ŠTÁTNY GEOLOGICKÝ ÚSTAV DIONÝZA ŠTÚRA BRATISLAVA 2022

# GEOLOGICKÉ PRÁCE

SPRÁVY

138

© Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava 2022

# Paleogeografické rozšírenie gaderského a ráztockého vápenca (vrchný pelsón – ilýr, hronikum, Západné Karpaty): rešerš

## *Paleogeographical extension of Gader a Ráztoka Limestones (Upper Pelsonian – Illyrian, Hronicum, Western Carpathians): review*

Milan Havrila[1] a Jakub Havrila[2]

[1]Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava 11, mil.hravrila@gmail.com
[2] Slovenská geologická spoločnosť, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava, Slovenská republika

© Autori 2022. Vydal ŠGÚDŠ. Licencia Creative Commons BY 4.0. (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
https://doi.org/10.56623/gps.138.1

***Abstrakt.*** Skúmaných bolo 49 lokalít situovaných v zachovaných častiach tektonickej jednotky hronikum. Získané údaje o výskyte ramenonožcov, lastúrnikov, hlavonožcov, konodontov, holotúrií a dierkavcov v sedimentoch vrchného pelsónu až ilýru (jasenského, schreyeralmského, gaderského, ráztockého a nepomenovaného krinoidového vápenca) boli premietnuté do paleogeografickej schémy hronika. Priestor hronika bol v období po rozpade gutensteinskej plošiny rozčlenený na množstvo diferencovane synsedimentárne klesajúcich krýh. Ponárajúce sa kryhy boli priestorom sedimentácie uvedených typov vápencov. Neponárajúce sa kryhy – karbonátové plošiny – boli zdrojom organodetritu pre poklesávajúce priestory a sedimentačným priestorom gaderského vápenca.

***Kľúčové slová:*** Západné Karpaty, hronikum, paleogeografická rekonštrukcia, vrchný pelsón – ilýr, jasenský, gaderský, ráztocký a schreyeralmský vápenec

***Abstract.*** 49 localities situated in preserved parts of the tectonic unit Hronicum were examined. The obtained data on the occurrence of brachiopods, bivalve molluscs, cephalopods, conodonts, holoturias and foraminifers in the sediments of the Upper Pelsonian – Illyrian (Jasenie, Schreyeralm, Gader, Ráztoka and unnamed crinoidal limestone) were projected into the paleogeographic scheme of the Hronicum. In the period after the disintegration of the Gutenstein platform, the Hronicum area was divided into a number of differentially synsedimentary subsiding parts. The submerged parts were the sedimentation space of the mentioned types of limestones. Non-submerged parts – carbonate platforms were a source of organodetritus for subsiding areas and a sedimentation area for the Gader Limestone.

***Key words:*** Western Carpathians, Hronicum, paleogeographic reconstruction, Upper Pelsonian – Illyrian, Jasenie, Gader, Ráztoka and Schreyeralm Limestones

## 1. Úvod

Predmetom práce sú gaderský a ráztocký vápenec strednotriasového veku (vrchný pelsón – ilýr). Tvoria „krinoidový“ horizont, ktorý v plytkovodnom priestore leží nad aniskou steinalmskou a pod ladinsko-spodnokarnskou wettersteinskou karbonátovou plošinou a v pelagickom priestore nad jasenským vápencom vrchného pelsónu a pod reiflinským vápencom fasanu. Sú zachované v tektonickej jednotke hronikum[1]. Cieľom ich výskumu je prispieť k poznaniu ich paleogeografického rozšírenia v rámci sedimentačného priestoru, z ktorého bola počas tvorby príkrovovej stavby Západných Karpát sformovaná tektonická jednotka hronikum. Súbežným cieľom je prispieť k lokalizácii zdrojových oblastí organodetritu, ktorý je horninotvornou súčasťou gaderského vápenca, ale aj podstatnou súčasťou ráztockého vápenca. Predkladáme doplnkové spresňujúce údaje k existujúcim prácam o gaderskom/gaderských vápenci/vápencoch (Polák et al., 1996; Havrila in Havrila et al., 2001; Havrila, 2004, 2011; Olšavský a Boorová, 2014; Boorová a Havrila, 2015; Boorová et al., 2016; Havrila, 2017) a o ráztockom vápenci (Jendrejáková et al., 1981; Havrila in Havrila a Vaškovský, 1983; Kochanová a Michalík, 1986; Havrila a Havrila, 2014; Havrila et al., 2016; Havrila, 2017). Všetky uvedené práce sa problematikou ich paleogeografického rozšírenia buď nezaoberali, alebo sa ňou zaoberali len na lokálne obmedzených areáloch.

## 2. História výskumu gaderského a ráztockého vápenca

Litostratigrafickú jednotku nazvanú *gaderské vápence* (podľa Gaderskej doliny vo Veľkej Fatre) vyčlenili Polák et al. (1996). Za ich stratotypový profil zvolili odkryv/odkryvy nachádzajúce sa vo Vápennej doline v juhozápadnej časti Veľkej Fatry východne od obce Blatnica, v príkrovovej troske Tlstej patriacej k hroniku (N 48° 56,377‘, E 18° 57,284‘). Z profilu opísali tri celkom odlišné litofácie vápencov: tmavý tenkovrstvovitý vápenec s hrúbkou 45 – 46 m, svetlejší hrubovrstvovitý vápenec s hrúbkou 20 – 25 m a svetlý krinoidový vápenec s hrúbkou 2 – 3 m (vymenované sú podľa ich pozície vo vrstvovom slede v smere do nadložia). Havrila (in Havrila et al., 2001) a Havrila (2004, 2011) emendoval obsah tejto novej litostratigrafickej jednotky. Spodné dve zo spomenutých litofácií

[1] Sedimenty krinoidového horizontu vystupujú v Západných Karpatoch aj mimo hronika. Ich vystupovanie v siliciku na lokalite Zakázané opísali Pevný a Salaj (1997). Zo silicika vystupujúceho v pohorí Aggtelek-Rudabánya ich opísali Péró et al. (2015). Zodpovedajúce karbonátové sedimenty z Aggteleku opísala aj Hips (2003, 2007), zo Severných Vápencových Álp z pohoria Karwendel ich opísala Nittel (2006) a z Gamssteinsko-Scheibenbergskej jednotky Lein et al. (2012).

stotožnil s už známymi litofáciami: tmavý tenkovrstvovitý vápenec stotožnil s gutensteinským vápencom, svetlejší hrubovrstvovitý vápenec stotožnil so steinalmským vápencom. Nový názov gaderský vápenec použil pre svetlý krinoidový vápenec ležiaci vo vrstvovom slede najvyššie, ktorý má charakter vedúceho horizontu umožňujúceho robiť koreláciu vrstvových sledov v širšom paleogeografickom priestore. Olšavský a Boorová (2014), Boorová a Havrila (2015), Boorová et al. (2016) a Havrila (2017) sa stotožnili s názorom Havrilu (2011), pokiaľ ide o obsahovú náplň gaderského vápenca. Zároveň poukázali na to, že stratotypový profil vo Vápennej doline poskytuje o krinoidovom vápenci len obmedzené informácie, nepostačujúce na vyčlenenie novej litostratigrafickej jednotky. Neumožňuje stanoviť presnú hrúbku krinoidového vápenca, pozorovať jeho úložné pomery, vrstvové plochy, ba ani hrúbku vrstiev ani sledovať jeho hranice s podložnou a nadložnou litofaciálnou jednotkou. Navyše, tento krinoidový vápenec Polák et al. (1996) mikrofaciálne charakterizovali len z jedného výbrusu. Preto Boorová et al. (2016) a Havrila (2017) s cieľom získania nových informácií navrhli lektostratotypový profil krinoidového gaderského vápenca (prirodzený, stredne veľký odkryv nachádzajúci sa 1 km ssz. od obce Krpeľany v severnej časti Veľkej Fatry v príkrovovej troske Kopy, N 49° 08,826‘, E 19° 05,711‘) odstraňujúci všetky uvedené nedostatky. Krinoidový vápenec z priestoru Tlstej pri Blatnici bol známy už Perželovi (1967, 1969).

*Ráztocký vápenec* vyčlenili Kochanová a Michalík (1986). Pôvodne bol súčasťou spodnej časti reiflinského vápenca. Za jeho stratotypový profil vybrali odkryv pri Ráztoke a za hypostratotypový profil odkryv nachádzajúci sa na lokalite Štefánka pri Zámostí. Oba profily sa nachádzajú na južných svahoch Nízkych Tatier. Vzhľadom na to, že oba profily sú v súčasnosti veľmi nedostatočne odkryté, po predchádzajúcom výskume, ktorý vykonali Havrila a Havrila (2014), navrhli Havrila et al. (2016) pre ráztocký vápenec novú hypostratotypovú lokalitu (prirodzený, stredne veľký stenový odkryv, N 48° 48,582‘, E 19° 02,265‘) nachádzajúcu sa na hrebeni nad Harmaneckou jaskyňou, na rozhraní Kremnických vrchov a Veľkej Fatry. Ráztocký vápenec, pod označením krinoidový vápenec, poznal už Stúr (1868) na lokalite Tintovo pri Uľanke (opísal ho ako jednu z litofácií *muschelkalku*) situovanej neďaleko Banskej Bystrice. Stache (1864) v tejto litofácii bohatej na organodetrit (ktorú považoval za analóg *muschelkalku*) vystupujúcej na lokalite Beckov v Považskom Inovci našiel ramenonožce. Ako organodetritický vápenec tvoriaci spodnú časť reiflinského vápenca ho poznali Mock (1971), Jendrejáková et al. (1981) a Havrila (in Havrila a Vaškovský, 1983; in Ivanička et al., 2011; 2011).

## 3. Priestor sedimentácie gaderského a ráztockého vápenca (vymedzenie priestoru a vývoj sedimentácie)

Sedimentačný priestor, z ktorého sa neskôr sformovala tektonická – príkrovová – jednotka hronikum a ktorej súčasťou sú gaderský a ráztocký vápenec, bol pred ich usadením (počas egeju – spodného pelsónu) súčasťou rozsiahlej súvislej jednotnej *gutensteinskej plošiny* (Havrila, 2011, obr. 1). Prebiehala na nej pomerne monotónna sedimentácia plytkomorských šelfových karbonátov reprezentovaná gutensteinským dolomitom, dominantným gutensteinským vápencom, strážovským vápencom, steinalmským vápencom a ramsauským dolomitom. Súčasťou gutensteinskej plošiny boli aj rozsiahle sedimentačné priestory, z ktorých sa počas tvorby príkrovovej stavby Západných Karpát sformovali aj iné tektonické – príkrovové – jednotky (tatrikum, fatrikum, veporikum).

Gutensteinská plošina sa vo vrchnom pelsóne náhle rozpadla. Jej hronická časť sa rozčlenila na sústavu krýh (Havrila, 2011, obr. 14), ktoré potom diferencovane synsedimentárne poklesávali. Väčšina z nich sa ponárala a ich sedimentačné priestory boli počas vrchného pelsónu pelagizované.[2] Svedčí o tom následný odlišný vývoj na jednotlivých kryhách (obr. 1). Jednotlivé kryhy majú odlišné vrstvové sledy. Kompletné vrstvové sledy (sukcesie) anisu až spodného karnu usadené na jednotlivých kryhách uviedol Havrila (2011). Vznikol tak sedimentačný priestor členený na karbonátové plošiny a panvy.[3]

Len menšia časť pôvodnej gutensteinskej plošiny zachovaná v tektonickej jednotke hronikum nebola po jej rozpade ponorená a pelagizovaná. Ponorené neboli tri vzájomne nesusediace kryhy: *bebravská kryha*, *kryha Tlstej* a *kryha Čierneho Váhu*. Na nich sa doteraz nezistili žiadne pelagické sedimenty triasového veku a na steinalmskú karbonátovú plošinu na ne po krinoidovom evente priamo nasadala wettersteinská karbonátová plošina. Súčasťou bebravskej kryhy bol v tejto fáze vývoja ešte aj priestor zachovaný na *mojtínskej kryhe*, ktorá sa individualizovala, ponorila a pelagizovala najmä počas ilýru.

Nástupným pelagickým sedimentom na ponorených častiach gutensteinskej plošiny (vo formujúcich sa

[2] Postupom času tieto kryhy vytvorili hrasťovú stavbu. Vrchol hrasti (počas vrchnej časti pelsónu – ilýru) tvorili neponorené časti gutensteinskej plošiny: bebravská kryha a kryha Tlstej, medzi ktorými bola poklesnutá a pelagizovaná ráztočnianska kryha. Západne od vrcholu hrasti boli schodovito poklesávajúce kryhy – mojtínska, malenická a Dobrej Vody. Východne od neho boli schodovito poklesávajúce šturecká kryha, kryha Drienka a kryha Bieleho Váhu. Medzi kryhou Bieleho Váhu s bazénovým vývojom a kryhou Čierneho Váhu s vývojom karbonátovej plošiny chýba kus sedimentačného priestoru. Jeho časti zrejme nie sú zachované ani v čelách nasúvajúcich sa príkrovov opísaných Havrilom (2011): 1. v čele príkrovu, ktorého súčasťou pravdepodobne boli veterlínsky príkrov, príkrov Teplého vrchu, Podhradia a Beckova a príkrov Ostrej Malenice (všetky boli vyčlenené ako samostatné príkrovové telesá); 2. v čele považského príkrovu (obr. 2). Tretím príkrovom hronika opísaným Havrilom (2011), najspodnejším v jeho stavbe, je príkrov, ktorého súčasťou pravdepodobne boli príkrov Dobrej Vody, hrušovský príkrov a príkrov Homôľky (všetky boli vyčlenené ako samostatné príkrovové telesá). Kvôli zjednodušeniu, príkrov opísaný v bode 1 budeme volať *beckovský príkrov* a príkrov opísaný ako tretí príkrov budeme volať *príkrov Rohatej skaly*. Všetky ostatné tektonické telesá hronika označované v literatúre za príkrovové telesá, resp. čiastkové príkrovy sú podľa Havrilu (2011) len duplexmi uvedených troch príkrovov. Na obr. 2 je príkrov Drienka znázornený ako súčasť považského príkrovu. Pôvodne bol považovaný za gemerikum (Bystrický, 1964), v dôsledku práce Mocka (1978) ho Mello (1979) preradil do silicika, Havrila (in Mello et al., 2000) v snahe odlíšiť ho od silicika ho spolu s vernárskym a spodným muránskym príkrovom označil ako silicikum s. l., Hók et al. (2004) túto skupinu príkrovov potom pomenovali vernárikum. Tu navrhované jeho umiestnenie v príkrovovej stavbe vychádza z jeho priestorového umiestnenia (leží ako izolované teleso sčasti na veporiku, sčasti na hroniku, celkom mimo areálu vystupovania vernárskeho a spodného muránskeho príkrovu) a z jeho litofaciálneho obsahu, ktorým je blízky vývoju na štureckej kryhe a na kryhe Drienka.

[3] Formovaním bazénov počas stredného triasu v hroniku sa zaoberal Michalík (1992, 1993a, 1993b).

bazénoch – bazéne Dobrej Vody, ráztočnianskom bazéne a bazéne Bieleho Váhu – a na kryhách priľahlých k nim – malenickej, štureckej a kryhe Drienka) je tmavosivý vrstvovitý, miestami až hľuznato-vrstvovitý *jasenský vápenec*. Podľa Kochanovej a Michalíka (1986) sa usadil v hĺbke niekoľko desiatok metrov v chránenej oblasti s čistou a dobre prevzdušnenou morskou vodou, v panve s relatívne plochým dnom a stálym prísunom terigénneho materiálu. Nástupným pelagickým sedimentom na mojtínskej kryhe, oddelenej od bebravskej kryhy a ponorenej najmä počas ilýru, a na časti štureckej kryhy je pelagický pestrý, najmä však červený hľuznato-vrstvovitý *schreyeralmský vápenec*. Usadil sa v prostredí dobre vetraného sedimentačného priestoru, v plytšom v porovnaní s prostredím sedimentácie jasenského vápenca. Schreyeralmský vápenec a jasenský vápenec sedimentovali v susediacich priestoroch, ale v inom časovom intervale (jasenský vápenec sa usadil vo vrchnom pelsóne, sedimentácia schreyeralmského vápenca na mojtínskej kryhe prebiehala prevažne v ilýre a pretrvávala do longobardu). Oba spomenuté sedimenty sú *pelagické autochtónne sedimenty* (usadené in situ).

Ešte počas vrchného pelsónu (po usadení jasenského vápenca) nastala celoplošná zmena charakteru sedimentácie. V nadloží nástupných autochtónnych pelagických sedimentov (výnimočne už v ich podloží)[4] sa usadili *alochtónne organodetritické sedimenty*, resp. *sedimenty s vysokým podielom organodetritu*. Na pomerne menšom priestore (na poklesnutej ráztočnianskej kryhe) v relatívne plytkom prostredí sa počas vrchného pelsónu, najmä však počas ilýru, nahromadil organodetrit (najmä články ľalioviek, ale aj schránky ramenonožcov) generovaný na susedných karbonátových plošinách (na *bebravskej plošine* rozprestierajúcej sa na bebravskej kryhe, ku ktorej vtedy ešte patril aj priestor neskôr oddelenej mojtínskej kryhy, a na *harmaneckej plošine* rozprestierajúcej sa na kryhe Tlstej). Ten poskytol materiál na vznik svetlosivého organodetritického – krinoidového (ľaliovkového) – *gaderského vápenca* (vystupujúceho najmä na ráztočnianskej kryhe, ojedinele aj na kryhe Tlstej).[5] Súčasne s hromadením organodetritu na ráztočnianskej kryhe bol organodetrit prúdmi premiestňovaný z karbonátových plošín aj do relatívne hlbších častí zvyšného ponoreného sedimentačného priestoru. Tam sa v rovnakom čase ako gaderský vápenec usadil tmavosivý *ráztocký vápenec* obsahujúci veľký podiel spomenutého organodetritu, ale aj pelagických prvkov (hlavonožcov). Ráztocký vápenec podľa Kochanovej a Michalíka (1986) vznikol v relatívne plytkom neritickom prostredí, v dosahu aktívneho prúdového režimu so zanedbateľným množstvom terigénneho materiálu, s veľkým množstvom zvyškov morských organizmov, ktoré boli resedimentované zo synchrónnych sedimentov, pravdepodobne na okraji neritickej karbonátovej plošiny. Gaderský vápenec sedimentoval v *ráztočnianskom bazéne* poklesnutom medzi karbonátovými plošinami (medzi bebravskou kryhou a kryhou Tlstej) a na karbonátových plošinách. Ráztocký vápenec sedimentoval v blízkom i vzdialenejšom okolí karbonátových plošín. Oba vápence sa usadili v rovnakom časovom intervale, sú stratigrafickými a laterálnymi ekvivalentmi.

### *3.1. Sedimentačný priestor jasenského vápenca*

Jasenský vápenec (pozícia jeho lokalít je znázornená na obr. 1 a 3) sa usadil na viacerých kryhách susediacich s neponorenými časťami gutensteinskej plošiny aj na kryhách vzdialenejších od nich (na všetkých vtedy ponorených kryhách). Na *kryhe Dobrej Vody* na lokalite Dobrá Voda v Brezovských Karpatoch bol zachytený vo vrte Dobrá Voda DV-1 v hĺbkovom intervale 819 – 825 m a na lokalite Markovica, resp. Markovica-Húštik (Kochanová a Michalík, 1986) v Strážovských vrchoch.[6] Na *malenickej kryhe* sa zistil na lokalitách Hurtovec a Suchá dolina v Malých Karpatoch (Kochanová a Michalík, 1986; Havrila in Polák et al., 2012), Podhradie v Považskom Inovci (Havrila in Havrila a Vaškovský, 1983; Havrila in Kohút et al., 2005; Havrila in Ivanička et al., 2011), Ostrá Malenica (Havrila a Pevný, 1991) a Šibeničná (Puškárová a Mock, 1983)[7] v Strážovských vrchoch. Na *ráztočnianskej kryhe* sa zistil na lokalitách Vápenná dolina (Boorová a Havrila, 2015)[8] a Krpeľany vo Veľkej Fatre (Boorová a Havrila, 2015; Havrila, 2017; Boorová et al., 2016), na lokalitách pod Znievom (Havrila in Rakús et al., 1984) a Ráztočno (Havrila in Šimon et al., 1997; in Kováčik et al., 2015), v Žiari a na lokalite Smolová hora v Rokošoch (pri Diviackej Novej Vsi) v južnej časti Strážovských vrchov, odkiaľ je signalizované vystupovanie reiflinského vápenca (Hraško et al., 2021)[9]. Na južnejšej časti *štureckej kryhy* sa zistil na lokalitách Liptovské Revúce, Harmanecká jaskyňa a Tintovo pri Uľanke, všetky vo Veľkej Fatre (Havrila et al., 2016;

[4] Výskyt organodetritických sedimentov (gaderského vápenca) v podloží pelagických sedimentov (jasenského vápenca) na lokalite Ráztočno svedčí o tom, že organodetrit na karbonátových plošinách bol generovaný už počas sedimentácie jasenského vápenca, resp. že jeho produkcia sa začala už pred jeho sedimentáciou.

[5] Organodetrit produkovaný na karbonátových plošinách poskytol materiál aj na vznik *nepomenovaného krinoidového vápenca* vystupujúceho v areáloch výskytu schreyeralmského vápenca (najmä na ponorenej mojtínskej kryhe, ale aj na časti štureckej kryhy). Biostratigrafické údaje z krinoidového vápenca boli získané len na lokalite Trstená [Pevný in Kochanová a Pevný (1976) z neho získali ramenonožce anisu a konodonty ilýru až fasanu, Kozur a Mock (1974) pravdepodobne z neho získali konodonty a holotúrie ilýru] a na lokalitách Malinô Brdo a Malinné [Pevný (1973) z neho získal ramenonožce pelsónu až ilýru]. Jeho celkové stratigrafické rozpätie nie je známe, nie je známe, či vystupuje aj vo vyšších častiach schreyeralmského vápenca.

[6] Chýbajú údaje o vystupovaní jasenského vápenca na lokalitách Vlčinec v Strážovských vrchoch, Beckov v Považskom Inovci, Jazovčie v Strážovských vrchoch a Dubová-Zámostie v Nízkych Tatrách. Objektom výskumníkov na týchto lokalitách bol krinoidový (ráztocký) vápenec.

[7] V slede na Šibeničnej vystupujú vápence, ktoré vekom zodpovedajú jasenskému vápencu. Opis hornín podaný Puškárovou a Mockom (1983) mu však nezodpovedá.

[8] Prítomnosť pelagických prvkov v podloží gaderského vápenca naznačili Boorová a Havrila (2015).

[9] Lokalita Smolová hora je situovaná v okrajovej časti ráztočnianskeho bazénu, ktorého sedimentárnu výplň tvoria jasenský a ráztocký vápenec (mladšie členy vrstvového sledu bazénu zatiaľ nie sú potvrdené). Oba vápence boli na tejto lokalite pravdepodobne zahrnuté (Hraško et al., 2021) k reiflinskému vápencu. Podľa Boorovej (in Boorová et al., 2020) na základe mikrofáciálneho štúdia vzorky MO 875 STv je na severnom svahu Smolovej hory najpravdepodobnejšie zastúpený jasenský vápenec, z ktorého identifikovala spoločenstvo dierkavcov pelsónu *Paulbronnimannia judicariensis* (Premoli Silva), *Turriglomina mesotriassica* (Koehn-Zaninetti), *Nodosaria* sp. a ?*Earlandinita ladinica* Salaj.

Havrila, 2017). Na južnejšej časti *kryhy Drienka* sa zistil v okolí Poník (Bystrický, 1964). Na *kryhe Bieleho Váhu* sa zistil na lokalitách Zámostie (Štefánka), Predajná (Hôrka) a Jasenie (Čierny diel) (Kochanová a Michalík, 1986; Jendrejáková et al., 1981; Papšová, 1982, 1984; Papšová a Pevný, 1982; Pevný a Havrila in Kullmanová et al., 1984), na lokalitách Liptovský Ján-Smrekovica (Havrila in Havrila et al., 1995) a Východná (Havrila a Pevný, 2000) v Nízkych Tatrách.

### *3.2. Sedimentačný priestor schreyeralmského vápenca*

Schreyeralmský vápenec (pozícia jeho lokalít je znázornená na obr. 1 a 4) sa usadil na mierne poklesnutých kryhách susediacich s neponorenými časťami gutensteinskej plošiny, na ktorých sa vyvíjali karbonátové plošiny. Usadil sa najmä na *mojtínskej kryhe* susediacej s neponorenou bebravskou kryhou, na lokalitách Šterusy (Maheľ, 1986) a Havranica-Buková (Bystrický, 1972, s. 294) v Malých Karpatoch, Hrušové v Čachtických Karpatoch (Hanáček in Salaj et al., 1987; Bystrický, 1985, s. 173 až 175; Havrila in Teťák et al., 2015), Suchý vrch, Rokytník, Mojtín – kóta 663, mlyn Strážov, Sokolie, Predhorie, Mažiar – Svrčinovec, Riedka, Hrubá Kečka (v starších prácach pôvodný názov Hrubá kačka), Trstená, Zbyňov a Jasenové v Strážovských vrchoch (Kulcsár, 1915; Hanáček, 1974, 1976; Kozur a Mock, 1974; Pevný, 1981, 1984; Maheľ, 1986; Puškárová, 1977, 1980; Havrila, 1997; Havrila in Havrila et al., 2004; Papšová, 1983). Lokalizovať výskyty schreyeralmského vápenca v Brezovských Karpatoch je problematické, pretože ich Mello (in Salaj et al., 1987) na mape zobrazil spolu s reiflinskými vápencami (neoddelené od nich). Ďalšie lokality schreyeralmského vápenca Malinô Brdo, Malinné a Sidorovo (Hýrová) pri Ružomberku vo Veľkej Fatre (Bujnovský in Bujnovský et al., 1973, 1978; Bujnovský in Polák et al., 1997) a Jóbova ráztoka v Chočských vrchoch (Mock a Škarba, 1973) boli situované na severnej časti *štureckej kryhy* susediacej s neponorenou kryhou Tlstej.

### *3.3. Sedimentačný priestor gaderského vápenca*

Väčšina lokalít (ich pozícia je znázornená na obr. 1 a 4) gaderského (krinoidového – ľaliovkového) vápenca bola situovaná v priestore *ráztočnianskej kryhy*. Vyskytuje sa tam však v dvoch pozíciách vo vrstvovom slede. Na lokalitách Ondrašovské skaly sz. od Abramovej, Zniev (hrad)[10] a Panské hory sz. od Ondrašovej v severnom Žiari (Olšavský a Boorová, 2014) a na lokalite Ráztočno (Havrila in Polák et al., 1996) v južnom Žiari vystupuje v nadloží sedimentov karbonátovej plošiny (v nadloží steinalmského vápenca). V rovnakej pozícii vystupuje aj na *kryhe Tlstej* pri Hornom Harmanci (Havrila in Havrila et al., 2001; Havrila, 2004, 2011) vo Veľkej Fatre (v nadloží ramsauského dolomitu). Na lokalitách Vápenná dolina a Krpeľany (Polák et al., 1996; Boorová et al., 2016; Havrila, 2017) vo Veľkej Fatre vystupuje v nadloží pelagického jasenského vápenca.

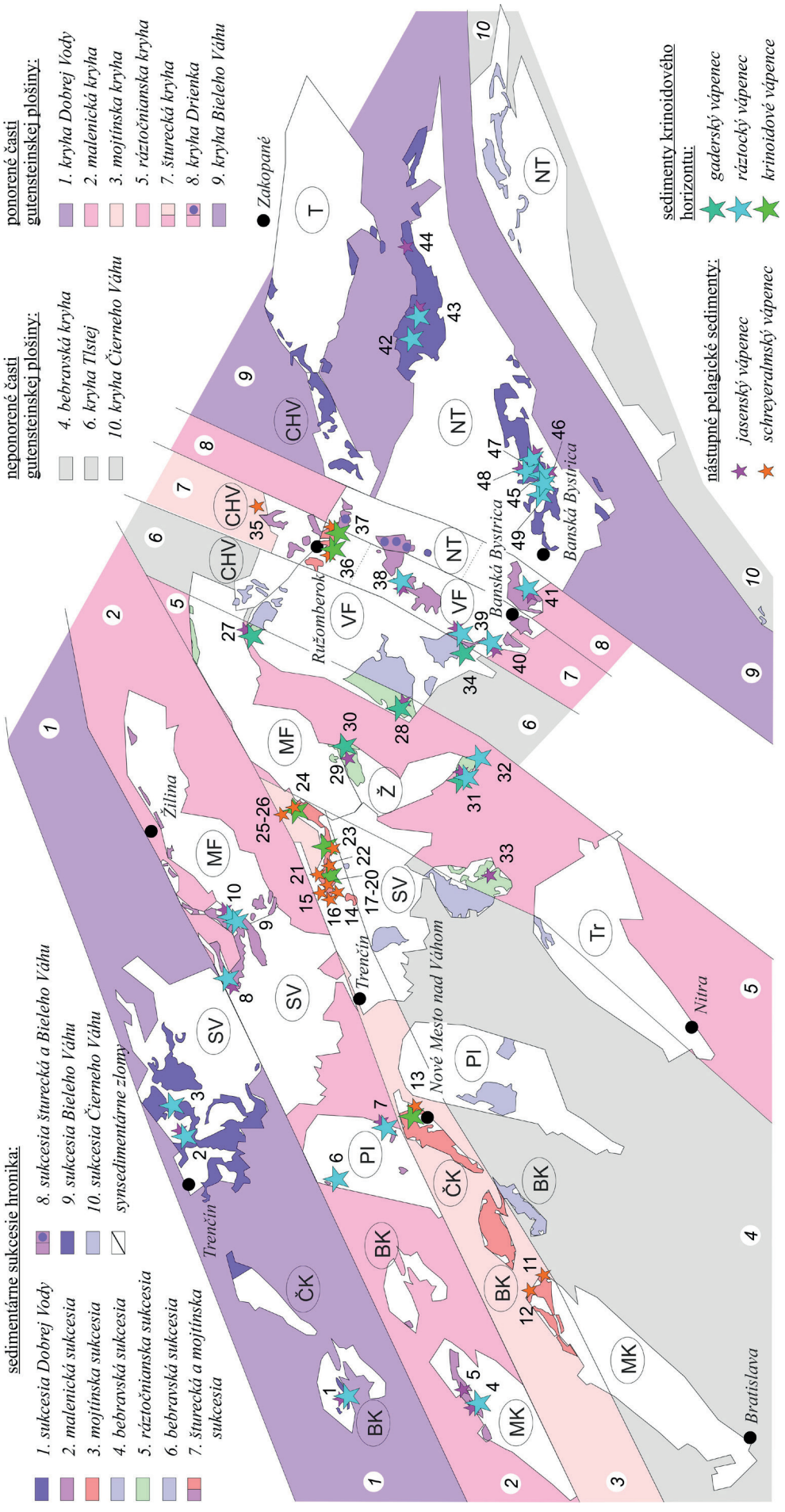
### *3.4. Sedimentačný priestor ráztockého vápenca*

Ráztocký vápenec (pozícia jeho lokalít je znázornená na obr. 1 a 4) sa usadil na viacerých ponorených kryhách susediacich s neponorenými časťami gutensteinskej plošiny, ale aj na kryhách vzdialených od nich: na *kryhe Dobrej Vody* na lokalite Dobrá Voda DV-1 v Brezovských Karpatoch, odkiaľ Michalík et al. (1992) z hĺbky 800 – 825 m opísali organodetritické vápence zámostského súvrstvia, z ktorého časť zachovaná v hĺbke 800 – 819 m pravdepodobne patrí k ráztockému vápencu, na lokalitách Vlčinec (Pevný in Kochanová a Pevný, 1976, s. 40; Pevný, 1980) a Markovica, resp. Markovica-Húštik (Pevný, 1971, 1980, 1981; Andrusovová, 1976; Maheľ, 1986; Kochanová a Michalík, 1986) v Strážovských vrchoch, na *malenickej kryhe*

[10] Lokalita pod Znievom s vystupovaním jasenského vápenca a lokalita Zniev (hrad) s vystupovaním gaderského vápenca sú dve samostatné lokality, ktoré sa nenachádzajú v jednom tektonickom telese. Gaderský vápenec leží nad stenami gutensteinského vápenca (lokalita Zniev – hrad) a spolu s ním tvorí jedno teleso, jasenský vápenec leží pod tými istými stenami gutensteinského vápenca (lokalita pod Znievom) v inom telese.

**Obr. 1.** Paleogeografická schéma hronika v období vrchného pelsóu – ilýru (vyhotovená s použitím údajov z *Tektonickej mapy Slovenskej republiky 1 : 500 000* – Bezák et al., 2004). Skúmané lokality: 1 – Dobrá Voda DV-1, 2 – Markovica (Markovica – Húštik), 3 – Vlčinec, 4 – Hurtovec, 5 – Suchá dolina, 6 – Beckov, 7 – Podhradie, 8 – Ostrá Malenica, 9 – Jazovčie, 10 – Šibeničná, 11 – Šterusy, 12 – Havranica-Buková, 13 – Hrušové, 14 – Suchý vrch, 15 – Rokytník, 16 – Mojtín, kóta 663, 17 – Riedka, 18 – mlyn Strážov, 19 – Radotiná, 20 – Predhorie, 21 – Mažiar – Svrčinovec, 22 – Sokolie, 23 – Hrubá Kečka, 24 – Trstená, 25 – Jasenové, 26 – Zbyňov, 27 – Krpeľany, 28 – Vápenná dolina, 29 – pod Znievom, 30 – Zniev – hrad, Ondrašovské skaly, Panské hory, 31 – Ráztočno, 32 – Hraničný potok, 33 – Smolová hora, 34 – Horný Harmanec, 35 – Jóbova Ráztoka, 36 – Malinô Brdo, 37 – Malinné, 38 – Liptovské Revúce, 39 – Harmanecká jaskyňa, 40 – Tintovo, 41 – Poniky, 42 – Partizánska Ľupča, 43 – Liptovský Ján – Smrekovica, 44 – Východná, 45 – Dubová – Zámostie, 46 – Zámostie (Štefánka), 47 – Predajná (Hôrka), 48 – Jasenie (Čierny diel), 49 – Ráztoka. Použité skratky: MK – Malé Karpaty, PI – Považský Inovec, SV – Strážovské vrchy, MF – Malá Fatra, VF – Veľká Fatra, Ž – Žiar, Tr – Tribeč, NT – Nízke Tatry, T – Tatry, CHV – Chočské vrchy, BK – Brezovské Karpaty, ČK – Čachtické Karpaty.

**Fig. 1.** Paleogeographical scheme of the Hronicum for the Upper Pelsonian – Illyrian period (it was made using data from the *Tectonic Map of the Slovak Republic 1 : 500 000* – Bezák et al., 2004). Researched localities: 1 – Dobrá Voda DV-1, 2 – Markovica (Markovica – Húštik), 3 – Vlčinec, 4 – Hurtovec, 5 – Suchá dolina valley, 6 – Beckov, 7 – Podhradie, 8 – Ostrá Malenica, 9 – Jazovčie, 10 – Šibeničná, 11 – Šterusy, 12 – Havranica-Buková, 13 – Hrušové, 14 – Suchý vrch top, 15 – Rokytník, 16 – Mojtín, dimension 663, 17 – Riedka, 18 – Strážov mlyn mill, 19 – Radotiná, 20 – Predhorie, 21 – Mažiar – Svrčinovec, 22 – Sokolie, 23 – Hrubá Kečka, 24 – Trsená, 25 – Jasenové, 26 – Zbyňov, 27 – Krpeľany, 28 – Vápenná dolina valley, 29 – come Zniev, 30 – Zniev – castle, Ondrašovské skaly rocks, Panské hory hours, 31 – Ráztočno, 32 – Hraničný potok stream, 33 – Smolová hora hour, 34 – Horný Harmanec, 35 – Jóbova Ráztoka, 36 – Malinô Brdo, 37 – Malinné, 38 – Liptovské Revúce, 39 – Harmanecká jaskyňa Cave, 40 – Tintovo, 41 – Poniky, 42 – Partizánska Ľupča, 43 – Liptovský Ján – Smrekovica, 44 – Východná, 45 – Dubová – Zámostie, 46 – Zámostie (Štefánka), 47 – Predajná (Hôrka), 48 – Jasenie (Čierny diel), 49 – Ráztoka. Abbreviations used: MK – Malé Karpaty Mts., PI – Považský Inovec Mts., SV – Strážovské vrchy Mts., MF – Malá Fatra Mts., VF – Veľká Fatra Mts., Ž – Žiar Mts., Tr – Tribeč Mts., NT – Nízke Tatry Mts., T – Tatry Mts., CHV – Chočské vrchy Mts., BK – Brezovské Karpaty Mts., ČK – Čachtické Karpaty Mts.


sedimentárne sukcesie hronika:
1. sukcesia Dobrej Vody
2. malenická sukcesia
3. mojtínska sukcesia
4. bebravská sukcesia
5. ráztočnianska sukcesia
6. bebravská sukcesia
7. šturecká a mojtínska sukcesia
8. sukcesia šturecká a Bieleho Váhu
9. sukcesia Bieleho Váhu
10. sukcesia Čierneho Váhu
synsedimentárne zlomy
neponorené časti gutensteinskej plošiny:
4. bebravská kryha
6. kryha Tlstej
10. kryha Čierneho Váhu
ponorené časti gutensteinskej plošiny:
1. kryha Dobrej Vody
2. malenická kryha
3. mojtínska kryha
5. ráztočnianska kryha
7. šturecká kryha
8. kryha Drienka
9. kryha Bieleho Váhu
Zakopané
nástupné pelagické sedimenty:
jasenský vápenec
schreyeralmský vápenec
sedimenty krinoidového horizontu:
gaderský vápenec
ráztocký vápenec
krinoidové vápenec
Trenčín
Žilina
Ružomberok
Banská Bystrica
Nové Mesto nad Váhom
Nitra
Bratislava
ČK
BK
PI
SV
MF
Ž
VF
CHV
T
Tr
MK
NT

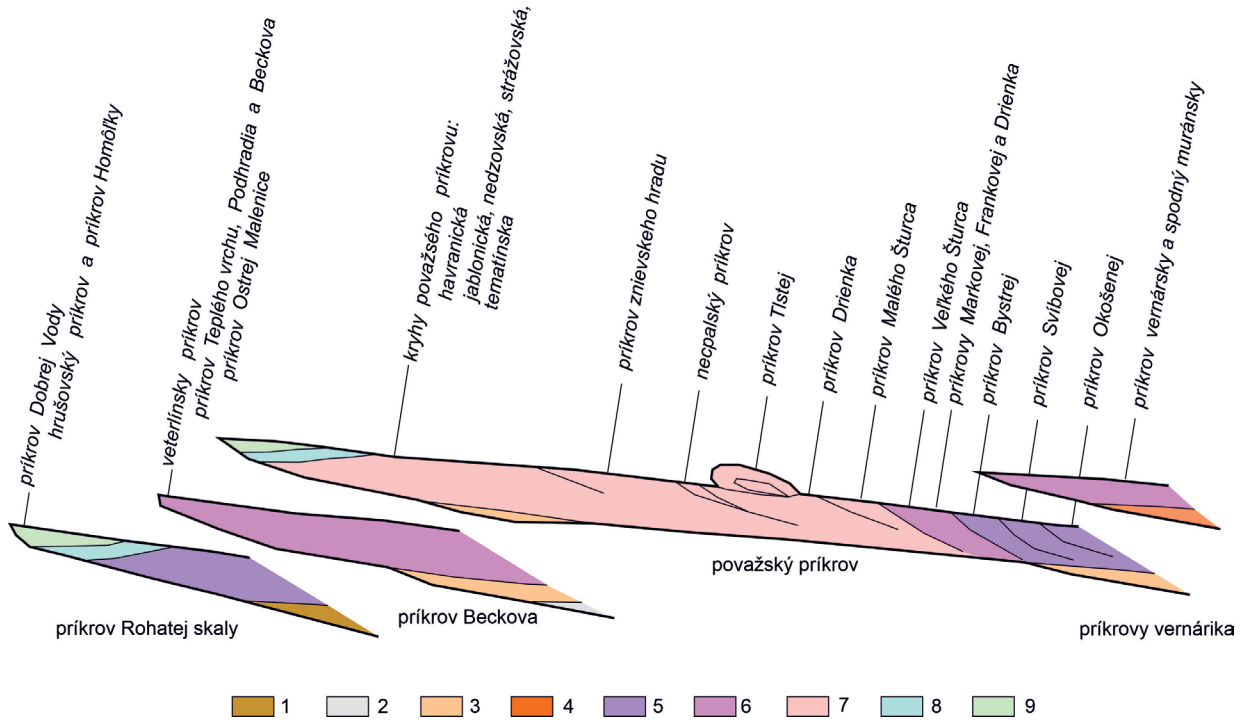
na lokalitách Hurtovec v Malých Karpatoch (Polák et al., 2012), Beckov a Podhradie v Považskom Inovci (Havrila in Havrila a Vaškovský, 1983; Havrila in Ivanička et al., 2011; Havrila, 2011), Ostrá Malenica (Havrila a Pevný, 1991), Jazovčie (Kochanová a Pevný, 1976; Pevný, 1980, 1981) a Šibeničná[11] (Puškárová a Mock, 1983) v Strážovských vrchoch, na *ráztočnianskej kryhe* (poklesnutej medzi neponorenými kryhami gutensteinskej plošiny) na lokalitách Ráztočno a Hraničný potok (Havrila in Šimon et al., 1997; in Kováčik et al., 2015) v južnom Žiari, na *štureckej kryhe* ležiacej v susedstve neponorenej kryhy Tlstej na lokalitách Liptovské Revúce, Harmanecká jaskyňa a Tintovo pri Uľanke, všetky vo Veľkej Fatre (Havrila et al., 2016; Havrila, 2017), na k*ryhe Drienka* v okolí Poník (Bystrický, 1964, 1972; Mello in Polák et al., 2003; Papšová, 1984), na *kryhe Bieleho Váhu* na lokalitách Ráztoka, Jasenie a Zámostie-Štefánka (Kochanová a Michalík, 1986; Jendrejáková et al., 1981; Papšová, 1980, 1982; Papšová a Pevný, 1982; Pevný a Havrila in Kullmanová et al., 1984), na lokalite Dubová-Zámostie (Rakús, 1986) a na lokalitách Liptovský Ján-Smrekovica (Havrila in Havrila et al., 1995) a Partizánska Ľupča, všetky v Nízkych Tatrách.

[11] V slede na Šibeničnej vystupujú vápence, ktoré vekom zodpovedajú ráztockému vápencu. Opis hornín podaný Puškárovou a Mockom (1983) mu však nezodpovedá.

### *3.5. Sedimentačný priestor nepomenovaného krinoidového vápenca*

K nepomenovanému krinoidovému vápencu boli zoskupené krinoidové vápence sprevádzajúce sedimentáciu schreyeralmského vápenca (pozícia ich lokalít je znázornená na obr. 1 a 4), s ktorým sa vo vrstvovom slede viacnásobne striedajú. Ich striedanie je dobre pozorovateľné v okolí Tupého hrádku a Trstenej v Strážovských vrchoch, ale aj v okolí lokality Malinô Brdo vo Veľkej Fatre).

Sedimentovali teda na tých istých kryhách ako schreyeralmský vápenec (*mojtínska kryha, šturecká kryha*), na *mojtínskej kryhe* na lokalite Hrušové, ale najmä na mnohých lokalitách nachádzajúcich sa v priestore Mojtín – Trstená, na *štureckej kryhe* na lokalitách Malinô Brdo a Malinné (Bujnovský in Bujnovský et al., 1973, 1978; Polák et al., 1997).




**Obr. 2.** Schéma príkrovovej stavby hronika zostavená podľa Havrilu (2011). Stavba pozostáva zo štyroch príkrovov uvedených smerom do nadložia: príkrov Rohatej skaly, príkrov Beckova, považský príkrov a príkrovy vernárika. Telesá vzniknuté pri vnútornej štrukturalizácii uvedených štyroch príkrovov sú označené pôvodnými názvami čiastkových príkrovov. Vysvetlivky: a) podložie sedimentov stredného až vrchného triasu: 1 – neznáme podložie, 2 – nižnobocianske súvrstvie, 3 – ipoltická skupina, 4 – spodný trias s ryolitmi; b) sledy hornín stredného až vrchného triasu: 5 – sled v panvách, 6 – sled v oblastiach medzi panvami a plošinami, 7 – sled na plošinách; c) 8 – sedimenty jury, 9 – sedimenty kriedy.

**Fig. 2.** Scheme of the nappes structure of the Hronikum compiled to Havrila (2011). The building consists of four nappes named towards the overburden: Rohatá skala nappe, Beckov nappe, Považie nappe and Vernárikum nappes. The bodies formed during the internal structuring of the four nappes are designated by the original names of the partial nappes. Explanations: a) subsoil of the Middle-Upper Triassic sediments: 1 – unknown subsoil, 2 – Nižná Boca Formation, 3 – Ipoltica Group, 4 – Lower Triassic with ryolites; b) sequences of the Midlle-Upper Triassic rocks: 5 – sequence in the basins, 6 – sequence in the areas between the basins and the platforms, 7 – sequence in the platforms; c) 8 – Jurassic sediments, 9 – Cretaceous sediments.

## 4. Biostratigafický obsah skúmaných sedimentov

Skúmané litofaciálne typy vápencov väčšinou zdokumentovali (opísali) paleontológovia pri zbere makrofosílií (najmä ramenonožcov, ale aj lastúrnikov a hlavonožcov) a pri odbere hornín s cieľom získania mikrofosílií (konodontov, holotúrií, dierkavcov), viac-menej len pre svoju vlastnú pracovnú potrebu. Ich opisy (vyskytujúce sa v manuskriptových prácach a na lokalitných štítkoch priložených k makrofosíliám, zachovaných v biostratigrafických zbierkach Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra[12] v Bratislave) sú veľmi stručné. Aj preto často neumožňujú ich jednoznačné stotožnenie s litostratigrafickými jednotkami známymi v súčasnosti (jasenským, ráztockým, gaderským a schreyeralmským vápencom), ktoré boli vyčlenené a opísané až po vykonaní mnohých spomenutých zberov fosílií (jasenský a ráztocký vápenec opísali Kochanová a Michalík, 1986; gaderský vápenec opísali Polák et al., 1996). Dovtedy boli jasenský a ráztocký vápenec považované za súčasť reiflinského (niekedy aj gutensteinského) vápenca a gaderský vápenec nebol známy vôbec. Zdanlivo nebol problém s rozpoznaním schreyeralmského vápenca. Neschopnosť jeho vyčlenenia pri mapovaní však svedčí o tom, že aj jeho rozpoznanie spôsobovalo problémy. Problémy s priradením hornín k zodpovedajúcej litostratigrafickej jednotke však pretrvali a pretrvávajú aj v čase nasledujúcom po vyčlenení nových litostratigrafických jednotiek.

Na zistenie fosílneho obsahu skúmaných sedimentov bola využitá nielen literatúra, často prístupná iba v manuskriptovej forme v archíve ŠGÚDŠ, ale aj biostratigrafické zbierky ŠGÚDŠ, v ktorých sú uložené početné fosílie ramenonožcov. Zbieral ich a študoval temer výlučne Dr. Jozef Pevný. Následne po štúdiu ramenonožcov z lokalít, z ktorých ich získal, zadovážil obsiahle biostratigrafické údaje o výskyte konodontov a holotúrií. Aj tie sú v mnohých prípadoch dostupné iba v manuskriptovej forme v archíve ŠGÚDŠ. Významne tak prispel k možnosti spoznať paleogeografické rozšírenie študovaných sedimentov.

Biostratigrafické údaje boli často rozhodujúce pri stotožnení veľmi stručne litologicky charakterizovaných skúmaných typov vápencov s litostratigrafickými jednotkami známymi v súčasnosti.

### *4.1. Jasenský vápenec*

Michalík et al. (1992) z vrtu *DV-1 Dobrá Voda* realizovaného v Brezovských Karpatoch z hĺbkového intervalu 800 – 825 m opísali čierne, tmavosivé, hnedé a sivohnedé, slabo slienité organodetritické vápence zámostského súvrstvia obsahujúce ojedinelé rohovce. Ako ich významný znak spomenuli polohy vápencov preplnené organodetritom (neuviedli hĺbkový interval ich výskytu). Z vápencov nachádzajúcich sa v hĺbke 819 m identifikovali *Gondolella bulgarica* (Budurov et Stefanov), *G. bifurcata hanbulogi* (Sudar et Budurov), *G. bifurcata bifurcata* (Budurov et Stefanov) a sporadicky aj *G. constricta* Mosher et Clark a jej morfotyp *cornuta*. Z hĺbky 821 m identifikovali *Gondolella tornaensis* Kovács a *G.* cf. *szabói* Kovács. Konštatovali, že s výnimkou *Gondolella* cf. *szabói* Kovács ide o typické spoločenstvo pelsónu. Aj keď súvrstvie nerozdelili na členy, na základe uvedenej asociácie konodontov možno predpokladať, že vápence vystupujúce v hĺbkovom intervale 819 – 821 m patria k jasenskému vápencu. Z dierkavcov z hĺbky 822 – 824 m zistili masový výskyt *Glomospira densa* (Pantić) a jediný exemplár *Meandrospira dinarica* Kochansky-Devide et Pantić. Aj tento interval možno zaradiť k jasenskému vápencu.

Na výskyt jasenského vápenca na lokalite *Markovica – Húštik* v Strážovských vrchoch upozornili Kochanová a Michalík (1986). Fosílie potvrdzujúce jeho výskyt na tejto lokalite alebo iné podrobnejšie údaje nie sú známe.

Zo zberov vykonaných Maheľom v roku 1970 na lokalite západne od kóty 466,3 *Hurtovec* jjv. od Plaveckého Petra v Malých Karpatoch z tmavého (pravdepodobne jasenského) vápenca určil Pevný (1971, s. 2) *Piarorhynchella trinodosi* (Bittner) a *P. trinodosi minutula* (Bittner). Fosílie sú uložené v biostratigrafických zbierkach ŠGÚDŠ v Bratislave pod č. 700 a 701. Biostratigrafických údajov z tejto lokality je oveľa viac, problémom však je zistiť, z akej litostratigrafickej jednotky pochádzajú.[13]

Z tzv. čierneho súvrstvia (rozumej z vápencov zámostského súvrstvia – z jasenského vápenca) z dokumentačného bodu 166/83 z ľavého svahu *Suchej doliny* 300 m severozápadne od kóty 564 v Malých Karpatoch určil Michalík (in Michalík et al., 1986, s. 126) spoločenstvo ramenonožcov *Mentzelia mentzeli mentzeli* (Dunker), *Piarorhynchella trinodosi* (Bittner) a *Coenothyris* sp.

Jasenský vápenec vystupuje aj na báze pelagického sledu na lokalite *Podhradie* v Považskom Inovci. Fosílie z neho však neboli získané.

Havrila a Pevný (1991) zo zárezu lesnej cesty vedúcej po severných svahoch *Ostrej Malenice v Strážovských vrchoch* z odkryvu asi 0,7 km sv. od kóty Ostrá Malenica opísali vrstvovité, hrubodoskovité až tenkolavicovité sivé, tmavosivé až hnedasté vápence s poprehýbanými vrstvovými plochami, vo vyššej časti s náznakmi hľuznatosti. Vápence v malom množstve obsahujú drobný detrit voľne rozptýlených krinoidových článkov. Jeho množstvo pribúda smerom do nadložia. V najspodnejšej časti vápencov (z ich odkrytej časti) sa nachádza 15 cm hrubá poloha slieňovca, 10 cm nad jeho bázou v ňom leží horizont hľúz mikrokryštalického vápenca s drobným organickým detritom. Nad polohou hľúz sa v hojnom množstve vyskytujú ramenonožce pelsónu až ilýru (určil Pevný) *Piarorhynchella trinodosi* (Bitner) a *Volirhynchia vivida* (Bittner). Túto časť sledu považovali za člena reiflinských vápencov. Získali z nej mikrofosílie *Gondolella constricta* Mosher et Clark, *G. bulgarica* (Budurov et Stefanov), *Neospathodus* sp. a *Theelia immisorbicula* Mostler vyskytujúce sa vo vrchnej časti pelsónu. Havrila (in Havrila et al., 2004) túto časť sledu považoval za súčasť hornín zámostského súvrstvia. Tu ju stotožňujeme so spodným členom zámostského súvrstvia, s jasenským vápencom.

Na lokalite *Šibeničná* v Strážovských vrchoch pracovali Puškárová (1980) a Puškárová a Mock (1983). Puškárová a Mock (1983) tam zdokumentovali sled hornín pelsónu

[12] ďalej len ŠGÚDŠ

[13] Ich prehľad uviedol Havrila (in Polák et al., 2012).

až spodného longobardu. Na báze sledu vyčlenili vrstvovité krinoidové vápence pelsónu (vzorky 1 – 40), z ktorých získali konodonty *Gondolella bulgarica* (Budurov et Stefanov), *G. bifurcata* (Budurov et Stefanov), *G. excelsa* (Mosher), *G. constricta* Mosher et Clark, *Nicoraela kockeli* (Tatge) a *Neohindeodella aequiramosa* Kozur et Mostler. Vápence podľa ich veku možno porovnať s jasenským vápencom, ich stručná litologická charakteristika tomu však nezodpovedá.

Havrila a Pevný (in Polák et al., 1996) uviedli, že z krinoidového (rozumej gaderského) a hľuznatého (rozumej jasenského) vápenca vystupujúcich na lokalite *Krpeľany* vo Veľkej Fatre získali nasledujúcu asociáciu mikrofosílií vrchného pelsónu: *Gondolella bifurcata bifurcata* (Sudar et Budurov), *G. bulgarica* (Budurov et Stefanov), *G. bifurcata hanbulogi* (Sudar et Budurov), *G. constricta* Mosher et Clark, *G. cornuta* Budurov et Stefanov, *Ozarkodina tortillis* Tatge, *Enantiognathus ziegleri* (Diebel), *Hindeodella (Metaprioniodus) spengleri* (Huckriede), *Calclamna trettoensis* Mostler, *Theelia* sp. a *Tetravirga* sp. V skutočnosti uvedené fosílie pochádzajú len z jasenského vápenca. Podľa Havrilu (2017) je to tmavosivohnedý mikrokryštalický až kalový tenkovrstvovitý vápenec s hrúbkou vrstiev 3,5 – 8 cm, so zvlnenými vrstvovými plochami, miestami s prechodom k hľuznatosti, neobsahujúci rohovce. Z mikrofosílií boli z neho ešte identifikované: *Didemnoides moreti* (Durand-Delga) a dierkavce vrchného pelsónu určené Boorovou (in Boorová et al., 2016) *Paulbronnimannella whittakeri* Rettori, *P. judicariensis* (Premoli Silva), *Meandrospira* cf. *dinarica* Kochansky-Devidé et Pantić, *Nodosaria* sp., *Dentalina hoi* Trifonova a *Frondicularia woodwardi* Howchin.

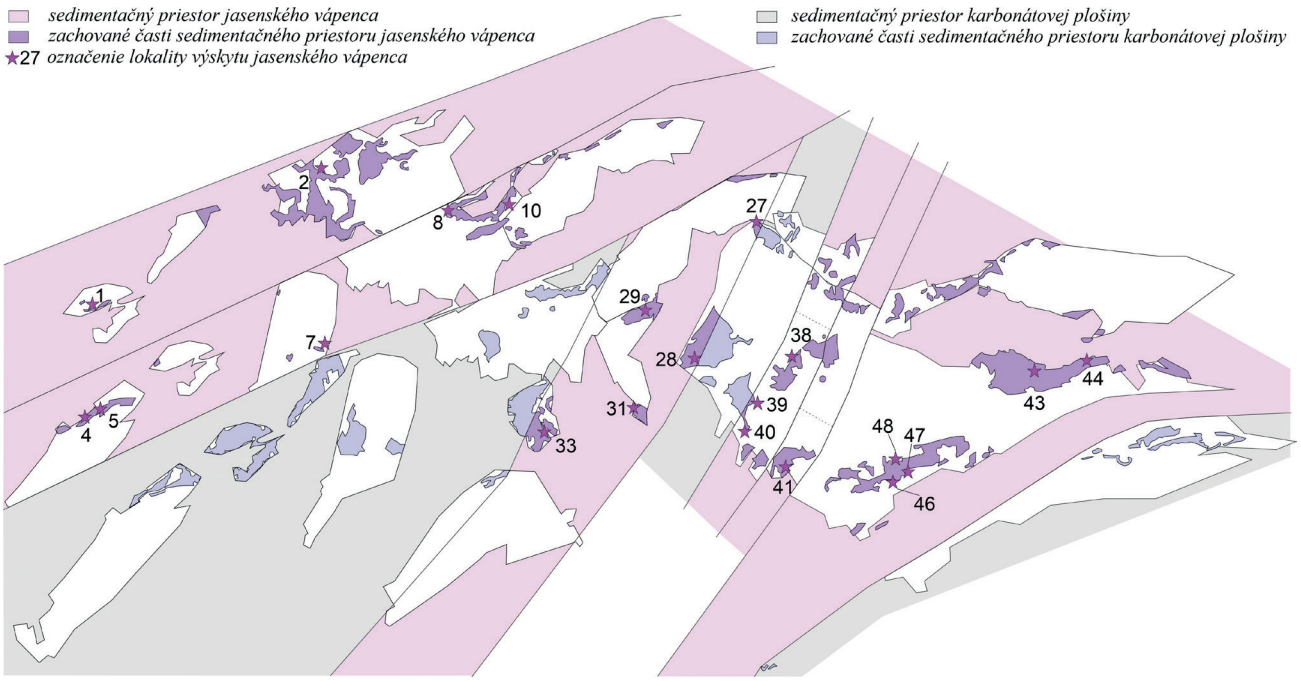
Pelagické horniny vystupujúce v záreze cesty pri *Ráztočne* v južnom Žiari stručne charakterizoval Havrila (in Šimon et al., 1997; in Kováčik et al., 2015). Na spresnenie dodávame, že vrstvový sled vystupujúci v nadloží steinalmského vápenca v smere do nadložia tvoria: a) poloha svetlosivého organodetritického alodapického vápenca hrubá 160 cm, b) tmavosivý mikrokryštalický hľuznatý vápenec v hrúbke 250 cm, c) vrstvovito-hľuznatý vápenec bez organodetritu v hrúbke 200 cm, d) vrstvovitý vápenec, väčšinou s nerovnými vrstvovými plochami preplnený organodetritom (krinoidmi), s niekoľkými polohami ílovitého vápenca, s malým množstvom organodetritu, v hrúbke necelých 40 m. Vápenec preplnený organodetritom (litofácia d) v celej svojej hrúbke obsahuje množstvo ramenonožcov a dva hrubšie horizonty hľúz rohovcov. Celková hrúbka opísaného sledu je asi 46 m. Na základe stratigrafického rozsahu opísaného vrstvového sledu prichádza do úvahy korelovať ho so zámostským súvrstvím, pričom členy b) a c) možno korelovať s jasenským vápencom a člen d) s ráztockým vápencom. Člen a) na základe jeho veku a litologického charakteru zodpovedá gaderskému vápencu, problémom však je jeho pozícia pod členom b). Z litofácie korelovanej s jasenským vápencom boli odobraté vzorky 940 a 941. Vzorka č. 940 pochádza z bázy polohy tmavosivého mikrokryštalického hľuznatého vápenca hrubej 250 cm, t. j. z litofácie b). Havrila a Pevný (in Havrila, 1997) z nej určili spoločenstvo konodontov a skleritov holotúrií vrchného pelsónu: *Gondolella constricta* Mosher et Clark, *G. bifurcata hanbulogi* (Sudar et Budurov), *G. bifurcata bifurcata* (Budurov et Stefanov), *G. bulgarica* (Budurov et Stefanov), *Ozarkodina tortilis* Tatge, *Prioniodina* (*Cypridodella*) *muelleri* (Tatge), *Hindeodella* (*Metaprioniodus) suevica* (Tatge), *Priscopedatus* sp., *Tetravirga* sp. a *Achistrum* sp. Zo strednej časti hľuznatých vápencov Pevný (in Havrila, 1997) určil *Coenothyris vulgaris* (Schlotheim). Vzorka č. 941 bola odobratá z vrchnej časti polohy tmavosivého mikrokryštalického hľuznatého vápenca hrubej 250 cm, t. j. z litofácie b). Havrila a Pevný (in Havrila, 1997) z nej určili spoločenstvo konodontov a skleritov holotúrií vrchného pelsónu: *Gondolella constricta* Mosher et Clark, *G. bifurcata hanbulogi* (Sudar et Budurov), *G. bifurcata bifurcata* (Budurov et Stefanov), *G. bulgarica* (Budurov et Stefanov), *G. excelsa* (Mosher), *Hindeodella* (*Metaprioniodus) suevica* (Tatge) a *Tetravirga* sp.

Z hľuznatých vápencov (ktoré tu považujeme za jasenský vápenec a ktoré Rakús et al., 1984 považovali za schreyeralmský vápenec) z lokality *pod Znievom* v severnom Žiari získali Havrila a Pevný (in Polák et al., 1996) spoločenstvo mikroorganizmov vrchného pelsónu až spodného ilýru: *Gondolella bifurcata bifurcata* (Budurov et Stefanov), *G. constricta* Mosher et Clark, *G.* cf. *cornuta* (Budurov et Stefanov), *Neohindeodella triasssica triassica* (Müller), *Hindeodella (Metaprioniodus) suevica* (Tatge), *Diplododella* cf. *lautissima* (Huckriede), *Prioniodina (Cypridodella) mueleri* (Tatge), *Chirodella dinodoides* (Tatge), *Caclamnella anisica* Mostler, *C.* n. sp., *Calclamna trettoensis* Mostler, *Priscopedatus quadratus* Mostler, *Tetravirga* sp., *Achistrum* sp. a *Theelia* sp.

Prítomnosť pelagických prvkov (?jasenského vápenca) v podloží gaderského vápenca vystupujúceho na lokalite *Vápenná dolina* vo Veľkej Fatre naznačili Boorová a Havrila (2015).

Boorová (in Boorová et al., 2020) zo svetlých slienitých vápencov vystupujúcich na severnom svahu *Smolovej hory* pri Diviackej Novej Vsi opísaných Olšavským zo vzorky MO 875 STv určila pelsónsku asociáciu dierkavcov *Paulbronnimannia judicariensis* (Premoli Silva), *Turriglomina mesotriassica* (Koehn-Zaninetti), *Nodosaria* sp. a ?*Earlandinita ladinica* Salaj. Na základe ich stratigrafického rozsahu a mikrofáciálneho štúdia konštatovala, že najpravdepodobnejšie ide o jasenský vápenec.

Na lokalite *Liptovské Revúce-lom* (v juhovýchodnej časti Veľkej Fatry v Liptovských Revúcach, v časti Stredná Revúca) v nadloží steinalmského vápenca vystupuje jasenský vápenec v hrúbke asi 9,5 m. Podľa Havrilu (2017) je prevažne tmavosivý až tmavohnedosivý, mikrokryštalický, vrstvovitý, zriedkavo paralelne laminovaný a veľmi zriedkavo hľuznatý. Vrstvové plochy má zvlnené. Hrúbka vrstiev je priemerne 7,5 cm. Zriedkavo obsahuje hľuzy rohovcov. Miestami obsahuje prevažne jemnozrnný alebo strednozrnný organický detrit. Na horných vrstvových plochách je veľmi zriedkavo prítomný organodetritický povlak hrubozrnných článkov ľalioviek. Z makrofauny obsahuje ramenonožce a lastúrniky. Zriedkavo je bioturbovaný. Gawlick (z materiálu Havrilu) z neho určil (ústna




**Obr. 3.** Paleogeografická schéma priestoru sedimentácie jasenského vápenca (vrchný pelsón).
**Fig. 3.** Paleogeographic scheme of the sedimentation area of the Jasenie Limestone (Upper Pelsonian).

informáca) konodonty *Gondolella trammeri* Kozur, *Gondolella excelsa* (Mosher) a *Gondolella* cf. *pseudolonga* Kovacs. Spoločenstvo považoval za ilýrske. Tento vek však nezodpovedá veku jasenského vápenca na ostatných lokalitách. *Z* makrofosílií Pevný (z materiálu Havrilu) určil ramenonožca *Coenothyris vulgaris* (Schlotheim).

Jasenský vápenec vystupujúci v nadloží steinalmského vápenca na lokalite nad *Harmaneckou jaskyňou* skúmali Havrila et al. (2017). Je tmavohnedosivý až tmavosivohnedý, mikrokryštalický. Obsahuje jemnozrnný organodetrit a ílovitú prímes. Je vrstvovitý, sčasti hľuznatý. Vrstvové plochy má nerovné, mierne zvlnené. Hrúbka vrstiev je 2 – 16 cm, priemerne 6 cm. Sporadicky obsahuje hľuzy rohovcov. Z makrofosílií obsahuje ramenonožce (v jednej vrstve) a články ľalioviek (v spodnej časti). Vo vápenci zistili spoločenstvo dierkavcov *Paulbronnimannella whittakeri* Rettori, *P. judicariensis* (Premoli Silva), cf. *Trochammina* sp., cf. *Meandrospira* sp., *M. dinarica* Kochansky-Devidé et Pantić, *Nodosaria* sp., *Dentalina* cf. Ho Trifonova a *Frondicularia woodwardi* Howchin. Z ďalších mikrofosílií v ňom identifikovali *Didemnoides moreti* (Durand-Delga) a *Globochaete alpina* Lombard. Z rezídua po rozpúšťaní získali: konodonty *Gondolella bulgarica* (Budurov et Stefanov), *G. bifurcata* (Budurov et Stefanov), *G. bifurcata bifurcata* (Budurov et Stefanov), *G. bifurcata hanbulogi* (Sudar et Budurov), *G. trammeri* Kozur, *G. ?cornuta* Budurov et Stefanov, multielementy *Gladigondolella tethydis* a holotúrie *Tetravirga* sp., *Priscopedatus quadratus* Mostler, *P.* sp. a *Theelia* sp. Zo spodnej časti jasenského vápenca získali spoločenstvo konodontov pelsónu a z jeho vrchnej časti vrchného pelsónu. Dierkavec *Paulbronnimannella whittakeri* Rettori vyskytujúci sa priebežne v celej sekvencii jasenského vápenca potvrdil, že aj jeho spodná časť patrí do vrchného pelsónu.

Na lesnej ceste vedúcej z Tajova, resp. z Kordík do Harmanca získal Stur (1868) z napadaných blokov vápenca pomerne pestrú asociáciu fauny. Usúdil, že bloky sa mohli na cestu skotúľať len z vrchu *Tintovo*[14] pri Uľanke. Na Tintove však vystupujú len dolomity. Horniny porovnateľné s horninami opísanými Sturom (l. c.) sa našli na opačnej strane údolia (na západnom svahu kóty Lučivno). Vystupuje tam vrstvový sled pozostávajúci zo steinalmských, jasenských, ráztockých a reiflinských vápencov. Jasenský vápenec je dobre odkrytý v hrúbke asi 4 m. Fosílie sa v ňom nezistili.

Z pozície nad svetlými masívnymi vápencami pelsónskeho veku (doloženého pestrým spoločenstvom dasykladálnych rias[15] a ramenonožcov) a pod sivými až tmavosivými krinoidovými vápencami ilýrskeho veku (doloženého výskytom *Diplopora annulatisima* Pia) opísal Bystrický (1964) z príkrovu Drienka zo širšieho okolia *Poník* tmavosivé hľuznaté vápence („reiflinské“)[16]. Podľa ich pozície v slede nad svetlými vápencami (rozumej steinalmskými vápencami) a pod krinoidovými vápencami (rozumej ráztockými[17]) možno predpokladať, že tmavosivé hľuznaté vápence možno korelovať s jasenským vápencom. Vrchnopelsónsky vek bazálnej časti týchto vápencov

[14] Tintovo je starý názov v súčasnosti nepomenovanej kóty ležiacej severne od Holého vŕšku.

[15] *Macroporella* cf. *alpina* Pia, *Teutloporella tabulata* Pia, *T.* cf. *hirsuta* Pia, *Oligoporella pilosa* Pia var. *intusannulata* Pia, *Physoporella pauciforata* (Gümbel) var. *pauciforata*, *Ph. pauciforata* (Gümbel) Steinmann var. *undulata* Pia, *Ph. varicans* Pia, *Ph.* cf. *praealpina* Pia, *Ph. dissita* (Gümbel) Pia a *Diplopora hexaster* (Pia) Pia. Pevný (in Losert, 1963) z týchto vápencov získal ramenonožce *Spirigera* cf. *quadriplecta* Münster, *Spirigera trigonella* Schlotheim, *Mentzelia mentzeli mentzeli* Dunker a iné.

[16] Bystrický (1972, obr. 3) bez uvedenia dôvodu tieto reiflinské vápence zaradil do ilýru.

[17] Mello (in Polák et al., 2003, obr. 8, s. 88) ich opísal ako krinoidové vápence, ale uvažoval, že ide o raminské vápence.

(z odberu vykonaného tesne nad steinalmským vápencom) podporujúci ich zaradenie k jasenskému vápencu, zistený na základe výskytu konodontov *Nicoraella kockeli* (Tatge) a *Paragondolella bifurcata* Budurov et Stefanov, ktoré určili Krystyn a Mandl (in Polák et al., 2003), uviedol Mello (in Polák et al., 2003).

Na výskyt zámostského súvrstvia na lokalite *Liptovský Ján-Smrekovica* v Nízkych Tatrách upozornil Havrila (in Havrila et al., 1995). Na základe jeho litologického opisu možno usudzovať, že najspodnejšia časť súvrstvia patrí k jasenskému vápencu. Je to tmavosivý ílovitý bituminózny mikrokryštalický vápenec s ojedinelými čiernymi hľuzami rohovcov. Vrchné časti vrstiev sú ílovité a dolomitizované a nad každou z nich vystupuje poloha slieňovca s hrúbkou do 2 cm. Vrstvové plochy sú nerovné, poprehýbané. Táto časť vrstvového sledu je zakončená polohou žltosivého slieňovca hrubou 6 – 10 cm, vo vrchnej časti ktorého je poloha hľúz mikrokryštalického vápenca s jemnozrnným organodetritom (krinoidy). Poloha slieňovca je výrazná aj faunisticky. Obsahuje neurčiteľné zvyšky amonitov, z ramenonožcov Pevný určil *Piarorhynchella trinodosi* (Bittner) indikujúcu pelsón až ilýr a *Mentzelia* sp.

Na lokalite *Východná-mlyn* v Nízkych Tatrách vykonal Pulec v roku 1958 zber ramenonožcov. Podľa Pevného (1966, s. 2) sú to ramenonožce anisu a vyskytujú sa v reiflinských vápencoch. Určil z nich *Mentzelia mentzeli* (Dunker), *M. mentzeli pannonica* Bittner, *M.* aff. *palaeotypus* (Loretz), *M. fraasi* (Bittner), *„Rhynchonella" trinodosi* Bittner, *„R." subacuta* (Münster) a *Spiriferina* sp. Na základe týchto informácií môžeme predpokladať, že fosílie boli získané z jasenského vápenca. Fosílie sú uložené v biostratigrafických zbierkach ŠGÚDŠ v Bratislave pod č. 711. Z okolia Východnej pochádza aj *„Rhynchonella" trinodosi* Bittner určená Pevným (1966). Podľa A. Bieleho pochádza z hrebeňa Tomanovky pri Východnej z čiernych doskovitých slienitých vápencov vystupujúcich nad dolomitmi. Fosília je uložená v biostratigrafických zbierkach ŠGÚDŠ v Bratislave pod č. 712.

Borza (1970) charakterizoval časť vrstvového sledu zodpovedajúcu jasenskému vápencu ako tenkovrstvovitý tmavosivý vápenec so sporadickými čiernymi rohovcami, v ktorých tenké šošovky až vrstvy (15 – 20 cm) sú oddelené polohami slieňov a vrstvové plochy sú nepravidelne uzlovité[18]. Kochanová a Michalík (1986) z lokalít *Zámostie-Štefánka,*[19] *Jasenie-Čierny diel a Predajná-Hôrky* situovaných na južných svahoch Nízkych Tatier získali *Piarorhynchella trinodosi* (Bittner), *Mentzelia* sp., *Aulacothyris* sp. (cf. *angusta?*), *Schafhaeutlia* sp., *Straparolus (Euomphalus)* cf. *granulatus* (Assmann), *Dentalium (Antalis)* sp., *Polygyrina gracilior* (Schauroth), *Promathilda* cf. *contraria* (Böhm), *P.* cf. *subnodosa* (Münster), *Zygopleura?* sp., *Phenodesmia* cf. *beneckei* Tornquist, *Rhaphistomella* sp., *Dicosmos* sp. a *Cryptonerita* sp. Dierkavce *Pilammina densa* Pantić, *Meandrospira dinarica* Kochansky-Devidé et Pantić, *M.* aff *insolita* (Ho), *Duostomina* sp., *Glomospirella* aff. *irregularis* (Moeller), *Ammodiscus* sp., *Earlandia* sp. a *Frondicularia* sp. z nich poznal už Borza (1970). Jendrejáková et al. (1981) z nich uviedli konodonty *Gondolella bulgarica* (Budurov et Stefanov), *G. bifurcata* (Budurov et Stefanov), *G. hanbulogi* (Sudar et Budurov), *G. excelsa* (Mosher) a *Nicoraella kockeli* (Tatge). Neuviedli však č. vzorky, z ktorej ich získali, pravdepodobne to bolo zo vzorky č. 0[20]. Papšová (1982) do pelsónu (t. j. pravdepodobne k jasenskému vápencu) preradila vzorky č. 1 – 3 odobraté na lokalite *Jasenie-Čierny diel* z tmavočiernych, čiastočne hľuznatých vápencov s makrofaunou a občasnými rohovcami, ktoré pôvodne (Papšová, 1980) považovala za ilýrske (pozri časť venovanú ráztockému vápencu)[21]. Papšová a Pevný (1982) a Jendrejáková a Papšová (1984) z nich z lokality Jasenie-Čierny diel zo vzorky č. 1 uviedli konodonty *Gondolella bulgarica* (Budurov et Stefanov), *G. bifurcata* (Budurov et Stefanov), *G. hanbulogi* (Sudar et Budurov), *G. excelsa* (Mosher) a *Nicoraella kockeli* (Tatge) a holotúrie *Tetravirga* sp. a *Theelia patinaformis* Mostler. Rakús (1986) na základe výskytu amonitov *Balatonittes* ex gr. *balatonicus* (Mojsisovics) a *Norites psilodiscus* Arthaber potvrdil príslušnosť jasenského vápenca vystupujúceho v záreze cesty 980 m ssz. od obce Jasenie k pelsónskej *zóne Balatonicus*.

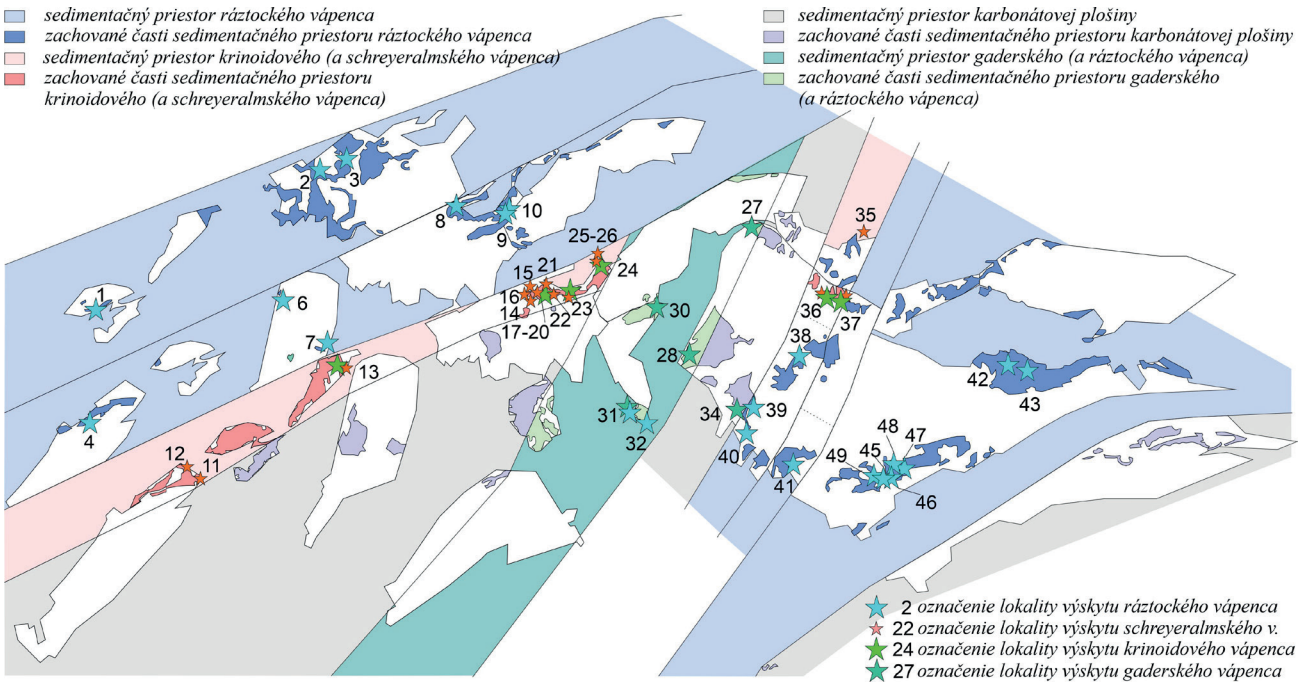
Pevný a Havrila (in Kullmanová et al., 1984) z jasenského vápenca vystupujúceho na lokalite *Zámostie-Štefánka* získali zo vzoriek 1, 1b a 2 mikrofosílie pelsónu *Gondolella bulgarica* (Budurov et Stefanov), *G. bifurcata* (Budurov et Stefanov), *G. hanbulogi* (Sudar et Budurov), *Neospathodus kockeli* (Tatge), *Hindeodella (Metaprioniodus) suevica* (Tatge), *Prioniodina (Cypridodella) muelleri* (Tatge), *Diplododella lautissima* (Huckriede), *Ozarkodina tortilis* Tatge, *Enantiognathus ziegleri* (Diebel), *Calclamna trettoensis* Mostler, *Achistrum* sp. a *Priscopedatus* sp.

[18] Jendrejáková et al. (1981) túto litofáciu opísali ako čiernosivé, jemne organodetritické vápence s ojedinelými čiernymi rohovcami a bohatou bentickou faunou, resp. ako čierne bazálne vrstvy so silicifikovanou makrofaunou, Jendrejáková a Papšová (1984) ako spodné organodetritické súvrstvie tzv. bazálnych čiernych vrstiev.

[19] Vystupovanie sedimentov zámostského súvrstvia na tejto lokalite potvrdil aj Masaryk (1993, obr. 2). Vzhľadom na to, že súvrstvie nerozdelil na členy, nie je z jeho práce jasné, či na tejto lokalite vystupuje aj jasenský vápenec. To sa týka aj ďalších ním spracovaných lokalít Dobrá Voda-1 (vrt), Mokrá dolina, hrad Dobrá Voda a Beckov.

[20] V súvislosti s lokalitou Zámostie-Štefánka je problematické ujasniť si, z ktorých litofácií boli odobraté niektoré vzorky. Papšová (1980, príloha 4) v schematickom profile vyznačila 10 miest odberu biostratigrafických vzoriek. Jendrejáková et al. (1981, obr. 1 a 2) vo veľmi podobnom, ale podrobnejšom schematickom profile vyznačili 10 miest odberu biostratigrafických vzoriek, na obr. 2 však pod miestom odberu vzorky č. 1 vyznačili aj vzorku č. 0. Papšová (1984, príloha 14) vyznačila v schematickom profile miesta odberu pôvodných vzoriek č. 1 – 3 a novoodobratých vzoriek č. 11, 13, 15, 21, 23, 27, 29 a 31. Papšová a Gaál (1984, obr. 2) v litologicko-stratigrafickom profile vyznačili 10 miest odberu biostratigrafických vzoriek (č. 1 – 10) a na báze profilu znázornili miesto odberu č. 0. Kochanová a Michalík (1986, obr. 2) v schematickom litostratigrafickom profile odber vzoriek nevyznačli. Možno uvažovať, že vo všetkých prácach bolo prijaté číslovanie uvedené Papšovou (1980) a že ide o tých istých 10 vzoriek. Na základe porovnania profilov Jendrejákovej et al. (1981, obr. 1 a 2) s profilom Kochanovej a Michalíka (1986, obr. 2) možno usúdiť, že vzorky č. 1 a 2 pochádzajú z ráztockého vápenca, vzorka č. 3 z reiflinského vápenca a vzorka č. 0 pravdepodobne z jasenského vápenca.

[21] V práci Papšovej a Pevného (1982) sú vzorky č. 2 – 3 datované na rozhranie pelsónu a ilýru, na základe toho by mali byť zaradené k ráztockému vápencu.




**Obr. 4.** Paleogeografická schéma priestoru sedimentácie ráztockého, gaderského, nepomenovaného krinoidového a schreyeralmského vápenca (vrchný pelsón – ilýr).

**Fig. 4.** Paleogeographic scheme of the sedimentation area of the Ráztoka Limestone, Gader Limestone, unnamed crinoid limestone and Schreyeralm Limestone (Upper Pelsonian – Illyrian).

### *4.2. Schreyeralmský vápenec*

O vystupovaní schreyeralmského vápenca na lokalite *Šterusy* v Malých Karpatoch informoval Maheľ (1986). Obsah fosílií v ňom nie je známy.

Podľa Bystrického (1972, s. 294) *„Ekvivalentom schreyeralmských vápencov sú veľmi pravdepodobne aj svetlé hľuznaté vápence s červenými rohovcami, prípadne vrstevnaté ružovo sfarbené vápence, ktoré sa nachádzajú v Malých Karpatoch“* (*Havranica*). Buček (in Polák et al., 2011) k tomu uviedol, že vápence *„vystupujú v izolovaných šošovkách v tesnom nadloží steinalmských vápencov… na lokalite Buková – zárez lesnej cesty (vo výške 580 m n. m., zsz. od kóty Záruby)… Pozícia vápencov a druhy amonitov poukazujú na zastúpenie amonitovej zóny s Parakellnerites (zahrňujúca... zónu s Aplacoceras avisianus a zónu s „Protrachyceras“ reitzi), ktorá podľa Krystyna (1981, 1983) patrí do vrchného ilýru.“* Zoznam amonitov, ktorý z tejto lokality uvádzajú rôzni autori, nie je jednotný, preto ho neuvádzame a odkazujeme čitateľa na pôvodné práce.

Zo schreyeralmského vápenca vystupujúceho pri obci *Hrušové* v Čachtických Karpatoch získal Bystrický (1985, s. 173 – 175) stratigraficky cenné údaje, ale nezverejnil presnú lokalizáciu odberov ani autora určení mikrofosílií. Jeho vzorky poskytli nasledujúcu mikrofaunu: vzorka 2/83: *Gladigondolella tethydis* (Huckriede), *Metapolygnathus hungaricus* (Kozur), *Prioniodina (Cypridodella) venusta* (Huckriede), *Enantiognathus petraeviridis* (Huckriede), *Hindeodella (Metaprioniodus) pectiniformis* (Huckriede) a *Neohindeodella triassica* (Müller); vzorka 3/83: *Gladigondolella tethydis* (Huckriede), *Gondolella trammeri* Kozur, *Prioniodina (Cypridodella) venusta* (Huckriede) a *Enantiognathus petraeviridis* (Huckriede); vzorka 4/83: *Gladigondolella tethydis* (Huckriede), *Gondolella constricta* Mosher et Clark, *G. cornuta* (Budurov et Stefanov), *G. longa* (Budurov et Stefanov), *Prioniodina (Cypridodella) venusta* (Huckriede) a *Enantiognathus petraeviridis* (Huckriede). Vyhodnotil, že uvedené asociácie mikrofosílií poukazujú na zastúpenie vrchného ilýru – *zóny Aplococeras avisianus* (vzorka 4/83), spodného fasanu – *zóny Nevadites* sensu Krystyn (1983) (vzorka 3/83) a longobardu (vzorka 2/83). Salaj (in Salaj et al., 1983) z týchto vápencov určil dierkavce *Turritellella mesotriasica* Koehn-Zaninetti, *Arenovidalina chialingchiangensis* Ho, *Nodobacularia vujisići* Urošević et Gaždzicki, *Frondicularia woodwardi* Hochwin, *Erlandia gracilis* (Pantić), *E. tintiniformis* (Mišík), *Nodosaria* sp. a *Glomospira* sp. a riasu *Thaumatoporella parvovesiculifera* Raim. Hanáček (in Began et al., 1982; in Salaj et al., 1987) bez uvedenia autora určení okrem spomenutých druhov uviedol ešte *Arenovidalina voluta* Ho, *Meandrospira* sp. a *Trochamina almtalensis* Koehn-Zaninetti.

Schreyeralmské vápence vystupujúce v Strážovských vrchoch poznal už Kulcsár (1918, s. 199). Uviedol: *„Na severnom konci Svinských chlievov ako i na Svrčinovci tiahnuc sa k Predhoriu, vystupujú vedľa svetlošedých vápencov (rozumej wettersteinských) aj pevné, červenkasté alebo svetločervené, miestami rohovcové vápence, medzi ktorých hrubými lavicami ležia hnedošedé, doskovité vápence.“* Pravdepodobne zo schreyeralmských vápencov vystupujúcich na *Suchom vrchu* pri Mojtíne získal ramenonožce *Spiriferina fragilis* Schlotheim, *S. (Mentzelia) mentzeli* Dunker a *S. (M.)* cfr. *koeveskalyensis* (Suess) Böckh so stratigrafickým rozpätím pelsón – ilýr.

Konodonty a holotúrie zo schreyeralmských vápencov z niekoľkých lokalít v okolí *Rokytníka* pri Mojtíne

v Strážovských vrchoch získal Pevný (1981, 1984). Z lokality 1 (zodpovedá približne dokumentačnému bodu č. 55/96 Havrilu in Havrila et al., 2004) z hnedastých vápencov získal: *Gondolella excelsa* (Mosher), *G. constricta* Mosher et Clark, *G.* sp., *Prioniodina venusta* (Huckriede), *Didymodella alterneta* (Mosher), *Ozarkodina tortilis* Tatge, *Enantiognathus ziegleri* (Diebel), *Hindeodella (Metaprioniodus) suevica* (Tatge) a *Prioniodina (Cypridodella) muelleri* (Tatge); z lokality 2 (neďaleko od lokality 1) zo svetlosivých až žltkavých celistvých vápencov: *Gondolella* sp., *Prioniodina (Cypridodella) muelleri* (Tatge), *Theelia undata* Mostler, *Acanthotheelia spinosa* Frizzell et Exline, *Kuehnites spiniperforatus* (Zawidzka), *Priscopedatus staurocumitoides* Mostler a *Achistrum* sp.; z lokality 3. (zodpovedá približne dokumentačnému bodu č. 361/02 Havrilu in Havrila et al., 2004) zo svetloružových vápencov: *Gondolella excelsa* (Mosher), *G. constricta* Mosher et Clark, *Prioniodina venusta* (Huckriede), *Lonchodina posterognathus* (Mosher), *Prioniodina (Cypridodella) muelleri* (Tatge), *Hindeodella (Metaprioniodus) suevica* (Tatge), *Enantiognathus ziegleri* (Diebel), *Theelia undata* Mostler, *Acanthotheelia spinosa* Frizzell et Exline, *Priscopedatus tyrolensis* Mostler, *Tetravirga perforata* Mostler, *Eocaudina subhexagona* Gutschick, Canis et Brill a *Calclamna* sp.; z lokality 4 (zodpovedá približne dokumentačnému bodu č. 81/96 Havrilu in Havrila et al., 2004) z tenkovrstvovitých celistvých ružových a žltkastých vápencov: *Prioniodina venusta* (Huckriede), *Theelia undata* Mostler a *Priscopedatus triassicus* Mostler. Spoločenstvo mikroorganizmov zo všetkých lokalít vyhodnotil ako ilýrske. Po revízii (in Havrila et al., 2004) ho považoval za ilýrsko-fasanské.

Ďalšie paleontologické a stratigrafické údaje zo schreyeralmských vápencov vystupujúcich v Strážovských vrchoch získali Havrila a Pevný (in Havrila, 1997; in Havrila et al., 2004) z hrebienka smerujúceho od *kóty 663* k *Mojtínu* pri tretej „Štúrovej bráne". Zo vzorky č. 948 (pochádzajúcej z bázy vápencov 70 m od kóty 663) získali spoločenstvo konodontov a skleritov holotúrií vrchného ilýru – stredného fasanu (*zóna trinodosus – reitzi*): *Gondolella alpina szaboi* Kovacs, *G. constricta* Mosher et Clark, *G. cornuta* (Budurov et Stefanov), *Ozarkodina tortilis* Tatge, *Enantiognathus ziegleri* (Diebel), *Hindeodella (Metaprioniodus) spengleri* (Huckriede), *Hindeodella (Metaprioniodus) suevica* (Tatge), *Priscopedatus* sp., *Achistrum* sp. a *Theelia* sp.; zo vzorky č. 949 (pochádzajúcej z bázy vápencov, 71 m od kóty 663) spoločenstvo konodontov a skleritov holotúrií s rovnakým stratigrafickým rozpätím ako zo vorky č. 948: *Gondolella alpina szaboi* Kovacs, *G. constricta* Mosher et Clark, *G. cornuta* (Budurov et Stefanov), *Enantiognathus ziegleri* (Diebel), *Hindeodella* (*Metaprioniodus) suevica* (Tatge), *Prioniodina (Cypridodella) muelleri* (Tatge) a *Theelia* sp.; zo vzorky č. 950 (odobratej z bázy vápencov 73 m od kóty 663) spoločenstvo konodontov a skleritov holotúrií spodného fasanu *(zóna reitzi)*: *Gondolella cornuta* (Budurov et Stefanov), *G. constricta* Mosher et Clark, *G. excelsa* (Mosher), *G. alpina szaboi* Kovacs, *G. pseudolonga* Kovacs, Kozur et Mietto, *G. excentrica* (Budurov et Stefanov), *Hindeodella* (*Metaprioniodus) suevica* (Tatge) a *Theelia* sp.; zo vzorky č. 951 (odobratej z najvyššej časti vápencov približne 100 m od kóty 663) spoločenstvo konodontov najvyššieho fasanu *(zóna curionii)* až julu (pravdepodobne však ide o najvyšší fasan): *Gondolella foliata inclinata* Kovacs, *Gladigondolella tethydis* (Huckriede), *Hindeodella (Metaprioniodus) spengleri* (Huckriede), *Prioniodina (Cypridodella) muelleri* (Tatge) a *Prioniodina (Cypridodella) venusta* (Huckriede). Podľa uvedených poznatkov možno konštatovať, že počiatok sedimentácie schreyeralmských vápencov v považskom (bývalom strážovskom) príkrove v okolí Mojtína nastal vo vrchnom ilýre. Je to dokumentované spoločenstvom ramenonožcov anisu (Kulcsár, 1915) a spoločenstvom konodontov (vzorky č. 948, 949). V ich spodnej časti však už prebieha rozhranie ilýru a fasanu (vzorka č. 950 už zodpovedá spodnému fasanu). Ich sedimentácia sa skončila po *zóne curionii* (na základe vzorky č. 951), prípadne už počas nej.

Pevný (1963, s. 6) z lokality *Predhorie*, hrebeň západne od Bieleho potoka v Strážovských vrchoch, z hnedastých vápencov s rohovcami určil *Mentzelia* aff. *mentzelii* Dunker[22], potvrdzujúcu stredný trias. Z tejto lokality (severovýchodne od kóty 1 032,3 *Sokolie*) získal ďalšie ramenonožce (Pevný, 1972, s. 3). Sú to opäť druhy potvrdzujúce anis: *Mentzelia mentzeli mentzeli* Dunker a *Aulacothyris angusta* (Schloth.). Z tej istej lokality Pevný (in Kochanová a Pevný, 1976, s. 37, lokalita 24) určil: *Mentzelia mentzelii* Dunker, *M.* aff. *mentzelii* Dunker, *Tetractinella trigonella* (Schlotheim) a *Aulacothyris angusta* (Schlotheim). Z rovnako označenej lokality (Predhorie, hrebeň západne od Bieleho potoka, z príl. 5 však znovu vyplýva, že ide o kótu Sokolie) okrem už uvedených druhov ramenonožcov uviedol Pevný (1980, s. 13) aj *Koeveskallina* aff. *koeveskalyensis* (Stur) a *Spiriferina manca* Bittner určené Siblíkom. Spoločenstvo zaradil do anisu. Okrem toho uviedol asociáciu konodontov ilýru – fasanu: *Gondolella constricta* Mosher et Clark, *G. excelsa* (Mosher), *Hindeodella (Metaprioniodus) suevica* (Tatge), *Prioniodina muelleri* (Tatge), *P. venusta* (Huckriede), *Enantiognathus petraeviridis* (Huckriede) a *Hindeodella pectiniformis* (Huckriede). Toto spoločenstvo z tej istej lokality uviedli aj Papšová a Pevný (1982) a rozšírili ho o *Gladigondolella tethydis* (Huckriede). Celé uvedené spoločenstvo ramenonožcov a konodontov z lokality Sokolie zhrnul Pevný (1981).

Z ružovohnedastých hľuznatých vápencov vystupujúcich západne od *mlyna Strážov* v údolí Radotinej západne od Predhoria v Strážovských vrchoch (dokumentačný bod č. S-610 Hanáčka) Pevný (1972, s. 3; in Hanáček, 1974, s. 7; in Hanáček, 1976, s. 130; in Kochanová a Pevný, 1976, s. 38, lokalita 31) určil *Coenothyris vulgaris* (Schlotheim) potvrdzujúci anis[23]. Fosília je uložená v biostratigrafických zbierkach ŠGÚDŠ v Bratislave pod č. 709.

[22] Podľa informácie Maheľa (1971, s. 26) ramenonožca *Mentzelia mentzeli* Dunker našiel severne od kóty Sokolie v slabo krinoidových vápencoch Hanáček. Podľa Hanáčka (1972, s. 35; 1976, s. 129) to bolo 300 m východne od kóty Sokolie a určil ho Pevný. Ramenonožce z tejto oblasti poznal už Maheľ (1962), ktorý na ich základe zaradil vápence do vrchného anisu. Z uvedených zdrojov nie je možné posúdiť, či fosílie pochádzajú zo schreyeralmského vápenca alebo z krinoidových vápencov sprevádzajúcich schreyeralmský vápenec.

[23] Fosíliu našiel Hanáček (1976, s. 130) – dokumentačný bod č. 610.

