

FORUM URBES MEDII AEVI VI.

Příspěvky ze 7. ročníku mezinárodní konference FORUM URBES MEDII AEVI konané v kongresovém sále Mendelovy univerzity 13.-16. května 2008 ve Křtinách
Proceedings of the 7th year of the FORUM URBES MEDII AEVI international conference held in the congress hall of Mendel University, Křtiny in 13th-16th May 2008

SUROVINOVÁ ZÁKLADNA A JEJÍ VYUŽITÍ VE STŘEDOVĚKÉM MĚSTĚ

—

THE RESOURCE BASE AND ITS UTILISATION IN THE MEDIEVAL TOWN

Vydává obecně prospěšná společnost Archaia Brno o. p. s.

Vydáno s podporou Grantové agentury AVČR (projekt č. 404/09/1966) / Published with the support of the Czech Foundation of Sciences (project No. 404/09/1966)

Brno 2011

ARCHAIA
BRNO
o. p. s.

ARCHAIA
BRNO
o. p. s.

FORUM URBES MEDII AEVI VI.

Recenzované periodikum/Reviewed periodical

Vydavatel/Published by: Archaia Brno o. p. s.
Adresa redakce/Address: Bezručova 15, 602 00 Brno
E-mail: brno@archaiabrno.cz
Http://www.archaiabrno.org
Http://www.fuma.cz
Tel./Fax: 515 548 650

Předseda redakční rady/Editor-in-chief: Prof. PhDr. Zdeněk Měřínský, CSc.

Výkonný redaktor/Executive editor: PhDr. Rudolf Procházka, CSc.

Členové redakční rady/Editorial board: PhDr. Peter Baxa, PhDr. Jiří Doležel, PhDr. Viktor Ferus, Mgr. Petr Hrubý, PhD.,
Mgr. Vojtěch Kašpar, David Merta, Mgr. Marek Peška, Mgr. Jaroslav Podliska, PhD.,
PhDr. Rudolf Procházka, CSc.

Technická redakce/Technical board: Mgr. Soňa Mertová

Recenzenti/Reviewers: Mgr. Jan Havrda, Mgr. Petr Kočár, prof. RNDr. František Krahulec, CSc., PhDr. Jiří Merta,
prof. PhDr. Josef Unger, CSc.

Překlady/Translations: Mgr. Irma Charvátová, PhDr. Jitka Seitlová

Jazyková korektura/Language editing: PhDr. Jitka Skorkovská, PhDr. Sonja Schürmann

Sazba a grafická úprava/Typesetting and graphic design: Archaia Brno o. p. s.

Obálka/Cover: Černá a fialová s. r. o.

Tisk/Print: Tiskárna Didot, spol. s. r. o.

Náklad/Print run: 500 ks

Brno 2011

ISBN: 978-80-903588-6-7

ISSN: 1803 1749

Slovo úvodem	str. 3
Introduction Einleitung Rudolf Procházka	
Úvod do problematiky středověkých technologických postupů opracování stavebního kamene	str. 4
Introduction to Mediaeval Technological Procedures in the Working of Building Stone Einführung in die Problematik mittelalterlicher technologischer Verfahren bei der Bausteinbearbeitung Michal Cihla – Michal Panáček	
Tehelne v slovenských mestách v stredoveku a novoveku	str. 26
Brickyards in Slovak Towns in the Middle Ages and the Modern Age Ziegeleien in slowakischen Städten im Mittelalter und in der Neuzeit Marián Čurný – †František Javorský	
Surovinová základna Pohanska u Břeclavi	str. 46
Resource Base of the Pohansko Settlement, near Břeclav Die Rohstoffbasis von Pohansko bei Břeclav/Lundenburg Petr Dresler	
Reste eines mittelalterlichen Wasserhebewerkes und eines aus der türkischen Zeit in Buda	str. 62
Remains of a Mediaeval Water Pump, Traces of Another, from Ottoman Buda Pozůstatky středověkého čerpadla a dalšího z tureckého období v Budě Gabriella Fényes	
Hutnictví kovů v podhradí Pražského hradu	str. 68
Metallurgy Below Prague Castle Das Hüttenwesen im Suburbium der Prager Burg Jan Havrda – Jaroslav Podliska	
K výrobě a variabilitě stavební keramiky ve středověkém a novověkém Brně	str. 98
The Manufacture and Variability of Building Ceramics in the Mediaeval and Modern-Age Brno Die Produktion und Variabilität der Baukeramik im mittelalterlichen und neuzeitlichen Brunn Petr Holub	
Ťažba a použitie baraneckých pieskvcov v stredoveku	str. 122
The Mining and Use of the Baranec Sandstones in the Middle Ages Abbau und Verwendung der Baranec-Sandsteine im Mittelalter Alžbeta Hornáčková	
Hornické a úpravnické areály na českomoravské vrchovině a jejich vztah k soudobým městským centřum ve 13. století	str. 128
Mining and Metal-Processing Areas in the Czech-Moravian Highlands and Their Connection with Contemporaneous Towns in the 13 th Century Beziehungen zwischen den Bergbau- und Aufbereitungsarealen und den Städten in der Montanlandschaft Českomoravská vrchovina (Böhmisch-Mährisches Bergland) während des 13. Jahrhunderts Petr Hrubý – Petr Hejhal	
Vápenka před branou svatého Benedikta	str. 176
A Lime Kiln Outside the St. Benedict Gate, Prague Kalkofen vor dem St.-Benedikt-Tor in Prag Petr Juřina – Jan Zavřel	
Zásobování města Brna železem v období středověku	str. 184
Supplying Brno with Iron in the Middle Ages Eisenversorgung der Stadt Brunn im Mittelalter Jiří Merta	
Mineralogicko-petrografická charakteristika pálenej strešnej krytiny z Bratislavského hradu	str. 194
The Mineralogical and Petrographic Characteristics of Bratislava Castle Fired Roofing Tiles Mineralogisch-petrographische Charakteristik der Dachziegel Peter Nagy – Miloš Gregor	
Historický kameňolom litavských vápencov v Devíne pri Bratislave	str. 204
A Historical Quarry of Leitha Limestone in Devín, near Bratislava Historischer Steinbruch Litauer Kalksteine in Devín bei Bratislava Daniel Pivko	

