

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 PIVKO¹

¹Katedra 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 badenského 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 homogénemu 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 hľúzkov červených rias nad foraminiferami, úlomkami ježoviek, machovkami a úlomkami lastúrníkov. 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.

KLúčové 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 rhodoliths 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 hľúžky 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 hľúžkami a lastúrníkmi.

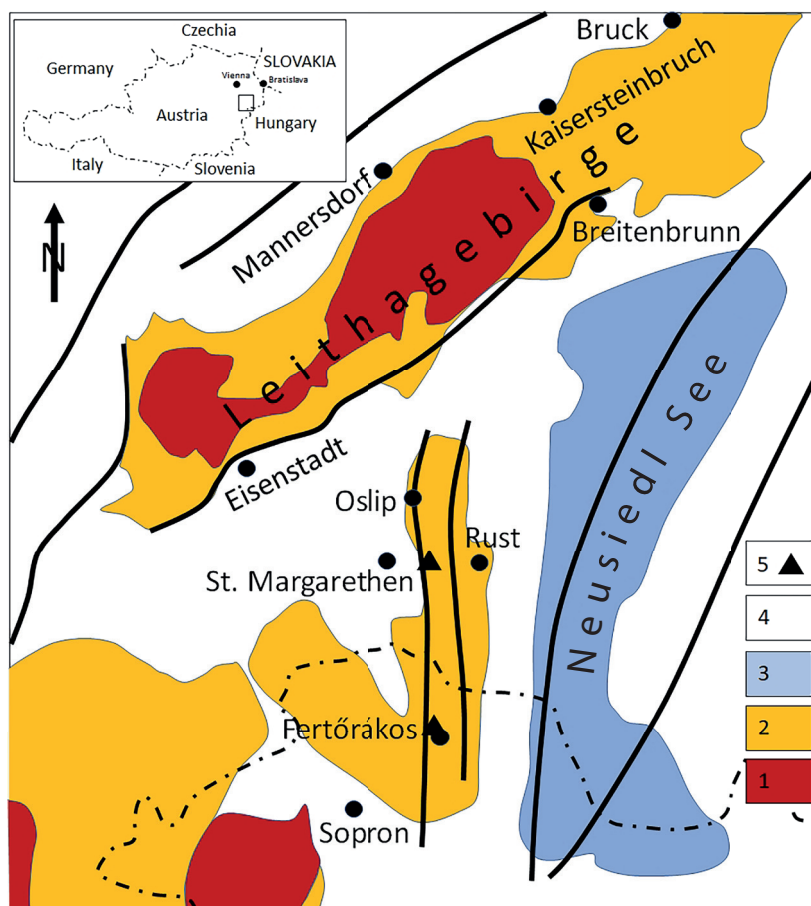
Najväčšie kameňolomy založené v silne pórovitom litavskom vápenci sú pri St. Margarethene. Najrozsiahljší kameňolom, v súčasnosti neťažný, nazývajú Römersteinbruch (Rímsky kameňolom). V ňom sa v súčasnosti konajú výpravné operné predstavenia. O jeho rímskom pôvode však nie sú jasné dôkazy, skôr ide o 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; Bildhauersymposium St. Margarethen, 2014).

Veľký kameňolom vo Fertőrákosi je vyhľadávaný návštevníkmi kvôli podzemnej ťažbe vápenc, 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).

