu filtrácie, b) hodnoty koeficientu prietochnosti na kvantilových diagramoch.

Fig. 7. Comparison of the coefficient of hydraulic conductivity and coefficient of transmissivity of the hydrogeological unit of the Upper Triassic limestones in the area of the Brezovské Karpaty Mts. and from all hydrogeological boreholes in the Western Carpathians that were hydraulically testing this aquifer type: a) hydraulic conductivity values, b) coefficient of transmissivity values shown in quantile diagrams.



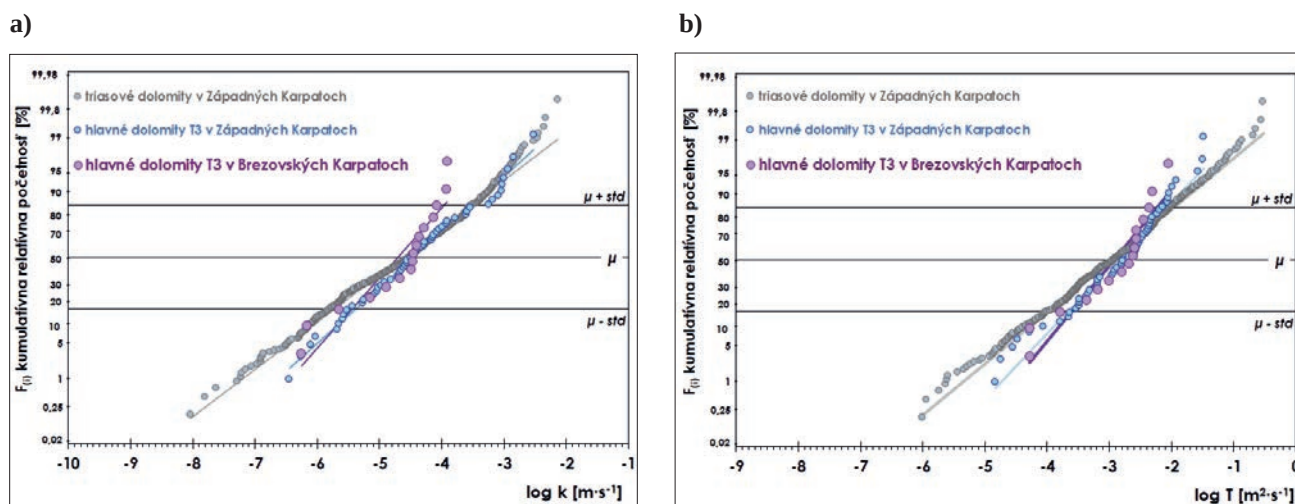
Obr. 8. Plošné rozšírenie hydrogeologického celku hlavných dolomitov mladšieho triasu hronika (dT_3^H) na hodnotenom území Brezovských Karpát. Odkryté horniny celku sú znázornené purpurovou farbou, hranica územia má modrú farbu. Na území je znázornená aj lokalizácia hydrogeologických vrtov (bodové značky červenej farby).

Fig. 8. Outcropping area of the Upper Triassic “Main Dolomite” of the Hronic Tectonic Unit (dT_3^H) in the area of the Brezovské Karpaty Mts. Exposed rocks of this hydrogeological unit are shown in purple, border of the investigated territory is in blue. Locations of hydrogeological boreholes (red points).

Horninové prostredie hlavných dolomitov mladšieho triasu hronika na základe výsledkov hydrodynamických skúšok realizovaných na 16 hydrogeologických vrtoch je charakterizované hodnotami porovnávacích hydraulických parametrov – indexu prietochnosti Y a indexu priepustnosti Z . Pohybujú sa od 4,57 do 6,59, resp. od 2,60 do 4,83. Štandardná merná výdatnosť je v rozmedzí $0,0372 - 3,901 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$. Smerodajné odchýlky hodnôt Y sú $\sigma_Y = 0,65$ a hodnôt Z $\sigma_Z = 0,71$. Mediánovej hodnote štandardnej mernej výdatnosti $Md(q) = 0,631 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$ zodpovedá mediánová hodnota indexu prietochnosti $Md(Y) = 6,02$. Aritmetický priemer indexu prietochnosti 5,80 vypovedá o geometrickom priemere štandardných merných výdatností $G(q) = 1,051 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$. Aritmetický priemer hodnôt Z je 4,02 a medián hodnôt Z je rovný 4,23. Geometrický priemer hodnôt koeficientu filtrácie je $1,97 \times 10^{-5} m \cdot s^{-1}$ a geometrický priemer hodnôt $T = 1,18 \times 10^{-3} m^2 \cdot s^{-1}$. Rozsah hodnôt koeficientu prietochnosti možno v tomto horninovom prostredí očakávať od $5,26 \times 10^{-5}$ do $9,05 \times 10^{-3} m^2 \cdot s^{-1}$, zistené hodnoty koeficientu filtrácie boli v rozsahu $5,60 \times 10^{-7} - 1,21 \times 10^{-4} m^2 \cdot s^{-1}$.

Pri porovnaní s väčším štatistickým súborom získaným z celoslovenskej databázy hydrogeologických vrtov (Malík et al., 2007) vidíme, že minimálne a maximálne hodnoty indexu prietochnosti Y vo všetkých podobných horninách boli

4,00 až 7,26. Údaje boli spracované z výsledkov hydraulického testovania 56 hydrogeologických vrtov, ktorých otvorený úsek bol situovaný vo vrchnotriasových hlavných dolomitoch. Štandardná merná výdatnosť vrtov sa potom pohybuje v rozmedzí $0,01$ až $18,30 l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$. Smerodajná odchýlka hodnôt parametra Y je $\sigma_Y = 0,76$. Mediánu indexu prietochnosti $Md(Y) = 5,96$ zodpovedá medián štandardnej mernej výdatnosti $Md(q) = 0,711 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$. Relevantnou hodnotou ku geometrickému priemeru štandardných merných výdatností $0,92 l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$ je aritmetický priemer indexu prietochnosti $M(Y) = 5,85$. Geometrické priemery hodnôt koeficientov prietochnosti a filtrácie, odvodených pri každej hydrodynamickej skúške pomocou individuálne odhadnutých hodnôt logaritmickej prepočtovej diferencie T_Y a k_Z , sú $1,32 \times 10^{-3} m^2 \cdot s^{-1}$, resp. $3,50 \times 10^{-5} m \cdot s^{-1}$. Rozsah týchto hodnôt je pri koeficiente prietochnosti T_Y $1,47 \times 10^{-5}$ až $3,27 \times 10^{-2} m^2 \cdot s^{-1}$, pri koeficiente filtrácie $3,58 \times 10^{-7} - 3,02 \times 10^{-3} m \cdot s^{-1}$. Pritom sa rozsah hodnôt indexu priepustnosti Z pohybuje od 2,46 do 6,34 a smerodajná odchýlka jeho hodnôt σ_Z je 0,92. Aritmetický priemer hodnôt indexu priepustnosti Z hlavných dolomitov v celých Západných Karpatoch je 4,27 a medián týchto hodnôt $Md(Z) = 4,200$. Kvantilové diagramy na obrázkoch 9a, b porovnávajú výsledky získané z hydrogeologických vrtov



Obr. 9. Porovnanie štatistického rozdelenia hodnôt koeficientu filtrácie a koeficientu prietochnosti hlavných dolomitov z oblasti Brezovských Karpát a zo všetkých vrtov v Západných Karpatoch, ktoré čerpaním overovali toto horninové prostredie: a) hodnoty koeficientu filtrácie, b) hodnoty koeficientu prietochnosti na kvantilových diagramoch.

Fig. 9. Comparison of the coefficient of hydraulic conductivity and coefficient of transmissivity of the hydrogeological unit of the Upper Triassic "Main Dolomite" in the area of the Brezovské Karpaty Mts. and from all hydrogeological boreholes in the Western Carpathians that were hydraulically testing this aquifer type: a) hydraulic conductivity values, b) coefficient of transmissivity values shown in quantile diagrams.

vo vrchnotriasových hlavných dolomitoch v Brezovských Karpatoch, resp. v ich bezprostrednom okolí a z hydrogeologických vrtov v tých istých horninách z celoslovenskej databázy a vizuálne dokladujú ich podobné vlastnosti tak v Brezovských Karpatoch a ich okolí, ako aj v rámci celých Západných Karpát.

Hydrogeologický komplex regionálnych izolátorov

Hydrogeologický celok piesčitých bridlíc a ílovcov lunzských vrstiev mladšieho triasu hronika (bpT₃^H)

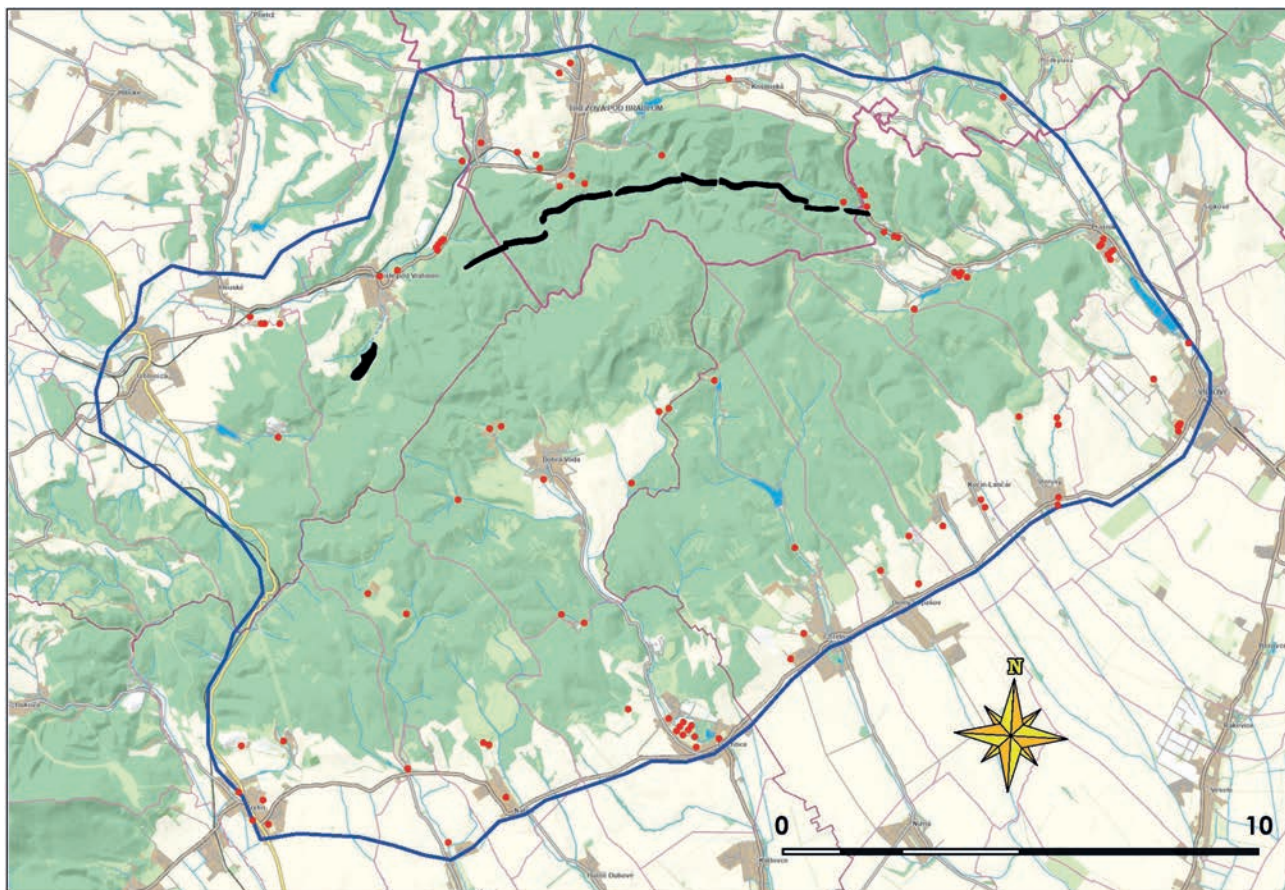
Lunzske vrstvy tvoria v severnej časti Brezovských Karpát nielen významný litologický horizont, ale aj významný regionálny hydrogeologický izolátor. Piesčité bridlice a ílovce lunzských vrstiev mladšieho triasu hronika sú v rámci mapovaného územia rozšírené na celkovej ploche len 0,55 km², čo predstavuje iba 0,22 % jeho rozlohy. Výskyt tohto dôležitého regionálneho izolátora je znázornený na obr. 10. Ide tu (v prípade severnej časti pohoria) o málo hrubé (5 až 15 m) teleso, litostratigraficky zakončujúce vývoj wettersteinských dolomitov lagunárnej fácie a oddeľujúce ich od hlavného dolomitu. Na základe pozície „nad“ a „pod“ lunzskými vrstvami sa potom v teréne spoľahlivo rozlišujú vrchnotriasové a stredotriasové karbonáty. Okrem tohto výrazného pruhu, ktorý je dobre viditeľný aj na morfológii tejto časti Brezovských Karpát, sa lunzske vrstvy nachádzajú aj v plošne rozsiahlejších výstupoch v okolí Hradišťa pod Vrátnom (Miškozlovo). Výskyt pravdepodobne patria k rozličným tektonickým celkom, podobne ako lunzske vrstvy v spodnej štruktúre čiastkového príkrovu Dobrej Vody na lokalite Pod Hrubými skalkami. Ich tektonické opakovanie spolu s reiflinskými vápencami bolo zaznamenané v štruktúrnogeologickom vrte DV-1 (Michalík et al., 1992), kde mali lunzske vrstvy v dôsledku strmých úložných pomerov veľkú nepravú

hrúbku (viac ako 300 m). Lunzske vrstvy (pravdepodobne ich súčasť – reingrabenské bridlice) boli zastihnuté aj v jablonickej kryhe (hydrogeologickej štruktúre Plešivej hory) severne od Dechtíc vo vrte D-5 (Baráth in Kováč et al., 1990). Litologicky tu ide o tmavšie sivé ílovité a ílovito-prachovité bridlice s polohami jemnozrnných kremitých pieskovcov alebo lavice pieskovcov sa striedajú s tenkými medzivrstvičkami ílovito-piesčitých bridlíc.

V prípade lunzských vrstiev ide o významný regionálny hydrogeologický izolátor so schopnosťou ovplyvňovať prúdenie podzemnej vody svojou polohou či geometrickým usporiadaním v rámci triasových karbonátových súvrství. Vzhľadom na tieto vlastnosti v lunzských vrstvách v rámci Brezovských Karpát, ale ani v rámci všetkých vyhodnotiteľných hydrogeologických prieskumov na území Slovenska sa hydrodynamickou skúškou neoveroval ani jeden vrt. Na hydrogeologickej mape Brezovských Karpát boli k lunzským vrstvám priradené vlastnosti na základe analógie litologického zloženia z práce Malíka et al. (2007).

Hydrogeologický celok slieňov a flyšu s prevahou slieňov brezovskej kriedy (súvrstvie Hurbanovej doliny, podbradlianske a košarištianske súvrstvie, štvornické slieňe – sfK^{BR})

Hydrogeologický celok slieňov a flyšu s prevahou slieňov brezovskej kriedy má v rámci santónskeho súvrstvia Hurbanovej doliny dve vzájomne sa zastupujúce faciálne variety – štandardné flyšové striedanie pieskovcov a ílovcov alebo faciú s výrazne zníženým obsahom pieskovcov. Košarištianske (predtým košariské) súvrstvie tvoria najmä červené, menej sivé a zelenkavé bridličnaté slieňe a slieňovce patriace do staršieho kampánu. Podbradlianske súvrstvie (stredný až mladší kampán – ?mástricht) tvorí flyšové striedanie jemno- až strednozrnných pieskovcov



Obr. 10. Plošné rozšírenie hydrogeologického celku piesčitých bridlíc a ílovcov lunzských vrstiev mladšieho triasu hronika (bpT_3^H) na hodnotenom území Brezovských Karpát. Odkryté horniny celku sú znázornené čiernou farbou, hranica územia má modrú farbu. Na území je znázornená aj lokalizácia hydrogeologických vrtov (bodové značky červenej farby).

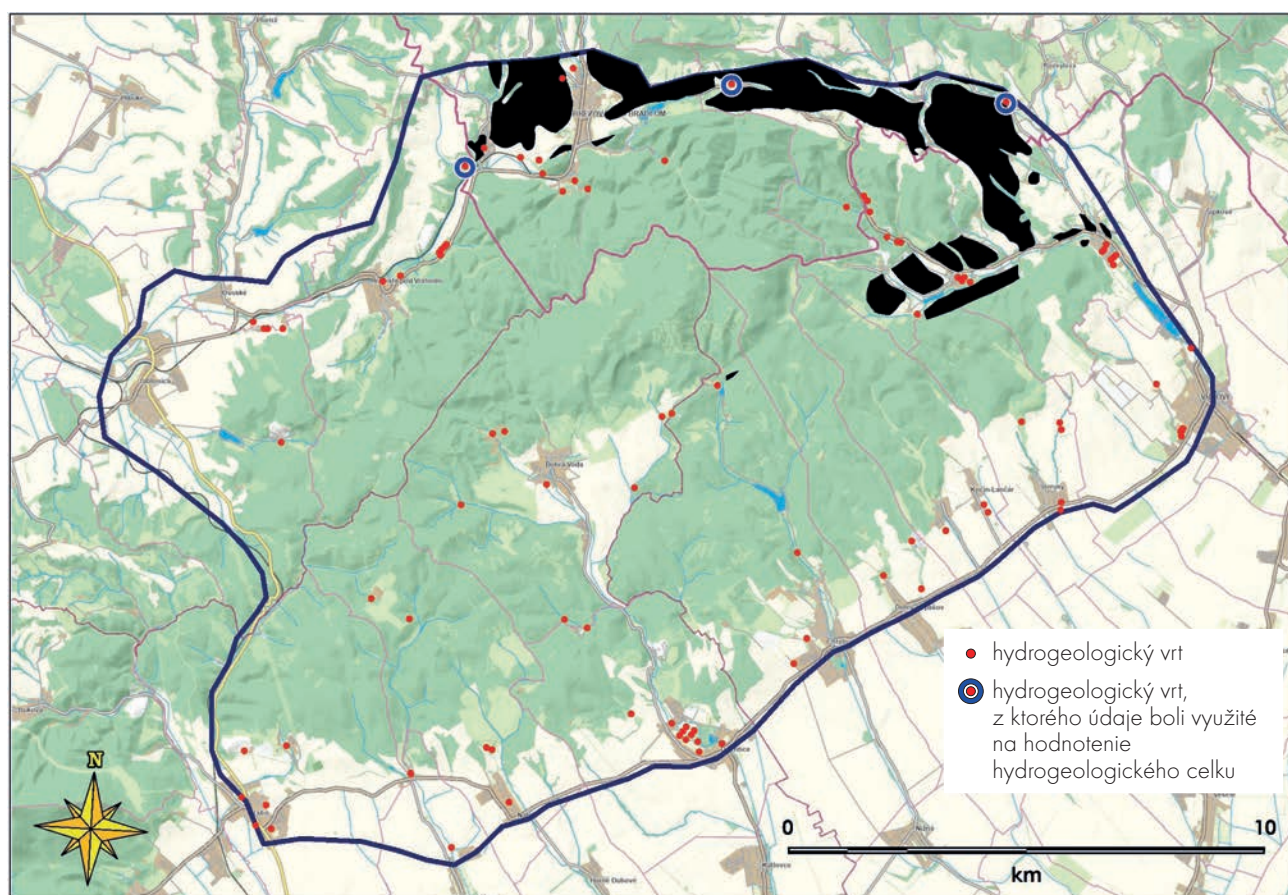
Fig. 10. Outcropping area of the sandy shales and claystones of the Upper Triassic Lunz Beds of the Hronic Tectonic Unit (bpT_3^H) in the area of the Brezovské Karpáty Mts. Exposed rocks of this hydrogeological unit are shown in black, border of the investigated territory is in blue. Locations of hydrogeological boreholes (red points).

a sivých siltových ílovcov a slieňov s nestálym pomerom pieskencov a ílovcov v profile. Všetky tieto súvrstvia patria do brezovskej skupiny, resp. brezovskej kriedy a taktiež ich považujeme za významný hydrogeologický izolátor. Sliene a flyš s prevahou slieňov brezovskej kriedy (súvrstvie Hurbanovej doliny, podbradlianske a košarištianske súvrstvie, štvornické sliene) sú v rámci hodnoteného územia Brezovských Karpát rozšírené na ploche $13,222 \text{ km}^2$ (5,17 % rozlohy územia), plochy ich výskytu sú znázornené na obr. 11.

Hodnoty indexu prietochnosti Y v skúšaných úsekoch 3 hydrogeologických vrtov, hydraulicky overujúcich horninové prostredie slieňov a flyšových hornín s prevahou slieňov brezovskej kriedy (súvrstvia Hurbanovej doliny, podbradlianskeho a košarištianskeho súvrstvia a štvornických slieňov), sa pohybovali v rozpätí 3,30 – 5,37 pri štandardnej mernej výdatnosti $q = 0,002 - 0,24 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ s geometrickým priemerom $G(q) = 0,13 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Medián hodnôt štandardnej mernej výdatnosti dosiahnutej pri odberových skúškach má hodnotu $Md(q) = 0,04 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Stredné hodnoty indexu prietochnosti Y boli reprezentované aritmetickým priemerom $M(Y) = 4,59$ a mediánom $Md(Y) = 5,10$. Z nich odvodené priemerné hodnoty koeficientu prietochnosti T majú geometrický priemer hodnôt $T_Y - G(T_Y) = 9,34 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Individuálne hodnoty

koeficientu prietochnosti T_Y sa pohybujú od $5,36 \times 10^{-6}$ do $5,67 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. V prípade indexu priepustnosti Z boli jeho stredné hodnoty aritmetický priemer $M(Z) = 3,46$ a medián $Md(Z) = 4,40$. Okrajové (extrémne) hodnoty sa pohybujú od 1,16 do 4,83. Odvodené hodnoty koeficientov filtrácie k_z sú potom v rozmedzí od $3,85 \times 10^{-8}$ do $1,62 \times 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ s odhadom priemerných hodnôt $G(k_z)$ $6,94 \times 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Variabilita hodnôt hydraulických parametrov v tomto type zvodnencov je daná veľkosťou smerodajnej odchýlky hodnôt indexov prietochnosti Y a priepustnosti Z , kde $\sigma_Y = 1,12$ a $\sigma_Z = 2,01$.

Hodnoty indexu prietochnosti Y v skúšaných úsekoch 229 hydrogeologických vrtov, hydraulicky overujúcich analogické horninové prostredie ílovcového flyšu, resp. flyšu s prevahou ílovcov alebo slieňovcov, sa v rámci všetkých podobne hodnotených vrtov z územia Západných Karpát a slovenskej časti Podunajskej nížiny (Malík et al., 2007) pohybovali v rozpätí 2,95 – 7,10 pri štandardnej mernej výdatnosti $q = 0,00089 - 12,50 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ s geometrickým priemerom $G(q) = 0,10 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Medián hodnôt štandardnej mernej výdatnosti dosiahnutej pri odberových skúškach je $Md(q) = 0,0899 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Stredné hodnoty indexu prietochnosti Y reprezentuje aritmetický priemer $M(Y) = 4,98$ a medián $Md(Y) = 5,00$ a z nich odvodené



Obr. 11. Plošné rozšírenie hydrogeologického celku slietov a flyšu s prevahou slietov brezovskej kriedy (súvrstvá Hurbanovej doliny, podbradlianskeho a košarištianskeho, ako aj štvernických slietov – sfK^{BR}) na hodnotenom území Brezovských Karpát. Odkryté horniny celku sú znázornené čiernou farbou, hranica územia má modrú farbu. Na území je znázornená aj lokalizácia hydrogeologických vrtov (bodové značky červenej farby).

Fig. 11. Outcropping area of the marls and flysch with a predominance of marls of the Brezová Cretaceous (Hurbanova dolina, Podbradlo and Košarišká formations as well as the Štvorník Marl – sfK^{BR}) in the area of the Brezovské Karpaty Mts. Exposed rocks of this hydrogeological unit are shown in black, border of the investigated territory is in blue. Locations of hydrogeological boreholes (red points).

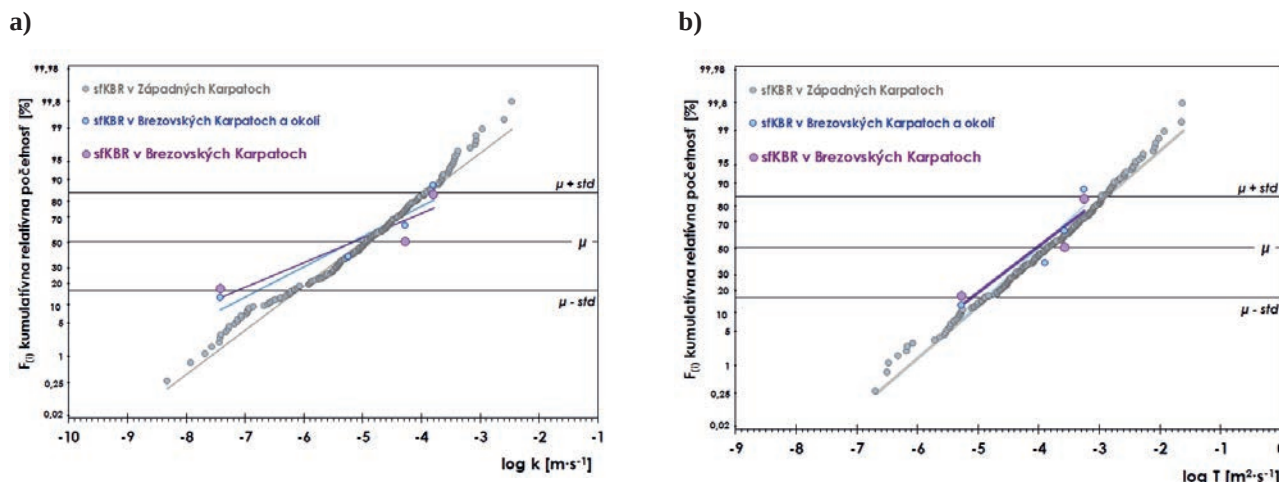
priemerné hodnoty koeficientu prietochnosti T – geometrický priemer hodnôt $T_Y - G(T_Y) = 1,37 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Individuálne hodnoty koeficientu prietochnosti T_Y sa pohybujú od $2,08 \times 10^{-7}$ do $2,42 \times 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Stredné hodnoty indexu priepustnosti Z sú aritmetický priemer $M(Z) = 3,84$ a medián $Md(Z) = 3,86$, okrajové (extrémne) hodnoty sa pohybujú od 0,97 do 6,22. Z nich odvodené hodnoty koeficientov filtrácie k_z sú potom v rozmedzí od $4,77 \times 10^{-9}$ do $3,48 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, s odhadom priemerných hodnôt $G(kZ) = 9,97 \times 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Variabilita hodnôt hydraulických parametrov v tomto type zvodnencov je daná veľkosťou smerodajnej odchýlky hodnôt indexov prietochnosti Y a priepustnosti Z , kde $\sigma_Y = 0,79$ a $\sigma_Z = 0,97$. Oba súbory z celoslovenskej databázy aj z databázy údajov z oblasti Brezovských Karpát sú graficky porovnané na obr. 12a, b.

Hydrogeologický celok ílovcov, siltovcov, prachovcov, pieskovcov, pieskov a tufov lakšárskeho súvrstvia (karpat; prietržské vrstvy – ipN^{KL})

Regionálnym hydrogeologickým izolátorom neogénneho stratigrafického zaradenia je hydrogeologický celok prietržských vrstiev – ílovcov, siltovcov, prachovcov, pieskovcov, pieskov a tufov lakšárskeho súvrstvia. Flyšový

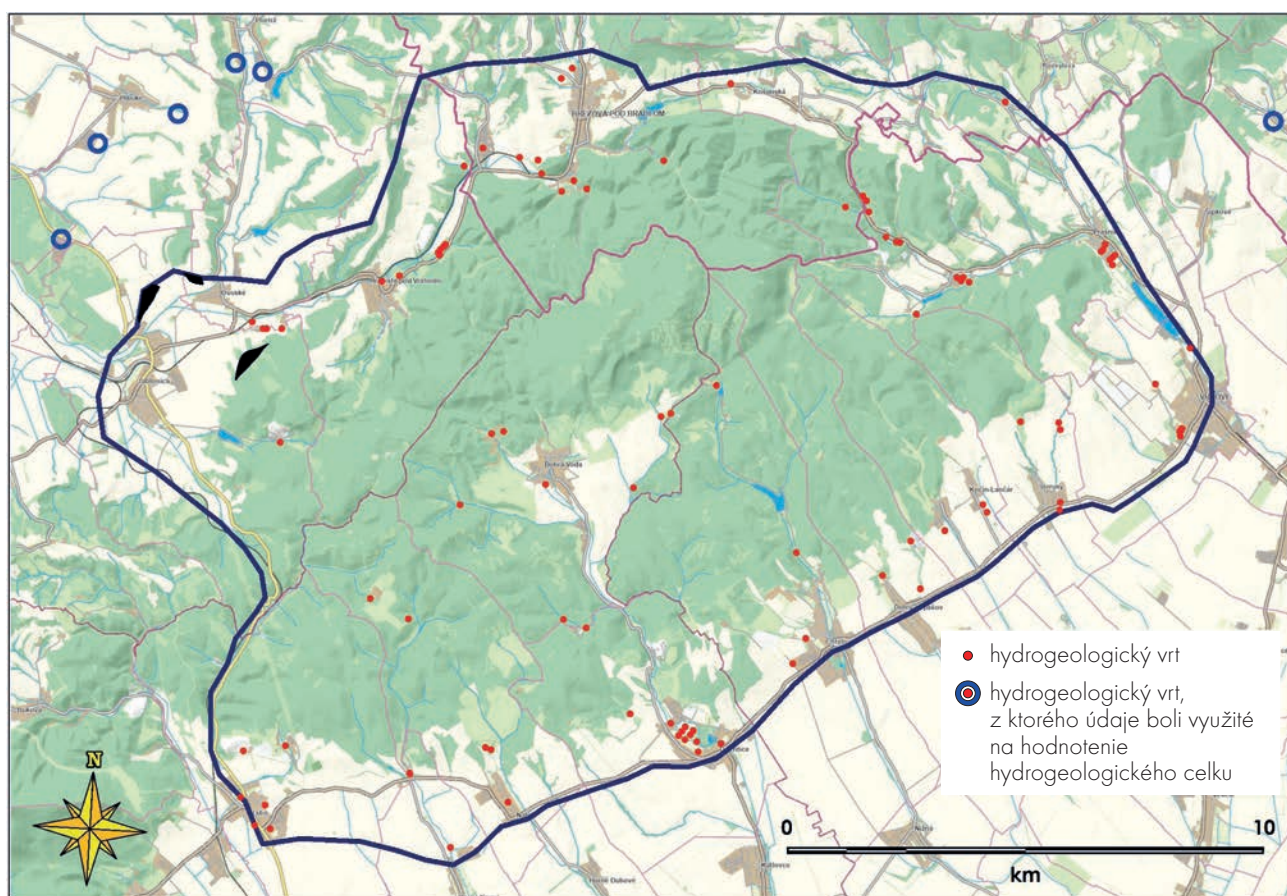
charakter tohto súvrstvia potvrdzujú hrubé polohy tenko vrstvených sedimentov, kde pieskovce sú zvyčajne slabé spevnené, rozsypavé, hnedé, horšie vytriedené, jemnozrnné, zväčša gradačne zvrstvené, šikmo a paralelne laminované a ílovce sú prevažne svetlé, mäkké, hnedé až okrové, zriedka až ružovkasté. Vo vyšších polohách potom vystupujú tmavosivé alebo hnedosivé pevnejšie až lastúrnato odlučné ílovce, ktoré sú vápnité a zvyčajne majú siltovú alebo piesčitú prímes, prípadne sú s muskovitom. Sekundárne sa tu vytvárali cicváry v priemere až do 5 cm. Maximálna hrúbka prietržských vrstiev v hodnotenej oblasti sa odhaduje na 170 m a na západe pohoria tvoria bariéru podzemnej vode prestupujúcej z Brezovských Karpát. Plochy výskytu ílovcov, siltovcov, prachovcov, pieskovcov, pieskov a tufov lakšárskeho súvrstvia (prietržské vrstvy karpatského veku) sú znázornené na obr. 13. V rámci hodnoteného územia Brezovských Karpát sú rozšírené len na malej ploche, 0,318 km² (0,12 % rozlohy územia), v oblasti medzi Osuským a Jablonicou.

Údaje o priemernej prietochnosti a priepustnosti horninového prostredia prietržských vrstiev – ílovcov, siltovcov, prachovcov, pieskovcov, pieskov a tufov lakšárskeho súvrstvia karpatu – boli získané interpretáciou výsledkov



Obr. 12. Porovnanie štatistického rozdelenia hodnôt koeficientu filtrácie a koeficientu prietoknosti slieňov a flyšových hornín s prevahou slieňov brezovskej kriedy (súvrstvia Hurbanovej doliny, podbradlianskeho a košarištianskeho súvrstvia a štvornických slieňov z oblasti Brezovských Karpát a zo všetkých vrtov ílovcového flyšu, resp. flyšu s prevahou ílovcov alebo slieňovcov v Západných Karpatoch: a) hodnoty koeficientu filtrácie, b) hodnoty koeficientu prietoknosti na kvantilových diagramoch.

Fig. 12. Comparison of the coefficient of hydraulic conductivity and coefficient of transmissivity of the hydrogeological unit of marls and flysch with a predominance of marls of the Brezová Cretaceous (Hurbanova dolina, Podbradlianske and Košarišká formations and Štvorník Marl in the area of the Brezovské Karpaty Mts. and from all hydrogeological boreholes in claystone flysch, or flysch with a predominance of claystones or marls in the Western Carpathians: a) hydraulic conductivity values, b) coefficient of transmissivity values shown in quantile diagrams.



Obr. 13. Plošné rozšírenie hydrogeologického celku ílovcov, siltovcov, prachovcov, pieskovcov, pieskov a tufov lakšárskeho súvrstvia (karpatic; prietržské vrstvy – ipN^{KL}) na hodnotenom území Brezovských Karpát. Odkryté horniny celku sú znázornené čiernou farbou, hranica územia má modrú farbu. Na území je znázornená aj lokalizácia hydrogeologických vrtov (bodové značky červenej farby).

Fig. 13. Outcropping area of the claystones, siltstones, sandstones, sands and tuffs of the Lakšár Formation (Karpatic; Prietrž Mb. – ipN^{KL}) in the area of the Brezovské Karpaty Mts. Exposed rocks of this hydrogeological unit are shown in black, border of the investigated territory is in blue. Locations of hydrogeological boreholes (red points).

hydrodynamických skúšok realizovaných na 14 hydrogeologických vrtoch v bezprostrednom okolí Brezovských Karpát. Hodnoty indexu prietochnosti Y skúšaných úsekov sa pohybujú v rozpätí od 4,09 do 6,65, čo zodpovedá štandardnej mernej výdatnosti $0,012 \text{ } 3 \text{ až } 4,42 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Smerodajná odchýlka σ_Y je 0,88. Mediánu indexu prietochnosti $Md(Y) = 5,12$ zodpovedá medián štandardnej mernej výdatnosti $Md(q) = 0,27 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Aritmetický priemer indexu prietochnosti $M(Y) = 5,43$ zodpovedá geometrickému priemeru hodnôt štandardnej mernej výdatnosti $G(q) = 0,13 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Hodnoty prietochnosti stanovené výpočtom z individuálne stanovených hodnôt logaritmickú prepočtovej diferencie a štandardnej mernej výdatnosti z jednotlivých hydrogeologických vrtoch sa pohybujú od $4,53 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ do $7,49 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Smerodajná odchýlka hodnôt $Z - \sigma_Z = 1,13$. Medián hodnôt indexu priepustnosti Z horninového prostredia prietržských vrstiev $Md(Z) = 4,05$ a ich aritmetický priemer je 4,13. Aplikáciou individuálne stanovených hodnôt koeficientu logaritmickú prepočtovej diferencie d a následným prepočítaním na hodnoty k_z bol stanovený odhad geometrických priemerov koeficientu filtrácie $G(k_z) = 3,09 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a koeficientu prietochnosti $G(T_Y) = 6,09 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Hodnoty indexu priepustnosti Z sa tu zistili v rozsahu od 2,19 do 5,63. Z toho vyplýva rozsah hodnôt koeficientu filtrácie k_z od $6,06 \times 10^{-7}$ do $7,12 \times 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Údaje o priemernej prietochnosti a priepustnosti horninového prostredia ílovcov, siltovcov, prachovcov, pieskovcov, pieskov a tufov lakšárskeho súvrstvia karpátu – prietržských vrstiev – boli porovnané so súborom výsledkov získaným spracovaním výsledkov z hydrodynamických skúšok realizovaných na vrtoch v horninách s analogickým litologickým zložením (Malík et al., 2007) súboru vrtoch z horninového prostredia ílov, ílovcov a siltovcov, variabilne s polohami pieskovcov, zlepenecov, tufov alebo vápencov, spolu na 159 hydrogeologických vrtoch. Hodnoty indexu prietochnosti skúšaných úsekov sa v rámci celého Slovenska pohybujú v rozpätí $Y = 3,15$ až $6,44$, čo zodpovedá štandardnej mernej výdatnosti $0,012 \text{ } 3 \text{ až } 4,42 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Smerodajná odchýlka σ_Y bola 0,61. Mediánu indexu prietochnosti $Md(Y) = 5,11$ zodpovedá medián štandardnej mernej výdatnosti $Md(q) = 0,11 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Aritmetický priemer indexu prietochnosti $M(Y) = 5,05$ zodpovedá geometrickému priemeru hodnôt štandardnej mernej výdatnosti $G(q) = 0,13 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Hodnoty prietochnosti stanovené výpočtom z individuálne stanovených hodnôt logaritmickú prepočtovej diferencie a štandardnej mernej výdatnosti z jednotlivých hydrogeologických vrtoch sa pohybujú od $3,15 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ do $1,60 \times 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Smerodajná odchýlka hodnôt $Z - \sigma_Z$ je 0,73. Medián hodnôt indexu priepustnosti Z horninového prostredia ílov, ílovcov a siltovcov, variabilne s polohami pieskovcov, zlepenecov, tufov alebo vápencov, $Md(Z) = 3,73$ a ich aritmetický priemer je 3,67. Aplikáciou individuálne stanovených hodnôt koeficientu logaritmickú prepočtovej diferencie d a následným prepočítaním na hodnoty k_z sa získal odhad geometrických priemerov koeficientu filtrácie $G(k_z) = 1,20 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a koeficientu prietochnosti $G(T_Y) = 2,83 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ z celého súboru hornín s analogickou

litológiou na našom území. Hodnoty indexu priepustnosti Z sa tu zistili v rozsahu od 1,35 do 5,43. Z toho vyplýva rozsah hodnôt koeficientu filtrácie k_z od $5,87 \times 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ do $1,31 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Porovnanie štatistického rozdelenia hodnôt hydraulických parametrov ílovcov, siltovcov, prachovcov, pieskovcov, pieskov a tufov v oboch súborech prietržských vrstiev z oblasti Brezovských Karpát a ich okolia a zo všetkých vrtoch v Západných Karpatoch sa nachádza na obr. 14a, b. Z uvedených údajov, ako aj z obrázkov je zrejмый mierne priepustnejší charakter prietržských vrstiev karpátu v okolí Brezovských Karpát.

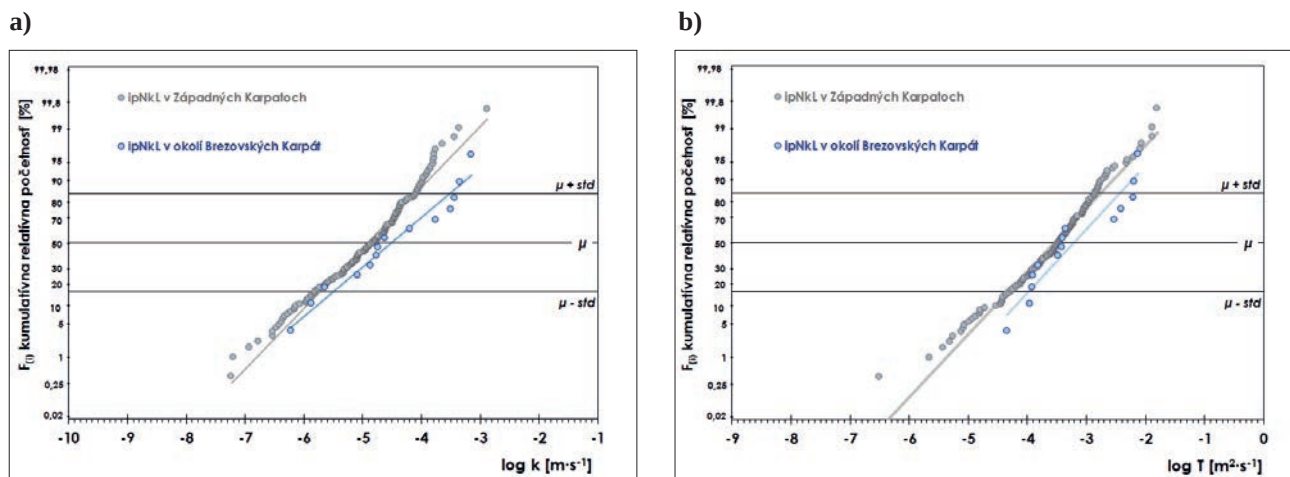
Hydrogeologický komplex sedimentov jury a kriedy

Hydrogeologický celok baraneckých pieskovcov, valchovských zlepenecov a schizofytových vápencov brezovskej kriedy – karbonátových pieskovcov, polymiktných a brekciovitých zlepenecov, piesčitých slieňov a vápencov (pzsvK^{BR})

Horniny ostriežskej a brezovskej skupiny (tzv. brezovskej kriedy) boli podrobnejšie litologicky charakterizované v práci Malíka et al. (2023). Baranecké pieskovce, valchovské zlepenecy a schizofytové vápence brezovskej kriedy – karbonátové pieskovce, polymiktné a brekciovité zlepenecy, piesčité slieňe a vápence – sú v rámci mapovaného územia rozšírené na celkovej ploche $8,855 \text{ km}^2$, čo predstavuje $3,46 \%$ jeho rozlohy. Ich výskyt je znázornený na obr. 15.

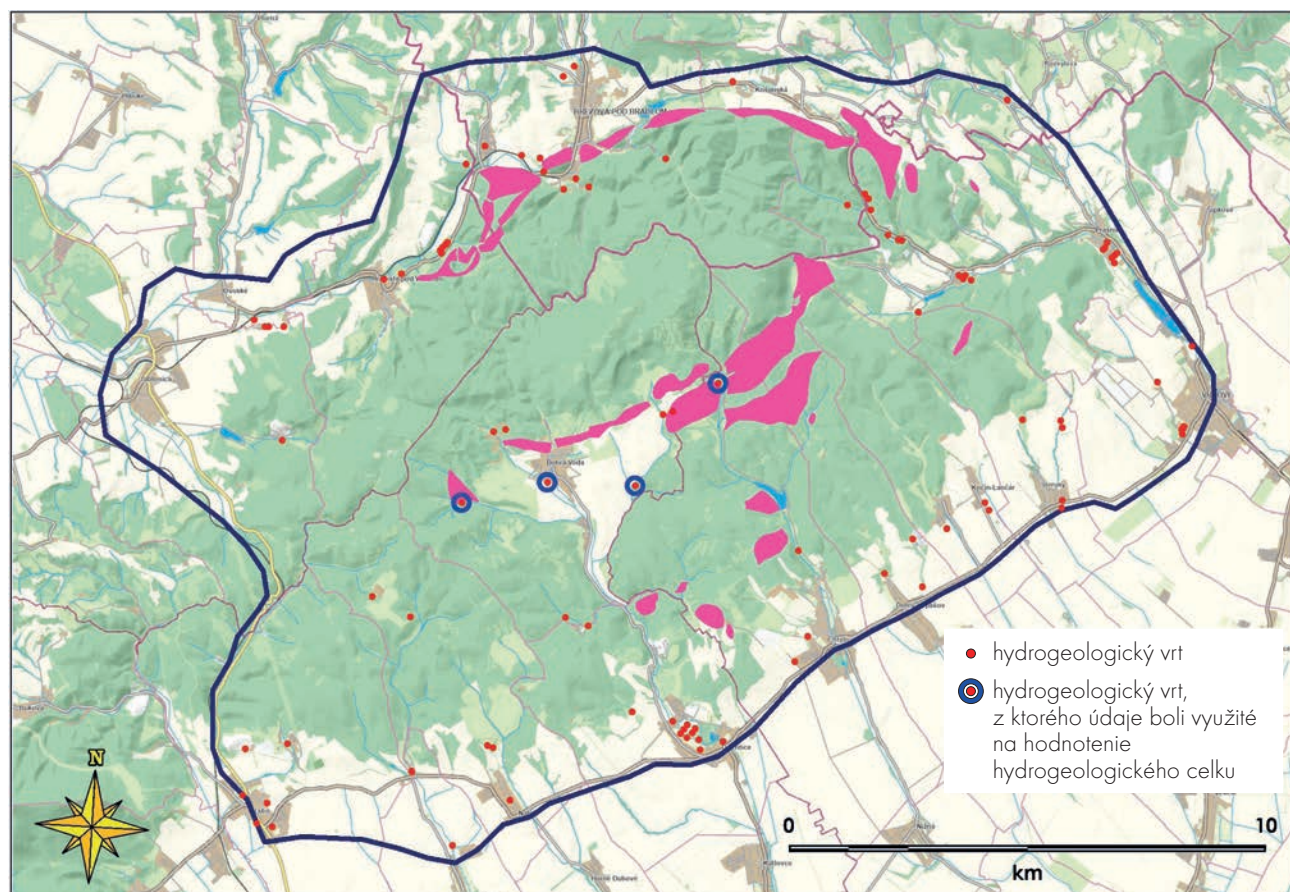
Uvedený súbor karbonátových pieskovcov, polymiktných a brekciovitých zlepenecov, piesčitých slieňov a vápencov možno z hydrogeologického hľadiska charakterizovať prevažne puklinovým typom priepustnosti a skôr nižšími hodnotami hydraulických parametrov. Z údajov z hydrodynamických skúšok realizovaných na 4 hydrogeologických vrtoch týchto hornín v Brezovských Karpatoch boli odvodené základné orientačné charakteristiky prietochnosti a priepustnosti. Smerodajné odchýlky porovnávacích hydraulických parametrov Y a Z sú $\sigma_Y = 0,62$ a $\sigma_Z = 0,94$. Minimálne hodnoty indexu prietochnosti sú tu $\min(Y) = 4,63$, maximálne hodnoty $\max(Y) = 6,01$. Medián indexu prietochnosti $Md(Y) = 5,38$. Tejto hodnote zodpovedá medián štandardnej mernej výdatnosti $Md(q) = 0,22 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, ktorá sa inak pohybuje v rozmedzí $0,042 \text{ } 6 \text{ až } 1,02 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Aritmetický priemer indexu prietochnosti $M(Y)$ je rovný $5,35$ a zodpovedá geometrickému priemeru hodnôt štandardnej mernej výdatnosti $G(q) = 0,24 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, geometrický priemer hodnôt T_Y je $4,53 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Rozsah odvodených hodnôt koeficientu prietochnosti T_Y je potom $7,72 \times 10^{-5} - 3,26 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Aritmetický priemer indexu priepustnosti $M(Z) = 3,38$, medián $Md(Z) = 3,37$. Rozsah hodnôt indexu priepustnosti Z bol $2,40 - 4,38$. Individuálne stanovené hodnoty koeficientu logaritmickú prepočtovej diferencie d z každej odberovej skúšky nám umožnili výpočet hodnôt k_z a následný odhad geometrického priemeru koeficientu filtrácie $G(k_z) = 4,85 \times 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a stanovenie rozsahu hodnôt koeficientu filtrácie $k_z = 4,55 \times 10^{-6}$ až $7,64 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Výsledky regionálnych hydraulických parametrov z týchto hornín sa môžu porovnať s výsledkami hydraulických testov získaných z väčšieho súboru údajov z celého územia Západných Karpát (Malík et al., 2007). Z týchto



Obr. 14. Porovnanie štatistického rozdelenia hodnôt koeficientu filtrácie a koeficientu prietochnosti ílovcov, siltovcov, prachovcov, pieskovcov, pieskov a tufov v oboch súboroch prietržských vrstiev z oblasti Brezovských Karpát a ich okolia a zo všetkých vrtov situovaných v analogických horninách v Západných Karpatoch: a) hodnoty koeficientu filtrácie, b) hodnoty koeficientu prietochnosti na kvantilových diagramoch.

Fig. 14. Comparison of the coefficient of hydraulic conductivity and coefficient of transmissivity of the hydrogeological unit of claystones, siltstones, sandstones, sands and tuffs of the Prietrž Mb. in the area of the Brezovské Karpaty Mts. with the statistical distribution of these values obtained for all wells situated in analogical sediments in the territory of Slovakia (Malík et al., 2007): a) hydraulic conductivity values, b) coefficient of transmissivity values shown in quantile diagrams.



Obr. 15. Plošné rozšírenie hydrogeologického celku baraneckých pieskovcov, valchovských zlepcov a schizofytových vápencov brezovskej kriedy – karbonátových pieskovcov, polymiktných a brekciovitých zlepcov, piesčitých sliên a vápencov (pzsvK^{BR}) – na hodnotenom území Brezovských Karpát. Odkryté horniny celku sú znázornené purpurovou farbou, hranica územia má modrú farbu. Na území je znázornená aj lokalizácia hydrogeologických vrtov (bodové značky červenej farby).

Fig. 15. Outcropping area of Baranec Sandstone, Valchov Conglomerate and schizofytic limestones of the Brezová Cretaceous sediments – carbonatic sandstones, polymict, breccia-like conglomerates, sandy marls and limestones (pzsvK^{BR}) – in the area of the Brezovské Karpaty Mts. Exposed rocks of this hydrogeological unit are shown in purple, border of the investigated territory is in blue. Locations of hydrogeological boreholes (red points).

údajov získaných zo 78 hydrogeologických vrtov bola odvodená priemerná prietočnosť a priepustnosť horninového prostredia polymiktných zlepcov a brekcií, variabilne s polohami pieskovcov. Smerodajné odchýlky porovnávacích hydraulických parametrov Y a Z boli $\sigma_Y = 0,98$ a $\sigma_Z = 1,17$. Minimálne hodnoty indexu prietočnosti boli $\min(Y) = 2,86$, maximálne hodnoty $\max(Y) = 7,60$. Medián indexu prietočnosti $Md(Y) = 5,16$. Tejto hodnote zodpovedal medián štandardnej mernej výdatnosti $Md(q) = 0,18 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, ktorá sa inak pohybovala v rozmedzí $0,00072$ až $40,07 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Aritmetický priemer indexu prietočnosti $M(Y)$ bol rovný $5,26$ a zodpovedal geometrickému priemeru hodnôt štandardnej mernej výdatnosti $G(q) = 0,15 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, geometrický priemer hodnôt T_Y bol $2,43 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Rozsah odvodených hodnôt koeficientu prietočnosti T_Y bol potom $3,88 \times 10^{-7}$ – $7,19 \times 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Aritmetický priemer indexu priepustnosti $M(Z) = 3,90$, medián $Md(Z) = 3,80$. Rozsah hodnôt indexu priepustnosti Z bol $0,36$ až $7,10$. Individuálne stanovené hodnoty koeficientu logaritmickej prepočtovej diferenciácie d z každej odberovej skúšky umožnili výpočet hodnôt k_Z , následný odhad geometrického priemeru koeficientu filtrácie $G(k_Z) = 1,07 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a stanovenie rozsahu hodnôt koeficientu filtrácie $k_Z = 2,43 \times 10^{-9}$ až $1,86 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Porovnanie výsledkov získaných z oboch súborov je graficky znázornené na kvantilových diagramoch na obr. 16a, b.

Hydrogeologický komplex sedimentov neogénu

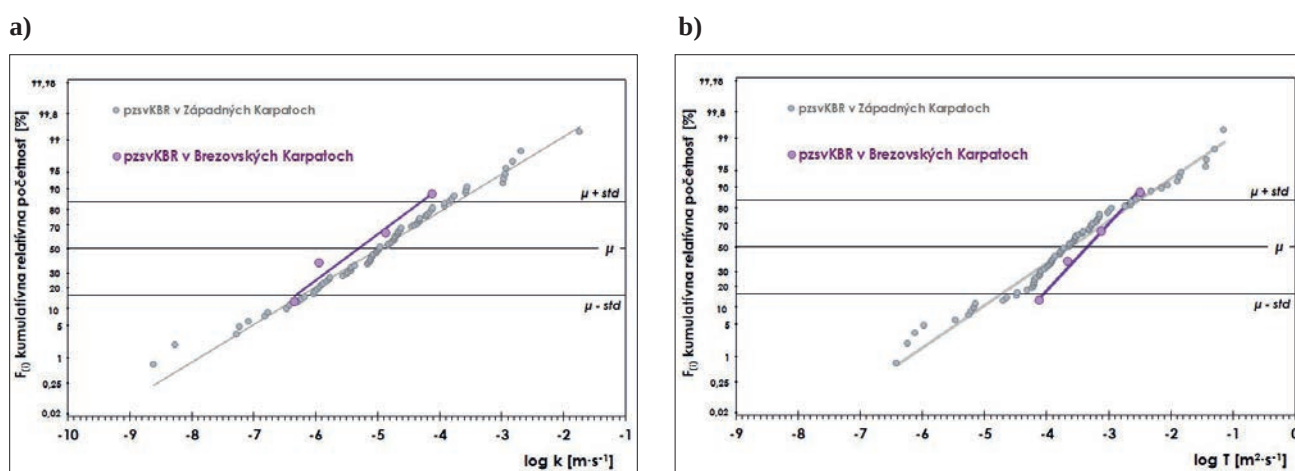
Hydrogeologický celok podbrančských zlepcov a brekcií lužického súvrstvia (egenburg – z^{NeLPB})

Hydrogeologický celok podbrančských zlepcov a brekcií egenburského lužického súvrstvia tvorí okrajové hruboklastické fácie čausianskeho súvrstvia vystupujúce na povrch na juhovýchodných svahoch Brezovských Karpát

v oblasti medzi Dolným Lopašom, Šterusmi a Vrbovým. Podbrančské zlepenca a pieskovce sú karbonátové, tvorené najmä obliakmi triasových vápencov a dolomitov pochádzajúcimi z hronika Čachtických Karpát. Ich priepustnosť je medzizrnová. Egenburské podbrančské zlepenca a brekcie lužického súvrstvia sú v rámci mapovaného územia rozšírené na celkovej ploche $5,928 \text{ km}^2$, čo predstavuje $2,32 \%$ jeho rozlohy. Ich výskyt je znázornený na obr. 17.

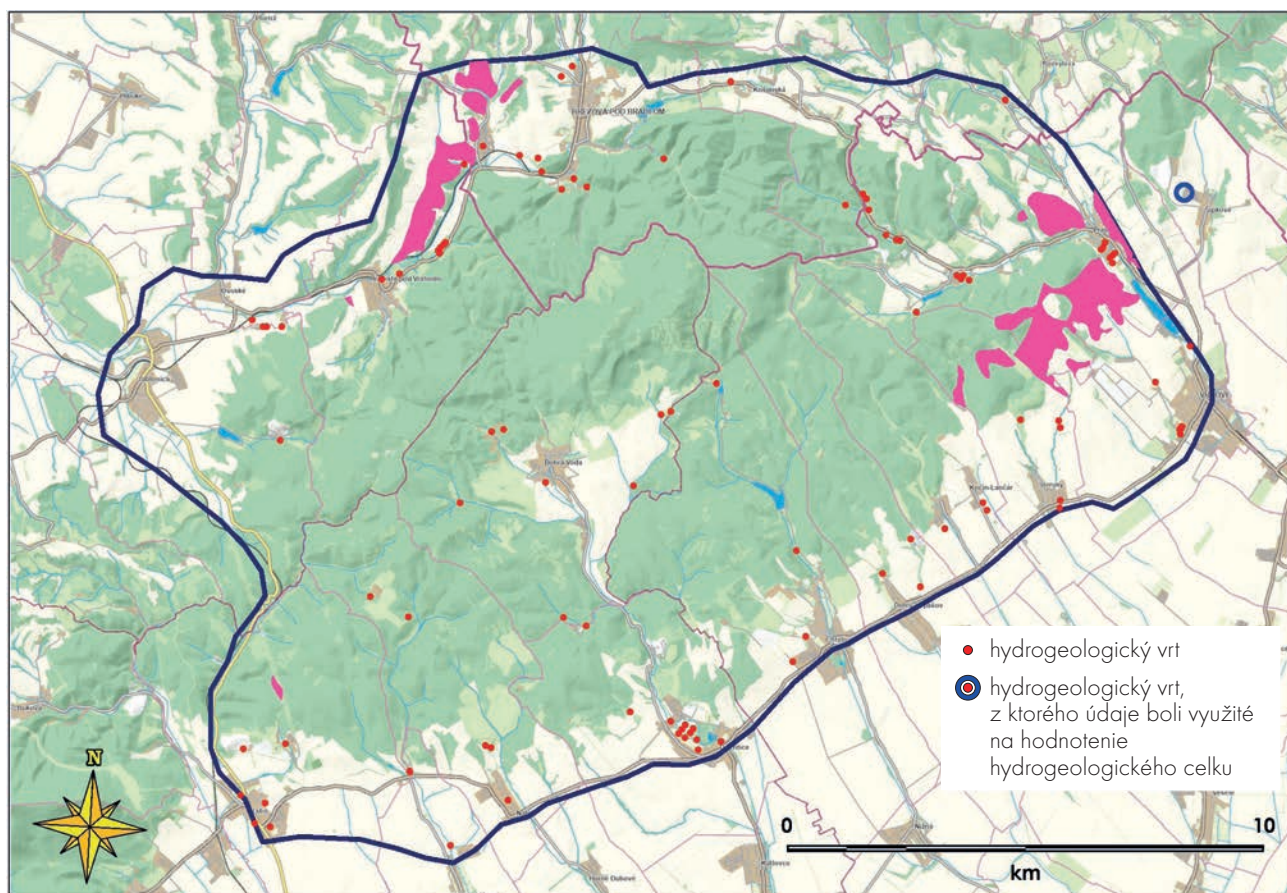
V horninovom prostredí podbrančských zlepcov a brekcií lužického súvrstvia v Brezovských Karpatoch a ich okolí boli doteraz realizované a v archíve ŠGÚDŠ (geofondu) archivované správy iba o dvoch hydraulicky testovaných hydrogeologických vrtoch. Hodnoty indexu prietočnosti Y tu boli $5,33$, resp. $5,67$, hodnoty indexu priepustnosti Z boli $3,55$ – $4,36$ a štandardnej mernej výdatnosti $0,214$ až $0,46 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Pomocou individuálne odhadnutých hodnôt logaritmickej prepočtovej diferenciácie boli získané hodnoty koeficientu prietočnosti T_Y a koeficientu filtrácie k_Z , ktoré sú $4,08 \times 10^{-4}$, resp. $7,10 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a $6,68 \times 10^{-6}$, resp. $3,55 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Aritmetický priemer indexu prietočnosti Y a priepustnosti Z je potom $5,5$ a $3,96$, ich mediánové hodnoty sú $5,50$ a $3,96$. Medián štandardnej mernej výdatnosti $Md(q) = 0,32 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ a geometrický priemer tejto charakteristiky je $0,32 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Odhad stredných hodnôt koeficientu prietočnosti a filtrácie je daný ako hodnota geometrických priemerov $G(T_Y) = 5,38 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a $G(k_Z) = 1,54 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

V rámci celoslovenského súboru údajov získaných z podobných litologických pomerov (Malík et al., 2007) tento hydrogeologický celok ako súčasť celku hornín zlepcov a brekcií s ojedinelými polohami vápencov, ílovcov a pieskovcov môže byť v prípade 55 vrtov charakterizovaný strednou hodnotou koeficientu filtrácie $G(k_Z) = 4,01 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a strednou hodnotou koeficientu prietočnosti $G(T_Y) = 8,07 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Hodnoty



Obr. 16. Porovnanie štatistického rozdelenia hodnôt koeficientu filtrácie a koeficientu prietočnosti baraneckých pieskovcov, valchovských zlepcov a schizofytových vápencov ostriežskej a brezovskej skupiny (brezovskej kriedy) z oblasti Brezovských Karpát a ich okolia a zo všetkých vrtov situovaných v analogických horninách v Západných Karpatoch: a) hodnoty koeficientu filtrácie, b) hodnoty koeficientu prietočnosti na kvantilových diagramoch.

Fig. 16. Comparison of the coefficient of hydraulic conductivity and coefficient of transmissivity of the hydrogeological unit of the Baranec sandstones, Valchov Conglomerate and schizophytic limestones of the Ostriež and Brezová Group (Brezová Cretaceous sediments) in the area of the Brezovské Karpáty Mts. with the statistical distribution of these values obtained for all wells situated in analogical sediments in the territory of Slovakia (Malík et al., 2007): a) hydraulic conductivity values, b) coefficient of transmissivity values shown in quantile diagrams.



Obr. 17. Plošné rozšírenie hydrogeologického celku podbrančských zlepcov a brekcií lužického súvrstvia (egenburg – zN^{LPB}) na hodnotenom území Brezovských Karpát. Odkryté horniny celku sú znázornené purpurovou farbou, hranica územia má modrú farbu. Na území je znázornená aj lokalizácia hydrogeologických vrtov (bodové značky červenej farby).

Fig. 17. Outcropping area of the Podbranč conglomerates and breccias of the Lužica Formation (Eggenburgian – zN^{LPB}) in the area of the Brezovské Karpaty Mts. Exposed rocks of this hydrogeological unit are shown in purple, border of the investigated territory is in blue. Locations of hydrogeological boreholes (red points).

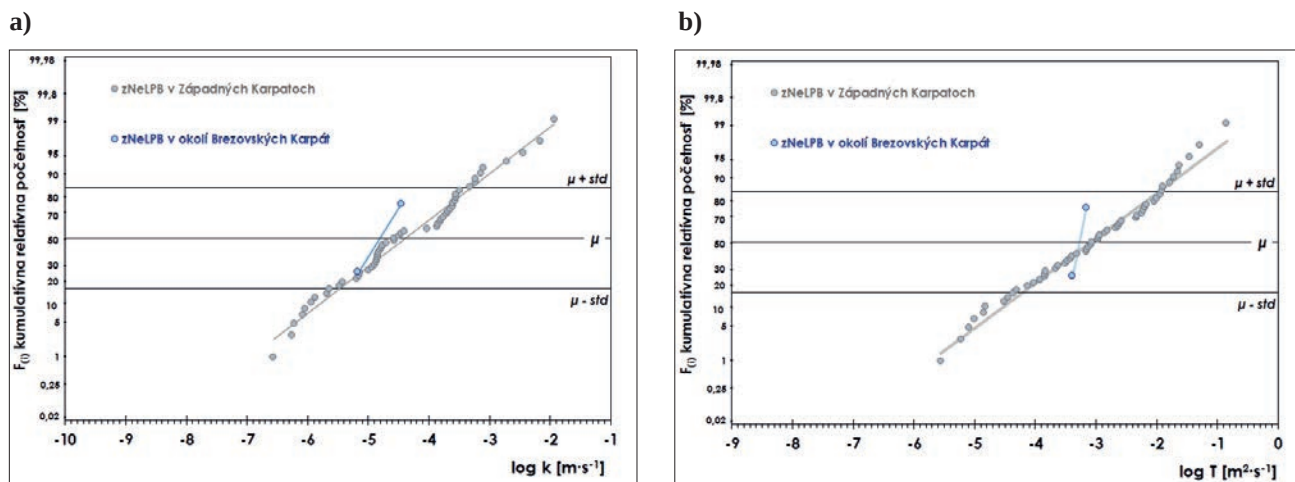
porovnávacích hydraulických parametrov – indexu prietochnosti Y a indexu priepustnosti Z – sa pohybujú od 3,51 do 7,82, resp. od 2,38 do 7,11. Štandardná merná výdatnosť je v rozmedzí $0,003\ 23 - 66,67\ \text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Smerodajné odchýlky hodnôt Y sú $\sigma_Y = 1,00$ a hodnôt Z sú $\sigma_Z = 1,04$. Mediánovej hodnote štandardnej mernej výdatnosti $Md(q) = 0,421\ \text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ zodpovedá mediánová hodnota indexu prietochnosti $Md(Y) = 5,50$ a aritmetický priemer indexu prietochnosti 5,62 vypovedá o geometrickom priemere hodnôt štandardnej mernej výdatnosti $G(q) = 0,461\ \text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Aritmetický priemer hodnôt Z je 4,32 a medián hodnôt Z je rovný 4,12. Geometrický priemer hodnôt koeficientu filtrácie je $4,01 \times 10^{-5}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ a geometrický priemer hodnôt $T = 8,07 \times 10^{-4}\ \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Rozsah hodnôt koeficientu prietochnosti možno v tomto horninovom prostredí očakávať od $2,78 \times 10^{-6}$ do $0,14 \times 10^{-0}\ \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, hodnoty koeficientu filtrácie sa zistili v rozsahu $2,76 \times 10^{-7} - 1,18 \times 10^{-2}\ \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$.

Porovnanie štatistického rozdelenia hodnôt hydraulických parametrov podbrančských zlepcov a brekcií lužického súvrstvia z oblasti Brezovských Karpát a horninového prostredia zlepcov a brekcií s ojedinelými polohami vápencov, ílovcov a pieskovcov zo všetkých vrtov v Západných Karpatoch sa nachádza na obr. 18a, b.

Hydrogeologický celok podbrančských pieskovcov a zlepcov lužického súvrstvia (egenburg – pN^{LPB})

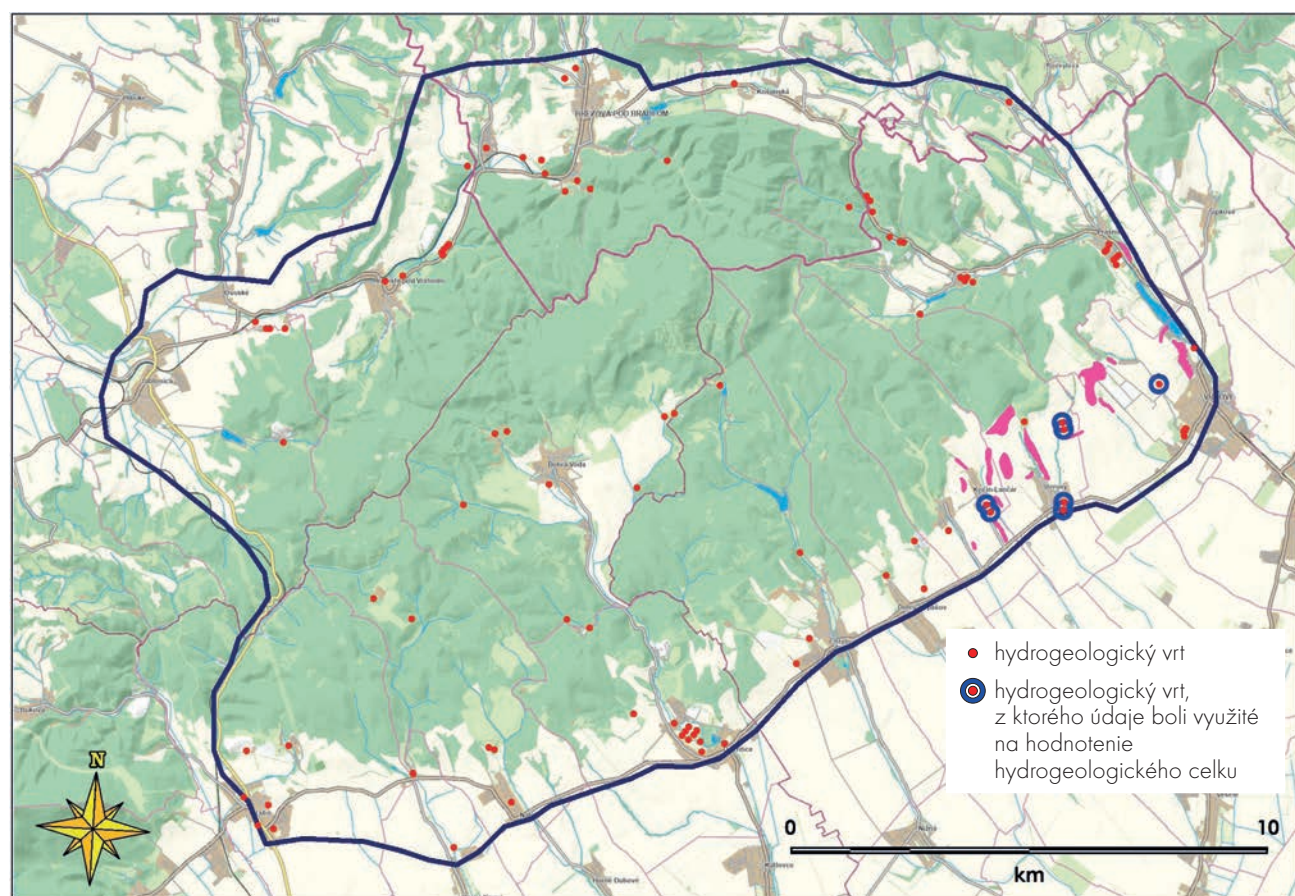
Hydrogeologický celok podbrančských pieskovcov a zlepcov egenburského lužického súvrstvia tvorí aj okrajové fácie čausianskeho súvrstvia vystupujúce na povrch na juhovýchodných svahoch Brezovských Karpát v oblasti medzi Dolným Lopašom, Šterusmi a Vrbovým na pomerne malej ploche, $1,000\ \text{km}^2$ (0,39 % rozlohy územia). Plochy ich výskytu sú znázornené na obr. 19. Podbrančské pieskovce sú takisto karbonátové, tvorené materiálom triasových vápencov a dolomitov pochádzajúcim z hronika Čachtických Karpát. Pieskovce ležia na zlepcoch, ale niekedy tvoria aj medzivrstvy vo vyšších častiach zlepcov. Sú stredno- až hrubozrnné, krémovej farby, s prevahou karbonátových zŕn s karbonátovým, menej ílovito-karbonátovým tmelom. Ich priepustnosť považujeme za medzizrnnú. Už samotný litologický charakter súvrstvia napovedá o jeho potenciálne vysokých parametroch hydraulickej vodivosti.

Hodnoty indexu prietochnosti Y v skúšaných úsekoch 7 hydrogeologických vrtov, hydraulicky overujúcich horninové prostredie podbrančských pieskovcov a zlepcov lužického súvrstvia egenburgu v Brezovských Karpatoch a ich okolí, sa pohybovali v rozpätí 4,47–5,94 pri štandardnej



Obr. 18. Porovnanie štatistického rozdelenia hodnôt koeficientu filtrácie a koeficientu prietochnosti podbrančských zlepcov a brekcií lužického súvrstvia z oblasti Brezovských Karpát a ich okolia a zo všetkých vrtov situovaných v analogických horninách v Západných Karpatoch: a) hodnoty koeficientu filtrácie, b) hodnoty koeficientu prietochnosti na kvantilových diagramoch.

Fig. 18. Comparison of the coefficient of hydraulic conductivity and coefficient of transmissivity of the hydrogeological unit of the Podbranč Conglomerate and breccias of the Lužica Formation in the area of the Brezovské Karpaty Mts. with the statistical distribution of these values obtained for all wells situated in analogical sediments in the territory of Slovakia (Malík et al., 2007): a) hydraulic conductivity values, b) coefficient of transmissivity values shown in quantile diagrams.



Obr. 19. Plošné rozšírenie hydrogeologického celku podbrančských pieskoviec a zlepcov lužického súvrstvia (eggenburg – pN^{clPB}) na hodnotenom území Brezovských Karpát. Odkryté horniny celku sú znázornené purpurovou farbou, hranica územia má modrú farbu. Na území sú znázornené aj polohy hydrogeologických vrtov (bodové značky červenej farby).

Fig. 19. Outcropping area of the Podbranč sandstones and conglomerates of the Lužica Formation (Eggenburgian – pN^{clPB}) in the area of the Brezovské Karpaty Mts. Exposed rocks of this hydrogeological unit are shown in purple, border of the investigated territory is in blue. Locations of hydrogeological boreholes (red points).

mernej výdatnosti $q = 0,0293 - 0,871 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$ s geometrickým priemerom $G(q) = 0,101 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$. Medián hodnôt štandardnej mernej výdatnosti dosiahnutej pri odberových skúškach má hodnotu $Md(q) = 0,121 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$. Stredné hodnoty indexu prietočnosti Y reprezentované aritmetickým priemerom $M(Y) = 5,07$ a mediánom $Md(Y) = 5,00$ a z nich odvodené priemerné hodnoty koeficientu prietočnosti T majú geometrický priemer hodnôt T_y , ergo $G(T_y) = 2,49 \times 10^{-4} m^2 \cdot s^{-1}$. Individuálne hodnoty koeficientu prietočnosti T_y sa pritom pohybujú od $3,61 \times 10^{-5}$ do $5,15 \times 10^{-3} m^2 \cdot s^{-1}$. V prípade indexu priepustnosti Z sú jeho stredné hodnoty aritmetický priemer $M(Z) = 3,59$ a medián $Md(Z) = 3,31$ a okrajové (extrémne) hodnoty sa pohybujú od 2,84 do 4,92. Z nich odvodené hodnoty koeficientu filtrácie k_z sú potom v rozmedzí od $8,46 \times 10^{-7}$ do $4,85 \times 10^{-4} m \cdot s^{-1}$, s odhadom priemerných hodnôt $G(k_z) = 8,25 \times 10^{-6} m \cdot s^{-1}$. Variabilita hodnôt hydraulických parametrov v tomto type zvodnencov je daná hodnotou smerodajnej odchýlky indexov prietočnosti Y a priepustnosti Z , kde $\sigma_y = 0,56$ a $\sigma_z = 0,69$.

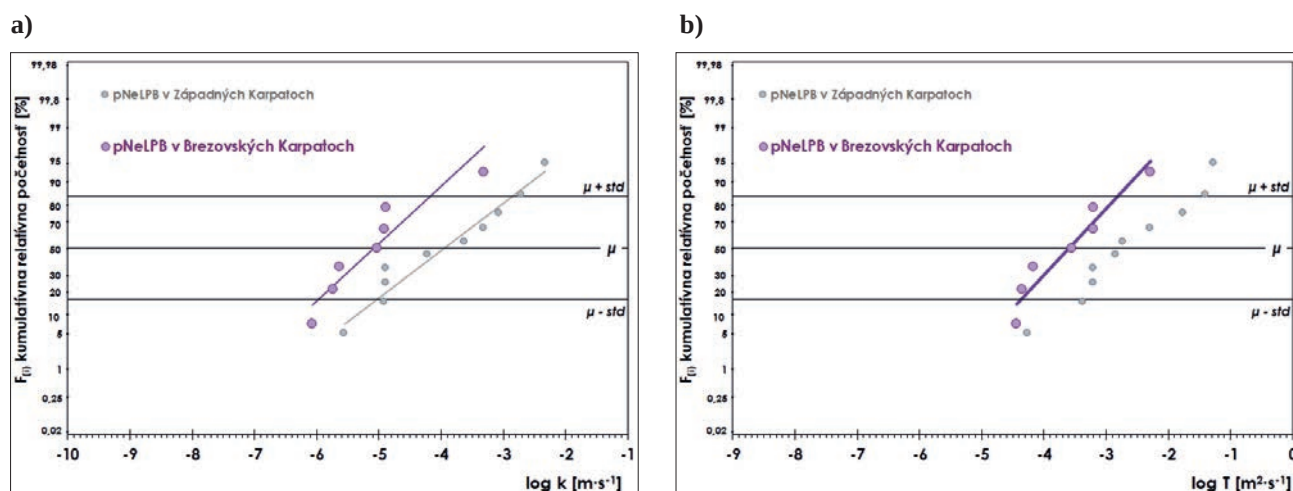
Výsledky regionálnych hydraulických parametrov týchto hornín sa môžu porovnať s výsledkami hydraulických testov získaných z väčšieho súboru údajov z celého územia Západných Karpát. Z týchto údajov získaných z 10 hydrogeologických vrtov bola odvodená priemerná prietočnosť a priepustnosť horninového prostredia prevažne pieskovcov a zlepenčov, v menšej miere tufov, tuftitov a vápencov. Smerodajné odchýlky porovnávacích hydraulických parametrov Y a Z sú $\sigma_y = 1,01$ a $\sigma_z = 1,21$. Minimálne hodnoty indexu prietočnosti $\min(Y) = 4,37$, maximálne hodnoty $\max(Y) = 7,50$. Medián indexu prietočnosti $Md(Y) = 5,71$. Tejto hodnote zodpovedá medián štandardnej mernej výdatnosti $Md(q) = 0,75 l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$, ktorá sa inak pohybuje v rozmedzí 0,023 3 až $31,36 l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$. Aritmetický priemer indexu prietočnosti $M(Y) = 5,87$ a zodpovedá geometrickému priemeru hodnôt štandardnej mernej výdatnosti

$G(q) = 0,51 l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$, geometrický priemer hodnôt TY je $2,32 \times 10^{-3} m^2 \cdot s^{-1}$. Rozsah odvodených hodnôt koeficientu prietočnosti T_y je potom $5,53 \times 10^{-5} - 5,32 \times 10^{-2} m^2 \cdot s^{-1}$. Aritmetický priemer indexu priepustnosti $M(Z) = 4,56$, medián $Md(Z) = 4,68$. Rozsah hodnôt indexu priepustnosti Z bol 3,06 – 6,44. Individuálne stanovené hodnoty koeficientu logaritmickej prepočtovej diferencie d z každej odberovej skúšky umožnili výpočet hodnôt k_z a následný odhad geometrického priemeru koeficientu filtrácie $G(k_z) = 1,12 \times 10^{-4} m \cdot s^{-1}$ a stanovenie rozsahu hodnôt koeficientu filtrácie $k_z = 2,78 \times 10^{-6}$ až $4,69 \times 10^{-3} m \cdot s^{-1}$. Porovnanie výsledkov získaných z oboch súborov je graficky znázornené na kvantilových diagramoch na obr. 20a, b. Z grafov, ale aj číselných výsledkov vyplývajú takmer o rád nižšie regionálne hodnoty koeficientov filtrácie a koeficientov prietočnosti podbrančských pieskovcov a zlepenčov lužického súvrstvia z oblasti Brezovských Karpát v porovnaní s analogickými horninami na území Slovenska.