Archeologické doklady výroby z 12.–13./14. století v jihovýchodní části Brna ve vztahu k vývoji zástavby	str. 212
Archaeological evidence of production in the 12 th –13 th /14 th centuries in the south-west part of Brno with relation to the development of the built-up area Archäologische Produktionsbelege aus dem 12.–13./14. Jahrhundert im Südostteil der Stadt Brno/Brünn im Bezug auf die Bebauungsentwicklung Rudolf Procházka	
„Wann es zw 7 jarn chumpt...“ Medieval and early modern woodland management in Moravia	str. 252
Středověké a raně novověké lesní hospodaření na Moravě Péter Szabó	
Archeologický výzkum pozůstatků zahloubeného pravouhlého objektu se vstupní šíjí na náměstí Jana Žižky z Trocnova v Čáslavi	str. 260
Archaeological Research into the Remains of a Sunken Perpendicular Building with an Entrance Spine in náměstí Jana Žižky z Trocnova Square, Čáslav Archäologische Untersuchung der Restbestände einer rechteckigen Grube mit einem rampenartigen Eingang vom Platz Jana Žižky z Trocnova in Čáslav Martin Tomášek – Jolana Šanderová	
Rostlinné zbytky jedním z pramenů pro interpretaci čáslavského středověkého objektu	str. 276
Vegetal remains as one of the sources for interpretation of the Čáslav Medieval object Věra Čulíková	
Pylová analýza vzorků z archeologického objektu 1502 v Čáslavi	str. 304
Pollen Analysis of Samples from Archaeological Site 1502, Čáslav Pollenanalyse der Proben aus dem archäologischen Objekt 1502 in Čáslav Vlasta Jankovská	
Zvonařská dílna na náměstí Republiky v Praze	str. 308
Bell Workshop in the Republiky Square in Praha (Prague) Glockengiesserei auf dem Republiky Platz in Praha (Prag) Martin Vyšohlid	
Seznam autorů	str. 324
List of Authors	

Mineralogicko-petrografická charakteristika pálenej strešnej krytiny z Bratislavského hradu

Peter Nagy – Miloš Gregor

The Mineralogical and Petrographic Characteristics of Bratislava Castle Fired Roofing Tiles

Selected roofing tiles samples have been analysed with the use of the X-ray diffraction powder analysis method and with the help of the study of petrographic sections in polarised light. On the basis of the acquired data it was possible to identify the provenance of the materials and the firing conditions of individual samples. The materials (both the main ones and those used for comparison) came from the sediments of the River Danube. The firing temperature of the Roman roofing tiles was over 900 °C, the temperature of the brown-red medieval roofing of ancient shapes was about 700–800 °C, and the firing temperature of the dark-grey medieval roofing tiles of ancient shapes was 800–900 °C. Flat medieval roofing and late-Gothic decorative roofing were fired at 800–900 °C. The same temperature was determined with renaissance roofing. The firing atmosphere determined on the basis of hematite was an oxidation one in all samples except the dark-grey roofing tiles of ancient shapes.

Úvod

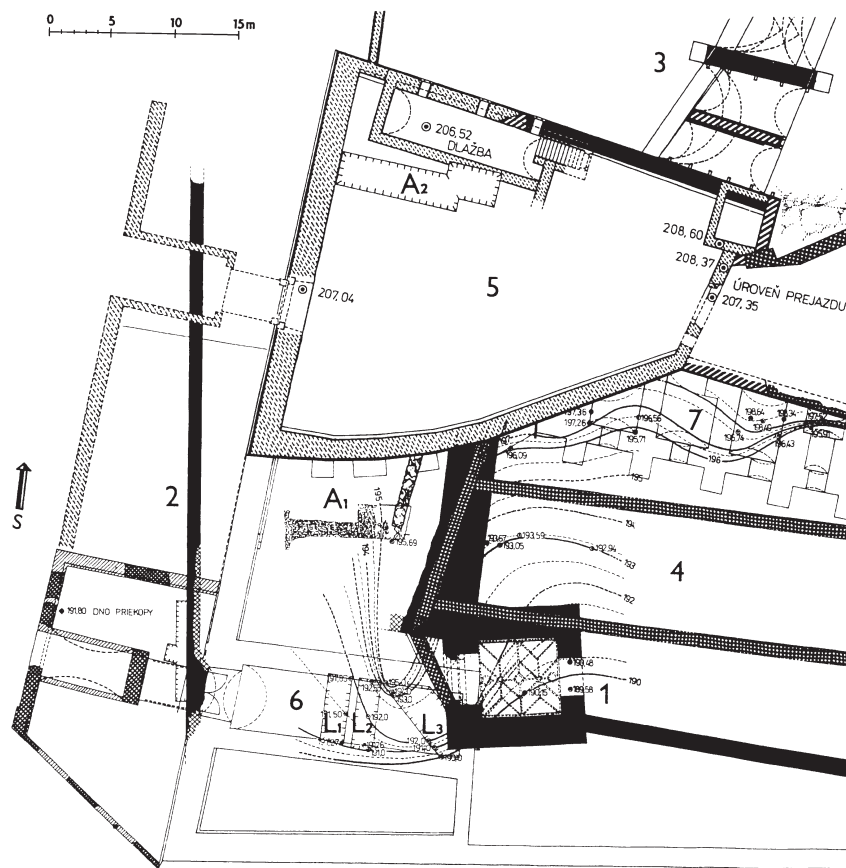
Cieľom príspevku je priniesť stručný prehľad tvaroslovía a datovania pálenej strešnej krytiny bežne nachádzanej na archeologických výskumoch v Bratislave a okolí. Ako príklad sme si vybrali uzavretý nálezový celok z archeologicko-architektonického výskumu Ing. A. Fialu a Ing. A. Semanka, uskutočneného v rokoch 1987–1990 v juhozápadnej časti Bratislavského hradu. Využili sme pri tom fakt, že sa tu v jednej sonde našli fragmenty strešnej krytiny z doby rímskej, stredoveku i včasného novoveku. Tu treba spomenúť, že sa v súbore okrem bežnej stavebnej keramiky nachádzajú i zlomky tzv. strešnej krytiny antických tvarov, datovanej rámcovo do 9.–13. storočia.