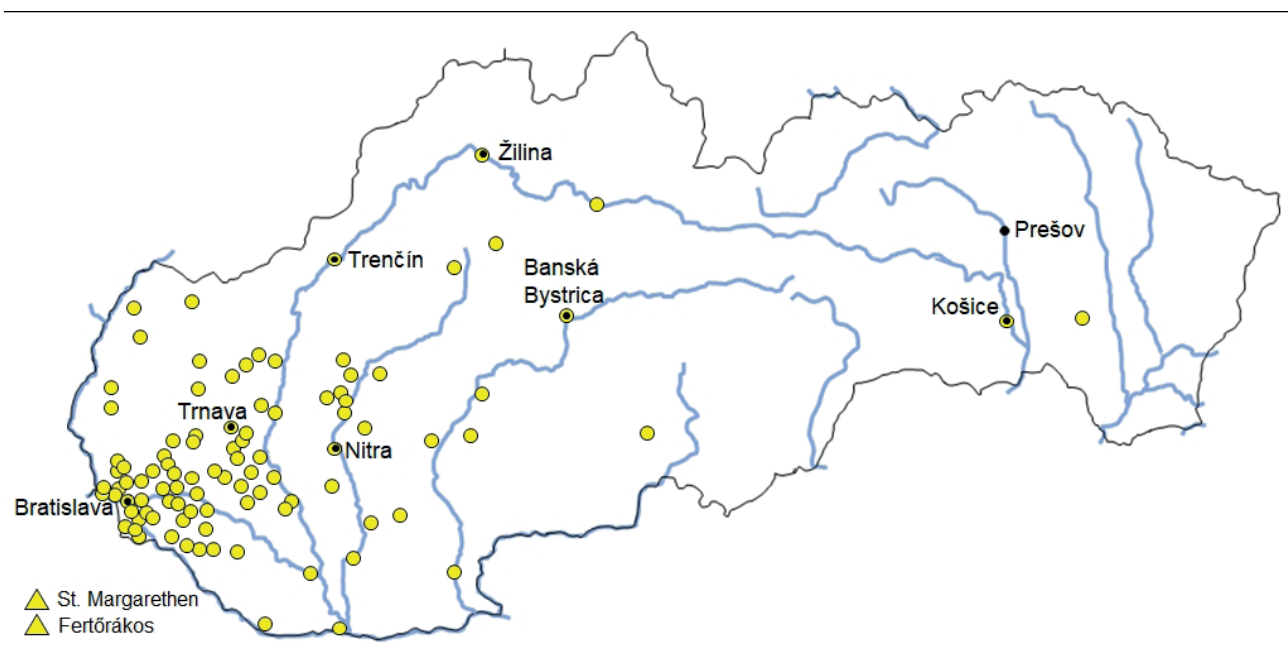
Kameňolomom v Oslipe sa zaoberať nebudeme, lebo horninu z neho sme zatiaľ na Slovensku neidentifikovali. Kameň sa vyznačoval výrazným spevnením a možnosťou leštenia (Rohatsch, 2005).

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, petrografiú, 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 Hermeden, 1926; Kapounek, 1939). Fuchs (1965) študoval geológiu a stratografiu rakúskej časti Fertőrákoško-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 kryštálickým podloží 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 Fertőrákoško-rustskej vrchoviny s ostrovmi a plochými plytčinami. Na karbonátových platformách sa tam formovali *litavské vápence* z koralinných rias a malé, slabodiverzifikované rify. Severne sa rozkladala litavská a južne fertőrákošská 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 karpátu 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 Mészkö Formáció*) hrubú 70 m možno v kameňolome St. Margarethen zaradiť do stredného až vrchného bádenu (zóny *Spiroplectamina* a *Bulimina-Bolivina*; Fuchs,

1965; Häusler et al., 2010). Podľa Harzhausera a Pillera (2007) majú horniny v lome St. Margarethen vek vrchný bádenu (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 slabostmelelé 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) rodolitová „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 mäkkýchšov 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., *Spiroplectamina* 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 lastúrníkov 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 – lastúrníčky. Fosílie a klasty sú slabospevnené 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 sivobiellou 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 hlúz – rodolitov, veľkých do niekoľko centimetrov. Ojedinele sú prítomné aj prierezy schránok veľkých lastúrníkov, 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 lastúrníkov. Z foraminifer sú zastúpené foraminifery so sklovitou schránkou (hlavne elfidiá) 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 zrn 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 kryštalínika. 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 nárazy koralinných rias (Dullo, 1983). V lagúnach s pokojnejšou sedimentáciou v stagnujúcich podmienkach s prítomnosťou hypoxických podmienok

a búrkových sedimentov vznikali najmä laminované slie- ne, 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. Margarethen 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 vlastností vápencov zo St. Margarethen 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 $2,5 \times 1,3 \times 1,5$ 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 zatriaktivnenie 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 $2\,000 \text{ m}^3$ blokov kameňa veľkých $1 - 3,5 \text{ m}^3$ (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 Eisenstade (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 podlažia. 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 klíny a malým kladivkom sa k nim pritlačali oceľové plechy. Potom veľkým ťažkým kladivkom s dlhou násadou začali udierať klíny 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 klíny z tvrdého dreva po obložení pásmi z oceľového plechu zatĺkali do drážok 8 – 10 kg kladivami. Potom sa drevené klíny pokropili vodou, ktorá suché klíny 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 prenajímaj 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 $1,6 - 12 \text{ m}^3$ 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 petrografiú 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 dekoratívnych 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.