Z hnedoružových vápencov vystupujúcich na východnom svahu kóty *Svrčinovec* v Strážovských vrchoch (západne od kóty 433,6 z výbrusu č. S-171) Hanáček (1974, s. 8; 1976, s. 130) uviedol *Citaella dinarica* (Kochaňsky-Devide et Pantić), v tab. 1 jeho správy tejto lokalizácii zodpovedá lokalita 16, z ktorej sa však uvádza *Glomospira densa* (Pantić). Spoločný výskyt *Glomospira densa* (Pantić) a *Citaella dinarica* (Kochaňsky-Devide et Pantić) zaznamenal Hanáček (1974, s. 12; 1976, s. 131) z lokality pri západnom okraji obce Mojtín pri ceste Mojtín – Beluša (lokalita 18 v tab. 1, výbrus S-950). Z Hanáčkovho vyjadrenia, že sa dierkavce vyskytujú v *„týchto vápencoch"* (rozumej tých istých ako juhozápadne od kóty 855,0), možno usudzovať, že ide o schreyeralmské vápence. Výskyt *Glomospira densa* (Pantić) a *Citaella dinarica* (Kochaňsky-Devide et Pantić) zaznamenal Hanáček (1974, s. 13; 1976, s. 131) aj v sivých, hnedastých a ružovkastých, miestami krinoidových vápencoch z lokality severozápadne od Mojtína (lokalita 20 v tab. 1, výbrusy S-652, S-653). *Glomospira densa* (Pantić) sa podľa Hanáčka (1974, s. 13; 1976, s. 131) vyskytuje aj v kryhe svetlosivých, svetlých, ružových a hnedých vápencov na Tupom hrádku (lokality 21 a 22 v tab. 1, výbrusy č. S-750/1, S-751/1, S-589).

Početné spoločenstvá mikrofauny získala Puškárová (1977, 1980) z okolia *Riedkej* v Strážovských vrchoch. Z profilu Riedka I v zárezе cesty z Riedkej do doliny Radotiná na ľavej strane doliny (zhruba zodpovedá dokumentačnému bodu č. 27/96 Havrilu in Havrila et al., 2004) zo spodnejšej časti červených, sivoružových až ružových a ružovočervených fľakatých mikritických hľuznatých vápencov a tmavosivých mikritických vápencov získala a určila stratigraficky cenné platničkovité konodonty: *Metapolygnathus hungaricus* (Kozur et Végh), *M. mungoensis* (Diebel), *Gondolella excelsa* (Mosher), *G. navicula* Huckriede a *Gladigondolella tethydis* (Huckriede). Okrem nich získala *Prioniodina (Cypridodella) venusta* (Huckriede), *Didymodella alternata* (Mosher), *Enantiognathus ziegleri* (Diebel), *E. petraeviridis* (Huckriede), *Hindeodella (Metaprioniodus) pectiniformis* (Huckriede), *H. (M.) suevica* (Tatge), *Neohindeodella triassica* (Müller), *Diplododella bidentata* (Tatge), *Ozarkodina tortilis* Tatge, *Neoplectospathodus muelleri* Kozur et Mostler a mikrofosílie *Globochaete alpina* Lombard, *Aeolisaccus dunningtoni* Elliott, *Arenovidalina* sp., *Ophtalmidium* sp., *Nodosaria* sp., *Frondicularia woodwardi* Hochwin a *Agathammina* cf. a*ustroalpina.* Z profilu Riedka II v zárezе tej istej cesty (zhruba zodpovedá dokumentačnému bodu č. 26/96 Havrilu in Havrila et al., 2004) z vrchnejšej časti súvrstvia z výrazne lavicovitých fialovoružových až červených jemných kalových vápencov získala a určila okrem už spomenutých druhov aj *Gondolella foliata* (Budurov). Vek litofácie stanovila takto: Profil Riedka I považovala za spodný longobard (medzi *zónami curionii* a *archelaus*) a profil Riedka II považovala za vrchný longobard (*zóna archelaus*). Uviedla, že na základe výskytu *Gondolella excelsa* (Mosher) v profile Riedka II možno vek profilu obmedziť len na spodnú časť *zóny archelaus*. Predbežne sa ukázalo, že stratigrafické rozpätie vrchnej časti schreyeralmského vápenca považského príkrovu rastie smerom z východu, resp. juhovýchodu na západ, resp. na severozápad (na lokalite Sokolie sa horná hranica pohybuje v rozpätí ilýr – fasan, na lokalite Mojtín bol preukázaný vrchný fasan – *zóna curionii* s možnosťou, že hranica je ešte vyššie; na lokalite Riedka bola preukázaná spodná časť vrchného longobardu (spodná časť *zóny archelaus*). Svedčí to o progradácii karbonátovej plošiny cez priestor mojtínskej kryhy v uvedenom smere.

Z opusteného kameňolomu 250 m západne od mlyna pri *Trstenej* v Strážovských vrchoch Kozur a Mock (1974) *„na účely prehľadu"* odobrali 10 vzoriek. Informovali, že tri vzorky (118, 122 a 124) odobrané zo sivých zrnitých vápencov s veľkými krinoidovými článkami (informácie získané z nich sú v tejto práci zaradené v časti o krinoidových vápencoch sprevádzajúcich schreyeralmské vápence) poskytli mikrofaunu ilýru. Puškárová (1980) takúto litofáciu preukazujúcu takýto vek v lome nenašla. Všetky vzorky, ktoré skúmala, poskytli ladinský, longobardský vek (pozri ďalej). Vzhľadom na tieto rozpory treba poznamenať, že systém odberu (číslovanie a lokalizácia) vzoriek vykonaný Kozurom a Mockom (1974) nie je známy. Puškárová (1980, s. 40) o tom sprístupnila informáciu, že odobrali voľne ležiace bloky, zrejme napadané z vyšších častí. Zvyšných sedem vzoriek (115, 116, 117, 119, 120, 121, 123) odobrali zo sivých mikritických vápencov, ktoré poskytli mikrofaunu fassanu (vzorky 117, 121) s *Kuehnites spiniperforatus* (Zawidzka), *Priscopedatus acanthicus* Mostler, *P. staurocumitoides* Mostler, *P. triassicus* Mostler, *Theelia undata* Mostler, *Gladigondolella tethydis (*Huckriede) a *Gondolella excelsa* (Mosher) a mikrofaunu longobardu (vzorky 120, 123) s *Acanthotheelia ladinica* Kozur et Mostler, *Theelia planata* Mostler, *T. planorbicula* Mostler, *T. pseudoplanata* Kozur et Mock, *Kuehnites* sp., *Priscopedatus triassicus* Mostler, *Metapolygnathus* cf. *hungaricus* (Kozur et Végh), *Gladigondolella tethydis (*Huckriede) a *Gondolella excelsa* (Mosher). Určiť litostratigrafickú jednotku, ku ktorej patria sivé mikritické vápence, je na základe informácií Kozura a Mocka (1974) veľmi problematické. Možno vychádzať len z veku litofácie a z paleogeografickej pozície lokality (leží na mojtínskej kryhe, na ktorej sedimentoval schreyeralmský vápenec).

Puškárová (1980, s. 13) v lome pri *Trstenej* odlíšila sivé až sivohnedé hľuznaté vápence s rohovcami (reiflinský typ), ktoré smerom do nadložia prechádzajú do svetlosivých, sivoružových až červených hľuznatých vápencov (schreyeralmský typ). Zo spodných sivých až sivohnedých hľuznatých vápencov s rohovcami (vzorky P-7, P-8, P-9) získala *Metapolygnathus hungaricus* (Kozur et Végh), *M. mungoensis* (Diebel), *Gondolella foliata* (Budurov), *G. navicula* Huckriede, *Gladigondolella tethydis* (Huckriede), *Enantiognathus petraeviridis* (Huckriede), *Prioniodina (Cypridodella) venusta* (Tatge), *Hindeodella (Metaprioniodus) suevica* (Tatge), *H. (M.) pectiniformis* (Huckriede), *Neohindeodella triassica* (Müller) a *Cornudina* sp. Z vrchných svetlosivých, sivoružových až červených vápencov (vzorky P-10, P-11, P-12) získala *Metapolygnathus hungaricus* (Kozur et Végh), *M. mungoensis* (Diebel), *Gondolella foliata* (Budurov), *G. navicula* Huckriede, *Gladigondolella tethydis* (Huckriede), *Enantiognathus petraeviridis*

(Huckriede), *Prioniodina (Cypridodella) venusta* (Tatge) a *Hindeodella (Metaprioniodus) suevica* (Tatge). Konodontová fauna zo všetkých pozitívnych vzoriek poukazuje podľa Puškárovej (1980, s. 40) na ladinský, longobardský vek. Pozícia odberov vzoriek oproti odberom vykonaným Kozurom a Mockom (1974) nie je známa. Spodná litofácia, ktorú skúmala, pravdepodobne aspoň sčasti zodpovedá sivým mikritickým vápencom skúmaným Kozurom a Mockom (1974).

Papšová (1983) zo svetloružových a sivých pseudohľuznatých vápencov vystupujúcich na lokalite *Jasenové* 606/83 získala asociáciu mikrofosílií *Gondolella excelsa* (Mosher) a juvenilných foriem *Gladigondolella tethydis* (Huckriede). Uvažovala o stratigrafickom rozpätí na hranci ilýru až fasanu. Výskum červených hľuznatých vápencov na lokalite *Zbyňov* nepriniesol stratigrafické výsledky.

Bujnovský (in Bujnovský et al., 1973) v okolí lokality *Malinô Brdo* vo Veľkej Fatre vyčlenil *„spodné reiflingské vápence“* zhodujúce sa podľa neho so schreyeralmským vápencom (zelené a červené hľuznaté, čiastočne rohovcové vápence s preplástkami pestrých bridlíc), vo vrchnej časti ktorých prevládajú vložky organodetritických krinoidových vápencov s bohatou faunou ramenonožcov a cefalopódov. Z lokality 1 128 (s. od kóty 907 Veľká skala) určili Kochanová (in Pevný, 1973, s. 7; in Pevný, 1980) a Pevný (1980, s. 17) *Pexidella sturi* (Boeckh) a *Daonella* sp. Pevný (1980, s. 17) z tejto lokality uviedol mikrofosílie vrchného ilýru: *Gondolella cornuta* (Budurov et Stefanov), *G. excelsa* (Mosher), *Ozarkodina tortilis* Tatge, *Enantiognathus ziegleri* (Diebel), *Hindeodella (Metaprioniodus) suevica* (Tatge), *Eocaudina* sp., *Tetravirga* sp., *Theelia immisorbicula* Mostler, *T. planorbicula* Mostler, *T. undata* Mostler, *Eocaudina subhexagona* Gutschick, Canis et Brill a *Priscopedatus staurocumitoides* Mostler[24]. Z lokality 1 129 (v údolí sz. od Hýrovej) pochádzajú amonity *Beyrichites (Beyrichites)* cf. *renthensis* (Beyrich) a *Ptychites* sp. Z lokality 1 130 (250 m vjv. od konečnej stanice sedačkovej lanovky na Malinô Brdo) zo sivých krinoidových vápencov Pevný (1973, s. 6; 1980, s. 18) určil ramenonožce pelsónu – ilýru: *Angustothyris angustaeformis* (Boeckh) a *Coenothyris vulgaris* (Schlotheim). Sú uložené v biostratigrafických zbierkach ŠGÚDŠ v Bratislave pod č. 733. Pevný (1980, s. 18) z tejto lokality získal mikrofosílie vrchného ilýru: *Gondolella mombergensis* Tatge, *G. cornuta* (Budurov et Stefanov), *G. basisymmetrica* (Budurov et Stefanov), *Theelia undata* Mostler, *T. immisorbicula* Mostler, *T. planorbicula* Mostler, *Achistrum* sp., *Tetravirga perforata* Mostler, *Priscopedatus staurocumitoides* Mostler a *P. triassicus* Mostler[25]. Z tejto lokality pochádzajú aj amonity *Paraceratites* cf. *multinodosus* Hauer, *Longobardites* cf. *parvus* (Smith), *Bulogites* sp., *Beyrichites* sp. a *Flexoptychites* sp. Z lokality 1 131 (200 m východne od konečnej hornej zastávky lanovky) z tmavých celistvých vápencov určil Pevný (1973, s. 6; 1980, s. 18) ramenonožce anisu: *Mentzelia mentzeli mentzeli* (Dunker), *M. mentzeli judicarica* Bittner, *Angustothyris angustaeformis* Boeckh, *Tetractinella trigonella* (Schlotheim) a *Coenothyris vulagris* (Schlotheim).[26]

Kollárová-Andrusovová a Bystrický (1974) zo *Sidorova (Hýrovej)* z Veľkej Fatry z *„vápenca porovnateľného so schreyeralmským vápencom“* uviedli spoločenstvo amonitov zodpovedajúce *zóne trinodosus*: *Longobardites* (*Longobardites*) cf. *zsigmondyi* (Boeckh), *Paraceratites multinodosus* (Hauer) a *Flexoptychites* sp.

Juhovýchodne od osady *Jóbova Ráztoka* v. od obce Veľké Borové v Chočských vrchoch vystupujú červené hľuznaté vápence. Mock a Škarba (1973) z nich identifikovali *Gladigondolella tethydis?* (Huckriede), *Gondolella mombergensis* Tatge, *G. navicula* Huckriede, *G. excelsa* (Mosher), *Didimodella alternata* (Mosher), *Enantiognathus petraeviridis* (Huckriede), *Lonchodina posterognathus* (Mosher), *Prioniodina excavata* Mosher, *P. (Cypridodella) muelleri* (Tatge), *P. (C.) venusta* (Huckriede), *Neohindeodella dropla?* (Spasov et Ganev), *Ozarkodina tortilis?* Tatge, *O. saginata?* Huckriede, *Cornudina* sp., *Hibbardella* sp. a *Hindeodella (Metaprioniodus) suevica* (Tatge). Priklonili sa k názoru, že ide o ilýr, prípadne o fasan.

### *4.3. Gaderský vápenec*

Havrila a Pevný (in Polák et al., 1996) z krinoidových vápencov z lokalít *Blatnica*, *Pod Čosarným* a *Vápenná dolina* vo Veľkej Fatre zo vzoriek, ktoré odobral I. Filo, určili konodonty vrchného pelsónu – spodného ilýru: *Gondolella bifurcata hanbulogi* (Sudar et Budurov), *G. bifurcata bifurcata* (Budurov et Stefanov), *G. constricta* Mosher et Clark, G. excelsa (Mosher), *G.* aff. *bulgarica* (Budurov et Stefanov), *G. bulgarica* (Budurov et Stefanov) f. juv., prechodná forma medzi *G. bulgarica* (Budurov et Stefanov), *G. bifurcata hanbulogi* (Sudar et Budurov), *Ozarkodina tortilis* Tatge, *Prioniodina* (*Cypridodella*) *muelleri* (Tatge), *Hindeodella* (*Metaprioniodus*) *spengleri* (Huckriede), *H.* (*M.) suevica* (Tatge), *Diplododella magnidentata* (Tatge) a *Enantiognathus ziegleri* (Diebel). Z makrofauny z nich Pevný určil ramenonožce „*Rhynchonella“* sp. a *Spiriferina* sp. Podľa Havrilu (2017) vápenec je svetlohnedosivý a hnedosivý, obsahuje veľké množstvo organodetritu s veľkosťou do 0,5 cm, prevažná časť klastov je veľká od 0,5 do 2 mm, je stredno- až hrubozrnný. Organodetrit pozostáva z celých ľaliovkových článkov a ich úlomkov, je nevytriedený až pomerne dobre vytriedený, bez gradačného usporiadania. Zo skamenelín obsahuje ramenonožce a ich úlomky. Boorová (in Boorová a Havrila, 2015) okrem indexových foriem dierkavcov *Pilammina densa* Pantić a *Permodiscus pragsoides* Oberhauser v nich zistila aj *Valvulina azzouzi* Salaj, *Arenovidalina chialingchiangensis* Ho, *Ophthalmidium* cf. *tricki* (Langer) a *Duostomina* cf. *alta* Kristan-Tollmann. Vek vápencov stanovila v časovom rozpätí vrchný pelsón – ilýr.

Gaderský vápenec vystupujúci na lokalite *Krpeľany* vo Veľkej Fatre je podľa Havrilu (2017) sivý, prevažne

[24] Papšová a Pevný (1982) doplnili zoznam mikrofosílií o G*ondolella constricta* Mosher et Clark.

[25] Papšová a Pevný (1982) doplnili zoznam mikrofosílií o G*ondolella constricta* Mosher et Clark.

[26] Je problematické zistiť, ktoré fosílie pochádzajú zo schreyeralmského vápenca a ktoré z krinoidových vápencov. Je zrejmé, že časť týchto fosílií by mala byť uvedená v časti o krinoidových vápencoch.

svetlosivý, organodetritický – ľaliovkový. Stredno- až hrubozrnný organodetrit je veľkostne nevytriedený. Vápenec je hrubovrstvovitý, s hrúbkou vrstiev 15 – 60 cm, prevažne do 30 cm. Väčšina vrstiev je vnútorne členená stylolitickými plochami paralelnými s vrstvovitosťou. Vrstvové plochy sú pomerne rovné. Boorová (in Boorová a Havrila, 2016) z nich určila dierkavce vrchného pelsónu – ilýru: *Pilammina densa* Pantić, *Permodiscus pragsoides* Oberhauser, *Pilamminella grandis* (Salaj), *Paulbronnimannia judiciariensis* (Premoli Silva), *P. whittakeri* Rettori, *Meandrospira* sp., *Planiinvoluta carinata* Leischner, *Ophthalmidium* sp., *Austrocolomia* sp., *Diplotremmina* sp. a *Variostoma* gr. *pralongense-exile* Kristan-Tollmann.

Olšavský a Boorová (2014) z gaderských vápencov vystupujúcich na lokalitách *Zniev (hrad)*, *Ondrašovské skaly sz. od Abramovej* a *Panské hory sz. od Ondrašovej* v severnom Žiari identifikovali *Pilammina densa* Pantić, *?Pilamminella gemerica* (Salaj), *P. grandis* (Salaj) a *P. semiplana* (Kochansky-Devide et Pantić).

Výskyt fosílií v organodetritickom alodapickom (gaderskom) vápenci vystupujúcom v podloží jasenského vápenca na lokalite *Ráztočno* v južnom Žiari nebol skúmaný.

Havrila a Pevný (in Havrila, 1997; in Havrila et al., 2001) z dokumentačného bodu č. 340 z krinoidového (gaderského) vápenca zo vzorky 953 odobranej na hrebeni medzi kótou Črchľa (1 207) a kótou Kosienky (893), t. j. severne od *Horného Harmanca* vo Veľkej Fatre, zistili konodonty *Gondolella cornuta* (Budurov et Stefanov), *Prioniodina (Cypridodella) venusta* (Huckriede), *Hindeodella (Metaprioniodus) suevica* (Tatge), *H. (M.) spengleri* (Huckriede) a *Prioniodina (Cypridodella) muelleri* (Tatge).

### *4.4. Ráztocký vápenec*

Michalík et al. (1992) z vrtu *DV-1 Dobrá Voda* realizovaného v Brezovských Karpatoch z hĺbkového intervalu 800 – 825 m opísali čierne, tmavosivé, hnedé a sivohnedé, slabo slienité organodetritické vápence zámostského súvrstvia obsahujúce ojedinelé rohovce. Ako ich významný znak spomenuli polohy vápencov preplnené organodetritom. Aj keď súvrstvie nerozdelili na členy, na základe asociácie konodontov a dierkavcov možno predpokladať, že vápence vystupujúce v hĺbkovom interale 819 – 825 m patria k jasenskému vápencu. Vrchná časť súvrstvia nachádzajúca sa v hĺbkovom intervale 800 – 819 m pravdepodobne teda patrí k ráztockému vápencu. Z jej najvyššej časti identifikovali monospoločenstvo druhov *Arenovidalina chialingchiangensis* Ho a *A. amylovoluta* Ho.

Pevný (1971, s. 13; 1980, 1981) z domnelých tmavých reiflinských vápencov vystupujúcich jv. od Veľkého Kolačína, 370 m sz. od kóty 592,0 *Markovica* v Strážovských vrchoch nad skalami dolomitov v sedle pod vrcholom, určil ramenonožce vrchného anisu: *Mentzelia mentzeli* (Dunker), *Aulacothyris angusta* (Schlotheim) a *Punctospirella fragilis* (Schlotheim). V biostratigrafických zbierkach ŠGÚDŠ v Bratislave sú uložené pod č. 708. Pevný (1980, s. 11 – 12, 1981; in Maheľ, 1986, s. 90) z „reiflinských vápencov“ z tejto lokality získal konodonty a holotúrie vrchného ilýru: *Gondolella constricta* Mosher et Clark, *G. excelsa* (Mosher), *G. mombergensis* Tatge, *Enantiognathus ziegleri* (Diebel), *Hindeodella (Metaprioniodus) suevica* (Tatge), *Hibbardella lautissima* (Huckriede), *Theelia undata* Mostler, *T. zapfei* Kozur et Mostler, *T. planorbicula* Mostler, *T. pseudoplanata* Kozur et Mock, *Priscopedatus staurocumitoides* Mostler, *P. tyrolensis* Mostler, *P. multiperforatus* Mostler, *P. triassicus* Mostler a *Kuehnites spiniperforatus* (Zawidzka). Z domnelého reiflinského vápenca vystupujúceho na lokalite Markovica získala Andrusovová (1976; in Maheľ, 1986) hlavonožce ilýru: *Norites* cf. *dieneri* Arthaber, *N.* sp., *Beyrichites* cf. *trinodosus* (Mojsisovics), *Paraceratites* cf. *trinodosus* (Mojsisovics), *Longobardites* sp. a *Trachyceras* sp.

Pevný (in Kochanová a Pevný, 1976, s. 40, lokalita č. 39; 1981) na lokalite *Vlčinec* jv. od Iliavky pri kóte 519,0 na z. svahu Vlčinca (kóta 681,3) v Strážovských vrchoch z celistvých lavicovitých tmavosivých reiflinských vápencov bez rohovcov s ojedinelými vložkami lumachel vystupujúcich blízko dolomitov získal spoločenstvo ramenonožcov ilýru: *Aulacothyris angusta* (Schlotheim), *Tetractinella trigonella* (Schlotheim), *Mentzelia mentzeli* (Dunker), *M. mentzeli pannonica* (Bittner), *Punctospirella fragilis* (Schlotheim), *Spiriferina* sp. a *Piarorhynchella trinodosi* (Bittner). Tieto fosílie sú uložené v biostratigrafických zbierkach ŠGÚDŠ v Bratislave pod č. 704. Pevný (1980, s. 13) z týchto vápencov získal konodonty a holotúrie vrchného ilýru: *Gondolella excelsa* (Mosher), *Hibbardella lautissima* (Huckriede), *Theelia undata* Mostler, *T. planorbicula* Mostler, *Priscopedatus horridus* (Mostler), *P. triasiccus* Mostler, *P. staurocumitoides* Mostler a *P. slovakensis* Kozur et Mock.

Kollárová-Andrusovová (in Kollárová-Andrusovová a Bystrický, 1974, s. 127, 131) z domnelých reiflinských vápencov z *Hurtovca* v Malých Karpatoch určila hlavonožce *Semiornites* sp., *Judicarites prezzanus* (Mojsisovics) a *Longobardites* sp. Je však problematické určiť litostratigrafickú jednotku, z ktorej ich získala.

Podľa Havrilu (in Ivanička et al., 2011) je zámostské súvrstvie na lokalite *Beckov* v Považskom Inovci zastúpené tmavohnedosivým jemnozrným bituminóznym vápencom s pomerne jemnozrnnou prímesou organodetritu. V minulosti tento vápenec nebol odlišovaný a bol zahrnutý k muschelkalku (Stache, 1864), virglorskému vápencu (Uhlig, 1903), tmavému vápencu (Maheľ a Harčár, 1964), tmavosivému aniskému vápencu s polohami lavicovitých dolomitických brekciovitých a krinoidovýh vápencov (Maheľ in Maheľ et al., 1967), spodnej organodetritickej časti reiflinských vápencov (Mock, 1971), reiflinskému vápencu (Kozur a Mock, 1974; Bystrický, 1985), ku gutensteinskému vápencu (Maheľ, 1979, 1984, 1986) alebo k annaberskému vápencu (Maheľ, 1986). Za zámostské súvrstvie ich pokladal Masaryk (1993, obr. 2). Tu ich zaraďujeme k ráztockému vápencu.

Z uvedených vápencov pochádzajú ramenonožce anisu *Spiriferina fragilis* Schlotheim, *Retzia trigonela* Schlotheim a *Spiriferina Mentzelii* Dunker, ktoré našiel a určil Stache (1864), a brachiopódy anisu, uložené v biostratigrafických zbierkach ŠGÚDŠ v Bratislave pod č. 697, ktoré našiel na hradnej skale v Beckove v roku 1964 Maheľ a určil Pevný (in Havrila a Pevný, 2000): *Mentzelia*

*mentzeli* (Dunker), *Tetractinella trigonella* (Schlotheim) a *Koeveskallina koeveskalyensis* (Stur). Z nich boli získané aj ramenonožce anisu, uložené v biostratigrafických zbierkach ŠGÚDŠ v Bratislave pod č. 698, ktoré našiel v lome pri Beckove v roku 1964 Maheľ a určil Pevný (in Havrila a Pevný, 2000): *Mentzelia mentzeli* (Dunker), *Tetractinella trigonella* (Schlotheim), *Coenothyris vulgaris* (Schlotheim) a *Koeveskallina koeveskalyensis* (Stur). Pravdepodobne z nich, z viacerých bližšie nešpecifikovaných horizontov, pochádza aj časť mikrofauny publikovanej Mockom (1971). Z nich pochádza aj mikrofauna zistená Kozurom a Mockom (1974) vo vzorke odobranej 8,5 m od železnej brány, ktorá bola zaradená do ilýru – *Theelia* sp. a *Fissobractites* n sp., a vo vzorke odobranej 2,5 m od železnej brány, ktorá bola rovnako zaradená do ilýru – *Acanthotheelia anisica* Mostler, *A. spinoza* Frizzell et Exline, *Achistrum issleri* (Croneis), *Eocaudina subhexagona* Gutschick, Canis et Brill, *Kuehnites spiniperforatus* (Zawidzka), *Priscopedatus acanthicus* Mostler, *P. bartensteini* (Deflandre et Rigaud), *P. heisseli* Mostler, *P. mostleri* Stefanov, *P. multiperforatus* Mostler, *P. pauciperforatus* Mostler, *P. slovakensis* Kozur et Mock, *P. staurocumitoides* Mostler, *P. triangularis* Kozur et Mock, *P.* cf. *triassicus* Mostler, *P. tyrolensis* Mostler, *Tetravirga* cf. *imperforata* Frizzell et Exline, *T. perforata* Mostler, *Theelia immisorbicula* Mostler, *T. patinaformis* Mostler, *T. planorbicula* Mostler, *T. pseudoplanata* Kozur et Mock, *T. zapfei* Kozur et Mostler, *T. undata* Mostler a početné gondolely bez *Gladigondolella tethydis* (Huckriede). Ďalšiu mikrofaunu z bloku označeného červeným č. 1 z nich získal Pevný (zo zberov vykonaných v roku 1976, in Havrila a Vaškovský, 1983): *Gondolella mombergensis* Tatge, *G. excelsa* (Mosher), *Theelia immisorbicula* Mostler, *Priscopedatus tyrolensis* Mostler, *P. multiperforatus* Mostler, *P. triassicus* Mostler a *P. bartensteini* (Deflandre et Rigaud). Boorová (2005) z týchto vápencov z kolekcie výbrusov Bystrického určila: z výbrusu č. 6 489 *Arenovidalina chialingchiangensis* Ho, *Frondicularia woodwardi* Howchin a *Dentalina* sp. – spoločenstvo má široké stratigrafické rozpätie, z výbrusu č. 6 490 *Ammodiscus multivolutus* Reitlinger, *Planiinvoluta* sp. a *Dentalina* sp. – spoločenstvo má široké stratigrafické rozpätie, z výbrusu č. 6 646 pomerne bohaté spoločenstvo rekryštalizovaných bentických dierkavcov stredného až vrchného anisu *Ammodiscus multivolutus* Reitlinger, *Arenovidalina chialingchiangensis* Ho, *Meandrospira dinarica* Kochansky-Devidé et Pantić, *Tolypammina gregaria* Wendt, *Diplotremina subangulata* Kristan-Tollmann a *Lenticulina* sp., z výbrusu č. 6 487 *Frondicularia woodwardi* Howchin a *Ammodiscus multivolutus* Reitlinger, z výbrusu č. 6 488 *Arenovidalina chialingchiangensis* Ho, *Tolypammina gregaria* Wendt, *Frondicularia woodwardi* Howchin, *Meandrospira* sp., *Nodosaria* sp. a *Dentalina* sp. – spoločenstvo má tak isto širší stratigrafický rozsah.

Vápence zámostského súvrstvia pri *Podhradí* v Považskom Inovci zdokumentoval Havrila (in Ivanička et al., 2011). Dosahujú hrúbku asi 5 m. Sú vrstvovité, s hrúbkou vrstiev 2 – 30 cm. Vrstvové plochy sú nerovné. Vápence sú v spodnej časti tmavosivé až čiernosivé, mikrokryštalické, majú veľký podiel organodetritu, hlavne detritu ľalioviek. Možno ich charakterizovať ako vápence s krinoidmi až krinoidové vápence. Vo vyššej časti súvrstvia sa vyskytujú aj tenkovrstvovité (hrúbka vrstiev 7 – 9 cm) sivé mikrokryštalické, slabo ílovité vápence, na báze vrstvy s organodetritom, v hornej časti vrstvy s paralelnou laminációu, s postupným prechodom do slieňovca. Tieto vápence Havrila (in Havrila a Vaškovský, 1983, s. 88) pôvodne označil ako člen b) v komplexe reiflinských vápencov. Tu sa považujú za ráztocký vápenec.

Približne z ich strednej časti pochádzajú amonity spodného ilýru *Paraceratites* cf. *trinodosus* (Mojsisovics), *Ptychites* sp., „*Atractites*“ sp. alebo *Parabactrid* a ?*Paraceratites* sp. alebo *Semiornites* sp. (z materiálu Havrilu určil Rakús), ktoré uvádzajú Maheľ a Havrila (1980) a Havrila (in Havrila a Vaškovský, 1983, in Ivanička et al., 2011). Schlögl et al. (2022) z opakovaného zberu fosílií a po revízii pôvodného zberu na tejto lokalite uviedli výskyt *Paraceratites trinodosus* (Mojsisovics), *Ptychites* cf. *oppeli* Mojsisovics, *Lardaroceras* ? sp. a *Kellnerites* cf. *bispinosus* (Hauer). Prvé biostratigrafické údaje z tejto lokality pochádzajú od Kámena (1976) *„z bázy súvrstvia reiflingských vápencov“*, z ktorej Mock (in Kámen, 1976) určil spoločenstvo konodontov a holotúrií ilýru – fasanu: *Gondolella mombergensis* Tatge, *G. navicula* Huckriede, *Gladigondolella tethydis* (Huckriede), *Enantiognathus ziegleri* (Diebel), *Ozarkodina tortilis* (Tatge), *Theelia immisorbicula* Mostler, *T. planata* Mostler, *Priscopedatus* sp., *Tetravirga perforata* Mostler a *T. imperforata* Frizzell et Exline. Zo vzorky 264A/80 Pevný (in Havrila a Vaškovský, 1983) určil spoločenstvo mikrofosílií vrchného ilýru: *Gondolella cornuta* (Budurov et Stefanov), *G. constricta* Mosher et Clark, *G. acuta* Kozur, *G. excelsa* (Mosher), *G. navicula* Huckriede, *Hindeodella (Metaprioniodus) suevica* (Tatge), *Hindeodella (Metaprioniodus) spengleri* (Huckriede), *Enantiognathus petraeviridis* (Huckriede), *E. ziegleri* (Diebel), *Prioniodina (Cypridodella) muelleri* (Tatge) a *Kuehnites spiniperforatus* (Zawidzka). Schlögl et al. (2022) revíziou materiálu spracovaného Pevným (in Havrila a Vaškovský, 1983) určili *Paragondolella trammeri* (Kozur), *P.* cf *alpina* (Kozur et Mostler), *P. praeszaboi* (Kovacs, Papšová et Perri), *P. bifurcata* Budurov et Stefanov a *Neogondolella constricta* (Mosher et Clark), t. j. asociáciu spodného ilýru.

Z profilu *Ostrá Malenica* (zárez lesnej cesty na severných svahoch Ostrej Malenice asi 0,7 km sv. od kóty Ostrá Malenica) v Strážovských vrchoch opísali Havrila a Pevný (1991) vrstvovitý hrubodoskovitý svetlo- aj tmavosivý vápenec s hojným detritom krinoidových článkov, nerovnomerne distribuovaných a vytriedených. Pomerne hojne sa v nich vyskytujú ramenonožce, z ktorých Pevný určil *Mentzelia mentzeli mentzeli* (Dunker) a *Schwagerispira schwageri* (Bittner) so stratigrafickým rozpätím anis – ladin. Vápence sú miestami hľuznaté. Hľuzy tvorí hnedastý mikrit s podradne zastúpenou organodetritickou zložkou. Túto časť sledu označili ako *„b) člen reiflingských vápencov“*. Z nerozpustného zvyšku identifikovali mikrofosílie *Gondolella cornuta* (Budurov et Stefanov), *G. excelsa*

(Mosher), *G. constricta* Mosher et Clark, *G. szaboi* Kovacs, *Gondolella* sp., *G. basisymmetrica* (Budurov et Stefanov), *Priscopedatus triassicus* Mostler, *P. tyrolensis* Mostler, *P*. sp., *Theelia petasiformis* Kristan-Tollmann a *Th*. sp. so stratigrafickým rozpätím ilýr – fasan. Havrila (in Havrila et al., 2004) túto časť sledu považoval za súčasť hornín zámostského súvrstvia. Tu ju stotožňujeme s ráztockým vápencom.

Na lokalite *Jazovčie* (medzi kótami 855,1 a 739,0 na hrebeni) v Strážovských vrchoch Krivý a Pevný v roku 1974 zistili, že v svetlosivých krinoidvých vápencoch vystupujúcich uprostred reiflinských vápencov (opis podľa pôvodého lokalitného štítku) sa vyskytujú polohy bohaté na ramenonožce so zriedkavejšími bivalviami. Kochanová a Pevný (1976, s. 23 a 39, lokalita č. 36), Kochanová (1979), Pevný (1980, s. 14, 1981) a Maheľ (1986, s. 102) z nich uviedli spoločenstvo pelsónu – ilýru: *Coenothyris vulgaris* (Schlotheim), *Aulacothyris angusta* (Schlotheim), *Decurtella devota* (Bittner), *Mentzelia mentzeli mentzeli* (Dunker), *Tetractinella trigonella* (Schlotheim), *Hoernesia socialis* (Schlotheim), *Cassianella* cf. *ecki* (Böhm), *Ornithopecten* cf. *wissmanni* (Münster) a *Entolium discites* (Schlotheim). Fosílie sú uložené v biostratigrafických zbierkach ŠGÚDŠ v Bratislave pod č. 745. Holotúrie *Theelia planorbicula* (Mostler), *T. pseudoplanata* Kozur et Mock, *T. teneromarginata* Mostler, *Tetravirga perfotata* Mostler, *Priscopedatus tyrolensis* Mostler a *P. triassicus* Mostler a konodonty *Gondolella bulgarica* (Budurov et Stefanov), *G. hanbulogi* (Sudar et Budurov), *G. excelsa* (Mosher), *G. constricta* Mosher et Clark, *G cornuta* (Budurov et Stefanov) a *Enantiognathus ziegleri* (Diebel) pochádzajúce z týchto vápencov určené Pevným (1980) poukazujú na vekové rozpätie pelsón – spodný ilýr[27].

Kochanová a Pevný (1976, s. 24 a 39, lokalita č. 37), Kochanová (1979) a Pevný (1980, s. 15) z lokality *sedlo pod Jazovčím*, asi 150 m pod sedlom s. od kóty 739,0 Jazovčie, z tmavosivých hľuznatých vápencov s veľkými krinoidmi, resp. zo sivých krinoidových vápencov určili bivalvie a ramenonožce pelsónu – ilýru: *Leptochondria albertti* (Goldfuss), *Chlamys (praechlamys)* sp. n., *Coenothyris vulgaris* (Schlotheim) a *Tetractinella trigonella* (Schlotheim). Fosílie sú uložené v biostratigrafických zbierkach ŠGÚDŠ v Bratislave pod č. 742 a 743. Z lokality *sedlo Jazovčie* Krivý a Pevný v roku 1974 zo svetlosivých krinoidových vápencov (opis podľa pôvodého lokalitného štítku) získali ramenonožce pelsónu – ilýru: *Coenothyris vulgaris* (Schlotheim), *Decurtella devota* (Bittner) a *Tetractinella trigonella* (Schlotheim). Fosílie sú uložené v biostratigrafických zbierkach ŠGÚDŠ v Bratislave pod č. 744. Pevný (1980, s. 15; 1981) z tejto lokality získal konodonta *Gondolella bulgarica* (Budurov et Stefanov) a holotúrie ilýru *Theelia planorbicula* (Mostler), *T. pseudoplanata* Kozur et Mock, *Tetravirga perfotata* Mostler, *Priscopedatus tyrolensis* Mostler a *P. triassicus* Mostler.

Na lokalite *Šibeničná* v Strážovských vrchoch pracovali Puškárová (1980) a Puškárová a Mock (1983). Puškárová a Mock (1983) zdokumentovali sled hornín pelsónu až spodného longobardu. V slede hornín nad vrstvovitými krinoidovými vápencami pelsónu (vzorky 1 – 40) vyčlenili sivé vrstvovité a hľuznaté vápence ilýru (vzorky 45 – 88), z ktorých získali konodonty *Gondolella bifurcata* (Budurov et Stefanov), *G. excelsa* (Mosher), *G. constricta* Mosher et Clark, *G. acuta* Kozur a *G. mombergensis* Tatge. Vápence podľa ich veku možno porovnať s ráztockým vápencom, ich litologická charakteristika však tomu nenasvedčuje.

Z vrstvovitých vápencov preplnených organodetritom (t. j. z litofácie označenej písmenom d opísanej v časti o jasenskom vápenci) vystupujúcich v záreze cesty pri *Ráztočne* v južnej časti Žiaru určil Pevný (in Havrila, 1997, in Polák et al., 1996) hojne sa vyskytujúce ramenonožce pelsónu – ilýru (vyskytujúce sa priebežne v celej hrúbke tejto litofácie): „*Rhynchonella"* sp., *Tetractinella trigonella* (Schlotheim), *Punctospirella fragilis* (Schlotheim), *Volirhynchia vivida* (Bittner), *Schwagerispira schwageri* (Bittner), *Anisactinella* cf. *quadriplecta* (Münster) a *Spiriferina* sp. Zo vzorky č. 850 z najvyššej časti vrstvovitých vápencov obsahujúcich organodetrit a hľuzy rohovcov Havrila a Pevný (in Havrila, 1997) získali spoločenstvo konodontov a skleritov holotúrií vrchného ilýru – strednej časti fasanu (*zóna trinodosus* až najvyššia časť *zóny reitzi*): *Gondolella constricta* Mosher et Clark, *G. cornuta* Budurov et Stefanov, *G. alpina szaboi* Kovacs, *Neohindeodella triasssica triassica* (Müller), *N.* sp. a *Theelia* sp. Okrem toho z nerozpustného zvyšku týchto vápencov určil Pevný (in Havrila, 1997) spoločenstvo drobných ramenonožcov pelsónu – ílýru zo vzorky č. 1 047: *Coenothyris vulgaris* (Schlotheim), *Tetractinella trigonella* (Schlotheim), *Volirhynchia vivida* (Bittner), *Schwagerispira* cf *schwageri* (Bittner), *Anisactinella* cf. *quadriplecta* (Münster) a *Spiriferina* sp.

Ráztocký vápenec vystupujúci na lokalite *Liptovské Revúce* vo Veľkej Fatre opísal Havrila (2017). Je prevažne tmavohnedosivý, vrstvovitý, veľmi zriedkavo hľuznatý, s prevažne zvlnenými vrstvovými plochami. Vrstvy sú hrubé 3 – 50 cm, priemerne 13 cm. Vnútorne sú členené paralelnými stylolitickými plochami. Obsahujú veľké množstvo prevažne hrubozrnného organodetritu. Zo skamenelín obsahujú články ľalioviek, amonity a ulitníky. Z mikrofosílií z nich boli zo vzorky K 15 získané konodonty (určil Gawlick, ústna informácia) *Gondolella trammeri* Kozur, *G. excelsa* (Mosher), *G. pseudolonga* Kovacs, *G. excentrica* (Budurov et Stefanov) a multielementy *Gladigondolella tethydis.* Vek získanej asociácie stanovil v rozpätí stredný až vrchný ilýr. Pevný (1980, s. 19) z nich získal mikrofosílie ilýru: *Gondolella excelsa* (Mosher), *G. mombergensis* Tatge, *G. constricta* Mosher et Clark, *Tetravirga* cf. *perforata* Mostler, *Achistrum triassicum* Frizzell et Exline, *Theelia immisorbicula* Mostler, *T. undata* Mostler, *Priscopedatus staurocumitoides* Mostler.

Podľa Havrilu et al. (2017) ráztocký vápenec vystupujúci nad *Harmaneckou jaskyňou* je sivý až tmavosivý, prípadne svetlohnedosivý až tmavohnedosivý. Je vrstvovitý, s hrúbkou vrstiev 5 – 30 cm, priemerne 15 cm. Vrstvové plochy sú nerovné až mierne zvlnené. Obsahuje premenlivé množstvo jemnozrnného až hrubozrnného organodetritu (prevládajú v ňom úlomky ľalioviek). Z makrofosílií obsahuje pomerne veľké množstvo schránok ramenonožcov,

[27] Papšová a Pevný (1982) zoznam mikrofosílií rozšírili o *bifurcata* (Budurov et Stefanov).

v najvyššej vrstve aj schránky amonitov[28]. V ráztockom vápenci identifikovali dierkavce *Ammodiscus* sp., *Glomospirella* sp., *G.* cf. *falsofriedli* (Salaj, Borza et Samuel), *Pilammina densa* Pantić, *Pilamminella gemerica* (Salaj), cf. *P. grandis* (Salaj), *P. semiplana* (Kochansky-Devidé et Pantić), *Turriglomina mesotriassica* (Koehn-Zaninetti), *Paulbronnimannia judicariensis* (Premoli Silva), *P. whittakeri* Rettori, *Tolypammina gregaria* Wendt, *Ammobaculites* sp., *Textularia* div. sp., *Trochammina* sp., *T. alpina* Kristan-Tollmann, *T. almtalensis* Koehn-Zaninetti, *Valvulina azzouzi* Salaj, *Earlandinita* sp., *E. grandis* Salaj, *E. ladinica* Salaj, *Tetrataxis inflata* Kristan, *Endoteba* sp., *E.* cf. *elegans* (Salaj, Borza et Samuel), *E.* ex gr. *obturata* (Bronnimann et Zaninetti), *Endotebanella* sp., *E. robusta* (Salaj), *Agathammina austroalpina* Kristan-Tollmann et Tollmann, *Meandrospira deformata* Salaj, *M. dinarica* Kochansky-Devidé et Pantić, *Meandrospiranella samueli* Salaj, *Planiinvoluta carinata* Leischner, *Arenovidalina amylovoluta* Ho, *A. chialingchiangensis* Ho, *Ophthalmidium* sp., *O. abriolense* (Luperto), *O. übeyliense* Dager, *O. tricki* (Langer), *Hoyenella sinensis* (Ho), *Nodosaria* sp., *N.* cf. *ordinata* Trifonova, *Dentalina* sp., *D. hoi* Trifonova, *Pseudonodosaria* sp., *Lenticulina* sp., *Frondicularia* sp., *F. woodwardi* Howchin, *Austrocolomia* sp., *A.* cf. *marschalli* Oberhauser, *Permodiscus* sp., *P. oscillens* (Oberhauser), *P. pragsoides* Oberhauser, *Diplotremmina* gr. *astrofimbriata* Kristan-Tollmann, *D. subangulata* Kristan-Tollmann a *Variostoma* gr. *pralongense-exile* Kristan-Tollmann. Zistili aj zriedkavo sa vyskytujúce plytkovodné organizmy, zaradené do skupiny *incertae sedis*. Zastupujú ich *Plexoramea gracilis* (Schäfer et Senowbari-Daryan), *Tubiphytes obscurus* Maslov, *Thaumatoporella parvovesiculifera* (Raineri), *Globochaete alpina* Lombard a *Didemnoides moreti* (Durand-Delga). Z rezídua po rozpúšťaní vápencov získali konodonty *Gondolella* sp., multielementy *Gladigondolella tethydis* a holotúrie *Tetravirga* sp., *Priscopedatus* sp., *Theelia* sp. a *Achistrum* sp. Stratigrafické rozpätie spodného[29] telesa ráztockého vápenca je na základe dierkavcov vrchný pelsón – ilýr. Vrchné teleso leží v reiflinských vápencoch fasanu (spoločenstvo konodontov získané z reiflinských vápencov, z bezprostredného podložia vrchného telesa ráztockých vápencov, má stratigrafický rozsah vrchný ilýr až spodný fasan, na základe superpozície vek vrchného telesa ráztockých vápencov bol stanovený na spodný fasan).

Ráztocký vápenec poznal už Štúr (1868), keďže uviedol, že *„Terebratula" angusta* nájdená na lokalite *Tintovo* pri Uľanke pochádza z jedného z litotypov *muschelkalku*, z krinoidového vápenca. Z *„čiernych vápencov muschelkalku"* z tejto lokality Štúr (1868) získal: *Ceratites nodosus* de Haan., *Terebratula vulgaris* Schlotheim, *Terebratula angusta* Schlotheim, *Spiriferina Mentzeli* Dunker, *Myophoria Goldfussii* v. Alberti, *Lima* sp. a *Encrinus liliiformis* Lamarck[30]. Stratigrafické rozpätie uvedených ramenonožcov je pelsón – ilýr. Uviedol, že každý z týchto druhov pochádza z iného bloku vápenca. Vzhľadom na to, že konštatoval bohaté litologické členenie tamojšieho *muschelkalku*, nie je spoľahlivo možné usúdiť, z ktorej litofácie fosílie (s výnimkou *Terebretula angusta*) pochádzajú. Sled na lokalite pozostáva z jasenského, ráztockého a reiflinského vápenca.

Zo širšieho okolia *Poník* z príkrovu Drienka opísal Bystrický (1964) vrstvový sled stredného triasu: a) tmavé vápence pripomínajúce gutensteinské vápence, b) svetlé masívne vápence pelsónskeho veku (doloženého pestrým spoločenstvom dasykladálnych rias), c) tmavosivé hľuznaté vápence (reiflinské), d) sivé až tmavosivé krinoidové vápence ilýrskeho veku (doloženého výskytom *Diplopora annulatissima* Pia), e) wettersteinské vápence, f) svetlé cukrovité dolomity. Na základe litofaciálneho opisu a veku litofácií možno predpokladať, že ide o sled: a) gutensteinský vápenec, b) steinalmský vápenec, c) jasenský vápenec, d) ráztocký vápenec, e) wettersteinský vápenec, f) wettersteinský dolomit. Taký sled sa vyskytuje v štureckej faciálnej oblasti na štureckej kryhe. Krinoidové vápence opísal ako sivé až tmavosivé lavicovité aj masívne vápence, v ktorých krinoidové články sú miestami také hojné, že pripomínajú typické krinoidové vápence jury. Zdôraznil, že krinoidové vápence vertikálne aj laterálne prechádzajú do celistvých vápencov rôznych odtieňov, v ktorých sa krinoidové články vyskytujú len sporadicky alebo vytvárajú nepravidelné hniezda a šmuhy obsahujúce úlomky rôznych lamelibranchiátov, gastropódov, drobných dasykladáceí a brachiopódov. Mello (in Polák et al., 2003, obr. 8) zostavil litostratigrafickú tabuľku vrstvového sledu zachovaného v okolí Poník a na základe stratigrafických údajov získaných prostredníctvom konodontov (Papšová, neuvedený zdroj; Krystyn a Mandl in Polák et al., 2003; Pevný in Polák et al., 2003) rozšíril stratigrafické rozpätie „reiflinských vápencov" na interval vrchný ilýr až fasan. Na základe pozície krinoidových vápencov (pozri Mello in Polák et al., 2003, obr. 8) rozšíril aj ich stratigrafické rozpätie na interval vrchný ilýr až fasan a zároveň uvažoval, že *„by sa dalo hovoriť až o ramingských vápencoch"*. Preto na základe dostupných údajov nie je možné jednoznačne posúdiť, či v slede zachovanom v okolí Poník vystupuje aj ráztocký vápenec. Papšová (1984) z lokality Poniky (2 km zjz. od kostola, 250 m j. od kóty 607 a 500 m jv. od kóty 677) z „reiflinských vápencov" získala konodonty ilýru až fasanu. Zo vzorky. č. 3/81 získala *Gondolella constricta* Mosher et Clark, *G. cornuta* (Budurov et Stefanov), *G. excelsa* (Mosher), *G. szabói* Kovács a *G.* aff *praetrammeri* Kovács, zo vzorky č. 4/81 *Gondolella constricta* Mosher et Clark a *G. excelsa* (Mosher).

Z tmavosivého krinoidového vápenca z odkryvov 1 a 3 A Bieleho, z územia mapového listu *Partizánska Ľupča* v Nízkych Tatrách, určil Pevný (1966, s. 1) ramenonožca *Spiriferina* cf. *fragilis* Schlotheim potvrdzujúceho anis. Fosília je uložená v biostratigrafických zbierkach ŠGÚDŠ v Bratislave pod č. 718.

Vystupovanie zámostského súvrstvia na lokalite *Liptovský Ján – Smrekovica* v Nízkych Tatrách zistil Havrila (in Havrila et al., 1995). Z litologického opisu hornín je zrejmé, že okrem spodných vrstiev patriacich k jasenskému vápencu horniny patria k ráztockému vápencu. Sú to

[28] Schlögl et al. (2022) z lokality Harmanecká jaskyňa – Kozelník uviedli výskyt *Lardaroceras* sp. aff. *krystyni* Balini.

[29] Na tejto lokalite vystupujú dve telesá ráztockých vápencov (Havrila et al., 2017). Spodné vystupuje nad jasenským a pod reiflinským vápencom. Vrchné vystupuje v spodnej časti reiflinského vápenca.

[30] Názvy fosílií sú uvedené v dobovom tvare uvedenom Stúrom (1868).

hrubšie vrstvovité (10 – 35 cm) vápence s hľuznatou textúrou lavíc, s nerovnými vrstvovými plochami. Hľuzy (utopené v ílovitom vápenci) tvorí čiernosivý mikrokryštalický vápenec s detritom krinoidových článkov. Často sú na ne viazané čierne rohovce. Hľuznatý vývoj je prerušený čiernosivými bituminóznymi mikrokryštalickými vrstvovitými rovnoplochými (4 – 20 cm, väčšinou do 10 – 15 cm) vápencami s ílovitou prímesou v hornej časti vrstvy. Možno v nich odlíšiť zreteľné „násypy" organodetritu s gradáciou v spodnej časti vrstiev a paralenou laminációu vo vrchnej časti vrstiev. Zo vzorky č. 561 z nich Havrila a Pevný (in Havrila et al., 1995) určili mikrofosílie vrchného pelsónu – ilýru: konodonty *Gondolella constricta* Mosher et Clark, holotúrie *Theelia immisorbicula* Mostler, *T. undata* Mostler, *Priscopedatus triassicus* Mostler, *Tetravirga* sp. a *Achistrum* sp., ramenonožce *Piarorhynchella trinodosi* (Bittner), *Silesiathyris angusta* (Schlotheim), *Mentzelia mentzeli* (Dunker), *Koeveskallina* cf. *koeveskalyensis* (Stur) a *„Rhynchonella"* sp.

Podľa Kochanovej a Michalíka (1986) ráztocký vápenec vystupujúci v Nízkych Tatrách na lokalitách *Ráztoka pod Hradiskom*, *Zámostie – Štefánka*, *Jasenie – Čierny diel a Predajná – Hôrky* je tmavosivý až svetlopopolavosivý biosparitický až biomikitický, s častou laminációu tvorenou pruhmi jemnejšieho a hrubšieho detritu odhaľujúceho krížové a vlnové zvrstvenie a prúdové štruktúry, s redeponovanými zvyškami organizmov. Jendrejáková et al. (1981) a Kochanová a Michalík (1986) z ráztockého vápenca uviedli ramenonožce a lastúrniky *Coenothyris vulgaris* (Schlotheim), *Hoernesia* cf. *socialis* (Schlotheim), *Entolium discites* (Schlotheim) a *Schafhaeutlia* sp., redeponované dierkavce *Pilammina densa* Pantić, vyššie *Palaeomiliolina judicariensis* (Premoli Silva), *Turitella mesotriassica* Koehn-Zanninetti, *Ophthalmidium* cf. *plescospirus* Oravecz – Scheffer, *O. tricki* (Langer) atď., voľné dierkavce *Pseudonodosaria obconica* Reuss, *Dentalina* cf. *subplana* Terquem a *Jaculella dentaliniformis* Hohenegger et Lein, holotúrie *Priscopedatus triassicus* Mostler a *Tetravirga perforata* Mostler a konodonty *Gondolella excelsa* (Mosher), *G. cornuta* Budurov et Stefanov, *G. hanbulogi* (Sudar et Budurov) a *G. constricta* Mosher et Clark. Vek vápenca uviedli v rozsahu vrchný pelsón až ilýr.

Ráztocký vápenec vystupujúci na lokalitách skúmaných Kochanovou a Michalíkom (1986) skúmala aj Papšová (1980). Na lokalite *Ráztoka*, vzorka č. 1, horniny opísala ako tmavosivé hľuznaté vápence s rohovcami. Uviedla z nich spoločenstvo mikrofosílií vrchnoilýrskeho veku: *Gondolella navicula* Huckriede, *G. mombergensis* Tatge, *G. excelsa* (Mosher), *G.* cf. *longa* Budurov et Stefanov a *G. cornuta* Budurov et Stefanov. Zo vzoriek č. 2 – 5 (č. 2 tmavosivé hľuznaté vápence s rohovcami, č. 3 svetlosivé vápence, č. 4 – 5 vápence s hráškovitými rohovcami a veľkými rohovcami) nezískala dostatok stratigraficky cenných mikrofosílií a predpokladala ich vek na hranici anis/ladin. Na lokalite *Zámostie* zo vzorky č. 2 získala mikrofosílie ilýru: *Gondolella* cf. *mombergensis* Tatge, *G.* ex gr. *navicula* Huckriede, *G.* cf. *hanbulogi* (Sudar et Budurov), *G. excelsa* (Mosher) a *G. cornuta* Budurov et Stefanov[31]. Na lokalite *Jasenie – Čierny diel* zo vzoriek č. 1 – 4 pochádzajúcich z tmavočiernych, čiastočne hľuznatých vápencov s občasnými rohovcami získala mikrofosílie, na základe ktorých horniny zaradila do ilýru. Zo vzorky č. 1 získala *Gondolella* cf. *hanbulogi* (Sudar et Budurov), *G. mombergensis* Tatge, *G. excelsa* (Mosher)[32], zo vzorky č. 2 *Gondolella excelsa* (Mosher), zo vzorky č. 3 *Gondolella excelsa* (Mosher) a zo vzorky č. 4 *Gondolella excelsa* (Mosher) a *G.* cf. *excentrica* (Budurov et Stefanov)[33]. Na lokalite *Jasenie, kóta 761*, zo vzoriek č. 1 – 4 odobraných z tmavosivých lavicovitých a hľuznatých vápencov (vzorka č. 1), organodetritických vápencov s makrofaunou (vzorka č. 2) a zo svetlosivých vápencov s hráškovými rohovcami (vzorky č. 3 – 4) získala mikrofosílie ilýru: zo vzorky č. 1 nezískala stratigraficky cenné mikrofosílie, zo vzorky č. 2 získala *Gondolella excelsa* (Mosher), *G. constricta* Mosher et Clark, *G. mombergensis* Tatge a *G.* cf *hanbulogi* (Sudar et Budurov), zo vzorky č. 3 *Gondolella* cf. *mombergensis* Tatge a zo vzorky č. 4 *Gondolella mombergensis* Tatge, *G. constricta* Mosher et Clark a *G.* cf *cornuta* Budurov et Stefanov.

Papšová (1984) urobila na lokalite *Zámostie* doplnkový výskum. Zahustila odbery medzi pôvodne odobranými vzorkami č. 1 a 3. Medzi pôvodnou vzorkou č. 1 (ktorú sa jej pôvodne nepodarilo datovať) a vzorkou č. 2 (ktorú pôvodne zaradila do ilýru) odobrala ďalšie vzorky. Z nich vzorky č. 11/82 a 15/82 obsahovali asociáciu konodontov *Neospathodus kockeli* (Tatge), *Gondolella bulgarica* (Budurov et Stefanov) a *G. bifurcata hanbulogi* (Sudar et Budurov), ktorá je pelsónskeho veku. Medzi vzorkou č. 2 a vzorkou č. 3 odobrala vzorky č. 21, 23, 25, 27 a 29. Získala z nich asociáciu konodontov ilýru: zo vzorky č. 21 *Gondolella bifurcata bifurcata* (Budurov et Stefanov), *G. bifurcata hanbulogi* (Sudar et Budurov) a *G. bulgarica* (Budurov et Stefanov), zo vzorky č. 23 *Gondolella bifurcata hanbulogi* (Sudar et Budurov), zo vzorky č. 27 *Gondolella bifurcata bifurcata* (Budurov et Stefanov), *G. cornuta* (Budurov et Stefanov), *G. excelsa* (Mosher) a s pochybnosťami aj *G. bulgarica* (Budurov et Stefanov) a zo vzorky č. 29 *Gondolella cornuta* (Budurov et Stefanov) a *G. constricta* Mosher et Clark. Na základe toho možno túto časť sledu zaradiť k ráztockému vápencu.

Z lokality *Zámostie – Dubová* v Nízkych Tatrách z *„bazálnej časti reiflingských vápencov"*, zo *„šedých biomikritických vápencov s lokálnymi akumuláciami krinoidových článkov"* určil Rakús (1986) spoločenstvo amonitov *Pleuronautilus* sp., *Proavites* cf. *proavitus* Arthaber, *Ptychites* sp., *Judicarites* aff. *eryomphalus* (Ben.), *Bulogites* ex gr. *zoldianus* (Mojsisovics), *Semiornites* cf. *petersi* (Mojsisovics) a *Semiornites* sp. Spoločenstvo je ilýrske a zodpovedá *zóne Trinodosus*.

[31] Papšová a Pevný (1982) z tejto vzorky uviedli odlišnú asociáciu mikrofosílií: *Gondolella hanbulogi* (Sudar et Budurov), *G. excelsa* (Mosher) a *G. constricta* Mosher et Clark. Papšová (1982) vzorky č. 0 a 1 zaradila do pelsónu a vzorku č. 2 do ilýru.

[32] Papšová a Pevný (1982) z tejto vzorky uviedli odlišnú asociáciu mikrofosílií, na základe ktorej vzorku považovali za pelsónsku (pozri časť venovanú jasenskému vápencu). Odlišnú asociáciu mikrofosílií uviedli aj zo vzoriek č. 2 – 3. Na základe toho uviedli, že vzorky pochádzajú z rozhrania pelsónu a ilýru.

[33] Vzorky č. 1 – 3 Papšová (1982) prehodnotila a zaradila ich do pelsónu, zoznamy fauny z jednotlivých vzoriek pritom neuviedla. Uviedla len súhrnný zoznam zo všetkých vzoriek.

### *4.5. Krinoidový vápenec sprevádzajúci schreyeralmský vápenec*

Vystupovanie svetlosivých až bielych organodetritických vápencov *na južných svahoch Kačiek* a *na svahoch Bieleho potoka* v Strážovských vrchoch zaznamenal Maheľ (1986, s. 101, 102).

Zo sivých krinoidových vápencov vystupujúcich na južných svahoch kóty *Radová* v údolí Radotinej v Strážovských vrchoch uviedol Hanáček (1974, s. 8; 1976, s. 130) z výbrusu 772-b *Citaella dinarica* (Kochaňsky-Devide et Pantić). Masový výskyt *Glomospira densa* (Pantić) uviedol (l. c.) z hnedých krinoidových vrstvovitých vápencov nachádzajúcich sa uprostred hnedosivých až ružovohnedých, miestami hľuznatých masívnych alebo vrstvovitých vápencov *v údolí Radotinej z. od Predhoria* (lokalita 14 v tab. 1, výbrus S-610). *Glomospira densa* (Pantić) a *Citaella dinarica* (Kochaňsky-Devide et Pantić) zaznamenal Hanáček (1974, s. 13; 1976, s. 131) aj v sivých, hnedastých, ružovkastých, miestami krinoidových vápencoch z lokality sz. od *Mojtína* (lokalita 20 v tab. 1, výbrus S-652, S-653) v Strážovských vrchoch.

Z opusteného kameňolomu 250 m západne od mlyna pri *Trstenej* v Strážovských vrchoch zo sivých zrnitých vápencov s veľkými krinoidmi (vzorky č. 118, 122 a 124) Kozur a Mock (1974) získali konodonty a holotúrie ilýru. Konštatovali, že ilýrska *spodná excelsa A. – Z.* je zastúpená konodontmi *Gondolella excelsa* (Mosher) bez *Gladigondolella tethydis* a *Gondolella transita* Kozur et Mostler. Z holotúrií identifikovali aniské druhy *Theelia zapfei* Kozur et Mostler, *T. multiradiata* Kozur a *Priscopedatus kotlickii* Kozur et Mostler. *Kuehnites spiniperforatus* (Zawidzka), *Priscopedatus multiperforatus* Mostler, *P. tyrolensis* Mostler, *P. mostleri* Stefanov a *Theelia undata* Mostler sa vyskytujú v ilýre až fasane. Okrem toho z holotúrií identifikovali aj *Priscopedatis staurocumitoides* Mostler, *P. triassicus* Mostler, *Theelia immisorbicula* Mostler a *T. planorbicula* Mostler.

Pevný (in Kochanová a Pevný, 1976, s. 39, lokalita č. 35), Pevný (1980) a Maheľ (1986, s. 103) z krinoidových a hľuznatých vápencov[34] z lokality *Trstená* (vyústenie Suchej doliny, pravý svah tesne nad Rajčiankou) uviedli spoločenstvo ramenonožcov anisu: *Coenothyris vulgaris* (Schlotheim), *Decurtella* cf. *decurtata* (Girard), *Tetractinella trigonella* (Schlotheim) a *Spiriferina manca* (Bittner). Fosílie sú uložené v biostratigrafických zbierkach ŠGÚDŠ v Bratislave pod č. 732. Konodonty *Gondolella excelsa* (Mosher), *G. mombergensis* Tatge, *G. constricta* Mosher et Clark, *G. acuta* Kozur a *Hindeodella suevica* (Tatge), ktoré z tejto lokality určil Pevný (1980), naznačujú stratigrafické rozpätie ilýr – fasan.

Papšová 1983 z hnedosivých krinoidových vápencov vystupujúcich v strmom svahu nad lomom na lokalite *Jasenové* 515 A/83 získala spoločenstvo mikrofosílií vrchného ilýru: *Theelia immisorbicula* Mostler, *T.* cf. *pseudoplanata* Kozur et Mock, *Protocaudina* sp., *Acantotheelia* cf. *spinosa* Frizzell et Exline, *Gladigondolella tethydis* (Huckriede), *Gondolella constricta* Mosher et Clark a *Gondolella* cf. *longa* (Budurov et Stefanov).

Bujnovský (in Bujnovský et al., 1973 a 1978; in Polák et al., 1997) zistil vystupovanie krinoidového vápenca na lokalitách *Malinô Brdo* a Malinné (opísal ho ako súčasť *„vrchnej časti spodného reiflingského vápenca“*, zhodujúceho sa podľa neho so schreyeralmským vápencom). Fosílie získané z neho sú uvedené v časti o schreyeralmskom vápenci, lebo nie je možné s určitosťou zistiť, ktoré z nich pochádzajú zo schreyeralmského a ktoré z krinoidového vápenca.

## 5. Poznámky k šturecke kryhe a kryhe Drienka

Každá z krýh hronika vzniknutých po rozpade gutensteinskej plošiny má svoj vrstvový sled aspoň sčasti odlišný od vrstvových sledov iných krýh (vrstvové sledy jednotlivých krýh uviedol Havrila, 2011). Výnimkou sú šturecká kryha a kryha Drienka. Na týchto dvoch kryhách totiž nevystupuje len jedna sedimentárna sukcesia.

Na južnej časti štureckej kryhy (v južnej časti Veľkej Fatry) s lokalitami Liptovské Revúce, Harmanecká jaskyňa a Tintovo vystupuje šturecká sukcesia s jasenským a ráztockým vápencom. Na jej severnejšej časti (v severnej časti Veľkej Fatry) s lokalitami Malinô Brdo a Malinné vystupuje sukcesia zhodná s mojtínskou sukcesiou so schreyeralmským vápencom a krinoidovými vápencami.

Na južnej časti kryhy Drienka s lokalitou Poniky vystupuje šturecká sukcesia s jasenským a ráztockým vápencom. Od Liptovskej Osady až po Ružomberok vystupuje na tejto kryhe zložená sukcesia. Jej spodnú časť tvorí šturecká sukcesia, ktorá nad wettersteinskými vápencami pokračuje korytnickým vápencom a hrubými lunzskými vrstvami, t. j. litofáciami charakteristickými pre sukcesiu Bieleho Váhu, naznačujúcimi značný pokles kryhy a značné prehĺbenie sedimentačného priestoru.

## 6. Poznámky k ráztočnianskej kryhe a k zdrojovým oblastiam organodetritu

Prvý údaj o výskyte pelagických sedimentov v hroniku zachovanom v južnom Žiari, teda v priestore, z ktorého bol dovtedy známy len výskyt sedimentov karbonátovej plošiny, pochádza od Bieleho (1957, str. 69). V údolí Hraničného potoka pri Remate (neďaleko od Handlovej) zistil vystupovanie reiflinského vápenca. Maheľ (in Maheľ et al., 1967), vychádzajúc z jeho údajov, zaradil tento sled hronika k bielovážskej sérii. Havrila (in Havrila a Kohút, 1994) k tomu poznamenal: *„Reiflingské vápence v tomto priestore vytvárali iba krátkodobé panvičky, ktoré sú zachované v podloží sedimentov čiernovážskej faciálnej oblasti.“* Neskôr Havrila (1997) poznamenal, že reflinské vápence vystupujúce v údolí Hraničného potoka sa z paleogeografického hľadiska nachádzajú uprostred rozsiahleho priestoru *karbonátovej plošiny tzv. vyšších príkrovov*, resp. sú pochované pod ňou. Predstavoval si, že táto rozsiahla karbonátová plošina vznikla spojením dvoch menších karbonátových plošín,

[34] Tieto vápence by mohli zodpovedať sivým zrnitým vápencom s veľkými krinoidmi, ktoré opísali Kozur a Mock (1974) z lomu pri Trstenej.

*mojtínskej*[35] (zachovanej v priestore Strážovských vrchov) a *harmaneckej* (zachovanej v priestore vrásy Tlstej vo Veľkej Fatre), medzi ktorými sedimentoval uvedený reiflinský vápenec. Predpokladal, že okraje plošín susediace s areálom sedimentácie reiflinského vápenca (s ráztočnianskym bazénom) progradovali oproti sebe a spojením do jednej plošiny uzavreli ráztočniansky bazén a pochovali ho pod sebou. Uviedol, že bazén vyplnili sedimenty zámostského súvrstvia (sčasti prípadne aj reiflinský vápenec). Stratigrafické rozpätie sedimentárnej výplne bazénu stanovil na základe biostratigrafického výskumu (konodontov, holotúrií a ramenonožcov) (Havrila a Pevný (in Havrila, 1997) v rozpätí vrchný pelsón – vrchný ilýr. Ráztočniansky bazén graficky v geologických rezoch znázornil Havrila (in Polák et al., 1996, obr. 5, 6; in Plašienka et al., 1997, obr. 8, 9; in Havrila, 1997, obr. X; in Havrila, 2011, obr. 1, 10, 13). Ráztočniansku kryhu v paleogeografickej schéme znázornil tak isto Havrila (in Havrila et al., 2019, obr. 2).

V súčasnosti na základe nálezov gaderského vápenca (obr. 1 a 4) v nadloží sedimentov karbonátovej plošiny (najmä steinalmských vápencov) na lokalitách Zniev (hrad), Ondrašovské skaly sz. od Abramovej a Panské hory sz. od Ondrašovej v severnom Žiari (Olšavský a Boorová, 2014) a na lokalite Ráztočno v južnom Žiari možno dodať, že v priestore budúcej ráztočnianskej kryhy (pred jej individualizáciou a ponorením) prebiehal v pelsóne vývoj podobný vývoju prebiehajúcemu na budúcej susednej bebravskej kryhe a na budúcej susednej kryhe Tlstej. Formoval sa tam vývoj karbonátovej plošiny. V tom čase všetky tri spomenuté priestory boli súčasťou jednej väčšej karbonátovej plošiny („bebravsko-ráztočniansko-harmaneckej"). Ráztočnianska kryha bola vo vrchnom pelsóne priestorom sedimentácie gaderského vápenca a zároveň bola zdrojovou oblasťou organodetritu na jeho vznik.

Nález jasenského vápenca vrchnopelsónskeho veku v podloží gaderského vápenca na lokalite Krpeľany a pravdepodobne aj na lokalite Vápenná dolina vo Veľkej Fatre (obe sú lokalizované v priestore ráztočnianskej kryhy) svedčia o individualizácii ráztočnianskej kryhy, o jej ponorení/pelagizácii a rozpade väčšej („bebravsko-ráztočniansko-harmaneckej") karbonátovej plošiny. Svedčia aj o tom, že na zvyšných častiach väčšej karbonátovej plošiny (na bebravskej kryhe a na kryhe Tlstej) ležiacich po stranách ráztočnianskej kryhy sa aj naďalej vyvíjala karbonátová plošina a z oboch týchto priestorov bol počas vrchného pelsónu až ilýru dodávaný organodetrit pre vznikajúci gaderský vápenec sedimentujúci na ráztočnianskej kryhe. Gaderský vápenec sa zachoval na tejto poklesnutej kryhe, vďaka poklesu chránenej pred eróziou. Na ňu sa prúdmi premiestňoval organodetrit generovaný na susedných karbonátových plošinách aj organodetrit vznikajúci pravdepodobne eróziou sedimentov ležiacich na týchto plošinách. Spomenutá erózia je pravdepodobne príčinou, prečo je výskyt gaderského vápenca na neponorených kryhách/plošinách taký zriedkavý (v priestore neponorených krýh/plošín je známa jeho lokalita pri Hornom Harmanci vo Veľkej Fatre, ďalšie lokality sú v pohorí Žiar).

Gaderský vápenec začal sedimentovať pred usadením vrchnopelsónskeho jasenského vápenca (na lokalite Ráztočno), ale sedimentoval aj v ilýre po jeho usadení (na lokalite Krpeľany).

Spomenuté dve menšie neponorené plošiny boli zdrojom organodetritu počas vrchného pelsónu až ilýru aj pre ráztocký vápenec, a najmä počas ilýru aj pre krinoidový vápenec sprevádzajúci sedimentáciu schreyeralmského vápenca na mojtínskej kryhe (oddelila sa od bebravskej kryhy počas ilýru) a na severnej časti štureckej kryhy.

Individualizácia ráztočnianskej kryhy prebehla vo vrchnom pelsóne. Po ilýre sa na ňu vrátil vývoj karbonátovej plošiny. Tým sa karbonátová plošina vrátila temer do pôvodného plošného rozsahu („bebravsko-ráztočniansko-harmaneckého") a následne sa progradáciou plošiny počas ilýru až longobardu rozšírila aj o plochu mojtínskej kryhy a plochu štureckej kryhy.

## 7. Záver

Vo vrchnom pelsóne sa hronická časť gutensteinskej plošiny rozpadla na množstvo krýh, ktoré následne diferencovane synsedimentárne poklesávali. Väčšina z nich sa ponárala a ich sedimentačné priestory boli počas vrchného pelsónu pelagizované. Vznikol tak sedimentačný priestor členený na karbonátové plošiny a panvy.

Karbonátové plošiny sa rozprestierali na bebravskej kryhe, ráztočnianskej kryhe a kryhe Tlstej, ktoré pôvodne tvorili súvislú karbonátovú plošinu, a na kryhe Čierneho Váhu, ktorá tvorila samostatnú karbonátovú pošinu. Ešte počas vrchného pelsónu sa ponorila ráztočnianska kryha. V dôsleku toho vznikli dve menšie izolované karbonátové plošiny (bebravská a harmanecká plošina).

Na všetkých ponorených kryhách (na kryhe Dobrej Vody a mojtínskej kryhe, na ráztočnianskej kryhe a na štureckej kryhe, kryhe Drienka a kryhe Bieleho Váhu) nastúpila sedimentácia pelagického jasenského vápenca.

Ešte počas vrchného pelsónu nastala celoplošná zmena charakteru sedimentácie. V nadloží jasenského vápenca sa usadili sedimenty krinoidového horizontu. Na ráztočnianskej kryhe sa usadil gaderský vápenec, na ostatných ponorených kryhách sa usadil ráztocký vápenec. Krinoidový horizont v plytkovodnom priestore leží nad aniskou steinalmskou a pod ladinsko-spodnokarnskou wettersteinskou karbonátovou plošinou a v pelagickom priestore leží nad jasenským vápencom vrchného pelsónu a pod reiflinským vápencom fasanu.

Počas ilýru sa individualizovali mojtínska a štúrecká kryha, na ktorých sedimentovali schreyeralmský vápenec a nepomenované krinoidové vápence.

## Poďakovanie

Sme vďační †RNDr. J. Pevnému, CSc., za získanie rozhodujúceho podielu biostratigrafických údajov (ramenonožce, konodonty, holotúrie), ktoré umožnili načrtnúť rozsah sedimentačného priestoru jasenského, ráztockého,

[35] Názov tejto plošiny nevyhovuje súčasným vedomostiam. V čase jej pomenovania neexistovali presné údaje o jej rozsahu. Dnes vieme, že táto plošina počas pelsónu ležala na bebravskej kryhe a že lokalita Mojtín vtedy ležala mimo nej. Súčasťou kryhy sa lokalita Mojtín stala až po progradačnom rozšírení plošiny aj na mojtínsku kryhu. Vhodnejší názov pre ňu by teda bol bebravská plošina.

ale aj schreyeralmského vápenca. RNDr. L. Šimonovi, PhD., vďačíme za podporu pri štúdiu profilu pri Ráztočne, vďaka čomu sa zistila existencia ráztočnianskeho bazénu. RNDr. D. Boorovej, CSc., ďakujeme za to, že sa dala nasmerovať na štúdium triasových dierkavcov. Vďaka tomu mohli byť biostratigraficky lepšie charakterizované jasenský, ráztocký a gaderský vápenec. Ďakujeme RNDr. M. Olšavskému, PhD., za sprístupnenie literatúry a recenzentom RNDr. Ľudovítovi Gaálovi, PhD., a doc. RNDr. Jánovi Sotákovi, DrSc., za pripomienky vedúce ku skvalitneniu práce.

## Literatúra

Andrusovová, V., 1976: Štúdium morfológie, ontogenézie a paleoekológie niektorých podrádu ceratitina (najmä Clydonitaceae a pinacoceratitina) a Phylloceratina (najmä Psiloceratacеae). Manuskript. Bratislava, archív ÚVZ Slov. Akad. Vied, K-238.

Began, A., Hanáček, J., Mello, J. a Salaj, J., 1982: Geologická mapa Myjavskej pahorkatiny a severnej časti Malých Karpát (Brezovské a Čachtické Karpaty) a vysvetlivky. Čiastk. záver. správa za rok 1982. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 54 577), 247 s.

Bezák, V., Broska, I., Elečko, M., Havrila, M., Ivanička, J., Janočko, J., Kaličiak, M., Konečný, V., Lexa, J., Mello, J., Plašienka, D., Polák, D., Potfaj, M. a Vass, D., 2004: Tektonická mapa Slovenskej republiky. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra.

Biely, A., 1957: Zpráva o mapovaní mezozoika na južných svahoch Žiaru. In: Maheľ, M., 1957: Záverečná správa o základnom geologickom výskume mezozoika na liste generálnej mapy Trenčín. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. AP 2 541).

Boorová, D., 2005: Vyhodnotenie foraminiferovej mikrofauny z litostratigrafických jednotiek hronika na liste Beckov. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

Boorová, D. a Havrila, J., 2015: Revízia typového profilu gaderských vápencov vo Vápennej doline (Veľká Fatra, Západné Karpaty). In: Bubík, M., Ciurej, A. a Kaminski, M. A.: 16th Czech-Slovak-Polish palaeontological conference and 10th Polish micropalaeontological worskhop. Abstracts book and excursion guide. Krakow, Grzybowski Found., 21 – 22.

Boorová, D., Havrila, J. a Havrila, M., 2016: The Krpeľany section – lectostratotype of the Gader Limestone (microfossils, microfacies) (Hronicum unit, Veľká Fatra Mts., Western Carpathians). 17th Czech-Slovak-Polish Paleontological Conference, Kraków, 20 – 21, october 2016. Abstract vol., 28.

Boorová, D., Mikudíková, M. a Fekete, K., 2020: Mikrofaciálne a mikrobiostratigrafické vyhodnotenie výbrusového materiálu z regiónu Strážovské vrchy – východná časť (listy zo západnej polovice územia) 35-22-1 Pružina, 35-22-3 Valaská Belá, 35-24-1 Nitrianske Rudno a 35-24-3 Uhrovec. Čiastk. správa úlohy: Geologická mapa Strážovských vrchov – východná časť v mierke 1 : 50 000 (listy zo západnej polovice územia). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

Borza, K., 1970: Mikrofazies mit *Glomospira densa* (Pantić) aus der mittleren Trias der Westkarpaten. Geol Zbor., 15, 2, 175 – 182.

Bujnovský, A., Rakús, M. a Polák, M., 1973: Geologický výskum mezozoika Nízkych Tatier, Veľkej a Malej Fatry. Veľká Fatra a Nízke Tatry (oblasť Revúckej doliny). In: Mello, J. (ed.), Began, A., Bujnovský, A., Kullmanová, A. a Maheľ, M., 1973: Regionálny geologický výskum mezozoika Západných Karpát. Manuskritpt. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 77 s.

Bujnovský, A., Gross, P., Lukáčik, E., Kullman, E. a Hanáček, J., 1978: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000, list Ružomberok. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 160 s.

Bystrický, J., 1964: Stratigrafia a vývin triasu série Drienka. Zpr. geol. Výsk. v r. 1963, 9 – 96.

Bystrický, J., 1972: Faziesverteilung der mittleren und oberen Trias in den Westkarpaten. Mitt. Gesell. Geol. – u. Bergb.-Studenten (Innsbruck), 21, 1, 289 – 310.

Bystrický, J., 1985: Správa o výskumnej činnosti za roky 1981 – 1985. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

Hanáček, J., 1972: Litologicko-stratigrafická a geochemická charakteristika triasových karbonátových súvrství chočského a strážovského príkrovu v SV časti Strážovskej hornatiny medzi Mojtínom a Fačkovom. Čiastk. záver. správa za rok 1972. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 29 024), 74 s.

Hanáček, J., 1974: Litologicko-stratigrafické a tektonické poznatky z karbonátových komplexov chočského a strážovského príkrovu v Strážovskej hornatine. Ročná správa za rok 1973. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch č. 32 582).

Hanáček, J., 1976: Nové poznatky o triase strážovského a chočského príkrovu v Strážovskej hornatine. Západ. Karpaty, Sér. Geol., 1, 125 – 149.

Havrila, J., 2017: Faciálna architektúra a paleogeografické vzťahy triasových karbonátových komplexov hronika. Dizertačná práca. Manuskript. Bratislava, archív PriF Univ. Komen.

Havrila, J. a Havrila, M., 2014: Ráztocký vápenec v štureckej faciálnej oblasti. In: Németh, Z., Šimon, L., Kováčiková, M., Ozdínová, S. a Plašienka, D.: Miner. Slov., 46, 3 – 4, Geovestník, 21 – 22.

Havrila, J., Boorová, D. a Havrila, M., 2016: Ráztocký vápenec štureckej faciálnej oblasti. Geol. Práce, Spr., 129, 35 – 54.

Havrila, M., 1997: Progradácia rífového komplexu hronika. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 23 s.

Havrila, M., 2004: Tektogenéza mezozoických panví Západných Karpát – hronikum. Záver. správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

Havrila, M., 2011: Hronikum: paleogeografia a stratigrafia (vrchný pelsón – tuval), štrukturalizácia a stavba. Geol. Práce, Spr., 117, 5 – 103.

Havrila, M. a Vaškovský, I., 1983: Vysvetlivky ku geologickej mape južnej časti Považského Inovca. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 57 032), 112 s.

Havrila, M. a Pevný, J., 1991: Profil Ostrá Malenica (stratigrafia na základe konodontov a holotúrií). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 12 s.

Havrila, M. a Kohút, M., 1994: Rešerš geologických výskumov v pohorí Žiar. Manuskript. Bratislava, archív VVNP.

Havrila, M., Šabíková-Hlôšková, Z., Borza, V., Buček, S. a Pevný, J., 1995: Biostratigrafické vyhodnotenie triasových profilov hronika. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

Havrila, M. a Pevný, J., 2000: Dokumentácia biostratigrafických údajov hronika Západných Karpát – ramenonožce. Ročná správa. In: Havrila, M., 2004: Tektogenéza mezozoických panví Západných Karpát – hronikum. Záver. správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 34.

Havrila, M. (ed.), Buček, S., Filo, I., Kohút, M., Lexa, J., Maglay, J., Vozár, J. a Vozárová, A., 2001: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000, list Staré Hory (36-141) a časť listu Krížna (36-123). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (83 415).

Havrila, M. (ed.), Buček, S. a Maglay, J., 2004 (autori čiastkových správ: Boorová, D., Buček, S., Vaněková, H., Zlinská, A., Žecová, K., Potfaj, M.), 2004: Geologická mapa a vysvetlivky k základnej geologickej mape 1 : 25 000 list Pružina (35 221) a časť listu Valaská Belá (35 223). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

Havrila, M., Boorová, D. a Havrila, J., 2019: Paleogeografická schéma depozičného priestoru sedimentov reingrabenského a lunzského eventu (centrálne Západné Karpaty): rešerš, poznámky, dierkavce. Geol. Práce, Spr., 134, 3 – 32.

Hips, K., 2003: Gutenstein Formation in the Aggtelek facies of the Silica nappe in Hungarian. Bull. Hung. Geol. Soc., 133, 445 – 468.

Hips, K., 2007: Facies pattern of western Tethyan Middle Triassic black carbonates: the example of Gutenstein Formation in Silica Nappe, Carpathians, Hungary, and its correlation to formations of adjoining areas. Sedimentary Geol., 194, 99 – 114. https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2006.05.001.

Hók, J., Havrila, M., Rakús, M., Vojtko, R. a Kráľ, J., 2004: Nappe Contacts as a Ttool of Paleotectonic Reconstruction (Inner Western Carpathians a Case of Study). Proceedings of the 9th Meetind of the Czech Tectonic Studies Group, 2th Meeting of the Central European Tectonic Group, Lučenec, Slovakia, June 22–25, 2004. Geolines, 17, 39 – 40.

Hraško, Ľ., Kováčik, M. (eds.), Olšavský, M., Sentpetery, M., Pelech, O., Laurinc, D., Maglay, J., Németh, Z., Kronome, B., Nagy, A., Kováčik, M., Vlačiky, M. a Dananaj, I., 2021: Geologická mapa Strážovských vrchov (východná časť) 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra.

Ivanička, J. (ed.), Kohút, M. (ed.), 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 juhovýchodnej časti Trenčianskej kotliny 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 389 s.

Jendrejáková, O., Michalík, J. a Papšová, J., 1981: Príspevok ku stratigrafii strednotriasových karbonátov hronika (chočský príkrov Horehronia, Západné Karpaty). Zem. Plyn Nafta, 26, 4, 611 – 624.

Kámen, M., 1976: Geologické pomery územia medzi Podhradím a Záhradami a SZ od Vozokan v Považskom Inovci. Diplomová práca. Manuskript. Bratislava, archív Kat. geol. paleont., PriF UK, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 36 138), 32 s.

Kohút, M. (ed.), Havrila, M., Maglay, J., Fordinál, K., Baráth, I. (autori priložených správ: Buček, S., Boorová, D., Siráňová, Z. a Bezák, V.), 2005: Vysvetlivky ku geologickej mape 1 : 25 000, list 35 411 Prašice. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 86 922/23).

Kochanová, M., 1979: Stratigrafia stredného a vrchného triasu pomocou bivalvií a gastropódov v Slovenskom krase a v niektorých pohoriach centrálnych Západných Karpát. Čiastk. záver. správa za rok 1975 – 1979. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 45 331).

Kochanová, M. a Pevný, J., 1976: Biostratigrafické vyhodnotenie makrofauny (bivalvia, gastropoda a brachiopoda) východnej časti Strážovskej hornatiny. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. AP 5 769), 108 s.

Kochanová, M. a Michalík, J., 1986: Stratigraphy and microfauna of the zámostie limestones (upper pelsonian – lower illyrian) of the Choč nappe at the southern slopes of the Nízke Tatry Mts. (West Carpathians). Geol. Zbor. Geol. carpath., 37, 4, 501 – 531.

Kollárová-Andrusovová, V. a Bystrický, J., 1974: Übersicht über den gegenwärtigen Stand der Biostratigraphie der Trias der Westkarpaten. In: Zapfe, H. (ed.): Die Stratigraphie der alpin-mediterranen Trias. Symposium Wien 1973. Schr.-Reihe Erdwiss. Komm.

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, Ľ., Liščák, P. a Gluch, A., 2015: Vysvetlivky ku geologickej mape Žiaru 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 420 s.

Kozur, H. a Mock, R., 1974: Holothurien – sklerite aus der Trias Slowakei und ihre stratigraphische bedeutung. Geol. Zbor. Geol. carpath., 25, 1, 113 – 143.

Krystyn, L., 1983: Das Epidaurus-profil (Griechenland) – ein Beitrag zur Conodonten-Standardzonierung des tethyalen Ladin und Unterkarn. Schr.-Reihe Erdwiss. Komm. Österr. Akad. Wiss., 5, 231 – 258.

Kulcsár, K., 1915: Geologische Verhältnisse der Umgebung von Csavajó, Villabanya, Csicsmány und Zsolt. Jb. Ung. Geol. Reichsanst., 124 – 148.

Kulcsár, K., 1918: Die geologische Verhältnisse der Umgebung von Hegyesmajtény und Barossháza. Jber. Kön. ung. geol. Reichsanst. für 1916, 1, 193 – 210.

Kullmanová, A., Rakús, M., Biely, A., Pevný, J. a Havrila, M., 1984: Charakteristické litostratigrafické profily mezozoika Nízkych Tatier. Časť II (mezozoikum chočského a štureckého príkrovu). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 58 728).

Lein, R., Krystyn, L., Richoz, S. a Lieberman, H., 2012: Middle Triasic platform / basin transition along the Alpine passive continental margin facing the Tethys Ocean – the Gamsstein: the rise and fall of a Wetterstein Limestone Platform (Styria, Austria). J. Alpine Geol., 54, 471 – 498.

Losert, J., 1963: Geologie a petrografie západní části ľubietovské zóny a přilehlého subtatrika. Rozpr. Čs. Akad. Věd, Ř. mat. přír. Věd, 73, 12.

Maheľ, M., 1962: Niekoľko nových poznatkov z chočskej jednotky v Strážovskej hornatine. Geol. Práce, Spr. 25 – 26, 137 –142.

Maheľ, M., 1971: Vysvetlivky mapy 1 : 25 000 k listom Valašská Belá, Horná Poruba a Zliechov. Čiastk. záver. správa za rok 1971. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. AP 4 768, 26 755).

Maheľ, M., 1979: Vysvetlivky ku geologickým mapám mezozoika v mierke 1 : 25 000 severnej a strednej časti Považského Inovca. Čiastk. záver. správa za rok 1979. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 45 198), 44 s.

Maheľ, M., 1984: Tektonická mapa 1 : 100 000 pohoria Považský Inovec. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. AP 7 418).

Maheľ, M., 1986: Geologická stavba československých Karpát. Paleoalpínske jednotky, 1. vyd. Bratislava, Veda, 503 s.

Maheľ, M. a Harčár, J., 1964: Zhodnotenie vrtov pri západnom okraji Inovca v širšej oblasti Beckova (BM 1-4). Predbežné vyhodnotenie kvartéru vo vrtoch BM-1, BM-2, BM-3, BM-4. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 12 946).

Maheľ, M., Kamenický, J., Fusán, O. a Matějka, A., 1967: Regionální geológie ČSSR, II. Západní Karpaty, sv. 1. Praha, Academia, ČSAV, Ústř. Úst. geol., 496 s.

Maheľ, M. a Havrila, M., 1980: Mezozoikum východnej časti Považského Inovca. Čiastk. záver. správa za rok 1980. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 47 473), 33 s.

Masaryk, P., 1993: Sedimentológia a litofácie sedimentov reiflingských intraplatformových depresií v centrálnych Západných Karpatoch. In: Rakús, M. a Vozár, J. (eds.): Geodynamický vývoj Západných Karpát. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 71 – 78.

Mello, J., 1979: Sú tzv. vyššie subtatranské príkrovy a silický príkrov súčasťou gemerika? Miner. Slov., 11, 3, 279 – 281.

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., Szalayová, V. a Žáková, E., 2000: Vysvetlivky ku geologickej mape Slovenského raja, Galmusu a Hornádskej kotliny 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra., 303 s.

Michalík, J., 1992: Comments on the mesozoic palinspastic interpretations of the Western Carpathians. Acta geol. hung., 35, 1, 39 – 47.

Michalík, J., 1993a: Geodynamická a paleogeografická interpretácia vývoja mezozoických tenzných paniev v alpsko-karpatskom šelfe. In: Rakús, M. (ed.): Geodynamický vývoj Západných Karpát. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 79 – 86.

Michalík, J., 1993b: Mesozoic tensional basins in the Alpine-Carpathian shelf. Acta geol. hung., 36, 4, 395 – 403.

Michalík, J., Borza, K., Buček, S., Masaryk, P., Jendrejáková, O., Bystrický, J. a Köhler, E., 1986: Stratigrafia a stavba príkrovov Malých Karpát s ohľadom na vyjasnenie štruktúrnych anomalít v podloží Viedenskej panvy. Manuskript. Bratislava, archív ÚVZ SAV (arch. č. K-551), archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 61 628), 376 s.

Michalík, J., Broska, I., Franců, J., Jendrejáková, O., Kochanová, M., Lintnerová, O., Masaryk, P., Papšová, J., Planderová, E., Šucha, V. a Zatkalíková, V., 1992: Štruktúrny vrt Dobrá Voda DV-1 (1 140,8 m) (Dobrá Voda – Konča Skaliek) v Brezovských Karpatoch. Region. geol. Západ. Karpát, 27, 139 s.

Mock, R., 1971: Conodonten aus der Trias der Slowakei und ihre Verwendung in der Stratifraphie. Geol. Zbor. Geol. carpath., 22, 2, 241 – 260.

Mock, R. a Škarba, M., 1973: Nález schreyeralmských vápencov v chočskom príkrove (Západné Karpaty). Geol. Práce, Spr., 60, 213 – 220.

Mock, R., 1978: Nové poznatky o južných častiach Západných Karpát. In: Vozár, J., Marschalko, R., Mišík, M. a Nemčok, J. (eds.), 1978: Paleogeografický vývoj Západných Karpát – Paleogeographical evolution of the West Carpathians. Konf. – Symp. – Semin. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 321 – 341.

Nittel, P., 2006: Beiträge zur Stratigraphie und Mikropaläontologie der Mitteltrias der Innsbrucker Nordkette (Nördliche Kalkalpen, Austria). Geol. Alp., 3, 93 – 145.

Olšavský, M. a Boorová, D., 2014: Gaderské vápence v pohorí Žiar. Miner. Slov., 46, 3 – 4, Geovestník, 23.

Papšová, J., 1980: Biostratigrafia reiflinských vápencov pomocou konodontov (Pohronie). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (AP 6 410, arch. č. 47 412).

Papšová, J., 1982: Prehľad konodontových spoločenstiev v reiflingských vápencoch chočského príkrovu na území listu 36-231 (Nemecká). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 54 710/4).

Papšová, J., 1983: Konodontová mikrofauna z orientačných vzoriek reiflingských vápencov chočského príkrovu na liste 25-442 (Považská Bystrica). In: Kysela, J. a Rakús, M. (eds.): Základná geologická mapa 1 : 25 000, list 25 442 (Považská Bystrica-2). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. AP 6 919, 57 687).

Papšová, J., 1984: Biostratigrafické vyhodnotenie vybraných profilov a lokalít mezozoika Nízkych Tatier – konodonty. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. AP 7 185 a 58 730).

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

Peržel, M., 1967: Geologický výskum mezozoika juhozápadnej časti Veľkej Fatry. Čiastk. záver. správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 93 s.

Peržel, M., 1969: Strážovský príkrov vo Veľkej Fatre. Geol. Práce, Spr., 48, 119 – 122.

Pevný, J., 1963: Brachiopódová fauna Západných Karpát. Zpráva z úkolu 01-A-2 za rok 1962. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. AP 3 688).

Pevný, J., 1966: Biostratigrafický výskum brachiopodov mezozoika Strážovskej hornatiny. Dielčia správa za rok 1965. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

Pevný, J., 1971: Biostratigrafický výskum ramenonožcov triasu a jury v západnej časti Strážovskej hornatiny. Dielčia záverečná správa za rok 1971. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

Pevný, J., 1972: Výskum brachiopódov mezozoika Strážovskej hornatiny, Nízkych Tatier, Malej a Veľkej Fatry. Ročná správa za rok 1971. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. AP 4 999).

Pevný, J., 1973: Štúdium brachiopódov triasu a jury niektorých pohorí bradlového a centrálneho pásma Západných Karpát. Ročná správa za rok 1972. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 32 828).

Pevný, J., 1980: Stratigrafická korelácia brachiopodov, konodontov a holotúrií v strednom a vrchnom triase. Čiastk. záver. správa za rok 1980. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (48 453).

Pevný, J., 1981: Konodonty a holotúrie triasu Strážovskej hornatiny. Zem. Plyn Nafta, 26, 4, 605 – 610, 891 – 915.

Pevný, J., 1984: Conodonts and holothurian sclerites of the Strážov nappe north of Mojtín. Západ. Karpaty, Sér. Paleont., 9, 165 – 192.

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

Péró, C., Velledits, F., Kovács, S. a Blau, J., 2015: The Middle Triassic post-drowning sequence in the Aggtelek Hills (Silica nappe) and its Tethyan context – first description of the Raming Formation from Hungary. Newslett. Stratigr., 48, 1, 1 – 22. https://doi.org/10.1127/nos/2014/0051.

Plašienka, D., Havrila, M., Michalík, J., Putiš, M. a Reháková, D., 1997: Nappe structure of the western part of the Central Carpathians. In: Plašienka, D., Hók, J., Vozár, J. a Elečko, J., (eds.): Alpine evolution of the Western Carpathians and related areas (International conference held on the occasion of Centennial of Dimitrij Andrusov). Bratislava, GS SR.

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

Polák, M. (ed.), Bujnovský, A. (ed.), Kohút, M. (ed.), Pristaš, J., Filo, I., Havrila, M., Vozárová, A., Vozár, J., Kováč, P., Lexa, J., Rakús, M., Malík, P., Liščák, P., Hojstričová, V., Žáková, E., Siráňová, Z., Boorová, D. a Fejdiová, O., 1997: Vysvetlivky ku geologickej mape Veľkej Fatry 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 206 s.