Hydrogeologický celok ílovcov, zlepenčov, brekcií a pieskovcov planinského súvrstvia (otnang až karpát – izpN^{0-kP})

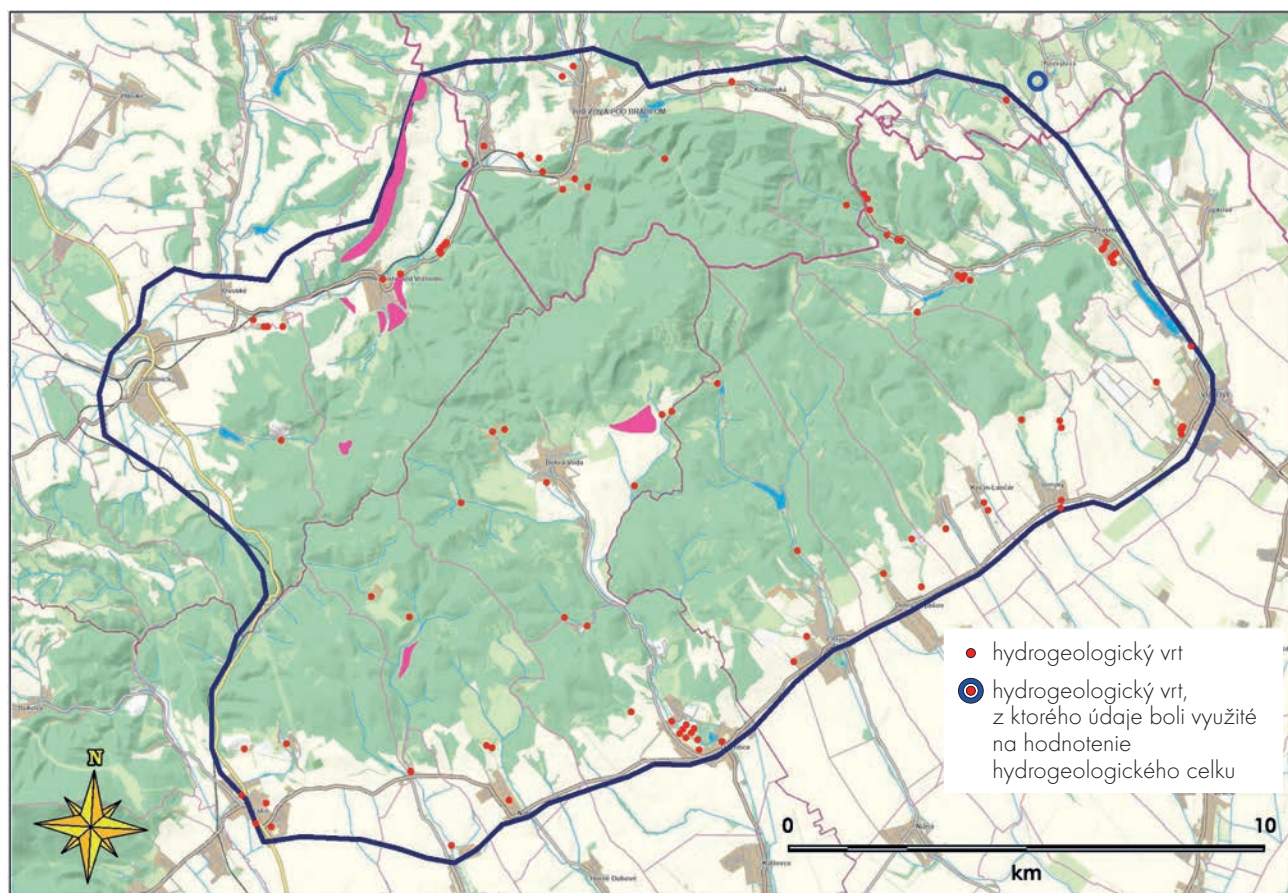
Hydrogeologický celok ílovcov, zlepenčov, brekcií a pieskovcov planinského súvrstvia má v rámci mapovaného územia pomerne malé rozšírenie na sumárnej ploche $1,413 km^2$ (0,55 % rozlohy územia). Ich výskyt je znázornený na obr. 21. O týchto horninách existujú údaje iba z jediného vrtu. Mal štandardnú mernú výdatnosť $0,30 l \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$. Hodnoty indexov prietočnosti Y a priepustnosti Z boli stanovené na 5,48 a 5,28. Z nich boli aplikáciou logaritmickej prepočtovej diferencie stanovené pre daný vrt vypočítané koeficient prietočnosti $T_y = 5,98 \times 10^{-4} m^2 \cdot s^{-1}$ a koeficient filtrácie $k_z = 3,73 \times 10^{-4} m \cdot s^{-1}$.

Pri porovnaní s väčším štatistickým súborom získaným z celoslovenskej databázy hydrogeologických vrtov



Obr. 20. Porovnanie štatistického rozdelenia hodnôt koeficientu filtrácie a koeficientu prietočnosti podbrančských pieskovcov a zlepenčov lužického súvrstvia z oblasti Brezovských Karpát a ich okolia a zo všetkých vrtov situovaných v analogických horninách v Západných Karpatoch: a) hodnoty koeficientu filtrácie, b) hodnoty koeficientu prietočnosti na kvantilových diagramoch.

Fig. 20. Comparison of the coefficient of hydraulic conductivity and coefficient of transmissivity of the hydrogeological unit of the Podbranč Sandstone and Conglomerate of the Lužica Formation in the area of the Brezovské Karpaty Mts. with the statistical distribution of these values obtained for all wells situated in analogical sediments in the territory of Slovakia (Malík et al., 2007): a) hydraulic conductivity values, b) coefficient of transmissivity values shown in quantile diagrams.



Obr. 21. Plošné rozšírenie hydrogeologického celku ílovcov, zlepcov, brekcií a pieskovcov planinského súvrstvia (otnang až karpát; izpN^{o-kp}) na hodnotenom území Brezovských Karpát. Odkryté horniny celku sú znázornené purpurovou farbou, hranica územia má modrú farbu. Na území je znázornená aj lokalizácia hydrogeologických vrtov (bodové značky červenej farby).

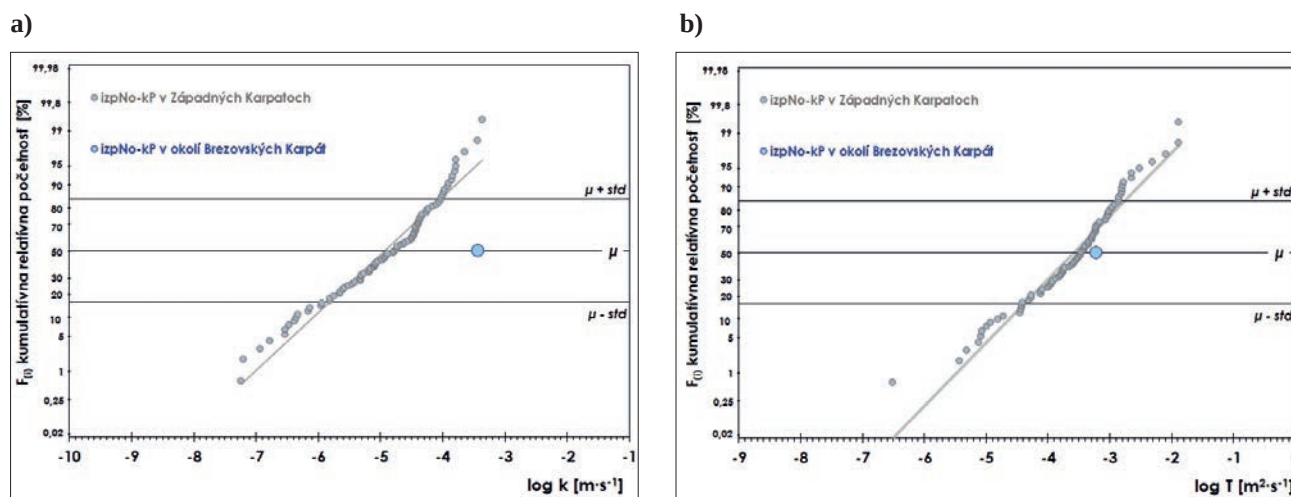
Fig. 21. Outcropping area of clays, conglomerates, breccias and sandstones of the Planinka Formation (Otnangian to Karpatian – izpN^{o-kp}) in the area of the Brezovské Karpaty Mts. Exposed rocks of this hydrogeological unit are shown in purple, border of the investigated territory is in blue. Locations of hydrogeological boreholes (red points).

(Malík et al., 2007) vidíme, že minimálne a maximálne hodnoty indexu prietochnosti Y vo všetkých podobných horninách boli 3,15, resp. 6,38. Údaje boli spracované z výsledkov hydraulického testovania 88 hydrogeologických vrtov. Štandardná merná výdatnosť vrtov sa potom pohybuje v rozmedzí 0,001 42 až $2,38 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Smerodajná odchýlka hodnôt parametra Y je $\sigma_Y = 0,64$. Mediánu indexu prietochnosti $\text{Md}(Y) = 5,14$ zodpovedá medián štandardnej mernej výdatnosti $\text{Md}(q) = 0,12 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Relevantnou hodnotou ku geometrickému priemeru hodnôt štandardnej mernej výdatnosti $0,14 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ je aritmetický priemer indexu prietochnosti $M(Y) = 5,07$. Geometrické priemery hodnôt koeficientov prietochnosti a filtrácie odvodených pri každej hydrodynamickej skúške pomocou individuálne odhadnutých hodnôt logaritmickéj prepočtovej diferenciencie T_Y a k_Z sú $2,60 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, resp. $1,18 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Rozsah týchto hodnôt je pri koeficiente prietochnosti T_Y $3,15 \times 10^{-7}$ až $1,33 \times 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, pri koeficiente filtrácie $5,87 \times 10^{-8}$ – $4,40 \times 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Rozsah hodnôt indexu priepustnosti Z sa pohybuje od 1,35 do 5,43 a smerodajná odchýlka jeho hodnôt σ_Z je 0,81. Aritmetický priemer hodnôt indexu priepustnosti Z ílov, ílovcov a siltovcov, variabilne s polohami pieskovcov, zlepcov, tufov

alebo vápencov, ktorého je hydrogeologický celok ílovcov, zlepcov, brekcií a pieskovcov planinského súvrstvia veku otnang až karpát Brezovských Karpát súčasťou, je 3,73 a medián týchto hodnôt $\text{Md}(Z) = 3,82$. Kvantilové diagramy na obr. 22a, b porovnávajú výsledky získané z hydrogeologických vrtov v Brezovských Karpatoch, resp. v ich bezprostrednom okolí, a z hydrogeologických vrtov z celoslovenskej databázy. Výsledky vrtu v Brezovských Karpatoch sú o niečo „lepšie“ (hydrogeologicky produktívnejšie) než priemer.

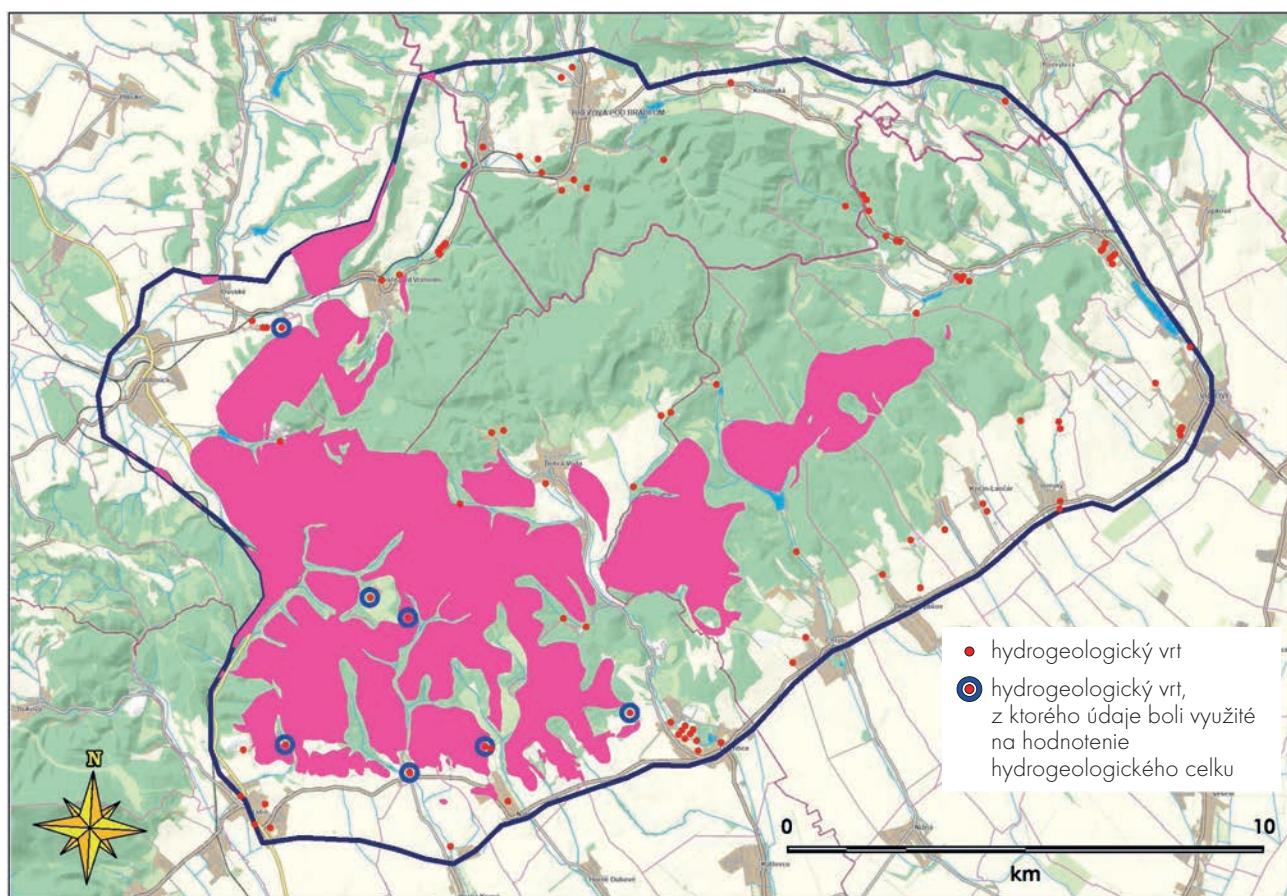
Hydrogeologický celok jablonických zlepcov lakšárskeho súvrstvia (karpát) (N^{KLJ})

Hydrogeologický celok jablonických zlepcov reprezentuje okrajový vývoj lakšárskeho súvrstvia karpatského veku. Na povrch vystupuje najmä v oblasti južných, juhovýchodných a juhovýchodných svahov Brezovských Karpát medzi Trstínom a Dehticami. Jablonické zlepenice sú v rámci mapovaného územia rozšírené na pomerne rozsiahlej celkovej ploche, $56,776 \text{ km}^2$ (22,21 %; takmer jedna štvrtina jeho rozlohy). Ich výskyt je znázornený na obr. 23. Jablonické zlepenice sú tvorené polymiktnými, väčšinou netriedenými, dobre opracovanými obliakmi s priemerom



Obr. 22. Porovnanie štatistického rozdelenia hodnôt koeficientu filtrácie a koeficientu prietochnosti hydrogeologického celku ílovcov, zlepcov, brekcií a pieskovcov planinského súvrstvia z oblasti Brezovských Karpát a ich okolia a zo všetkých vrtov situovaných v analogických horninách v Západných Karpatoch: a) hodnoty koeficientu filtrácie, b) hodnoty koeficientu prietochnosti na kvantilových diagramoch.

Fig. 22. Comparison of the coefficient of hydraulic conductivity and coefficient of transmissivity of the hydrogeological unit of the clays, conglomerates, breccias and sandstones of the Planinka Formation in the area of the Brezovské Karpaty Mts. with the statistical distribution of these values obtained for all wells situated in analogical sediments in the territory of Slovakia (Malík et al., 2007): a) hydraulic conductivity values, b) coefficient of transmissivity values shown in quantile diagrams.



Obr. 23. Plošné rozšírenie hydrogeologického celku jablonických zlepcov lakšárskeho súvrstvia (karpatic - zNKLJ) na hodnotenom území Brezovských Karpát. Odkryté horniny celku sú znázornené purpurovou farbou, hranica územia má modrú farbu. Na území je znázornená aj lokalizácia hydrogeologických vrtov (bodové značky červenej farby).

Fig. 23. Outcropping area of Jablonica Conglomerate of the Lakšárskeho súvrstvia (Karpatic - zNKLJ) in the area of the Brezovské Karpaty Mts. Exposed rocks of this hydrogeological unit are shown in purple, border of the investigated territory is in blue. Locations of hydrogeological boreholes (red points).

najčastejšie 2 až 10 cm. Zastúpenie jednotlivých typov hornín v obliakoch je na celom sledovanom území približne rovnaké. Viac než polovicu klastov tvoria karbonáty (triasové dolomity a vápence), hojne sa vyskytuje kremeň, spodntriasové kremence, granity, čierne silicity, menej jemnozrnné pieskovce či polymiktné zlepenice. Zlepenice však zastupujú len približne 10 % objemu jablonického súvrstvia, ďalších 20 % tvoria hrubšie vrstvy pieskovcov a zvyšok (asi 70 %) pripadá na tenko vrstvenú faciú, ktorá je však vzhľadom na nízku odolnosť proti zvetrávaniu odkrytá zriedkavejšie, no dá sa dedukovať z charakteru sutiny a hĺn. Hrúbka jablonického súvrstvia v oblasti sa odhaduje na 400 m, ich priepustnosť je medzizrnná.

Horninové prostredie jablonických zlepeníc lakšárskeho súvrstvia karpátu je na základe výsledkov hydrodynamických skúšok realizovaných na 7 hydrogeologických vrtoch v hodnotenej oblasti charakterizované hodnotami porovnávacích hydraulických parametrov – indexu prietochnosti Y a indexu priepustnosti Z – ktoré sa pohybujú od 4,09 do 6,63, resp. od 2,38 do 4,712. Hodnoty štandardnej mernej výdatnosti sú v rozmedzí $0,012\ 2 - 4,23\ 1 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$. Smerodajné odchýlky hodnôt Y sú $\sigma_Y = 0,86$ a hodnôt Z $\sigma_Z = 0,85$. Mediánovej hodnote štandardnej mernej výdatnosti $Md(q) = 0,23\ 1 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$ zodpovedá mediánová hodnota indexu prietochnosti $Md(Y) = 5,19$. Aritmetický priemer indexu prietochnosti 5,36 vypovedá o geometrickom priemere hodnôt štandardnej mernej výdatnosti $G(q) = 0,15\ 1 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$. Aritmetický priemer hodnôt Z je 3,84 a medián hodnôt Z je rovný 4,08. Geometrický priemer hodnôt koeficientu filtrácie je $1,27 \times 10^{-5} m \cdot s^{-1}$ a geometrický priemer hodnôt T je $4,16 \times 10^{-4} m^2 \cdot s^{-1}$. Rozsah hodnôt koeficientu prietochnosti možno v tomto horninovom prostredí očakávať od $1,42 \times 10^{-5}$ do $2,28 \times 10^{-2} m^2 \cdot s^{-1}$. Hodnoty koeficientu filtrácie boli v rozsahu $2,76 \times 10^{-7} - 2,85 \times 10^{-4} m^2 \cdot s^{-1}$.

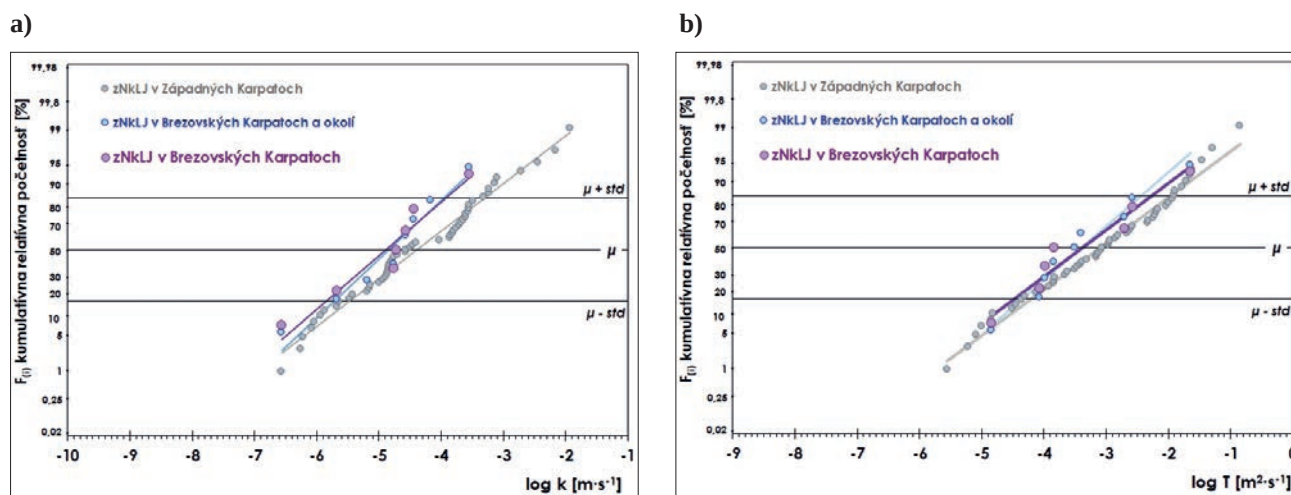
Údaje o priemernej prietochnosti a priepustnosti horninového prostredia jablonických zlepeníc lakšárskeho súvrstvia karpátu boli porovnané so súborom údajov získaným spracovaním výsledkov z hydrodynamických skúšok realizovaných na vrtoch v horninách s analogickým litologickým zložením (Malík et al., 2007) súboru vrtoz z horninového prostredia zlepeníc a brekcií, ojedinele vápencov, ílovcov či pieskovcov, spolu na 55 hydrogeologických vrtoch. Hodnoty indexu prietochnosti skúšaných úsekov sa v rámci celého Slovenska pohybujú v rozpätí $Y = 3,51$ až $7,82$. To zodpovedá štandardnej mernej výdatnosti $0,012\ 23$ až $4,23\ 1 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$. Smerodajná odchýlka σ_Y je 1,00. Mediánu indexu prietochnosti $Md(Y) = 5,67$ zodpovedá medián štandardnej mernej výdatnosti $Md(q) = 0,42\ 1 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$. Aritmetický priemer indexu prietochnosti $M(Y) = 5,62$ zodpovedá geometrickému priemernému hodnôt štandardnej mernej výdatnosti $G(q) = 0,46\ 1 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$. Hodnoty prietochnosti stanovené výpočtom z individuálne stanovených hodnôt logaritmickej prepočtovej diferencie a štandardnej mernej výdatnosti z jednotlivých hydrogeologických vrtoz sa pohybujú od $2,78 \times 10^{-6} m^2 \cdot s^{-1}$ do $1,42 \times 10^{-1} m^2 \cdot s^{-1}$. Smerodajná odchýlka hodnôt $Z - \sigma_Z$ je 1,04. Medián hodnôt indexu priepustnosti Z horninového prostredia zlepeníc a brekcií, ojedinele vápencov, ílovcov či pieskovcov, $Md(Z) = 4,12$ a ich aritmetický priemer je 4,32. Aplikáciou individuálne stanovených hodnôt koeficientu logaritmickej

prepočtovej diferencie d a následným prepočítaním na hodnoty k_z sa stanovil odhad geometrického priemeru koeficientu filtrácie $G(k_z) = 4,01 \times 10^{-5} m \cdot s^{-1}$ a koeficientu prietochnosti $G(TY) = 8,07 \times 10^{-4} m^2 \cdot s^{-1}$ z celého súboru hornín s analogickou litológiou na našom území. Hodnoty indexu priepustnosti Z sa tu zistili v rozsahu od 2,38 do 7,11. Z toho vyplýva rozsah hodnôt koeficientu filtrácie k_z od $2,76 \times 10^{-7}$ do $1,18 \times 10^{-2} m \cdot s^{-1}$. Porovnanie výsledkov získaných z oboch súborov je graficky znázornené na kvantilových diagramoch – obr. 24a, b. Z porovnania vyplýva mierne slabšia priepustnosť jablonických zlepeníc.

Hydrogeologický celok brekcií, štrkov a pieskov s polohami štrkov dolianskych vrstiev špačinského súvrstvia (stredný bádén – zN^{bSD})

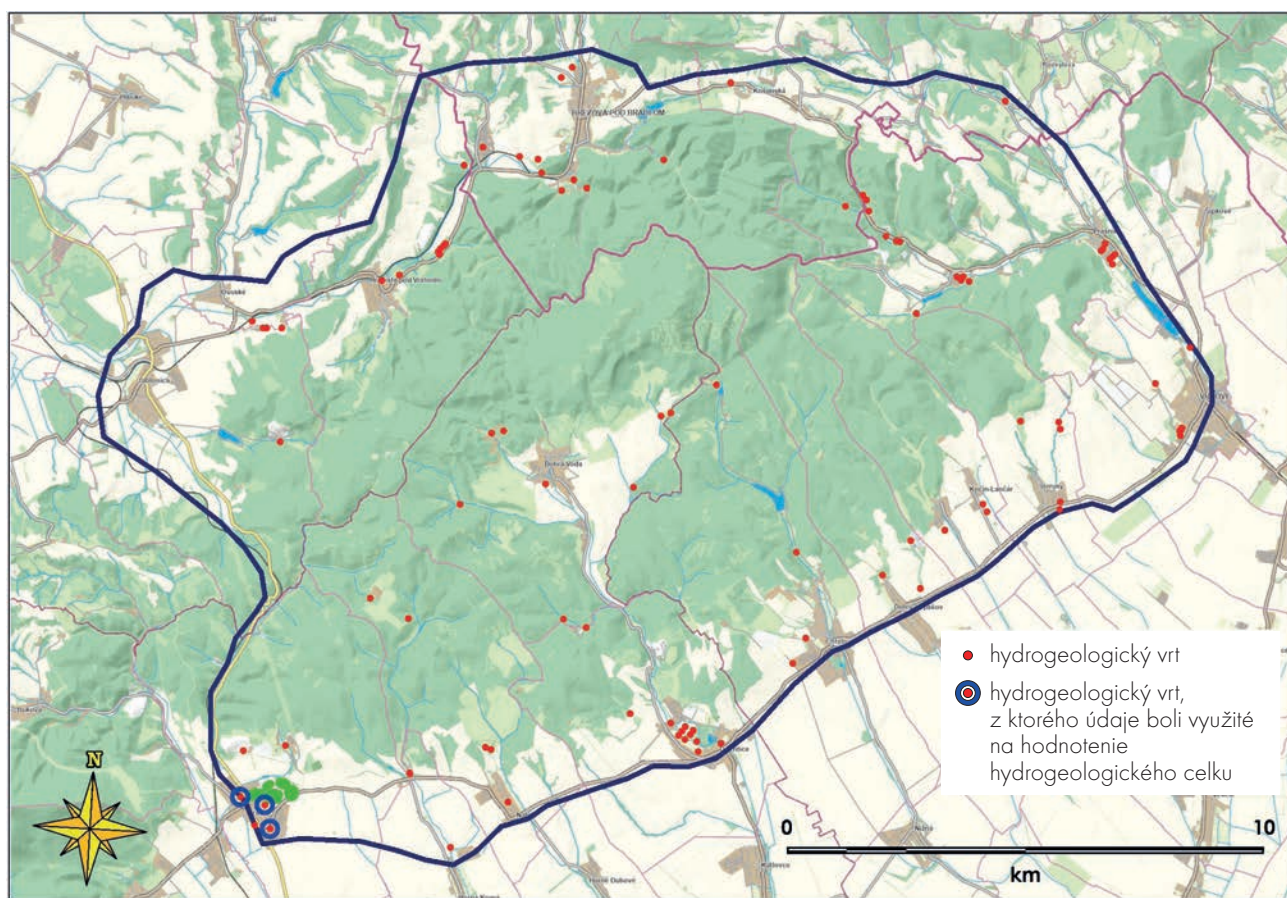
Strednobádenské brekcie, štrky a piesky s polohami štrkov dolianskych vrstiev špačinského súvrstvia sa vyskytujú pri juhovýchodnom okraji Brezovských Karpát v oblasti Trstína. Dolianske vrstvy špačinského súvrstvia stratigrafického veku stredný bádén sú v tejto oblasti rozšírené len na ploche $0,125\ km^2$ (0,05 % plochy hodnoteného územia Brezovských Karpát). Miesta ich výskytu sú znázornené na obr. 25.

Napriek ich obmedzenému výskytu vieme pri týchto horninách s medzizrnnou priepustnosťou stanoviť základný odhad hydraulických parametrov, pretože v tomto okolí bolo zrealizovaných viacero hydrogeologických vrtoz. Hodnoty indexu prietochnosti Y v skúšaných úsekoch 9 hydrogeologických vrtoz, hydraulicky overujúcich horninové prostredie brekcií, štrkov a pieskov s polohami štrkov dolianskych vrstiev strednobádenského špačinského súvrstvia, sa pohybovali v rozpätí $2,97 - 6,41$ pri štandardnej mernej výdatnosti $q = 0,000\ 94 - 2,60\ 1 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$ s geometrickým priemerom $G(q) = 0,19\ 1 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$. Medián hodnôt štandardnej mernej výdatnosti dosiahnutej pri odberových skúškach má hodnotu $Md(q) = 0,14\ 1 \cdot s^{-1} \cdot m^{-1}$. Stredné hodnoty indexu prietochnosti Y boli reprezentované aritmetickým priemerom $M(Y) = 5,14$ a mediánom $Md(Y) = 5,28$. Z nich odvodené priemerné hodnoty koeficientu prietochnosti T boli geometrický priemer hodnôt $TY - G(T_Y) = 3,80 \times 10^{-4} m^2 \cdot s^{-1}$. Individuálne hodnoty koeficientu prietochnosti T_Y sa pohybovali od $2,94 \times 10^{-6}$ do $2,58 \times 10^{-3} m^2 \cdot s^{-1}$. Pri indexe priepustnosti Z boli jeho stredné hodnoty aritmetický priemer $M(Z) = 4,04$ a medián $Md(Z) = 3,95$, okrajové (extrémne) hodnoty sa pohybovali od 0,80 do 7,11. Z nich odvodené hodnoty koeficientov filtrácie k_z boli v rozmedzí od $1,99 \times 10^{-8}$ do $1,18 \times 10^{-2} m \cdot s^{-1}$, odhad priemerných hodnôt $G(k_z)$ bol $2,97 \times 10^{-5} m \cdot s^{-1}$. Variabilita hodnôt hydraulických parametrov v dolianskych vrstvách špačinského súvrstvia bola daná smerodajnou odchýlkou hodnôt indexov prietochnosti Y a priepustnosti Z , kde $\sigma_Y = 0,98$ a $\sigma_Z = 1,83$. Tieto horniny sa môžu porovnávať s tým istým väčším („celoslovenským“) súborom zlepeníc a brekcií, ojedinele vápencov, ílovcov či pieskovcov, ako už spomínané jablonické zlepenice. Kvantilové diagramy na obr. 26a, b porovnávajú výsledky získané z hydrogeologických vrtoz v dolianskych vrstvách špačinského súvrstvia v oblasti Brezovských Karpát, resp. v ich bezprostrednom okolí, a z hydrogeologických vrtoz



Obr. 24. Porovnanie štatistického rozdelenia hodnôt koeficientu filtrácie a koeficientu prietochnosti hydrogeologického celku jablonických zlepcov lakšárskeho súvrstvia z oblasti Brezovských Karpát a ich okolia a zo všetkých vrtov situovaných v analogických horninách (zlepcoch a brekciách, ojedinále vápencoch, ílovcoch či pieskovočoch) v Západných Karpatoch: a) hodnoty koeficientu filtrácie, b) hodnoty koeficientu prietochnosti na kvantilových diagramoch.

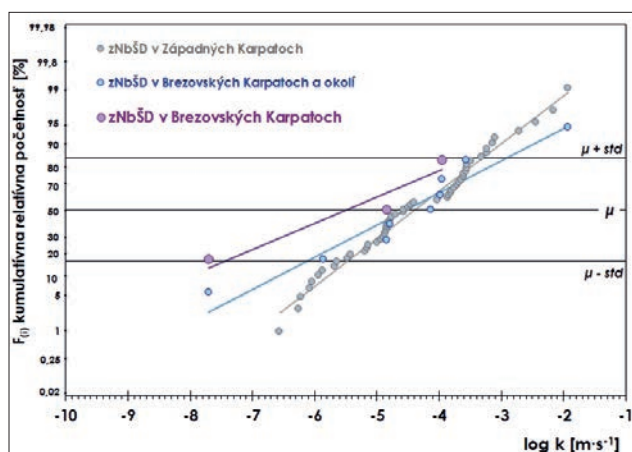
Fig. 24. Comparison of the coefficient of hydraulic conductivity and coefficient of transmissivity of the hydrogeological unit of the Jablonica Conglomerate of the Lakšár Formation in the area of the Brezovské Karpáty Mts. with the statistical distribution of these values obtained for all wells situated in analogical sediments (conglomerates and breccias, rarely limestones, claystones or sandstones) in the territory of Slovakia (Malík et al., 2007): a) hydraulic conductivity values, b) coefficient of transmissivity values shown in quantile diagrams.



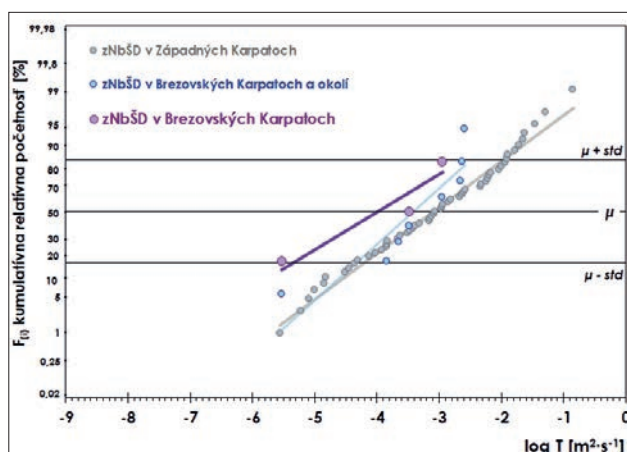
Obr. 25. Plošné rozšírenie hydrogeologického celku strednobádenských brekcií, štrkov a pieskov s polohami štrkov dolianskych vrstiev špačinského súvrstvia (zN^{bSD}) na hodnotenom území Brezovských Karpát. Odkryté horniny celku sú znázornené zelenou farbou, hranica územia má modrú farbu. Na území je znázornená aj lokalizácia hydrogeologických vrtov (bodové značky červenej farby).

Fig. 25. Outcropping area of Middle Badenian breccias, gravels and sands with gravel interbeds of the Doľany Mb. of the Spačince Formation – zN^{bSD} in the area of the Brezovské Karpáty Mts. Exposed rocks of this hydrogeological unit are shown in purple, border of the investigated territory is in blue. Locations of hydrogeological boreholes (red points).

a)



b)



Obr. 26. Porovnanie štatistického rozdelenia hodnôt koeficientu filtrácie a koeficientu prietochnosti hydrogeologického celku strednobádenských brekcií, štrkov a pieskov s polohami štrkov dolianskych vrstiev špačinského súvrstvia z oblasti Brezovských Karpát a zo všetkých vrstiev situovaných v analogických horninách – zlepcoch a brekciách, ojedinále vápencoch, ílovcach či pieskovcoch – v Západných Karpatoch: a) hodnoty koeficientu filtrácie, b) hodnoty koeficientu prietochnosti na kvantilových diagramoch.

Fig. 26. Comparison of the coefficient of hydraulic conductivity and coefficient of transmissivity of the hydrogeological unit of Middle Badenian breccias, gravels and sands with gravel interbeds of the Doľany Mb. of the Špačince Formation in the area of the Brezovské Karpaty Mts. with the statistical distribution of these values obtained for all wells situated in analogical sediments – Neogene conglomerates and breccias, rarely limestones, claystones or sandstones in the territory of Slovakia (Malík et al., 2007): a) hydraulic conductivity values, b) coefficient of transmissivity values shown in quantile diagrams.

z celoslovenskej databázy. Aj pri týchto horninách sa ukazuje regionálne mierne nižšia úroveň hodnôt hydraulických parametrov v porovnaní s hodnotami z celých Západných Karpát.

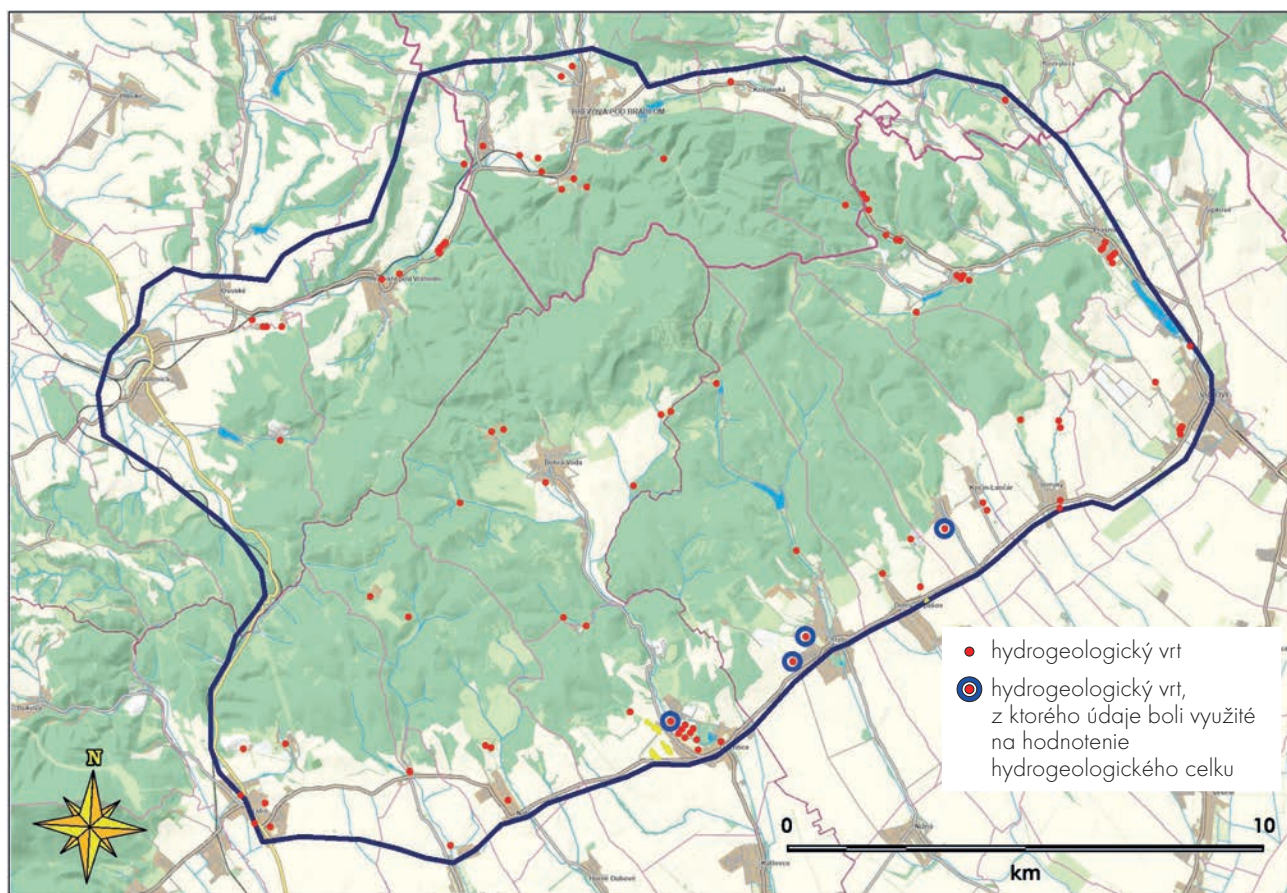
Hydrogeologický celok sladkovodných vápencov, ílov a pieskov hlavinských vrstiev volkovského súvrstvia (mladší panón – vNb^{BH})

Hlavinské vrstvy vystupujú na povrch v oblasti obce Dechtice v podobe troch plošne nevýrazných výskytov, kde reprezentujú karbonátové usadeniny panónu. Zastupujú ich žlté a krémovo sfarbené pórovité travertíny a sladkovodné vápence. Ich prítomnosť sa zistila aj v zelenosivých a sivých vápnitých íloch v oblasti Dolného Dubového, Dechtíc, Čhtelnice a Dolného Lopašova, no na povrchu boli v území zmapované len v oblasti Dechtíc. Hlavinské vrstvy tvorí svetlý až biely, pri zvetrávaní rozpadavý vápenec, resp. pevný kompaktný, krémovo sfarbený, niekedy pórovitý sladkovodný vápenec. Vápence sedimentovali v jazernom prostredí v období mladšieho panónu. Ich hrúbka na okrajoch blatnianskej priehlbiny nepresahuje prvé desiatky metrov. Sladkovodné vápence, íly a piesky hlavinských vrstiev volkovského súvrstvia (mladší panón) sa v rámci mapovaného územia vyskytujú len na celkovej ploche 0,069 km², čo predstavuje 0,03 % jeho rozlohy. Ich výskyt je znázornený na obr. 27.

Z údajov z hydrodynamických skúšok realizovaných na 4 hydrogeologických vrtoch v predpolí Brezovských Karpát boli odvodené hodnoty priemernej prietochnosti a priepustnosti horninového prostredia sladkovodných vápencov, ílov a pieskov hlavinských vrstiev volkovského súvrstvia mladopanónskeho veku. Smerodajné odchýlky porovnávacích hydraulických parametrov Y a Z sú $\sigma_Y = 0,54$ a $\sigma_Z = 0,78$. Minimálne hodnoty indexu

prietochnosti sú $\min(Y) = 4,31$, maximálne hodnoty $\max(Y) = 5,49$. Medián indexu prietochnosti $Md(Y) = 4,54$. Tejto hodnote zodpovedá medián štandardnej mernej výdatnosti $Md(q) = 0,050 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, ktorá sa inak pohybuje v rozmedzí 0,020 6 až $0,31 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Aritmetický priemer indexu prietochnosti $M(Y)$ je rovný 4,72 a zodpovedá geometrickému priemeru hodnôt štandardnej mernej výdatnosti $G(q) = 0,030 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Geometrický priemer hodnôt T_y je $9,53 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Rozsah odvodených hodnôt koeficientu prietochnosti T_y je $2,82 \times 10^{-5} - 5,45 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Aritmetický priemer indexu priepustnosti $M(Z) = 3,46$, medián $Md(Z) = 3,08$. Rozsah hodnôt indexu priepustnosti Z bol 3,06 – 4,64. Individuálne stanovené hodnoty koeficientu logaritmickej prepočtovej diferenciácie d z každej odberovej skúšky umožnili výpočet hodnôt k_z a následný odhad geometrického priemeru koeficientu filtrácie $G(k_z) = 5,28 \times 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a stanovenie rozsahu hodnôt koeficientu filtrácie $k_z = 1,57 \times 10^{-6}$ až $7,68 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Údaje o priemernej prietochnosti a priepustnosti hlavinských vrstiev volkovského súvrstvia boli porovnané so súborom výsledkov získaným spracovaním výsledkov z hydrodynamických skúšok realizovaných na vrtoch v horninách s analogickým litologickým zložením (Malík et al., 2007) z horninového prostredia vápencov, variabilne s polohami ílovcov, pieskovcov a zlepcov, spolu na 28 hydrogeologických vrtoch. Hodnoty indexu prietochnosti skúšaných úsekov sa v rámci celého Slovenska pohybujú v rozpätí $Y = 3,85$ až 6,59. Zodpovedá to štandardnej mernej výdatnosti 0,020 6 až $0,31 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Smerodajná odchýlka $\sigma_Y = 0,78$. Mediánu indexu prietochnosti $Md(Y) = 5,65$ zodpovedá medián štandardnej mernej výdatnosti $Md(q) = 0,24 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Aritmetický priemer indexu prietochnosti $M(Y) = 5,39$ zodpovedá geometrickému priemeru hodnôt štandardnej mernej výdatnosti



Obr. 27. Plošné rozšírenie hydrogeologického celku sladkovodných vápencov, ílov a pieskov hlavinských vrstiev volkovského súvrstvia (mladší panón – vN^{pBH}) na hodnotenom území Brezovských Karpát. Odkryté horniny celku sú znázornené žltou farbou, hranica územia má modrú farbu. Na území je znázornená aj lokalizácia hydrogeologických vrtov (bodové značky červenej farby).

Fig. 27. Outcropping area of freshwater limestones, clays and sands of the Hlavina Mb. of the Volkovce Formation (Upper Pannonian – vN^{pBH}) in the area of the Brezovské Karpaty Mts. Exposed rocks of this hydrogeological unit are shown in yellow, border of the investigated territory is in blue. Locations of hydrogeological boreholes (red points).

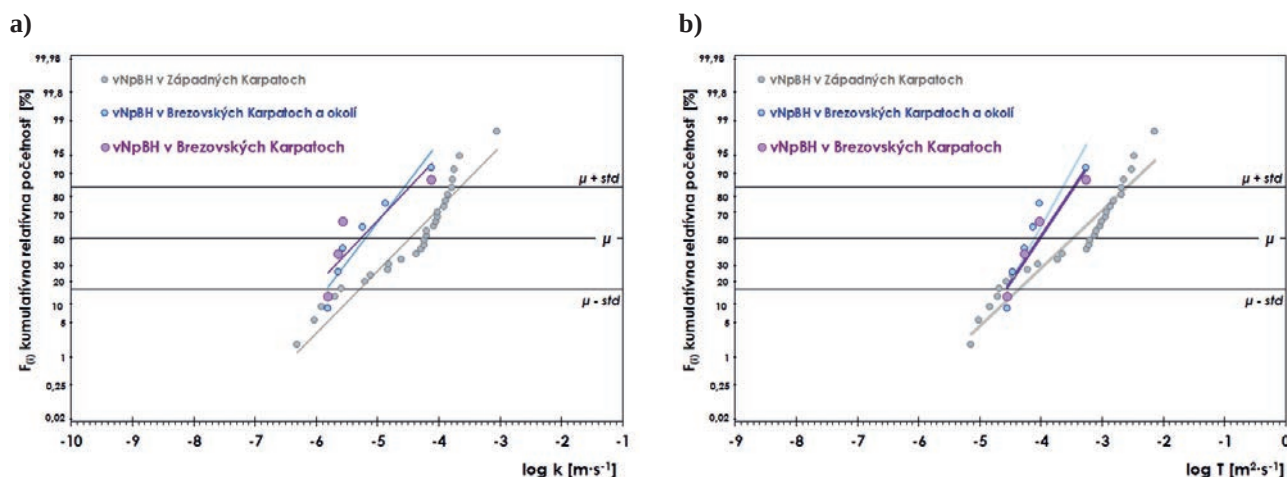
$G(q) = 0,45 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Hodnoty prietochnosti stanovené výpočtom z individuálne stanovených hodnôt logaritmickej prepočtovej diferencie a štandardnej mernej výdatnosti z jednotlivých hydrogeologických vrtov sa v tomto horninovom prostredí pohybujú od $7,22 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ do $7,20 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Smerodajná odchýlka hodnôt $Z - \sigma_z = 0,76$. Medián hodnôt indexu priepustnosti Z horninového prostredia vápencov, variabilne s polohami ílovcov, pieskocov a zlepcov $Md(Z)$ má hodnotu 4,61 a ich aritmetický priemer je 4,39. Aplikáciou individuálne stanovených hodnôt koeficientu logaritmickej prepočtovej diferencie d a následným prepočítaním na hodnoty k_z tu bol získaný odhad geometrického priemeru koeficientu filtrácie $G(k_z) = 3,33 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a koeficientu prietochnosti $G(T_v) = 3,29 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ z celého súboru hornín s analogickou litológiou na našom území. Hodnoty indexu priepustnosti Z sa tu zistili v rozsahu od 2,67 do 5,68. Z toho vyplýva rozsah hodnôt koeficientu filtrácie k_z od $4,92 \times 10^{-7}$ do $8,89 \times 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Porovnanie výsledkov získaných z oboch súborov je graficky znázornené na kvantilových diagramoch na obr. 28a, b. Hlavinské vrstvy, resp. travertíny a sladkovodné vápence v oblasti Brezovských Karpát sú, zdá sa, menej priepustné než analogické usadeniny v iných častiach Slovenska.

Hydrogeologický komplex sedimentov kvartéru

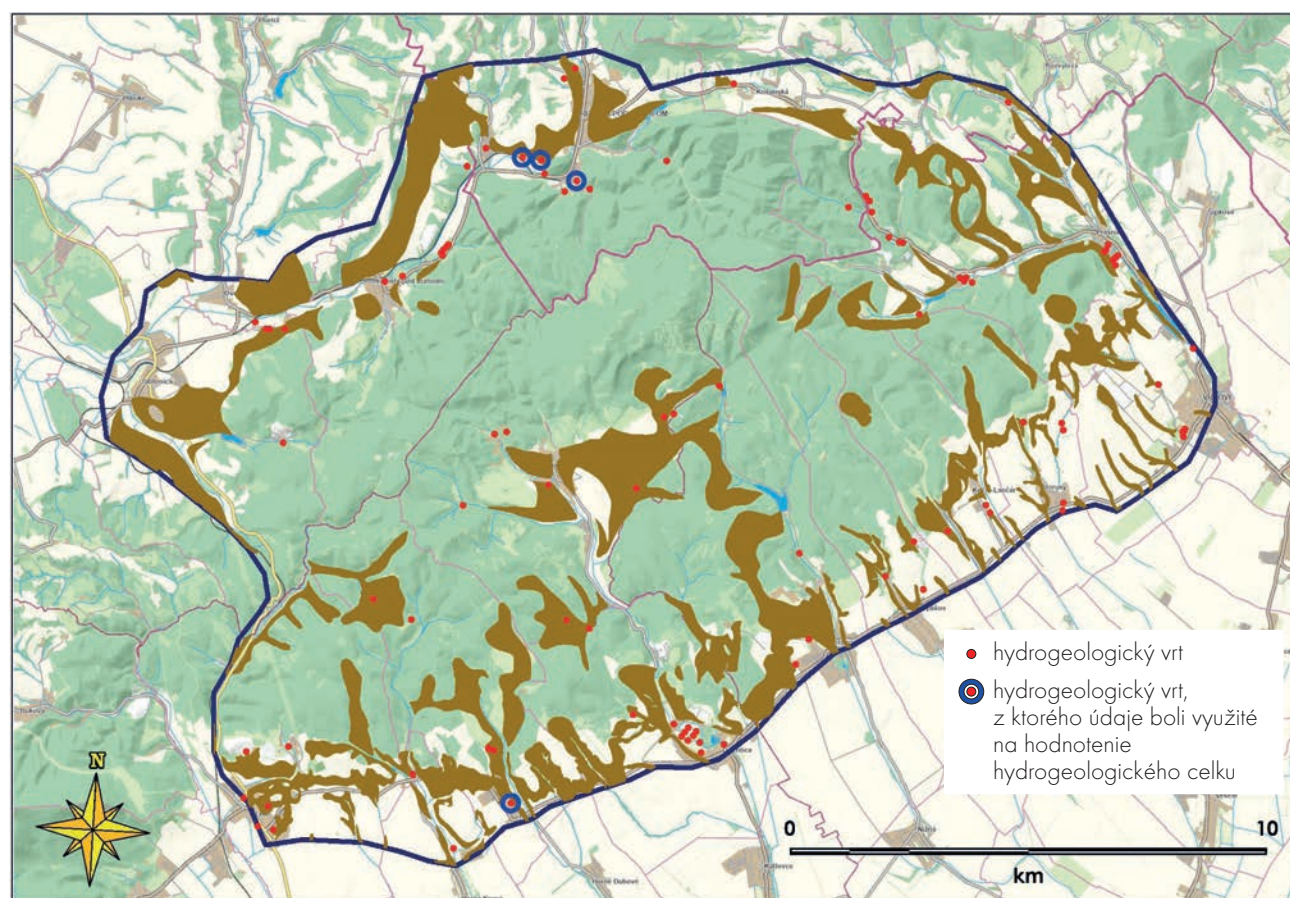
Hydrogeologický celok hlinito-ílovitých, hlinito-piesčitých a hlinito-kamenitých deluviálnych sedimentov kvartéru (dQ)

Spomedzi kvartérnych sedimentov majú najväčšie plošné rozšírenie na území Brezovských Karpát svahové sedimenty tvoriace priame nadložie ostatných hornín vystupujúcich v pohorí. V prípade, ak sú na mape identifikované, majú premenlivú hrúbku, 2 až 6 m. V hrúbke do 2 m sú však väčšinou prítomné aj na ostatných miestach. Hlinito-ílovité, hlinito-piesčité a hlinito-kamenité deluviálne sedimenty kvartéru sú v rámci hodnoteného územia Brezovských Karpát identifikované na ploche 44,51 km² (17,41 % rozlohy územia). Plochy ich dokumentovaného výskytu sú znázornené na mape na obr. 29. Sú to prevažne hlinité zvetraniny, ak vystupujú nad podložíom tvoreným neogénnymi ílmi, ílovcami či siltovcami. V prípade ďalších hornín v závislosti od sklonu svahov ide o hlinito-kamenité alebo kamenito-hlinité sutiny. V porovnaní so svojím podložíom sú vo väčšine prípadov priepustnejšie a akumulujú podzemnú vodu, ktorá potom vyviera na povrch formou sutinových prameňov s veľmi kolísavou výdatnosťou, resp. vytvárajú plošné zamokrenia.



Obr. 28. Porovnanie štatistického rozdelenia hodnôt koeficientu filtrácie a koeficientu prietochnosti hydrogeologického celku sladkovodných vápencov, ílov a pieskov hlavinských vrstiev volkovského súvrstvia mladopanónskeho veku z oblasti Brezovských Karpát a zo všetkých vrtov situovaných v analogických horninách – neogénnych vápencoch, variabilne s polohami ílovcov, pieskovcov a zlepcov na území Slovenska: a) hodnoty koeficientu filtrácie, b) hodnoty koeficientu prietochnosti na kvantilových diagramoch.

Fig. 28. Comparison of the coefficient of hydraulic conductivity and coefficient of transmissivity of the hydrogeological unit of freshwater limestones, clays and sands of the Hlavina Mb. of the Volkovce Formation of Upper Pannonian in the area of the Brezovské Karpaty Mts. with the statistical distribution of these values obtained for all wells situated in analogical sediments – Neogene limestones, variably with beds of claystones, sandstones and conglomerates in the territory of Slovakia (Malík et al., 2007): a) hydraulic conductivity values, b) coefficient of transmissivity values shown in quantile diagrams.



Obr. 29. Plošné rozšírenie hydrogeologického celku deluviálnych sedimentov kvartéru (hlinito-ílovitých, hlinito-piesčitých a hlinito-kamenitých svahovín (dQ) na hodnotenom území Brezovských Karpát. Odkryté horniny celku sú znázornené hnedou farbou, hranica územia má modrú farbu. Na území je znázornená aj lokalizácia hydrogeologických vrtov (bodové značky červenej farby).

Fig. 29. Outcropping area of Quaternary deluvial sediments (clayey, clayey-sandy and clayey-stony deposits (dQ) in the area of the Brezovské Karpaty Mts. Exposed rocks of this hydrogeological unit are shown in brown, border of the investigated territory is in blue. Locations of hydrogeological boreholes (red points).

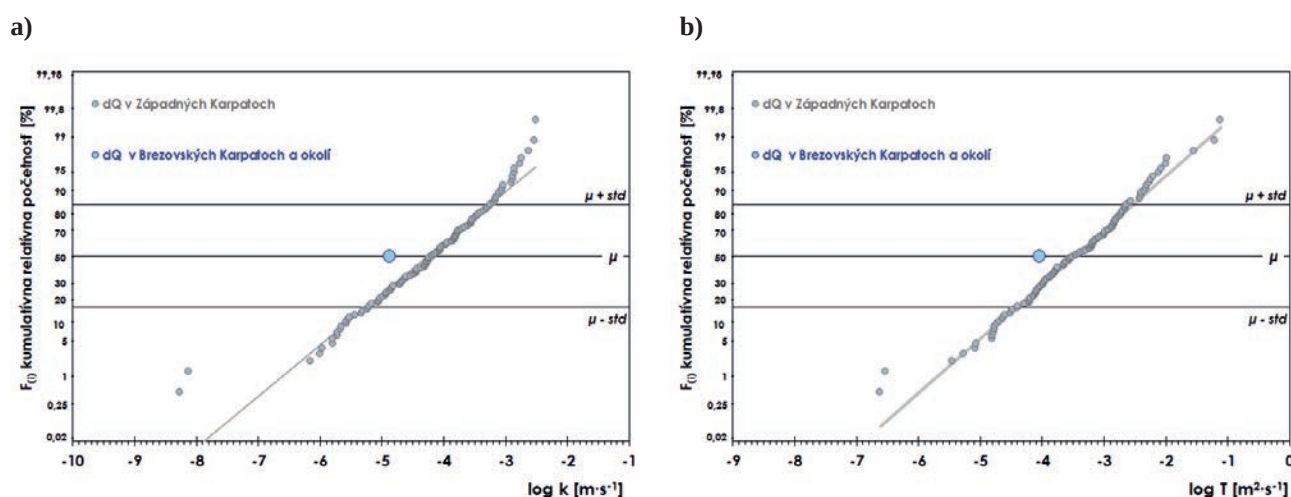
O horninách hlinito-ílovitých, hlinito-piesčitých a hlinito-kamenitých svahovín a sutín existujú v rámci územia Brezovských Karpát údaje iba z jediného vrtu. Mal štandardnúmernú výdatnosť $0,050 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Hodnoty indexov prietochnosti Y a priepustnosti Z boli stanovené na 4,7 a 3,87. Z nich bol aplikáciou logaritmickéj prepočtovej diferencie d stanovenej pre daný vrt vypočítaný koeficient prietochnosti $T_Y = 9,10 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a koeficient filtrácie $k_Z = 1,34 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Údaje o priemernej prietochnosti a priepustnosti deluviálnych sedimentov kvartéru boli porovnané so súborom údajov získaným spracovaním výsledkov z hydrodynamic-kých skúšok realizovaných na vrtoch v horninách s analogickým litologickým zložením (Malík et al., 2007) – zo súboru vrtoch z horninového prostredia prevažne hlinito-kamenitých (menej piesčito-kamenitých) svahovín a sutín, spolu zo 124 hydrogeologických vrtoch. Hodnoty indexu prietochnosti skúšaných úsekov sa v rámci celého Slovenska pohybujú v rozpätí $Y = 2,84$ až $7,60$. To zodpovedá štandardnej mernej výdatnosti $0,00069$ až $39,5 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Smerodajná odchýlka $\sigma_Y = 0,87$. Mediánu indexu prietochnosti $Md(Y) = 5,29$ zodpovedá medián štandardnej mernej výdatnosti $Md(q) = 0,22 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Aritmetický priemer indexu prietochnosti $M(Y) = 5,34$ zas zodpovedá geometrickému priemeru hodnôt štandardnej mernej výdatnosti $G(q) = 0,20 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Hodnoty prietochnosti stanovené výpočtom z individuálne stanovených hodnôt logaritmickéj prepočtovej diferencie a štandardnej mernej výdatnosti z jednotlivých hydrogeologických vrtoch sa pohybujú od $2,41 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ do $7,71 \times 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Smerodajná odchýlka hodnôt $Z - \sigma_Z = 0,99$. Medián hodnôt indexu priepustnosti Z horninového prostredia svahovín a sutín $Md(Z)$ je 4,73 a ich aritmetický priemer je 4,57. Aplikáciou individuálne stanovených hodnôt koeficientu logaritmickéj prepočtovej diferencie d a následným prepočítaním na hodnoty k_Z bol získaný odhad geometrického priemeru

koeficientu filtrácie $G(k_Z) = 5,54 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a koeficientu prietochnosti $G(T_Y) = 3,30 \times 10^{-4} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ z celého súboru hornín s analogickou litológiou na území SR. Hodnoty indexu priepustnosti Z sa tu zistili v rozsahu od 1,24 do 6,33. Z toho vyplýva rozsah hodnôt koeficientu filtrácie k_Z od $5,49 \times 10^{-9}$ do $3,11 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Kvantilové diagramy na obr. 30a, b porovnávajú výsledky získané z jedného hydrogeologického vrtu v Brezovských Karpatoch a z hydrogeologických vrtoch z celoslovenskej databázy – hydrogeologický vrt v Brezovských Karpatoch overil skôr slabšie priepustnú časť týchto sedimentov.

Hydrogeologický celok fluviálnych sedimentov holocénu v riečnej níve – piesčitých štrkov pokrytých nivnými hlinami (fQh)

Sedimenty riečnych alúvií, ktoré sa usadili v období nasledujúcom po poslednom glaciáli – v holocéne, sú zvyčajne vodárensky najdôležitejšími zvodnencami s ohľadom na ich vysokú priepustnosť, blízkosť k sídelným aglomeráciám a trvalú možnosť napájania z priľahlých riečnych tokov, prípadne indukovanú infiltráciu. Ich hrúbka zvyčajne nepresahuje 10 m, ak nie je lokálne či regionálne ovplyvnená poklesovou tektonikou. Majú medzizrnnú priepustnosť. V regióne Brezovských Karpát sú vyvinuté pozdĺž všetkých väčších aj menších povrchových tokov. Vzhľadom na prítomnosť koncentrovanejších prirodzených výstupov podzemnej vody z prameňov z triasových karbonátov sa na ich území voda fluviálnych sedimentov holocénu vodárensky využíva len v obmedzenej miere. Údaje máme k dispozícii len z 9 hydrogeologických vrtoch. Holocénne fluviálne sedimenty riečnych nív sú v rámci hodnoteného územia Brezovských Karpát rozšírené na plochu $23,658 \text{ km}^2$ (9,25 % rozlohy územia). Plochy ich výskytu sú znázornené na obr. 31.



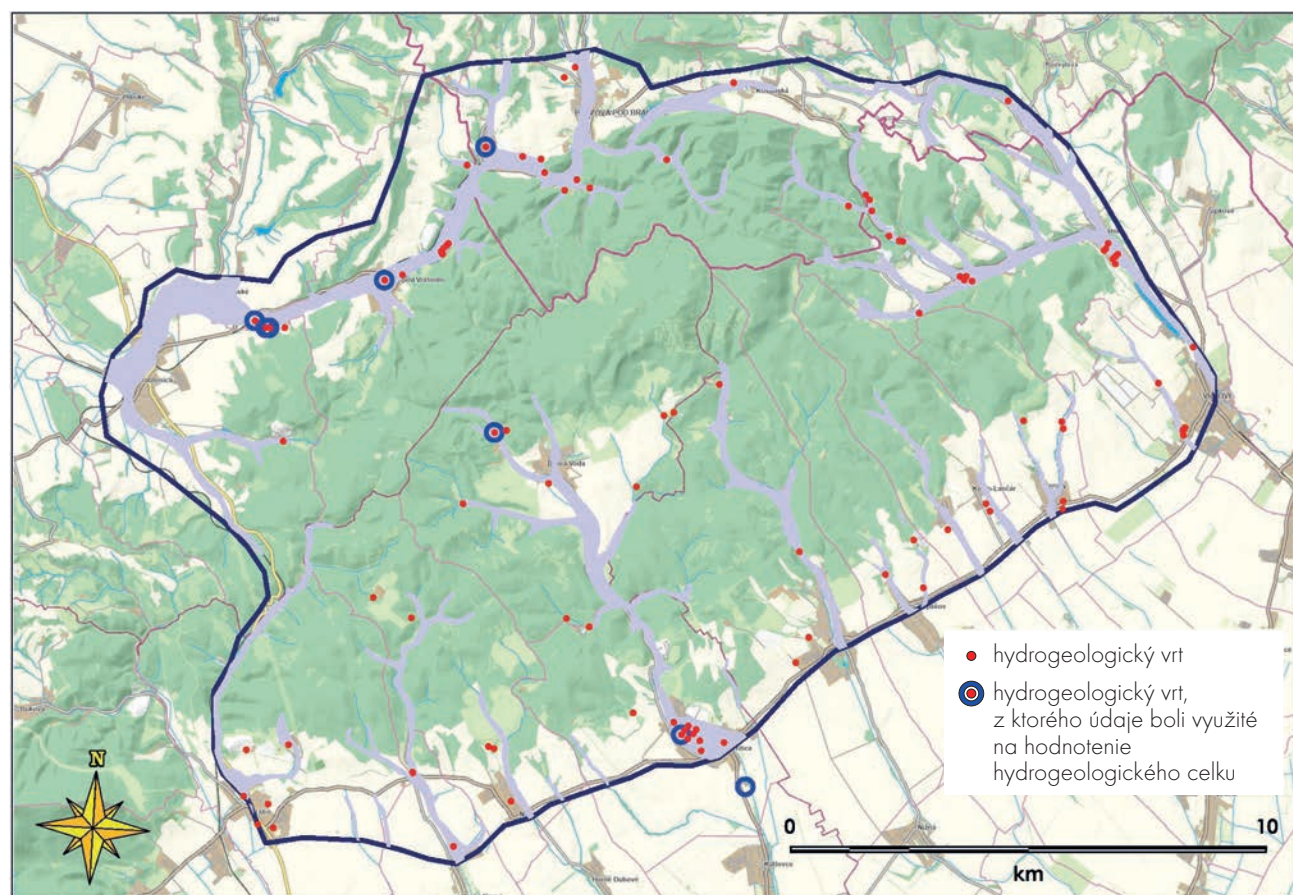
Obr. 30. Porovnanie koeficientu filtrácie a koeficientu prietochnosti hydrogeologického celku deluviálnych sedimentov/kvartérnych svahovín získaných z jedného vrtu z oblasti Brezovských Karpát so štatistickým rozdelením týchto hodnôt získaných zo všetkých vrtoch v kvartérnych deluviách na území Slovenska (Malík et al., 2007): a) hodnoty koeficientu filtrácie, b) hodnoty koeficientu prietochnosti na kvantilových diagramoch.

Fig. 30. Comparison of the coefficient of hydraulic conductivity and coefficient of transmissivity of the hydrogeological unit dQ – deluvial sediments – obtained from one hydrogeological borehole from the area of the Brezovské Karpaty Mts. with the statistical distribution of these values obtained for all wells in Quaternary deluvial sediments in the territory of Slovakia (Malík et al., 2007): a) hydraulic conductivity values, b) coefficient of transmissivity values shown in quantile diagrams.

Hodnoty indexu prietochnosti Y v skúšaných úsekoch týchto vrtov sa pohybovali v rozpätí $5,23 - 6,52$ pri štandardnej mernej výdatnosti $q = 0,171 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ s geometrickým priemerom $G(q) = 0,701 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Medián hodnôt štandardnej mernej výdatnosti dosiahnutej pri odberových skúškach $Md(q) = 0,84 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Stredné hodnoty indexu prietochnosti Y reprezentuje aritmetický priemer $M(Y) = 5,93$ a medián $Md(Y) = 5,85$. Z nich sú odvodené priemerné hodnoty koeficientu prietochnosti T – geometrický priemer hodnôt $T_Y - G(T_Y) = 1,29 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Individuálne hodnoty koeficientu prietochnosti T_Y sa pohybujú od $4,33 \times 10^{-4}$ do $4,24 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Pri indexe priepustnosti Z sú jeho stredné hodnoty aritmetický priemer $M(Z) = 5,34$ a medián $Md(Z) = 5,35$, okrajové (extrémne) hodnoty sa pohybujú od $4,65$ do $5,92$. Z nich odvodené hodnoty koeficientu filtrácie k_z sú potom v rozmedzí od $8,99 \times 10^{-5}$ do $1,20 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Odhadovaná priemerná hodnota $G(k_z) = 3,37 \times 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Variabilita hodnôt hydraulických parametrov v tomto type zvodnencov je daná smerodajnou odchýlkou hodnôt indexov prietochnosti Y a priepustnosti Z , kde $\sigma_Y = 0,40$ a $\sigma_Z = 0,41$.

Výsledky regionálnych hydraulických parametrov týchto hornín sa môžu porovnať s výsledkami hydraulických

testov získaných z väčšieho súboru údajov z celého územia Západných Karpát. Z týchto údajov získaných z 936 hydrogeologických vrtov boli odvodené hodnoty priemernej prietochnosti a priepustnosti piesčitých štrkov dnovej akumulácie nív a nízkych terás. Smerodajné odchýlky porovnávacích hydraulických parametrov Y a Z boli $\sigma_Y = 0,77$ a $\sigma_Z = 0,78$. Minimálne hodnoty indexu prietochnosti $\min(Y) = 1,80$, maximálne hodnoty $\max(Y) = 7,98$. Medián indexu prietochnosti $Md(Y) = 6,23$. Tejto hodnote zodpovedal medián štandardnej mernej výdatnosti $Md(q) = 1,26 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, ktorá sa inak pohybuje v rozmedzí $0,000 \text{ } 06$ až $95,11 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$. Aritmetický priemer hodnôt indexu prietochnosti $M(Y) = 6,10$ a zodpovedá geometrickému priemeru hodnôt štandardnej mernej výdatnosti $G(q) = 1,68 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, geometrický priemer hodnôt T_Y bol $1,68 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Rozsah odvodených hodnôt koeficientu prietochnosti T_Y bol potom $3,55 \times 10^{-8} - 2,05 \times 10^{-1} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$. Aritmetický priemer indexu priepustnosti $M(Z) = 5,50$, medián $Md(Z) = 5,60$. Rozsah hodnôt indexu priepustnosti Z bol $1,19 - 7,35$. Individuálne stanovené hodnoty koeficientu logaritmickéj prepočtovej diferencie d z každej odberovej skúšky umožnili výpočet hodnôt k_z a následný odhad geometrického priemeru koeficientu filtrácie $G(k_z) = 4,21 \times 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a stanovenie rozsahu hodnôt



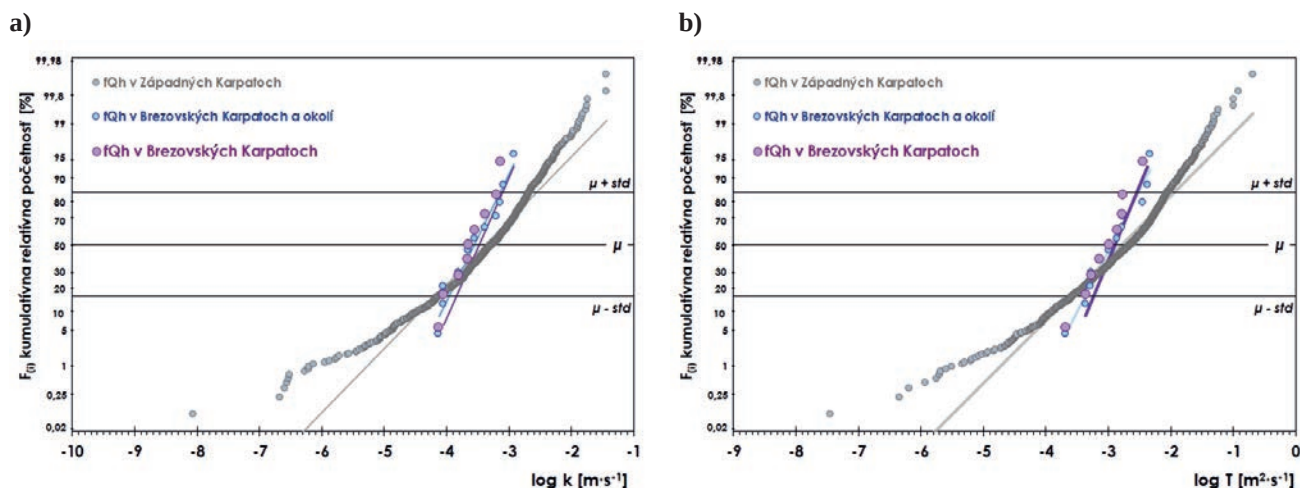
Obr. 31. Plošné rozšírenie hydrogeologického celku fluvialných sedimentov holocénu v riečnej nive – piesčitých štrkov pokrytých nivnými hlinami – na hodnotenom území Brezovských Karpát. Odkryté horniny celku (fQh) sú znázornené tmavomodrou farbou, hranica územia má modrú farbu. Na území je znázornená aj lokalizácia hydrogeologických vrtov (bodové značky červenej farby).

Fig. 31. Outcropping area of Quaternary Holocene fluvial sediments in the river floodplain – sandy gravels covered by floodplain loams – in the evaluated territory of the Brezovské Karpaty Mts. Exposed hydrogeological unit (fQh) is shown in dark blue, border of the investigated territory is in blue. Locations of hydrogeological boreholes (red points).

koeficientu filtrácie $k_z = 8,87 \times 10^{-9}$ až $3,69 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Porovnanie výsledkov získaných z oboch súborov je graficky znázornené na kvantilových diagramoch na obr. 32a, b. Z prezentovaných údajov, ako aj ich grafického prehľadu je zrejmé, že aluviálne štrky v dnových akumuláciách povrchových tokov v Brezovských Karpatoch sú oproti celoslovenskému priemeru menej priepustné. Majú nižšie stredné hodnoty koeficientu filtrácie aj koeficientu prietočnosti, sú však homogénnejšie, ako to naznačuje strmší sklon osi ich kumulatívnej relatívnej početnosti.

v archivovaných záverečných správach lokálnych či regionálnych hydrogeologických prieskumov, predstavuje v súčasnosti jedinou možnosť získania spoľahlivejších odhadov distribúcie regionálnych hodnôt hydraulických vlastností hornín.

Základným parametrom na stanovenie regionálnych štatistických hodnôt hydraulických parametrov hornín Brezovských Karpát, z ktorého sa odvodzovala reinterpretovaná hodnota koeficientu filtrácie a koeficientu prietočnosti horninového prostredia, bola štandardná merná výdatnosť



Obr. 32. Porovnanie koeficientu filtrácie a koeficientu prietočnosti hydrogeologického celku fQh – piesčitých štrkov holocénu v riečnej nive – získaných z 9 vrtov z oblasti Brezovských Karpát so štatistickým rozdelením týchto hodnôt získaných zo všetkých vrtov v holocénných sedimentoch riečnych nív na území Slovenska (Malík et al., 2007): a) hodnoty koeficientu filtrácie, b) hodnoty koeficientu prietočnosti na kvantilových diagramoch.

Fig. 32. Comparison of the coefficient of hydraulic conductivity and coefficient of transmissivity of the hydrogeological unit fQh – Holocene sandy gravels in the river alluvia – obtained from 9 hydrogeological boreholes from the area of the Brezovské Karpaty Mts. with the statistical distribution of these values obtained for all wells in Holocene sediments in river alluvia in the territory of Slovakia (Malík et al., 2007): a) hydraulic conductivity values, b) coefficient of transmissivity values shown in quantile diagrams.