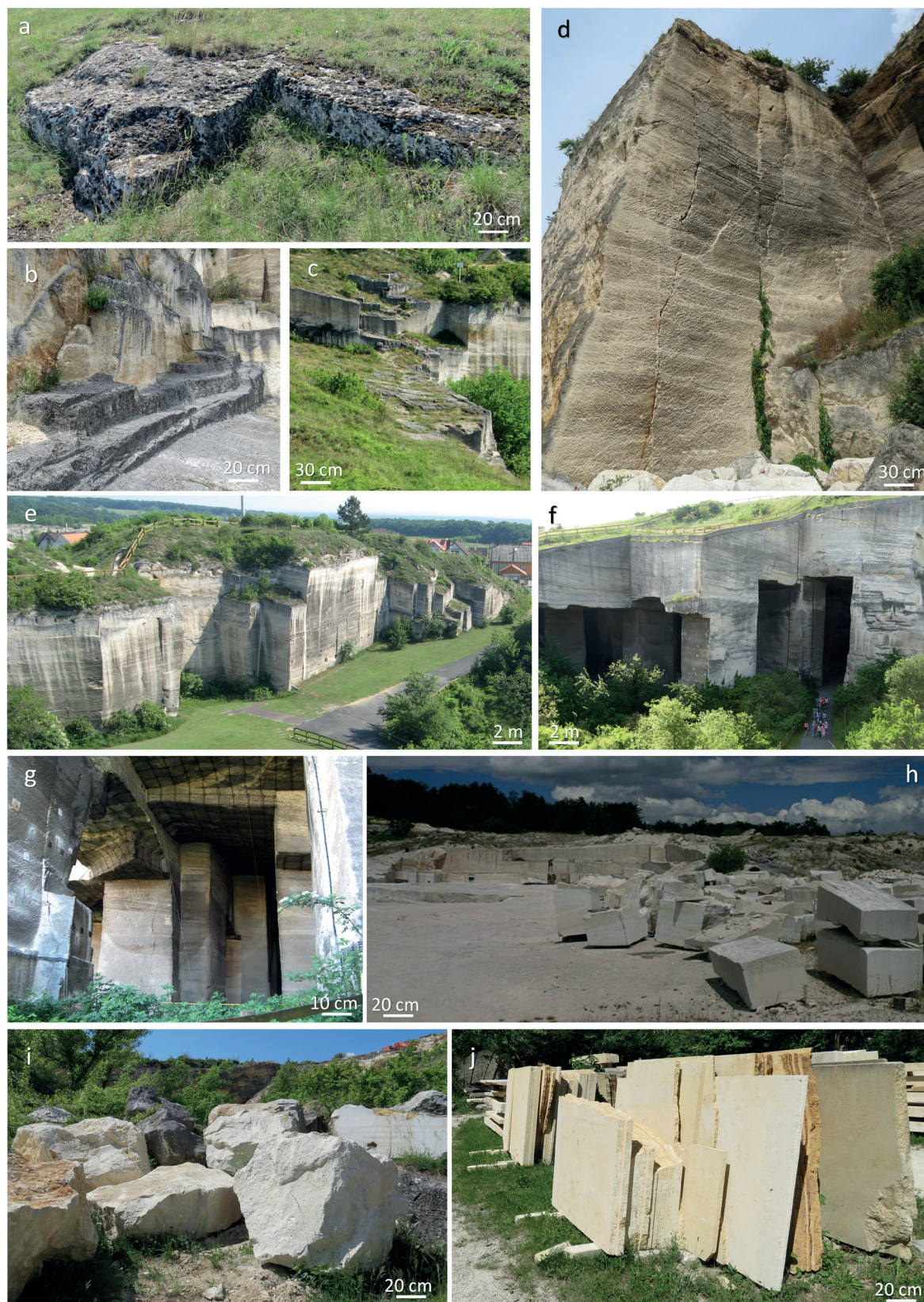
Metódy

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

Fig. 3. Quarries in St. Margarethen 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.