Polák, M. (ed.), Filo, I., Havrila, M., Bezák, V., Kohút, M., Kováč, P., Vozár, J., Mello, J., Maglay, J., Elečko, M., Vozárová, A., Olšavský, M., Siman, P., Buček, S., Siráňová, Z., Hók, J., Rakús, M., Lexa, J., Šimon, L., Pristaš, J., Kubeš, P., Zakovič, M., Liščák, P., Žáková, E., Boorová, D. a Vaněková, H., 2003: Vysvetlivky ku geologickej mape Starohorských vrchov, Čierťaže a severnej časti Zvolenskej kotliny 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 218 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, Ľ., Németh, Z., Malík, P., Liščák, P., Madarás, J., Slavkay, M., Kubeš, P., Kucharič, Ľ., Boorová, D., Zlinská, A., Siráňová, Z. a Žecová, K., 2012:

Vysvetlivky ku geologickej mape regiónu Malé Karpaty 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 287 s.

Puškárová, K., 1977: Konodonty z panvových sedimentov triasu v sv. časti Stážovskej hornatiny. Diplomová práca. Manuskript. Bratislava, archív PriF UK, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (arch. č. 38 567).

Puškárová, K., 1980: Nové stratigrafické poznatky o triase Stážovských vrchov. Rigorózna práca. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

Puškárová, K. a Mock, R., 1983: Loc. 12 – Fačkov. In: Samuel, O. a Gašpariková, V. (eds.), 1993: 18th European colloquy on micropaleontology (excursion guide). Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 1 – 215.

Rakús, M., Miko, O. a Havrila, M., 1984: Tektonická mapa Žiaru (prvý variant) 1 : 100 000. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 33 s.

Rakús, M., 1986: The ammonites of basal Reifling Limestones in Choč nappe of Nízke Tatry Mts. southern slopes. Geol. Zbor. Geol. carpath., 37, 1, 75 – 89.

Salaj, J., Began, A. a Hanáček, J., 1983: Geological structures of Myjavská pahorkatina (upland) and Čachtické Karpaty Mts. In. Samuel, O. a Gašpariková, V. (eds.): 18th European Colloquy on Micropaleontology. Excursion-quide, September 11–12, 1983. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 31 – 45.

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, 9 – 181.

Schlögl, J., Košťák, M., Fuchs, D., Havrila, M., Kolar-Jurkovšek, T., Vörös, A. a Šurka, J., 2022: Rare middle Triassic coleoids from Western Carpathians. Poster for the International Congress Cephalopods Present and Past in the Natural History Museum in London.

Stache, G., 1864: Sedimentärschichten im Inovec-Gebirge. Berichtes über die geologischen Verhältnisse des Inovec-Gebirges in Ungarn in dem Gebiete zwischen Waag und Neutra. Jb. K.-Kön. geol. Reichsanst., 14, 2, Verh. Geol. Reichsanst., Sitzsber. (Wien), 68 – 72.

Stur, D., 1868: Bericht über die geologische Aufnahme im oberen Waag- und Gran-Thale. Jb K.-Kön. geol. Reichsanst., 18, 3, 337 – 426.

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., 1997: Vysvetlivky ku geologickej mape Vtáčnika a Hornonitrianskej kotliny 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra, 282 s.

Teťák, F., Potfaj, M. (eds.), Havrila, M., Filo, I., Pešková, I., Boorová, D., Žecová, K., Laurinc, D., Olšavský, M., Siráňová, Z., Buček, S., Kucharič, Ľ., Gluch, A., Šoltés, S., Pažická, A., Iglárová, Ľ., Liščák, P., Malík, P., Fordinál, K., Vlačiky., M. a Köhler, E., 2015: Vysvetlivky ku geologickej mape Bielych Karpát (južná časť) a Myjavskej pahorkatiny v mierke 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 306 s.

Uhlig, V., 1903: Bau und Bild der Karpathen (745–750). III. Teil von Bau und Bild Österreichs. Wien – Leipzig, 651 – 911.

## Summary

The main subject of the work are the Gader and Ráztoka Limestone of the Middle Triassic age (Upper Pelsonian – Illyrian). They are preserved in the Hronicum tectonic unit. The goal of their research was to contribute to the knowledge of their paleogeographic distribution and to the localization of the source areas of organodetritus, which is a rock-forming part of the Gader Limestone, but also an essential part of the Ráztoka Limestone.

The work summarizes the research history of both investigated limestones. Biostratigraphic data on the occurrence of brachiopods, bivalves, cephalopods, conodonts, holothurians and foraminifera are also summarized, as well as lithostratigraphic data obtained from a research study of 49 localities.

The work contains a paleogeographic scheme of the sedimentation area valid for the Upper Pelsonian to Illyrian. It depicts the space of the Hronicum after the disintegration of the vast continuous-unified Gutenstein Platform. The obtained data on the lithostratigraphic units (Jasenie, Schreyeralm, Gader, Ráztoka and unnamed crinoid limestone emerging together with the Schreyeralm Limestone) from which the biostratigraphic data come were projected into this scheme.

This procedure led to the demonstration that the sedimentation space was divided into a number of parts after the collapse of the Gutenstein Platform. Most of them were decreasing differently synsedimentarily and were pelagized. Submerging parts were the area of sedimentation of the mentioned types of limestone. Non-submerging parts – carbonate platforms were the source of organodetritus for subsiding areas and also the area of sedimentation of the Gader Limestone.

The starting sediments on the subsided and pelagic parts were the Jasenie Limestone, on a smaller area the Schreyeralm Limestone. In the Upper Pelsonian, a all-over change in the character of sedimentation occurred. The sediments of the crinoid horizon (Gader and Ráztoka Limestone), which were the subject of research interest, were deposited in the overburden of the Jasenie Limestone on the submerging parts and in the overburden of the sediments of the carbonate platform on the unsubmerging parts.

Manuskript doručený: 22. 9. 2022
Revidovaná verzia doručená: 5. 12. 2022
Manuskript akceptovaný redakčnou radou: 5. 12. 2022

# Slovenská terminológia travertínov, penovcov a príbuzných terestrických vápencov

## *Slovak terminology of travertines, tufas, and related continental limestones*

Daniel Pivko

[1]Katedra geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava, daniel.pivko@uniba.sk

© Autori 2022. Vydal ŠGÚDŠ. Licencia Creative Commons BY 4.0. (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
https://doi.org/10.56623/gps.138.2

***Abstrakt.*** Práca nadväzuje na súborné články o slovenských travertínoch a penovcoch publikované v angličtine v roku 2021. Publikácia aktualizuje slovenskú terminológiu a dáva ju do súladu s anglickým názvoslovím vychádzajúcim z medzinárodných výskumov. Ako nové sa v slovenskej terminológii definovali geomorfologické pojmy ako travertínový chrbát, spojená travertínová kopa, samorastúci jarok, vysunutý vodopád, zvlnený svah budovaný progradujúcimi lalokmi, terasovaný svah, údolné bariéry pozdĺž toku, svahová akumulácia pod pramennou líniou a machová teraska. Travertínové formy sú tvorené definovanými fáciami: anorganické fácie kryštalických kôr s rozlíšenými typmi kryštálov, lúčovitých dendritov, obalených bublín, karbonátových platničiek a brekcií s rôznou genézou. V rôznych penovcoch a travertínoch sa objavujú organické fácie ako mikrofytové špongie, mikrofytové kôry a mikrofytové kríčky a makrofytové fácie. V jazerách, jazierkach a močiaroch bola definovaná fácia vápnitých bahnovcov a pojmy škvrnitosť (mramorizácia) a pseudomikrokras. Ako prechodná forma medzi travertínom a penovcom bol definovaný travertinizovaný penovec.

***Kľúčové slová:*** geoformy, fácie, pramenné, fluviálne, jazerné a močiarne vápence, slovenčina

***Abstract.*** The paper follows on a review articles on Slovak travertines and tufa published in English in 2021. Geomorphological terms such as ‘fissure ridge’, ‘coalesced mound’, ‘self-buiding channel’, ‘keeled waterfall’, ‘smooth slope’, ‘terrased slope’, ‘dams along stream’, ‘peached springline deposits’, ‘moss pillow’ were defined as new in Slovak terminology. Travertine forms are formed by defined facies: ‘crystalline crusts’ with different crystal types, ‘radiating dendrites’, ‘coated bubbles’, ‘rafts’, and ‘breccias’ of various origin. Biogenic facies such as ‘microphyte mats’, ‘microphyte crusts’, ‘microphyte shrubs’, and ‘macrophyte facies’ appear in various tufas and travertines. In lakes, fens and marshes, the ‘lime-mudstones’ and the terms ‘mottling (marmorisation)’ and ‘pseudomikcokarst’ were defined. ‘Travertinized tufa’ was established as a transitional form between travertine and tufa.

***Key words:*** geoforms, facies, spring, fluvial, lacustrine, palustrine limestones, Slovak language

## 1. Úvod

Slovensko je bohaté na sladkovodné karbonáty, najmä na travertíny a penovce. Podľa práce Kovandu *Kvartérní vápence Československa* (1971) sa travertíny nachádzajú asi na 70 a penovce asi na 400 lokalitách. Mnohé z nich sa používali ako okrasné alebo stavebné kamene, najvýznamnejšie na Slovensku. V minulom roku vyšli dva články o formách, prostredí, veku a fáciách travertínov a penovcov v angličtine (Pivko a Vojtko, 2021; Pivko, 2021), ktoré zohľadnili doterajšie svetové poznatky o tejto problematike, pretože travertíny a penovce sa v posledných 20 rokoch intenzívne študovali na celom svete. Ukladajú sa v mnohých kontinentálnych prostrediach, najmä v blízkosti minerálnych prameňov, vo vodných tokoch, v močiaroch a jazerách.

Travertíny vznikajú odplyňovaním podzemnej vody bohatej na $CO_2$ s vysokým obsahom vápnika. Oxid uhličitý sa stráca z roztoku na rozhraní voda/atmosféra, ak je koncentrácia $CO_2$ v atmosfére nižšia ako vo vodnom roztoku, alebo, čo je najdôležitejšie, v dôsledku vysokej rýchlosti prúdenia, miešania vody, turbulencie alebo vyparovania. Biogénne travertíny a penovce vznikli v dôsledku vyzrážania, zachytávania a naviazania $CaCO_3$ vyvolaného fotosyntézou a slizom (EPS mimobunkovou polymérnou látkou), ktorý produkujú sinice (Pentecost, 2005; Capezzuoli et al., 2014; Shiraishi et al., 2019, 2020).

Prešlo takmer 80 rokov od súbornej práce Ivana (1943) o slovenských travertínoch a 50 rokov od súbornej práce Kovandu (1971) o československých sladkovodných vápencoch. Rozvoj slovenskej geológie bol úzko spätý s českými geológmi, takže mnohé termíny prenikli z prostredia českého jazyka. V súčasnosti chýba publikácia, ktorá by sa zaoberala slovenskou terminológiou sladkovodných vápencov, preto tento článok navrhuje slovenské termíny pre doteraz nepomenované javy alebo spresňuje používané termíny. Pojmy nie sú často jednoduchým prekladom anglickej terminológie, ale prispôsobením sa chápaniu pojmov slovenskými čitateľmi a nadviazaním na tradíciu. Publikácia sa opiera o prehľadové články v angličtine (Pivko a Vojtko, 2021; Pivko, 2021) a všetky citácie obsiahnuté v nich.

## 2. Vývoj terminológie

Klasifikáciu sladkovodných vápencov a vývoj ich názvoslovia podrobne opísal Kovanda (1971). V príbuznom jazyku, v češtine, podrobne definoval mnoho typov terestrických vápencov. Vyčleňuje supraterestricko-subakvatické vápence, medzi nimi: 1. pramenné (fontinálne), 2. vápence tečúcich vôd (fluviálne), 3. vápence stojatých vôd (limnické), delené na: a) *bažinné* (palustrické) a b)

panvové (lakustrické). Práca sa nezaoberá vyčlenenými supraterestricko-subaerickými vápencami, ako sú penovce zo dna skalných previsov, a bradavičnaté sintre, ani subterestrickými vápencami, čiže jaskynnými a pôdnymi. Z práce Kovandu (1971) vyplýva, že najstarším termínom pre sladkovodné vápence bol *tuf* a *tufovec* (vápnitý) (Becher, 1772, 1789), ktorý používali niektorí autori aj v 19. storočí, a najmä v prvej polovici 20. storočia (napr. Andrusov, 1931).

**2.1. Pramenné vápence** (Kovanda, 1971)

Najpoužívanejší termín *travertín* sa odvodzuje od latinského *Lapis tiburtinus*, to znamená kameň z Tivoli, kde sa travertín ťaží od rímskej doby (Ford a Pedley, 1996). Ivan (1943) vo svojom čase v najpodrobnejšom diele o slovenských sladkovodných vápencoch sa domnieval, že termín vznikol odvodením z latinského *transvertere* (či *travertere*), čo znamená obracať, meniť, či *traversino*, t. j. zemný (poľný) pokryv. Termín travertín používal univerzálne aj pre dnes chápané penovce. Kovanda (1971) v definovaní pojmov píše o travertíne v zmysle pramenných vápencov, ale v systematickej časti zaraďuje k travertínom aj pevné penovce a jazerno-močiarne panónske vápence.

Vhodný termín *travertínové kopy* pre typické akumulácie pramenných travertínov na Slovensku zaviedol Petrbok (1926). Ivan (1943) píše o *travertínových kopách* (napr. Sivá Brada, Čerín, Sv. Ondrej ako časť Hôrky pri Poprade) s klenbovou vrstvovitosťou a prameňom na ich vrcholoch, ktoré sú často rozšírené na *jazierka* (kráterový typ). Podobnú terminológiu pre pramenné travertíny zachovali Mišík a Reháková (2009). Prevažne pevný, zreteľne vrstvovitý travertín s jednoduchými pórmi nazval Jäger (1961) ako *pramenit*, ako odporúčal Ložek (Kovanda, 1971). Podľa Kovandu (1971) vrch kopy býva sčerený *mikrokaskádkami* a $CaCO_3$ prirastá rýchlejšie blízko pri *vývere* – pri *pramennom výverisku*. Kovanda (1971) zaradil medzi travertínové kopy aj *bochníkovité elevácie* so strmými svahmi. Niekedy z kôp zostávajú len erózne zvyšky terasovite usporiadaných travertínov (Biely Potok, Hranovnica).

Podľa Kovandu (1971) sa na travertínovej kope nachádza sukcesia litologicky odlíšiteľných usadenín. Popri pevnom *pramenite* je to tzv. *bazálna fácia* tvorená *sladkovodnými slieňmi* a nie príliš čistými *penovcami*. Potom je to *kráterová fácia* (Ložek, 1964), opäť prevažne zo sladkovodných *slieňov*. Horizontálne *pramenity* prechádzajú cez málo pevné *penovcové travertíny* a rozpadavé *travertínové penovce*, cez *penovce piesčité* až do *karbonátových slatín* či *almov*, usadzujúcich sa už v močiarnych lúkach pred úpätím kôp. V spojitosti s pramennými vápencami sa objavujú termíny od Bechera (1772) *vřídlovec*, *hrachovec* a *geyzirit* pre aragonity z Karlových Varov. Levická odroda travertínu sa nazýva *zlatý ónyx* či *ónyxový mramor* (napr. Jahn, 193lb; Ivan, 1952).

V geochemickej práci o slovenských travertínoch Zýka a Vtělenský (1960) vyčlenili 15 textúr a štruktúr travertínov, ale bez analyzovanej genézy. Celistvá textúra môže mať podľa autorov útržkovitú, sperenú, vláknitú, ľadvinovitú, sférolitickú, zrnitú a celistvú štruktúru a zmiešané štruktúry. Vyčleňujú aj rôzne dutinkaté textúry. Buday (1967) v *Regionálnej geológii ČSSR* spomína len *travertíny* a *travertínové kopy*. *Anglicko-český geologický slovník* (Zeman a Beneš, 1985) prekladá *travertine curtain or travertine drape* ako *sintrová záclona*, *travertine dam* ako *sintrová hrádzka*, *tufa* ako *gejsirit*, *travertín* alebo *penovec*.

**2.2. Vápence tečúcich vôd** (Kovanda, 1971)

Súhrnne sa označujú podľa Ložka (1963) ako *pěnovce*. Podľa Kovandu (1971) je okrem genézy ich spoločným znakom buď nesúdržnosť, alebo malá pevnosť, spojená s vysokou porozitou. Penovce sa vyzrážajú prevažne z netemperovaných vôd, presakovaním obohatených o $Ca(HCO_3)_2$. Najtypickejšou formou tvorby penovcov sú *kaskády (stupne*), ktoré sú *údolné* a *svahové*. V údoliach sa označujú aj ako *nepravé terasy*. Ložiská penovcov môžu byť jednokaskádové alebo viackaskádové a delia sa na (Kovanda, 1971):

a) piesčité penovce – voľné inkrustácie,
b) štruktúrne penovce:
b1) drobnoúlomkovité – charové – piesky, ostricové piesky, trstinové piesky atď.,
b2) voľné riasové hľuzy,
b3) šošovkovité, doskovité a lavicovité, súdržné až polopevné porézne penovce – riasové, charové, machové, pečeňovkové, stielkové, trávové, listové, drievkové atď.

Každá kaskáda má svoje *čelo*, cez ktoré stále preteká voda a ktoré smerom nahor narastá. Za (nad) ním sa postupne vytvára *panva*. Čelo kaskády tvoria prevažne riasové, machové a trávové *štruktúrne penovce*, zatiaľ čo nad ním sa ukladajú *piesčité penovce* alebo tu dochádza k jazerno-močiarnej sedimentácii. *Kaskády* na príkrych *svahoch* sú v pozdĺžnom priebehu dosť homogénne, nie je tu taký rozdiel medzi čelom kaskády a uloženinou nad ním.

Kovanda (1971) ponúka aj prehľad starších názvov. Vodák (1913) píše o *pěnitci vápenatém*, Kučera (1928) a Jahn (1931a, b) spomínajú *pěnitec* ako označenie typov vápnitých sedimentov odlišných od travertínov. Termín *pěnovce* spresnil Ložek (1963). Delí ich na penovce *strukturní a písčité*, a tie zase ďalej na *listové, stélkové, rákosové, ostřicové* a *parožnatkové (charové)*. Z ľudových názvov pre penovce Ložek (1963) uvádza slovenský termín *ľahký kameň.* Lokalita s takýmto názvom je pri Dobrej Vode. Z okolia Súľova uvádza Kovanda (1971) názov *kúchový kameň*. Z češtiny *kuchat* je pitvať (Michalus, 1970) a *kúch* je v nárečiach na východnom Slovensku kysnutý koláč (Ripka et al., 2006). Používal sa aj termín *vápnitý (vápenný, vápencový) sintr* (Vodák, 1913; Němejc, 1927; 1947; Hejtman, 1953).

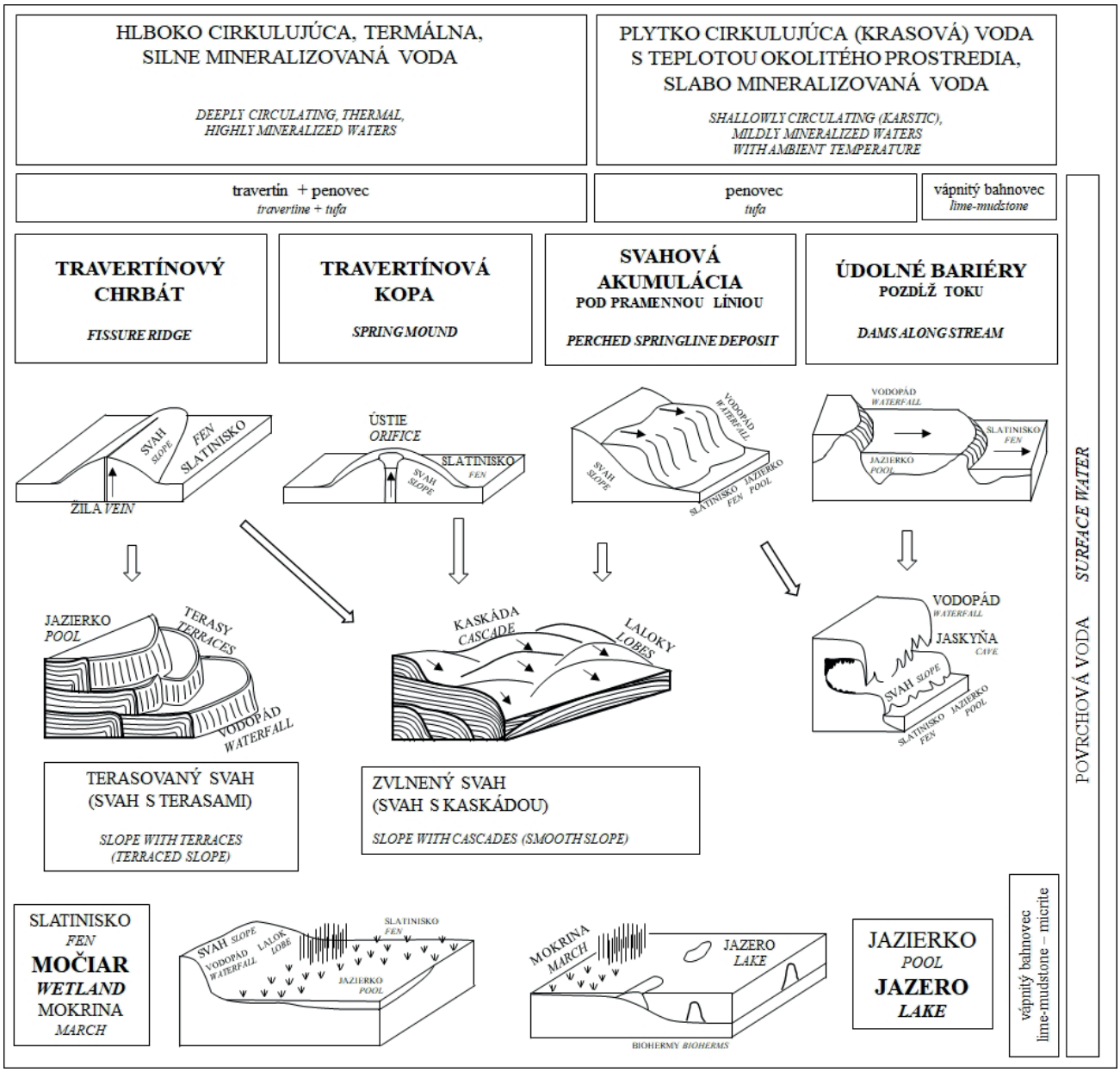
Ivan (1943) považoval za travertíny aj sedimenty inkrustujúce machy a pečeňovky z menších prameňov. Ako *terasový travertín* označil sediment vzniknutý na zlomoch (napr. Bešeňová, Bojnice, Biely Potok, Ratnovce), čo prebrali aj Mišík a Reháková (2009). Sediment uložený pozdĺž potokov, najviac na kaskádach, nazval Ivan (1943) *údolný travertín* (napr. Starohorský potok,

Striebornica pri Moravanoch), podobne aj Mišík a Reháková (2009). Poslední spomenutí autori sa v celej kapitole venujú sladkovodným vápencom, v ktorých spomínajú aj výskyt *onkoidov*, *pizoidov*, *pórov vysychania* a *kalcitových žiliek*. Tvrdia, že travertíny vznikajú diagenézou z penovcov. Travertíny dvoch typov rozlišuje vo svojej knihe Čabalová (2013), tie vzniknuté z minerálnych prameňov na zlomových líniách aj pochádzajúce z krasových či normálnych prameňov vo vápnitých horninách.

**2.3. Vápence stojatých vôd** (Kovanda, 1971)

Vznikajú v plytkých *mlákach* ako tenké súbory vrstiev v súvrstviach iných vápnitých sérií, rovnako ako v rozmerných a hlbokých *panvách* s rozlohou desiatok hektárov a hrúbkou aj vyše 10 m. Sedimenty sú spravidla nepevné, s organickými prímesami a podielom alochtónnych pelitov (Kovanda, 1971).

V staršej literatúre sa používali termíny *křídově bílá hlína, bílá hlína* (Petrbok, 1916, 1919), *luční vápno* či *luční vápenec*, označujúce jazerné kriedy, almy či penovce (napr. Petrbok, 1916). Bežný termín pre sladkovodnú kriedu bol názov *luční křída*, odvodený zo skutočnosti, že na väčšine výskytov sú lúky (Laube, 1899; Petrbok, 1919; Kukal, 1964). Výstižnejší názov *sladkovodní* či *jezerní křída* a *jezerní slíň* používal až Ložek (od r. 1951) a Kovanda (od r. 1956). *Diageneticky spevnené jazerné kriedy* od Vrútok opisuje Andrusov (1954). Názvy *vápnité* či *karbonátové slatiny* najčastejšie používal Ložek (napr. od r. 1951). Termín *alm* prvýkrát spomínal Wasmund (1930), neskôr aj Jäger (1961) a Kukal (1964).




**Obr. 1.** Schéma foriem a prostredia sladkovodných vápencov na Slovensku (Pivko, 2021).
**Fig. 1.** Diagram of forms and environments relating to fresh-water limestones in Slovakia.

### 2.3.1. *Močiarne (bažinné) vápence* (Kovanda, 1971)

a) *Alm* (z lat. *alba terra*) – názov navrhol Jäger (1961) pre sedimenty vznikajúce v trvalo zamokrených miestach, odkiaľ voda takmer neodteká, ale kde nevytvára hlbšie nádrže.

b) *Karbonátové slatiny* – zmiešaný, organogénno-organodetritický sediment. Často obsahujú *almy*, *piesčité penovce* a *hrubé inkrustácie*.

### 2.3.2. *Panvové vápence* (Kovanda, 1971)

a) *Sladkovodné sliene* – vznikli vyzrážaním a uložením jemných vápnito-ílovitých súčiastok z vody na dne paniev.

b) *Sladkovodné kriedy* a *parožnatkové (charové) piesky* – najtypickejší zástupcovia panvových karbonátov. Bývajú najčistejšími formami vápencov, preto sú často čisto biele, v celej hrúbke takmer homogénne.

c) *Vápnité gyttji* a *mudy* – vznikajú v extrémne vápnitých nádržiach bohatých na živiny. Málo rozložená organická substancia v nich tvorí podstatnú súčasť uloženiny.

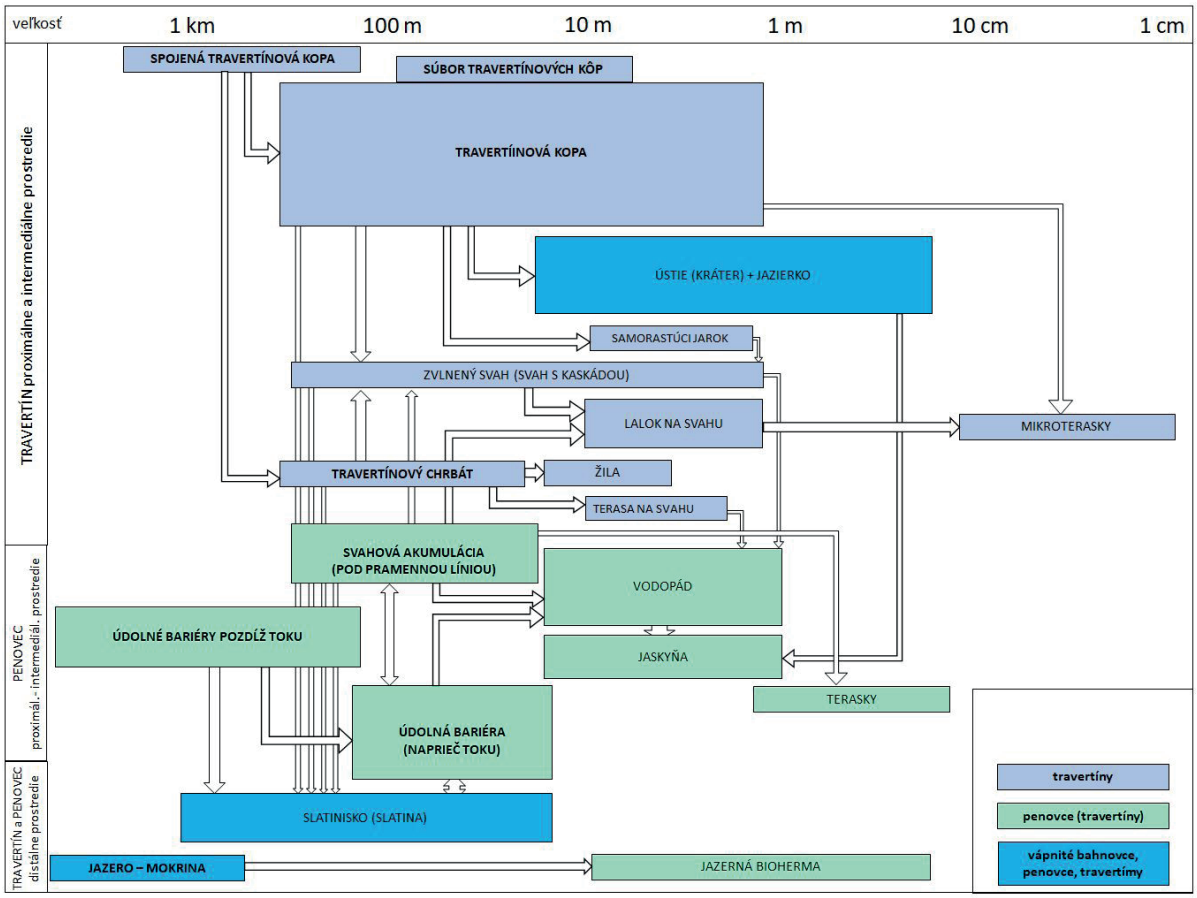
Zvláštnu skupinu panvových vápnitých uloženín tvoria aj organické *lumachely* zo schránok mäkkýšov.

## 3. Terminológia sladkovodných vápencov

Nasledujúci text sa zameriava na vzťahy foriem a ich jednotlivých fácií. Obrázky sú zostavené podľa logiky zoskupenia zvlášť blízkych foriem a zvlášť blízkych fácií. Na obr. 1 a 2 je grafická schéma foriem a prostredia sladkovodných vápencov na Slovensku a ich hierarchie a veľkosti. Opisy genézy sa opierajú o články Pivka a Vojtka (2021) a Pivka (2021) a citácie v nich obsiahnuté, najmä Pentecost (2005), Capezzuoli et al. (2014) a Gandin a Capezzuoli (2014). Kurzívou sú zvýraznené slovenské termíny.

### 3.1. Pramenné a riečne sladkovodné vápence

Najskôr treba definovať 2 základné typy vápencov: travertíny a penovce. Vychádza sa z tabuľky porovnania travertínov a penovcov uverejnenej v práci Capezzuoliho et al. (2014), ktorej údaje boli zjednodušené a mierne upravené pre slovenské travertíny a penovce.



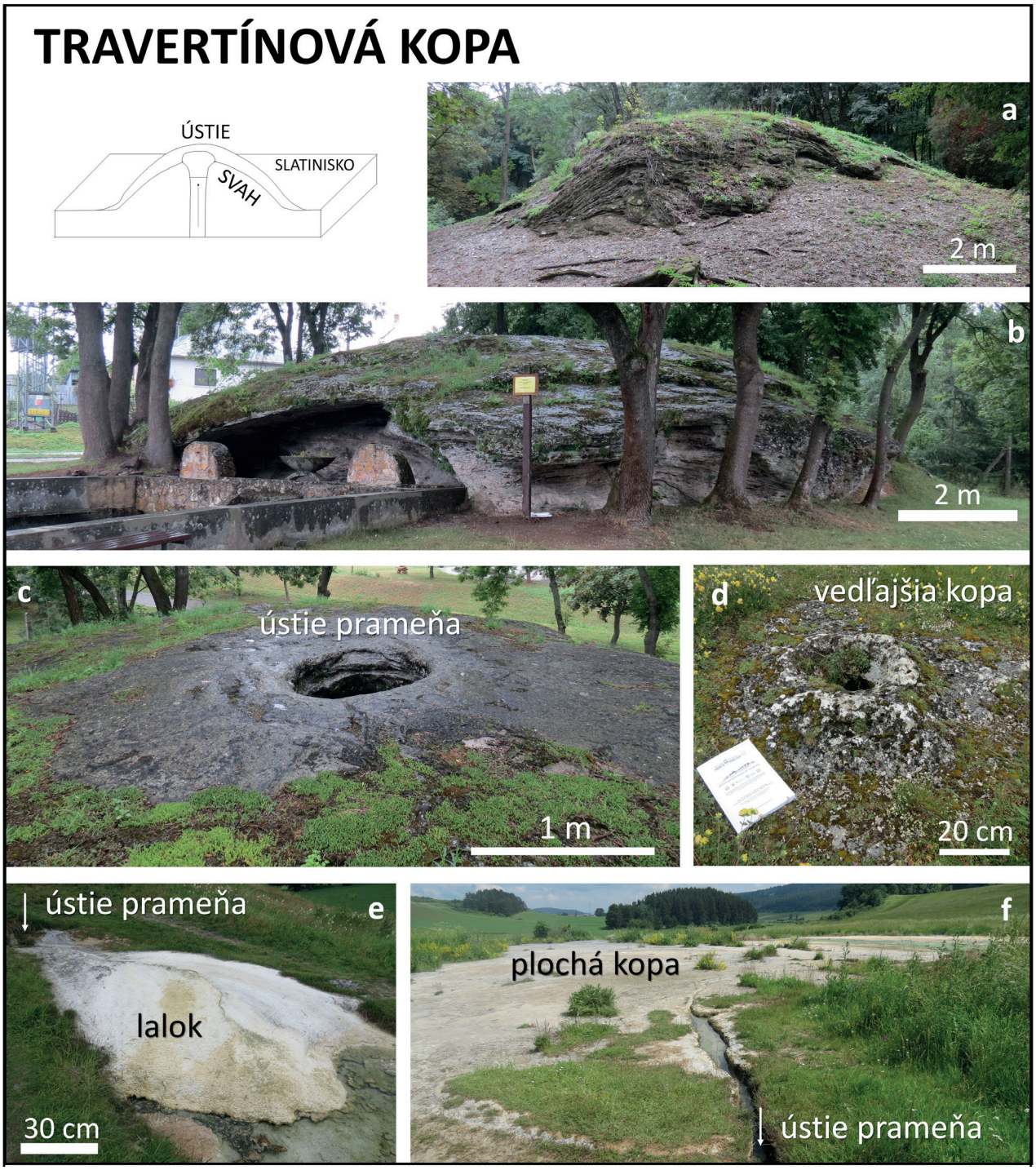

**Obr. 2.** Hierarchia sladkovodných vápencov (Pivko a Vojtko, 2021). Výška obdĺžnikov vyjadruje počet foriem na Slovensku. Keď šípka smeruje z väčšej formy na menšiu, to znamená, že je súčasťou väčšej. Šípky medzi formami podobnej mierky ukazujú, že môžu byť priľahlé, s postupným prechodom. Hlavné formy sú označené tučnými písmenami, zatiaľ čo ich podprostredia sú napísané normálnymi písmenami. Terminológia v prvom stĺpci je podľa Capezzuoliho et al. (2014).

**Fig. 2.** Hierarchy of freshwater limestone forms. Boxes height express the numbers of examined forms in Slovakia. When an arrow extends from a larger form to a smaller one, it means that it is part of a larger one. The arrows between forms of a similar scale point to they can be adjacent with gradual transition. The major forms are indicated with bold letters, while their sub-environments are written with normal letters. Terminology in the first column is according to Capezzuoli et al. (2014).




**Obr. 3.** Travertínový chrbát a žily: a – Sobotisko, b – Vyšný Sliač, c – Levice-Vápnik, d – aktívny kameňolom na okraji Dreveníka, e – Dudince-Porošin.

**Fig. 3.** Fissure ridge and veins: a – Sobotisko, b – Vyšný Sliač, c – Levice-Vápnik, d – active quarry of Dreveník, e – Dudince-Porošin.

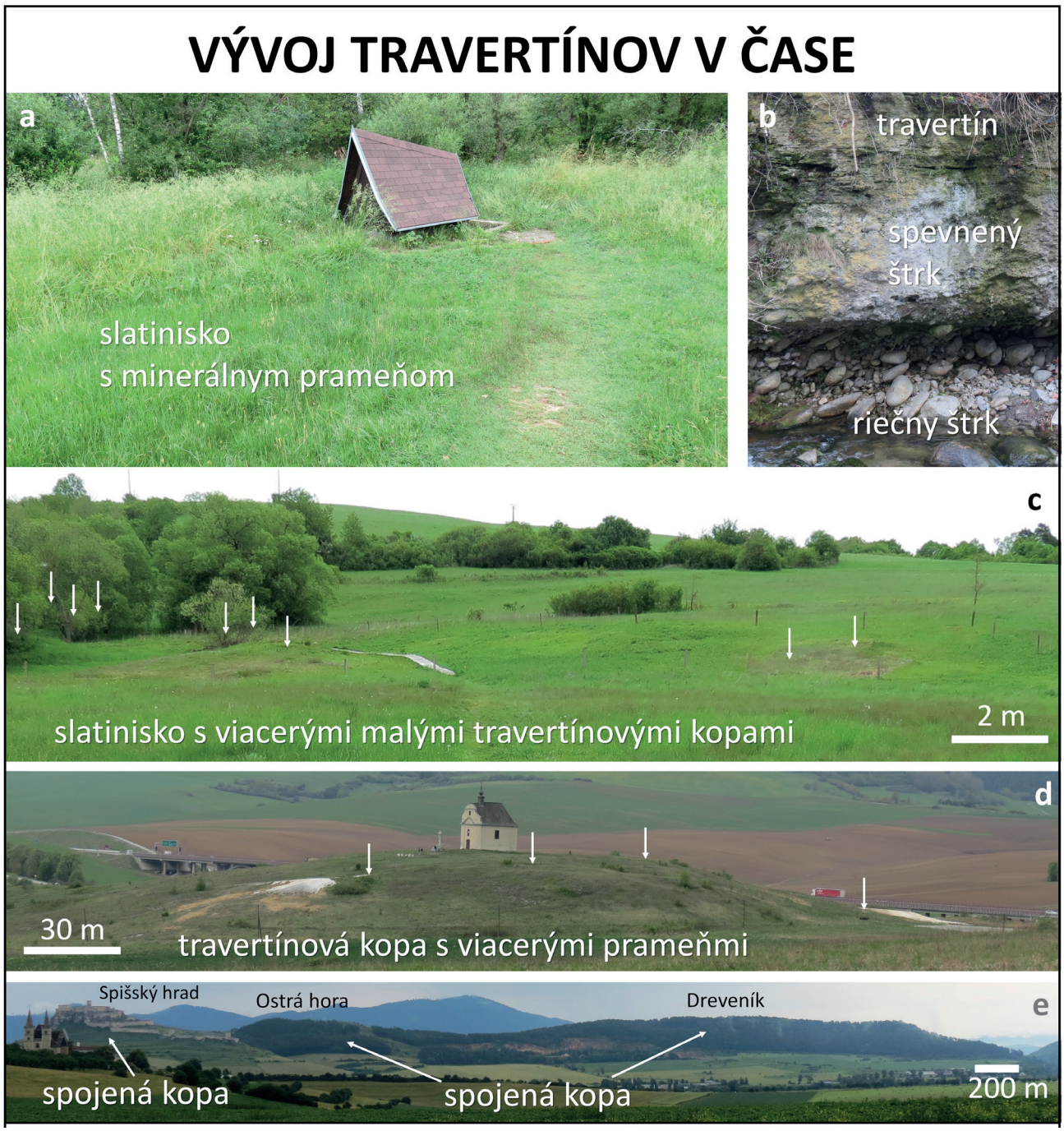



**Obr. 4.** Travertínová kopa, ústie a vedľajšia kopa: a – Dudince, b, c – Santovka, d, e – Sivá Brada, f – Hozelec-Gánovské lúky.
**Fig. 4.** Spring mound, orifice, parasitic mound: a – Dudince, b, c – Santovka, d, e – Sivá Brada, f – Hozelec-Gánovské lúky.

*Travertíny* (obr. 3 – 8) vznikajú v blízkosti prameňov s hlboko cirkulujúcou vodou stúpajúcou pozdĺž zlomov (Capezzuoli et al., 2014; Gandin a Capezzuoli, 2008). Ide o vodu so zvýšenou teplotou oproti priemernej ročnej teplote danej lokality, zvyčajne termálnu vodu s teplotou vyššou ako 20 °C. Voda máva veľmi vysoký obsah $HCO_3^-$ (> 7 mmol . $l^{-1}$). Travertíny sa vyznačujú vysokou rýchlosťou usadzovania, pravidelnou vrstvovitosťou, nízkou pórovitosťou (< 30 %), anorganickou kryštalickou (obr. 13 – 16) a organickou mikrobiálnou stavbou (obr. 18 – 20).

*Penovce* (obr. 9 – 11) vznikajú typicky z podzemnej vody s plytkou cirkuláciou, s teplotou okolitého prostredia (priemerná ročná teplota) a so zvýšeným obsahom $HCO_3$ (< 6 mmol . $l^{-1}$), ktorá je často krasovou vodou (Gandin a Capezzuoli, 2008; Capezzuoli et al., 2014). Vyznačujú sa relatívne nízkou rýchlosťou usadzovania, vytvárajú vysoko porézne telesá (> 40 %) s nevýraznou vrstvovitosťou a obsahujú hojné zvyšky mikroskopických a makroskopických rastlín (mikrofyty a makrofyty, obr. 18 – 22).

Penovce môžu tvoriť distálne pokračovanie travertínov, kde je vo vode už nízka koncentrácia iónov. V literatúre im




**Obr. 5.** Vývoj travertínov v čase: a – Baldovce, b – Liptovský Ján, c – Čerín-Mitické travertíny, d – Sivá Brada, e – Spišský hrad a Dreveník.

**Fig. 5.** Travertine evolution in time: a – Baldovce, b – Liptovský Ján, c – Čerín-Mitické travertíny, d – Sivá Brada, e – Spišský hrad and Dreveník.

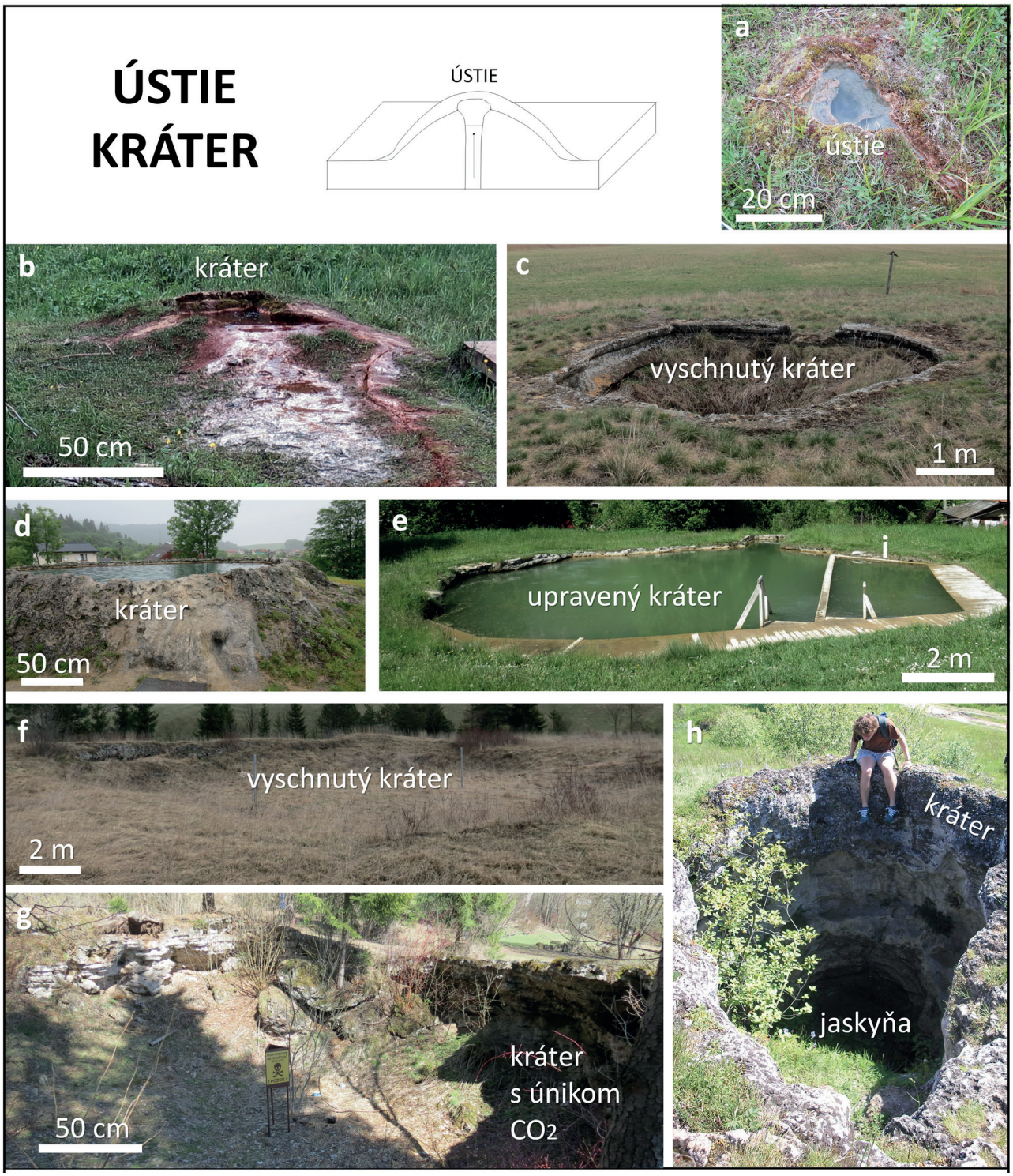
navrhli názov *travitufa* (travipenovce) (Capezzuoli et al., 2014), ktorý sa však neujal. Na Slovensku máme viacero lokalít svahových akumulácií (Bojnice, Biely Potok, Hranovnica, Hradište pod Vrátnom), ktorých vápence sú väčšinou slabo vrstvovité až nevrstvovité, čo by ich zaraďovalo k penovcom. Sú však málo porézne, póry boli takmer vyplnené a tým sa podobajú na silne kompaktné travertíny. Využívali sa aj na dekoračné účely. Odborná i laická verejnosť včítane Kovandu (1971) ich považuje za travertíny. Navrhujeme názov *travertinizované (travertínové) penovce*. Jäger (1961) charakterizuje *travertinizáciu* ako spevňovanie sedimentu epigenetickým vylučovaním nového $CaCO_3$ v dutinách a póroch a tiež postupným prekryštalizovaním celého ložiska, ktoré má za následok vznik málo pórovitých, celistvých a pevných travertínov.

### *3.1.1. Travertíny*

Minerálna voda vystupuje z hĺbky pod tlakom pozdĺž trhlín a zlomov a uhličitan vápenatý sa vyzráža v podobe travertínových akumulácií. Ak vode nič nebráni v pohybe, vyteká na povrch cez štrbinové ústie, aké v súčasnosti na Slovensku nepozorujeme. Máme fosílne príklady, keď sa

zachovali kolmé *prívodné trhliny* vyplnené *žilami* (obr. 3c, d) viditeľnými v bočnom reze v kameňolomoch (Levice-Vápnik, Levice-Zlatý ónyx, Sobotisko, Dreveník) s fáciou *pruhovaných (páskovaných) palisádových kryštálov* alebo *pruhovaných kryštálov s protichodnými vejármi* (obr. 13a – f). Zriedkavo sa zachovali subvertikálne *vedľajšie* (bočné) *žilky* (Dreveník, obr. 3d) alebo subhorizontálne *paralelné žilky* (Dudince-Porošin, obr. 3e). Prívodný kanál vody vo forme trhliny sa často blízko povrchu upcháva, takže plošný tok vody sa mení na lineárny vertikálny komín. Voda môže prenikať na povrch *ústím* (obr. 4c a 6), ktoré sa po zlome časom posúva (Vyšný Sliač, kóta 588 m n. m., obr. 3b). Opísané travertínové akumulácie s výsledným oválnym tvarom môžeme nazvať *travertínové chrbty* (Sobotisko, Vyšný Sliač, Levice-Vápnik, obr. 3a, b).

Vo väčšine prípadov dochádza k upchatiu prívodnej trhliny vo väčšej hĺbke, takže vzniká *vertikálny komín (kanál),* ktorý sa časom stáva centrom *travertínovej kopy* s približne

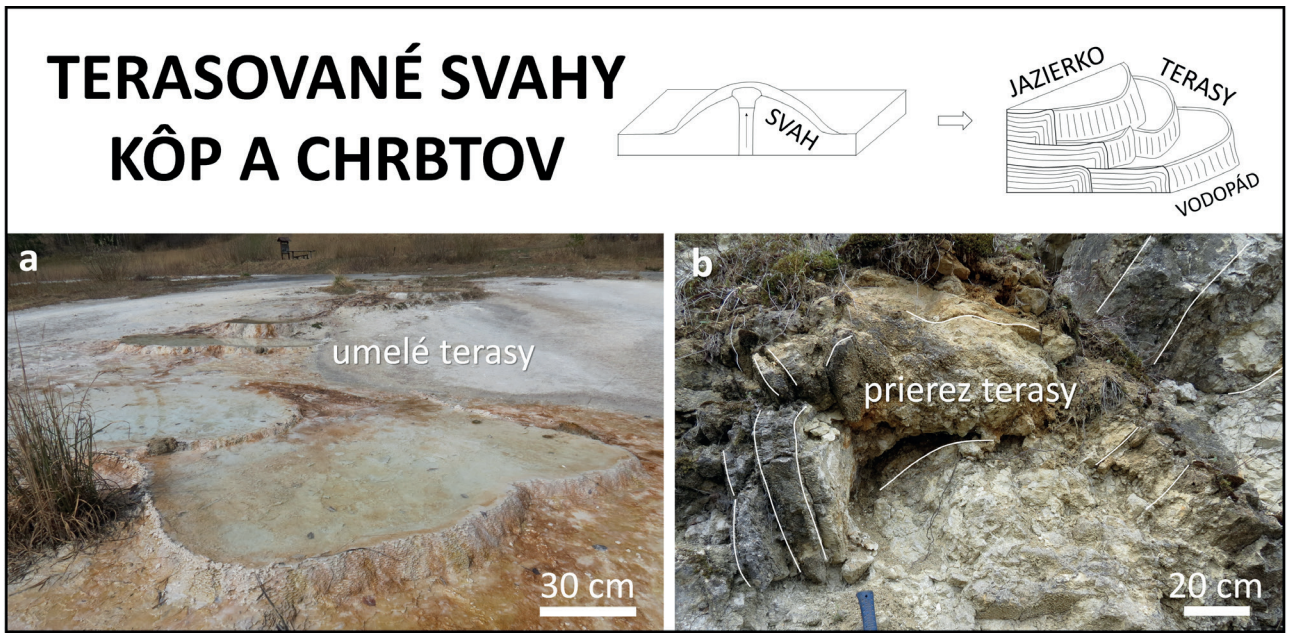



**Obr. 6.** Travertínové ústie – kráter: a, b – Čerín-Mitické travertíny, c – Santovka, d, g – Vyšné Ružbachy, e – Rojkov, f, h – Vyšný Sliač.
**Fig. 6.** Travertine orifice – crater: a, b – Čerín-Mitické travertíny, c – Santovka, d, g – Vyšné Ružbachy, e – Rojkov, f, h – Vyšný Sliač.

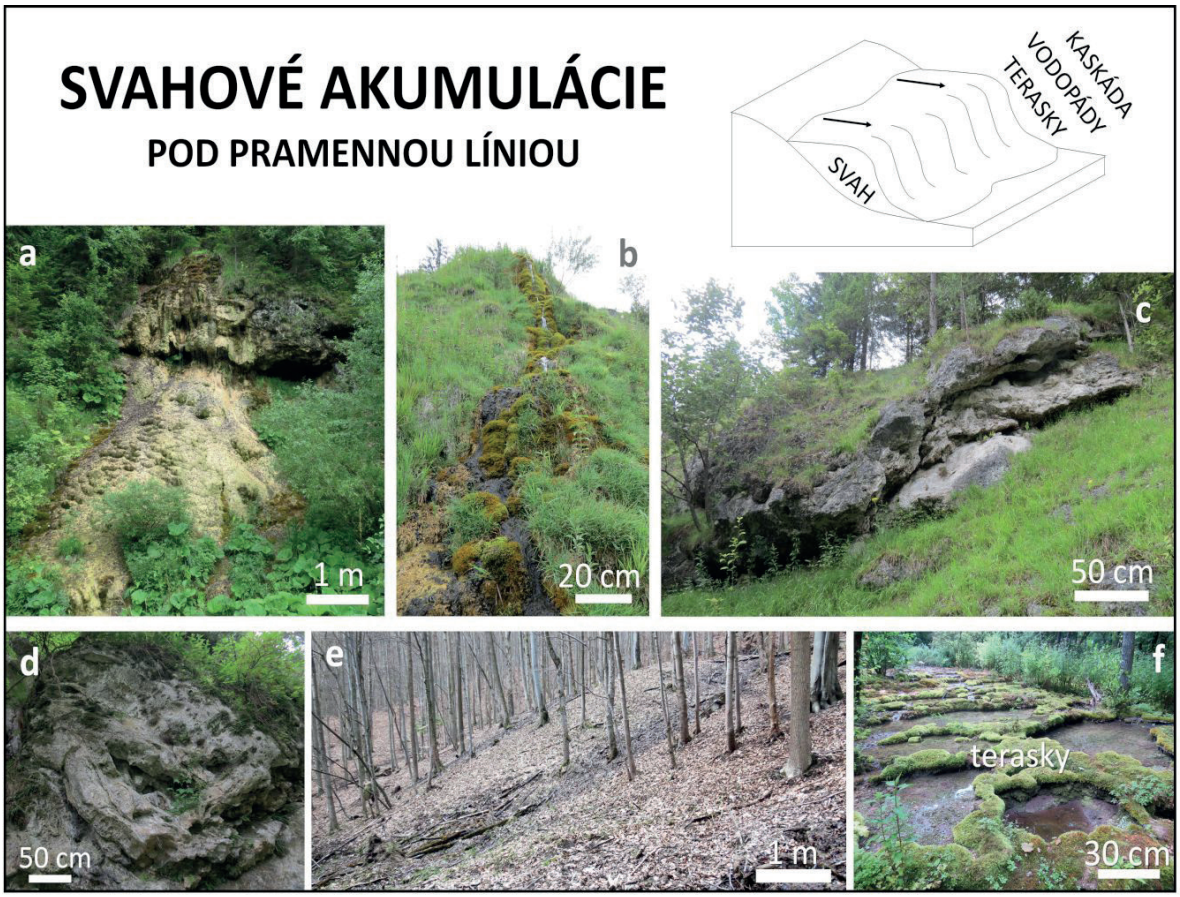



**Obr. 7.** Zvlnené svahy travertínových kôp a chrbtov: a, b, j – Bešeňová, c, h, i – Dreveník, d – Vyšný Sliač, e – Sklené Teplice, f, g, k – Sivá Brada, l – Hozelec-Gánovské lúky.

**Fig. 7.** Smooth slopes of travertine mounds and fissure ridges: a, b, j – Bešeňová, c, h, i – Dreveník, d – Vyšný Sliač, e – Sklené Teplice, f, g, k – Sivá Brada, l – Hozelec-Gánovské lúky.




**Obr. 8.** Terasované svahy travertínových kôp a chrbtov: a – Stankovany-Močiar, b – Levice-Vápnik.
**Fig. 8.** Terraced slopes of travertine mounds and fissure ridges: a – Stankovany-Močiar, b – Levice-Vápnik.




**Obr. 9.** Svahová akumulácia pod pramennou líniou: a – Tajov, b – d – Biely Potok-Bukovina, e – Uľanka-Pod košiarom, f – Krásnohorská Dlhá Lúka.
**Fig. 9.** Perched springline deposit: a – Tajov, b – d – Biely Potok-Bukovina, e – Uľanka-Pod košiarom, f – Krásnohorská Dlhá Lúka.

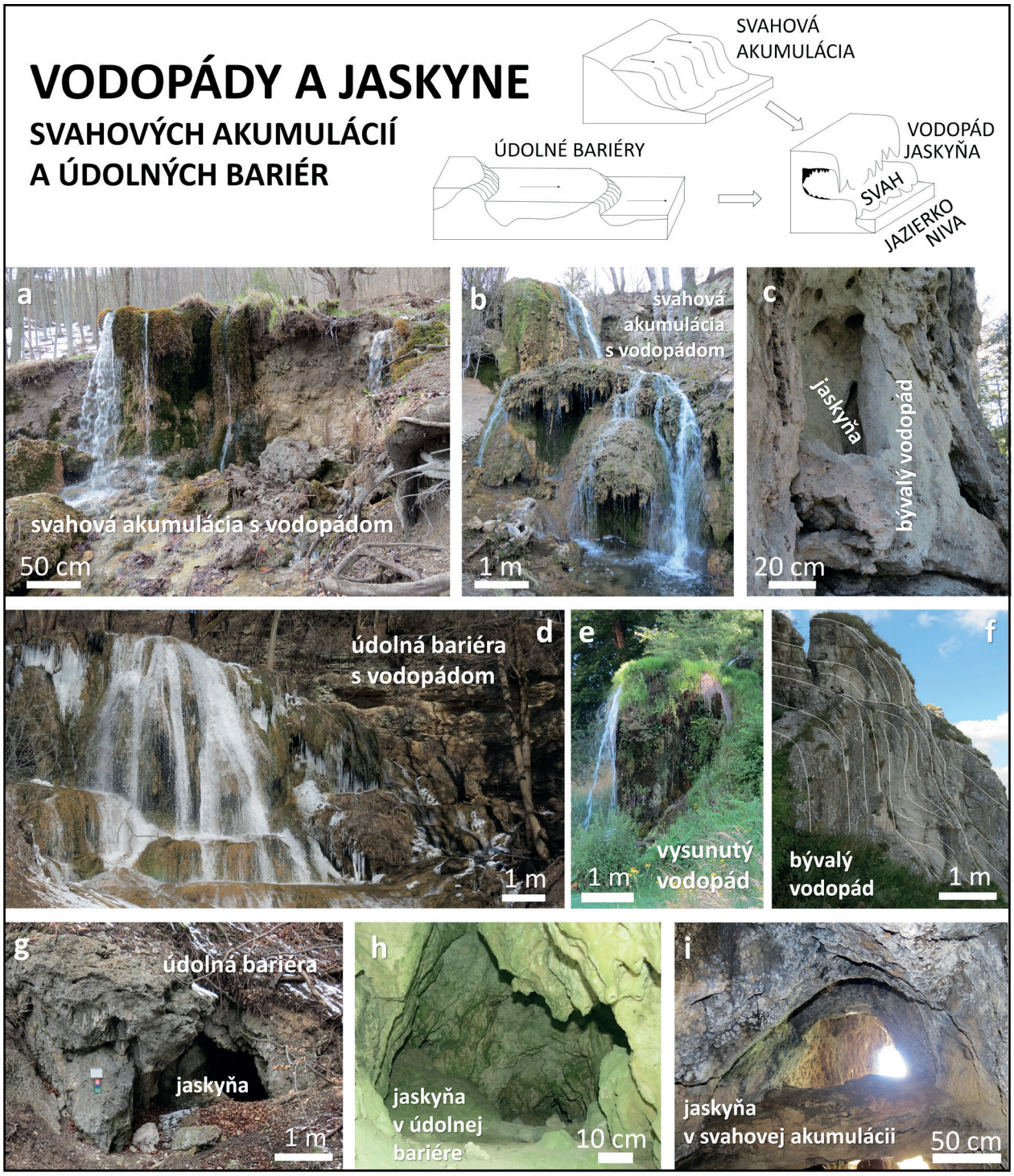
kruhovým tvarom (obr. 4a – c). Pri väčších dlhotrvajúcich kopách sa môže komín po čase upchať a voda si prerazí cestu na svahu kopy, kde sa podľa šikmosti svahu vytvorí *bočná (vedľajšia, parazitická) kopa* (obr. 4d) či skôr *polkopa* (Sivá Brada – časť okolo vrtu) alebo *lalok* jazykového tvaru s vypuklým povrchom (Sivá Brada – časť pod kaplnkou, obr. 4e). Pod vrtmi s aktívnym výverom mineralizovanej vody sa sformovali asymetrické *kopy* či *laloky plochého tvaru* (Gánovské lúky, Stankovany-Močiar, obr. 4f) alebo výrazné *laloky* (Dudince, Santovka). Ako pôvodné kopy (laloky) plochého tvaru sa javia ich torzá v Ludrovej a v Kúpeľoch Lúčky. Môžu to byť aj travertínovo-penovcové typy neskôr opísaných penovcových priehrad na dnách dolín.

Väčšina prameňov vyteká v dolinách, lebo tade vedie väčšina zlomov. Keď sa v doline s nevýrazným tokom vytvorí minerálny prameň, zo začiatku okolo neho vznikne mokrá lúka, močiar s močiarnymi sedimentmi (Baldovce, obr. 5a). Po čase sa vyzdvihne malá travertínová kopa alebo *súbor travertínových kôp* (Čerín-Mičiná, obr. 5c). Po dlhšom čase môžu zrásť do väčšej kopy (Sivá Brada, obr. 5d) alebo obrovskej *spojenej travertínovej kopy* homoľového tvaru (Spišský hrad, obr. 5e), ale môže mať aj tvar plošiny, ktorá spojila rôzne *travertínové kopy* a *chrbty* (Dreveník, obr. 5e). V doline s výrazným tokom vápnitý sediment na začiatku tmelí riečne štrky a potom sa vytvára travertínová kopa erodovaná tokom pri povodni (Liptovský Ján, obr. 5b).




**Obr. 10.** Údolné bariéry pozdĺž toku: a – Háj, b, g – Krivoklát, c – Staré Hory-Košiarske, d – Uľanka, e – Nová Lehota-Zváracá, f – Dolný Jelenec.

**Fig. 10.** Dams along stream: a – Háj, b, g – Krivoklát, c – Staré Hory-Košiarske, d – Uľanka, e – Nová Lehota-Zváracá, f – Dolný Jelenec.




**Obr. 11.** Vodopády a jaskyne v svahových akumuláciách a údolných bariérach: a – Moštenica, b – Hrhov, c – Hranovnica-Hincava, d –Kúpele Lúčky, e – Vyhne, f – Spišský hrad, g – Dolný Jelenec, h – Háj, i – Bojnice.

**Fig. 11.** Waterfalls and caves in perched springline deposit and dams along stream: a – Moštenica, b – Hrhov, c – Hranovnica-Hincava, d – Kúpele Lúčky, e – Vyhne, f – Spišský hrad, g – Dolný Jelenec, h – Háj, i – Bojnice.

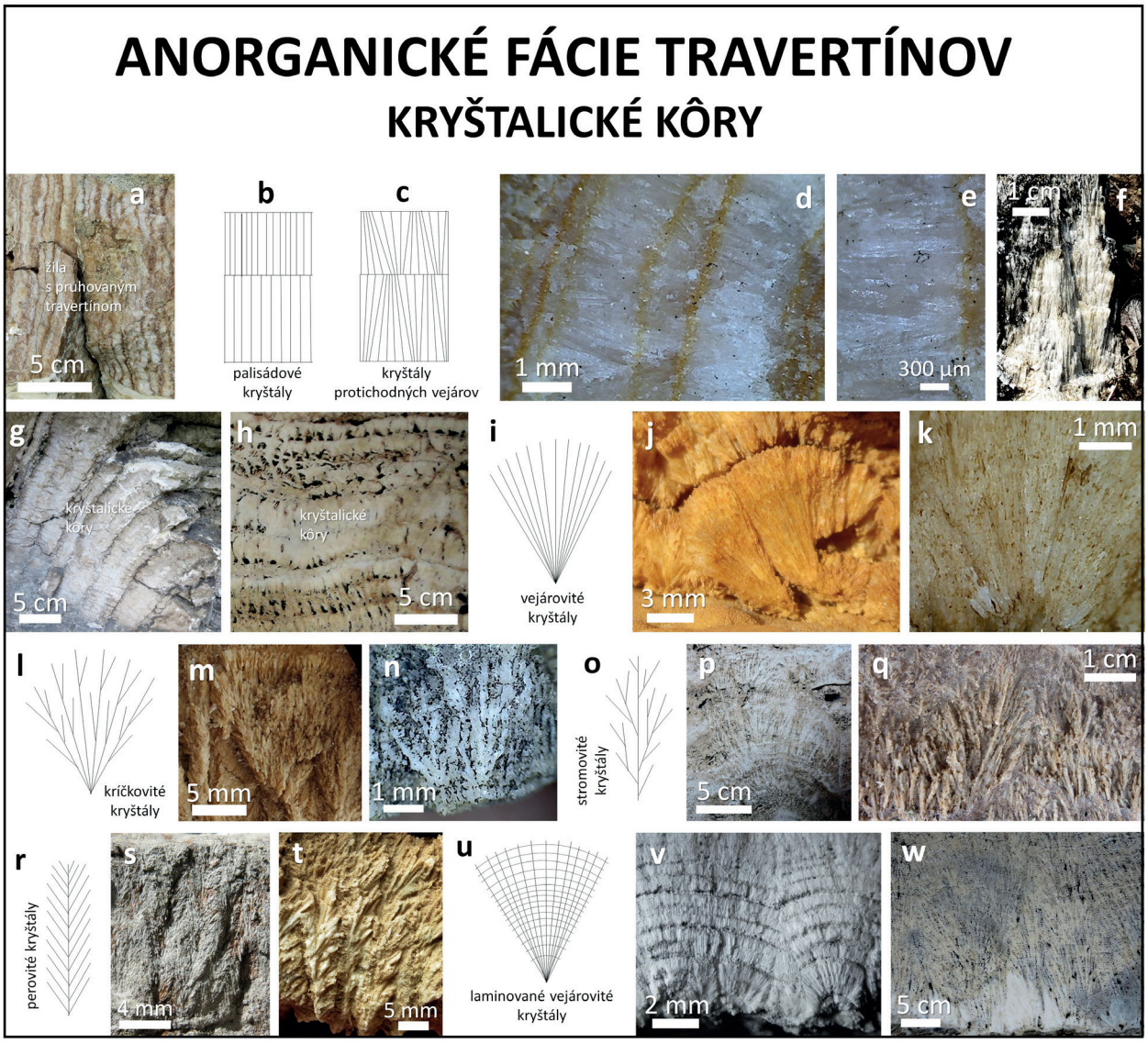
Okolo minerálnych, často temperovaných prameňov sa vyzráža sediment v blízkej vzdialenosti od prameňa od niekoľko centimetrov až po desiatky metrov. Okolo neho sa vytvára postupne narastajúci kruhovitý val meniaci sa až na *travertínovú kopu* s *ústím* v strede, ktoré má priemer od niekoľko centimetrov (Čerín, obr. 6a, b) až do zhruba 20 m vo forme tvaru *krátera* (Vyšné Ružbachy, Zvolen-Borová hora, obr. 6d, f). Mnohé krátery na Slovensku sa upravovali alebo upravujú pre potreby kúpania (napr. Rojkov, Dudince, obr. 6e). Staršie krátery môžu vyschnúť (Vyšný Sliač, obr. 6f, g) a z niektorých uniká $CO_2$ (Vyšné Ružbachy, obr. 6g), v niektorých je vytvorená jaskyňa (Bojnice, Vyšný Sliač, obr. 6h).

V *kráterových jazierkach* (Gánovce, Vyšné Ružbachy) alebo v jazierkach pri bočnom výtoku (Bešeňová, Sivá Brada, obr. 18) sa vytvárajú rôzne fácie. Z priameho vyzrážania (vypadávania) mikroskopických kryštálikov karbonátu z vodného stĺpca (obr. 17a) vzniká na dne *vápnité*




**Obr. 12.** Slatinisko – jazierko a mokrina – jazero: a – Vyšný Sliač, b – Sivá Brada, c – Hôrka pri Poprade, d – Sádok, e – Veľký Klíž.
**Fig. 12.** Fen – pool and marsh – lake: a – Vyšný Sliač, b – Sivá Brada, c – Hôrka pri Poprade, d – Sádok, e – Veľký Klíž.

*bahno* (obr. 17b), časom sa meniace na *vápnitý bahnovec* (obr. 17c), zriedkavo tu vznikajú kryštalické kôry. Činnosťou kolónií vláknitých siníc a rias sa tvorí *biofilm* v podobe *mikrofytovej špongie* (ľudovo žaburina, obr. 18l, m, n, r), ktorá pláva na hladine, nadnášaná uväznenými bublinkami plynu v spleti vlákien a slizu, alebo sa biofilm vytvára na dne aj v podobe *stromatolitov* (obr. 19i – l). Pri slabom prúdení v nádrži vznikajú kríčkovité útvary pripomínajúce rastliny (dendrolity, obr. 18a, 20). Sú to však zložité systémy mikrofytov a slizu, ktorých rast nie je riadený geneticky DNA, ale pravdepodobne ovplyvňovaný fyzikálne (Stankovany-Močiar, Vyšné Ružbachy). Kríčkovité útvary sú v slovenských travertínoch zriedkavé, ale hojné sú v rímskych travertínoch (Tivoli). Mikrofytové špongie a kríčky viažu v slize kryštáliky kalcitu, ktoré postupným rastom obalia organickú štruktúru (obr. 18f – h). V *jazierkach* sa v menšej miere tvoria *travertíny z obalených zŕn* (obr. 14d, e) a *obalených bubliniek* (obr. 15). Dajú sa pozorovať i porasty *chár* (obr. 21a – e). V sedimente jazierok býva prímes schránok *ulitníkov* (obr. 22m, n) a zriedkavo kostí stavovcov.




**Obr. 13.** Anorganické fácie travertínov – kryštalické kôry: a, d, e, h, n – Levice-Vápnik, f – Dudince-Porošin, g – Spišský hrad, j, k, m, t – Levice-lom Zlatý ónyx, p, q, w – spišský travertín, v – Ostrá hora pri Spišskom Podhradí.

**Fig. 13.** Travertine abiotic facies – crystalline crusts: a, d, e, h, n – Levice-Vápnik, f – Dudince-Porošin, g – Spišský hrad, j, k, m, t – Levice-Zlatý ónyx quarry, p, q, w – Spiš travertine, v – Ostrá hora pri Spišskom Podhradí.

*Svahy* travertínových kôp alebo chrbtov bývajú často *zvlnené* (obr. 7a, b) do formy viac alebo menej zreteľnej *kaskády* s vypuklými (konvexnými) povrchmi (Bešeňová). Jednotlivé *laloky* kaskády vznikli progradáciou aktívnych *lalokov* po svahu (obr. 7a – c). V rezoch na platniach travertínu vidno *uhlové diskordancie* (obr. 7c). Veľké laloky kupolovitého tvaru sa dajú pozorovať pod hranou dnes neaktívneho krátera (Vyšné Ružbachy pod Bielym domom, obr. 7d). Na svahoch kôp alebo chrbtov sa vytvárajú anorganické *travertíny kryštalických kôr* (obr. 13), ktoré sa môžu vertikálne alebo laterálne zastupovať s organickými travertínmi z mikrofytov (obr. 7g – i, 18 – 19). Typické anorganické travertíny sa tvoria vo forme *mikroterasiek* centimetrovej veľkosti (obr. 7j – l). Na strmých svahoch sú užšie a majú pravidelnejší tvar (Sivá Brada, Bešeňová) a na miernych svahoch väčšie a nepravidelné (Gánovské lúky). Ich lem je tvorený kryštalickým travertínom s *fáciou vejárovitých až perovitých kryštálov* (obr. 13i – t) a vnútro *lúčovitými dendritmi* (obr. 14a – c) alebo *obalenými bublinami* (obr. 15a – h), prípadne úlomkami *karbonátových platničiek* ako zvyškom rozbitých *karbonátových povlakov* na hladine (obr. 15i – o). Zriedkavejšie sa na fosílnych travertínových kopách nachádzajú veľké *laminované vejárovité kryštály* (obr. 13u – w) alebo *palisádové kryštály* (obr. 13b – f). Tie sa dnes pravdepodobne tvoria z horúcej vody len v Sklených Tepliciach, kde sú na svahu vytvorené strmé kaskády pagodovitého tvaru (obr. 7e). *Laminované vejárovité kryštály* sú známe z narezaných platní spišského travertínu (obr. 13w) a *palisádové kryštály* sa našli pri Dudinciach (Porošin) a vo zvlnenom type *levického Zlatého ónyxu* (obr. 21k).

*Organické travertíny* sa na svahoch tvoria zo spleti sinicových (menej riasových) vlákien, obalené vylučovaným slizom (EPS) s kolóniami rozsievok (obr. 18a – j). Zo začiatku sa nachádzajú vo forme zložitých *sietí* a povlakov (obr. 19b, d), ktoré sa časom spájajú do takmer súvislých




**Obr. 14.** Anorganické fácie travertínov – obalené zrná: lúčovité dendrity a ooidy: a – Sivá Brada, b – spišský travertín, c – Stankovany-Močiar, d – Vyhne, e, f – Dudince-Porošin.

**Fig. 14.** Travertine abiotic facies – coated grains: radiating dendrites and ooides: a – Sivá Brada, b – Spiš travertine, c – Stankovany-Močiar, d – Vyhne, e, f – Dudince-Porošin.

*mikrofytových kôr* usmernených prúdom (Gánovské lúky, Stankovany-Močiar, Sivá Brada). Kôry sa postupne mineralizujú rastom kryštálikov kalcitu (obr. 18f – j). V nich bývajú aj šošovkovité dutiny po uväznených bublinách plynu (obr. 19a – h). Vysušené pripomínajú plsť, lepenkový papier alebo lístkové cesto. Kôry sa tvoria aj na strmých lalokoch a vo vodopádoch v podobe kvapľov (obr. 19c).

V malých prietočných jazierkach na svahu sa vytvárajú aj *mikrofytové špongie* (obr. 18k – t) a ojedinele pri travertínoch z vyššie termálnej vody aj *ooidy* (Sklené Teplice, Dudince-Porošin, obr. 14d – f). V malej miere sú do štruktúr kôp a chrbtov zakomponované aj časti makrofytov, nájdu sa odtlačky machov, stebiel, listov, konárov a kmeňov stromov (Dreveník, obr. 22f – h, k, m).

Po svahoch travertínových kôp a chrbtov sa voda často distribuuje cez *jarky (kanály)*, často modifikované človekom. Niektoré z nich majú vyvinuté hrádze z kryštalických alebo mikrofytových kôr, ktoré rastú do výšky, a tak sa jarok stáva *agradujúcim* (samorastúcim, sebabudujúcim) *jarkom* (obr. 7f). Ten môže aj s prispením človeka vyústiť do *vysunutého vodopádu* (Vyhne, obr. 11e).

Vo svete vznikajú na svahoch niektorých kôp *terasy* s priemerom desiatky centimetrov až niekoľko metrov so strmou až previsnutou stenou a jazierkom vnútri (Pamukkale v Turecku, Mammoth Hot Springs v USA). Obrubu tvoria kryštalické kôry a v *jazierkach* sa usádza vápnité bahno. Výplň jazierka môže tvoriť podobná asociácia fácií ako v kráterových jazierkach. U nás sa takéto formy v súčasnosti netvoria, sú len umelo nahrnuté (Stankovany-Močiar, obr. 8a) a vybetónované (Santovka-kúpalisko). Podobné formy sú známe len z jaskýň (Domica). Fosílne formy sú v náznakoch prítomné v kameňolome Levice-Vápnik (obr. 8b).

V travertínoch sa nachádzajú útvary vo forme *kríčkov* až *stromov* milimetrovej až niekoľkocentimetrovej veľkosti, ktoré môžu byť anorganického pôvodu (obr. 13) vznikajúce kryštalizáciou uhličitanu vápenatého podľa kryštalizačných zákonitostí vzniku kalcitu (prípadne aragonitu) alebo organicko-anorganického pôvodu obaľovaním a spevňovaním dendrolitov – *fácia mikrofytových kríčkov* (obr. 20). Existujú aj prechody, keď je rast kryštálov ovplyvňovaný rastom kolónií mikrofytov. Anorganické „kríčky“ a „stromčeky“ majú skôr vzhľad kríkov a stromov bez listov, kým organické „kríčky“ a „stromčeky“ sa podobajú na kroviny a stromy s listami.

Usadené vrstvy travertínov sú vystavené vysušeniu a mrazovému zvetrávaniu spojenému s rozpukaním,




**Obr. 15.** Anorganické fácie travertínov – obalené bubliny a karbonátové platničky: a – c, m – Sivá Brada, d, i, j – Bešeňová, e, g, h – spišský travertín, f – gánovský travertín, k – Stankovany-Močiar, l – Hozelec-Banícka, n – Hozelec-Gánovské lúky, o, p – Dreveník.

**Fig. 15.** Travertine abiotic facies – coated bubbles and rafts: a – c, m – Sivá Brada, d, i, j – Bešeňová, e, g, h – Spiš travertine, f – Gánovce travertine, k – Stankovany-Močiar, l – Hozelec-Banícka, n – Hozelec-Gánovské lúky, o, p – Dreveník.

prívalovým dažďom, pôdotvornému procesu, gravitačným procesom a ohýbaniu a lámaniu na plastickom podloží (Dreveník ako najlepší príklad, obr. 16c – f). Výsledkom je vznik travertínových úlomkov rôznej veľkosti (obr. 16c – e). Rozpukané travertíny prepúšťajú vodu, ktorá v nich môže vytvárať puklinové *jaskyne* (Dreveník, Spišský hrad). Rozpukaný travertín môže byť stmelený *kalcitovými žilami*. Kalcitové výplne v podobe jaskynného sintra (*fácia palisádových kryštálov*) bez pórov môžu vypĺňať jaskynné priestory. Obrovské ulomené bloky travertínu sa môžu pomaly posúvať po svahu a trhliny medzi nimi vypĺňať vodou s hladinou pokrytou kalcitovými platničkami (obr. 15p) alebo splavenou pôdou s úlomkami travertínu. Posúvané travertínové veže sa môžu prevrátiť a rozbiť v dôsledku gravitácie a zemetrasení. Z toho vzniknú rôzne veľké, niekedy triedené úlomky, z ktorých sa postupným spevnením tmelom vytvoria *travertínové brekcie*. Podobne môžu vzniknúť aj brekcie zo zrútených jaskýň – kolapsové brekcie (obr. 16k, l). Brekcie vznikajú aj prívalovými dažďami, ktoré môžu priniesť aj cudzorodý materiál (extraklastové brekcie pri Hranovnici, obr. 16h). Na svahoch kôp alebo chrbtov sa na hranách odlomených blokov môžu vytvoriť aj niekoľko metrov vysoké *vodopády* (Spišský hrad, obr. 11f). Travertín sa môže rozlámať aj erupciami vody, čiže tlakom preplynenej vody, ktorá si razí novú cestu cez krehký travertín (Bešeňová, Dudince-Porošin, obr.




**Obr. 16.** Anorganické fácie travertínov – brekcie rôzneho pôvodu: a – Bešeňová, b – Dudince-Porošin, c, i – Sivá Brada, d, g, j – spišský travertín, e, f, k, l – Dreveník, h – Hranovnica, m, n – Levice-Vápnik.

**Fig. 16.** Travertine abiotic facies – breccias of different origin: a – Bešeňová, b – Dudince-Porošin, c, i – Sivá Brada, d, g, j – Spiš travertine, e, f, k, l – Dreveník, h – Hranovnica, m, n – Levice-Vápnik.

16a, b). Zvláštny typ brekcie s krehko i plasticky deformovanými úlomkami vznikol na šmykových plochách v travertínovom chrbte (Levice-Vápnik, obr. 16m, n).

### *3.1.2. Penovce*

Z málo mineralizovanej vody často *krasového* pôvodu (napr. vyvieračka v Krásnohorskej Dlhej Lúke) s nízkym obsahom rozpusteného hydrouhličitanu vápenatého a s teplotou okolitého prostredia dochádza k vyzrážaniu kalcitu ďalej od prameňa. Na nerovnostiach v toku, na nahromadených kmeňoch alebo kameňoch sa začínajú uchytávať sinice, riasy a machy (obr. 9 – 11). Tu sa vo vznikajúcom riečnom prahu, kaskáde, zrýchľuje voda, viac uniká $CO_2$ a tým viac sa vyzráža karbonát obaľujúci živé časti rastlín (obr. 21 a 22). Sprvoti je to len tenký obal okolo vlákien siníc a rias a výbežkov stielok machov a rastlín, ktorý sa spojí do väčšinou silne pórovitého *penovca*, niekedy aj stromatolitového (sinice, riasy, obr. 18 a 19). Kostrovitá či penovitá textúra penovcov (obr. 21h, i, 22b) sa s pokračujúcim prúdením vody zapĺňa až do tvorby hroznovitých útvarov (obr. 22c, d) a nakoniec môže vzniknúť kompaktný sediment s veľkými dutinami podobný travertínu – *travertinizovaný penovec* (Bojnice, Biely Potok, Hranovnica). Väčšinou sa proces preruší v začiatočných fázach za vzniku silne pórovitých penovcov (obr. 21h, i, 22b), ktoré môžu vytvoriť veľkú priečnu *údolnú bariéru* (penovcovú

priehradu, hať, stupeň, hrádzu, kaskádu, obr. 10, 11) v nive potoka alebo *svahovú akumuláciu*, penovcovú bariéru na svahu pod prameňom alebo líniou prameňov (obr. 9, 11). Vnútri je akumulácia či bariéra vo forme šošovkovitých, lavicovitých, bochníkovitých aj nepravidelných súdržných až polopevných machových (Biely Potok Bukovina, Tajov, obr. 9b – d, f, 21f, g), pečeňovkových, trávových (Nová Lehota-Zváracá, obr. 10e), mikrofytových (Krivoklát), listových, drievkových (Krivoklát, obr. 10b) a zmiešaných penovcov (Stankovany-Záhradné, Moštenica, obr. 11a) s malou prímesou mikrofytových penovcov (Krivoklát, Tajov).

*Údolná bariéra* rastie postupne dohora a za ňou sa formuje *panva (bazén)*. Čelo stupňa je vyššie a bariéra kratšia pri *akumuláciách* na strmších svahoch než pri *bariérach* na mierne upadajúcich dnách dolín. Čelo stupňa tvoria prevažne mikrofytové, machové a trávové spevnené *štruktúrne penovce* (obr. 21g – i, 22b – e), ktoré sú silne pórovité a súdržné, zatiaľ čo nad ním sa ukladajú voľné *piesčité penovce* (obr. 19p) alebo tu dochádza k jazerno-močiarnej sedimentácii. *Čelo bariéry* (obr. 10 a 11) môže mať mierny sklon (Krásnohorská Dlhá Lúka, Nová Lehota-Zváracá), stredne strmý, s vodnými prahmi (Dolný Jelenec), ale aj strmý s *vodopádom*, s malým prietokom vody (Tajov), stredným (Moštenica, Háj) alebo silným prietokom (Lúčky). Vodopády bývajú aj umelého pôvodu na stenách bývalých kameňolomov (Hrhov, Lúčky, obr. 11b, d). Vo vodopádoch rastú machy, vláknité riasy, pečeňovky a trávy. Pod prevismi vodopádov sa môžu vytvoriť *jaskyne* s kvapľovou výzdobou (Háj, Lúčky, Dolný Jelenec, obr. 11g – i). Fosílne vodopády s jaskyňami sú v spevnených penovcoch (Biely Potok, Hranovnica, Bojnice, obr. 9d, 11c, i).

Pod niektorými prameňmi na svahoch (Krásnohorská Dlhá Lúka) alebo v strmej doline (Staré Hory-Košiar) vznikajú *machové terasky* (obr. 9b, f, 10c, 21f) a stupne v toku s priemerom desiatky centimetrov s *machovými vankúšmi*. Čím strmší svah, tým sú jazierka terasky užšie a machové vankúše mohutnejšie (Biely Potok-Bukovinka, obr. 21f, g). V jazierkach terasiek vznikajú obaľované úlomky piesku, štrku a častí rastlín (obr. 9f, 22c).




**Obr. 17.** Organicko-anorganické fácie – vápnité bahnovce a ich zmeny: a, b – Hozelec-Gánovské lúky, c – Bešeňová, d – Levice-Vápnik, e, j, k – Veľká Lúka – Kúpele Sliač, f, i – Malé Kršteňany, g – Podhorany, h – Ratnovce, l – Dudince-Porošin.

**Fig. 17.** Biotic-abiotic facies – lime-mudstones and their modifications: a, b – Hozelec-Gánovské lúky, c – Bešeňová, d – Levice-Vápnik, e, j, k – Veľká Lúka – Kúpele Sliač, f, i – Malé Kršteňany, g – Podhorany, h – Ratnovce, l – Dudince-Porošin.

Za *údolnými penovcovými priehradami* zo súdržných penovcov sa tvorili *jazierka* a *močiare*, v ktorých sa usadzovali *piesčité penovce* z obalených zŕn a drviny obalených rastlín, charové, trstinové a trávové piesky a piesčité až konglomerátové klasty erodovaných pevných penovcov bariér (Omšenie) a mikrofytové kôry a špongie. V súčasnosti sú panvy za bariérami na Slovensku vyplnené a prebieha tam potok s mokrou nivou (napr. Krivoklát, obr. 10g). Niektoré *údolné bariéry* (penovcové priehrady) sú v súčasnosti erodované spätnou eróziou tokov s veľkým prietokom (Dolný Jelenec, obr. 10a, f).

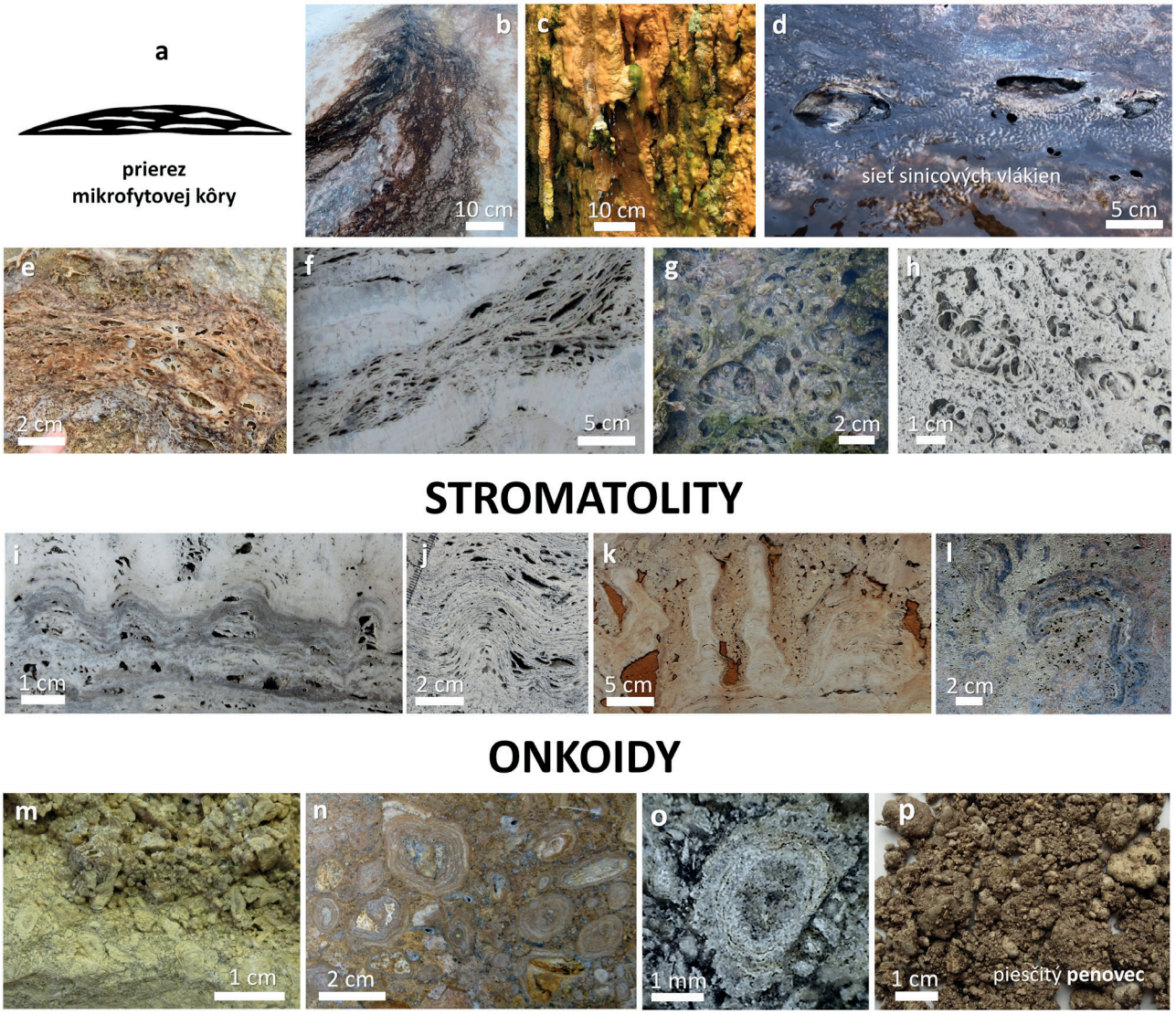
V prípade stupňov na strmej svahovej *penovcovej akumulácii* nenachádzame výraznú diferenciáciu sedimentov (obr. 9). Penovce jednotlivých stupňov sú v pozdĺžnom priebehu dosť homogénne, nie je tu taký rozdiel medzi čelom kaskády a uloženinou nad ním (Biely Potok, obr. 9b – d). Na údolných penovcových bariérach s panvou je ich dĺžka merateľná aj na stovky metrov. Ak je potom také ložisko prerezané mladou eróziou, uloženiny robia jeho dojem terás uložených za sebou pozdĺž potoka. Údolné penovcové bariéry sa zvyčajne v toku opakujú, môže ich byť aj viac ako 10 (Jergaly – Staré Hory). Viacej stupňov býva aj v svahových akumuláciách (Biely Potok, Krivoklát).

*Travertíny* kôp a chrbtov môžu laterálne, ďalej od prameňa, plynulo prechádzať do *pevných penovcov*. Je to spôsobené nižšou koncentráciou hydrouhličitanu vápenatého. Môže sa meniť aj koncentrácia minerálov a výdatnosť prameňa v čase alebo sa mení okolitá klíma (Spišský hrad). Tok vytekajúci z minerálneho prameňa sa stáva potokom, v ktorom sa môžu usadzovať okrem súdržných penovcov aj




**Obr. 18.** Organické fácie – mikrofyty a mikrofytové špongie: a, b, d – Stankovany-Močiar, c, f, p – Hozelec-Banícka, e – Kúpele Lúčky, g – Tajov, h, r – Hozelec-Gánovské lúky, i – j – Krivoklát, l – Bešeňová, m – o – Sivá Brada, s, t – spišský travertín.

**Fig. 18.** Biotic facies – microphytes a microphyte mats: a, b, d – Stankovany-Močiar, c, f, p – Hozelec-Banícka, e – Kúpele Lúčky, g – Tajov, h, r – Hozelec-Gánovské lúky, i – j – Krivoklát, l – Bešeňová, m – o – Sivá Brada, s, t – Spiš travertine.




**Obr. 19.** Organické fácie – mikrofytové kôry, stromatolity a onkoidy: b, d – Hozelec-Banícka, c – Sklené Teplice, e – Hozelec-Gánovské lúky, f, h, i, j – spišský travertín, g – Sivá Brada, k – Levice-Vápnik, l, n – klížsky travertín, m, o – Vrútky, p – Uľanka.

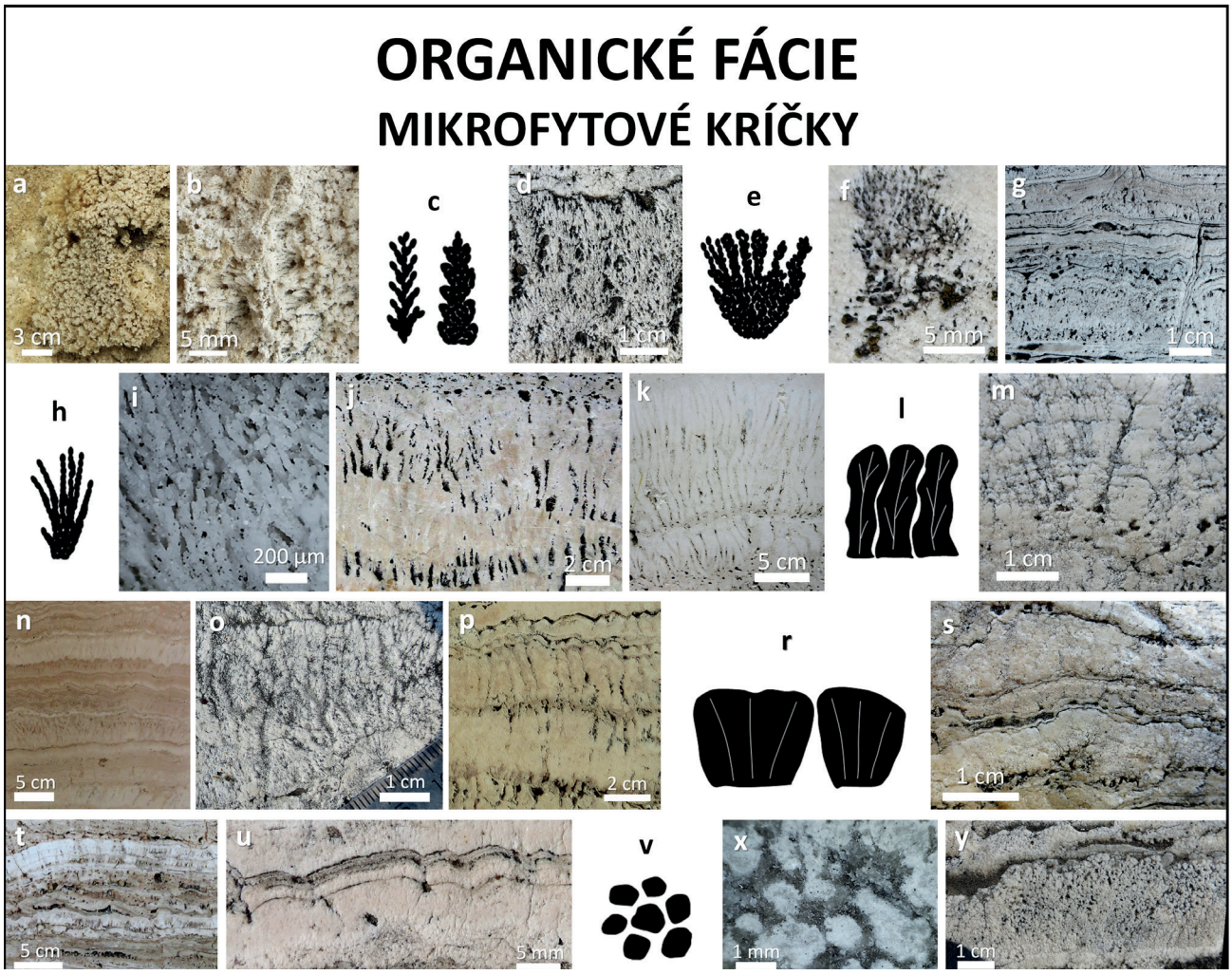
**Fig. 19.** Biotic facies – microphyte crusts, stromatolites and oncoides: b, d – Hozelec-Banícka, c – Sklené Teplice, e – Hozelec-Gánovské lúky, f, h, i, j – Spiš travertine, g – Sivá Brada, k – Levice-Vápnik, l, n – Klíž travertine, m, o – Vrútky, p – Uľanka.

piesčité penovce. Priamo k travertínovej kope alebo chrbtu môže priliehať zamokrená lúka – močiar (Vyšný Sliač, Sivá Brada, obr. 12a, b).