ZÁVER

Územie Brezovských Karpát je charakterizované veľkými plochami odkrytých krasovatejúcich karbonátov stredného a vrchného triasu, prekrytými nadložnými mladšími sedimentmi mezozoika a kenozoika. Dominuje tu krasovo-puklinový a medzizrnový typ priepustnosti a horniny s puklinovou priepustnosťou a obehom podzemnej vody sústredeným predovšetkým do zóny pripovrchového rozvoľnenia sú tu zastúpené len v minimálnej miere. Napriek početným regionálnym hydrogeologickým prácam opisujúcim pomery Brezovských Karpát v minulosti boli regionálne štatistické hodnoty hydraulických parametrov hornín tohto pohoria zhodnotené až v súčasnosti. Na tento účel boli reinterpretované údaje z hydrodynamických skúšok realizovaných v minulosti na 105 hydrogeologických vrtoch na tomto území alebo v jeho bezprostrednom okolí. Spoľahlivé určenie hydraulických parametrov hornín je možné len prostredníctvom dlhodobých hydrodynamických skúšok realizovaných na dostatočnom počte dostatočne hlbokých hydrogeologických vrtov. Vzhľadom na technickú a finančnú náročnosť to v súčasnosti predstavuje nerealizovateľnú úlohu. Reinterpretácia hydrodynamických skúšok, ktorých výsledky boli príslušne reportované

vrtoch, t. j. hodnota čerpanej výdatnosti dosiahnutej pri prvom metri zníženia hladiny podzemnej vody vo vrte. Vo väčšine prípadov musela byť prepočítaná z archivovaných hodnôt. Súbor rovníc uvedených v metodической časti článku opisuje spôsob, akým boli postupne určené stredné hodnoty, ale aj štatistické rozdelenie hydraulických parametrov z týchto jednotlivých hydrogeologických celkov Brezovských Karpát, kde bol k dispozícii aspoň jeden zhodnotený hydrogeologický vrt. Pretože štatistická početnosť hodnotených súborov z Brezovských Karpát bola značne nízka, do hodnotenia vstupovalo aj porovnanie s výsledkami získanými na spolu 2 787 vrtoch situovaných do obdobných hornín na celom území Slovenska. Výsledky znázornené na kvantilových diagramoch preukazujú obdobné regionálne charakteristiky hydraulických parametrov a ich štatistické rozdelenie týkajúce sa horninových celkov Brezovských Karpát, ako aj celoslovenských súborov s obdobnými litologickými a litostratigrafickými charakteristikami. Výnimkou sú stredotriasové dolomity hronika, ktoré sa vyznačujú viac ako o jeden rád vyššími hodnotami koeficientov filtrácie aj prietočnosti. To podčiarkuje vodohospodársku dôležitosť Brezovských Karpát: kým z údajov získaných zo 439 hydrogeologických vrtov

v triasových dolomitoch Západných Karpát bol zistený geometrický priemer hodnôt štandardnej mernej výdatnosti $G(q) = 0,590 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, geometrický priemer hodnôt $T_y = 1,03 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a geometrický priemer koeficientu filtrácie $G(k_z) = 2,36 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, z 11 hydrogeologických vrtov v Brezovských Karpatoch bol vypočítaný geometrický priemer hodnôt štandardnej mernej výdatnosti $G(q) = 4,84 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, geometrický priemer hodnôt $T_y = 1,23 \times 10^{-2} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ a geometrický priemer koeficientu filtrácie $G(k_z) = 3,32 \times 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. V druhom hydrogeologicky najproduktívnejšom type zvodnencov u nás – aluviálnych štrkoch v dnových akumuláciách povrchových tokov – sú tieto vrstvy v Brezovských Karpatoch oproti celoslovenskému priemeru menej priepustné. Vyznačujú sa nižšími strednými hodnotami koeficientu filtrácie aj koeficientu prietochnosti, sú však homogénnejšie. Naznačuje to strmší sklon osi ich kumulatívnej relatívnej početnosti v kvantilových diagramoch z 9 hydrogeologických vrtov z oblasti.

V záverečných tabuľkách 1 až 3 je uvedený prehľad hydraulických parametrov pripisovaných jednotlivým hydrogeologickým celkom Brezovských Karpát a výsledkov štatistického spracovania hydraulických parametrov hydrogeologických vrtov v regióne Brezovských Karpát. V tabuľke 1 sú charakterizované aj hydraulické parametre takých hydrogeologických celkov vystupujúcich v Brezovských Karpatoch, ktoré nemohli byť hodnotené prostredníctvom reinterpretácie hydrogeologických vrtov realizovaných na území Brezovských Karpát (žiadne vrty). Hydraulické parametre k nim boli priradené „per analogiam“ podľa predchádzajúcich výsledkov celoslovenských hodnotení – spôsob je príslušne opísaný v tejto tabuľke. Dôležitým prvkom v tabuľke 1 je poradové číslo hydrogeologického celku v jej prvom stĺpci. Identické číslo sa opakuje aj v tabuľkách 2 a 3, kde sú sumarizované regionálne hodnoty koeficientov prietochnosti T , resp. koeficientov filtrácie k , odvodené reinterpretačným výpočtom na základe údajov z jednotlivých hydrogeologických celkov Brezovských Karpát.

Tab. 1. Prehľad hydraulických parametrov pripisovaných k jednotlivým hydrogeologickým celkom Brezovských Karpát, ktoré boli použité pri zostavovaní základnej hydrogeologickej mapy regiónu v mierke 1 : 50 000. Výsvetlenie skratiek: T_{STRED} – stredná hodnota koeficientu prietochnosti použitá pri zostavovaní mapy; σ_y – smerodajná odchýlka indexu prietochnosti použitá pri zostavovaní mapy; n – počet vyhodnocovaných hydrogeologických vrstiev v regióne Brezovských Karpát.

Por. číslo	Index	Hydrogeologický opis	Typ priepustnosti	Hydrogeologická funkcia	T_{STRED} [$m^2 \cdot s^{-1}$]	σ_y	n	Poznámka
1	aQ	antropogénne sedimenty: skládky, navážky	medzizimová	kolektor	2,62E-03	0,35	0	stanovené podľa celoslovenských archívnych údajov (7 vrstiev) z práce Malik et al. (2007)
2	tQ	travertíny a penovce (chemogénno-organogénne sedimenty pleistocénu a holocénu)	krasovo-puklinová	kolektor	2,31E-03	1,36	0	stanovené podľa celoslovenských archívnych údajov (15 vrstiev) z práce Malik et al. (2007)
3	oQ	kvartérne organogénne sedimenty: rašeliný – slatiný a vrchoviská, humózne rašelinové hliny	medzizimová	izolátor	4,52E-04	0,19	0	stanovené podľa celoslovenských archívnych údajov (3 vrty) z práce Malik et al. (2007)
4	fQh	fluviálne sedimenty holocénu v riečnej nive – piesčité štrky pokryté nivnými hlinami	medzizimová	kolektor	1,29E-03	0,40	9	údaje z 9 vrstiev v regióne + 3 vrstiev v okolí + porovnanie s celoslovenskými archívными údajmi z 936 vrstiev (Malik et al., 2007)
5	fQp	fluviálne sedimenty pleistocénných riečnych terás: štrky, piesčité štrky a piesky, miestami s pokryvom spraší a deluviálnych splachov	medzizimová	kolektor	9,86E-04	0,76	0	stanovené podľa celoslovenských archívnych údajov (526 vrstiev) z práce Malik et al. (2007)
6	pQ	proluviálne sedimenty holocénu a pleistocénu: štrky a zahlienené piesčité štrky s úlomkami hornín, miestami s pokryvom spraší a deluviálnych splachov	medzizimová	kolektor	1,14E-03	0,78	0	stanovené podľa celoslovenských archívnych údajov (371 vrstiev) z práce Malik et al. (2007)
7	eQp	spraša a sprašové hliny – eolické a eolicko-deluviálne sedimenty mladšieho pleistocénu	medzizimová	izolátor	1,64E-04	0,89	0	stanovené podľa celoslovenských archívnych údajov (13 vrstiev) z práce Malik et al. (2007)
8	dQ	hlinito-ílovité, hlinito-piesčité a hlinito-kamenité deluviálne sedimenty kvartéru	medzizimová	kolektor	3,30E-04	0,87	1	stanovené podľa celoslovenských archívnych údajov (123 vrstiev) z práce Malik et al. (2007), porovnanie s údajmi z 1 vrtu v okolí regiónu
9	vN ^{pBH}	sladkovodné vápence, íly a piesky hlavninských vrstiev vulkanského súvrstvia (mladší panón)	medzizimová	kolektor	7,74E-05	0,44	4	údaje zo 4 vrstiev v regióne + 2 vrstiev v okolí + porovnanie s celoslovenskými archívными údajmi z 936 vrstiev (Malik et al., 2007)
10	zN ^{bSD}	brekcie, štrky a piesky s polohami štrkov dolianskych vrstiev špačinského súvrstvia (stredný bádén)	medzizimová	kolektor	3,80E-04	0,98	9	údaje z 3 vrstiev v regióne + 6 vrstiev v okolí + porovnanie s celoslovenskými archívными údajmi z 55 vrstiev (Malik et al., 2007)
11	zN ^{IELJ}	jablónické zlepenie lakšárskeho súvrstvia (karpát)	medzizimová	kolektor	4,16E-04	0,86	7	údaje zo 7 vrstiev v regióne + 2 vrstiev v okolí + konečné stanovenie podľa celoslovenských archívnych údajov (55 vrstiev) z práce Malik et al. (2007)
12	ipN ^{IL}	ílovce, siltovce, prachovce, pieskovce, piesky a tuhy lakšárskeho súvrstvia (karpát; prietžské vrstvy)	medzizimová	regionálny izolátor	6,09E-04	0,88	14	údaje zo 14 vrstiev v okolí regiónu + porovnanie s celoslovenskými archívными údajmi zo 159 vrstiev (Malik et al., 2007)
13	izpN ^{oBP}	ílovce, zlepenie, brekcie a pieskovce planinského súvrstvia (otmang – karpát)	medzizimová	kolektor	2,60E-04	0,64	1	stanovenie podľa celoslovenských archívnych údajov (88 vrstiev) z práce Malik et al. (2007), porovnanie s údajmi z 1 vrtu v okolí regiónu

Tab. 1 – pokračovanie.

Por. číslo	Index	Hydrogeologický opis	Typ priepustnosti	Hydrogeologická funkcia	$T_{\text{STRED}} [\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}]$	σ_y	n	Poznámka
14	pN_{elPB}	podbrančské pieskovce a zlepenie lužického súvrstvia (egenburg)	medzizimová	kolektor	2,49E-04	0,56	7	údaje zo 7 vrtov v regióne + porovnanie s celoslovenskými archívnymi údajmi z 10 vrtov (Malík et al., 2007)
15	zN_{elPB}	podbrančské zlepenie a brekcie lužického súvrstvia (egenburg)	medzizimová	kolektor	8,07E-04	1,00	2	stanovenie podľa celoslovenských archívnych údajov (55 vrtov) z práce Malík et al. (2007), porovnanie s údajmi z 2 vrtov v okolí regiónu
16	sK^{BR}	slieňa a flyš s prevahou slietov brezovskej kriedy [súvrstvie Hurbanovej doliny, podbradlianske a košarištianske (predtým košarišské) súvrstvie, štvornické slieňa]	puklinová	regionálny izolátor	9,34E-05	1,12	3	údaje z 3 vrtov v regióne + 1 vrtu v okolí + stanovenie podľa celoslovenských archívnych údajov (229 vrtov) z práce Malík et al. (2007)
17	$pzsvK^{\text{BR}}$	baranecké pieskovce, valchovské zlepenie a schizofytové vápence brezovskej kriedy – karbonátové pieskovce, polymiktné a brekciovitité zlepenie, piesčité slieňa a vápence	puklinová	kolektor	4,53E-04	0,62	4	údaje zo 4 vrtov v regióne + porovnanie s celoslovenskými archívnymi údajmi zo 78 vrtov (Malík et al., 2007)
18	pvJ	pestré vápence jury, hierlatzké súvrstvie	puklinová	kolektor	5,24E-04	1,32	0	stanovenie podľa celoslovenských archívnych údajov (30 vrtov) z práce Malík et al. (2007)
19	vT_3^{H}	vápence mladšieho triasu hronika	krasovo-puklinová	kolektor	6,11E-04	1,05	1	stanovenie podľa celoslovenských archívnych údajov (238 vrtov) z práce Malík et al. (2007), porovnanie s údajmi z 1 vrtu v regióne
20	dT_3^{H}	hlavné dolomity mladšieho triasu hronika	krasovo-puklinová	kolektor	1,18E-03	0,65	16	údaje z 13 vrtov v regióne + 3 vrtov v okolí + stanovenie podľa celoslovenských archívnych údajov (439 vrtov v triasových dolomitoch, z toho 56 vrtov v hlavných dolomitoch) z práce Malík et al. (2007)
21	bpT_3^{H}	piesčité bridlce a ílovce lunzských vrstiev mladšieho triasu hronika	puklinová	izolátor	2,00E-05	0,00	0	stanovenie „per analogiam“ podľa celoslovenských archívnych údajov z práce Malík et al. (2007)
22	dT_2^{H}	dolomity stredného triasu hronika	krasovo-puklinová	kolektor	1,23E-02	0,62	11	údaje z 11 vrtov v regióne + 1 vrtu v okolí + stanovenie podľa celoslovenských archívnych údajov (439 vrtov) z práce Malík et al. (2007)
23	vT_2^{H}	vápence stredného triasu hronika	krasovo-puklinová	kolektor	6,11E-04	1,06	3	stanovenie podľa celoslovenských archívnych údajov (237 vrtov) z práce Malík et al. (2007), porovnanie s údajmi z 3 vrtov v regióne

Tab. 2. Prehľad štatistického spracovania hydraulických parametrov súvisiacich s koeficientom prietočnosti T z jednotlivých hydrogeologických celkov Brezovských Karpát. Poradové číslo a názov hydrogeologického celku zodpovedá tab. 1. Vysvetlenie skratiek: n – počet vyhodnocovaných hydrogeologických vrtov v regióne Brezovských Karpát; $\min(Y)$ – minimálna hodnota indexu prietočnosti; $\max(Y)$ – maximálna hodnota indexu prietočnosti; $M(Y)$ – aritmetický priemer hodnôt indexu prietočnosti; $Md(Y)$ – medián hodnôt indexu prietočnosti; σ_Y – smerodajná odchýlka indexu prietočnosti; $\text{Min}(T_Y)$ – minimálna hodnota odvodeného koeficientu prietočnosti T_Y ; $\text{Max}(T_Y)$ – maximálna hodnota odvodeného koeficientu prietočnosti T_Y ; $G(T_Y)$ – geometrický priemer hodnôt odvodeného koeficientu prietočnosti T_Y ; $\text{Min}(q)$ – minimálna hodnota štandardnej mernej výdatnosti q ; $\text{Max}(q)$ – maximálna hodnota štandardnej mernej výdatnosti q ; $Md(q)$ – medián hodnôt štandardnej mernej výdatnosti q ; $G(q)$ – geometrický priemer hodnôt štandardnej mernej výdatnosti q .

Prac. číslo	Hydrogeologický opis	n	min(Y)	max(Y)	M(Y)	Md(Y)	σ_Y	Min(T_Y)	Max(T_Y)	G(T_Y)	Min(q)	Max(q)	Md(q)	G(q)
4	fluválne sedimenty holocénu v riečnej nive – piesčité štrky pokryté nivnými hlinami	9	5,23	6,52	5,93	5,85	0,40	4,33E-04	4,24E-03	1,29E-03	0,171 05	3,33	0,84	0,71
8	hlimito-ílovité, hlimito-piesčité a hlimito-kamenité deluviálne sedimenty kvartéru	1	4,70	4,70	4,70	4,70		9,10E-05	9,10E-05	9,10E-05	0,050 00	0,05	0,05	0,05
9	sladkovodné vápence, íly a piesky hlavinských vrstiev volkovského súvrstvia (mladší panón)	4	4,31	5,49	4,72	4,54	0,54	2,82E-05	5,45E-04	9,53E-05	0,020 56	0,31	0,05	0,03
10	brekie, štrky a piesky s polohami štrkov dolianskych vrstiev špačinského súvrstvia (stredný bádén)	9	2,97	6,41	5,14	5,28	0,98	2,94E-06	2,58E-03	3,80E-04	0,000 94	2,60	0,14	0,19
11	jablonické zlepenie lakšárskeho súvrstvia (karpát)	7	4,09	6,63	5,36	5,19	0,86	1,42E-05	2,28E-02	4,16E-04	0,012 24	4,23	0,23	0,15
12	ílovce, siltovce, prachovce, pieskovce, piesky a tufy lakšárskeho súvrstvia (karpát; prietržské vrstvy)	14	4,09	6,65	5,43	5,12	0,88	4,53E-05	7,49E-03	6,09E-04	0,012 32	4,42	0,27	0,13
13	ílovce, zlepenie, brekie a pieskovce planinského súvrstvia (otnang – karpát)	1	5,48	5,48	5,48	5,48		5,98E-04	5,98E-04	5,98E-04	0,304 88	0,30	0,30	0,30
14	podbrančské pieskovce a zlepenie lužického súvrstvia (egenburg)	7	4,47	5,94	5,07	5,00	0,56	3,61E-05	5,15E-03	2,49E-04	0,029 26	0,87	0,12	0,10
15	podbrančské zlepenie a brekie lužického súvrstvia (egenburg)	2	5,33	5,67	5,50	5,50	0,24	4,08E-04	7,10E-04	5,38E-04	0,214 43	0,46	0,32	0,32
16	slieň a flyš s prevahou slieňov brezovskej kriedy (súvrstvie Hurbanovej doliny, podbradlianske a košarištianske súvrstvie, štvornické slieň)	3	3,30	5,37	4,59	5,10	1,12	5,36E-06	5,67E-04	9,34E-05	0,002 00	0,24	0,04	0,13
17	baranecké pieskovce, valchovské zlepenie a schizofytové vápence brezovskej kriedy – karbonátové pieskovce, polymiktné a brekieovité zlepenie, piesčité slieň a vápence	4	4,63	6,01	5,35	5,38	0,62	7,72E-05	3,26E-03	4,53E-04	0,042 59	1,02	0,22	0,24
19	vápence mladšieho triasu hronika	1	6,30	6,30	6,30	6,30		4,02E-03	4,02E-03	4,02E-03	2,000 00	2,00	2,00	2,00
20	hlavné dolomity mladšieho triasu hronika	16	4,57	6,59	5,80	6,02	0,65	5,27E-05	9,05E-03	1,18E-03	0,037 27	3,90	0,63	1,05
22	dolomity stredného triasu hronika	11	5,39	7,55	6,71	6,68	0,62	5,98E-04	9,34E-02	1,23E-02	0,247 71	35,70	5,12	4,84
23	vápence stredného triasu hronika	3	2,97	6,49	4,92	5,30	1,79	1,71E-06	1,23E-02	2,01E-04	0,000 93	3,11	0,08	0,20

Tab. 3. Prehľad štatistického spracovania hydraulických parametrov súvisiacich s koeficientom filtrácie k z jednotlivých hydrogeologických celkov Brezovských Karpát. Poradové číslo a názov hydrogeologického celku zodpovedá tab. 1. Vysvetlenie skratiek: n – počet vyhodnocovaných hydrogeologických vrstiev v regióne Brezovských Karpát; $\min(Z)$ – minimálna hodnota indexu priepustnosti; $\max(Z)$ – maximálna hodnota indexu priepustnosti; $M(Y)$ – aritmetický priemer hodnôt indexu priepustnosti; $Md(Y)$ – medián hodnôt indexu priepustnosti; σ_y – smerodajná odchýlka hodnôt indexu priepustnosti; $\min(k_z)$ – minimálna hodnota odvodeného koeficientu filtrácie k_z ; $\max(k_z)$ – maximálna hodnota odvodeného koeficientu filtrácie k_z ; $G(k_z)$ – geometrický priemer hodnôt odvodeného koeficientu filtrácie k_z ; $\min(q)$ – minimálna hodnota štandardnej mernej výdatnosti q ; $\max(q)$ – maximálna hodnota štandardnej mernej výdatnosti q ; $Md(q)$ – medián hodnôt štandardnej mernej výdatnosti q ; $G(q)$ – geometrický priemer hodnôt štandardnej mernej výdatnosti q .

Prac. číslo	Hydrogeologický opis	n	min(Z)	max(Z)	M(Z)	Md(Z)	σ_z	Min(k_z)	Max(k_z)	G(k_z)	min(q)	max(q)	Md(q)	G(q)
4	fluválne sedimenty holocénu v riečnej nive – piesčité štrky pokryté nivnými hlinami	9	4,65	5,92	5,34	5,35	0,41	8,99E-05	1,21E-03	3,37E-04	0,171 05	3,33	0,84	0,71
8	hlinito-fluvitné, hlinito-piesčité a hlinito-kamenité deluviálne sedimenty kvartéru	1	3,87	3,87	3,87	3,87		1,34E-05	1,34E-05	1,34E-05	0,050 00	0,05	0,05	0,05
9	sladkovodné vápence, íly a piesky hlavinských vrstiev volkovského súvrstvia (mladší panón)	4	3,06	4,64	3,46	3,08	0,78	1,57E-06	7,68E-05	5,29E-06	0,020 56	0,31	0,05	0,03
10	brekcie, štrky a piesky s polohami štrkov dolianskych vrstiev špačinského súvrstvia (stredný bádén)	9	0,80	7,11	4,04	3,95	1,83	1,99E-08	1,18E-02	2,97E-05	0,000 94	2,60	0,14	0,19
11	jablónické zlepenie lakšárskeho súvrstvia (karpát)	7	2,38	4,72	3,84	4,08	0,85	2,76E-07	2,85E-04	1,27E-05	0,012 24	4,23	0,23	0,15
12	ílovce, siltovce, prachovce, pieskovce, piesky a tuhy lakšárskeho súvrstvia (karpát; prietržské vrstvy)	14	2,19	5,63	4,13	4,05	1,13	6,06E-07	7,12E-04	3,09E-05	0,012 32	4,42	0,27	0,13
13	ílovce, zlepenie, brekcie a pieskovce planinského súvrstvia (otang – karpát)	1	5,28	5,28	5,28	5,28		3,73E-04	3,73E-04	3,73E-04	0,304 88	0,30	0,30	0,30
14	podbrančské pieskovce a zlepenie lužického súvrstvia (egenburg)	7	2,84	4,92	3,59	3,31	0,69	8,46E-07	4,85E-04	8,25E-06	0,029 26	0,87	0,12	0,10
15	podbrančské zlepenie a brekcie lužického súvrstvia (egenburg)	2	3,55	4,36	3,96	3,96	0,58	6,68E-06	3,55E-05	1,54E-05	0,214 43	0,46	0,32	0,32
16	slieňa a flyš s prevahou slieňov brezovskej kriedy (súvrstvie Hurbanovej doliny, podbradlianske a košarištianske súvrstvie, štvornické slieňa)	3	1,16	4,83	3,46	4,40	2,01	3,85E-08	1,62E-04	6,94E-06	0,002 00	0,24	0,04	0,13
17	baranecké pieskovce, valchovské zlepenie a schizofytové vápence brezovskej kriedy – karbonátové pieskovce, polymiktne a brekciovitité zlepenie, piesčité slieňa a vápence	4	2,40	4,38	3,38	3,37	0,94	4,55E-07	7,64E-05	4,85E-06	0,042 59	1,02	0,22	0,24
19	vápence mladšieho triasu hronika	1	5,60	5,60	5,60	5,60		8,05E-04	8,05E-04	8,05E-04	2,000 00	2,00	2,00	2,00
20	hlavné dolomity mladšieho triasu hronika	16	2,60	4,83	4,02	4,23	0,71	5,60E-07	1,21E-04	1,97E-05	0,037 27	3,90	0,63	1,05
22	dolomity stredného triasu hronika	11	4,62	5,86	5,14	5,18	0,40	6,95E-05	1,53E-03	3,32E-04	0,247 71	35,70	5,12	4,84
23	vápence stredného triasu hronika	3	1,57	4,91	3,45	3,89	1,71	6,82E-08	3,20E-04	6,86E-06	0,000 93	3,11	0,08	0,20

LITERATÚRA

- Banič, J., 1969: Vrbové – hydrogeologický prieskum pre predajňu „Domáce potreby“. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 21 877), 6 s.
- Bartková, E., 1980: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumu (vrty HPF-1, hĺbka 40,0 m, HPF-2, hĺbka 70,0 m, P-1, P-2, hĺbka 20 m) na lokalite Prašník-Fajnory (okres Trnava) v povodí potoka Holeša za účelom získania zdroja pitnej vody. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 49 480), 14 s.
- Bartková, E. a Solymosiová, E., 1985: Chtelnica – hospodársky dvor JRD, prieskum pre vodný zdroj. (HG prieskumný vrt do hĺbky 80,0 m). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 66 987), 16 s.
- Bágelová, A. a Fendek, M., 2011a: Interpretácia prítokových skúšok v neovulkanických horninách Slovenska. Podzemná voda, XVII, 2, 144 – 156.
- Bágelová, A. a Fendek, M., 2011b: Regionálne hodnotenie koeficienta prietoknosti v neovulkanických horninách na Slovensku a v zahraničí. Podzemná voda, XVII, 2, 171 – 188.
- Bátory, V. a Novomestská, D., 1979: Horné Dubové (okres Trnava) – hydrogeologický prieskum (7 HG vrtov HD-2 až HD-8, hĺbka 9,0 až 35,0 m) v oblasti Horného Dubového a Naháča pre zásobovanie obce pitnou a úžitkovou vodou. Vodné zdroje Bratislava. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 45 438), 10 s.
- Bátory, V., Džuppa, P., Hauskrecht, I., Palkovičová, M. a Baťová, M., 1974: Jablonica – hydrogeologický prieskum v okolí obce. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 33 175), 21 s.
- Began, A., Hanáček, J., Mello, J. a Salaj, J., 1984: Geologická mapa Myjavskej pahorkatiny, Brezovských a Čachtických Karpát 1 : 50 000. Bratislava, Slov. geol. úrad – Geol. Úst. D. Štúra.
- Bukovská, E., Remenárová, D., Kobelová, H. a Tadanaiová, H., 1978: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HVB-1 na lokalite Brezová pod Bradlom pre zabezpečenie doplňujúceho zdroja pitnej vody. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 42 165), 6 s.
- Bukva, P., 1984a: Lokalita pod Macálkou a Ostriemom – vyhladávací hydrogeologický prieskum za účelom získania úžitkovej vody a petrografický popis. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 56 831), 14 s.
- Bukva, P., 1984b: Košariská a U. Šindelov – hydrogeologická správa, vyhladávací hydrogeologický prieskum za účelom vyhladávania kolektorov podzemnej vody. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 58 135), 9 s.
- Čakaný, Š., 1966: Čerpací pokus – studňa pre 6 bytových jednotiek ŠM Vrbové, Družstevná ulica. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 16 248), 5 s.
- Čechová, A. a Vrana, K., 1990: Hydrogeologické pomery Myjavskej pahorkatiny. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 75 957), 89 s.
- Černák, R. a Malík, P., 2011: Voľná zásobnosť – prehľad základných pojmov, princípov hodnotenia a dostupných hodnôt. Podzemná voda, XVII, 1, 84 – 101.
- Daniel, D., 1985: Trstín – OOV – vyhladávací hydrogeologický prieskum za účelom vykonania čerpacej skúšky na jestvujúcom vodnom zdroji – kopanej studni, ktorá má slúžiť ako zdroj úžitkovej vody počas výstavby. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 64 720), 6 s.
- Dropa, V., Jalč, D., Richter, P. a Klaučo, S., 1985: Chtelnica – Malé Skalky – hydrogeologický prieskum – etapa: ochrana podzemných vôd za účelom posúdenia možného vplyvu ťažby dekoračného kameňa na kvalitu podzemných vôd v pásme hygienickej ochrany 2. stupňa vodného zdroja Dechtice, vrt HVMS-1, hĺbka 153,5 m. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 65 612), 11 s.
- El-Naqa, A., 1994: Estimation of transmissivity from specific capacity data in fractured carbonate rock aquifer, central Jordan. Environmental Geology, 23, 73 – 80.
- Everling, G., 1958: JRD Dechtice, okres Trnava – správa o doplňujúcom hydrogeologickom prieskume. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 4 065), 9 s.
- Fatul, R., Fatulová, E. a Motlíková, H., 1975: Senica – Jablonica – vyhladávací hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 34 240), 30 s.
- Fatul, R., Jalč, D. a Fatul, I., 1992: Dolný Lopašov – hydrogeologický prieskum. Fatul – Geo, Bratislava. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 77 606), 9 s.
- Fatulová, E., Jalč, D., Bačová, Z., Kazmuková, M., Vychodil, J., Škripeková, L., Májovský, I., Petrovič, P. a Ambros, Z., 1989: Neogén Trnavskej pahorkatiny. Záverečná správa. IGHP š. p. Žilina, o. z. Bratislava. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 75 962), 183 s.
- Fendek, M., Baracka, J. a Fendeková, M., 2011: Hydraulické parametre pokryvných útvarov kolektorov geotermálnych vôd v Popradskej kotline. Podzemná voda, XVII, 2, 116 – 126.
- Frankovič, J., Drobáň, V. a Prokay, A., 1960: Vyhodnotenie hydrogeologického vrtu a čerpacích pokusov vo Vrbovom. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 71 92), 26 s.
- Hamm, S. Y., Cheong, J. Y., Jang, S., Jung, C. Y. a Kim, B. S., 2005: Relationship between transmissivity and specific capacity in the volcanic aquifers of Jeju Island, Korea. Journal of Hydrology, 310, 1 – 4, 111 – 121.
- Helma, J., 2005: Vplyv litoštruktúrnych faktorov na hydrogeologický potenciál podzemných vôd veporika Čiernej hory. Doktorská dizertačná práca. Manuskript. Fakulta baníctva, ekológie, riadenia a geotechnológií (BERG), Technická univerzita Košice, 282 s.
- Helma, J., 2007: Hydraulické parametre sečenského šlíru lučenského súvrstvia. Podzemná voda, XIII, 2, 193 – 203.
- Holbay, M., 1987: Podolie – Ovocinársky štátny majetok, hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 67 887), 5 s.
- Holéczyová, Z., Gazda, S. a Hornung, O., 1968: Záhorská nížina – oblasť Cerová-Lieskové – Šajdíkové Humence, regionálny hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 24 066), 129 s.
- Horváth, V., 2012: ČOV Dechtice – vodný zdroj pre úžitkové účely. Manuskript. Trnava, archív TAVOS.
- Jacob, C. E., 1944: Notes on determining permeability by pumping tests under water-table conditions. Washington, U.S. Geol. Surv. mimeo. Rep.
- Jendrašák, E., 1972: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HJK-1 na lokalite Jablonica (okres Senica) – kameňolom. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 28 033), 7 s.
- Jendrašák, E., 1974: Prietrž – JRD, vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HP-1. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 33 189), 7 s.

- Jendraššák, E., 1975a: Prietrž – 4 b. j., vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HP-2. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 34 700), 8 s.
- Jendraššák, E., 1975b: Buková – kameňolom, vyhodnotenie hydrogeologických prieskumných vrtov HBK-1, HBK-2. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 34 725), 5 s.
- Jendraššák, E., 1980: Prietrž – vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HP3, účel – zdroj pitnej vody pre obecný vodovod. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 46 518), 8 s.
- Jetel, J., 1964: Použití hodnot specifické vydatnosti a nových odvozených parametrů v hydrogeologii. Geol. Průzk. (Praha), 6, 5, 144 – 145.
- Jetel, J., 1985: Metody regionálního hodnocení hydraulických vlastností hornin. Metodické příručky ÚÚG, sv. 1. Praha, Ústř. Úst. geol., 147 s.
- Jetel, J., 1990: Praktické dôsledky priestorovej neuniformity prietochnosti pripovrchovej zóny v hydrogeologickom masíve. Geol. Průzk. (Praha), 32, 2, 42 – 46.
- Jetel, J., 1994: Priepustnosť a prietochnosť pripovrchovej zóny západného úseku flyšového pásma Západných Karpát. Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. Geol., Geoterm. Energia (Bratislava), 12, 7 – 62.
- Jetel, J., 1995a: Utilizing Data on Specific Capacities of Wells and Water-Injection Rates in Regional Assessment of Permeability and Transmissivity. Slovak Geological Magazine, 195, 7 – 18.
- Jetel, J., 1995b: Acquisition of data for regional assessment of permeability and transmissivity. Proc. I. Hrvat. geol. kongr., Opatija 1995, Zbornik radova, Zagreb, 1, 251 – 254.
- Jetel, J., 1998: Regionálne hodnotenie hydraulických parametrov hornín a jeho aplikácia v modelovom území neogénnych kolektorov. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 83 161), 114 s.
- Jetel, J. a Krásný, J., 1968: Approximative aquifer characteristics in regional hydrogeological study. Věst. Ústř. Úst. geol. (Praha), 51, 1, 47 – 50.
- Kamenický, L. a Sajdochová, J., 1963: Správa o prevezení prác na I. etape hydrogeologického prieskumu aluviálnej nivy Blavy v Dehticiach. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 11 596), 12 s.
- Káčer, Š., Antalík, M., Lexa, J., Zvara, I., Fritzman, R., Vlachovič, J., Bystrická, G., Potfaj, M., Madarás, J., Nagy, A., Maglay, J., Ivanička, J., Gross, P., Rakús, M., Vozárová, A., Buček, S., Boorová, D., Šimon, L., Mello, J., Polák, M., Bezák, V., Hók, J., Teták, F., Konečný, V., Kučera, M., Žec, B., Elečko, M., Hraško, L., Kováčik, M. a Pristaš, J., 2005: Digitálna geologická mapa Slovenskej republiky v M 1 : 50 000 a 1 : 500 000, regionálny geologický výskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 86 510), 42 s.
- Kertész, A. a Kovács, Z., 1988: Breziny – hydrogeologický prieskum, posúdenie možnosti znečistenia a šírenia kontaminantov, vybudovanie kontrolného systému, plánovaná skládka hnojovice. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 70 588), 16 s.
- Kocinger, D., 1960: JRD Osuské, okres Senica – správa o definitívnom hydrogeologickom prieskume. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 6 897), 11 s.
- Kollár, O., 1962: JRD Podolie – hydrogeologický vrtný prieskum a projekt vrtanej studne, predbežný hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 10 292), 7 s.
- Kollárik, E., 1961: Hydrogeologický posudok – vítaná studňa – OZS, Krajné. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 9 672), 7 s.
- Kováčová, E., 2011: Regionálne hodnotenie hydraulických vlastností stredoslovenských neovulkanitov. Dizertačná práca. Manuskript. Bratislava, archív Stavebná fakulta STU, 103 s.
- Kováčová, E. a Malík, P., 2011: Priepustnosť horninového prostredia stredoslovenských neovulkanitov. Podzemná voda, XVII, 2, 157 – 170.
- Kováčová, E. a Malík, P., 2014: Zlomová tektonika a hydraulické vlastnosti hornín stredoslovenských neovulkanitov. Podzemná voda, 20, 1, 5 – 19.
- Kováčová, E. a Malík, P., 2015: Vplyv zlomovej tektoniky na hydraulické vlastnosti horninového prostredia stredoslovenských neovulkanitov. Geologické práce, Správy (Bratislava), 126, 38 – 56, ISSN 0433-4795.
- Kraus, I., Novomestská, D. a Števušková, V., 1991: Buková a Horné Orešany – vyhodnotenie hydrogeologických prieskumných vrtov HBM-1 a HOZ-1, hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 77 720), 34 s.
- Kršák, M., 1970: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HŠ-1 pre stredisko JRD Šterusy. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 23 956).
- Kršák, M., Šimovičová, E. a Záhorská, Z., 1968: Vyhodnotenie HG prieskumného vrtu Htr-1 pre Domov mládeže Trstín, okres Trnava. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 20 582), 10 s.
- Kršák, M., Budayová, H. a Makrányiová, Z., 1969a: Vyhodnotenie vrtných HG prieskumných prác na vrte HT-3 pre ZDŠ Trstín, okres Trnava. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 21 501), 17 s.
- Kršák, M., Budayová, H. a Makrányiová, Z., 1969b: Vyhodnotenie HG prieskumného vrtu Htr-2 – vítaná studňa pre Domov mládeže v Trstíne, okres Trnava. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 21 999), 10 s.
- Krumlová, J., Říha, M., Kocinger, D., Mikuláš, E. a Englišová, A., 1966: Dehtice – hydrogeologický prieskum aluviálnej nivy Blavy v Dehticiach – II. etapa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 16 550), 24 s.
- Kullman, E., 1984: Riešenia zvýšenia efektívnosti využívania puklinovo-krasových vôd z akumulovaných zásob podzemných vôd puklinovo-krasových hydrogeologických štruktúr. Čiastková záverečná správa za r. 1981. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 60 129/AP7330), 68 s.
- Kullman, E., Gazda, S., Porubský, Škvarka, I., Jetel, J., Banič, P., Franko, O., Dovina, V., Danilová, J., Škavrček, A., Krippeľ, E., Šuba, J. a Kováč, Š., 1975: Základná hydrogeologická mapa 1 : 200 000, list 35 Trnava, čiastková záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 36 142/AP5530), 337 s.
- Kupka, Š., 1999: Senica – Agrovýkrm a.s. – vodný zdroj, vyhľadávací hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 82 504), 15 s.
- Lauková, E., Hauskrecht, I. a Pechočiaková, A., 1974: Šípková – vrt HŠ-2, vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 32 262), 7 s.
- Lauková, E., Čepela, J., Hrčková, D. a Tadanaiová, H., 1982: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HT-4 (hlbka 80,0 m) na lokalite Trstín. Vrt má slúžiť ako doplnujúci zdroj pitnej a úžitkovej vody pre stredisko JRD.

- Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 53 080), 11 s.
- Lipovská, M., 1983: Hradište – Brezová. Vyhodnotenie hydrogeologických prieskumných vrtov HB-2 (100 m) a HB-3 (80 m) za účelom overenia zvodnenia mezozoických vápencovo-dolomitických komplexov. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 56 675), 13 s.
- Lipovská, M. a Novomestská, D., 1981: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HC-1 na lokalite Cerový vrch. Vodné zdroje Bratislava. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 51 363), 8 s.
- Lipovská, M., Valušiak, I. a Remenárová, D., 1978: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HŠT-1 na lokalite Šterusy, cieľ: získanie zdroja vody pre mestský vodovod. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 42 162), 7 s.
- Lipovská, M., Novomestská, D., Kost'ov, K. a Ševčík, J., 1986: Prašník-Fajnory, hydrogeologický prieskum. Vrtý HPF-3 (70 m), HPF-4 (42 m), HPF-4a (70 m), HPF-5 (90 m). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 63 591), 70 s.
- Lipovská, M., Novomestská, D., Kost'ov, K. a Ševčík, J., 1988: Hradište pod Vrátnom – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Vodných zdrojov, 81 s.
- Mace, R. E., 1997: Determination of Transmissivity from Specific Capacity Tests in a Karst Aquifer. *Ground Water*, 35, 5, 738 – 742.
- Machmerová, E., 1986: Žriedlová dolina – predbežný hydrogeologický prieskum, cieľ: overenie možnosti získať zdroj podzemnej pitnej vody pre zásobovanie obyvateľov obce Bukovec. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 67 645), 7 s.
- Machmerová, E., Bačová, Z., Plch, J., Orčík, J., Holešinská, M. a Mišík, M., 1991: Dobrá Voda – Dechtice, hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 75 883), 57 s.
- Malík, P., Kullman, E., Vrana, K. a Pospiechová, O., 1989: Hydrogeologické pomery Brezovských Karpát. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 73 271), 163 s.
- Malík, P., Kullman, E. a Vrana, K., 1992: Hydrogeológia karbonátov mezozoika Brezovských Karpát. *Západ. Karpaty, Sér. Hydrogeol. inž. Geol.*, 10, 53 – 98.
- Malík, P. a Švasta, J., 2010a: Porovnanie odporových hydraulických vlastností granitoidov a krasovatejúcich hornín na území Slovenska. *Podzemná voda*, XVI, 1, 85 – 102.
- Malík, P. a Švasta, J., 2010b: Hydraulic Properties of Carbonate Rocks from Slovakian Borehole Database. *Acta Carsologica*, 39, 2, 217 – 231.
- Malík, P. a Švasta, J., 2013: Regional Values of Transmissivity Coefficient in Pre-Quaternary Rocks of Slovakia. *European Geologist*, 35, European Federation of Geologists, 46 – 53.
- Malík, P. a Švasta, J., 2017: Stanovenie regionálnych odhadov koeficienta transmisivity predkvartérnych hornín spracovaním databázy hydrogeologických vrtov z celého územia Slovenska. In: Bottlik, F. a Malík, P., 2017 (eds.): *Zborník príspevkov zo seminára Podzemná voda v regiónoch Slovenska*. Bratislava, Slovenská asociácia hydrogeológov, 1 – 17.
- Malík, P., Bačová, N., Hronček, S., Ivanič, B., Káčer, Š., Kočícký, D., Maglay, J., Marsina, K., Ondrášik, M., Šefčík, P., Černák, R., Švasta, J. a Lexa, J., 2007: Zostavovanie geologických máp v mierke 1 : 50 000 pre potreby integrovaného manažmentu krajiny. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 88 158), 554 s.
- Malík, P., Rapant, S., Zakovič, M., Hanzel, V. a Marcin, D., 2012: Hydrogeologické pomery na základnej hydrogeologickej mape SR 1 : 200 000 – list 35 Trnava. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 160 s.
- Malík, P., Černák, R. a Švasta, J., 2015: Comparison of resistive hydraulic properties of granitoids, metamorphic and carbonate rocks from specific discharge data. In: Lollino, G., Arattano, M., Rinaldi, M., Giustolisi, O., Marechal, J. C. a Grant, G. E. (eds.), 2015: *Engineering Geology for Society and Territory. Volume 3 – River Basins, Reservoir Sedimentation; IAEG XII Congress Volumes*, Springer International Publishing, 549 – 556, ISBN 978-3-319-10303-7. https://doi.org/10.1007/978-3-319-09054-2_111.
- Malík, P., Dénes, D., Kordík, J., Bottlik, F., Olšavský, M., Bahnová, N. a Michalko, J., 2023: Základná hydrogeologická a hydrogeochemická mapa Brezovských Karpát v mierke 1 : 50 000. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 236 s.
- Mapový server Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra Bratislava, 2008: Digitálna geologická mapa v mierke 1 : 50 000 [Online]. Dostupné na internete: http://www.geology.sk/index.php?pg=geois.mapovy_server [Prístup 30.01.2012].
- Martinkovič, Š., 1981: Vrbové S-1, hydrogeologický prieskum. JRD Čsl. ľudovej armády Veličná. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 51 242), nestr.
- Mikuláš, E. a Šimovičová, L., 1970: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu ŠB-1 (vítaná studňa) pre závod Kovové tkaniny, n.p. v Brezovej pod Bradlom, okres Senica. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 24 465), 5 s.
- Némethyová, M., Novomestská, D., Palkovičová, M. a Tadanaiová, H., 1979: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HV-2, hlbokého 12,0 m v Hradišti pod Vrátnom (okres Senica) v areáli výroby panelov. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 44 341), 6 s.
- Obuch, Š., 1999: Podkylava – vodný zdroj HgVP-1, vyhľadávací hydrogeologický prieskum. Hydrogeotech. Piešťany. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 82 456), 11 s.
- Olekšák, S., 2004: Využitie nepriamych metód hodnotenia priemernej prietoknosti a priepustnosti v horských oblastiach neovulkanitov. *Doktorská dizertačná práca*. Manuskript. Bratislava, archív PriF UK, 80 s.
- Ondrášik, M., Smolárová, H., Čížek, P., Gluch, A., Marsina, K., Siráňová, Z., Kordík, J., Slaninka, I., Marcin, D., Malík, P., Švasta, J., Potfaj, M., Dlapa, P., Ďuriš, M., Juráni, B., Mičuda, R., Šimkovic, I., Frankovská, J., Dananaj, I., Liščák, P., Jelínek, R., Paudits, P., Ondrejka, P., Šefčíková, B., Iglárová, L., Magalová, D., Okoličányiová, K., Pristaš, J. a Hók, J., 2005: Súbor regionálnych máp geologických faktorov životného prostredia regiónu Myjavská pahorkatina a Biele Karpaty. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 86 620), 78 s.
- Ondříková, L., 1966: Hydrogeologický prieskum (vrtý HVCh-1, HVCh-2) pre potrebu pionierskeho tábora – Chtelnica. Predbežný prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 16 957), 12 s.

- Paňáková, G., Novomestská, D. a Ševčík, J., 1988: Trstín – prieskum pre vodný zdroj, cieľ: overenie možnosti získania vodného zdroja pre zásobovanie obce a strediska JRD. Vodné zdroje, n. p. Bratislava. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 67 466), 16 s.
- Pekař, J., 1958: JRD Brezová pod Bradlom – hlavný dvor – výstavba strediska, doplňujúci hydrogeologický posudok, účel: zabezpečiť dostatočné množstvo vody vyhovujúcej kvality do vybudovania nového vodovodu. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 4 057), 13 s.
- Pokorný, M., 1992: Dobrá Voda – hydrogeologický prieskum pre zásobovanie chaty ČSAD š. p. Trnava. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 78 531), 16 s.
- Rajec, M., Žákovská, P. a Modlitbová, O., 1971: Smolenice – základňa tranzitného plynovodu, hydrogeologický prieskum, cieľ: získanie zdroja podzemnej vody. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 25 429), 8 s.
- Razack, M. a Lasm, T., 2006: Geostatistical estimation of the transmissivity in a highly fractured metamorphic and crystalline aquifer (Man-Danane Region, Western Ivory Coast). *Journal of Hydrology*, 325, 1 – 4, 164 – 178.
- Repperová, B., 1967: Chemoprojekt Přerov, zpráva o výsledku hydrogeologického průzkumu pro zásobování vodou nové čerpací stanice v Trstíně. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 27 332), 4 s.
- Říha, M., 1964: Hlboké – vyhodnotenie hydrogeologických prieskumných vrtov H-6 a H-7, hydrogeologický prieskum, účel: zaistiť dostatočné množstvo úžitkovej a pitnej vody pre potreby vojenských objektov. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 13 779), 5 s.
- Salaj, J., 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.
- Segiň, J., 1991: Dolný Lopašov – Lom Dubník, orientačný hydrogeologický prieskum. Geoservis, Bratislava. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 74 907), 6 s.
- Senko, D., 1998: Naháč – zabezpečenie zdroja vody pre súkromné rekreačné zariadenie Cerová. Záverečná správa z vyhľadávacieho hydrogeologického prieskumu. Geosen Ing. Dušan Senko, Holíč. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 81 991), 17 s.
- Senko, D., 1999a: Brezová pod Bradlom – indikačný vrt na skládke stavebnej suty – zachytenie podzemnej vody nad skládkou – Šibeničný Jarek. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 82 646), 5 s.
- Senko, D., 1999b: Prietrž – Horné Paseky, Hurbanova dolina (bývalá škola), podrobný hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 82 690), 1 s.
- Slávik, F., 1975: Dobrá Voda – rekreačná oblasť. Hydrogeologický prieskum (vrt HDV-1). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 35 168), 8 s.
- Solymosiová, E., Kost'ov, K. a Ševčík, J., 1990a: Pustá Ves – vyhodnotenie pozorovacích vrtov v okolí hospodárskeho dvora. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 74 930), 19 s.
- Solymosiová, E., Kost'ov, K. a Bernerová, I., 1990b: Prašník – vyhodnotenie pozorovacích vrtov v okolí hospodárskeho dvora. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 74 931), 16 s.
- Sperlingová, 1957: Správa o doplňujúcom hydrogeologickom prieskume na JRD Šterusy. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 5 569), 6 s.
- Sperlingová, 1958a: JRD Horná Krupá, okres Trnava – správa o hydrogeologickom prieskume na stredisku JRD, hydrogeologický prieskum, účel: získať vyhovujúci vodný zdroj pre vývojové stredisko. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 3 768), 7 s.
- Sperlingová, 1958b: JRD Chtelnica, okres Piešťany – správa o doplňujúcom hydrogeologickom prieskume na stredisku JRD. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 3 776), 6 s.
- STN 75 0111: 2000, Vodné hospodárstvo – Názvoslovie hydrogeológie.
- Šarlavová, M., Novomestská, D., Kost'ov, K., Palkovičová, M. a Tadanaiová, H., 1982: Vyhodnotenie hydrogeologických prieskumných vrtov HVO-1 a HVO-2 (hĺbka 9,40 m a 9,30 m) na lokalite Osuské (okres Senica). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 53 026), 19 s.
- Ševčík, J., Hauskrecht, I. a Palkovičová, M., 1976: Hlboké – vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HML-1, účel: získanie zdroja pitnej a úžitkovej vody pre miestne JRD. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 37 640), 9 s.
- Ševčík, J., Remenárová, D., Palkovičová, M. a Tadanaiová, H., 1979: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HP-1 do hĺbky 76,5 m na lokalite pioniersky tábor Planinka v Dechticiach, okres Trnava. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 44 325), 8 s.
- Šimkovič, 1958a: Správa o doplňujúcom hydrogeologickom prieskume na stredisku JRD Lančár, okres Piešťany. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 3 778), 7 s.
- Šimkovič, 1958b: JRD Kočín, okres Piešťany – správa o doplňujúcom hydrogeologickom prieskume prevedenom na stredisku JRD. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 3 870), 8 s.
- Šopinec, F. a Solymosiová, E., 1991: Chtelnica – hydrogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 77 733), 29 s.
- Šopinec, F., Novomestská, D. a Ševčík, J., 1990: Vyhodnotenie čerpacej skúšky na vrte HVP-1 Krajné – Podkylava. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 74 054), 13 s.
- Takáčová, J., 1972: Hydrogeologický výskum aluviálnej nivy Blavy v Dehticiach – III. etapa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 29 646), nestr.
- Tartal, M., 1966: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu V-1 Holeška – vodná nádrž, obec Vrbové, okres Trnava. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 15 789), 6 s.
- Tartal, M., 1974: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HV-2 na lokalite Vrbové. Vodné zdroje n. p., Bratislava. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 32 254), 12 s.
- Tartal, M., 1982: JRD Prašník a Pustá Ves – overenie možnosti zabezpečenia vodného zdroja pre strediská, vyhľadávací hydrogeologický prieskum (vrty HG-1 a HG-2 do hĺbky 9,0 m). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 55 362), 8 s.

- Tartal, M., Remenárová, D., Kobelová, H. a Tadanaiová, H., 1978: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HVV-1 na lokalite Hradište pod Vrátnom (okres Senica) na overenie množstva a kvality podzemnej vody šetreného územia a navrhnutí spôsob ochrany podzemných vôd. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 42 191), 10 s.
- Theis, C. V., 1963: Estimating the transmissivity of a water-table aquifer from the specific capacity of a well. U.S. Geological Survey Water Supply Paper 1536-I, 332 – 336.
- Thomasson, H. J., Olmstead, F. H. a LeRoux, E. R., 1960: Geology, water resources, and usable ground water storage capacity of part of Solano County, CA. U.S. Geological Survey Water Supply Paper 1 464, 693 s.
- Tužinský, Á. a Potyš, Z., 1991: Vrbové – závod EVD-VERS, kontaminácia pôdy, HGP. IGHP Žilina. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 76 473), 9 s.
- Valušiak, I., 1974: Vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HKN-1 na lokalite Kočín (okres Trnava) pre obecný vodovod. Vodné zdroje n. p., Bratislava. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 34 722), 8 s.
- Valušiak, I., 1986a: MNV Naháč – vodný zdroj pre obec, čerpacia skúška na jestvujúcom vodnom zdroji, vyhľadávací hydrogeologický prieskum za účelom overenia výdatnosti a kvality podzemnej vody. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 64 717), 6 s.
- Valušiak, I., 1986b: Krajné – JRD – Pálenica JRD – vodný zdroj pitnej a úžitkovej vody, vyhľadávací hydrogeologický prieskum, účel: overiť možnosť zabezpečenia zdroja pitnej a úžitkovej vody pre pálenicu JRD. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 64 740), 7 s.
- Valušiak, I., Budayová, H. a Makranyiová, Z., 1969: Buková – vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HBA-2, účel: zaistiť dostatočné množstvo pitnej a úžitkovej vody. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 22 506), 7 s.
- Valušiak, I., Hauskrecht, I. a Kobelová, H., 1976: Buková – vyhodnotenie hydrogeologického prieskumu, účel: zaistiť dostatočné množstvo pitnej a úžitkovej vody pre obecný vodovod. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 37 026), 12 s.
- Varga, M. a Kršák, M., 2018: Šterusy – hydrogeologické prieskumné vrty HŠT-2 a HŠT-3. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 97 018), 77 s.
- Verbovšek, T., 2008: Estimation of transmissivity and hydraulic conductivity from specific capacity and specific capacity index in dolomite aquifers. Journal of Hydrologic Engineering, 13, 9, 817 – 823. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1084-0699\(2008\)13:9\(817\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1084-0699(2008)13:9(817)).
- Žák, D. a Pittlová, D., 1968: Podolie – Kopanice – vyhodnotenie hydrogeologického prieskumného vrtu HP-1, účel: zabezpečiť zdroj pitnej a úžitkovej vody pre 4 bytové jednotky JRD. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 20 305), 8 s.

younger sediments of the Mesozoic and Cenozoic age. It is dominated by karst-fracture and intergranular permeability and rocks with fissure permeability. Groundwater circulation concentrated mainly in the near-surface zone is occurs only locally. Despite numerous regional hydrogeological works describing the conditions of the Brezovské Karpaty Mts. in the past, the regional statistical values of hydraulic parameters of the rocks of this mountain range have been assessed for the first time. Data from hydrodynamic tests carried out in the past on 105 hydrogeological wells have been reinterpreted, i.e. the value of the pumped yield achieved at the first meter of drawdowning the well. In most cases it had to be recalculated from archival values. The set of equations presented in the methodological part of the paper describes the way in which the mean values were successively determined, but also the statistical distribution of the hydraulic parameters from these individual hydrogeological units of the Brezovské Karpaty Mts. where at least one evaluated hydrogeological well was available. Because the statistical abundance of the assessed sets from the Brezovské Karpaty Mts. was considerably low, the evaluation also included a comparison with the results obtained from a total of 2,787 wells located in similar rock formations throughout Slovakia. The results shown in the quantile diagrams demonstrate similar regional characteristics of the hydraulic parameters and their statistical distribution concerning the rock environment of the Brezovské Karpaty Mts., as well as nationwide sets with similar lithological and lithostratigraphical characteristics. The exception are the Middle Triassic dolomites of the Hronicum, which are characterised by more than one order of magnitude higher values of both hydraulic conductivity and transmissivity coefficients. This underlines the water management importance of the Brezovské Karpaty Mts. While from the data obtained from 439 hydrogeological wells in the Triassic dolomites of the Western Carpathians, the geometric mean of the values of the standard specific yield $G(q) = 0.590 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, the geometric mean of the values $TY = 1.03 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ and the geometric mean of the hydraulic conductivity $G(kZ) = 2.36 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, the geometric mean of the values of the standard specific yield $G(q) = 4.84 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$, the geometric mean of the values of $TY = 1.23 \times 10^{-2} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ and the geometric mean of the hydraulic conductivity coefficient $G(kZ) = 3.32 \times 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. In the second hydrogeologically most productive type of aquifers in our country – alluvial gravels in the bottom accumulations of surface streams – these sediments are less permeable in the Brezovské Karpaty Mts. compared to the national average. They are characterised by lower mean values of both the hydraulic conductivity coefficient and the transmissivity coefficient, but they are more homogeneous. This is indicated by the steeper slope of the axis of their cumulative relative abundance in the quantile diagrams of 9 hydrogeological wells from the area. The final Tables 1 to 3 give an overview of the hydraulic parameters attributed to the individual hydrogeological units of the Brezovské

SUMMARY

The territory of the Brezovské Karpaty Mts. is characterized by large areas of exposed karstified carbonates of the Middle and Upper Triassic, overlain by

Karpaty Mts. and the results of the statistical processing of the hydraulic parameters of the hydrogeological wells in the Brezovské Karpaty Mts. Table 1 also characterizes the hydraulic parameters of such hydrogeological units exposed in the Brezovské Karpaty Mts., which could not be evaluated through the reinterpretation of hydrogeological wells drilled in the region of Brezovské Karpaty Mts. (no testing wells present). Hydraulic parameters were assigned to them “*per analogiam*” according to previous results of country-wide assessments – the method is described in this table. The identical number is repeated in Tables 2 and 3,

which summarise the regional values of the transmissivity coefficients T and hydraulic conductivity coefficients k , respectively, derived by reinterpretation based on data from the individual hydrogeological units of the Brezovské Karpaty Mts.

Rukopis doručený:	20. 10. 2023
Revidovaná verzia doručená:	22. 5. 2024
Rukopis akceptovaný redakčnou radou:	25. 11. 2024

Revízia geologickej mapy západného úseku flyšového pásma Západných Karpát s diskusiou k vybraným geologickým problémom

Revision of the geological map of the western part of the Flysch Belt of the Western Carpathians with a discussion of selected geological problems

FRANTIŠEK TEŤÁK

Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava
frantisek.tetak@geology.sk

© Autori 2024. Vydal ŠGÚDŠ. Licencia Creative Commons BY 4.0. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)
<https://doi.org/10.56623/gps.140.3>

Abstrakt. Práca prezentuje mapy vybraných častí západného slovenského úseku flyšového pásma Západných Karpát po jeho kontakte s bradlovým pásmom, ktoré autor zostavil v rokoch 2001 až 2023. Geologické mapy regiónov Bielych Karpát, Javorníkov, Kysúc, Bielej Oravy a Oravskej Magury sú digitálne spracované s presnosťou podkladu ZM10 v mierke 1 : 10 000 a následne rekonštruované na detailnom podklade LiDAR. Boli vypracované podľa jednotnej legendy mapového servera ŠGÚDŠ a s jednotným prístupom k interpretácii a zobrazeniu geologickej stavby. Okrem revidovaných starších publikovaných prác je sem zahrnutá nepublikovaná mapa územia východne od Vlára so zložitou stavbou styku flyšového a bradlového pásma. Aj na tomto území sa potvrdzuje zložitá stavba bázy príkrovov bielokarpatskej jednotky a jej tektonické a litofaciálne prepojenie so zvyškom magurského príkrovu. Súčasťou práce je interpretácia a stručná diskusia vybraných dosiaľ nepublikovaných zistení týkajúcich sa stratigrafie a litológie magurského príkrovu, ale aj tektonického kontaktu flyšového a bradlového pásma, napr. pri Mestečku a Dolnej Marikovej, či prejavy stredoslovenského zlomového systému vo flyšovom pásme (zázrivský zlom).

Kľúčové slová: magurský príkrov, flyšové pásmo, bradlové pásmo, geologické mapovanie, LiDAR

Abstract. The work presents maps of the selected regions of the western Slovak section of the Flysch Belt of the Western Carpathians, including the contact with the Klippen Belt, compiled by the author in the period from 2001 to 2023. Geological maps of the Biela Karpaty Mts., Javorníky Mts., Kysuce region, Biela Orava region and Oravská Magura Mts. mapped by the author are digitally processed with a scale accuracy of 1 : 10,000 and subsequently reconstructed on a detailed LiDAR basis. They were developed according to a uniform legend of the map server of the ŠGÚDŠ and with a uniform approach to the interpretation and display of the geological structure. In addition to the revised older published works, an unpublished map of the territory east of Vlára river with the complex structure of the junction of the Flysch and Klippen belts is included. Also, the complex structure of the base of the Biela Karpaty Unit nappes and its tectonic and lithofacies connection with the rest of the Magura Nappe is confirmed. Paper includes the interpretation and brief discussion of selected previously unpublished findings regarding the stratigraphy and lithology of the Magura Nappe, but also the tectonic contact of the Flysch and Klippen belts, e.g. near Mestečko and Dolná Mariková or manifestations of the central Slovak fault system in the Flysch Belt (Zázrivá fault).

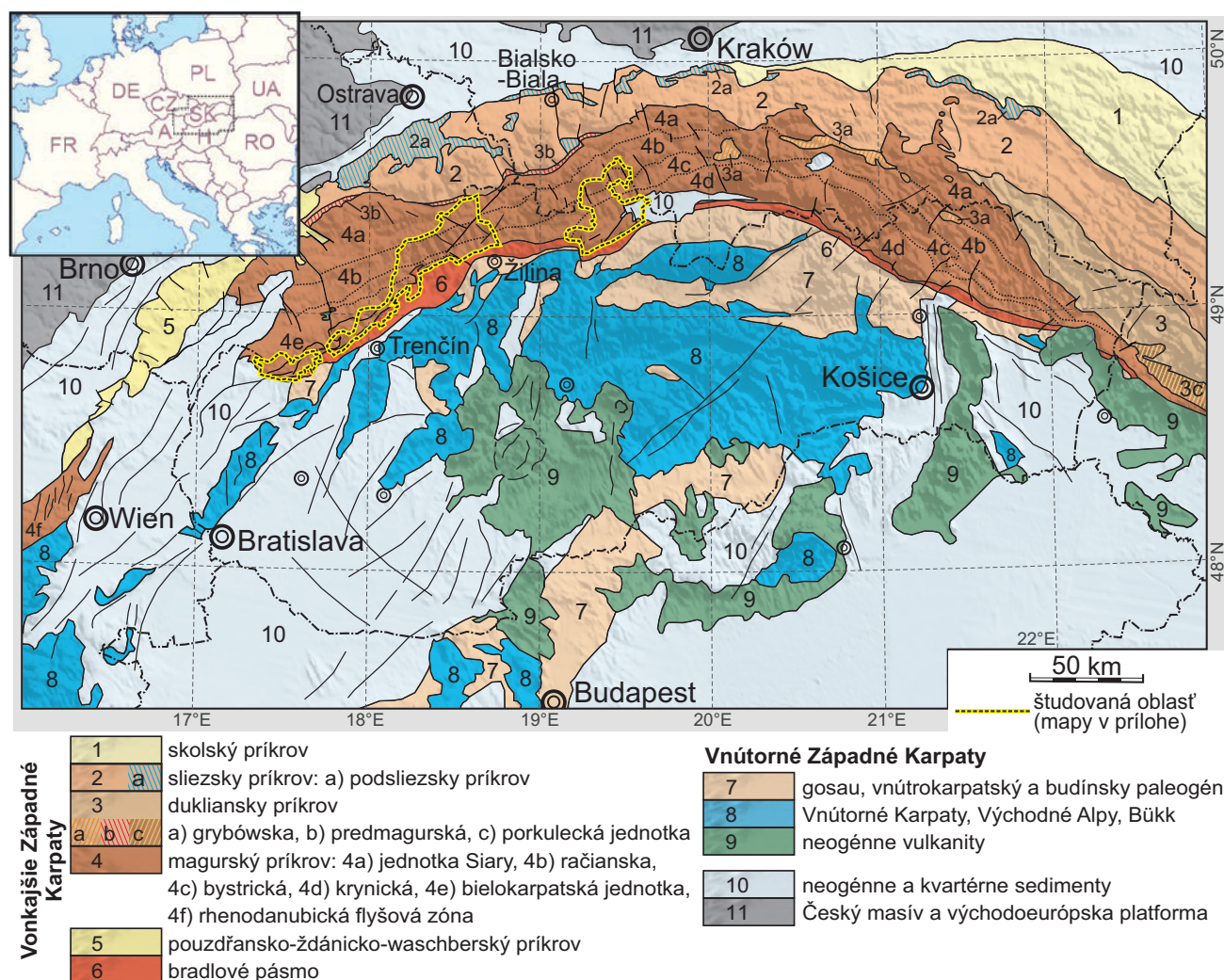
Key words: Magura Nappe, Flysch Belt, Klippen Belt, geological mapping, LiDAR

Úvod

Geologický výskum flyšového pásma (FP) na Slovensku (obr. 1) vyvrcholil v posledných dvadsiatich rokoch vypracovaním a publikovaním viacerých regionálnych geologických máp v mierke 1 : 50 000. V skúmanej oblasti to bola regionálna geologická mapa Kysúc (Potfaj et al., 2002), Stredného Považia (Mello et al., 2005), Bielych Karpát-južná časť (Potfaj et al., 2014), Bielej Oravy (Teťák et al., 2016a) a Bielych Karpát-severná časť (Pešková et al., 2021) a v súčasnosti prebiehajúci geologický výskum a mapovanie Oravskej Magury. Poznatky o geologickej stavbe boli sumarizované na prehľadnej geologickej mape 1 : 200 000 (Bezák et al., 2008, 2009). Okrem uvedených prác publikoval zo študovaného územia geologické mapy aj Teťák (2016, 2021).

Medzimierekou zostavovaných regionálnych geologických máp zvykne byť základná mapa v mierke 1 : 25 000, ktorá by zároveň mala byť podkladom detailnejších prác geologického výskumu a prieskumu. Nedostatkom je, že tieto mapy v mierke 1 : 25 000 vhodnejšie pre prax sa zostavovali tradičným spôsobom na starších tlačných topografických podkladoch a nie všetky sú uložené v archíve geofondu ŠGÚDŠ. Ďalším problémom je odlišný prístup pri zostavovaní máp, nejednotná legenda a problém s napačením máp. Uvedené nedostatky v presnosti, dostupnosti, nejednotnom prístupe a legende čiastočne rieši táto práca.

Predmetom štúdia bolo FP Bielych Karpát, Javorníkov, Kysúc a Oravy. Okrajovo bolo mapované aj bradlové pásmo (BP) na kontakte s FP. Študovaná oblasť je súčasťou magurského príkrovu FP Vonkajších Západných Karpát (obr. 1). Je tu zastúpených všetkých päť tektonicko-litofaciálnych jednotiek magurského príkrovu. Zo severu sú to jednotka Siary, račianska, bystrická, krynická (oravskomagurská) a bielokarpatská jednotka (BKJ). Uvedené jednotky tvoria vrásovo-násunový systém magurského príkrovu, ktorý je z juhu nasunutý na šikmú rampu európskej platformy spolu s externejším sliezskym príkrovom a ďalšími externejšími jednotkami. Magurský príkrov tvoria hlbokomorské sedimentárne sekvencie flyšového charakteru,



Obr. 1. Lokalizácia študovanej oblasti v západnej časti Vonkajších Západných Karpát.

Fig. 1. Location of the studied area in the western part of the Outer Western Carpathians.

prevažne paleogénneho, menej mladokriedového veku (obr. 2) (Hók et al., 2019; Teťák et al., 2019).

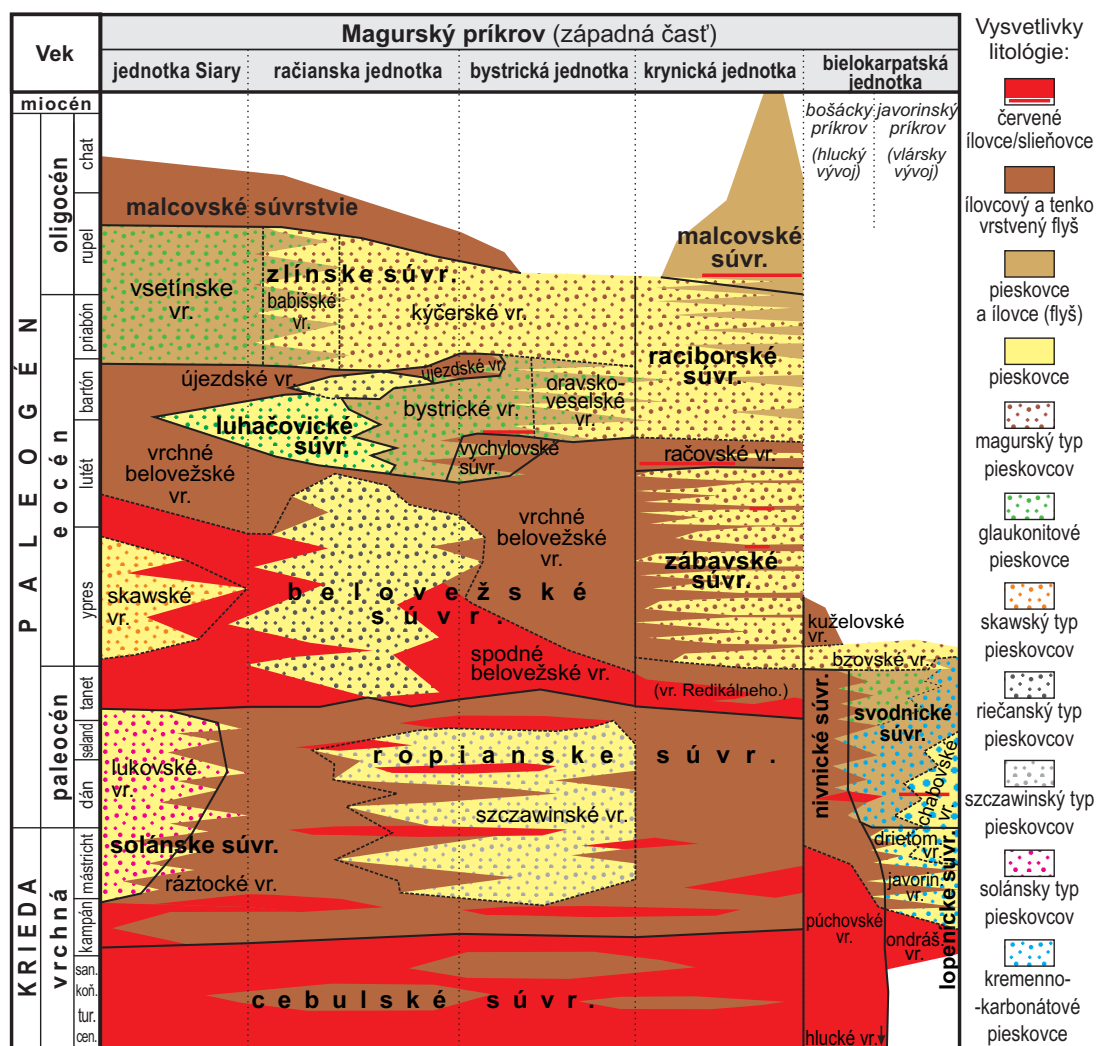
Predmetom štúdia bola západná časť FP a jeho kontakt s BP na území Slovenska. Geologická mapa nepokrýva celé toto územie, ale len časti mapované autorom tejto práce (obr. 3, digitálne prílohy). Geologická stavba je charakterizovaná vo vysvetlivkách ku geologickým mapám (Potfaj et al., 2003; Mello et al., 2011; Teťák et al., 2015; Teťák et al., 2016b, 2024) a zhrnutá vo vysvetlivkách k prehľadnej geologickej mape 1 : 200 000 (Bezák et al., 2009) a na ich platnosti nie je čo meniť. Okrem regionálnych máp je pre poznanie litostratigrafickej a litofaciálnej stavby BKJ kľúčová najmä práca Potfaja (1993) a v prípade krynickej jednotky na Orave práca Potfaja et al. (1991). Pre veľký rozsah a zložitnosť geologickej stavby magurského príkrovu uvádzame jeho charakteristiku len v prehľadnej tabuľkovej forme (tab. 1).

Pre túto prácu bola prínosná možnosť reambulácie severovýchodnej časti BKJ východne od doliny Vlársky rebrý realizovanej v rámci monitorovania a inžinierskogeologického mapovania svahových deformácií Bielych Karpát a Javorníkov. Keďže reambulácia priniesla viacero nových aj zásadnejších nepublikovaných poznatkov o geologickej stavbe, tejto oblasti sa venujeme v texte detailnejšie.

Jedným z podnetov na zostavenie tejto práce boli postupne od roku 2020 dostupné mapy geomorfologického modelu LiDAR zo skúmaného územia a potreba digitálneho spracovania aktualizovaných máp FP jednotne ako celku, nielen po mapových listoch a regiónoch. Model reliéfu LiDAR poskytuje množstvo nových informácií o priebehu vrstiev, polohe tektonických línií, rozsahu zosuvov a kvartérnych sedimentov s vysokou presnosťou zobrazenia. Ich vyhodnotenie bolo predmetom neskorších prác na zostavenie máp svahových deformácií (Liščák et al., 2022).

Metodika

Ťažiskom tejto práce sú geologické mapy. Prvou je geologická mapa zostavená do roku 2021 (digitálne prílohy 1a, b). Predstavuje staršie, sčasti reambulované autorove mapy doplnené o novoreambulované oblasti medzi Vlárrou a Svederníkom. Uvedená mapa bola interpretovaná bez možnosti využitia LiDAR-u. Nezobrazuje oblasti mapované s využitím LiDAR-u od roku 2021. Digitálna príloha 2a prezentuje staršie autorove mapy reinterpretované s využitím LiDAR-u a čiastočne reambulované aj terénnym mapovaním, doplnené o novoreambulované oblasti



Obr. 2. Litostratigrafická tabuľka západnej časti magurského príkrovu (Hók et al., 2019).

Fig. 2. Lithostratigraphic table of the western part of the Magura Nappe (Hók et al., 2019).

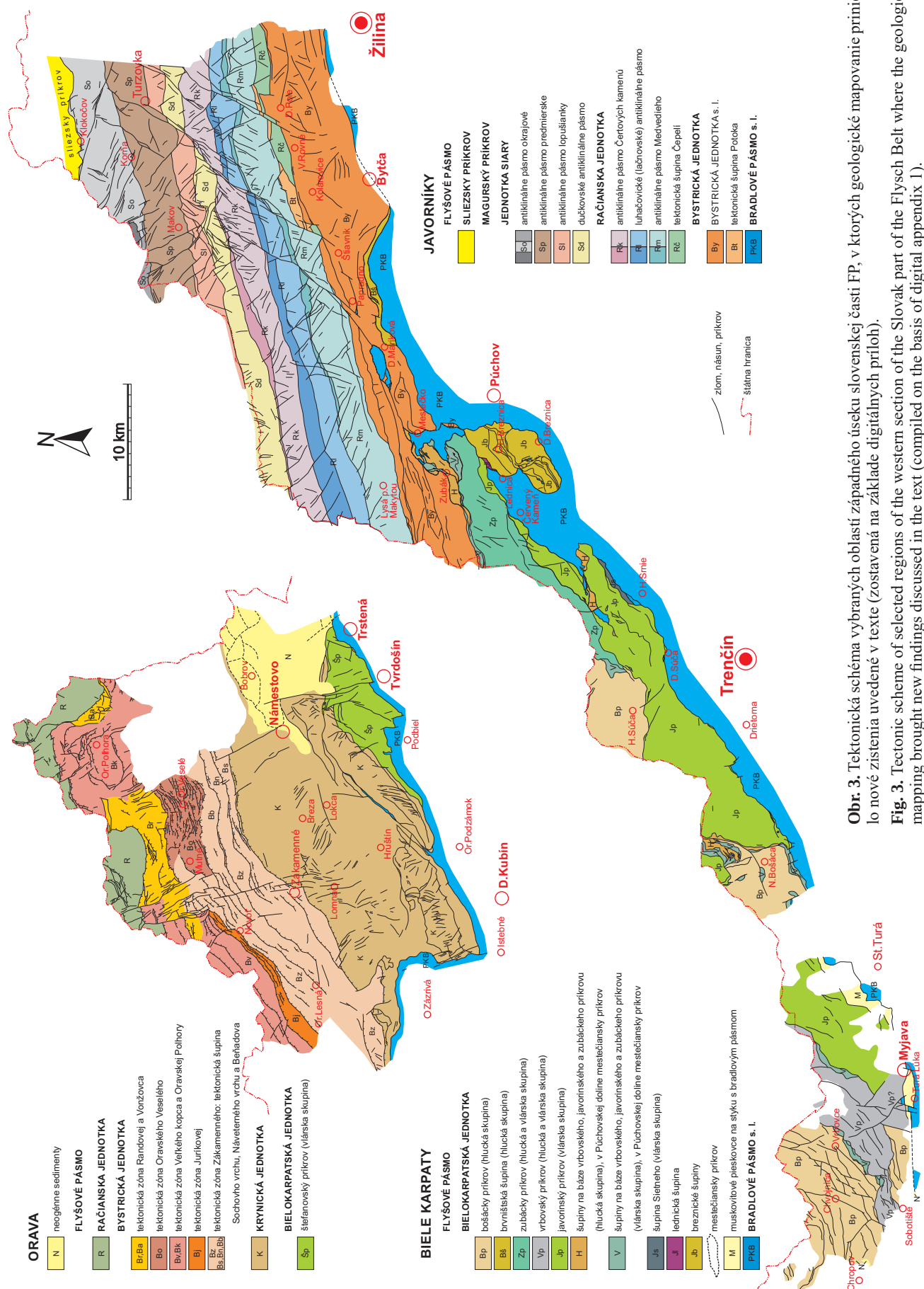
s. od Bytče a s. od Turzovky. Digitálna príloha 2b zobrazuje mapu z prebiehajúceho geologického mapovania Oravskej Magury.