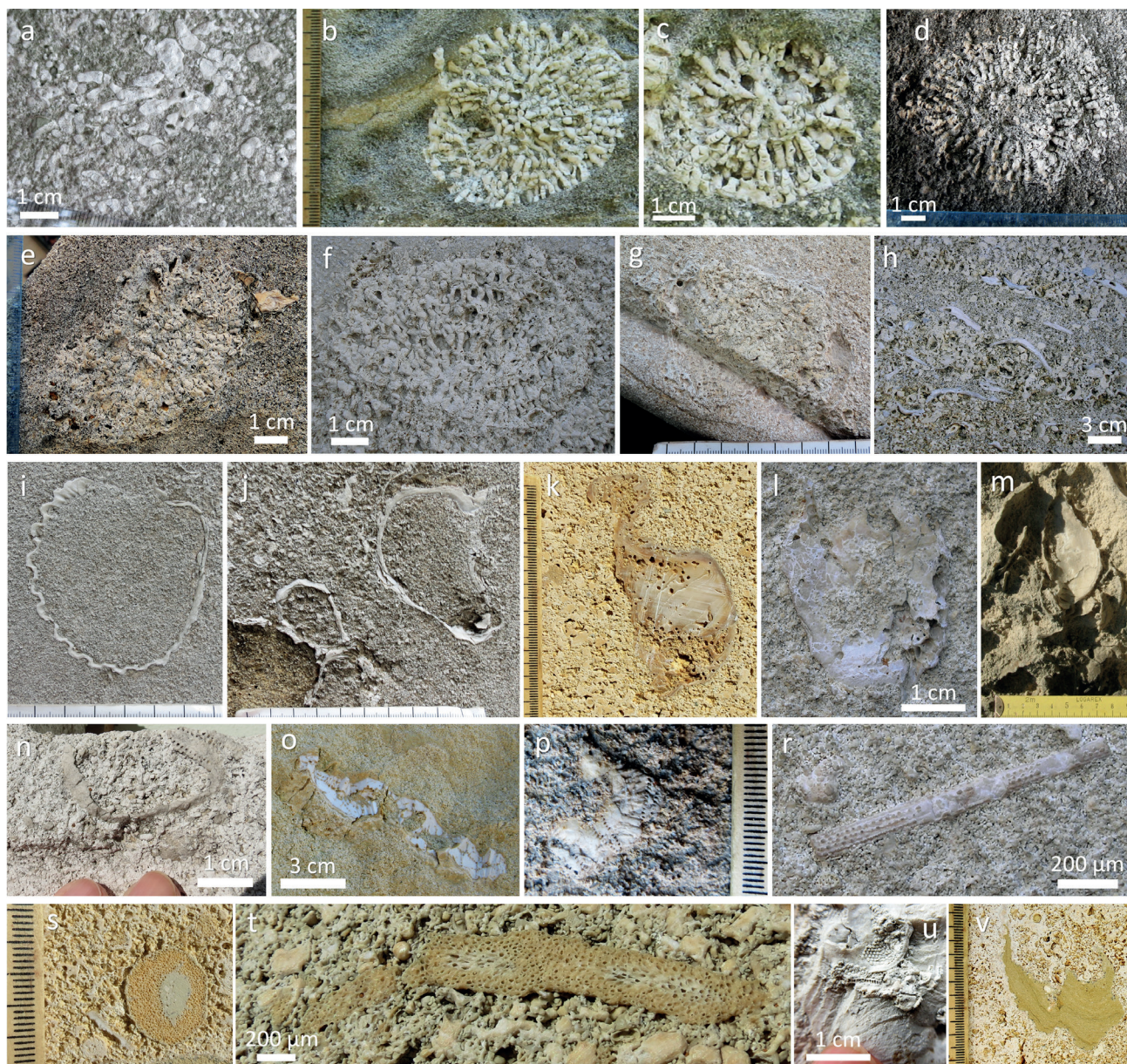
Obr. 4. Povrch stien a získavanie blokov v kameňolome v St. Margarethene a vo Fertőrákos: **a** – tektonické pukliny a zlomy na stene opracovanej špicákom v St. Margarethene; **b** – opracovaná stena so šikmými ryhami po špicáku (1), horizontálne (2) a šikmé zvrstvenie s mierne uklonenými laminami zvýraznené zvetrávaním (3), pukliny a zlomy (4); **c, d** – viditeľné šikmé a oblúkové stopy po špicáku na stene kameňolomu vo Fertőrákos 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.