### 3.2. Močiarne a jazerné sladkovodné vápence

V okolí prameňov vyvierajúcich na miernom reliéfe sa vytvárajú zamokrené plochy – *močiare* (obr. 4f, 5c, 12a, c). Keď je voda prameňa obohatená o hydrouhličitan vápenatý, v močiari nazývanom *vápnité slatinisko (slatina)*, ktoré je bohaté na živiny, sa usádza organický sediment obohatený o kalcit (obr. 5a, c). Ide o zmiešaný, organogénno-organodetritický sediment. Slatiniská môžu byť viac-menej homogénne, s rozptýleným podielom vápnika, a nehomogénne, pri ktorých sa objavujú vrstvy almov, piesčitých penovcov až hrubých inkrustácií (Spišská Belá, Baldovce, obr. 5). *Alm* je sediment s neostro ohraničenými centimetrovými až decimetrovými horizontmi bielej, sivej až čiernej farby, ktoré vyjadrujú rôzny pomer organickej a vápnitej anorganickej substancie. Alm neprepúšťa vodu, za vlhka sa roztiera medzi prstami s pocitom mastnoty, za sucha je oproti iným horninám ľahký.

Iným sedimentom boli *panónske sladkovodné vápence* patriace do hlavinských vrstiev (Fordinál a Nagy, 1997). Majú jazerno-močiarny pôvod. Jazerá sa rozkladali v oblasti Partizánskeho a Topoľčian, menej v okolí Piešťan a Nitry. Možno k tomuto veku patrilo aj jazero východne od Kúpeľov Sliač. Podobné mladšie sedimenty vznikali v Turčianskej kotline. Typickým karbonátovým sedimentom jazier je *vápnité bahno* (*jazerná krieda*) v hlbšej oblasti a (*jazerný*) *slieň* s prímesou ílu a organickej hmoty v plytšej oblasti (obr. 12d, e, 17). Materiál pochádza z biochemického vyzrážania karbonátu sinicami, charami, rozsievkami, planktonickými organizmami a organizmami prichytenými na vodných rastlinách. Sediment býva homogenizovaný bioturbáciou. V prípade hlavinských vrstiev je časť jazernej kriedy diageneticky spevnená na *mudstone* až *wackestone* alebo biomikrit (Kendall a Flood, 2011).




**Obr. 20.** Organické fácie – mikrofytové kríčky: a – Stankovany-Močiar, b – Santovka, d, f, g, k, m – o, s – u – spišský travertín, i – Hranovnica, j, p – levický travertín, x, y – Vrútky.

**Fig. 20.** Biotic facies – microphyte shrubs: a – Stankovany-Močiar, b – Santovka, d, f, g, k, m – o, s – u – Spiš travertine, i – Hranovnica, j, p – Levice travertine, x, y – Vrútky.

V jemnom sedimente sa zvyknú vyskytovať aj prímesi, prípadne vrstvičky s obsahom fekálnych peliet, peloidov a hrudiek, extraklastov, schránok suchozemských a vodných ulitníkov a ostrakód, organickej sečky z rastlín, rúrok lariev hmyzu a mikrostromatolitov (obr. 19l, 22m – p). Na pohybujúcu sa vodu jazier poukazujú onkolity, obalené klasty a schránky (Veľký Klíž, Banka, obr. 19m – o). Na pobreží aj ďalej od brehu môžu vyrásť decimetrové až metrové bochníkovité až stĺpovité *biohermy* (obr. 12d, e, 19k, l) so špongiovitou alebo laminovanou stavbou (stromatolity), ktoré vznikli z kolónií siníc, baktérií a rias (Veľký Klíž).

V súčasnosti sa vápnité bahno obohatené o hydroxidy železa tvorí z minerálneho prameňa v doline potoka, v jazierku medzi Kišovcami a Primovcami (obr. 12c). Fosílne vápnité bahno v prípade hlavinských vrstiev čiastočne spevnelo do vápenca alebo slieňovca.

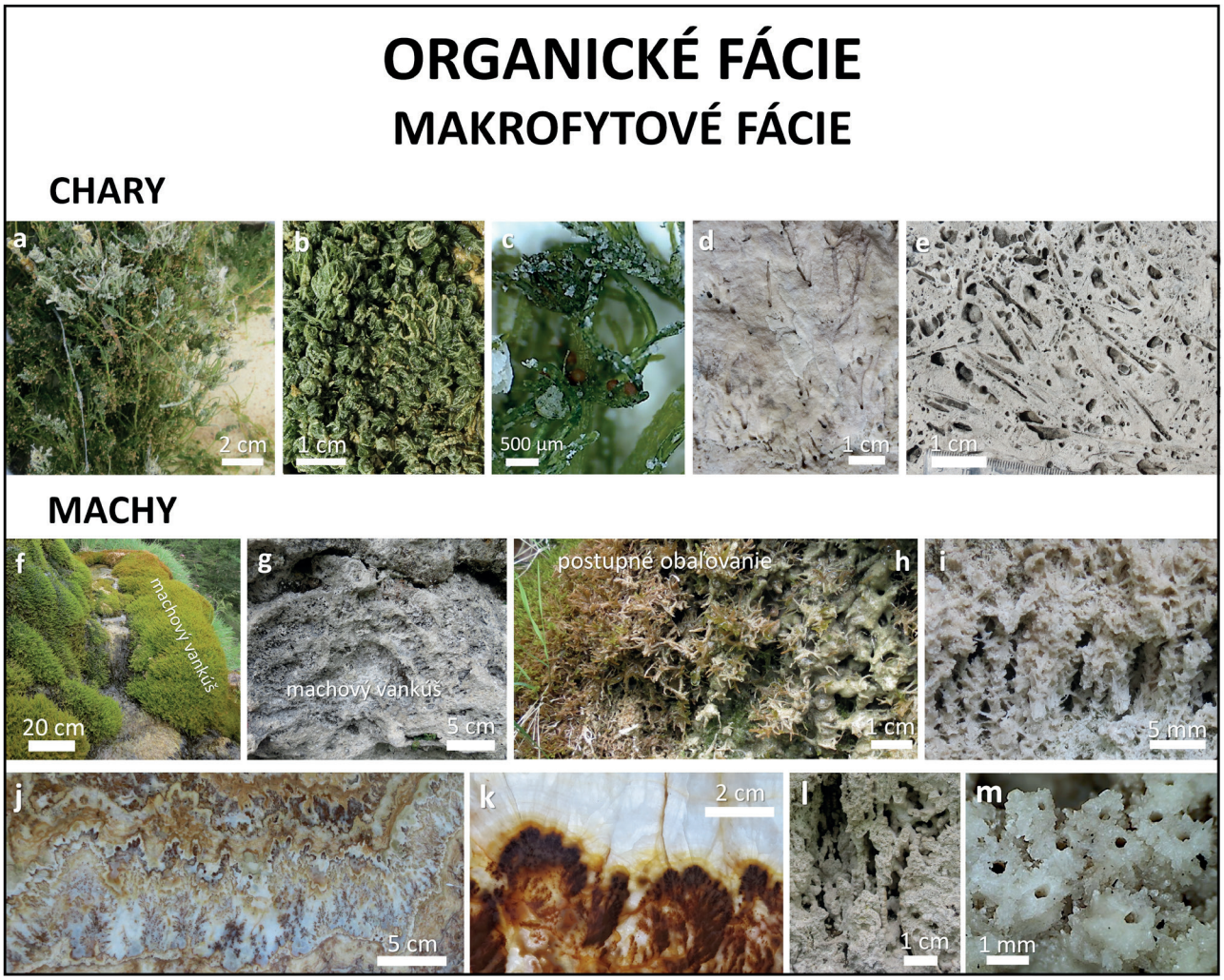
Vápence hlavinských vrstiev a podobných vápencov v Turčianskej kotline a pri Kúpeľoch Sliač majú často znaky poklesu vodnej hladiny, keď sa jazero mení na močiar – mokrinu (obr. 17e – l). Vytvára sa *škvrnitosť* (mramorizácia), ktorá je výsledkom fluktuácie hladiny podzemnej vody spojenej s migráciou $Fe^{II}$ a fixovaním $Fe^{III}$ v podobe žltých až hnedých škvŕn. Ďalším znakom poklesu hladiny je zakorenenie rastlín so *stopami po koreňoch*, vznik *bahenných prasklín*, vznik *hľuzovitej a brekciovitej stavby* v dôsledku vysychania a výplň trhlín a dutín kryštalickým kalcitom. Špeciálnou fáciou je *pseudomikrokras*. Ide o zložité zoskupenie dutín a trhlín centimetrovej až decimetrovej veľkosti, ktoré sa podobá na krasový systém, ale vzniká prepojením koreňových dutín a trhlín bahenných prasklín. Spomínané močiarne fácie boli opísané na základe článkov Freytet a Verrecchia (2002) a Alonso-Zarza a Wright (2010).

Znaky močiarnej sedimentácie sa dajú nájsť aj v zriedkavom type spišského travertínu (balustráda pri Dunaji blízko Mosta SNP a Mosta Lanfranconi), kde vidno aj prierezy vodných rastlín (pálka a trstiny) v podobe útržkov alebo niekedy sú ich steblá obaľované počas rastu (obr. 22f, h).

## 4. Diskusia

### 4.1. Travertíny

Pre anglické *fissure ridge* sa núka slovenský termín *trhlinový chrbát*, lebo na prívod vody je nutná otvorená




**Obr. 21.** Organické fácie – makrofytové fácie – chary a machy: a – c – Hozelec-Gánovské lúky, d – levický travertín, e – spišský travertín, f, g – Biely Potok-Bukovina, h – Tajov, i, l – Omšenie, j, k – levický Zlatý ónyx, m – Biely Potok-Trlenská dolina.

**Fig. 21.** Biotic facies – macrophyte facies – charophytes and bryophytes: a – c – Hozelec-Gánovské lúky, d – Levice travertine, e – Spiš travertine, f, g – Biely Potok-Bukovina, h – Tajov, i, l – Omšenie, j, k – Levice Gold Ónyx, m – Biely Potok-Trlenská dolina.

puklinová štruktúra, *prívodná trhlina.* Radšej bol však vybratý pojem *travertínový chrbát* – neutrálny termín podobný na zaužívanú *travertínovú kopu.*

Pre miesto vyústenia, výveru prameňa na povrch cez prívodnú trhlinu alebo kanál bol zvolený ako najvýstižnejší termín *ústie* ako preklad viacerých anglických termínov: *orifice* (ústie, otvor, diera), *mouth* (ústa, ústie), *vent* (prieduch, vynorenie, výpust, cesta von, otvor) a *throat* (hrdlo, hltan, krk). Podobné termíny sa používajú aj pre sopúchy a krátery sopiek.

*Svahy* travertínových kôp alebo chrbtov bývajú *zvlnené* do formy *kaskády,* ktorú tvoria jednotlivé laloky (stupne). Zvolený termín *lalok* (*lobe*) *(lobate body* podľa Cappezzuoli et al., 2014) ako jazykovitý útvar konvexného tvaru nahrádza termín *kaskáda* (*cascade*, Pentecost, 2005). Kaskáda sa v slovenčine chápe ako sústava stupňov, na rozdiel od angličtiny, v ktorej je kaskáda myslená ako strmý, zvyčajne malý pád vody, najmä jeden zo série (Merriam-Webster, 2022). Na Slovensku a v Čechách je kaskáda v oblasti vody a geológie definovaná ako prirodzený alebo umelý *stupňovitý vodopád* alebo rad stupňovitých vodopádov (napr. Lehotský et al., 2015). Od vodného prahu sa kaskáda líši tým, že prekonáva vyšší výškový rozdiel, od vodopádu tým, že má väčšiu dĺžku (Lehotský et al., 2015).

Na svahoch kôp a chrbtov sa zvyknú vytvárať lineárne korytá distribuujúce vodu, ktoré boli nazvané *agradujúce* (samorastúce, sebabudujúce) *jarky – selfbuilding channels. Keeled waterfall – kýlový vodopád* (Pentecost, 2005) – bol nahradený na Slovensku pochopiteľnejším termínom *vysunutý vodopád*.

Pri fáciách termín *palisádové kryštály* (*palisade crystals*) je podľa paralelných kmeňov stromov v opevnení – palisáde, kde sú umiestnené tesne vedľa seba. Kríčkovité kryštály vyrastajúce zo zrniek od centra do všetkých strán v podobe ježka, ktoré sa tvoria v malých jazierkach mikroterasiek, boli nazvané ako *lúčovité dendrity* (*radiating dendrites*). V slovenskej literatúre (Mišík a Reháková, 2009) sa používajú termíny ooidy, pisoidy a onkoidy, ale tie sú odlišné od lúčovitých dendritov.

Termín *calcite rafts* – plť (Gandin a Capezzuoli, 2014) alebo *floe* – kryha (Pentecost, 2005) boli nahradené v slovenčine vhodnejším termínom *platnička* (nie doštička, lebo tá je skôr lineárna).




**Obr. 22.** Organické fácie – makrofytové fácie – steblá, listy, kmene a živočíchy: a – Sivá Brada, b – Biely Potok-Bukovina, c – Krásnohorská Dlhá Lúka, d – Sklené Teplice, e – travertín v múroch Likavského hradu, f – h, k, m – spišský travertín, i – Kúpele Sliač, j – gánovský travertín, k – Biely Potok-Jazierce, n, o – klížsky travertín, p – Sivá Brada.

**Fig. 22.** Biotic facies – macrophyte facies – grass, reed, leaves, trunks, and animals: a – Sivá Brada, b – Biely Potok-Bukovina, c – Krásnohorská Dlhá Lúka, d – Sklené Teplice, e – travertine in Likava castle, f – h, k, m – Spiš travertine, i – Kúpele Sliač, j – Gánovce travertine, k – Biely Potok-Jazierce, n, o – Klíž travertine, p – Sivá Brada.

V *kráterových jazierkach* (Gánovce) vznikajú kryštalizáciou zo stĺpca vody *vápnité bahná* (*lime-muds*), predtým nazývané aj *jazerná krieda* (Kovanda, 1971, a citácie v článku). Biofilm v podobe spenenej plochej masy nebol nazvaný mikrobiálna rohož, rohožka (*microbial mats*, Gandin a Capezzuoli, 2014), ale v slovenčine výstižnejšie *mikrofytová špongia.* Názov *mikrofytová* je výstižnejší ako mikrobiálna, lebo ju tvoria hlavne fotosyntetizujúce organizmy.

### 4.2. Penovce

Kovanda (1971) používal pre akumulácie penovcov názvy *svahová kaskáda* a *údolná kaskáda*. Zodpovedá to termínu *cascades* Pentecosta (2005) pre svahové „travertíny“ a termínu *dams* pre údolné „travertíny“. V anglickej literatúre sa pre svahovú kaskádu viac využíva pomenovanie *perched springline tufa (body) – penovec (penovcové teleso) na vysunutej línii prameňov* (Pedley, 1990; Capezzouli et al., 2014) a na základe toho pre Slovensko *perched springline deposit* (Pivko a Vojtko, 2021; Pivko, 2021). Približný preklad je *sediment (akumulácia) vysunutej pramennej línie (pod pramennou líniou).* Pre slovenské penovce bol v článku v angličtine zvolený neutrálny termín *deposit*, lebo u nás sa v tomto type okrem dominantných penovcov vyskytujú aj travertíny (Biely Potok, Hranovnica). Pre slovenského čitateľa bol vybraný geomorfologicky

aj materiálne neutrálny termín *svahová akumulácia* pod pramennou líniou, lebo má rôzny tvar, napr. lalok, priehrada, kaskáda a ako už bolo uvedené, okrem prevažujúcich penovcov môže obsahovať silne spevnené penovce (travertinizované penovce) pripomínajúce travertíny a vrstvovité travertíny.

Pre *údolnú kaskádu* v zmysle Kovandu (1971) sme zvolili termín *údolné bariéry pozdĺž toku* ako určitú analógiu k pojmu *dams along stream* (Pivko a Vojtko, 2021). V zahraničnej literatúre sa pre túto formu penovcov používajú termíny *dam* (priehrada, hrádza) alebo *barrage* (bariéra, priehrada). Nezvolili sme slovo priehrada, ale neutrálnejšie *bariéra* (hať), lebo priehrada na Slovensku evokuje umelú bariéru. Termín *kaskáda* pre penovce neodporúčame, lebo penovcové telesá sú veľmi nepravidelné a len niekedy majú podobu stupňovitého vodopádu.

### 4.3. Močiarne a jazerné sladkovodné vápence

Termín *mokraď* (*wetlands*) nebol použitý, lebo podľa *Ramsarského klasifikačného systému typov mokradí* (2022) tento termín zahŕňa rieky, jazerá a močiare (mokriny, rašeliniská, slatiniská, vrchoviská). *Slatinisko (slatina)* zodpovedá termínu *fen* v angličtine. Termín *mokrina* sme prebrali z *Ramsarského klasifikačného systému typov mokradí* ako preklad *marsh* (Ramsarský klasifikačný systém typov mokradí, 2022).

*Škvrnitosť* (mramorizácia) sa bežne používa v pedológii a je výsledkom podobného procesu, aký prebieha v jazerných sedimentoch vystavených vysychaniu. Termín *pseudomikrokras* je výstižný, nechali sme ho z francúzskeho originálu (Plaziat a Freytet, 1978).

## 5. Záver

1. Práca nadväzuje na súborné články o slovenských travertínoch a penovcoch publikované v angličtine v roku 2021 (Pivko a Vojtko, 2021; Pivko, 2021) a na základe nich definuje nové termíny v slovenčine, zohľadňujúc najaktuálnejšie výskumy a systematiku medzinárodnej vedeckej komunity.
2. Ako nové sa v slovenskej terminológii definovali geomorfologické pojmy ako travertínový chrbát, spojená travertínová kopa, samorastúci jarok, vysunutý vodopád, zvlnený svah budovaný progradujúcimi lalokmi, terasovaný svah, údolné bariéry pozdĺž toku, svahová akumulácia pod pramennou líniou a machová teraska.
3. Medzi presnejšie vymedzenými pojmami travertín a penovec bol definovaný travertinizovaný penovec ako prechodná forma, ktorá má niektoré znaky obidvoch hornín.
4. Travertínové formy sú tvorené definovanými fáciami ako anorganické fácie kryštalických kôr s palisádovými, protichodne vejárovitými, vejárovitými, kríčkovitými, stromovitými, perovitými a laminovanými vejárovitými typmi kryštálov, fáciami lúčovitých dendritov, obalených bublín, karbonátových platničiek a brekcií rôznej genézy v spojitosti s explozívnymi, zvetrávacími, gravitačnými a pôdotvornými procesmi.
5. V rôznych penovcoch a travertínoch sa objavujú organické fácie ako mikrofytové špongie, mikrofytové kôry a mikrofytové kríčky a makrofytové fácie, v ktorých môžu dominovať machy alebo steblá tráv alebo trstín, prípadne listy.
6. V jazerách, jazierkach a močiaroch bola určená ako nová fácia vápnitých bahnovcov a pojmy škvrnitosť (mramorizácia) a pseudomikrokras ako výsledok vysychania.

## Poďakovanie

Publikácia vznikla s podporou projektov APVV-20--0079 a VEGA 2/0013/20. Za inšpiráciu k článku ďakujem Dr. Ondrejovi Pelechovi. Za trpezlivosť vďačím manželke Marte a synom Jánovi a Pavlovi a za pomoc predovšetkým Bohu.

## Literatúra

Alonso-Zarza, A. M. a Wright, V. P., 2010: Palustrine Carbonates. In: Alonso-Zarza, A. M. a Tanner, L. H. (eds.): Carbonates in continental settings: facies, environments, and processes. Develop. sediment., 61 (Elsevier, Amsterdam), 103 – 131.

Andrusov, D., 1931: Geologická mapa útesového pásma v údolí Oravy. Knih. St. geol. Úst. Čs. Republ. (Praha), 13.

Andrusov, D., 1954: O veku výplne Turčianskej kotliny a o vývine pliocénu na strednom Slovensku. Geol. Sbor. Slov. Akad. Vied, 5, 1 – 4, 255 – 269.

Becher, D., 1772: Neue Abhandlungen vom Karlsbade in dreien Theilen. Praha, Gerle,148, 156, 244 s.

Becher, D., 1789: Neue Abhandlungen liber Karlsbad. Leipzig, Siegfried Lebrecht Crusius, 538 s.

Buday, T., 1967: Regionální geologie ČSSR, Díl II. Západní Karpaty. Svazek 2. Praha, Academia, 651 s.

Capezzuoli, E., Gandin, A. a Pedley, M., 2014: Decoding tufa and travertine (fresh water carbonates) in the sedimentary record: The state of the art. Sedimentology, 61, 1, 1 – 21.

"Cascade." Merriam-Webster.com Dictionary, www.merriam-webster.com, prístupné 12. 7. 2022.

Čabalová, D., 2013: Krása kameňa v živote človeka. Bratislava, Veda, Vyd. Slov. Akad. Vied, 374 s.

Fordinál, K. a Nagy, A., 1997: Hlavinské vrstvy – okrajové vrchnopanónske sedimenty rišňovskej priehlbiny. Miner. Slov., 29, 401 – 406.

Ford, T. D. a Pedley, H. M., 1996: A review of tufa and travertine deposits of the world. Earth Sci. Rev., 41, 117 – 175. https://doi.org/10.1016/S0012-8252(96)00030-X.

Freytet, P. a Verrecchia, E. P., 2002: Lacustrine and palustrine carbonate petrography: an overview. J. Paleolimnol., 27, 221 – 237. https://doi.org/10.1023/A:1014263722766.

Gandin, A. a Capezzuoli, E., 2014: Travertine: Distinctive depositional fabrics of carbonates from thermal spring systems. Sedimentology, 61, 1, 264 – 290. https://doi.org/10.1111/sed.12087.

Hejtman, B., 1953: Všeobecná a systematická petrografie. Učební texty vys. škol. Praha, St. pedag. naklad., 320 s.

Ivan, Ľ., 1943: Výskyty travertínov na Slovensku. Práce Št. geol. Úst., 9, 1 – 71.

Ivan, Ľ., 1952: Geologická stavba a minerálne pramene okolia Levíc. Geol. Práce, 32, 5 – 22.

Jahn, J. J., 1931a: Naše travertiny. Kámen, 12, 1, 3 – 4.

Jahn, J. J., 1931b: Naše travertiny. Dodatek. Kámen, 12, 2, 21.

Jäger, K. D., 1961: Vorschlage zu einer genetischen Nomenklatur fur die Kalksedimente aus Binnenwassern. MS Dtsch. Akad. Wiss., Berlín.

Kendall, C. S. a Flood, P., 2011. Classification of carbonates. In: Hopley, D. (ed.): Encyclopedia of Modern Coral Reefs. Structure, Form and Process. Springer, 193 – 198. https://doi.org/10.1007/978-90-481-2639-2.

Kovanda, J., 1956: Předběžná zpráva o výzkumu sladkovodní kříd y u Měňan. A, 5, 1955, 401 – 5.

Kovanda, J., 1971: Quaternary limestones of Czechoslovakia. Sbor. geol. Věd, Antropozoikum A, 7, 7 – 236.

Kučera, V., 1928: Učebnice balneologie a balneotherapie. I. a II. Praha. Bursík Kohout, 163 s.

Kukal, Z., 1964: Geologie recentních sedimentů. Praha, Čs. akad. věd, 444 s.

Laube, G. C., 1899: Die im Auftrage der bohmischen Sparcasse durchgeführten Vorarbeiten zur Wasserversorgung von Prag und seinen Vororten. Praha, Lotos, NF 19, 249 – 272.

Lehotský, M., Kidová, A. a Rusnák, M., 2015: Slovensko-anglické názvoslovie morfológie vodných tokov. Geomorphol. Slov. Bohem., 15, 1 – 63.

Ložek, V., 1963: Pěnovec – nový název pro sypké a polopevné travertiny. Čs. Kras, 14, 113 – 4.

Ložek, V., 1964: Quartärmollusken der Tschechoslowakei. Rozpr. Ústř. Úst. geol., 31, 374 s.

Ložek, V., 1951: Přehled měkkýších faun kvartérních sedimentů na základě novějších výzkumů. Sbor. Ústř. Úst. geol., 18, 553 – 572.

Michalus, Š., 1970: Spytovali ste sa. Vypitvaný, nie vykuchaný. Kultúra slova, 4, 3, 93.

Mišík, M. a Reháková, D., 2009: Vápence Slovenska – I. časť (biohermné, krinoidové, sladkovodné, ooidové a onkoidové vápence). Bratislava, Veda, Vyd. Slov. Akad Vied, 186 s.

Němejc, F., 1927: Květeny Česko-slovenských travertinů. Věda přír., 8, 9 – 10, 257 – 273.

Pedley, H. M., 1990: Classification and environmental models of cool freshwater tufas. Sedimentary Geol., 68, 143 – 154. https://doi.org/10.1016/0037-0738(90)90124-C.

Pentecost, A., 2005: Travertine. Berlin, Springer-Verlag, 445 s. https://doi.org/10.1007/1-4020-3606-X.

Petrbok, J., 1916: Příspěvek k seznání holocenních měkkýšů v Čechách. Rozpr. Čes. Akad. Věd Umění, mat.-přír., 25, 20, 1 – 15.

Petrbok, J., 1919: Holocenní nárazové břehy při soutoku Vltavy a Labe. Sbor. Čes. Společ. zeměp., 25, 9 – 21.

Petrbok, J., 1926: Měkkýši slovenských travertinů (2. sdělení). Sbor. St. geol. Úst. Čs. Republ., 283 – 295.

Pivko, D., 2021: A review of Slovak travertine and tufa facies and their environment. Acta Geol. Slov., 13, 2, 129 – 166.

Pivko, D. a Vojtko, R., 2021: A review of travertines and tufas in Slovakia: geomorphology, environments, tectonic pattern, and age distribution. Acta Geol. Slov., 13, 1, 49 – 78.

Plaziat, J. C. a P. Freytet, 1978: Le pseudomicrokarst pédologique: un aspect particulier des paléopédogénèses développées sur les dépôts calcaires lacustres dans le Tertiaire du Languedoc. C. r. Acad. Sci., Paris D, 286, 1661 – 1664.

Ramsarský klasifikačný systém typov mokradí, www.sopsr.sk/publikacie/mokrade/page39.html, uverejnené 12. 7. 2022.

Ripka, I. (ed.), Balleková, K., Dvornická, Ľ., Felixová, I., Ferenčíková, A., Košková, A., Múcsková, G. a Smatana, M., 2006: Slovník slovenských nárečí. II. L – P (povzchádzať). Bratislava, Veda, 1 066 s.

Shiraishi, F., Eno, Y., Nakamura, Y., Hanzawa, Y., Asada, J. a Bahniuk, A. M., 2019: Relative influence of biotic and abiotic processes on travertine fabrics, Satono-yu hot spring. Japan. Sedimentology, 66, 459 – 479. https://doi.org/10.1111/sed.12482.

Shiraishi, F., Omori, T., Tomioka, N., Motai, S., Suga, H. a Takahashi, Y., 2020: Characteristics of $CaCO_3$ nucleated around cyanobacteria: Implications for calcification process. Geochim. cosmochim. Acta, 285, 55 – 69. https://doi.org/10.1016/j.gca.2020.06.033.

Vodák, V., 1913: Geologicko-mineralogický popis hejtmanství Novoměstského nad Metují. Dobruška, Učitelská jednota Budeč na Opočně, 74 s.

Wasmund, E., 1930: Lakustrische Unterwasserböden (Seeablagerungen der nördlichen humiden Breiten). In: Handbuch der Bodenlehre (Berlin), 5, 97 – 187.

Zeman, O. a Beneš, K. (eds.), 1985: Anglicko/český geologický slovník s rejstříkem českých názvů. Praha, Academia, 497 s.

Zýka, V. a Vtělenský, J., 1960: Geochemie slovenských travertinů. Geol. Práce, Zpr., 17, 147 – 196.

## Summary

1. Slovakia is rich in freshwater carbonates, especially travertines and tufas (e. g. Ivan, 1943; Kovanda, 1971; Pivko and Vojtko, 2021). The classification of freshwater limestones and the development of their morphology in detail was described by Kovanda (1971) in Czech language which is close to Slovak, and this classification was used also in Slovak. Currently, there is no publication dealing with Slovak terminology of freshwater limestones, hence this paper suggests Slovak terms for not yet named phenomena or clarifies the used terms. This work follows papers on Slovak travertines and tufas published in English in 2021 (Pivko and Vojtko, 2021; Pivko, 2021). Taking into account the most current research (e. g. Pentecost, 2005; Capezzuoli et al., 2014; Gandin and Capezzuoli, 2014) and systematics the new Slovak terms are defined.
2. They were defined as new in Slovak terminology geomorphological concepts such as fissure ridge, coalesced mound, self-buiding channel, keeled waterfall, smooth slope, terraced slope, dams along stream, peached springline deposits and moss pillow.
3. Between the more precisely defined terms travertine and tufa the travitufa as a transitional form that has some features of both of the two rocks.
4. Travertine forms are formed by defined facies as inorganic facies of crystalline crusts with palisade, opposed fan, fan-shaped, bush-shaped, tree-shaped, pinnate and laminated fan-shaped crystal types, facies of radial dendrites, coated bubbles, rafts and breccias of various origin in connection with explosive, weathering, gravity and soil-forming processes.
5. Organic facies such as microphyte mats, microphyte crusts and microphyte shrubs and macrophyte facies appear in various tufas and travertines, which may be dominated by mosses or grass blades, reeds or leaves.
6. In lakes, ponds and swamps it was determined as a new facies of calcareous mudstones and the concepts of mottling (marbling) and pseudomicrokarst as a result dessication.

Rukopis doručený: 12. 7. 2022
Revidovaná verzia doručená: 21. 11. 2022
Rukopis akceptovaný redakčnou radou: 5. 12. 2022

# Zhodnotenie dlhodobého monitorovania svahových deformácií a efektívnosti sanačných opatrení na zosuvnom území Nižná Myšľa

## *Evaluation of long-term slope deformation monitoring and remedial works effectiveness at landslide area Nižná Myšľa*

Peter Ondrus[1]

[1]Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Mlynská dolina 1, 817 04 Bratislava, peter.ondrus@geology.sk

© Autori 2022. Vydal ŠGÚDŠ. Licencia Creative Commons BY 4.0. (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
https://doi.org/10.56623/gps.138.3

***Abstrakt.*** V roku 2010 došlo v Nižnej Myšli k aktivácii rozsiahlych svahových deformácií, ktorými bola postihnutá veľká časť obce. Vzhľadom na rozsah postihnutého územia, závažnosť prejavov, a najmä katastrofické následky, ktoré spôsobili v zastavanej časti obce, boli svahové poruchy v Nižnej Myšli vyhodnotené ako druhý najničivejší zosuv v zdokumentovanej histórii Slovenska. Takmer bezodkladne po ničivej udalosti nasledoval podrobný inžinierskogeologický prieskum, ktorý poskytol informácie o rozšírení a charaktere svahových deformácií a priniesol prvé výsledky monitoringu. Monitorovacie aktivity prebiehajú nepretržite až dodnes. Postupom času boli dobudované siete monitorovacích objektov potrebných na sledovanie podpovrchových deformácií a vykonávanie režimových pozorovaní hladiny podzemnej vody. Monitorovanie prinieslo rozsiahly súbor dát za dlhšie časové obdobie. Vďaka tomu je zosuvné územie Nižná Myšľa územím, kde je vybudovaná najrozsiahlejšia sieť monitorovacích objektov. Súčasne s monitorovaním prebiehala hlavná aktivita – sanácia geologického prostredia v troch na seba nadväzujúcich etapách. Cieľom tejto práce je podať komplexný prehľad o vykonaných sanačných opatreniach, o dátovom súbore z monitoringu svahových deformácií a vybraných zložiek životného prostredia, ale najmä poskytnúť súhrnné zhodnotenie informácií získaných monitorovaním a poukázať na súvislosti vývoja meraných parametrov s vykonanými technickými sanačnými opatreniami. Z pravidelne sa opakujúcej analýzy a vyhodnotenia údajov vyplýva, že za celé obdobie pozorovania najzávažnejšie vyznievajú výsledky inklinometrických meraní celkových deformácií a ich prírastkov za jednotlivé etapy merania. Územie je charakteristické aj naďalej pretrvávajúcou aktivitou rozsiahlych zosuvov, najmä v južnej časti obce, ktorá bola aj v roku 2010 najviac postihnutá a predstavuje časť centrálnej zástavby Nižnej Myšle, ale aj v severnej časti na zosuvnom svahu od Staničnej ulice vrátane areálu základnej školy až po Hlavnú ulicu. Predovšetkým do týchto oblastí smerovali aj sanačné práce počas prvej, druhej a tretej etapy sanácie zosuvného územia. Napriek pomerne veľkému rozsahu sanačných prác a na základe zhodnotenia ich účinnosti môžeme konštatovať, že územie postihnuté svahovými poruchami bolo sanované len čiastočne, v závislosti od schválených finančných prostriedkov. Aj preto možno dosiaľ vykonané sanačné opatrenia považovať za neúplné, hlavne v súvislosti s pretrvávajúcou pohybovou aktivitou v jednotlivých častiach územia. Mali by byť dobudované podľa návrhov z vykonaných geologických prác a so zohľadnením výsledkov monitorovania. Podstatnou a nanajvýš dôležitou úlohou by malo byť postupné vykonanie sanačných prác tak, aby zabezpečili stabilitu územia v čo najvyššej možnej miere, pretože zabezpečiť úplnú stabilitu územia je vzhľadom na jeho rozsiahlosť, zložitosť pomerov a charakter svahových deformácií technicky a finančne nereálne. Z dlhodobého hľadiska je potrebné, aby sanačné práce zvýšili schopnosť územia odolávať podobným nepriaznivým klimatickým udalostiam, aké nastali v júni roku 2010.

***Kľúčové slová:*** zosuvy, monitoring, sanácia, inklinometrické merania, stabilita svahu

***Abstract.*** In 2010, extensive slope deformations were activated in Nižná Myšľa Village, which affected a large part of the village. Due to the extent of the affected area, the severity of the manifestations and especially the catastrophic consequences they caused in the built-up area of the village, the slope failures in Nižná Myšľa were evaluated as the second most destructive landslide event in the documented history of Slovakia. Almost immediately after the devasting event, a detailed engineering geological survey followed, which provided information on the extension, nature of slope deformations and became the basis for the design of the monitoring system. Monitoring activities have been ongoing since 2011 and continue to the present. By gradual upgrade of the monitoring objects network for monitoring subsurface deformations and for groundwater regime observations, a large data set was obtained over a longer period of time. Thanks to this, the Nižná Myšľa landslide area is one of the Slovak sites where the largest network of monitoring objects is built. At the same time by monitoring, the main activity took place – remediation of the geological environment in three successive stages. The aim of this work is to provide a comprehensive overview of the implemented remediation measures, an overview of dataset obtained from monitoring of slope deformations and selected environmental components, but mainly on the basis of these data, comprehensive evaluation of monitoring data obtained by monitoring and evaluation of the development of measured parameters with technical remediation measures. From the regularly repeated analysis of the parameters as well as from the evaluations results, the most significant results for the whole period of the site monitoring are the results of inclinometric measurements of total deformations and their increments for individual phases of measurement. The area is characterized by ongoing large-scale landslide activity, especially in the southern part of the village, which was also the most affected in 2010 and represents part of the central part of Nižná Myšľa, along with the northern part on the landslide from Staničná ulica Street, including the Elementary school area up to Hlavná ulica Street. In particular, remediation works during the first, second and third stages of the landslide remediation were directed to these areas. Despite a relatively large scope of remedy works and the evaluation of their effectiveness, the vast territory affected by slope failures was only partially rehabilitated depending on the approved funds. Therefore, even the remedial measures implemented so far are only partial, mainly in connection with the persistent movement activity in individual

parts of the territory and should be completed according to the proposals from the geological works carried out and taking into account the results of monitoring. The basic objective should be a gradual implementation of remediation work so as to ensure the stability of the territory to the greatest possible extent, as ensuring the complete stability of the territory is technically and financially unrealistic due to its extent, complexity and slope deformation character. In the long term, redevelopment work needs to increase the territory's ability to withstand similar adverse climatic events as occurred in June 2010.

***Key words:*** landslides, slope monitoring, remediation, inclinometric measurements, slope stability

## 1. Úvod

Hodnotenie územia Slovenska z pohľadu výskytu geodynamických javov vyplýva z pomerne rôznorodej geomorfológie terénu v niektorých častiach územia, zložitej geologickej stavby a výskytu prírodných a antropogénnych faktorov, ktoré sú rozhodujúce pre vznik a vývoj geodynamických javov a ktorých priebeh v čase má variabilnú intenzitu.

Z regionálneho pohľadu má výskyt svahových deformácií na niektorých územiach Slovenska značné plošné rozšírenie. Od roku 1961 prebiehala systematická identifikácia svahových deformácií na našom území a výskum procesov ich vzniku a vývoja. Bola vypracovaná klasifikácia svahových deformácií vyskytujúcich sa v jednotlivých geomorfologických jednotkách s podobnou geologickou predispozíciou a podobnými mechanizmami ich vzniku a metodika na sanáciu jednotlivých typov svahových deformácií (Nemčok, 1982). Od počiatočného stavu mapovania územia z pohľadu výskytu svahových deformácií bolo zaregistrovaných 24 222 svahových deformácií rôzneho typu, najmä zosuvov, ktoré predstavujú viac ako 90 % z celkového počtu svahových deformácií. Ich plošné zastúpenie na území Slovenska predstavuje viac ako 5,25 % (Liščák et al., 2019a) a na základe podrobnejšieho mapovania vybraných území s najčastejším výskytom svahových deformácií sa ich výskyt naďalej spresňuje. Systematické spracovanie zdokumentovaných svahových deformácií vyústilo do vypracovania *Registra svahových deformácií* a *Atlasu máp stability svahov SR*, ktoré sú uverejnené na webovom Mapovom portáli Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra v Bratislave (ŠGÚDŠ), a *Máp náchylnosti územia na svahové deformácie*. Najväčšia pozornosť z hľadiska početnosti výskytu a priameho ohrozenia zdravia, životov a majetku je venovaná zosuvom. Dlhodobo sa vykonáva monitoring zosuvných lokalít s najväčším sociálno-ekonomickým významom, ktorý slúži ako podklad na ďalší prieskum a sanáciu svahových deformácií v rámci projektov v pôsobnosti Ministerstva životného prostredia SR (MŽP SR). Takisto realizácia najmä infraštruktúrnych projektov si vyžaduje podrobný prieskum týchto javov, zohľadnenie v procese spracovania projektovej dokumentácie, ich sanáciu a monitorovanie. V predchádzajúcich rokoch boli vykonané alebo aj v súčasnosti v rámci *Operačného programu Kvalita životného prostredia* (OP KŽP) sa riešia geologické úlohy zamerané na identifikáciu, registráciu a inžinierskogeologické mapovanie svahových deformácií vo vybraných regiónoch Slovenska (Liščák et al., 2018), na inžinierskogeologický prieskum havarijných zosuvov (Mašlárová et al., 2021) a sanáciu vybraných zosuvov s najvyšším stupňom ohrozenia životov alebo majetku (Jánová et al., 2021). Na niektorých zosuvných lokalitách Slovenska dlhodobo pokračuje monitorovanie zosuvných území v rámci projektu *Čiastkový monitorovací systém – Geologické faktory* (ČMS – GF). Zosuvy s vysokým sociálno-ekonomickým rizikom sa od roku 2018 monitorujú prostredníctvom geologickej úlohy *Monitoring zosuvných deformácií* (Ondrejka et al., 2018a).

Nevyhnutnosť systematickej identifikácie zosuvov, hodnotenia území z hľadiska výskytu možných svahových deformácií, ich výskum a dlhodobé monitorovanie s cieľom ich sanácie vyplýva z potreby posudzovania ohrozenia obyvateľstva a majetku geodynamickými javmi, postupmi v procese územného plánovania a v neposlednom rade aj orientovaním výstavby do náročnejšieho geologického prostredia.

Na hodnotenie zosuvného rizika, vykonávanie prieskumu a navrhovanie sanačných opatrení je nevyhnutná čo najpodrobnejšia analýza údajov získaných z doterajších úloh a projektov. Komplexným spôsobom sa podrobne preskúmali, prípadne sanovali alebo dlhší čas monitorovali zosuvy, ktoré mali katastrofálne následky alebo priamo ohrozujú obyvateľstvo alebo objekty (existujúce budovy, líniové stavby), resp. znemožňujú plánované využitie územia. Ako príklad možno uviesť zosuv v Kapušanoch postihujúci viacero rodinných domov, z ktorých niektoré boli neobývateľné (Jánová et al., 2021) a museli byť asanované. Príkladom zosuvu, ktorý podstatným spôsobom ovplyvňuje prebiehajúcu výstavbu diaľničnej siete, je zosuv na západnom portáli tunela Čebrať pri Hrboltovej (miestna časť Ružomberka), ktorý si vyžiadal zmenu trasy diaľnice a zmenu projektového riešenia tunelových objektov (Šembera et al., 2018). Jedným z faktorov, ktorý výrazne ovplyvňuje plánované trasovanie úseku diaľnice D1 v tomto území, je aj skalný zosuv aktivovaný v roku 2013 na svahu pri obci Kraľovany (Kuvik et al., 2014).

Za výnimočné obdobie z hľadiska vzniku svahových deformácií možno považovať jarné obdobie roku 2010. Vplyvom mimoriadne vysokých úhrnov zrážok sa aktivovalo veľké množstvo zosuvov, najmä na východnom Slovensku. Tieto zosuvy ohrozením zástavby obcí alebo cestných komunikácií vyvolali havarijné stavy alebo mimoriadne situácie (Liščák et al., 2010). Jedným z najlepšie zdokumentovaných a podrobne sledovaných zosuvov bol aj katastrofálny zosuv v obci Nižná Myšľa, ktorý sa reaktivoval v roku 2010 v mieste existujúcich potenciálnych zosuvov. Tri parciálne aktivované zosuvy mali za následok deštrukciu desiatok obytných domov a zničenie inžinierskych sietí a komunikácií. Táto havarijná situácia si vyžiadala realizáciu okamžitých havarijných opatrení, podrobný prieskum, sanáciu zosuvných svahov a rozsiahly monitoring celého zosuvného územia v obci. Komplexné zhodnotenie východiskového stavu stabilitných pomerov územia s údajmi o aktivite svahových pohybov, účinku vybudovaných sanačných opatrení spolu s porovnaním zozbieraných dát pri dlhodobom monitoringu môže podať obraz o spôsobe riešenia stabilitných pomerov aktívneho

zosuvu. Výsledkom by mali byť odporúčania ďalších potrebných sanačných opatrení a návrh sledovania účinnosti sanácie.

## 2. Cieľ práce

Tento článok si kladie za cieľ vykonať analýzu výsledkov monitoringu za roky 2011 – 2018 (v tomto období sa lokalita Nižná Myšľa monitorovala prostredníctvom geologickej úlohy *Čiastkový monitorovací systém – Geologické faktory*) vo vzťahu k jednotlivým etapám sanačných prác a odporučiť ďalší postup možného zlepšenia stability územia. Dostatočnosť vybudovaných sanačných opatrení musí byť naďalej preukázaná dlhodobým monitoringom, plošne pokrývajúcim celé zosuvné územie. To bude predpokladom modelovania správania územia pri mimoriadnych klimatických a geologických udalostiach, ako sú napríklad mimoriadne úhrny zrážok alebo seizmické otrasy. Sledovanie dlhodobej aktivity zosuvov by malo viesť k zhodnoteniu potreby vybudovania systému včasného varovania obyvateľstva pri zaznamenaní prekročenia kritických ukazovateľov aktivity svahových pohybov.

## 3. Stručná geologická a inžinierskogeologická charakteristika územia

Posudzované územie s výskytom aktívnych svahových deformácií, ktoré v lete 2010 spôsobili havarijnú situáciu priamo v zastavanej časti obce vrátane jedného z najničivejších zosuvov v histórii Slovenska vôbec, sa nachádza v južnej časti Košickej kotliny na južnom výbežku Toryskej pahorkatiny označovanom ako Varhaňovský chrbát, medzi poriečnymi nivami vodných tokov Hornádu a Olšavy (Laurenčík et al., 2015). Varhaňovský chrbát je morfologická vyvýšenina neogénneho vulkanicko-sedimentárneho komplexu sarmatského veku. Vytvára tektonickú štruktúru s výzdvihovým charakterom formovanú zlomovými štruktúrami, pričom obmedzujúce zlomy prebiehajú dolinou rieky Torysa a na ľavej strane doliny rieky Olšava. Prevažnú väčšinu chrbta tvorí stretavské súvrstvie (íly, ílovce a prachovce s polohami štrkov, pieskov a ryolitových tufov). Na západnom a severovýchodnom okraji výbežku Varhaňovského chrbta vystupujú polohy redeponovaných strednoaž hrubozrnných ryolitových tufov a tufitov a epiklastické vulkanické pieskovce stredného sarmatu (*Geologická mapa Slovenska M 1 : 50 000, 2013*). Neogénne sedimenty zväčša na povrch nevystupujú, ale sú prekryté kvartérnymi sedimentmi delúvií, prevažne charakteru ílu, piesčitého ílu a ílovitého piesku, v malej miere aj proluviálnymi náplavmi. Západná časť obce má prevažne rovinatý charakter poriečnej nivy. Budujú ju najmladšie fluviálne náplavy Torysy (hlinité sedimenty s horizontom nivných pôd, piesčité íly). Bázu tvoria štrky dnovej výplne (Kaličiak et al., 1996a).

Z hľadiska inžinierskogeologickej rajonizácie patrí centrálna a východná časť obce Nižná Myšľa, kde vystupuje stretavské súvrstie v ílovito-siltovitom vývoji s polohami štrkov, pieskov a ryolitových tufov, do rajónu Nk – Rajón striedajúcich sa jemnozrnných až štrkovitých sedimentov molasovej formácie, resp. do rajónu Ve – Rajón epiklastických hornín rajónu neovulkanitov (tufy a tufity). Fluviálne náplavy Torysy a Olšavy patria do rajónu Fn – Rajón náplavov nížinných tokov (http://apl.geology.sk/temapy/ – *Mapa inžinierskogeologických rajónov Slovenska 1 : 50 000*). Medzi najvýznamnejšie geodynamické javy tohto územia sa zaraďujú svahové deformácie, neotektonické poruchy, seizmicita a výmoľová erózia. Svahy budované kvartérnymi a neogénnymi sedimentmi, resp. vulkanicko-sedimentárnymi horninami sú často postihnuté svahovými poruchami rôzneho tvaru a plošného rozsahu, s rôznou hĺbkou priebehu šmykovej plochy a rôznou aktivitou (Kaličiak et al., 1996b). Tieto svahové poruchy budú predmetom podrobnejšieho opisu v nasledujúcich kapitolách. Na vznik geologickej stavby územia priaznivej pre vývoj svahových deformácií majú vplyv najmä zlomy aktívne v kvartéri, ktoré boli buď reaktivované na starších poklesových neogénnych zlomoch, alebo vznikli v kvartéri. Medzi najmladšie tektonické línie, ktoré vymedzujú čiastkové hrasťové štruktúry v rámci Košickej kotliny, patria zlomy s.-j. smeru prebiehajúce dolinami Torysy a Olšavy. Zlom v doline Torysy spôsobujúci výzdvih Varhaňovského chrbta (Janočko, 1989, ex Kaličiak et al., 1996b) vytvoril predispozíciu na abráznu činnosť rieky Torysa v päte vyvýšeniny Varhaňovského chrbta a tým aj podrezávanie svahu a vznik svahových deformácií.

Územie katastra obce Nižná Myšľa z hľadiska seizmického ohrozenia patrí do oblasti s hodnotou referenčného špičkového seizmického zrýchlenia agR = 0,40 m . $s^{-2}$ na podloží A. Ide o skalné podložie alebo inú geologickú formáciu, ktorá môže obsahovať najviac 5 m menej tuhého materiálu v povrchovej vrstve (STN EN 1998-1/NA/Z2).

Eróznymi ryhami ako prejavom aktívnej výmoľovej erózie sú v pahorkatinnom reliéfe krajiny najviac postihnuté svahy budované ílovito-štrkovitými, málo spevnenými neogénnymi horninami (Kaličiak et al., 1996b).

Z hydrogeologického hľadiska má stretavské súvrstvie obmedzenú medzizrnovú priepustnosť. V dôsledku prevládajúcich jemnozrnných hornín (íl, ílovec, siltovec) a nesúvislého vývoja kolektorov v tomto prostredí nie sú vhodné podmienky na formovanie významnejších akumulácií podzemnej vody. Striedanie priepustných a nepriepustných polôh vo vertikálnom i horizontálnom smere je príčinou vzniku niekoľkých etážovo usporiadaných, často nesúvislých, občasných aj trvalejších zvodní s voľnou i napätou hladinou. V zóne aerácie v hĺbke 0,5 až 6 m sa miestami zistilo slzenie podzemnej vody, miestami aj zavesené zvodne sčasti s voľnou hladinou, sčasti s mierne napätou hladinou, s výstupom o 0,8 až 2,6 m. Hlbšie zvodne, miestami s voľnou, miestami s napätou hladinou (s výstupom o 2 až 10 m), sa nachádzajú v hĺbke 7 až viac ako 25 m (Laurenčík et al., 2015).

## 4. Svahové deformácie v katastri obce Nižná Myšľa

Okrem prác regionálneho geologického výskumu sa geologický výskum územia v Nižnej Myšli do roku 2010 orientoval prevažne na inžinierskogeologický prieskum v súvislosti s plánovanou výstavbou a trasami líniových

stavieb (cesty, produktovody) a na hydrogeologický prieskum.

Systematický regionálny výskum zameraný na registráciu zosuvov na Slovensku prebehol prvýkrát na začiatku 60. rokov 20. storočia. Tento výskum bol súčasťou rozsiahlej úlohy na registráciu zosuvov na území vtedajšej ČSSR a bol vyvolaný vznikom katastrofálneho zosuvu v Handlovej v roku 1960. V rámci riešenia tejto úlohy sa v správe z registrácie zosuvov na juhovýchodnom a východnom Slovensku (Buroš et al., 1963) výskyt zosuvov priamo v obci Nižná Myšľa zvlášť nespomína. V bezprostrednom okolí obce Nižná Myšľa boli zaregistrované porušené svahy v údolí Hornádu medzi Košicami a Krásnou nad Hornádom (v súčasnosti Krásna – mestská časť Košíc). Uvedené svahy sú súvisle postihnuté v dĺžke zhruba 3 km blokovými zosuvmi a zosuvmi po rotačných šmykových plochách. Takisto je opísaných viacero väčších aj menších zosuvov v Košickej kotline. Svahová deformácia z tohto výskumu nachádzajúca sa v katastri Nižnej Myšle je v *Registri svahových deformácií* uvedená pod registračným číslom 54 184 ako potenciálny zosuv menších rozmerov na poľnohospodárskej pôde južne od zastavanej časti obce.

Výskytu geodynamických javov – zosuvov – sa venoval Ondrejka (1985). Posudzoval inžinierskogeologické a hydrogeologické pomery úseku cesty III. triedy pod cintorínom v Nižnej Myšli. Táto prístupová komunikácia k železničnej stanici (v súčasnosti Staničná ulica) bola v tom čase postihnutá aktívnymi prejavmi zosúvania. Vo svojej práci autor spomína, že svahovými pohybmi je postihnuté rozsiahlejšie územie. Výpočet stability svahu a návrh sanačných opatrení bol orientovaný na celé územie so stabilizovanými zosuvmi na východnom svahu pod cintorínom s konštatovaním, že územie je potrebné riešiť ako celok. Správa z vykonanej sanácie nie je k dispozícii, ale cesta bola neskôr v roku 1990 zabezpečená pilótovou stenou v dĺžke približne 150 m (údaje o hĺbke založenia nie sú k dispozícii).

Svahové deformácie zaznamenané v súvislosti s vybudovanými líniovými inžinierskymi dielami (cesty, železnice) boli predmetom prieskumu v roku 1983 a 1992. Vo vybudovanom zárezе severovýchodnej železničnej trate v km 74,780, nachádzajúcom sa sz. od centra obce Vyšná Myšľa, v roku 1982 vznikol plošne malý zosuv na ľavej strane zárezu. Z vykonaného prieskumu (Pilný a Sedlmajer, 1983) vyplynulo, že vznik zosuvu bol podmienený sklonom svahu zárezu a vnikaním povrchovej vody do svahu zárezu. Táto svahová deformácia je zaznamenaná v *Registri svahových deformácií* pod evidenčným číslom 76 937 ako potenciálny zosuv s vykonanou sanáciou (zemné úpravy tvaru svahu), potenciálne ohrozujúci širokorozchodnú trať. Zosuv je však v *Registri svahových deformácií* pri zobrazení mierky 1 : 50 000 nesprávne umiestnený ssv. od okraja obce. Zmienka o vzniku zosuvu na svahu zárezu je ešte počas budovania širokorozchodnej trate v roku 1965. V zárezе s hĺbkou až 8 m s budovaným sklonom 1 : 4 vplyvom daždivého počasia vznikol zosuv, ktorý sa postupne rozšíril na dĺžku 50 m, až k hornej hrane svahu. Zaujímavosťou je zvolený spôsob sanácie pomocou 42 pilót dĺžky 6 m, baranených do vopred predvŕtaných dier hlbokých 4 m, s pažením svahu pomocou železobetónových dosiek umiestnených za pilótami, pieskovou drenážou za touto konštrukciou a upravením sklonu svahu pomerom 1 : 5 (Záruba a Mencl, 1969).

Ďalším inžinierskogeologickým prieskumom z roku 1992 sa posudzovali pomery v mieste zosuvu na štátnej ceste III/5524 v priestore medzi križovatkou cesty II/552 Hutka – Nižná Myšľa a železničnou traťou Košice – Čierna nad Tisou (v súčasnosti cesta III/3368). V záverečnej správe z prieskumu sa uvádza, že v širšom okolí posudzovaného aktívneho zosuvu sa nachádzajú rozsiahle zosuvy, z ktorých väčšina je stabilizovaná (Ondrejka, 1992). Aj aktívny zosuv vznikol v mieste staršieho zosuvu, pričom aktiváciu strednej a dolnej časti svahu mohli podmieniť aj antropogénne vplyvy – vybudovanie zárezu železničnej trate (odťaženie akumulačnej časti stabilizovaného zosuvu), resp. následná strata funkčnosti odvodňovacieho rigolu v zárezе železničnej trate v kombinácii s výdatnými zrážkami. Na základe výpočtov stability svahov bolo odporúčané zrealizovať sanačné opatrenia zamerané na zabezpečenie spodnej časti svahu pilótovou stenou, hĺbkové odvodnenie svahu a zabezpečenie funkčnosti povrchového odvodnenia. Táto svahová deformácia je vedená v *Registri svahových deformácií* pod evidenčným číslom 58 981 ako aktívny zosuv, ale s vykonanými sanačnými opatreniami vo forme stabilizačných konštrukcií, potenciálne ohrozujúci cestu a železničnú trať. Zosuv je v registri vedený pod lokalitou Nižná Hutka, pretože je súčasťou rozsiahleho zosuvného svahu pokračujúceho smerom na sever do katastra obce Nižná Hutka.

Svahové deformácie v obci Nižná Myšľa a jej okolí sú zachytené na *Geologickej mape Slanských vrchov a Košickej kotliny – južná časť* (Kaličiak et al., 1996a). Tieto svahové deformácie predstavujú najvýznamnejšie geobariéry mapovaného územia a sú zaradené medzi zosuvy recentného veku. Veľký počet zosuvov sa uvádza najmä v južnej časti chrbta Viničnej (južne od Košickej Novej Vsi) a Varhaňovského chrbta (južne od Košických Oľšian). Ako morfologicky najnápadnejší je opísaný frontálny zosuv medzi štátnou cestou Košice – Košická Nová Ves a Krásnou nad Hornádom dlhý viac ako 6 km (v súčasnosti Košice, mestská časť Krásna) v bezprostrednom okolí obce Nižná Myšľa (severne od obce). V hornej časti má charakter stabilizovaného zosuvu, v dolnej časti má charakter potenciálneho zosuvu s častým výskytom recentných aktívnych plošných i prúdových zosuvov (Kaličiak et al., 1996b). Priamo v katastri obce Nižná Myšľa je na geologickej mape (Kaličiak et al., 1996a) zakreslený zosuv postihujúci západnú časť južného výbežku Varhaňovského chrbta v dĺžke približne 1 200 m prebiehajúci celou strednou časťou obce zo severu na juh. Toto zosuvné územie v obci Nižná Myšľa bolo zmapované už predtým v rámci úlohy *Výsledky registrácie svahových deformácií na území Slovenska* v roku 1991 (Modlitba et al., 1991) a v roku 1992 v rámci projektu *Výskum geologických faktorov životného prostredia regiónu Košická kotlina a Slanské vrchy* (Divinec, 1993).

V *Atlase máp stability svahov SR 1 : 50 000* (Šimeková et al., 2006) je zosuv v Nižnej Myšli na ploche 37,2 ha zaradený medzi potenciálne (dočasne upokojené)

svahové deformácie, ohrozujúci cestu, železnicu, stavby a nadzemné i podzemné produktovody. Zosuvná oblasť je z hľadiska stability zaradená do rajónu nestabilných území s vysokým stupňom náchylnosti územia na aktiváciu, resp. vznik svahových deformácií (územia nestabilné a územia s vysokým rizikom aktivácie svahových pohybov vplyvom prírodných podmienok a územia veľmi citlivé na negatívne antropogénne zásahy).

Aktivita zosuvných deformácií sa významným spôsobom prejavila v roku 2010, keď vplyvom nepriaznivých klimatických podmienok vznikli aktívne havarijné a katastrofálne zosuvy priamo v zastavanej časti obce Nižná Myšľa aj v katastroch viacerých ďalších obcí Košického samosprávneho kraja. Na viacerých havarijných a katastrofálnych zosuvoch následne prebiehal inžinierskogeologický prieskum, okamžité protihavarijné opatrenia a sanácia. Vzniknuté aktívne zosuvy, širokej verejnosti dobre známe ako katastrofálny zosuv v centre obce Nižná Myšľa, ich prieskum a etapy sanácií budú podrobnejšie opísané v nasledujúcich kapitolách. Zosuvy v obci Nižná Myšľa, ktoré boli podrobnejšie zmapované od roku 2010, sú v *Registri svahových deformácií* zaregistrované pri zobrazení na topografickom podklade v mierke 1 : 50 000 a na podklade v mierke 1 : 10 000.

### *4.1. Typ, rozsah a vývoj svahových deformácií*

Objektom analýzy tejto práce sú svahové deformácie, ktoré sa aktivovali v roku 2010 na mieste starších stabilizovaných, potenciálnych a čiastočne aj aktívnych zosuvov priamo v intraviláne obce Nižná Myšľa (Ondrus, 2019).

Svahovými deformáciami je postihnutý celý západný svah Varhaňovského chrbta v intraviláne obce (obr. 1). Svah orientovaný na západ má relatívne mierny sklon. V minulosti bol však podrezávaný erozívnou činnosťou rieky Torysa, a preto na jeho úpätí, na kontakte s alúviom rieky Torysa, sú jeho sklony výrazne strmé. Takáto geomorfologická konfigurácia terénu vytvorila podmienky na vznik plošne rozsiahlych svahových deformácií siahajúcich od päty svahu až po hrebeň chrbta. Svahové deformácie sa plošne rozprestierajú od hrebeňa západným smerom až po pätu svahu v údolí rieky Torysa, iba sčasti sú vyvinuté aj na východnom svahu od hrebeňa. Odlučné hrany rozsiahlych zosuvov prebiehajú na hrebeni prevažne v smere S – J, transportačná oblasť zosuvov je vyvinutá v zástavbe obce a akumulačné časti zosuvov sú vytlačené v päte svahu, takisto v zastavanej časti obce. Dĺžka územia postihnutého svahovými deformáciami je približne 1 700 m a jeho šírka v centrálnej časti obce je približne 400 m. Plocha zosuvného územia predstavuje 43,26 ha.

Plošne rozsiahle svahové deformácie majú charakter zosuvov s výrazne vyvinutými odlučnými hranami, parciálnymi odlučnými hranami, výrazne vyvinutými akumulačnými valmi a zvlnením terénu v transportačnej a akumulačnej oblasti zosuvov. Okrem plošne rozsiahlych zosuvov sú vyvinuté aj čiastkové zosuvy menších rozmerov alebo zosunuté bloky a sporadicky sa vyskytujú aj svahové deformácie typu blokových polí až skalných zrútení a zemných prúdov.

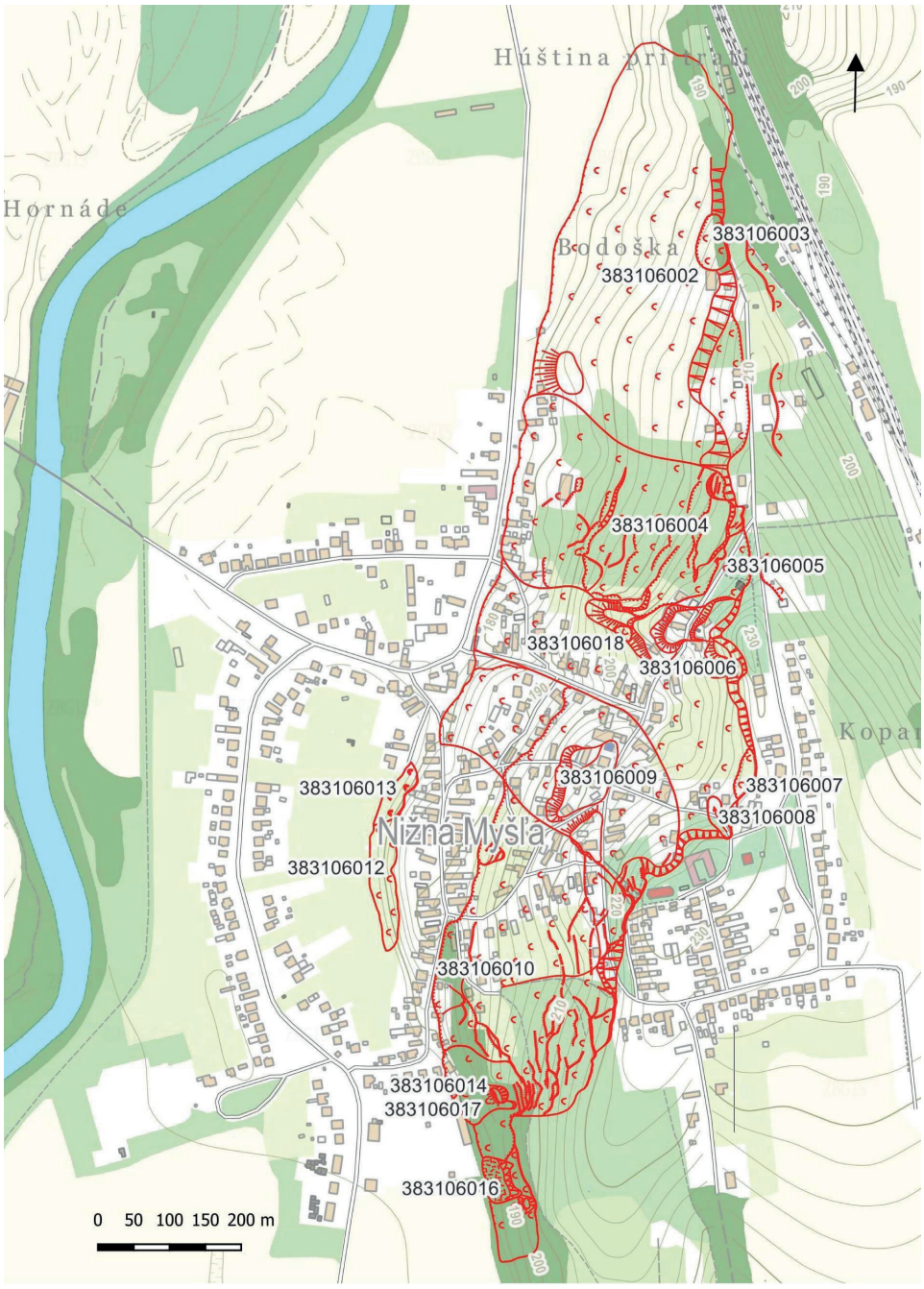
Severné ohraničenie týchto aktívnych zosuvov (reaktivovaných zosuvov z roku 2010) a starších potenciálnych zosuvov sa začína približne 1 000 m na juh od križovatky ciest III/3368 a II/522 Nižná Myšľa – Bohdanovce v území severne od zastavanej časti obce. Výrazne vyvinuté odlučné hrany s výškou až 10 m sa tiahnu v smere S – J pozdĺž Staničnej ulice s čiastočnou zástavbou až k cintorínu. Pri cintoríne odlučné hrany aktívnych zosuvov prechádzajú až nad pilótovú stenu vybudovanú v minulosti na sanáciu zosuvom poškodenej cesty k železničnej stanici a pokračujú v smere S – J v lokálne nezastavanej časti územia medzi Obchodnou ulicou a Kopaničnou ulicou. Odtiaľ sú odlučné hrany zosuvov vyvinuté v smere SV – JZ a prebiehajú tesne popod historickú budovu bývalého kláštora pôvodne z 13. storočia (v súčasnosti Myšlianske obecné múzeum) a popod budovu kostola zo 17. storočia až na Obchodnú ulicu (odlučná hrana vysoká 4 m). Odtiaľ odlučná časť zosuvov pokračuje v smere SSV – JJZ cez lúky až k južnej hranici obce. V tejto poľnohospodársky využívanej južnej časti je vyvinutých viacero systémov trhlín v smere S – J.

Transportačná časť zosuvov má nerovný, miestami zvlnený alebo stupňovitý povrch. Najmä v severnej časti sa vyskytovali početné zamokrené miesta s vlhkomilnou vegetáciou. Ojedinele vyvierali aj občasné a stále pramene s nepatrnou výdatnosťou. Niektoré morfologické znaky svahových deformácií, najmä odlučné hrany a trhliny, boli následne premodelované terénnymi úpravami počas sanačných prác. V transportačnej časti sú miestami vyvinuté parciálne odlučné hrany, systémy parciálnych trhlín a parciálne zosuvy a zosunuté bloky.

Akumulačné časti plošne rozsiahlych zosuvov sú vytvorené na päte svahov a na kontakte s alúviom rieky Torysa. V severnej časti sú akumulačné valy zosuvov pozorovateľné nad cestou a pozdĺž cesty III/3368, ktorá prechádza cez obec (Hlavná ulica), až po križovatku s Poštovou ulicou. V centrálnej časti zástavby obce sa akumulačná časť nachádza vyššie vo svahu a južnejšie schádza pozdĺž Družstevnej ulice. Odtiaľ, znovu na päte svahu, pokračuje akumulačná časť viac-menej v smere S – J až na južný koniec obce. Na južnom cípe zosuvného územia za budovou bývalého poľnohospodárskeho družstva na svahu tvorenom tufitickými horninami je aktívne skalné zrútenie s plochou 2 300 m$^2$.

Zosuvy, v roku 2010 reaktivované na miestach starších potenciálnych zosuvov, majú na základe výsledkov inžinierskogeologického prieskumu (Sláma et al., 2012) stanovené bazálne šmykové plochy v hĺbke 14 – 21 m (centrálna časť obce), samostatné zosuvné bloky v hĺbke 2 – 6 m. Zosuvy v južnej časti obce majú šmykové plochy v hĺbke 6 – 15 m a parciálne zosuvy v hĺbke 5 – 9 m. Výrazný aktívny zosuv pod Staničnou ulicou smerom k budove základnej školy má hĺbku bazálnej šmykovej plochy 15 – 17,5 m, viacero parciálnych šmykových plôch plytších zosuvov má hĺbku 5 – 8 m. Tvar šmykových plôch je rotačno-planárny a aktivované zosuvy majú charakter retrográdnych zosuvov.

Ako už bolo uvedené, na západnom svahu v obci Nižná Myšľa sa vyskytovali stabilizované a potenciálne svahové deformácie už pred rokom 2010. Miestami sa na zosuvnom svahu aktivovali svahové poruchy, ako to bolo v roku 1985,




**Obr. 1.** Zamerané svahové deformácie v Nižnej Myšli (upravené podľa Slámu a Gomolčáka, 2012, in Sláma et al., 2012) na podklade © ZBGIS; označené číslami z *Registra svahových deformácií*, znázornené na topografickom podklade 1 : 10 000 (zdroj: http://apl.geology.sk/geofond/zosuvy/).

**Fig. 1.** Measured slope deformations in Nižná Myšľa (modified from Sláma and Gomolčák, 2012, in Sláma et al., 2012) on the basis of © ZBGIS; marked with numbers from the *Register of slope deformations* shown on a 1:10,000 topographic base (source: http://apl.geology.sk/geofond/zosuvy/).

keď aktívne vzniknutý zosuv ohrozoval ulicu k železničnej stanici (Staničná ulica) a vyžiadal si sanáciu svahu. K reaktivácii zosuvov – vzniku aktívnych katastrofálnych zosuvov – došlo v jarnom období roku 2010 po období dlhotrvajúcich intenzívnych zrážok. V mesiaci máj zrážkový úhrn predstavoval 229,7 mm a tým bol niekoľkonásobne prekročený mesačný úhrn za dlhšie časové obdobie vo výške 59,6 mm (Tometz et al., 2010). Zrážky pokračovali aj na začiatku júna a trvali až do 5. júna 2010. V tomto čase došlo ku katastrofálnemu poškodeniu územia obce. V máji bolo zaznamenané zosúvanie svahu pod cestou ku stanici, už predtým sanovanou (Tometz et al., 2010). Takisto v dňoch 1. – 3. júna 2010 sa na niektorých domoch v obci začali objavovať trhliny, bol porušený vodovod, kanalizácia a plynovod, a to tak, že bolo cítiť unikajúci plyn (Sláma et al., 2012). Následne došlo v obci k mimoriadnej živelnej udalosti spôsobenej aktiváciou viacerých ničivých rozsiahlych zosuvov. Akcelerácia svahových pohybov nastala 4. júna 2010 o druhej hodine v noci. Aktivovali sa zosuvy, ktoré za niekoľko hodín poškodili viacero rodinných domov, podzemné i nadzemné inžinierske siete, cesty a terén. Náhle zrýchlenie svahových pohybov bolo sprevádzané silnými zvukovými efektmi (praskaním, vŕzganím) a nepokojným správaním domácich zvierat (Sláma et al., 2012). Strach obyvateľov bol natoľko veľký, že v noci začali v panike vybiehať zo svojich domovov. Počas zosúvania bolo silno porušených 20 domov a ďalších 25 sa stalo úplne neobývateľnými, z toho 32 muselo byť zbúraných pre narušenú statiku. Najhoršia situácia bola v centre obce v území pod kostolom, kde sa v jeho blízkosti vytvorila odlučná hrana vysoká 0,5 až 4 m a bolo poškodených viacero domov a infraštruktúra (obr. 2).

Zosuvy so svojimi prejavmi a následkami ohrozili životy obyvateľov obce a spôsobili veľké škody na majetku (zhruba 30 miliónov eur), našťastie si však táto živelná katastrofa nevyžiadala obete na životoch. Veľký počet ľudí prišiel náhle o svoje domovy, pričom z ohrozenej oblasti muselo byť evakuovaných až 144 osôb. V tej chvíli nebola jasná prognóza vzniku ďalších zosuvov alebo ďalšieho vývoja svahových pohybov. V obci bola vyhlásená mimoriadna situácia na odvrátenie okamžitých následkov a na záchranu života a majetku ľudí. Krátko po tom bol v júni až októbri zrealizovaný inžinierskogeologický prieskum na zistenie stabilitných pomerov lokality. Spolu s ním sa vykonali okamžité protihavarijné opatrenia, monitorovali sa zosuvotvorné faktory a aktivita zosuvných telies a boli navrhnuté ideové sanačné opatrenia na zamedzenie vzniku a vývoja ďalších svahových pohybov. Pohybová aktivita v zosuvnom území sa obnovila opäť v júni 2011 (Jánová a Házyová, 2011). V nasledujúcich rokoch 2012 až 2015 prebiehali ďalšie etapy prieskumných a sanačných prác. Aktivita svahových pohybov počas dlhodobého monitorovania lokality a závislosť aktivity od vybudovaných sanačných opatrení je obsahom ďalších kapitol.

Svahové deformácie v obci Nižná Myšľa možno podľa ich priestorovej pozície rozdeliť do štyroch územných častí obce. Toto ich priestorové rozšírenie bude slúžiť aj na hodnotenie samostatných vyčlenených oblastí postihnutých svahovými deformáciami v rámci celého zosuvného územia. V severnej časti sa vyskytujú dva zosuvy veľkých rozmerov (svahové deformácie č. 383106002 s plochou približne 122 000 m$^2$ a 38310604 s plochou približne 67 500 m$^2$), na ktorých sú vyvinuté výrazné odlučné hrany tiahnuce sa pozdĺž Staničnej ulice až k miestu, kde bol v minulosti vybudovaný oporný múr na sanáciu zosuvu aktivovaného v roku 1985. Severnejší z týchto zosuvov (383106002) je vyvinutý v území prevažne bez súvislej zástavby. Individuálna zástavba nových rodinných domov sa nachádza na západnej strane Staničnej ulice priamo v odlučných hranách zosuvov a akumulačná časť zosuvu zasahuje aj do zástavby na severnom okraji obce na Hlavnej ulici. Zosuv 383106004 pod Staničnou ulicou zasahuje na východ aj budovu základnej školy a zástavbu rodinných domov na Hlavnej ulici, kde je málo výrazná akumulačná časť zosuvu. Celý svah, v minulosti už sanovaný oporným múrom s dĺžkou 150 m, má výrazne vyvinuté odlučné hrany, na svahu sú trhliny, akumulačné valy a čiastkové odlučné hrany (priamo na svahu nad budovou základnej školy). Tento zosuv predstavuje jeden z dvoch hlavných (najväčších) zosuvov, ktoré sa aktivovali v roku 2010, s výraznými prejavmi svahových pohybov. Prevažná časť tohto zosuvu je v nezastavanom území (odlúč-



**Obr. 2.** Zosuvom deštruovaná, v tom čase novovybudovaná komunikácia na ulici Repiská (archív oddelenia IG ŠGÚDŠ, 4. 6. 2010).

**Fig. 2.** The newly built communication on Repiská Street destroyed by a landslide (Archive of the EG department SGIDŠ, 4 June 2010).

ná a transportačná časť zosuvu). V tejto severnej časti územia sú ešte vyvinuté svahové deformácie plošne menších rozmerov (383106003, 383106005). Zosuv 383106003 má plochu približne 2 700 m$^2$ a bol aktivovaný v roku 2010 v najsevernejšej časti Staničnej ulice. Odlučná hrana svahovej deformácie 383106005 je vyvinutá nad Staničnou ulicou v priestore cintorína a ďalšie zosuvné telesá sú na západnom svahu pod Staničnou ulicou. Plocha zosuvov je približne 4 400 m$^2$.

Územie smerom ďalej na juh (už centrálna časť obce), v rozsahu ulíc Poštová, Obchodná, Mäsiarska, Strmá a Školská, sa rozprestiera v priestore rozsiahlych svahových deformácií 383106006 s plochou približne 67 000 m$^2$ a 38310609 s plochou približne 59 500 m$^2$. V tomto priestore sú vyvinuté aj menšie svahové deformácie: zosuv 383106018, resp. zosuvný blok na križovatke Obchodnej, Strmej a Hlbokej ulice, potenciálny zosuv 383106007 a potenciálna svahová deformácia charakteru zemného prúdu 383106008.

V roku 2010 mali najničivejšie následky svahové deformácie v južnej časti obce aktivované priamo pod budovou kostola a budovou bývalého kláštora (v súčasnosti Myšlianske obecné múzeum). Z nich je plošne najrozsiahlejší zosuv 3831106010 (približne 78 000 m$^2$), ktorý svojimi ničivými následkami postihol zástavbu rodinných domov na uliciach Obchodná, Repiská a Hlboká. Priestor južnej časti tohto zosuvu je nezastavaný a využíva sa ako záhrady a pasienky. Práve tento zosuv počtom poškodených domov, infraštruktúry a terénu je najničivejší zo zosuvov vzniknutých v roku 2010. Vyznačoval sa výrazne vyvinutými odlučnými hranami s výškou do 4 m (odlučná hrana pod kostolom), viacerými čiastkovými odlučnými hranami, ktoré poškodili najviac domov nachádzajúcich sa priamo v ich priestore, trhlinami a zvlnením terénu. V jeho pokračovaní na juh, v mieste využívanom ako záhrady, je vyvinutých viacero systémov pozdĺžnych trhlín. Najjužnejšia časť územia obce na západnom úpätí svahu (s veľmi strmým sklonom svahu) je postihnutá plošne menšími svahovými deformáciami (3831106014, 3831106015, 3831106016 a 3831106017) s aktívnymi, potenciálnymi a stabilizovanými formami, z toho svahová deformácia 3831106015 predstavuje skalné zrútenie vyvinuté v polohách ryolitových tufov. Takisto v strmom úpätí svahu pod centrálnou časťou obce (Družstevná ulica) sú vyvinuté potenciálne, resp. stabilizované zosuvné svahy (označené ako svahové deformácie 3831106012 a 3831106013).

Ďalšou oblasťou, kde boli zaznamenané prejavy zosúvania, je východný svah pod cintorínom. V roku 2010 tu vznikol zosuv s odlučnou hranou s dĺžkou približne 75 m. V priestore tohto zosuvu nebol dosiaľ realizovaný inžinierskogeologický prieskum.

### *4.2. Monitorovanie svahových deformácií*

Od roku 2010, keď sa aktivovali zosuvy, po realizácii inžinierskogeologického prieskumu sa na lokalite vykonával monitoring pohybovej aktivity zosuvných území (zosuvných telies a celého zosuvného územia – inklinometrické vrty), vybraných zložiek geologického prostredia (hladina podzemnej vody) a účinnosti sanačných opatrení (výdatnosť odvodňovacích vrtov). Vykonávaný monitoring možno rozdeliť na krátkodobý (etapy realizované v rámci geologických úloh inžinierskogeologického prieskumu a sanácie) a na dlhodobý, ktorý sa vykonáva od roku 2011 a pokračuje aj v súčasnosti. Z období krátkodobého monitoringu sú výsledky spracované v záverečných správach; ich prehľad je uvedený v tab. 1. V súvislosti s nadväzujúcimi etapami sanačných prác a vykonávaním meraní aj medzi jednotlivými etapami údaje z monitoringu podávajú pri niektorých pozorovacích objektoch prehľad vývoja parametrov za dlhšie časové obdobie, ktorý je uvedený v záverečných správach zo sanačných prác (Sláma et al., 2012; Grech et al., 2014; Laurenčík et al., 2015).

Dlhodobý monitoring na sociálno-ekonomicky najvýznamnejších zosuvných územiach na Slovensku zabezpečoval ŠGÚDŠ prostredníctvom geologickej úlohy *Čiastkový monitorovací systém – Geologické faktory, Podsystém 01 Zosuvy a iné svahové deformácie*. Lokalita Nižná Myšľa bola v tejto geologickej úlohe monitorovaná od roku 2011 do roku 2018 [inklinometrické merania, merania hĺbky hladiny podzemnej vody, merania výdatnosti odvodňovacích zariadení, technológia radarovej interferometrie InSAR (z angl. *Interferometric Synthetic Aperture Radar*) na prirodzených odrazivých bodoch a údaje zrážkových úhrnov zo staníc Slovenského hydrometeorologického ústavu (SHMÚ)]. Merania sa začali vykonávať na obmedzenom počte pozorovacích objektov (šiestich inklinometrických vrtoch, piatich piezometrických vrtoch, dvoch subhorizontálnych odvodňovacích vrtoch) a postupne, ako boli budované nové pozorovacie objekty, tieto objekty boli zaradené do monitorovacej siete na dlhodobé pravidelné merania. Merania sa vykonávali v pravidelných intervaloch rozložených v čase počas kalendárneho roku a dlhodobo sa ustálili na počte 2 – 3 inklinometrické merania ročne, týždenné merania hladín podzemnej vody, týždenné merania výdatnosti odvodňovacích zariadení a spracovanie údajov z denných úhrnov zrážok. Merania sa neprerušene vykonávali od ich začiatku v roku 2011 do roku 2018. Počet pozorovacích objektov kolísal podľa stabilitnej situácie územia, niektoré vrty museli byť z pozorovacej siete vyradené pre ich zničenie alebo nefunkčnosť (nadmerná deformácia inklinometrickej pažnice vplyvom svahového pohybu – „strihnutie“ vrtu), alebo boli vylúčené pre ich nízku výpovednú hodnotu. Monitorovacie metódy boli v roku 2016 doplnené o sledovanie pohybovej aktivity prostredníctvom diaľkového prieskumu Zeme technológiou radarovej interferometrie InSAR. Na analýzu pohybov prostredníctvom tejto novej, dynamicky sa rozvíjajúcej metódy sa využívali stabilné odrazové prvky – prirodzené odrážače pokrývajúce širšie územie katastra obce Nižná Myšľa. Výsledky monitorovania sa každoročne vyhodnocujú a poskytujú orgánom štátnej správy a v prípade znepokojivých zistení aj samosprávam obcí. Tieto výsledky umožňujú, okrem iného, kontrolu účinnosti vykonaných sanačných opatrení, a teda aj účelnosti vynaložených prostriedkov na elimináciu zosuvného hazardu (Ondrejka et al., 2018a).

Od začiatku roku 2019 je lokalita Nižná Myšľa monitorovaná prostredníctvom geologickej úlohy *Monitoring*

**Tab. 1.** Prehľad vykonaných monitorovacích aktivít v rámci etáp krátkodobého monitoringu.
**Tab. 1.** Overview of performed monitoring activities in the stages of short-term monitoring.

| Rok začiatku krátkodobého monitoringu | Autor záverečnej správy | Monitorované obdobie | Typ monitorovacích objektov | Počet objektov | Označenie monitorovacích objektov |
|---|---|---|---|---|---|
| 2010 | Tometz et al., 2010 | 24. 8. – 7. 10. 2010 | inklinometrické (nové vrty) | 6 | INM-1, INM-2, INM-3, INM-4, INM-5, INM-6 |
| 2010 | Tometz et al., 2010 | 24. 8. – 7. 10. 2010 | piezometrické (nové vrty) | 23 | JS-1, JS-2, JS-2A, JS-3, JS-4, JS-4A, JC-1, JC-2, JC-3, JC-4, JC-5, JK-1, JK-2, JK-3, JK-4, JK-5, JK-5A, JK-6, JJ-1, JJ-2, JJ-3, JJ-4, JJ-4A |
| 2011 | Sláma et al., 2012 | 13. 1. 2011 – 19. 3. 2012 | inklinometrické (existujúce vrty) | 6 | INM-1, INM-2, INM-3, INM-4, INM-5, INM-6 |
| 2011 | Sláma et al., 2012 | 28. 3. 2011 – 10. 4. 2012 | piezometrické (existujúce vrty) | 29* | JS-1, JS-2, JS-2A, JS-3, JS-4, JS-4A, J-1, J-1A, J3A, J-5, J-6, J-6A, JC-1, JC-2, JC-3, JC-4, JC-5, JK-1, JK-2, JK-3, JK-4, JK-5, JK-5A, JK-6, JJ-1, JJ-2, JJ-3, JJ-4, JJ-4A |
| 2012 | Sláma et al., 2012 | 2. 3. – 11. 4. 2012 | inklinometrické (nové vrty) | 18 | INK-12, INK-14, INK-16, INK-17, INK-21, INK-22, INK-24, INK-26, INK-32, INK-34, INK-42, INK-43, INK-44, INK-51, INK-52, INK-53, INK-55, JPS-2 |
| 2012 | Sláma et al., 2012 | 13. 2. – 10. 4. 2012 | piezometrické (nové vrty) | 36 | JV-11, JV-12, JV-14, JV-15, JV-16, JV-17, JV-18, JV-22, JV-22A, JV-23, JV-23A, JV-23B, JV-24, JV-25, JV-25A, JV-26, JV-26A, JV-27, JV-31, JV-33, JV-34, JV-35, JV-41, JV-42, JV-43, JV-43A, JV-44, JV-44A, JV-45, JV-51, JV-52, JV-53, JV-53A, JV-54, JV-54A, JV-55 |
| 2014 | Grech et al., 2014 | 20. 3. 2014 – 11. 9. 2014** | inklinometrické (existujúce vrty) | 5 | INM-6, INK-51, INK-52, INK-53, INK-55 |
| 2014 | Grech et al., 2014 | 2. 5. – 19. 9. 2014 | piezometrické (existujúce vrty) | 7 | JV-51, JV-52, JV-53, JV-53A, JV-54, JV-54A, JV-55 |
| 2014 | Grech et al., 2014 | 2. 5. – 19. 9. 2014 | piezometrické (nové vrty) | 12 | PZ-1, PZ-1A, PZ-2, PZ-2A, PZ-3, PZ-4, PZ-5, PZ-5A, PZ-6, PZ-7, PZ-8, PZ-9 |
| 2015 | Laurenčík et al., 2015 | 10. 12. 2015*** | inklinometrické (nové vrty) | 1 | INK-54 |
| 2015 | Laurenčík et al., 2015 | 13. 3. – 31. 3. 2015 | piezometrické (existujúce vrty) | 5 | JK-4, S-1, S-2, S-3, P-6 |
| 2015 | Laurenčík et al., 2015 | 13. 3. – 31. 3. 2015 | piezometrické (nové vrty) | 6 | PZ-10, PZ-11, PZ-12, PŠ-3, PŠ-4, PŠ-5 |
| 2015 | Laurenčík et al., 2015 | 13. 3. – 31. 3. 2015 | subhorizontálne odvodňovacie vrty (nové vrty) | 8 | SHV-127, SHV-126, SHV-124, SHV-122, SHV-125, SHV-123, SHV-128, SHV-121 |

** do meraní boli zahrnuté aj staršie vrty realizované v roku 1985 (Ondrejka, 1985)*
*** meranie sa vykonávalo kontinuálne aj medzi krátkodobými etapami, a to dňa 4. 9. 2013*
**** merania zabezpečované stacionárnou inklinometrickou sondou od 10. 12. 2015*

*zosuvných deformácií*. Tento projekt prebieha v rámci Operačného programu *Kvalita životného prostredia*, Prioritnej osi 3: *Podpora riadenia rizík, riadenia mimoriadnych udalostí a odolnosti proti mimoriadnym udalostiam ovplyvneným zmenou klímy*, investičnej priority 3.1: *Podpora investícií na riešenie osobitných rizík, zabezpečiť predchádzanie vzniku katastrof a vyvíjanie systémov zvládania katastrof*, špecifického cieľa 3.1.2: *Zvýšenie účinnosti preventívnych a adaptačných opatrení na elimináciu environmentálnych rizík* (okrem protipovodňových opatrení). V počiatočnej fáze projektu boli typy a frekvencie meraní ponechané podľa predchádzajúceho monitoringu ČMS – GF. V ďalších etapách projektu sa na jednotlivých pozorovaných lokalitách v rámci Slovenska budujú siete pozorovacích objektov pozostávajúce z novobudovaných vrtov a rekonštrukcie existujúcich využívaných vrtov. Na lokalite Nižná Myšľa bude do konca roku 2023 vybudovaná kompletná monitorovacia sieť pozostávajúca z inklinometrických vrtov, vrtov s osadenými snímačmi pórového tlaku, piezometrických vrtov, snímačov vlhkosti osadených do vrtov, klimatickej stanice a vybudovaných prvkov – kútových odrážačov pre technológiu InSAR. Veľkým prínosom novobudovanej siete vrtov bude aj inovatívny spôsob zabezpečenia zberu a prenosu meraných údajov, a to kontinuálny on-line zber údajov z osadených automatických zariadení vo vrtoch a ich prenos do centra monitoringu

v sídle ŠGÚDŠ prostredníctvom technológie Internetu vecí (Ondrejka et al., 2018a).

### *4.3. Sanačné opatrenia na lokalite*

Vzhľadom na to, že svahové deformácie postihujú značnú časť zastavaného územia obce, ich výrazná aktivita v roku 2010 mala katastrofálne následky na zástavbu a infraštruktúru (inžinierske siete, komunikácie) a terén. Taktiež vzhľadom na náchylnosť zosuvného územia na opätovnú aktiváciu svahových pohybov a odôvodnené obavy zo vzniku ďalších svahových pohybov sa už takmer okamžite po ich vzniku pristúpilo k riešeniu mimoriadnej situácie. Na základe uznesenia vlády Slovenskej republiky č. 408/2010 z 9. júna 2010 MŽP SR zabezpečilo realizáciu inžinierskogeologického prieskumu a okamžitých protihavarijných opatrení. Súbežne s tým na základe vyhlásenej mimoriadnej situácie v obci v rámci opatrení na odvrátenie následkov živelnej katastrofy sa vykonali nevyhnutné zásahy – úprava terénu a plôch, demolácia poškodených objektov, oprava vodovodu a kanalizácie, ako aj zvedenie výverov vody. Lokalita Nižná Myšľa bola v roku 2010 spolu s viacerými ďalšími územiami postihnutými zosuvmi zaradená do zoznamu prioritných lokalít, na ktorých bolo potrebné zabezpečiť prieskum a sanáciu havarijných zosuvov (list splnomocnenca vlády SR pre územnú samosprávu, integrovaný manažment povodí a krajiny č. 4478/2017-7). V roku 2011 (10. júna) došlo k lokálnej reaktivácii svahových pohybov a v obci bola vyhlásená mimoriadna situácia (Sláma et al., 2012). Následne v rokoch 2012 až 2015 sa uskutočnili tri etapy sanácie zosuvného územia.

Inžinierskogeologický prieskum realizovaný v júni až októbri 2010 zahŕňal vykonanie okamžitých protihavarijných opatrení v území nad budovou základnej školy postihnutom rozsiahlym plošným zosuvom. Realizovali sa dva prieskumno-sanačné subhorizontálne odvodňovacie vrty. V záverečnej správe (Tometz et al., 2010) je na základe vykonaných prieskumných prác a stabilitných výpočtov vypracovaný ideový návrh sanácie havarijného zosuvu. Tento prieskum bol zameraný na rozsiahle zosuvné územie v intraviláne obce, ktoré pozostávalo hlavne z dvoch veľkých aktívnych zosuvov (v severnej časti pod Staničnou ulicou a v južnej časti pod kostolom), a na niekoľko plošne menších zosuvov. Odporúčané sanačné opatrenia (Tometz et al., 2010) možno rozdeliť do skupín – tab. 2. Navrhované sanačné opatrenia spolu s opatreniami spojenými s nakladaním so zrážkovou a odpadovou vodou by podľa konštatovania v záverečnej správe mali zabezpečiť stabilitu hodnoteného územia (Tometz et al., 2010).

**Tab. 2.** Prehľad ideového návrhu sanačných opatrení z inžinierskogeologického prieskumu v roku 2010 (podľa Tometza et al., 2010).

**Tab. 2.** Overview of the conceptual design of remediation measures from the engineering geological survey in 2010 (according to Tometz et al., 2010).

| Ideový návrh sanačných opatrení | Typ prác | Činnosti | Rozsah prác | Situovanie |
|---|---|---|---|---|
| Tometz et al., 2010 | podpovrchové odvodnenie | stabilizačno-odvodňovacie rebrá | 500 bm | v miestach situovania vejárov odvodňovacích vrtov v zosuve pod Staničnou ulicou, v severnej časti zosuvného územia, na východnom svahu pod cintorínom |
| | | pätný drén | 30 m | v mieste už realizovaných odvodňovacích vrtov HNM-1 a HMN-2, ktoré sa majú doplniť ďalším odvodňovacím vrtom HNM-3 a ďalšími stanovišťami odvodňovacích vrtov, a v miestach plytkej podpovrchovej drenáže |
| | | plytká podpovrchová hydromelioračná drenáž | 925 m | na odvodnenie zamokrených miest a bezodtokových depresií v zosuve pod Staničnou ulicou, v severnej časti zosuvného územia, na východnom svahu pod cintorínom |
| | hĺbkové odvodnenie | subhorizontálne odvodňovacie vrty | 2 500 bm | 8 stanovíšť vrtov s 3 až 4 vejárovito usporiadanými vrtmi (25 vrtov s priemernou dĺžkou 100 m) vrátane už zhotovených 2 vrtov HNM-1 a HNM-2 |
| | oporné konštrukcie | oporná pilótová stena | 200 až 250 m | na zabezpečenie stability kostola a domov na Malej Nemeckej ulici s odhadnutým hĺbkovým dosahom 30 m (3 750 bm pilót) |
| | ostatné protizosuvné opatrenia | terénne úpravy, zemné práce | 5 ha | zasypanie odlučných hrán, zosvahovanie, hydroosev, vegetačné úpravy terénu (výsadba drevín a krovín) |
| | odporúčané opatrenia, ktoré sa majú realizovať ako súvisiace a vykonať mimo sanačných prác<br>odvádzanie zrážkovej vody zo striech do rigolov<br>odvádzanie splaškovej odpadovej vody<br>riadenie stavebných a výkopových prác, aby negatívne nezasiahli do stabilitných pomerov lokality | | | povrchové odvedenie zrážkovej vody pomocou rigolov pozdĺž ciest a chodníkov |
| | | | | odvádzanie zrážkovej vody zo striech do rigolov |
| | | | | odvádzanie splaškovej odpadovej vody |
| | | | | riadenie stavebných a výkopových prác, aby negatívne nezasiahli do stabilitných pomerov lokality |

Podľa záverov a odporúčaní inžinierskogeologického prieskumu z roku 2010 bol vo februári 2012 vypracovaný realizačný projekt sanácie *Nižná Myšľa – sanácia havarijného zosuvu – 1. etapa*, ktorý zahŕňal doplnkový inžinierskogeologický prieskum a sanáciu geologického prostredia (Vrábľová a Jánová, 2013). Podľa predpokladu najväčšieho ohrozenia a potreby ochrany ohrozených objektov bola sanácia orientovaná na centrálnu a južnú časť zástavby obce. Súčasťou sanačných prác bol aj doplnkový inžinierskogeologický prieskum rozsiahleho zosuvu pod Staničnou ulicou (nad budovou základnej školy). Prvá etapa sanácie prebehla v druhej polovici februára a v marci roku 2012.