Mapa v digitálnych prílohách 1a a 1b bola zostavená v súlade so smernicou MŽP SR č. 4/1996-3.1 na zostavovanie a vydávanie geologických máp v mierke 1 : 25 000 a regionálnych geologických máp v mierke 1 : 50 000. To znamená, že bola zostavená štandardnou zaužívanou metodikou geologických túr a sedimentologického výskumu doplnených petrografickou a biostratigrafickou analýzou, ale bez možnosti využitia navigácie GPS a LiDAR-u. Bolo to geologické mapovanie regiónov Kysúc (Potfaj et al., 2002), Stredného Považia (Mello et al., 2005), Bielych Karpát-južná časť (Potfaj et al., 2014), Bielej Oravy (Teták et al., 2016a) a Bielych Karpát-severná časť (Pešková et al., 2021).

Navigácia GPS a LiDAR boli k dispozícii až od roku 2021 pri geologickom mapovaní zameranom najmä na svahové deformácie v oblasti Bielych Karpát, Javorníkov a Kysúc, zvlášť pri zostavovaní mapy bystrickej jednotky medzi Papradnom a Divinou a severne od Turzovky a v jej okolí (Liščák et al., 2022). Mapa z oblasti BKJ a bystrickej

jednotky od Vlár po Žilinu a severne od Turzovky vznikla podrobnejšou reambuláciou starších máp v rámci projektu mapovania svahových deformácií (Liščák et al., 2022). Reambulované bolo územie s plochou približne 300 km² medzi Vlárrou a Svederníkom. Severne od Turzovky a v jej okolí bolo reambulovaných ďalších asi 140 km², no so zameraním najmä na geologicky zložitejšie antiklinálne pásma a litofaciálne kontrastné súvrstvia. Reambulačné túry boli vedené s dostatočnou hustotou na tvorbu mapy v mierke 1 : 25 000, no neboli doplnené petrografickou analýzou výbrusového materiálu a biostratigrafickým vyhodnotením. Charakter terénnych prác zodpovedal skôr reambulácii so zameraním na problémové oblasti bez možnosti analýzy vzoriek než novému podrobnému mapovaniu. Na účely mapy Liščáka et al. (2022) bola mapa územia medzi Novým Mestom nad Váhom a Turzovkou doplnená a korigovaná na základe topografického podkladu LiDAR (digitálna príloha 2a).

Predkladané geologické mapy (digitálne prílohy) presnejšie a detailnejšie zobrazujú geologickú stavbu oproti publikovaným regionálnym mapám 1 : 50 000 a archívnym základným mapám 1 : 25 000, z ktorých regionálne mapy



Obr. 3. Tektonická schéma vybraných oblastí západného úseku slovenskej časti FP, v ktorých geologické mapovanie prinieslo nové zistenia uvedené v texte (zostavená na základe digitálnych príloh).

Tab. 1. Charakteristika litostratigrafických jednotiek rozlišovaných v západnej časti magurského príkrovu (upravené podľa Tetáka et al., 2019 a Tetáka, 2022).

Tab. 1. Characteristics of the lithostratigraphic units distinguished in the western part of the Magura Nappe (modified after Teták et al., 2019 and Teták, 2022).

Tektonicko-litofačné jednotky	Litostratigrafické jednotky	Vek	Hrúbka	Litológia, litofácie a ich usporiadanie	Korelácia (ekvivalenty)
račianska jednotka	vsetínske vr. (Pesl, 1968)	stredný až mladší eocén (oligocén)	vyššie 600 m	glaukonitové pieskovce: stredne až hrubo vrstvené, jemne (stredne) zrnité kremité glaukonitové pieskovce; ílovce bystrického typu: hrubé vrstvy sivých siltových ílovcov	magurské súvrstvie – glaukonitová fácia (Książkiewicz, 1953); zembrzycké vrstvy (Książkiewicz, 1974)
	babišské vr. (Teťák, 2005)	(stredný?) až mladší eocén (oligocén)	700 m	pieskovce magurského typu: stredne až veľmi hrubo vrstvené stredno- až hrubozrnné drobové pieskovce; glaukonitové pieskovce: stredne až hrubo vrstvené jemno- (stredno)zrnné kremenné glaukonitové pieskovce; (ílovce bystrického typu: hrubé vrstvy sivých siltových ílovcov)	kyčerské vrstvy; čiastočne maszkowické vrstvy (Oszczypko, 1991)
račianska a bystrická jednotka	kyčerské vr. (Pesl, 1968)	(stredný?) až mladší eocén (oligocén)	1 600 m / do 400 m	pieskovce magurského typu: stredne až veľmi hrubo vrstvené stredno- až hrubozrnné drobové pieskovce	kyčerský vývoj zlínskeho súvrstvia (Pesl, 1964); magurské pieskovce (Roth et al., 1963); babohorské pieskovce (Matějka a Roth, 1952); wátkowské pieskovce (Cieszkowski et al., 2006); arkózová a muskovitová fácia magurských pieskovcov (Książkiewicz, 1953), makovické vrstvy (Leško a Samuel, 1968)
	újezdské vr. (Pesl, 1968)	stredný až mladší eocén	30 až 150 m	tenko vrstvená fácia: jemnozrnné laminované pieskovce; glaukonitové pieskovce: stredne vrstvené jemnozrnné kremité glaukonitové pieskovce; ílovce bystrického typu: hrubé sivé siltové ílovce	podmagurské vrstvy (Paul, 1980); hieroglyfové vrstvy (Cieszkowski et al., 2006); spodné zlínske vrstvy (Matějka a Roth, 1956); oščadnické vrstvy (Potfaj et al., 2003)
	bystrické vr. (Šikora and Žytko, 1959)	stredný až mladší eocén	200 až 500 m / do 1 000 m	glaukonitové pieskovce: stredne až hrubo vrstvené jemno- až (stredno)zrnné kremité glaukonitové pieskovce; ílovce bystrického typu: hrubé sivé siltové ílovce; hrubé vrstvy slieňovcov ťačkého typu	osielecké pieskovce (Książkiewicz, 1958); pasierbiecké pieskovce (Bieda, 1946); ťačké vrstvy (Książkiewicz, 1958); súvrstvie Železnikovej (Oszczypko, 1991); vsetínske vrstvy (Pesl, 1968)
bystrická jednotka	oravskoveselské vr. (Teťák et al., 2016)	stredný až mladší eocén	300 až 500 m	pieskovce magurského typu: stredne až veľmi hrubo vrstvené stredno- až hrubozrnné drobové pieskovce; glaukonitové pieskovce: stredne až hrubo-vrstvené jemno- až (stredno)zrnné kremité glaukonitové pieskovce; (ílovce bystrického typu: hrubé vrstvy sivých siltových ílovcov); hrubé vrstvy slieňovcov ťačkého typu	bystrické vrstvy (Pesl, 1968); popradské vrstvy (Birkenmajer a Oszczypko, 1989)
	vychylovské súvrstvie (Potfaj, 1989)	stredný eocén	niekoľko desiatok metrov	tenko vrstvená fácia: zelené jemnozrnné laminované pieskovce s bioglyfmi, nevápnité siltovce a ílovce; glaukonitové pieskovce: stredne až hrubo vrstvené jemnozrnné kremité glaukonitové pieskovce; ílovce bystrického typu: hrubé vrstvy sivých siltových ílovcov	hieroglyfové vrstvy (Cieszkowski et al., 2006); belovežské súvrstvie (Leško a Samuel, 1968); bystrické vrstvy (Pesl, 1968); ťačké vrstvy (Książkiewicz, 1958)

Tab. 1 – pokračovanie

Tektonicko-litofaciálne jednotky	Litostratigrafické jednotky		Vek	Hrúbka	Litológia, litofácie a ich usporiadanie	Korelácia (ekvivalenty)
račianska jednotka	luhačovické súvrstvie	vrchné luhačovické vr. (Pesi, 1968)	stredný eocén	do 120 m	riečanský typ pieskovcov: hrubo až veľmi hrubo vrstvené stredno- až hrubozrnné drobové pieskovce až drobnozrnné zlepence	luhačovické pieskovce (Matějka a Roth, 1956)
		spodné luhačovické vr. (Pesi, 1968)	stredný eocén	do 120 m	pasierbiecky typ pieskovcov: kremité glaukonitové, hrubo vrstvené hrubozrnné pieskovce až drobnozrnné zlepence; (ilovce bystrického typu: hrubé vrstvy sivých siltyových ilovcov; hrubé vrstvy slieňovcov ľachého typu)	pasierbiecke pieskovce (Bieda, 1946; Sikora a Žytka, 1956; Książkiewicz, 1958); luhačovické pieskovcov (Matějka a Roth, 1956)
račianska a bystrická jednotka	belovežské súvrstvie	vrchné belovežské vr. (Stráník, 1965)	starší až stredný eocén	70 až 200 m	tenko vrstvená fácia: jemnozrnné laminované pieskovce s bioglyfmi, nevápnnité ilovce	hieroglyfové vrstvy (Cieszkowski et al., 2006); belovežské súvrstvie (Leško a Samuel, 1968)
		spodné belovežské vr. (Stráník, 1965)	paleocén až starší eocén	do 150 m	tenko vrstvená fácia: jemnozrnné laminované pieskovce s bioglyfmi, nevápnnité ilovce; pestré (červené a zelené) ilovce; riečanský typ pieskovcov; hrubo až veľmi hrubo vrstvené stredno- až hrubozrnné drobové muskovitové pieskovce až drobnozrnné zlepence	tabovské ilovcové súvrstvie (Oszczypko, 1992)
	ropianske súvrstvie	szczawinské vr. (Sikora and Žytka, 1959)	mástricht až paleocén	150 až 800 m	szczawinský typ pieskovcov: hrubo až veľmi hrubo vrstvené stredno- až hrubozrnné drobové muskovitové pieskovce až drobnozrnné zlepence	muskovitové pieskovce inocerámových vrstiev (Książkiewicz, 1966); atlengbašské súvrstvie (Schnabel, 1992)
		ropianske súvr. s. s. (Teták et al., 2017)	kampán až paleocén	do 400 m	tenko vrstvená fácia: zelené jemnozrnné laminované muskovitové pieskovce s bioglyfmi, nevápnnité ilovce; pestré (červené a zelené) ilovce; (szczawinský typ pieskovcov: hrubo až veľmi hrubo vrstvené stredno- až hrubozrnné drobové muskovitové pieskovce; glaukonitové pieskovce)	inocerámové vrstvy (Książkiewicz, 1966); solánske súvrstvie (Pesi, 1968); biotitovo-živcové vrstvy (Sikora a Žytka, 1959); pieskovce muthého (Cieszkowski et al., 2007); ráztocké vrstvy (Pesi, 1981); ondrašovecké vrstvy (Potfaj, 1993); atlengbašské súvrstvie (Schnabel, 1992); szczawnické súvrstvie (Birkenmajer a Oszczypko, 1989)
jednotka Siary	solánske súvrstvie (Matějka, Roth, 1948)	lukovské vr.	mástricht až paleocén	do 1 000 m	solánsky typ pieskovcov: hrubo až veľmi hrubo vrstvené strednozrnné drobové muskovitové pieskovce až drobnozrnné zlepence	pieskovcovo-ilovcový a pieskovcovo-zlepencový vývoj solánskeho súvrstvia (Pesi, 1951; Menčík et al., 1956; Matějka a Roth, 1956; Matějka in Buday et al., 1963; Pesi a Hanzliková, 1963); Pesi (1963, 1965, 1968); inocerámové vrstvy (Sikora a Žytka, 1959)
		ráztocké vr.	kampán až starší paleocén	300 m	tenko vrstvená fácia: zelené jemnozrnné laminované muskovitové pieskovce s bioglyfmi, nevápnnité ilovce	inocerámové vrstvy (Sikora a Žytka, 1959)

Tab. 1 – pokračovanie

Tektonicko-litofaciálne jednotky	Litostratigrafické jednotky	Vek	Hrúbka	Litológia, litofácie a ich usporiadanie	Korelácia (ekvivalenty)
ráčianska jednotka	cebulské súvrstvie (Sikora a Žytka, 1959)	cenoman až kampán	cca 200 m	vápnité a nevápnité červené ílovce a slieňovce, tenko vrstvená fácia, vrstvené zelenosivé slieňovce s patinou	pestré bridlice (Sikora a Žytka, 1959); cebulské pestré slieňovce (Golanka a Malata, 1977); haluszowské súvrstvie (Birkenmajer a Oszczyzko, 1989); malinowské súvrstvie (Birkenmajer a Oszczyzko, 1989); kauberské súvrstvie (Schnabel, 1992)
	malcovské súvrstvie (Świdziński, 1961)	mladší eocén až mladší oligocén (starší miocén?)	do 660 m	stredne až hrubo vrstvené jemno- až (hrubo) zrnité vápnité a drobové pieskovce; piesčité až ílovité sklízové telesá; svetlosivé ílovce (pestré ílovce)	menilitovo-krosnianska séria (Jucha a Kotlarzyk, 1958)
krynická jednotka	raciborské súvrstvie	raciborské súvr. s. s. (Potfaj et al., 1991)	1 500 m	pieskovce magurského typu: stredne až veľmi hrubo vrstvené stredno- až hrubozrnné drobové pieskovce; ílovce bystrického typu: hrubé vrstvy sivých siltových ílovcov; siltové sklízové telesá; (glaukonitové pieskovce)	magurské súvrstvie (Potfaj et al., 1991); po-pradské vrstvy (Birkenmajer a Oszczyzko, 1989)
		račovské vr. (Potfaj et al., 1991)	100 až 200 m	ílovce bystrického typu: hrubé vrstvy sivých siltových ílovcov; siltové sklízové telesá; (pieskovce magurského typu: stredne až veľmi hrubo vrstvené stredno- až hrubozrnné drobové pieskovce; slieňovce ľadkého typu; červené ílovce)	vrstvy Kowanca (Cieszkowski, 1979); Mniszek Shale Mb. (Birkenmajer a Oszczyzko, 1989); Hanuszowské bridlice (Wójcik et al., 1995; Piotrowski a Piotrowska, 2004)
	zábavské súvrstvie	mladší paleocén až stredný eocén	do 3 000 m	tenko vrstvená fácia: jemnozrnné laminované pieskovce s bioglyfmí, nevápnité ílovce; pieskovce magurského typu: stredne až veľmi hrubo vrstvené stredno- až hrubozrnné drobové pieskovce	magurské súvrstvie (Potfaj et al., 1991); vrstvy Piwnicznej (Birkenmajer a Oszczyzko, 1989); vrstvy Turbacza (Watycka, 1976; Cieszkowski a Olszewska, 1986); súvrstvie Zarzecza (Birkenmajer a Oszczyzko, 1989); vrstvy z Jaszczce (Alexandrowicz et al., 1984; Cieszkowski a Olszewska, 1986); krynické zlepenice (Alexandrowicz et al., 1984)
	vr. Redikálneho (Teták et al., 2016)	paleocén(?)	do 150 m	tenko vrstvená fácia: jemnozrnné laminované pieskovce s bioglyfmí, nevápnité ílovce; pestré (červené a zelené) ílovce	pestré bridlice (Jankowski a Kopciowski, 1999)

Tab. 1 – pokračovanie

Tektonicko-litofaciálne jednotky	Litostratigrafické jednotky	Vek	Hrúbka	Litológia, litofácie a ich usporiadanie	Korelácia (ekvivalenty)	
bieľokarpatská jednotka	svodnické súvrstvie	bzovské vr. (Pofaj, 1993)	starší eocén	ca 600 m	pieskovce magurského typu: stredne až veľmi hrubo vrstvené stredno- až hrubozrnné drobové pieskovce	pieskovcový vývoj vrchného svodnického súvrstvia (Stránik et al., 1989)
		svodnické súvr. s. s. (Pesi, 1968)	paleocén až starší eocén	vyššie 500 m	stredne až hrubo vrstvené jemnozrnné kremenno-karbonátové pieskovce; ílovce bystrického typu: hrubé sivé siltové ílovce	Pofaj (1993); Stránik et al. (1995), Teták (2016)
		chabovské vr. (Pofaj et al., 1986)	paleocén	do 400 m	hrubo vrstvené a masívne kremenno-karbonátové pieskovce s Liesegangovými obrazcami, takmer bez ílovcov	Stránik et al. (1986); čiastočne rajkovecké súvrstvie (Began et al., 1988)
	lovenické súvrstvie	drietomické vr. (Pofaj, 1993)	mástricht až ?paleocén	do 300 m	hrubo vrstvené kremenno-karbonátové pieskovce, polymiktné zlepence, rozpadavé zlepence, bez ílovcov	
		javorinské vr. (Pofaj et al., 1986)	mladší kampán až mástricht	200 m až vyššie 800 m	hrubo vrstvené jemnozrnné kremenno-karbonátové pieskovce a tenko vrstvené flyšové sedimenty so silovozelenými ílovcami, lavice slieňovcov až vápencov s patinou	Stránik et al. (1986); čiastočne rajkovecké súvrstvie (Began et al., 1988)
		ondrášovecké vr. (Pofaj, 1993)	stredný kampán až mladší mástricht	niekoľko desiatok metrov	tenko vrstvená fácia: zelené jemnozrnné laminované muskovitové kremenno-karbonátové pieskovce s bioglyfmi, nevápnnité ílovce; pestré (červené a zelené) ílovce	pestré súvrstvie (Pofaj et al., 1986); gbelské vrstvy (Stránik et al., 1986, 1989); ropianske súvrstvie (Teták et al., 2017); <i>Malinowa Shale Formation</i> (Oszczypko et al., 2005)

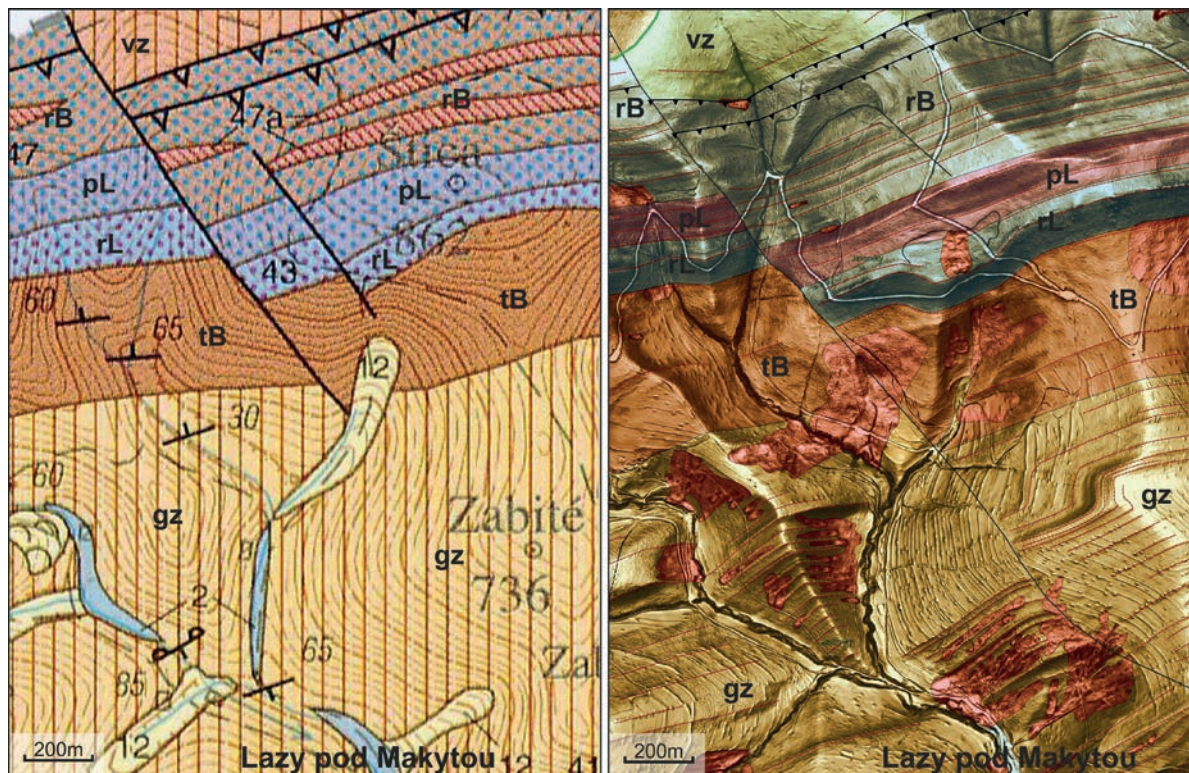
vychádzali. Základné geologické mapy 1 : 25 000 použité na zostavenie mapy Stredného Považia (Mello et al., 2005) nie sú uložené v archíve ŠGÚDŠ. Staršie terénne mapovanie sme realizovali do topografického podkladu v mierke 1 : 25 000. Od roku 2011 sme pri mapovaní využívali topografický podklad v mierke 1 : 10 000 (ZM10), čo umožnilo dosiahnuť väčšiu presnosť zobrazenia. V digitálnej prílohe č. 1 sú aj staršie mapy upravené do topografického podkladu mapy ZM10 v mierke 1 : 10 000. Oproti pôvodným mapám boli potrebné zväčša len menšie topologické korekcie. V digitálnej prílohe 2a je mapa korigovaná na topografický podklad LiDAR. Je odkrytou mapou a má vyššiu presnosť zobrazenia. Zohľadňuje aj najnovšie výsledky terénnych prác.

Mapovanie s využitím LiDAR-u

Neoceniteľný prínos pri interpretácii geologickej stavby majú mapy LiDAR spolu s pokrokom systémov GIS (Liščák et al., 2022). Podrobné reliéfne mapy LiDAR umožňujú presne lokalizovať a určiť rozsah rôznych geologických a geomorfologických fenoménov prejavujúcich sa v topografii (obr. 4). Z kvartérnych fenoménov sú to napríklad svahové deformácie, aluviálne a proluviálne naplaveniny, niektoré terasy, penovcové kopy, eolické piesky, morény či antropogénne navážky. V prípade plochého terénu je veľkou výhodou možnosť generovania mapy vrstevníc z LiDAR-u a mapy relatívnej výšky nad riečnym tokom.

Pri starších geologických útvaroch je významné identifikovanie priebehu vrstiev najmä flyšových súvrstiev a litologických a tektonických hraníc. Na identifikáciu rôznych geomorfologických tvarov reliéfu je možné voliť si z viacerých metodík tieňovania reliéfu, napríklad pri identifikácii vápencových bradiel BP, topograficky vyčnievajúcich nad okolitý reliéf, a tiež v neprehľadnom a zalesnenom teréne Karpát. Hoci je FP tvorené litofaciálne monotónnym komplexom hornín rytmicky sa striedajúcich vrstiev pieskovcov a ílovcov, vďaka výraznému rozdielu odolnosti hornín proti zvetrávaniu sa priebeh vrstevovitosti prejavuje v reliéfe. Učebnicovým príkladom je rozsiahle územie bystrickej jednotky tvorené jedinou litostratigrafickou jednotkou, bystrickými vrstvami, kde v minulosti boli identifikované štruktúrne prvky ako zlomy, vrásky, príkrovové plochy, no ich presné vyznačenie na mape bolo limitované monotónnou geologickou stavbou (Potfaj et al., 2002; Mello et al., 2005). Interpretáciou LiDAR-u je možné s výnimočnou presnosťou takmer na celej ploche rozlíšiť aj najmenšie detaily geologickej stavby, ako sú priebeh vrstiev, vrásky, zlomy a hojne zastúpené svahové deformácie (Liščák et al., 2022). Uvedený prístup je možné uplatniť pri prebiehajúcom terénom mapovaní, ale aj na spätnú reambuláciu starších mapových prác (digitálne prílohy 2a, 2b).

Ďalším neoceniteľným prínosom LiDAR-u je pomoc pri plánovaní postupu terénneho mapovania. Je možné spoľahlivo predpokladať hĺbku zarezania potokov a ciest a izolovaných skalných útvarov (ostrých hrebeňov a bradiel),



Obr. 4. Príklad zobrazenia geologických prvkov ako vrstevovitost' flyšových sekvencií, zlomov, stratigrafických rozhraní a zosuvov z račianskej jednotky v hornej časti doliny Lazov pod Makytou (vz – vsetínske vrstvy, rB – spodné belovežské vrstvy, pL – spodné luhačovické vrstvy, rL – vrchné luhačovické vrstvy, tB – vrchné belovežské vrstvy, gz – babišké vrstvy) (Mello et al., 2005).

Fig. 4. An example of display of geological features, such as the stratification of flysch sequences, faults, stratigraphic boundaries and landslides from the Rača Unit in the upper part of the Lazy pod Makytou valley (vz – Vsetín Mb., rB – Lower Beloveža Mb., pL – Lower Luhačovice Mb., rL – Upper Luhačovice Mb., tB – Upper Beloveža Mb., gz – Babiše Mb.) (Mello et al., 2005).

ktoré sú potenciálnymi miestami na vznik odkryvov. Je možné interpretovať rozsah svahových deformácií a kvartérneho pokryvu a ich vplyv na zachovanie a porušenie odkryvov. Výhodné je to najmä pri reambulácii, čiže mapovaní, pri ktorom je pre časové obmedzenie nutné zredukovať terénne túry.

Geologická mapa Bielych Karpát a Javorníkov v digitálnej prílohe 2a je výsledkom spätnej reambulácie s využitím LiDAR-u. Pri jej zostavovaní boli použité autorove terénne mapy 1 : 25 000 z Javorníkov a 1 : 10 000 z Bielych Karpát a archívne základné geologické mapy 1 : 25 000. V oblasti Lazov pod Makytou a Hornej Marikovej boli potrebné menšie reambulačné túry. Mapa bystrickej jednotky medzi Kolárovicami a Divinou a račianskej jednotky medzi Turzovkou, Koriňou a Klokočovým bola zostavená s využitím reambulačných túr, reinterpretáciou máp LiDAR-u a starších autorových a publikovaných geologických máp (Potfaj et al., 2002; Mello et al., 2005).

Nové poznatky o geologickej stavbe

Nové geologické mapovanie prinieslo viaceré poznatky o geologickej stavbe západného úseku FP a BP, ktoré neboli uvedené v publikovanej literatúre ani záverečných správach. Vybranými diskutovanými výsledkami sú štruktúrne elevácie a depresie, mapovanie s využitím LiDAR-u, geologická mapa Bielych Karpát (južná časť), BKJ medzi Vlárrou a Púchovskou dolinou, kontakt FP a BP, kontakt BKJ a bystrickej jednotky, vrbovský, zubácky a javorinský príkrov, mestečiansky príkrov a marikovské bradlo, brvništská šupina, spätný násun bystrickej jednotky a jej stavba, vložky červených ilovcov v solánskom súvrství, revízia mapy Javorníkov, prejavy synsedimentárnej tektoniky a prejavy stredoslovenského zlomového systému vo FP.

Štruktúrne elevácie a depresie

Pre oblasť BKJ viac než pre iné časti FP platí, že na priemiet geologickej stavby na recentnú topografiu má zásadný vplyv úroveň erózneho zrezu územia. To znamená, že na morfológických eleváciách (vyššie položených miestach) a v tektonicky zaklesnutých zónach môžeme pozorovať geologické jednotky, ktoré boli, naopak, v morfológických depresiách (údoliach) a v tektonicky vyzdvihnutých zónach erózne odstránené. Toto poznanie umožňuje interpretovať geologickú stavbu v podloží či naopak, v častiach odstránených eróziou. Takouto tektonickou eleváciou je napr. oblasť Novej hory z. od Bošáče, kde bol javorinský príkrov erózne odstránený. S cieľom overenia antiklinálnej štruktúry v oblasti Novej hory sa realizoval vrt Klanečnica KLK-1 (Leško et al., 1980; Potfaj et al., 1986; Dvořáková et al., 1989). Ďalšou tektonickou eleváciou je oblasť Hornej Súče a oblasť výskytu bradiel medzi Pruským a Červeným Kameňom. Zaklesnutými územiami, kde sa zachovali vyššie tektonické štruktúry, sú napr. dolina Drietomice s javorinským príkrovom zachovaným v nezvyčajne veľkej hrúbke a veľkom stratigrafickom rozsahu a oblasť medzi Zubákom a Mestečkom so zachovaným mestečianskym príkrovom.

Rovnaký princíp tektonicky zaklesnutých či naopak, vyzdvihnutých blokov sa uplatnil pri formovaní geologickej

stavby na Orave. Rozdiel je ale v tom, že tu je vhodnejšie hovoriť o zaklesnutých blokoch a nie oblastiach, keďže vertikálne pohyby sa nediali postupne, ale prevažne na strmých poklesových zlomoch (Teťák et al., 2016a, b). Napríklad v oblasti tektonickej zóny Oravskej Polhory (l. c.) môžeme pozorovať vyššie geologické štruktúry (bázu bystrickej jednotky), ktoré pôvodne prekryvali aj masívy Babej hory a Pilska, a naopak, v uvedených masívoch vychádza na povrch podložie tektonickej zóny Oravskej Polhory (račianska jednotka). Elevácia sa dvíha aj v tektonickej zóne Oravského Veselého (Szalaiová, 1989), kde na povrch vystupujú silno tektonicky postihnuté menšie šupiny bystrickej jednotky, tvorené prevažne belovežským súvrstvom. Môžeme predpokladať, že rovnaký charakter má bystrická jednotka smerom na východ a západ v podloží hrubších šupín tektonickej zóny Zákamenného (Teťák et al., 2016b). Tektonické zaklesnutie je citeľné v oblasti sz. od Mútneho. Vertikálny pohyb na zlomoch v oblasti Oravy odhadujeme až do 3 km.

K najvýraznejším poklesovým štruktúram patrí Oravsko-nowotarská panva na západe pri Námestove, ohraničená poklesovými zlomami so zachovaním neogénnej výplne, a zázrivský zlom („sigmoida“) s tektonicky zaklesnutým blokom Kubinskej hole. V oboch prípadoch odhadujeme vertikálny pohyb až na 3 km. Mladý vek vertikálnych pohybov je možné interpretovať aj na základe mohutného vyvinutia fluvialných náplavov na úpätí najviac vyzdvihnutých blokov, ako je potok Bystrá pod Babou horou, potok Randová a prítoky Mútňanky spod Pilska a potoky na severnom úpätí budínskej časti Oravskej Magury. Uvedené vertikálne pohyby (Maglay et al., 1999) sa prejavujú na gravimetrických meraniach Bouguerových anomálií nahromadením ľahkej hmoty (Pašteka et al., 2017).

Mladé zmeny povrchovej geologickej stavby možno ilustrovať na príklade obliakového zloženia štrkov oravského súvrstvia strednosarmatského až panónskeho veku Oravsko-nowotarskej panvy z okolia Bobrova (Teťák et al., 2016a, b), kde boli pozorované výhradne veľmi dobre zaoblené obliaky tvrdých kremitých glaukonitových pieskovcov bystrických vrstiev bystrickej jednotky. Dobré zaoblenie a stredne veľké rozmery obliakov vylučujú transport na krátku vzdialenosť. Nepítomnosť drobových pieskovcov magurského typu pôvodom z krynickej jednotky a južnej časti bystrickej jednotky je možné vysvetliť väčším rozsahom Oravsko-nowotarskej panvy smerom na sever, ale najmä na západ, oproti súčasnému výskytu neogénnych sedimentov, ktoré prekryvali oblasť Oravskej Magury, kde už pri recentnom eróznom zreze neogénne sedimenty nevystupujú. Nepítomnosť drobových pieskovcov magurského typu pôvodom z Babej hory a Pilska nasvedčuje, že tieto masívy ešte v sarmate až panóne neboli vyzdvihnuté a povrchovú geologickú stavbu produkujúcu klastický materiál tvorili výlučne bystrické vrstvy bystrickej jednotky s podobným litofaciálnym charakterom, ako má napr. tektonická zóna Veľkého kopca pri Oravskej Polhore (Teťák et al., 2016a, b). Z toho vyplýva, že rozsah Oravsko-nowotarskej panvy smerom na sever a západ bol oproti súčasnému výrazne väčší.

Geologická mapa Bielych Karpát-južná časť

Na zobrazenie geologickej stavby oblasti medzi Skalickou a Novým Mestom nad Váhom nebola využitá interpretácia geologickej stavby publikovaná na regionálnej mape Potfaja et al. (2014), ale alternatívna interpretácia Tetáka (2015, 2016). Obe mapy sa zásadne líšia. Rozdiely vzišli z potreby poukázať na možnosť odlišnej interpretácie terénnych údajov.

Geologická stavba BKJ je litologicky pestrá a tektonicky deformovaná, no takmer bez litologických markerov. Pri takto zle odkrytom teréne môže byť interpretácia geologickej stavby poznačená subjektívnymi skúsenosťami a postojmi autorov. Medzi interpretáciami Potfaja et al. (2014) a Tetáka (2015) sú tri zásadné rozdiely, ktoré navzájom súvisia: litofaciálne členenie a tektonika, ktoré vyústili do vyčlenenia vrbovského príkrovu.

Litofaciálne rozdiely. Priložená mapa v digitálnej prílohe (1a) má možnosť detailnejšie zobrazit' geologickú stavbu než publikovaná mapa v mierke 1 : 50 000 (Potfaj et al., 2014), aj keď paradoxne publikovaná mapa má miestami detailnejšie zobrazenie. Otázka je, či dostupné chudobné údaje umožňujú takú detailnú interpretáciu stavby.

Pokiaľ je to možné, na mape vyčleňujeme územia s prevahou jednotlivých litotypov. Nevyhli sme sa spájaniu a generalizácii. Nepoužívame novú litostratigrafickú jednotku chvojnické vrstvy, ktoré sú východiskom z núdze (akýmsi „odpadkovým košom“) v oblastiach častého striedania litotypov. Nevýčleňujeme zvlášť litotyp arkózových pieskovcov, lebo lokálne obohatenie živcami sa objavuje vo viacerých litotypoch (hlavne pri glaukonitových pieskovochoch) a nepozorovali sme jeho výraznejšie plošné rozšírenie.

Tektonické rozdiely. Z odlišného vyčlenenia litofácií vyplýva aj rozdielne vymedzenie tektonických šúp bošáckeho príkrovu. Obe mapy sa líšia aj ohraničením a stavbou telesa vrbovského príkrovu. Javorinské vrstvy smerom do nadložia plynulo prechádzajú do svodnického súvrstvia, no v publikovanej verzii Potfaja et al. (2014) sú viaceré časti vyčlenené zvlášť ako akési „trosky“ javorinského príkrovu. Násunovú plochu javorinského aj vrbovského príkrovu v niektorých častiach považujeme za zdvojenú na základe opakovania ondrásoveckých vrstiev, podobne, ako sa to neskôr preukázalo v oblasti Lopeníka (Pešková et al., 2021). Napriek len obmedzeným možnostiam štúdia oblasti výskytu muskovitových pieskovcov predpokladáme odlišné ohraničenie kontaktu oblasti výskytu muskovitových pieskovcov s javorinským príkrovom.

Bielokarpatská jednotka medzi Vlárrou a Púchovskou dolinou

Územie zobrazené na mape Bielych Karpát (severná časť) (Pešková et al., 2021) bolo oproti projektovanému rozsahu zväčšené o ľavý breh Vlár. Mapa vďaka tomu detailnejšie zobrazuje stavbu čakánovských bradiel a podstatne zložitejšiu stavbu štruktúry BP v pokračovaní čakánovských bradiel na SV po Vršatec. Pri geologickom mapovaní vo východnej časti Bielych Karpát sa zistil strmý zlom na ústí doliny Sidonie. Boli tu vyčlenené horizonty magurských drobových pieskovcov svodnického súvrstvia

zubáckeho príkrovu. Upúšťame od používania názvu rajkovecké vrstvy a nahrádzame ich dobre definovanými javorinskými a chabovskými vrstvami (Potfaj, 1993).

Na kontakte BKJ a BP sa novým mapovaním zistilo množstvo bradiel a flyšových súvrství BP nezobrazených na starších mapách. Tým sa miestami zväčšil rozsah BP oproti zobrazeniu na mape Mella et al. (2005). Pomerne spoľahlivo bolo možné odlíšiť podobné flyšové komplexy s kremenno-karbonátovými pieskovocho BKJ od bradlového obalu. Významné je to napr. v Košariskej (Košarištianskej) doline nad Podhorím a v oblasti mestečianskeho príkrovu. V závere Bolešovskej doliny a Krivoklátskej doliny vystupujú významné akumulácie penovcov vo forme mohutných kaskád v dĺžke 1 000 a 600 m. Okrem nich bolo v oblasti lokalizovaných zhruba 185 menších penovcových kôp. Predpokladáme, že vznik penovcových kôp má priamy vzťah s tektonickým porušením BKJ.

Zložitú stavbu výbežku BKJ jv. od Lednice sa pokúsil interpretovať Teták (2021). Po litofaciálnej stránke je v tejto oblasti jednoznačne možné identifikovať chabovské, ondrásovecké a javorinské vrstvy v zložitej tektonickej pozícii ovplyvnenej mladším vývojom BP. Do jeho štruktúry bola najinternejšia časť BKJ tektonicky spätne presunutá.

Severovýchodne od Lednice (Hajnušová – Drapy) sa zistilo vystupovanie šupiny tvorenej hrubými vrstvami hrubozrnných drobových pieskovcov magurského typu. Pri zaradení k BKJ môže ísť na základe litológie o bzovské vrstvy. Ak by sme uvažovali o prepojení s krynickou jednotkou, mohla by byť táto šupina zaradená do magurského, resp. presnejšie zábavského súvrstvia (sensu Potfaj et al., 1991; Teták et al., 2016b). Pozíciu krynickej jednotky však predpokladáme externe od BKJ.

Vrbovský a zubácky príkrov

Juhovýchodne od Vrbovíc spod javorinského príkrovu vychádza na povrch vrbovský príkrov a medzi Hornou Súčou a Púchovskou dolinou zubácky príkrov. Mimo týchto dvoch oblastí leží javorinský príkrov priamo na bošáckom príkrove. Vrbovský aj zubácky príkrov ležia pomerne plocho na strmo vztýčených šupinových vrásach bošáckeho príkrovu. Majú zložitú stavbu na násunovej ploche. Prejavuje sa to duplexmi, viacerými pruhmi ondrásoveckých vrstiev a blokmi/šupinami odlúčenými od podložia a včlenenými do bázy vrbovského a zubáckeho príkrovu, podobne, ako je to typické aj pre javorinský príkrov. Príkladom môže byť šupina Petrákovcov pri Vrbovcích (Teták, 2015, 2016) alebo kryha tvorená chabovskými vrstvami v doline potoka Ľuborča (Pešková et al., 2021). Vrstvový sled vrbovského a zubáckeho príkrovu má v spodnej časti znaky vlárského vývoja a vo vrchnej časti skôr znaky hluckého vývoja (Teták, 2015, 2016).

Vrbovský príkrov identifikoval Teták (2015, 2016). Dovtedy bola oblasť v čele javorinského príkrovu sz. od Myjavy priradená k bošáckemu príkrovu (hluckej skupine – napr. Potfaj, 1993) alebo k akýmisi troskám javorinského príkrovu (Potfaj et al., 2014).

Teleso vrbovského príkrovu je po svojom obvode jasne definované pruhom ondrásoveckých vrstiev. Najmä južne od vrbovského príkrovu je zjavné diagonálne dobíhanie

šupín bošáckeho príkrovu, ktoré sa podeň ponárajú (Teťák, 2015, 2016).

Litostratigrafický vývoj vrbovského príkrovu má znaky prechodného vývoja medzi nižším, bošáckym a vyšším, javorinským príkrovom (Teťák, 2015, 2016). Bližšie má k vlárskej skupine než k hluckej skupine (Potfaj, 1993). Len mierne je odlišný od sledu javorinského príkrovu. Tak ako v javorinskom príkrove, aj vo vrbovskom príkrove sú takmer po celej dĺžke plochy nasunutia príkrovu zachované pestré ondrásovecké vrstvy s červenými ílovcami a nadložné javorinské vrstvy. Na rozdiel od javorinského príkrovu, javorinské vrstvy sú redukované asi na 300 m, no miestami môžu aj úplne chýbať. Smerom do nadložia nasledujú prevažne horšie triedené kremenno-karbonátové pieskovce svodnického súvrstvia, vyššie doplnené glaukonitovými a menej aj drobovými pieskovecami magurského typu (Teťák, 2015, 2016).

Zubácky príkrov definoval Potfaj (1993) v podloží javorinského príkrovu. Litofaciálne má prechodné znaky medzi hluckým a vlárskym vývojom, no bližšie má k javorinskému príkrovu v oblasti Javoriny. Podobne ako pri vrbovskom príkrove, v staršej časti je jeho vrstvomý sled podobný javorinskému príkrovu a v mladšej časti bošáckemu príkrovu. V slede zubáckeho príkrovu neboli pozorované chabovské vrstvy.

Báza príkrovu, podobne ako pri javorinskom príkrove, je tektonicky zložitá. Vystupujú na nej bloky až šupiny s rozličnou stratigrafickou náplňou veľké niekoľko metrov až stovky metrov, prevažne s pôvodom v BKJ. Sú to napríklad ondrásovecké, javorinské a chabovské vrstvy a svodnické súvrstvie vo vývoji s kremenno-karbonátovými pieskovecami, drobovými pieskovecami magurského typu, ktoré je možné zaradiť aj do bzovských vrstiev, ale aj s kremenno-karbonátovými pieskovecami striedajúcimi sa s kremitými glaukonitovými pieskovecami. Šupiny sú na mnohých miestach obklopené ondrásoveckými vrstvami, čo napomáha pri ich odlíšení. V Púchovskej doline vystupujú aj bradlá BP sprevádzané flyšovými sekvenciami BP. Túto štruktúru vyčleňujeme samostatne ako mestečiansky príkrov (obr. 7).

Na báze zubáckeho príkrovu sa väčšinou zachovalo niekoľko metrov až pár desiatok metrov tenko vrstvených flyšových sedimentov ondrásoveckých vrstiev, litofaciálne zhodných s javorinským príkrovom. Tenké vrstvy zelenkavých laminovaných jemnozrnných kremenno-karbonátových pieskovcov sa striedajú s nevápnitými olivovo zelenými a červenými ílovcami (obr. 5A, B).

Smerom do nadložia nasledujú javorinské vrstvy hrubé 700 až 1 000 m. Zhodne s vyšším javorinským príkrovom v oblasti Novej Bošáče ich tvoria dve litofácie (Pešková et al., 2021). V spodnej časti ich tvorí takmer výhradne tenko vrstvený flyš s prevahou jemnozrnných laminovaných kremenno-karbonátových pieskovcov nad nevápnitými ílovcami (obr. 5C, 6A). Vrstvy pieskovcov sú hrubé 3 až 20 cm. Postupne smerom do nadložia pribúdajú vrstvy jemno- až strednozrnných kremenno-karbonátových pieskovcov s hrubodoskovitým rozpadom po paralelnej laminácii hrubé aj vyše 1 m. Hrubšie vrstvy ílovcov sú v tejto pieskovcovej fácií zriedkavé (obr. 5D).

Javorinské vrstvy smerom do nadložia pomerne ostro prechádzajú do svodnického súvrstvia vo flyšovom vývoji kremenno-karbonátových pieskovcov svodnického typu. Prejavuje sa to výskytom hrubších vrstiev sivých vápnitých siltových ílovcov tzv. svodnického (alebo bystrického) typu, zmenou štruktúry pieskovcov a ich horším vytriedením (obr. 5G). Západne od Červenokamenskej doliny je niekoľko morfológicky aj v sutine výrazných horizontov hrubých niekoľko metrov zložených z hrubých vrstiev drobových pieskovcov magurského typu, ktoré tvoria najväčšiu akumuláciu na hraničnom vrchu Kosák hrubú do 300 m. Zriedka sa vyskytujú aj ojedinelé kremité glaukonitové pieskovce. Hrúbka svodnického súvrstvia môže presahovať 1 200 m.

Špecifický, bez alternatívy z inej lokality, je plošne obmedzený výskyt polymiktných zlepcov v doline Sidonie (49,061 768°; 18,099 953°). Dobré zaoblené voľné obliaky tvoria kvarcity/kremeň, vulkanity, intraformačné pieskovce a škvrnité slieňovce. V rámci BKJ zlepecce vystupujú v drietomických vrstvách, majú však odlišné petrografické zloženie klastov.

Vo svodnickom súvrství prevažne v ílovcovom vývoji tesne pod bázou javorinského príkrovu (49,074 296°; 18,122 235°) sa zistila tenká vrstva siltovca bohatá na kryštály pyritu veľkosti až 2 cm s kombináciou tvarov oktaédra a hexaédra (obr. 6B).

V oblasti kóty Strachoňovec (786) sz. od Červeného Kameňa sa predkladaná mapa (digitálna príloha 1a) líši od mapy Mella et al. (2005). Nepodarilo sa nám overiť pruh ondrásoveckých vrstiev. Navyše, vrch Strachoňovec je tvorený svodnickým súvrstvím, preto v tejto oblasti z mapy vypadá jedna tektonická šupina/príkrov.

V rámci svodnického súvrstvia boli v doline Sidonie až po k. Strachoňovec na viacerých lokalitách pozorované tektonicky podrvené zóny v smere priebehu vrstiev so zdokumentovaným vertikálnym pohybom a podľa lineácií na zlomových plochách s charakterom spätných násunov. V týchto zónach sa zistila tektonická redukcia vrstvomého sledu prejavujúca sa napr. na horizontoch drobových pieskovcov. Výsledky štruktúrnych meraní spracúvame do tlače.

Javorinský príkrov

Názov javorinský príkrov zaviedol Potfaj (1993). Jeho definíciu neskôr doplnili Teťák et al. (2015, 2024). Západne od Hornej Súče sa javorinský príkrov javí ako mohutné, jednotne vystupujúce teleso s neprerušným vrstvomým sledom, dvomi hlavnými oblasťami výskytu (Javorina a Lopeník) a s tektonicky zložitou bázou. V doline potoka Ľuborča sa však objavujú štruktúrne indície, že nejde o tektonicky jednotné teleso s neprerušným vrstvomým sledom, a na východ od čakanovských bradiel je príkrov rozčlenený najmenej na tri telesá. Indíciami sú úložné pomery, tektonicky podrvené zóny sprevádzané penovcovými prameňmi, obmedzené výskyt svodnického súvrstvia a chabovských vrstiev a oblasť čakanovských bradiel. Keďže telesá javorinského príkrovu laterálne smerom na západ plynulo prechádzajú do litofaciálne monotónneho telesa, javorinský príkrov nerozčleňujeme na menšie telesá. Výnimkou je úzka, asi 7 km dlhá šupina na kontakte s BP

tvorená javorinskými vrstvami, vyčlenená ako šupina Sietneho (Pešková et al., 2021).

Na východ od Krivoklátskej doliny viac-menej kontinuálne pokračuje len severná redukovaná šupina javorinského príkrovu. Definitívne sa vyklinuje s. od Hornej Breznice. Južná šupina javorinského príkrovu je medzi Krivoklátom a Mikušovcami prerušená a vystupuje opäť od Mikušoviec takmer po Púchovskú dolinu, no tu sa vzhľadom na odlišnú tektonickú pozíciu označuje ako breznické šupiny (Teták, 2021).

Východne od Vlár je javorinský príkrov litostratigraficky zhodný s vývojom v oblasti Lopeníka (Pešková et al., 2021). Bázu príkrovu tvorí komplex ondrášeckých vrstiev hrubý až do 700 m. Ide o viacero tektonických šupín, čomu nasvedčujú horizonty vrstiev pieskovcov javorinského typu hrubé niekoľko metrov. Najlepšie odkrytie je v rokline z. od k. Biely vrch (819) a v cestách nad časťou Kosová. Nad časťou Kosová majú ondrášecké vrstvy mierne odlišný charakter než západnejšie. Okrem typicky tenko vrstveného vývoja s prevahou zelených laminovaných pieskovcov nad pestrými ílovcami je prítomný aj prevažne ílovcový vývoj. V ňom až 90 % objemu tvoria hrubšie vrstvy pestrých mäkkých aj tvrdších, prevažne nevápntých tmavočervených/bordových ílovcov až siltových ílovcov striedajúcich sa so sivými a zelenosivými ílovcami až laminovanými siltovými a jemnozrnnými pieskvcami (49,070 733°; 18,121 565°) (obr. 5A). Zrejme najstaršia časť ondrášeckých vrstiev vôbec je odkrytá v rokline z. od k. Biely vrch (819) (49,071 991°; 18,118 797°) (obr. 5B). Hneď nad príkrovovou plochou vystupuje horizont detailne laminovaných, premenlivo vápnitých čiernosivých siltovcov až ílovcov hrubý 8 m. Ich kontakt s nadložnými pestrými ondrášeckými vrstvami je ostrý, ale nie tektonický.

Javorinské vrstvy severnej šupiny javorinského príkrovu majú v. od doliny Vlár (kóty 776 Zelená – 819 Biely vrch – 633 Kamenná hora) odlišný charakter než západne alebo v južnej šupine (k. 657 Trtálka) či v zubáckom príkrove. Redukované sú na hrúbku do 500 m. Tenko vrstvená litofácia v spodnej časti úplne chýba alebo je redukovaná na pár desiatok metrov. Nebolo pozorované ani narastanie hrúbky jednotlivých vrstiev a podielu pieskovcov smerom do nadložia. Úplne prevláda pieskovcová fácia, čiže hrubé vrstvy pieskovcov nad ílovcami (obr. 5D). Pieskovce sú kremenno-karbonátové, hrubo- až jemnozrnné. Nezriedka sú až drobnozlepcovité s klastami, najmä v spodnej gradačnej časti vrstiev 3 až 10 (max. 50) mm. V hrubozrnných varietach boli ojedinelé úlomky hrubostenných schránok inocerámov. Vrstvy pieskovcov majú hrubodoskovitý rozpad po plochách nevýraznej paralelnej laminácie a bežne sú hrubé viac než 1 m. Podľa uvedených znakov časť javorinského príkrovu v osi Kráľov vrch – Biely vrch – Kamenná hora reprezentuje proximálnu a osovú časť náplavového vejára javorinských vrstiev s prevládajúcim smerom paleoprúdov pozdĺž okraja bazénu. Nezodpovedajú však zlepencom drietomických vrstiev.

Nezvyčajný, asi 1 m hrubý, tenko vrstvený horizont s červenými, menej bielymi a žltými ílovcami medzi vrstvami pieskovcov chabovského typu hrubými až 3 m (obr. 5E) bol pozorovaný v záreze nad cestou v. od

Kráľovho vrchu v dvoch odkryvoch položených blízko pri sebe (49,036 766°; 18,103 747°). Ďalší výskyt červených ílovcov z chabovských vrstiev hrubý asi 10 cm sa nachádza v záreze cesty 500 m na V (48,954 58°; 17,971 82°). Sú to jediné známe výskyty červených ílovcov v chabovských vrstvách v nadloží ondrášeckých vrstiev v rámci vlárskeho vývoja BKJ.

Kontakt flyšového a bradlového pásma

Na určenie rozsahu FP a BP je nevyhnutné makroskopicky v teréne odlišovať kremenno-karbonátové pieskovce FP od kremenno-karbonátových pieskovcov BP. Kontakt oboch pásiem nie je možné v študovanej časti kresliť jednoduchou ostrou rovnou líniou. Napríklad s. od Zabudišovej (Zemianske Podhradie) je niekoľko bradiel BP obklopených javorinskými a ondrášeckými vrstvami. Podobná situácia v menšom rozsahu je v oblasti Kozieho rebra a Hory na Hradnej. Ďalej na východ až po Bolešovskú dolinu je hranica FP/BP zvlnená, no litofaciálne jednoznačne určiteľná.

V čakanovských bradlách, Bolešovskej doline a ďalej na východ je kontaktná zóna FP a BP komplikovaná. Bradlá BP sú nezriedka obklopené tenko vrstvenou flyšovou faciou s červenými ílovcami. Otvára sa otázka priradenia tejto pestrej fácie k ondrášeckým vrstvám BKJ (Potfaj, 1993) alebo k malinowskému súvrstviu BP (Birkenmajer, 1977). Keďže pestré ílovce sú všeobecne nevápnté, pestrá fácia zvyčajne vystupuje externe od bradiel BP a na viacerých miestach plynule prechádza do ondrášeckých vrstiev na báze javorinského príkrovu, na rozdiel od púchovských slieňovcov vystupujúcich internejšie v BP, prikláňame sa k zaradeniu k ondrášeckým vrstvám. Uvedený trend je dobre pozorovateľný pri Červenom Kameni a Lednici. Potfaj (1993) síce uvádza púchovské slieňovce ako možnú súčasť ondrášeckých vrstiev, ale všetky ich výskyty na kontakte FP/BP zaraďujeme k BP. Pás bradiel Čakanov – Vršatec – Lednica interpretujeme ako zložitý spätný násun, ktorý opísal Teták (2021) v oblasti jv. od Lednice.

Zaradenie výskytov tenko vrstvenej fácie červených ílovcov a zelenkavých laminovaných pieskovcov s bioglyfmi k ondrášeckým vrstvám na okraji BP, tam, kde sa styka s BKJ, je zrejme. Problém nastáva v oblasti Zázrivej, kde rovnaká fácia vystupuje na kontakte krynickej jednotky a BP. Zaradenie k ondrášeckým vrstvám je skôr nepravdepodobné, keďže sa tu BKJ nezistila. Spomínaná pestrá fácia sprevádzaná špecifickými hrubozrnnými kremenno-drobovými pieskvcami s muskovitom vystupuje na Orave aj v rámci internejších štruktúr BP vo viacerých väčších blokoch a vložkách medzi bradlami. V minulosti bola zaradená ako súčasť predbežne vyčleneného súvrstvia Pavláškovej skaly (Potfaj in Bezák et al., 2009). Do úvahy pripadá aj zaradenie k malinowskému súvrstviu (skupina Grajcarka alebo šarišská jednotka BP – Birkenmajer, 1977; Plašienka et al., 2021). Výskyty pestrého flyšu pozorované na Orave sa viažu na horizonty kremenno-dobových pieskovcov hrubé desiatky metrov, ktoré v Birkenmajerovej (1977) definícii malinowského súvrstvia chýbajú. Preto sa na Orave prikláňame k ponechaniu súvrstvia Pavláškovej skaly. Otázka paleogeografickej a tektonickej príslušnosti červených ílovcov na Orave získava na význame novým, zatiaľ neuverejným zistením z kót Uhlisko (860)



Obr. 5. A – Detailne laminované, premenlivo vápnité siltovce až ílovcy v najnižšej časti ondrásoveckých vrstiev (zárez potoka z. od Bieleho vrchu, BKs674 – 49,071 881°; 18,119 177°); **B** – pestré, tenko vrstvené sedimenty ondrásoveckých vrstiev (zárez potoka z. od Bieleho vrchu, BKs676 – 49,070 602°; 18,121 666°); **C** – tenko vrstvená litofácia javorinských vrstiev s prevahou pieskovcov nad ílovcami (nad potokom v doline Sidonie, BKs571 – 49,034 067°; 18,063 129°); **D** – pieskovcová litofácia javorinských vrstiev s prevahou hrubých vrstiev doskovito rozpadajúcich sa pieskovcov (hrebeň jz. od Bieleho vrchu, BKs688 – 49,068 605°; 18,127 674°); **E** – kontakt BKJ (hrubodoskovitý rozpad pieskovcov chabovských vrstiev vľavo od kladiva) a BP (červené radiolarity a pieninské vápence vpravo od kladiva), na kontakte sú šupinky červených ílovcov pravdepodobne ondrásoveckých vrstiev alebo púchovského súvrstvia (v. od Kráľovho vrchu, BKs575 – 49,038 668°; 18,110 479°); **F** – červené ílovce v tenko vrstvenej vložke v chabovských vrstvách (v. od Kráľovho vrchu, BKs576 – 49,036 699°; 18,103 688°); **G** – hrubé vrstvy sivých vápnitých siltových ílovcov sprevádzané kremenno-karbonátovými pieskovecami (zárez potoka z. od Bieleho vrchu, BKs681 – 49,073 706°; 18,120 969°).

Fig. 5. A – Detailed laminated variably calcareous silty to clayey siltstones in the lowest part of the Ondrášovec Mb. (stream cut W of Biely vrch hill, BKs674 – 49.071881°; 18.119177°); **B** – variegated thin-bedded lithofacies of the Ondrášovec Mb. (stream cut W of Biely vrch hill, BKs676 – 49.070602°; 18.121666°); **C** – thin-bedded lithofacies of the Javorina Mb. with a predominance of sandstones over claystones (above the stream in the Sidonie valley, BKs571 – 49.034067°; 18.063129°); **D** – sandstone lithofacies of Javorina Mb. with a predominance of thick beds of platy sandstones (ridge south of Biely vrch hill, BKs688 – 49.068605°; 18.127674°); **E** – contact of the Biele Karpaty Unit (coarse-plat disintegrated sandstones of the Chabová Mb. to the left of the hammer) and the Klippen Belt (red radiolarite and Pieniny limestones to the right of the hammer), at the contact zone occurs slices of red claystones probably of the Ondrášovec Mb. or the Púchov Fm. (E from Kráľov vrch hill, BKs575 – 49.038668°; 18.110479°); **F** – red claystones in thin-bedded interbedding in the Chabová Mb. (E from Kráľov vrch hill, BKs576 – 49.036699°; 18.103688°); **G** – coarse beds of grey calcareous silty clay accompanied by quartz-carbonate sandstones (stream cut W of Biely vrch hill, BKs681 – 49.073706°; 18.120969°)

a Javorový vrch (1 076) s. od Tvrdošína, kde flyšové sekvencie zaraďujeme k vlárskemu vývoju BKJ so všetkými znakmi ondrásoveckých a javorinských vrstiev a svodnického súvrstvia.

Mestečiansky prikrov a marikovské bradlo

Štruktúra presahu BP do oblasti bystrickej jednotky pri Mestečku a Dolnej Marikovej bola v minulosti interpretovaná rôzne. Napríklad Andrusov (1943) sa domnieval, že „*Paleogén spočíva na bradlách, aspoň miestami, transgresívne a diskordantne, pri čom je, prirodzene, sám tiež silne porušený. Miestami je však styk zaiste tektonický*“. Z toho interpretuje, že „*kriedu a juru bradlového pásma, ktoré vystupujú uprostred paleogénu, treba považovať za antiklinálne jadrá. Hlavnou antiklinálou v južnejšom paleogénnom pruhu, ktorá má takúto povahu, je antiklinála marikovská. Táto antiklinála pokračuje zrejme k Papradnu...*“

Salaj (1991) považoval marikovské bradlo za tektonické okno BP, na ktoré sú zo severu nasunuté jednotky FP. Na výrazne väčší rozsah marikovského bradla upozorňuje Potfaj (1993). V jeho pôvode vidí ako rozhodujúce laterálne pohyby na styku BP a FP, teda ako „*tektonický útržok (šupinu), ktorá sa dostala do súčasnej pozície pred čelo bradlového pásma bočným posunom. Je analogickým javom ako bradielka na severnom úpätí Oravskej Magury v doline Hruštinky*“. Plašienka et al. (2010) interpretovali

pozíciu marikovského bradla ako tektonickú trosku oravika, príkrovovým mechanizmom presunutú do zóny FP a následne inkorporovanú do imbrikovanej stavby FP.

Prezentovaná geologická mapa (digitálne prílohy 1a a 2a) skupiny bradiel pri Mestečku sa líši od dávnejšie publikovaných máp (napr. Mello et al., 2005). Topografický podklad LiDAR-u umožňuje reálnejšie zobrazit' tvary a rozmery bradiel a nové výskyty bradiel púchovského súvrstvia dôležitého na interpretáciu geologickej stavby a ondrásoveckých vrstiev, a najmä rozlišuje rôzne typy flyšových facií s kremenno-karbonátovými pieskovecami, ako sú svodnické súvrstvie, javorinské a chabovské vrstvy a tzv. bradlový obal (obr. 15).



Obr. 6. Zubácky prikrov: **A** – tenko vrstvená faciá nižšej časti javorinských vrstiev (jv. od Zubáka; 49,142 058°; 18,231 890°); **B** – zhluky kryštálov pyritu vo svodnickom súvrství (spodná a vrchná strana vrstvy) (49,074 296°; 18,122 235°).

Fig. 6. Zubák Nappe: **A** – thin-bedded facies of the lower part of the Javorina Mb. (SE from Zubák village; 49.142058°; 18.231890°); **B** – clusters of pyrite crystals in the Svodnica Fm. (bottom and top layer sides) (49.074296°; 18.122235°).

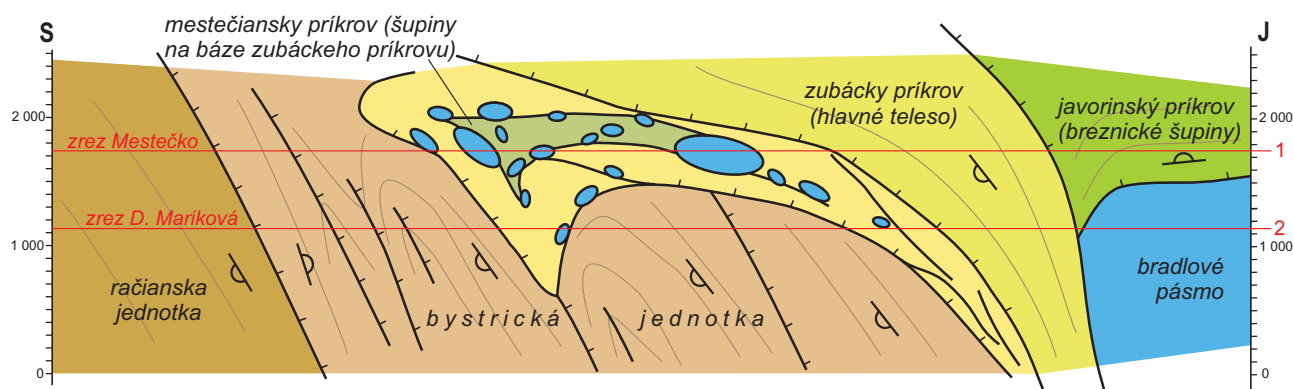
Podľa nových poznatkov interpretujeme štruktúru presahu BP do oblasti bystrickej jednotky ako súčasť plochého severovergentného presunu príkrovu BKJ (obr. 7). Tým nadväzujeme na úvahy Plašienku et al. (2010). Významnú úlohu pri tom zohral výrazný sinistrálny pohyb v zóne BP sensu Potfaj (1993). Báza mestečianskeho príkrovu je tektonicky zložitá. Tvorí ju množstvo menších šúpín, podobne, ako je to bežné v prípade javorinského, zubáckeho aj vrbovského príkrovu. Navyše, bolo k nim inkorporované množstvo menších jurských bradiel BP a ich flyšového obalu. Mestečiansky príkrov bol presunutý cez šúpiny bystrickej jednotky na vzdialenosť najmenej 3 km. Jeho čelo sa vnorilo medzi šúpiny bystrickej jednotky, čo je viditeľné v oblasti Mestečianskej skaly (obr. 7). Diskordantné dobiehanie/ponáranie tektonických šúpín bystrickej jednotky pod mestečiansky príkrov je výrazné pri Zubáku, aby sa opäť vynorili v tektonickom polokone na východ od Mestečka. Je pravdepodobné, že stavba bola neskôr v menšom rozsahu dotvorená spätnými násunmi (Plašienka et al., 2020).

LiDAR, preto niektoré menšie bradlá môžu na mape chýbať alebo môžu byť litostratigraficky zaradené a rozčlenené nie úplne korektne.

Anomálne zloženie majú dve bradlá z. od Mestečka (49,174 021°; 18,249 271° a 49,172 914°; 18,247 956°) s jemno- až strednozrnnými kremenno-karbonátovými pieskvcami, parazlepencami až lumachelami s klastami veľkými 3 mm, ale aj ostrohrannými klastami bielych vápencov v hrúbke až do 10 cm. Organickú zložku zastupujú lastúrniki *Gryphaea*?, menej serpuly? a ostne ježoviek (obr. 8). Vo výbruse boli pozorované početné bližšie neurčené orbitoidné foraminifery (*Orbitoides* sp.). Menší výskyt rovnakých hornín nanosených z lúky je aj na medzi východne (49,176 210°; 18,251 010°).

Brvništská šúpina

BKJ medzi Mestečkom a Dolnou Marikovou chýba. Objavuje sa opäť v Dolnej Marikovej a ako brvništská šúpina (Mello et al., 2005) tvorí kontakt magurského príkrovu a BP a pri Malej Bytči sa ponára pod nivu Váhu (obr. 9).



Obr. 7. Schematický rez znázorňujúci presunutie mestečianskeho a zubáckeho príkrovu cez bystrickú jednotku, vnorenie čela mestečianskeho príkrovu medzi šúpiny bystrickej jednotky a spätný násun javorinského príkrovu (1 – úroveň recentného erózneho zrezu v oblasti hlavného telesa mestečianskeho príkrovu, 2 – rez zhruba Mestečianskou skalou alebo marikovským bradlom).

Fig. 7. Schematic cross-section showing the thrusting of the Mestečko and Zubák nappes over the Bystrica Unit slices, the embedment of the front of the Mestečko Nappe between the slices of the Bystrica Unit and the back-thrust of the Javorina Nappe (1 – recent erosion level in the area of the main body of the Mestečko Nappe, 2 – recent erosion level through the Mestečianska skála or the Mariková klippe).

Uvedená interpretácia vysvetľuje pozície marikovského bradla a malého bradla z. od Papradna, umiestnených medzi rovnakými šúpinami bystrickej jednotky, ako aj bradla s lomom pri Mestečku. Prikláňame sa k názoru, že spomínané bradlá reprezentujú čelo mestečianskeho príkrovu vnorené medzi šúpiny bystrickej jednotky. Samotné teleso mestečianskeho príkrovu, ktoré by spájalo marikovské bradlo s BP, bolo odstránené eróziou a tektonicky.

Súčasný povrchový obraz geologickej stavby je výrazne ovplyvnený zaklesnutím alebo výzdvihom a eróznym zrezom. Podobne to bolo interpretované jv. od Lednice (Teťák, 2021). Mestečiansky príkrov je severné pokračovanie zaklesnutej zóny od Breznice.

Zistením nových výskytov bradiel a bradlového obalu je rozsah marikovského bradla a mestečianskeho príkrovu o niečo väčší než na starších mapách. Podobne na to upozorňoval už Potfaj (1993) (obr. 15A-D). Treba pripomenúť, že cieľom práce nebolo mapovanie BP a nebol k dispozícii



Obr. 8. Lumachela z bradla západne od Mestečka (49,174 021°; 18,249 271°).

Fig. 8. Lumachela from klippe west of Mestečko village (49.174021°; 18.249271°).

Brvništskú šupinu tvorí typický flyšový vývoj svodnického súvrstvia s hrubšími vrstvami kremenno-karbonátových pieskovcov a sivých bystrických ílovcov. Ojedinele v. od Brvnišťa sú v nich vrstvy glaukonitových pieskovcov, litologicky zhodné s pieskovecami bystrických vrstiev. Nad Hvozdnicou je menšie „bradlo/blok“ zložené z hrubých vrstiev hrubozrnných drobových pieskovcov magurského typu s klastami zaobleného kremeňa veľkými do 3 mm. Môže ísť o bzovské vrstvy, ale aj o magurské, resp. zábavské súvrstvie krynickej jednotky (sensu Potfaj et al., 1991; Teťák et al., 2016a, b).

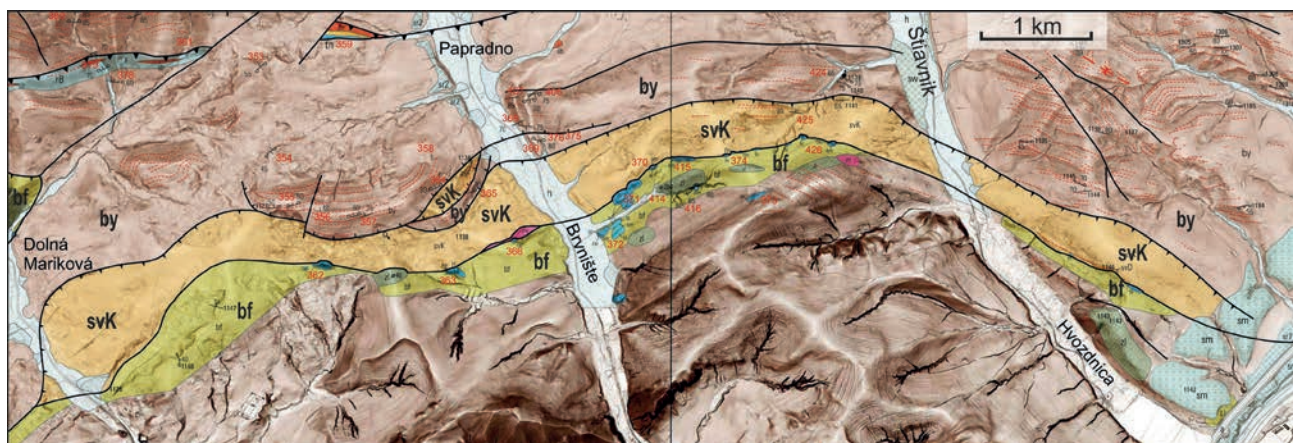
Spätný násun bystrickej jednotky

Kontakt bystrickej jednotky a BKJ je takmer na celom študovanom úseku v štýle násunu BKJ na externejšiu bystrickú jednotku s úklonom násunovej plochy na JJV. O niečo komplikovanejšie je to v oblasti Púchovskej doliny, no

aj tu uvedené pravidlo platí. Výnimkou je napríklad územie západne od Brvnišťa v okolí kóty Bukovina (obr. 10), kde je jej morfológicky dominantný vrchol mierne juhovergentne vtlačený do brvništskej šupiny BKJ. Úklon vrstiev bystrickej jednotky na Bukovine je 50 – 75° na sever. Nezvyčajné je aj vkladanie menšej šupiny BKJ do bystrickej jednotky pri Brvništi. Uvedené štruktúry je možné interpretovať ako lokálny (na úseku asi 2,5 km) spätný prešmyk alebo násun s podobným štýlom, ako je krynická jednotka nasunutá na BP na Orave (Potfaj et al., 1991).

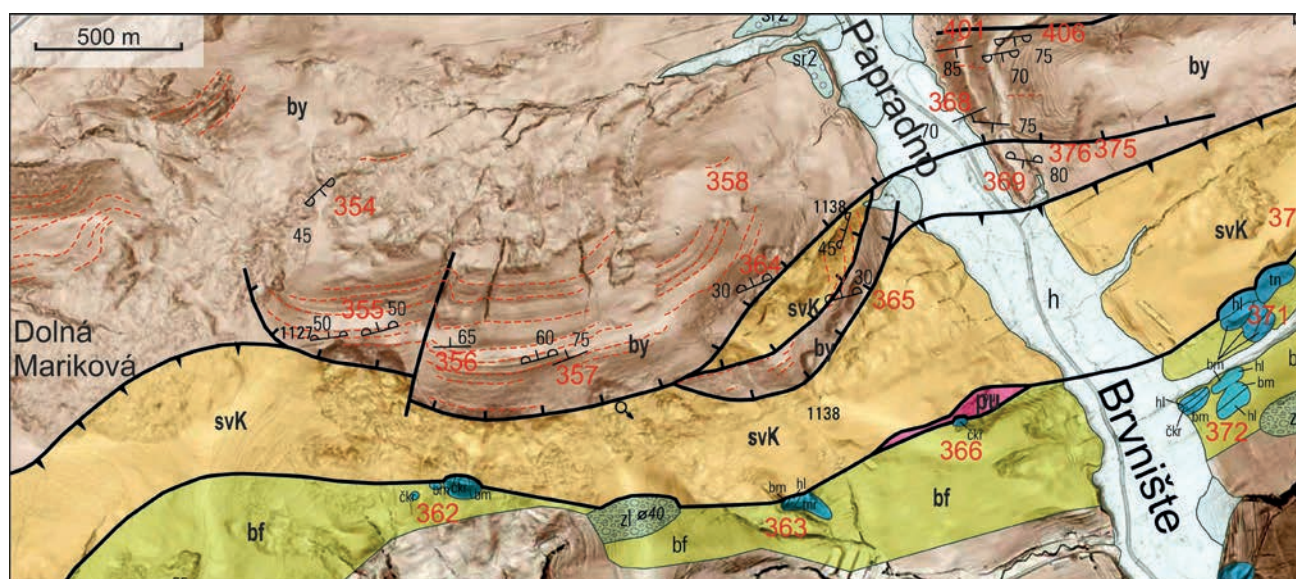
Vzťah bielokarpatskej a bystrickej jednotky

BKJ leží v západnom úseku FP južnejšie od bystrickej jednotky (obr. 1, 11A, 11B). BKJ zastúpená bošackým a zubáckym príkrovom a bystrická jednotka majú podobný tektonický charakter. Litofaciálne na seba nadväzujú, aj keď porovnanie BKJ a bystrickej jednotky z litostratigrafického



Obr. 9. Brvništská šupina ako najvýchodnejšie pokračovanie BKJ (by – bystrické vrstvy, svK – svodnické súvrstvie, bf – bradlový obal: flyš).

Fig. 9. Brvnište slice as the easternmost extension of the Biele Karpaty Unit (by – Bystrica Mb., svK – Svodnice Fm., bf – klippen cover: flysch).



Obr. 10. Predpokladaný spätný násun bystrickej jednotky na BKJ západne od Brvnišťa (by – bystrické vrstvy, svK – svodnické súvrstvie, bf – bradlový obal: flyš).

Fig. 10. Assumed backthrust of the Bystrica Unit over the Biele Karpaty Unit west of Brvnište (by – Bystrica Mb., svK – Svodnice Fm., bf – klippen cover: flysch).

hľadiska je prakticky nemožné. Vrstvový sled BKJ sa končí začiatkom stredného eocénu, zatiaľ čo sled bystrickej jednotky v oblasti Javorníkov sa v strednom eocéne len začína. Argumenty v prospech výnimočného postavenia BKJ sumarizuje Potfaj (1993).

Lepšie vychádza litofaciálne porovnanie, najmä ak porovnávame BKJ aj s externejšími jednotkami magurského príkrovu. V najjužnejších tektonických šupinách bystrickej jednotky v Červenokamenskej doline a Zubáckej doline a od Mestečka po Dolnú Marikovú sme v bystrických vrstvách pozorovali výskyt ojedinelých vrstiev kremenno-karbonátových pieskocov, litologicky a štruktúrne zodpovedajúcich svodnickému typu (obr. 11C) (Teťák, 2016). Boli priamou súčasťou vrstvomého sledu. Výskyt kremenno-karbonátových pieskocov v bystrických vrstvách s narastaním vzdialenosti od BKJ klesá. Ďalší výskyt kremenno-karbonátových pieskocov sme pozorovali v krynickej jednotke v raciborskom súvrství južne od Oravskej Magury. Uvedené prípady výskytu kremenno-karbonátových pieskocov v okrajových častiach

externejších jednotiek v strednoeocénnych sedimentoch naznačujú, že zdroj kremenno-karbonátových pieskocov a jeho depozičný systém boli aktívne aj v období, ktoré sa v sedimentárnom zázname BKJ nezachovalo, a že sedimentačný priestor BKJ bol prepojený so zvyškom magurského bazénu. Jednotnosť magurského bazénu dokazuje aj faciálne zhodná, tenko vrstvená flyšová sedimentácia červených a zelených ílovcov a pieskocov počas najmladšej kriedy – ondrášovecké vrstvy v BKJ, ropianecké súvrstvie v bystrickej a račianskej jednotke (Teťák et al., 2016b), ale napríklad aj súvrstvie Pavláškovej skaly, tektonickej súčasť bradlového pásma na Orave. Ďalším spoločným prvkom sú drobové pieskovce magurského typu, typické pre krynickú jednotku, zasahujúce do svodnického súvrstvia či bzovských vrstiev BKJ (Teťák, 2015).

Samostatným problémom sú kremité glaukonitové pieskovce, typické pre bystrické vrstvy bystrickej jednotky aj pre svodnické súvrstvie BKJ. Litologicky sú pieskovce podobné, no v BKJ majú paleocénny až spodnoeocénny vek a v bystrických vrstvách sú strednoeocénne. Okrem veku sa líšia paleoprúdovými smermi, teda aj zdrojom



Obr. 11. Bystrická jednotka: **A** – prevažne ílovcový vývoj bystrických vrstiev (potok sz. od k. Kobylínece, BKs799 – 49,131 058°; 18,143 505°); **B** – masívny rozpad vrstvy tvrdších siltocov až ílovcov bystrického typu hrubej výše 7 m (bystrické vrstvy v záreze cesty v najvyššej časti Zubáckej doliny, BKs893 – 49,153 752°; 18,139 982°); **C** – sklzovo deformované hrubé vrstvy pieskocov svodnického typu s hojnými intraklastami (odtrhová hrana zosuvu v. od Mestečka, BKs1042 – 49,177 061°; 18,272 341°).