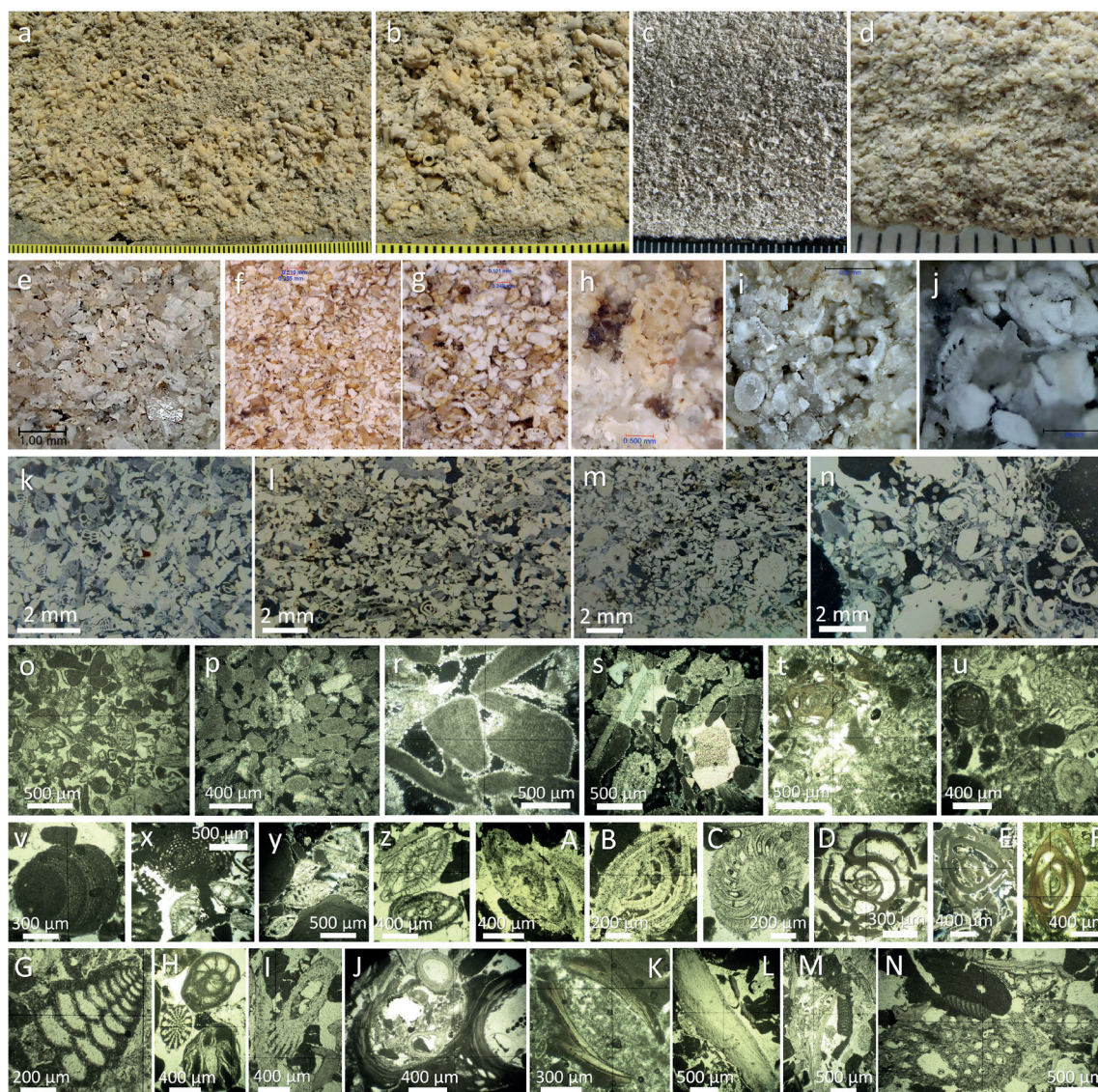
Obr. 5. Makroskopický vzhľad vápencov v St. Margarethene a vo Fertőrákosi: **a – d** – biosparity (grainstone) s vzhľadom horizontálne zvrstvených pieskovcov v kameňolome vo Fertőrákosi (a) a v St. Margarethene (b – d), (1) voštiny (aeroxysty) ako výsledok zvetrávania; **e – g** – vrstvy s hojnými rodolitmi 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** – hojný lastúrník a rodolity na Trojičnom stĺpe v Bratislave-Podunajských Biskupiciach, asi z kameňolomu vo Fertőrákosi; **o** – hojný rodolity a vylúhovaný lastúrník 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 rhodolites 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 rhodolites 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 rhodolites in the Fertőrákos quarry; **n** – abundant bivalve molluscs and rhodolites in the Trinity column in Bratislava-Podunajské Biskupice, probably from the Fertőrákos quarry; **o** – abundant rhodolites and leached bivalve in the St. Margarethen quarry.