Vzhľadom na početné nálezy pálenej strešnej krytiny z rôznych období boli vybrané vzorky porovnané aj na základe mineralogicko-petrografických analýz. Pomocou mineralogicko-petrografickej charakterizácie plniva je možné stanoviť provenienciu surovín, ktoré boli použité na výrobu strešnej krytiny, čím je možné spoľahlivo sledovať prípadné zmeny v ich samotnom výbere. Na základe pozorovaných zmien v mineralogickom zložení pojiva a plniva je možné stanoviť teplotu výpalu, prípadne atmosféru výpalu strešnej krytiny.

Archeologická situácia a nálezové okolnosti

Počas realizácie rozsiahlych architektonických opráv Bratislavského hradu v období rokov 1987–1990 sa odkryli viaceré situácie, upresňujúce jednotlivé historické stavebné i výtvarné podoby hradu (obr. 1; Fiala – Semanko 1993a). V roku 1990 sa pri tomto výskume v priestore bastiónu postaveného roku 1663 odkryla sonda A2 (obr. 2). Bastión sa nachádza v predbráni hradného paláca južne od korunovačnej veže. Okrem iného boli v sonde A2 nájdené zvyšky, v tejto časti deštruovaného (v sonde A1 sa zachoval v takmer neporušenom stave) drevozemného valu datovaného do 9. storočia (Fiala – Semanko 1992). V stratigrafických vrstvách nad valom boli nájdené početné fragmenty stavebnej keramiky. Najstaršie z nich boli z doby rímskej a niektoré mali na sebe kolký X. zdvojenej a XIII. zdvojenej légie (Fiala 1991).

Obr. 1
Pôdorys juhozápadnej časti Bratislavského hradu s vyznačením nálezov. L1, L2 sondy v r. 1958 v prejazde Leopoldovho bastiónu s časťou spodnej konštrukcie valu z 9. storočia a skalným podloží (Fiala – Semanko 1993a, 34, obr. 1). A1 sonda v r. 1987 v severnej časti Leopoldovho bastiónu. A2 sonda v r. 1990 v bastióne z roku 1663 (dnes časť čestného nádvorja).
1: západná gotická vstupná veža hradu z prvej tretiny 15. storočia s južným a severným opevnením
2: opevnenie predbránia gotickej vstupnej veže
3: konštrukcia gotického mosta do paláca s neskoršími prestavbami
4: renesančná zbrojnica z druhej polovice 16. storočia
5: bastión pred palácom s priekopou a strážnicami z roku 1663
6: bastión z roku 1674 s prejazdom a priekopou
7: podporná konštrukcia čestného nádvorja z druhej polovice 18. storočia
Vrstevnice predstavujú rekonštrukciu skalného podložia.



Obr. 2

Sonda A2. Čestné nádvorie. Priečný rez valom (Fiala – Semanko 1993a, 35, obr. 2).

A: prepálená hlina s kameňmi

B: tmavohnedá zemina s priečnym trámom

C: konštrukcia trámov so sivohnedou zeminou – uhľiky úlomky laténskej keramiky, rímske tehly

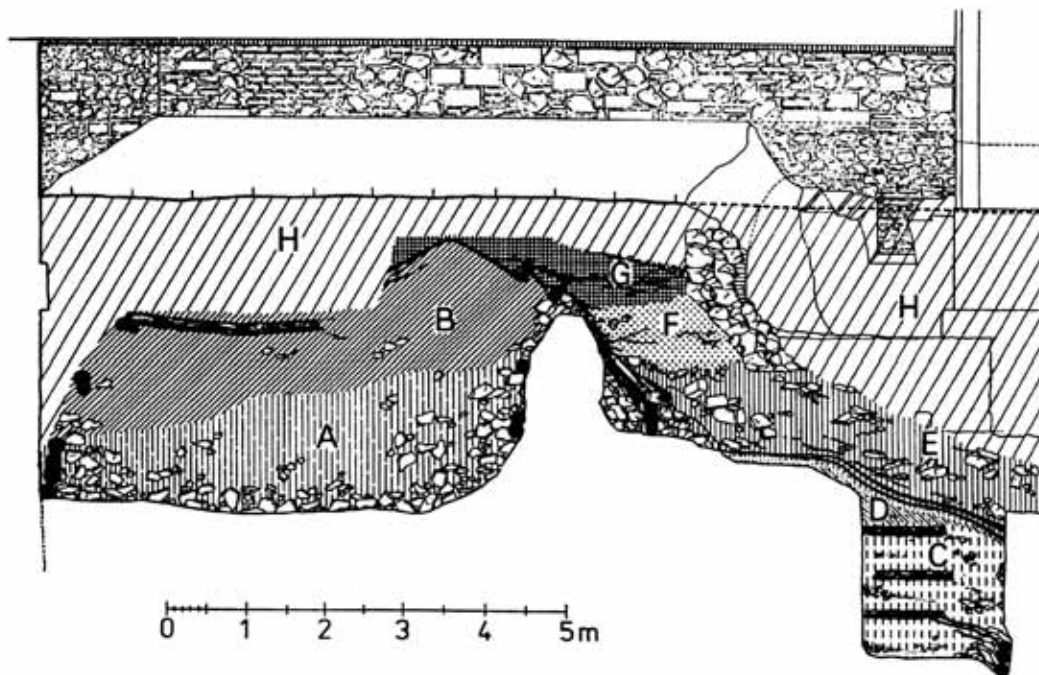
D: sivohnedá zemina s kameňmi, úlomky omietok z baziliky, keramiky z 9.–11. storočia, úlomky rímskej strešnej krytiny

E: hnedá zemina s uhľikmi a veľkými opracovanými deštruovanými kameňmi

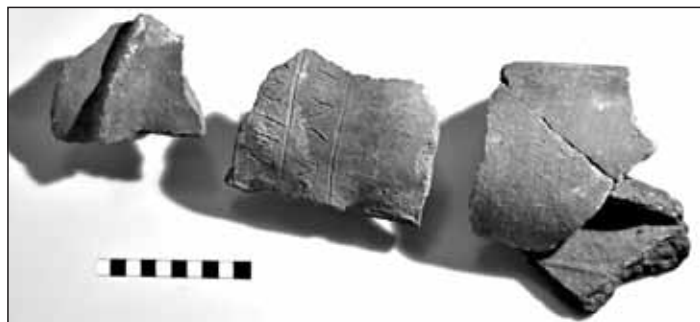
F: červené prepálená vrstva bez nálezov

G: novodobá vrstva s úlomkami kachlíc zo 17. storočia

H: novodobý zásyp, časť z 18 storočia.