Fig. 11. Bystrica Unit: **A** – predominantly clayey development of the Bystrica Mb. (stream north of Kobylínece hill, BKs799 – 49.131058°; 18.143505°); **B** – massive disintegrated 7 m thick layer of solid Bystrica type mudstones of Bystrica Mb. (road cut in the highest part of Zubák valley, BKs893 – 49.153752°; 18.139982°); **C** – slump-like thick layers of Svodnica-type sandstones with abundant intraclasts (detachment edge of the landslide E from Mestečko village, BKs1042 – 49.177061°; 18.272341°).

materiálu. V BKJ majú paleoprúdové smery prevažne zo západu, v bystrickej jednotke zo SV (Teťák et al., 2019).

Bielokarpatskú a bystrickú jednotku môžeme porovnať aj z tektonického hľadiska. Bystrickú jednotku, bošácky príkrov, ale od Červeného Kameňa na východ aj zubácky a javorinský príkrov tvoria tektonicky pomerne strmo vztýčené príkrovy uklopené na juh. V oblasti Červenokamenskej doliny, Lednickej doliny a Zubáckej doliny sú na kontakte jednotiek menšie tektonické šupiny. Tieto šupiny sú oddelené tektonicky umiestnenými ondrásoveckými vrstvami. Litofaciálne ich tvoria javorinské vrstvy, ale aj bzovské vrstvy a svodnické súvrstvie so zastúpením glaukonitových pieskovcov. Preto niektoré z nich považujeme za redukované pokračovanie bošáckeho príkrovu s hlúckym sledom. Východnejšie leží mestečiansky príkrov, plocho nasunutý na sever na bystrickú jednotku. Tvorí ho melanž jednotiek BP a BKJ. Jurské bradlá sú obklopené flyšovými sekvenciami s príslušnosťou k BP aj BKJ. Od Mestečka po Dolnú Marikovu BKJ chýba a kontakt BP s bystrickou jednotkou je ostrý, tektonický. Východnejšie až po nivu Váhu pri Hvozdnici je na kontakte brvnišská šupina BKJ.

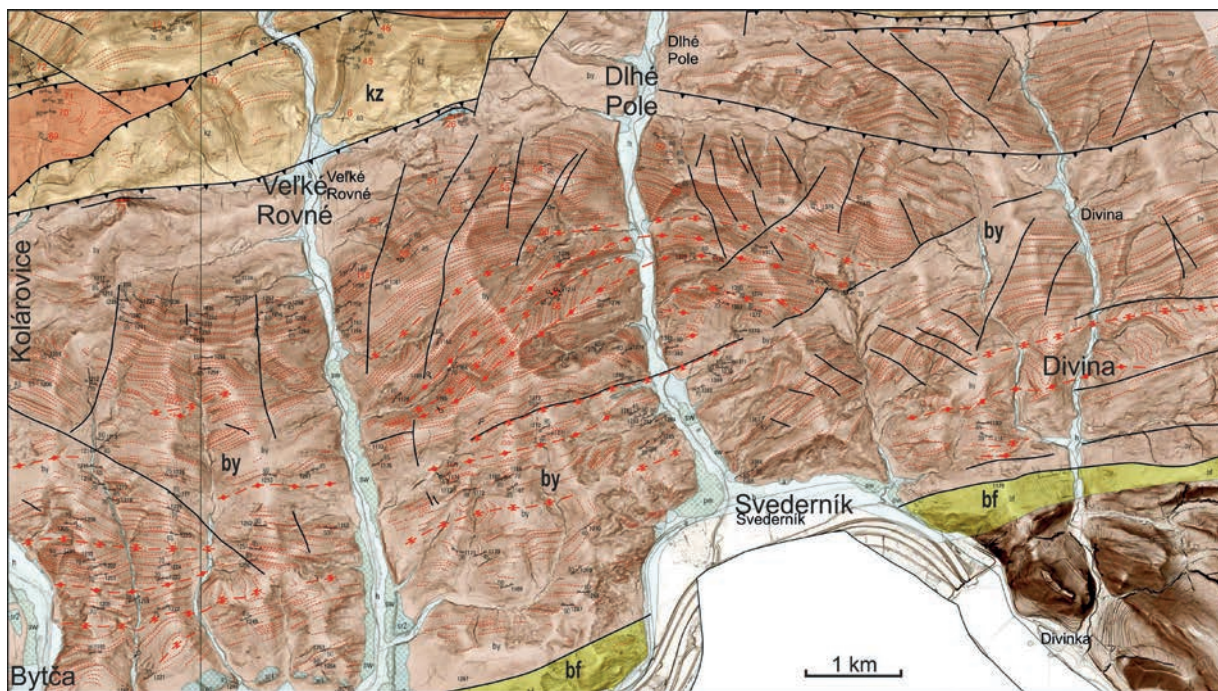
Stavba bystrickej jednotky

Bystrickú jednotku v oblasti Javorníkov tvoria takmer výlučne litofaciálne monotónne bystrické vrstvy (obr. 11A, B). Na mapách nebýva detailnejšie tektonicky členená, aj keď jej vrásovo-šupinový charakter bol známy (Mello et al., 2011). S využitím geomorfologickej analýzy máp LiDAR-u a doplnujúcej terénnej reambulácie sa podarilo vyčleniť viacero nových tektonických šupín, vrás a diagonálnych zlomov. Aj na základe novozistených výskytov

červených ílovcov a pieskovcov riečanského typu belovežského súvrstvia a meraním úložných pomerov je možné pomerne presne interpretovať stavbu bystrickej jednotky ako sústavy zvrásnených šupín s výraznými antiklinálnymi aj synklinálnymi časťami (napr. s. od Bytče, obr. 12). V niektorých prípadoch sú v zámkovej línii prerušené prešmykom (napr. s. od Zubáka). Tieto šupiny môžu byť vnútorne prevrásnené, rozbité pozdĺžnymi prešmykmi, laterálne sa vyklinujú (napr. v oblasti Diviny) a sú segmentované menšími mladšími diagonálnymi zlomami. Hlavné tektonické šupiny môžu mať na báze rudimentárne zachované červené ílovce alebo pieskovce riečanského typu spodných belovežských vrstiev. Vďaka tomu napr. v Rudinskej, Divine a Veľkom Rovnom možno na báze bystrickej jednotky pozorovať šupinu bystrických vrstiev hrubú niekoľko desiatok metrov.

Vložky červených ílovcov v solánskom súvrství

Lukovské vrstvy solánskeho súvrstvia opísané Potfajom et al. (2003) ako pieskovcová faciá ráztockých vrstiev solánskeho súvrstvia je charakteristická stredne zvrstveným ílovcovo-pieskovcovým až pieskovcovým komplexom s dominantnými jemno- až hrubozrnnými drobovo-arkózovými pieskovecami s hrúbkou do 250 cm (obr. 13A). Pieskovce sa striedajú so zelenosivými, prevažne nevápnitými ílovcami hrubými 15 cm (max. 1 m). Na mape Kysúc (Potfaj et al., 2002) je v solánskom súvrství vyznačených niekoľko tenkých horizontov s červenými ílovcami (obr. 13B). Väčšinou boli zaradené k spodným belovežským vrstvám, len zriedka k pieskovcovo-ílovcovej facií solánskeho súvrstvia (?cebulské vrstvy).



Obr. 12. Úsek bystrickej jednotky medzi Kolárovicami a Divinou, kde je možné z kombinácie terénnych údajov a LiDAR-u interpretovať zložitý systém vrás a diagonálnych zlomov (kz – kýcherské vrstvy, by – bystrické vrstvy, svK – svodnické súvrstvie, bf – bradlový obal: flyš).

Fig. 12. The section of the Bystrica Unit between Kolárovice and Divina villages, where it is possible to interpret a complex system of folds and diagonal faults from a combination of field data and LiDAR (kz – Kýchera Mb., by – Bystrica Mb., svK – Svodnice Fm., bf – Klippen Belt: flysch).

Reambuláciou sme overili viacero nových horizontov s červenými ílovcami (obr. 14). Zistili sme, že sú bežnou súčasťou vrstvového sledu solánskeho súvrstvia. Okrem pestrého flyšového horizontu nad solánskym súvrstvom priradeným k spodným belovežským vrstvám patria tieto horizonty červených ílovcov do sledu solánskeho súvrstvia. Na Kysuciach sa vyskytujú najmä v najvyššej a strednej časti lukovských vrstiev. Vložky červených ílovcov v solánskom súvrství boli potvrdené aj geologickým mapovaním západnejšie v moravskej časti račianskej jednotky (Bubík, 2007).

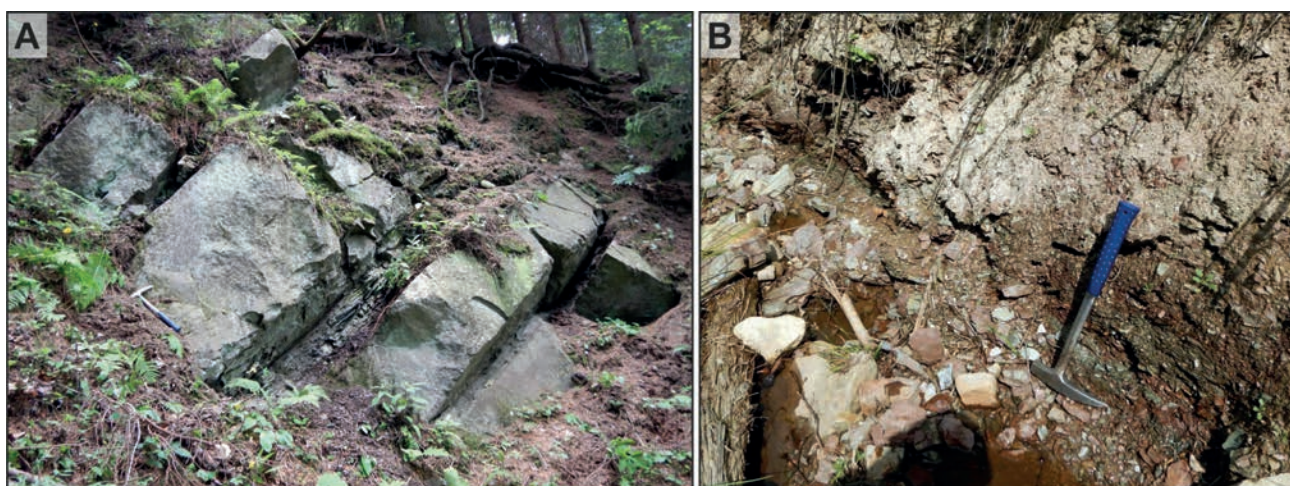
Niekoľko odkrytov s červenými ílovcami je v doline Chotárneho potoka (Olešná – obr. 13B; 49,453 885°; 18,640 073°) a v potoku asi 1 km z. od kostola v Klokočove. Faciálne sú to horizonty prevažne masívnych červených nevápnitých ílovcov sprevádzaných šmuhami zelenosivých až zelených nevápnitých ílovcov až siltovcov hrubé niekoľko desiatok centimetrov až niekoľko metrov alebo sivých

či svetlookrových ílovcov. Môžu byť prítomné aj vrstvičky jemnozrnných, šikmo laminovaných pieskoviec s bioglyfmi hrubé niekoľko centimetrov. Pruhy s červenými ílovcami majú význam ako korelačné horizonty na poznanie geologickej stavby litofaciálne monotónneho solánskeho súvrstvia.

Javorníky – nové geologické mapovanie

Priložená geologická mapa bystrickej a račianskej jednotky v oblasti Javorníkov (digitálna príloha 1a), s výnimkou malých rozdielov a mierky, je takmer zhodná s publikovanými mapami Potfaja et al. (2002) a Mel-la et al. (2005). Keďže mapy Stredného Považia v mierke 1 : 25 000 nie sú uložené v archíve ŠGÚDŠ (geofonde), prezentovaná mapa predstavuje najpodrobnejšie zobrazenie geologickej stavby regiónu Javorníkov.

Z reambulácie niekoľkých oblastí v rokoch 2021 až 2023 vzišli viaceré významnejšie rozdiely v interpretácii



Obr. 13. Solánske súvrstvie: **A** – hrubé vrstvy pieskoviec solánskeho typu (BKs1415; 49,451 158°; 18,524 104°); **B** – vložka červených ílovcov v pravom prítoku Chotárneho potoka (BKs1429; 49,453 885°; 18,640 073°).

Fig. 13. Solán Formation: **A** – thick layers of Solán type sandstones (BKs1415; 49.451158°; 18.524104°); **B** – insertion of red clays in the right tributary of Chotárny potok stream (BKs1429; 49.453885°; 18.640073°).

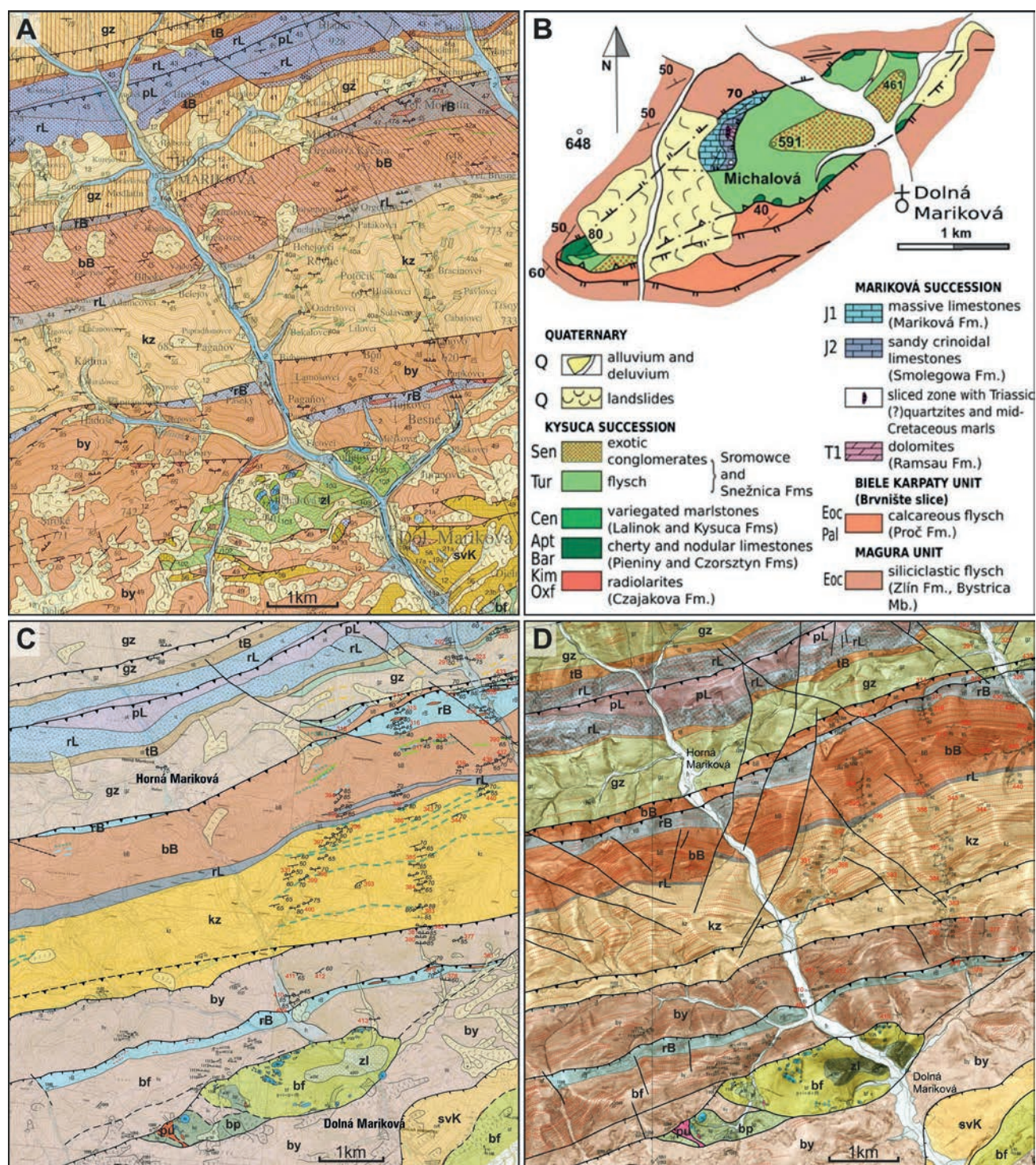


Obr. 14. V solánskom súvrství na Kysuciach sa zistili nové výskytý červených ílovcov (solánske súvrstvie: pS – lukovské vrstvy, cS – červené ílovce, rB – spodné belovežské vrstvy, cB – červené ílovce spodných belovežských vrstiev, tB – vrchné belovežské vrstvy, vz – vsetínske vrstvy).

Fig. 14. New occurrences of variegated claystones were found in the Solán Fm. in Kysuce region (Solán Fm.: pS – Lukov Mb., cS – variegated claystones, rB – Lower Beloveža Mb., cB – variegated claystones of Lower Beloveža Mb., tB – Upper Beloveža Mb., vz – Vsetín Mb.).

geologickej stavby oproti zobrazeniu máp Kysúc (Potfaj et al., 2002) a Javorníkov (Mello et al., 2005). Pri vytýpovaní problémových oblastí, na ktoré je potrebné sa zamerať,

napomohla analýza reliéfu s využitím LiDAR-u. Tým vznikli rozdiely v mapách digitálnych príloh 1a a 2a. Zásadné korekcie na väčšom území sú napr. v račianskej jednotke



Obr. 15. Porovnanie rôznych verzií geologických máp medzi Hornou Marikovou a Dolnou Marikovou: **A** – Mello et al. (2005); **B** – Plašienka et al. (2010); **C** – digitálna príloha tohto článku 1a; **D** – digitálna príloha článku 2a po analýze reliéfu z LiDAR-u a novom geologickom mapovaní (rB – spodné belovežské vrstvy, pL – spodné luhačovické vrstvy, rL – vrchné luhačovické vrstvy, tB – vrchné belovežské vrstvy, gz – babišské vrstvy, kz – kýčerské vrstvy, bB/by – bystrické vrstvy, svK – svodnické súvrstvie, bradlový obal: bf – flyš, bp – pieskovce, zl – zlepenec).

Fig. 15. Comparison of different versions of geological maps between Horná and Dolná Mariková villages: **A** – Mello et al. (2005); **B** – Plašienka et al. (2010); **C** – digital appendix of this article no. 1a; **D** – digital appendix of this article no. 2a after LiDAR relief analysis and new geological mapping (rB – Lower Beloveža Mb., pL – Lower Luhačovice Mb., rL – Upper Luhačovice Mb., tB – Upper Beloveža Mb., gz – Babiše Mb., kz – Kýčera Mb., bB/by – Bystrica Mb., svK – Svodnice Fm., Klippen Belt: bf – flysch, bp – sandstones, zl – conglomerates).

medzi Hornou Marikovou a Dolnou Marikovou. Prejavujú sa v zobrazení tektoniky a rozsahu litostratigrafických jednotiek, najmä luhačovického súvrstvia (obr. 15). Oproti starším prácam (Mello et al., 2005; Plašienka et al., 2010, obr. 15A, B) sa líši zobrazenie marikovského bradla (obr. 15C, D). Hoci oblasť marikovského bradla bola len reambulovaná a LiDAR bol k dispozícii až pri dodatočných korekciách mapy, digitálna príloha 2a do značnej miery spresňuje poznanie jeho stavby (obr. 15C, D).

Vďaka reologicky kontrastným vlastnostiam hornín račianskej a bystrickej jednotky sa na mape reliéfu LiDAR zreteľne prejavujú štruktúry ako zlomy a násunové plochy. Analýzou LiDAR-u bola verifikovaná a spresnená pozícia zlomov a násunových plôch. Výraznejšie rozdiely sú napr. pri rakovsko-semetešskom zlome. Korigovaný bol aj priebeh vrchných luhačovických vrstiev v najjužnejšej šupine račianskej jednotky (v antiklinálnom pásme Medvedieho).

Terénny výskum doplnil informácie o vrchných belovežských vrstvách luhačovického antiklinálneho pásma, ktoré západne od Lazov pod Makytou nezvyčajne naberajú na hrúbke. Hoci sú podložné vrchné luhačovické vrstvy zastúpené výraznou akumuláciou pieskovcov riečanského typu (časť Skaličie), ojedinelé lavice týchto pieskovcov sa netypicky vyskytujú aj stratigraficky vyššie, v prevažne tenko vrstvenom flyšovom vývoji vrchných belovežských vrstiev.

Mapa digitálnej prílohy 2a oproti digitálnej prílohe 1a zobrazuje aj reambulované oblasti s využitím LiDAR-u. Južne od Turzovky zobrazuje dučkovské antiklinálne pásmo a Lopusianky. Reambulácia v oblasti Turzovka – Korňa – Klokočov – Olešná (predmierske a okrajové antiklinálne pásmo) bola zameraná najmä na spresnenie priebehu litologických hraníc, napr. horizontov červených ílovcov solánskeho súvrstvia, belovežské súvrstvie, na priebeh násunovej línie magurského príkrovu a na diagonálny zlomový systém.



Obr. 16. Zvlnený priebeh klastickej žily v lome severne od odbočky do Beňadova (49,429 461°; 19,323 192°).

Fig. 16. Undulating course of the clastic dike in the quarry north of the turning to Beňadovo village (49.429461°; 19.323192°).

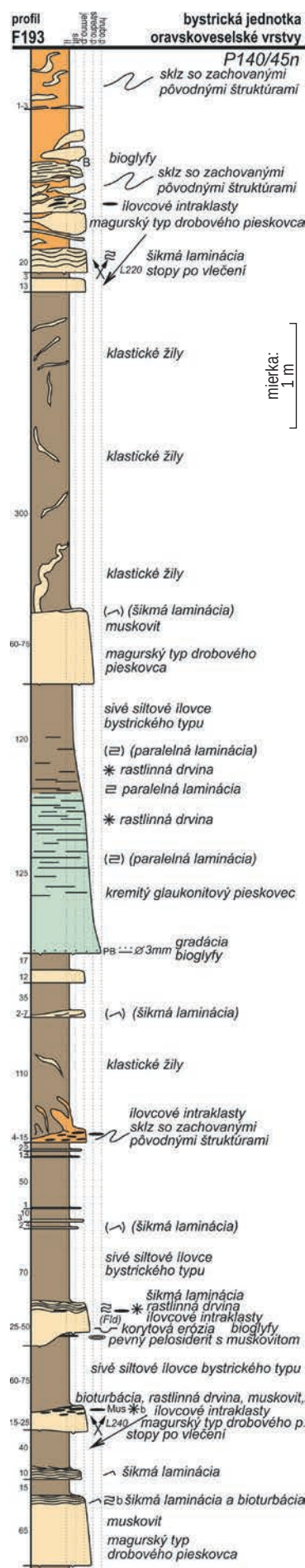
Prejavy synsedimentárnej tektoniky

Významnejším sedimentologickým profilom západného úseku FP Západných Karpát sa podrobne venuje práca Teťáka (2022). Upriamuje sa však len na proces sedimentácie. Štruktúrami, ktoré vznikli počas sedimentácie tektonickou aktivitou magurského bazénu alebo krátko po nej, sa nezaobera. Medzi tieto štruktúry patria napr. klastické žily pri Beňadove, ale aj stupňovité deformácie vrstvom plôch pri Novoti, ktoré sa vyvinuli v bystrických vrstvách bystrickej jednotky.

Bystrické vrstvy bystrickej jednotky smerom na S laterálne prechádzajú do spodných luhačovických vrstiev račianskej jednotky a smerom na J do oravskoveselských vrstiev, v ktorých vznikli klastické žily pri Beňadove. Bystrické vrstvy (v Poľsku tiež ľáčkové vrstvy; Książkiewicz, 1958) sú mohutný monotónny flyšový komplex s prevahou ílovcov nad pieskvcami ($p./í.$ = okolo 1/2 až 1/10). Vrstvy pieskovcov bývajú hrubé 30 až 250 cm. Odspodu sa vrstva začína jemnozrnným (zriedka strednozrnným) kremítym, výrazne glaukonitovým pieskovcom s nevýraznou paralelnou lamináciou. Cez jemnozrnný, výrazne paralelne laminovaný pieskovec väčšinou plynulo prechádza do siltového pieskovca až siltovca s hojnou rastlinnou drvinou a muskovitom až do ílovcov bystrického typu hrubých až niekoľko metrov. Sú to hnedosivé a modrosivé vápnité siltové ílovce až ílovce. Môžu prechádzať od drobných až do masívnych tvrdých lastúrnatých sivých, po navetraní sivo-modrých ílovcov až pevných ľáčkových slieňovcov. Hrúbka bystrických vrstiev je až 1 000 m a vek stredný až mladší eocén. Súveké, laterálne vyvinuté oravskoveselské vrstvy sa líšia len vyšším podielom pieskovcov a premenlivým, prevažne vyšším výskytom hrubých vrstiev masívnych strednozrnných drobných pieskovcov magurského typu (Teťák et al., 2016b).

V pravej časti lomu pri Beňadove v horizonte bystrických ílovcov hrubom niekoľko metrov sa vyskytuje niekoľko klastických žíl (obr. 16, 17). Zdrojovou horninou klastických žíl sú nižšie ležiace vrstvy drobných pieskovcov magurského typu. Viaceré pieskovcové a ílovcové vrstvy v profile boli interpretované ako sklzové telesá s čiastočne zachovanou pôvodnou štruktúrou vrstiev. Miestami je obtiažné rozlíšiť vrstvy deformované sklzom od klastických žíl. Je možné, že klastické žily prerážajú priamo aj cez sklzy. Zvlnený priebeh žíl je daný stratou objemu ílovcov v priebehu litifikácie.

Podobný zvlnený priebeh klastických žíl v dôsledku kompaktácie sedimentu opisujú Maceček et al. (2023) z mazáckeho súvrstvia sliezskeho príkrovu, kde pieskovcové žily prerážajú cez pestré ílovcové sedimenty. Udič a Jacko (2008) interpretovali vznik klastických žíl na príklade zlínskeho súvrstvia račianskej jednotky pri Svidníku. Autori uvádzajú tri spôsoby



Obr. 17. Sedimentologický profil lomu západne od Beňadova zobrazuje súvis vzniku klastických žíl so sklzovými telesami (Teták, 2022).

Fig. 17. The sedimentological profile of the quarry west of Beňadovo shows the relation between the formation of clastic dikes and slump structures (Teták, 2022).

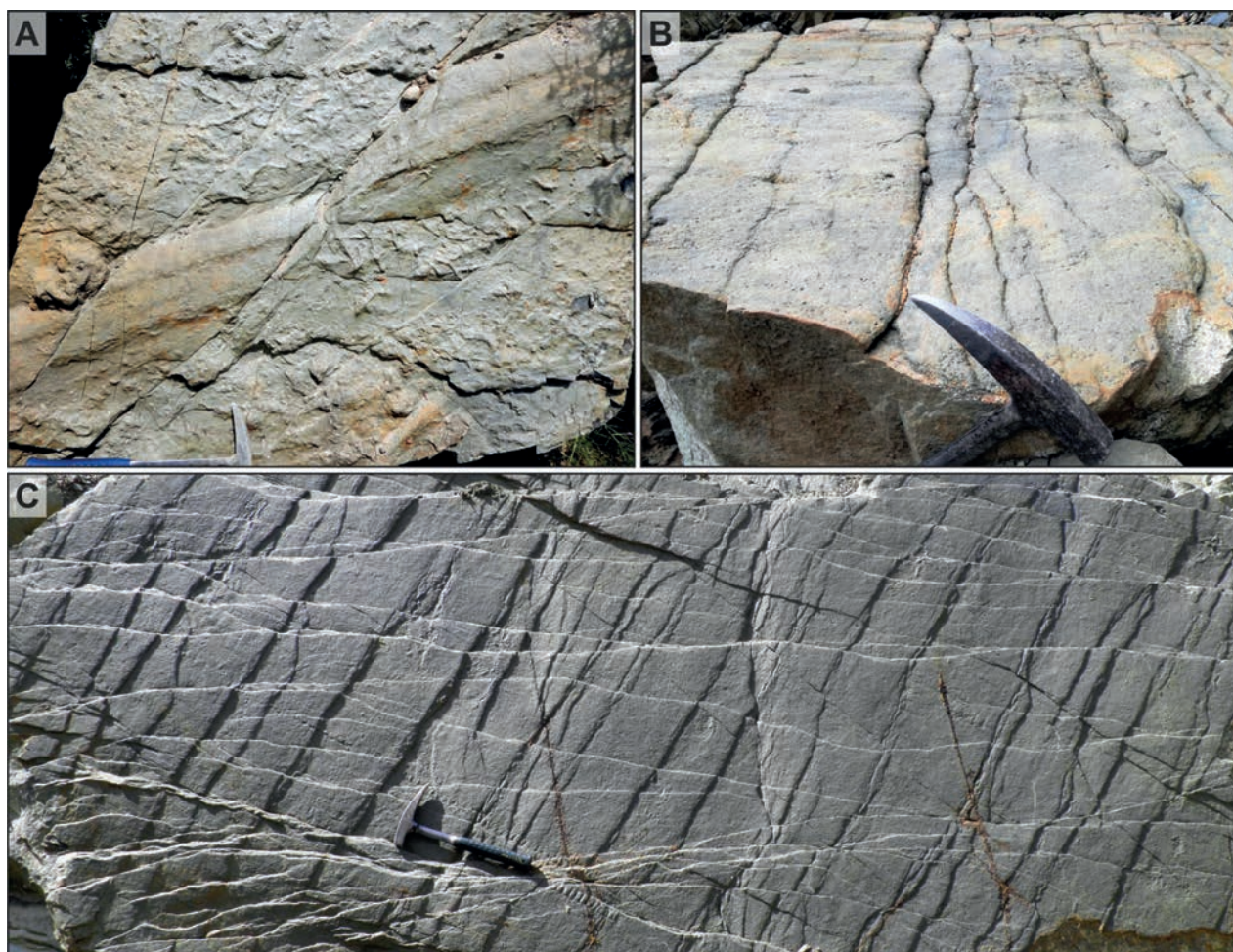
ich vzniku. Vznik klastických žíl pozorovaných pri Beňadove najlepšie z nich vystihuje prítomnosť hrubej vrstvy zvodených pieskov prekrytých hrubou vrstvou nepriepustných ílov. Litifikácia a remobilizácia sa udiali počas zemetrasenia, keď pretlak flúid vyvolaný seizmickým šokom vytlačil litifikovaný piesok systémom puklín do nadložia. Uvedenej interpretácii nahráva aj prítomnosť sklzových telies vznikajúcich na seizmicky nestabilnom svahu alebo okraji distribučných kanálov. Súvis výskytu klastických žíl so synsedimentárnymi sklzovými telesami, tektonickou aktivitou bazénu a distribučnými kanálmi uvádzajú aj Marchalko (1972), Udič a Jacko (2008), Jankowski a Wysocka (2019) a Guo et al. (2020).

V lome s. od Novote boli na spodných plochách niekoľkých vrstiev pozorované nezvyčajné paralelné stopy podobné prúdovým stopám a stopám po vtlačaní (obr. 18). Uvedené stopy vzhľadom na pozorované prúdové stopy majú diagonálny až kolmý priebeh a zjavne sú od nich mladšie. Majú aj iný smer a charakter než tektonické rozpukanie horniny a sú ním porušené, teda sú od neho staršie (obr. 18A). Drobné poklesy majú veľkosť pohybu do 3 cm. Na priečnom reze je zjavné vtlačanie mäkkého nelitifikovaného piesku pod vrstevnú plochu. To napovedá, že systém poklesov mohol vzniknúť v čase od sedimentácie, no maximálne v počiatočnej fáze litifikácie, kým bol sediment ešte plastický. Uvedené štruktúry interpretujeme ako prejav synsedimentárnej tektoniky a aktivity magurského bazénu v strednom a mladšom eocéne. Teták et al. (2019) predpokladajú, že v tomto období v strednej časti magurského bazénu bola línia poklesových zlomov, ktoré oddeľovali poklesávajúcu južnú časť bazénu s hruboklastickou sedimentáciou od severnej, stabilnejšej časti s tenko vrstvenou sedimentáciou.

Prejavy stredoslovenského zlomového systému vo flyšovom pásme

Najvýraznejším prejavom stredoslovenského zlomového systému (Kováč a Hók, 1993) na Orave je zázrivský zlom alebo zlomový systém (tzv. zázrivská sigmoida). Na povrchu sa prejavuje dextrálnym severo-južným prerušením línie BP v rozsahu až 7 km. Tektonika a genéza zázrivského zlomového systému a jeho blízkeho okolia boli motívom mnohých výskumov. Z posledných to boli: Potfaj (1977), Nemčok a Nemčok (1998), Marko et al. (2005), Gaži a Marko (2006), Pešková et al. (2009, 2012) a Plašienka et al. (2021).

Gaži a Marko (2006) interpretovali časovú postupnosť vzniku štruktúry zázrivského zlomu ako poeocénnu. So zlomom spájajú štyri paleonapätové režimy, typické pre orogénu Západných Karpát. Najstarším bola sz.-jv. kompresia počas oligocénu až staršieho miocénu. Nasledovala s.-j. a sv.-jz. kompresia v staršom až strednom miocéne, zodpovedná aj za spätné násuny v oblasti Vonkajších Západných Karpát a Vnútorých Západných Karpát, a zároveň szs.-vjv. a ssz.-jjv. extenzia. V období sv.-jz. kompresie, pravdepodobne sprevádzanej szs.-vjv. extenziou počas stredného až mladšieho miocénu, autori predpokladajú reaktiváciu zázrivského zlomu ako dextrálneho horizontálneho posunu s významným poklesom východného bloku. Tento trend



Obr. 18. A, B, C – Pohľad na spodnú plochu vrstvy glaukonitového pieskovca porušenú systémom drobných paralelných „poklesov“ vytvorených krátko po sedimentácii, ale ešte pred jeho litifikáciou (bystrické vrstvy v lome severne od Novote: 49,435 661°; 19,234 062°).

Fig. 18. A, B, C – The basal plane of the glauconite sandstone layer broken by a system of parallel faults formed shortly after sedimentation, but before its lithification (Bystrica Mb. in the quarry north of Novot: 49.435661°; 19.234062°).

pokračoval aj počas ssz.-jjv. extenzie od mladšieho miocénu. Porovnateľné výsledky časových zmien paleonapätí sú z oravského úseku vnútrokarpatského paleogénu (Pešková et al., 2009), ako aj v BP (Pešková et al., 2012).

Tektonický model prezentovaný Plašienkom et al. (2021) vysvetľuje geologickú stavbu na recentnom povrchu, jej predpokladaný hlbší priebeh a geofyzikálne merania v okolí zlomu najlepšie ukazuje model M4 (vertikálny pokles bez kombinácie s horizontálnym posunom; l. c., obr. 3.9) s.-j. orientovaných poklesových zlomov, strmo uklonených na východ. Prítomnosť menšieho dextrálneho horizontálneho pohybu (model M5) je možná, ale pre model nie je nutná. Plašienka et al. (2021) pri modeli M4 predpokladajú veľkosť poklesu až 7 km, čo model M4 zdanlivo spochybňuje. Pri menšom sklone štruktúry BP v oravskom úseku by však stačil pokles do 3 km. Týmto modelom by bolo možné interpretovať aj rozdiel v šírke povrchového výstupu a odlišnej litológii sedimentov terčovskej a oravskej časti vnútrokarpatského paleogénu.

Geologická stavba oblasti zázrivského zlomového systému bola zvyčajne interpretovaná na základe starších mapovacích prác (napr. Andrusov, 1931, 1938; Potfaj, 1977;

Haško a Polák, 1978; Gross et al., 1993), kde FP nebolo rozčlenené na litostratigrafické jednotky a zároveň k nemu autori pričlenili súvrstvie Pavláškovej skaly a väčšinu flyšového bradlového obalu. Zjednodušovanie sa prejavovalo aj pri označovaní ohybu BP ako „zázrivský zlom“ (napr. Gaži a Marko, 2006). V skutočnosti je to zložitý systém viacerých subparalelných zlomov prechádzajúcich horninami BP široký až 2 km, ale výrazne zasahujúci aj do FP (najmä k. 1 143 Kľúč a severnejšie ležiaca časť Žihľavy). Práve v magurskom príkrove je možné tieto čiastkové zlomy dobre identifikovať na základe terénneho mapovania spojeného s analýzou reliéfu a DMR konštruovaného z LiDAR-u. Je potrebné zdôrazniť, že väčšina povrchovej geologickej stavby zázrivského zlomu je zakrytá rozsiahlymi zosuvmi a zo štruktúry BP spod zosuvov vychádzajú ojedinelé bradlá a len výnimočne aj s ich flyšovým obalom. O poznanie lepšia situácia, pokiaľ ide o odhalenie, je v oblasti FP. Práve o to sa opierame pri interpretácii.

Kvôli pochopeniu genézy zázrivského zlomového systému je potrebné detailne poznať jeho geologickú stavbu, analogické zlomové štruktúry z okolia a gravimetrické prejavy ľahkých flyšových komplexov. Tvar zázrivského

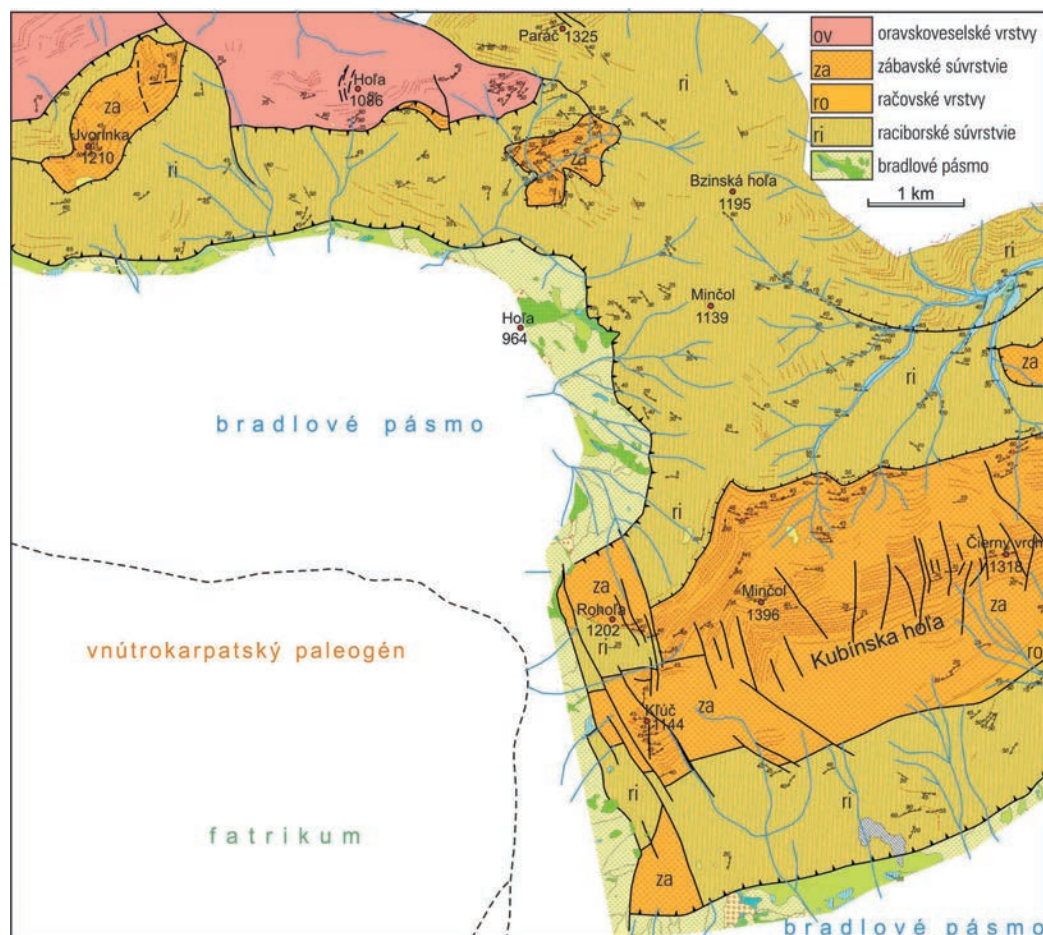
zlomového systému nemožno zjednodušovať na rovnú líniu, lebo v skutočnosti má tvar Z. Napriek silnému zakrytiu zosuvmi sa zázrivský úsek zázrivského zlomového systému v. od Zázrivej nejaví ako zlomový, ale ako bežný tektonický kontakt BP s FP zatočený na juh. Priebeh FP je v oblasti Vasilovskej hole flexúrne ohnutý a „obteká“ zázrivský úsek zlomu až po k. Minčol (1 396) (obr. 19). Prejavuje sa to napríklad vystupovaním červených ílovcov malinowského súvrstvia na kontakte oboch jednotiek. Ak sú v tejto oblasti výraznejšie s.-j. zlomy spojené so zázrivským zlomovým systémom, pravdepodobne prebiehajú v BP, no len obmedzene na jeho kontakte s FP. Jediným severovergentným pokračovaním týchto zlomov uvažovaným v minulosti by mali byť zlomy Flajšovej, no tie sa prejavujú len na kontakte bystrickej a krynickej jednotky, ale neposúvajú líniu kontaktu BP a FP. Iný názor mal v minulosti napr. Nemček (1994).

Odlišná situácia je s. od Istebného (obr. 19). Rigidné zábavské súvrstvie je tam zreteľne rozbité na menšie bloky (k. 1 143 Kľúč a severnejšie ležiaca časť Žihľavy) a na LIDAR-e aj priamo v teréne je možné pozorovať prejavy viacerých s.-j. zlomov. Analogickými, hoci veľkosťou pohybu o niečo menšími štruktúrami sú námestovský, a najmä slanický zlom (Teták et al., 2016a, b). Ohraničujú západný okraj Oravsko-nowotarskej kotliny s poklesom až do 3 km. Podobný charakter majú aj zlomy severne od Novote a medzi Pilskom a Babou horou. Ani pri týchto zlomoch nepredpokladáme výraznejšiu horizontálnu zložku pohybu. So zázrivským zlomovým systémom majú spoločné aj to, že

napriek významnému vertikálnemu pohybu majú dĺžku len pár kilometrov a ich povrchový prejav sa rýchlo vytráca.

Dôsledkom výrazného poklesu východného bloku zázrivského zlomu by malo byť výrazné nahromadenie ľahších sedimentárnych komplexov v oblasti Oravskej Magury. Hustota flyšových komplexov s prevahou ílovcov je $2,45 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, flyšovej fácie $2,55 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ a pieskovcovej fácie $2,65 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (Šamajová a Hók, 2018). V krynickej jednotke východného bloku zázrivského zlomu sa vyskytuje najmä pieskovcová a ílovcová fácia. V západnom bloku zázrivského zlomu sa prejavujú plytko ležiace ťažšie granity ($2,61 - 2,69 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) a metamorfity ($2,65 - 2,71 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$) tatrika Malej Fatry. Nadložné mezozoické príkrovy majú hustotu v rozmedzí $2,65 - 2,75 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$. V rámci BP majú bradlá hustotu v rozsahu $2,64 - 2,67 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ a ich flyšový obal $2,58 - 2,62 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ (Šamajová a Hók, 2018; Šamajová et al., 2019). Práve oblasť zázrivského zlomu si vybrali Pašteka et al. (2017, obr. 11) ako ilustračný príklad styku dvoch hustotne odlišných oblastí. Ich kontrast sa prejavuje najmä na HG a TDXAS transformáciách Bouguerových anomálií (obr. 20) (Pašteka et al., 2017; Zahorec et al., 2017).

Okrem gravimetrických prejavov sa nahromadenie väčšieho množstva sedimentárnych komplexov východne od zázrivského zlomu prejavuje aj na magnetotelurických rezoch (Plašienka et al., 2021, obr. 3.12). Okrem dosahu sedimentárnych komplexov FP a BP zhruba do hĺbky 6 km interpretovaných v rezoch je nápadný rozdiel v namerných hodnotách južne od línie Terchová – Hruštín. Oba

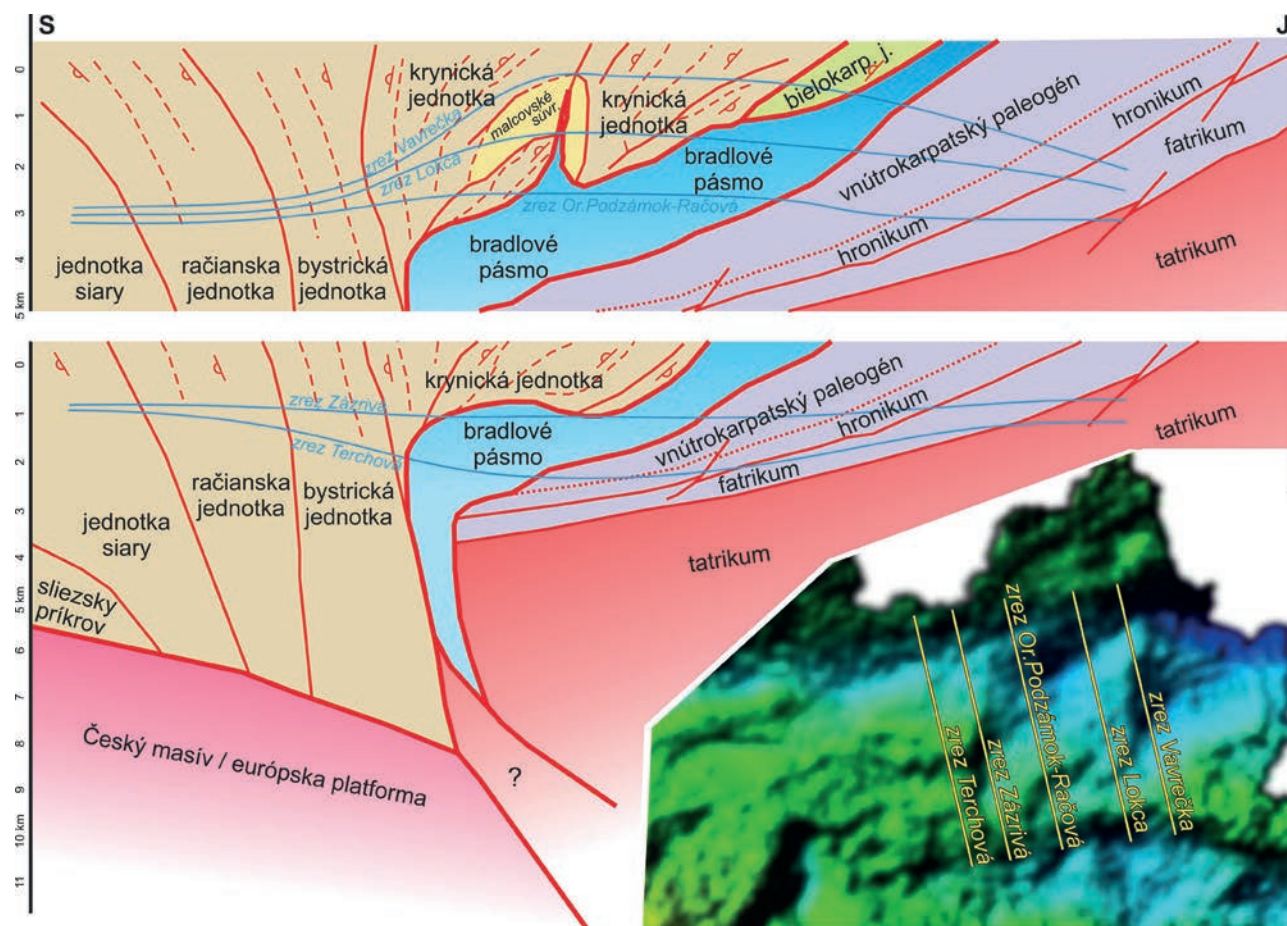


Obr. 19. Detail pripravovanej geologickej mapy Oravskej Magury v oblasti zázrivského zlomového systému.

Fig. 19. Detail of the geological map of the Oravská Magura Mts. in the area of the Zázrivá fault system.

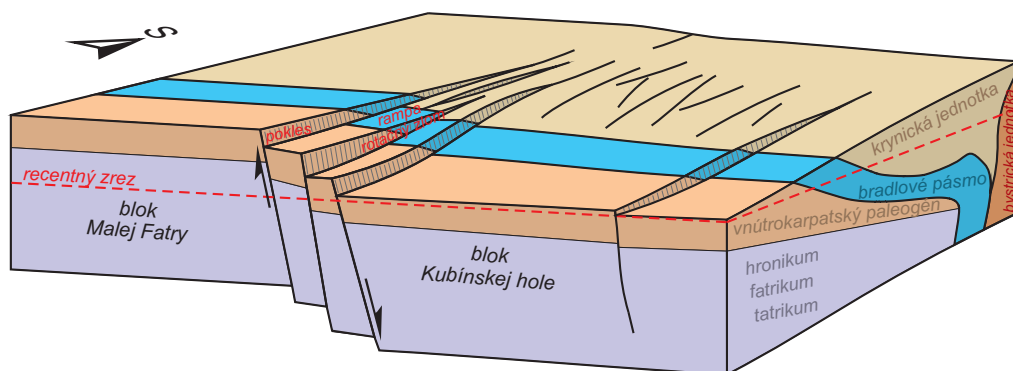
prezentované rezy zobrazujú eleváciu hornín s vyššou rezistivitou do hĺbky 5 – 6 km v línii BP z. od Zázrivej. Spájajú vystupovanie BP severne od hrebeňa Oravskej Magury. Autori (l. c.) interpretujú túto eleváciu ako prejav pieninickej kôry, ktorú chápu ako substrát FP.

Z uvedených poznatkov vyplýva, že zázrivský zlom tvorí sústava viacerých menších, stupňovito subparalelne usporiadaných poklesových a rotačných zlomov široká asi 2 km (Fossen, 2010), ktorých výsledným pohybom bol pokles východného bloku približne o 3 km (obr. 21). Ak bola



Obr. 20. Schematický rez kontaktom Vnútorných Západných Karpát a Vonkajších Západných Karpát s vyznačením úrovne zrezu recentného reliéfu v profiloch od Terchovej po Vavrečku. Kvôli odlišnej stavbe krynickej jednotky v z. a v. časti Oravskej Magury sú potrebné dva rezy. Približné vedenie línií rezov je vyznačené na mape Bouguerových anomálií (Zahorec et al., 2017). Zostrojené s využitím rezov Haška a Poláka (1978), Marschalka a Potfaja (1982) a gravimetrických interpretácií Plašienku et al. (2021, obr. 3.17).

Fig. 20. Schematic cross-section of the contact of the Inner Western Carpathians and Outer Western Carpathians with marked limits of the recent erosion level in the profiles from Terchová to Vavrečka. Due to the different construction of the Krynica Unit in W and E part of Oravská Magura requires two cuts. The approximate position of the cutting lines is marked on the Bouguer anomalies map (Zahorec et al., 2017). Based on the sections of Haško and Polák (1978), Marschalko and Potfaj (1982) and the gravimetric interpretations of Plašienka et al. (2021, fig. 3.17).



Obr. 21. Schematický blokdiagram oblasti zázrivského zlomového systému na princípe poklesového a rotačného zlomu (Fossen, 2010).

Fig. 21. Schematic blockdiagram of the area of the Zázrivá fault system based on the principle of normal and rotational faults (Fossen, 2010).

prítomná aj horizontálna zložka pohybu, bola len minimálna. Zlom je dôkazom pomerne plochého spätného juhovýchodného presunutia BP a krynickej jednotky (obr. 20).

Záver

Príspevok prezentuje revidovanú geologickú mapu väčšej časti západného slovenského úseku FP s plochou do 2 000 km². Okrem prehodenia starších máp nové geologické mapovanie prinieslo viaceré poznatky o geologickej stavbe FP a BP, ktoré neboli uvedené v publikovanej literatúre ani v archívnych správach, najmä územia medzi Vlárrou a Žilinou a na Kysuciach. Okrem výskumu flyšových súvrství magurského príkrovu bolo cieľom aj mapovanie kontaktu FP a BP. Zasahovanie bradiel a bradlového obalu do oblasti FP pri Mestečku a Dolnej Marikovej je interpretované ako mesteciánsky príkrov obsahujúci bloky hornín BKJ aj BP, plocho presunuté na bystrickú jednotku. Predmetom hodnotenia boli aj vybrané výsledky ako štruktúrne elevácie a depresie, prejavy stredoslovenského zlomového systému vo FP (zázrivského zlomového systému), spätný násun bystrickej jednotky a jej stavba, kontakt BKJ a bystrickej jednotky, vrbovský, zubácky a javorinský príkrov, marikovské bradlo, brvništská šupina, vložky červených ílovcov v solánskom súvrství, prejavy synsedimentárnej tektoniky a iné.

Základná metodika získavania nových terénnych informácií a laboratórnych analýz zostáva stále v platnosti, no záverečné spracovanie sa posúva s pokrokom technických možností a množstvom nahromadených informácií. Z predbežnej analýzy DMR 5.0 je možné usúdiť, že neprienesie zásadné zmeny v pohľade na geologickú stavbu, skôr len spresnenie pozície litologických a tektonických rozhraní na mape. Pomôže presnejšie lokalizovať a identifikovať tektonické štruktúry, ako sú vrásky, menšie zlomy a priebeh vrstiev najmä v litofaciálne monotónnych flyšových sekvenciách. Pri posudzovaní a aplikácii uvedených údajov je potrebné brať do úvahy, že predkladaná mapa vznikala prevažne pred sprístupnením LiDAR-u a údaje z neho v nej boli zapracované až dodatočne. V nasledujúcej fáze výskumu by mala revízia starších geologických máp s využitím modelu LiDAR-u pokryť celé územie FP Slovenska. To však nebude možné správne interpretovať bez dodatočného, aspoň lokálneho doplnenia informácií v teréne.

PodĎakovanie

Práca je výsledkom projektov regionálneho geologického mapovania a výskumu podporovaných Ministerstvom životného prostredia SR. Geologický výskum sa realizoval v rámci prebiehajúceho projektu Geologická mapa Oravskej Magury v mierke 1 : 50 000, číslo 02 20, ako aj viacerých starších projektov. Vznikla aj z výsledkov projektu Identifikácia, inventarizácia a inžinierskogeologické mapovanie svahových deformácií, podporeného z operačného programu Kvalita životného prostredia, kód ITMS 310031N708. Autor ďakuje recenzentom M. Potfajovi a M. Bubíkovi za cenné pripomienky a rady.

Literatúra

- Alexandrowicz, S. W., Cieszkowski, M., Golonka, J., Kutyla, J., Oszczytko, N. a Paul, Z., 1984: The stratigraphy of the Krynica zone of the Magura nappe in the Polish Flysch Carpathians (in Polish, English summary). *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 340, 23 – 43.
- Andrusov, D., 1931: Geologický výzkum vnitřního bradlového pásma v Západních Karpatech, Část 1 a 2. *Rozpravy Státního geologického ústavu Československé republiky*, svazek VI, Praha, 167 s.
- Andrusov, D., 1938: Geologický výzkum vnitřního bradlového pásma v Západních Karpatech, Část 3, Tektonika, svazek XI, Praha, 134 s.
- Andrusov, D., 1943: Výskyty přírodních živců na Slovensku I. a II. – I. Všeobecné poznámky, II. Papradno. *Práce Státního geologického ústavu*, Sošit, 8, 48 s.
- Began, A., Nižňanský, G., Salaj, J., Horniš, J., Boorová, D., Dovina, V., Hanáček, J., Kováčik, M., Potfaj, M., Samuel, O. a Šucha, P., 1988: Vysvetlivky ku geologickej mape 35-211 Nemšová. Čiastková záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 73 s.
- Bezák, V. (ed.), Elečko, M., Fordinál, K., Ivanička, J., Kaličiak, M., Konečný, V., Kováčik, M. (Košice), Maglay, J., Mello, J., Nagy, A., Polák, M., Potfaj, M., Biely, A., Bóna, J., Broska, I., Buček, S., Filo, I., Gazdačko, L., Grecula, P., Gross, P., Havrila, M., Hók, J., Hraško, L., Jacko, S. ml., Jacko, S. st., Janočko, J., Kobulský, J., Kohút, M., Kováčik, M. (Bratislava), Lexa, J., Madarás, J., Németh, Z., Olšovský, M., Plašienka, D., Pristaš, J., Rakús, M., Salaj, J., Siman, P., Šimon, L., Teták, F., Vass, D., Vozár, J., Vozárová, A. a Žec, B., 2008: Prehľadná geologická mapa Slovenskej republiky 1 : 200 000. Bratislava, Ministerstvo životného prostredia SR, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.
- Bezák, V. (ed.), Biely, A., Broska, I., Bóna, J., Buček, S., Elečko, M., Filo, I., Fordinál, K., Gazdačko, L., Grecula, P., Hraško, L., Ivanička, J., Jacko, S. st., Jacko, S. ml., Janočko, J., Kaličiak, M., Kobulský, J., Kohút, M., Konečný, V., Kováčik, M. (Bratislava), Kováčik, M. (Košice), Lexa, J., Madarás, J., Maglay, J., Mello, J., Nagy, A., Németh, Z., Olšovský, M., Plašienka, D., Polák, M., Potfaj, M., Pristaš, J., Siman, P., Šimon, L., Teták, F., Vozárová, A., Vozár, J. a Žec, B., 2009: Vysvetlivky k Prehľadnej geologickej mape Slovenskej republiky 1 : 200 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 534 s.
- Bieda, F., 1946: La stratigraphie du Flysch des Karpates centrales polonaises basée sur les grands Foraminifères (in Polish, French summary). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 16, 1 – 54.
- Birkenmajer, K., 1977: Jurassic and Cretaceous lithostratigraphic units of the Pieniny Klippen Belt. Carpathians. *Poland. Stud. geol. Polon.*, 45, 1 – 158.
- Birkenmajer, K. a Oszczytko, N., 1989: Cretaceous and Palaeogene lithostratigraphic units of the Magura Nappe, Krynica Subunit, Carpathians. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 59, 145 – 181.
- Bubík, M., 2007: Výsledky mapování a stratigrafických výzkumů v račanské jednotce na listu Horní Bečva. *Geol. výzk. Mor. Slez.* v roce 2006, 13 – 16.
- Buday, T., Benešová, E., Březina, J., Cicha, I., Čtyrtek, P., Dorníč, J., Dvořák, J., Eliáš, M., Hanzlíková, E., Jendřejáková, O., Kačura, G., Kamenický, J., Kneil, J., Köhler, E.,

- Kullmanová, A., Maheľ, M., Matějka, A., Paulík, J., Salaj, J., Scheibner, E., Scheibnerová, V., Stehlík, O., Urbánek, L., Vavřínová, M. a Zelman, J., 1963: Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1 : 200 000 M-33-XXX list Gottwaldov. Praha, Ústřední ústav geologický, 238 s.
- Cieszkowski, M., 1979: Warstwy z Kowańca w podjednostce krynickiej płaszczowiny magurskiej – nowa definicja. *Geological Quarterly*, 23, 2, 501 – 502.
- Cieszkowski, M. a Olszewska, B., 1986: Malcov beds in Magura nappe near Nowy Targ, Outer Carpathians, Poland. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 56, 53 – 71.
- Cieszkowski, M., Golonka, J., Wařkowska-Oliwa, A. a Chrutek, M., 2006: Geological structure of the Sucha Beskidzka region – řwinna Poręba (Polish Flysch Carpathians) (in Polish, English summary). *Kwartalnik AGH Geologia*, 32, 155 – 201.
- Cieszkowski, M., Golonka, J., Wařkowska-Oliwa, A. a Chodyń, R., 2007: Type locality of the Mutne Sandstone Member of the Jaworzynka Formation, Western Outer Carpathians. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 77, 3, 269 – 290.
- Dvořáková, V., Červenka, J. a Mitevová, J., 1989: Fyzikální vlastnosti hornin vrtu KLK-1 Klanečnica. Manuskript. Bratislava, archív řtátny geologický ústav Dionýza řtúra, 55 s.
- Fossen, H., 2010: Structural Geology. New York, Cambridge University Press, 463 s.
- Gaři, P. a Marko, F., 2006: The Zázrivá fault – paleostress history and kinematics (Pieniny Klippen Belt, North Slovakia). *Geolines*, 20, 37 – 38.
- Golonka, J. a Malata, E., 1977: Stratigraphy of the Magura Unit in řywiecki Beskid between Babia Góra and Pilsko. *Proceedings of the XI Congress of the Carpathians-Balkan Geological Association*. Kiev, Naukova Dumka, 31 – 32.
- Gross, P., Köhler, E., Mello, J., Hařko, J., Halouzka, R., Nagy, A., Kováč, P., Filo, I., Havrila, M., Maglay, J., Salaj, J., Franko, O., Zakovič, M., Pospíšil, L., Bystrická, H., Samuel, O. a Snopková, P., 1993: Geológia južnej a východnej Oravy. Bratislava, Geologický ústav Dionýza řtúra, 319 s.
- Guo, H., Chen, X., Yao, H., Han, K., Garzanti, E., Liu, X. a Fan, H., 2020: Lower Cretaceous clastic dykes in southern Tibet: Characteristics and palaeogeographic significance. *Geological Journal*, Wiley, 1 726 – 1 739. <https://doi.org/10.1002/gj.4020>.
- Hařko, J. a Polák, M., 1978: Geologická mapa Kysuckých vrchov a Krivánskej Malej Fatry 1 : 50 000. Bratislava, Geologický ústav Dionýza řtúra.
- Hók, J., Pelech, O., Teřák, F., Németh, Z. a Nagy, A., 2019: Outline of the geology of Slovakia (W. Carpathians). *Mineralia Slovaca*, 51, 31 – 60.
- Jankowski, L. a Kopciowski, R., 1999: Correlation of the Magura and Dukla Units of the Polish-Slovak border area. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego (Warszawa)*, 387, 106 – 114.
- Jankowski, L. a Wysocka, A., 2019: Occurrence of clastic injectites in the Oligocene strata of the Carpathians and their significance in unravelling the Paleogene and Neogene evolution of the Carpathian orogeny (Poland, Ukraine and Romania). *Geological Quarterly*, 63, 1, 106 – 125. <https://doi.org/10.7306/gq.1460>.
- Jucha, S. a Kotlarczyk, J., 1958: Próba nowego podziału stratygraficznego serii menilitowej i warstw krońieńskich. *Nafta*, 14, 205 – 207.
- Kováč, P. a Hók, J., 1993: The central Slovak fault system – the field evidence of strike-slip. *Geologica Carpathica*, 44, 3, 155 – 159.
- Książkiewicz, M., 1953: Karpaty flyszowe między Olzą a Dunajcem. *Reg. Geol. Pol., Karpaty, Tektonika* 1, 2. Krakow, Pol. Tow. Geol., 305 – 360.
- Książkiewicz, M., 1958: Stratygrafia serii magurskiej w Beskidzie řrednim. *Stratigraphy of the Magura series in the řredni Beskid (Carpathians)* (in Polish, English summary). *Biuletyn Instytutu Geologicznego*, 135, 43 – 96.
- Książkiewicz, M., 1966: Geologia regionu babiogórskiego. *Przewodnik XXXIX. zjazdu Polskiego Towarzystwa geologicznego, Babia Góra, Warszawa, Wydawnictwa Geologiczne*, 5 – 58.
- Książkiewicz, M., 1974: Objáśnienia do Szczegółowej mapy geologicznej Polski w skali 1 : 50 000, ark. Sucha Beskidzka. Warszawa, Wydawnictwa Geologiczne.
- Leřko, B. a Samuel, O., 1968: Geológia východoslovenského flyšu. Bratislava, Veda, Vydavateľstvo Slovenskej akademie vied, 245 s.
- Leřko, B., Koráb, T., Kysela, J. a Gabauer, G., 1980: Projekt řtátnej výskumnej úlohy za roky 1981 – 1986: Geologický výskum perspektívnych oblastí na výskyt ložísk ropy a zemného plynu. Manuskript. Bratislava, archív řtátny geologický ústav Dionýza řtúra (arch. ř. AP6526), 41 s.
- Liřčák, P., Pauditř, P., Bystrická, G., Teřák, F., Maglay, J., Dananaj, I., Ondrus, P., Mařlár, E., Mařlárová, I., Olřavský, M., Pelech, O., Vitovič, L., Leitmannová, K., Frařtia, M. a Papčo, J., 2022: Využitie DMR 5.0 z leteckého laserového skenovania pri riešení geologických úloh řGÚDř. *Geodetický a kartografický obzor*, 68/110, 8, 149 – 159.
- Maceček, L., Bubík, M., Buriánek, D. a Kropáč, K., 2023: Exkurzní průvodce. Otevřený kongres řeské geologické společnosti a Slovenskej geologickej spoločnosti, 19. 10. – 23. 10. 2023, Sepeťná, 48 s.
- Maglay, J. (ed.), Halouzka, R., Baňacký, V., Pristař, J. a Janočko, J., 1999: Neotektonická mapa Slovenska. Bratislava, Ministerstvo životného prostredia SR – řtátny geologický ústav Dionýza řtúra.
- Marko, F., Vojtko, R., Plařienka, D., Sliva, L., Jablonský, J., Reichwalder, P. a Starek, D., 2005: A contribution to the tectonics of the Periklippen zone near Zázrivá (Western Carpathians). *Slovak Geological Magazine*, 11, 1, 37 – 43.
- Marschalko, R., 1972: Termín: klastické žily. *Geologické práce, Správy*, 58, 231 – 238.
- Marschalko, R. a Potfaj, M., 1982: Sekvenčná analýza, paleoprúdenie a prostredie uloženia spodnoeocénneho flyšu Oravskej Magury a bradlového pásma. *Geologické práce, Správy*, 78, 97 – 122.
- Matějka, A. a Roth, Z., 1948: Mapovací zpráva z listu Vsetín. *Věst. St. geol. Úst. (Praha)*, 23, 133 – 136.
- Matějka, A. a Roth, Z., 1952: Zpráva o výzkumu magurského flyše v povodí Bílé Oravy. *Věstník Úřtř. Úst. geol. (Praha)*, 27, 212 – 216.
- Matějka, A. a Roth, Z., 1956: Geologie magurského flyše v severním povodí Váhu mezi Bytčou a Trenčínem. S mikrobiostatigrafickou statí Evy Hanzlíkové. Praha, Nakladatelství řeskoslovenské akademie věd, 332 s.
- Mello, J., Potfaj, M., Teřák, F., Havrila, M., Rakús, M., Buček, S., Filo, I., Nagy, A., Salaj, J., Maglay, J., Pristař, J. a Fordinál, K.,

- 2005: Geologická mapa Stredného Považia 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.
- Mello, J. (ed.), Boorová, D., Buček, S., Filo, I., Fordinál, K., Havrila, M., Iglárová, L., Kubeš, P., Liščák, P., Maglay, J., Marcin, D., Nagy, A., Potfaj, M., Rakús, M., Rapant, S., Remšík, A., Salaj, J., Siráňová, Z., Teták, F., Zuberec, J., Zlinská, A. a Žecová, K., 2011: Vysvetlivky ku geologickej mape Stredného Považia 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 378 s.
- Menčík, E., Pesl, V. a Plička, M., 1956: Přehled výsledků geologického mapování při západním ukončení Hostynských vrchů. Zprávy geologického výskumu v r. 1955, Praha, 129 – 130.
- Nemčok, M., 1994: Deformation sequence in the Oravská Lesná area, flysch belt of the Western Carpathians. *Geologica Carpathica*, 45, 185 – 191.
- Nemčok, M. a Nemčok, J., 1998: Dynamics and kinematics of the Cirocha, Trangoška and Zákrivá strike-slip faults, Western Carpathians. *Geologica Carpathica*, 49, 2, 85 – 98.
- Oszczypko, N., 1991: Stratigraphy of the Paleogene deposits of the Bystrica Subunit (Magura Nappe, Polish Outer Carpathians). *Bulletin of the Polish academy of sciences, Earth sciences*, 39, 4, 415 – 433.
- Oszczypko, N., 1992: Zarys stratigrafii plaszczowiny magurskiej (Stratigraphy of the Magura Nappe, Polish Flysch Carpathians). *Krakow, Przewodnik LXIII zjazdu PTG*, 11 – 29.
- Oszczypko, N., Malata, E., Bąk, K., Kędzierski, M. a Oszczypko-Clowes, M., 2005: Lithostratigraphy and biostratigraphy of the Upper Albian-Lower/Middle Eocene flysch deposits in the Bystrica and Rača subunits of the Magura Nappe (Beskid Wyspowy and Gorce Ranges; Poland). *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 75, 27 – 69.
- Pašteka, R., Zahorec, P., Kušnirák, D., Božanský, M., Papčo, J., Szalaiová, V., Krajňák, M., Marušiak, 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. *Contributions to Geophysics and Geodesy*, 47, 2, 81 – 94. <https://doi.org/10.1515/congeo-2017-0006>.
- Paul, Z., 1980: Description to the Detailed Geological Map of Poland in scale 1 : 50 000 (in Polish). Sheet Łącko (1034). Warszawa, Wydawnictwa Geologiczne, 1 – 58.
- Pesl, V., 1951: Geologické pomery flyšového územia jv. od Bystřice pod Hostýnem. Manuskript. Praha, archiv Přírodovědecké fakulty University Karlovy.
- Pesl, V., 1963: Litofaciální rozdělení spodního oddílu paleogénu západní části račanské jednotky (magurský flyš). Zprávy geologického výzkumu ÚÚG r. 1962, 198 – 199.
- Pesl, V., 1964: Litofaciální zhodnocení paleogenních sérií vnitřních jednotek magurského flyše. Závěrečná zpráva. Československé naftové doly – Výzkumný ústav Brno. Manuskript. Bratislava, archiv Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 86 s.
- Pesl, V., 1965: Litofaciální zóny spodního oddílu paleogénu ve vnějších jednotkách západní části magurského flyše. *Sborník geologických věd – Západné Karpaty* 3, 179 – 212.
- Pesl, V., 1968: Litofacie paleogénu v magurské jednotce vnějších flyšových Karpat na území ČSSR a PLR (in Czech, English summary). *Sborník geologických věd – Západné Karpaty*, 9, 71 – 118.
- Pesl, V. (ed.), 1981: Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1 : 25 000, 25-212 Fryšták. Manuskript. Praha, Geofond.
- Pesl, V. a Hanzlíková, E., 1963: Vývoj solánských vrstev v Moravskoslezských Beskydech. *Geologické práce, Zprávy*, 30, 127 – 146.
- Pešková, I., Vojtko, R., Starek, D. a Sliva, L., 2009: Late Eocene to Quaternary deformation and stress field evolution of the Orava region (Western Carpathians). *Acta Geologica Polonica*, 59, 1, 73 – 91.
- Pešková, I., Hók, J., Potfaj, M. a Vojtko, R., 2012: Štruktúrna interpretácia varínskeho a oravského úseku bradlového pásma. *Geologické práce, Správy*, 120, 51 – 64.
- Pešková, I., Teták, F. (eds.), Pelech, O., Sentpetery, M., Olšavský, M., Kováčik, M., Maglay, J. a Vlačíky, M., 2021: Geologická mapa Bielych Karpát (severná časť) v mierke 1 : 50 000. Bratislava, Ministerstvo životného prostredia SR – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.
- Piotrowski, J. a Piotrowska, K., 2004: Słownik jednostek litostratygraficznych Polski, wersja podstawowa. Tom III: jednostki formalne mezozoiku i kenozoiku. In: Mardal, T. (ed.): Słownik jednostek litostratygraficznych Polski. Warszawa, Państwowy Instytut Geologiczny. Dostępne online: <https://stratygrafia.pgi.gov.pl/Home/Sjlp>.
- Plašienka, D., Sýkora, M., Aubrecht, R., Krobicki, M. a Józsa, Š., 2010: Reinterpretation of the lithostratigraphy and tectonic position of the Mariková Klippen (Middle Váh Valley, western Slovakia). *Acta Geologica Slovaca*, 2, 1, 1 – 9.
- Plašienka, D., Bučová, J. a Šimonová, V., 2020: Variable structural styles and tectonic evolution of an ancient backstop boundary: the Pieniny Klippen Belt of the Western Carpathians. *Int. J. Earth. Sci. (Geol. Rundsch.)*, 109, 1 355 – 1 376. <https://doi.org/10.1007/s00531-019-01789-5>.
- Plašienka, D., Aubrecht, R., Bezák, V., Bielik, M., Broska, I., Bučová, J., Fekete, K., Gaži, P., Gedl, P., Golej, M., Halášová, E., Hók, J., Hrdlička, M., Jamrich, M., Józsa, Š., Klanica, R., Konečný, P., Kubiš, M., Madarás, J., Majcin, D., Marko, F., Molčan Matejová, M., Potočný, T., Schlögl, J., Soták, J., Suan, G., Šamajová, L., Šimonová, V., Teták, F. a Vozár, J., 2021: Structure, composition and tectonic evolution of the Pieniny Klippen Belt – Central Western Carpathian contiguous zone (Kysuce and Orava regions, NW Slovakia). Bratislava, Comenius University, 148 s.
- Potfaj, M., 1977: Geologická stavba územia medzi Terchovou a Hruštínskym potokom (paleogén). Rigorózna práca. Manuskript. Bratislava, archiv Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 53 s.
- Potfaj, M., 1989: Vychylovské súvrstvie – nová litostratigrafická jednotka v magurskom flyši (paleogén Kysúc a Oravy). *Spr. o geol. výsk., GÚDŠ*, Bratislava, 43 – 49.
- Potfaj, M., 1993: Postavenie bielokarpatskej jednotky v rámci flyšového pásma. *Geologické práce, Správy*, 98, 55 – 78.
- Potfaj, M., Began, A., Nižňanský, G., Bodiš, D., Boorová, D., Čechová, A., Dovina, V., Fejdiová, O., Kováčik, M., Priehodská, Z., Samuel, O. a Šucha, P., 1986: Vysvetlivky ku geologickej mape M 1 : 25 000, listy Strání 35-122 a 35-123. Čiastková záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archiv Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 1 – 97.
- Potfaj, M., Samuel, M., Raková, J. a Samuel, O., 1991: Geologická stavba Kubínskej hole (Orava) (Geologic structure of Kubínska hoľa range). *Západné Karpaty, Sér. Geológia*, 15, 25 – 66.