Vzhľadom na rozsiahlosť zosuvného územia sa technické a ekonomické zabezpečenie sanácie riešilo postupne vo viacerých etapách. V roku 2012 prebehla sanácia zosuvného územia iba v obmedzenom rozsahu (najmä statické zabezpečenie svahu v blízkosti najviac ohrozených objektov, hĺbkové odvodnenie centrálnej a južnej časti zosuvného územia). Z hľadiska postupnosti bolo odporúčané vykonať ďalšie etapy sanácie, ktorými by sa doplnili sanačné opatrenia v ohrozenej centrálnej a južnej časti obce. Naprojektovali a vykonali by sa sanačné opatrenia aj v celom zosuvnom území, najmä v severnej časti nad budovou základnej školy a v pokračovaní Staničnej ulice, ako aj na východnom svahu pod cintorínom. V záverečnej správe z prvej etapy sanácie z roku 2012 (Sláma et al., 2012) bola zhodnotená vykonaná sanácia a boli uvedené odporúčania na ďalšie sanačné práce. Vzhľadom na veľkosť zosuvného územia, charakter svahových deformácií (šmykové plochy vo väčšej hĺbke) a potenciál územia na aktiváciu zosuvov týmito opatreniami síce nie je možné dosiahnuť trvalo stabilný stav územia (Sláma et al., 2012), ale sú nevyhnutné na zlepšenie stabilitných pomerov, odvodnenie zosuvných telies a tým zníženie rizika poškodenia objektov a ohrozenia obyvateľov.

Druhá etapa sanačných prác sa uskutočnila v roku 2014 v rámci geologickej úlohy *Inžinierskogeologický prieskum a sanácie havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky – Časť I. Sanácia havarijného zosuvu v obci Nižná Myšľa – 2. etapa*. V tejto etape boli sanačné práce orientované do severnej časti zosuvného územia. Vykonalo sa stabilitné zabezpečenie svahu priamo nad budovou základnej školy a čiastočné hĺbkové odvodnenie a zvedenie drenážnej vody na svahu medzi budovou základnej školy a Staničnou ulicou. Aj po zrealizovaní čiastkovej sanácie v rámci 2. etapy bolo potrebné vykonať ešte ďalšie sanačné práce zamerané na odvodnenie zosuvného svahu v južnej časti územia, stabilitné zabezpečenie ohrozenej časti budovy bývalého kláštora (v súčasnosti Myšlianske obecné múzeum), doplnenie odvodňovacích prvkov v severnej časti územia, ako aj východného svahu pod cintorínom. Na zabezpečenie päty svahu v južnej časti a sanovanie výrazne vytlačeného čela zosuvu nad bývalou budovou družstva bol navrhnutý stabilizačný prísyp s objemom 10 000 $m^3$ a úpravy terénu na ploche 10 000 $m^2$ (Grech et al., 2014).

Koncom roku 2014 bola vyhlásená verejná súťaž na vykonanie inžinierskogeologického prieskumu v obci Svätý Anton a sanáciu havarijných zosuvov v obciach Nižná Myšľa a Šenkvice. Spočívala vo vypracovaní projektov geologickej úlohy, projektov technických riešení sanácie a realizácie sanácie a súvisiacich prác. V prvej polovici roku 2015 následne prebehli sanačné práce v Nižnej Myšli, ktoré predstavovali 3. etapu riešenia zlepšenia stabilitných

**Tab. 3.** Prehľad monitorovacích aktivít na lokalite Nižná Myšľa v rokoch 2011 – 2018 (podľa: Ondrejka et al., 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018b, 2019).

**Tab. 3.** Overview of monitoring activities at the Nižná Myšľa site in 2011–2018 (according to: Ondrejka et al., 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018b, 2019).

| Obdobie (kalendárny rok) | Druh meraní | Počet monitor. objektov | Monitorovacie objekty |
|---|---|---|---|
| 2011 | inklinometrické merania | 5 | INM-1, INM-2, INM-3, INM-5, INM-6 |
| | hĺbka hladiny PV | 5 | JJ-1, JJ-2, JK-1, JK-2, JK-4 |
| | výdatnosť odvodňovacích zariadení | 3 | HNM-1, HNM-2, HNM-3 |
| | zrážkové úhrny | 3 | stanice SHMÚ Čaňa (indikatív 60140), Vyšný Čaj (indikatív 60120), Košice-letisko (indikatív 60120) |
| 2012 | inklinometrické merania | 21 | INM-2, INM-3, INM-5, INM-6, INK-12, INK-14, INK-16, INK-17, INK-21 INK-22, INK-24, INK-26, INK-32, INK-34, INK-42, INK-43, INK-44, INK-51, INK-52, INK-53, INK-55 |
| | hĺbka hladiny PV | 5 | JJ-1, JJ-2, JK-1, JK-2, JK-4 |
| | výdatnosť odvodňovacích zariadení | 3 | HNM-1, HNM-2, HNM-3 |
| | zrážkové úhrny | 3 | stanice SHMÚ Čaňa (indikatív 60140), Vyšný Čaj (indikatív 60120), Košice-letisko (indikatív 60120) |

**Tab. 3** – pokračovanie.

| Obdobie (kalendárny rok) | Druh meraní | Počet monitor. objektov | Monitorovacie objekty |
|---|---|---|---|
| 2013 | inklinometrické merania | 20 | INM-2, INM-5, INM-6, INK-12, INK-14, INK-16, INK-17, INK-21, INK-22, INK-24, INK-26, INK-32, INK-34, INK-42, INK-43, INK-44, INK-51, INK-52, INK-53, INK-55 |
| | hĺbka hladiny PV | 51 | J-1, JC-1, JC-2, JC-3, JC-4, JC-5, JJ-1, JJ-2, JJ-3, JK-1, JK-2, JK-3, JK-4, JK-6, JS-1, JS-2, JS-2A, JS-3, JS-4, JS-4A, JV-11, JV-12, JV-14, JV-15, JV-18, JV-22, JV-23, JV-23A, JV-23B, JV-24, JV-25, JV-25A, JV-26, JV-26A, JV-27, JV-31, JV-33, JV-35, JV-41, JV-42, JV-43, JV-43A, JV-44, JV-45, JV-51, JV-53, JV-53A, JV-54A, P-1, P-3, P-6 |
| | hĺbka hladiny PV meraná automatickým hladinomerom | 4 | JV-17, JV-22, JV-44, JV-54 |
| | výdatnosť odvodňovacích zariadení | 28 | INM-1, INM-2, INM-3, ST-1/1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 2/1, 2/2, 2/3, 3/1, 3/2, 3/3, 3/4, 4/1, 4/2, 4/3, 5/1, 5/2, 5/3, 6/1, 6/2, 6/3, 6/4, 7/1, 7/2, 7/3 |
| | zrážkové úhrny | 3 | stanice SHMÚ Čaňa (indikatív 60140), Vyšný Čaj (indikatív 60120), Košice-letisko (indikatív 60120) |
| 2014 | inklinometrické merania | 20 | INM-2, INM-5, INK-12, IN-14, INK-16, IN-17, INK-21, INK-22, INK-24A, INK-26, INK-32, IN-34, INK-42, INK-43, INK-44, INK-51, INK-52, INK-53, INK-55 |
| | hĺbka hladiny PV | 59 | J-1, JC-1, JC-2, JC-3, JC-4, JC-5, JJ-1, JJ-2 JJ-3, JK-1, JK-2, JK-3, JK-4, 6, JS-1, JS-2, JS-2A, JS-3, JS-4, JS-4A, JV-11, JV-12, JV-14, JV-15, JV-16, JV-18, JV-22, JV-23, JV-23A, JV-23B, JV-24, JV-25, JV-25A, JV-26, JV-26A, JV-27, JV-31, JV-33, JV-34, JV-35, JV-41, JV-42, JV-43, JV-43A, JV-44, JV-45, JV-51, JV-52, JV-53, JV-53A, JV-54, JV-54A, JV-55, P-1, P-2, P-3, P-4, P-6, PZ-1, PZ-1A, SŠ-1 |
| | hĺbka hladiny PV meraná automatickým hladinomerom | 4 | JV-17, JV-22, JV-44, JV-54 |
| | výdatnosť odvodňovacích zariadení | 28 | INM-1, INM-2, INM-3, ST-1/1, 1/2, 1/3, 1/4, 1/5, 2/1, 2/2, 2/3, 3/1, 3/2, 3/3, 3/4, 4/1, 4/2, 4/3, 5/1, 5/2, 5/3, 6/1, 6/2, 6/3, 6/4, 7/1, 7/2, 7/3 |
| | zrážkové úhrny | 3 | stanice SHMÚ Čaňa (indikatív 60140), Vyšný Čaj (indikatív 60120), Košice-letisko (indikatív 60120) |
| 2015 | inklinometrické merania | 21 | INM-2, INM-3A, INM-5, INK-12, INK-14, INK-16, INK-17, INK-21, INK-22, INK-24A, INK-26, INK-32, INK-34, INK-42, INK-43, INK-44, INK-51, INK-52, INK-53, INK-55, INK-56 |
| | stacionárne inklinometre | 2 | INK-12, INK-56 |
| | hĺbka hladiny PV | 72 | J-1, JC-1, JC-2, JC-3, JC-4 JC-5, JJ-1, JJ-2, JJ-3, JJ- 4, JK-1, 3, 4, 6, JS-1, 2, 2A, 3, 4, 4A, JV-11, 12, 15, 16, 18, 22, 23, 23A, 23B, 25, 25A, 26, 26A, 27, 31, 33 až 35, 41 až 43, 43A, 44, 45, 51 až 53, 53A, 54A, 55, P-1, 3až 5, 6, PŠ-3, PZ-1, 1A, 2, 2A, 4, 5, 5A, 6 až 12, ŠS-1, 2 |
| | hĺbka hladiny PV meraná automatickým hladinomerom | 4 | JV-17, JV-22, JV-44, JV-54 |
| | výdatnosť odvodňovacích zariadení | 37 | HNM-1, HNM-2, HNM- 3, SHV-11, SHV-12, SHV-13, SHV-14, SHV-15, SHV-21, SHV-22, SHV-23, SHV-31, SHV-32, SHV-33, SHV-34, SHV-51, SHV-52, SHV-53, SHV-61, SHV-62, SHV-63, SHV- 64, SHV-71, SHV-72, SHV-73, SHV-81, SHV-82, SHV-91, SHV-92, SHV-93, SHV-101, SHV-111, SHV-112, ST-12 |
| | zrážkové úhrny | 3 | stanice SHMÚ Čaňa (indikatív 60140), Vyšný Čaj (indikatív 60120), Košice-letisko (indikatív 60120) |
| 2016 | inklinometrické merania | 21 | INM-2, INM-3A, INM-5, INK-12, INK-14, INK-16, INK-17, INK-21, INK-22, INK-24A, INK-26, INK-32, INK-34, INK-42, INK-43, INK-44, INK-51, INK-52, INK-53, INK-55, INK-56 |
| | stacionárne inklinometre | 2 | INK-12, INK-56 |
| | radarová interferometria | premen. počet snímok | Sentinel-1: dráha č. 102 (374 prirodzených odrážačov), dráha č. 153 (356 prirodzených odrážačov) |
| | hĺbka hladiny PV | 68 | J-1, JC-1, 2, 3, 4, 5, JJ-1, 2 a 4, JK-1, 3, 4 a 6, JS-1, 2, 2A, 3, 4 a 4A, JV-11, 12, 15, 16, 18, 22, 23, JV-23A, 25, 25A, 26, 27, 31, 33, 34, 35, 41, 42, 43, 44, 45, 51, 52, 53, 53A, 54A a 55, P-1, 3, až 6, PŠ-3, PZ-1, 1A, 2, 2A, 4, 5, 5A, 6 až 12, ŠS-1 a 2 |
| | hĺbka hladiny PV meraná automatickým hladinomerom | 4 | JV-17, JV-22, JV-44, JV-54 |

**Tab. 3** – pokračovanie.

| Obdobie (kalendárny rok) | Druh meraní | Počet monitor. objektov | Monitorovacie objekty |
|---|---|---|---|
| 2016 | výdatnosť odvodňovacích zariadení | 37 | HNM-1, HNM-2, HNM- 3, SHV-11, SHV-12, SHV-13, SHV-14, SHV-15, SHV-21, SHV-22, SHV-23, SHV-31, SHV-32, SHV-33, SHV-34, SHV-51, SHV-52, SHV-53, SHV-61, SHV-62, SHV-63, SHV- 64, SHV-71, SHV-72, SHV-73, SHV-81, SHV-82, SHV-91, SHV-92, SHV-93, SHV-101, SHV-111, SHV-112, ST-12 |
| | zrážkové úhrny | 2 | stanice SHMÚ Čaňa (indikatív 60140), Vyšný Čaj (indikatív 60120) |
| 2017 | inklinometrické merania | 13 | INM-2, INM-5, INK-12, INK-22, INK-24A, INK-26, INK-32, INK-34, INK-42, INK-43, INK-44, INK-52, INK-53, INK-56 |
| | stacionárne inklinometre | 2 | INK-14, INK-56 |
| | radarová interferometria | premen. počet snímok | Sentinel-1: dráha č. 102 (390 prirodzených odrážačov), dráha č. 153 (359 prirodzených odrážačov) |
| | hĺbka hladiny PV | 68 | J-1, JC-1 až 5, JJ-1, 2 a 4, JK-1, 3, 4 a 6, JS-1, 2, 2A, 3, 4 a 4A, JV-11, 12, 15, 16, 18, 22, 23, JV-23A, 25, 25A, 26, 27, 31, 33, 34, 35, 41, 42, 43, 44, 45, 51, 52, 53, 53A, 54A a 55, P-1, 3, až 6, PŠ-3, PZ-1, 1A, 2, 2A, 4, 5, 5A, 6 až 12, ŠS-1 a 2 |
| | hĺbka hladiny PV meraná automatickým hladinomerom | 4 | JV-17, JV-22, JV-44, JV-54 |
| | výdatnosť odvodňovacích zariadení | 34 | HNM-1, až 3, SHV-11 až 15, SHV-21 až 23, SHV-31 až 34, SHV-51 až 53, SHV-61 až 64, SHV-71 až 73, SHV-81 a 82, SHV-91 až 93, SHV-101, SHV-111 a 112, ST-12 |
| | zrážkové úhrny | 2 | stanice SHMÚ Čaňa (indikatív 60140), Vyšný Čaj (indikatív 60120) |
| 2018 | inklinometrické merania | 14 | INK-12, INK-21, INK-22, INK-24A, INK-26, INK-32, INK-34, INK-42, INK-43, INK-44, INK-52, INK-53, INK-55, INK-56 |
| | stacionárne inklinometre | 2 | INK-14, INK-56 |
| | radarová interferometria | premen. počet snímok | Sentinel-1: dráha č. 102 (prirodzených odrážačov), dráha č. 153 (prirodzených odrážačov) |
| | hĺbka hladiny PV | 69 | J-1, JC-1 až 5, JJ-1 až 4, JK-1, 3, 4, JS-1, 2, 2A, 3, 4 a 4A, JV-11, 12, 15, 16, 22, 23, 23A, 25, 25A, 26, 26A, 27, 31, 33, 34, 35, 41, 42, 43, 43A, 44, 45, 51, 52, 53, 53A, 54A a 55, P-1, P-2 až 6, PZ-1, 1A, 2, 2A, 4, 5, 5A, 6 až 12, ŠS-1 a 2 |
| | hĺbka hladiny PV meraná automatickým hladinomerom | 2 | JV-17, JV-22 |
| | výdatnosť odvodňovacích zariadení | 31 | HNM-1 až 3, SHV-11 až 15, SHV-31 až 34, SHV-51 až 53, SHV-61 až 64, SHV-71 až 73, SHV-81 a 82, SHV-91 až 93, SHV-101, SHV-111 a 112, ST-12 |
| | zrážkové úhrny | 2 | stanice SHMÚ Čaňa (indikatív 60140), Vyšný Čaj (indikatív 60120) |

pomerov na zosuvnej lokalite. Boli zamerané lokálne iba na južnú časť územia a riešili hĺbkové odvodnenie plytších zosuvov medzi Strmou a Obchodnou ulicou a ulicou Repiská. Ako hlavný sanačný prvok bola vybudovaná drenážna štrková stena a sieť subhorizontálnych odvodňovacích vrtov napojených na drenážnu stenu (Laurenčík et al., 2015).

V porovnaní s návrhmi z predchádzajúcich prieskumov a sanácií (Tometz et al., 2010; Sláma et al., 2012; Grech et al., 2014), vykonané sanačné opatrenia boli zrealizované v obmedzenom rozsahu (čiastkové opatrenia). Riešia len najviac ohrozené časti zosuvného územia a niektorých častí územia postihnutého svahovými deformáciami sa nedotkli. Pokiaľ ide o rozsah a charakter svahových deformácií, pomery tohto postihnutého územia sú veľmi zložité. Na sanáciu lokality sa zabezpečilo finančné a technické krytie prác a na základe výsledkov prieskumov a monitorovania ich bolo možné realizovať postupne vo viacerých fázach. Napriek tomu ani pozitívne výsledky vykonaných sanačných prác nemôžu vyriešiť stabilitné pomery lokality v celom rozsahu a s uspokojivým definitívnym výsledkom.

Porovnanie zrealizovaných sanačných prác so stabilitným stavom lokality sledovaným prostredníctvom krátkodobých monitorovacích etáp a prostredníctvom dlhodobého monitoringu zosuvných telies a celého zosuvného územia v rámci projektu ČMS – GF je obsahom nasledujúcich kapitol tejto práce.

## 5. Zhodnotenie výsledkov dlhodobého monitorovania svahových deformácií

Monitorovanie svahových deformácií a vybraných zložiek geologického prostredia na zosuvnom území Nižnej Myšle sa začalo systematicky vykonávať od roku 2011. Vrty vybudované v období jún – október v rámci inžinierskogeologického prieskumu v roku 2010 boli prebraté do geologickej úlohy ČMS – GF, podsystém 01 *Zosuvy a iné svahové deformácie*, riešenej ŠGÚDŠ. Postupne, ako sa

budovala a dopĺňala sieť pozorovacích objektov na lokalite v rámci jednotlivých etáp sanácií v rokoch 2012, 2014 a 2015 (tab. 3), boli tieto objekty zahrnuté do dlhodobého monitoringu svahových deformácií geologickej úlohy ČMS – GF. Počet meraných objektov sa menil aj v závislosti od funkčnosti vrtov alebo v dôsledku prerušenia sledovania parametrov vo vrtoch pre ich nízku kvalitu a výpovednú hodnotu.

Od roku 2019 je lokalita sledovaná prostredníctvom projektu *Monitoring zosuvných deformácií.*

### *5.1. Vývoj monitorovaných parametrov za roky 2011 – 2018*

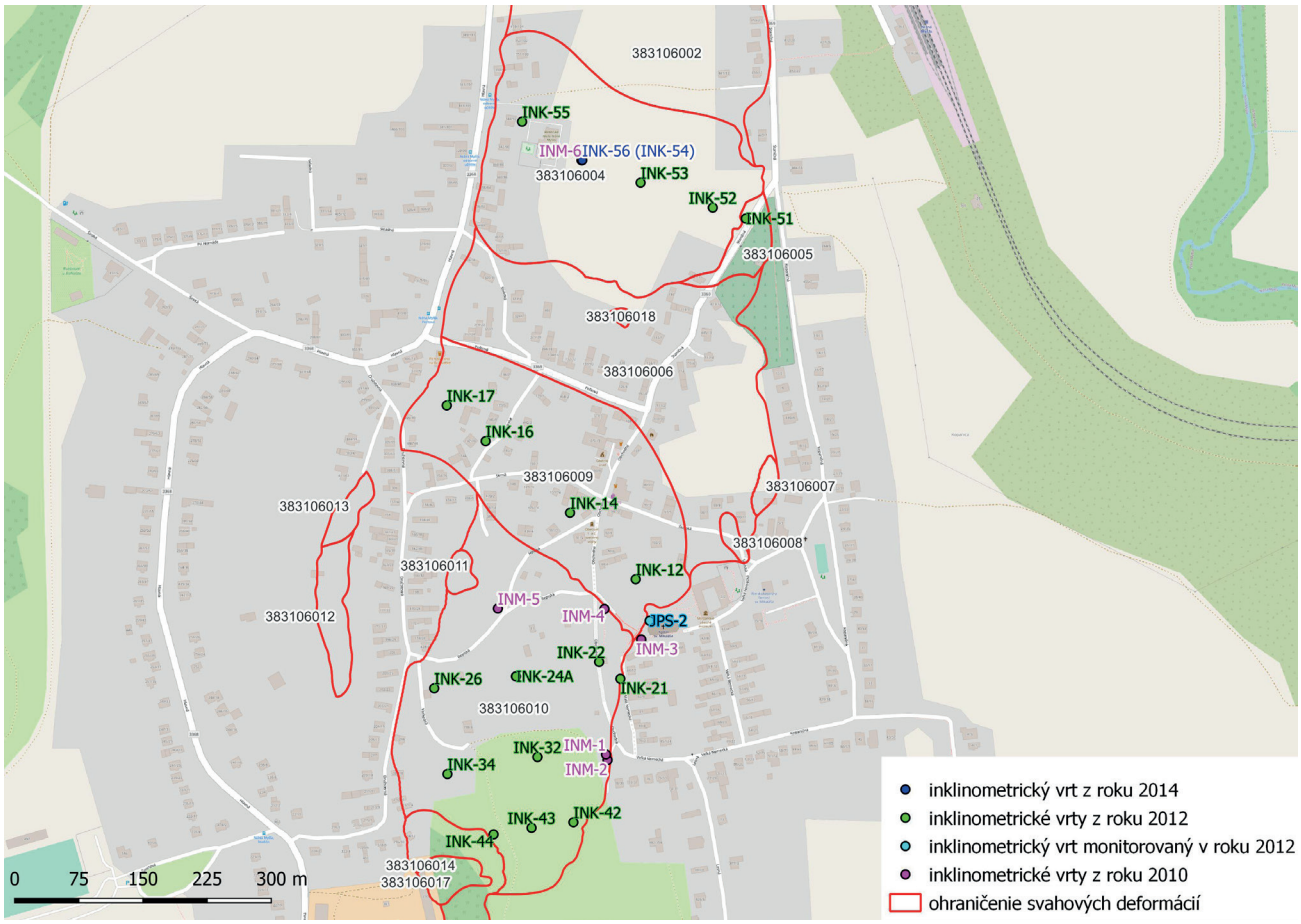
Intenzitu svahových pohybov bolo možné sledovať vizuálne bezprostredne po vzniku katastrofálnej udalosti v Nižnej Myšli. Ako uvádzajú v záverečnej správe Sláma et al. (2012), rýchlosť svahových pohybov odhadnutá z vizuálneho sledovania 4. júna 2010 bola v milimetroch až centimetroch za hodinu. Pri inžinierskogeologickom prieskume v roku 2010 boli zhotovené aj monitorovacie inklinometrické vrty INM-1 až INM-6 (august – september 2010). Takmer ihneď po ich zhotovení sa začali vykonávať inklinometrické merania v rámci krátkodobého monitoringu na zistenie východiskového stavu aktivity svahových deformácií. Vrty boli situované v miestach plošne najväčších zmapovaných zosuvov a zároveň v oblastiach s najintenzívnejšími prejavmi zosúvania. Päť vrtov bolo situovaných v južnej časti zosuvného územia (širšia oblasť pod kostolom) a jeden (INM-6) na svahu nad budovou základnej školy. V období približne od 24. 8. do 7. 10. 2010 boli namerané etapové deformácie v hodnotách približne od 1,09 do 19,47 mm, čo po ich prepočte na rýchlosť pohybu za mesiac a za rok predstavuje extrémne hodnoty deformácie (tab. 4). V ďalšom texte je veľkosť deformácií z inklinometrických meraní vyjadrená vo forme rýchlosti za rok, v prípade extrémne veľkých hodnôt vo forme rýchlosti za mesiac. V súvislosti s tým treba poznamenať, že svahové pohyby majú vo všeobecnosti charakter rázovej povahy v závislosti od vývoja zosuvotvorných faktorov. Z monitorovania viacerých svahových deformácií na území Slovenska je zistené, že viaceré aktívne zosuvy sa vyznačujú pokračujúcim svahovým pohybom. Aj pri pomerne intenzívnom svahovom pohybe sú však etapy, pri ktorých dochádza k relatívnemu zrýchleniu alebo naopak, spomaleniu svahového pohybu. Na hodnotenie vývoja intenzity svahových deformácií za dlhšie časové obdobie bol na lokalite Nižná Myšľa zvolený spôsob vyjadrenia ich veľkosti vo forme rýchlosti za rok, ale pri tom sú dôležité práve etapy s rýchlejším alebo pomalším vývojom svahového pohybu (pri hodnotení bližšie uvedené v ďalšom texte).

Ďalšie inklinometrické merania sa vykonávali počas krátkodobých etáp (tab. 3), ale kontinuálnosť meraní bola zabezpečená aj mimo krátkodobých etáp. Do siete pozorovaných inklinometrických vrtov boli postupne zahrnuté aj novovybudované vrty počas jednotlivých etáp sanácie a výsledky monitoringu sú spracované v záverečných správach z geologických úloh (Sláma et al., 2012; Grech et al., 2014; Laurenčík et al., 2015). Od novembra 2011 boli vybudované inklinometrické vrty

**Tab. 4**. Výsledky inklinometrických meraní za východiskové obdobie 24. 8. – 7. 10. 2010 (podľa Tometza et al., 2010) a ich prepočet na rýchlosť deformácie za mesiac a za rok.

**Tab. 4.** Results of inclinometric measurements for the starting period 24/08/2010–07/10/2010 (according to Tometz et al., 2010) and their conversion to the rate of deformation per month and per year.

| Inklinometrický vrt | Obdobie inklinometrických meraní | Nameraná deformácia | | | Prepočet na rýchlosť pohybu | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Hĺbka [m] | Posun [mm] | Azimut [°] | mm . mesiac$^{-1}$ | mm . rok$^{-1}$ |
| INM-1 | 9. 9. – 7. 10. 2010 | 1,5 | 1,27 | 92 | 1,27 | 16,56 |
| | | 4,0 | 1,09 | 54 | 1,09 | 14,21 |
| | | 16,0 | 0,20 | 78 | 0,20 | 2,61 |
| INM-2 | 24. 8. – 7. 10. 2010 | 1,5 | 7,25 | 288 | 4,61 | 60,14 |
| | | 3,0 | 3,25 | 311 | 2,07 | 26,96 |
| | | 13,5 | 1,49 | 345 | 0,95 | 12,36 |
| INM-3 | 16. 9. – 7. 10. 2010 | 1,0 | 2,24 | 80 | 2,99 | 38,93 |
| | | 7,0 | 1,81 | 77 | 2,41 | 31,46 |
| | | 12,5 | 0,58 | 107 | 0,77 | 10,08 |
| INM-4 | 24. 8. – 7. 10. 2010 | 1,5 | 15,13 | 277 | 9,63 | 125,51 |
| | | 6,5 | 18,02 | 278 | 11,47 | 149,48 |
| | | 14,5 | 19,47 | 274 | 12,39 | 161,51 |
| INM-5 | 9. 9. – 7. 10. 2010 | 1,5 | 9,09 | 291 | 9,09 | 118,49 |
| | | 9,5 | 8,49 | 291 | 8,49 | 110,67 |
| | | 12,0 | 0,80 | 34 | 0,80 | 10,43 |
| INM-6 | 16. 9. – 7. 10. 2010 | 1,5 | 4,78 | 302 | 6,37 | 83,08 |
| | | 7,0 | 4,27 | 299 | 5,69 | 74,22 |
| | | 14,5 | 3,32 | 297 | 4,43 | 57,70 |




**Obr. 3.** Prehľadná situácia vybudovaných a monitorovaných inklinometrických vrtov.
**Fig. 3**. A overview of the built and monitored inclinometric wells.

začlenené do úlohy ČMS – GF a merania v nich, ako aj v novovybudovaných vrtoch v jednotlivých etapách sanácie sa za obdobie od roku 2011, resp. 2012 alebo 2015 vykonávali kontinuálne do roku 2018. Sú spracované v ročných správach z monitoringu (Ondrejka et al., 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018b a 2019). Merania naďalej kontinuálne pokračujú od roku 2019 v projekte *Monitoring zosuvných deformácií*.

Zo šiestich vybudovaných inklinometrických vrtov v roku 2011 vrt INM-4 s nameranými najväčšími prvotnými deformáciami v roku 2010 bol už na konci roku 2011 nepriechodný v hĺbke 14,5 m pre nadmernú deformáciu inklinometrickej pažnice, ktorú zapríčinil stále postupujúci svahový pohyb. Tento vrt bol situovaný priamo pod odlučnou oblasťou katastrofálneho zosuvu pod kostolom. V plošne rozsiahlych zosuvných telesách pod kostolom (južná časť zosuvného územia) vykazovali vrty INM-2 a INM-5 (z roku 2010) v ďalších obdobiach veľké prírastky deformácií. Najvyššia rýchlosť pohybu bola 29,41 mm za rok v období leto až jeseň 2013 (INM-5 v hĺbke 9,5 m), resp. v povrchovej vrstve až 34,55 mm za rok v období leto až jeseň 2016 (INM-2). V tejto južnej časti zosuvného územia bola v roku 2012 doplnená sieť inklinometrických vrtov o ďalších 9 objektov (INK-21, INK-22, INK-24, INK-26, INK-32, INK-34, INK-42, INK-43, INK-44), pričom takmer všetky, okrem INK-21, ktorý je nad odlučnou hranou zosuvu, a okrem INK-24 a INK-26 dosahovali etapovite veľkú intenzitu pohybov (od približne 1,5 mm až po extrémnu hodnotu 93,58 mm za rok vo vrte INK-22 v období od jesene 2016 do jari 2017). Vyššia intenzita pohybu bola zaznamenaná vo vrtoch v zosuve priamo pod kostolom, ktorý sa pri aktivácii v roku 2010 vyznačoval najkatastrofálnejším dosahom na zástavbu obce. Naopak, relatívne menšiu intenzitu pohybu vykazovali vrty v nezastavanej časti zosuvného územia na juhu obce.

V centrálnej časti zosuvného územia boli v roku 2012 vybudované inklinometrické vrty (INK-12, INK-14, INK-16, INK-17). Z nich vrtmi INK-12 a INK-14 sa sledujú šmykové plochy v strednej hĺbke (9,0 až 10,5 m). Tieto merania dlhodobo vykazujú stabilné prírastky deformácií, pričom rýchlosť pohybu vyjadrená v milimetroch za rok sa v hĺbke šmykových plôch pohybuje od približne 1 do 13 mm. Vrty INK-16 a INK-17 v akumulačnej časti zosuvu sa počas sledovaného obdobia vyznačujú stabilne malými prírastkami deformácií a rýchlosť pohybu je maximálne 2,5 mm za rok (INK-17), resp. vo vrte INK-16 v roku 2013 to bolo 7,3 mm, ale v ďalších rokoch postupne klesala na 0,83 mm za rok.

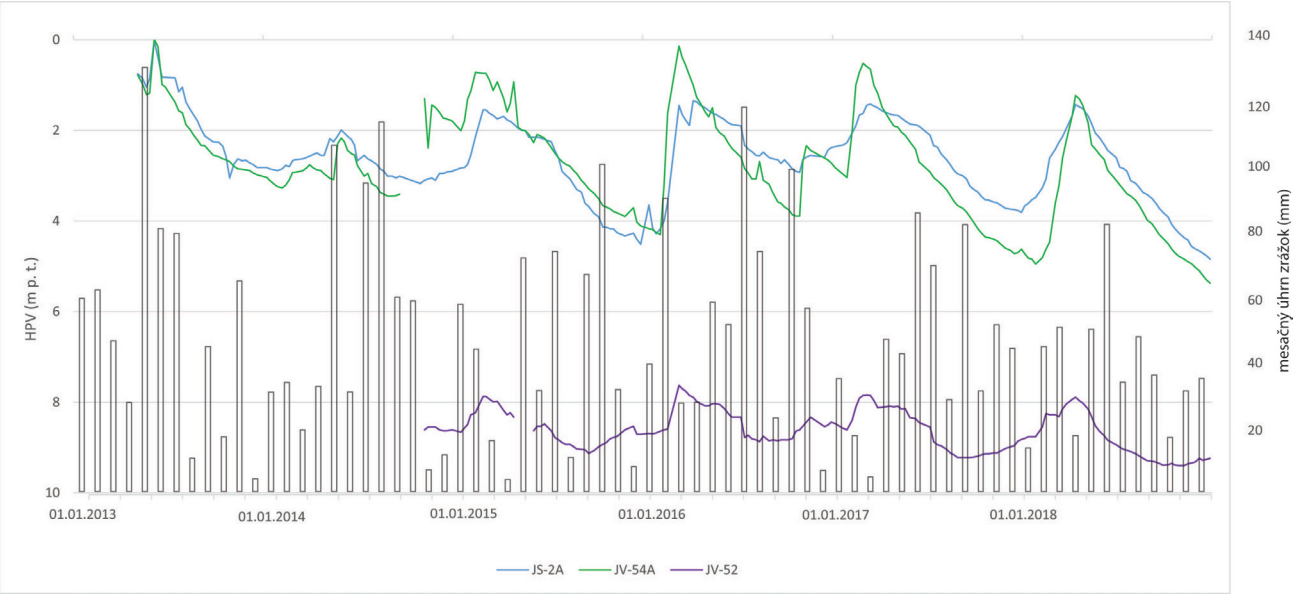
V zosuvnom území pod Staničnou ulicou (zosuvný svah nad budovou základnej školy) bol v roku 2010 zhotovený inklinometrický vrt INM-6. Tento vrt vykazoval vo väčšej hĺbke (13,58 m pod terénom) intenzívne deformácie, ktoré najmä od jari 2013 stúpali až na hodnotu intenzity pohybu 52,38 mm za rok. Touto akceleráciou pohybu sa v roku

2014 narušila jeho priechodnosť (strihnutie vrtu). Tento vrt bol v roku 2012 doplnený ďalšími inklinometrickými vrtmi v profile od Staničnej ulice až po akumulačnú časť zosuvu pod budovou školy (vrty INK-51, INK-52, INK-53, INK-55) a v roku 2015 bol zdeformovaný vrt INM-6 nahradený novým vrtom INK-54. Vrt INK-51 je situovaný nad odlučnou hranou najväčšieho zosuvu na Staničnej ulici. Oproti ostatným vrtom vykazoval relatívne malé prírastky deformácií, no po obnovení meraní v tomto vrte bol v poslednom období od jesene roku 2016 do jari 2019 zaznamenaný vyšší prírastok deformácie s rýchlosťou pohybu približne 4,3 mm za rok. Vrty INK-52 a INK-53 však v odlučnej a transportačnej časti zosuvu vykazovali etapovite veľké prírastky deformácií a rýchlosť pohybu dosahovala hodnotu až 40 mm za rok (INK-52 v období leto až zima 2014), resp. 52,49 mm za rok (INK-53 v období jeseň 2015 až jar 2016).

Na lokalite sa dlhodobo vykonávajú aj režimové pozorovania hladiny podzemnej vody v piezometrických vrtoch. V roku 2011 a 2012 sa režimové pozorovania vykonávali v obmedzenom počte vrtov (5 vrtov) a od roku 2013 boli medzi pozorovacie objekty prevzaté aj vrty vybudované v roku 2010 (23 vrtov) a v roku 2012 (36 vrtov). Výber vrtov na režimové pozorovania závisel od vystrojenia vrtu (zachytenie zvodnenej vrstvy). V roku 2014 bolo dobudovaných ďalších 12 vrtov, prevažne v severnej časti zosuvného územia. Počet vrtov, v ktorých sa vykonávajú režimové pozorovania, sa dlhodobo pohybuje od 51 do 72 objektov, keďže niektoré vrty boli z pozorovaní vyradené (zničené, strihnuté) a väčší počet vrtov vykazuje, že hladina sa nachádza pod úrovňou dna vrtu (viac ako 10 vrtov je po celý rok suchých). Vývoj hĺbky hladiny podzemnej vody sa analyzuje v ročných správach z monitoringu. Z analýzy meraní za dlhšie časové obdobie od roku 2013 do roku 2017 vyplýva, že amplitúda zmien hĺbky hladiny podzemnej vody dosahuje len minimálne hodnoty, cyklicky sa opakujú jej vzostupy a zostupy, súvisiace najmä s klimatickými faktormi (Ondrejka et al., 2018b).

Minimálne úrovne sú vo všeobecnosti viazané na mesiac december, ale ich výskyt v rámci lokality je dosť nejednotný; všeobecne prevláda druhá polovica roka. Naopak, výskyt maximálnych stavov hladiny podzemnej vody je vo veľkej časti vrtov spojený s mesiacom jún, resp. marec. V období monitorovania sa hladina podzemnej vody viackrát dostala do blízkosti terénu, resp. presahovala jeho úroveň. Ide najmä o vrty JS-2A (0,02 m pod terénom; 201,84 m n. m.), JS-3 (0,03 m pod terénom; 196,48 m n. m.) a JV-54A (0,01 m nad terénom; 192,55 m n. m.). Zaujímavosťou je, že všetky uvedené maximálne stavy boli namerané prakticky v rovnakom období, v prvej polovici júna 2013. Hladina podzemnej vody v uvedených vrtoch počas suchších období klesá až do hĺbky od 4,3 do 8,79 m pod terénom (Ondrejka et al., 2018b). Vývoj úrovne hladiny podzemnej vody plytkého zvodneného horizontu vo vrte JS-2A a vo vrte JV-54A (v severnej časti zosuvného územia) a vývoj úrovne hladiny podzemnej vody hlbšieho zvodneného horizontu vo vrte JV-52 (v severnej časti zosuvného územia) je znázornený na obr. 4. Ako vyplýva z obr. 4, plytký a hlbší zvodnený horizont vykazujú veľmi podobný vývoj zmien úrovne hladiny podzemnej vody, najmä pokiaľ ide o náhle stúpnutie hladiny podzemnej vody. To napovedá, že tieto zvodnené horizonty rovnako reagujú na zrážky v infiltračnej oblasti.

Jedným z hlavných sanačných prvkov na lokalite sú subhorizontálne odvodňovacie vrty. Výdatnosť odvodňovacích vrtov sa merala počas realizácie sanačných prác a následne vybudované odvodňovacie vrty boli zahrnuté do monitoringu na sledovanie účinnosti sanačných opatrení – funkčnosti vrtov a ich dlhodobej výdatnosti. Dôležitým




**Obr. 4.** Vývoj zmien úrovne výšky hladiny podzemnej vody v metroch pod terénom za dlhšie časové obdobie (2013 – 2019) vo vrtoch JS-2A, JV-52 a JV-54A (spracované podľa Ondrejku, 2012 – 2018, doplnené o údaje z roku 2019) a mesačných úhrnov zrážok zo stanice SHMÚ Čaňa (indikatív 60140).

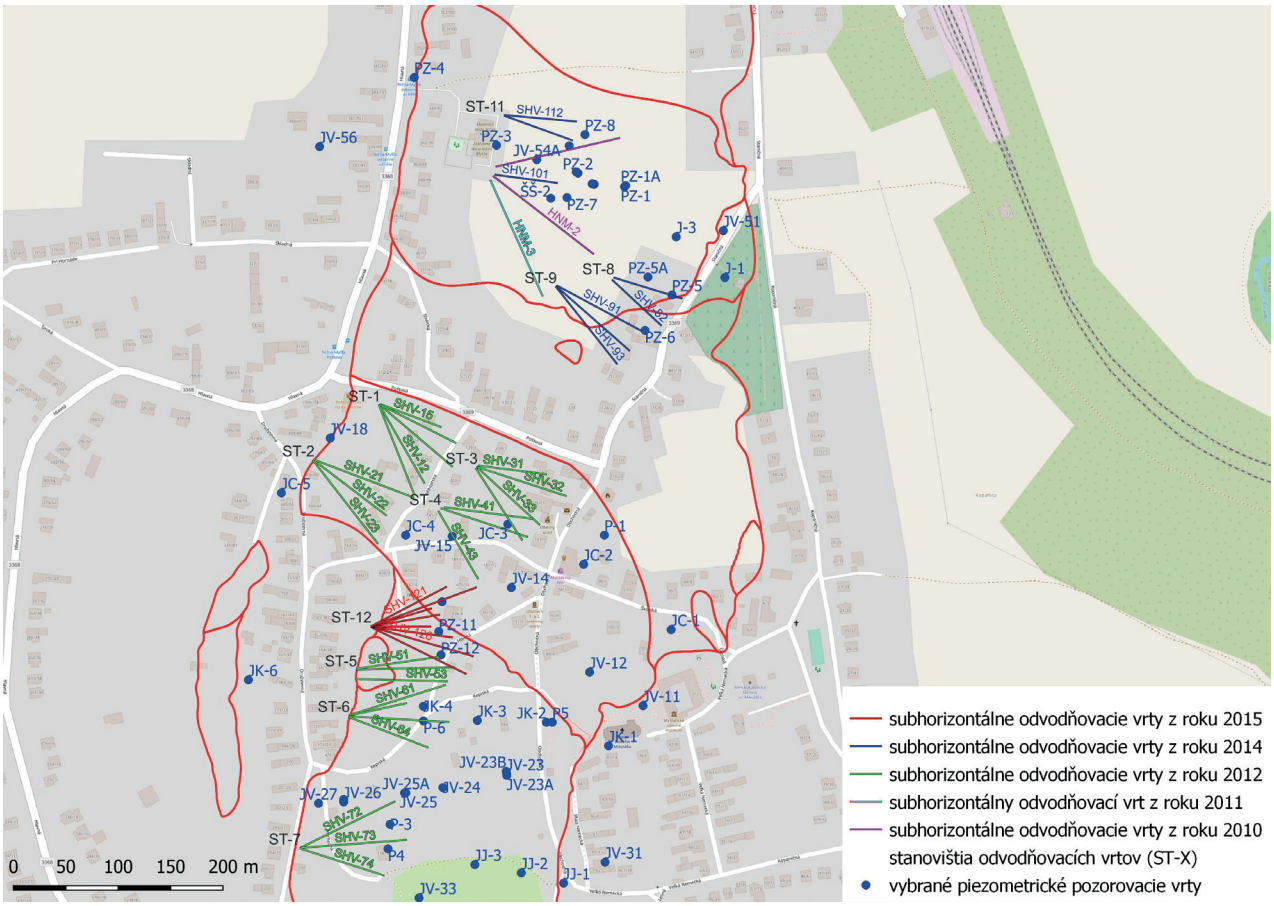
**Fig. 4.** Changes of the groundwater level in meters below the ground over a longer period of time (2013–2019) in the wells JS-2A, JV-52 and JV-54A (processed according to Ondrejka, 2012–2018, supplemented with data from 2019) and monthly rainfall totals from SHMI Čaňa station (indicative 60140).

parametrom je okamžitá výdatnosť vrtov pri ich realizácii, ktorá napovedá o úspešnosti navŕtania zvodneného horizontu v zosuvných telesách. V roku 2010 boli vyvŕtané 3 odvodňovacie vrty v zosuve nad budovou základnej školy (obr. 5). V roku 2012 sa zrealizovalo 25 vrtov zoskupených do 8 vejárov, v roku 2014 bolo vyvŕtaných 8 odvodňovacích vrtov zo 4 stanovíšť. V roku 2015 v akumulačnej časti zosuvu v priestore Hlbokej ulice bolo doplnených 8 odvodňovacích vrtov z jedného stanovišťa. Východiskové údaje výdatnosti odvodňovacích vrtov sú uvedené v tab. 5.

Z vybudovaných odvodňovacích vrtov dlhodobo merateľnú hodnotu výdatnosti dosahujú vrty SHV-12, SHV-13, SHV-14, SHV-15, SHV-51, SHV-52, SHV-53, SHV-61, SHV-63, SHV-64, SHV-82, SHV-91, SHV-111, SHV-112 a spoločne vrty na stanovišti ST-12, ktoré sú zaústené do spoločného zberného potrubia. Naopak, dlhodobo suché sú vrty HNM-1, HNM-2, HNM-3, SHV-31, SHV-32, SHV-33, SHV-34, SHV-71, SHV-72, SHV-73, SHV-81, SHV-92, SHV-93 a SHV-101. Na ostatných vrtoch bolo meranie prerušené alebo namerané hodnoty nemajú žiadnu výpovednú hodnotu.

Sumárne vyššiu hodnotu výdatnosti (priemer za dlhšie časové obdobie 2,99 l . min.$^{-1}$) dosahujú odvodňovacie vrty na stanovišti ST-1 v centrálnej časti zosuvného územia (medzi Poštovou a Mäsiarskou ulicou), situované na spodnej hrane veľkého zosuvného telesa. Vrty v ich dĺžke vŕtania zhruba 70 m pravdepodobne zachytili zvodnenú vrstvu kvartérnych pieskov, ktoré aj počas prieskumných prác boli zvodnené. V akumulačnej časti veľkého zosuvu pod kostolom sa už v minulosti vyskytovalo zamokrené územie. V roku 2012 tu boli situované dve stanovištia odvodňovacích vrtov (ST-5 a ST-6), ktoré takisto dlhodobo vykazujú vyššie hodnoty výdatnosti (priemer za dlhšie časové obdobie 2,87 l . min.$^{-1}$). Z nich sú vrty SHV-52, SHV-53 a SHV-61 zaústené do štrkovej steny hlbokej 9,5 – 10,0 m, vybudovanej medzi ulicou Repiská a Hlbokou ulicou. Týmto hĺbkovým a podpovrchovým odvodnením je zachytená úroveň podzemnej vody s napätou hladinou v hĺbke približne 7,0 m, ktorá predstavuje aj hĺbku šmykovej plochy čiastkových plytších zosuvov. Do ďalšej drenážnej štrkovej steny vybudovanej v roku 2015 medzi Strmou a Hlbokou ulicou (v zosuvných telesách v centrálnej časti a pod kostolom) je zaústených 8 vrtov zo stanovišťa ST-12. Ich spoločná výdatnosť dosahuje priemernú hodnotu 0,92 l . min.$^{-1}$ za dlhšie časové obdobie. Tieto odvodňovacie zariadenia narazili hladinu podzemnej vody na báze kvartérnych piesčitých sedimentov s drobnými obliakmi štrku uloženými na nepriepustnom podloží tvorenom ílmi.

Ako jedna z progresívnych monitorovacích metód sa na lokalite Nižná Myšľa začala v roku 2016 využívať metóda aplikovanej radarovej interferometrie InSAR. Táto metóda umožňuje presné určovanie a monitorovanie deformácií zemského povrchu. Jednou z pokročilých technológií družicovej radarovej interferometrie je metóda využívajúca prirodzené alebo umelo vytvorené odrážače so stabilnou elektromagnetickou odpoveďou PSInSAR (*Persistent*




**Obr. 5.** Situovanie subhorizontálnych odvodňovacích vrtov realizovaných v období od roku 2010 do roku 2015.
**Fig. 5.** Situation of subhorizontal drainage wells built in the period 2010 to 2015.

**Tab. 5.** Nameraná výdatnosť subhorizontálnych odvodňovacích vrtov pri ich realizácii a po skončení vŕtania (podľa: Tometz et al., 2010; Sláma et al., 2012; Grech et al., 2014; Laurenčík et al., 2015) a ich dlhodobá výdatnosť (spracované podľa Ondrejku, 2012 – 2018).
**Tab. 5.** Measured yields of subhorizontal drainage wells during their implementation and after completion of drilling (according to: Tometz et al., 2010; Sláma et al., 2012; Grech et al., 2014; Laurenčík et al., 2015) and their long-term yield (processed according to Ondrejka, 2012–2018).

| Etapa sanácie | Stanovište SHV | SHV | Dĺžka [m] | Výdatnosť po narazení zvodnenej vrstvy | Výdatnosť po skončení vŕtania | Dlhodobá priemerná výdatnosť | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | [l . min$^{-1}$] | [l . min$^{-1}$] | [l . min$^{-1}$] | |
| IG prieskum vrátane okamžitých protihavarijných opatrení (2010) | nad ZŠ | HNM-1 | 120 | – | 0,00 – 2,4 | suchý | |
| | | HNM-2 | 120 | – | 1,2 – 3,0 | suchý | |
| Doplnený vrt | nad ZŠ | HNM-3 | 120 | – | – | suchý | |
| 1. etapa sanácie (2012) | ST-1 | SHV-11 | 80 | 7,50 | 12,00 | suchý | |
| | | SHV-12 | 90 | 10,20 | 1,80 | | 0,78 |
| | | SHV-13 | 85 | nezistená | kvapkanie | | 0,02 |
| | | SHV-14 | 91 | nezistená | 4,50 | | 0,21 |
| | | SHV-15 | 60 | nezistená | 1,20 | | 1,97 |
| | ST-2 | SHV-21 | 100 | nezistená | kvapkanie | nemeraný | |
| | | SHV-22 | 86 | nezistená | kvapkanie | nemeraný | |
| | | SHV-23 | 100 | 19,80 | 10,20 | nemeraný | |
| | ST-3 | SHV-31 | 65 | nezistená | suchý | suchý | |
| | | SHV-32 | 88 | nezistená | kvapkanie | suchý | |
| | | SHV-33 | 80 | nezistená | suchý | suchý | |
| | | SHV-34 | 81 | nezistená | suchý | suchý | |
| | ST-4 | SHV-41 | 85 | nezistená | suchý | nemeraný | |
| | | SHV-42 | 85 | nezistená | 0,90 | nemeraný | |
| | | SHV-43 | 75 | nezistená | slabé kvap. | nemeraný | |
| | ST-5 | SHV-51 | 74 | nezistená | 3,90 | | 0,49 |
| | | SHV-52 | 94 | nezistená | 15,60 | | 2,25 |
| | | SHV-53 | 85 | nezistená | 19,80 | | 0,13 |
| | ST-6 | SHV-61 | 94 | nezistená | 10,02 | | 0,06 |
| | | SHV-62 | 55 | nezistená | | suchý | |
| | | SHV-63 | 94 | nezistená | | | 2,20 |
| | | SHV-64 | 80 | nezistená | 12,00 | | 0,22 |
| | ST-7 | SHV-72 | 100 | nezistená | kvapkanie | suchý | |
| | | SHV-73 | 100 | nezistená | suchý | suchý | |
| | | SHV-74 | 83 | nezistená | suchý | nemeraný | |

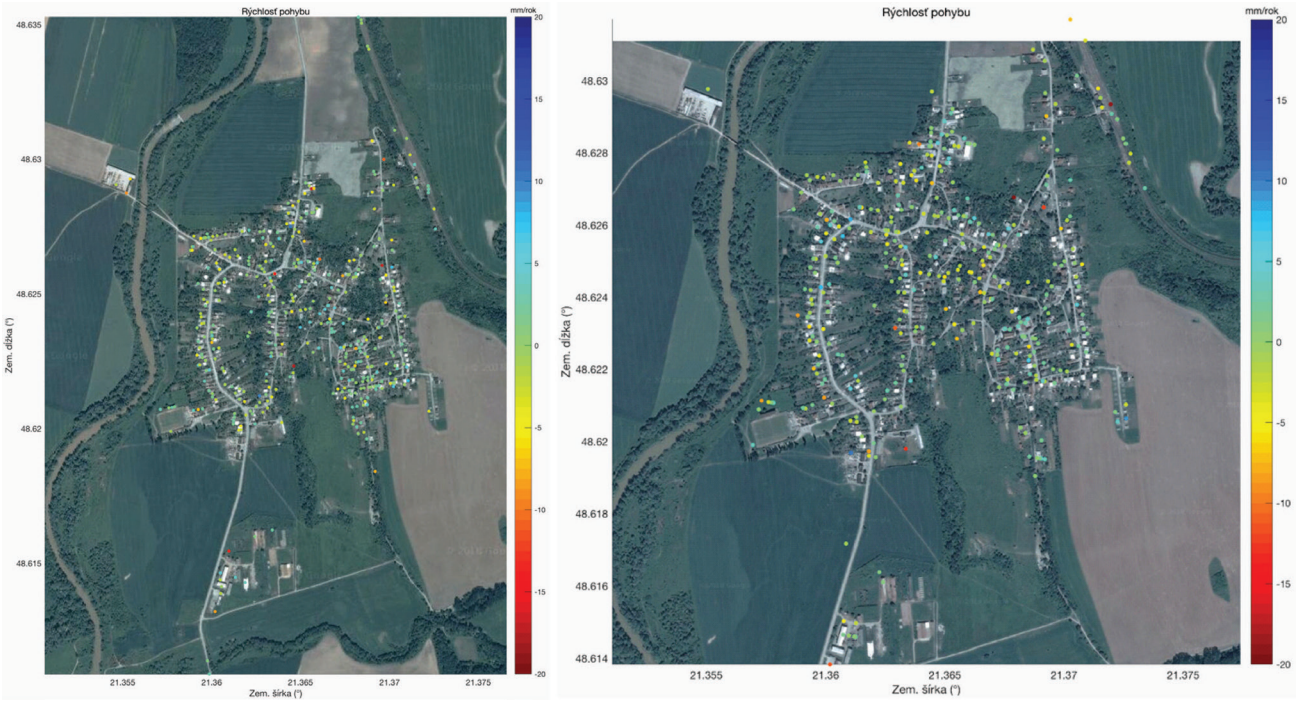
**Tab. 5** – pokračovanie.

| Etapa sanácie | Stanovište SHV | SHV | Dĺžka [m] | Výdatnosť po narazení zvodnenej vrstvy | Výdatnosť po skončení vŕtania | Dlhodobá priemerná výdatnosť | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | [l . min$^{-1}$] | [l . min$^{-1}$] | [l . min$^{-1}$] | |
| 2. etapa sanácie (2014) | ST-8 | SHV-81 | 67 | nezistená | 0,18 | suchý | |
| | | SHV-82 | 63 | nezistená | 9,00 | | 0,26 |
| | ST-9 | SHV-91 | 90 | nezistená | 3,60 | | 0,19 |
| | | SHV-92 | 92 | nezistená | kvapkanie | suchý | |
| | | SHV-93 | 93 | nezistená | slabé kvap. | suchý | |
| | ST-10 | SHV-101 | 59 | nezistená | 0,02 | suchý | |
| | ST-11 | SHV-111 | 68 | nezistená | suchý | | 0,10 |
| | | SHV-112 | 68 | nezistená | suchý | | 0,31 |
| 3. etapa sanácie (2015) | ST-12 | SHV-121 | 80 | 40,20 | 0,54 | | 0,92 (spoločná výdatnosť – vrty sú zachytené do jedného zberného potrubia) |
| | | SHV-122 | 50 | kvapkanie | 0,01 | | |
| | | SHV-123 | 65 | kvapkanie | slabé kvap. | | |
| | | SHV-124 | 50 | kvapkanie | 0,02 | | |
| | | SHV-125 | 77 | kvapkanie | 0,00 | | |
| | | SHV-126 | 100 | 0,36 | 0,30 | | |
| | | SHV-127 | 100 | 37,80 | 0,78 | | |
| | | SHV-128 | 105 | 4,14 | 0,33 | | |

*Scatterer InSAR*). Technológia je založená na identifikácii bodov na snímke (odrážačov), ktoré vykazujú vysokú stabilitu fázy signálu počas celého obdobia sledovania územia. Ide hlavne o objekty vytvorené ľudskou činnosťou, napr. budovy. Metóda umožňuje využívať družicové radarové merania nezávisle od počasia či denného alebo nočného času snímkovania s vysokým priestorovým rozlíšením a pokrytím veľkej oblasti jednou snímkou. Družicová radarová interferometria využíva elektromagnetické žiarenie s vlnovou dĺžkou od 3 do 25 cm (oblasť frekvenčných pásiem L, C a X). Je vysielané vo forme pulzov aktívnym radarovým systémom na družici smerom k Zemi a po interakcii so zemským povrchom následne prijaté späť. Zo signálu sa využíva amplitúda a fáza prijatého elektromagnetického vlnenia. Pri interferometrickom spracovaní sa používa minimálne dvojica snímok, pričom primárne sa využíva fázová zložka. Ak chceme určiť deformácie zemského povrchu za určité obdobie, je nutné pracovať so snímkami, ktoré sú vyhotovené z rovnakého miesta na obežnej dráhe družice, ale v rôznych časových okamihoch (obr. 6). Principiálne ide o rozdiel fázovej zložky signálu medzi korešpondujúcimi obrazovými elementmi z prvého a druhého (n-tého) preletu družice nad daným územím (Ferreti et al., 2007.

Na analýzu územia Nižnej Myšle prostredníctvom metódy InSAR sa využívajú snímkové súbory z družíc Sentinel-1A/B, vzostupná dráha č. 102 a zostupná dráha č. 153. Z režimu preletu družice Sentinel-1A/B sa získavajú radarové snímky, ktoré sa následne spracúvajú. V území sú vybrané prirodzené odrazové body, ktoré musia spĺňať kritériá vhodnosti na analýzu prostredníctvom porovnávania radarových snímok. Počet prirodzených odrážačov (objektov) sa môže meniť v závislosti od splnenia kritérií a ich počet na lokalite je limitovaný výskytom takýchto vhodných objektov v príslušnej časti územia (v Nižnej Myšli sa ako vhodné prirodzené odrazové body využívajú prevažne strechy budov). Z analýzy metódou stabilných odrazových prvkov (PSInSAR) vyplýva, že väčšina územia obce bola v roku 2017 relatívne stabilizovaná, ale s výskytom bodov dosahujúcich výraznejšie hodnoty rýchlosti, ktoré môžu indikovať lokálne deformácie, zmeny na zemskom povrchu alebo môžu byť dôsledkom vyššieho šumu v interferometrickej fáze (Papčo a Bakoň, 2018).

Údaje o klimatických pomeroch (úhrny zrážok) na lokalite sa získavajú z údajov SHMÚ na zrážkomerných staniciach Čaňa (indikatív 60140), Vyšný Čaj (indikatív 60120) a Košice-letisko (indikatív 60120), ktoré sú v blízkosti obce Nižná Myšľa. Hodnoty mesačných úhrnov, denných úhrnov zrážok, prípadne kumulovaných úhrnov zrážok sa používajú pri nepriamom hodnotení nameraných ukazovateľov úrovne hladiny podzemnej vody, výdatnosti odvodňovacích zariadení, ako aj pri posúdení klimatických pomerov na lokalite v jednotlivých časových obdobiach relevantných na hodnotenie stabilitnej situácie územia.

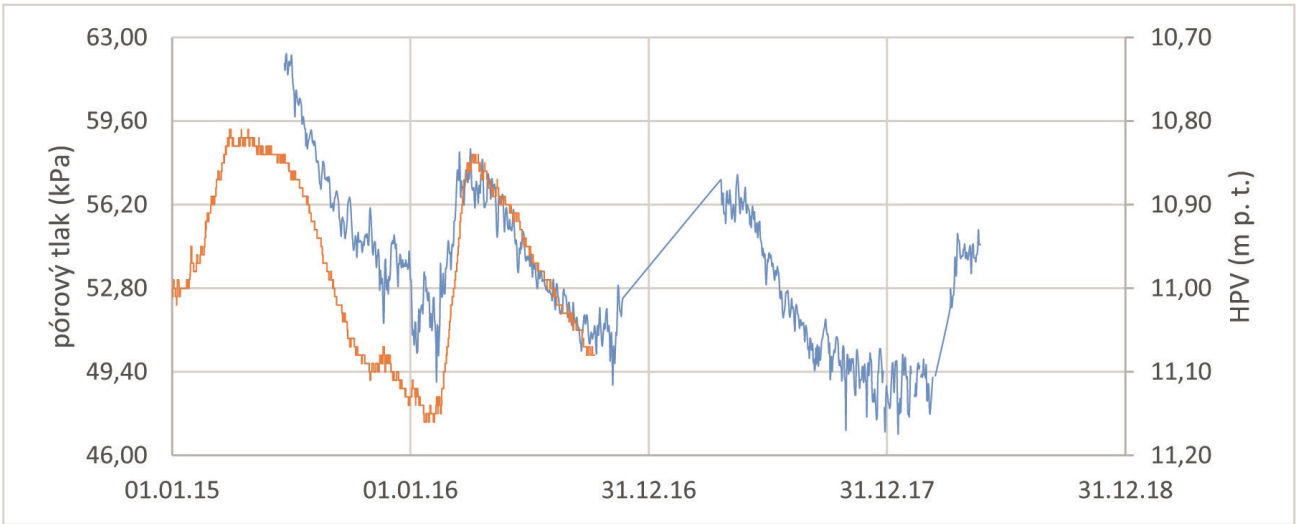



**Obr. 6.** Rýchlosť pohybu sledovaných stabilných odrazových bodov v smere dráhy lúča na lokalite Nižná Myšľa v roku 2017: a – vzostupná dráha č. 102; b – zostupná dráha č. 153 (spracoval Ondrejka podľa Papča a Bakoňa, 2018).

**Fig. 6.** The speed of movement of the observed stable reflection points in the direction of the beam path at the Nižná Myšľa location in 2017: a – ascending track no. 102; b – descending track no. 153 (edited by Ondrejka according to Papčo and Bakoň, 2018).

### *5.2. Porovnanie výsledkov jednotlivých metód monitorovania*

Na lokalite Nižná Myšľa bola od roku 2010 vybudovaná pomerne rozsiahla sieť monitorovacích objektov na meranie podpovrchových deformácií metódou presnej inklinometrie v inklinometrických vrtoch na vykonávanie režimových pozorovaní zmien hladiny podzemnej vody. Vybudovanie väčšieho počtu subhorizontálnych odvodňovacích vrtov umožnilo sledovanie výdatnosti prvkov tohto hĺbkového spôsobu odvodnenia zosuvných telies. V blízkosti lokality sa nachádzajú zrážkomerné stanice SHMÚ, ktoré umožňujú porovnať namerané hodnoty sledovaných ukazovateľov so základnými relevantnými klimatickými údajmi. Ako doplňujúci spôsob monitorovania bola zavedená metóda diaľkového prieskumu Zeme prostredníctvom metódy InSAR, využívajúcej väčší počet vhodných prirodzených odrazových bodov pokrývajúcich celé zosuvné územie.




**Obr. 7.** Porovnanie údajov zo snímača pórového tlaku (modrá; vrt INK-56) a automatického hladinomera (oranžová; vrt JV-54) (Ondrejka, 2012 – 2018).

**Fig. 7.** Comparison of pore pressure sensor data (blue; well INK-56); values in kPa and automatic level gauge (orange; well JV-54); values in m below ground (Ondrejka, 2012–2018).

Napriek rozsiahlej sieti monitorovacích objektov na veľkej ploche zosuvného územia a dlhému časovému obdobiu zberu a spracovania údajov obmedzený počet použitých typov metód monitoringu neumožňuje priame porovnanie jednotlivých metód. Na porovnanie by bolo potrebné použiť metódy, ktoré poskytujú údaje v rovnakých alebo porovnateľných veličinách (napr. zvislé a vodorovné zmeny povrchu terénu vyjadrené v dĺžkových mierach) alebo ktoré sa dajú korelovať (napr. deformácie inklinometrických pažníc pod povrchom s nameranými hodnotami zmien povrchu terénu). Podľa druhu použitých metód na lokalite je čiastočné porovnanie možné z nameraných údajov z inklinometrických meraní a zmien povrchu terénu meraných prostredníctvom technológie InSAR, hoci, ako bolo uvedené a ako je analyzované ďalej, súbor doterajších meraní neposkytuje dáta s takou výpovednou hodnotou, ktoré by umožnili vytvorenie priameho korelačného vzťahu medzi týmito metódami. V prípade indikovaných deformácií metódou InSAR môže byť príčinou iná geometria snímania pri zostupnej aj vzostupnej obežnej dráhe, ale aj zameranie spracovania na odhad pohybovej tendencie v rámci 1 roka. Využitie kompletného súboru snímok (od roku 2014) a tým väčšieho počtu vstupných údajov by potenciálne mohlo poukázať na dlhodobý vývoj deformácie v sledovaných bodoch, ktorý sa môže líšiť od ročných lineárnych trendov. Prevažná väčšina bodov s identifikovanou pohybovou tendenciou prislúcha k budovám, ktorých konštrukcie podliehajú rýchlejšej degradácii, respektíve potenciálne indikujú prítomnosť svahových pohybov. Odporúča sa preto individuálne hodnotenie jednotlivých bodov, resp. skupiny bodov v príslušnej časti sledovanej lokality. Rovnako vhodné je dopĺňať spracovanie o radarové snímky s vyšším priestorovým rozlíšením (TerraSAR-X, Cosmo-SkyMed, ALOS-2), vykonať dôkladnú inšpekciu s porovnaním s pozemnými meraniami a zakomponovaním hodnotiteľa so znalosťou lokálnych špecifík a tiež možného deformačného charakteru daného sledovaného územia (Papčo a Bakoň, 2018).

Porovnanie zmien úrovne hladiny podzemnej vody a zrážkových úhrnov umožňuje získať predstavu o charaktere obehu podzemnej vody v kolektoroch, či už rýchlou reakciou úrovne hladiny podzemnej vody na zrážky, oneskorenou reakciou na zrážky alebo overením prepojenosti kolektorov. Pomerne vysokú mieru závislosti vykazujú aj merania výdatnosti odvodňovacích vrtov a zrážkových úhrnov. Podáva to obraz o ich účinnosti a technickej efektívnosti vybudovaných vrtov alebo podpovrchových prvkov odvodnenia (podpovrchová drenáž, podzemné štrkové steny so zaústenými odvodňovacími vrtmi).

Obmedzený súbor údajov poskytuje meranie pórového tlaku zo snímača osadeného vo vrte INK-56 v hĺbke priebehu šmykovej plochy (14,5 m pod terénom). Ondrejka (2012 – 2018) porovnal hodnoty pórového tlaku a deformácie meranej pomocou stacionárneho inklinometra osadeného v hĺbke 14,5 m vo vrte INK-56 a takisto vývoj ukazovateľa pórového tlaku a vývoja úrovne hladiny podzemnej vody v susednom piezometrickom vrte JV-54. Zatiaľ čo jasná závislosť medzi úrovňou hladiny podzemnej vody a hodnotou pórového tlaku sa potvrdila a je ilustrovaná na obr. 7, zaznamenané deformácie zo stacionárneho inklinometra nereagujú priamo úmerne nameraným hodnotám zo snímača pórového tlaku.

Exaktné porovnanie výsledkov monitorovacích metód nie je možné, ale rozsiahly súbor údajov z jednotlivých metód umožňuje nepriame porovnanie účinnosti sanačných opatrení a ukazovateľov z monitorovania, analýzu stabilitného stavu zosuvného územia a vývoja monitorovaných parametrov, ako aj zhodnotenie územia z hľadiska pokrytia monitorovacími objektmi alebo potreby ich doplnenia v jednotlivých častiach územia.

### *5.3. Kritické zhodnotenie doterajšieho spôsobu monitorovania lokality*

Z objektívneho hľadiska je potrebné oceniť prístup zainteresovaných strán, ktoré umožnili vykonať podrobný a doplnkový inžinierskogeologický prieskum a sanáciu geologického prostredia v troch na seba nadväzujúcich etapách na vysokej odbornej úrovni. Aj vzhľadom na veľké škody, ktoré spôsobili zosuvy v roku 2010, spoločenská a finančná zainteresovanosť pri riešení problematiky zosuvov v Nižnej Myšli umožnila získať podrobný prehľad o geologickom prostredí a charaktere svahových deformácií a vykonať geologické práce a sanačné opatrenia v takom rozsahu, v akom sa na žiadnej zosuvnej lokalite na Slovensku doteraz neaplikovali. Potrebné je však konštatovať, že rozsiahlosť územia postihnutého svahovými deformáciami, ich charakter a prírodné a spoločenské podmienky neumožňujú s obmedzenými technickými a finančnými prostriedkami dosiahnuť trvalo stabilný stav celej lokality a ani pokryť lokalitu takou hustou sieťou monitorovacích bodov, ktoré by podávali dostatočnú predstavu o vývoji svahových deformácií v čase a priestore. Napriek tomu, že na tejto lokalite je hustá a rozsiahla sieť pozorovacích objektov, absentujúce metódy monitorovania alebo plošné pokrytie niektorých častí lokality neumožňujú získať kompletný a dostatočne výpovedný obraz o vývoji aktívnych i potenciálnych zosuvných telies a zosuvného územia ako celku.

Nedostatky v systéme monitorovania, ktoré sú však závislé od spoločenských, finančných a technických okolností, možno rozdeliť do viacerých oblastí. Prvou oblasťou je absencia niektorých typov metód monitorovania svahových pohybov a stability celého zosuvného územia. Využívajú sa iba dve metódy priameho merania deformácie územia. Základnou metódou je vykonávanie presnej inklinometrie v inklinometrických vrtoch na podpovrchové meranie deformácií a tým aj analýzu svahových pohybov. Z tejto metódy je vďaka veľkému počtu vybudovaných inklinometrických vrtov k dispozícii pomerne rozsiahla databáza údajov a analýza meraných ukazovateľov v čase. Na doplnenie sa používa takisto bodová metóda, technológia InSAR na väčšom množstve prirodzených odrazových bodov v celej lokalite, ktorá podáva obraz o deformáciách povrchu územia. Interpretácia prirodzených bodov, ktoré do analýzy spracovania radarových snímok vstupujú s rôznou vzájomnou kvalitou, a hlavne ich dôveryhodnosť, pokiaľ ide o jednoznačnosť vzťahovania nameraných deformácií týchto objektov výlučne na svahové pohyby, nie je možná. Uvádzajú to aj autori analýzy (Papčo a Bakoň, 2018,

2019). Z dostupných metód merania pohybov povrchu územia na lokalite doteraz neboli zavedené geodetické merania svahových pohybov na vybudovanej sieti geodetických bodov metódou veľmi presnej nivelácie (terestrické merania) a takisto ani novšie využívaná družicová metóda (globálne navigačné satelitné systémy – GNSS). Od používania terestrickej metódy sa pri sledovaní svahových pohybov postupne prechádza výlučne na používanie metódy GNSS, resp. tieto metódy sa môžu vzájomne dopĺňať alebo môžu slúžiť na porovnanie nameraných hodnôt. Ak by sme z hľadiska zvyšujúcej sa presnosti merania pomocou GNSS prístrojov preferovali túto metódu, bodové pole by bolo vytvorené zo stabilizovaných geodetických bodov. Alternatívne by sa ako náhrada alebo doplnenie poľa stabilizovaných bodov zvolila sieť terénnych bodov, ktoré dostatočne vyhovujú kritériám opakovateľnosti meraní a ich vyhodnotenia. Týmito meraniami by sa mohli porovnávať hodnoty nameraných podpovrchových deformácií z inklinometrických meraní alebo doplniť časti územia, kde nie sú vybudované inklinometrické vrty a kde by sa vykonávalo geodetické meranie polohových a výškových zmien bodov.

Druhým problémom, ktorý sa väčšinou vyskytuje pri používaní bodových metód monitorovania vo všeobecnosti, ako aj pri použití monitorovania zosuvných území, je nedostatočné pokrytie monitorovacími objektmi. Okrem finančných obmedzení, ktoré určite predstavujú najviac limitujúci faktor, počet potenciálnych objektov závisí aj od spoločenských a technických obmedzení (využívanie územia, vlastnícke vzťahy, technická realizovateľnosť a dostupnosť). Na lokalite sa nachádzajú časti územia alebo samotné svahové deformácie, kde nie je zabezpečený monitoring v inklinometrických vrtoch ani geodetické merania, ale využíva sa technológia InSAR s obmedzenou možnosťou výskytu prirodzených odrážačov a obmedzenou jednoznačnosťou analýzy výsledkov. Týka sa to niektorých veľkých zosuvov a väčšieho počtu aktívnych alebo potenciálnych, plošne menších svahových deformácií. Najmä v severnej časti územia (svahové deformácie č. 383106002, 383106003, 383106005) nie sú vybudované žiadne inklinometrické vrty (jedine 6 piezometrických vrtov v profile svahovej deformácie 38310602). Ide o menej zastavanú časť obce, no aj v tomto území došlo k výrazným prejavom aktivity svahových deformácií, podobne ako v centrálnej a južnej časti obce. Vzhľadom na prevažne trávnatý a krovinatý porast tejto časti územia bez väčšieho počtu budov absentuje aj dostatočný počet prirodzených bodov na pozorovanie metódou InSAR. Od roku 2010, keď rozsiahle a ničivé zosuvy postihli veľkú časť obce, o aktivite tohto územia nemáme žiadne výsledky z priamych pozorovacích metód. Za nepriame by sa dali považovať iba prípadné deformácie na budovách, ktoré by boli nahlásené občanmi. Podobne nie je pokryté ani územie s výskytom svahových deformácií na sever od Poštovej ulice (svahové deformácie č. 38310606, 383106007, 383106008, 383106018), aj keď v tejto oblasti boli prejavy zosuvných pohybov menšie, neboli výrazne poškodené domy a menšie zosuvy majú iba potenciálny charakter. Monitorovanie pomocou metódy InSAR v rokoch 2016 – 2017 neposkytlo výrazné výsledky zmien povrchu terénu, na základe ktorých by sa táto lokalita dala považovať za prioritnú na sledovanie pohybovej aktivity. Úplne oprávnene riešiteľské organizácie vybavili hustou sieťou inklinometrických vrtov centrálnu a južnú časť územia, pretože v tejto časti bola pozorovaná najvýraznejšia aktivita svahových pohybov a vznikli aj mimoriadne vysoké škody vplyvom prírodnej katastrofy. Plošne menšie svahové deformácie charakteru zosuvov a skalného zrútenia s aktívnymi, potenciálnymi a stabilizovanými formami (383106012, 383106013, 383106014, 383106015, 383106016, 383106017) nie sú pokryté objektmi na pozorovanie podpovrchových deformácií. Okrem toho, pre zalesnenie nie je možné na tomto území detegovať vhodné prirodzené odrážače na využitie technológie InSAR. Monitorovacie objekty tu v predchádzajúcom období riešiteľské organizácie neumiestnili vzhľadom na aktívnejšie zosuvy s vyšším spoločenským a ekonomickým významom. Keďže tieto územia nie sú zastavané, resp. sa v súčasnosti po zbúraní poškodených objektov (časť budovy bývalého poľnohospodárskeho družstva) nevyužívajú, nie je prioritou do týchto miest umiestňovať nové monitorovacie objekty.

Dôležitá je potreba získať aspoň základné údaje o východnom svahu pod cintorínom (východne od Staničnej ulice), kde boli v minulosti zaznamenané prejavy svahových deformácií. Vzhľadom na závažnejšie postihnuté časti ostatného územia obce sa v tejto oblasti neuvažovalo s inžinierskogeologickým prieskumom ani monitoringom.

Za tretiu oblasť relatívnych nedostatkov monitorovacej siete možno označiť kvalitatívne parametre monitorovania, medzi ktoré patrí meniaca sa kvalita vybudovaných objektov v čase (poškodenie, zničenie, vystrojenie) alebo manuálny spôsob zberu dát (z inklinometrických, piezometrických a odvodňovacích vrtov). Tieto skutočnosti sa do veľkej miery zlepšia prostredníctvom projektu *Monitoring zosuvných deformácií* zahŕňajúceho zosuvné lokality najvyššieho sociálno-ekonomického významu. Jeho súčasťou je aj rekonštrukcia vybraných existujúcich inklinometrických vrtov a piezometrických vrtov, vybudovanie nových vrtov na osadenie snímačov pórového tlaku a snímačov vlhkosti v zosuvnom území Nižnej Myšle. Do zrekonštruovaných vrtov budú osadené stacionárne inklinometrické sondy a automatické hladinomery. Zber dát bude z osadených prístrojov zabezpečený on-line a bude prenášaný do centra monitoringu prostredníctvom Internetu vecí (IoT). Tým sa dosiahne vyššia kvalita získavania údajov o lokalite, oveľa vyššia úroveň obsahu získavaných údajov z meraní a neporovnateľne vyššia frekvencia meraní zo všetkých objektov (nepretržité merania v hodinových intervaloch). Dosiahne sa aj lepšia operatívnosť vyhodnocovania údajov, identifikácie a riadenia rizík, ako aj možnosť informovania dotknutých subjektov. S takýmto zdokonalením sa v prípade potenciálnych alebo akútnych havarijných udalostí podstatne zlepší časový náskok potrebný na informovanie orgánov štátnej správy a na vykonanie adekvátnych opatrení spojených s ochranou obyvateľstva a infraštruktúry (Ondrejka et al., 2018b). Umiestnenie konštrukčne optimalizovaných pasívnych kútových odrážačov do preferovaných zosuvných území (3 objekty), ako aj referenčného

pasívneho kútového odrážača do stabilného územia (1 objekt) umožňuje získať vyššiu kvalitu vstupných dát na vyhodnocovanie družicových snímok.

### *5.4. Stabilitný stav lokality*

Za posledné roky (2016 – 2018) boli zaznamenané veľké hodnoty deformácií z inklinometrických meraní hlavne v troch častiach zosuvného územia. Prvou je odlučná oblasť južného zosuvného územia v priestore Obchodnej ulice: vrt INK-22 približne 65 m na JZ od kostola a vrt INM-2 približne 155 m na JJZ od kostola (obr. 3). Táto oblasť vykazovala vysoké hodnoty deformácií aj v predchádzajúcich obdobiach a v období jeseň 2016 až jar 2017 bola zaznamenaná vysoká hodnota prírastku deformácie prepočítaná na rýchlosť pohybu, ktorá dosahovala extrémnu hodnotu, 93,58 mm za rok (obr. 10). Nameraný vektor pohybu v tomto vrte je najväčší za celé monitorované obdobie (Ondrejka et al., 2018b). V tom istom období veľká rýchlosť pohybu bola zaznamenaná aj vo vrte INM-2, a to až 30,88 mm za rok. V roku 2018 bola nameraná mimoriadne vysoká hodnota deformácie aj vo vrte INK-24A (až 43,5 mm za rok). Keďže ide o odlučnú oblasť zosuvu, v týchto vrtoch sa šmykové plochy nachádzajú plytko pod terénom, približne 1,8 – 4,5 m. Zosuvná oblasť pod kostolom vykazuje pomerne stabilne vyššie hodnoty deformácií aj vo vrtoch INM-5, INK-32, INK-34 a INK-44 situovaných nižšie v zosuvnom telese. Sledované šmykové plochy vo vrtoch INM-5 a INK-32 sú v hĺbke približne 9,0 – 9,5 m.

Druhou oblasťou, kde boli za obdobie 2016 – 2018 zaznamenané veľké podpovrchové deformácie, je územie pod Staničnou ulicou (nad budovou základnej školy). Vo vrte INK-52, v odlučnej oblasti zosuvu, bola nameraná rýchlosť pohybu od 2,47 do 11,24 mm za rok. Ešte väč-




**Obr. 8.** Výsledky inklinometrických meraní za obdobie 2012 – 2018 vyjadrené v rýchlosti pohybu (mm za rok) v hĺbke predpokladaných šmykových plôch vo vybraných vrtoch (spracované podľa údajov Ondrejku, 2012 – 2018) – severná časť zosuvného územia Nižná Myšľa.

**Fig. 8.** The results of inclinometric measurements for the period 2012–2018 expressed in movement rate (mm per year) in the depths of assumed shear planes in selected wells (processed according to Ondrejka data, 2012–2018) – the northen part of the Nižná Myšľa landslide area.

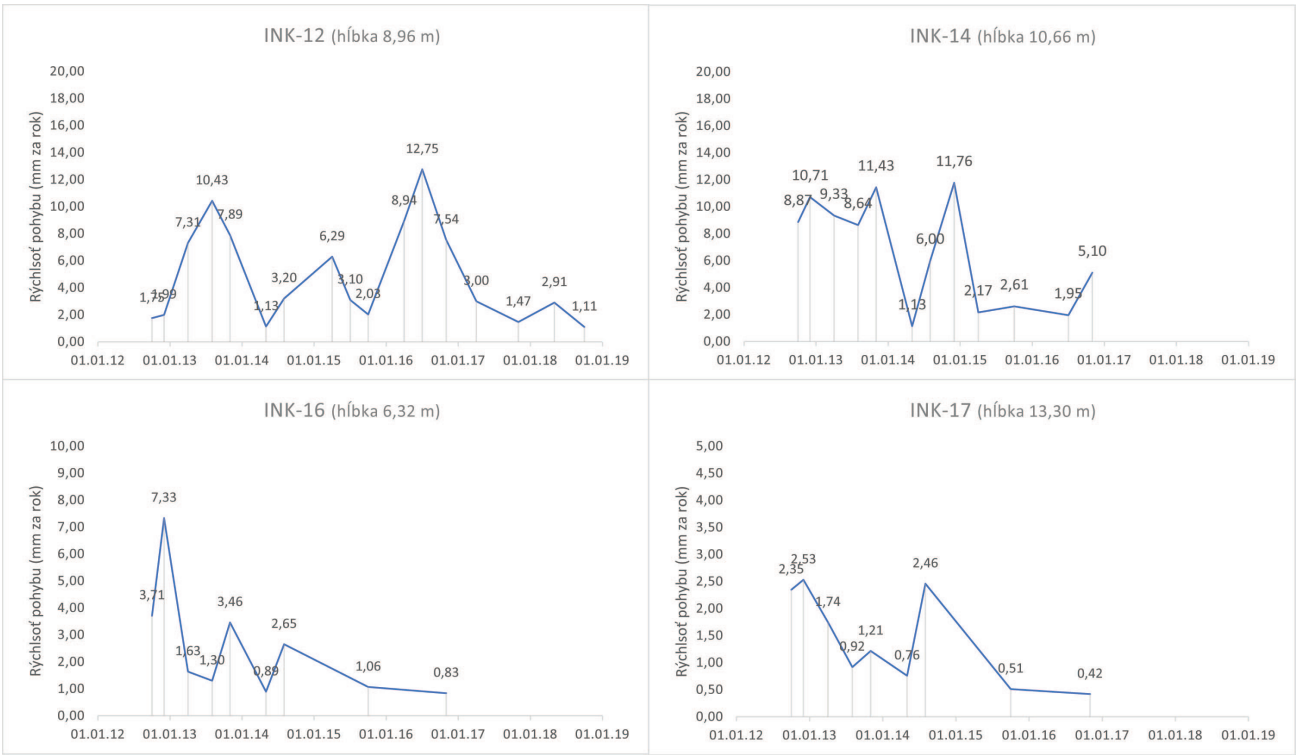
šie deformácie boli namerané vo vrte INK-53 situovanom v strednej časti zosuvu a po prepočte na rýchlosť pohybu v hĺbke šmykovej plochy dosahovali až 52,49 mm za rok. Vysoké hodnoty deformácie sa etapovými meraniami zistili aj vo vrte INK-56 (pôvodne označený ako INK-54), ktorý bol vybudovaný počas 3. etapy sanácie namiesto znefunkčneného vrtu INM-6. V tomto vrte je osadený stacionárny inklinometer a snímač pórového tlaku a vykonávajú sa v ňom aj etapové merania. Preto sa používa nové označenie monitorovacieho objektu INK-56. Napriek tomu je od roku 2016 do konca roku 2018 vo vrtoch INK-52, INK-53 a INK-55 pozorovaný trend poklesu rýchlosti pohybu (obr. 8). V poslednom období od jesene roku 2016 do jari 2019 bol zaznamenaný zvýšený prírastok deformácie aj vo vrte INK-51 v odlučnej oblasti zosuvu.

Centrálna časť obce predstavuje tretiu oblasť, kde bol zaznamenaný nárast pohybovej aktivity, a to vo vrte INK-14N (stacionárna inklinometrická sonda) na križovatke Hlbokej, Strmej a Obchodnej ulice. Na šmykovej ploche v hĺbke približne 11,0 m tam bola zaznamenaná deformácia vyjadrená rýchlosťou pohybu v období od novembra 2017 do druhej polovice mája 2018 až 29,2 mm za rok a 20,87 mm za rok v období od mája 2018 do konca roku 2018 (Liščák et al., 2019b). Zvýšené hodnoty deformácie boli namerané aj vo vrte INK-12, ale pri meraniach v tomto vrte je od druhej polovice roku 2016 do konca roku 2018 pozorovaný trend poklesu pohybovej aktivity.

Výsledky meraní v uvedených inklinometrických vrtoch poukazujú na pretrvávajúci nepriaznivý stabilitný stav týchto častí území. Potvrdzujú to aj zistenia z roku 2019, keď 31. 5. 2019 vo vrte INK-53 bola pozorovaná nepriechodnosť inklinometrickej pažnice v hĺbke šmykovej plochy (približne 3,2 m pod terénom). Indikuje to mimoriadnu deformáciu od posledného vykonaného merania. O pretrvávajúcich svahových pohyboch by mohli svedčiť aj sťažnosti na výskyt prasklín v domoch obyvateľov bývajúcich na Strmej ulici zo septembra 2019, ktoré by mohli súvisieť aj s intenzitou svahových pohybov. Podľa výsledkov analýzy stabilných prirodzených odrazových bodov PrInSAR, ako uvádzajú Papčo a Bakoň (2018, 2019), bol v niekoľkých prípadoch pozorovaný poklesávajúci trend vývoja deformácie (vzostupná dráha č. 102: Kopaničná ulica, hostinec na rohu Školskej a Staničnej ulice, zostupná dráha č. 153 – okolie Slivkovej, Skladnej a Hlavnej ulice), ktorý sa strieda s výzdvihovým charakterom pohybu polohovo blízkych odrážačov (vzostupná dráha č. 102 a okolie Strmej ulice pri hostinci s poklesovým charakterom).

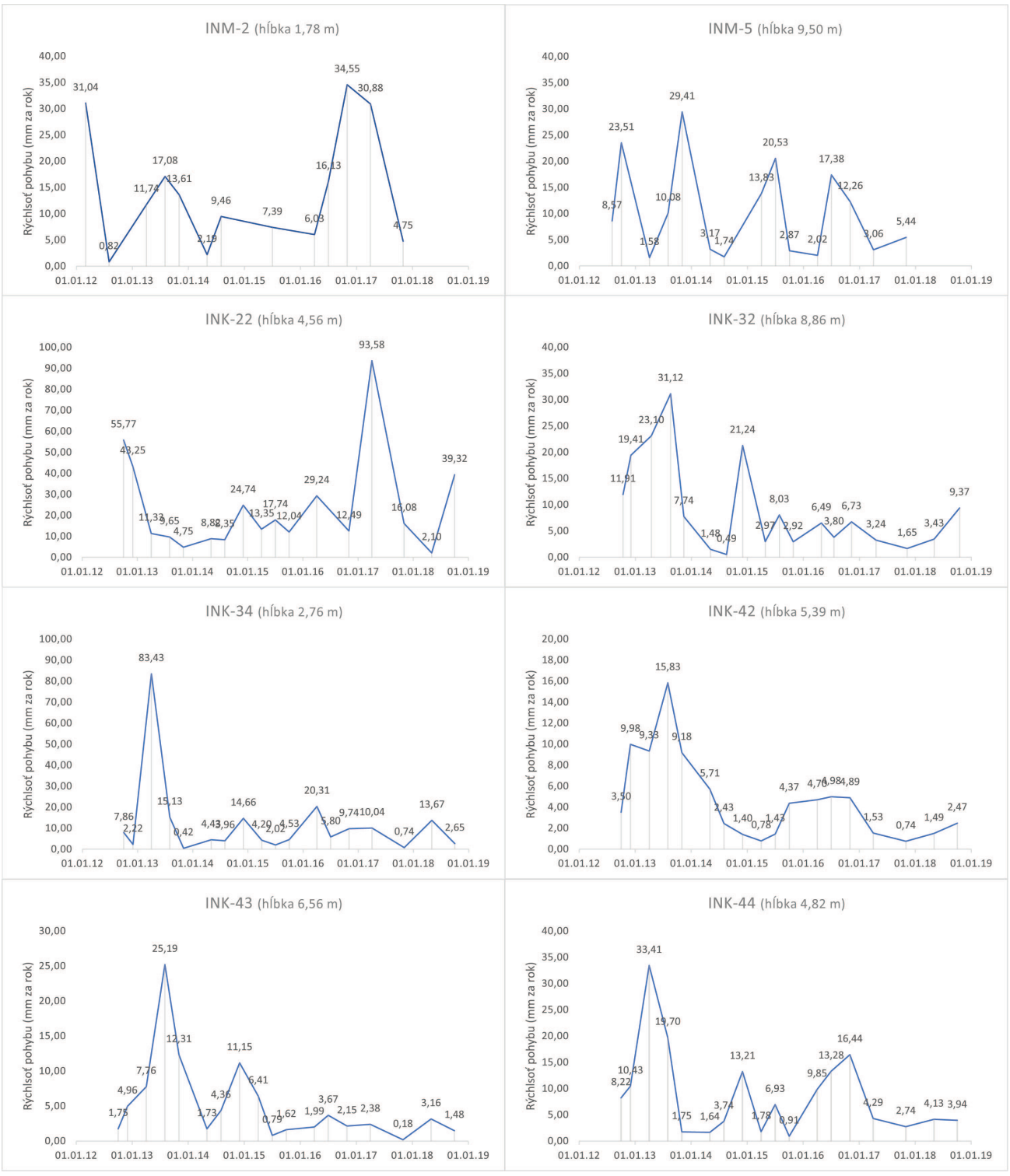
## 6. Vyhodnotenie účinnosti sanačných opatrení

Ako kritérium účinnosti sanačných opatrení možno nepriamo použiť výsledky z monitorovania aktivity svahových pohybov a meraných parametrov, ktorými sú údaje o hĺbke hladiny podzemnej vody. Priamo je možné merať účinnosť subhorizontálnych vrtov prostredníctvom ich výdatnosti, a to najmä v čase hĺbenia vrtov, ale aj dlhodobo v závislosti od klimatických pomerov. Je potrebné zohľadniť technické riešenie sanačných metód, kompletnosť ich




**Obr. 9.** Výsledky inklinometrických meraní za obdobie 2012 – 2018 vyjadrené v rýchlosti pohybu (mm za rok) v hĺbke predpokladaných šmykových plôch vo vybraných vrtoch (spracované podľa údajov Ondrejku, 2012 – 2018) – centrálna časť zosuvného územia Nižná Myšľa.

**Fig. 9.** The results of inclinometric measurements for the period 2012–2018 expressed in movement rate (mm per year) in the depths of assumed shear planes in selected wells (processed according to data of Ondrejka, 2012–2018) – the central part of the Nižná Myšľa landslide area.




**Obr. 10.** Výsledky inklinometrických meraní za obdobie 2012 – 2018 vyjadrené v rýchlosti pohybu (mm za rok) v hĺbke predpokladaných šmykových plôch vo vybraných vrtoch (spracované podľa údajov Ondrejku, 2012 – 2018) – južná časť zosuvného územia Nižná Myšľa.

**Fig. 10.** The results of inclinometric measurements for the period 2012–2018 expressed in movement rate (mm per year) in the depths of assumed shear planes in selected wells (processed according to Ondrejka data, 2012–2018) – the southern part of the Nižná Myšľa landslide area.

vybudovania, ako aj stavebné a terénne úpravy v celom zosuvnom území, ktoré by ich mohli ovplyvniť. Dôležitým faktorom hodnotenia účinnosti sanačných opatrení je vzťah meraných parametrov a klimatických údajov, najmä zrážkových úhrnov za dlhšie časové obdobie (ročný úhrn zrážok, mesačný úhrn zrážok), ale aj výrazne nadpriemerné alebo podpriemerné denné úhrny zrážok alebo kumulované zrážky za pretrvávajúce zrážkové obdobie. Napriek zohľadneniu všetkých ukazovateľov možno účinnosť sanačných opatrení vyhodnotiť iba relatívne. Z technického pohľadu nie je možné dosiahnuť ich úplnú efektívnosť a z ekonomického pohľadu nebolo možné ich vybudovať v celom rozsahu, resp. ich rozsah je potrebné určovať aj podľa hodnotenia účinnosti už vybudovaných opatrení a vývoja sledovaných ukazovateľov. Napriek tomu je takéto čiastočné hodnotenie účinnosti sanačných opatrení potrebné a môže pomôcť pri navrhovaní a optimalizácii projektu ďalších sanačných prác. Je potrebné, aby boli navrhnuté a vybudované s čo najväčšou možnou účinnosťou.

### *6.1. Technické riešenie sanačných opatrení*

Ihneď po vzniku katastrofálneho zosuvu (jún – október 2010) sa urobil inžinierskogeologický prieskum. Počas neho sa na svahu nad budovou základnej školy zrealizovali ako **prieskumno-sanačné práce** dva subhorizontálne odvodňovacie vrty v celkovej dĺžke 240 m (tab. 6). Z tohto stanovišťa bol doplnený aj odvodňovací vrt HNM-3 v dĺžke 120 m. Vrty boli situované v tomto plošne veľkom zosuve reaktivovanom v júni 2010 namiesto najviac postihnutej centrálnej časti zástavby obce, a to preto, lebo v tomto priestore už boli k dispozícii výsledky starších prieskumov (Ondrejka, 1985), ktoré umožnili lokalizovať odvodňovacie vrty podľa známych úložných a hydrogeologických pomerov v telese zosuvu. Vrty s najväčšou pravdepodobnosťou zachytili zvodnené tufitické polohy, v ktorých sa na ich rozhraní s ílovitými vrstvami akumuluje podzemná voda. Preto boli počas vŕtania v obidvoch subhorizontálnych vrtoch zaznamenané výraznejšie prítoky podzemnej vody (Tometz et al., 2010). Tieto okamžité protihavarijné opatrenia možno považovať za **nultú etapu sanácie**.

Technické práce **1. etapy sanácie** z roku 2012 (Sláma et al., 2012) boli vykonané s cieľom zlepšenia stabilitných pomerov južnej časti obce a zamedzenia retrográdneho šírenia svahových deformácií vyššie do svahu. Práce boli naprojektované do centrálnej zástavby obce (centrálna a južná časť zosuvného územia) vymedzenej priestorom medzi ulicami Poštová, Obchodná, Repiská a Družstevná a v menšom rozsahu aj v južnej zástavbe obce nad Družstevnou ulicou. V tomto území sa vzhľadom na hustotu zastavanosti a s očakávaním dotvarovania svahových deformácií predpokladalo, že bez realizácie sanačných opatrení by mohli nastať najväčšie škody. Zmenou projektu už počas realizácie sanačných prác bola schválená aj sanácia kultúrneho domu a obecného úradu kotvenou pilótovou stenou a mikropilótami. Súčasťou bolo aj vykonanie inžinierskogeologického prieskumu svahovej deformácie, ktorá ohrozuje základnú školu v severnej časti zástavby obce (Sláma et al., 2012). Vypracovaný projekt z hľadiska rozsahu a postupnosti prác, ktoré sa považujú za najnevyhnutnejšie, bol prioritne orientovaný na centrálnu a južnú časť zosuvného územia. Neobsahoval sanačné práce (odvodnenie zosuvného svahu) v severnej časti (pod Staničnou ulicou, nad ZŠ a pokračovaním Staničnej ulice smerom na sever), kde sa v rámci zosuvného územia nachádza aktívny zosuv veľkých rozmerov preukázaný inklinometrickým meraním, keď v roku 2010 boli zaznamenané výrazné vektory pohybov.

Sanačné práce boli zrealizované v tomto rozsahu:

- podzemná kotvená pilótová stena a mikropilóty – okolo kostola, na Malej Nemeckej a Veľkej Nemeckej ulici, okolo kultúrneho domu a obecného úradu (SO-01, SO-03),
- hĺbkové a podpovrchové odvodnenie: drenážne rebrá, podzemná drenážna stena, subhorizontálne odvodňovacie vrty (SO-02),
- terénne úpravy (svahovanie odtrhov, utesnenie trhlín, rekultivačné práce).