Pri zhromažďovaní materiálu na výstavu Laterārius – dejiny tehlárstva na Slovensku sme náhodne narazili na omyl, ktorý vznikol pri evidovaní nálezov do zbierok Slovenského národného múzea – Archeologického múzea. Fragменты stavebnej keramiky (AH 74 465–AH 74 473) boli určené ako strešná krytina z doby rímskej. Podľa nášho názoru sa tu jedná o zlomky stredovekej strešnej krytiny antického typu, tvorenej regulami a imbrexami, datovateľnej do 9.–13. storočia.



V zaevidovanej skupine sa nachádzal i fragment popísaný ako „rimska krytina s kolkom v tvare kríža“ (obr. 3; AH 74 473). Zo Švajčiarska poznáme škridle s V ukončením a párom podobných „kolkov v tvare kríža“ datované do 11. storočia (Goll 1984). Tieto technické otvory v tvare kríža slúžili ako zdrsnenie hladkého povrchu vrchnej strany škridle. Pri ukladaní na strechu sa na otvory naniesla malta, ktorou sa prichytila škridla uložená nad ňou.

Po ďalšom pátraní po stavebnej keramike sme narazili i na nezaevidovanú početnú kolekciu fragmentov strešnej krytiny z už uvedeného výskumu zo sezóny 1991 (Fiala – Semanko 1993b). Žiaľ tieto nálezy sme z popisu nevedeli určiť stratigraficky presnejšie, pretože na škatuli bolo iba: Bratislavský hrad – sonda A2. Ako strešná krytina v ňom boli zaradené i dva fragmenty rímskych amfor.

Obr. 3

Fragменты strešnej krytiny antického typu.



Obr. 5

Fragмент strešnej krytiny s ozdobným ukončením.

Obr. 4

Fragмент strešnej krytiny s technickým otvorom v tvare kríža.

Tvarovou analýzou sa nám podarilo vyšpecifikovať a datovať markantnú väčšinu nájdeného materiálu. Súbor tvorili prevažne fragmenty plochých strešných tašiek s rovným ukončením a ručne vyformovaným nosom (Nagy 2003). Analogická strešná krytina sa nachádzala na streche benediktínskeho kláštora v Krásnej nad Hornádom pri Košiciach či Kostola sv. Filipa a Jakuba v bratislavskej Rači (Nagy 2004a). Tak ako oba spomenuté nálezy datujeme i fragmenty z Bratislavského hradu do 14.–15. storočia.



Menej početné boli zlomky včasnovekej plochej strešnej krytiny s nosom vo forme vytvarovaným a s rovným i oblúkovým ukončením (Nagy 2003). Nálezy týchto typov sú u nás pomerne bežné a výroba podobných škridiel pretrvávala až do 20. storočia. Preto je ich datovanie značne problematické (Nagy 2004b). Z tohto výpočtu fragmentov plochej keramickej strešnej krytiny sa vymykajú dva fragmenty strešnej krytiny s ozdobným ukončením (obr. 5). Je zaujímavé, že z povaly farského kostola v Pezinku pochádza nález fragmentu identickej strešnej krytiny (nepublikovaný nález autora). Zostáva otáznou, ako sa dostala krytina použitá na strechu Bratislavského hradu do pomerne vzdialeného Pezinka. Je možné, že tam bola privezená sekundárne. Fragmenty datujeme do 15.–16. storočia.

Prekvapujúco malú skupinu nálezov tvorili fragmenty stredovekej korýtkovej strešnej krytiny (Nagy 2003). Podobná strešná krytina sa nachádzala na streche františkánskeho kláštora v Hlohovci, Kostola sv. Filipa a Jakuba v bratislavskej Rači či mestskej radnice v Trnave (Nagy 2004b). Tieto fragmenty rámcovo datujeme do 14.–15. storočia.

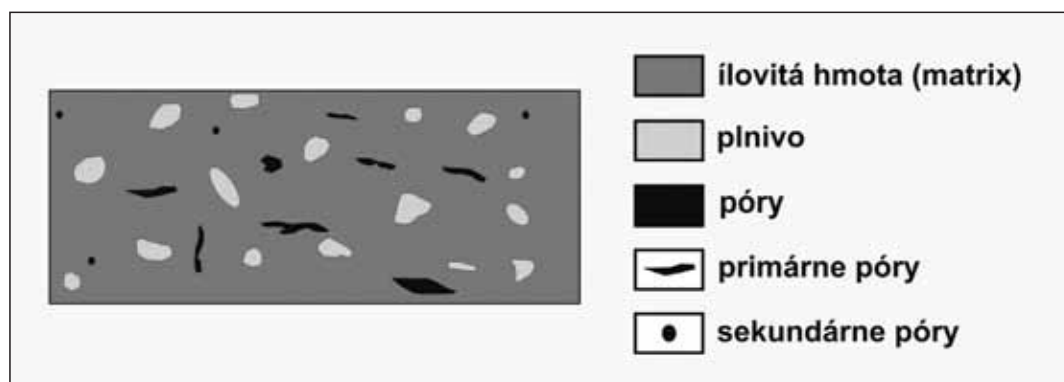
Analytické podmienky

Mineralogicko-petrografické zloženie vybraných vzoriek bolo stanovené pomocou pozorovania výbrusového materiálu v polarizovanom svetle a pomocou rtg. difrakčnej práškovej analýzy. Rtg. difrakčná prášková analýza bola vyhotovená na difraktometri Philips PW 1710 (Geologický ústav, Slovenská akadémia vied) pri urýchľovacom napätí 40 kV a prúde 20 mA s použitím $\text{CuK}\alpha$ žiarenia. Krok zaznamenávania difrakčných maxim bol $0.01^\circ 2\theta$ za 1 s. Na analýzu boli pripravené neorientované práškové preparáty. Granulometrické zloženie analyzovaných vzoriek bolo identifikované pomocou planimetrickej analýzy výbrusového materiálu s použitím integračného zariadenia Eltinox IV. Na základe zisteného mineralogicko-petrografického zloženia bolo možné stanoviť pravdepodobnú provenienciu surovín použitých na výrobu strešnej krytiny ako aj teplotu a atmosféru výpalu.