- Potfaj, M., Maglay, J., Šlepecký, T. a Teťák, F., 2002: Geologická mapa regiónu Kysúc 1 : 50 000. Bratislava, Ministerstvo životného prostredia SR – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.
- Potfaj, M. (ed.), Šlepecký, T., Maglay, J., Hanzel, V., Boorová, D., Žecová, K., Kohút, M., Nagy, A., Teťák, F., Vass, B., Sandanus, M., Buček, S., Sýkora, M., Köhler, E., Fejdiová, O., Kandra, K., Samuel, O., Bubík, M. a Beleš, F., 2003: Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Kysúc 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 193 s.
- Potfaj, M., Teťák, F. (eds.), Havrila, M., Filo, I., Pešková, I., Olšovský, M. a Vlačíky, M., 2014: Geologická mapa Bielych Karpát (južná časť) a Myjavskej pahorkatiny v mierke 1 : 50 000. Bratislava, Ministerstvo životného prostredia SR – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.
- Roth, Z., Benešová, E., Čechovič, V., Eliáš, M., Hanzlíková, E., Chmelík, F., Matějka, A. a Pícha, F., 1963: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape ČSSR 1 : 200 000, list M-34-XX Trstená. Bratislava, Geofond, 7 – 59.
- Salaj, J., 1991: Biostratigraphic correlation of Cretaceous flysch formations in the Klippen – and Peri-Klippen zones of the Middle Váh Valley and their paleogeographic-tectonic history. *Mineralia Slovaca*, 23, 4, 295 – 313 (in Slovak, English summary).
- Schnabel, G. W., 1992: New data on the Flysch Zone of the Eastern Alps in the Austrian sector and new aspects concerning the transition to the Flysch Zone of the Carpathians. *Cretaceous Research*, 13, 5 – 6, 405 – 419.
- Sikora, W. a Żytko, K., 1956: Stratygrafia serii magurskiej Beskidu Wysokiego na arkuszu Żywiec. *Przegląd Geologiczny*, 10, 469 – 471.
- Sikora, W. a Żytko, K., 1959: Budowa Beskidu Wysokiego na południe od Żywca. *Biuletyn Państwowego Instytutu Geologicznego*, 141, 60 – 204.
- Stráník, Z., 1965: Geologie magurského flyše Čerhovského pohorí a západní části Ondavské vrchoviny. *Sborník geologických věd – Západné Karpaty*, 3, 125 – 173.
- Stráník, Z., Menčík, E. a Krejčí, O., 1986: Přínos studia geotrazverzů pro geologii bělokarpatské jednotky a řešení jejího vztahu k vnějším jednotkám magurského příkrovu a k bradlovému pásmu. Manuskript. Bratislava, archiv Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 43 s.
- Stráník, Z., Vůjta, M., Krejčí, O., Marschalko, R., Švábenická, L., Bubík, M. a Hanzlíková, E., 1989: Ke stratigrafii a sedimentologii hluckého vývoje bělokarpatské jednotky. *Zpr. geol. výzk. v r. 1987*. Praha, ÚÚG, 121 – 124.
- Stráník, Z., Bubík, M., Krejčí, O., Marschalko, R., Švábenická, L. a Vůjta, M., 1995: New lithostratigraphy of the Hluk Development of the Bílé Karpaty unit. *Geologické práce, Správy*, 100, 57 – 69.
- Szalaiová, V., 1989: Gravimetrický prieskum v priestore elevačnej štruktúry pri Oravskom Veselom. Ročná technická správa. Manuskript. Bratislava, archiv Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 18 s.
- Świdziński, H., 1961: La Serie de Richvald dans les Karpates Flysches. *Bulletin of the Polish academy of sciences, Ser. Sci. Geol. Geogr.*, 9, 2, 109 – 119.
- Šamajová, L. a Hók, J., 2018: Hustota horninových komplexov Západných Karpát na území Slovenska. *Geologické práce, Správy*, 132, 31 – 52.
- Šamajová, L., Hók, J., Csibri, T., Bielik, M., Teťák, F., Brixová, B., Sliva, L. a Šály, B., 2019: Geophysical and geological interpretation of the Vienna Basin pre-Neogene basement (Slovak part of the Vienna Basin). *Geologica Carpathica*, 70, 5, 418 – 431.
- Teťák, F., 2005: Sedimentácia glaukonitových a kýčerských pieskovcov zlínskeho súvrstvia v západnej časti magurského bazénu (Javorníky, Kysuce) (in Slovak). *Mineralia Slovaca*, 37, 3, 304 – 306.
- Teťák, F., 2015: Geologická stavba a vývoj bielokarpatskej jednotky západne od Veľkej Javoriny. Rigorózná práca. Manuskript. Bratislava, archiv Prírodovedecká fakulta UK, 71 s.
- Teťák, F., 2016: Bielokarpatská jednotka, geologická stavba a vývoj západne od Veľkej Javoriny. Námestovo, Štúdio F, 32 s.
- Teťák, F., 2021: Lithology and position of the Biele Karpaty Unit SE of Lednica (Biele Karpaty Mts., Western Carpathians). *Mineralia Slovaca*, 53, 47 – 56.
- Teťák, F., 2022: Facies analysis of gravity flow deposits of an ancient foreland basin (Magura Nappe, Western Carpathians, Slovakia). *Geologica Carpathica*, 73, 6, 545 – 559. <https://doi.org/10.31577/GeolCarp.73.6.5>.
- Teťák, F., Potfaj, M. (eds.), Havrila, M., Filo, I., Pešková, I., Boorová, D., Žecová, K., Laurinc, D., Olšovský, M., Siráňová, Z., Buček, S., Kucharič, L., Gluch, A., Šoltés, S., Pažická, A., Iglárová, L., Liščák, P., Malík, P., Fordinál, K., Vlačíky, M. a Köhler, E., 2015: Vysvetlivky ku geologickej mape Bielych Karpát (južná časť) a Myjavskej pahorkatiny v mierke 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 306 s.
- Teťák, F. (ed.), Kováčik, M., Pešková, I., Nagy, A., Buček, S., Maglay, J. a Vlačíky, M., 2016a: Geologická mapa regiónu Biela Orava v mierke 1 : 50 000. Bratislava, Ministerstvo životného prostredia SR – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.
- Teťák, F. (ed.), Kováčik, M., Pešková, I., Nagy, A., Buček, S., Maglay, J., Vlačíky, M., Laurinc, D., Žecová, K., Zlínská, A., Liščák, P., Marcin, D., Žilka, A., Kucharič, L., Gluch, A. a Baláž, P., 2016b: Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Biela Orava v mierke 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 217 s.
- Teťák, F., Cieszkowski, M., Golonka, J., Waśkowska, A. a Szczęch, M., 2017: The Ropianka Formation of the Bystrica Zone (Magura Nappe, Outer Carpathians): proposal for a new reference section in northwestern Orava. *Annales Societatis Geologorum Poloniae*, 87, 3, 257 – 272.
- Teťák, F., Pivko, D. a Kováčik, M., 2019: Depositional systems and paleogeography of Upper Cretaceous-Paleogene deep-sea flysch deposits of the Magura Basin (Western Carpathians). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 533, 1 – 21.
- Teťák, F., Pešková, I. (eds.), Pelech, O., Sentpetery, M., Olšovský, M., Kováčik, M., Boorová, D., Laurinc, D., Demko, R., Maglay, J., Vlačíky, M., Žecová, K., Zeman, I., Gluch, A., Dananaj, I., Marcin, D. a Kúšik, D., 2024: Vysvetlivky ku geologickej mape Bielych Karpát (severná časť) v mierke 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 246 s.
- Udič, M. a Jacko, S., 2008: Pieskovcové dajky v račianskej jednotke vonkajšieho flyšového pásma (Nová Polianka, východné Slovensko). *Acta Montanistica Slovaca*, 13, 4, 435 – 443.
- Watycha, L., 1976: Objasnienia do szczegółowej mapy geologicznej Polski, arkusz Nowy Targ 1 : 50 000. Warszawa, Instytut Geologiczny, 101 s.

Wójcik, A., Jankowski, L., Kopciowski, R., Malata, T., Marciniak, P. a Nescieruk, P., 1995: Opracowanie formalnych jednostek litostratygraficznych Karpat zewnętrznych i zapadliska dla celów Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski. Kraków, Archiwum Państwowego Instytutu Geologicznego, 121 s.

Zahorec, P., Pašteka, R., Mikuška, J., Szalaiová, V., Papčo, J., Kušnirák, D., Pánisová, J., Krajňák, M., Vajda, P., Bielik, M. a Marušiak, I., 2017: National Gravimetric Database of the Slovak Republic. In: Understanding the Bouguer Anomaly: A Gravimetry Puzzle. Amsterdam, Elsevier, 113 – 125. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812913-5.00006-3>

Summary

Geological research of the Carpathian Flysch Belt (FB) in Slovakia (Fig. 1) has culminated in the last twenty years with the publication of several regional geological maps at a scale of 1 : 50,000. In the study area, these included regional geological maps of Kysuce region (Potfaj et al., 2002), Middle Váh valley region (Mello et al., 2005), Biele Karpaty Mts. – southern part (Potfaj et al., 2014), Biela Orava region (Teták et al., 2016a), Biele Karpaty Mts. – northern part (Pešková et al., 2021), and the new geological research and mapping of the Oravská Magura Mts., which is currently in progress. The knowledge about the geological structure has been summarized in a general geological map at a scale of 1 : 200,000 (Bezák et al., 2008, 2009). In addition to the aforementioned works, geological maps from the study area have also been published by Teták (2016, 2021).

The subject of the study was the western part of the FB and its contact with the Pieniny Klippen Belt (PKB) in the territory of Slovakia from the Biele Karpaty Mts., Javorníky Mts., Kysuce region to Orava region. The PKB at the contact with the FB was also mapped marginally. The study area is part of the Magura Nappe of the FB of the External Western Carpathians. All five tectonic-lithofacial units of the Magura Nappe were represented, from the north they are the Siary, Rača, Bystrica, Krynica and the Biele Karpaty unit (BKU). The aforementioned units form the fold-thrust system of the Magura Nappe, which is thrust from the south onto the inclined ramp of the European platform together with the more external Silesian Nappe and other more external units. The Magura Nappe is composed of deep-sea sedimentary sequences of flysch character, predominantly of Paleogene, less Early Cretaceous age (Fig. 2) (Hók et al., 2019; Teták et al., 2019).

The geological map does not cover the entire mentioned FB territory, but it displays only the parts mapped by the author of this work (Fig. 3, digital appendices) with an area up to 2,000 km². The geological structure is characterized in the explanations to the geological maps (Potfaj et al.,

2003; Mello et al., 2011; Teták et al., 2015; Teták et al., 2016b) and summarized in the explanations to the general geological map 1 : 200,000 (Bezák et al., 2009) and there is nothing to change about their validity. In addition to regional maps, the work of Potfaj (1993) for the BKU and the work of Potfaj et al. (1991) for the Krynica Unit in Orava region are particularly crucial for the understanding of the lithostratigraphic and lithofacies structure. Due to the large extent and complexity of the geological structure of the Magura Nappe, we present its characteristics only in a clear tabular form (Tab. 1).

Maps of the LiDAR based digital elevation model and its derivatives gradually available since 2021 were one of the impulses for compiling this work, together with the opportunity of digital processing of geological maps uniformly as a whole, not only by map sheets and regions. Beneficial was the possibility of reambulation of the north-eastern part of the BKU east of the Vlára valley, carried out as part of the monitoring and engineering geological mapping of slope deformations of the Biele Karpaty Mts. and the Javorníky Mts. (Liščák et al., 2022).

The map presents the author's detailed view of the geological structure of the western sector of the Carpathian Flysch Belt and can serve as a basis for further applied or more detailed regional works.

The new geological mapping has provided several insights into the geological structure of the western section of the FB and KB that have not been reported in the published literature or in archival reports. In addition to the research of flysch formations of the Magura Nappe, the goal was also to map the contact between the FB and PKB. The presence of the klippen and klippen cover in the FB area near Mestečko and Dolná Mariková villages is interpreted as the Mestečko Nappe incorporating blocks of BKU and PKB flatly thrust over the Bystrica Unit. Selected results, such as structural elevations and depressions, manifestations of the central Slovak fault system in the FB (Zázrivá fault system), the structure of the Bystrica Unit and its backthrust, the contact of the BKU and the Bystrica Unit, the Vrbovce, Zubák and Javorina nappes, the Mariková klippen, the Brvnište slice, intercalations of red claystones in the Solán Formation and the manifestations of synsedimentary tectonics, among others, were also discussed.

Rukopis doručený:	11. 3. 2023
Revidovaná verzia doručená:	15. 7. 2024
Rukopis akceptovaný redakčnou radou:	25. 11. 2024

Doplňujúci digitálny materiál dostupný online:

Electronic supplementary material available online:

Digitálna príloha 1a. Geologická mapa Bielych Karpát a Javorníkov v mierke 1 : 25 000 (2022).

Digital Appendix 1a. Geological map of the Biele Karpaty and Javorníky Mts. at a scale of 1:25,000 (2022).

<https://www.geology.sk/gps-140-4/Dig.pril1a.pdf>

Digitálna príloha 1b. Geologická mapa Bielej Oravy v mierke 1 : 25 000 (2016).

Digital Appendix 1b. Geological map of the Biela Orava region at a scale of 1:25,000 (2016).

<https://www.geology.sk/gps-138-3/Dig.pril1b.pdf>

Digitálna príloha 2a. Geologická mapa Bielych Karpát a Javorníkov v mierke 1 : 25 000 (2023).

Digital Appendix 2a. Geological map of the Biele Karpaty and Javorníky Mts. at a scale of 1:25,000 (2023).

<https://www.geology.sk/gps-138-3/Dig.pril2a.pdf>

Digitálna príloha 2b. Geologická mapa Oravskej Magury v mierke 1 : 25 000 (2024).

Digital Appendix 2b. Geological map of the Oravská Magura Mts. at a scale of 1:25,000 (2024).

<https://www.geology.sk/gps-138-3/Dig.pril2b.pdf>

Digitálna príloha 3. Schematická geologická mapa západnej časti magurského príkrovu v mierke 1 : 500 000.

Digital Appendix 3. Schematic geological map of the western part of the Magura Nappe at a scale of 1:500,000.

<https://www.geology.sk/gps-138-3/Dig.pril3.pdf>

Slovenská terminológia štruktúr vrásovo-násunových pásiem

Slovak terminology of fold and thrust belt structures

ONDREJ PELECH¹, DUŠAN PLAŠIENKA², JOZEF HÓK², JURAJ LITTVÁ³, JÁN MADARÁS⁴, ZOLTÁN NÉMETH⁵
a VIERA ŠIMONOVÁ⁶

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

²Katedra geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava 4

³Štátna ochrana prírody Slovenskej republiky, Správa slovenských jaskýň, Hodžova 11, 031 01 Liptovský Mikuláš

⁴Ústav vied o Zemi SAV, v. v. i., Dúbravská cesta 9, 840 05 Bratislava

⁵Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, regionálne centrum Košice, Jesenského 8, 040 01 Košice

⁶Katedra geografie a geológie, Fakulta prírodných vied, Univerzita Mateja Bela, Tajovského 40, 974 01 Banská Bystrica

© Autori 2024. Vydal ŠGÚDŠ. Licencia Creative Commons BY 4.0. (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)
<https://doi.org/10.56623/gps.140.4>

Abstrakt. Práca sumarizuje základnú terminológiu vrásovo-násunových pásiem a predkladá návrh na používanie niektorých nových termínov v slovenčine. V úvodnej časti je predmetom samotný termín vrásovo-násunové pásmo a jeho používanie v zahraničnej literatúre. Druhá časť obsahuje krátky terminologický slovník s ilustráciami. Práca nepodáva vyčerpávajúci prehľad o všetkých diskutovaných štruktúrach a termínoch. Záujemcom o túto problematiku odporúčame preštudovať vybrané tituly z použitej literatúry.

KLúčové slová: vrásovo-násunové pásmo, orogénny klin, akrečný klin, príkrov, terminológia

Abstract. The paper summarizes the basic Slovak terminology of the fold and thrust belts and proposes the usage and form of some new terms. In the introductory part, the term fold and thrust belts itself, and its usage in foreign literature is discussed, with original English texts quoted. The second part of the article contains a short glossary of terms with illustrations. The paper does not give an exhaustive overview of all the structures discussed. Those interested in this issue are recommended to study selected works from the cited literature.

Key words: fold and thrust belt, orogenic wedge, accretionary wedge, nappe, terminology

Úvod

Deformované oblasti zemskej kôry ako kolízne zóny, vrásovo-násunové pásma, ale aj akrečné prizmy, menej dostupné priamemu pozorovaniu, boli predmetom záujmu geológov už od počiatku vývoja geológie ako vedy (napr. Peach a Horne, 1884; Trümpy, 2001). Väčšina poznatkov o nich pochádza z kontinentálnych oblastí, ktoré sú dobre dostupné ľudskému bádaniu, ako aj z ložiskového prieskumu pomocou hlbokých vrtov a seizmiky, významne pokrývajúceho aj oblasti morí a oceánov. Neskôr pribudli aj nové možnosti experimentálnych analógových („sandbox“) a digitálnych modelov. Terminológia opisujúca vrásovo-násunové fenomény, resp. stavebný štýl sa vyvíja už viac než 100 rokov (napr. Heim, 1878; Willis, 1893; Buxtorf, 1916; Bally, 1966; Dahlstrom, 1969; Boyer

a Elliott, 1982; McClay, 1992). Svoje stopy v nej zanechali koncepcia geosynklinál, platňová tektonika, príkrovová koncepcia, ako aj novšie trendy vysvetľujúce mechanizmy nasúvania, formovania vrásovo-násunových pásiem a orogénnych klinov. Koncept vrásovo-násunových pásiem sa vyvinul z poznatkov seizmického výskumu severoamerických Skalnatých vrchov (napr. Bally et al., 1966). Jeho základy však boli položené terénnym výskumom klasických oblastí, akými sú škótske kaledonidy (Peach a Horne, 1884; Coward, 1985), Alpy (Heim, 1978, 1921) alebo pohorie Jura (Buxtorf, 1916).

Pojem **vrásovo-násunové pásmo** (VNP, angl. *fold-and-thrust belt*, *thrust belt*, skr. *FTB* alebo *FAT*, obr. 1) nie je v slovenskej geologickej terminológii zaužívaný. V uvedenej podobe sa termín objavuje napr. v učebnici Marka a Jacka (1999, s. 77, na s. 110 však uvádzajú termín v podobe vrásovo-prešmykové pásmo) alebo alternatívne vo forme vrásové a príkrovové pásmo (Marko, 2000, s. 66). Existujúce slovenské učebnice štruktúrnej geológie sa ním bližšie nezaoberajú. Jeho jasná forma prekladu z anglického originálu chýba aj v *Anglicko-slovenskom geologickom slovníku* (Molák a Liščák, 2002). Spomedzi uvedených termínov je nutné uprednostniť termín vrásovo-násunové pásmo, pretože prítomné zlomy sú prevažne nízkouhlové násuny (sklon menší ako 45°), na rozdiel od prešmykov, ktoré majú sklon väčší ako 45° (napr. Twiss a Moores, 2006, s. 115). Nízkouhlové zlomy (dekolementy – z fr. *décollement*) na báze násunov sú jedným z rozhodujúcich fenoménov vrásovo-násunových pásiem. V čelných častiach prechádzajú do strmých prešmykov, ktoré postupujú až na povrch. Vďaka tomu môžu byť subjektívne vnímané ako podstatnejšie elementy komplexu. Pri tvorbe slovenského termínu sa však odporúčame držať prekladu anglického originálu. Rôznorodosť používania termínu vrásovo-násunové pásmo je značná aj v zahraničnej literatúre.

Keary et al. (1993) uvádza, že „*násunové pásmo je tektonická zóna, kde sa realizuje skrátenie pomocou*

násunových zlomov. Tieto regióny generálne predstavujú vonkajšie časti orogénnych pásiem a tvoria sa na deštruktívnych okrajoch platní. Dobrými príkladmi vznikajúcimi v tomto tektonickom režime sú Apalače, Himaláje a kanadské Skalnaté vrchy. [“Thrust belt is a tectonic zone in which most of the shortening is taken up on thrust faults. Such regions generally comprise the external parts of orogenic belts, and form at destructive plate margins. The Appalachians, the Himalaya, and the Canadian Rockies are good examples of this type of tectonic regime.”]

Marshak a Wilkerson (2004, s. 445) označili vrásovo-násunové pásma ako „geologické domény, ako kanadské Skalnaté vrchy, v ktorých regionálne horizontálne skrátenie vrchnej kôry má za následok vznik súboru násunových zlomov, vrás a súvisiacich mezoskopických štruktúr“. [“Geologic domains, such as the Canadian Rockies, in which regional horizontal tectonic shortening of the upper-crust yields a distinctive suite of thrust faults, folds, and associated mesoscopic structures, are called fold-thrust belts or fold-and-thrust belts.”] alebo [“A geologic terrane in which upper-crustal shortening is accommodated by development of a system of thrust faults and related folds.”]

Nemčok et al. (2005) používajú termín **násunové pásmo** (angl. *thrustbelt*) „... v širšom zmysle ako akékoľvek deformované pásmo, v ktorom dominuje kontrakčný alebo transpresný krehký a krehko-duktilný štruktúrny štýl nad inými typmi štruktúr, zahŕňajúc konvenčné násunové pásma, transpresné pásma, toe thrusts a akrečné prizmy“. [“... term thrustbelt is given a broad meaning to encompass any deformed belt in which contractional or transpressional brittle and brittle/ductile structural styles dominate over other types of structures, including conventional thrustbelts, transpressional ranges, toe thrusts, and accretionary prisms.”] Za konvenčné násunové pásma považuje štruktúry pôvodne vyvinuté na pasívnych okrajoch alebo riftových panvách, ktoré boli neskôr komprimované za vzniku vrásovo-násunových pásiem (Nemčok et al.,

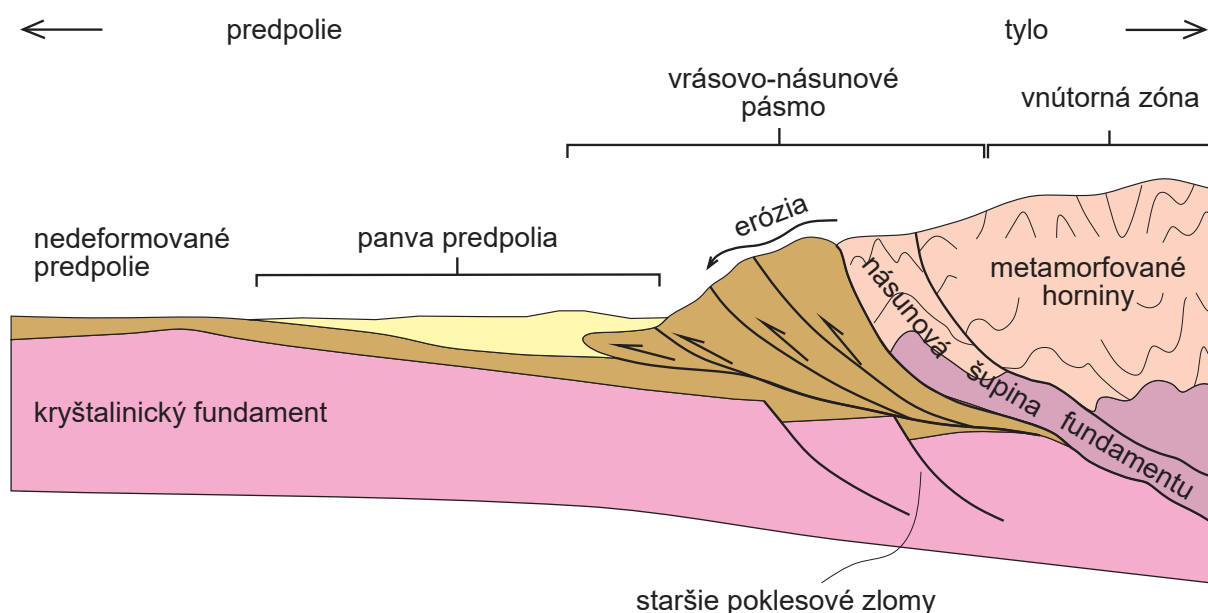
l. c.). Zaraďuje sem aj vrásové a násunové pásmo predpolia (angl. *foreland fold-and-thrust belt*), vysvetlené v ďalšom texte.

Twiss a Moores (2006, s. 123) používajú termín *foreland fold and thrust belt* – **vrásové a násunové pásmo predpolia**, ktoré opisujú ako oblasti násunových zlomov na okrajoch veľkých orogénnych pásiem. Podobne, ako okrajové časti orogénnych pásiem prirahlé k predpoliu, chápe tento termín napr. Park (2012, s. 80).

Allaby (2008, s. 226) definuje vrásovo-násunové pásmo ako „lineárne alebo oblúkovité pásmo, kde kompresia mala za následok vznik kombinácie násunov a vrás. Sklon násunových plôch sa znižuje s ich hĺbkou a pásmo obyčajne leží v predpolí orogénneho pásma“. [“A linear or arcuate belt in which compression has produced a combination of thrusts and folds. The dip of the thrust planes decreases with depth, and the belt normally lies against the foreland of an orogenic belt.”]

Kusky (2010, s. 196) ich definuje ako „kontrakčné horské pásma vznikajúce na miestach kolízie dvoch tektonických platní, tvorené veľkými násunmi, vrásami, premenenými a vulkanickými horninami“. [“Fold and thrust belts are contractional mountain belts, formed where two tectonic plates collided, forming great thrust faults, folds, metamorphic rocks, and volcanic rocks.”]

Poblet a Lisle (2011) vrásovo-násunové pásmo chápu ako „typické oblasti väčšiny orogénnych pásiem kontrolované kompresnou tektonikou, dokumentované z rôznych tektonických prostredí, vznikajúce v dôsledku platňovej konverencie, ako sú kolízne zóny (napr. Himaláje, Apeniny), oblasti subdukčných zón (napr. Andy, Zagros) a vnútroplatňové regióny ovplyvnené konvergenciou susedných platní (napr. Jin-šan a pásmo Západný Ordos v Číne)“. Zaraďujú k nim aj akrečné prizmy, *toe thrust* pásma, oblasti šikmej konverencie alebo kolízie, zahŕňajúce významný komponent smerných posunov vrátane transpresných štruktúr a štruktúr konského chvosta v zakončení regionálnych



Obr. 1. Zjednodušený rez vrásovo-násunovým pásmom (Pluijm et al., 2004).

Fig. 1. Simplified section through the fold and thrust belt (Pluijm et al., 2004).

smerne posuvných zlomov. [“*FAT belts are typical regions in most orogenic belts controlled by compressional tectonics and have been documented in environments resulting from plate convergence such as those formed at plate collision boundaries (e.g. Himalayas, Apennines), at plate subduction boundaries (e.g. Andes, Zagros) and at intraplate locations influenced by neighbour plate convergence (e.g. Yinshan belt and Western Ordos belt in China). Accretionary prisms are a special type of FAT belt developed in subduction zones such as the Barbados prism. FAT belts known as toe thrust belts develop in deep water at the leading edge of large-scale gravitationally driven sedimentary prisms on continental margins such as those in the Gulf of Mexico and offshore Brazil, or in thick delta complexes such as the Niger delta or in deltas in northwest Borneo. FAT belts may also form due to transpression at oblique plate boundaries, where the overall plate convergence involves strike-slip components of motion, such as part of the southern Carpathians and the Central-South Trinidad thrust belt, or along largescale transform or transcurrent faults at restraining bends or oversteps and at fault splays, such as the Transverse Ranges of the San Andreas transform fault and perhaps the Palmyride belt in Syria in relationship to the Dead Sea transform fault.*” Poblet a Lisle (2011).]

Cheng et al. (2022) definujú vrásovo-násunové pásmo ako „... štruktúrne prvky, ktorými sa realizuje skracovanie vo vrchnej kôre prostredníctvom vzniku násunov a vrás“. [“*Fold-and-thrust belts are structural features that accommodate upper-crustal shortening by the growth of a series of thrust faults and folds.*”]

Je nutné zdôrazniť, že termín vrásovo-násunové pásmo nie je vhodné používať ako synonymum celých orogénnych pásiem. V oblastiach orogénov predstavuje hlavne ich krehko až krehko-duktilne deformované (väčšinou, ale nie výlučne) externé zóny s dominantne kontrakčnou či transpresnou vrásovo-násunovou tektonikou. Nezahŕňa interné zóny, v ktorých sa prejavujú odlišné reologické mechanizmy a štýl deformácie.

Suppe (1985) rozoznáva dva typy vrásovo-násunových pásiem na základe prevládajúceho typu deformácie: s prejavmi zlomovej deformácie (napr. Apalačské vrchy) a s prejavmi vrásovej deformácie na povrchu (napr. pohorie Jura). Častejšie sa však možno stretnúť s členením na základe štruktúrneho štýlu. Vrásovo-násunové pásmo môžu

tvoriť odlepené sedimentárne sekvencie, v Západných Karpatoch označované ako superficiálne (v angličtine preferovaný termín *thin-skinned*), alebo do jeho stavby môžu byť zahrnuté aj horniny kryštalinického fundamentu (angl. *thick-skinned*) (Pfiffner, 2006). Je nutné však dodať, že tieto dva typy predstavujú iba koncové členy celého spektra štýlov, ktoré sa navzájom nevyklučujú, a viaceré vrásovo-násunové pásma javia znaky *thin-skinned* aj *thick-skinned* tektoniky vo svojich rôznych častiach. Niekedy sa preto uvádza aj tretí, prechodný člen ako *basement involved thin-skinned* štýl.

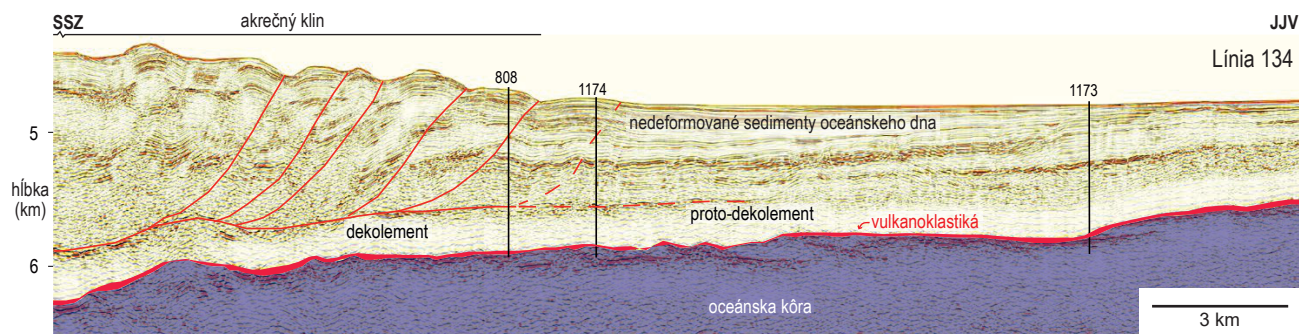
Vrásovo-násunový štýl deformácie sa v minulosti označoval aj ako alpinotypná deformácia (Stille, 1940; Marko a Jacko, 1999, s. 170). Tento termín, rovnako ako označenie germanotypná deformácia (na označenie zlomovej deformácie), neodporúčame používať.

Vrásovo-násunové pásma možno členiť aj na základe prevládajúcej vergencie na pásma s vergenciou k predpoliu alebo bivergentné pásma. Bivergentné pásma obsahujú celky s vergenciou k predpoliu (proklin) a celky s vergenciou do tyla (retroklin) (obr. 17; Willett et al., 1993; McClay a Whitehouse, 2004).

V Západných Karpatoch je vrásovo-násunová stavba zachovaná predovšetkým v externých zónach flyšového pásma (napr. Nemčok et al., 1998, 2006; Poul et al., 2011; Gagała et al., 2012; Castelluccio et al., 2016). Násunová tektonika, a hlavne jednotlivé príkrovové línie v podmienkach slovenských Západných Karpát sú pre zakrytie mladšími, hlavne kvartérnymi sedimentmi a pre vegetačný pokryv priamo pozorovateľné len zriedkavo (obr. 10E).

Slovník termínov

akrečný klin alebo **akrečná prizma** (angl. *accretionary wedge, a. prism*) – tektonicky zhrubnutý klin sedimentov presekávaný násunovými zlomami nachádzajúci sa na subdukujúcej (spodnej) platni konvergentného orogénneho systému. Klin je hrubší v interných zónach priľahlých k nadložnej platni a tenší smerom k subdukovanej platni (obr. 2). Vzniká zhrňaním sedimentov z povrchu subdukujúcej platne v dôsledku násunu nadložnej platne. Jeho objem je daný množstvom prítomných sedimentov a charakterom subdukcie (prevládajúca subdukčná erózia alebo akrécia; Huene a Scholl, 1991). Tvorí sa zvyčajne v hlbokovodnom



Obr. 2. Seismický rez (línia 134) čelom nankaiského akrečného klina s vyznačením vrtov ODP jv. od ostrova Šikoku (Tilley et al., 2021).

Fig. 2. Seismic section (line 134) through the front of the Nankai accretionary wedge, showing ODP wells south of Shikoku Island (Tilley et al., 2021).

prostredí pod morskou hladinou, nad hladinou vystupuje iba lokálne (napr. Barbados, Taiwan). Materiál akrečného klina v závislosti od prevládajúceho sedimentárneho pokryvu subdukovanej platne a transportu materiálu z nadložnej platne môže mať rôznorodý charakter aj pôvod. Môže ísť o pelagické sedimenty, sedimenty gravitačných prúdov až chaotické sklzové sedimenty a subdukčnú melanž či olistostrómu (Festa et al., 2016). V prípade prítomnosti vulkanického oblúka môže byť vo významnej miere prítomný aj vulkanický materiál z nasúvanej platne.

alochtón (angl. *allochthon*) – teleso hornín transportované mimo miesta svojho vzniku. Od 20. storočia prevládlo používanie v užšom tektonickom zmysle (Dennis et al., 1979), napr. príkrov, tektonická šupina. Predstavuje teleso transportované na veľkú vzdialenosť, ktoré svojím zložením, stavbou alebo metamorfným postihom (či jeho absenciou) môže byť vo výraznom kontraste s okolitými horninovými sekvenciami. Termín definoval Neumann (1858).

autochtón (angl. *autochthon*) – masa hornín, ktorá leží na mieste svojho vzniku, zakorenená vo svojom podloží. Predstavuje podložie alochtónu, ale môže byť aj postihnuté deformáciou. Termín definoval Neumann (1858).

backstop alebo **rigid buttres** (bez slovenského ekvivalentu) – rigidnejšia oblasť ohraničujúca tylovú časť vrásovo-násunového pásma a prenášajúca horizontálne napätie smerom do ľahšie sa deformujúceho predpolia (obr. 8). *Backstop* predstavuje horniny tylových častí násunového pásma, ktoré sa pohybujú smerom k predpoliu. Často býva zjednodušene vyobrazovaný ako radlica snehového pluhu, ktorá pred sebou tlačí sneh (Byrne et al., 1993).

basement involved thin-skinned alebo **plytkokôrový štýl zahrnujúci fundament** [nový termín, angl. *basement involved thin-skinned (style)*] – prechodný typ deformácie medzi *thin-skinned* a *thick-skinned* štýlom deformácie, pri ktorom sú násuny tvorené prevažne sedimentárnymi sekvenciami s lokálne zachovanými vrchnými časťami podložného kryštalinického fundamentu.

bazálna plocha odlepenia, plocha odlepenia, dekolement alebo **detachment** (angl. *basal detachment*, *basal décollement*, *sole thrust*, *detachment*; fran. *décollement* – odlepenie) – najnižšia plocha, resp. horizont odlepenia

v násunovom systéme. Regionálna plocha odlepenia vrásovo-násunového pásma oddeľuje skrátčením deformovanú kôru od nedeformovanej kôry v podložnom bloku (Nemčok et al., 1995, s. 94; Twiss a Moores, 2006, s. 123; Davis a Reynolds, 2011). V čelných častiach vrásovo-násunových pásiem leží väčšinou v oblasti kontaktu kryštalinického fundamentu a sedimentárneho obalu alebo vyššie v reologicky vhodných súvrstviach sedimentárneho obalu (bridlice, evapority). V sedimentárných sekvenciách býva paralelná s vrstvitosťou.

čelná línia alebo **pevná línia** (angl. *tip line*) – línia v priestore, pozdĺž ktorej vyznieva posun na násunovom zlome. Predstavuje zakončenie slepého násunu. V geologickom reze sa prejavuje ako bod (obr. 4).

čelná priehlbina alebo **predhlbina** (angl. *foredeep*) – rôzne používaný termín:

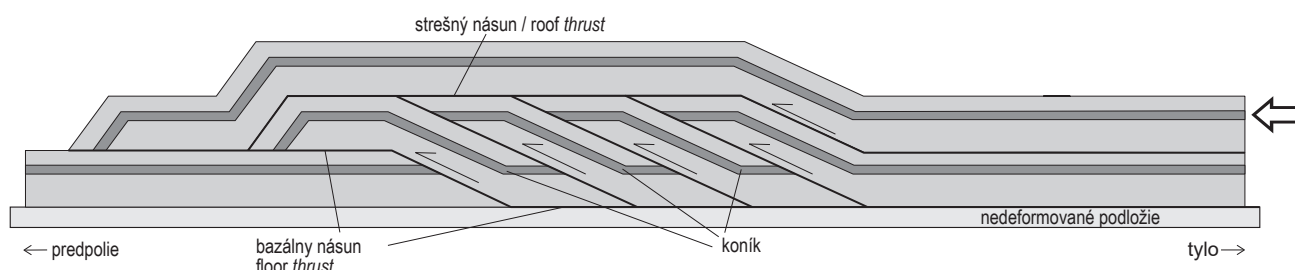
1. sedimentačná panva v predpolí orogénu, pozri *panva predpolia* (obr. 15);
2. časť panvy predpolia medzi čelným násunom a *forebulge* (DeCelles a Gilles, 1996, obr. 15).

Poznámka: Termín *predhlbeň* vyskytujúci sa v staršej literatúre sa považuje za zastaraný a neodporúča sa používať.

čelná rampa (angl. *frontal ramp*) – strmšie uklonený segment (*high angle thrust*) v čele násunu. Je uklonený smerom do tyla násunu (obr. 6), ktorým plocha odlepenia prechádza do vyššej štruktúrnej úrovne.

duplex (angl. *duplex*) – tektonické nahromadenie izolovaných šupín (*imbrikácia*), zospodu aj zvrchu ohraničené dvomi násunovými plochami, ktoré sa v tyle rozvetvujú a v predpolí spájajú (bazálny a strešný násun) a spôsobujú štruktúrnú samostatnosť duplexu pri násunovej tektonike (obr. 3 a 11; McClay, 1992). Duplexy môžu spôsobovať opakovanie vrstvého sledu, napr. v poradí 1 – 2 – 3 – 1 – 2 – 3, na rozdiel od vrásového opakovania v poradí 1 – 2 – 3 – 3 – 2 – 1. Niekedy sa rozlišujú duplexy uklonené do tyla (angl. *hinterland dipping duplex*) a duplexy uklonené smerom k predpoliu (angl. *foreland dipping duplex*).

externidy (angl. *externides*) – vonkajšie, mladšie zóny orogénnych pásiem priľahlé k predpoliu alebo kratónu. Sú charakteristické prevahou nemetamorfovaných sedimentárných sekvencií (často flyš), ktoré sú v záverečných fázach deformácie zvrásnené a/alebo nasúvané. Termín zaviedol Kober (1921). V Západných Karpatoch externidám



Obr. 3. Duplex je násunová štruktúra medzi bazálnym násunom a vrchným, resp. strešným násunom.

Fig. 3. Duplex is a thrust structure between the sole thrust and the roof thrust.

zodpovedajú Vonkajšie Západné Karpaty (sensu Biely et al., 1996).

floor thrust (angl. syn. *sole thrust*) – spodná plocha odlepenia duplexu, báza duplexu. Na rozdiel od termínu *bazálna plocha odlepenia* (dekolement) predstavuje iba lokálnu štruktúru (obr. 3).

imbrikácia, imbrikovanie alebo zošupinatenie (angl. *imbrication*) – termín môže mať rôzne významy:

1. proces zošupinatenia, vzniku šupinovej stavby – pôvodné teleso je rozdelené na približne rovnako veľké a podobne deformované násunové telesá usporiadané podobne ako škridly na streche (obr. 7, 8, 11 a 12);
2. výsledok imbrikácie, pozri *šupinová stavba*.

imbrikovaný vejár (angl. *imbricate fan*) – štruktúra, keď sa násunový zlom rozvetvuje z nižšej plochy odlepenia smerom do nadložia, kde sa viac nespája a zostáva rozvetvený vo forme vyznievajúcich slepých násunov (na rozdiel od duplexu, kde sú násunové štruktúry zvrchu ohraničené násunom – *roof thrust*). Niektorí autori rozlišujú imbrikovaný vejár postupujúci vpred (*leading imbricate fan*), kde zlomy vznikajú v predpolí existujúcich násunov, a ustupujúci imbrikovaný vejár (*trailing imbricate fan*), kde nové násuny vznikajú v tyle starších násunov, teda spôsobom mimosekvenčného násunu (obr. 4).

internidy (angl. *internides*) – vnútorné, staršie zóny kolíznych orogénnych pásiem vzdialené od predpolia, resp. kratónu, charakteristické prítomnosťou duktilného vrásnenia, metamorfózy a magmatizmu. Termín zaviedol Kober (1921). V Západných Karpatoch internidám zodpovedajú Vnútorné Západné Karpaty (sensu Biely et al., 1996).

Z geodynamického hľadiska možno upozorniť na fakt, že súčasné internidy orogénov v minulosti v úvodných fázach deformácie mohli mať charakter externíd (odlepené nasúvané sedimentárne sekvencie). Neskôr pokračujúca konvergencia, metamorfóza, magmatizmus, exhumácia kryštalinických hornín a následná erózia spôsobili odstránenie pripovrchových násunov, a tak ich charakter sa úplne pozmenil. Tento fakt však oba popisné termíny nediskvalifikuje.

inverzná tektonika (angl. *inversion tectonics*) – spätný pohyb, resp. reaktivácia pôvodne opačných zlomov. Môže postihovať pôvodne poklesové zlomy, ktoré sa následne správajú ako prešmyky (pozitívna inverzia, obr. 5), resp. prešmykové zlomy môžu po reaktivácii fungovať ako poklesy (negatívna inverzia). Rovnako aj štruktúry horizontálnych posunov sa môžu meniť z dextrálnych na sinis-trálne a naopak.

koník alebo šupina (angl. *horse*, nem. *Schuppe*) – horninové teleso izolované medzi dvoma rozvetvujúcimi sa a opäť sa spájajúcimi zlomovými plochami (obr. 3 a 11). Štruktúra sa vyskytuje aj v súvislosti s poklesovými zlomami a horizontálnymi posunmi. Viac koníkov v násunovom systéme vytvára duplex. Anglický termín zaviedol Bailey (1938).

kontrakčný zlom (angl. *contractional fault*) – zlom, ktorý spôsobuje horizontálne skrátenie merané kolmo na smer poruchy. Patria sem násuny a prešmyky. Termín kontrakčný zlom nie je v slovenskej geologickej komunite zaužívaný a väčšina autorov odporúča použitie termínu kompresný.

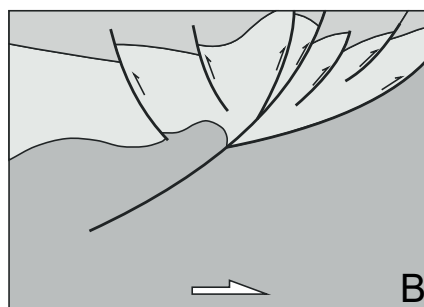
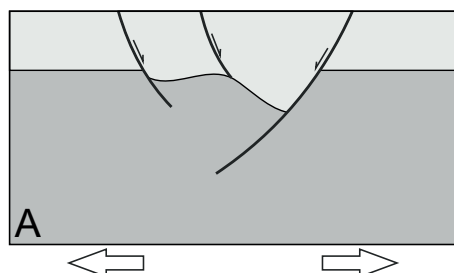
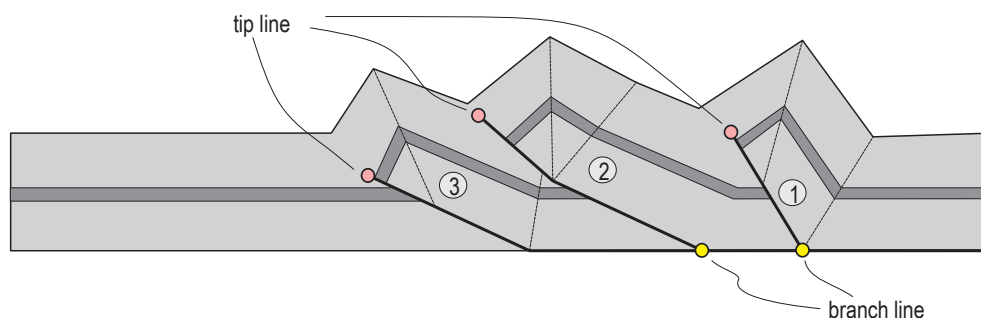
Poznámka: Kontrakcia: „zmenšovanie, zmenšenie objemu, skracovanie, skrátenie, zužovanie, zúženie, zmršťovanie, zmrštenie, sťahovanie, stiahnutie... v geol. k. hornín (op. dilatácia)“; kompresia: „stlačenie, stláčanie, zmenšenie objemu niečoho; zvýšenie tlaku v niečom“ (Petráčeková et al., 2005). Termín kontrakcia sa v zahraničnej geologickej literatúre používa v súvislosti s deformáciou (angl. *strain*), zatiaľ čo termín kompresia v súvislosti s napätím (angl. *stress*).

Obr. 4. Imbrikovaný vejár.

Jednotlivé násuny vznikali postupne od najstaršieho po najmladší sprava (1) doľava (3). Línia rozvetvenia násunových zlomov je žltou, línia vyznenia deformácie ružovou. Všetky tri štruktúry vytvárajú vrásky nad slepo zakončeným násunom.

Žltou, línia vyznenia deformácie ružovou. Všetky tri štruktúry vytvárajú vrásky nad slepo zakončeným násunom.

Fig. 4. Imbricated fan. The individual thrusts were formed sequentially from the oldest to the youngest from right (1) to left (3). Line of branching of the thrust faults in yellow. Tip line in pink. All three structures form fault-propagation folds.



Obr. 5. Inverzná tektonika: A – rez riftovou panvou, B – inverzia riftovej panvy za vzniku vrásovo-násunovej stavby.

Fig. 5. Inverse tectonics: A – section through rift basin, B – inversion of rift basin to form fold and thrust structure.

laterálna rampa alebo **bočná rampa** (angl. *lateral ramp*) – rampa smerovo rovnobežná so smerom tektonického transportu. Môže predstavovať subvertikálny smerný posun až šikmý prešmyk (obr. 6). Podobný termín: *tear fault*.

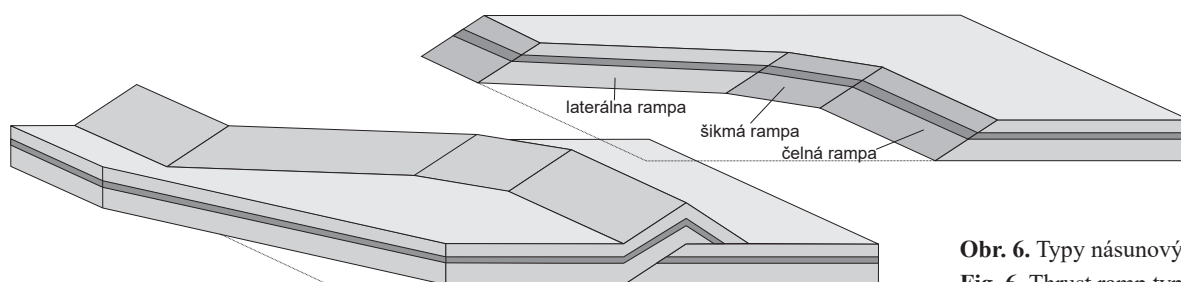
mechanická stratigrafia alebo **reologická stratigrafia** (angl. *mechanical stratigraphy*) – popis regionálnej stratigrafickej sukcesie hornín na základe ich mechanických vlastností v súvislosti s ich pevnosťou a náchylnosťou na deformáciu. V sledoch karpatských príkrovov možno jasne definovať niekoľko mechanicky slabých horizontov. Sú nimi predovšetkým evapority, vrchná, bridličnatá časť lúžňanského súvrstvia, lunzské vrstvy, najmä hrubšie telesá reingrabenských bridlíc, ílovité sedimenty karpatského keuperu, mraznické, púchovské alebo malinowské súvrstvie a podobne. Naopak, kompetentné celky reprezentujú súvrstvia stredotriasových karbonátov alebo jurský sled allgäuskeho, ždiarskeho, jaseninského a osnického súvrstvia.

mimosekvenčný násun alebo **regresívny násun** (angl. *out of sequence thrust, overstep thrust sequence*) – násun, ktorý vzniká v tyle už existujúcich násunov (obr. 7). Je relatívne menej častým javom než nesený násun.

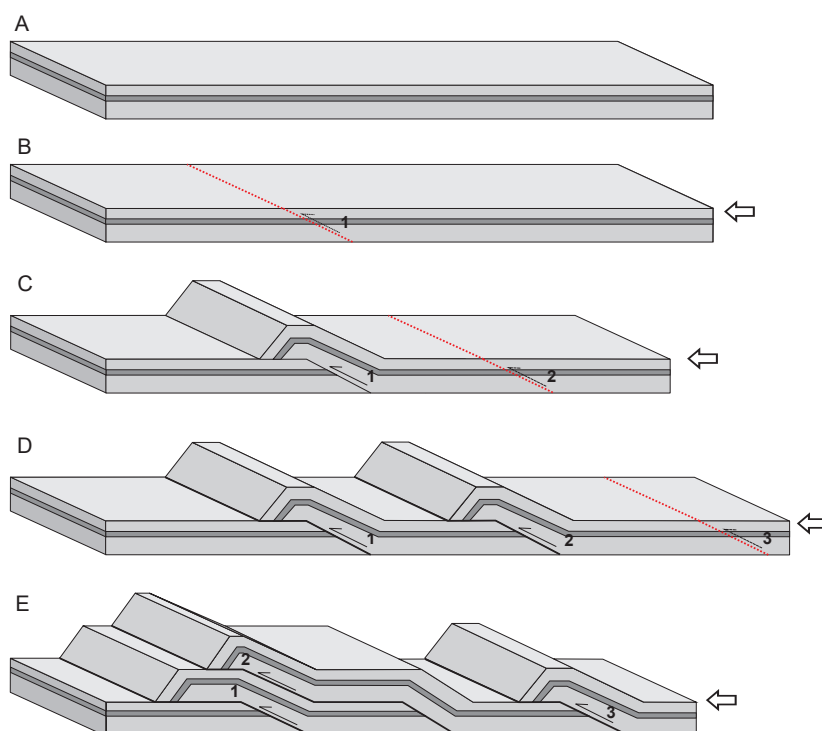
V minulosti sa v slovenčine objavoval aj doslovný preklad *násun mimo poradia*, ktorý ďalej neodporúčame používať.

mobilitné pásmo (angl. *mobile belt*) – všeobecné označenie dlhého a úzkeho pásma zemskej kôry vyznačujúceho sa zvýšenou tektonickou aktivitou. Rôzne používaný termín pôvodne pochádza z geosynklinálnej koncepcie a môže byť synonymom pre geosynklinálu, vrásové (orogénne) pásmo či všeobecne oblasť so zvýšenou tektonickou aktivitou (napr. Kosygin a Parfenov, 1970). Termín sa často používa napr. na označenie najstarších, predkambrických pásiem, v ktorých je aplikácia termínov platňovej tektoniky problematická (Allaby, 2008).

model kritického klina alebo **model kritického zahrotenia** (nové termíny, angl. *critical taper model*) – teoretický model používaný na vysvetlenie vzniku a mechanizmu vývoja orogénneho klina, resp. vrásovo-násunových pásiem. Orogénny klin možno zjednodušene pripodobniť k správaniu snehu pred radlicou odhŕňača (napr. Davis et al., 2011). V dôsledku kompresie vzniká napätie a následná deformácia materiálu vnútri klina. Deformácia vzniká pôsobením prešmykov a/alebo násunov, ktoré spôsobia vertikálne narastanie a zvyšovanie vonkajšieho sklonu klina, až kým



Obr. 6. Typy násunových rämp.
Fig. 6. Thrust ramp types.



Obr. 7. Mimosekvenčný násun s tvorbou nových násunov (2 a 3) v tyle existujúcich (1).

Fig. 7. Out-of-sequence thrust with formation of new thrusts (2 and 3) in the hinterland of the existing ones (1).

nedosiahne kritický uhol (obr. 8). V momente dosiahnutia kritického uhla klina nastáva dynamická rovnováha síl a klin sa stabilne pohybuje pozdĺž plochy bazálneho odlepenia. Kritický uhol závisí od pevnosti materiálu, ktorý ho tvorí, trecích síl pozdĺž bazálnej plochy odlepenia, veľkosti síl tlačiacich na klin z tyla, vlastného topografického sklonu povrchu a tvaru klina podmieneného bazálnou a čelnou akreciou, eróziou a sedimentáciou (Chapple, 1978; Dahlen, 1990). Veľkú úlohu hrá aj prítomnosť fluíd, hlavne vody. Model je založený na teórii Coulombovho klina závislého od uhla vnútorného trenia materiálu. Tento model možno laboratórne simulovať deformáciou piesku, ílu, želatíny či iného materiálu (tzv. *sand box* modelovanie; napr. Graveleau et al., 2012).

nadložný blok (angl. *hanging-wall block*) – horniny v nadožní sklone z lomu (obr. 23A, B, D). Tvorí samotné teleso násunu, príkrov alebo násunovú šupinu.

násun alebo **násunový zlom** (angl. *thrust*, *thrust fault*, *overthrust*) – kontrakčný zlom, prešmyk s nižším sklonom ako 45° , ktorého dôsledkom je zdvojenie stratigrafie a presun starších hornín nad mladšie (napr. Twiss a Moores, 2006; obr. 23D). Zvyčajne je sklon menej ako 30° a celkom bežne môže byť subhorizontálny. V prípade násunu je dôležitý aj jeho regionálny mapový rozsah (McClay et al., 1981). Obyčajne ho tvoria ploché (vlastný násun) a šikmé segmenty (násunová rampa) (tzv. schodisková, *strair-step* geometria). Ploché časti násunov sú často vyvinuté

v reologicky vhodných horninách; v usadených horninách pozdĺž plôch vrstvitosti či v premenených horninách pozdĺž regionálnych plôch foliácie (pozri heslo *mechanická stratigrafia*). Násuny sú typické deformačné štruktúry vrásovo-násunových pásiem (McClay, 1992). Násuny typu *toe thrust* môžu vznikať aj gravitačne. Násuny sa spravidla širšia od jadra orogénneho pásma smerom do predpolia (napr. Park, 2012).

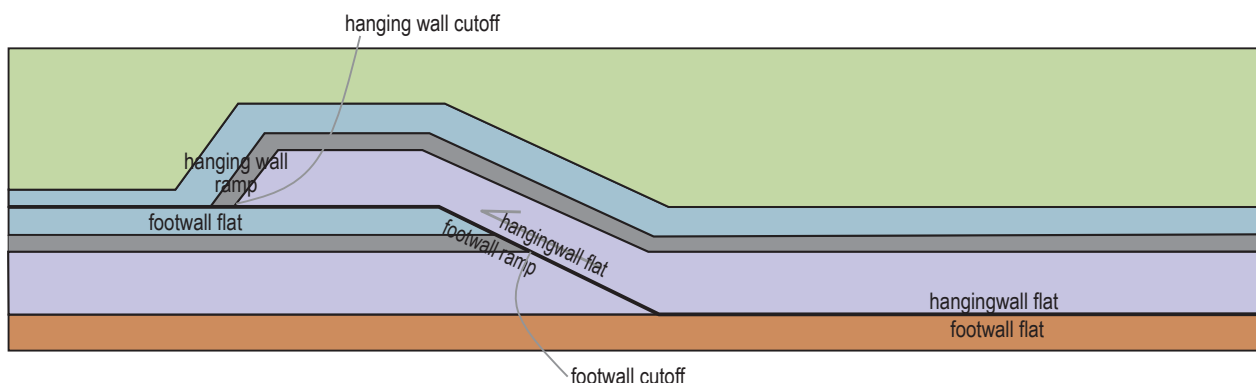
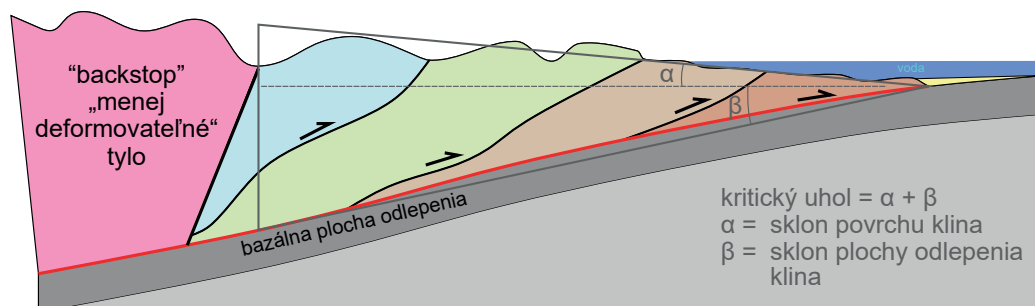
Anglická terminológia vnútornej stavby násunu z hľadiska presekávania vrstvitosti a pozície v rámci plochých a šikmých segmentov je značne komplikovaná a slovenské ekvivalenty neexistujú (obr. 9).

násun smerom k predpoliu alebo **násun do predpolia** (angl. *forethrust*) – násun, ktorého nadožný blok sa pohybuje v smere zhodnom s prevládajúcim smerom tektonického transportu vrásovo-násunového pásma.

násunový systém (angl. *thrust system*) – súbor súvisiacich násunov, ktoré sú geometricky, kinematicky a mechanicky prepojené (obr. 11; McClay, 1992). Spravidla sa chápe ako súčasť väčšieho celku násunov vrásovo-násunového pásma. Násunový systém regionálneho rozsahu môže byť dôsledkom skrátenia nad určitým regionálnym horizontom odlepenia. V Západných Karpatoch je to napr. nad vrchnou časťou lúžňanského súvrstvia alebo karpatským keuperom. Slovenský termín prvýkrát použili Nemčok et al. (1995, s. 94).

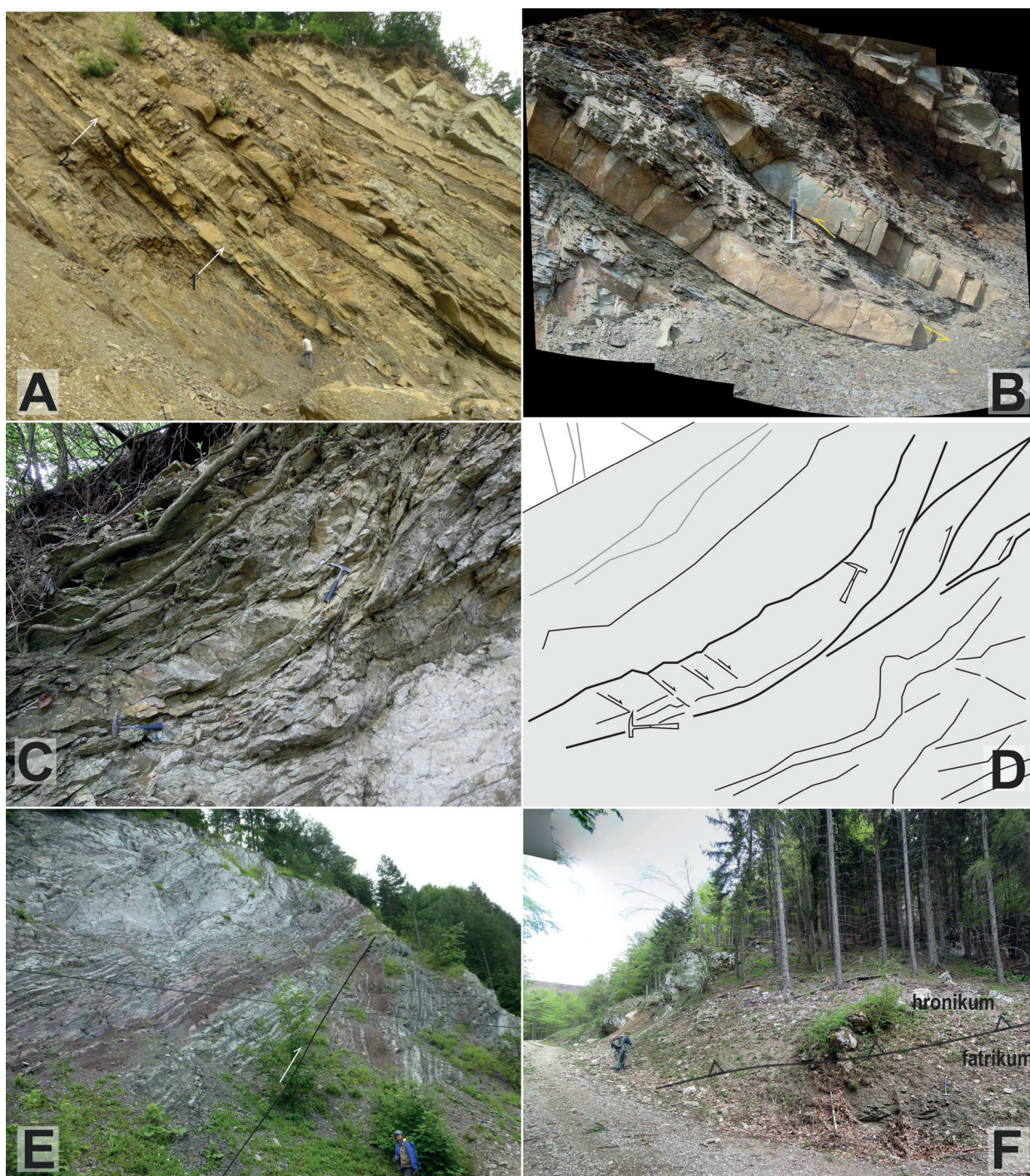
Obr. 8. Model kritického uhla orogénneho klina.

Fig. 8. Model of the critical taper of the orogenic wedge.



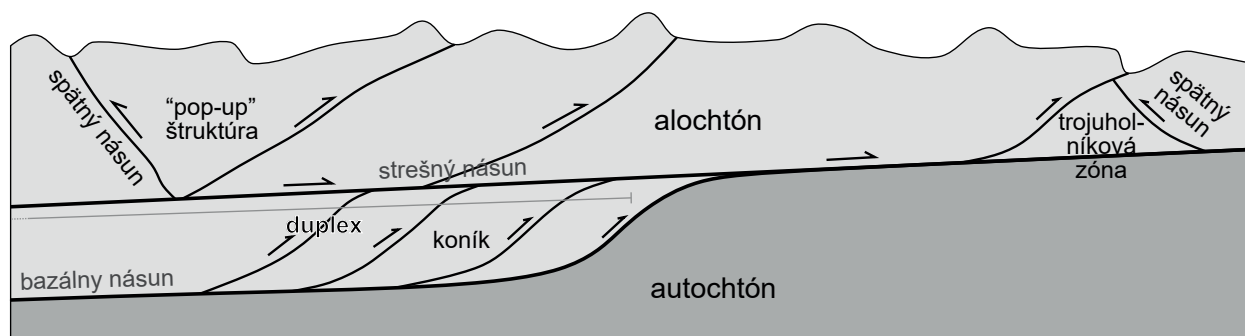
Obr. 9. Terminológia segmentov násunovej *flat-ramp* štruktúry (podľa Waldrona a Snydera, 2020). Anglická terminológia je uvedená zámerne.

Fig. 9. Terminology of the segments of the thrust flat-ramp structure (based on Waldron and Snyder, 2020).



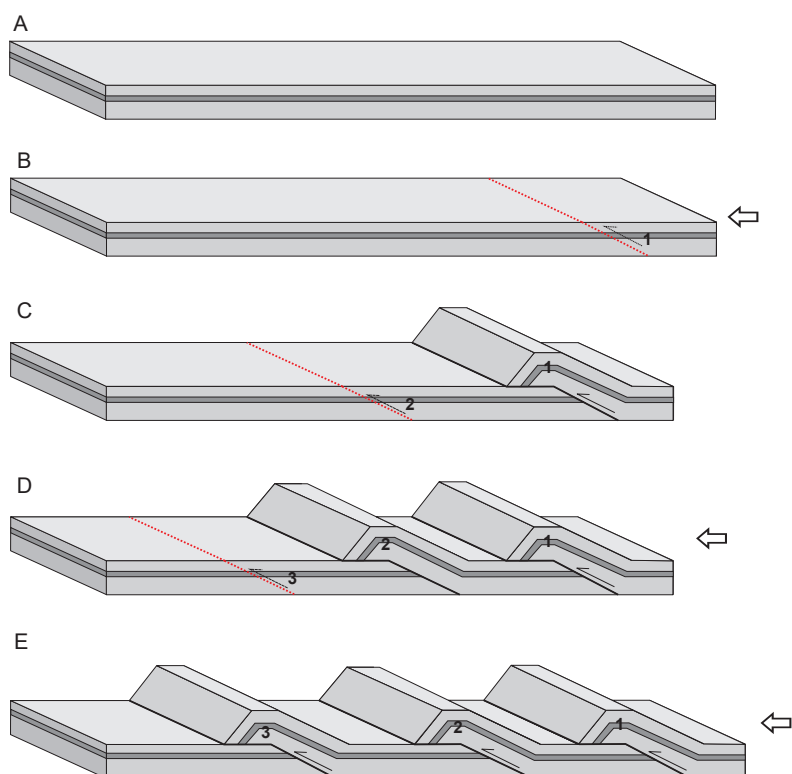
Obr. 10. Príklady násunových štruktúr zo slovenských Západných Karpát: A – počiatočné násuny v pieskovcoch bystrických vrstiev bystrickej jednotky flyšového pásma (biele šípky), kameňolom Novot' (49,435 275°, 19,233 987°); B – detail násunovej rampy v pieskovcoch bystrických vrstiev prechádzajúcej do plochého násunu v ílovcach, kameňolom Novot'; C a D – deformované pieninské vápence bradlového pásma tvoriace imbrikovanú stavbu. Zaujímavosťou je extenzia na ľavej strane lavicovitej vrstvy v tyle násunu. Starý lom pri osade Drgoňova dolina, Stará Turá (48,766 367°, 17,655 717°); E – násun v pestrých sliedovcoch púchovského súvrstvia, bradlové pásmo, zárez železnice v. od osady Široká (49,246 619°, 19,348 221°); F – typický príklad odkrytia násunovej plochy príkrovov, hore sivé aniské dolomity a vápence gutensteinského súvrstvia hronika, dole sliedovce mraznického súvrstvia fatrika, zárez lesnej cesty západne od Čičmian (48,957 361°, 18,498 833°) (foto O. Pelech).

Fig. 10. Examples of thrust structures from the Slovak Western Carpathians: A – proto-thrusts in sandstones of the Bystrica Mb. of the Bystrica Unit of the Flysch belt, Novot' quarry (49.435275°, 19.233987°); B – detail of a thrust ramp structure in sandstones of the Bystrica Mb. and flat thrust in claystones, Novot' quarry; C and D – deformed Pieniny limestones of the Pieniny Klippen Belt forming an imbricated structure. The interesting feature is the extension on the left side of the medium-bedded limestone, in the hinterland of the thrust. Old quarry near the settlement Drgoňova dolina, Stará Turá (48.766367°, 17.655717°); E – spectacular thrust in variegated marlstones of the Púchov Formation, railway cut east of the settlement Široká, Pieniny Klippen Belt (49.246619°, 19.348221°); F – typical example of an outcrop of a thrust sheet. The hangingwall represented by grey Anisian dolomites and limestones of the Gutenstein Formation of the Hronikum, footwall marlstones of the Mraznica Formation of the Fatricum, forest road cut west of Čičmany (48.957361°, 18.498833°) (photo O. Pelech).



Obr. 11. Schéma niektorých násunových štruktúr (podľa Burga, 2018).

Fig. 11. Scheme of some thrust structures (after Burg, 2018).



Obr. 12. Nesená násunová sekvencia s tvorbou nových násunov v podloží staršieho násunu. Staršie násuny sú nesené na mladších (tzv. piggy-back style).

Fig. 12. In sequence thrusting with formation of new thrust sheets in the footwall of the older one. Older thrusts are carried on top of younger ones (the so called piggy-back style).

nesený násun, nesená násunová sekvencia, čelná následnosť násunov alebo **progresívna následnosť násunov** (nové navrhované termíny, angl. *in-sequence thrusting, piggy-back style, forward-breaking sequence, foreland-propagation thrust system*) – násunová sekvencia, v ktorej sú staršie, topograficky vyššie násuny nesené na mladších násunoch, ktoré sú iniciované v ich podloží (obr. 12). Deformácia v nadložnom bloku sa zastaví, starší násun je zanechaný a vzniká nový segment násunu deformáciou podložného bloku. Tento spôsob nasúvania je pozorovaný častejšie, niekedy sa však vyskytujú aj *mimosekvenčné násuny* (Morley, 1988). Nesená násunová sekvencia zvyčajne vzniká v rámci jedného horizontu odlepenia. Táto postupnosť je charakteristická aj pre násunovú sekvenciu v Západných Karpatoch, kde sa najprv nasunulo gemerikum na veporikum, potom veporikum na tatrikum a neskôr vnútrokarpatské jednotky na oravikum a flyšové pásmo (obr. 13).

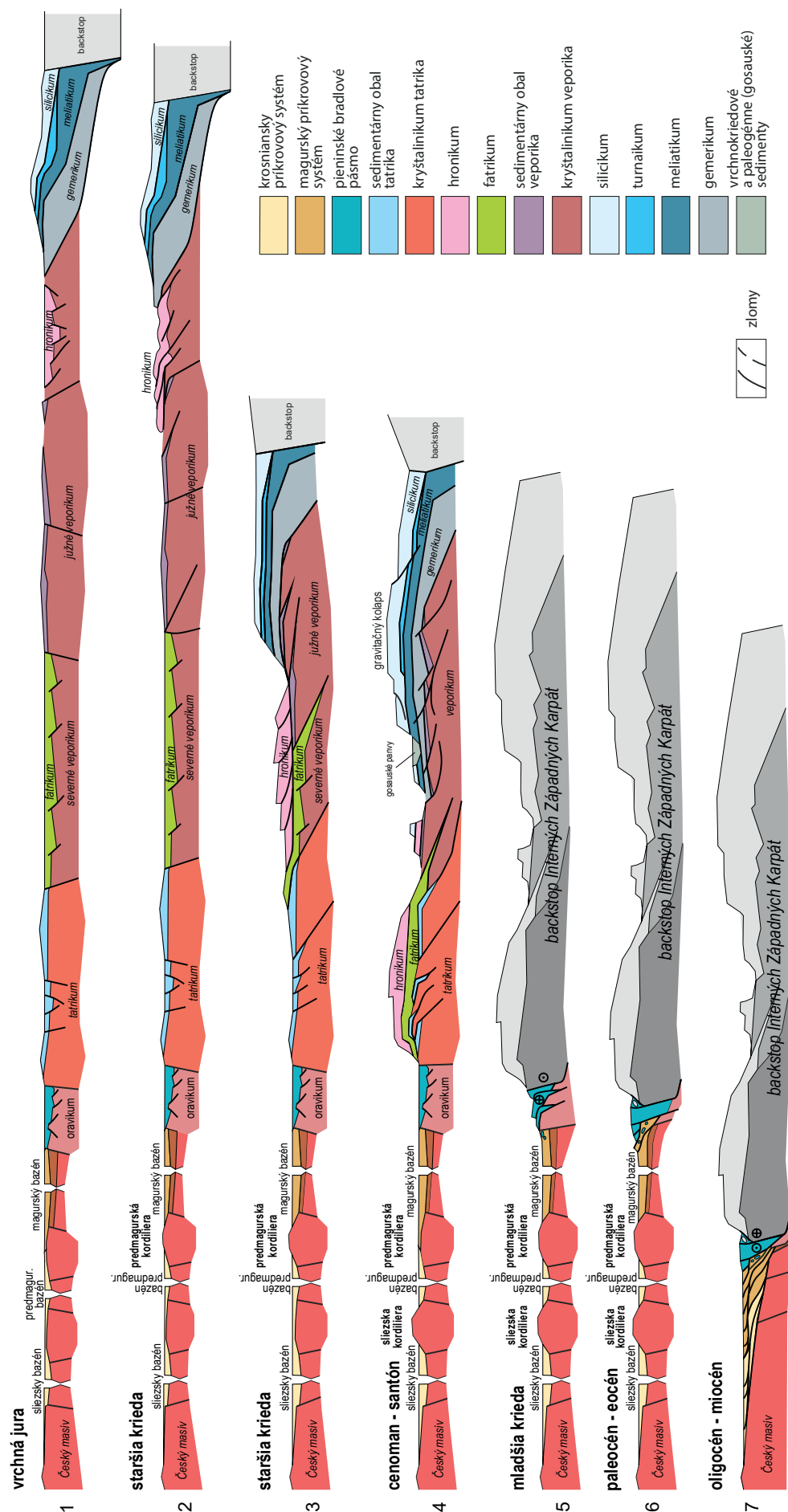
Poznámka: Alternatívny preklad *normálny násunový sled* alebo *normálna násunová sekvencia* neodporúčame používať pre možnosť zámieny s anglickým označením poklesu (angl. *normal fault*), ako aj preto, lebo neexistujú nenormálne násuny, resp. násunové sekvencie.

orogén (angl. *orogeny*) – rôzne používaný termín:

1. synonymum pre *orogénne pásmo*;
2. historicky v pôvodnom ponímaní ide o druhé štádium vývoja geosynklinály, v ktorom začínajú prevládať vertikálne pohyby vedúce k vzniku pohoria (Kober, 1921). Orogén sa po stabilizácii zmení na kratogén (kratón).

Poznámka: Použitie termínov orogén, orogéniza a orogenetický môže byť v niektorých súvislostiach sporné, pretože etymologicky znamená iba vznik horstva v zmysle geomorfologického útvaru, čo môže, ale nemusí byť výsledkom konvergentných procesov. Termín orogén sa zvykne používať výlučne len pre konvergentné systémy, hoci horské pásma vznikajú aj v extenzných prostrediach, napr. na riftových okrajoch (Schwarzwald – Vogézy – ramená Rýnskeho grabenu alebo ramená stredoafrického riftového systému či pohoria na okrajoch Červeného mora atď.). Podobný pojem *tektogén* a *tektogéniza*.

orogéniza (angl. *orogenesis*) – vznik pohorí najmä v dôsledku konverencie v zemskej kôre, sprevádzaný vrásnením, nasúvaním, vznikom zlomov, metamorfózou a magmatizmom (Saklani, 2008). Vo vývoji zemskej kôry sa vyskytlo mnoho orogenetických cyklov a ich fáz, z ktorých každá trvala mnoho miliónov rokov.



Obr. 13. Vývoj príkrovovej stavby západnej časti Západných Karpát zobrazený na sérii schematických rezov zachytávajúcich vývoj násunových štruktúr od mladšej jury po miocén.
 Fig. 13. The evolution nappe structure of the western part of the Western Carpathians depicted in a series of schematic sections showing the thrust related structures from the Late Jurassic to the Miocene.

orogénne pásmo, orogén alebo vrásové pásmo (angl. *orogenic belt, orogen, orogene, fold belt*) – lineárna alebo zakrivená oblasť zemskej kôry, ktorá bola vystavená deformácii a vrásneniu počas orogenézy. V priebehu svojho vývoja je to mobilné pásmo, ktoré sa neskôr v dôsledku postorogenetických procesov stane horským pásmom (Dennis et al., 1979; Bates a Jackson, 1987). Termín orogén zaviedol Kober (1921) ako opak kratogénu – stabilizovaného regiónu zemskej kôry. Termín má zvyčajne časovú konotáciu, napr. alpínsky orogén. Vrásovo-násunové pásma predstavujú časti orogénnych pásiem s charakteristickým štruktúrnym štýlom. François et al. (2022) rozlišujú 4 typy orogénov: I. subdukčný typ (vznikajúci v dôsledku konverencie oceánskej a kontinentálnej platne nad subdukčnou zónou, napr. Andy); II. akrečné terany (vznikajúce akreciou oceánskych platô, ostrovných oblúkov alebo mikrokontinentov, napr. severoamerické Kordillery); III. kontinentálna kolízia (klasická kontinentálna kolízia, napr. Karpaty a Himaláje); IV. invertovaný rift (bez prítomnosti oceánskej kôry, napr. Atlas). Iné klasifikácie pozri v práci Cawood et al. (2009).

orogénny klin (angl. *orogenic wedge*) – rôzne používaný termín:

1. klinovitá štruktúra vrásovo-násunových pásiem hrubnúca smerom z tyla (interných zón) do predpolia (externých zón) (obr. 1, 13 a 14), celý kôrový segment vrásovo-násunových pásiem od predpolia po tylo (Fossen, 2010, s. 323);
2. synonymum akrečného klina, nízko metamorfovaných alebo nemetamorfovaných komplexov hromadiacich sa nad subdukčnými zónami v oblastiach pred ostrovnými alebo kontinentálnymi vulkanickými oblúkmi.

Mechanizmus deformácie vrásovo-násunového pásma na princípe kritického klina teoreticky rozpracoval Chappel (1978). Súvisiaci termín *model kritického klina*.

panva predpolia alebo periférna panva predpolia (angl. *peripheral foreland basin*) – sedimentárna panva vznikajúca na kontinentálnej strane vrásovo-násunového pásma, ktorej akomodačný priestor narastá v dôsledku elastického ohybu litosféry pod masou nasúvaných sekvencií (obr. 1 a 13; napr. DeCelles a Gilles, 1994; Park, 2012). Alpy a Karpaty majú pred sebou vytvorenú molasovú

panvu a čelnú karpatskú priehlbínu. Podobný termín *čelná priehlbina*. Súčasťou panvy predpolia môže byť aj nesená (angl. *piggyback basin*) alebo nadklinová panva (angl. *wedge-top basin*).

paraautochtón (angl. *paraautochthon*) – označenie čiastočne presunutých sekvencií v podloží príkrovu. Veľkosť presunu je menšia než 10 km (Borukaev, 1999). Podloží paraautochtónu je autochtón a nadloží alochtón. Podobný termín *subautochtón*.

podložný blok (angl. *footwall block*) – horninové teleso v podloží zlomu (obr. 23). Zostáva stabilný vzhľadom na nadložný blok. Môže byť autochtónny, ak je sám na mieste, alebo paraautochtónny, ak bol presunutý na krátku vzdialenosť, ktorá v literatúre nebola definovaná.

podstielanie alebo subkrécia (angl. *underplating*) – proces akrecie sedimentov k nadložnej platni nad subdukčnou zónou postupom násunu a vznikom duplexov do subdukujúcich sedimentov, ktoré sa následne stávajú súčasťou akrečnej prizmy (Moore a Twiss, 2014).

pop-up štruktúra, push-up štruktúra alebo vytlačená štruktúra (nové termíny, angl. *pop-up structure, push-up s.*) – zlomovo ohraničená štruktúra, vyzdvihnutá v dôsledku kombinácie násunu s normálnou vergenciou a spätného násunu (obr. 11).