Obr. 6. Makrofosílie vo vápencoch v St. Margarethene a vo Fertórákosi: **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 z boku; **p** – úlomok panciera ježovky; **r** – osten 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 Fertórákosi (**m**), na židovskom cintoríne v Bratislave (**n**) a Mariánskom stĺpe v Nitrianskom Pravne (**u**).

Fig. 6. Macrofossils in St. Margarethen and Fertórákos limestones: **a** – various types of rhodolites; **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; **r** – stem 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 Fertórákos 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 hl'úzka (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 foraminifera 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 foraminifera 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 ostracoda 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 Mikulášskom 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** – skrasovatý 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** – výkveti 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), Primacialny 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 konkávných (vyhlbených) povrchoch; **i** – vysušený mach; **j** – vysušený lišajník a mach v priehlbine; **k** – mach uchytенý 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 rhodolite; **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 palác 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. Margarethen a z Fertőrákosu na základe výbrusov: vhz – veľmi hrubozrnný, hz – hrubozrnný, sz – stredozrnný, 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.

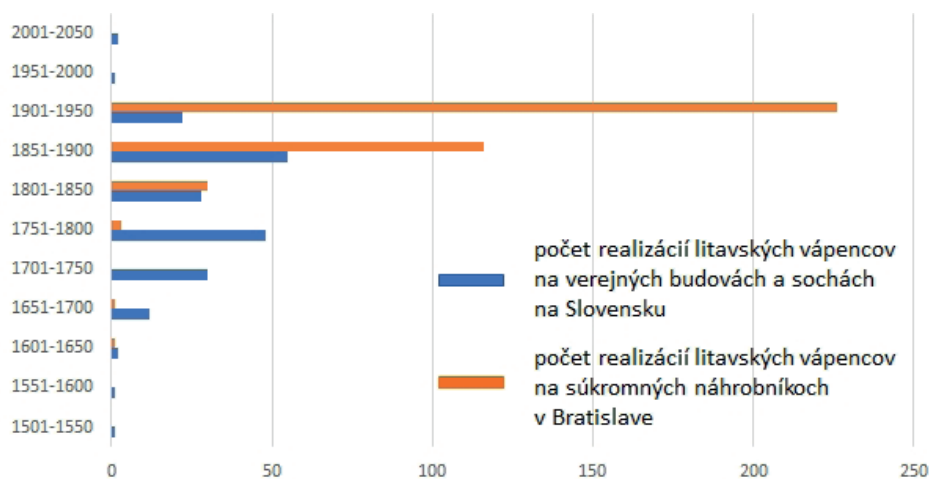
Lokality	Zrornosť	Fosílie + alochémy	Alochémy	Fosílie spolu	Červené riasy	Iné fosílie spolu	Iné fosílie	Extraklasty spolu	Extraklasty	Póry	Tmel	ZH
Hronský Beňadik, kláštorňý kostol, portál 1	sz (hz)	73	int 9	64	36	28	fosk, fopo, ech, la, ma, ost, foag	3	ž, Q, Q + se, Q + ž, Q + mu	12	12	0
Hronský Beňadik, kláštorňý kostol, portál 2	sz-hz	76	int 1	75	40	35	nezn, fopo, la, fosk, ech, če, ma	+	Q	12	12	0
Hronský Beňadik, kláštorňý 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	Zrornosť	Foslie + alochémy	Alochémy	Foslie spolu	Červené riasy	Iné foslie spolu	Iné foslie	Extraktasty spolu	Extraktasty	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, stĺp	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