Mineralogicko-petrografické zloženie stavebnej keramiky

Z mineralogicko-petrografického hľadiska môžeme v rámci stavebnej keramiky, kde okrem tehliarskych výrobkov patrí aj strešná krytina, vyčleniť dve základné zložky (**obr. 6**). Tmeliaci hmota alebo tiež matrix (Gregorová et al. 2002) je zložená z termálne alterovaných ílových minerálov, prípadne z úlomkov alebo zrn minerálov a hornín ílovitej a prachovitej frakcie. Plnivo, ktoré predstavuje druhú základnú zložku, obsahuje prevažne úlomky alebo zrná minerálov a hornín. Úlomky a zrná minerálov možno označiť pojmom kryštáloklasty a úlomky alebo zrná hornín pojmom litoklasty. Okrem tmeliacej hmoty a plniva je možné na prierezoch stavebnej keramiky pozorovať aj póry (**obr. 6**), ktoré rozdeľujeme na primárne a sekundárne. Primárne póry vznikajú buď zachytávaním sa vzduchových bublín pri spracovávaní keramikového cesta, alebo vznikajú vyhorením organických zvyškov, ako sú steblá alebo plevy rastlín. Tvar primárnych pórov je nepravidelný a spravidla silne pretiahnutý. Únikom fluidnej fázy počas výpalu vznikajú oválne až mierne pretiahnuté póry, ktoré sa označujú ako sekundárne.

Obr. 6
Idealizovaný prierez
stavebnou keramikou.

**Minerálne indikátory teploty výpalu***Ílové minerály*

Ílové minerály patria do skupiny vrstevnatých silikátov s chemicky viazanou vodou v podobe OH^- skupín. Vplyvom zvyšujúcej sa teploty prichádza k postupnému uvoľňovaniu sa chemicky viazanej vody a prichádza k zmenám v kryštálovej štruktúre týchto minerálov. To sa môže prejavíť jednak zmenou optických vlastností ílových minerálov alebo ich totálnou deštrukciou vzniku nových minerálnych fáz (Herz – Garisson 1998). Medzi najbežnejšie ílové minerály patria napríklad smektit, kaolinit, chlorit, illit. Okrem pozorovania zmien optického charakteru základnej hmoty mazanice alebo keramiky je možné teplotu termálnej alterácie ílových minerálov stanoviť aj pomocou rtg. difrakčnej práškovej analýzy. Prítomnosť alebo absencia, prípadne zmena pomeru jednotlivých difrakčných maxim ílových minerálov je možné identifikovať mieru termálnej alterácie týchto minerálov (Maggetti 1982; Ionescu – Ghergari 2002).

Smektity patria medzi ílové minerály s expandujúcimi vrstvami. Pri prekročení teploty 300°C prichádza ku kolapsu kryštálovej štruktúry smektitov. Kolaps je dobre pozorovateľný na rtg. difrakčnom práškovom zázname, kedy pri vzorkách vystavených teplote vyššej ako 300°C prichádza k vymiznutiu difrakčného maxima prislúchajúceho tomuto minerálu.

Kaolinit ako ďalší ílový minerál je stabilný pri teplotách $450\text{--}500^\circ\text{C}$. Pri vyššej teplote prechádza kaolinit na metakaolinit (Maggetti 1982; Herz – Garisson 1998; Druc – Velde 1999). Rovnako ako v prípade smektitu je tento kolaps pozorovateľný ako vymiznutie difrakčného maxima prislúchajúceho kaolinitu.

Ďalším ílovým minerálom, ktorého stabilita je závislá na teplote, je chlorit. Chlority sa vyznačujú pestrým chemickým zložením, preto sú stabilné pri teplotách od 500 do 650°C (Ionescu – Ghergari 2002).

Illit, ktorý patrí medzi najbežnejšie ílové minerály, predstavuje veľmi dobrý indikátor termálnej alterácie. Na základe hodnôt pomeru difrakčných maxim illitu (200)/(110) je možné stanoviť, či bola vzorka vystavená teplotám nižším ako 600°C (hodnoty sú väčšie ako 0.3), alebo bola vystavená teplotám pohybujúcim sa v intervale $600\text{--}950^\circ\text{C}$ (hodnoty sú menšie ako 0.3; Maggetti 1982). Postupným zvyšovaním sa teploty prichádza k znižovaniu difrakčných maxim (200) a (110) illitu, čo môže dopomôcť k presnejšej identifikácii teplotnej alterácie (Cultrone et al. 2001). Vymiznutie difrakčných maxim illitu zodpovedá teplotám vyšším ako $950\text{--}1000^\circ\text{C}$. Charakteristické pre tieto teploty je totálny kolaps kryštálovej štruktúry ílových minerálov za vzniku amorfnej sklovitej fázy.