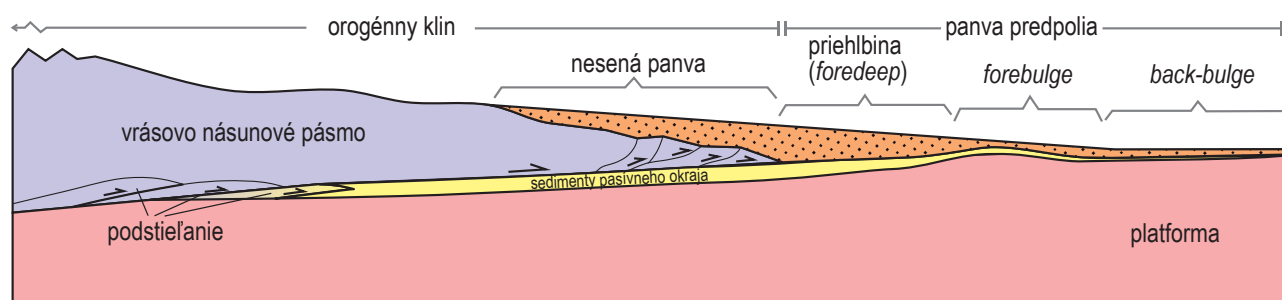
predpolie (angl. *foreland*) – stabilná nedeformovaná oblasť priľahlá k orogénnemu pásmu, na ktorú sa orogén nasúva (obr. 1 a 15). Spravidla ju tvorí kontinentálna kôra okraja stabilnej platformy (Dennis, 1967). Termín zaviedol Suess (1909). Predpolie môže byť aktivitou vrásovo-násunového pásma postupne inkorporované do jeho čelných častí, ako napr. jednotky zvrásnenej molasy flyšového pásma.

prešmyk (angl. *reverse fault, inverse fault, upthrust*) – kontrakčný zlom sprostredkujúci presun nadložnej kryhy smerom nahor nad podložnú (obr. 23B). Ak je viazaný na pôvodne subhorizontálne sedimentárne formácie, pretína ich pod veľkým uhlom, viac ako 45°. V prípade porušenia ostatných typov hornín je rozhodujúci jeho sklon (viac ako 45°). Z hľadiska mechaniky hornín ide o pomerne zriedkavú štruktúru, oveľa častejšie kontrakčné zlomy sú násuny, uklopené menej ako 45°.

Obr. 14. Jednoduchý experimentálny *sandbox* model orogénneho klina (Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, oddelenie vydavateľstva a propagácie; foto O. Pelech).

Fig. 14. A simple experimental “sandbox” model of an orogenic wedge (State Geological Institute of Dionýz Štúr, Department of Publishing and Propagation; photo O. Pelech).





Obr. 15. Schematický rez vrásvo-násunovým pásmom a panvou predpolia (podľa DeCellesa a Gillesa, 1994).

Fig. 15. Schematic crosssection of the fold and thrust belt and the related foreland basin (based on DeCelles and Gilles, 1994).

príkrov (franc./angl. *nappe* = prikrývka) – doskovité teleso nasunuté na cudzorodý podklad, spravidla využitím subhorizontálnej násunovej (tzv. šariážnej) plochy (obr. 16). Za minimálnu vzdialenosť presunu sa väčšinou považuje 5 km (Cornelius, 1940; McClay et al., 1981). Je to podmienka zavedená hlavne v alpskej literatúre alebo pohoriach Alpsko-karpatsko-himalájskej sústavy, ale používa sa napríklad aj v britských či škandinávskych kaledonidách (Butler, 2010; Kampulainen, 2017). Termín príkrov historicky označuje nasúvanú masu alebo násunovú šupinu s určitou litológiou, ktorá charakterizuje paleogeografickú príslušnosť (napr. faciálne pásma). Vo vrásvo-násunových pásmach alpskeho typu je zmysluplnejšie využívať termín príkrov pri jednotkách vyššieho rádu než v prípade menších násunových telies, ktorých je často v rámci jedného príkrovu viacero (Laubscher in McClay et al., 1981). Tie možno označiť za čiastkové príkrovy, ktoré sa podrobnejšie členia na jednotlivé príkrovové šupiny. V Západných Karpatoch sú detailne rozpracované na príklade hronika (napr. Kováč a Havrila, 1998).

Termín príkrov sa pôvodne používal vo všeobecnej geológii na označenie plošne rozsiahlych telies, napr. vulkanických hornín. Príkrov ako tektonickú štruktúru (nem. *Decke*, *colossale Überschiebung*) po prvýkrát použil Escher van der Linth (1841) pri exkurzii v oblasti Glarnských Álp. Svoju interpretáciu však nikdy nepublikoval. Ako prvý ju publikoval Murchison (1849), ktorý sa v práci odvolával na Eschera. Pôvod termínu príkrov sa spravidla pripisuje Bertrandovi (1884) alebo Schardtovi (1893), ktorí koncepciu ďalej rozvíjali.

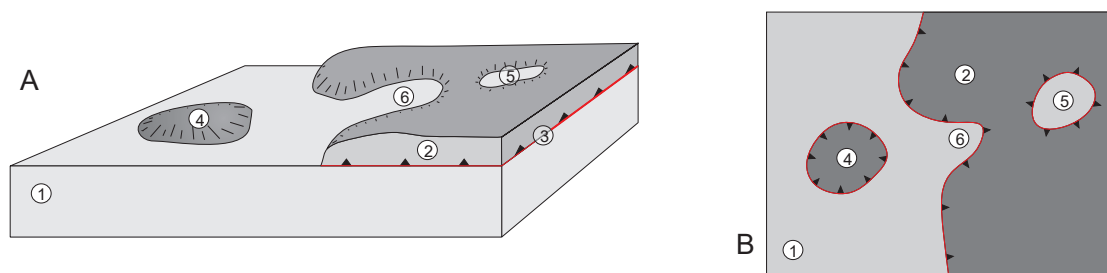
Príkrovy sa na základe svojho zloženia bežne členia na tzv. **superficiálne príkrovy**, ktoré obsahujú iba odlepené sedimentárne (resp. vulkanosedimentárne) sekvencie, a **príkrovy fundamentu**, ktoré obsahujú aj horniny kryštalinického fundamentu. Mechanizmus presunu príkrovov možno vysvetliť aj na príklade modelu kritického klina. Bežne sa na ňom podieľajú aj ďalšie procesy ako gravitačný rozpad (napr. Merle, 1998).

príkrov fundamentu – pozri príkrov

proklin (nový termín; angl. *pro wedge*) – časť bivergentného vrásvo-násunového pásma, ktorá sa nasúva na predpolie v smere hlavného regionálneho tektonického transportu (obr. 17). Termín zaviedli Willett et al. (1993).

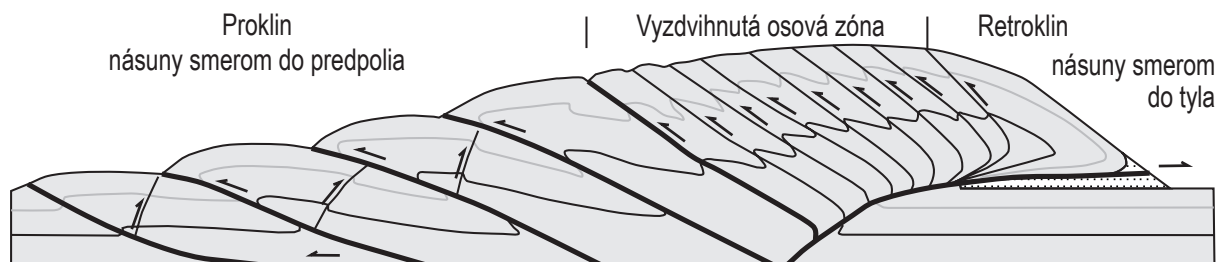
rampa alebo násunová rampa (angl. *thrust ramp*) – šikmý segment násunu pretínajúci pôvodne subhorizontálnu vrstvitosť deformovaných hornín (obr. 6).

regionálny smer tektonického transportu, regionálna vergencia alebo **polarita** (angl. *regional transport direction, regional vergence direction, polarity*) – smer prevažujúceho relatívneho pohybu horninových celkov vzhľadom na autochtónne (či paraautochtónne) podložie. Jeho vymedzenie môže závisieť od mierky pozorovania. V bivergentných vrásvo-násunových pásmach môžu existovať dva smery tektonického transportu, lišiace sa na vonkajšej a vnútornej strane pásma.



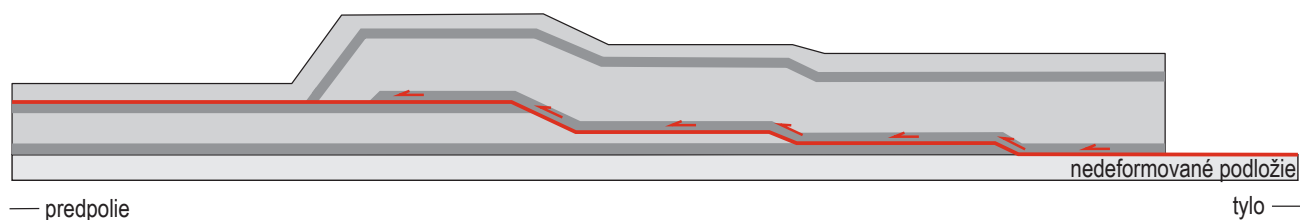
Obr. 16. Terminológia fenoménov príkrovovej stavby: A – blokdiagram znázorňujúci priestorové rozmiestnenie príkrovu: 1 – autochtón – podložie príkrovu, 2 – teleso príkrovu – alochtón, 3 – bazálna plocha odlepenia príkrovu, 4 – tektonická troska, 5 – tektonické okno, 6 – tektonické polokno; B – znázornenie tej istej stavby na mape.

Fig. 16. Terminology of nappe structure: A – blockdiagram showing the elements of the nappe structure: 1 – autochthon – basement of the nappe, 2 – main body of the nappe – allochthon, 3 – basal detachment, 4 – outlier or klippe, 5 – tectonic window or fenster, 6 – tectonic half-window; B – representation of the same structure in a map.



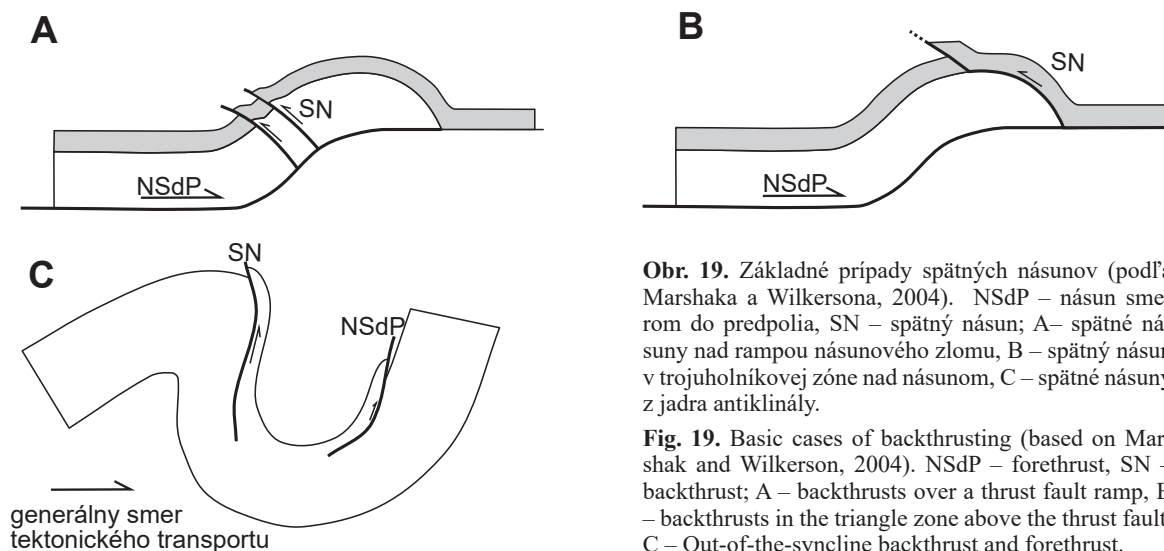
Obr. 17. Model bivergentného orogénneho klina (McClay a Whitehouse, 2004).

Fig. 17. Bivergent orogenic wedge model (McClay and Whitehouse, 2004).



Obr. 18. Schodovitá geometria násunového zlomu tvorená plochými segmentmi (násunmi) a šikmými segmentmi (rampami).

Fig. 18. Stair-step geometry of thrust fault, formed by ramps and flats.



Obr. 19. Základné prípady spätných násunov (podľa Marshaka a Wilkersona, 2004). NSdP – násun smerom do predpolia, SN – spätný násun; A – spätné násuny nad rampou násunového zlomu, B – spätný násun v trojuholníkovej zóne nad násunom, C – spätné násuny z jadra antiklinály.

Fig. 19. Basic cases of backthrusting (based on Marshak and Wilkerson, 2004). NSdP – forethrust, SN – backthrust; A – backthrusts over a thrust fault ramp, B – backthrusts in the triangle zone above the thrust fault, C – Out-of-the-syncline backthrust and forethrust.

retroklín (nový termín; angl. *retrowedge*) – časť bivergentného vrásovo-násunového pásma, ktorá sa nasúva smerom do tyla, proti smeru hlavného tektonického transportu (obr. 17). Termín zaviedli Willett et al. (1993).

schodovitá geometria (angl. *stair-step geometry, forward-stepping thrust*) – geometria násunových plôch od bázy k zemskému povrchu, tvorená striedaním plochých úsekov násunov (násunových plošín, angl. *thrust flats*) a rämp (obr. 6 a 9). Výsledná geometria zlomu v reze pripomína schodisko (obr. 18). Rampy sa tvoria v mechanicky odolnejších horninách (napr. masívnych vápencoch či pieskovcoch), zatiaľ čo ploché úseky predstavujú nekompetentné horniny (napr. bridlice alebo evapority).

slepý násun (angl. *blind thrust*) – násun, ktorý vyznieva v horninovom prostredí a nepreniká až na zemský povrch (obr. 4). Termín zaviedol Thompson (1981).

spätný násun (angl. *backthrust*) – násun, ktorým boli horninové sekvencie presunuté smerom do vnútorných (tylových) zón alebo proti smeru hlavného tektonického transportu (obr. 19). Väčšinou ide o prejav neskorších fáz deformácie.

strešný násun alebo **vrchný násun** (nové termíny, angl. *roof thrust*) – zlomová násunová plocha oddeľujúca zvrchu duplex (obr. 4 a 11). Nad touto plochou sa nachádza ďalšie násunové teleso.

strižná zóna (angl. *shear zone*) – úzka, duktilne, resp. plasticky deformovaná zóna s približne rovnobežnými stenami, ktoré oddeľujú relatívne menej deformované alebo celkom nedeformované bloky (obr. 24C; Fossen a Cavalcante, 2017; Pelech a Hók, 2017). Môže vykazovať aj znaky objemovej zmeny (dilatácia alebo kompakcia). Veľkosť deformácie zóny zvyčajne klesá od jej stredu

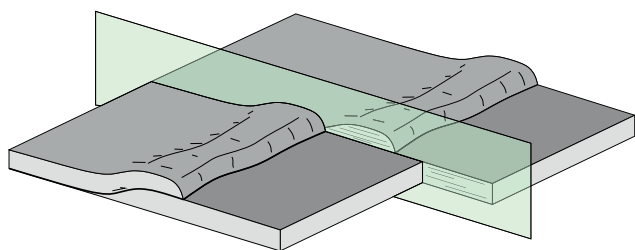
smerom k okrajom. V literatúre ani slovenskej komunite nepanuje zhoda, či je zlom typom krehkej strižnej zóny, alebo je strižná zóna krajným členom, ktorý zahŕňa iba duktilne deformované zóny.

subautochtón (angl. *subautochthon*) – autochtónne podložie príkrovu premiestnené iba na krátku vzdialenosť (menej ako 5 km; Marko a Jacko, 1999, s. 82). Podobný termín *paraautochtón*.

superficiálny príkrov – pozri príkrov

šupinová stavba alebo **imbrikovaná stavba** (angl. *imbricate structure*, *shingle block structure*, nem. *Schuppenstruktur*) – sekvencia monoklinálne uklonených násunov, resp. šupín, ktoré vznikli nad jedným horizontom odlepenia (obr. 3). Pôvodný termín zaviedol Suess (1883). Šupinová stavba je súčasťou *duplexu*.

tear fault alebo **transfer fault** (bez slovenského ekvivalentu) – typ horizontálneho posunu, subvertikálny zlom ohraničujúci násunovú štruktúru, ktorý je rovnobežný alebo takmer rovnobežný s regionálnym smerom tektonického transportu (obr. 20). Vznik tohto typu zlomov je dôsledkom separácie (oddelenia) násuvanej sekvencie od okolia alebo rozdielnej veľkosti skrátenia medzi dvomi segmentmi násuvaného telesa. Väčšinou vzniká v oblasti subvertikálnej časti šikmej alebo laterálnej rampy (Marshak a Wilkerson, 2004).



Obr. 20. Subvertikálny *tear fault* (svetlozelená plocha) oddeľujúci dva segmenty násunu.

Fig. 20. Subvertical *tear fault* (light green area) separating two segments of the thrust.

tektogén (angl. *tectogen*) – rôzne používaný termín:

1. oblasť kontinentálnej kôry, kde prebiehajú tektonické procesy. Termín mal pôvodne nahradiť označenie orogén. Termín tektogén sa používa zriedkavo. Zaviedol ho Haarmann (1926);
2. synonymum pre orogén (sensu Haarmann, 1930);
3. v počiatkoch teórie platňovej tektoniky označenie miesta prehybania sialickej (kontinentálnej) kôry v dôsledku plášťovej konvekcie (Hess, 1938).

tektogénéza (angl. *tectogenesis*) – rôzne používaný termín:

1. súhrn tektonických procesov, ktoré majú za následok vznik tektonických štruktúr (Teťae, 1934);
2. synonymné označenie orogénézy (Haarmann, 1930).

tektonická troska (angl. *klippe*, *outlier*) – erózný relikt nadložnej alochtónnej tektonickej jednotky na horninách podložnej jednotky (obr. 16). Tektonické trosky sú v Západných Karpatoch reprezentované vrcholmi viacerých pohorí, napr. Veľký Choč, Homôľka (Strážovské vrchy) či Veľký Rozsutec.

tektonické okno (angl. *window*, *fenster*, *inlier*) – odkryté povrchové výstupy podložnej tektonickej jednotky, viditeľné pod nadložnou tektonickou jednotkou (obr. 16). Miesto, kde erózia spôsobila také kompletne odstránenie hornín, že v podloží možno pozorovať podložnú tektonickú jednotku. V Západných Karpatoch je to napr. tektonické okno Hrdzavej doliny na Muránskej planine, kde vystupuje kryštalinikum veporika pod vápencami muránskeho príkrovu, alebo smilnianske tektonické okno duklianskej jednotky pod račianskou jednotkou vo flyšovom pásme. Unikátne je tektonické okno veporika pod hronikom a silicikom pri Ponickéj Lehôtke.

teleso násunu, šupina (angl. *thrust sheet*, *t. slice*, nem. *Schuppe*) – nadložný blok násunu, ktorý bol transportovaný v dôsledku pohybu na násunovom zlome.

thick-skinned alebo **štýl násunov kôrového rozsahu** [nový termín, angl. *thick-skinned (style)*] – proces deformácie kôry, pri ktorej zlomy prenikajú do kryštalinického podložia. Okrem sedimentárneho obalu zahŕňa aj časť jeho vrchnokôrového fundamentu. V prípade násunovej tektoniky ide o násuny, ktoré obsahujú šupiny kryštalinika alebo kryštalinika so sedimentárnym obalom. Niekedy sa takto označujú iba prípady, keď majú násuny „celokôrový“ charakter (Pfiffner, 2006). Skutočné celokôrové násuny sú však skôr výnimkou. Termín zaviedol Rodgers (1949).

Poznámka: Termín sa používa spravidla vo forme *thick-skinned* tektonika alebo štýl. Pôvodný anglický termín *thick-skinned* nemožno prekladať doslova. Alternatívne označenie hrubokôrový je máťúce, lebo nie je viazané na hrubú kôru, ale na komplex kryštalinického fundamentu.

thin-skinned alebo **plytkokôrový štýl** [nový termín, angl. *thin-skinned (style)*] – proces deformácie kôry viazaný na horniny sedimentárneho (resp. vulkanosedimentárneho) obalu. Regionálna plocha odlepenia prechádza nad kontaktom kryštalinika s jeho obalom. Termín zaviedol Rodgers (1949). Zvyčajne ide o súbor hrubý rádovo 1 – 10 km.

Poznámka: V slovenčine na označenie príkrovov tvorených odlepenými sedimentárnymi sekvenciami je zaužívaný termín *superficiálny*. Pod týmto označením sa v anglosaskej literatúre chápu hlavne mladé pokryvné, spravidla kvartérne sedimenty. Aplikovanie tohto termínu mimo príkrovej terminológie preto považujeme za problematické a neodporúčame ho. Pôvodný anglický termín *thin-skinned* nie je možné prekladať doslova. Označenie tenkokôrový je máťúce, pretože štruktúra nie je viazaná na tenkú kôru, ale skôr na násunové štruktúry plytkej kôry.

toe thrust (bez slovenského ekvivalentu) – násunová štruktúra podobná kolosálnemu zosuvu vznikajúca v dôsledku gravitačného kolapsu (rozpadu, angl. *gravity spreading*) horninovej sekvencie (obr. 21). Rozmery sú na rozdiel od zosuvov rádovo v desiatkach kilometrov. Vznikajú hlavne v hlbokovodnom prostredí na čelnom

okraji veľkorozmerných sedimentárnych prízem na okrajoch kontinentov (napr. v Mexickom zálive, na pobreží Brazílie) alebo v hrubých deltových komplexoch, ako je delta Nigeru, čiastočne uložená na oceánskej kôre (Poblet a Lisle, 2011).

trojuholníková zóna (angl. *triangle zone*) – oblasť násunového systému, v ktorej je klin hornín zospodu ohraničený násunom s vergenciou do predpolia a zvrchu spätným násunom (obr. 10 a 19B).

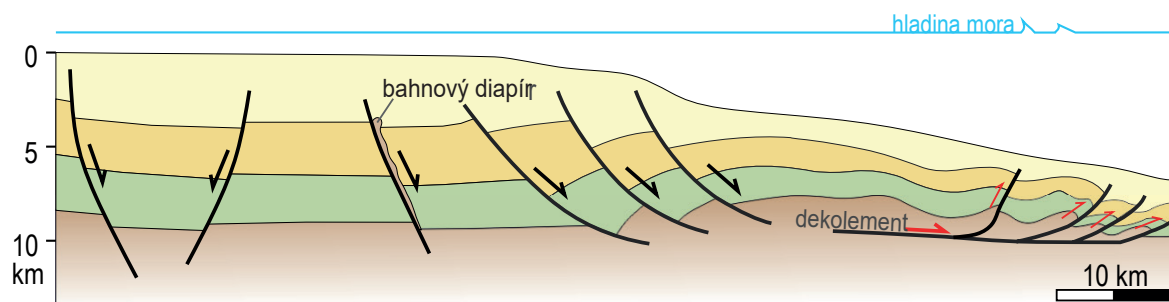
tylo alebo **zázemie** (angl. *hinterland, backland*) – rôzne používaný termín:

1. oblasť vnútornej časti orogénneho pásma (obr. 1 a 8; napr. Bates a Jackson, 1987);
2. nedeformovaná oblasť na vnútornej strane orogénneho pásma, ale hraničiaca s ním. Nachádza sa v opačnom smere, ako je regionálny smer tektonického transportu. Termín zaviedol Suess (1909). Opak *predpolia*.

vrása nad bazálnou plochou odlepenia (angl. *detachment fold*) – vrása vznikajúca v dôsledku pasívneho ohybu nad subhorizontálnou plochou odlepenia (obr. 22C). Zvyčajne je vyvinutá v jednom reologicky vhodnom horizonte (ílavec, bridlice, evapority). Pripomína vrásky vznikajúce pri zhrnutí koberca šmýkajúceho sa po hladkej podlahe (Davis et al., 2011). Vrásnenie nad bazálnou plochou odlepenia má viacero módov a spôsobov vzniku (napr. McClay et al., 2011).

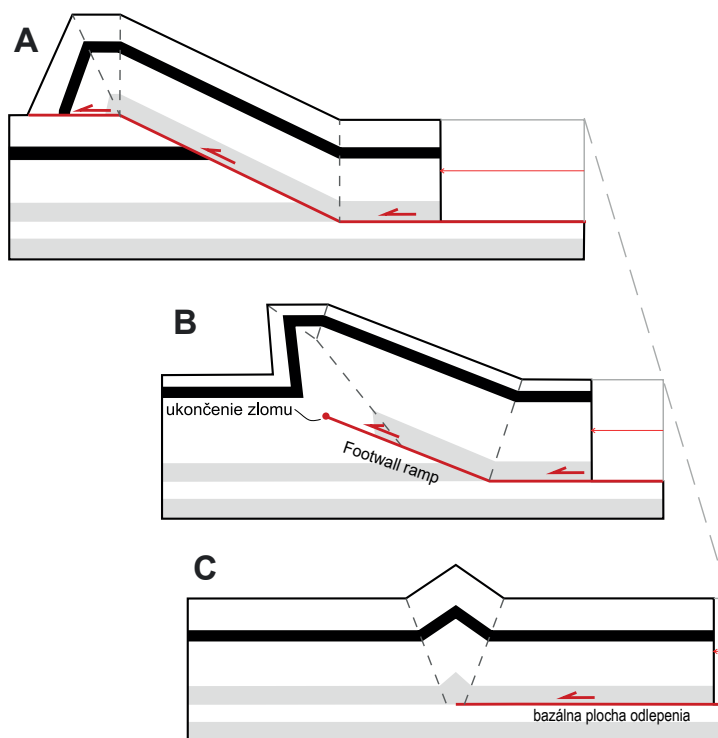
vrása nad rampou, vrása zlomového ohybu (angl. *fault-bend fold*; obr. 22A) – pasívna vrása vznikajúca v dôsledku ohybu zlomu v nadložnom bloku. Je to jeden zo základných typov vrás vyvinutých vo vrásovo-násunových terénoch (Davis et al., 2011). Aj tento spôsob deformácie môže vzniknúť rôznymi spôsobmi (napr. McClay et al., 2011).

vrása nad slepo zakončeným násunom alebo **vrása postupujúceho zlomu** (angl. *fault-propagation fold, tip fold*) – vrása vznikajúca na mieste zakrivenia zlomu, ktorý voľne



Obr. 21. Toe-thrust pásmo predstavuje typ vrásovo-násunového pásma vznikajúci v extenznom režime. Násuny sú znázornené červenou šípkou.

Fig. 21. The toe-thrust belt represents a type of fold and thrust belt formed in the extensional mode. The thrusts are shown by the red arrows.



Obr. 22. Vrásky viazané na násunovú tektoniku (podľa McClaya et al., 2011): A – vrása vyvinutá nad rampou, B – vrása nad slepo zakončeným násunom, C – vrása nad bazálnou plochou odlepenia.

Fig. 22. Fault-related folds (based on McClay et al., 2011): A – fault-bend fold, B – fault-propagation fold, C – detachment fold.

vyznieva v horninovom prostredí (Davis et al., 2011). Deformácia na zakončení zlomu prechádza smerom do nadložia, do vrásky (obr. 22B).

Poznámka: Anglický termín *fault-propagation*, doslovne prekladaný ako zlomová propagácia (napr. Marko a Jacko, 1999), odporúčame nahradiť tvarom zlomové napredovanie, postup, resp. šírenie zlomu.

vrásové pásmo (angl. *fold belt, fold-belt, foldbelt*):

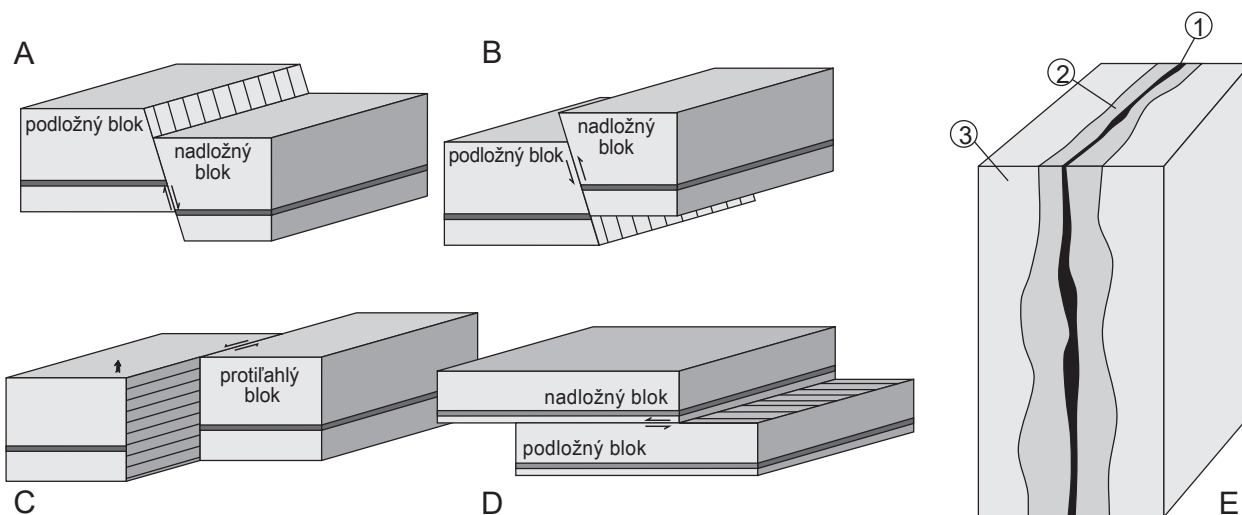
1. syn. *vrásovo-násunové pásmo* (Allaby, 2008);
2. všeobecne oblasti, v ktorých sa vyskytuje vrásnenie, syn. *orogén, orogénne pásmo* (Bates a Jackson, 1987);
3. najvyššia jednotka v hierarchii rajonizácie vrásového systému, vyčleňovaná podľa veku vrásnenia. Za tento vek sa považuje vek skončenia deformácie (Kosygin a Parafenov, 1970).

vrásovo-násunové pásmo alebo **vrásové a násunové pásmo** (angl. *fold and thrust belt*) – vrchnokôrová krehká až krehko-duktilná štruktúra s dominantným kompresným štýlom, pre ktorý je typická prítomnosť násunových, prešmykových a/alebo vrásových štruktúr (obr. 1, 11 a 15). Možno k nim zaradiť hlavne odlepené litifikované sedimentárne sekvencie alebo akrečné klíny, často s nelitifikovanými sedimentmi, vznikajúce počas subdukcie oceánskej

kôry, ale aj príkrovy a nasúvané sekvencie zahŕňajúce horniny kryštalinického fundamentu v rôznych častiach orogénnych pásiem vznikajúce v dôsledku kontinentálnej kolízie. V širšom zmysle sem možno zaradiť aj transpresné zóny a gravitačne deformované hlbokovodné alebo deltové sedimentárne sekvencie typu *toe thrusts*.

zlom (angl. *fault*) – plocha krehkej diskontinuity, pozdĺž ktorej vznikol výrazný posun medzi horninovými blokmi, ktoré zlom separuje (obr. 23 a 24A; Schultz a Fossen, 2008; Peacock et al., 2016). Na základe kinematiky deformácie možno rozlíšiť pokles (angl. *normal fault*), prešmyk (angl. *reverse fault*), smerný (horizontálny) posun (angl. *strike-slip fault*), resp. ich prechodné členy (obr. 23). Zlom, rovnako poklesy, ako aj prešmyky a násuny, majú veľmi často listrický tvar. Znamená to, že ich sklon sa smerom do podložia znižuje (napr. obr. 11). Niektorí autori chápu zlomy ako krehké strižné zóny, iní ich považujú za koncový člen radu, v ktorom majú oba termíny hierarchicky rovnocenné postavenie.

zlomová zóna (angl. *fault zone*) – systém viacerých súvisiacich zlomov, ktoré sa vzájomne ovplyvňujú, spájajú a sú obmedzené na relatívne úzke pásmo alebo objem



Obr. 23. Základné typy zlomov podľa ich kinematiky: A – pokles, B – prešmyk, C – smerný posun (ľavosmerný), D – násun. E: Prvky tvoriace zlom: 1 – jadro zlomu (plocha strihu), 2 – zóna poškodenia (nemusi byť vždy vyvinutá), 3 – pôvodná hornina.

Fig. 23. Basic types of faults according to their kinematics: A – normal fault, B – reverse fault, C – strike-slip fault (left-handed), D – thrust fault. E: Fault elements: 1 – fault core (area of shearing), 2 – damage zone (not necessarily developed), 3 – original rock.



Obr. 24. A – Diskrétna plocha zlomu, B – systém súvisiacich zlomov tvoriaci zlomovú zónu, C – strižná zóna, v ktorej prebieha duktilná, resp. plastická deformácia.

Fig. 24. A – Discrete fault plane, B – system of related faults forming a fault zone, C – shear zone where ductile or plastic deformation takes place.

horniny (Peacock et al., 2016; obr. 24B). Zlomová zóna obsahuje syntetické zlomy (rovnako uklonené, s rovnakou kinematikou).

Podakovanie

Autori ďakujú za konštruktívne pripomienky recenzentom Ing. Romanovi Farkašovskému, PhD., a Ing. Ľubomírovi Gazdačkovi. Za konštruktívne pripomienky k skoršej verzii manuskriptu a návrhy niektorých slovenských termínov autori ďakujú doc. RNDr. Františkovi Markovi, CSc., a prof. RNDr. Michalovi Nemčokovi, DrSc. Článok je zároveň príspevkom Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra (ŠGÚDŠ) do projektu EK-CINEA HORIZON-CL5-2021-D3-D2 101075609 *Geological Service for Europe* (GSEU) v rámci pracovného balíka WP6 – *Geologický rámec pre európsky geologický dátový a informačný systém*, ktorý realizuje EuroGeoSurveys – Asociácia európskych geologických organizácií.

Literatúra

- Allaby, M., 2008: A Dictionary of Geology and Earth Sciences. Oxford, Oxford University Press, 654 s.
- Bailey, E. B., 1938: Eddies in mountain structure. *Quarterly Journal of the Geological Society*, 94, 607 – 625. <https://doi.org/10.1144/GSL.JGS.1938.094.01-04.20>.
- Bally, A. W., Gordy, P. L. a Stewart, G. A., 1966: Structure, seismic data and orogenic evolution of southern Canadian Rocky Mountains. *Bulletin of Canadian Petroleum Geology*, 14, 337 – 381.
- Bates, R. L. a Jackson, J. A. (eds.), 1987: Glossary of Geology. Alexandria, American Geological Institute, 788 s.
- Bertrand, M., 1884: Rapports de structure des Alpes de Glaris et du bassin houiller du Nord. *Bull. Soc. géol. France*, 3, 318 – 330.
- 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 M = 1 : 500 000. Bratislava, MŽP SR – GS SR.
- Borukaev, Č. B., 1999: Slovar-spravočnik po sovremennoj tektoničeskoj terminologii. Novosibirsk, Izdatel'stvo SO RAN NIC OIGGM, 69 s.
- Boyer, S. E. a Elliott, D., 1982: Thrust systems. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 66, 9, 1 196 – 1 230.
- Burg, J. P., 2018: Script to Structural Geology. Zurich, ETH. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000279493>.
- Butler, R. W. H., 2010: The first mapping of the Moine Thrust Belt, NW Scotland: the progress of Peach, Horne and colleagues (1883–1936). In: Law, R. D., Butler, R. W. H., Holdsworth, R. E., Krabbendam, M. a Strachan, R. A. (eds.): *Continental Tectonics and Mountain Building: The Legacy of Peach and Horne*. Geological Society, London, Special Publications, 335, 7 – 27. <https://doi.org/10.1144/SP335.2>.
- Buxtorf, A., 1916: Prognosen und Befunde beim Hauensteinbass- und Grenchenbergtunnel und die Bedeutung der letzteren für die Geologie des Juragebirges Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft, 27, 185 – 254.
- Byrne, D. E., Wang, W. a Davis, D. M., 1993: Mechanical role of backstops in the growth of forearcs. *Tectonics*, 12, 1, 123 – 144. <https://doi.org/10.1029/92TC00618>.
- Castelluccio, A., Mazzoli, S., Andreucci, B., Jankowski, L., Szaniawski, R. a Zattin, M., 2016: Building and exhumation of the Western Carpathians: New constraints from sequentially restored, balanced cross sections integrated with low-temperature thermochronometry. *Tectonics*, 35, 2 698 – 2 733. <https://doi.org/10.1002/2016TC004190>.
- Cawood, P. A., Kröner, A., Collins, W. J., Kusky, T. M., Mooney, W. D. a Windley, B. F., 2009: Accretionary orogens through Earth history. In: Cawood, P. A. a Kröner, A. (eds.): *Earth Accretionary Systems in Space and Time*. Geological Society, London, Special Publications, 318, 1 – 36. <https://doi.org/10.1144/SP318.1>.
- Chapple, W. M., 1978: Mechanics of thin-skinned fold-and-thrust belts. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 89, 8, 1 189 – 1 198.
- Cornelius, H. P., 1940: Zur Auffassung der Ostalpen im Sinne der Deckenlehre. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 92, 271 – 311.
- Coward, M. P., 1985: The thrust structures of southern Assynt, Moine thrust zone. *Geological Magazine*, 122, 6, 595 – 607.
- Dahlen, F. A., 1990: Critical taper model of fold-and-thrust belts and accretionary wedges. *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.*, 18, 55 – 99.
- Dahlstrom, C. D. A., 1969: Balanced cross sections. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 6, 743 – 757.
- Davis, G. H., Reynolds, S. J. a Kluth, C. F., 2011: *Structural Geology of Rocks and Regions*. Third ed. Hoboken, John Wiley, 839 s.
- DeCelles, P. G. a Giles, K. A., 1996: Foreland basin systems. *Basin Research*, 8, 105 – 23.
- Dennis, J. G., 1967: International tectonic dictionary: English Terminology. Memoir (Amer. Assoc. Petrol. Geol.) (Tulsa), 7, 184 s.
- Dennis, J. G., Murawski, H. a Weber, K., 1979: International tectonic lexicon. A prodome. International union of Geological Sciences, IGCP Project no. 100. Stuttgart, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, 153 s.
- Festa, A., Ogata, K., Pini, G. A., Dilek, Y. a Alonso, J. L., 2016: Origin and significance of orlistostromes in the evolution of orogenic belts: A global synthesis. *Gondwana Research*, 39, 180 – 203. <http://doi.org/10.1016/j.gr.2016.08.002>.
- Fossen, H., 2010: *Structural geology*. Cambridge, Cambridge University Press, 463 s.
- Fossen, H. a Cavalcante, G. C. G., 2017: Shear zones – A review. *Earth-Science Reviews*, 171, 434 – 455. <http://doi.org/10.1016/j.earscirev.2017.05.002>.
- François, C., Puubellier, M., Robert, C., Bulois, C., Jamaludin, S. N. F., Oberhänsli, R., Faure, M., St-Onge, M. a IGCP 667 Team, 2022: Temporal and spatial evolution of orogens: a guide for geological mapping. *Episodes*, 45, 3, 265 – 283. <https://doi.org/10.18814/epiugs/2021/021025>.
- Gağala, Ł., Vergés, J., Saura, E., Malata, T., Ringenbach, J.-C., Werner, P. a Krzywiec, P., 2012: Architecture and orogenic evolution of the northeastern Outer Carpathians from cross-section balancing and forward modeling. *Tectonophysics*, 532 – 535, 223 – 241. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2012.02.014>.
- Graveleau, F., Malavieille, J. a Dominguez, S., 2012: Experimental modelling of orogenic wedges: A review. *Tectonophysics*, 538 – 540, 1 – 66. <http://doi.org/10.1016/j.tecto.2012.01.027>.
- Haarmann, E., 1926: Über die Kraftquelle der Tektonogenese. *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 78, 71 – 83.

- Haarmann E., 1930: Die Oszillationstheorie. Stuttgart, Ferdinand Enke Verlag, 260 s.
- Heim, A., 1878: Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. Basel, Benno Schwabe, 246 s.
- Heim, A., 1921: Geologie der Schweiz. Band II. Die Schweizer Alpen. Leipzig, Chr. Herm. Tauchnitz, 476 s.
- Hess, H. H., 1938: Gravity anomalies and island-arc structure with particular reference to the West Indies. *Amer. Philos. Soc. Proc.*, 79, 1, 71 – 96.
- Huene, R. von a Scholl, D. W., 1991: Observations at convergent margins concerning sediment subduction, subduction erosion, and the growth of continental crust. *Reviews of Geophysics*, 29, 279 – 316. <https://doi.org/10.1029/91RG00969>.
- Chengm, F., Zuza, A. V., Liu, Y. a Sundell, K., 2022: Fold-and-thrust belts and associated basins: a perspective on their structure, sedimentation, and dynamics. *Journal of the Geological Society*, 180, 1 – 4. <https://doi.org/10.1144/jgs2022-125>.
- Chapple, W. M., 1978: Mechanics of thin-skinned fold-and-thrust belts. *Geological Society of America Bulletin*, 89, 8, 1189 – 1198. [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1978\)892.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1978)892.0.CO;2).
- Kampulainen, R. A., 2017: Guide for geological nomenclature in Sweden. *Geol. Fören. Förh.*, 139, 1, 3 – 20. <https://doi.org/10.1080/11035897.2016.1178666>.
- Kearey, P., Allen, P. A., Evans, A. M., Goudie, A. S., Hallam, A., Kearey, P., Park, R. G., Thorpe, R. S. a Vaughan, D. J., 1993: *The Encyclopedia of the Solid Earth Sciences*. Oxford, Blackwell Science.
- Kober, L., 1921: *Der Bau der Erde*. Berlin, Borntraeger, 324 s.
- Kosygin, J. A. a Parfenov, L. M. (eds.), 1970: *Spravočnik po tektoničeskoj terminologii*. Moskva, Nedra, 584 s.
- Kováč, P. a Havrila, M., 1998: Inner Structure of Hronicum. *Slovak Geological Magazine*, 4, 4, 275 – 280.
- Kusky, T., 2010: *Encyclopedia of Earth and Space Science*. New York, Facts On File.
- Marko, F., 2000: Štruktúrna geológia II, Úvod do deformačnej analýzy. Bratislava, Univerzita Komenského v Bratislave, 124 s.
- Marko, F. a Jacko, S., 1999: Štruktúrna geológia I (Všeobecná a systematická). Košice, Harlequin, 181 s.
- Marshak, S. a Mitra, G. (eds.), 1988: *Basic Methods of Structural Geology*. London, Prentice Hall, 446 s.
- Marshak, S. a Wilkerson, S. M., 2004: Fold-Thrust Belts. In: van der Pluijm, B. A., Marshak, S. (eds.): *Earth Structure*. 2nd ed. New York, W. W. Norton, 444 – 474.
- McClay, K. R., 1992: Glossary of thrust tectonics terms. In: McClay, K. R. (ed.): *Thrust tectonics*, London, Chapman & Hall, 419 – 433.
- McClay, K. R., Dennis, J. G., Price, J., Sales, K., Hatcher, R., Bally, A. W., Perry, W. J., Laubscher, H. P., Williams, R. E., Elliot, D., Norris, D. K., Hutton, D. W. a Emmett, T., 1981: What is a Thrust? What is a Nappe? In: McClay, K. R., Price, N. J. (eds.): *Thrust and nappe tectonics*. Geological Society, London, Special Publications, 9, 7 – 9. <https://doi.org/10.1144/GSL.SP.1981.009.01.02>.
- McClay, K. R. a Whitehouse, P. S., 2004: Analog modeling of doubly vergent thrust wedges. In: McClay, K. R. (ed.): *Thrust tectonics and hydrocarbon systems*. Memoir (Amer. Assoc. Petrol. Geol.), 82, 184 – 206.
- McClay, K. R., Shaw, J. a Suppe, J. (eds.), 2011: *Thrust Fault-Related Folding*. Memoir (Amer. Assoc. Petroleum Geol.) (Tulsa), 94, 390 s.
- Merle, O., 1998: *Emplacement mechanisms of nappes and thrust sheets*. Dordrecht, Kluwer Acad. Publ., 149 s.
- Molák, B. a Liščák, P. (eds.), 2002: *Anglicko-slovenský geologický slovník so zoznamom slovenských názvov*. 1. vyd. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 518 s.
- Moores, E. M. a Twiss, R. J., 2014: *Tectonics*. Long Grove, Waveland Press, 415 s.
- Morley, C. K., 1988: Out-of-sequence thrusts. *Tectonics*, 7, 3, 539 – 561. <https://doi.org/10.1029/TC007i003p00539>.
- Murchison, R. I., 1849: On the Geological Structure of the Alps, Apennines and Carpathians, more especially to prove a transition from Secondary to Tertiary rocks, and the development of Eocene deposits in Southern Europe. *Quarterly Journal of the Geological Society*, 5, 157 – 312. <https://doi.org/10.1144/GSL.JGS.1849.005.01-02.27>.
- Nemčok, M., Melichar, R., Marko, F., Madarás, J. a Hodáň, Š., 1995: *Základy štruktúrnej geológie*. Bratislava, Mineralia Slovaca – Monografia, 170 s.
- Nemčok, M., Houghton, J. J. a Coward, M. P., 1998: Strain partitioning along the western margin of the Carpathians. *Tectonophysics*, 292, 119 – 143.
- Nemčok, M., Schamel, S. a Gayler, R., 2005: *Thrustbelts. Structural Architecture, Thermal Regimes, and Petroleum Systems*. Cambridge, Cambridge University Press, 541 s.
- Nemčok, M., Krzywiec, P., Wojtaszek, M., Ludhová, L., Klecker, R. A., Sercombe, W. J. a Coward, M. P., 2006: Tertiary development of the Polish and Eastern Slovakian parts of the Carpathian accretionary wedge: insights from balanced cross sections. *Geologica Carpathica*, 57, 5, 355 – 370.
- Naumann, C. F., 1858: *Lehrbuch der Geognosie*, Bd. 1., 2. ed. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 960 s.
- Park, G., 2012: *Introducing Tectonics, Rock Structures and Mountain Belts*. Edinburgh, Dunedin Academic Press, 137 s.
- Peach, B. N. a Horne, J., 1884: Report on the Geology of the North-West of Sutherland. *Nature*, 31, 31 – 35. <https://doi.org/10.1038/031031a0>.
- Peacock, D. C. P., Nixon, C. W., Rotevatn, A., Sanderson, D. J. a Zuluga, L. F., 2016: Glossary of fault and other fracture networks. *Journal of Structural Geology*, 92, 12 – 29. <http://doi.org/10.1016/j.jsg.2016.09.008>.
- Pelech, O. a Hók, J., 2017: Metodika mezoskopického štúdia strižných zón a jej aplikácia pri kinematickej analýze hrádocko-zlatníckej strižnej zóny v Považskom Inovci. *Geologické práce, Správy*, 130, 47 – 67.
- Petráčeková, V. a Kraus, J. (eds.), Balážová, L., Bosák, J., Genzor, J., Ripka, I. a Skladaná, J., 2005: *Slovník cudzích slov (akademický)*. Bratislava, Slovenské pedagogické nakladateľstvo – Mladé letá, 1 054 s.
- Pfiffner, O. A., 2006: Thick-Skinned and thin-skinned styles of continental contraction. *Geol. Soc. Amer. Spec. Pap.*, 414, 157 – 177. [https://doi.org/10.1130/2006.2414\(09\)](https://doi.org/10.1130/2006.2414(09)).
- Platt, J. P., 1986: Dynamics of orogenic wedges and the uplift of high-pressure metamorphic rocks. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 97, 1 037 – 1 053.
- Pluijm, B. A., van der a Marshak, S. (eds.), Allmendinger, R. W., Brandon, M. T., Burchfiel, B. C., Cook, F. A., Foster, D. A., Gray, D. R., Hibbard, J. P., Hoffman, P. F., Jordan, T. E., Miller, E. L., Natalin, B. A., Pickering, K. T., Royden, L. H., Schmid, S. M., Sengör, A. M. C., Smith, A. G. a Wilkerson, M. S., 2004: *Earth Structure. An Introduction to Structural Geology and Tectonics*. New York, W. W. Norton, 656 s.

- Poblet, J. a Lisle, R. J., 2011: Kinematic evolution and structural styles of fold-and-thrust belts. In: Poblet, J. a Lisle, R. J. (eds.): *Kinematic Evolution and Structural Styles of Fold-and-Thrust Belts*. Geol. Soc. London, Spec. Publ., 349, 1 – 24. <https://doi.org/10.1144/SP349.1>.
- Poul, I., Melichar, R. a Janečka, J., 2011: Thrust tectonics of the Upper Jurassic limestones in the Pavlov Hills (Outer Western Carpathians, Czech Republic). In: Poblet, J. a Lisle, R. J. (eds.): *Kinematic Evolution and Structural Styles of Fold-and-Thrust Belts*. Geol. Soc. London, Spec. Publ., 349, 237 – 248. <https://doi.org/10.1144/SP349.13>.
- Rodgers, J., 1949: Evolution of thought on structure of middle and southern Appalachians. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, 33, 1643 – 1654.
- Saklani, P. S., 2008: *Glossary of Structural Geology and Tectonics*. Delhi, Setish Serial Publishing, 191 s.
- Schardt, H., 1893: Sur l'origine des Préalpes romandes Zone du Chablais et du Stockhorn. *Eclogae Geologicae Helvetiae*, 4, 2, 129 – 142.
- Stille, H., 1940: *Einführung in den Bau Amerikas*. Berlin, Borntraeger, 717 s.
- Suess, E., 1893: *Das Antlitz der Erde*. V. 1. Wien, Tempsky, 800 s.
- Suess, E., 1909: *Das Antlitz der Erde*. v. 3. Wien, Tempsky, 789 s.
- Suppe, J., 1985: *Principles of Structural Geology*. New Jersey, Prentice-Hall, 537 s.
- Tet'ae, M. M., 1934: Formy getektogeneza v ich istoričeskom razvitii. *Problemy Sovet. Geol.*, 1 – 2.
- Tilley, H. L., Moore, G. F., Yamashita, M. a Kodaira, S., 2021: Along-strike variations in proto-thrust zone characteristics at the Nankai Trough subduction margin. *Geosphere*, 17, 2, 389 – 408. <https://doi.org/10.1130/GES02305.1>.
- Thomson, R. I., 1981: The nature and significance of large 'blind' thrusts within the northern Rocky Mountains of Canada. In: McClay, K. R. a Price, N. J. (eds.): *Thrust and nappe tectonics*. Geological Society, London, Special Publications, 9, 449 – 462.
- Trümpy, R., 2001: Why plate tectonics was not invented in the Alps. *Int. Journal of Earth Sciences. Geologische Rundschau*, 90, 477 – 483.
- Twiss, R. J. a Moores, E. M., 2006: *Structural geology*. 2nd ed. New York, W. H. Freeman, 736 s.
- Waldron, J. W. F. a Snyder, M., 2020: *Geological Structures: A Practical Introduction*. Edmonton, University of Alberta, 213 s. <https://openeducationalberta.ca/introductorystructuralgeology/>.
- Willett, S., Beaumont, C. a Fullsack, P., 1993: Mechanical model for the tectonics of doubly vergent compressional orogens. *Geology*, 21, 371 – 374. [https://doi.org/10.1130/0091-7613\(1993\)021<0371:MMFTTO>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1130/0091-7613(1993)021<0371:MMFTTO>2.3.CO;2).
- Willis, B., 1893: The mechanics of Appalachian structure. *U.S.G.S. 13th Annual Report*, 2, 211 – 282.

Summary

Deformed regions of the Earth's crust, such as collisional zones, fold and thrust belts, as well as accretionary prisms that are less accessible to direct observation, have been of interest to geologists since the early development of geology as a science (e.g., Peach and Horne, 1884; Trümpy, 2001). Most of the knowledge about them comes from continental areas that are well accessible to study, as well as from reservoir exploration using deep boreholes and seismic methods, which have also significantly covered areas of the seas and oceans. Later, new possibilities for experimental analogue (sandbox, Fig. 14) and numerical models arose. Terminology describing fold and thrust belt structures and tectonic style has been evolving for more than 100 years (e.g., Heim, 1878; Willis, 1893; Buxtorf, 1916; Bally, 1966; Dahlstrom, 1969; Boyer and Elliott, 1982; McClay, 1992 and others). The geosynclinal concept, plate tectonics, and the nappe concept have left their mark, as have more recent developments explaining the mechanisms of thrusting, fold and thrust belts, and orogenic wedge formation. The concept of fold-and-thrust belts evolved from the findings of seismic research in the North American Rocky Mountains (e.g., Bally et al., 1966). However, its foundations were laid by field research in classic areas such as the Scottish Caledonides (Peach and Horne, 1884; Coward, 1985), Alps (Heim, 1878, 1921) or the Jura Mountains (Buxtorf, 1916).

Various definitions of the terms (foreland) fold and thrust belt (FAT) are used in the literature (Marshak and Wilkerson, 2004; Nemčok et al., 2005; Poblet and Lisle, 2011; etc.). Our proposed definition follows them. The fold and thrust belt is upper crustal, brittle to brittle-ductile structure with a dominant compressional style, typically characterized by the presence of thrust, reverse fault and/or fold structures. These include mainly detached lithified sedimentary sequences or accretionary wedges, often with unlithified sediments, formed during subduction of the oceanic crust, but also nappes and thrust sequences involving crystalline basement rocks in different parts of the orogenic belts, formed as a result of continental collision. In a broader sense, transpressional zones and gravitationally deformed deep-water or deltaic sedimentary sequences of the toe thrusts type can also be included.

Rukopis doručení:	2. 5. 2024
Revidovaná verzia doručená:	16. 7. 2024
Rukopis akceptovaný redakčnou radou:	25. 11. 2024

JUBILEÁ

Životné jubileum RNDr. Klementa Fordinála, PhD.

Uplýnul už nejaký čas, čo náš milý kolega Klement Fordinál oslávil v dobrom zdraví svoje okrúhle 60. narodeniny.

RNDr. Klement Fordinál, PhD., sa narodil 18. apríla 1962 v Bratislave. V rokoch 1977 – 1981 študoval na Gymnáziu L. Novomeského v Bratislave. Po skončení stredoškolského štúdia začal v roku 1981 študovať na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave, odbor geochemia, základná a ložisková geológia. Špecializoval sa na paleontológiu. Už ako študent pracoval na úväzok ako laborant pre Dr. Jozefa Salaja, plavil vzorky na mikropalentologický výskum a z výplavov separoval dierkavce.

V roku 1986 nastúpil do zamestnania do vtedajšieho Geologického ústavu D. Štúra (dnes Štátny geologický ústav D. Štúra), kde pracoval najprv na oddelení biostratigrafie, neskôr na oddelení neogénu a neovulkanitov, dnes na oddelení geológie mladších útvarov.

V roku 1986 získal titul RNDr., v roku 1999 obhájil vedecko-akademický titul PhD. a v roku 2002 získal v Slovenskej akadémii vied v Bratislave vedecký kvalifikačný stupeň IIa.

Po nástupe do Geologického ústavu D. Štúra sa venoval biostratigrafickému štúdiu vrchnomiocénnych sedimentov územia Bratislavy na základe mäkkýšov, neskôr strednomiocénnych sedimentov Košickej kotliny a Slanských vrchov, Chvojnickej pahorkatiny a severnej časti Borskej nížiny. Spolupracoval s oddelením izotopovej geológie a podieľal sa na štúdiu izotopového zloženia kyslíka a uhlíka vo vápnitých schránkach lastúrníkov a ulitníkov z morských, brakických aj sladkovodných neogénnych sedimentov Viedenskej panvy a Dunajskej panvy a použitia získaných údajov na rekonštrukciu paleoekologických pomerov. Neskôr sa venoval aj využitiu izotopov Sr v schránkach mäkkýšov na stratigrafické zaradenie neogénnych sedimentov Slovenska. V ďalších rokoch sa podieľal na zostavovaní regionálnych geologických máp v mierke 1 : 50 000 nielen ako biostratigraf, ale aj ako mapujúci geológ.

Spolupracoval na zostavovaní geologických máp prakticky všetkých výbežkov slovenských častí Dunajskej



panvy a Viedenskej panvy, ale aj Tribeča, Malých Karpát, Považského Inovca a Stredného Považia. Bol zodpovedným riešiteľom regionálnych geologických máp v mierke 1 : 50 000 Záhorskej nížiny (2007 – 2012) a Podunajskej nížiny-jv. časti (2017 – 2022) a editorom textových vysvetliviek k nim.

Spolupracoval aj na zostavovaní viacerých listov prehľadnej geologickej mapy Slovenska v mierke 1 : 200 000. Bol redaktorom listu Malacky.

Popri úlohách základnej geológie bol spoluriešiteľom viacerých aplikovaných geologických úloh. Podieľal sa aj na zostavovaní vysvetliviek k hydrogeologickým mapám, hodnotení geotermálneho potenciálu komárňanskej kryhy a ďurkovskej depresie, geologickom prieskume okolia jadrovej elektrárne Mochovce či na monitoringu environmentálnych záťaží.



Obr. 1. Klement Fordinál (vpravo) spolu s kolegami P. Šefčíkom (v strede) a J. Maglayom (vľavo).

Dr. Klement Fordinál je autorom množstva publikácií a záverečných správ s rôznym zameraním. Prevažujú práce s jeho primárnou paleontologickou špecializáciou na

mäkkýše. Je však autorom a spoluautorom aj prác stratigrafického, tektonického a regionálnogeologického charakteru a, samozrejme, prác týkajúcich sa geologického mapovania neogénnych sedimentárnych sekvencií a v poslednom desaťročí aj kvartéru.

Je členom Slovenskej geologickej spoločnosti a redakčných rád geologických časopisov *Mineralia Slovaca* a *Geologické práce – Správy* a edície *Vysvetlivky ku geologickým mapám*. Je predsedom aprobačnej komisie ŠGÚDŠ a dlhoročným členom vedeckej rady ŠGÚDŠ.

Klement je tichý a skromný človek a neuveriteľne trepezlivý pracovník nielen pri určovaní paleontologických nálezov, ale aj pri pátraní v archívnych prácach a knižnici. Jeho vlastnosť orientovať sa a vyhľadať archívne práce našich predchodcov je jedinečná a ušetrila už veľa energie, keď vďaka nej nebolo potrebné objavovať už objavené.

*Želáme Ti pevné zdravie a ešte veľa úspechov
v pracovnom a rodinnom prostredí.*

Alexander Nagy, kolegovia
a priatelia z oddelenia geológie mladších útvarov

Výber z publikovaných prác

Články

- Holec, P., Papšíková, M., Kraus, I. a **Fordinál, K.**, 1987: Rekonstruktion der Lebensbedingungen an der Wende Pannon – Pont auf der Lokalität Pezinok-Lehmgrube der Ziegelei (SO Rand der Kleinen Karpaten). *Acta geol. geogr. Univ. Comen.*, *Geologica*, 43, 181 – 191.
- Fordinál, K.**, 1991: Congeria doederleini Brusina from Pannonian sediments in a loam pit of the brick plants at Pezinok. *Západné Karpaty*, sér. *Paleontológia*, 15, 71 – 77.
- Kováč, M., Šútovská, K., Baráth, I. a **Fordinál, K.**, 1992: Planinské súvrstvie – sedimenty otnansko-spodnokarpatského veku v severnej časti Malých Karpát. *Geologické práce, Správy*, 96, 47 – 50.
- Fordinál, K.**, 1993: Genus Melanopsis (Gastropoda) in Upper Miocene sediments in the Bratislava area. *Západné Karpaty*, sér. *Paleontológia*, 17, 57 – 69.
- Fordinál, K.** a Zlinská, A., 1994: Sarmatská fauna zo stretavského a kochanovského súvrstvia z okolia Sečoviec (Albinovská hôrka, Východoslovenská panva). *Geologické práce, Správy*, 99, 77 – 82.
- Fordinál, K.**, 1995: Bivalvia (Dreissenidae, Cardiidae) from Upper Miocene Sediments in Bratislava. *Geologické práce, Správy*, 100, 27 – 36.
- Fordinál, K.**, 1996: Terrestrial gastropods of the Upper Pannonian in the northern part of the Danube basin. *Slovak Geological Magazine*, 1, 5 – 16.
- Fordinál, K.** a Nagy, A., 1997: Hlavinské vrstvy – okrajové vrchnoponónske sedimenty rišňovskej priehlbiny. *Mineralia Slovaca*, 29, 6, 401 – 406.
- Fordinál, K.**, 1998: Freshwater gastropods of Upper Pannonian age in the northern part of the Danube basin. *Slovak Geological Magazine*, 4, 4, 293 – 300.
- Törökővá, I. a **Fordinál, K.**, 1999: Fresh-water limestones of the Hlavina Bed in the Rišňov furrow and Bánovce Depression. *Slovak Geological Magazine*, 5, 3, 213 – 226.
- Fordinál, K.** a Elečko, M., 2000: Rípnianske súvrstvie – sladkovodné sedimenty sarmatu a spodného panónu rišňovskej priehlbiny. *Mineralia Slovaca*, 32,1, 55 – 60.
- Fordinál, K.**, Elečko, M., Šimon, L. a Holcová, K., 2001: Bánovská kotlina Depression (northern part of the Danube Basin), Neogene stratigraphy and geological development. *Slovak Geological Magazine*, 7, 3, 289 – 301.
- Fordinál, K.**, Nagy, A., Zlinská, A., Slamková, M., Halássová, E. a Törökővá, I., 2002: New knowledge about stratigraphy of the eastern part of the Danube basin (Želiezovce Depression). *Slovak Geological Magazine*, 8, 3 – 4, 259 – 281.
- Kováč, M., Baráth, I., **Fordinál, K.**, Grigorovich, A. S., Halássová, E., Hudáčková, N., Joniak, P., Sabol, M., Kováčová, M., Sliva, E. a Vojtko, R., 2006: Late Miocene to Early Pliocene sedimentary environments and climatic changes in the Alpine-Carpathian-Pannonian junction area: a case study from the Danube Basin northern margin (Slovakia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 32 – 52.
- Fordinál, K.**, Zágoršek, K. a Zlinská, A., 2006: Early Sarmatian biota in the northern part of the Danube Basin (Slovakia). *Geologica Carpathica*, 57, 2, 123 – 130.
- Fordinál, K.**, Král, J., Harčová, M., Čech, P., Zieliński, G. a Nagy, A., 2014: $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$, d^{13}C a d^{18}O vo fosílnych schránkach mäkkýšov z morského, brakického a sladkovodného prostredia terciéru Západných Karpát. *Mineralia Slovaca*, 23 – 44.
- Nagy, A., **Fordinál, K.**, Maglay, J., Kováčik, M., Kohút, M., Hraško, L. a Martinský, L., 2016: Slovensko na geologických mapách (od roku 1815 do súčasnosti). *Geologické práce, Správy*, 128, 1 – 76.
- Holcová, K., Dašková, J., **Fordinál, K.**, Hrabovský, J., Milovský, R., Scheiner, F. a Vacek, F., 2019: A series of ecostratigraphic events across the Langhian/Serravallian boundary in an epicontinental setting: the northern Pannonian Basin. *Facies*, 65, 36, 2 – 22.
- Rybár, S., Šarinová, K., Sant, K., Kuiper, K. F., Kováčová, M., Vojtko, R., Reiser, M. K., **Fordinál, K.**, Teodoris, V., Nováková, P. a Vlček, T., 2019: New $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$, fission track and sedimentological data on a middle Miocene tuff occurring in the Vienna Basin: Implications for the north-western Central Paratethys region. *Geologica Carpathica*, 70, 5, 386 – 404.
- Šujan, M., Braucher, R., Tibenský, M., **Fordinál, K.**, Rybár, S., Kováč, M., Aumaitre, G., Bourles, D. L. a Keddadouche, K., 2020: Effects of spatially variable accommodation rate on channel belt distribution in an alluvial sequence: Authigenic $^{10}\text{Be}/^{9}\text{Be}$ -based Bayesian age-depth models applied to the upper Miocene Volkovec Fm. (northern Pannonian Basin System, Slovakia). *Sedimentary Geology*, 397, 105566.
- Šujan, M., Braucher, R., Mandic, O., **Fordinál, K.**, Brixová, B., Pipík Kyška, R., Šimo, V., Jamrich, M., Rybár, S., Klučiar, T., Ruman, A., Zvara, I. a Kováč, M., 2021: Lake Pannon transgression on the Westernmost tip of the Carpathians constrained by biostratigraphy and authigenic $^{10}\text{Be}/^{9}\text{Be}$ dating (central Europe). *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 127, 3, 627 – 653.
- Kováč, M., Csibri, T., **Fordinál, K.**, Hók, J., Hudáčková, N., Jamrich, M., Joniak, P., Kováčová, M., Ruman, A., Šarinová, K., Sliva, E., Tomašových, A., Vojtko, R. a Šujan, M., 2024: The Miocene to Quaternary evolution of the Vienna Basin (northeastern part): geodynamics, eustasy, stratigraphy and depositional systems. In: Tari, G. C., Kitchka, A., Krézsek, C., Lučić, D., Radivojević, D., Sachsenfoer, R. F. a Šujan, M. (eds): *The Miocene Extensional Pannonian Superbasin, Vol. 1: Regional Geology*. Geological Society, London, Special Publications, 554 s.
- Šujan, M., Šarinová, K., Hók, J., Vlček, T., Ruman, A., Jamrich, M., Kováčová, M., Droppa, D. M., **Fordinál, K.**, Nagy, A., Moravcová, M., Sztanó, O. a Kováč, M., 2024: Miocene to Quaternary evolution of the northern Danube Basin: a review of geodynamics, depositional systems and stratigraphy. In: Tari, G. C., Kitchka, A., Krézsek, C., Lučić, D., Markič, M.,

Radivojević, D., Sachsenhofer, R. F. (eds.): The Miocene Extensional Pannonian Superbasin: Vol. 1: Regional Geology. London, Geological Society, London, Special Publications.

Monografie, geologické mapy 1 : 50 000 a vysvetlivky

- Samuel, O., Borza, V., Činčurová, E., **Fordinál, K.**, Galle, A., Holec, P., Chlupáč, I., Michalík, J., Ondrejčíková, A., Ožvoldová, L., Papšová, J., Pevný, J., Pipík, R., Reháková, D., Štorch, P., Tuba, L., Vaňová, M., Zágoršek, K. a Žit, J., 2000: Geologický slovník. Zoopaleontológia. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 527 s.
- Ivanička, J. (ed.), Polák, M., Hók, J., Határ, J., Greguš, J., Vozár, J., Nagy, A., **Fordinál, K.**, Pristaš, J., Konečný, V. a Šimon, L., 1998: Geologická mapa Tribeča 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – GS SR.
- 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, Vydavateľstvo D. Štúra, 236 s.
- Nagy, A. (ed.), Halouzka, R., Konečný, V., Lexa, J., **Fordinál, K.**, Havrila, M., Vozár, J., Kubeš, P., Liščák, P., Stolár, M. a Dulovičová, K., 1998: Vysvetlivky ku geologickej mape Podunajskej nížiny-východná časť 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vydavateľstvo D. Štúra, 187 s.
- Pristaš, J. (ed.), Elečko, M., Maglay, J., **Fordinál, K.**, Šimon, L., Gross, P., Polák, M., Havrila, M., Ivanička, J., Határ, J., Vozár, J., Mello, J. a Nagy, A., 2000: Geologická mapa Podunajskej nížiny-Nitrianskej pahorkatiny 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav D. Štúra.
- Pristaš, J. (ed.), Elečko, M., Maglay, J., **Fordinál, K.**, Šimon, L., Gross, P., Polák, M., Havrila, M., Ivanička, J., Határ, J., Vozár, J., Tkáčová, H., Tkáč, J., Liščák, P., Jánová, V., Švasta, J., Remšík, A., Žáková, E. a Törökóvá, I., 2000: Vysvetlivky ku geologickej mape Podunajskej nížiny-Nitrianskej pahorkatiny 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav D. Štúra, 250 s.
- Mello, J. (ed.), Potfaj, M., Teťák, F., Havrila, M., Rakús, M., Buček, S., Filo, I., Nagy, A., Salaj, J., Maglay, J., Pristaš, J. a **Fordinál, K.**, 2005: Geologická mapa Stredného Považia 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav D. Štúra.
- Mello, J. (ed.), Boorová, D., Buček, S., Filo, I., **Fordinál, K.**, Havrila, M., Iglárová, L., Kubeš, P., Liščák, P., Maglay, J., Marcin, D., Nagy, A., Potfaj, M., Rakús, M., Rapant, S., Remšík, A., Salaj, J., Siráňová, Z., Teťák, F., Zuberec, J., Zlinská, A. a Žecová, K., 2011: Vysvetlivky ku geologickej mape Stredného Považia 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav D. Štúra, 378 s.
- Maglay, J. (ed.), Pristaš, J., Nagy, A., **Fordinál, K.**, Buček, S., Havrila, M., Kováčik, M., Elečko, M. a Baráth, I., 2006: Geologická mapa Trnavskej pahorkatiny 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav D. Štúra.
- Maglay, J. (ed.), Pristaš, J., Nagy, A., **Fordinál, K.**, Elečko, M., Havrila, M., Buček, S., Kováčik, M. (BA), Hók, J., Baráth, I., Kubeš, P., Kucharič, L., Malík, P., Klukanová, A., Liščák, P., Ondrášik, M., Zuberec, J., Baláž, P., Čurlik, J. a Šefčík, P., 2011: Vysvetlivky ku geologickej mape Podunajskej nížiny-Trnavskej pahorkatiny 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav D. Štúra, 322 s.
- Ivanička, J. (ed.), Havrila, M., Kohút, M., Kováčik, M., Madarás, J., Olšavský, M., Hók, J., Polák, M., Filo, I., Elečko, M., **Fordinál, K.**, Maglay, J., Pristaš, J., Buček, S. a Šimon, L., 2007: Geologická mapa Považského Inovca a jv. časti Trenčianskej kotliny 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav D. Štúra.
- Ivanička, J., Kohút, M. (eds.), Havrila, M., Olšavský, M., Hók, J., Kováčik, M., Madarás, J., Polák, M., Rakús, M., Filo, I., Elečko, M., **Fordinál, K.**, Maglay, J., Pristaš, J., Buček, S., Šimon, L., Kubeš, P., Scherer, S., Zuberec, J., Dananaj, I. a Klukanová, A., 2011: Vysvetlivky ku geologickej mape Považského Inovca a jv. časti Trenčianskej kotliny 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav D. Štúra, 389 s.
- Polák, M. (ed.), Plašienka, D., Kohút, M., Putiš, M., Bezák, V., Filo, I., Olšavský, 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 – Štátny geologický ústav D. Štúra.
- Polák, M. (ed.), Plašienka, D., Kohút, M., Putiš, M., Bezák, V., Maglay, J., Olšavský, M., Filo, I., Havrila, M., Buček, S., Elečko, M., **Fordinál, K.**, Nagy, A., Hraško, L., Németh, Z., Malík, P., Liščák, P., Madarás, J., Slavkay, M., Kubeš, P., Kucharič, L., Boorová, D., Zlinská, A., †Siráňová, Z. a Žecová, K., 2012: Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Malé Karpaty 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav D. Štúra, 287 s.
- Fordinál, K.** (ed.), Maglay, J., Elečko, M., Nagy, A., Moravcová, M., Vlačíky, M., Kučera, M., Polák, M., Plašienka, D., Filo, I., Olšavský, M., Buček, S., Havrila, M., Kohút, M., Bezák, V. a Németh, Z., 2012: Geologická mapa Záhorskej nížiny 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav D. Štúra.
- Fordinál, K.** (ed.), Maglay, J., Elečko, M., Nagy, A., Moravcová, M., Vlačíky, M., Kohút, M., Németh, Z., Bezák, V., Polák, M., Plašienka, D., Olšavský, M., Buček, S., Havrila, M., Hók, J., Pešková, I., Kucharič, L., Kubeš, P., Malík, M., Baláž, P., Liščák, P., Madarás, J., Šefčík, P., Baráth, I., Boorová, D., Uher, P., Zlinská, A. a Žecová, K., 2012: Vysvetlivky ku geologickej mape Záhorskej nížiny 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav D. Štúra, 299 s.
- Maglay, J., **Fordinál, K.**, Nagy, A., Vlačíky, M., Šefčík, P., Fričovská, J., Moravcová, M., Kováčik, M., Baráth, I. a Zlocha, M., 2018: Geologická mapa Podunajskej nížiny-Podunajskej roviny. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav D. Štúra.
- Maglay, J., **Fordinál, K.**, Nagy, A., Kováčik, M., Šefčík, P., Vlačíky, M., Moravcová, M., Šimon, L., Zlocha, M., Fričovská, J., Zlinská, A., Žecová, K., Baráth, I., Liščák, P., Ondrášiková, B., Gluch, G., Kucharič, L., Zeman, I., Kubeš, P., Benková, K., Bottlik, F., Marcin, D., Michalko, J., Baláž, P., Stupák, J., Kúšik, D. a Tuček, L., 2024: Vysvetlivky ku geologickej mape Podunajskej nížiny-Podunajskej roviny 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav D. Štúra, 362 s.
- Fordinál, K.**, Maglay, K., Moravcová, M., Vitovič, L., Nagy, A., Šimon, L. a Šefčík, P., 2022: Geologická mapa Podunajskej nížiny-juhovýchodná časť 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav D. Štúra.
- Fordinál, K.**, Maglay, K., Moravcová, M., Vitovič, L., Nagy, A., Šimon, L., Šefčík, P., Benková, K., Dananaj, I., Demko, R., Dzurenda, Š., Fričovský, B., Gluch, G., Kollárová, V., Kováčiková, M., Kúšik, D., Laurinc, D., Marcin, D., Pelech, O., Šujan, M., Vlačíky, M., Zeman, I., Zlinská, A. a Žecová, K., 2024: Vysvetlivky ku geologickej mape Podunajskej nížiny-juhovýchodná časť 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav D. Štúra, 299 s.

Ing. Zoltán Németh, PhD., oslávil šesťdesiatku

Ing. Zoltán Németh, PhD., sa narodil 28. 5. 1962 v Košiciach. Pri svojom otcovi, banskom inžinierovi, už od malička prichádzal do kontaktu s geologickou a baníckou komunitou. To ho predurčilo na tvrdú cestu geológa. Geovedné vzdelanie získal na Technickej univerzite v Košiciach v odbore banská geológia a geologický prieskum, kde v roku 1986 obhájil titul Ing. Už počas štúdií prejavoval záujem o geologické mapovanie a tektonický výskum. Tomu zodpovedala aj téma diplomovej práce pod vedením prof. RNDr. Stanislava Jacka, CSc., zameranej na tektonicky komplikovanú oblasť Veľkej Lodiny a údolia Sopotnice v zóne veporika Čiernej hory, kde vyčlenil prešmykovú zónu Humenca.

Po absolvovaní základnej vojenskej služby kratší čas pôsobil v štátnom podniku Geologický prieskum Spišská Nová Ves a v Geocomplexe, a. s., Bratislava. V roku 1996 spolu s ostatnými pracovníkmi kolektívu pod vedením RNDr. Pavla Greculu, DrSc., nastúpil do Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra (v tom čase Geologická služba Slovenskej republiky), do dnešného regionálneho centra v Košiciach. Spočiatku sa venoval hlavne geologickému mapovaniu (nezriedka aj 100 terénnych dní ročne), ale už aj komunikácii tejto inštitúcie so zahraničím a časopisu *Mineralia Slovaca*. V ŠGÚDŠ sa dodnes zaoberá regionálnym tektonickým výskumom, detailným terénnym mapovaním a v prípade potreby aj spoluriešiteľstvom na projektoch inžinierskogeologického, hydrogeologického či environmentálneho zamerania. Venoval sa geologickému mapovaniu oblasti Spišsko-gemerského rudohoria a Veporských vrchov, Malých Karpát a Strážovských vrchov. V rokoch 1996 – 1998 bol zodpovedným riešiteľom medzinárodného projektu *UNESCO/IUGS IGCP 276 – Paleozoic in the Tethys* (1990 – 1998). Doktorandské štúdium v odbore petrológia so zameraním na štruktúrnú petrológiu a petrotektoniku úspešne dokončil v roku 2001 na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave pod vedením prof. RNDr. Mariána Putiša, DrSc., a získal titul PhD. Absolvoval viaceré špecializované kurzy – geochronológie na University of Georgia, Athens, Georgia, USA (školiťel prof. R. D. Dallmeyer, 1994) či textúrnej gonio-



metrie na univerzite Karl-Franzens Universität Graz v Rakúsku (prof. E. Wallbrecher, 1998). V roku 2015 bol jubilantovi priznaný vedecký kvalifikačný stupeň IIa.