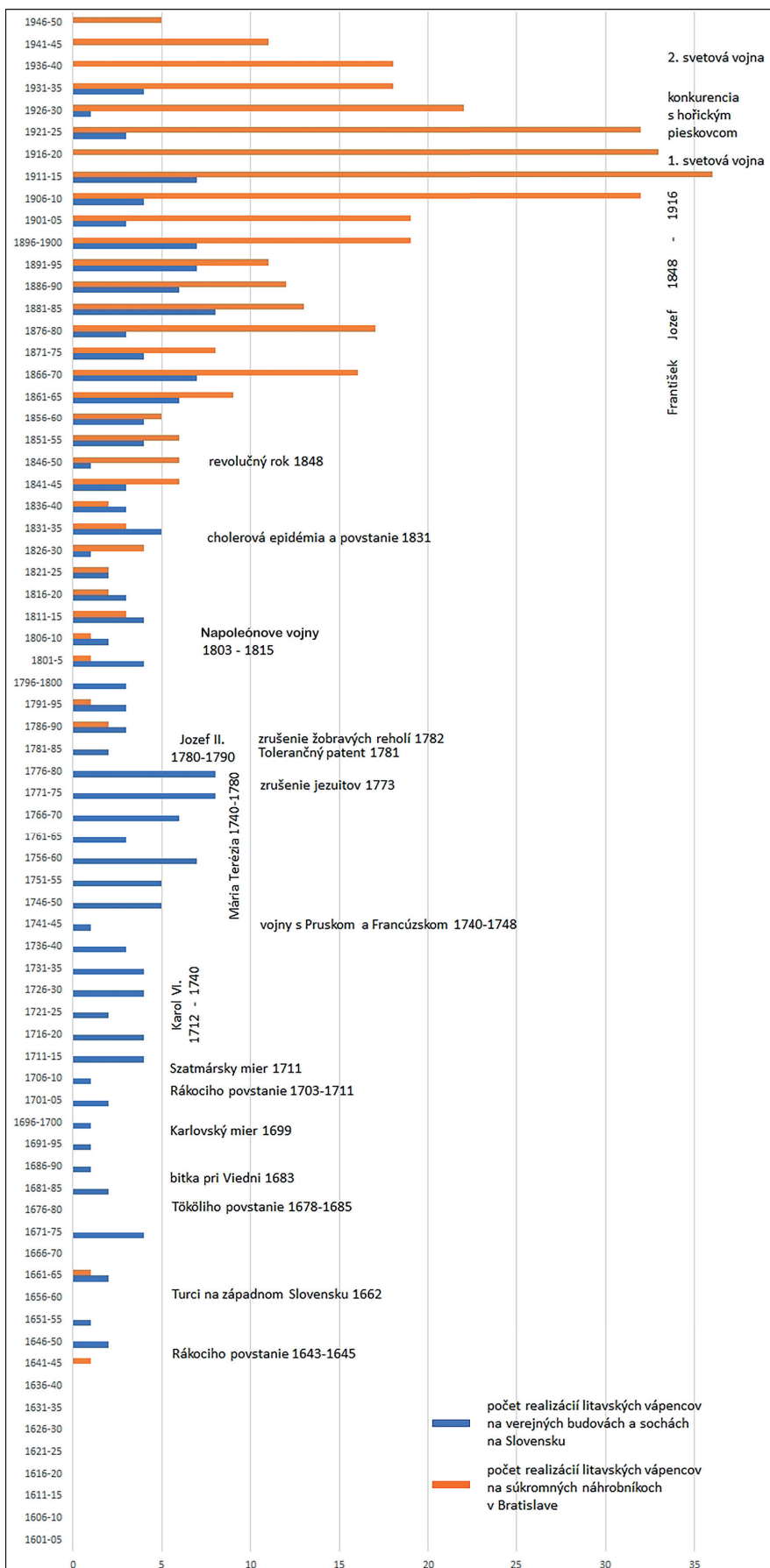
Tab. 3. Graf diel z litavských vápencov zo St. Margarethenu a z Fertőrákosu v čase po 50 rokoch.