Ostatné neilové minerály

Okrem ílových minerálov je možné teplotu výpalu identifikovať aj na základe niektorých ďalších neilových minerálov. Teplota výpalu sa odvodzuje buď od pozorovaných zmien minerálov obsiahnutých v keramickom ceste, alebo na základe tzv. novovzniknutých minerálov. Medzi najcharakteristickejšie minerály, ktoré sú pomerne častou prímiesou buď priamo ílovej suroviny alebo použitého ostriva, patrí kalcit a biotit. Kalcit patrí medzi karbonáty. Vplyvom zvyšujúcej sa teploty kalcit podlieha rozkladu na dve zložky. Tuhú fázu predstavuje oxid vápenatý (CaO) a ako plynná fáza sa uvoľňuje oxid uhličitý (CO₂). V petrografických výbrusoch je možné sledovať túto zmenu ako zmenu pestrých interferenčných farieb kalcitu na sivasté interferenčné farby, ktoré zodpovedajú oxidu vápenatému. Termálna alterácia kalcitu nastáva pri teplotách 650–900 °C (Rice 1987), 850–950 °C (Herz – Garisson 1998), 800 °C (Velde – Druc 1999), 800–950 °C (Ionescu – Ghergari 2002).

Ďalšími minerálmi, ktoré sú veľmi dobrými indikátormi teploty výpalu, sú tzv. novotvorené minerály. Ich vznik je podmienený primárnym zložením pôvodnej suroviny a teploty výpalu. Pre pôvodné íly bohaté na karbonátovú zložku je pri teplotách vyšších ako 800 °C a oxidačnej atmosfére charakteristický vznik gehlenitu (Maggetti 1982; Cultrone et al. 2001). Pri teplotách vyšších ako 1000 °C vzniká wollastonit (Herz – Garisson 1999; Cultrone et al. 2001). Pre íly bez prítomnosti karbonátovej zložky je charakteristický vznik mullitu a spinelu pri teplotách vyšších ako 1000 °C (Herz – Garrison 1999; Cultrone et al. 2001).

Výsledky

Analyticky spracované boli vzorky strešnej krytiny Bratislavského hradu z rôznych časových období. Vybrané boli vzorky rímskej strešnej krytiny, stredovekej strešnej krytiny antických tvarov spadajúce do obdobia raného stredoveku, stredovekej plochej, neskorogoticko-ozdobnej a renesančnej strešnej krytiny. Mineralogicko-petrografické štúdium by malo dopomôcť pri identifikácii technologických rozdielov (teplota výpalu medzi jednotlivými vzorkami strešnej krytiny), ako aj identifikovať prípadné zdroje, z ktorých bola strešná krytina vyrábaná.

Makroskopický opis

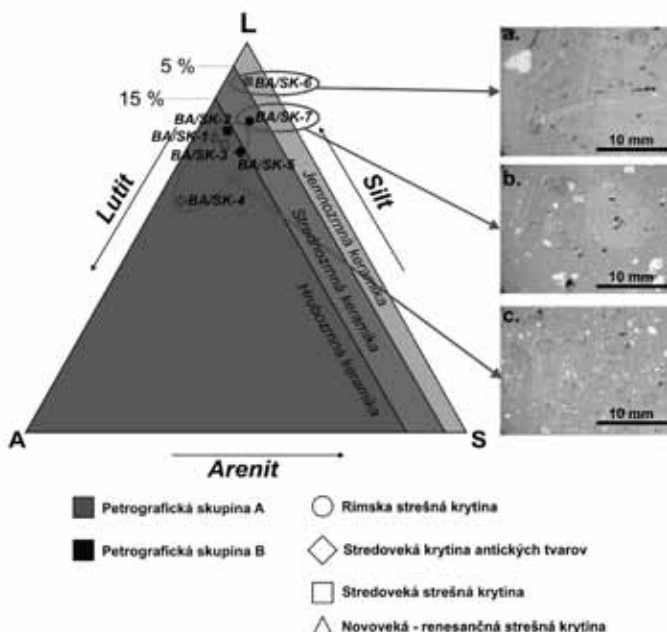
Po makroskopickej stránke sa analyzované vzorky strešnej krytiny líšia farebným odtieňom červenej farby. Napríklad vzorky spadajúce do rímskeho obdobia sa vyznačujú syto červenými odtieňmi, vzorky stredovekej krytiny antických tvarov sú červenohnedé, zatiaľ čo vzorky stredovekej (stredoveká plochá a neskorogotická ozdobná strešná krytina) a renesančnej strešnej krytiny sa vyznačujú svetločervenými farbami. V prípade jednej vzorky stredovekej krytiny antických tvarov bola identifikovaná tmavosivá farba črepu. Dobré viditeľné rozdiely sú aj v ostrení strešnej keramiky, pričom na základe makroskopického pozorovania vzorky rímskej strešnej krytiny (**obr. 7b**) sú menej ostrené ako vzorky stredovekej strešnej krytiny antických tvarov (**obr. 7c**).

Granulometrické zloženie

Granulometrické zloženie jednotlivých vzoriek (zastúpenie lutitovej – ílovej frakcie, ktorá predstavuje hlavne ílové minerály obsiahnuté v matrix, siltovej – prachovitej a arenitovej – piesčitej frakcie, ktoré predstavujú úlomky alebo zrná minerálov a hornín – plniva) je značne variabilné (**obr. 7**). Vzorka strešnej krytiny z rímskeho obdobia (BA/SK-7) spadá do poľa strednozrnnej keramiky. Stredoveká strešná krytina antických tvarov spadá síce do poľa hrubozrnnej keramiky, ale aj v rámci analyzovaných vzoriek je možné sledovať rozdiely vo veľkosti častíc, kedy vzorka BA/SK-4 obsahuje jednoznačne viac častíc arenitovej (piesčitej) frakcie ako vzorka strešnej krytiny BA/SK-5 z toho istého obdobia (**obr. 7**). Stredoveká strešná krytina vykazuje najväčšiu variabilitu v granulometrickom zložení, keďže analyzované vzorky spadajú do poľa jemnozrnnej (BA/SK-6) a hrubozrnnej keramiky (BA/SK-2; BA/SK-3). Renesančná strešná krytina (BA/SK-1) spadá do poľa hrubozrnnej keramiky.

Obr. 7

Upravená Wentworthova granulometrická klasifikácia (Ionescu – Ghergari 2002) strešnej krytiny. Výsledky sú porovnané s makroskopickými pozorovaniami prierezov vybraných vzoriek strešnej krytiny.