Práce na kotvenej pilótovej stene (SO-01) v úseku pod kostolom prebehli sčasti už na jar v roku 2011 ako záchranné práce organizované obcou v spolupráci s útvarom civilnej obrany, ale v lete roku 2011 boli pozastavené. Bolo zhotovených 52 železobetónových pilót s priemerom 600 mm a dĺžkou 10 – 13 m v osovej vzdialenosti 1,0 až 1,2 m. Pokračovanie a dokončenie prác bolo predmetom stavebného objektu SO-01. V roku 2012 sa pilótová stena v mieste zhotoveného železobetónového nosníka ukotvila šestnástimi lanovými kotvami s dĺžkou 25 m (spolu 400 m). Kotvená pilótová stena na Malej Nemeckej a Veľkej Nemeckej ulici bola v troch úsekoch čiastočne vybudovaná v roku 2011 (85 pilót s hĺbkou 10 – 13 m v celkovej metráži 1 000 m) a v roku 2012 sa práce dokončili jej ukotvením a kompletne sa vybudovali zvyšné 2 úseky (61 pilót s hĺbkou 10 m a celkovou metrážou 610 m). Na ukotvenie všetkých piatich úsekov pilótovej steny sa použilo 47 lanových kotiev s dĺžkou 18 – 22 m (spolu 894 m).

**Tab. 6.** Prehľad vykonaných okamžitých protihavarijných opatrení v roku 2010 (podľa Tometza et al., 2010).

**Tab. 6.** Overview of immediate emergency measures implemented in 2010 (according to Tometz et al., 2010).

| Etapa sanácie | Druh prác | Objekty | Označenie | Rozsah prác | Poznámka |
|---|---|---|---|---|---|
| IG prieskum vrátane okamžitých protihavarijných opatrení (2010) | hĺbkové odvodnenie | subhorizontálne odvodňovacie vrty | HHM-1, HNM-2 | 240 m | plošný zosuv pod Staničnou ulicou (nad budovou ZŠ) |
| | | subhorizontálne odvodňovacie vrty | HNM-3 | 120 m | doplnený SHV zo stanovišťa nad budovou ZŠ |

Kotvená pilótová stena na zabezpečenie ohrozených objektov obecného úradu a kultúrneho domu (SO-03) bola rozdelená do dvoch úsekov. V priestore medzi nimi, kde nebol prístup pre pilótovaciu súpravu, sa zrealizovala mikropilótová stena. Prvý úsek kotvenej pilótovej steny má dĺžku 25 m a tvorí ju 24 železobetónových pilót s hĺbkou 11,0 m, druhá časť má dĺžku 19,5 m so železobetónovými pilótami do hĺbky 10,0 m. Piloty sú v hornej časti spojené železobetónovým nosníkom. Na zabezpečenie celkovej stability pilótových stien boli na ukotvenie železobetónového nosníka použité ťahové šikmé mikropilóty (13 ks mikropilót s dĺžkou 15,0 m a celkovou metrážou 195,0 m). Mikropilótová stena medzi dvomi úsekmi pilótovej steny je zhotovená na dĺžku 4,6 m z mikropilót v dvoch radoch – spolu 8 ks mikropilót s dĺžkou 10 m, celkovo 80 m.

Odvodnenie svahu (SO-02) sa realizovalo ako hĺbkové odvodnenie a ako podpovrchové odvodnenie. Na hĺbkové odvodnenie bolo vyhĺbených 25 subhorizontálnych odvodňovacích vrtov dĺžky 55,0 – 100,0 m, celkovo 2 110 m, zhotovených zo siedmich stanovíšť ST-1 až ST-7. Drenážna voda je zberným potrubím zvedená do revíznych šácht (zo stanovíšť ST-1 až ST-6) alebo zberným potrubím do priekopy (zo stanovišťa ST-7). Časť odvodňovacích vrtov zo stanovíšť ST-5 a ST-6 je napojená na drenážnu štrkovú stenu vybudovanú pozdĺž Hlbokej ulice. Drenážna stena má dĺžku 59 m, pozostáva zo 107 vŕtaných pilót s priemerom 600 mm (z toho 79 pilót má hĺbku 10,0 m a 28 má hĺbku 9,5 m). Piloty sú vyplnené štrkovou drvinou frakcie 0/63 mm a na povrchu je drenážna stena utesnená vrstvou nepriepustnej zeminy s hrúbkou 0,5 m.

Podpovrchové odvodnenie je vybudované ako drenážne rebrá na odvedenie vody z plytších horizontov v najkritickejšej časti zosuvu pod kostolom. Drenážne rebrá boli vybudované v dvoch variantoch – ako vŕtané štrkové piloty do hĺbky 5,0 – 7,0 m alebo ako kopaná ryha do hĺbky 1,2 – 5,0 m. Úseky so štrkovými pilótami s celkovou dĺžkou 127,5 m sú tvorené vŕtanými pilótami s priemerom 600 mm (celkove 232 pilót s celkovou metrážou 1 495,5 m) vyplnenými štrkovou drvinou frakcie 0/63 mm s povrchom utesneným nepriepustnou zeminou s hrúbkou 0,5 m. Kopané drenážne rebrá majú celkovú dĺžku 169,5 m. Na dno hlavných vetiev kopaných drenážnych rebier je uložená drenážna rúrka s priemerom 110 mm s obsypom z drveného kameniva fr. 8/16 mm do výšky 0,3 m nad dnom rebra. Vyššie je rebro zasypané drveným kamenivom fr. 63/125 mm a povrch je utesnený 0,5 m hrubou vrstvou nepriepustnej zeminy. Vŕtaná časť drenážnych rebier je zaústená do štrkovej steny pozdĺž Hlbokej ulice.

Okrem stavebných objektov SO-01, SO-02 a SO-03 boli naprojektované a zrealizované dokončovacie práce: rekultivácia, gabiónové múry a spevnené chodníky (tab. 7).

**Tab. 7.** Prehľad vykonaných sanačných opatrení v roku 2011 – 2012 (podľa Gomolčáka a Baču, 2012, in Sláma et al., 2012).

**Tab. 7.** Overview of remediation measures implemented in 2011–2012 (according to Gomolčák and Bača, 2012, in Sláma et al., 2012).

| Etapa sanácie | Druh prác | Objekty | Označenie | Rozsah prác | Poznámka |
|---|---|---|---|---|---|
| **1. etapa** sanácie (2012) | stabilitné konštrukcie | kotvená pilótová stena | KPS-1 (SO-01) | 55,0 m | pod kostolom (časť zrealizovaná v roku 2011, dokončenie v roku 2012) |
| | | kotvená pilótová stena | KSP-2 (SO-01) | 163,96 m | na Malej Nemeckej a Veľkej Nemeckej ulici |
| | | kotvená pilótová stena + mikropilótová stena | SO-03 | 44,5 m + 4,6 m | na zabezpečenie budov obecného úradu a kultúrneho domu |
| | hĺbkové odvodnenie | subhorizontálne odvodňovacie vrty | SO-02 (02/1) (SHV-11, 12, 13, 14, 15, 21, 22, 23, 31, 32, 33, 34, 41, 42, 43, 51, 52, 53, 61, 62, 63, 64, 72, 73, 74) | 2 110 m | 25 SHV zo 7 stanovíšť ST-1 až ST-7, zvedenie drenážnej vody systémom potrubí a šácht |
| | | drenážna štrková stena | SO-02 (02/1) | 59,0 m | pozdĺž Hlbokej ulice |
| | podpovrchové odvodnenie | drenážne rebrá (vŕtané piloty) | SO-02 (02/2) | 127,5 m | 2 úseky |
| | | drenážne rebrá (kopané ryhy) | SO-02 (02/2) | 169,5 m | 7 úsekov |
| | dokončovacie práce | rekultivácia | – | 26 000 $m^2$ | terénne úpravy (zemné práce) |
| | | gabiónové múry | | 43,5 $m^3$ | 3 úseky |
| | | spevnené chodníky | | 1 054 $m^2$ | 2 úseky |
| | doplnkový IG prieskum | | | | – |

Rekultiváciou bol upravený povrch terénu s trhlinami a odlučnými hranami čiastkových zosuvov. Zemnými prácami boli odstránené terénne stupne, utesnené otvorené trhliny a povrch bol upravený do jednotného sklonu. Tým sa odstránili bezodtokové depresie. Zemné práce boli vykonané na ploche 26 000 m$^2$. Gabiónové múry boli vybudované ako predĺženia kotvených pilótových stien na lepšiu úpravu okolitého terénu, resp. na zriadenie spevnených chodníkov. Boli vybudované 3 úseky gabiónových múrov s celkovou dĺžkou 24,5 m. Výplň gabiónových košov tvorí drvené kamenivo fr. 32/63 mm, pričom pohľadové plochy sú z opracovaných kamenných blokov z rozobratého schodiska pod kostolom. Spevnené chodníky boli vybudované v dvoch úsekoch v centrálnej časti obce z drveného kameniva a s povrchom zo štrkovej drviny fr. 0/16 mm.

**2. etapa** sanačných prác (Grech et al., 2014) bola orientovaná na zosuvný svah nad budovou základnej školy (rozsiahly zosuv pod Staničnou ulicou). Hlavným stabilitným prvkom je kotvená pilótová stena vybudovaná v zápäte svahu za budovou základnej školy. Má dĺžku 56 m a je zhotovená z 56 železobetónových pilót s priemerom 600 mm v jednotnej osovej vzdialenosti 1,0 m. Piloty majú hĺbku 13,0 m (celková dĺžka pilót je 728 m). Výstuž hlavy piloty je prepojená s konštrukciou kotveného železobetónového nosníka v hornej časti opornej steny. Nosník, rozdelený na 7 dilatačných celkov, je ukotvený pomocou 28 trvalých zemných lanových kotiev s dĺžkou 32 a 34 m umiestnených v osovej vzdialenosti 2,0 m (celková dĺžka kotiev je 924 m). Na nosníku je zhotovená železobetónová stienka a medzi svahom a železobetónovou stienkou je zabudovaný drén (obr. 11). Konštrukcia drénu pozostáva z filtračnej geotextílie na dne a stenách. Na dne ryhy je uložená drenážna rúrka s priemerom 100 mm, ktorá je obsypaná hrubým kamenivom fr. 8/16 mm vo vrstve s hrúbkou 0,3 m. Na obsype je drenážna vrstva z hrubého kameniva fr. 32/63 mm, zhora obalená filtračnou geotextíliou, vrchná časť je zasypaná nepriepustnou zeminou s hrúbkou 0,5 m.

Hĺbkové odvodnenie pozostáva z drenážnej štrkovej steny na svahu nad budovou základnej školy a subhorizontálnych vrtov napojených na štrkovú stenu alebo odvodňujúcich svah pod Staničnou ulicou. Drenážna štrková stena s dĺžkou 89,2 m je zhotovená zo štrkových pilót s priemerom 600 mm (162 vrtov hlbokých 8 m s celkovou metrážou 1 296 m vyplnených štrkovou drvinou fr. 0/63 mm). Horná časť štrkovej steny pod terénom je utesnená vrstvou nepriepustnej zeminy s hrúbkou asi 1,0 m. Na štrkovú stenu sú napojené 3 subhorizontálne vrty zo stanovíšť ST-10 a ST-11 (vrty SHV-101, SHV-111, SHV-112) s celkovou dĺžkou 195 m. Ďalšie 2 stanovištia odvodňovacích vrtov sú v hornej časti zosuvu pod Staničnou ulicou. Dĺžka vrtov je od 63 do 93 m (spolu 405 m). Drenážna voda je zvedená zberným a drenážnym potrubím do zberných šácht a odtiaľ do povrchových priekop.

Povrchové odvodnenie predstavujú zberné a drenážne potrubia, ktoré zvádzajú drenážnu vodu z odvodňovacích vrtov do zberných šácht, a povrchové priekopy na zaústenie zvedenej drenážnej vody do existujúcich priekop. Zberné potrubie má 3 úseky v celkovej dĺžke 192,7 m. Na zbernom potrubí sú vybudované zberné šachty. Obnovené bolo aj odvedenie vody z kuchyne základnej školy v dĺžke 23,0 m. Drenážne potrubie vedené po svahu je vybudované ako drenážne rebro z drenážnych rúrok s obsypom z hrubého kameniva fr. 8/16 mm. Na obsype je vybudovaná drenážna vrstva z hrubého kameniva fr. 32/63 mm. Drenážne rebro je na dne ryhy, na stenách a na hornom povrchu obalené filtračnou geotextíliou a horná časť zásypu s hrúbkou asi 0,5 m pod povrchom je z nepriepustnej zeminy. Hĺbka drenážneho potrubia je 1,5 – 2,3 m. Na drenážnom potrubí sú vybudované revízne šachty. Drenážne potrubie je zaústené do zberného potrubia. Drenážna voda je zo zberného potru-



**Obr. 11.** Druhá etapa sanácie: kotvená pilótová stena nad budovou základnej školy – osadené trvalé horninové kotvy v železobetónovom nosníku a zhotovovanie zárubnej stienky a drénu za stienkou (Gomolčák, 2014).

**Fig. 11.** The second stage of remediation: anchored pile wall above the Elementary school building – installed permanent rock anchors in the reinforced concrete beam and construction of the frame wall and the drain behind the wall (Gomolčák, 2014).

**Tab. 8.** Prehľad vykonaných sanačných opatrení v 2. etape v roku 2014 (podľa Gomolčáka, 2014).

**Tab. 8.** Overview of remediation measures implemented in the 2nd stage in 2014 (according to Gomolčák, 2014).

| Etapa sanácie | Druh prác | Objekty | Označenie | Rozsah prác | Poznámka |
|---|---|---|---|---|---|
| **2. etapa** sanácie (2014) | stabilitné konštrukcie | kotvená pilótová stena | SO-01 | 55,98 m | nad budovou ZŠ |
| | hĺbkové odvodnenie | drenážna štrková stena | SO-02 (02-1) | 89,2 m | na svahu nad budovou ZŠ |
| | | subhorizontálne odvodňovacie vrty | SO-02 (02-2): SHV-81, 82, 91, 92, 93, 101, 111, 112 | 600 m | 8 SHV zo 4 stanovíšť ST-8 až ST-11 |
| | povrchové odvodnenie | zberné potrubie | SO-02 (02-3) | 192,7 m + 23,0 m | 3 úseky zberného potrubia + odvod vody zo ZŠ |
| | | drenážne potrubie | SO-02 (02-3) | 200,4 m | 2 úseky drenážneho potrubia |
| | | povrchové priekopy | SO-02 (02-3) | 105,4 m | 2 úseky |
| | terénne úpravy | zemné práce | – | 10 011 $m^2$ | – |
| | doplnkový IG prieskum | | | | |

bia ďalej zaústená do povrchových priekop. Tieto spevnené priekopy odvádzajú vodu zo zberného potrubia, ako aj zrážkovú vodu zo strechy a spevnenej plochy za základnou školou do existujúcich priekop. Spevnené priekopy sú vybudované z betónových priekopových tvaroviek a v mieste plochy za základnou školou z odvodňovacích žľabov na vysoké zaťaženie.

V miestach realizovaných prác, ako aj na svahu výrazne postihnutom trhlinami a odlučnými hranami čiastkových zosuvov sa vykonali terénne úpravy (miestami odstránenie vegetácie, odstránenie terénnych stupňov, zarovnanie terénu, utesnenie trhlín, vyspádovanie terénu a tým aj odstránenie bezodtokových depresií a zatrávnenie plôch). Terénne úpravy sa vykonali na ploche 10 011 $m^2$. V tabuľke 8 je uvedený prehľad realizovaných sanačných prác.

Sanačné práce v **3. etape** (Laurenčík et al., 2015) lokálne riešili hĺbkové odvodnenie plytších zosuvov medzi Strmou a Obchodnou ulicou a ulicou Repiská. Pozostávajú z hĺbkového odvodnenia: drenážnej štrkovej steny a subhorizontálnych odvodňovacích vrtov (tab. 9). Drenážna štrková stena má dĺžku 70,1 m a je situovaná v zástavbe medzi Strmou a Hlbokou ulicou. Je zhotovená ako štrkové pilóty z vŕtaných pilót s priemerom 600 mm do hĺbky 6,7 až 10,4 m vyplnených štrkovou drvinou fr. 0/63 mm. Bolo vyvŕtaných 140 pilót v celkovej metráži 1 217 m. Povrch drenážnej steny je utesnený nepriepustnou zeminou vo vrstve s hrúbkou zruba 1,0 m.

Odvodnenie štrkovej steny zabezpečuje 8 subhorizontálnych odvodňovacích vrtov zhotovených z jedného štartovacieho stanovišťa. Ich dĺžka je 56 až 105 m (celkove 640 m). Voda z odvodňovacích vrtov je zvedená zberným potrubím do zbernej šachty. Na overenie geologických a hydrogeologických pomerov a návrh sanačných prác v tejto časti územia sa zrealizovali monitorovacie objekty a bol vykonaný monitoring. Súčasťou prác bola aj rekonštrukcia strihnutého inklinometrického vrtu INM-6.

### *6.2. Porovnanie účinnosti sanačných opatrení v jednotlivých časových etapách*

Účinnosť sanačných opatrení hodnotíme v časovej postupnosti podľa navrhovaných a zrealizovaných sa-

**Tab. 9.** Prehľad vykonaných sanačných opatrení v 3. etape v roku 2015 (podľa Laurenčíka et al., 2015).

**Tab. 9.** Overview of remediation measures implemented in the 3rd stage in 2015 (according to Laurenčík et al., 2015).

| Etapa sanácie | Druh prác | Objekty | Označenie | Rozsah prác | Poznámka |
|---|---|---|---|---|---|
| **3. etapa** sanácie (2015) | hĺbkové odvodnenie | drenážna štrková stena | – | 70,1 m | medzi Strmou a Hlbokou ulicou |
| | | subhorizontálne odvodňovacie vrty | SHV-121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128 | 640 m | 8 SHV z 1 stanovišťa ST-12, zberná šachta a zberné potrubie |
| | monitoring, inklinometrický vrt | | | | – |

načných opatrení a v porovnaní s výsledkami monitoringu (inklinometrické merania, merania úrovne hladiny podzemnej vody, výdatnosť odvodňovacích vrtov a klimatické pomery územia). Samostatne hodnotíme jednotlivé časti zosuvných území, na ploche ktorých sa realizovali sanačné práce a sú na nich umiestnené monitorovacie objekty. V prípade relevantnosti je uvedené aj porovnanie s výsledkami nameraných pohybov povrchu terénu technológiou InSAR.

**V severnej časti** zosuvného územia sa v roku 2010 realizovali subhorizontálne odvodňovacie vrty HNM-1 (26. – 31. 6. 2010) a HNM-2 (28. 7. – 4. 8. 2010); dátum, keď bol doplnený odvodňovací vrt HNM-3, dokumentácia prác neuvádza. Tieto okamžité protihavarijné opatrenia boli lokalizované nad budovou základnej školy. Vzhľadom na rozsah svahovej deformácie ich možno považovať iba za čiastočné sanačné práce. Vyplýva to aj z návrhu na vykonanie ďalších sanačných prác a je to uvedené v záverečnej správe z inžinierskogeologického prieskumu z roku 2010, v rámci ktorého sa tieto odvodňovacie vrty realizovali. Návrh obsahuje vybudovanie sústavy stabilizačných drénov zaústených do pätného drénu, doplnenie subhorizontálnych odvodňovacích vrtov a vybudovanie plytkej melioračnej drenáže. Tieto navrhované práce sa dotýkali podstatnej časti zosuvného telesa nad školou (zosuvný svah pod Staničnou ulicou), na ktoré nadväzovali aj ďalšie sanačné opatrenia v zosuvnom území severnejšie od tohto aktivovaného zosuvu.

Prvé inklinometrické merania v zosuve nad základnou školou sa vykonali v období od 9. 9. 2010 do 7. 10. 2010, a to iba na jednom inklinometrickom vrte INM-6. Meraniami sa preukázali veľké namerané deformácie v hĺbke 1,5 m pod povrchom, v hĺbke 7,0 m, ako aj v hĺbke 14,5 m pod povrchom. Pri prepočte na rýchlosť pohybu deformácie v hĺbke predpokladanej šmykovej plochy 14,5 m ide o rýchlosť približne 4,43 mm za mesiac a približne 57,70 mm za rok (tab. 4). Tieto prvé namerané hodnoty deformácií poukazujú na veľkú aktivitu svahových pohybov s pravidelnými týždennými prírastkami deformácií a jasne identifikovateľnou šmykovou plochou v hĺbke 14,5 m. Výsledky poukazujú na to, že v pohybe je celá masa zosuvu a navrhované ďalšie sanačné opatrenia sú potrebné až nevyhnuté. V návrhu z roku 2010 sa odporúčajú sanačné práce, ktoré by mali spočívať v hĺbkovom a povrchovom odvodnení telesa zosuvu a v terénnych úpravách. Pozícia zosuvného svahu je bezprostredne nad budovou školy a terénne úpravy za budovou školy sa zarezávajú do zosuvného svahu. Už pri realizácii 1. etapy sanácie, ktorá sa zamerala na centrálnu a južnú časť územia so zástavbou zničenú katastrofickými zosuvmi, bolo správne navrhnuté aj stabilizačné opatrenie tohto svahu kotvenou pilótovou stenou umiestnenou za budovou základnej školy (s potrebou vybudovať aj predtým navrhované opatrenia na hĺbkové a povrchové odvodnenie a povrchové úpravy terénu s miestami zamokrenia a výskytom trhlín).

V ďalšom období priestor svahových deformácií v severnej časti územia nebol cieľom vykonávanej 1. etapy sanácie geologického prostredia. Tá riešila zosuvné územie centrálnej a južnej časti obce (najkatastrofálnejšie poškodená časť obce s hustou zástavbou). Sanácia tohto územia sa začala až počas 2. etapy sanácie prebiehajúcej v roku 2014. Dovtedy tu pokračoval monitoring zosuvného svahu s pôvodným inklinometrickým vrtom INM-6 a doplnenými inklinometrickými vrtmi z roku 2012 INK-51, INK-52, INK-53 a INK-55 (tab. 1). Výsledky monitoringu sú k dispozícii z etáp krátkodobého monitoringu počas jednotlivých etáp sanácie (a s vykonanými nadväzujúcimi meraniami aj medzi etapami) a z dlhodobého monitoringu v rámci geologickej úlohy ČMS – GF. Pri porovnaní výsledkov monitoringu za obdobie od roku 2012 do leta 2014, keď sa v tomto priestore začali kompletnejšie sanačné opatrenia, monitoring v rámci sanačných prác preukázal výslednú deformáciu 34,84 mm (za obdobie od 14. 2. 2012 do 20. 3. 2014). Počas dlhodobého monitoringu ČMS – GF bola nameraná výsledná deformácia 37,31 mm (za obdobie od 5. 12. 2011 do 5. 5. 2014). Rýchlosť pohybu dosahovala maximálne hodnoty až 30,12 mm za rok (obr. 8).

Počas tejto druhej etapy sanácie bola kotvená pilótová stena s dĺžkou 55,98 m v odreze za budovou základnej školy vybudovaná v období od 23. 4. do 6. 6. 2014 a ukotvená bola 14. – 18. 7. 2014 (Gomolčák a Bačo, 2012). Boli zrealizované aj odvodňovacie vrty v celkovej dĺžke 600 m, drenážna štrková stena s dĺžkou 89,2 m na svahu nad základnou školou a systém hĺbkového a podpovrchového odvodnenia spolu s terénnymi úpravami.

Napriek vykonaným sanačným prácam pohyb svahu pokračuje ďalej, ako je zrejmé z inklinometrických meraní vo vrtoch INM-6 (do 18. 8. 2014 bola stúpajúca tendencia deformácie taká veľká, že následne bol ustrihnutý svahovými pohybmi), INK-52, INK-53, INK-55 a INK-54, ktorý bol vybudovaný namiesto nefunkčného vrtu INM-6. Celý zosuvný svah od odlučnej oblasti pod pilótovou stenou vybudovanou v roku 1990 až po akumulačnú časť pod budovou školy vykazuje v období 2014 – 2018 veľké prírastky deformácií a ide o jednu z najaktívnejších častí zosuvného územia. Od roku 2016 do konca roku 2018 je možné pozorovať vo vrtoch INK-52, INK-53 a INK-55 mierny pokles rýchlosti pohybu, no ich hodnota je napriek tomu veľká (až 30,11 mm za rok vo vrte INK-53 v období od 10. 11. 2016 do 19. 4. 2017). Vrt, ktorý sa vyznačoval najväčšími nameranými deformáciami, v dôsledku takýchto veľkých prírastkov deformácie bol v máji 2019 znefunkčnený.

Účinnosť odvodňovacích vrtov v závislosti od klimatických podmienok v zosuve nad základnou školou ilustruje aj ojedinele veľká výdatnosť vrtov HNM-1, HNM-2 a HNM-3 v máji až júni 2013, keď boli namerané aj veľké zrážkové úhrny zo stanice SHMÚ Čaňa (mesačné úhrny zrážok za celý mesiac máj dosahovali až 131,5 mm, za jún 2013 dosahovali 81,5 mm a za júl 2013 dosahovali 80,0 mm). Tieto vrty od júla 2013 vykazujú dlhodobo žiadnu alebo veľmi zriedkavo len minimálnu výdatnosť, pretože úlohu odvodňovania prevzali novovybudované vrty počas 2. etapy sanácie na stanovišti ST-11 (najmä vrty SHV-111 a SHV-112 zaústené do drenážnej štrkovej steny, ktoré vykazujú merateľné hodnoty) a sčasti aj vrty na stanovištiach ST-8 a ST-9. Niektoré z nich však majú minimálnu až nulovú výdatnosť, podobne ako vrt SHV-101

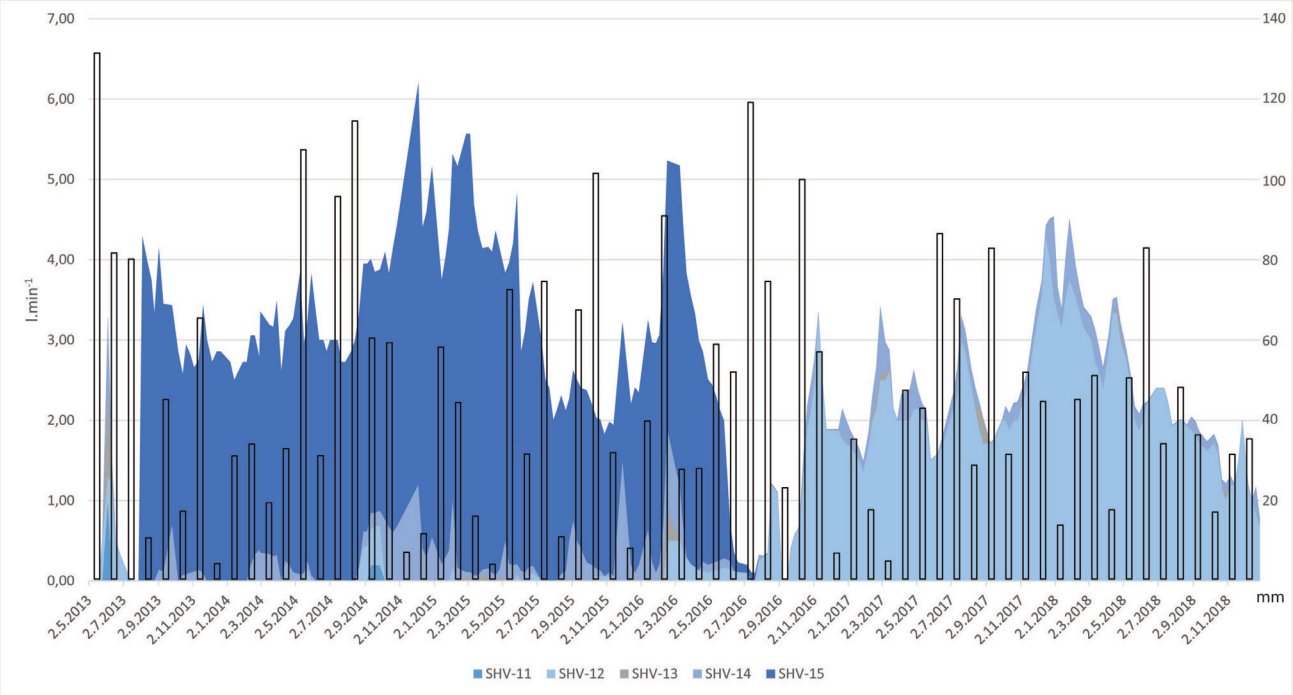
zaústený do drenážnej štrkovej steny zo stanovišťa ST-10, ktorý je dlhodobo suchý.

**V centrálnej časti** zosuvného územia (centrálna zástavba obce na Poštovej, Mäsiarskej a Strmej ulici) boli sanačné opatrenia vykonané v roku 2012 pri prvej etape sanácie. V tomto priestore muselo byť po aktivácii zosuvov v roku 2010 zbúraných viacero budov. Okrem statického zabezpečenia ohrozených budov kultúrneho domu a obecného úradu boli sanačné práce v roku 2012 zamerané na odvodnenie územia postihnutého svahovými deformáciami sústavou subhorizontálnych vrtov. Tieto vrty boli vybudované zo štyroch štartovacích jám. Sú zoskupené do vejárov s tromi až piatimi vrtmi a zaberajú strednú a spodnú časť zosuvného územia.

Na plošne veľkej svahovej deformácii 383106006 (Slivková a Poštová ulica) nie je vybudovaná sieť monitorovacích objektov a neboli tu vykonané ani sanačné práce. Tie boli koncentrované v centrálnej časti v priestore rozsiahlej svahovej deformácie 383106009 (Mäsiarska, Strmá a Obchodná ulica). V tomto priestore bol vo vrte INK-12 od leta 2016 do konca roku 2018 zaznamenaný klesajúci trend rýchlosti svahových pohybov (obr. 9), no vo vrte INK-14N bol v roku 2018 zaznamenaný nárast deformácie s hodnotami rýchlosti pohybu viac ako 20 mm za rok (Liščák et al., 2019b). Výsledky meraní pohybov povrchu metódou InSAR (Papčo a Bakoň, 2018, 2019), ktoré sú k dispozícii za obdobie 2016 až 2018, indikujú poklesávajúci trend vývoja deformácie v priestore hostinca na rohu Školskej a Staničnej ulice. Tento trend sa strieda s výzdvihovým charakterom pohybu polohovo blízkych odrážačov (vzostupná dráha č. 102 a okolie Strmej ulice pri hostinci s poklesovým charakterom).

Zo všetkých štyroch vybudovaných stanovíšť odvodňovacích vrtov iba vrty na stanovišti ST-1 (SHV-11, SHV-12, SHV-13, SHV-14, SHV-15) vykazujú v čase merateľné hodnoty výdatnosti. Navyše, vrt SHV-23 na stanovišti ST-2 dosahoval veľkú počiatočnú výdatnosť do polovice roku 2015, ale v roku 2016 bol poškodený a prestal sa merať. Ostatné vrty majú väčšinou minimálnu výdatnosť alebo sú suché. Výdatnosť vrtov na stanovišti ST-1 dosahovala v roku 2017 a 2018 priemerne vyššie hodnoty, ako bol priemer za predchádzajúce roky (SHV-12 a SHV-14). V zimnom období 2017/2018 boli maximálne hodnoty výdatnosti vrtu SHV-12 dokonca vyššie, ako boli maximálne počiatočné hodnoty po zhotovení vrtu. Ku koncu roku 2018 mala výdatnosť klesajúci charakter, čo bolo reakciou na deficit zrážok v jesennom období. Na obr. 12 sú k nameranej výdatnosti odvodňovacích vrtov na stanovišti ST-1 znázornené mesačné úhrny zrážok. Výdatnosť vrtov priamo závisí od denných úhrnov zrážok, resp. v prípadoch dlhšie trvajúcich zrážok od kumulovaných zrážok. Prejavuje sa to najmä v jarnom období (prejavuje sa aj vplyv topenia snehovej pokrývky), ale aj v jesennom období. Výrazná súvislosť výdatnosti vrtov s úrovňami hladiny podzemnej vody v hlbších horizontoch v sledovaných vrtoch sa nezistila. Nezistila sa ani skutočnosť, že by tieto vrty prevzali úlohu iných odvodňovacích zariadení v tomto priestore svahových deformácií.

**Južná časť** obce pod kostolom (ulice Obchodná, Hlboká, Repiská, Varhedná), najviac postihnutá svahovými deformáciami, bola sanovaná v prvej etape v roku 2012 a v tretej etape v roku 2015. Prvé sanačné opatrenia sa začali budovať na jar 2011 (pilóty kotvenej pilótovej steny pod kostolom a na Malej Nemeckej a Veľkej Nemeckej




**Obr. 12.** Výdatnosť odvodňovacích vrtov na stanovišti ST-1 za obdobie od 11. 5. 2013 do 28. 12. 2018 a mesačné úhrny zrážok zo stanice SHMÚ Čaňa (indikatív 60140) za obdobie od 1. 5. 2013 do 31. 12. 2018.

**Fig. 12.** Yield of drainage wells at site ST-1 for the period from 11/05/2013 to 28/12/2018 and monthly rainfall totals from SHMI Čaňa station (indicative 60140) for the period from 01/05/2013 to 31/12/2018.

ulici) ako záchranné práce, potom boli práce dokončené začiatkom roku 2012 v rámci 1. etapy sanácie (ukotvenie KPS-1 pod kostolom, dokončenie pilót a ukotvenie KPS-2 na Malej Nemeckej a Veľkej Nemeckej ulici). Ďalšie rozsiahle sanačné práce spočívali najmä v hĺbkovom odvodnení (subhorizontálne odvodňovacie vrty, drenážne štrkové steny) a podpovrchovom odvodnení (drenážne rebrá).

Rýchlosť svahových pohybov odhadnutá na základe vizuálneho pozorovania 4. 6. 2010, teda niekoľko hodín po katastrofických nočných zosuvoch v tejto časti územia, bola približne v milimetroch až centimetroch za hodinu (Sláma et al., 2012). Po zhotovení inklinometrických vrtov v lete 2010 sa ihneď začalo s krátkodobou etapou inklinometrických meraní, aby sa vedela odhadnúť ďalšia prognóza vývoja svahových pohybov. V období od 9. 9. do 7. 10. 2010 boli až mimoriadne veľké deformácie namerané vo vrtoch INM-4 a INM-5 a vo vrte INM-3 na svahu priamo pod kostolom, ale veľké mesačné prírastky deformácií boli aj v pokračovaní výraznej odlučnej oblasti na juh od kostola vo vrtoch INM-1 a INM-2 (vrt INM-1 bol situovaný nad odlučnou hranou). Tie po prepočte na rýchlosť pohybu dosahovali extrémne hodnoty, 60,14 až 161,51 mm za rok v smere pohybu na predpokladaných šmykových plochách (tab. 4). V období od 7. 10. 2010 do 16. 3. 2012, resp. 19. 3. 2012, resp. 11. 4. 2012 dosahovala rýchlosť pohybu v týchto vrtoch na predpokladaných šmykových plochách hodnoty od 18,85 do 49,00 mm za rok. Je to síce vo vrtoch INM-4 a INM-5 zníženie rýchlosti približne o dve tretiny, ale napriek tomu sú to extrémne vysoké hodnoty. Zníženie intenzity svahových pohybov mohlo byť ovplyvnené nižšími úhrnmi zrážok, ktoré boli v jesenných mesiacoch roku 2011 a v zimných mesiacoch roku 2012 pod dlhodobým normálom (podľa Slámu et al., 2012).

V období po zrealizovaných sanačných opatreniach nebol pozorovaný pokles prírastkov deformácií v inklinometrických vrtoch zabudovaných v roku 2010. Vo vrte INM-5, ktorého oblasť odvodňovali stanovištia odvodňovacích vrtov ST-5 a ST-6, sa síce pozoroval pokles prírastku deformácie, ale tento trend nie je smerodajný, pretože v ďalších obdobiach sa pravidelne striedali etapy s výrazne diferencovanými prírastkami deformácie. Obdobie od jesene 2012 do jesene 2013 sa, naopak, vyznačovalo vysokými hodnotami deformácií a výrazným nárastom pohybovej aktivity vo väčšine vrtov v tomto území (Ondrejka et al., 2014). Nárast pohybovej aktivity môže súvisieť s vyššími úhrnmi zrážok (po sebe nasledujúce mesiace s vyššími úhrnmi zrážok v jesennom období 2012, zimnom a jarnom období 2013). Od jesene 2013 do jesene 2014 boli prírastky deformácií a rýchlosti pohybov vo väčšine vrtov nižšie, okrem vrtu INK-22, kde po poklese hodnôt v predchádzajúcom období začali prírastky deformácií podstatne narastať (obr. 10). Pokles deformácie v ostatných vrtoch okrem INK-22 môže súvisieť s nízkymi zrážkovými úhrnmi v letných mesiacoch roku 2014.

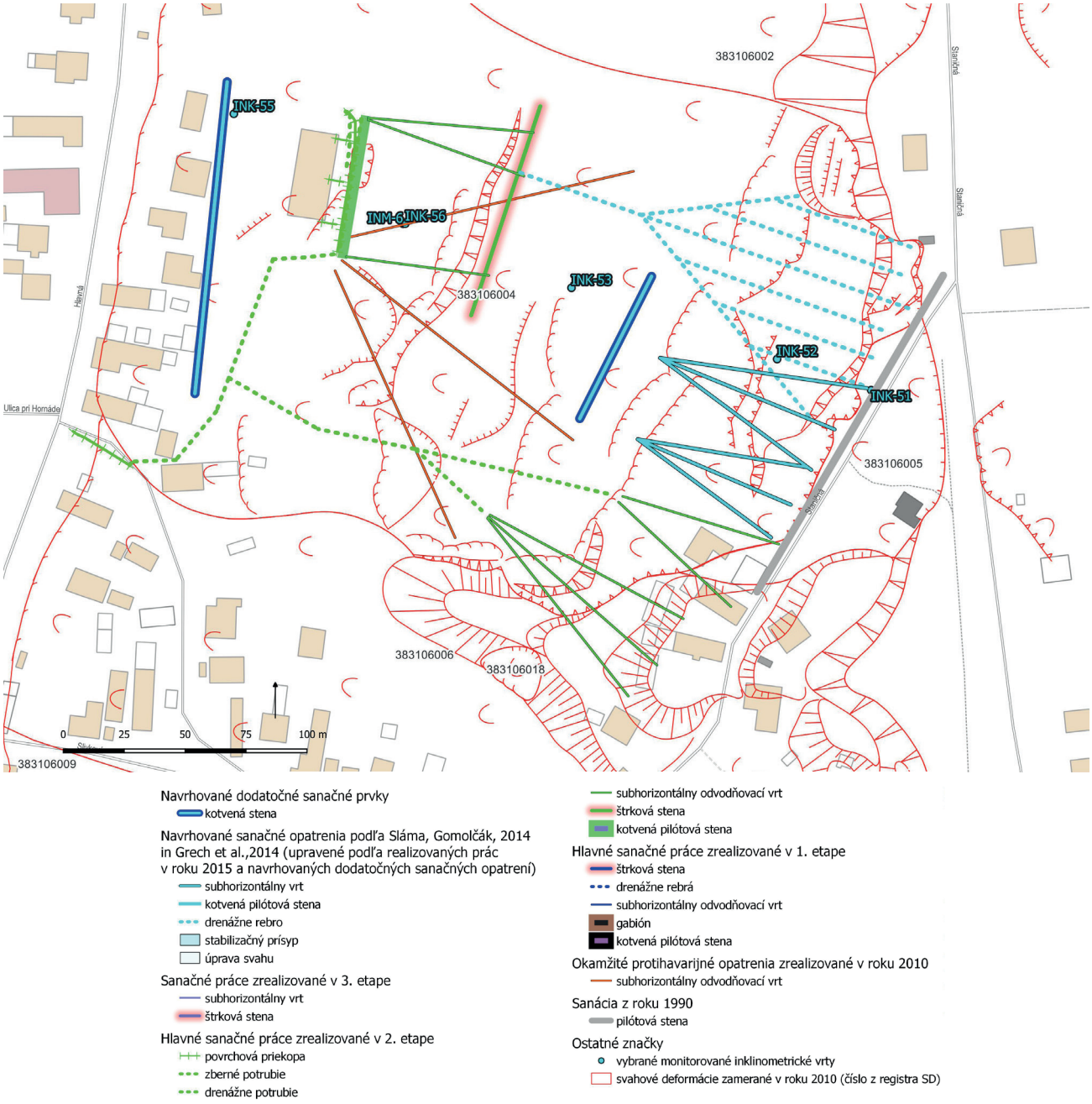
Ďalšie sanačné opatrenia vykonané v roku 2015 pozostávali z dôsledného odvodnenia v priestore Strmej a Hlbokej ulice a ulice Repiská (drenážna štrková stena s dĺžkou 70,1 m zo 140 štrkových pilót s hĺbkou 6,7 až 10,4 m a 8 subhorizontálnych odvodňovacích vrtov v celkovej dĺžke 640 m, ktoré sú zaústené do drenážnej štrkovej steny).

Účinnosť zrealizovaných odvodňovacích vrtov v tejto časti zástavby obce najviac zničenej zosuvmi je od vysokej počiatočnej výdatnosti po zhotovení aj v ďalšom období veľmi dobrá. Najmä vrty na stanovištiach ST-5 a ST-6 vykazujú v dlhodobom období za roky 2013 až 2018 vysokú úroveň výdatnosti a dosahujú priemernú hodnotu približne 2,5 l . min$^{-1}$. Rovnako účinné sú aj odvodňovacie vrty na stanovišti ST-12 napojené na drenážnu štrkovú stenu, ktoré dosahujú dlhodobú priemernú hodnotu výdatnosti 0,92 l . min$^{-1}$.

### *6.3. Súčasný stav sanačných objektov a návrh ďalších sanačných opatrení*

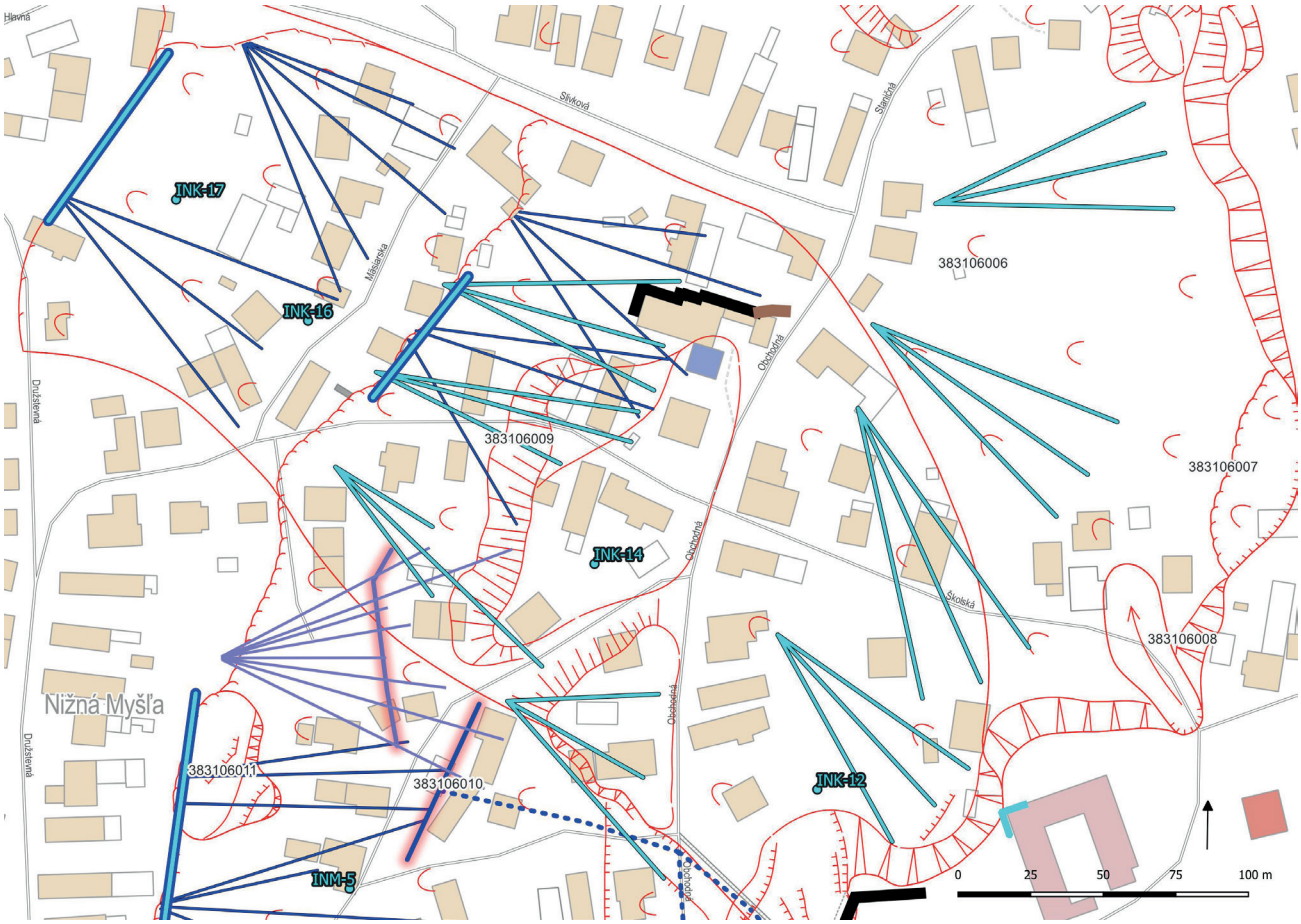
Celému zosuvnému svahu pod Staničnou ulicou postihnutému výraznými formami svahových deformácií je potrebné vzhľadom na aktivitu svahových pohybov venovať náležitú pozornosť pri monitorovaní, ako aj pri plánovaní doplnenia sanačných opatrení. Vykonanie ďalších sanačných opatrení (navrhnutých podľa záverov z 2. etapy sanácie) sa podľa výsledkov monitorovania javí ako nevyhnutné. Navrhnuté sú odvodňovacie vrty v celkovej dĺžke 400 m, drenážne rebrá s hĺbkou 4 – 6 m v celkovej dĺžke až 700 m a úprava terénu na ploche 10 000 m$^2$. Polovica odvodňovacích vrtov realizovaných v 2. etape (vrty SHV-82, SHV-91, SHV-111, SHV-112) dosahuje merateľnú výdatnosť. Preto aj doplnenie hĺbkového a podpovrchového odvodnenia, ako je navrhované (Sláma a Gomolčák, 2014) v hornej časti zosuvu, by malo mať účinok na odvodnenie plytších zvodnených horizontov, ako aj hlbších zvodnených horizontov so vztlakovým účinkom. Vztlaková voda z priepustných polôh v hĺbke približne 5,0 m vystupuje do výšky približne 2,0 m pod terénom. Hlbší zvodnený horizont v hĺbke približne 11,0 m vystupuje do výšky približne 7,0 m pod terénom (Sláma et al., 2012). Problémom môže byť návrh odvodňovacích vrtov v tejto hĺbke, pretože ide o prevažne nepriepustné zeminy. Systém drenážnych rebier neodporúčame zaústiť do existujúcej štrkovej steny, ale odviesť drenážnym kanálom mimo nej. Odvodnenie hornej časti zosuvného svahu by malo dosiahnuť určitý efekt, je však potrebné deformácie sledovať naďalej na celom svahu, lebo hodnoty deformácií sú veľké aj v hornej časti svahu (pod staršou pilótovou stenou na Staničnej ulici), v strednej časti svahu nad školou, ako aj v akumulačnej časti pod budovou školy. Vzhľadom na veľké deformácie a pohyb celého zosuvného svahu bude potrebné zvážiť vybudovanie technicky a finančne náročnej stabilitnej konštrukcie (kotvená podzemná stena do hĺbky viac ako 25 m), ktorá by zasahovala pod bazálnu šmykovú plochu zosuvu vyvinutú v hĺbke približne 15,0 až 17,5 m (obr. 16). V tomto území vyznačujúcom sa veľkou pohybovou aktivitou je potrebné uvažovať o ďalšej kotvenej podzemnej stene na svahu v priestore nad vrtom INK-53, kde sú vyvinuté aktívne parciálne zosuvy (obr. 13). Podobným spôsobom sa osvedčila už v roku 1990 vybudovaná kotvená stena, ktorá zlepšila nepriaznivý stav v odlučnej oblasti zosuvu na Staničnej ulici v roku 1985. S veľkou pravdepodobnosťou je možné predpokladať, že bez jej vybudovania by zosuvy v roku 2010 poškodili aj priestor tejto ulice, keďže potenciálne odlučné hrany svahových deformácií sa nachádzajú vyššie vo svahu, v priestore cintorína.

V centrálnej časti územia (Poštová, Mäsiarska, Strmá a Obchodná ulica) je okrem sanačných prác vykonaných v roku 2012 navrhované hĺbkové odvodnenie spodnej, strednej a hornej časti zosuvného svahu. Odporúča sa priebežne vyhodnocovať výsledky monitoringu všetkých sledovaných ukazovateľov a v prípade pokračujúceho trendu prírastkov deformácií v hornej časti zosuvného územia a prípadného vzostupu úrovne hladiny podzemnej vody vybudovať monitorovacie objekty v telese zosuvu 383106006 na sledovanie vývoja celého zosuvného územia (svahové deformácie 383106006 a 383106009) a s cieľom prehodnotenia potreby vybudovania sanačných opatrení v priestore týchto svahových deformácií. Na zvýšenie stability tohto zastavaného územia by bolo možné vybudovať kotvené podzemné steny, pričom spodný úsek s hĺbkou založenia podzemnej steny viac ako 25 m by bol situovaný v akumulačnom vale zosuvu medzi Poštovou a Družstevnou ulicou a druhý, horný úsek na svahu medzi Poštovou a Strmou ulicou na zachytenie parciálnych zosuvov s plytšími šmykovým plochami (obr. 14 a 16). Predstavujú technicky a ekonomicky náročné stavebné diela, ktorých potreba vyplynie z hodnotenia aktivity územia a prípadných rizík.




**Obr. 13.** Prehľadná situácia vykonaných najdôležitejších sanačných prác a navrhovaných sanačných prác (spracované podľa Slámu a Gomolčáka, 2014) a ďalších odporúčaných sanačných opatrení v severnej časti zosuvného územia; na podklade ZBGIS© (Ústav geodézie, kartografie a katastra SR); legenda k obr. 13, 14 a 15.

**Fig. 13.** An overview of the most important remedial works carried out and proposed remedial works (processed according to Sláma and Gomolčák, 2014) and other recommended remedial works in the northern part of the landslide area; shown on ZBGIS© topographic base (Geodesy, Cartography and Cadastre Authority SR); legend for Figs. 11, 12 and 13.




**Obr. 14.** Prehľadná situácia vykonaných najdôležitejších sanačných prác a navrhovaných sanačných prác (spracované podľa Slámu a Gomolčáka, 2014) a ďalších odporúčaných sanačných opatrení v centrálnej časti zosuvného územia.

**Fig. 14.** An overview of the most important remedial works carried out and proposed remedial works (processed according to Sláma and Gomolčák, 2014) and other recommended remedial works in the central part of the landslide area.

Sanačné práce v priestore južnej časti zosuvného územia, v minulosti najviac postihnutej zástavby obce, mali väčší rozsah v 1. etape. Následne boli doplnené ďalšími odvodňovacími prácami v 3. etape, ktorá sa zamerala výlučne na zlepšenie pomerov v tejto časti územia s dlhodobými prejavmi nestability územia. Návrh pokračujúcich sanačných opatrení si kládol za úlohu najmä zabezpečiť odvodnenie zosuvného svahu pomocou odvodňovacích vrtov. Z nich boli zrealizované len vrty stanovišťa ST-12 v spodnej časti spolu so štrkovou stenou. Predpokladaná dĺžka odvodňovacích vrtov mala spolu v južnej, ako aj centrálnej časti dosiahnuť 4 200 m v sedemnástich vejároch, z čoho sa vybudovalo iba 8 vrtov na stanovišti ST-12 v celkovej dĺžke 640 m. Na plošne rozsiahlom nezastavanom území v južnej časti bol navrhnutý systém drenážnych rebier s hĺbkou 5 – 6 m zaústených do plošného stabilizačného prísypu. Stabilizačný prísyp má zabezpečiť zvýšenie pasívnych síl v akumulačnej oblasti na svahu s veľmi strmým sklonom a vytlačeným čelom zosuvu, ktorý v roku 2010 zapríčinil deštrukciu stavieb družstva nachádzajúceho sa pod svahom. Bolo navrhnuté aj stabilitné zabezpečenie rohu budovy bývalého kláštora (v súčasnosti Myšlianske obecné múzeum), ktorý je ohrozený retrográdnym šírením odtrhov v odlučnej oblasti pomocou kotvenej pilótovej steny so zalomením celkovej dĺžky 30 m. Okrem toho je navrhnutý gabiónový múr nad Družstevnou ulicou s dĺžkou približne 70 m a terénne úpravy nad stabilizačným prísypom.

Za opodstatnený dôvod vykonania ďalších neodkladných sanačných prác možno považovať jednak údaje o celkovej deformácii za obdobie 2012 – 2018, ktoré sa v najaktívnejších častiach zosuvného územia pod kostolom pohybujú v hodnotách viac ako 50 mm, jednak ročné prírastky deformácií, ktoré za posledné roky predstavujú hodnoty rýchlosti pohybov od 1,5 až po extrémne hodnoty 93,5 mm za rok. Dosiaľ vykonané sanačné práce možno považovať len za čiastočné. Je to však nevyhnutná reakcia na katastrofálne zosuvy z roku 2010. Zmierňujú dlhodobo pretrvávajúci nepriaznivý stabilitný stav. Dosiahnutie pozitívneho stabilitného stavu svahovej deformácie č. 383106010 by si vyžadovalo nesmiernu technickú, ale hlavne finančnú investíciu. Neexistuje reálny predpoklad dobudovania takýchto opatrení a z geomorfologického hľadiska a z hľadiska náchylnosti územia na zosúvanie sa ani nepredpokladá dosiahnutie úplnej stabilizácie tohto prostredia. Preto ďalšie opatrenia musia byť zamerané tak, aby zabezpečili stabilitu územia v čo najvyššej možnej miere s prijateľnými nárokmi na technické, finančné a spoločenské zabezpečenie. Realizáciu sanačných prác v neposlednom rade obmedzuje aj zastavanosť územia, resp. možnosť prípadného presídlenia, aby neboli obyva-




**Obr. 15.** Prehľadná situácia vykonaných najdôležitejších sanačných prác a navrhovaných sanačných prác (spracované podľa Slámu a Gomolčáka, 2014) a návrh ďalších odporúčaných sanačných opatrení v južnej časti zosuvného územia.

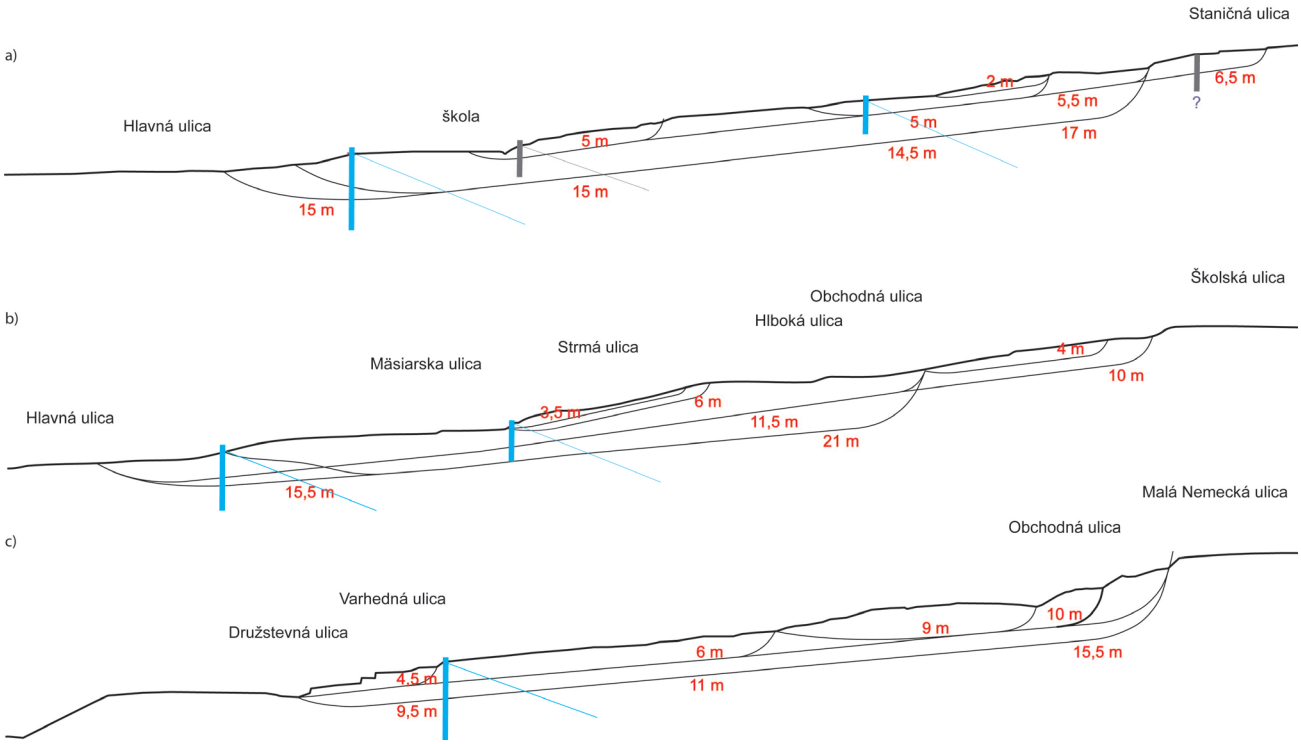
**Fig. 15.** An overview of the most important remedial works carried out and proposed remedial works (processed according to Sláma and Gomolčák, 2014) and other recommended remedial works in the southern part of the landslide area.

telia ohrození alebo aby bolo možné budovať technicky náročné sanačné konštrukcie v tomto priestore. V prípade pretrvávajúceho nepriaznivého stavu, resp. akcelerácie deformácií svahu, alebo aj v prípade často sa vyskytujúcich klimatických udalostí s veľmi nepriaznivým vplyvom na stabilitu územia bude potrebné zvážiť potrebu dobudovania rozsiahlych statických opatrení (podzemné steny, kotvenie svahu). Takéto opatrenia si však vyžadujú rozsiahlu technickú prípravu, veľké finančné náklady a rozhodovanie medzi alternatívou premiestnenia určitej časti zástavby alebo budovania náročných stabilizačných konštrukcií. Cieľom z dlhodobého pohľadu musí byť zabezpečenie funkčného (tradičného a plánovaného) využitia územia, ktorým je zástavba, infraštruktúra, ako aj zváženie environmentálnych a sociálnych aspektov využitia územia ako celku. Účinok iných spôsobov sanácie (elektroosmóza, termické spevňovanie) v týchto pomeroch z hľadiska efektivity, ako aj na základe skúseností z ich sporadických pokusných realizácií na iných zosuvných lokalitách (napr. Jadroň et al., 1999) by bol neistý. Z dôvodu vybudovanej zástavby a infraštruktúry nie je použiteľné ani budovanie relatívne jednoduchého a účinného opatrenia, priťažovacích lavíc a prísypov.

Okrem hĺbkového a podpovrchového odvodnenia, stabilizačného prísypu a podchytenia rohu budovy ako doplňujúce sanačné práce, o ktorých sa dá vzhľadom na zastavanosť územia uvažovať, sa navrhujú podzemné kotvené steny situované v akumulačnom vale medzi ulicou Repiská a Družstevnou ulicou a na strmom svahu pod Varhednou ulicou. Pilótové steny by mali hĺbku 20, resp. 15 m (pod Varhednou ulicou). Ich situovanie je idealizované, pri riešení majetkovo-právnych vzťahov k pozemkom by bolo vhodné pilótové steny posunúť vyššie do svahu. Ďalšiu kotvenú podzemnú stenu je možné vybudovať na svahu v širšom okolí vrtu INM-5 a INK-24, pričom hĺbka založenia by mala byť približne 17 m (obr. 15 a obr. 16).

Potreba a dimenzovanie sanačných prvkov musí byť súčasťou ďalšej etapy hodnotenia stabilitných pomerov, ktorá bude predchádzať samotnej sanácii. Na základe výpočtov stability svahu spolu so zohľadnením výsledkov monitoringu, ako aj zo spoločensko-ekonomických podmienok vyplynie optimálny harmonogram postupu sanačných prác, ich rozsah a navrhované parametre geotechnických konštrukcií. Pri návrhu sanačných opatrení je potrebné zohľadniť viaceré aspekty, ktoré si vyžadujú spoluprácu inžinierskych geológov a geotechnikov v odbore inžinier statiky stavieb.

Najsevernejšia časť zosuvného územia (svahové deformácie 383106002 a 383106003) bola navrhnutá na saná-




**Obr. 16.** Schematické profily s vyznačením existujúcich stabilitných konštrukcií (kotvená pilótová stena, pilótová stena – sivá farba) a orientačne navrhované umiestnenie dodatočných kotvených konštrukcií – modrá farba; priebeh šmykových plôch – čierna farba; a hĺbky šmykových plôch: a) profil SZZ – JVV v priestore severnej časti zosuvného územia, b) profil SSZ – JJV v priestore centrálnej časti zosuvného územia, c) profil Z – V v priestore južnej časti zosuvného územia (upravené podľa Slámu a Gomolčáka, 2012).

**Fig. 16.** Schematic profiles with the marking of existing stability structures (anchored pile wall and pile wall – gray color) and tentatively proposed location of additional anchored structures – blue color; course of shear surfaces – black color; and depths of shear surfaces: a) NWW–SEE profile in the area of the northern part of the landslide area, b) NNW–SSE profile in the area of the central part of the landslide area, c) W–E profile in the area of the southern part of the landslide area (adapted from Sláma and Gomolčák, 2012).

ciu už v roku 2010 (Tometz et al., 2010), no doplňujúci inžinierskogeologický prieskum sa nevykonal. V tejto časti územia nie sú umiestnené ani pozorovacie inklinometrické vrty, a preto návrh sanačných prác z roku 2010 (ich potrebu a rozsah) by bolo potrebné overiť doplňujúcim inžinierskogeologickým prieskumom a monitoringom.

Ohrozená časť obce na východných svahoch v priestore Staničnej a Kopaničnej ulice nebola dosiaľ objektom inžinierskogeologického prieskumu. Popri najvážnejšie poškodených častiach obce a aktivovaných zosuvoch s katastrofálnymi účinkami pokrývajúcimi celý západný svah bol tento priestor s potenciálnym zosuvným rizikom predmetom len okrajového hodnotenia. Návrhu zabezpečenia tohto územia musí predchádzať podrobný inžinierskogeologický prieskum a monitoring vykonaný aspoň v minimálnom rozsahu.

## 7. Záver

Prezentovaná práca sa zameriava na zhodnotenie zosuvného územia v obci Nižná Myšľa. Boli analyzované všetky dostupné údaje z obdobia od vzniku svahových pohybov, ktoré nastali v júni 2010, až do roku 2018. Dáta zahŕňali informácie z monitoringu zložiek prírodného prostredia a účinnosti sanačných opatrení. Na základe týchto výsledkov a hodnotenia skutkového stavu, ako aj realistických predpokladov ďalších prác možno zdôrazniť niektoré špecifické znaky, ktorými sa zosuvy v Nižnej Myšli vyznačovali už od ich vzniku.

V prvom rade možno zdôrazniť kroky, ktoré boli vykonané bezprostredne po vzniku a zistení situácie v obci a vyústili do sanačných prác v nasledujúcich rokoch. Je potrebné oceniť hlavne okamžitú reakciu verejného sektora a vyčlenenie finančných prostriedkov na sanačné práce v niekoľkých na seba nadväzujúcich etapách. Tomuto hlavnému cieľu logicky predchádzal a ihneď po vzniku katastrofálnych zosuvov bol iniciovaný podrobný inžinierskogeologický prieskum na stanovenie príčin vzniku zosuvov a prognózy správania územia v najbližšom období. Keďže zosuvy v Nižnej Myšli možno považovať za druhé najničivejšie zosuvy v modernej histórii Slovenska hneď za katastrofálnym zosuvom v Handlovej (1960), je potrebné hodnotiť aj reakciu kompetentných orgánov bezprostredne po vzniku situácie. Vyhlásenie a riadenie mimoriadnej situácie v obci sa vyznačovalo promptnou a efektívnou reakciou, na ktorej sa podieľali viaceré zložky štátnej správy. Ihneď po zistení, že ide o zosuvy, boli na posúdenie a riešenie stavu prizvaní geológovia. Bez meškania sa vykonávali okamžité opatrenia na záchranu životov a majetku ľudí, na zmiernenie a odstraňovanie následkov svahových pohybov. Súbežne s tým sa ihneď riešil inžinierskogeologický prieskum a odhad rozsahu prác na zabezpečenie územia, ako aj jeho prevenciu pred potenciálnym výskytom ďalších nepriaznivých javov.

Jednoznačným faktorom, ktorý inicioval vznik zosuvov, boli extrémne zrážky. V roku 2010, najmä v jarnom období, dosahovali na prevažnej väčšine územia Slovenska úhrny atmosférických zrážok extrémne hodnoty. Ako uvádzajú Pecho et al. (2010), boli prekonané dlhodobé mesačné rekordy na takmer 400 zrážkomerných staniciach. Vysoký zrážkový úhrn za máj a začiatok júna spôsobil na území Slovenska aj hydrologicky nepriaznivú situáciu a vznik povodní, ako aj mimoriadne veľký počet aktivovaných zosuvov, a to hlavne na východnom Slovensku. Konkrétne v oblasti okolia Nižnej Myšle dosiahli zrážky v mesiaci máj viac ako 300 % dlhodobého mesačného priemeru. Obdobie s mimoriadne výdatnými zrážkami pretrvávalo aj začiatkom júna, keď sa aktivovali zosuvy a vznikla povodňová situácia.

V týchto súvislostiach je potrebné spomenúť špecifické pomery zosuvného územia v katastri Nižnej Myšle. Celé zosuvné územie zaberá veľkú plochu (viac ako 432 000 $m^2$) a tvorí ho komplex plošne na seba nadväzujúcich rozsiahlych svahových deformácií. Niektoré z nich vznikli už v dávnej minulosti a v roku 2010 sa reaktivovali a dosiahli najničivejšie následky jednak v južnej, husto zastavanej časti, jednak v severnej časti územia. Svahové poruchy v oboch spomenutých častiach obce majú bazálne šmykové plochy vo väčšej hĺbke (15 až 21 m). Je to veľmi výrazne obmedzujúcim faktorom pri stabilizácii zosuvov, ako aj celého územia. V priestore veľkých zosuvov sú vyvinuté ďalšie aktívne parciálne svahové deformácie, ktoré môžu odlišným spôsobom reagovať na nepriaznivé klimatické podmienky.

Vďaka zrealizovanému podrobnému inžinierskogeologickému prieskumu a trom na seba nadväzujúcim etapám sanácie geologického prostredia s doplňujúcim inžinierskogeologickým prieskumom bolo umožnené od začiatku pozorovať ukazovatele vývoja zosuvného územia. Postupným dobudovaním a prevádzkovaním siete monitorovacích objektov sa zabezpečil rozsiahly súbor meraných veličín. Pravidelným vyhodnocovaním nameraných ukazovateľov sa získala základná predstava o vývoji veličín v čase a v jednotlivých častiach územia. Zosuvné územie v Nižnej Myšli možno vďaka počtu monitorovacích objektov označiť za jedno z najpodrobnejšie sledovaných zosuvných území. Je to potenciál na ďalšie, efektívnejšie využitie monitorovacích objektov.

Prvoradým cieľom inžinierskogeologického prieskumu a monitorovania ukazovateľov zosuvného územia bolo vyhodnotiť stabilitné pomery a optimálnym spôsobom navrhnúť potrebné sanačné opatrenia, aby sa pri ich technickej realizácii a vynaložených finančných prostriedkoch dospelo k ich čo najvyššej účinnosti. Ako vyplýva z inžinierskogeologického hodnotenia lokality, t. j. na základe zistenej hĺbky bazálnych šmykových plôch a aktivity svahových pohybov, úplnú stabilitu územia v celom zosuvnom území nie je možné dosiahnuť. Vzhľadom na technické a finančné možnosti vykonané sanačné práce mali za cieľ poskytnúť opatrenia na čo najväčšie zmiernenie nepriaznivých prejavov svahových porúch a čiastočné dlhodobé zlepšenie stabilitných pomerov. Práce boli orientované na zníženie úrovne hladiny podzemnej vody, statické zabezpečenie ohrozených objektov a terénne úpravy tak, aby sa minimalizovali negatívne účinky infiltrácie zrážkovej vody do telesa zosuvu.

Navrhované sanačné opatrenia boli teda zrealizované len čiastočne, t. j. v rozsahu najpotrebnejších prác. Podľa stupňa aktivity a ohrozenia je v jednotlivých častiach zosuvného územia potrebné dobudovať sanačné opatrenia, vykonávať údržbu zrealizovaných sanačných objektov a naďalej vykonávať monitoring. Po zabezpečení finančných prostriedkov a realizácii druhej etapy sanácie v roku 2014 a tretej etapy v roku 2015 na základe prehodnotenia *Programu prevencie a manažmentu zosuvných rizík na obdobie rokov 2021 – 2029* je lokalita Nižná Myšľa zaradená do zoznamu lokalít havarijných zosuvov odporúčaných na sanáciu geologického prostredia. Predpokladané obdobie riešenia sú roky 2023 – 2025 a odhadovaný objem výdavkov je 550 000,00 eur (MŽP SR, 2020). Vykonanie ďalších sanačných prác tak pripadá do úvahy v ďalšom období alebo po prehodnotení platného programu na základe výsledkov monitoringu a hodnotenia závažnosti zosuvného rizika a ohrozenia.

Popri vykonaných sanačných prácach sa dôraz kládol aj na dodržiavanie zásad vedúcich k vhodnému nakladaniu so zachytenou odpadovou a dažďovou vodou, čo takisto do určitej miery ovplyvňuje zosuvné pomery v oblasti. Z pohľadu samosprávy je potrebné trvať na dodržiavaní týchto zásad a dohliadať na ich plnenie. Rovnako sa to týka stavebnej uzávery a vykonania prípadných nevhodných zásahov do konfigurácie terénu, ktoré by mali negatívny vplyv na stabilitné pomery územia.

Ako ďalší predpoklad je nevyhnutné udržiavať a prevádzkovať funkčnú monitorovaciu sieť s operatívnym vyhodnocovaním výsledkov. Tým sa zaoberá projekt *Monitoring zosuvných deformácií*, ktorým sa spôsob zberu, prenosu a vyhodnocovania dát posúva na vyššiu kvalitatívnu úroveň. Vzhľadom na perspektívnu budúcnosť monitoringu možno očakávať, že projekt má potenciál vyústiť až do vybudovania systému včasného varovania pri prekročení kritických hodnôt sledovaných parametrov. Je potrebné zdôrazniť aj to, že cieľom pravidelného vyhodnocovania výsledkov monitoringu by mali byť odporúčania na vykonávanie takých opatrení, ktoré by v čo najväčšej miere riešili aktuálne stabilitné pomery.

Dlhodobým cieľom hodnotenia, smerovania pozornosti a technickej a ekonomickej podpory riešenia stabilitných pomerov celého tohto zosuvného územia musí byť práca na projekte a dobudovanie takých sanačných prác, ktoré eliminujú súčasný nepriaznivý stav a budú v čo najväčšej možnej miere zabezpečovať schopnosť územia odolávať podobným nepriaznivým klimatickým udalostiam, aké nastali v júni roku 2010.

**Poďakovanie**

Výsledky dlhodobého monitoringu boli získané z riešenia úlohy *Čiastkový monitorovací systém – Geologické faktory,* ktorej objednávateľom je Ministerstvo životného prostredia SR a riešiteľom Štátny geologický ústav Dionýza

Štúra v Bratislave. Od 1. 1. 2019 sa monitorovacie aktivity na lokalite Nižná Myšľa vykonávajú v rámci projektu *Monitoring zosuvných deformácií* (*Operačný program Kvalita životného prostredia, Prioritná os 3: Podpora riadenia rizík, riadenia mimoriadnych udalostí a odolnosti proti mimoriadnym udalostiam ovplyvneným zmenou klímy*). Jeho riešiteľom je Štátny geologický ústav Dionýza Štúra. Za poskytnutie cenných informácií z riešenia úlohy *Monitoring zosuvných deformácií* osobitne ďakujeme zodpovednému riešiteľovi RNDr. Petrovi Ondrejkovi, PhD. Ako hlavný zdroj údajov boli použité výsledky z prieskumných a sanačných prác na lokalite Nižná Myšľa od zodpovedných riešiteľov: doc. Ing. Ladislav Tometz, PhD., Mgr. Miroslav Sláma, RNDr. Ján Grech a RNDr. Ján Laurenčík. Zvlášť cenné informácie poskytujú čiastkové výsledky z vykonávaných sanačných prác a doplnkového inžinierskogeologického prieskumu pod vedením RNDr. Miroslava Gomolčáka. Za poskytnutie užitočných rád z oblasti riešenia problematiky svahových deformácií patrí vďaka vedúcemu oddelenia inžinierskej geológie ŠGÚDŠ RNDr. Pavlovi Liščákovi, CSc. Ďakujeme aj recenzentom RNDr. Martinovi Brčekovi, PhD., a doc. RNDr. Petrovi Wagnerovi, CSc., za veľmi podrobné posúdenie práce a za poskytnutie množstva konštruktívnych pripomienok a odporúčaní, ako aj redakcii časopisu.

## Literatúra

Atlas máp stability svahov Slovenskej republiky (online), 2017: Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra. Dostupné na internete: https://www.geology.sk/geoinfoportal/mapovy-portal/atlasy/atlas-map-stability-svahov-slovenskej-republiky/.

Buroš, J., Dorotjak, V., Gomolčák, F. a Kupec, J., 1963: Správa o registrácii zosuvov na juhovýchodnom a východnom Slovensku. Názov úlohy: Zosuvné územia ČSSR. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (č. 13600), 22 s.

Divinec, Ľ., 1993: Výskum geologických faktorov životného prostredia. Súbor regionálnych máp geofaktorov životného prostredia SR v mierke 1 : 50 000. Región: Košická kotlina a Slanské vrchy. Záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (č. 82918), 21 s.

Ferreti, A., Monti-Guarnieri, A., Prati, C., Rocca, F. a Massonet, D., 2007: InSAR Principles: Guidelines for SAR Interferometry Processing and Interpretation. ESA Publications. Noordwijk, 250 s.

Geologická mapa Slovenska M 1 : 50 000 (online), 2013: Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra. Dostupné na internete: http://mapserver.geology.sk/gm50js/.

Gomolčák, M. a Bača, J., 2012: Projekt skutočného vyhotovenia. In: Sláma, M. (ed.): Nižná Myšľa – sanácia havarijného zosuvu – I. etapa. Záverečná správa zo sanácie geologického prostredia. Manuskript. Košice, Geokontakt.

Gomolčák, M., 2014: Projekt skutočného vyhotovenia. In: Grech, J. (ed.): Inžinierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky: Časť I. Sanácia havarijného zosuvu v obci Nižná Myšľa – 2. etapa. Záverečná správa. Manuskript. Košice, Geokontakt.

Gomolčák, M., 2015: Fotodokumentácia sanačných prác. In: Laurenčík, J. (ed.): Inžinierskogeologický prieskum havarijného zosuvu v obci Svätý Anton a sanácia havarijných zosuvov v obciach Nižná Myšľa a Šenkvice: Časť I. Sanácia havarijného zosuvu v obci Nižná Myšľa – 3. etapa. Čiastková záverečná správa. Manuskript. Košice, Geokontakt.

Grech, J., Sláma, M., Laurenčík, J., Gomolčák, M. a Mišove, P., 2014: Inžinierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky: Časť I. Sanácia havarijného zosuvu v obci Nižná Myšľa – 2. etapa. Záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (č. 94454), 48 s.

Jadroň, D., Mokrá, M. a Červená, J., 1999: Havarijné zosuvy Hornej Nitry a Stredného Pohronia. Lokalita A – Veľká Čausa. Záverečná správa. Manuskript. Žilina, INGEO, 57 s.

Jánová, V. a Házyová, K., 2011: Slovensko 2010: Rok havarijných zosuvov. Nižná Myšľa – katastrofálny zosuv. Enviromagazín (Banská Bystrica), 1, 20.

Jánová, V., Liščák, P., Kopecký, M., Bednarik, M., Šimeková, J., Ondrášik, M., Pauditš, P., Tupý, P., Petro, Ľ., Ondrejka, P., Greif, V. a Ondrus, P., 2021: Zosuvy na Slovensku. Banská Bystrica, Slovenská agentúra životného prostredia, 214 s. ISBN 978-80-8213-055-6.

Kaličiak, M. (ed.), Baňacký, V., Janočko, J., Karoli, S., Žec, B., Petro, Ľ. a Spišák, Z., 1996a: Geologická mapa Slanských vrchov a Košickej kotliny – južná časť 1 : 50 000. Bratislava, GS SR. ISBN 80-85314-63-0.

Kaličiak, M. (ed.), Baňacký, V., Bodnár, J., Dubéciová, A., Jacko, S., Janočko, J., Jetel, J., Karoli, S., Petro, Ľ., Spišák, Z., Syčev, V., Zlinská, A. a Žec, B., 1996b: Vysvetlivky ku Geologickej mape Slanských vrchov a Košickej kotliny – južná časť 1 : 50 000. Bratislava, GS SR, Vyd. D. Štúra. ISBN 80-85314-58-4.

Kuvik, M., Grenčíková, A., Bohyník, J., Gažúr, J., Sinak, M., Stolárik, L., Coplák, M., Copláková, J., Holeša, Š., Kubiš, M., Borovský, M., Flimmel, J., Huljak, Š., Haviarová, D., Soták, J., Bíroň, A. a Pristaš, P., 2014: Diaľnica D1 Turany – Hubová, modifikovaný údolný variant V1 a subvariant V1a a variant V2 s tunelom Korbeľka. Orientačný inžinierskogeologický prieskum. Manuskript. Bratislava, CAD-ECO, 135 s.

Laurenčík, J., Sláma, M., Tometz, L. a Gomolčák, M., 2015: Inžinierskogeologický prieskum havarijného zosuvu v obci Svätý Anton a sanácia havarijných zosuvov v obciach Nižná Myšľa a Šenkvice: Časť I. Sanácia havarijného zosuvu v obci Nižná Myšľa – 3. etapa. Čiastková záverečná správa Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (č. 94453), 28 s.

List splnomocnenca vlády SR pre územnú samosprávu, integrovaný manažment povodí a krajiny č. 4478/2011-7 z apríla 2011 a Príloha k listu č. 4478/2011-7. Dostupný na: https://archiv.vlada.gov.sk/krajina/data/files/7733.pdf.

Liščák, P., Pauditš, P., Petro, Ľ., Iglárová, Ľ., Ondrejka, P., Dananaj, I., Brček, M., Baráth, I., Vlačiky, M., Németh, Z., Záhorová, Ľ., Antalík, M., Repčiak, M. a Drotár, D., 2010: Registration and evaluation of newly evolved slope failures in Prešov and Košice regions in 2010. Miner. Slov., 42, 4, 393 – 406.

Liščák, P., Mašlár, E. a Ondrejka, P., 2019a: Geologické hazardy na Slovensku a ich prejavy v rámci Trenčianskeho kraja. Prednáška: Tematická porada zamestnancov odborov krízového riadenia, 20. marec 2019, Domov Speváckeho zboru Slovenských učiteľov Trenčianske Teplice.

Liščák, P., Ondrejka, P., Ondrus, P., Petro, Ľ., Bajtoš, P., Gluch, A., Zeman, I., Iglárová, Ľ., Kordík, J. a Bodiš, D., 2019b: Čiastkový monitorovací systém – geologické faktory, informácia o stave monitorovania geologických faktorov životného prostredia s poukázaním na hroziace havárie a možnosti predchádzania týmto haváriám. Manuskript. Bratislava, MŽP SR – archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 15 s.

Liščák, P., Pauditš, P., Petro, Ľ., Jelínek, R., Ondrejka, P., Dananaj, I., Mašlár, E., Mašlárová, I., Ondrášiková, B. a Fraštia, M., 2018: Identifikácia, registrácia a inžinierskogeologické mapovanie svahových deformácií (A1). Projekt geologickej úlohy, etapa orientačný inžinierskogeologický prieskum. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 62 s.

Mapa inžinierskogeologických rajónov Slovenska 1 : 50 000 (online), 2017: Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra. Dostupné na internete: http://apl.geology.sk/temapy/.

Mašlárová, I., Mašlár, E., Liščák, P., Ondrus, P., Ondrejka, P., Jelínek, R., Stercz, M., Dananaj, I., Gužík, M., Matlovičová, J. a Iglárová, Ľ., 2021: Inžinierskogeologický prieskum svahových deformácií – 3. etapa. Projekt geologickej úlohy. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 63 s.

Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky, 2020: Program prevencie a manažmentu zosuvných rizík (2021 – 2029). Bratislava, MŽP SR, 66 s.

Modlitba, I., Jánová, V., Kováčik, M., Krippel, M., Liščák, P., Petro, Ľ., Spišák, Z., Vančíková, I., Iglárová, Ľ., Lobík, M., Šarík, M. a Ondrášik, M., 1991: Výsledky registrácie svahových deformácií na území Slovenska v roku 1991. Čiastková záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 74 s.

Nemčok, A., 1982: Zosuvy v slovenských Karpatoch. Bratislava, Veda, Vyd. Slov. Akad. Vied, 319 s.

Ondrejka, J., 1985: Nižná Myšľa – cintorín – zosuv, jednostupňový IGP. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (č. 71900), 12 s.

Ondrejka, J., 1992: Nižná Myšľa – zosuv na štátnej ceste III/5524, jednostupňový IGP. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (č. 78108), 15 s.

Ondrejka, P., 2012 – 2018: Údaje z geologickej úlohy ČMS – Geologické faktory. Archív autora.

Ondrejka, P., Iglárová, Ľ., Petro, Ľ. a Jelínek, R., 2012: Zosuvy a iné svahové deformácie. Správa za rok 2011 (v rámci úlohy ČMS – Geologické faktory). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 99 s.

Ondrejka, P., Petro, Ľ., Iglárová, Ľ. a Jelínek, R., 2013: Zosuvy a iné svahové deformácie. Správa za rok 2012 (v rámci úlohy ČMS – Geologické faktory). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 381 s.

Ondrejka, P., Petro, Ľ., Iglárová, Ľ. a Jelínek, R., 2014: Zosuvy a iné svahové deformácie. Správa za rok 2013 (v rámci úlohy ČMS – Geologické faktory). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 280 s.

Ondrejka, P., Petro, Ľ., Iglárová, Ľ. a Jelínek, R., 2015: Zosuvy a iné svahové deformácie. Správa za rok 2014 (v rámci úlohy ČMS – Geologické faktory). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 333 s.

Ondrejka, P., Petro, Ľ., Iglárová, Ľ. a Jelínek, R., 2016: Zosuvy a iné svahové deformácie. Správa za rok 2015 (v rámci úlohy ČMS – Geologické faktory). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 331 s.

Ondrejka, P., Petro, Ľ., Iglárová, Ľ., Jelínek, R. a Liščák, P., 2017: Zosuvy a iné svahové deformácie. Správa za rok 2016 (v rámci úlohy ČMS – Geologické faktory). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 335 s.

Ondrejka, P., Liščák, P., Ondrášiková, B., Cibula, R., Dananaj, I. a Iglárová, Ľ., 2018a: Projekt geologickej úlohy – Monitoring zosuvných deformácií. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 124 s.

Ondrejka, P., Petro, Ľ., Iglárová, Ľ., Liščák, P., Dananaj, I., Mašlár, E., Mašlárová, I., Ondrášiková, B., Magalová, D., Ondrus, P. a Wagner, P., 2018b: Zosuvy a iné svahové deformácie. Správa za rok 2017 (v rámci úlohy ČMS – Geologické faktory). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 370 s.

Ondrus, P., 2019: Zhodnotenie dlhodobého monitorovania svahových deformácií a efektívnosti sanačných opatrení na zosuvnom území Nižná Myšľa. Rigorózna práca. Manuskript. Bratislava, archív PriF UK, 60 s.

Papčo, J. a Bakoň, M., 2018: Monitoring svahových pohybov v lokalite Nižná Myšľa technológiou radarovej interferometrie z družíc (InSAR). In: Ondrejka, P. (ed.) 2018: Zosuvy a iné svahové deformácie. Správa za rok 2017 (v rámci úlohy ČMS – Geologické faktory). Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra, 23 s.

Papčo, J. a Bakoň, M., 2019: Monitoring svahových pohybov v lokalite Nižná Myšľa technológiou radarovej interferometrie z družíc (InSAR). Manuskript. Bratislava, InSAR, 32 s.

Pecho, J., Faško, P., Lapin, M., Kajaba, P., Mikulová, K. a Šťastný, P., 2010: Extrémne atmosférické zrážky na jar a na začiatku leta 2010 na Slovensku. Dostupné na: http://www.shmu.sk/File/ExtraFiles/KMIS/clanky_old/Pecho_et_al_2010_2.pdf.

Pilný, V. a Sedlmajer, K., 1983: Vyšná Myšľa – ŠRT – sanácia zvážaním km 74,7 – 75,0, IGP. SÚDOP, Pardubice. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (č. 58966), 12 s.

Register svahových deformácií (online). Bratislava, 2017: Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra. Dostupné na internete: http://apl.geology.sk/geofond/zosuvy/.

Sláma, M., Gomolčák, M., Komoň, J., Turovský, F., Tunega, O., Mišove, P. a Bačo, J., 2012: Nižná Myšľa – sanácia havarijného zosuvu – I. etapa. Záverečná správa zo sanácie geologického prostredia. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (č. 92021), 59 s.

Sláma, M. a Gomolčák, M., 2012: Mapa svahových deformácií M 1 : 1 000, Mapa sanačných opatrení M 1 : 1 000, Fotodokumentácia porušeného územia. In: Sláma, M. (ed.): Nižná Myšľa – sanácia havarijného zosuvu – I. etapa. Záverečná správa zo sanácie geologického prostredia. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

Sláma, M. a Gomolčák, M., 2014: Mapa svahových deformácií M 1 : 1 000, Mapa sanačných opatrení M 1 : 1 000. In: Grech, J. (ed.): Inžinierskogeologický prieskum a sanácia havarijných zosuvov na vybraných lokalitách Slovenskej republiky: Časť I. Sanácia havarijného zosuvu v obci Nižná Myšľa – 2. etapa. Záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra.

STN EN 1998-1/NA/Z2: Eurokód 8. Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť. Časť 1: Všeobecné pravidlá, seizmické zaťaženia a pravidlá pre budovy. Národná príloha. Zmena 2. Bratislava, Slovenský ústav technickej normalizácie, 2012, 8 s.

Šembera, I., Šembera, T., Holíková, J., Trnka, A., Malík, P. a Kopecký, M., 2018: Odborný posudok k navrhovanej činnosti. Diaľnica D1 Hubová – Ivachnová. Zmena trasy. Bratislava, EKOJET, 86 s.

Šimeková, J., Martinčeková, T., Masný, M., Mokrá, M., Petro, Ľ., Polaščinová, E., Solčiansky, R., Kopecký, M., Žabková, E. a Wanieková, D., 2006: Atlas máp stability svahov SR M 1 : 50 000. Bratislava, Ministerstvo život. prostr. SR, 155 s.

Tometz, L., Blišťan, P., Harabinová, S., Leššo, J., Nyárhidy, J. a Turovský, F., 2010: Nižná Myšľa – havarijný zosuv, orientačný IGP. Záverečná správa. Manuskript. Bratislava, archív Št. Geol. Úst. D. Štúra (č. 90486), 59 s.

Vrábľová, K. a Jánová, V., 2013: Sanácia havarijného zosuvu v Nižnej Myšli. Enviromagazín, 1, 28 – 29.

Záruba, Q. a Mencl, V., 1969: Sesuvy a zabezpečování svahů. Praha, Akademia, nakl. Čs. akad. věd, 224 s.

## Summary

A summary of interrelated information and data is available from the results of the engineering geological survey, remedial works (2010–2015) and monitoring of the Nižná Myšľa site within the project Partial monitoring system – Geological factors (2011–2018), which served for the analysis of the initial state, level knowledge of engineering-geological conditions and the impact of rehabilitation works on landslide-forming factors and measured indicators. Through a retrospective analysis of the results from the individual monitoring methods of the landslide site, supplemented by a critical assessment of the influence of climatic factors, the work attempts to respond to the basic questions, wheather the effectivensess of the remedial works is achieved and, in particular, evaluate the current state, the need to carry out further remedial measures, as well as to predict a possible development of landslide bodies activity in the future. When evaluating the effectiveness of the remediation measures carried out, a specific feature of the site appears as a limiting factor for drawing conclusions, which is the significantly large extent of damage to the natural and anthropogenic environment by slope deformations 200 to 400 m long with basal shear planes at a depth of 15–21 m (Fig. 16). It is confirmed that in the case of the Nižná Myšľa location, these factors are strongly counterbalanced by the limited technical and financial possibilities of remediation. As it is illustrated in the northern part of the landslide area, despite relatively extensive rehabilitation (tab. 6 and tab. 8), including works that were already carried out in 1990, the results of monitoring, especially the results of inclinometric measurements are unfavorable (Fig. 8), which confirms and information about the shearing of the inclinometric borehole INK-53 in the course of 2019. High values of deformations have been recorded for a long time, especially in the southern part of the landslide area in the area of Obchodná Street and its surroundings, especially boreholes INK-22 and INM-2 (Fig. 10). The third area with high movement activity is the central part of the landslide area at the intersection of Hlboká, Strmá and Obchodná streets – inclinometric well INK-14 (Fig. 9). From the analysis of the activity state since the completion of the third stage of remediation, the results of measured indicators that directly or indirectly indicate the effectiveness of remediation works (capacity of drainage wells, inclinometric measurements, groundwater level measurements) until the end of 2018 (within the monitoring activities of the PMS – GF) and accouting for climatic factors, the remedial measures are evaluated as partially effective. It should be emphasized that with the existence of deep basal shear planes and the activity of slope movements, it is not possible to achieve a complete stability of the territory in the entire landslide area. The remedial measures carried out so far were designed in such a way that, to the greatest possible extent, depending on financial possibilities, they mitigate the negative effects of the emergency situation caused by the significant and widespread reactivation of extensive landslides and partially improve the stability conditions and allow the functional use of the territory to be preserved as much as possible. The implementation of the recommended rehabilitation works for the entire landslide area (Figs. 13, 14 and 15) must be planned depending on the functional (traditional and planned) use of the area and the development of the monitored parameters. The prerequisite is the operation of a functional monitoring network with operative evaluation of results, which is the subject of the works of the Monitoring of Slope Deformations project, which aims to shift the methods of data collection, transmission and evaluation to a higher qualitative level. Looking to the future, the results of this project could lead to the construction of an early warning system when the critical values of the monitored parameters are exceeded. Of the total options available for the territory, however, with a strong consideration of socio-economic aspects (e.g. other use of the territory, overall rehabilitation), when choosing the option of rehabilitation, even if gradually implemented, the estimated expenses in the Program for the Prevention and Management of Landslide Risks (2021–2029) published by the Ministry of the Environment of the Slovak Republic in 2020 are significantly insufficient. The long-term goal of assessing, directing focus and technical and economic support and solving the stability conditions of this entire landslide area must be the completion of rehabilitation works that eliminate the current unfavourable condition and shall, to the greatest extent possible, ensure the ability of the area to withstand similar adverse climatic events as occurred in June of 2010.

Rukopis doručený: 20. 9. 2022
Revidovaná verzia doručená: 20. 10. 2022
Rukopis akceptovaný redakčnou radou: 5. 12. 2022

# Litavský vápenec zo St. Margarethenu a Fertőrákosu a jeho využitie na Slovensku ako dekoračný kameň

## *Leitha limestone from St. Margarethen (Austria) and Fertőrákos (Hungary) used in Slovakia as a natural stone*

Daniel Pivko[1]

[1]Katedra geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave, Ilkovičova 6, 842 15 Bratislava, daniel.pivko@uniba.sk

© Autori 2022. Vydal ŠGÚDŠ. Licencia Creative Commons BY 4.0. (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
https://doi.org/10.56623/gps.138.4

***Abstrakt.*** Na západnom Slovensku, zvlášť v Bratislavskom kraji a Trnavskom kraji, sa na architektonické články a sochy (200 diel) hojne využíval litavský vápenec bádenského veku zo St. Margarethenu v Rakúsku, prípadne podobný vápenec z Fertőrákosu v Maďarsku. Len na bratislavských cintorínoch bolo identifikovaných 380 náhrobníkov. Tieto vápence kvôli svojmu ľahkému opracovaniu a relatívne homogénnemu vzhľadu boli od 2. polovice 17. storočia do 1. polovice 20. storočia na Slovensku jedny z najpoužívanejších. Silne pórovitý hrubozrnný až strednozrnný litavský vápenec má vzhľad pieskovca a je zložený z prevahy hľúzok červených rias nad foraminiferami, úlomkami ježoviek, machovkami a úlomkami lastúrnikov. V litavskom vápenci bývajú rozptýlené rodolity s veľkosťou najviac okolo 5 cm a prierezy pektenoidov a ustríc, čo tento typ vápenca odlišuje od iných litavských vápencov a podobných sarmatských vápencov. V lome v St. Margarethene prevládajú rodolity a v lome vo Fertőrákosi lastúrniky, kde je viditeľný aj makroskopický kremeň. Pórovité vápence sú v exteriéri vystavené zvetrávaniu. To vedie k úbytku hmoty, odlupovaniu, výkvetom síranov, čiernym kôram z mikroskopických organizmov a kolonizácii lišajníkmi a machmi. Vrcholom používania vápencov na verejné budovy a sochy boli roky 1745 až 1780, keď vládla Mária Terézia, a zhruba roky 1880 až 1915, keď bola relatívna prosperita a začala sa strojová výroba. V prípade tvorby náhrobníkov z litavských vápencov je posun vrcholu medzi roky 1905 a 1925. V 20. storočí litavské vápence ustúpili konkurencii českých dekoračných kameňov.

***Kľúčové slová:*** neogénny pórovitý vápenec, petrografia, využitie v histórii, poškodenie

***Abstract.*** In Western Slovakia, especially in the Bratislava region and Trnava region, Leitha limestone of the Badenian (Langhian – early Serravalian) age from St. Margarethen in Austria was widely used for architectural articles and sculptures (200 realizations), alternatively a similar limestone from Fertőrákos in Hungary. 380 tombstones were identified only in Bratislava cemeteries. From the second half of the 17th century to the first half of the 20th century, the limestones were one of the most used in Slovakia due to their light dressing and relatively homogeneous appearance. The strongly porous coarse-grained to medium-grained the Leitha limestone has the appearance of sandstone and is composed of a predominance of red algae nodules over foraminifers, sea urchin, moss and shell fragments. The rhodoliths, pectenoids and oysters are scattered in the Leitha limestones up to a few cm size, which distinguish the limestone type from other the Leitha limestones and similar Sarmatian limestones. The limestone is dominated by rhodolithes in the St. Margarethen quarry and by bivalves and macroscopic quartz in Fertőrákos quarry. Porous limestones are exposed to weathering outdoors, leading to mass loss, flaking, sulphate efflorescence, black crusts from microscopic organisms and the colonization by lichens and mosses. The peak of limestone use for public buildings and sculptures was the years 1745 to 1780 (reign of Maria Theresa), and about 1880 to 1915, when there was relative prosperity and machine production began. The tombstones made of the Leitha limestones shifts to a peak between 1905 and 1925. In the 20th century, the Leitha limestones gave way to a competition from Czech decorative stones.