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. Margarethen je na čerstvej ploche žltej farby. Keď zvetráva, pokrýva sa sivobiелou patinou. Makroskopicky sa vápenec javí ako silne pórovitý stredozrnný 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. Margarethen 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. Margarethen, 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 %.

Vápenec zo St. Margarethen 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 použitia rastie zhruba po koniec 18. storočia. V 1. polovici 19. storočia je zníženie, najviac použitie 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. Margarethen 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 odlišenie

Medzi obsahom fosílií vo vzorkách z kameňolomu St. Margarethen (50 %) a vo vzorkách z pamiatok (68 %) je zjavná disproporcía. Disproporcía je aj v obsahu základnej hmoty, pretože vo vzorkách z pamiatok prevažne nie je. Ak je, tak iba do 3 %, ale vo vzorkách z kameňolomu St. Margarethen dosahuje v troch prípadoch vysoké hodnoty (17 – 21 %). To sa premieta aj do rozdielného 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. Margarethen 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 faciách 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 facií *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 facií *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 Fertőrákosu sa určite dostávali aj na naše územie. Poukazujú na to určité indicie. Rozdiel medzi litavským vápencom zo St. Margarethenu a Fertőrákosu 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 lastúrníkov. Vo Fertőrákosi sú rodolity spojené s výskytom lastúrníkov. Vo Fertőrákosi sú rodolity spojené s výskytom lastúrníkov. Vo Fertőrákosi bývajú veľké zoskupenia lastúrníkov 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 Oslípu, 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 odlišiť od iných litavských a podobných sarmatských vápencov používaných na Slovensku. Sú pre ne typické homogénne časti vzhľadom hrubozrnného až strednozrnného pieskovca s rozptýlenými rodolitmi a lastúrníkmi. 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 prímies makroskopického kremeňa a kremenných hornín. Sarmatský vápenec z Breitenbrunn 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.

Vápenecové diela v priestore a čase

Rozmiestnenie miest s verejným využitím sa na mape Slovenska (obr. 2) znižuje 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 vápenecových 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), choleroou 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 použitia na verejných budovách a sochách vplyvom konkurencie s českým horčickým pieskovcom.

Graf vyhotovenia súkromných náhrobníkov (tab. 4) je iný ako v prípade verejných budov a soch. Oblúba 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 prisun horčického 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 zmienuje 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 nehmuteľných NKP*, 2021). Sú vytesané z pórovitého, veľmi hrubozrnného litavského vápenca s ojedinelými lastúrníkmi 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 častíc z výfukových plynov, iných častíc prachu, pigmentu siníc a čiernych vláknitých húb. Zelené povlaky sú výsledkom prevahy rias. Neskôr sa na biofilmy uchytiť aj lišajníky a machy. Autotrofné organizmy produkujú CO₂, ktorý vedie k vzniku kyseliny uhličitej degradujúcej karbonáty. Lišajníky biodegrádujú 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 stredozrnného, silne pórovitého pieskovca. Silne pórovitý (3 – 25 %) litavský vápenec je zložený z prevahy hĺúzok 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 lastúrníkov. 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 lastúrníky. Tam je viditeľný aj makroskopický kremeň. Vo väčšine realizovaných diel sa dali nájsť rozptýlené riasové hĺúzky, rodolity a prierezy lastúrníkov.

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 stredy 20.

storočia jednými z najpoužívanejších vápencov na západnom Slovensku, a to vďaka ľahkému opracovaniu, možnosti jemných detailov, relatívne homogénemu 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 verejnú budovu 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.

PodĎakovanie

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 (Labroidae: 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., Oszczyppo, N., Pavelić, D., Rögl, F., Saftić, B., Sliva, L. 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, Národná památková ústav, 174 – 185.
- Pivko, D., 2014: Petrografia a pôvod použitých hornín na vybraných pamiatkach. In: Šimon, P., Pilný, I., Repán, M., Pivko, D., Pilná, L. 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 Schwarzkrustranbildung (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.
- Selmecezi, 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, L., 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 few 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 porcelainous wall, bryozoans, bivalve fragments, agglutinated foraminifers, worm tubes, ostracods and large foraminifers are a few 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 lithified 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 few 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