Mineralogicko-petrografické zloženie

Na základe mineralogicko-petrografickej charakteristiky tmeliacej hmoty – matrix a plniva bolo možné analyzované vzorky strešnej krytiny rozdeliť do dvoch základných petrografických skupín. Petrografické skupiny boli vyčlenené na základe prítomnosti (petrografická skupina A; BA/SK-1; BA/SK-2; BA/SK-3; BA/SK-4; BA/SK-6) alebo absencie kalcitu (petrografická skupina B; BA/SK-2; BA/SK-5; BA/SK-7). Plnivo tvorené kryštáloklastami a litoklastami je vo všetkých vzorkách dobre zaoblené, angulárne (nepravidelné), klasty sú len zriedkavé. Zloženie ostriva je v niektorých prípadoch jednotlivých vzoriek takmer rovnaké. Charakteristickými kryštáloklastmi pre takmer všetky vzorky je mikroklin, muskovit, biotit a amfibol (**obr. 9c**). Z litoklastov sú to granity (**obr. 9b**), pieskovce, kvarcité (**obr. 9c**) a žilné ekvivalenty granitov – pegmatity (**obr. 9d**).

Petrografická skupina A bola ďalej rozdelená na dva podtypy, pričom podtyp A1 (BA/SK-1; BA/SK-3 a BA/SK-6) sa vyznačuje takmer izotropným až izotropným optickým charakterom matrix a termálne alterovaným kalcitom (**obr. 10b**). Optický charakter matrix je v prípade podtypu A2 (BA/SK-4) anizotropný a kalcit je bez známkov termálnej alterácie (**obr. 10a**). Petrografická skupina B (BA/SK-2; BA/SK-5; BA/SK-7) sa vyznačuje takmer izotropným až izotropným optickým charakterom matrix (**obr. 10c, d**).

Diskusia*Proveniencia surovín*

Proveniencia surovín bola identifikovaná na základe prítomných kryštáloklastov a litoklastov a na základe zloženia matrix. Sice boli vzorky rozdelené vzhľadom na obsah kalcitu na dve základné petrografické skupiny A a B, ale zloženie kryštáloklastov a litoklastov je takmer identické. Pre všetky analyzované vzorky je charakteristická prítomnosť amfibolu s hnedým pleochroizmom (**obr. 9c**), mikroklin. Ďalej sú to litoklasty pieskovcov, kremencov (**obr. 9c**) granitov (**obr. 9b**), pegmatitov (**obr. 9d**) a v menšej miere aj rádiolaritov. Kryštáloklasty vrátane kalcitu ako aj ostatné litoklasty, hlavne v prípade hrubozrnných a stredozrnných vzoriek, sú dobre zaoblené až subangulárne (**obr. 10a**), čo je zjavným znakom sedimentárneho opracovania (napríklad transport vo vodnom prostredí). Z toho vyplýva, že ako plnivo v prípade hrubozrnných a stredozrnných vzoriek bol použitý riečny piesok. Využitie spráše ako suroviny pre výrobu strešnej krytiny v prípade petrografickej skupiny A je nepravdepodobné, nakoľko dobre zaoblené kryštáloklasty kalcitu arenitovej (piesčitej) až siltovej (prachovitej) frakcie sú charakteristické pre recentné dunajské piesky a nie pre spráše. Vzorka rímskej jemnozrnej strešnej krytiny (petrografická skupina B; BA/SK-7) je charakteristická zvýšeným obsahom plniva siltovej (prachovej) veľkosti, čo by zodpovedalo dobre vytriedeným fluvialným sedimentom.

Obr. 8

Prehľadné mineralogicko-petrografické zloženie analyzovaných vzoriek strešnej krytiny z Bratislavského hradu.

Vzorka	BA/SK-1	BA/SK-2	BA/SK-3	BA/SK-4	BA/SK-5	BA/SK-6	BA/SK-7
Časové zaradenie	Renesancia	Stredovek	Stredovek	Veľká Morava	Veľká Morava	Stredovek	Rím
Petrografická skupina	A/A1	B	A/A1	A/A2	B	A/A1	B
Farba matrix	hnedočervená	tmavočervená	tmavočervená	svetločervená	tmavohnedá	červenohnedá	tmavohnedá
Optický charakter	takmer izo.	izotrónny	izotrónny	anizotrónny	izotrónny	takmer izo.	izotrónna
Kremeň	+	+	+	+	+	+	+
Draselné živce	+	mikroklin	+	mikroklin	+	+	+
Plagioklasy	+	+	+	+	+	+	+
Muskovit	+	+	+	-	+	+	+
Biotit	-	+	+	+	-	-	-
Kalcit	t.a.	-	t.a.	+	-	t.a.	-
Hematit	+	+	+	+	-	+	+
Amfíbol	+	+	+	-	+	-	-
Granit	+	+	-	+	-	-	-
Pegmatit	-	-	-	-	-	-	-
Fylit	+	-	-	-	-	-	-
Pieskovec s CaCO ₃ tmelom	-	-	+	-	-	-	-
Pieskovec s SiO ₂ tmelom	+	+	-	+	+	-	+
Kremenec	+	-	-	+	+	-	-
Rádiolarit	-	-	-	+	-	-	-
Pedogénne nodule	+	-	-	+	-	-	+