***Key words:*** Neogene porous limestone, petrography, usage history, deterioration

## Úvod

Litavský vápenec (*Leithakalk*) je neogénny vápenec svetlej farby. Je pomenovaný podľa Litavských vrchov (*Leitha Gebirge*) nachádzajúcich sa jz. od Bratislavy, kde vystupuje na mnohých lokalitách. Vápenec sedimentoval na okraji panvy. Typické sú preň biele hľúzky rias, ktoré ho spolu s inými fosíliami na základe planktonických foraminifer a nanoplanktónu zaraďujú do stupňa báden (napr. Dullo, 1983). Okrem Litavských vrchov sa nachádza v oblasti Hainburských vrchov, v okolí Devínskej Kobyly a západne od Neziderského jazera – eisenstadtsko-šopronská panva. Práve v poslednej spomenutej oblasti sú tri významné lokality – St. Margarethen (47,803904° N 16,633223° E) a Oslip (47,824320° N, 16,636228° E) v Rakúsku a Fertőrákos (Kroisbach) (47,726165° N, 16,643331° E) v Maďarsku. Tu boli založené veľké kameňolomy v litavskom vápenci, ktorý pripomína hrubozrnný až strednozrnný pieskovec, zložený z úlomkov fosílií s rozptýlenými rodolitmi – oválnymi riasovými hľúzkami a lastúrnikmi.

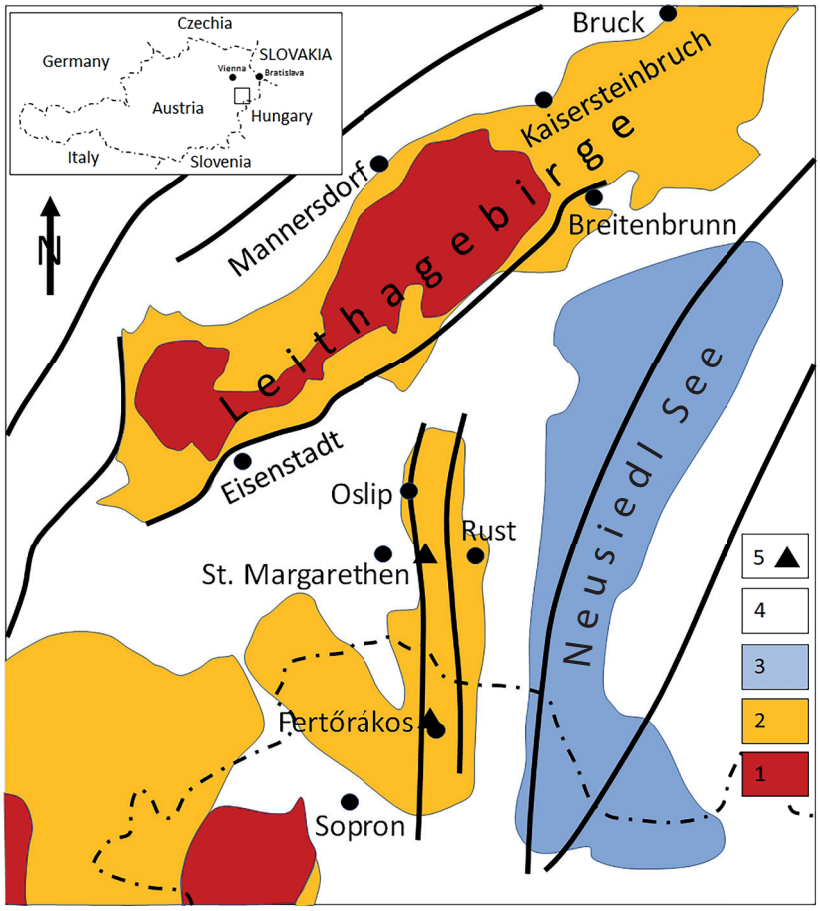
Najväčšie kameňolomy založené v silne pórovitom litavskom vápenci sú pri St. Margarethene. Najrozsiahlejší kameňolom, v súčasnosti neťažený, nazývajú Römersteinbruch (Rímsky kameňolom). V ňom sa v súčasnosti konajú výpravné operné predstavenia. O jeho rímskom pôvode však nie sú jasné dôkazy, skôr ide o marketingový ťah na prilákanie návštevníkov. Významnejšia ťažba pri St. Margarethene sa pravdepodobne začala v 17. storočí (Rohatsch, 2005). V súčasnosti sa litavský vápenec ťaží v kameňolome Hummel, ktorý je spojený s historickým

Römersteinbruchom, a príležitostne sa ťaží v kameňolome Kummer na druhej strane cesty. Od roku 1959 sa v kameňolome organizujú sochárske sympóziá, počas ktorých sochári z miestneho kameňa vytesávajú sochy. Steny kameňolomu sa vďaka svojej monumentálnosti využívajú od 60. rokov minulého storočia na divadelné a operné predstavenia. Rímsky lom je od roku 2001 súčasťou Svetového dedičstva UNESCO (St. Margarethen, 2017; Bildhauersymposion St. Margarethen, 2014).

Veľký kameňolom vo Fertőrákosi je vyhľadávaný návštevníkmi kvôli podzemnej ťažbe vápenca, ktorá zanechala obrovské haly. Dnes je tam umiestnené múzeum a od roku 1970 sa tam konajú aj koncerty a operné a divadelné predstavenia. Kameňolom bol vyhlásený za pamiatku v roku 1951 a prírodnú rezerváciu v roku 1977. Od roku 2001 je kameňolom súčasťou Svetového dedičstva UNESCO (Rokob, 2008; Häusler et al., 2010; Kiránduló, 2020; *Fertőrákosi Kőfejtő és Barlangszínház*, 2021).

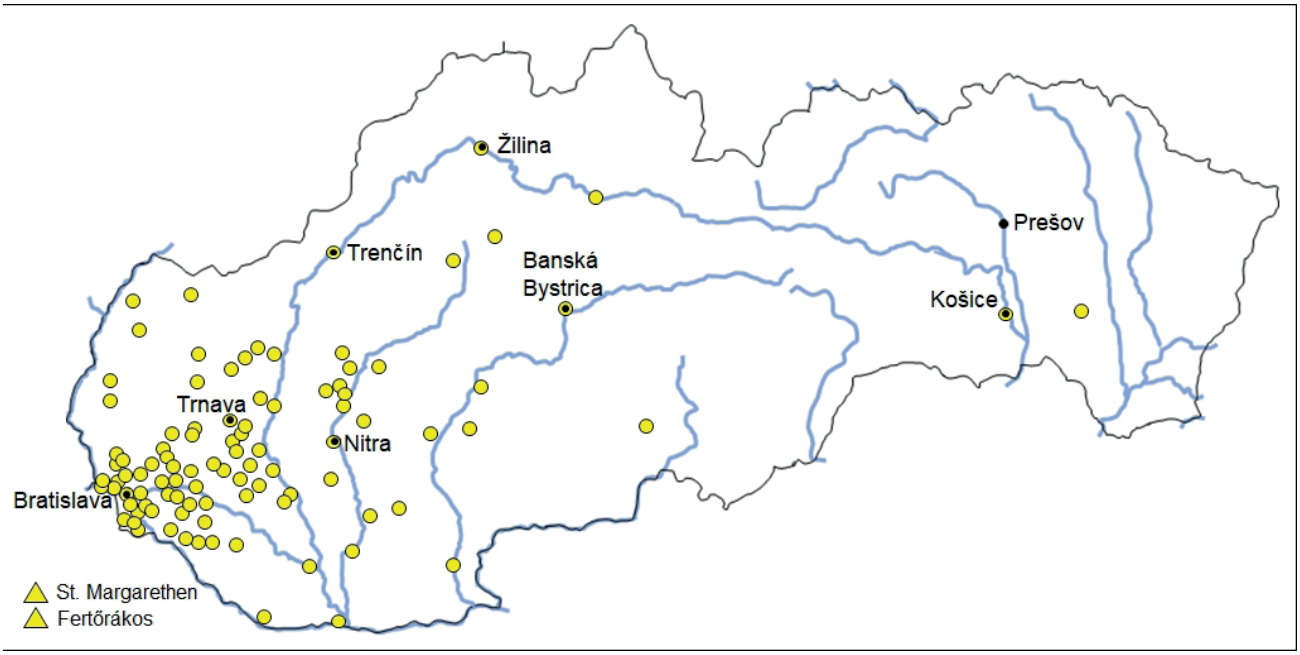
Kameňolomom v Oslipe sa zaoberať nebudeme, lebo horninu z neho sme zatiaľ na Slovensku neidentifikovali. Kameň sa vyznačoval výrazným spevnením a možnosťou leštenia (Rohatsch, 2005).

Kamene zo všetkých spomínaných lokalít sa využívali najmä vo Viedni, predovšetkým na mnohých miestach v centre, napr. na rekonštrukciu Dómu sv. Štefana (Stephansdomu). Na Slovensku




**Obr. 1.** Geologická situácia okolo kameňolomov v St. Margarethene a vo Fertőrákosi: **1** – paleozoické kryštalické bridlice austroalpinika; **2** – spodno- a strednomiocénne morské sedimenty; **3** – mierne slané jazero; **4** – vrchnomiocénne a kvartérne suchozemské sedimenty; **5** – kameňolomy.

**Fig. 1.** Geological situation around St. Margarethen and Fertőrákos quarries: **1** – Paleozoic crystalline rocks of the Austroalpine units; **2** – the Lower- and Middle Miocene marine deposits; **3** – mildly salt lake; **4** – the Upper Miocene and the Quaternary continental deposits; **5** – quarries.




**Obr. 2.** Použitie litavských vápencov (krúžky) na Slovensku, ktoré sa ťažia v St. Margarethene a Fertőrákosi (trojuholníky).

**Fig. 2.** Use of the Leithakalk in Slovakia (circle) from St. Margarethen and Fertőrákos (triangle).

sa litavský vápenec zo St. Margarethenu, v malej miere z Fertőrákosu, našiel na mnohých miestach západného Slovenska. Použitie tohto kameňa v exteriéri je problematické. Pre svoju veľkú pórovitosť podlieha deštrukcii.

Cieľom článku je opísať pôvod, petrografiu, odlišnosti od iných litavských vápencov, fyzikálno-mechanické vlastnosti, identifikované využitie na Slovensku počas histórie a poškodenie litavského vápenca zo St. Margarethenu a Fertőrákosu ako príklad nevhodného využitia v exteriéri.

## Doterajšie poznatky o geologickej stavbe

### *Eisenstadtsko-šopronská panva*

Lokalita St. Margarethen sa nachádza v *eisenstadtsko-šopronskej panve*, ktorú prvýkrát študoval Czjzek (1852). Prvé práce o stratigrafii boli publikované v prvej polovici 20. storočia (Winkler von Hermaden, 1926; Kapounek, 1939). Fuchs (1965) študoval geológiu a stratigrafiu rakúskej časti Fertörákošsko-rustskej vrchoviny. Bádenské vápence ťažené v mnohých kameňolomoch Keferstein (1828) pomenoval ako *„Leythakalk"* (neskôr uvádzané ako *Leithakalk*). Ich redefiníciu uskutočnili Papp a Steiniger (1978). Faunu nájdenú v kameňolomoch St. Margarethen a Oslip spracovali viacerí autori, napr. Gorjanovic-Kramberger (1902), Schmidt (1955), Udin (1964), Vavra (1979, 1978), Bellwood a Schultz (1991), Chanet a Schultz (1994) a Mlikovský (1998). Jednou z posledných prác týkajúcich sa kameňolomu St. Margarethen je sedimentologická práca (Schmid et al., 2001).

Vývoj *eisenstadtsko-šopronskej panvy* možno korelovať s vývojom Viedenskej panvy (Wessely, 1993). Iniciálne štádium sa začalo v karpate. V tom čase tu bola riečna sieť, ktorá odvodňovala pahorkatinu s kryštalickým podložím smerom do Viedenskej panvy. Usadzovali sa tu rustské štrky (*„Ruster Schotter"*) (Tollmann, 1955; Fuchs, 1965). Prvá morská transgresia sa začala v bádene od Wiener Neustadtu so spodnou lagenidovou zónou. V nasledujúcom štádiu sa vytvorili elevácie Litavských vrchov (*Leithagebirge*) a Fertörákošsko-rustskej vrchoviny s ostrovmi a plochými plytčinami. Na karbonátových platformách sa tam formovali *litavské vápence* z koralinných rias a malé, slabo diverzifikované rify. Severne sa rozkladala litavská a južne fertörákošská platforma. Ďalej od platforiem sa usádzali laminované sliene. V období sarmatu boli redukované morské podmienky. Usadzovali sa prepracované bádenské koralinné vápence a štrky s pieskami deltového pôvodu. Sedimentácia sa skončila v panóne sladkovodnými sedimentmi (Schmid et al., 2001). Od karpatu po panón (17 až 8 mil. r.) eisenstadtsko-šopronská panva subsidovala okolo 2 km, nie viac (Kröll et al., 1993). Od panónu nastal významný výzdvih územia, keď sa bádenské, sarmatské a panónske sedimenty dostali do výšky 300 až 400 m n. m. (Piller et al., 1996).

### *Stratigrafia a petrografia litavských vápencov*

Litostratigrafickú jednotku *litavský vápenec* (*Leithakalk, Lajtai Mészkő Formáció*) hrubú 70 m možno v kameňolome St. Margarethen zaradiť do stredného až vrchného bádenu (zóny Spiroplectammina a Bulimina-Bolivina; Fuchs, 1965; Häusler et al., 2010). Podľa Harzhausera a Pillera (2007) majú horniny v lome St. Margarethen vek vrchný báden (ca 14 až 13 mil. r.), čo zodpovedá spodnému seravalu (Nováková et al., 2020).

Vápenec zo St. Margarethenu (*St. Margarethener Kalksandstein*) je riasovo-foraminiferový vápenný pieskovec, grainstone a biosparit (Rohatsch, 2005). V oblasti Römersteinbruch aj Hummel sa nachádzajú slabo stmelené a silne pórovité litavské vápence. Vápence sú faciálne veľmi rôznorodé a obsahujú tieto typy mikrofácií: foraminiferová, foraminiferovo-riasovo-úlomková, foraminiferovo-rodolitová a dlažbová (*Pflaster*) (Dullo, 1983; Piller et al., 1996; Piller, 2000). Podľa Stenecka (1986) rodolitovú „dlažbu" tvoria neprepojené koralinné riasy včítane rodolitov. Dlažbová fácia je podobná na rodolitovú fáciu v Mannersdorfe (Wiedl, 2015).

Litavský vápenec v St. Margarethene je zložený z foraminifer, ježoviek, machoviek a koralinných rias. Z mäkkýšov sa zachovali kalcitové schránky ustríc a pektinidov. Pozoruhodná je prítomnosť veľkých krustových rodolitov (až do priemeru 10 cm). Nimi sú obohatené niektoré vrstvy, ktoré možno vysledovať laterálne pomerne ďaleko (Piller et al., 1996). Rohatsch (2005) dáva iné poradie zložiek, a to polámané kúsky červených rias, foraminifery (*Textulariina* 11 %, *Miliolina* 14 %, *Rotaliina* 75 %), kúsky machoviek, úlomky echinoderm so syntaxiálnym dorastaním kalcitu, izolovane kúsky rúrok červov, kúsky lastúr (aj *Chlamys*) a ostrakód bez siliciklastického detritu. Vymenúva identifikované foraminifery: *Textularia* sp., *Spiroplectammina* sp., *Triloculina* sp., *Quinqueloculina* sp., *Elphidium* sp., *Cibicides* sp., *Asterigerinata* sp., *Neoeponides* sp., *Eponides* sp., *Heterolepa* sp., *Bulimina* sp. a *Sphaerogypsina* sp.

Laho (2007) opisuje vzorku zo St. Margarethenu pravdepodobne podľa analýzy prof. Mišíka. Vápnitý pieskovec je svetložltej farby, s jemnozrnnou štruktúrou. Jeho pôvod je v plytkovodnom prostredí bohatom na foraminifery rodov *Textularia* sp., *Triloculina* sp. a *Elphidium* sp. spolu so schránkami lastúrnikov a ulitníkov, ktorých pôvodné aragonitové schránky boli vylúhované a sekundárne vyplnené kalcitovou drúzou. Najpočetnejšie sú zastúpené bentické dierkavce druhu *Borelis melo* a *Triloculina* sp., v menšom množstve sa vyskytujú miliolidné a ojedinelé textularidné dierkavce, častý je rod *Elphidium* sp. Ojedinele sú prítomné machovky a drobné kôrovce – lastúrničky. Fosílie a klasty sú slabo spevnené sparitovým kalcitovým spojivom, drúzovým, miestami až povlakovým.

Pivko (2014) opisuje, že litavský vápenec zo St. Margarethenu je na čerstvej ploche žltej farby. Keď zvetráva, pokrýva sa sivobielou patinou. Makroskopicky sa vápenec javí ako silne pórovitý strednozrnný pieskovec (kalkarenit), miestami s hrubozrnnými vrstvami a zhlukmi. Pre túto lokalitu je charakteristický výskyt okrúhlych riasových hľúz – rodolitov, veľkých do niekoľko centimetrov. Ojedinele sú prítomné aj prierezy schránok veľkých lastúrnikov, zriedka biele úlomky pancierov ježoviek a kolónií machoviek. Mikroskopicky sa zistilo, že vápenec je silne pórovitý biosparitový vápenec (grainstone), strednozrnný až hrubozrnný (až veľmi hrubozrnný), s veľkosťou úlomkov od 0,2 do 0,7 mm (zriedkavejšie do 1,5 mm). Obsah

pórov je od 7 do 30 %. Zložený je z hľúzok červených rias a ich úlomkov (40, zriedka do 60 %). Ostatné fosílie (10 až 20 %) sú zastúpené úlomkami ježoviek (často s dorastaným sparitom) a machoviek, dierkavcami, rúrkami červov, ostrakód a úlomkami lastúrnikov. Z foraminifer sú zastúpené foraminifery so sklovitou schránkou (hlavne elfídiá) a porcelánovou schránkou (textularidné a miliolidné formy). Vzorka obsahuje aj malé množstvo klastického kremeňa s veľkosťou do 0,2 – 0,4 mm, prípadne karbonátov a biotitu (do 1 %). Zrná sú spojené obalovým kalcitovým tmelom (ca 20 %, zriedkavo menej, až do 1 %). V póroch aj na okrajoch niektorých zŕn ojedinele vidno impregnáciu hydroxidmi železa.

Rodolity sa vyvíjajú, keď nie je k dispozícii tvrdé dno, na ktorom by mohli rásť inkrustujúce červené vápenaté riasy, preto inkrustujú väčšie častice sedimentu a rastú okolo nich úplne a opakovane, kým sa nedosiahnu hľuzy s priemerom väčším ako 10 cm (Steneck, 1986).

Litavský vápenec z blízkeho *Fertőrákosu* má tiež bádenský vek. Biokalkarenit obsahuje zvyšky fosílií pieskovej veľkosti, hlavne červené riasy, ježovky (napr. *Scutella* a *Clypeaster*), machovky, lastúry, foraminifery a ostrakódy. Vo vrstvách sú rozptýlené rozbité aj celé schránky pekténov, ustríc, niekedy aj v podobe lumachel. Menej bolo identifikovaných ulitníkov, koralov, ramenonožcov a zvyšky stavovcov. V hornine možno pozorovať aj roztrúsené kremenné a sľudnaté obliaky pochádzajúce z kryštalinika. Vápenec dosahuje hrúbku 100 – 150 m (Selmeczi, 2009; Vendel, 1964, 1972; Rokob, 2008; *Püspöki kőfejtő*, 2009; Kiránduló, 2020; *Fertőrákosi Kőfejtő és Barlangszínház*, 2021).

### *Prostredie vzniku litavských vápencov*

Vápnité piesky zložené zo zvyškov organizmov sa uložili v plytkej pohybujúcej sa vode. V pokojnejších depresiách vznikli nárasty koralinných rias (Dullo, 1983). V lagúnach s pokojnejšou sedimentáciou v stagnujúcich podmienkach s prítomnosťou hypoxických podmienok a búrkových sedimentov vznikali najmä laminované sliene, ktoré sa vyskytujú južne od cesty (lom Kummer) (Dullo, 1983; Schmid et al., 2001). Litavské vápence vznikali v prostredí so stálou subtropickou klímou počas miocénneho klimatického optima (Kováč et al., 2007).

### *Fyzikálno-mechanické vlastnosti*

Údaje o fyzikálno-mechanických vlastnostiach litavských vápencov z obidvoch lokalít sú podobné (tab. 1). Majú široké rozpätie hodnôt, ale v prípade lokality Fertőrákos sú viac rozkolísané. V obidvoch kameňolomoch potvrdzujú prítomnosť silne poréznych vápencov. V celom areáli lomu St. Margarethen sa vyskytuje niekoľko rôznych odrôd, ktoré sa navzájom líšia aj technickými vlastnosťami a odolnosťou proti poveternostným vplyvom (Häusler et al., 2010). Firma Hummel z obchodných dôvodov uvádza, že kameň je mrazuvzdorný a necitlivý na zmeny teploty (Gustav Hummel GmbH, 2021).

## Doterajšie poznatky o využívaní vápencov zo St. Margarethenu a Fertőrákosu

### *Využitie spojených kameňolomov Römersteinbruch a Hummel v St. Margarethene*

V kameňolomoch v St. Margarethene (obr. 3 a 4) sa vyskytujú rôzne druhy karbonatického pieskovca. Zvyčajne sa rozlišujú (Häusler et al., 2010):

1. tvrdý svetložltý vápenec s ostrohranným lomom, jasne znejúci pri poklepe, jemne pórovitý, pochádzajúci najmä zo steny nazývanej Stephanswand. Tento typ sa používal od roku 1841 na reštaurátorské práce na Dóme svätého Štefana vo Viedni;
2. hlavnou odrodou je stredne tvrdý hnedožltý vápenec, ktorý zvykne obsahovať hľuzy až do veľkosti päste (rodolity), rozmiestnené medzi jemnými zrnami;
3. mäkký žltý až takmer biely vápenec s kriedovými časťami;

**Tab. 1.** Zaokrúhlené hodnoty fyzikálno-mechanických vlastnosti vápencov zo St. Margarethenu a z Fertőrákosu.
**Tab. 1.** Rounded values of the physical-mechanical properties of the limestones from St. Margarethen and Fertőrákos.

| Kameňolom | St. Margarethen | St. Margarethen | St. Margarethen | St. Margarethen | Fertőrákos |
|---|---|---|---|---|---|
| Zdroj informácie | Rohatsch, 2005 | St. Margarethener Kalksandstein, 2021 | Gustav Hummel GmbH, 2021 | Laho, 2007 | Rozgonyi, 2002; Rozgonyi-Boissinot et al., 2021 |
| Pevnosť v tlaku (MPa) | 49,0 (42,6 – 56,1) | 30 – 50 | 25,4 (19,3 – 30,9) | 17,25 | 8,9 – 41,6 |
| Pevnosť v ohybe (MPa) | 7 – 10 | 7 – 10 | 5,3 (3,0 – 8,1) | | 1,8 – 7,0 |
| Pevnosť pri štiepení (MPa) | 1,7 (0,8 – 2,9) | 0,8 – 2,9 | 1,7 (0,8 – 2,9) | | – |
| Objemová hmotnosť (g/cm$^3$) | 2,1 (2,0 – 2,3) | 2,0 – 2,3 | 2,1 (2,0 – 2,3) | 2,2 | 1,4 – 2,5 |
| Hustota (g/cm$^3$) | 2,7 | – | 2,7 | 2,7 | – |
| Efektívna pórovitosť (objemové %) | 19 (16 – 25) | 16 – 25 | – | 18,5 | 6 – 28 |
| Nasiakavosť (hmotnostné %) | 7,9 (3,6 – 10,2) | 3,6 – 10,2 | 7,6 – 12,2 | 7,25 | – |

4. mäkký pečeňovo hnedý vápenec.

Dve tvrdšie triedy sú vhodné na všetky kamenárske a sochárske práce a používali sa na väčšinu veľkých budov vo Viedni (Häusler et al., 2010).

*Súčasná ťažba*

Ťažba dnes prebieha v lome firmy Gustav Hummel, v ktorom sa od roku 1995 nachádza kvalitný vápenec typu Stephanswand. Litavský vápenec v kameňolome je vďaka prírodnej vlhkosti veľmi mäkký, a preto sa dá ľahko rezať prostredníctvom reťazovej píly. Kamenné bloky s rozmermi približne 2,5 × 1,3 × 1,5 m sa dnes získavajú tak, že sa pomocou motorovej píly vytvoria zvislé drážky a potom sa pomocou klinov uvoľnia zo základne. Bloky sa potom ďalej delia na plné výrobky alebo platne pomocou motorovej píly alebo kotúčovej píly na kameň, v závislosti od požiadavky. Objem ťažby je v súčasnosti maximálne 500 $m^3$ za rok (Gustav Hummel GmbH, 2021; Römersteinbruch St. Margarethen, 2006; St. Margarethener, 2021).

Po vysušení blokov alebo dosiek sa kameň stáva tvrdším. Vďaka svojej homogénnosti a ľahkej opracovateľnosti je vápenec St. Margarethen vhodný na akýkoľvek objemový výrobok v exteriéri aj interiéri, ako aj na fasádne obklady a podlahové panely. Okrem renovácie pamiatok ako náhradný materiál sa vápenec využíva na rôzne výrobky od lomového kameňa, hrubých a opracovaných blokov a platní po hrubé a ušľachtilé kamenárske výrobky, kvádre, brúsené dlaždice na dlažby a obklady, schodiskové stupne, ostenia okien a dverí, stĺpy, piliere, balustrády či stolové, kuchynské, kúpeľňové a bazénové dosky. Vďaka svojmu teplému farebnému tónu sa vápenec čoraz častejšie používa v interiéri (Gustav Hummel GmbH, 2021; Römersteinbruch St. Margarethen, 2006; St. Margarethener Kalksandstein, 2021).

*Historická ťažba*

V lome možno dodnes pozorovať stopy historických metód ťažby kameňa, napr. otesávanie špicákom (dvojšpicom, kamenárskym typom čakana) (Pivko, 2018). Na rozdiel od kameňolomu Fertőrákos, ťažba v St. Margarethene počas rímskej doby nie je doložená. Názov Römersteinbruch je marketingový produkt na zatraktívnenie lokality (Rohatsch, 2005). Schafarzik (1909) písal, že lom existuje už tisíc rokov. Podľa Kieslingera (1949) sa ťažba na miestne potreby začala od 14. storočia. Príkladmi sú kostol a karner v St. Margarethene. Spoľahlivé listinné dôkazy hovoria o ťažbe až od konca 17. storočia. Lom bol vo vlastníctve rodu Esterházyovcov a zásoboval výstavbu centra Viedne (St. Margarethener Kalksandstein, 2021). V období baroka pracovalo v lome často až tisíc pracovníkov (Lukan, 1998). Začiatkom 20. storočia sa ťažilo ročne až 2 000 $m^3$ blokov kameňa veľkých 1 – 3,5 $m^3$ (Schafarzik, 1909). Okrem reštaurovania a prestavby Dómu sv. Štefana vo Viedni bol použitý na časti mnohých viedenských kostolov, časti Justičného paláca, novej radnice, univerzity, nového Hofburgu a Štátnej opery (Schafarzik, 1909; Kieslinger, 1951). Predná časť Národnej banky, burzy a rímskych ruín zámku Schönbrunn sú tiež vyrobené z kvádrov zo St. Margarethenu. Hojne sa využíval aj v blízkom Eisenstadte (Häusler et al., 2010; St. Margarethener Kalksandstein, 2021).

***Využitie kameňolomov vo Fertőrákosi***

V obci sa nachádzajú dva kameňolomy na litavský vápenec (obr. 3 a 4), ktorý je tu dobre tvarovateľný a odolný proti poveternostným vplyvom (Rokob, 2008; Kiránduló, 2020). Novší kameňolom je momentálne opustený. Podľa snímok je založený v miernom reliéfe a je v ňom kolmá stena po ťažbe blokov, ktoré sú tu ponechané. Nepodarilo sa o ňom zistiť viac informácií.

*Historická ťažba*

V historickom kameňolome vo Fertőrákosi sa pracovalo 120 až 150 rokov (Schafarzik, 1909). Iný zdroj (Hárs et al., 2021) uvádza, že bol aktívny stáročia, ale ekonomicky dominantným sa stal v druhej polovici 19. storočia. Ešte pred 30 – 40 rokmi sa používala tisícročná technológia na oddelenie kamenných blokov od podložia. Pozdĺž jemných trhlín vyznačili líniu a pozdĺž nej vytesali dlátom do kameňa otvory v tvare V široké a hlboké 8 – 10 cm. Do týchto otvorov sa vkladali kliny a malým kladivkom sa k nim pritláčali oceľové plechy. Potom veľkým ťažkým kladivom s dlhou násadou začali udierať kliny v rade. Toto napätie mohlo trvať niekoľko dní, v závislosti od toho, ako ťažko sa kameň oddeľoval od materskej horniny. Pri druhom spôsobe sa veľké kliny z tvrdého dreva po obložení pásmi z oceľového plechu zatĺkali do drážok 8 – 10 kg kladivami. Potom sa drevené kliny pokropili vodou, ktorá suché kliny zväčšila a kameň roztrhala (Kiránduló, 2020).

Vápenec vo Fertőrákosi sa ťažil pre blízke rímske mesto Municipium Scarabantia, dnešný Šopron, napr. na opevnenie (Rokob, 2008; Häusler et al., 2010; Hárs et al., 2021). V stredoveku sa pravdepodobne využil na stavbu románskych kostolov v Jáku (Török et al., 2004) a v Lébény (Hárs et al., 2021) a stavbu hradu v Šoprone (Rokob, 2008). V neskorom stredoveku a novoveku ho opäť vo väčšom množstve ťažilo civilné obyvateľstvo ako blokový kameň na zakladanie a steny obytných domov v okolitých obciach a tiež na kamenosochárstvo. Veľký kameňolom vlastnil v roku 1587 urbár kardinála Draškoviča, ktorý lom prenajímal príležitostným kamenárom. Vápenec využili napr. na stavbu biskupského paláca, kostola a na časti győrskej katedrály (1823). V roku 1857 si kameňolom prenajala viedenská stavebná spoločnosť. Odvtedy sa začala intenzívna ťažba blokov, ktoré sa použili v Šoprone, Győri, Nagykanizse a Keszthely na zámok, vo Viedni na Votivkirche, univerzitu a múzeá a na rôzne budovy a mosty. V kameňolome pracovalo od 50 do 100 ľudí. Začiatkom 20. storočia ťažba v kameňolome, ako aj blízkom St. Margarethene klesala pre zmenšený dopyt po kameni. Ťažili sa bloky kameňa veľké 1,6 – 12 $m^3$ s ročným výnosom 720 $m^3$. Poslednou veľkou stavbou bol Palác výtvarných umení v Budapešti. Ťažba v menšom rozsahu pokračovala po 1. svetovej vojne až do roku 1948 (Schafarzik, 1909; Kieslinger, 1972; Rokob, 2008; Kiránduló, 2020; Hárs et al., 2021).

***Využitie na Slovensku***

Holzer et al. (2004) spomínajú lom St. Margarethen, z ktorého spracovali vzorku na petrografiu a fyzikálno-mechanické vlastnosti, ale nespomínajú konkrétnu pamiatku na Slovensku. Laho (2007) sa v dizertačnej práci zmieňuje o odobratí vzoriek aj zo St. Margarethenu ako náhrade za poškodené kamene Dómu sv. Martina.

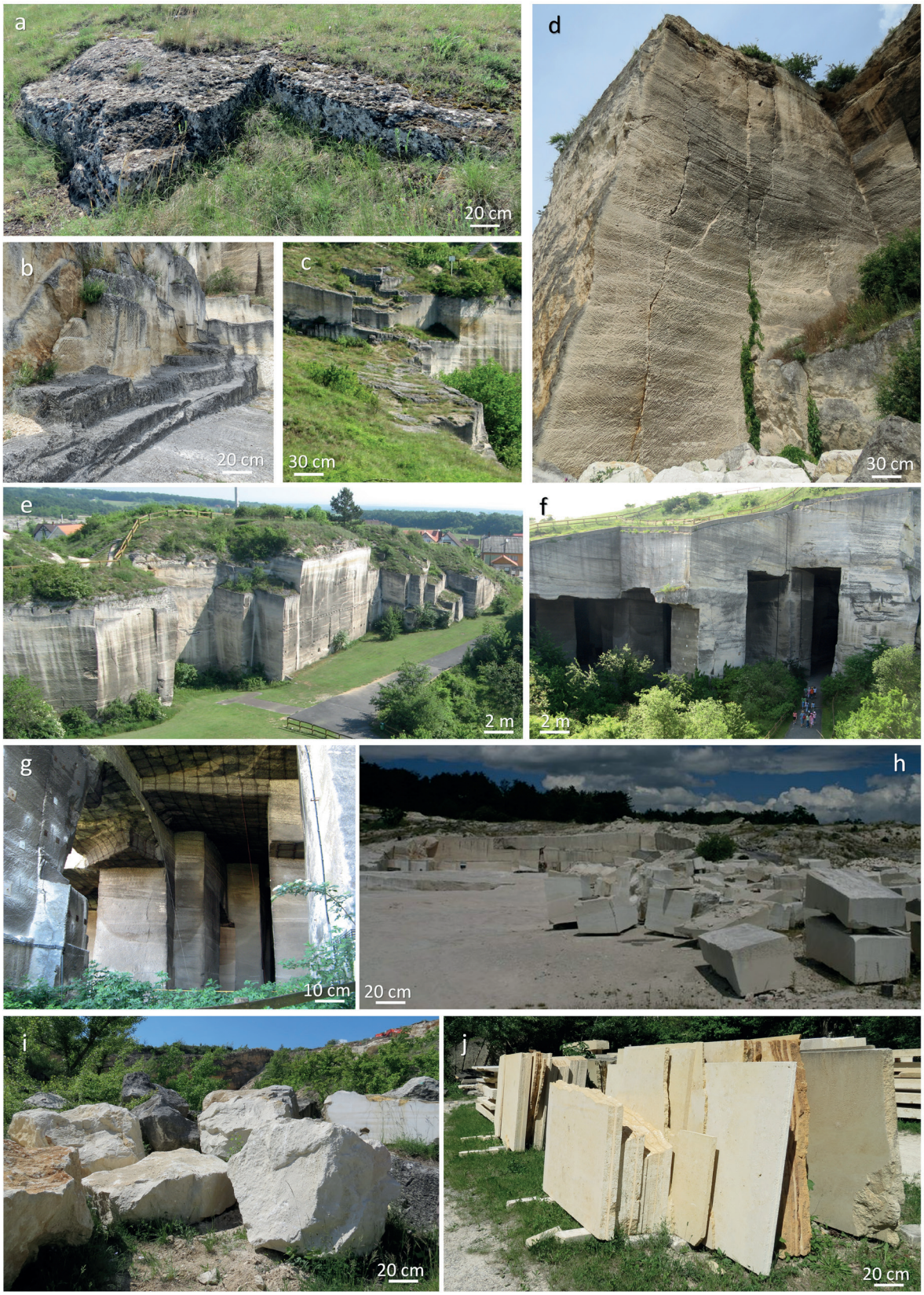
Využitie litavského vápenca zo St. Margarethenu bolo prvýkrát spomenuté v prehľade dekoračných kameňov použitých na Slovensku (Pivko, 2009, 2010). Pivko (2012) identifikoval horninu na Bratislavskom hrade a (Pivko, 2013) vo viacerých pamiatkach Bratislavy. Pivko (2014) a Pivko in Šimon et al. (2018) vápenec zaraďujú medzi najpoužívanejšie kamene v 17. a 18. storočí, ale hojnejšie sa používal od 2. polovice 19. st. do 1. svetovej vojny. Používal sa hlavne na rekonštrukciu pamiatok. Lom vo Fertőrákosi ako zdroj prvýkrát spomenul vo svojej knihe Pivko (2014). Pivko in Šimon et al. (2018) uvádza v tabuľke využitie vápencov zo St. Margarethenu a Fertőrákosu spolu v 17. až 20. storočí.

**Metódy**

Po štúdiu literatúry o využití litavských vápencov v Rakúsku, prípadne Maďarsku (Rohatsch, 2005; Holtzer et al., 2004; Laho, 2007; Schafarzik, 1909), sme navštívili kameňolomy v St. Margarethene a vo Fertőrákosi. Študovali sme litológiu a fácie vápencov. V mikroskope sme pozorovali mikrofácie. Za posledných 15 rokov sme mali príležitosť študovať makroskopicky stovky kamenných prvkov, sôch a náhrobníkov z litavského vápenca podobného na vápenec zo spomínaných lokalít. Pri reštaurovaní pamiatok sa odoberali vzorky, takže sme mali príležitosť skúmať 20 výbrusov a 5 výbrusov z lomov. Povrch mnohých desiatok vzoriek sme pozorovali aj USB mikroskopmi DigiMicro Scale a Levenhuk zväčšujúcim až 300x.

K identifikovaným pamiatkam s danými vápencami boli priradené roky výstavby. Menej často bol rok uvedený na pamiatke. Pri väčšine pamiatok bol rok stanovený na základe knižných publikácií (Harminc, 1967; Holčík a Rusina, 1987; Buran, 2003; Rusina, 2009; Kresánek, 2009) a *Registra nehnuteľných národných kultúrnych pamiatok* (Register nehnuteľných NKP, 2021). Náhrobníky na cintorínoch boli študované len v rámci Bratislavy a jej mestských častí. Na náhrobníkoch bol uvedený rok úmrtia, čiže náhrobník bol vyhotovený podľa skúsenosti do niekoľkých rokov po úmrtí. Diela z vápencov zo St. Margarethenu alebo z Fertőrákosu boli rozdelené na verejné budovy a sochy a na súkromné náhrobníky. Boli usporiadané podľa zisteného veku vzniku a spočítané spolu za päťročnice a päťdesiatročnice. Na základe toho boli vytvorené grafy.

Pamiatky z daných litavských vápencov sú väčšinou v exteriéri, kde sú vystavené vonkajším podmienkam. Poškodenie povrchu sme študovali makroskopicky a pri niektorých vzorkách aj USB mikroskopom.




**Obr. 3.** Kameňolomy v St. Margarethene a vo Fertőrákosi: **a, b** – pravdepodobne stredoveké časti kameňolomu v St. Margarethene; **c** – horná pravdepodobná stredoveká a dolná novoveká časť kameňolomu vo Fertőrákosi; **d, e** – novoveké steny kameňolomov vo Fertőrákosi (d) a v St. Margarethene (e); **f, g** – podzemné komory v kameňolome vo Fertőrákosi; **h** – nový kameňolom vo Fertőrákosi; **i, j** – surové bloky (i) a narezané platne (j) v kameňolome Hummel v St. Margarethene.

**Fig. 3.** Quarries in St. Margareten and Fertőrákos: **a, b** – probably the medieval part of the quarry in St. Margarethen; **c** – upper probable medieval and lower modern part of the quarry in Fertőrákos; **d, e** – modern faces of the quarries in Fertőrákos (d) and St. Margarethen (e); **f, g** – underground chambers at Fertőrákos quarry; **h** – new quarry at Fertőrákos; **i, j** – raw blocks (i) and cut tiles (j) at Hummel quarry in St. Margarethen.



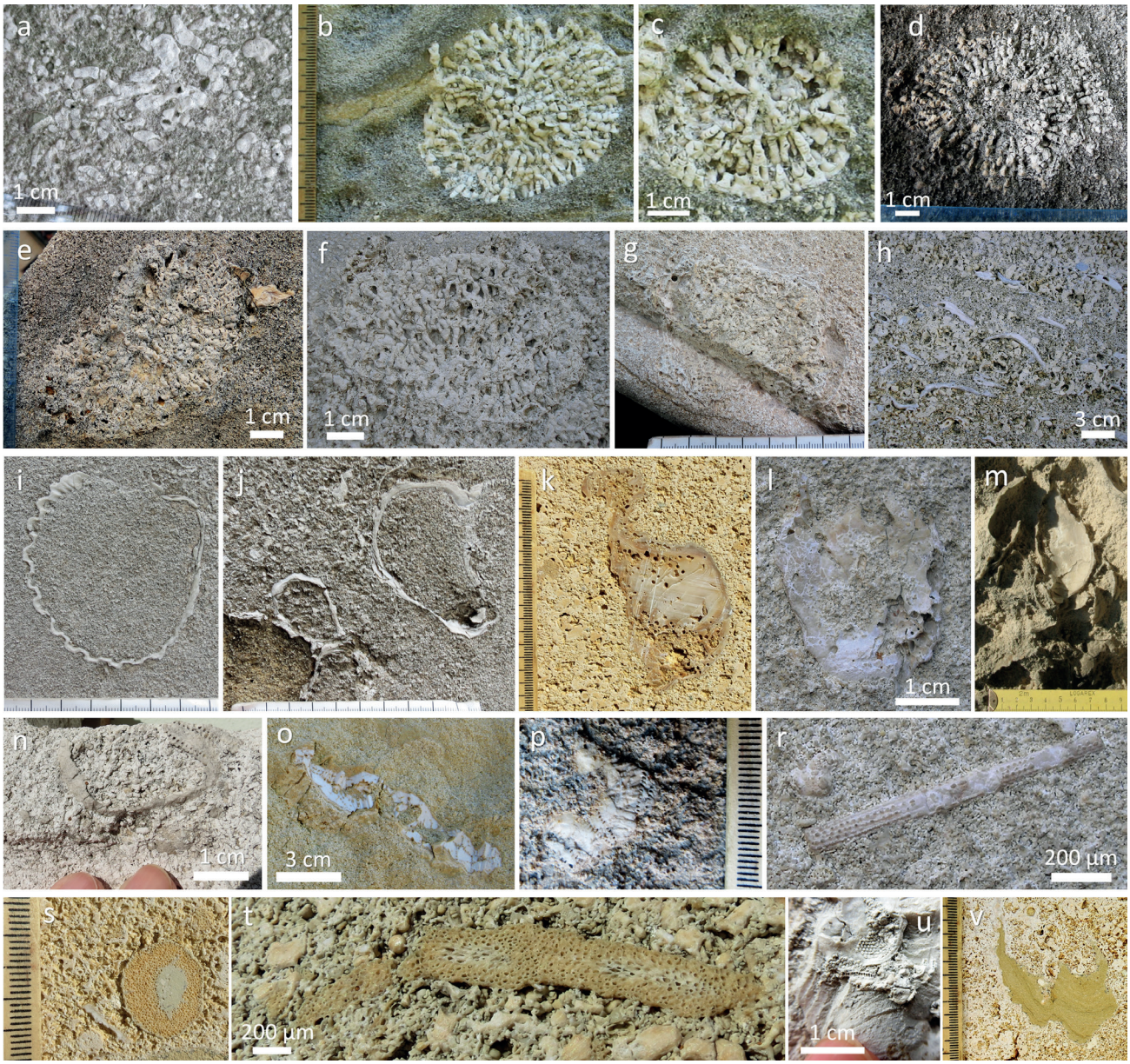

**Obr. 4.** Povrch stien a získavanie blokov v kameňolome v St. Margarethene a vo Fertőrákosi: **a** – tektonické pukliny a zlomy na stene opracovanej špicákom v St. Margarethene; **b** – opracovaná stena so šikmými ryhami po špicáku (1), horizontálne (2) a šikmé zvrstvenie s mierne uklonenými laminami zvýraznené zvetrávaním (3), pukliny a zlomy (4); **c, d** – viditeľné šikmé a oblúkové stopy po špicáku na stene kameňolomu vo Fertőrákosi s horizontálnym zvrstvením; **e** – surové bloky oddeľované vŕtaním a bagrom v kameňolome Hummel; **f** – blok so stopami vertikálnych vrtov.

**Fig. 4.** The surface of the faces and the extraction of blocks in the quarries in St. Margarethen and Fertőrákos: **a** – tectonic fractures and faults on a face carved by a pick in St. Margarethen quarry; **b** – carved face with oblique grooves after pick (1), horizontal (2) and low-angle cross-bedding accentuated by weathering (3), faults and fractures (4); **c, d** – oblique and curved parallel grooves after pick on the quarry face in Fertőrákos with horizontal bedding; **e** – row blocks separated by drilling and the excavator in the Hummel quarry; **f** – a block with traces of vertical boreholes.



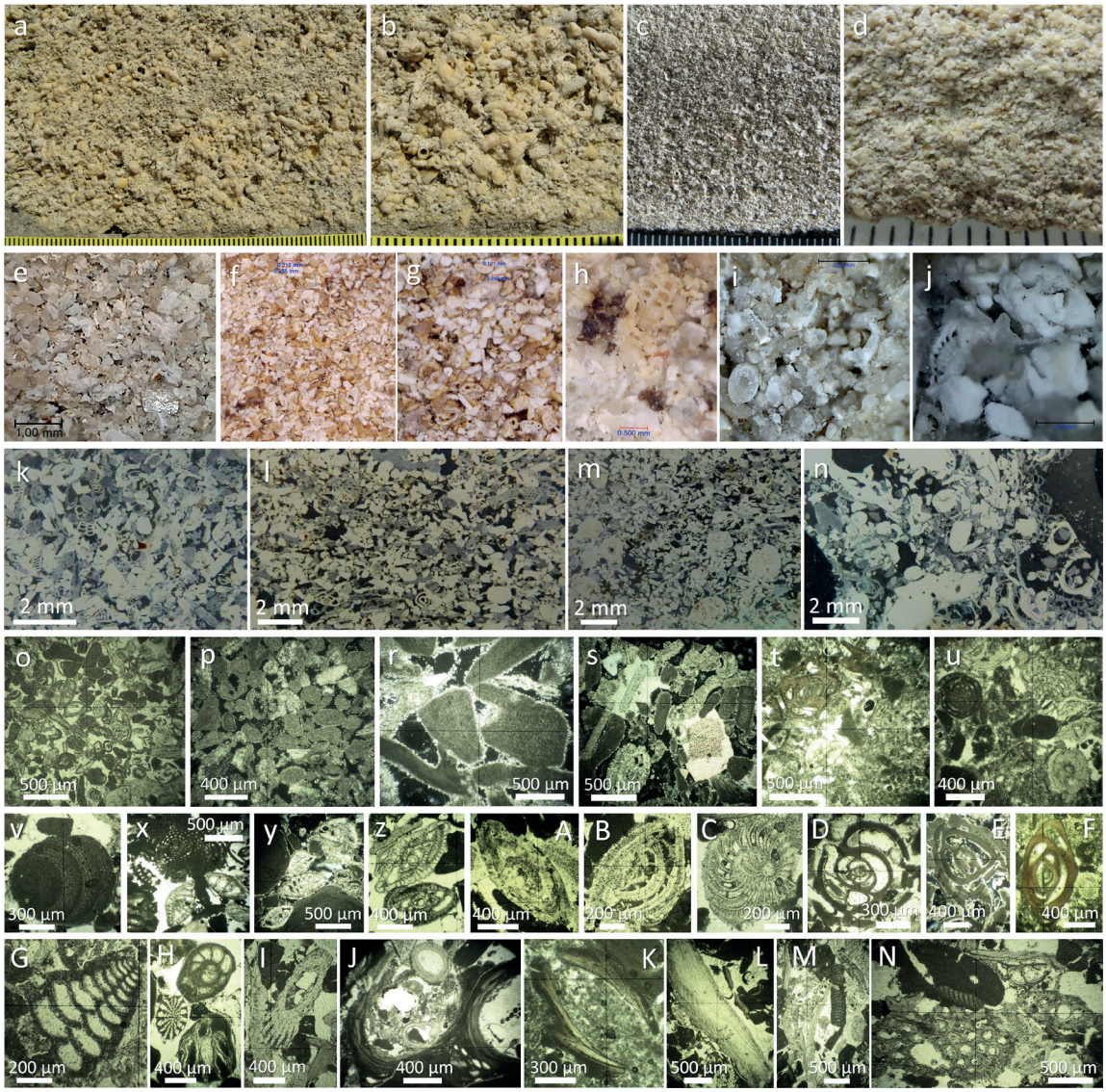

**Obr. 5.** Makroskopický vzhľad vápencov v St. Margarethene a vo Fertőrákosi: **a – d** – biosparity (grainstone) s výzorom horizontálne zvrstvených pieskovcov v kameňolome vo Fertőrákosi (a) a v St. Margarethene (b – d), (1) voštiny (aeroxysty) ako výsledok zvetrávania; **e – g** – vrstvy s hojnými rodolitmi v kameňolome v St. Margarethene (e), na veži františkánskeho kostola (f) a na Dóme sv. Martina v Bratislave (g); **h – k** – rôzne typy rodolitov vo vertikálnom (h) a horizontálnom reze (i, j) v kameňolome v St. Margarethene a na františkánskom kostole v Bratislave (k); **l – m** – biosparit s hojnými lastúrnikmi a menej rodolitmi v kameňolome vo Fertőrákosi; **n** – hojné lastúrniky a rodolity na Trojičnom stĺpe v Bratislave-Podunajských Biskupiciach, asi z kameňolomu vo Fertőrákosi; **o** – hojné rodolity a vylúhovaný lastúrnik v kameňolome v St. Margarethene.

**Fig. 5.** Macroscopic appearance of St. Margarethen and Fertőrákos limestones: **a – d** – biosparites (grainstones) with the appearance of horizontally layered sandstones in the Fertőrákos quarry (a) and St. Margarethen quarry (b – d), (1) honeycomb weathering; **e – g** – layers with abundant rhodolithes in St. Margarethen quarry (e), on the tower of the Franciscan church (f) and on the Cathedral of St. Martin in Bratislava (g); **h – k** – different types of rhodolithes in vertical (h) and horizontal section (i, j) in the St. Margarethen quarry and on the Franciscan church in Bratislava (k); **l – m** – biosparite with abundant bivalves and fewer rhodolithes in the Fertőrákos quarry; **n** – abundant bivalve molluscs and rhodoliths in the Trinity column in Bratislava-Podunajské Biskupice, probably from the Fertőrákos quarry; **o** – abundant rhodolithes and leached bivalve in the St. Margarethen quarry.




**Obr. 6.** Makrofosílie vo vápencoch v St. Margarethene a vo Fertőrákosi: **a** – rozptýlené riasové hľúzky, **b – g** – rôzne typy rodolitov; **h** – riasové hľúzky a lastúrniky; **i** – prierez pekténu; **j** – zrastené schránky ustríc; **k, l** – navŕtané ustrice; **m** – úlomky ustríc; **n** – ježovka zhora; **o** – ježovka zboku; **p** – úlomok panciera ježovky; **r** – osteň ježovky; **s – u** – machovky; **v** – útržok ílovitej horniny na Ondrejskom cintoríne v Bratislave (a), v St. Margarethene (b, c, k, o, s, t, v), na Starej radnici v Bratislave (d, e, l, p, r), na Bratislavskom hrade (f), na kostole v Šamoríne (g), na Námestí 6. apríla v Bratislave-Devínskej Novej Vsi (h), na mauzóleu v Horných Obdokovciach (i, j), vo Fertőrákosi (m), na židovskom cintoríne v Bratislave (n) a Mariánskom stĺpe v Nitrianskom Pravne (u).

**Fig. 6.** Macrofossils in St. Margarethen and Fertőrákos limestones: **a** – scattered algae nodules; **b – g** – various types of rhodolithes; **h** – algae nodules and bivalves; **i** – cross section of pectenoid; **j** – intergrowth of oysters; **k, l** – bored oysters; **m** – fragments of oysters; **n** – sea urchin from above; **o** – sea urchin from the side; **p** – a fragment of sea urchin; **s – u** – bryozoans; **v** – a fragment of clayey rock at Ondrejský cintorín in Bratislava (a), St. Margarethen quarry (b, c, k, o, s, t, v), the Stará radnica in Bratislava (d, e, l, p, r), Bratislava Castle (f), the Šamorín church (g), the April 6 square in Bratislava-Devínska Nová Ves (h), the Horné Obdokovce mausoleum (i, j), the Fertőrákos quarry (m), the Jewish cemetery in Bratislava (n) and at Marian Column in Nitrianske Pravno (u).




**Obr. 7.** Detailné makroskopické a mikroskopické zloženie vápencov zo St. Margarethenu a Fertőrákosu: **a – n** – biosparitové vápence na veži v Sade Janka Kráľa v Bratislave (a, b), na kostole v Hronskom Beňadiku (c, d), na soche pri kostole vo Svätom Jure (e), na šaštínskej bazilike (f – h), na Trojičnom stĺpe v Stupave (i, j), v kláštore v Žiline (k) a na Trojičnom stĺpe v Šali (l – n); **o – r** – pórovité vápence s obalovým tmelom na soche sv. J. Nepomuckého v Jacovciach (o, p) a na soche v areáli VŠVU v Bratislave (r); **s** – pórovité vápence s obalovým tmelom a blokovým tmelom okolo úlomkov ježoviek na soche vo VŠVU v Bratislave; **t – u** – vápenec zo St. Margarethenu s hojnou základnou hmotou; **v, x** – riasová hľúzka (v) a foraminifery (x) na kostole v Hronskom Beňadiku; **y – C** – foraminifery so sklovitou schránkou na Trojičnom stĺpe v Šali (y), v kláštore v Žiline (z), v kameňolome v St. Margarethene (A – B) a na starej budove NR SR v Bratislave (C); **D – F** – foraminifery s porcelánovou schránkou na kostole v Hronskom Beňadiku (D), na Trojičnom stĺpe v Šali (E) a v kameňolome v St. Margarethene (F); **G** – aglutinovaná foraminifera na soche Piety v Šaštíne; **H, I** – ostne ježoviek na kostole v Hronskom Beňadiku (H) a na Trojičnom stĺpe v Stupave (I); **J, K** – rúrky červov a schránka ostrakódu (J) v kameňolome vo Fertőrákosi (J) a v St. Margarethene (K); **L, M** – schránky lastúrnikov na veži v Sade Janka Kráľa v Bratislave (L) a na kostole v Holiciach (M); **N** – machovka na Trojičnom stĺpe v Šali. Makroskopické fotografie v dopadajúcom svetle (a – d), mikroskopické fotografie v dopadajúcom svetle (e – j), makroskopické fotografie v prechádzajúcom svetle (k – n) a mikroskopické fotografie v prechádzajúcom svetle (o – N), z toho časť v polarizovanom svetle (p – t, y, E).

**Fig. 7.** Detailed macroscopic and microscopic composition of the St. Margarethen and Fertőrákos limestones: **a – n** – biosparitic limestones on the tower in Janko Kráľ Garden (a, b), on the Hronský Beňadik church (c, d), on the statue at the Svätý Jur church (e), at the Šaštín Basilica (f – h), at the Trinity Column in Stupava (i, j), at the Žilina monastery (k) and at the Trinity Column in Šaľa (l – n); **o – r** – porous limestone with isopachous cement on the statue of St. J. Nepomuk in Jacovce (o, p) and on the statue in VŠVU in Bratislava (r); **s** – porous limestones with isopachous and blocky cement around the fragments of sea urchins on the statue in VŠVU in Bratislava; **t – u** – the St. Margarethen limestone with abundant matrix; **v, x** – algal nodule (v) and foraminifera (x) at the Hronský Beňadik church; **y – C** – hyaline foraminiferas at the Trinity Column in Šaľa (y), in the monastery in Žilina (z), in the quarry in St. Margarethen (A – B) and on the old building of the NR SR in Bratislava (C); **D – F** – porcelaneous foraminifers at the Hronský Beňadik church (D), on the Trinity Column in Šaľa (E) and in the quarry in St. Margarethen (F); **G** – agglutinated foraminifera on the Pieta statue in Šaštín; **H, I** – sea urchin spines on the Hronský Beňadik church (H) and on the Trinity Column in Stupava (I); **J, K** – worm tubes and ostrakoda casts (J) in the Fertőrákos quarry (J) and in St. Margarethen (K); **L, M** – shells on the tower in Janko Kráľ Garden in Bratislava (L) and on the Holice church (M); **N** – bryozoa on the Trinity Column in Šaľa. Macroscopic images in falling light (a – d), microscopic images in falling light (e – j), macroscopic images in transmitted light (k – n) and microscopic images in transmitted light (o – N), of which in polarized light (p – t, y, E).




**Obr. 8.** Použitie litavských vápencov zo St. Margarethenu a Fertőrákosu: **a** – barokový náhrobník pri Veľkom evanjelickom kostole v Bratislave (1645?); **b** – Víťazná brána na Bratislavskom hrade (60. roky 18. storočia); **c** – Stĺp sv. Floriána pri kostole Blumentál v Bratislave (1732); **d** – barokový portál Esterházyho paláca na Panskej ulici v Bratislave (1743); **e, f** – Primaciálny palác v Bratislave (1781); **g** – Pieta v Topoľčanoch (60. roky 19. st.); **h** – hrobka v Horných Obdokovciach (1898); **i** – neogotická hrobka na Mikuláškom cintoríne v Bratislave (1900); **j** – neogotické náhrobníky na cintoríne Kozia brána; **k** – náhrobník na cintoríne v Bratislave-Rači; **l** – náhrobník na ortodoxnom židovskom cintoríne v Bratislave; **m – o** – jemné detaily na náhrobníkoch na cintoríne Kozia brána; **p** – skrasovatený blok ako náhrobník na Ondrejskom cintoríne v Bratislave; **r** – rekonštrukcia kaplnky františkánskeho kostola v Bratislave s novými blokmi (koniec 19. st.); **s – u** – helmica veže františkánskeho kostola (s – novovytvorená v roku 1897, t – rekonštruovaná v roku 2021, u – kópia stredovekej sochy); **v** – secesný portál v Bratislave (1908); **x** – náhrobník na cintoríne Kozia brána v Bratislave; **y** – detail reliéfu radnice v Bratislave-Prievoze (1932).

**Fig. 8.** Use of the Leitha limestones from St. Margarethen and Fertőrákosu: **a** – baroque tombstone at the Veľký evanjelický kostol in Bratislava (1645?); **b** – Victory gate at Bratislava Castle (1760s); **c** – St. Florián column near the Blumentál Church in Bratislava (1732); **d** – baroque portal of Esterházy palace on Panská street in Bratislava (1743); **e, f** – Primacial Palace in Bratislava (1781); **g** – Pieta in Topoľčany (1860s); **h** – funeral chapel in Horné Obdokovce (1898); **i** – neo-Gothic tomb in the St. Nicholas Cemetery in Bratislava (1900); **j** – neo-Gothic tombstones in the Kozia brána cemetery; **k** – tombstone in the Bratislava-Rača cemetery; **l** – tombstone in the Orthodox Jewish cemetery in Bratislava; **m – o** – fine details on tombstones in the Kozia brána cemetery; **p** – karstified limestone block as a tombstone in the Ondrejský cemetery in Bratislava; **r** – chapel reconstruction with new blocks in the Franciscan church in Bratislava (end of the 19th century); **s – u** – helmet of the Franciscan church tower in Bratislava (s – newly created in 1897, t – reconstructed in 2021, u – a copy of a medieval statue); **v** – Art Nouveau portal in Bratislava (1908); **x** – tombstone in the Kozia brána cemetery; **y** – detail of the relief of the Bratislava-Prievoz town hall (1932).




**Obr. 9.** Degradácia pórovitých vápencov pamiatok Bratislavy: **a, b** – praskliny v staticky namáhanom spoji; **c** – praskliny a úbytok hmoty; **d** – porušenie tvaru zväčšením objemu; **e** – kamenné záplaty poškodeného povrchu; **f** – opadávanie zvetraných kusov kameňa; **g** – úbytok hmoty v menej odolnom bloku; **h – j** – pľuzgierovité formy deštrukcie kameňa; **k, l** – odpadnutie hrubšej zvetranej vrstvy kameňa, pod ktorou vidno skutočnú farbu vápenca; **m, n** – odlupovanie tenkých vrstiev vápenca a svetlých kôr obohatených o sírany; **o – u** – odlupovanie tenkých svetlých a tmavých kôr; **v** – odlupovanie čiernych kôr zvetrávaním a výkvetmi síranov; **x, y** – nepravidelná zhlukovitá degradácia povrchu spojená výkvetmi síranov; **z** – výkvety síranov. Palác na Ventúrskej ulici v Bratislave (a), Stará radnica v Bratislave (b), cintorín Kozia brána v Bratislave (c, o – r, t, u), Mikulášsky cintorín v Bratislave (d, s, v), Primaciálny palác v Bratislave (e, f, k, x, z), veža františkánskeho kostola v Bratislave (g), cintorín v Bratislave-Devíne (h, y), Dóm sv. Martina v Bratislave (i), fontána na Františkánskom námestí v Bratislave (j), socha sv. Jozefa v Rusovciach (l), cintorín v Bratislave-Rači (m) a Ondrejský cintorín v Bratislave (n).

**Fig. 9.** Deterioration of porous limestones on Bratislava monuments: **a, b** – cracks in statically stressed position; **c** – cracks and material loss; **d** – shape failure by volume change; **e** – stone patches of damaged surface; **f** – falling of weathered pieces of stone; **g** – material loss in a fewer resistant block; **h – j** – blistering forms of stone deterioration; **k, l** – falling off a coarser weathered stone layer, under which the true color of limestone is visible; **m, n** – exfoliation of thin layers of limestone and light crusts enriched with sulphates; **o – u** – exfoliation of thin light and dark crusts; **v** – exfoliation of black crust by weathering and sulphate efflorescence; **x, y** – irregular clumpy surface deterioration associated with sulphate efflorescence; **z** – sulphate efflorescence. A palace on Ventúrska street in Bratislava (a), Old Town Hall in Bratislava (b), Kozia brána cemetery in Bratislava (c, o – r, t, u), Mikulášsky cemetery in Bratislava (d, s, v), Primacial palace in Bratislava (e, f, k, x, z), the Franciscan Church tower in Bratislava (g), the Bratislava-Devín cemetery (h, y), the St. Martin Cathedral in Bratislava (i), fountain on Franciscan square in Bratislava (j), the statue St. Joseph in Rusovce (l), the Bratislava-Rača cemetery (m) and the Ondrejský cemetery in Bratislava (n).




**Obr. 10.** Kolonizácia povrchu vápencov zo St. Margarethenu a Fertőrákosu: **a – g** – náhrobníky kolonizované riasami, lišajníkmi a machmi; **h** – mach na konkávnych (vyhĺbených) povrchoch; **i** – vysušený mach; **j** – vysušený lišajník a mach v priehlbine; **k** – mach uchytený v pórovitejšom vápenci a nie v hutnejšom rodolite; **l** – rozptýlená kolonizácia lišajníkmi a machmi; **m – o** – čierne zhluky zo siníc, húb a čiastočiek prachu a drobné lišajníky; **p** – vlákna pavúkov v dutinách vápenca. Cintorín Kozia brána v Bratislave (a – d, f), sochy na Primaciálnom paláci v Bratislave (e, i – l, n, o, p), cintorín v Čunove (g), veža františkánskeho kostola v Bratislave (h) a mauzóleum v Horných Obdokovciach (m).

**Fig. 10.** Surface colonization of the limestones from St. Margarethen and Fertőrákos: **a – g** – tombstones colonized by algae, lichens and mosses; **h** – mosses on concave surfaces; **i** – dried mosses; **j** – dried lichens and mosses in a depression; **k** – mosses caught in more porous limestone and not in denser rhodolith; **l** – scattered colonization by lichens and mosses; **m – o** – black clusters of cyanobacteria, fungi and dust particles as well as small lichens; **p** – fibers of spiders in limestone cavities. Kozia brána cemetery in Bratislava (a – d, f), statues on Primaciálny palace in Bratislava (e, i – l, n, o, p), the Čunovo cemetery (g), the Franciscan Church tower in Bratislava (h), and the funeral chapel in Horné Obdokovce (m).

**Tab. 2.** Zloženie vápencov z pamiatok a kameňolomov zo St. Margarethenu a z Fertőrákosu na základe výbrusov: vhz – veľmi hrubozrnný, hz – hrubozrnný, sz – strednozrnný, jz – jemnozrnný, int – intraklasty, pel – pelety, fosk – foraminifery so sklovitou stenou, fopo – foraminifery s porcelánovou stenou, foag – aglutinované foraminifery, fove – veľké foraminifery, ech – ježovky, la – lastúrniky, ma – machovky, če – červy, ost – ostrakódy, nezn – neurčené fosílie, Q – kremeň, bi – biotit, mu – muskovit, se – sericit, ž – živce.

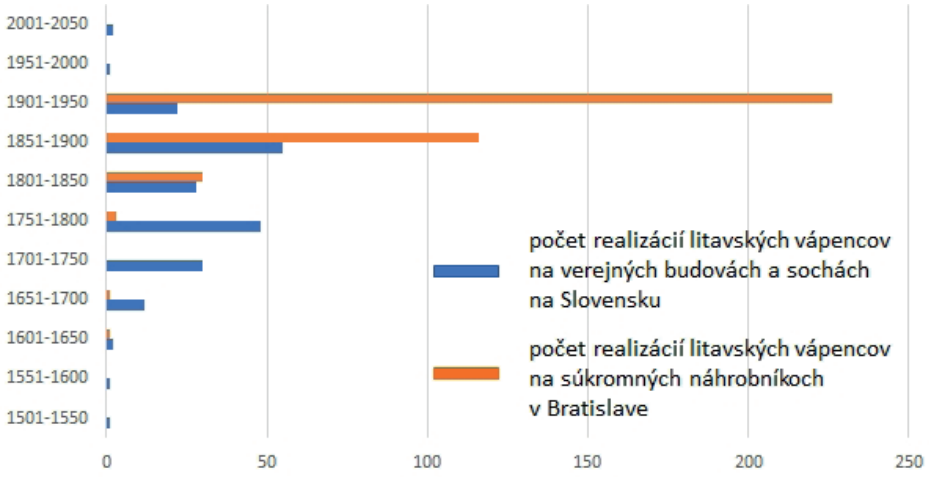
**Tab. 2.** Composition of the limestones from monuments, the St. Margarethen and Fertőrákos quarries on the basis of thin sections: vhz – very coarse-grained, hz – coarse-grained, sz – medium-grained, jz – fine-grained, int – intraclasts, pel – pellets, fosk – foraminifers with hyaline wall, fopo – foraminifers with porcelaneous wall, foag – agglutinated foraminifers, fove – large foraminifers, ech – sea urchins, la – bivalves, ma – bryozoans, če – worms, ost – ostrakods, nezn – unknown fossils, Q – quartz, bi – biotite, mu – muscovite, se – sericite, and ž – feldspars.

| Lokality | Zrnitosť | Fosílie + alochémy | Alochémy | Fosílie spolu | Červené riasy | Iné fosílie spolu | Iné fosílie | Extraklasty spolu | Extraklasty | Póry | Tmel | ZH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Hronský Beňadik, kláštorný kostol, portál 1 | sz (hz) | 73 | int 9 | 64 | 36 | 28 | fosk, fopo, ech, la, ma, ost, foag | 3 | ž, Q, Q + se, Q + ž, Q + mu | **12** | 12 | 0 |
| Hronský Beňadik, kláštorný kostol, portál 2 | sz-hz | **76** | int 1 | 75 | 40 | 35 | nezn, fopo, la, fosk, ech, če, ma | + | Q | **12** | 12 | 0 |
| Hronský Beňadik, kláštorný kostol, portál 3 | sz-hz | **74** | int 29 (r + n) | 45 | 34 | 11 | ech, fosk, fopo, foag, fove | 5 | ž, Q, Q + se, Q + mu | **11** | 10 | 0 |
| Topoľčany, kalvária, Pieta | sz-hz | **71** | int 1 | 70 | 50 | 20 | ech, fosk, la, fopo, nezn | 0 | | **19** | 10 | 0 |
| Žilina, kláštor, reliéf | hz-sz | **77** | int 37 | 40 | 27 | 13 | fosk, ech, nezn, fopo, ma, la | + | Q | 11 | 10 | 2 |
| Podstavec VŠVU, Strassner 7 | sz-hz | **71** | 0 | 71 | 34 | 37 | fosk, nezn, fopo, ech, la, ma | 1 | Q, Q + mu, mu, bi? | **15** | 13 | 0 |
| Šaľa, Trojičný stĺp, driek | vhz-hz | **87** | int 23 | 54 | 38 | 16 | ech, če, ma, la, fosk | 1 | Q | **10** | 11 | 1 |
| Šaľa, Trojičný stĺp, spodok | sz-hz | **68** | int 1 | 67 | 42 | 25 | ech, fosk, ma, nezn, fopo, la | + | Q | **25** | 7 | 0 |
| Madona s dieťaťom | sz (hz) | **80** | 0 | 80 | 57 | 23 | la, nezn, fosk, ech, fopo, foag, ma, ost | + | Q | **10** | 9 | 1 |
| Bratislava, NR SR, Župné námestie | hz-sz | **82** | int 1 | 81 | 46 | 35 | ma, nezn, fosk, ech, fopo, foag, ost | + | Q | **11** | 7 | 0 |
| Čunovo, kostol, náhrobník 1 | sz | **69** | 0 | 69 | 43 | 26 | nezn, fosk + fopo, če, ech, ma | + | Q | **10** | 21 | 0 |
| Čunovo, kostol, náhrobník 2 | hz (sz) | **92** | int + | 92 | 62 | 30 | fosk, nezn, ma, ech, fopo | 0 | | **6** | 2 | 0 |
| Jacovce, socha sv. Jána Nepomuckého | sz | **65** | 0 | 65 | 42 | 23 | fosk, fopo, foag, ech, la, ost | 1 | Q, Q + mu, mu?, bi | **16** | 18 | 0 |
| Holice, Kostolná Gala, Madona | hz | **74** | int 9 | 65 | 38 | 27 | fosk, ma, ech, la, fopo, foag | + | Q | **10** | 16 | 0 |
| Bratislava, Štúrovo, námestie, palác | hz-sz | **73** | int 14 | 59 | 42 | 17 | fosk, nezn, ma, foag, la, ech, če | 1 | Q, ž | **8** | 15 | 3 |

**Tab. 2** – pokračovanie.

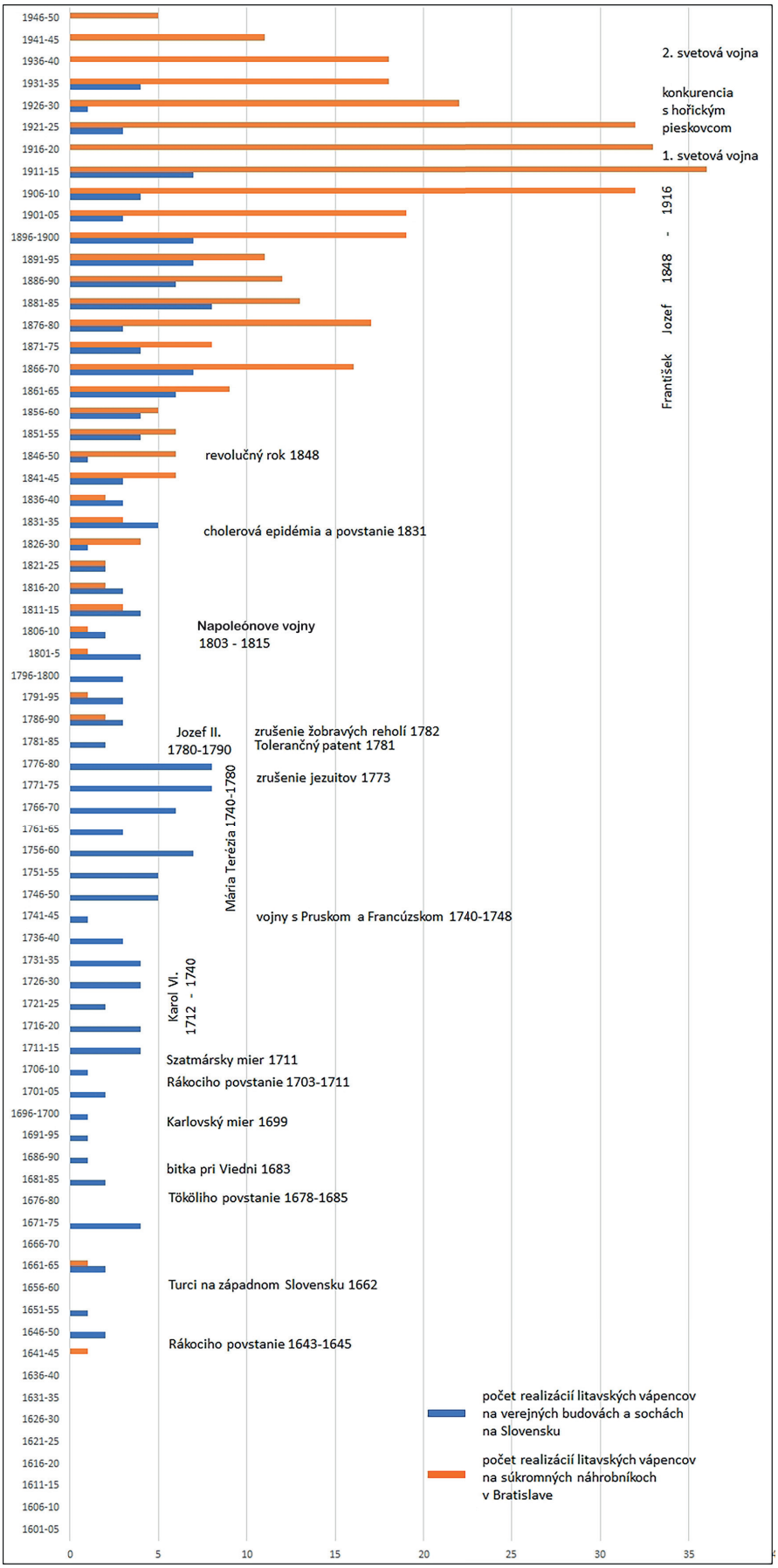
| Lokality | Zrnitosť | Fosílie + alochémy | Alochémy | Fosílie spolu | Červené riasy | Iné fosílie spolu | Iné fosílie | Extraklasty spolu | Extraklasty | Póry | Tmel | ZH |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Bratislava, Sad J. Kráľa, veža kostola | (vhz) hz-sz | **86** | int 17 | 69 | 55 | 14 | nezn, ech, fosk, foag, ost, la, ma | 0 | | **8** | 6 | 0 |
| Šaštín, Pieta | hz | **88** | int 9 | 79 | 52 | 27 | fosk, ech, ma, la, fopo | 0 | | **11** | 1 | 0 |
| Gbely, Najsvätejšia Trojica, stlp | jz-sz | **78** | int 3 | 75 | 38 | 37 | nezn, fosk, la, ech, ma, fopo, če | 2 | Q | **7** | 12 | 1 |
| Bratislavský hrad, architektonický článok | sz? | **81** | int 13 | 68 | 45 | 23 | fosk, fopo, foag, ech, ma, la | 0 | | **17** | 2 | 0 |
| Bratislava, Dóm sv. Martina | hz-sz | **84** | int 10 | 74 | 51 | 23 | nezn, ech, fopo, ma, la, fosk | 0 | | **5** | 11 | 0 |
| St. Margarethen 1 | sz (hz) | 49 | int 1 pel 1 | 48 | 33 | 15 | fopo, nezn, ma, la, fosk | 0 | | 4 | 25 | 21 |
| St. Margarethen | sz | **49** | int 1 | 48 | 25 | 23 | fosk, fopo, la, ech, ma, nezn | 1 | Q | 3 | 30 | 17 |
| St. Margarethen 3 | sz (hz) | **41** | int 3 | 38 | 17 | 21 | nezn, fopo, la, ma | 1 | Q | 5 | 32 | 21 |
| St. Margarethen 2 | hz (sz) | **85** | int 20 | 65 | 40 | 25 | fosk, ma, la, nezn | 0 | | 5 | 9 | 1 |
| Fertőrákos oproti podzem. | hz-sz | **79** | pel 4 | 75 | 52 | 23 | nezn, če, fosk, ech, la, fopo | 1 | Q, Q + bi | **8** | 12 | 0 |

**Tab. 3.** Graf diel z litavských vápencov zo St. Margarethenu a z Fertőrákosu v čase po 50 rokoch.
**Tab. 3.** Chart of realizations from the Leitha limestones from St. Margarethen and Fertőrákos over time after 50 years.



**Tab. 4.** Graf diel z litavských vápencov zo St. Margarethenu a z Fertőrákosu a historické udalosti v čase po 5 rokoch.

**Tab. 4.** Chart of realizations from the Leitha limestones from St. Margarethen and Fertőrákos and historical events over time after 5 years.



## Výsledky

Litavský vápenec zo St. Margarethenu je na čerstvej ploche žltej farby. Keď zvetráva, pokrýva sa sivobielou patinou. Makroskopicky sa vápenec javí ako silne pórovitý strednozrnný až hrubozrnný pieskovec (kalkarenit). Často obsahuje rozptýlené rodolity, menej prierezy lastúrnikov s veľkosťou do niekoľko centimetrov (obr. 5).

Biosparitový vápenec (grainstone) z pamiatok obsahuje od 5 do 25 % pórov (tab. 2), najviac medzi 5 a 20 %, vápenec zo St. Margarethenu 3 – 5 % pórov a z Fertőrákosu 8 %. Vo vzorkách prevládajú fosílie (38 – 92 %). Vo vzorkách z kameňolomu St. Margarethen je to priemerne 50 % a vo vzorkách z pamiatok najviac medzi 65 až 80 %, priemerne 68 %. Medzi fosíliami dominujú riasy (17 – 62 %) nad inými fosíliami (11 – 44 %) s najčastejším vzájomným pomerom medzi vzorkami z pamiatok 1 – 2,5 a priemerom 1,7, pričom priemer v prípade vzoriek z kameňolomu St. Margarethen je 1,4. Pomer zastúpenia ostatných fosílnych skupín v jednotlivých vzorkách je premenlivý. Z ostatných fosílií vo vzorkách z pamiatok priemerne dominujú foraminifery so sklovitou stenou a úlomky ježoviek. Menej zastúpené sú foraminifery s porcelánovou stenou, machovky a úlomky lastúrnikov. Do tejto kategórie sa dajú zaradiť aj neurčené fosílie. V malej miere sú prítomné aglutinované foraminifery, rúrky červov, ostrakódy a veľké foraminifery (obr. 6 a 7). Skúmané vzorky zo St. Margarethenu, na rozdiel od predchádzajúcich, majú zanedbateľný obsah úlomkov ježoviek. Všetky vzorky majú premenlivý obsah intraklastov, prípadne agregátov zložených z viacerých spojených fosílií, od 0 do 37 %. Vzorky môžu obsahovať malé množstvo kremeňa a hornín s kremeňom do 1 % s veľkosťou do 0,2 – 0,4 mm. Len tri vzorky z 25 majú tento obsah 2, 3 a 5. Zrná sú spojené obalovým kalcitovým tmelom od 1 do 32 %, vo vzorkách z pamiatok najviac v intervaloch 10 až 12 a 6 až 7, priemerne 9,5, vo vzorkách z kameňolomu priemerne ca 4. V ¾ vzoriek z pamiatok nie je prítomná základná hmota, vo zvyšných je obsah základnej hmoty od 1 do 3 %. 3 vzorky z kameňolomu v St. Margarethene majú obsah základnej hmoty 17 až 21 %.

Vápence zo St. Margarethenu alebo z Fertőrákosu sa na Slovensku najviac využívali na portály, stĺpy, balustrády a sochy, menej na ostenia okien a kvádre palácov a kostolov, často na voľne stojace sochy, súsošia a kríže s podstavcami a na súkromné náhrobníky na cintorínoch (obr. 8). Články a sochy z týchto vápencov nebývali postavené na zemi, ale na hutnejších typoch vápencov.

Rozmiestnenie verejných diel z týchto vápencov na mape Slovenska ukazuje najväčší počet v okolí Bratislavy (Bratislavský kraj), menej je v Trnavskom kraji a ešte menej v Nitrianskom kraji. V ostatných krajoch bolo použitie zriedkavé (obr. 2).

Grafy použitia týchto vápencov v čase (tab. 3 a 4) ukazujú rozmiestnenie verejných a súkromných výrobkov z vápencov s citlivosťou po 5 a 50 rokoch. Graf verejných výrobkov po 50 rokoch (tab. 3) ukazuje minimálne použitie vápencov v 1. polovici 17. storočia. Početnosť ich požitia rastie zhruba po koniec 18. storočia. V 1. polovici 19. storočia je zníženie, najviac použití je zaznamenaných z 2. polovice 19. storočia. V 1. polovici 20. storočia je opäť útlm použitia a v 2. polovici 20. storočia takmer zánik. V podrobnejšom grafe po 5 rokoch (tab. 4) sa ukazuje začiatok ich využívania v polovici 17. storočia, s postupným nárastom do roku 1780, s menšími zníženiami zhruba medzi rokmi 1735 a 1745 a medzi rokmi 1760 a 1770. Po vrchole zhruba v roku 1780 sa začína z nižšieho stavu pozvoľný rast použitia zhruba do roku 1885, s úplným vrcholom použitia a následným znížením a skončením do roku 1935. V tomto období boli zníženia medzi rokmi 1815 a 1830, 1835 a 1850, 1870 a 1880, 1900 a 1910 a medzi rokmi 1915 a 1920. V prípade náhrobníkov na grafe po 50 rokoch je rast od 1. polovice 18. storočia do 1. polovice 20. storočia (tab. 3). V podrobnejšom grafe po 5 rokoch (tab. 4) je pozvoľný nárast zhruba od roku 1785 po vrchol okolo roku 1915, s poklesom do roku 1950. Výrazné zníženie je medzi rokmi 1880 a 1895.

Mnohé diela z litavských vápencov zo St. Margarethenu alebo z Fertőrákosu boli v exteriéri na povrchu do rôznej hĺbky poškodené, degradované. Prejavilo sa to zväčšením objemu, vypučením s pľuzgierovými formami a odlupovaním povrchovej vrstvy alebo vrstiev idúcich približne paralelne s povrchom. Podpovrchové vrstvy boli niekde obohatené o biele sírany. Veľké výkvety síranov viedli k tvorbe nepravidelných výrazných pľuzgierov. Lokálne sa v kameni prejavili hlboké praskliny. Predchádzajúce procesy viedli k úbytku hmoty kamenárskeho výrobku, čím sa narušil jeho tvar (obr. 9). Pórovitý vápenec bol vo vlhkom prostredí na povrchu kolonizovaný mikroskopickými a makroskopickými rastlinami. Vytvárala sa čierna alebo zelená patina a kôra, porasty lišajníkov a machov (obr. 10). Kolonizácia sa prejavovala zvlášť na miestach, kde neprenikalo slnečné svetlo a teplo, na severnej strane budov a pod stromami na cintorínoch.

## Interpretácia a diskusia

### *Petrografia, fácie, typické znaky a odlíšenie*

Medzi obsahom fosílií vo vzorkách z kameňolomu St. Margarethen (50 %) a vo vzorkách z pamiatok (68 %) je zjavná disproporcia. Disproporcia je aj v obsahu základnej hmoty, pretože vo vzorkách z pamiatok prevažne nie je. Ak je, tak iba do 3 %, ale vo vzorkách z kameňomu St. Margarethen dosahuje v troch prípadoch vysoké hodnoty (17 – 21 %). To sa premieta aj do rozdielneho obsahu fosílií v prípade pamiatok a vzoriek z kameňolomu. Predchádzajúce zistenia poukazujú na to, že vzorky z kameňolomu pochádzajú z iného miesta ako vzorky z prevahy pamiatok. Rohatsch (2005) vo svojej práci potvrdzuje, že vápenec zo St. Margarethenu je silne pórovitý grainstone a biosparit, čiže bez základnej hmoty. O výraznej pórovitosti svedčia aj údaje o fyzikálno-mechanických vlastnostiach. Aby sa dala robiť vedecká štúdia o fáciách v St. Margarethene, bolo by potrebné podrobne spracovať početné vzorky z vertikálneho profilu celej ťaženej steny a sledovať laterálne zmeny.

Intraklasty viditeľné v mikroskope (agregátové zrná), ktoré sa vyznačujú zrastením červených rias s machovkami, foraminiferami alebo červami, sú pravdepodobne úlomky izolovaných rodolitov alebo rodolitových vrstiev. Tieto vrstvy, nazývané dlažbová fácia, rodolitová dlažba (Dullo,

1983; Steneck, 1986; Piller et al., 1996; Piller, 2000), boli zjavné v kameňolome St. Margarethen a v pamiatkach (obr. 5e – h, j – k), čo zodpovedá fácii *rhodalgal* (Hayton et al., 1995). Táto fácia sa kryje s termínom *maerl*. Sú to plošiny v dnešných moriach pokryté riasovými hľúzkami (porovnaj Pivko et al., 2017). Najčastejšia fácia vo výbrusoch (obr. 7) je zložená z rôznych fosílnych zvyškov a ich úlomkov. Takáto asociácia je najbližšia fácii *rhodechfor* (Hayton et al., 1995), ktorá je typická pre morské dno čiastočne pokryté morskými trávami alebo pre svahy pod plošinami s *rhodalgalom*.

Vo Fertőrákosi pri Šoprone sú na prvý pohľad veľmi podobné hrubozrnné až jemnozrnné karbonatické pieskovce, aké sa nachádzajú pri St. Margarethene. Vápence Fertőrákosa sa určite dostávali aj na naše územie. Poukazujú na to určité indície. Rozdiel medzi litavským vápencom zo St. Margarethenu a Fertőrákosa je v tom, že vo vápencoch z Fertőrákosu je prítomný hojný makroskopický i mikroskopický kremeň, ako je to vo viacerých vzorkách z pamiatok (tab. 2). Makroskopicky je v St. Margarethene viac dobre vyvinutých rozptýlených rodolitov, miestami sú vytvorené celé polohy rodolitov, a to takmer bez lastúrnikov. Vo Fertőrákosi sú rodolity spojené s výskytom lastúrnikov. Vo Fertőrákosi bývajú veľké zoskupenia lastúrnikov až lumachely. Väčšina skúmaných pamiatok a náhrobníkov sa podobá na lokalitu St. Margarethen. Iba malá časť má podobnosť s lokalitou Fertőrákos. Zodpovedá tomu aj využívanie lomov. Lom v St. Margarethene sa podľa listín využíval mimo svojej oblasti od konca 17. storočia (St. Margarethener Kalksandstein, 2021; Lukan, 1998), kým lom vo Fertőrákosi nadobudol význam aj mimo svojho regiónu až od polovice 19. storočia (Kieslinger, 1972; Rokob, 2008; Kiránduló, 2020; Hárs et al., 2021).

Faciálne podobný litavský vápenec z Oslipu, ale spevnený a leštiteľný (Rohatsch, 2005), sa podľa doterajších poznatkov na území Slovenska nepoužíval. V 19. storočí sa využíval vo Viedni. Na západnom Slovensku ho nahrádzal spevnený litavský vápenec z blízkej lokality z Hundsheimu s typickými sivými klastami triasových karbonátov.

Na základe dlhoročnej skúsenosti s pamiatkami a z návštev kameňolomov sa dajú nájsť typické znaky a odlišnosti jednotlivých litavských vápencov (Pivko, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014). Silne pórovité litavské vápence zo St. Margarethenu a Fertőrákosu sa dajú odlíšiť od iných litavských a podobných sarmatských vápencov používaných na Slovensku. Sú pre ne typické homogénne časti vzhľadu hrubozrnného až strednozrnného pieskovca s rozptýlenými rodolitmi a lastúrnikmi. Litavský vápenec z Devína je vzhľadovo veľmi premenlivý. Obsahuje veľa kremeňa a sivých mezozoických karbonátov. Litavský vápenec z Hainburských vrchov môže obsahovať veľké rodolity, ale je vzhľadovo premenlivý, je viac spevnený, s premenlivým obsahom sivých, žltých, prípadne ružových mezozoických karbonátov. Litavský vápenec z Mannersdorfu v Litavských vrchoch je dominantne riasový a slabo pórovitý. V neďalekom Kaisersteinbruchu má navyše veľkú prímes makroskopického kremeňa a kremenných hornín. Sarmatský vápenec z Breitenbrunnu v Litavských vrchoch je veľmi podobný na jemné variety zo St. Margarethenu, ale neobsahuje ježovky a má veľký obsah základnej hmoty. Sarmatské vápence z Wolfsthalu a okolia Budapešti majú veľký obsah ooidov.

### *Vápencové diela v priestore a čase*

Rozmiestnenie miest s verejným využitím sa na mape Slovenska (obr. 2) zmenšuje so vzdialenosťou od kameňolomov. Dôvody sú ekonomické. V blízkosti Trnavy a Nitry je ich menej pre konkurenciu s karbonatickým zlepencom z Dobrej Vody (dobrovodský zlepenec) a s pieskovcom z okolia Piešťan (piešťanský pieskovec) (porovnaj Pivko, 2014; Šimon et al., 2018).

Grafy využitia vápencov na verejné budovy a sochy v čase (tab. 3 a 4) sú ovplyvnené zvetraním výrobkov a ich zničením. Čím ideme ďalej do minulosti, tým menej výrobkov sa zachovalo. Miera úbytku však nie je známa.

Grafy pamiatok v čase po 50 rokoch (tab. 3) sú málo výpovedné, preto sa budeme zaoberať len grafmi po 5 rokoch, ktoré lepšie odrážajú historické udalosti. Graf verejných diel (tab. 4) ukazuje pomalý rozbeh využívania vápencov zo St. Margarethenu (prípadne Fertőrákosu) v 2. polovici 17. storočia. Pravdepodobnou príčinou bola nepokojná situácia: Turci na Slovensku, stavovské povstania (Rákoci I, Tököli, Rákoci II). Po Szatmárskom mieri (1711) a nastúpení Karola VI. na rakúsky trón (1712 – 1740) sa situácia upokojila a početnosť využitia vápencov sa zvyšovala. Ešte vyšší, dokonca najvyšší počet bol za vládnutia Márie Terézie (1740 – 1780). Obidvaja panovníci podporovali rekatolizáciu, ktorá bola spojená s podporou stavieb kostolov a stĺpov. Zníženie produkcie v polovici 18. storočia bolo asi spôsobené ohrozením monarchie vojnami s Pruskom a Francúzskom. Prudké zníženie počtu vápencových diel po roku 1780 pravdepodobne súvisí so zrušením jezuitov (1773), Tolerančným patentom (1781) a zrušením mnohých reholí Jozefom II. (1780 – 1790). Nižší počet v 1. polovici 19. storočia možno súvisí s napoleonskými vojnami (1803 – 1815), cholerovou epidémiou (1831) a revolučným rokom 1848. Rastúci počet bol v 2. polovici 19. storočia až do 1. svetovej vojny za vlády cisára Františka Jozefa. Pravdepodobne to súvisí so stabilnejšou politickou situáciou a rozvojom ekonomiky a techniky. Medzi svetovými vojnami bolo len málo použití na verejných budovách a sochách vplyvom konkurencie s českým hořickým pieskovcom.

Graf vyhotovenia súkromných náhrobníkov (tab. 4) je iný ako v prípade verejných budov a sôch. Obľuba voľne umiestnených honosných náhrobníkov sa začala u vyššej a neskôr aj strednej triedy až v 19. storočí. Predtým to boli zriedkavé platne na dlažbe a na stenách kostolov. Podľa grafu vrchol produkcie náhrobníkov bol na začiatku 20. storočia. Môže to byť odrazom čiastočne strojovej výroby náhrobníkov. Produkcia postupne klesala do polovice 20. storočia. Spôsobil to aj prísun hořického pieskovca a iných dekoračných kameňov z Čiech.

Zo širokého využitia vápenca zo St. Margarethenu až v 17. storočí (Kieslinger, 1949) sa vymyká oltár v Kostole sv. Juraja vo Svätom Jure. Táto významná renesančná pamiatka, ktorá je približne z roku 1519, pochádza pravdepodobne z viedenskej kamenárskej dielne (Rusina, 2009). Oltár bol vytesaný z jemného vápenca podobného

na sarmatskú lokalitu Breitenbrunn, ako sa o tom zmieňuje aj Kresánek (2009). Tento vápenec sa v danom období využíval na jemné práce, napr. na známu gotickú kazateľnicu v Dóme sv. Štefana vo Viedni. Vo Svätom Jure však vápenec obsahuje rozptýlené rodolity veľké až niekoľko centimetrov, ktoré navádzajú na myšlienku o ich pôvode z lokality St. Margarethen. Tá sa však podľa listín začala ťažiť až v 17. storočí na vývoz mimo oblasti, aj keď na miestnu potrebu už v 13. storočí (Kieslinger, 1949). V roku 1434 prevzali grófi zo Svätého Jura a Pezinka mesto Rust pri Neziderskom jazere. To znamenalo výrazný rozvoj vinárstva. Začiatkom 16. storočia v Ruste prebiehala výrazná stavebná činnosť (Prickler, 1985). Rust je vzdialený len 3 km od lomov v St. Margarethene. Grófi mohli kameň z okolia využiť ako zdroj na vyhotovenie oltára vo Svätom Jure. Inou možnosťou je použitie pravdepodobne bádenského vápenca s rodolitmi, ktorý sme videli v dolnej časti sarmatského lomu v Breitenbrunne.

Inou pamiatkou, ktorá predbieha využívanie vápencov zo St. Margarethenu, sú kamenné prvky použité na renesančnej kúrii (Turecký dom, múzeum) v Senci zhruba z roku 1556 (*Register nehnuteľných NKP,* 2021). Sú vytesané z pórovitého, veľmi hrubozrnného litavského vápenca s ojedinelými lastúrnikmi a rodolitmi.

### *Poškodenia diel z vápencov*

V dôsledku poškodenia a úbytku hmoty sa mnohé pamiatky a náhrobníky nezachovali. Najviac k tomu prispelo umiestnenie v exteriéri, vystavenie zmenám teploty, vlhkosti, skupenským zmenám vody a solí, ako aj organické pôsobenie siníc, baktérií, rias, lišajníkov a machov.