Podieľal sa na tvorbe a je spoluautorom regionálnogeologických máp v mierke 1 : 50 000 a vysvetliviek k nim. Je spoluautorom aj *Prehľadnej geologickej mapy Slovenska 1 : 200 000, list Košice*, a spoločných vysvetliviek k tejto mape (Bezák et al., 2008). Prispel k zostaveniu geologicko-náučných máp *Zemplínskych vrchov* (2013) a regiónu *Medzev – Jasov* (2020). Podieľal sa na riešení úlohy *Aktualizácia geologickej stavby prob-*

lémových území Slovenskej republiky v mierke 1 : 50 000 (2012 – 2019). Aktuálne participuje aj na rozbiehajúcim sa projekte mapy pomedzia národných parkov Slovenský raj – Muránska planina – Slovenský kras – Nízke Tatry. Je aktívnym členom medzinárodného kolektívu úlohy *Coordination and Support Action Geological Service for Europe* (CSA GSEU), kde je medzinárodným vedúcim skupiny na zostavenie *Litotektonickej mapy Európy* a súvisiacich databáz a slovníkov.

Ing. Németh venoval veľkú časť svojej činnosti práce úlohám ložiskovej geológie (ložiská Dobšiná, Smolník, Košice I). Podieľal sa na hodnotení potenciálnych zdrojov kovového horčíka, výskumu magnezitu a mastenca (projekt *UNESCO/IUGS IGCP 443 Magnesite and Talc – Geological and Environmental Correlations*, kde pôsobil ako medzinárodný organizačný vedúci), ako aj zdrojov kritických nerastných surovín či zdrojov kremíka a surovín pre odvetvia obnoviteľnej energie a elektromobility. Pôsobil ako expert v rámci projektu *EC DG Growth – ERECON* o zásobovaní európskeho priemyslu prvkami vzácnych zemín v krízovom roku 2010. V rokoch 2015 – 2018 ako poverený pracovník ŠGÚDŠ v rámci medzinárodného projektu *MINATURA 2020* sa ako vedúci národného riešiteľského kolektívu podieľal na harmonizácii európskej geologickej a banskej legislatívy. V posledných rokoch bol zodpovedným riešiteľom úlohy *Databáza primárnych údajov z ložiskového prieskumu v regióne Spišsko-gemerského rudohoria a východoslovenských neovulkanitov* (2019 – 2020).

Aktívne spolupracoval aj na riešení úloh aplikovaného výskumu, ako boli regionálne hydrogeologické mapovanie Cerovej vrchoviny a oblasti Polonín – Bukovských vrchov, inžinierskogeologický výskum a registrácia svahových deformácií v regióne východného Slovenska a aktuálne mapovanie zosuvného územia východne od toku rieky Hornád v rámci IG mapovania regiónu Slanských vrchov. Venoval sa aj projektom zameraným na optimalizáciu likvidácie CO₂ umelou karbonizáciou a monitoringu environmentálnej záťaže v oblasti Zlatej Idky a projektu LIFE – *Life for Krupina* (2014, 2017).

V rokoch 2006 – 2010 pôsobil ako vedúci regionálneho centra ŠGÚDŠ v Košiciach. Je členom aprobačnej komisie geologických máp ŠGÚDŠ a od roku 2021 je vedúcim oddelenia zahraničných vzťahov ŠGÚDŠ a súčasne LEAR – *Legal Entity Appointed Representative* za ŠGÚDŠ v Európskej komisii.

Významné sú aj jeho edično-redakčné a organizačné aktivity. Od roku 1995 pôsobí v redakčnej rade časopisu *Mineralia Slovaca*, najprv ako prekladateľ a korektor anglických textov a neskôr od roku 2006 ako vedecký redaktor. Jeho veľkým pričinením je od roku 2017 časopis indexovaný databázou Scopus.

Ako dlhoročný člen Slovenskej geologickej spoločnosti bol v rokoch 2005 – 2013 jej vedeckým tajomníkom a v rokoch 2013 – 2017 bol ako podpredseda SGS organizátorom a spoluorganizátorom niekoľkých desiatok vedeckých podujatí (kongresy, konferencie či predvianočné semináre, prednáškové popoludnia a terénne semináre). Bol zostavovateľom vedeckých programov a zborníkov abstraktov k nim (na platforme *Geovesníka* časopisu *Mineralia Slovaca*).

Okrem toho organizoval alebo sa podieľal na organizácii medzinárodných vedeckých podujatí a terénnych exkurzií nielen na Slovensku, ale aj v Číne či Taliansku.

Milý Zolo,

*prajeme Ti do ďalších rokov ešte veľa energie
bez syndrómu vyhorenia, dobré zdravie a pretrvávajúci
pozitívizmus.*

Nech sa Ti stále dobre darí v Tvojom tradičnom „trojboji“:

-  ako riešiteľovi úloh – momentálne v rámci projektu *EuroGeoSurveys Geological Service for Europe* ako celoeurópskemu zodpovednému riešiteľovi úlohy *Lithotectonic Map of Europe 1 : 5 mil.* na zostavenie takejto mapy s rozsiahlou databázou a vysvetliviek k nej,
-  pri manažovaní oddelenia zahraničných vzťahov ŠGÚDŠ a väzby našej inštitúcie na európske projekty a Európsku komisiu,
-  ako manažujúcemu, vedeckému a jazykovému redaktorovi časopisu *Mineralia Slovaca*.

Ľubomír Gazdačko za kolektív
spolupracovníkov ŠGÚDŠ

Výber z publikácií

V registri publikačnej činnosti zamestnancov ŠGÚDŠ má Ing. Zoltán Németh, PhD., aktuálne uvedených 285 publikácií. Uvádzame najvýznamnejšie z nich:

- Mello, J. (ed.), Filo, I., Havrila, M., Ivanička, J., Madarás, J., **Németh, Z.**, Polák, M., Pristaš, J., Vozár, J., Koša, E. a Jacko, S., ml., 2000: Geologická mapa Slovenského raja, Galmusu a Hornádskej kotliny 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.
- Mello, J. (ed.), Filo, I., Havrila, M., Ivan, P., Ivanička, J., Madarás, J., **Németh, Z.**, Polák, M., Pristaš, J., Vozár, J., Vozárová, A., Liščák, P., Kubeš, P., Scherer, S., Siráňová, Z., Szalaiová, V. a Žáková, E., 2000: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského raja, Galmusu a Hornádskej kotliny 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 303 s.
- Németh, Z.**, 2002: Variscan suture zone in Gemericum: Contribution to reconstruction of geodynamic evolution and metallogenetic events of Inner Western Carpathians. *Slovak Geological Magazine*, 8, 3 – 4, 247 – 257.
- Németh, Z.**, Prochaska, W., Radvanec, M., Kováčik, M., Madarás, J., Koděra, P. a Hraško, L., 2004: Magnesite and talc origin in the sequence of geodynamic events in Veporicum, Inner Western Carpathians, Slovakia. *Acta Petrologica Sinica*, 20, 4, 837 – 854.
- Németh, Z.**, 2005: Paleopiezometry: Tool for determination of differential stresses for principal ductile shear zones of Gemericum, Western Carpathians. *Slovak Geological Magazine*, 11, 2 – 3, 185 – 193.
- Grecula, P. (ed.), Kobulský, J., Gazdačko, L., **Németh, Z.**, Hraško, L., Novotný, L. a Maglay, J., 2009: Geologická mapa Spišsko-gemerského rudohoria 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.
- Radvanec, M., **Németh, Z.** a Bajtoš, P., 2010: Magnesite and talc in Slovakia – Genetic and geoenvironmental models. *Monograph*. Bratislava, State Geological Institute of Dionýz Štúr, 189 s.
- Grecula, P., Kobulský, J. (eds.), Gazdačko, L., **Németh, Z.**, Hraško, L., Novotný, L., Maglay, J., Pramuka, S., Radvanec, M., Kucharič, L., Bajtoš, P. a Záhorová, L., 2011: Vysvetlivky ku geologickej mape Spišsko-gemerského rudohoria 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 308 s.
- Polák, M. (ed.), Plašienka, D., Kohút, M., Putiš, M., Bezák, V., Filo, I., Olšavský, 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 – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.
- Polák, M. (ed.), Plašienka, D., Kohút, M., Putiš, M., Bezák, V., Maglay, J., Olšavský, M., Havrila, M., Buček, S., Elečko, M., Fordinál, K., Nagy, A., Hraško, L., **Németh, Z.**, Malík, P., Liščák, P., Madarás, J., Slavkay, M., Kubeš, P., Kucharič, L., Boorová, D., Zlinská, A., Siráňová, Z. a Žecová, K., 2012: Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Malé Karpaty 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 287 s.
- Németh, Z.**, Radvanec, M., Kobulský, J., Gazdačko, L., Putiš, M. a Zákršmidová, B., 2012: Allochthonous position of the Meliaticum in the North-Gemeric zone (Inner Western Carpathians) as demonstrated by paleopiezometric data. *Mineralia Slovaca*, 44, 1, 57 – 64.
- Fordinál, K. (ed.), Maglay, J., Elečko, M., Nagy, A., Moravcová, M., Vlačíky, M., Kučera, M., Polák, M., Plašienka, D., Filo, I., Olšavský, M., Buček, S., Havrila, M., Kohút, M., Bezák, V. a **Németh, Z.**, 2012: Geologická mapa Záhorkej nížiny 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.
- Fordinál, K. (ed.), Maglay, J., Elečko, M., Nagy, A., Moravcová, M., Vlačíky, M., Kohút, M., **Németh, Z.**, Bezák, V., Polák,

- M., Plašienka, D., Olšovský, M., Buček, S., Havrila, M., Hók, J., Pešková, I., Kucharič, L., Kubeš, P., Malík, P., Baláž, P., Liščák, P., Madarás, J., Šefčík, P., Baráth, I., Boorová, D., Uher, P., Zlinská, A. a Žecová, K., 2012: Vysvetlivky ku geologickej mape Záhorskej nížiny 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 232 s.
- Radvanec, M., Tuček, L., Derco, J., Čechovská, K. a Németh, Z., 2013: Change of carcinogenic chrysotile fibers in the asbestos cement (eternit) to harmless waste by artificial carbonatization: Petrological and technological results. *Journal of Hazardous Materials*, 252 – 253, 390 – 400. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2013.02.036>.
- Németh, Z., Putiš, M. a Hraško, L., 2016: The relation of metallogeny to geodynamic processes – the natural prerequisite for the origin of mineral deposits of public importance (MDoPI): The case study in the Western Carpathians, Slovakia. *Mineralia Slovaca*, 48, 2, 119 – 134.
- Radvanec, M., Németh, Z., Král, J. a Pramuka, S., 2017: Variscan dismembered metaophiolite suite fragments of Paleo-Tethys in Gemeric unit, Western Carpathians. *Mineralia Slovaca*, 49, 1, 1 – 48.
- Hók, J., Pelech, O., Teťák, F., Németh, Z. a Nagy, A., 2019: Outline of the geology of Slovakia (W. Carpathians). *Mineralia Slovaca*, 51, 1, 31 – 60.
- Gazdačko, L., Žecová, K., Németh, Z., Stercz, M., Kronome, B., Lenhardtová, E., Košuth, M., Maglay, J. a Nagy, A., 2020: Sprievodca ku geologicko-náučnej mape regiónu Medzev – Jasov 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 149 s.
- Ščerbáková, B., Gawlick, H.-J. a Németh, Z., 2020: Differential stresses estimated from calcite veins in HP-LT Triassic Hallstatt Limestones (Northern Calcareous Alps, Austria). *Mineralia Slovaca*, 52, 1, 33 – 44.
- Németh, Z., 2021: Lithotectonic units of the Western Carpathians: Suggestion of simple methodology for lithotectonic units defining, applicable for orogenic belts world-wide. *Mineralia Slovaca*, 53, 2, 91 – 90.
- Hraško, L., 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, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.
- Németh, Z., Maglay, J., Petro, L., Stercz, M., Grega, D., Pelech, O. a Gaál, L., 2023: Neo-Alpine uplift and subsidence zones in the Western Carpathians: Product of kinematic activity on Cenozoic AnD3 (NW-SE and NE-SW) and AnD4 (E-W – subequatorial and N-S – submeridian) regional faults. *Mineralia Slovaca*, 55, 2, 103 – 116.
- Hraško, L., Németh, Z. a Konečný, P., 2024: Variscan lithotectonic units in the Suchý massif of the Strážovské vrchy Mts, Western Carpathians – products of sedimentary, tectonometamorphic and granite forming processes. *Mineralia Slovaca*, 56, 1, 3 – 50.



Ing. Ľubomír Gazdačko šesťdesiatročný



Ľubo Gazdačko sa narodil 24. 2. 1963 v Prešove ako druhé z troch detí v rodine. Jeho otec pracoval ako vedúci plánovacieho oddelenia a matka ako administratívna mzdová pracovníčka. Vyrastal a žije v Prešove, s krátkym prerušením v Košiciach v rokoch 1986 až 1992.

V rokoch 1977 – 1981 študoval na Gymnáziu T. Ševčenka v Prešove. V rokoch 1981 – 1985 absolvoval štúdium na Vysokej škole technickej v Košiciach na Katedre geológie a mineralógie Baníckej fakulty v odbore banská geológia a geologický prieskum so zameraním na ložiskovú geológiu (dnes fakulta BERG Technickej univerzity). Diplomovú prácu obhájil na tému geologických pomerov okolia Kysaku. Následne v rokoch 1985 – 1986 absolvoval základnú vojenskú službu v Hodoníne a neskôr v Českom Krumlove. Od roku 1992 je ženatý, má dvoch synov a dvoch vnukov.

Od roku 1985 do roku 1992 pracoval ako geológ v Geologickom prieskume v Košiciach, š. p., Spišská Nová Ves. Venoval sa základnému geologickému výskumu a mapovaniu Spišsko-gemerského rudohoria v rámci samostatne riešených úloh ako riešiteľ a spoluriešiteľ. Podieľal sa na mapovaní a zostavovaní podkladových geologických máp v mierke 1 : 10 000 a následne na zostavovaní geologickej mapy v mierke 1 : 50 000 so zameraním na vyhľadávanie a prognózovanie nerastných surovín v oblasti Spišsko-gemerského rudohoria ako oblasti s vtedajším najväčším rudným potenciálom v rámci Západných Karpát. V rokoch 1992 – 1994 pracoval v Košiciach ako geológ v akciovej spoločnosti Geocomplex, a. s., Bratislava, kde pokračoval v geologickej činnosti. Od roku 1995 je zamestnancom Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra ako pokračovateľ a Geologickej služby SR.

V roku 1998 ako riešiteľ úlohy *Komplexné zhodnotenie utlmovaných rudných ložísk Smolník – Jedľovec, Gretla – Ráztočky* komplexne zhodnotil jedny z najvýznamnejších, stáročiami dobývaných ložísk Západných Karpát (Gazdačko et al., 1998). Podieľal sa na zostavení *Geologickej mapy Slovenského raja, Hornádskej kotliny a Galmusu* v mierke 1 : 50 000 (Mello et al., 2000) vrátane vysvetliviek, ako aj na úlohe *Atlas geomáp Spišsko-gemerského rudohoria* (Kobulský et al., 2001) v podrobnej mierke 1 : 10 000.

V rámci mapovacích prác sa zameriaval na štruktúrne zhodnotenie územia.

Zúčastnil sa na štruktúrnym prieskume okolia tunela Branisko (Polák et al., 1996), ako aj na riešení úloh *Aktualizácia geologickej stavby problémových území Slovenskej republiky* (2012 – 2013). Bol spoluriešiteľom na vyhľadávacom prieskume v rámci úlohy *Zlatá Idka – turmalínovce* (Kobulský et al., 2000), na metalogenetickom hodnotení územia Slovenskej republiky (Lexa et al., 2002), ako aj vyhľadávacom ložiskovogeologickom prieskume v Dobšinej – Au, Ag, Sb, Co, Ni, Mo, Cu, Cd, Se, Bi, Sn, U rudy (Németh, 2008).

Nezľakol sa ani podrobného geologického mapovania a štruktúrneho zhodnotenia flyšových hornín vonkajšieho flyšu v oblasti Nízkych Beskýd-strednej časti v mierke 1 : 50 000 (Žec et al., 2006) vrátane vysvetliviek (Žec et al., 2011) a Nízkych Beskýd-západnej časti v mierke 1 : 50 000 (Kováčik et al., 2011) a vysvetliviek k mape. V rámci projektu novej *Prehľadnej geologickej mapy Slovenskej republiky v mierke 1 : 200 000* sa podieľal na zostavovaní máp z oblasti Spišsko-gemerského rudohoria. Významným výsledkom prác v oblasti Spišsko-gemerského rudohoria bolo zostavenie a vydanie *Geologickej mapy Spišsko-gemerského rudohoria v mierke 1 : 50 000* (Grecula et al., 2009) a vysvetliviek k nej (Grecula et al., 2011). Je autorom a spoluautorom odborných článkov, monografií, zborníkov a geologických máp z tejto oblasti.

Bol spoluriešiteľom úlohy *Monitorovanie environmentálnych záťaží na vybraných lokalitách Slovenskej republiky* (Kordík et al., 2015) a úlohy *Zabezpečenie monitorovania environmentálnych záťaží Slovenska* (Slaninka et al., 2021). Pri riešení úlohy *Identifikácia, registrácia a inžinierskogeologické mapovanie svahových deformácií Slovenska* spolupracoval na mapovaní a zostavovaní IG máp oblasti Prešova.

V posledných rokoch bol spoluriešiteľom úlohy *Data-báza primárnych údajov z ložiskového prieskumu v regióne Spišsko-gemerského rudohoria a východoslovenských neovulkanitov* (2019 – 2020), aktuálne aj na rozbiehajúcom sa projekte mapy pomedzia národných parkov Slovenský raj – Muránska planina – Slovenský kras – Nízke Tatry (od r. 2024).

V roku 2011 mal výrazný podiel na dopracovaní a vydaní *Geologicko-náučnej mapy Zemplínskych vrchov* (Kobulský et al., 2011). Bol editorom *Geologicko-náučnej mapy územia Medzev – Jasov* a sprievodcu k nej (Gazdačko et al., 2020). Bol spoluorganizátorom viacerých medzinárodných aj domácich vedeckých podujatí: *Variscan Metallogeny in the Alpine orogenic belt* (Stará Lesná, Vysoké Tatry) vrátane exkurzie (1994), Kongres Slovenskej geologickej spoločnosti (Medvedia hora, Michalovce, 2005), *10th Meeting of the Central European Tectonic Studies Group CE-TeG 2012* (Zemplínska Širava – Medvedia hora) a exkurzia k nemu (2012).

Jeho odborná a vedecká činnosť zahŕňa vyše 30 publikovaných prác a viac než 50 manuskriptov evidovaných v archíve ŠGÚDŠ.

Je členom Slovenskej geologickej spoločnosti. V roku 2023 mu bolo udelené Čestné uznanie ministra ŽP za profesijné pôsobenie v starostlivosti o životné prostredie.

Ľubo je nadšený turista, má rád horskú cyklistiku, záhradkárenie a svoju rodinu.

Milý Ľubo,

*želáme Ti pevné zdravie, mnoho trpezlivosti v práci,
úspechy v pracovnom i osobnom živote a v rodinnom
kruhu veľa radosti z rastúcich vnúčat.*

Za kolektív pracovníkov ŠGÚDŠ
Zoltán Németh

Výber významných publikácií

- Grecula, M., Návesňák, D., Bartalský, B., **Gazdačko, E.**, Németh, Z., István, J. a Vrbatovič, P., 1990: Shear zones and arc structure of Gemericum, the Western Carpathians. *Mineralia Slovaca*, 22, 2, 97 – 110.
- Grecula, P., Abonyi, A., Abonyiová, M., Antaš, J., Bartalský, B., Bartalský, J., Dianiška, I., Drnčík, E., Ďuďa, R., Gargulák, M., **Gazdačko, E.**, Hudáček, J., Kobulský, J., Lörincz, L., Macko, J., Návesňák, D., Németh, Z., Novotný, L., Radvanec, M., Rojkovič, I., Rozložník, L., Rozložník, O., Varček, C. a Zlocha, J., 1995: Ložiská nerastných surovín Slovenského rudohoria. Zväzok 1. Mineral deposits of the Slovak ore mountains. Vol. 1. Bratislava, Geocomplex, 834 s.
- Gazdačko, E.**, 1994: Polyfázový deformačný vývoj východnej časti stykovej zóny gemerika a veporika. *Mineralia Slovaca*, 26, 5, 387 – 398.
- Németh, Z., **Gazdačko, E.**, Návesňák, D. a Kobulský, J., 1997: Polyphase tectonic evolution of the Gemericum (the Western Carpathians) outlined by review of structural and deformational data. Geological evolution of the Western Carpathians. In: Grecula, P., Hovorka, D. a Putiš, M. (eds.): Geological evolution of the Western Carpathians. Bratislava, Mineralia Slovaca – Geocomplex, 215 – 224.
- Hurai, V., **Gazdačko, E.**, Ferenciková, E., Majzlan, J. a Repčok, I., 1998: Pôvod rudonosných fluid žilných sideritových ložísk Gretla, Jedľovec a Rudňany (Spišsko-gemerské rudohorie). *Mineralia Slovaca*, 30, 6, 423 – 430.
- Kruczyk, J., Kadzialko-Hofmokr, M., Jelenska, M., Tünyi, I., **Gazdačko, E.** a Grabowski, J., 2002: Paleomagnetism of metamorphic rocks from the Gemerides (Western Carpathians). *Geologica Carpathica*, 53, 1, 15 – 25.
- Gazdačko, E.** a Kobulský, J., 2005: Vzťah vrstvitosti, puklín a strižných pásov v južnej časti magurského príkrovu (oblasť Novej Kelče a Košaroviec). *Mineralia Slovaca*, 37, 3, 301 – 303.
- Gazdačko, E.**, 2005: Litologická náplň a vzťah Bôrčanského príkrovu v okolí Markušky a Kobeliarova k ultrabázikám. *Mineralia Slovaca*, 37, 3, 214 – 216.
- Žec, B. (ed.), **Gazdačko, E.**, Kováčik, M., Kobulský, J., Bóna, J., Pristaš, J. a Potfaj, M., 2006: Geologická mapa Nízkych Beskyd-stredná časť 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.
- Bezák, V., Elečko, M., Fordinál, K., Ivanička, J., Kaličiak, M., Konečný, V., Kováčik, M., Maglay, J., Mello, J., Nagy, A., Polák, M., Potfaj, M., Biely, A., Bóna, J., Broska, I., Buček, S., Filo, I., **Gazdačko, E.**, Grecula, P., Gross, P., Havrila, M., Hók, J., Hraško, E., Jacko, S. ml., Jacko, S. st., Janočko, J., Kobulský, J., Kohút, M., Kováčik, M., Lexa, J., Madarás, J., Németh, Z., Olšavský, M., Plašienka, D., Pristaš, J., Rakús, M., Salaj, J., Siman, P., Šimon, L., Teták, F., Vass, D., Vozár, J., Vozárová, A. a Žec, B., 2008: Prehľadná geologická mapa Slovenskej republiky 1 : 200 000 / General Geological Map of the Slovak Republic 1 : 200 000. Bratislava, Ministerstvo životného prostredia SR – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.
- Bezák, V., Biely, A., Broska, I., Bóna, J., Buček, S., Elečko, M., Filo, I., Fordinál, K., **Gazdačko, E.**, Grecula, P., Hraško, E., Ivanička, J., Jacko, S. ml., Jacko, S. st., Janočko, J., Kaličiak, M., Kobulský, J., Kohút, M., Konečný, V., Kováčik, M., Kováčik, M., Lexa, J., Madarás, J., Maglay, J., Mello, J., Nagy, A., Németh, Z., Olšavský, M., Plašienka, D., Polák, M., Potfaj, M., Pristaš, J., Siman, P., Šimon, L., Teták, F., Vozárová, A., Vozár, J. a Žec, B., 2009: Vysvetlivky k prehľadnej geologickej mape Slovenskej republiky 1 : 200 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 534 s.
- Grecula, P. (ed.), Kobulský, J., **Gazdačko, E.**, Németh, Z., Hraško, E., Novotný, L. a Maglay, J., 2009: Geologická mapa Spišsko-gemerského rudohoria 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.
- Žec, B., **Gazdačko, E.**, Kováčik, M., Kobulský, J., Bóna, J., Potfaj, M., Pristaš, J., Žecová, K., Derco, J., Kucharič, E., Marcin, D., Petro, E., Zlinská, A., Siráňová, Z., Vaněková, H., Buček, S. a Konečný, P., 2011: Vysvetlivky ku geologickej mape Nízkych Beskyd-stredná časť 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 188 s.
- Grecula, P., Kobulský, J. (eds.), **Gazdačko, E.**, Németh, Z., Hraško, E., Novotný, L., Maglay, J., Pramuka, S., Radvanec, M., Kucharič, E., Bajtoš, P. a Záhorová, E., 2011: Vysvetlivky ku geologickej mape Spišsko-gemerského rudohoria 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 308 s.
- Kováčik, M. (ed.), Bóna, J., **Gazdačko, E.**, Kobulský, J., Maglay, J. a Kučera, M., 2011: Geologická mapa Nízkych Beskyd-západná časť 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra.
- Kováčik, M. (ed.), Bóna, J., **Gazdačko, E.**, Kobulský, J., Maglay, J., Žecová, K., Derco, J., Zlinská, A., Siráňová, Z., Boorová, D., Bónová, K., Buček, S., Kucharič, E., Kubeš, P., Bačová, N., Petro, E. a Vaněková, H., 2012: Vysvetlivky ku geologickej mape Nízkych Beskyd-západná časť. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 180 s.
- Németh, Z., Radvanec, M., Kobulský, J., **Gazdačko, E.**, Putiš, M. a Zákršmidová, B., 2012: Allochthonous position of the Meliaticum in the North-Gemeric zone (Inner Western Carpathians) as demonstrated by paleopiezometric data. *Mineralia Slovaca*, 44, 1, 57 – 64.
- Kobulský, J., Žecová, K., **Gazdačko, E.**, Bačo, P., Bačová, Z., Maglay, J., Petro, E. a Šesták, P., 2014: Zemplínske vrchy. Sprievodca. 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 84 s.
- Gazdačko, E.** (ed.), Németh, Z., Stercz, M., Žecová, K., Kromer, B., Lenhardtová, E., Maglay, J., Košuth, M. a Nagy, A., 2020: Geologicko-náučná mapa regiónu Medzev – Jasov. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 149 s.

Zdravica k životnému jubileu RNDr. Kataríny Korábovej, PhD.

Katarína Korábová dovŕšila 9. 7. 2024 životné jubileum, 60 rokov. Tento významný životný medzník oslávila v dobrom zdraví a v kruhu svojich najbližších. Narodila sa v Bratislave ako mladšia z dvoch detí v rodine geológa, ktorý svoj pracovný život zasvätil sedimentom flyšového pásma, a bývalého riaditeľa Geologického ústavu Dionýza Štúra Tomáša Korába a jeho manželky Alžbety. Je hrdou mamou dcéry Zuzany a syna Richarda. Od roku 1979 navštevovala Gymnázium Jura Hronca a štúdium skončila maturitou v roku 1983. Vysokoškolské štúdium absolvovala v r. 1983 – 1988 na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave, špecializáciu geochémie, základná a ložisková geológia. Diplomovú prácu *Mikrobiostratigrafická charakteristika vybraných súvrství pribradlového flyša východného Slovenska* vypracovala pod vedením doc. RNDr. Hedvigy Bystrickej, CSc. Po jej obhájení nastúpila do Geologického ústavu Dionýza Štúra (dnes Štátny geologický ústav Dionýza Štúra) v Bratislave na oddelenie biostratigrafie. V tom istom roku absolvovala aj rigoróznú skúšku a získala titul doktorka prírodných vied (RNDr.). V rokoch 1991 až 2023 pôsobila v regionálnom centre ústavu v Košiciach. V roku 2017 obhájila dizertačnú prácu na tému *Biostratigrafická a paleoekologická analýza vápneného nanoplanktónu z paleogénnych súvrství magurskej jednotky v oblasti Nízkych Beskýd*, ktorú vypracovala pod vedením doc. RNDr. Jána Sotáka, DrSc.

Jej profesijné odborné zameranie v službách geologického ústavu bolo od začiatku orientované na mikrobiostratigrafický a mikrofaciálny výskum spoločenstiev bentických dierkavcov a neskôr vápneného nanoplanktónu paleogénnych, mezozoických a neogénnych sedimentov Západných Karpát. Prvou významnou úlohou, na ktorej sa jubilantka podieľala ako spoluriešiteľka, bola úloha *Prognózne overenie zdrojov prírodných uhlíkovodíkov v zborovskom antiklinóriu, Geologické zhodnotenie vrtu Zborov-1* (1990), v rámci ktorej vyhodnocovala sedimenty paleogénnych súvrství. Jej vedeckovýskumná činnosť zahŕňala aj spracovanie vápneného nanoplanktónu z pohľadu životného prostredia (paleoekológia, paleoocénografia) a podmienok



sedimentácie na tieto spoločenstvá v období paleogénu. Počas svojej 36-ročnej praxe sa podieľala v prevažnej miere ako spoluriešiteľka na mnohých úlohách geologického výskumu, niektoré z nich aj viedla.

RNDr. Katarína Korábová, PhD., bola v rokoch 2012 – 2020 členkou redakčnej rady *Geologické práce, Správy*. Svoje odborné poznatky prezentovala na mnohých domácich i zahraničných sympóziách a konferenciách. Nezanebateľná je aj jej medzinárodná spolupráca s českými a poľskými

kolegami, predovšetkým v rámci publikačnej činnosti či recenzovania článkov v odborných časopisoch. Bola organizátorkou a spoluorganizátorkou niekoľkých domácich a medzinárodných, najmä paleontologických konferencií a seminárov (napr. 8. slovensko-česko-poľská paleontologická konferencia, Kongres Slovenskej geologickej spoločnosti – Medvedia hora 2005 a iné). Výsledky pracovnej aktivity jubilantky našli svoje miesto v početných (140) archivovaných manuskriptoch, odborných publikáciách, monografiách (vysvetlivky k regionálnym geologickým mapám) a abstraktoch.

Mikrofaunistický výskum RNDr. K. Korábovej, PhD., bol súčasťou mapovacích prác a zostavenia vysvetliviek ku geologickým mapám 1 : 50 000 napr. v regiónoch Nízke Beskydy, stredná a západná časť, Záhorská nížina, Hornádska kotlina, Levočské vrchy, Spišsko-šarišské medzihorie, Bachureň a Šarišská vrchovina, Spišská Magura, Biele Karpaty (južná časť) a Myjavská pahorkatina, Žiar, Biela Orava, Podunajská nížina-Podunajská rovina, Strážovské vrchy-východná časť a iné. Aktuálne sa venuje vyhodnocovaniu spoločenstiev vápneného nanoplanktónu mezozoických a kenozoických sedimentov v regióne Oravská Magura a na vybraných lokalitách pomedzia národných parkov Slovenský raj či Nízke Tatry.

Srdcovou záležitosťou jubilantky je naďalej štúdium paleogénnych sedimentov flyšového pásma Západných Karpát. Z jej rokmi nadobudnutých mikrobiostratigrafických skúseností stále čerpá početný zástup spolupracovníkov. Za svoju dlhoročnú a poctivú prácu získala v roku 2019 Čestné uznanie ministra životného prostredia. V súkromnom živote jej obrovskú radosť robia najmä vnúčatá Frida a Magnus.

Milá Katka,

**za nás, Tvojich kolegov a priateľov, Ti želáme pevné
zdravie, mnoho ďalších plodných rokov, úspechy
v osobnom živote a v rodinnom kruhu veľa radosti
a pohody.**

Kamil Fekete

za oddelenie geológie starších útvarov

Úplný zoznam publikovaných prác Kataríny Korábovej (Žecovej) je dostupný na webovej adrese:
<https://geodata.geology.sk/webisnt/epcg.htm>

Výber z publikovaných prác

- Ondrejčíková, A., Borza, V., **Korábová, K.** a Michalík, J., 1993: Calpionellid, radiolarian and calcareous nannoplankton association near the Jurassic-Cretaceous boundary (Hrušové section, Čachtické Karpaty Mts., Western Carpathians). *Geologica Carpathica*, 44, 3, 177 – 188.
- Gross, P. (ed.), Buček, S., Ďurkovič, T., Filo, I., Halouzka, R., Karoli, S., Maglay, J., Nagy, A., Spišák, Z., Žec, B., Vozár, J., Borza, V., Lukáčik, E., Mello, J., Janočko, 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 a Spišsko-šarišskej vrchoviny 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vydavateľstvo D. Štúra, 239 s.
- Wunder, D., Ďurkovič, T., Siráňová, Z., Fejdiová, O., Gašpariková, V., **Korábová, K.**, Píchová, E., Červenka, J., Kožel, J., Snopková, P., Rudinec, R. a Smetana, J., 1990: Prognózne overenie zdrojov prírodných uhlíkovodíkov v zborovskom antiklinóriu. Geologické zhodnotenie vrtu Zborov-1. Čiastková záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Štátny geologický ústav Dionýza Štúra (arch. č. 76 601), 45 s.
- Janočko, J. (ed.), Gross, P., Polák, M., Potfaj, M., Jacko, S. ml., Rakús, M., Halouzka, R., Jetel, J., Petro, L., Kubeš, P., Buček, S., Köhler, E., Siráňová, Z., Zlinská, A., Halášová, E., Hamršíd, B., Karoli, S., Žec, B., Fejdiová, O., Milička, J., Boorová, D. a **Žecová, K.**, 2000: Vysvetlivky ku geologickej mape Spišskej Magury 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 174 s.
- Žecová, K.**, Siráňová, Z. a Filo, I., 2006: K otázke tzv. polhorského vývoja (kontinentálne sedimenty paleogénu Horehronského podolia). *Mineralia Slovaca*, 38, 1, 77 – 82.
- Mello, J. (ed.), Boorová, D., Buček, S., Filo, I., Fordinál, K., Havrila, M., Iglárová, E., Kubeš, P., Liščák, P., Maglay, J., Marcin, D., Nagy, A., Potfaj, M., Rakús, M., Rapant, S., Remšík, A., Šalaj, J., Siráňová, Z., Teťák, F., Zuberec, J., Zlinská, A. a **Žecová, K.**, 2011: Vysvetlivky ku geologickej mape Stredného Považia 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 378 s.
- Ivanička, J., Kohút, M. (eds.), Havrila, M., Olšavský, M., Hók, J., Kováčik, M., Madarás, J., Polák, M., Rakús, M., Filo, I., Elečko, M., Fordinál, K., Maglay, J., Pristaš, J., Buček, S., Šimon, L., Kubeš, P., Scherer, S., Zuberec, J., Dananaj, I., Klukanová, A., Konečný, P., Boorová, D., Siráňová, Z., Zlinská, A. a **Žecová, K.**, 2011: Vysvetlivky ku geologickej mape Považského Inovca a jv. časti Trenčianskej kotliny 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 389 s.
- Žec, B., Gazdačko, L., Kováčik, M., Kobulský, J., Bóna, J., Potfaj, M., Pristaš, J., **Žecová, K.**, Derco, J., Kucharič, L., Marcin, D., Petro, L., Zlinská, A., Siráňová, Z., Vaněková, H., Buček, S. a Konečný, P., 2011: Vysvetlivky ku geologickej mape Nízkych Beskyd-stredná časť. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 188 s.
- Polák, M. (ed.), Plašienka, D., Kohút, M., Putiš, M., Bezák, V., Maglay, J., Olšavský, M., Havrila, M., Buček, S., Elečko, M., Fordinál, K., Nagy, A., Hraško, L., Németh, Z., Malík, P., Liščák, P., Madarás, J., Slavkay, M., Kubeš, P., Kucharič, L., Boorová, D., Zlinská, A., Siráňová, Z. a **Žecová, K.**, 2012: Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Malé Karpaty 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 287 s.
- Kováčik, M. (ed.), Bóna, J., Gazdačko, L., Kobulský, J., Maglay, J., **Žecová, K.**, Derco, J., Zlinská, A., Siráňová, Z., Boorová, D., Bónová, K., Buček, S., Kucharič, L., Kubeš, P., Bačová, N., Petro, L. a Vaněková, H., 2012: Vysvetlivky ku geologickej mape Nízkych Beskyd-západná časť. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 180 s.
- Žecová, K.** a Boorová, D., 2013: Nové výsledky biostratigrafického výskumu lupkovského súvrstvia v antiklinoriálnom pásme Malého Bukovca (duklianska jednotka). *Mineralia Slovaca*, 45, 4, 175 – 184.
- Pszonka, J., Wendorff, M. a **Žecová, K.**, 2013: Analysis of carbonate nannoplankton from the Cergowa Beds (Oligocene), Polish and Slovak Flysch Carpathians. In: Bąk, M., Kowal-Kasprzyk, J., Waśkowska, A. a Kaminski, M. A. (eds.): 14th Czech-Slovak-Polish Paleontological Conference and 9th Polish Micropaleontological Workshop. Abstracts Volume. Grzybowski Foundation Special Publication, 19. Kraków, Grzybowski Foundation, 46 – 47.
- Žecová, K.**, 2013: New biostratigraphic results from the borehole VTO-14 Nová Vieska pri Bodrogu (Eastern Slovakia). In: Bąk, M., Kowal-Kasprzyk, J., Waśkowska, A. a Kaminski, M. A. (eds.): 14th Czech-Slovak-Polish Paleontological Conference and 9th Polish Micropaleontological Workshop. Abstracts Volume. Grzybowski Foundation Special Publication, 19. Kraków, Grzybowski Foundation, 65 – 66.
- Pszonka, J., Wendorff, M. a **Žecová, K.**, 2014: Sustained and surge-type turbidites in the Cergowa Beds submarine fan (Oligocene, Outer Carpathians, Poland and Slovakia). In: Sedimentology at the crossroads of new frontiers. 19th International sedimentological congress from 18 to 22 August 2014 in Geneva, Switzerland. Abstracts book. Geneva, Université de Genève.
- Hraško, L., Antalík, M., Bačo, P., Bačová, Z., Bezák, V., Boorová, D., Bóna, J., Buček, S., Čech, P., Demko, R., Derco, R., Elečko, M., Filo, I., Ferenc, Š., Fordinál, K., Gazdačko, L., Gaži, P., Gluch, A., Gross, P., Harčová, E., Havrila, M., Havrila, J., Káčer, Š., Kobulský, J., Kohút, M., Kollárová, V., Konečný, P., Konečný, V., Kováčik (KE), M., Kováčik, M., Kováčiková, M., Kováčová, M., Král, J., Kronome, B., Kubeš, P., Kučera, M., Laurinc, D., Madarás, J., Maglay, J., Németh, Z., Olšavský, M., Pécskay, Z., Pešková, I., Potfaj, M., Pramuka, S., Pristaš, J., Radvanec, M., Siráňová, Z., Šimon, L., Šimonová, B., Vaněková, H., Vlachovič, J., Zlinská, A. a **Žecová, K.**, 2014: Výsledky geologickej úlohy Aktualizácia geologickej stavby problémových území Slovenskej republiky v mierke 1 : 50 000. Geologické práce, Správy, 124, 7 – 66.
- Teťák, F., Potfaj, M., Havrila, M., Filo, I., Pešková, I., Boorová, D., **Žecová, K.**, Laurinc, D., Olšavský, M., Siráňová, Z., Buček, S., Kucharič, L., Gluch, A., Šoltés, S., Pažická, A., Iglárová, E., Liščák, P., Malík, P., Fordinál, K., Vlačiky, M. a Köhler, E., 2015: Vysvetlivky ku geologickej mape Bielych Karpát (južná časť) a Myjavskej pahorkatiny. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 314 s.
- Teťák, F. (ed.), Kováčik, M., Pešková, I., Nagy, A., Buček, S., Maglay, J., Vlačiky, M., Laurinc, D., **Žecová, K.**, Zlinská, A., Liščák, P., Marcin, D., Žilka, A., Kucharič, L., Gluch, A. a Baláž, P., 2016: Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Biela Orava v mierke 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 217 s.

- Kobulský, J., Gazdačko, L., **Žecová, K.**, Bačo, P., Bačová, Z., Maglay, J., Šesták, P., Petro, L. a Repčiak, M., 2016: Zemplínske vrchy. Sprievodca. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 84 s.
- Žecová, K.**, 2017: Paleoecology of calcareous nannofossils from Paleogene formations of the Magura Unit in the Western Carpathians. *Mineralia Slovaca*, 49, 2, 141 – 156.
- Pszonka, J., **Žecová, K.** a Wendorff, M., 2019: Oligocene turbidite fans of the Dukla Basin: New age data from the calcareous nannofossils and paleoenvironmental conditions (Cergowa beds, Polish-Slovakian borderland). *Geologica Carpathica*, 70, 4, 311 – 324.
- Fordinál, K. (ed.), Maglay, J., Moravcová, M., Vitovič, L., Nagy, A., Šimon, L., Šefčík, P., Benková, K., Dananaj, I., Demko, R., Dzurenda, Š., Fričovský, B., Gluch, A., Kollárová, V., Kováčiková, M., Kúšik, D., Laurinc, D., Marcin, D., Pelech, O., Šujan, M., Vlačiky, M., Zeman, I., Zlinská, A. a **Žecová, K.**, 2024: Vysvetlivky ku geologickej mape Podunajskej nížiny-juhovýchodná časť 1 : 50 000. Bratislava, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, 300 s.



SPOMIENKY

Spomienka na Štefiho (* 25. 5. 1937 – † 26. 2. 2023)

V nedeľu 26. 2. 2023 nás navždy opustil RNDr. Ladislav Dublan, CSc., náš Štefi, ako sme ho s obľubou volali. Nás, ktorí sme ho poznali bližšie, to hlboko zasiahlo.

Ladislav Dublan sa narodil 25. 5. 1937 v Užhorode vo vtedajšom Československu. Jeho skutočné rodné meno bolo Štefan Čižmár. Chybou matričného úradu v Užhorode mu však rodné meno zmenili. Keďže v dôsledku historických udalostí sa mesto Užhorod začlenilo do iného štátu, už to ostalo tak, lebo cezhraničné vybavovanie by bolo zložité.

Celý profesijný život spojil so Štátnym geologickým ústavom Dionýza Štúra. Do tejto inštitúcie nastúpil 1. 7. 1955 a pracoval v nej až do odchodu do dôchodku 1. 6. 1997. Väčšinu svojho pracovného života, 42 rokov, pracoval na oddelení neovulkanitov ŠGÚDŠ.

Štúdium neovulkanitov v ŠGÚDŠ založil profesor Miroslav Kuthan v roku 1957. Členmi tohto oddelenia sa stali niekoľkí absolventi Geologicko-geografickej fakulty UK v Bratislave a technickí pracovníci, medzi ktorými bol aj Ladislav Dublan. Ladislav Dublan potom diaľkovo úspešne absolvoval Prírodovedeckú fakultu Univerzity Komenského v Bratislave. V roku 1981 pod vedením profesora



Kuthana obhájil dizertačnú prácu s názvom *Geologická stavba a petrografia neovulkanitov Poľany* a získal vedeckú hodnosť kandidát vied (CSc.).

RNDr. Ladislav Dublan, CSc., bol v rokoch 1978 až 1981 vedúcim oddelenia neovulkanitov. Aktívne sa podieľal na riešení problémov neovulkanitov Slovenska ako mapujúci geológ, vulkanológ a petrograf. V rokoch 1981 až 1986 bol účastníkom expertízy na Kube. Počas expertízy sa venoval problematike vzťahu vulkanizmu a porfýrovej mineralizácie. Na Kube sa podieľal na objavení polymetalického zrudnenia a ložiskovej akumulácie. Aktívne sa zapojil do geologického mapovania centrálnej časti územia Kuby a zostavil časť geologickej mapy. Je zároveň autorom geologickej mapy oblasti Palmira v mierke 1 : 50 000.

Po návrate domov RNDr. Ladislav Dublan, CSc., pokračoval v mapovaní neovulkanitov, hlavne v oblasti Poľany. Venoval sa geologickému výskumu, geologickému mapovaniu a zostavovaniu geologických máp v mierke 1 : 25 000. Geologické mapy slúžili ako podklad, na základe ktorého bola zostavená *Geologická mapa Poľany v mierke 1 : 50 000* a vysvetlivky k nej. Spolupracoval aj na študovaní vulkanitov v ostatných vulkanických regiónoch, ako sú Vtáčnik, Štiavnické vrchy a Javorie. Na základe týchto máp bola zostavená a v roku 1997 publikovaná *Geologická mapa Štiavnických vrchov a Pohronského Inovca v mierke 1 : 50 000*.



Ladislav Dublan v roku 1991 na vrchole najväčšej sopky Európy stratovulkánu Etna na Sicílii (vľavo dole, vedľa neho vpravo je Michal Kaličiak, nad nimi zľava sú Ladislav Šimon, Michal Stolár a Vlastimil Konečný (fotografia z archívu Slovenskej geologickej spoločnosti).

Ladislav Dublan sa počas celého svojho pracovného života v Štátnom geologickom ústave Dionýza Štúra venoval štúdiu vulkanických hornín Slovenska a prispel k rozvoju ich poznania. Slovenská geologická spoločnosť pri príležitosti jeho 85. narodenín mu v roku 2022 za jeho prácu v prospech rozvoja Slovenskej geologickej spoločnosti udelila štatút jej čestného člena.

Náš kolega a priateľ Štefi miloval knihy, nesmierne rád ich čítal, pútavo o nich rozprával a rovnako rád ich daroval. Priateľom zvykol darovať aj vzácne kusy vzoriek z hlbín zeme, hlavne také, ktoré na zemský povrch vyvrhli sopky.

Miloval obrazy, dokázal nad nimi dlho a hlbavo premýšľať. Obdivoval zázračný svet, jeho usporiadanie a všetko medzi nebom a zemou, čo sa ťažko chápe ľudským rozumom. Práve to ho robilo jedinečným a zaujímavým človekom. Nám všetkým, ktorí sme s ním nielen spolupracovali, ale mohli nahliadnuť aj do jeho súkromného sveta, bude veľmi chýbať.

Čeť jeho pamiatke!

Ladislav Šimon



Spomienka na RNDr. Jána Pristaša, CSc.

Už je to viac ako rok, čo sa s nami 5. septembra 2023 nastalo rozlúčil významný slovenský geológ, dobrý priateľ a náš dlhoročný spolupracovník na bývalom oddelení kvartéru a neogénu (dnes oddelenie geológie mladších útvarov) Dr. Ján Pristaš.

Svetlo tohto sveta po prvýkrát uzrel 13. júna 1938 v obci Ubl'a v Beskydskom predhorí medzi Bukovskými vrchmi a Vihorlatskými vrchmi. Tam prežil rané detstvo a v roku 1953 ukončil aj základné vzdelanie. Stredoškolské štúdium zavŕšil v roku 1956 maturitou na vtedajšej Jedenásťročnej strednej škole v Snine, neďaleko od rodnej obce. V tom istom roku začal zahraničné vysokoškolské štúdium v Kyjeve na Ukrajine, ktoré úspešne ukončil v roku 1961.

Ten rok bol pre Dr. Pristaša prelomový. Ako čerstvý absolvent štúdia geomorfológie a fyzickej geografie na Geografickej fakulte Kyjevskej štátnej univerzity T. G. Ševčenko so zameraním na problematiku a metodiku výskumu a mapovania štvrtohorných sedimentov nastúpil do vtedajšieho Geologického ústavu Dionýza Štúra v Bratislave. S týmto študijným zameraním bol zaradený do vtedy historicky najpočetnejšieho riešiteľského kolektívu geológov a technických pracovníkov na oddelení kvartéru ako jeho 17. člen. Na tomto oddelení pod vedením Dr. I. Vaškovského a v rokoch 1986 – 1990 aj sám ako vedúci oddelenia pracoval 45 rokov až do odchodu do dôchodku v r. 2006.

V priebehu pôsobenia v ústave si Dr. Pristaš popri odbornej práci zvyšoval aj svoju vedeckú kvalifikáciu. Najprv obhájil titul doktor prírodných vied (RNDr.) a následne v roku 1982 získal vedeckú hodnosť kandidát geologických vied (CSc.). V rámci ďalšieho zvyšovania odbornej praxe v súvislosti s medzinárodným trendom výskumu kvartéru sa zúčastnil na stážach vo Fínsku, Grécku a Gruzínsku. Súčasťou jeho aktivít bola aj odborná prekladateľská činnosť.

Dr. Pristaš bol od nástupu na oddelenie kvartéru priamo zapojený do riešenia širokého spektra aktuálnych geologických úloh zaoberajúcich sa výskumom stavby a vývoja kvartérnych uloženín územia Slovenska. Jeho vedeckovýskumná činnosť bola zameraná hlavne na regionálny geologický výskum a mapovanie kvartérnych akumulácií. Aktívne sa podieľal na spracovaní, vyhodnocovaní a sumarizácii výsledkov tohto výskumu ako autor a spoluautor základných, regionálnych a rôznych účelových geologických máp, ako aj na zostavovaní tlačou vydaných monografií a vysvetliviek k týmto mapám. Túto činnosť vykonával v rámci ŠGÚDŠ aj v spolupráci hlavne s pra-



covníkmi oddelení neogénu a neovulkanitov, inžinierskej geológie, biostratigrafie a štruktúrnej geológie, ako aj s Katedrou geológie a paleontológie Prírodovedeckej fakulty UK v Bratislave, vtedajším Geologickým ústavom SAV a v rámci medzištátnych projektov bilaterálnej spolupráce aj s Českou republikou, Maďarskom, Rakúskom, Fínskom a Ukrajinou.

Medzi jeho prvé aktivity po nástupe do vtedajšieho Geologického ústavu D. Štúra v Bratislave patrilo v spolupráci s členmi oddelenia kvartéru a neogénu geologický výskum kvartérnych uloženín Podunajskej roviny pre potreby tvorby primárnych podkladov ideologického zámeru projektu výstavby vodných diel na Dunaji. Ich výstavba sa realizovala neskôr v 70. a 80. rokoch minulého storočia. Následne svoju odbornú činnosť upriamil na podrobný a koncepčne prebiehajúci výskum kvartéru súvisiaci s tvorbou základných a regionálnych geologických máp kotlín južného Slovenska. Postupne sa stal spoluzostavovateľom regionálnych geologických máp Ipeľskej kotliny a j. časti Krupinskej planiny (Konečný et al., 1978, 1983), Rimavskej kotliny (Elečko et al., 1985; Vass et al., 1986; Vass, Elečko et al., 1989) a Lučenskej kotliny vrátane Cerovej vrchoviny (Vass et al., 1992a, b). Bol spoluautorom vysvetliviek k týmto mapám, ako aj spoluautorom príslušných monografií. V nich vyniká najmä jeho vyčlenenie a definovanie *trebeľovských*, *husinských* a *belinských* vrstiev spodného pleistocénu, po prvýkrát definovaných z obdobia kvartéru (Vass et al., 1979; Vass, Elečko et al., 2007).

Následne a zároveň súbežne s tým sa Dr. Pristaš podieľal na výskume, spracovaní a zostavovaní ďalších regionálnych geologických máp a vysvetliviek z regiónov Slovenského rudohoria (Bajaník et al., 1983, 1984), Lúčanскеj Malej Fatry (Rakús et al., 1993), Veľkej Fatry (Polák et al., 1997a, b), Vtáčnika a Hornonitrianskej kotliny (Šimon et al., 1997a, b), Štiavnických vrchov a Pohronskeho Inovca (Konečný et al., 1998), východnej časti Podunajskej nížiny (Nagy et al., 1998), zo západnej časti Slovenského rudohoria (Bezák et al., 1999a, b), z územia Tribeča (Ivanička et al., 1998a, b), Slovenského krasu (Mello et al., 1996, 1997), Slovenského raja, Galmusu a Hornádskej kotliny (Mello et al., 2000a, b) a Starohorských vrchov, Čierťaž a s. časti Zvolenskej kotliny (Polák et al., 2003a, b). V rokoch 1991 – 2000 bol zodpovedným riešiteľom úlohy *Povrchová geologická mapa Podunajska v mierke 1 : 50 000* a ako spoluautor sa podieľal na *Mape genetických typov a hrúbok kvartérnych sedimentov* a na *Neotektonickej mape Podunajska* (Halouzka et al., 1998; Scharek et al., 2000). Tie boli neskôr použité ako primárne podklady širokospektrálnych máp v rámci projektu trilaterálnej slovensko-maďarsko-rakúskej spolupráce na projekte DANREG (Császár et al., 1998).

Zároveň s uvedeným projektom pokračoval ako zodpovedný riešiteľ v systematickom regionálnom výskume kvartéru Nitrianskej pahorkatiny, ktorý úspešne zakončil vydaním *Geologickej mapy Podunajskej nížiny-Nitrianskej pahorkatiny v mierke 1 : 50 000* a vysvetliviek k tejto mape (Pristaš et al., 2000a, b). Po vydaní mapy kontinuálne prešiel do pokračujúceho regionálneho geologického výskumu a mapovania. Ako spoluautor sa podieľal na vydaní veľkého počtu ďalších regionálnych geologických máp v mierke 1 : 50 000 a tlačou vydaných vysvetliviek k týmto mapám. Ide najmä o nasledujúce mapy: *Geologická mapa Stredného Považia* (Mello et al., 2005), *Geologická mapa Podunajskej nížiny-Trnavskej pahorkatiny* (Maglay et al., 2006, 2011), *Geologická mapa Nízkych Beskyd-stredná časť* (Žec et al., 2006, 2011) a *Geologická mapa Považského Inovca a jz. časti Trenčianskej kotliny* (Ivanička et al., 2007, 2011).

Rozsiahle celoživotné výskumné skúsenosti uplatnil ako spoluautor pri ďalších tematických a účelových geologických mapách, ako sú napr. *Neotektonická mapa Slovenska v mierke 1 : 500 000* (Maglay et al., 1999a, b), *Tektonická mapa Slovenskej republiky 1 : 500 000* (Bezák et al., 2004), v rámci medzinárodného projektu IPREG *Geologická mapa oblastí Gemera a Bukovských vrchov* (Less et al., 2004), *Mapa kvartérneho pokryvu Slovenska v mierke 1 : 1 000 000* (ako súčasť máp *Atlasu krajiny Slovenskej republiky*), *Geologická mapa kvartéru Slovenska v mierke 1 : 500 000* (Maglay et al., 2009), ako aj *Prehľadná geologická mapa kvartéru Slovenskej republiky v mierke 1 : 200 000* (Maglay et al., 2011) a 7 mapových listov novej *Prehľadnej geologickej mapy Slovenskej republiky v mierke 1 : 200 000* (Bezák et al., 2008, 2009). Tá, na rozdiel od *Generálnej mapy Československa* zo 60. rokov 20. storočia, bola obohatená o znázornenie kvartérneho pokryvu.

Výsledkom vedeckovýskumnej činnosti Dr. Pristaša je

128 publikovaných a viac ako 200 archívnych prác vo forme záverečných a čiastkových záverečných správ.

Okrem vedeckej činnosti je významné jeho pôsobenie v redakčných radách ústavu, v aprobačnej komisii pre geologické mapy Slovenska, v komisii na zvyšovanie kvalifikácie pracovníkov ústavu, v Slovenskej geologickej spoločnosti a Asociácii geomorfológov Slovenska.

RNDr. Ján Pristaš, CSc., sa celoživotnou odbornou prácou pričinil o rozvoj kvartérnej geológie Slovenska, ktorú v mnohých aspektoch pozdvihol na medzinárodnú úroveň. Svoje odborné vedomosti a praktické skúsenosti s radosťou a nezištne odovzdával svojim mladším spolupracovníkom.

Spomíname na Janka ako na priateľského, dobroprajného a ochotného človeka.

Česť jeho pamiatke!

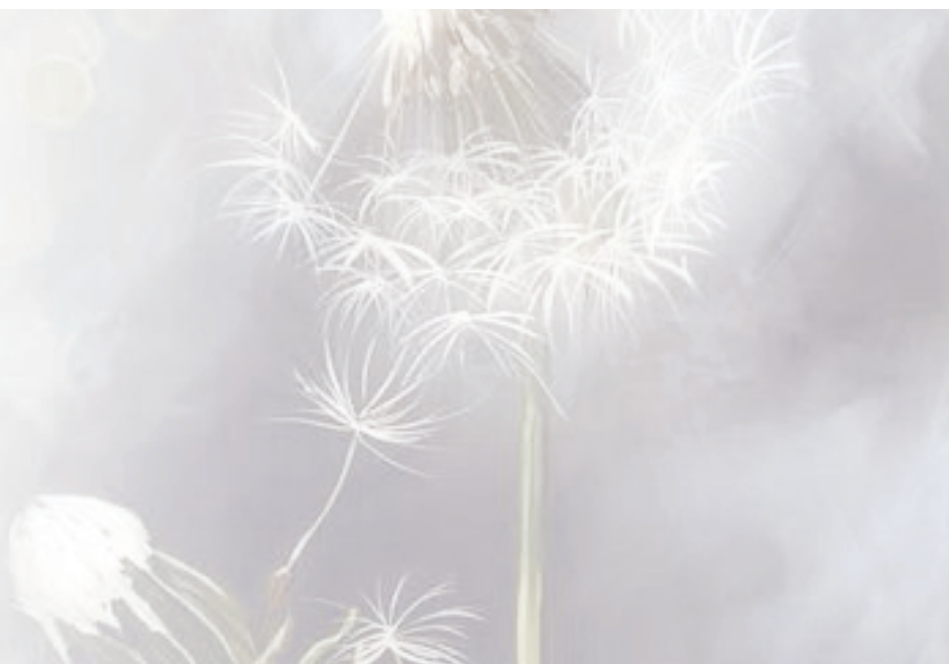
Juraj Maglay

Výber z publikovaných prác:

- Bajaník, Š. (ed.), Ivanička, J., Mello, J., Reichwalder, P., **Pristaš, J.**, Snopko, L., Vozár, J. a Vozárová, A., 1984: Geologická mapa Slovenského rudohoria-východná časť 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Bajaník, Š. (ed.), Hanzel, V., Ivanička, J., Mello, J., **Pristaš, J.**, Reichwalder, P., Snopko, L., Vozár, J. a Vozárová, A., 1983: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského rudohoria-východná časť 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 223 s.
- Bezák, V. (ed.), Biely, A., Broska, I., Bóna, J., Buček, S., Elečko, M., Filo, I., Fordinál, K., Gazdačko, L., Grecula, P., Hraško, L., Ivanička, J., Jacko, S., ml., Jacko, S., st., Janočko, J., Kaličiak, M., Konečný, V., Kováčik, M. (Bratislava), Kováčik, M. (Košice), Lexa, J., Madarás, J., Maglay, J., Mello, J., Nagy, A., Németh, Z., Olšavský, M., Plašienka, D., Polák, M., Potfaj, M., **Pristaš, J.**, Siman, P., Šimon, L., Teťák, F., Vozárová, A., Vozár, J. a Žec, B., 2009: Vysvetlivky k Prehľadnej geologickej mape Slovenskej republiky 1 : 200 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 534 s.
- Bezák, V. (ed.), 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., Peresztlényi, M., Marko, F., Maglay, J. a **Pristaš, J.**, 2004: Tektonická mapa Slovenskej republiky 1 : 500 000. Bratislava, MŽP SR, Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bezák, V., Elečko, M., Fordinál, K., Ivanička, J., Kaličiak, M., Konečný, V., Kováčik, M. (Košice), Maglay, J., Mello, J., Nagy, A., Polák, M., Potfaj, M., Biely, A., Bóna, J., Broska, I., Buček, S., Filo, I., Gazdačko, L., Grecula, P., Gross, P., Havrila, M., Hók, J., Hraško, L., Jacko, S., ml., Jacko, S., st., Janočko, J., Kobulský, J., Kohút, M., Kováčik, M. (Bratislava), Lexa, J., Madarás, J., Németh, Z., Olšavský, M., Plašienka, D., **Pristaš, J.**, †Rakús, M., Salaj, J., Siman, P., Šimon, L., Teťák, F., Vass, D., Vozár, J., Vozárová, A. a Žec, B., 2008: Prehľadná geologická mapa Slovenskej republiky 1 : 200 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Bezák, V. (ed.), Hraško, L., Kováčik, M., Madarás, J., Siman, P., **Pristaš, J.**, Dublan, L., Konečný, V., Plašienka, D., Vozárová, A., Kubeš, P., Švasta, J., Slavkay, M. a Liščák, P., 1999b: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského rudohoria-západná časť 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 178 s.

- Bezák, V. (ed.), Dublan, L., Hraško, E., Konečný, V., Kováčik, M., Madarás, J., Plašienka, D. a **Pristaš, J.**, 1999a: Geologická mapa Slovenského rudohoria-západná časť 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – GS SR.
- Császár, G. (ed.), Pistotnik, J., Scharek, P., Kaiser, M., Darida-Tichy, M., Nagy, E., Szurkos, G., Síkhegyi, F., Budai, T., Marsi, I., Gyalog, L., Ivancsics, I., **Pristaš, J.**, Horniš, J., Halouzka, R., Elečko, M., Konečný, V., Lexa, J., Nagy, A., Vass, D. a Vozár, J., 1998: Surface geological map, 1 : 100 000. Atlas of Danube Region Environmental Geology program (DANREG). Budapest, Geol. Instit. Hung.
- Elečko, M. (ed.), Gaál, E., Lexa, J., Mello, J., **Pristaš, J.**, Vass, D. a Vozárová, A., 1985: Geologická mapa Rimavskej kotliny a príľahlej časti Slovenského rudohoria 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Halouzka, R., Schäffer, G., Kaiser, M., Molnár, P., Scharek, P. a **Pristaš, J.**, 1998: Neotectonic map 1 : 200 000 Danube Region Environmental Geology Programme (DANREG). Budapest, Geol. Instit. Hung.
- Ivanička, J., Havrila, M., Kohút, M. (eds.), Kováčik, M., Madarás, J., Olšavský, M., Hók, J., Polák, M., Filo, I., Elečko, M., Fordinál, K., Maglay, J., **Pristaš, J.**, Buček, S. a Šimon, L., 2007: Geologická mapa Považského Inovca a jv. časti Trenčianskej kotliny 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- 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., Macenko, A., Lanc, J., Šantavý, J. a Szalaiová, V., 1998b: Vysvetlivky ku geologickej mape Tribeča 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 7 – 236.
- Ivanička, J., Kohút, M. (eds.), Havrila, M., Olšavský, M., Hók, J., Kováčik, M., Madarás, J., Polák, M., †Rakús, M., Filo, I., Elečko, M., Fordinál, K., Maglay, J., **Pristaš, J.**, Buček, S., Šimon, L., Kubeš, P., Scherer, S., Zuberec, J., Dananaj, I., Klukanová, A., Konečný, P., Boorová, D., † Siráňová, Z., Zlinská, A. a Žecová, K., 2011: Vysvetlivky ku geologickej mape Považského Inovca a jv. časti Trenčianskej kotliny. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 7 – 389.
- 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 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – GS SR.
- Konečný, V. (ed.), Lexa, J., Halouzka, R., Dublan, L., Šimon, L., Stolár, M., Nagy, A., Polák, M., Vozár, J., Havrila, M. a **Pristaš, J.**, 1998: Geologická mapa Štiavnických vrchov a Pohronského Inovca 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – GS SR.
- Konečný, V. (ed.), **Pristaš, J.** a Vass, D., 1978: Geologická mapa Ipeľskej kotliny a južnej časti Krupinskej planiny 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Konečný, V. (ed.), **Pristaš, J.** a Vass, D., 1983: Vysvetlivky ku geologickej mape Ipeľskej kotliny a južnej časti Krupinskej planiny 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 126 s.
- Less, G., Mello, J. (eds.), Elečko, M., Kovács, S., Pelikán, P., Penteleányi, L., Peregi, Z., **Pristaš, J.**, Radócz, G., Szentpétery, I., Vass, D., Vozár, J. a Vozárová, A., 2004: Geologická mapa oblasti Gemera a Bukovských vrchov – *A Gömer-Bükk térség földtani térképe – Geological map of Gemer-Bükk* 1 : 100 000. Budapest, Geol. Inst. Hung.
- Maglay, J., Halouzka, R., Baňacký, V., **Pristaš, J.** a Janočko, J., 1999a: Neotektonická mapa Slovenska v mierke 1 : 500 000. Bratislava, MŽP SR – GS SR.
- Maglay, J., Halouzka, R., Baňacký, V., **Pristaš, J.**, Janočko, J. a Hók, J., 1999b: Vysvetlivky k neotektonickej mape Slovenska v mierke 1 : 500 000. Bratislava, MŽP SR – GS SR, Vyd. D. Štúra.
- Maglay, J., Moravcová, M., Šefčík, P., Vlačíky, M. a **Pristaš, J.**, 2011: Prehľadná geologická mapa kvartéru Slovenskej republiky v mierke 1 : 200 000. Bratislava, MŽP SR – Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Maglay, J. (ed.), **Pristaš, J.**, Nagy, A., Fordinál, K., Buček, S., Havrila, M., Kováčik, M., Elečko, M. a Baráth, I., 2006: Geologická mapa Trnavskej pahorkatiny 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Maglay, J., **Pristaš, J.**, Kučera, M. a Ábelová, M., 2009: Geologická mapa kvartéru Slovenska, Genetické typy kvartérnych uloženín 1 : 500 000. Bratislava, MŽP SR – Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Maglay, J. (ed.), **Pristaš, J.**, Nagy, A., Fordinál, K., Elečko, M., Havrila, M., Buček, S., Kováčik, M. (BA), Hók, J., Baráth, I., Kubeš, P., Kucharič, E., Malík, P., Klukanová, A., Liščák, P., Ondrášik, M., Zuberec, J., Baláz, P., Čurlík, J., Ševčík, P., Kernátsová, J., Vančková, H., Harčová, E., Boorová, D., Zlinská, A., Žecová, K., Siráňová, Z., Tuček, E., Tkáčová, H. a Tkáč, J., 2011: Vysvetlivky ku geologickej mape Podunajskej nížiny-Trnavskej pahorkatiny 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 7 – 322.
- Maglay, J., Moravcová, M., Šefčík, P., Vlačíky, M. a **Pristaš, J.**, 2011: Prehľadná geologická mapa kvartéru Slovenskej republiky 1 : 200 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Mello, J. (ed.), Elečko, M., **Pristaš, J.**, Reichwalder, P., Snopko, L., Vass, D. a Vozárová, A., 1996: Geologická mapa Slovenského krasu 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – GS SR.
- Mello, J. (ed.), Elečko, M., **Pristaš, J.**, Reichwalder, P., Snopko, L., Vass, D., Vozárová, A., Gaál, E., Hanzel, V., Hók, J., Kováč, P., Slavkay, M. a Steiner, A., 1997: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského krasu 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 255 s.
- Mello, J. (ed.), Filo, I., Havrila, M., Ivan, P., Ivanička, J., Madarás, J., Németh, Z., Polák, M., **Pristaš, J.**, Vozár, J., Vozárová, A., Liščák, P., Kubeš, P., Scherer, S., Siráňová, Z., Szalaiová, V. a Žáková, E., 2000b: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského raja, Galmusu a Hornádskej kotliny 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 303 s.
- Mello, J. (ed.), Filo, I., Havrila, M., Ivanička, J., Madarás, J., Németh, Z., Polák, M., **Pristaš, J.**, Vozár, J., Koša, E. a Jacko, S., ml., 2000a: Geologická mapa Slovenského raja, Galmusu a Hornádskej kotliny 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Mello, J. (ed.), Potfaj, M., Teťák, F., Havrila, M., Rakús, M., Buček, S., Filo, I., Nagy, A., Salaj, J., Maglay, J., **Pristaš, J.** a Fordinál, K., 2005: Geologická mapa Stredného Považia 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Nagy, A. (ed.), Halouzka, R., Konečný, V., Dublan, L., Havrila, M., Lexa, J. a **Pristaš, J.**, 1998: Geologická mapa Podunajskej nížiny-východná časť 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – GS SR.
- Polák, M., Bujnovský, A., Kohút, M. (eds.), Filo, I., **Pristaš, J.**, Havrila, M., Vozár, J., Mello, J., Rakús, M., Buček, S. a Lexa, J., 1997a: Geologická mapa Veľkej Fatry 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – GS SR.
- Polák, M., Bujnovský, A. a Kohút, M. (eds.), **Pristaš, J.**, Filo, I., Havrila, M., Vozárová, A., Vozár, J., Kováč, P., Lexa, J., Rakús, M., Malík, P., Liščák, P., Hojstřichová, V., Žáková, E., Siráňová, Z., Boorová, D. a Fejdiová, O., 1997b: Vysvetlivky ku geologickej mape Veľkej Fatry 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 204 s.
- Polák, M. (ed.), Filo, I., Havrila, M., Bezák, V., Kohút, M., Kováč, P., Vozár, J., Mello, J., Maglay, J., Elečko, M., Olšavský, 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., Siránová, Z., Hók, J., Rakús, M., Lexa, J., Šimon, L., **Pristaš, J.**, Kubeš, P., Zakovič, 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, 7 – 216.
- Pristaš, J.** (ed.), Elečko, M., Maglay, J., Fordinál, K., Šimon, L., Gross, P., Polák, M., Havrila, M., Ivanička, J., Határ, J., Vozár, J., Mello, J. a Nagy, A., 2000a: Geologická mapa Podunajskej nížiny-Nitrianskej pahorkatiny 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Pristaš, J.** (ed.), Elečko, M., Maglay, J., Fordinál, K., Šimon, L., Gross, P., Polák, M., Havrila, M., Ivanička, J., Határ, J., Vozár, J., Tkáčová, H., Tkáč, J., Liščák, P., Jánová, V., Švasta, J., Remšík, A., Žáková, E. a Töröková, I., 2000b: Vysvetlivky ku geologickej mape Podunajskej nížiny-Nitrianskej pahorkatiny 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 5 – 250.
- Rakús, M. (ed.), Elečko, M., Gašparik, J., Gorek, J., Halouzka, R., Havrila, M., Horniš, J., Kohút, M., Kysela, J., Miko, O., **Pristaš, J.**, Pulec, M., Vozár, J., Vozárová, A. a Wunder, D., 1993: Geologická mapa Lúčanskej Malej Fatry 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Scharek, P., Molnár, P., **Pristaš, J.** a Schäffer, G., 2000: Neotectonic map 1 : 200 000. Explanatory Notes for Atlas of Danube Region Environmental Geology (DANREG) program, Budapest. Jb. Geol. Bundesanst. (Wien), 42, 4, 483 – 492.
- Šimon, L. (ed.), Elečko, M., Lexa, J., Kohút, M., Halouzka, R., Gross, P., **Pristaš, J.**, Konečný, V., Mello, J., Polák, M., Vozárová, A., Vozár, J., Havrila, M., Köhlerová, M., Stolár, M., Jánová, V., Marcin, D. a Szalaiová, V., 1997b: Vysvetlivky ku geologickej mape Vtáčnika a Hornonitrianskej kotliny 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 7 – 281.
- Šimon, L. (ed.), Elečko, M., Lexa, J., **Pristaš, J.**, Halouzka, R., Konečný, V., Gross, P., Kohút, M., Mello, J., Polák, M., Havrila, M. a Vozár, J., 1997a: Geologická mapa Vtáčnika a Hornonitrianskej kotliny 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – GS SR.
- Vass, D. (ed.), Bezák, V., Elečko, M., Konečný, V., Lexa, J., **Pristaš, J.**, Straka, P. a Vozárová, A., 1992a: Geologická mapa Lučenskej kotliny a Cerovej vrchoviny 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra.
- Vass, D. (ed.), Bodnár, J., Elečko, M., Gaál, L., Hanáček, J., Hanzel, V., Lexa, J., Mello, J., **Pristaš, J.** a Vozárová, A., 1986: Vysvetlivky ku geologickej mape Rimavskej kotliny a príľahlej časti Slovenského rudohoria 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 9 – 177.
- Vass, D. a Elečko, M. (eds.), Bezák, V., Bodnár, J., **Pristaš, J.**, Konečný, V., Lexa, J., Molák, B., Straka, P., Stankovič, J., Stolár, M., Škvarka, L., Vozár, J. a Vozárová, A., 1992b: Vysvetlivky ku geologickej mape Lučenskej kotliny a Cerovej vrchoviny 1 : 50 000. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 5 – 196.
- Vass, D., Elečko, M., Konečný, V. (eds.), Krippel, M., Kubeš, P., Bodnár, J., Filo, M., Husák, L., Lacika, J., Lexa, J., Linkeš, V., **Pristaš, J.**, Vozárová, A., Vozár, J. a Zakovič, M., 2007: Geológia Lučenskej kotliny a Cerovej vrchoviny. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 284 s.
- Vass, D., Elečko, M. (eds.), **Pristaš, J.**, Lexa, J., Hanzel, V., Modlitba, I., Jánová, V., Bodnár, J., Husák, L., Filo, M., Májovský, J. a Linkeš, V., 1989: Geológia Rimavskej kotliny. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 162 s.
- Vass, D., Konečný, V., Šefara, J., **Pristaš, J.** a Škvarka, L., 1979: Geologická stavba Ipľskej kotliny a Krupinskej planiny. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 5 – 277.
- Žec, B. (ed.), Gazdačko, L., Kobulský, J., Bóna, J., Potfaj, M., **Pristaš, J.**, Žecová, K., Derco, J., Kucharič, L., Marcin, D., Petro, L., Zlinská, A., †Siránová, Z., Vaněková, H., Buček, S. a Konečný, P., 2011: Vysvetlivky ku geologickej mape Nízkych Beskýd-stredná časť 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra.
- Žec, B. (ed.), Gazdačko, L., Kováčik, M., Kobulský, J., Bóna, J., **Pristaš, J.** a Potfaj, M., 2006: Geologická mapa Nízkych Beskýd-stredná časť 1 : 50 000. Bratislava, MŽP SR – Št. Geol. Úst. D. Štúra.



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. tabuľky; 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 odlíšiť 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 členíť 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 tabuľky

Časopis umožňuje publikovať farebné ilustrácie. Publikovanie farebných ilustrácií môže byť spolplatnené. 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 ($\text{Š} \times \text{V} = 170 \times 250 \text{ mm}$ – do dvoch stĺpcov, $\text{Š} = 82 \text{ mm}$ – do jedného stĺpca). Ak sa ilustrácie budú zmenšovať alebo zväčšovať, na origináloch prispôbiť veľkosť písma a hrúbku čiar a šrafovania. 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. (Ondrus, 2022) alebo podľa Ondrusa (2022), 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 problematický bibliografický odkaz 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., Wiczo-rek, 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 Vnútrotných 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

Ondrus, P., 2022: Zhodnotenie dlhodobého monitorovania svahových deformácií a efektívnosti sanačných opatrení na zosuvnom území Nižná Myšľa. Geologické práce, Správy, 138, 55 – 94. <https://doi.org/10.56623/gps.138.3>.

Hraško, L., Németh, Z. a Konečný, P., 2024: Variscan lithotectonic units in the Suchý massif of the Strážovské vrchy Mts, Western Carpathians – products of sedimentary, tectonometamorphic and granite forming processes. Mineralia Slovaca, 56, 1, 3 – 50. <https://doi.org/10.56623/ms.2024.56.1.1>.

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. 83 313), 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

Teťák, F.

Sféroidné pieskovcové konkrécie v malcovskom súvrství v Hruštíne na Orave

Spheroidal sandstone concretions in the Malcov Formation in Hruštín
in Orava region..... 3

Malík, P.

Regionálne charakteristiky hydraulických parametrov hornín Brezovských Karpát

Regional characteristics of hydraulic parameters of the rocks
of the Brezovské Karpaty Mts.....33

Teťák, F.

Revízia geologickej mapy západného úseku flyšového pásma Západných Karpát s diskusiou k vybraným geologickým problémom

Revision of the geological map of the western part of the Flysch Belt
of the Western Carpathians with a discussion
of selected geological problems.....75

*Pelech, O., Plašienka, D., Hók, J., Littva, J., Madarás, J.,
Németh, Z. a Šimonová, V.*

Slovenská terminológia štruktúr vrásovo-násunových pásiem

Slovak terminology of fold and thrust belt structures 107

Jubileá

Nagy, A.: Životné jubileum RNDr. Klementa Fordinála, PhD. 127

Gazdačko, Ľ.: Ing. Zoltán Németh, PhD., oslávil šesťdesiatku 130

Németh, Z.: Ing. Ľubomír Gazdačko šesťdesiatročný 133

Fekete, K.: Zdravica k životnému jubileu RNDr. Kataríny Korábovej, PhD. 135

Spomienky

Šimon, L.: Spomienka na Štefiho 139

Maglay, J.: Spomienka na RNDr. Jána Pristaša, CSc. 141