Degradácia historických kamenných výrobkov z pórovitých vápencov na Slovensku je podobná na tú, ktorú výstižne opísali Martino (2016), Török (2005), Pereira de Oliveira et al. (2011) a Rodrigues (2015). Na povrchu výrobku z pórovitého vápenca sa so zrážkovou vodou sprvoti zachytávajú prachové častice z pôdy a znečistenia (rôzne organické a anorganické látky a ióny) a bunky siníc (prípadne jednobunkových rias), ktoré sú pionierskymi autotrofnými kolonizátormi. Sinice produkujú mimobunkovú polymerickú látku (EPS – *extracellular polymeric substance*), na ktorú sa lepia ďalšie častice prachu a tým sa tvorí biofilm. Ten dozrieva, keď sa do biofilmu dostávajú sekundárni heterotrofní kolonizátori, napr. baktérie a huby. Časom sa vo vlhkom prostredí vytvoria čierne kôry, povlaky. Ich farba je výsledkom prichytenia uhlíkových čiastočiek z výfukových plynov, iných čiastočiek prachu, pigmentu siníc a čiernych vláknitých húb. Zelené povlaky sú výsledkom prevahy rias. Neskôr sa na biofilmy uchytia aj lišajníky a machy. Autotrofné organizmy produkujú $CO_2$, ktorý vedie k vzniku kyseliny uhličitej degradujúcej karbonáty. Lišajníky biodegradujú aj polyfenolovými a chelatačnými zlúčeninami. Lišajníky a machy degradujú horninu aj mechanicky prenikaním do pórov a trhlín. Čierne huby narušujú povrch biojamkovaním (*biopitting*). Ide o chemické a mechanické pôsobenie. Huby a baktérie produkujú organické a anorganické kyseliny s chemickým účinkom. Baktérie oxidujúce síru a nitrifikačné baktérie sú hlavnými producentmi kyseliny sírovej a kyseliny dusičnej. Rast kryštálov solí pôsobí na vápence mechanicky. Okrem typu mikroorganizmov je kľúčovým faktorom biodeteriorácie aj samotná tvorba biofilmu. EPS môže vytvárať mechanické namáhanie (*stress*) kameňa cez póry minerálnej štruktúry a modifikovať cirkuláciu vody v materiáli a jeho citlivosť na zmeny teploty. Niekoľko biofilmových a bunkových zložiek, ako sú aniónové exopolyméry, peptidy a cukrové kyseliny, sa podieľa na rozpúšťaní iónov z minerálov. To v nich vyvoláva koróziu. Ostatné bunkové zložky, ako sú fosfolipidy, majú emulgačný účinok, ktorý sa podieľa na biodegradácii nerozpustných zlúčenín, ako je pyrit. Čierna kôra sa stáva málo priepustnou pre vodu, pod ňou sa hromadí málo súdržná vrstva so síranmi. To časom vedie k odlupovaniu čiernej vrstvy a vrstiev pod ňou. Bariérou, za ktorou sa hromadí voda, sú aj olejové nátery.

## Záver

Litavský vápenec zo St. Margarethenu v sv. Rakúsku a menej z Fertőrákosu v sz. Maďarsku bol identifikovaný na zhruba 200 pamiatkach zvlášť západného Slovenska, najviac Bratislavského kraja a Trnavského kraja. Len na bratislavských cintorínoch sa našlo 380 náhrobníkov z tohto vápenca.

Makroskopický aj mikroskopický rozbor potvrdil, že charakteristickým znakom vápencov zo St. Margarethenu a Fertőrákosu je pomerne homogénny vzhľad hrubozrnného až strednozrnného, silne pórovitého pieskovca. Silne pórovitý (3 – 25 %) litavský vápenec je zložený z prevahy hľúzok červených rias (17 – 62 %) nad inými fosíliami (11 – 44 %). Z ostatných fosílií vo vzorkách z pamiatok dominujú foraminifery so sklovitou stenou a úlomky ježoviek. Menej zastúpené sú foraminifery s porcelánovou stenou, machovky a úlomky lastúrnikov. V malej miere sú prítomné aglutinované foraminifery, rúrky červov, ostrakódy a veľké foraminifery. Vzorky majú premenlivý obsah intraklastov, až do 37 %. Zrná sú najviac pospájané obalovým kalcitovým tmelom. V litavskom vápenci bývajú rozptýlené rodolity s prevažujúcou veľkosťou okolo 5 cm a prierezy pektenoidov a ustríc, čo tento typ vápenca odlišuje od iných litavských vápencov a podobných sarmatských vápencov. V lome v St. Margarethene prevládajú rodolity a v lome vo Fertőrákosi lastúrniky. Tam je viditeľný aj makroskopický kremeň. Vo väčšine realizovaných diel sa dali nájsť rozptýlené riasové hľúzky, rodolity a prierezy lastúrnikov.

Iné litavské vápence využívané na Slovensku sú buď silne spevnené tmelom s malou pórovitosťou (Hainburg, Mannersdorf, Kaisersteinbruch), a/alebo obsahujú vysokú prevahu rias (Mannersdorf, Kaisersteinbruch), a/alebo majú makroskopické úlomky sivých, žltých, prípadne ružových karbonátov (Hainburg, Devín). Sarmatský vápenec z Breitenbrunnu v Litavských vrchoch je veľmi podobný na jemné variety zo St. Margarethenu, ale neobsahuje ježovky a má veľký obsah základnej hmoty. Sarmatské vápence z Wolfsthalu a okolia Budapešti majú veľký obsah ooidov.

Veková analýza pamiatok umožnila zistiť, že litavské vápence zo St. Margarethenu a v menšej miere z Fertőrákosu boli od 2. polovice 17. storočia do stredu 20.

storočia jednými z najpoužívanejších vápencov na západnom Slovensku, a to vďaka ľahkému opracovaniu, možnosti jemných detailov, relatívne homogénnemu vzhľadu a podobným vlastnostiam v celom objeme bloku. Boli vhodné na rozličné kamenné články a sochy. Využívali sa v interiéri aj exteriéri, ale nie priamo položené na zemi. Časovou výnimkou môže byť ich použitie v 16. storočí vo Svätom Jure a v Senci. Vrcholom používania na verejné budovy a sochy boli zhruba roky 1745 až 1780, keď vládla Mária Terézia, a roky 1880 až 1915, keď bola relatívna prosperita a začala sa strojová výroba. V prípade tvorby náhrobníkov z litavských vápencov je posun vrcholu medzi roky 1905 a 1925. V 20. storočí litavské vápence ustúpili konkurencii českých dekoračných kameňov.

Po 100 až 300 rokoch sú mnohé objekty z vápenca silne porušené, mnohé prešli reštaurovaním. Pórovité vápence sú v exteriéri s veľkou vlhkosťou v tieni vystavené zvetrávaniu. Vedie to k úbytku hmoty odlupovaním, výkvetu síranov, tvorbe čiernych kôr z mikroskopických organizmov a kolonizácii lišajníkmi a machmi.

## Poďakovanie

Publikácia vznikla s podporou projektov APVV-20--0079 a VEGA 2/0013/20. Za inšpiráciu k článku a mnohé vylepšenia ďakujem Dr. Ondrejovi Pelechovi, ako aj recenzentom Dr. Ivanovi Baráthovi a Dr. Klementovi Fordinálovi za cenné pripomienky. Za trpezlivosť vďačím manželke Marte a synom Jánovi a Pavlovi a za pomoc predovšetkým Bohu.

## Literatúra

Bellwood, D. R. a Schultz, O., 1991: A Review of the Fossil Record of the Parrotfishes (Labroidei: Scaridae) with a Description of a New Calotomus Species from the Middle Miocene (Badenian) of Austria. Ann. Naturhist. Mus., 92A, 55 – 71.

Bildhauersymposion St. Margarethen, 2014: Veranstaltung im Bildhauerhaus am 6. April 2014. Dostupné online: https://bildhauersymposion.wordpress.com/2014/03/18/baukultur-literatur-im-bildhauerhaus-st-margarethen-am-6-april/.

Buran, D., 2003: Gotika. Dejiny slovenského výtvarného umenia. Bratislava, Slovenská národná galéria, Slovart, 879 s.

Chanet, B. a Schultz, O., 1994: Pleuronectiform fishes from the Upper Badenian (Middle Miocene) of St. Margarethen (Austria). Ann. Naturhist. Mus. Wien, Ser. A Mineral. Petrogr., Geol. Paläont., Anthropol. Prähist., 96, 95 – 115.

Czjzek, J., 1852: Geologische Verhältnisse der Umgebungen von Hainburg, des Leithagebirges und der Ruster Berge. Jb. K.-Kön. geol. Reichsanst., 3/4, 35 – 55.

Dullo, W. C., 1983: Fossildiagenese im miozänen Leithakalk der Paratethys von Österreich: Ein Beispiel für Faunenverschiebungen durch Diageneseunterschiede. Facies, 8, 1 – 112.

Fertőrákosi Kőfejtő és Barlangszínház, 2021: Dostupné online: https://www.fertorakosikofejto.hu/en.

Fuchs, W., 1965: Geologie des Ruster Berglandes (Burgenland). Jb. Geol. Bundesanst., 108, 155 – 194.

Gorjanović-Kramberger, D., 1902: Palaeoichthyologische Beiträge. Mitt. Geol. Anst. Budapest, 14, 1, 1 – 21.

Gustav Hummel GmbH, 2021: Steinmetz- und Steinbruchbetriebe. Dostupné online: https://www.hummel-stein.at/.

Harminc, I. (ed.), 1967: Súpis pamiatok na Slovensku I – III. Bratislava, Obzor, 531 + 563 + 582 s.

Hárs, J., Jászberényi, F a Néa, S., 2021: Kő kövön marad. Fertőrákos. Kézikönyvtár – Száz Magyar Falu. Dostupné online: www.arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/SzazMagyarFalu-szaz-magyar-falu-1/fertorakos-4539/ko-kovon-marad-46C0/.

Harzhauser, M. a Piller, W. E., 2007: St. Margarethen: Der vielfältigste unter den Steinbrüchen. In: Hofmann, T. (ed.): Wien, Niederösterreich, Burgenland. Wanderungen in der Erdgeschichte, 22, 165 – 168.

Hayton, S., Nelson, C. S. a Hood, S. D., 1995. A skeletal assemblage classification system for non-tropical carbonate deposits based on New Zealand Cenozoic limestones. Sedimentary Geol., 100, 123 – 141.

Häusler, H., Figdor, H., Hammerl, C., Kohlbeck, F., Lenhardt, W. a Schuster, R., 2010: Erläuterungen zur Geologischen Karte 78 Rust. Geologische Karte der Republik Österreich 1 : 50 000, 191 s.

Holčík, Š. a Rusina, I., 1987: Umenie Bratislavy. Bratislava, Tatran, 416 s.

Holzer, R., Durmeková, T. a Laho, M., 2004: Ancient building stone sources of Bratislava's monuments. Dimension Stone 2004: New Perspectives for a Traditional Building Material. A. A. Balkema, 51 – 56.

Kapounek, J., 1939: Geologische Verhältnisse der Umgebung von Eisenstadt (Burgenland). Jb. Geol. Bundesanst., 88, 49 – 102.

Keferstein, C., 1828: Beobachtungen und Ansichten über die geognostischen Verhältnisse der nördlichen Kalk-Alpenkette in Oesterreich und Baiern. Teutschland, geognostisch-geologisch dargestellt und mit Charten und Durchschnittszeichnungen erläutert, Weimar, 5, 3, 425 s.

Kieslinger, A., 1949: Die Steine von St. Stephan. Wien, Herold, 486 s.

Kieslinger, A., 1951: Gesteinskunde für Hochbau und Plastik. Fachkunde für Steinmetzen, Bildhauer, Architekten und Baumeister. Wien, Österr. Gewerbeverlag, 200 s.

Kieslinger, A., 1972: Die Steine der Wiener Ringstrasse. Ihre technische und künstlerische Bedeutung. Die Wiener Ringstrasse: Bild einer Epoche. Wiesbaden, Franz Steiner, 665 s.

Kiránduló, K., 2020: Séta egy őstenger alatt és felett – Fertőrákos, kőfejtő. https://kirandulo.reblog.hu/seta-egy-ostenger-alatt-es-felett-fertorakos-kofejto.

Kováč, M., Andreyeva-Grigorovich, A., Bajraktarević, Z., Brzobohatý, R., Filipescu, S., Fodor, L., Harzhauser, M., Nagymarosy, A., Oszczypko, N., Pavelić, D., Rögl, F., Saftić, B., Sliva, Ľ. a Studencka, B., 2007: Badenian evolution of the Central Paratethys Sea: paleogeography, climate and eustatic sea-level changes. Geol. Carpath., 58, 6, 579 – 606.

Kresánek, P., 2009: Slovensko. Ilustrovaná encyklopédia pamiatok. Bratislava, Simplicissimus, 984 s.

Kröll, A., Gnojek, I., Heinz, H., Jiříček, R., Meurers, B., Seiberl, W., Steinhauser, P., Wessely, G. a Zych, D., 1993: Karten mit Erläuterungen zu den Karten über den Untergrund des Wiener Beckens und der angrenzenden Gebiete. Geologische Themenkarten der Republik Österreich, 1 : 200 000, 22 s.

Laho, M., 2007: Vlastnosti a hodnotenie prírodného stavebného kameňa na historických objektoch v Bratislave a okolí. Dizertačná práca. Manuskript. Bratislava, archív PriF UK, 153 s.

Lukan, K., 1998: Burgenlandbuch. Kulturhistorische Wanderungen. Wien, Pichler Verlag, 278 s.

Martino, P. D., 2016: What About Biofilms on the Surface of Stone Monuments? The Open Conference Proc. J., 7, 14 – 28.

Mlíkovský, J., 1998: A new loon (Aves: Gaviidae) from the middle Miocene of Austria. Ann. Naturhist. Mus. Wien, 99A, 331 – 339.

Nováková, P., Rybár, S., Šarinová, K., Nagy, A., Hudáčková, N., Jamrich, M., Teodoridis, V., Kováčová, M., Šujan, M., Vlček, T. a Kováč, M., 2020: The late Badenian-Sarmatian

(Serravallian) environmental transition calibrated by sequence stratigraphy (eastern Danube Basin, Central Paratethys). Geol. Carpath., 71, 4, 291 – 313.

Papp, A. a Steininger, F., 1978: Holostratotypus: Baden-Sooss. In: Papp, A., Cicha, I., Seneš, J. a Steininger, F. (eds.): M4-Badenien (Moravien, Wielicien, Kosovien). Chronostratigraphie und Neostratotypen, 6, 158 – 168.

Pereira de Oliveira. B., de la Rosa, J. M., Miller, A. Z., Saiz-Jimenez, C., Gómez-Bolea, A., Sequeira Braga, M. A. a Dionísio, A., 2011: An integrated approach to assess the origins of black films on a granite monument. Environmental Earth Sci. 63, 1 677 – 1 690.

Piller, W., Decker, K. a Haas, M., 1996: Sedimentologie und Beckendynamik des Wiener Beckens Exkursion A1. Exkursionsführer Sediment 96. Sedimentologentreffen. Wien, BGBA, 33, 41 s.

Piller, W. E., 2000: St. Margarethen – Römersteinbruch bzw. Steinbruch Hummel. In: Schönlaub, H. P. (ed.): Geologie der Österreichischen Bundesländer: Burgenland. Erläuterungen zur Geologischen Karte des Burgenlandes 1 : 200 000. Wien, Geol. Bundesanst., 81 – 82.

Pivko, D., 2009: Exkurzia E: Exkurzia po kameňoch centra Bratislavy. Spoločný geologický kongres Českej a Slovenskej geologickej spoločnosti. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 252 – 262.

Pivko, D., 2010: Významné horniny používané ako opracované kamene v historických pamiatkach Slovenska. Miner. Slov., 42, 2, 241 – 248.

Pivko, D., 2012: Zdroje kamenného materiálu na historické stavby na hradnom vrchu v Bratislave. Monumentorum tutela, Pamiatkový úrad SR, Bratislava, 24, 179 – 196.

Pivko, D., 2013: Stavebné a dekoračné kamene stredovekých kostolov a kláštorov v Bratislave. FUMA 7, Archaia Brno, Národní památkový ústav, 174 – 185.

Pivko, D., 2014: Petrografia a pôvod použitých hornín na vybraných pamiatkach. In: Šimon, P., Pilný, I., Repáň, M., Pivko, D., Pilná, Ľ. a Babiková, I.: Mariánske a trojičné stĺpy v premenách času. Trnavský kraj. Nitra, Castellum, 66 – 99.

Pivko, D., Hudáčková, N., Hrabovský, J., Sládek, I. a Ruman, A., 2017: Palaeoecology and sedimentology of the Miocene marine and terrestrial deposits in the "Medieval Quarry" on Devínska Kobyla Hill (Vienna Basin). Geol. Quart., 61, 3, 549 – 568.

Pivko, D., 2018: Extraction methods in historical quarries in Slovakia and nearby areas for dressed stone products. Acta Geol. Slov., 10, 2, 105 – 131.

Prickler, H., 1985: Rust. Kommentar zur Siedlungsgeschichte. Österreichischer Städteatlas, 2. Lieferung, https://www.arcanum.com/en/online-kiadvanyok/OsterreichischerStadtatlas-osterreichischer-stadteatlas-1/rust-3BB5/kommentar-3BD5/ 4.5.2022.

Püspöki kőfejtő. Geológiai ismertető, 2009: Informačná tabuľa v kameňolome Fertőrákos. Magyar geológiai szogálat.

Register nehnuteľných NKP, 2021: Bratislava, Pamiatkový úrad SR [cit. 2022-07-12]. Dostupné online: www.pamiatky.sk/PO/po.

Rodrigues, J. D., 2015: Defining, mapping and assessing deterioration patterns in stone conservation projects. J. Cultur. Heritage, 16, 3, 267 – 275.

Rohatsch, A., 2005: Neogene Bau- und Dekorgesteine Niederösterreichs und des Burgenlandes. In: Schwaighofer, B. a Eppersteiner, W. (eds.): Reihe: Nutzbare Gesteine von Niederösterreich und Burgenland, Band: „Junge" Kalke, Sandsteine und Konglomerate – Neogen. Mitt. IAG BOKU, Wien, 9 – 76.

Rokob, K., 2008: Kőbányászat a nyugati végeken. Évtizedek, évszázadok, évmilliók. Élet Tudomány, 5, 144 – 146.

Römersteinbruch St. Margarethen, 2006: Dostupné online v roku 2006: http://www.ofs.at/infosaz/roemersteinbruch.htm.

Rozgonyi, N., 2002: Verwitterungsbeständigkeit der groben Kalksteine an historischen Bauwerken unter dem Einfluss von Salzkristallisation und Schwarzkrustenbildung (PhD Thesis Budapest). Budapest Univ. Technol. Econ., 99 s.

Rozgonyi-Boissinot, N., Pápay, Z. a Török, Á., 2021: Correlation between various mechanical properties of porous limestones from Hungary. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 833, 1, 8 s.

Rusina, I. (ed.), 2009: Renesancia. Umenie medzi neskorou gotikou a barokom. Bratislava, Slovenská národná galéria. Bratislava, Slovart, 993 s.

Selmeczi, I., 2009: Fertőrákos, Püspöki-kőfejtő. In: Budai, T. a Gyalog, L. (eds.): Magyarország földtani atlasza országjáróknak. Magy. áll. földt. Intéz., 102.

Schafarzik, F., 1909: Detaillierte Mitteilungen über die auf dem Gebiete des Ungarischen Reiches befindlichen Steinbrüche, Übertragung aus dem ungarischen Original von 1904 durch den Chefgeologen der Königlich-ungarischen geologischen Reichsanstalt mit detaillierten Angaben zu Fundorten und Eigenschaften. Budapest, 545 s.

Schmidt, W. J., 1955: Die tertiären Würmer Österreichs. Denkschriften (Österr. Akad. Wiss.), math.-naturwiss. Kl., 109, 5 – 121.

Schmid, H. P., Harzhauser, M., Kroh, A., Coric, S., Rögl, F. a Schultz, O., 2001: Hypoxic Events on a Middle Miocene Carbonate Platform of the Central Paratethys (Austria, Badenian, 14 Ma). Ann. Naturhist. Mus. Wien, 102A, 1 – 50.

Steneck, R. S., 1986: The ecology of coralline algal crusts: convergent patterns and adaptative strategies. Annu. Rev. Ecol. Syst., 17, 273 – 303.

St. Margarethen, 2017: Österreich-Lexikon. Dostupné online: https://austria-forum.org/af/AEIOU/St._Margarethen_im_Burgenland.

St. Margarethener Kalksandstein, 2021: Wikipedia: The Free Encyclopedia. Wikimedia Foundation, Inc. Dostupné online: https://de.wikipedia.org/wiki/St._Margarethener_Kalksandstein.

Šimon, P., Pilný, I., Pivko, D., Rössnerová, A., Bábiková, I., Geričová, Ž. a Pilná, Ľ., 2018: Mariánske a Trojičné stĺpy v premenách času. Nitriansky kraj. Nitra, Castellum, 264 s.

Török, Á., 2005: Gypsum-induced Decay on Limestone Buildings in the Urban Environment of Budapest. Restoration of Buildings and Monuments. Bauinstandsetzen Baudenkmalpflege, 11, 2, 1 – 8.

Török, Á., Rozgonyi, N., Prikryl, R. a Prikrylová, J., 2004: Leithakalk: the ornamental and building stone of Central Europe, an overview. Dimension stone. Rotterdam, Balkema, 89 – 93.

Tollmann, A., 1955: Das Neogen am Nordwestrand der Eisenstädter Bucht. Wiss. Arb. Burgenl., 10, 1 – 75.

Udin, A. R., 1964: Die Steinbrüche von St. Margarethen (Burgenland) als fossiles Biotop. I. Die Bryozoenfauna. Sitz.-Ber. Österr. Akad. Wiss., math.-naturwiss. Kl., 1, 173, 8 – 10, 383 – 439.

Vavra, N., 1978: The Frondiporidae (Cyclostomata, Bryozoa) of the Austrian Neogene. Ann. Naturhist. Mus. Wien, 81, 237 – 252.

Vávra, N., 1979: Die Bryozoenfaunen des österreichischen Tertiärs. Neu. Jb. Geol. Paläont., Abh., 157, 3, 366 – 392.

Vendel, M., 1964: Kirándulásvezető a Magyarhoni Földtani Társulat Nyugatmagyarországi Vándorgyűléséhez. In: Tudományos dolgozatok. Sopron, Vendel Miklós, 19 – 29.

Vendel, M., 1972: Sopron város és környéke földtani felépítésének vázlata. Kézirat. Budapest, MÁFI, 1 – 23.

Wessely, G., 1993: Das Pannonische Becken einschließlich des Mattersburger Beckens (Burgenland). In: Erdöl und Erdgas in Österreich, Veröff. Naturhist. Mus. Wien, Neue Folge, 19, 371 – 378.

Wiedl, T., 2015: The middle Miocene Leitha Mountains carbonate platform (Vienna Basin, Austria) – a palaeoenvironmental archive at the margin of the tropical reef belt. A thesis submitted to the Inst. Earth Sci. Karl-Franzens Univ. Graz, 158 s.

Winkler von Hermaden, A., 1926: Zur geomorphologischen und geologischen Entwicklungsgeschichte der Ostabdachung der Zentralalpen in der Miozänzeit. Geol. Rdsch., 17, 36 – 68, 196 – 217.

## Summary

Leitha limestone from St. Margarethen in NE Austria and a fewer from Fertőrákos in NW Hungary were identified at about 200 monuments, especially in western Slovakia, mostly in the Bratislava region and Trnava region. Much tombstones from this limestone were found in the Western Slovakia, 380 in the Bratislava cemeteries.

Macroscopic and microscopic analysis confirmed that a characteristic feature of limestone from St. Margarethen and Fertőrákos is a relatively homogeneous appearance of coarse-grained to medium-grained strongly porous sandstone. Strongly porous (3–25 %) Leitha limestone is composed of a predominance of red algae nodules (17–62 %) over other fossils (11–44 %). The fossils in the monument samples are dominated by foraminifers with a hyaline wall and sea urchin fragments. Foraminifers with a porcelaneous wall, bryozoans, bivalve fragments, agglutinated foraminifers, worm tubes, ostracods and large foraminifers are a fewer presented. The samples contain a variable intraclast content up to 37 %. The grains are mostly bonded with a calcite cement. The Leitha limestones contain scattered rhodolithes with a size about 5 cm and cross-sections of pectenoids and oysters, which distinguish this type of limestone from other Leitha limestones and similar Sarmatian limestones. Rhodolithes dominate in the St. Margarethen quarry and shells in Fertőrákos quarry, where macroscopic quartz is also visible. Scattered rhodolithes and shell sections could be found in most realizations.

Other Leitha limestones used in Slovakia are either strongly lithificated with low-porosity cement (Hainburg, Mannersdorf, Kaisersteinbruch) and/or contain a high predominance of algae (Mannersdorf, Kaisersteinbruch) and/or macroscopic fragments of grey, yellow or pink carbonates (Hainburg, Devín). The Sarmatian limestone from Breitenbrunn in the Leithagebirge foothills is very similar to the fine varieties from St. Margarethen, but they do not contain sea urchins and contain a high matrix content. The Sarmatian limestones from Wolfsthal and the Budapest area have high content of ooids.

The age analysis of the monuments revealed, the Leitha limestones from St. Margarethen and to a fewer extent from Fertőrákos originated from the 2nd half of the 17th century to the middle of the 20th century. The limestones are the most used in the Western Slovakia for its light workability and relatively homogeneous appearance and similar properties throughout the block. They were used indoors and outdoors but not directly on the ground. An age exception could be the use in the 16th century in Svätý Jur and Senec. The peak of use for public buildings and statues was around 1745 to 1780 (reign of Maria Theresa), and about 1880 to 1915 (time of relative prosperity and start of machine production). The tombstones from Leitha limestones shifts to a peak between 1905 and 1925. In the 20th century, the Leitha limestones were pushed out by the competing Czech decorative stones.

After 100 to 300 years, many limestone buildings and monuments are severely damaged, many have undergone restoration. Porous limestones are exposed to weathering in the exterior with high humidity in the shade, which leads to mass loss by flaking, sulphate efflorescence, black crusts from microscopic organisms and a colonization by lichens and mosses.

Rukopis doručený: 27. 5. 2022
Revidovaná verzia doručená: 30. 9. 2022
Rukopis akceptovaný redakčnou radou: 5. 12. 2022

# Správa o zemetrasení pri Banskej Bystrici 6. apríla 2022

## *Report on the earthquake near Banská Bystrica on April 6, 2022*

Kristian Csicsay[1,*], Andrej Cipciar[1, 2], Ján Madarás[1], Lucia Fojtíková[1], Peter Pažák[1] a Róbert Kysel[1, 2]

[1]Ústav vied o Zemi SAV, v. v. i., Dúbravská cesta 9, 840 05 Bratislava
[2]Fakulta matematiky, fyziky a informatiky UK, Mlynská dolina F1, 842 48 Bratislava
*kristian.csicsay@savba.sk

© Autori 2022. Vydal ŠGÚDŠ. Licencia Creative Commons BY 4.0. (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
https://doi.org/10.56623/gps.138.5

***Abstrakt.*** V správe prezentujeme geofyzikálnu a geologickú interpretáciu slabého zemetrasenia, ku ktorému došlo 6. apríla 2022 o 19.04 hod. LSEČ (17.04 hod. UTC) s epicentrom medzi Šalkovou (miestna časť Banskej Bystrice) a Slovenskou Ľupčou. Lokálne magnitúdo zemetrasenia bolo stanovené na $M_L$ = 2,1 a na základe 101 makroseizmických dotazníkov z 21 lokalít na území Slovenska bola určená epicentrálna intenzita $I_0$ = 4° EMS-98. Vypočítaný ohniskový mechanizmus zemetrasenia má extenzný charakter na zlome približne východno-západného smeru, čo podporuje teóriu o extenznom (poklesovom) režime tektonických jednotiek v zlomovej zóne čertovickej línie.

***Kľúčové slová:*** zemetrasenie, epicentrum, magnitúdo, pokles, čertovická línia

***Abstract.*** We present seismological and geological interpretations of the weak earthquake that occurred on April 6th, 2022 with epicentre between Šalková (suburb of Banská Bystrica) and Slovenská Ľupča. The local magnitude of the event was $M_L$ = 2.1. The earthquake was macroseismically observed in 21 localities (101 reports) on the territory of Slovakia with epicentral intensity 4° EMS-98. The estimated focal mechanism indicates a normal fault in approximately E-W direction. This favours the theory of an extension regime in the Čertovica tectonic zone.

***Key words:*** earthquake, epicentre, magnitude, normal fault, Čertovica tectonic zone

## Úvod

Dňa 6. apríla 2022 štyri minúty po 19. hodine LSEČ pocítili obyvatelia Banskej Bystrice a okolia na pár sekúnd účinky slabého zemetrasenia. Najmä v okolí epicentra bol prírodný jav sprevádzaný aj zvukovým efektom akoby prasknutia.

Horehronie patrí (v podmienkach Západných Karpát) medzi seizmicky aktívne oblasti Slovenska. Slabé zemetrasenia v tejto ohniskovej zóne nie sú zriedkavým javom. Národná sieť seizmických staníc (NSSS) prevádzkovaná Ústavom vied o Zemi Slovenskej akadémie vied (ÚVZ SAV, v. v. i.) ročne zaznamenáva v danej oblasti niekoľko zemetrasení (Cipciar et al., 2022; Csicsay et al., 2018). Z historických prameňov vieme, že v okolí Banskej Bystrice boli v minulosti zaznamenané na slovenské pomery aj stredne silné zemetrasenia (Réthly, 1952).

### *História seizmicity Horehronia*

Ohnisková zóna Horehronie sa dá definovať ako širšie územie od Banskej Bystrice až po Brezno a jej aktivita je pravdepodobne úzko viazaná na zlomovú zónu čertovickej línie.

Najznámejším historickým zemetrasením v okolí Banskej Bystrice je zemetrasenie z 5. júna 1443 (s epicentrom pri Kremnici, no lokalizácia epicentra vykazuje neurčitosť 50 km). Zemetrasenie napríklad vážne poškodilo hrad Slovenská Ľupča, čo bolo dokladované archeologickým a architektonicko-historickým výskumom pri nedávnej obnove hradu (našiel sa deštrukčný horizont, časovo stotožnený so zemetrasením v roku 1443; Homola a Tomeček, 2018). Epicentrálna makroseizmická intenzita dosiahla hodnotu 8° EMS-98, čo pri prepočte na momentové magnitúdo dáva približnú hodnotu 5,9 (Labák, 1996).

Pri zemetrasení 11. júla 1830 s epicentrom pri Ľubietovej bol poškodený miestny kostol a dnes už zaniknutý mestský hrad (Molnár, 1955). Epicentrálna makroseizmická intenzita dosiahla hodnotu 7° EMS-98, čo pri prepočte na momentové magnitúdo dáva približnú hodnotu 4,6 (Labák, 1996).

Zemetrasenie 7. júna 1989 s epicentrom medzi Dúbravicou a Povrazníkom (okres Banská Bystrica) prebudilo obyvateľov zo spánku o pol tretej nadránom. Pri zemetrasení bolo ľahko poškodených niekoľko panelových domov na sídliskách. Epicentrálna makroseizmická intenzita dosiahla hodnotu 5 – 6° EMS-98, čo pri prepočte na momentové magnitúdo dáva približnú hodnotu 4,1 (Cipciar et al., 2022). Zaujímavé bolo aj zemetrasenie 2. mája 2008 okolo šiestej hodiny ráno západne od Banskej Bystrice s lokálnym magnitúdom 1,2. Toto zemetrasenie bolo tiež pocítené makroseizmicky (SITA, 2. 5. 2008).

Posledné zemetrasenie na Horehroní, pri ktorom vznikli aj menšie škody na majetkoch (poškodené komíny, vlásočnicové trhliny v stenách atď.), bolo 3. novembra 2015 v popoludňajších hodinách s epicentrom pri obci Predajná neďaleko od Brezna. Lokálne magnitúdo zemetrasenia bolo 3,2 a epicentrálna intenzita dosiahla hodnotu 5 – 6° EMS-98 (Cipciar et al., 2022).

Zoznam pocítených zemetrasení z ohniskovej oblasti Horehronie za ostatných 10 rokov (Cipciar et al., 2022):

3. 11. 2015 lokálne magnitúdo 3,2
epicentrum pri Brezne

15. 4. 2017 lokálne magnitúdo 1,6
epicentrum pri Banskej Bystrici

15. 4. 2017 lokálne magnitúdo 1,4
epicentrum pri Banskej Bystrici

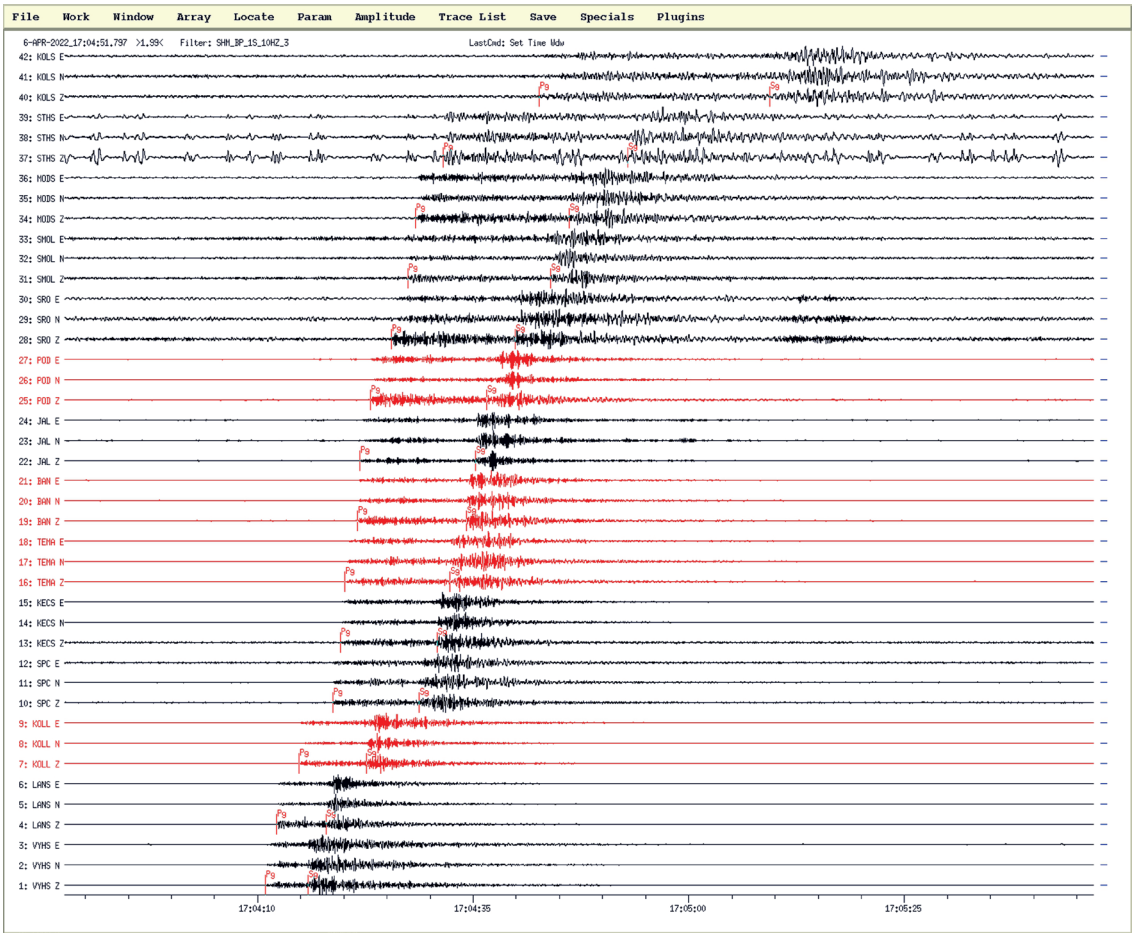
3. 5. 2019 lokálne magnitúdo 1,4
epicentrum pri Brezne

13. 10. 2021 lokálne magnitúdo 1,8
epicentrum pri Brezne

### *Seizmologická interpretácia zemetrasenia*

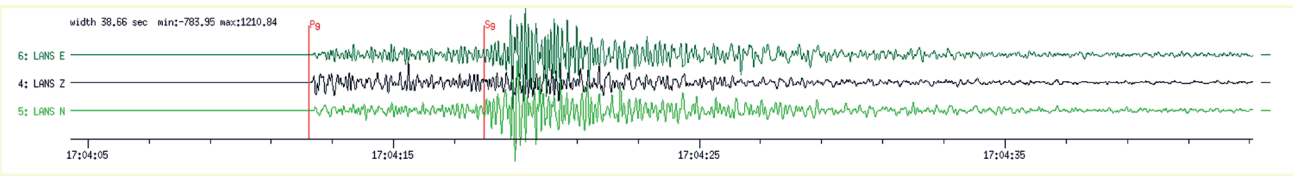
Zemetrasenie bolo zaznamenané dvanástimi seizmickými stanicami – ôsmimi seizmickými stanicami NSSS (KECS, KOLS, LANS, MODS, SPC, SRO, STHS a VYHS) a štyrmi doplnkovými seizmickými stanicami (BAN, JAL, POD a TEMA) (obr. 1 a 2). Na základe záznamov zo seizmických staníc bolo vypočítané lokálne magnitúdo zemetrasenia $M_L$ = 2,1. Lokalizácia epicentra zemetrasenia bola vykonaná programovým balíkom SeismicHandler (Stammler, 1993). Seizmometrické parametre zemetrasenia sú:

– dátum 6. 4. 2022;
– čas vzniku [LSEČ] 19.04.04,6;




**Obr. 1.** Záznamy zemetrasenia zo 6. 4. 2022 o 19.04 hod. LSEČ pri Banskej Bystrici z Národnej siete seizmických staníc spolu s dočasnými seizmickými stanicami CzechGeo s označením času príchodu identifikovaných seizmických vĺn.

**Fig. 1.** Seismic records of the earthquake at 19:04 local time from April, 6th, 2022 near Banská Bystrica from the seismic stations NNSS and CzechGeo. Arrivals of the various seismic waves are indicated on the records.




**Obr. 2.** Detailný záznam zemetrasenia zo 6. 4. 2022 o 19.04 hod. LSEČ pri Banskej Bystrici zo seizmickej stanice Liptovská Anna (LANS).

**Fig. 2.** Seismic record of the earthquake at 19:04 local time from April, 4th, 2022 near Banská Bystrica from the Liptovská Anna (LANS) seismic station.

– epicentrum: zemepisná šírka 48,748° N ± 1,35 km;
zemepisná dĺžka 19,238° E ± 0,90 km;
– hĺbka ohniska 0 ± 3,02 km;
– lokálne magnitúdo 2,1.

Zemetrasenie bolo pocítené v 21 lokalitách na území Slovenska (obr. 3), z ktorých má ÚVZ SAV, v. v. i., k dispozícii 101 makroseizmických pozorovaní. Makroseizmická intenzita v stupňoch makroseizmickej stupnice EMS-98 určená pre jednotlivé lokality je uvedená v tab. 1. Určená epicentrálna intenzita zemetrasenia $I_0$ je 4° EMS-98.

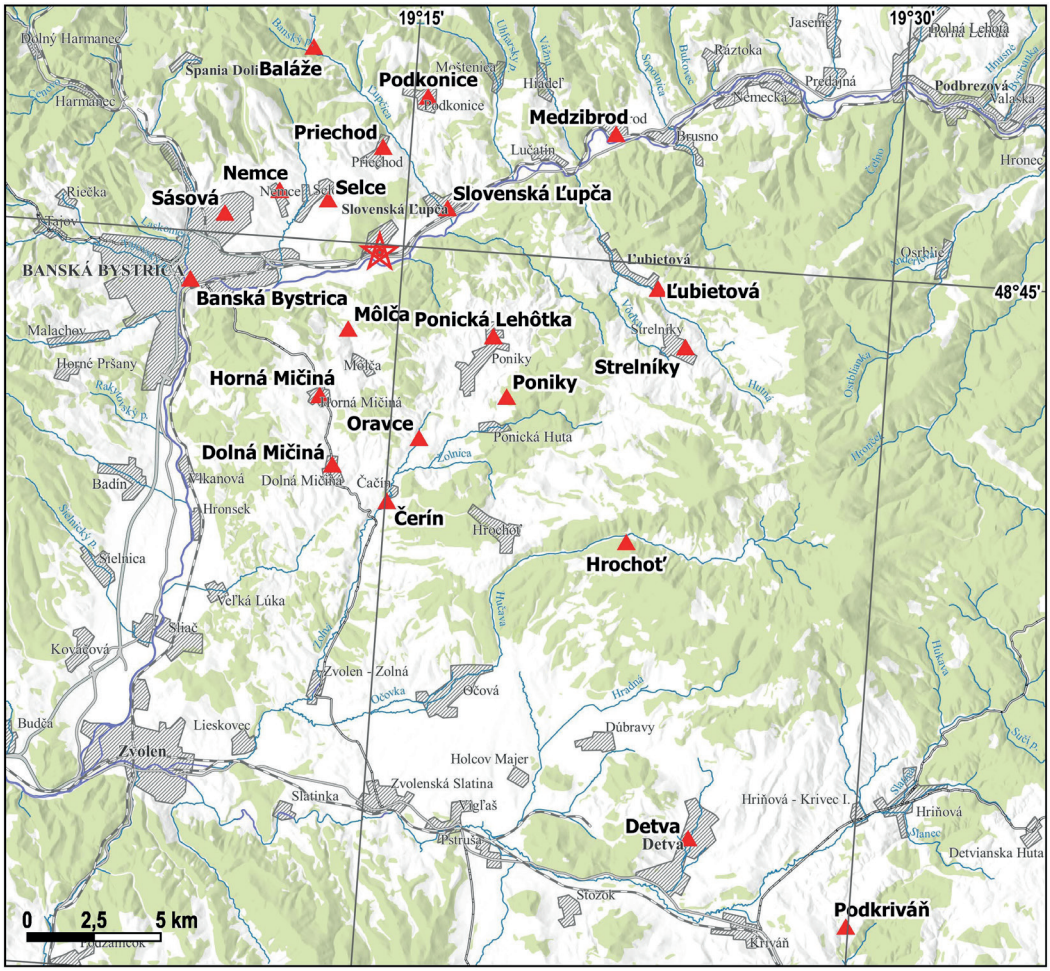
Na základe dostupných dát z vybraných širokopásmových seizmických staníc v rámci NSSS (ESI SAS, 2004), CzechGeo, EBO, EMO a dočasných seizmických staníc v rámci medzinárodnej spolupráce ako CE$^3$RN (Lenhardt et al., 2014, 2021) a PACASE (Hetényi et al., 2019) bol metódou FOCMEC (Snoke, 2003) vypočítaný ohniskový mechanizmus (obr. 4), ktorý dokumentuje poklesový mechanizmus na zlome približne východno-západného smeru.

### *Geologická interpretácia zemetrasenia a diskusia*

Z makroseizmických pozorovaní a určeného hypocentra zemetrasenia plytko pod povrchom je pravdepodobné, že seizmická aktivita sa lokalizáciou prejavila vo významnej čertovickej tektonickej zóne. V geologickom, ale aj geofyzikálnom obraze čertovická línia oddeľuje dve hlavné tektonické jednotky Vnútorných Západných Karpát – podložné tatrikum a nadložné veporikum (Bezák, 2009). Tieto kôrové jednotky sa zblížili počas jednej z fáz alpínskeho orogénu v mezozoiku na rozhraní spodnej a vrchnej kriedy (ca 100 mil. r.), pričom z priestoru medzi tatrikom a severným veporikom bol vytlačený príkrov fatrika.

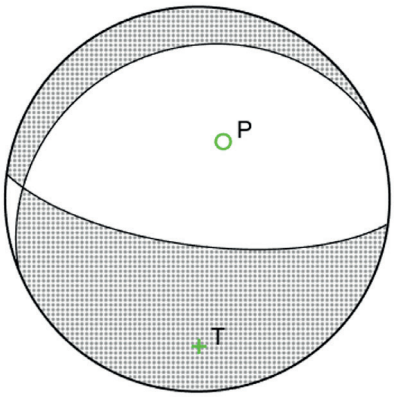
Na povrchu je čertovická tektonická zóna (resp. línia) sledovateľná v klasickej oblasti medzi mýtskym zlomom pri Mýte pod Ďumbierom cez sedlo Čertovica po Nižnú Bocu (*Geologická mapa Slovenska 1 : 50 000*, 2013). Charakter tohto tektonického kontaktu je výsledkom jeho modifikácie mladšími, transpresnými tektonickými pohybmi na zlomoch severovýchodného smeru. O pôvodnom plochom násune svedčí jedine jeho priemet v severnej časti úseku (Bezák, 2009). Jej ďalšie pokračovanie v juhozápadnej časti je prekryté inými, vyššími tektonickými jednotkami – hronikom a silicikom (drienocký príkrov) – alebo mladším, paleogénnym a neogénnym potektonickým sedimentárnym pokryvom vrátane stredoslovenských neovulkanitov (*Geologická mapa Slovenska 1 : 50 000*, 2013).

Ďalšie pokračovanie čertovickej tektonickej zóny smerom na západ, resp. juhozápad nie je jasné, pretože západne od Banskej Bystrice sa križuje so stredoslovenským zlomovým systémom (Kováč a Hók, 1993). Ak však zónu chápeme ako rozhranie medzi tatrikom a veporikom, potom je pravdepodobné, že pokračuje pod neovulkanickými pohoriami do severnej časti Tribeča (Hók et al., 1998) a pokračuje na juhovýchodnom okraji pohoria smerom do




**Obr. 3.** Mapa epicentra (červená hviezda) zemetrasenia zo dňa 6. 4. 2022 o 19.04 hod. LSEČ pri Banskej Bystrici a lokality pozorovania (červené trojuholníky) (podľa www.zbgis.skgeodesy.sk).

**Fig. 3.** Map of the epicentre (red star) of earthquake at 19:04 local time on April, 4th, 2022 near Banská Bystrica and localities of macroseismic observations (red triangles) (according to www.zbgis.skgeodesy.sk).




**Obr. 4.** Diagram ohniskového mechanizmu zemetrasenia zo 6. 4. 2022 o 19.04 hod. LSEČ pri Banskej Bystrici.

**Fig. 4.** Focal mechanism diagram of the earthquake at 19:04 local time from April, 4th, 2022 near Banská Bystrica.

Podunajskej panvy (Hók et al., 2021). Hlavná fáza paleoalpínskeho formovania čertovickej tektonickej zóny v procese násunu tektonických jednotiek nadložného veporika na podložné tatrikum prebehla pred ca 100 – 90 mil. r. (alb – cenoman, resp. cenoman – turón; Šefara et al., 1998; Plašienka, 2018). Posledné procesy nízkoteplotnej mineralizácie sa odohrali pred ca 70 mil. r. (Majzlan et al., 2020) a exhumácia kryštalinika tatrika v ďumbierskej časti je datovaná na 44 – 40 mil. r. (Králiková et al., 2016). Napriek tomu tektonické napätie medzi dvomi jednotkami prevažne kryštalinických (granitoidných a metamorfovaných) hornín pretrváva dodnes. Seizmické javy, ktoré sa tu vyskytujú, sú charakteristické menšou hĺbkou hypocentier (do 10 km), čo aj pri relatívne slabšom zemetrasení môže vyvolať pocitovo silnejšie účinky (Madarás et al., 2012).

V kontaktnej zóne tatrika a veporika sú horniny silne tektonicky porušené, sprevádzané vývojom mylonitov až kataklazitov. Sprievodným javom tektonických pohybov bol aj pohyb fluíd a vznik minerálnych žíl v mnohých častiach tektonickej zóny (c. f. Majzlan et al., 2001; Majzlan et al., 2020). Línia má premenlivý sklon, preto aj jej obraz v hlbšom podloží môže mať rôznu podobu – od strmo uklonených zlomov až po mierne uklonené rozhrania.

V čase vzniku čertovickej línie mala tektonická zóna kompresný (násunový) charakter, pričom nastal presun kôrových jednotiek. V neskoršom období nadobudla extenzný (poklesový) trend, ktorý pretrváva dodnes (Kováč et al., 2002; Bielik et al., 2010). Na extenziu paralelnú s orogénom v rámci bloku Vnútorných Západných Karpát v období kvartéru poukazuje viacero iných štruktúrno-tektonických štúdií (c. f. Jeřábek et al., 2007; Hók et al., 2016). Podobný charakter tektoniky, t. j. prechod od kompresných štruktúr do transpresných, transtenzných až extenzných, indikovali južne od tejto zóny, najmä na subparalelne orientovanej pohorelskej línii, napr. Hók a Hraško (1990), Putiš (1991) a Madarás et al. (1994). Určený ohniskový mechanizmus zemetrasenia zo 6. apríla 2022 má tiež poklesový charakter na zlome približne východno-západného smeru.

## Záver

Zemetrasenia v ohniskovej zóne Horehronie sa pravdepodobne úzko viažu na zlomovú zónu čertovickej línie. Táto ohnisková zóna je v pomeroch Západných Karpát typická zvýšenou seizmickou aktivitou. V danom regióne už aj v minulosti došlo k silnejším zemetraseniam, ktoré spôsobili škody, naposledy 3. novembra 2015 zemetrasenie s epicentrom pri Brezne. Za posledných desať rokov sa v tejto oblasti vyskytlo šesť zemetrasení, ktoré pozorovali obyvatelia Slovenska, ale počet slabších zemetrasení, ktoré boli zaznamenané iba seizmickými stanicami NSSS, je oveľa väčší. Svedčí to o pretrvávajúcom tektonickom vývoji tohto regiónu.

Dôležitosť zemetrasenia zo dňa 6. 4. 2022 spočíva v tom, že prvýkrát bolo možné vypočítať ohniskový mechanizmus zemetrasenia v oblasti Horehronia. Vypočítaný ohniskový mechanizmus potvrdzuje predpokladaný extenzný (poklesový) režim v zlomovej zóne čertovickej línie. V minulosti už bol publikovaný v práci Pospíšila et al. (1992) ohniskový mechanizmus v nepravom zmysle slova, keď v kombinácii viacerých zemetrasení a rôznych geofyzikálnych údajov (mapa tiažového poľa Slovenska, diaľkový prieskum Zeme, najnovšie geodetické merania atď.) autori tiež došli k záveru o poklesovom mechanizme v danom regióne.

Diskutabilný ostáva fakt, že ide o pomerne rozsiahlu ohniskovú zónu, pozdĺž ktorej sa vyskytli viaceré zemetrasenia, ktorých ohniskové mechanizmy nepoznáme. Je otázne, či na základe ohniskového mechanizmu jedného zemetrasenia sa dá potvrdiť extenzný režim v tomto regióne.

### Poďakovanie

Autori ďakujú Vedeckej grantovej agentúre Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky a Slovenskej akadémie vied za finančnú podporu pri riešení projektu VEGA 02/0144/19, Agentúre na podporu výskumu a vývoja za finančnú podporu projektu APVV-21-0159 a Programu mobility Slovenskej akadémii vied za finančnú podporu projektu SAV-AV ČR-21-02, v rámci ktorých vznikol tento príspevok.

## Literatúra

Bezák, V., 2009: Tektonický štýl širšej oblasti styku tatrika a veporika. Miner. Slov., 41, 275 – 282.

Bielik, M., Alasonati-Tašarová, Z., Zeyen, H., Dérerová, J., Alfonso, J. C. a Csicsay, K., 2010: Improved geophysical image of the Carpathian-Pannonian Basin region. Acta geod. geophys. Hung., 45, 3, 284 – 298. https://doi.org/10.1556/AGeod.45.2010.3.3.

Cipciar, A., Kysel, R., Pažák, P., Fojtíková, L., Madarás, J. a Csicsay, K., 2022: Zemetrasenie pri Banskej Bystrici 6. apríla 2022. Aktuality ÚVZ SAV, http://www.geo.sav.sk/sk/zemetrasenie-pri-banskej-bystrici-6-aprila-2022/.

Csicsay, K., Cipciar, A., Fojtíková, L., Kristeková, M., Gális, M., Srbecký, M., Chovanová, Z., Bystrický, E. a Kysel, R., 2018: The National Network of Seismic Stations of Slovakia – Current state after 13 years in operation from the project of modernization and enhancement. Contr. geophys. geod., 48, 4, 337 – 348. ISSN 1335-2806. https://doi.org/10.2478/congeo-2018-0016.

ESI SAS (Earth Science Institute of the Slovak Academy of Sciences), 2004: National Network of Seismic Stations of Slovakia. Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ. Other/Seismic Network. https://doi.org/10.14470/FX099882.

Geologická mapa Slovenska M 1 : 50 000 [online]. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 2013. Dostupné online: http://apl.geology.sk/gm50js.

Hetényi, Gy., Plomerová, J., Bielik, M., Bokelmann, G., Csicsay, K., Czuba, W., Meier, T., Środa, P., Wéber, Z., Wesztergom, V. a Žlebčíková, H., 2019: Pannonian-Carpathian-Alpine Seismic Experiment [Data set]. International Federation of Digital Seismograph Networks. https://doi.org/10.7914/SN/ZJ_2019.

Hók, J. a Hraško, Ľ.,1990: Deformačná analýza západnej časti pohorelskej línie. Miner. Slov., 22, 69 – 80.

Hók, J., Ivanička, J. a Polák, M., 1998: Tectonic position of Veporicum and Hronicum in the Tribeč Mts. Slovak Geol. Mag., 4, 3, 177 – 184.

Hók, J., Šujan, M., Král, M., Pelech, O. a Šipka, F., 2021: Predkenozoické podložie východnej časti Podunajskej panvy (Pre-Cenozoic basement of the eastern part of the Danube Basin). Geol. Práce, Spr., 137, 3 – 18.

Hók, J., Kysel, R., Kováč, M., Moczo, P., Kristek, J., Kristeková, M. a Šujan, M., 2016: A seismic source zone model for the seismic hazard assessment of Slovakia. Geol. Carpath., 57, 3, 273 – 288. https://doi.org/10.1515/geoca-2016-0018.

Homola, V. a Tomeček, O., 2018: Hrad Ľupča: Klenot Pohronia vo svetle vekov. Podbrezová, Železiarne Podbrezová, 367 s.

Jeřábek, P., Stünitz, H., Heilbronner, R., Lexa, O. a Schulmann, K., 2007: Microstructural-deformation record of an orogen-parallel extension in the Vepor Unit, West Carpathians. J. struct. Geol., 29, 1 722 – 1 743. https://doi.org/10.1016/j.jsg.2007.09.002.

Kováč, P. a Hók, J., 1993: Central Slovakia fault system – field evidence of strike slip. Geol. Carpath., 44, 3, 155 – 159.

Kováč, M., Bielik, M., Hók, J., Kováč, P., Kronome, B., Labák, P., Moczo, P., Plašienka, D., Šefara, J. a Šujan, M., 2002: Seismic activity and neotectonic evolution of the Western Carpathians (Slovakia). EGU Stephan Mueller Spec. Publ. Ser., 3, 167 – 184.

Králiková, S., Vojtko, R., Hók, J., Fügenschuh, B. a Kováč, M., 2016: Low-temperature constraints on the Alpine thermal evolution of the Western Carpathian basement rock complexes. J. struct. Geol., 91, 144 – 160. https://doi.org/10.1016/j.jsg.2016.09.006.

Labák, P., 1996: Reinterpretácia zemetrasenia 5. 6. 1443 na strednom Slovensku. In: Kaláb, Z. (ed.): Analýza dat v seizmologii a inženýrské geofyzice. Ostrava-Poruba, Ústav geoniky Akad. věd Čes. republ., 83 – 93.

Lenhardt, W., Pesaresi, D., Živčić, M., Costa, G., Kuk, K., Bondár, I., Duni, L., Spacek, P., Dimitrova, L. a Popa, M., 2014: Central and East European Earthquake Research Network. International Federation of Digital Seismograph Networks, Other/Seismic Network, https://doi.org/10.7914/SN/C3.

Lenhardt, W. A., Pesaresi, D., Živčić, M., Costa, G., Fiket, T., Bondár, I., Duni, L., Spacek, P., Dimitrova, L., Neagoe, C., Malytskyy, D., Csicsay, K., Tóth, L. a Fojtíková, L., 2021: Improving CrossBorder Seismic Research: The Central and Eastern Europe Earthquake Research Network (CE3RN). Seismol. Res. Lett., 92, 3, 1 522 – 1 530, https://doi.org/10.1785/0220200374.

Madarás, J., Putiš, M. a Dubík, B., 1994: Štruktúrna charakteristika stredného úseku pohorelskej tektonickej zóny. Miner. Slov., 26, 177 – 191.

Madarás, J., Fojtíková, L., Hrašna, M., Petro, Ľ., Ferianc, D. a Briestenský, M., 2012: Vymedzenie seizmicky aktívnych oblastí na Slovensku na základe záznamov historických zemetrasení a súčasného monitorovania tektonickej a seizmickej aktivity. Miner. Slov., 44, 351 – 364.

Majzlan, J., Hurai, V. a Chovan, M., 2001: Fluid inclusion study on hydrothermal As-Au-Sb-Cu-Pb-Zn veins in the Mlynná dolina valley (Western Carpathians, Slovakia). Geol. Carpath., 52, 5, 277 – 286.

Majzlan, J., Chovan, M., Kiefer, S., Gerdes, A., Kohút, M., Siman, P., Konečný, P., Števko, M., Finger, F., Waitzinger, M., Biro, A., Luptáková, J., Ackerman, L. a Hora, J. M., 2020: Hydrothermal mineralisation of the Tatric Superunit (Western Carpathians, Slovakia): II. Geochronology and timing of mineralisations in the Nízke Tatry Mts. Geol. Carpath., 71, 2, 113 – 133. https://doi.org/10.31577/GeolCarp.71.2.2.

Molnár, A., 1955: Katalóg zemetrasení Slovenska. Manuskript. Bratislava, archív Úst. vied o Zemi Slov. Akad. Vied.

Plašienka, D., 2018: Continuity and episodicity in the early Alpine tectonic evolution of the Western Carpathians: How large-scale processes are expressed by the orogenic architecture and rock record data. Tectonics, 37. https://doi.org/10.1029/2017TC004779.

Pospíšil, L., Buday, T. a Fusán, O., 1992: Neotektonické pohyby v Západních Karpatech. Západ. Karpaty, Sér. Geol., 16, 65 – 84.

Putiš, M., 1991: Geology and petrotectonics of some shear zones in the West Carpathian crystalline complexes. Miner. Slov., 23, 459 – 473.

Réthly, A., 1952: A Kárpátmedencék földrengései (455 – 1918). Budapest, Akadémiai Kiadó, 510 s.

SITA, 2. 5. 2008: Obyvatelia okolia Banskej Bystrice mohli dnes pocítiť zemetrasenie. https://www.noviny.sk/slovensko/41234-zapadne-od-banskej-bystrice-zaznamenali-slabsie-zemetrasenie.

Snoke, J. A., 2003: FOCMEC: FOcal MEChanism determinations. In: Lee, W. H. K., Kanamori, H., Jennings, P. C., Kisslinger, C. (eds.): International handbook of earthquake and engineering seismology. San Diego, Acad. Press, Chap. 85.12.

Stammler, K., 1993: Seismichandler – Programmable multichannel data handler for interactive and automatic processing of seismological analyses. Comp. Geosci., 19, 2, 135 – 140. https://doi.org/10.1016/0098-3004(93)90110-Q.

Šefara, J., Kováč, M., Plašienka, D. a Šujan, M., 1998: Seismogenic zones in the Eastern Alpine – Western Carpathian – Pannonian junction area. Geol. Carpath., 49, 4, 247 – 260.

## Summary

On April 6th, 2022 at 19:04 local time citizens of Banská Bystrica and its surroundings could feel macroseismic effects of the weak earthquake. According to reports, the event was accompanied even by acoustic effect similar to bursting in the epicentre's vicinity.

The earthquake was recorded at twelve seismic stations (ESI SAS, 2004) – eight seismic stations of the NNSS (KECS, KOLS, LANS, MODS, SPC, SRO, STHS a VYHS) and four auxiliary seismic stations (BAN, JAL, POD a TEMA) (Fig. 1 and 2). Based on these seismic records, the local magnitude $M_L$ = 2.1 and the epicentre between Šalková (suburb of Banská Bystrica) and Slovenská Ľupča (48.748° N, 19.238° E) were calculated. The earthquake was macroseismically observed in 21 localities (101 reports) on the territory of Slovakia (Fig. 3) with epicentral intensity 4° EMS-98 (Tab. 1). The focal mechanism (Fig. 4) was estimated through FOCMEC algorithm (Snoke, 2003).

Earthquakes in the Horehronie source zone are presumably strongly connected with the Čertovica fault. The Horehronie source zone shows medium to high seismic activity, in respect of seismic activity in Slovakia. Several earthquakes with reported damages to buildings occurred in the region, recently on November 3rd, 2015 the earthquake with epicentre near Brezno. In the period of recent ten years, six macroseismically observed earthquakes occurred in the region, however a number of weaker earthquakes recorded only by seismic stations of the NNSS is much higher (Cipciar et al., 2022; Csicsay et al., 2018). This confirms the still ongoing tectonic activity in this region.

The earthquake from April 6th, 2022 is the first earthquake in the Horehronie source zone with estimated focal mechanism and thus represents a milestone in the research of tectonic evolution in this region. The estimated focal mechanism corresponds to a presumed extension (normal) regime of the Čertovica tectonic zone (c.f. Pospíšil et al., 1992; Kováč et al., 2002; Bielik et al., 2010).

Rukopis doručený: 2. 10. 2022
Revidovaná verzia doručená: 5. 12. 2022
Rukopis akceptovaný redakčnou radou: 5. 12. 2022

**Tab. 1.** Makroseizmické pozorovania zemetrasenia zo 6. 4. 2022 o 19.04 hod. LSEČ pri Banskej Bystrici.
**Tab. 1.** Macroseismic observations of the earthquake at 19:04 local time from April, 4th, 2022 near Banská Bystrica.

| | Zemepisná šírka [°N] | Zemepisná dĺžka [°E] | Počet pozorovaní | I [° EMS-98] |
|---|---|---|---|---|
| Priechod | 48,782 | 19,236 | 1 | 4 |
| Banská Bystrica | 48,733 | 19,143 | 28 | 3 |
| Sásová | 48,756 | 19,158 | 12 | 3 |
| Slovenská Ľupča | 48,763 | 19,271 | 11 | 3 |
| Selce | 48,763 | 19,210 | 9 | 3 |
| Horná Mičiná | 48,697 | 19,213 | 6 | 3 |
| Ľubietová | 48,741 | 19,381 | 6 | 3 |
| Poniky | 48,701 | 19,308 | 5 | 3 |
| Môlča | 48,720 | 19,225 | 3 | 3 |
| Nemce | 48,765 | 19,185 | 3 | 3 |
| Ponická Lehôtka | 48,721 | 19,299 | 3 | 3 |
| Strelníky | 48,722 | 19,397 | 3 | 3 |
| Podkonice | 48,800 | 19,257 | 2 | 3 |
| Baláže | 48,814 | 19,197 | 1 | 3 |
| Čerín | 48,663 | 19,251 | 1 | 3 |
| Detva | 48,557 | 19,416 | 1 | 3 |
| Dolná Mičiná | 48,674 | 19,222 | 1 | 3 |
| Hrochoť | 48,655 | 19,374 | 1 | 3 |
| Medzibrod | 48,792 | 19,354 | 1 | 3 |
| Podkriváň | 48,531 | 19,499 | 1 | 3 |
| Oravce | 48,685 | 19,265 | 2 | pozorované |

# SPOMIENKY

## Spomíname na Vladimíra Baňackého (* 16. 6. 1930 – † 21. 1. 2022)



RNDr. Vladimír Baňacký, CSc., sa narodil 16. júna 1930 v Trebišove a tam aj v roku 1949 maturitou ukončil stredoškolské štúdium. Následne študoval na PF SU v Bratislave pedagogický odbor biológia – geológia a toto štúdium ukončil v r. 1954. Po návrate z vojenskej prezenčnej služby sa stal zamestnancom vtedajšieho Geologického ústavu Dionýza Štúra (neskôr ŠGÚDŠ), kde pracoval nepretržite 42 rokov. Spočiatku pôsobil ako vedeckovýskumný a neskôr ako samostatný vedecký pracovník na oddelení kvartéru (neskôr kvartéru, neogénu a neovulkanitov). Na tomto oddelení zotrval až do r. 1997, keď odišiel do dôchodku. V počiatočnom roku svojho vedeckého rastu získal titul RNDr. a v r. 1967 vedeckú hodnosť kandidát geologických vied – CSc.

Po nástupe do GÚDŠ v r. 1955 sa Dr. Baňacký zapojil do riešenia prebiehajúcich geologických úloh na oddelení kvartéru. Ich náplňou bolo spracúvanie kvartérnogeologických a tiež inžinierskogeologických podkladov pre líniové stavby a iné významnejšie národohospodárske projekty. Neskôr sa jeho pôsobenie na oddelení rozšírilo o mapovanie a zostavovanie kvartérnogeologických máp v mierkach 1 : 10 000 a 1 : 25 000 ako podkladov plánovaného rozvoja mestských aglomerácií. Súbežne s mapovaním sa Dr. Baňacký spolu s kolegami realizoval pri vyhľadávaní ložísk tehliarskych a iných stavebných surovín vrátane ložísk rašeliny, no najmä pri výskume geologického prostredia na výstavbu vodného diela na Dunaji.

V súvislosti s ložiskami rašelín Dr. Baňacký v roku 1957 založil v našom ústave prvé palynologické laboratórium na Slovensku. Výsledky tohto laboratória významne prispeli k poznaniu paleoklimatických zmien na území Slovenska. V tom istom roku sa stal zástupcom vedúceho oddelenia kvartéru a v tejto funkcii zotrval až do r. 1995. V prvej polovici 60. rokov minulého storočia bol vedúcim projektu *Geologický výskum kvartéru Slovenska* a od konca 70. rokov členom Medzinárodnej stratigrafickej subkomisie v rámci INQUA.

Od počiatku koncepčne riadeného základného a regionálneho geologického výskumu ako zodpovedný riešiteľ a koordinátor realizoval výskum regiónu Záhorskej nížiny a v r. 1975 sa stal editorom prvej komplexnej geologickej mapy tohto regiónu v mierke 1 : 50 000. Následne svoj geologický výskum kvartéru zameral na oblasť Východoslovenskej nížiny, kde ako zodpovedný riešiteľ profesionálne pôsobil až do r. 1987. Z tohto kľúčového obdobia jeho pôsobenia vzišlo veľké množstvo archívnych záverečných správ a publikovaných článkov. Hlavnými výstupmi však boli ním zostavené *regionálne geologické mapy severnej a južnej časti Východoslovenskej nížiny a Zemplínskych vrchov* spolu s textovými vysvetlivkami, ako aj zostavenie ojedinelého diela vo forme *Mapy kvartérnych neotektonických štruktúr Východoslovenskej nížiny v mierke 1 : 100 000*.

Začiatkom 90. rokov sa výskumné aktivity Dr. Baňackého presunuli opäť na západ Slovenska, kde dosiahol pozoruhodné výsledky pri zostavení *Geologickej mapy Chvojnickej pahorkatiny v mierke 1 : 50 000* a vysvetliviek k nej.

Za výsledky jeho výskumnej práce mu bol v r. 1980 udelený diplom Za zásluhy o rozvoj slovenskej geológie, v r. 2010 pri príležitosti 70. výročia Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra Pamätná medaila ŠGÚDŠ a v r. 2019 Strieborná medaila ŠGÚDŠ.

Odchodom RNDr. Vladimíra Baňackého, CSc., sme navždy stratili významného slovenského geológa, ktorého celoživotné dielo tvorí výrazný prínos k poznaniu geologickej stavby a vývoja územia nížin Slovenska v období kvartéru. Stratili sme dlhoročného spolupracovníka a dobrého priateľa.

*Česť jeho pamiatke!*

Juraj Maglay

© Autori 2022. Vydal ŠGÚDŠ. Licencia Creative Commons BY 4.0. (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
https://doi.org/10.56623/gps.138.6

# Za RNDr. Jozefom Határom, CSc.
# (* 11. 8. 1946 – † 17. 10. 2022)



Dňa 17. 10. 2022 odišiel náš dobrý bývalý kolega a priateľ RNDr. Jozef Határ, CSc.

Dr. Határ sa narodil 11. 8. 1946 na Kysuciach v obci Rudinská. Maturoval v Spišskej Novej Vsi na Strednej priemyselnej škole geologickej a baníckej, odbor geológia (1965). Geológiu, základný výskum, vyštudoval na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave (1965 – 1970). Titul doktor prírodných vied (RNDr.) získal v roku 1977 a vedeckú hodnosť kandidát geologických vied (CSc., PhD.) v roku 1980. Po skončení vysokoškolského štúdia v rokoch 1970 – 1972 absolvoval študijný pobyt v Geologickom ústave SAV so zameraním na mineralógiu a geochémiu. V rokoch 1972 – 1980 pôsobil ako asistent a odborný asistent na Katedre mineralógie a kryštalografie PriF UK. V pedagogickom procese viedol cvičenia zo systematickej mineralógie, kryštalografie, resp. rudnej mikroskopie a neskôr túto problematiku aj prednášal. Zapájal sa aj do vedeckovýskumných úloh v rámci Katedry mineralógie a petrografie. Počas tohto pôsobenia absolvoval v rokoch 1974 – 1979 externé ašpirantské štúdium v odbore mineralógia a petrografia. Pod odborným vedením prof. M. Koděru v roku 1980 obhájil kandidátsku dizertačnú prácu na tému *Akcesorické minerály niektorých hornín kryštalinika západnej časti ďumbierskeho pásma Nízkych Tatier*. V tom čase intenzívne pracoval aj pod vedením doc. P. Hvožďaru na šlichovej prospekcii vo Veporských vrchoch, Malej Magure a Malej Fatre. Výskumy priniesli celý rad zaujímavých výsledkov o výskyte scheelitového zrudnenia a distribúcii zlata a ďalších rudných minerálov danej oblasti. Počas pôsobenia na Katedre mineralógie a kryštalografie sa Dr. Határ zapojil do spolupráce na významnom 3-dielnom encyklopedickom diele *Topografická mineralógia Slovenska*, ktoré vyšlo vo vydavateľstve Veda Slovenskej akadémie vied. Táto rozsiahla práca zachytáva všetky publikované mineralogické a ložiskové poznatky z územia Slovenska od konca 18. storočia do roku 1981. Dielo je významným podkladom na rôznorodé využitie v rámci mineralogicko-metalogeneticko-ložiskových výskumov a prieskumov.

V roku 1981 Dr. J. Határ prešiel do služieb Geologického ústavu D. Štúra (neskôr Geologickej služby SR a ŠGÚDŠ), kde pracoval do júna roku 2000, t. j. plných 19 rokov. V rokoch 1981 – 1985 sa zapojil do prác novootvoreného centrálneho laboratória elektrónovej mikroanalýzy (ako spoločnej investície GÚDŠ, Prírodovedeckej fakulty UK a Geologického ústavu SAV). Prístroj JEOL JCXA-733 japonskej výroby slúžil potrebám všetkých organizácií na Slovensku zaoberajúcich sa geologickým výskumom a prieskumom a založil tak dovtedy neexistujúce smery geologického výskumu v rámci Slovenskej republiky. Ako analytik špecialista vhodne využíval mineralogické a geochemické vedomosti získané počas pôsobenia na PriF UK, napríklad aj pri analýze hlbokomorských konkrécií z oblasti Tichého oceánu. Tieto znalosti prispeli aj k úspešnému riešeniu metodickej ústavnej úlohy *Modernizácia metód geologického výskumu*, ktorú viedol.

Od roku 1985 Dr. J. Határ pracoval na oddelení mineralógie, geochémie a petrológie GÚDŠ. V priebehu roku 1985 sa stal jeho vedúcim a úspešne ho viedol až do roku 1994. Oddelenie v týchto rokoch prechádzalo organizačnými zmenami, pričom sa k nemu pričlenilo pracovisko elektrónovej mikroanalýzy a mikroskopie. V tom čase malo až 25 pracovníkov.

Okrem organizačného vedenia širokého kolektívu sa Dr. J. Határ intenzívne venoval aj vedeckovýskumnej činnosti na poli mineralogicko-geochemického a ložiskového výskumu. Úspešne sa podieľal na výskume novoobjaveného W-Mo zrudnenia v oblasti Rochoviec vo východnej časti veporského kryštalinika pri tektonickom styku s gemerikom. Svoje odborné znalosti uplatnil pri výskume a riešení metalogenetického modelu styčnej zóny veporika a gemerika. Podieľal sa na geochemickom výskume kryštalinika v západnej časti Nízkych Tatier. Venoval sa aj riešeniu otázok životného prostredia Hornej Nitry, kde sa podieľal na zostavení *Geochemicko-ekologickej mapy riečnych sedimentov Hornej Nitry*. Okrem toho vypracoval celý rad výskumných správ (viac ako 50 výskumných správ) uložených v archíve ŠGÚDŠ (geofonde), resp. publikovaných v odborných časopisoch (takmer 45 vedeckých a odborných článkov, abstraktov, geologických máp a vysvetliviek k týmto mapám).

Po organizačných zmenách v ústave a po transformácii oddelenia pracoval v r. 1994 a 1995 na oddelení nerastných surovín. Popri tom sa už zapájal do geologického mapovania kryštalinika Západných Karpát. Po vzniku Geologickej služby SR v r. 1996 sa Dr. J. Határ ako špičkový pracovník včlenil do prác na oddelení kryštalinika a paleozoika. Plne sa venoval geologickému mapovaniu v mierke 1 : 50 000, a to regiónov Slovenské rudohorie, Tribeč a Považský Inovec. Pri výskume metamorfitov a granitoidov úspešne využíval dlhoročné skúsenosti z predchádzajúceho pôsobenia v oblasti mineralógie, petrografie, geochémie a výskumu nerastných surovín. Bol poverený vedením geologického mapovania a širokospektrálne zameraného výskumu regiónu Považský Inovec. V tom čase sa Dr. J. Határ angažoval aj vo zvyšovaní kvalifikácie pracovníkov GÚDŠ formou ašpirantského štúdia. Okrem toho posudzoval viaceré odborné a vedecké práce z oblasti mineralógie, petrografie, geochémie, výskumu a prieskumu nerastných surovín, dizertačných a diplomových prác. Aktívne sa zúčastnil na viacerých zjazdoch, seminároch a ďalších odborných akciách doma aj v zahraničí. Absolvoval zahraničné služobné cesty do okolitých štátov (Maďarsko, Rakúsko, Poľsko), ale aj do Fínska, bývalej Juhoslávie, Bulharska a krajín bývalého Sovietskeho zväzu. Získané skúsenosti z nich, ako aj z aktuálnych foriem vzájomnej spolupráce uplatnil nielen vo výsledkoch správ, ale aj v organizačnej sfére. Dr. J. Határ sa zapájal aj do rôznorodých organizačných aktivít. Pod patronátom GÚDŠ a PriF UK úspešne organizoval celoštátne súťaže v ryžovaní zlata (Magurka 1985, Kremnica 1989). Tieto súťaže prebiehajúce striedavo na Slovensku a v Čechách vychádzali z bohatej prospekčnej a ťažobnej činnosti oboch krajín. Popri pracovných aktivitách Dr. J. Határ pôsobil aj ako člen odborných komisií, či už mineralogicko-geochemickej komisie v rámci Karpatsko-balkánskej geologickej asociácie, alebo komisie na obhajoby dizertačných prác vo vednom odbore mineralógia a petrografia pri PriF UK. Pôsobil aj ako člen redakčného okruhu Západné Karpaty, séria Mineralógia, petrografia, geochémia, metalogenéza, ako člen edičnej rady GÚDŠ, resp. GS SR. Bol členom aprobačnej komisie SR na schvaľovanie geologických máp do tlače, dlhoročným členom Slovenskej geologickej spoločnosti a členom Asociácie geológov Slovenska.

Od júla 2000 odišiel Dr. J. Határ pracovať na Ministerstvo životného prostredia SR do sekcie geológie a prírodných zdrojov. Vo funkcii hlavného štátneho radcu mal na starosti problematiku regionálnej geológie, najmä geologické mapovanie a niektoré problémy z oblasti nerastných surovín. Aj v tejto funkcii sa uplatnili jeho odborné poznatky a organizačné vlohy. Ako garant mnohých geologických úloh sa ich aktívnym riadením podieľal na dobrom priebežnom riešení, včasnom skončení v plánovaných termínoch, ako aj na ich vysokej odbornej úrovni. Popri hodnotení odborných a riadiacich aktivít Dr. J. Határa je potrebné vyzdvihnúť aj jeho morálne a ľudské vlastnosti, ktorými si získaval svoje okolie. Príslovečná bola jeho húževnatosť, s ktorou zdolával študentské roky, roky pracovného vyťaženia a v poslednom období aj svoje zdravotné problémy. Jeho dobré ľudské vlastnosti – zmysel pre spravodlivosť, primeraná prísnosť, ale aj dávka pokory – sa pretavili do všetkých jeho životných aktivít. Takého sme ho poznali ako jeho spolupútnici od študentských čias. Jeho odchod z profesionálnych aktivít bol podmienený rôznymi okolnosťami. Dr. J. Határ sa rozhodol odísť na zaslúžený odpočinok a prežiť ho v kruhu rodiny, ktorej rozhodujúcu úlohu vždy uznával a ktorá mu jeho starostlivosť o ňu nadmieru vracala. Naďalej však zostával so svojimi bývalými kolegami z ŠGÚDŠ v osobnom alebo aspoň telefonickom kontakte a zaujímal sa o ich problémy. Veď o šírenie dobrého mena slovenskej geológie sa snažil po celý svoj život. Za zásluhy o rozvoj geológie na Slovensku a za prehĺbenie poznatkov o geologickej stavbe Západných Karpát Dr. J. Határovi udelili viaceré vyznamenania. Okrem iných to bola Čestná medaila GÚDŠ, Pamätná medaila udelená pri 60. výročí založenia Štátneho geologického ústavu D. Štúra a Čestné uznanie Ministerstva životného prostredia SR pri príležitosti osláv Dňa baníkov, geológov a naftárov. Nedá sa vymenovať všetko, na čom pracoval, ale predovšetkým ani to, komu ochotne pomohol – svojimi skúsenosťami, ochotou a pracovným nadšením. Odišiel skúsený geológ, ale aj človek s veľkým srdcom.

*Česť jeho pamiatke!*

Ľubomír Hraško, Michal Elečko a Ján Greguš

## Publikované práce

### *Vedecké články*


Miko, O. a **Határ, J.**, 1976: Kryštalinikum Žiaru: nové poznatky o stavbe; akcesorické minerály. Miner. Slov., 8, 4, 335 – 354.

Chovan, M. a **Határ, J.**, 1978: Akcesorické minerály niektorých typov hornín kryštalinika veporíd. Miner. Slov., 10, 4, 349 – 359.

Hvožďara, P., **Határ, J.** a Greguš, J., 1979: Die Scheelitmineralisation im Nordweslichen Teil der Veporiden. Geol. Zbor. Geol. Carpath., 30, 4, 474 – 488.

Greguš, J., Chovan, M. a **Határ, J.**, 1981: Antimónové sulfidy v horninách veporického kryštalinika. Miner. Slov., 13, 6, 565 – 568.

Gbelský, J. a **Határ, J.**, 1982: Zircon from some granitoid rocks of the Velence and Mecsek mountains (Hungary). Geol. Zbor. Geol. Carpath., 33, 3, 343 – 363.

Horniš, J., **Határ, J.** a Krištín, J., 1984: Hlbokomorské mangánové konkrécie a ich štúdium pomocou elektrónového mikroanalyzátora. Miner. Slov., 16, 2, 195 – 209.

**Határ, J.** a Krištín, J., 1985: Rýdze železo z amfibolických hornín pri Liptovskej Lúžnej v západnej časti Nízkych Tatier. Miner. Slov., 17, 6, 569 – 573.

Forgáč, J., **Határ, J.**, Krištín, J. a Medveď, J., 1986: Olivines in the Western Carpathians basalts. Geol. Zbor. Geol. Carpath., 37, 2, 147 – 165.

Veselský, J., Broska, I. a **Határ, J.**, 1986: Accessory minerals in metapelites of the Malé Karpaty Mts. Geol. Zbor. Geol. Carpath., 37, 2, 175 – 188.

Shengelia, M. D. a **Határ, J.**, 1987: Evolution of regional metamorphism of the Sophian uplift (the Great Caucasus). Geol. Zbor. Geol. Carpath., 38, 4, 457 – 473.

**Határ, J.** a Greguš, J., 1989: Typológia zirkónu granitoidných hornín veporského plutónu. Geol. Práce, Spr., 89, 159 – 173.

**Határ, J.**, Hraško, Ľ. a Václav, J., 1989: Hidden granite intrusion near Rochovce with Mo(-W) stockwork mineralization (first object of its kind in the West Carpathians). Geol. Zbor. Geol. Carpath., 40, 5, 621 – 654.

Kaličiak, M., Lexa, J. a **Határ, J.**, 1989: Prejavy hydrotermálnej mineralizácie pri Zemplíne. Region. geol. Západ. Karpát, Spr. geol. výsk. Geol. Úst. D. Štúra, 25, 217 – 226.

Václav, J., Molák, B., **Határ, J.**, Vozárová, A. a Repčok, I., 1990: Surovinový potenciál západnej časti styčnej zóny veporika a gemerika a nové poznatky o Mo-W porfýrovom zrudnení pri Rochovciach. In: Prínos 50-ročnej činnosti GÚDŠ k rozvoju slovenskej geológie. Zborník príspevkov k 50. výročiu založenia Geologického ústavu Dionýza Štúra. Bratislava, Geol. Úst. D. Štúra, 93 – 97.

Gregor, T., **Határ, J.**, Stránska, M. a Václav, J., 1992: Magnetic, density and radioactive properties of Rochovce granites (Slovenské rudohorie Mts., Western Carpathians). Geol. Carpath., 43, 1, 41 – 47.

Repčok, I., Eliáš, K., Ferenčíková, E., Garaj, M., Hašková, A., **Határ, J.**, Kovářová, A., Rúčka, I. a Sládková, M., 1992: Výsledky izotopového výskumu Mo-W zrudnenia pri Rochovciach. Styčná zóna gemerika a veporika. Západ. Karpaty, Sér. Mineral. Petrogr. Geochém. Metalogen., 15, 29 – 59.

Michalko, J., Bezák, V., Kráľ, J., Huhma, H., Mantari, I., Vaasjoki, M., Broska, I., Hraško, Ľ. a **Határ, J.**, 1998: U/Pb zircon data from the Veporic granitoids (Western Carpathians). Krystalinikum, 24, 91 – 104.

Uher, P., Černý, P., Chapman, R., **Határ, J.** a Miko, O., 1998: Evolution of Nb, Ta-oxide minerals in the Prasiva granitic pegmatites, Slovakia, I, Primary Fe, Ti-rich assemblages. Canad. Mineralogist, 36, 2, 525 – 534.

Hraško, Ľ., **Határ, J.**, Huhma, H., Mantari, I., Michalko, J. a Vaasjoki, M., 1999: U/Pb zircon dating of the Upper Cretaceous granite (Rochovce type) in the Western Carpathians. (Contrib. to the geology and petrology of crystalline complexes). Krystalinikum, 25, 163 – 171.

Pristaš, J., Elečko, M., Maglay, J., Fordinál, K., Šimon, L., Gross, P., Polák, M., Havrila, M., Ivanička, J., **Határ, J.**, Vozár, J. a Töröková, I., 2001: Geologická stavba a neotektonika Nitrianskej pahorkatiny. Geol. Práce, Spr., 105, 43 – 47.

### *Mapy a vysvetlivky*

Ivanička, J. (ed.), Polák, M., Hók, J., **Határ, J.**, Greguš, J., Vozár, J., Nagy, A., Fordinál, K., Pristaš, J., Konečný, V. & 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, Vyd. D. Štúra, 236 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 – 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., 2000: Vysvetlivky ku geologickej mape Podunajskej nížiny-Nitrianskej pahorkatiny 1 : 50 000. Bratislava, Št. Geol. Úst. D. Štúra, 250 s.

### *Významné konferenčné príspevky (výber)*

**Határ, J.** a Miko, O., 1985: Možnosti štúdia akcesorických minerálov v migmatitoch. In: Akcesorické minerály. Ich petrogenetický a metalogenetický význam. Zborník referátov z II. celoštátnej konferencie konanej v dňoch 1. – 2. decembra 1982 v Modre-Pieskoch, 1985, 57 – 64.

Hraško, Ľ., Miko, O. a **Határ, J.**, 1985: Akcesorické a ťažké minerály paleozoických neovulkanitov nízkotatranskej časti veporského kryštalinika. In: Akcesorické minerály a ich význam ’85, Domaša, 14. – 15. október 1985, 39 – 46.

Miko, O., Pulec, M. a **Határ, J.**, 1985: Vzťah akcesórií k horninovým komplexom kryštalinika Žiaru. In: Akcesorické minerály. Ich petrogenetický a metalogenetický význam. Zborník referátov z II. celoštátnej konferencie konanej v dňoch 1. – 2. decembra 1982 v Modre-Pieskoch, 1985, 51 – 55.

Václav, J., **Határ, J.**, Vozárová, A. a Beňka, J., 1989: Porphyry Mo-W deposit Rochovce – new type of ore mineralization in the Slovenské rudohorie Mts. (West Carpathians). In: XIV kongress KBGA, Sofija, 1 387 – 1 390.

**Határ, J.**, 1995: Geochemicko-ekologická mapa regiónu Horná Nitra 1 : 50 000. In: Geofaktory životného prostredia regiónu Horná Nitra, 27 – 34.

Hraško, Ľ., Michalko, J., **Határ, J.**, Hók, J., Vaasjoki, M. a Kotov, A. B., 1995: Upper Cretaceous granite in Western Carpathian region. Terra Abstracts, Abstract suppl., 1, Terra nova, 7, 307. EUG 8, Strarsbourg, France, 9 – 13 April 1995.

**Határ, J.**, Greguš, J., Šnjukov, E. H., Andreev, A. V. a Čeburkin, A. K., 1993: Geochémia apatitu a zirkónu z Mo-W nosných rochovských granitov. In: Geodynamický model a hlbinná stavba Západných Karpát. Zborník referátov zo seminára (17. – 18. 12. 1992), 159 – 168.

Broska, I., Chekmir, A. S. a **Határ, J.**, 1999: Allanite solubility and the role of accessory mineral paragenesis in the Carpathian granite petrology. In: Symposium II: Variscan basement and volcanism in the alpine orogenic belt. (International Conference Carpathian Geology 2000, October 11 – 14, 1999, Smolenice, Slovak Republic). Geol. Carpath., 50, spec. iss., 90 – 91.

Kohút, M., Kumar, S. a **Határ, J.**, 2004: Nové výsledky štúdia granitoidov Považského Inovca. In: Geochémia 2004. Zborník referátov, Bratislava, 2. – 3. decembra 2004, 57 – 59.



© Autori 2022. Vydal ŠGÚDŠ. Licencia Creative Commons BY 4.0. (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
https://doi.org/10.56623/gps.138.7

# Spomíname na RNDr. Kamila Vranu, CSc. (* 7. 2. 1952 – † 3. 5. 2022)



RNDr. Kamil Vrana, CSc., sa narodil 7. 2. 1952 v Trenčíne. Stredoškolské štúdium s maturitou absolvoval na SVŠ v Ilave (1967 – 1970) a vysokoškolské štúdium geológie na Prírodovedeckej fakulte Univerzity Komenského v Bratislave (PriF UK) (1970 – 1975). Vyštudoval vedný odbor geochémia a patril medzi prvých absolventov tohto odboru. Následne na Katedre geochémie PriF UK pôsobil ako asistent a zároveň interný ašpirant (1976 – 1980). Vedeckú ašpirantúru absolvoval pod vedením Ing. Stanislava Gazdu, CSc. V roku 1980 sa zamestnal v Geologickom ústave Dionýza Štúra v Bratislave na oddelení hydrogeochémie ako samostatný vedecký pracovník. Dá sa povedať, že od úplných základov sa postupne vypracoval na vedúceho oddelenia hydrogeochémie (1983 – 1987) a vedúceho odboru environmentálnej geológie (1987 – 1990). V rokoch 1994 – 1995 bol riaditeľom GÚDŠ. V roku 1996 odišiel do komerčnej sféry a stal sa jedným z najúspešnejších podnikateľov v geológii.

Počas pôsobenia v GÚDŠ riešil ako zodpovedný riešiteľ alebo spoluriešiteľ celý rad výskumných úloh geochemického a hydrogeologického zamerania. Jedným z jeho najvýznamnejších projektov bol *Výskum geologických faktorov životného prostredia Slovenskej republiky*, ktorý sa od roku 1991 riešil viac ako 15 rokov. V rámci tohto projektu, najmä jeho samostatnej časti *Geochemický atlas Slovenskej republiky* (6 dielov: *Podzemné vody*, *Pôdy*, *Riečne sedimenty*, *Lesná biomasa*, *Prírodná rádioaktivita* a *Horniny*), boli vytvorené významné diela slovenskej environmentálnej geochémie 20. storočia. Týmto projektom sa Dr. Kamil Vrana nezmazateľne zapísal do histórie slovenskej environmentálnej geochémie. Za toto súborné dielo bol ocenený ako koordinátor a riešiteľ kolektívu Cenou ministra ŽP SR Za prínos v starostlivosti o životné prostredie (rok 2000). Projekt, ktorý mal aj významný medzinárodný kontext, bol databázou, inšpiráciou a podnetom pre ďalšie nasledujúce projekty a výskumné úlohy, ktoré sa v ŠGÚDŠ riešia aj v súčasnosti.

Dr. Kamil Vrana bol od roku 1996 v komerčnej sfére zodpovedným riešiteľom a spoluriešiteľom viac ako tristo medzinárodných, celoslovenských, regionálnych a čiastkových projektov, štúdií, posudkov a pod.

V rámci medzinárodných projektov ako koordinátor projektu riešil pre SHMÚ v období 1996 – 1997 projekt PHARE *Zlepšenie monitoringu kvality vôd*. Ako zástupca projektového manažéra pracoval na dánsko-slovenskom projekte ministerstiev životného prostredia *Remediácia znečistených zemín a podzemných vôd*, ktorý sa stal jedným z východísk riešenia problematiky environmentálnych záťaží. Pre Úrad vlády SR a Rakúsko koordinoval aj projekt PHARE *Koncept manažmentu povrchových a podzemných vôd v hraničnom regióne* (2000 – 2001) a i.

Jeho hydrogeochemické práce boli zamerané na viaceré lokality, napr. Pezinské Karpaty, Devínske Karpaty, oblasť Jelšavy, Lubeníka a Hnúšte, región Hornej Nitry, oblasti pre veľkokapacitné zdroje pitnej vody Rusovce – Ostrovné Lúčky – Mokraď, Čunovo, Jelka, Sedláčkov ostrov a Dechtice. V rokoch 1997 – 2005 bol pre MŽP SR a GEOCOMPLEX, a. s., zodpovedným riešiteľom projektu *Systém zisťovania a monitorovania škôd na životnom prostredí vznikajúcich banskou činnosťou*. Vo veľkej miere sa venoval problematike ochranných pásiem a výpočtov množstva podzemnej vody vrátane minerálnych a liečivých prírodných vôd (Trenčianske Teplice, Lúčky, Bojnice, Nimnica, Turčianske Teplice, Kláštor pod Znievom a Socovce, Maštinec), resp. aj samostatným geotermálnym vrtom (Sielnica, Zelená voda) a posudkovej činnosti.

RNDr. Kamil Vrana, CSc., bol oponentom najrôznejších druhov odborných prác – diplomové práce, publikácie, dizertačné práce, monografie, záverečné správy a pod. Veľmi bohatá je aj jeho publikačná činnosť.

Dňa 3. mája 2022 nás navždy opustil významný slovenský geológ – hydrogeochemik, hydrogeológ a environmentálny geológ, ktorý pozitívne ovplyvnil odborný rast mnohých kolegov viacerých generácií.

*Česť jeho pamiatke!*

Stanislav Rapant a Jozef Kordík

© Autori 2022. Vydal ŠGÚDŠ. Licencia Creative Commons BY 4.0. (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
https://doi.org/10.56623/gps.138.8

# Odišiel RNDr. Augustín Gluch
# (* 12. 12. 1953 – † 12. 7. 2022)



RNDr. Augustín Gluch sa narodil 12. decembra 1953 v Bratislave. Vyrastal v robotníckej časti Bratislavy v Trnávke, kde aj skončil základnú školu. Strednú školu – gymnázium v Kežmarku – ukončil v roku 1973. V rokoch 1973 až 1978 študoval na Prírodovedeckej fakulte UK v Bratislave, odbor aplikovaná geofyzika. Vysokoškolské štúdium ukončil diplomovou prácou *Spracovanie výsledkov leteckých gamaspektrometrických a magnetometrických meraní v stredoslovenských neovulkanitoch*. Po absolvovaní základnej vojenskej služby pracoval v geologickom sektore, postupne v Uránovom prieskume, Uranprese, Geologickej službe SR a prakticky do konca života v Štátnom geologickom ústave Dionýza Štúra, v regionálnom centre v Spišskej Novej Vsi.

Od začiatku svojej tvorivej práce sa zúčastňoval na úlohách pomerne širokého zamerania, či už čisto geofyzikálneho, alebo geologického charakteru. Zo začiatku pracoval na úlohách karotážneho, magnetického a rádiometrického prieskumu viazaného na ložiskový prieskum v regióne Spišsko-gemerského rudohoria (Novoveská Huta II – záverečná správa a výpočet zásob, surovina medená ruda, predbežný prieskum), ale aj v Považskom Inovci a inde. Neskôr sa venoval predovšetkým rádiometrii, radónovému prieskumu a monitoringu (podklady na digitalizáciu mapy radónového rizika územia Slovenska v mierke 1 : 500 000). Zúčastnil sa prakticky na všetkých prácach v rámci úlohy *Geologické faktory životného prostredia* na území Slovenska. Osobne viedol terénne merania geofyzikálneho charakteru, ale podieľal sa aj na digitálnom spracovaní iných geologických prác (súbor máp geofaktorov životného prostredia regiónu povodia Popradu a hornej Torysy, ipeľského regiónu – IPREG, regiónu Ondavská vrchovina v mierke 1 : 50 000 a i., *Geochemický atlas Slovenskej republiky*, časť *Riečne sedimenty*, odvodené mapy radónového rizika Slovenska v mierke 1 : 200 000, Tribeč – stanovenie geologických, geofyzikálnych a environmentálnych činiteľov na výber hlbinného úložiska vysoko rádioaktívneho odpadu). Významnou mierou sa podieľal na tvorbe geofyzikálneho archívu, registra a databanky geofyzikálnych údajov Slovenskej republiky. Dôležitú úlohu zohral pri digitálnom spracovaní geologických a geofyzikálnych dát v rámci úlohy *Mapa geologických indícií a interpretácií* z celého územia Slovenska (regióny Záhorská nížina, Nízke Beskydy-západná časť, Podunajská rovina, Podunajská nížina, Biele Karpaty, Strážovské vrchy a i.). Na záver svojej plodnej práce v roku 2020 dokončil komplexné spracovanie geofyzikálnych meraní z územia spišsko-gemerského regiónu v práci *Spracovanie a reinterpretácia komplexných geofyzikálnych meraní z regiónu Spišsko-gemerského rudohoria* a ich implementáciu do Geologického informačného systému.

Aj po odchode do dôchodku svojimi skúsenosťami pomáhal mladším kolegom a až do konca svojich tvorivých síl sa zúčastňoval na riešení geologických úloh.

Za jeho významný prínos k vedeckému poznaniu v oblasti geológie mu v roku 2016 generálny riaditeľ Štátneho geologického ústavu Dionýza Štúra udelil Striebornú medailu ŠGÚDŠ. Za mimoriadne výsledky v oblasti geológie a dlhoročný prínos v oblasti starostlivosti o životné prostredie mu v roku 2016 minister ŽP SR udelil Čestné uznanie.

Nedá sa vymenovať všetko, na čom počas svojej kariéry pracoval, ale plody jeho práce budú po jeho odchode využívať nasledujúce generácie geológov. Tí, ktorí s ním spolupracovali, vnímali jeho pozitívneho ducha, veselú povahu a ochotu kedykoľvek pomôcť. Odišiel nielen skúsený geofyzik, ale predovšetkým dobrý človek s veľkým srdcom.

*Česť jeho pamiatke!*

Igor Zeman a Stanislav Gonda

© Autori 2022. Vydal ŠGÚDŠ. Licencia Creative Commons BY 4.0. (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
https://doi.org/10.56623/gps.138.9