Obr. 9

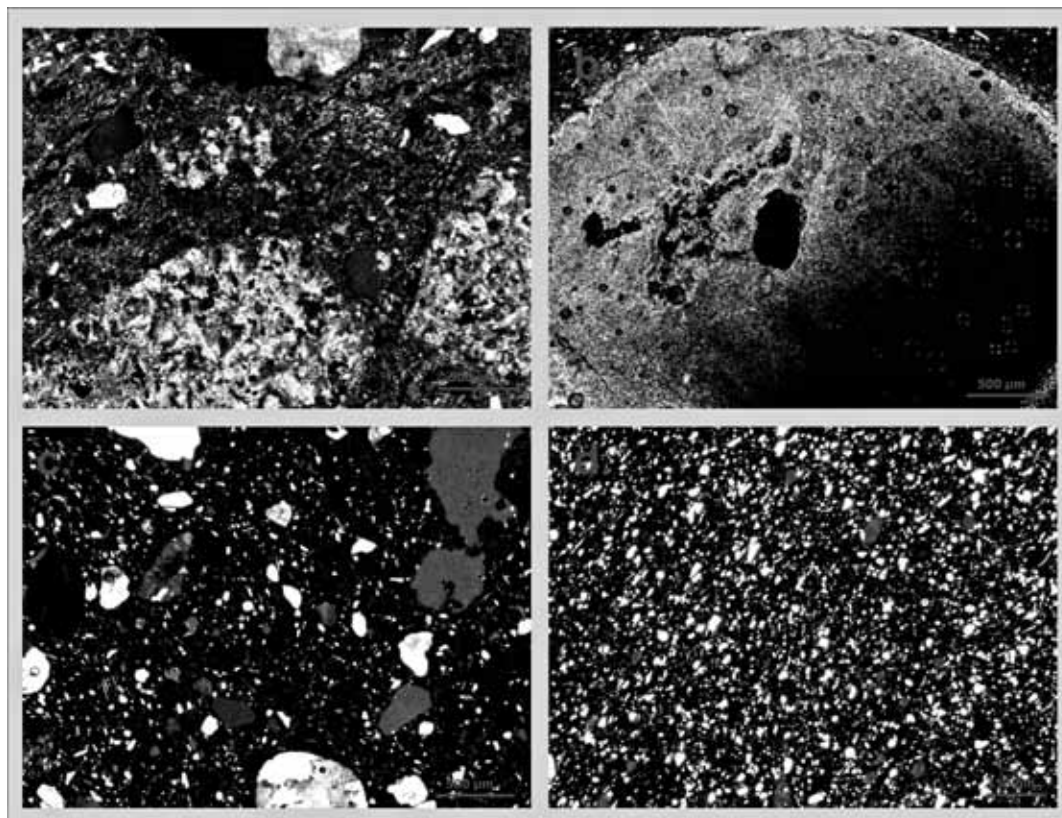
Mineralogicko-petrografické zloženie plniva analyzovaných vzoriek.

a: prítomnosť dokonale zaoblených kryštáloklastov (rovnobežné polarizátory)

b: ostrohranné litoklasty granitov (skrížené polarizátory)

c: prítomnosť kryštáloklastov amfibolu a litoklastov kvarcitu (skrížené polarizátory)

d: prítomnosť pegmatitov – žilných derivátov granitov (skrížené polarizátory).



Obr. 10

Rozdelenie vzoriek na základe mineralogicko-petrografickej charakteristiky do petrografických skupín A a B.

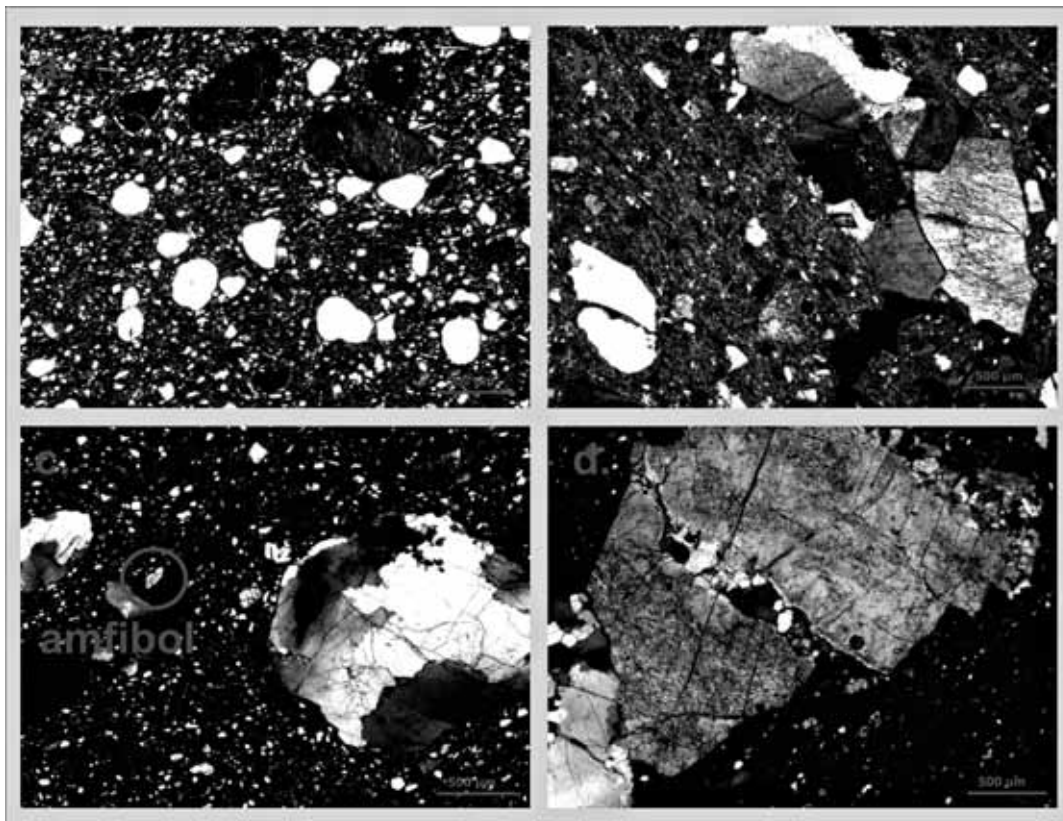
a: anizotropný optický charakter matrix vzorky spadajúcej do petrografickej skupiny A s termálne nealterovaným kalcitom.

Vzorka BA/SK-4 patrí do podskupiny A2 (skrížené polarizátory)

b: termálne alterovaný kalcit vo vzorke BA/SK-6 patriacich do petrografickej skupiny A/A1 (skrížené polarizátory)

c: izotropný optický charakter matrix vzorky BA/SK-5 z petrografickej skupiny B. Dobre pozorovateľné sú aj zaoblené zrná kryštáloklastov (skrížené polarizátory)

d: izotropný optický charakter vzorky BA/SK-7 z rímskeho obdobia. Vzorka spadá do petrografickej skupiny B a charakteristická je prítomnosť plniva prachovej frakcie (skrížené polarizátory).



Obr. 11

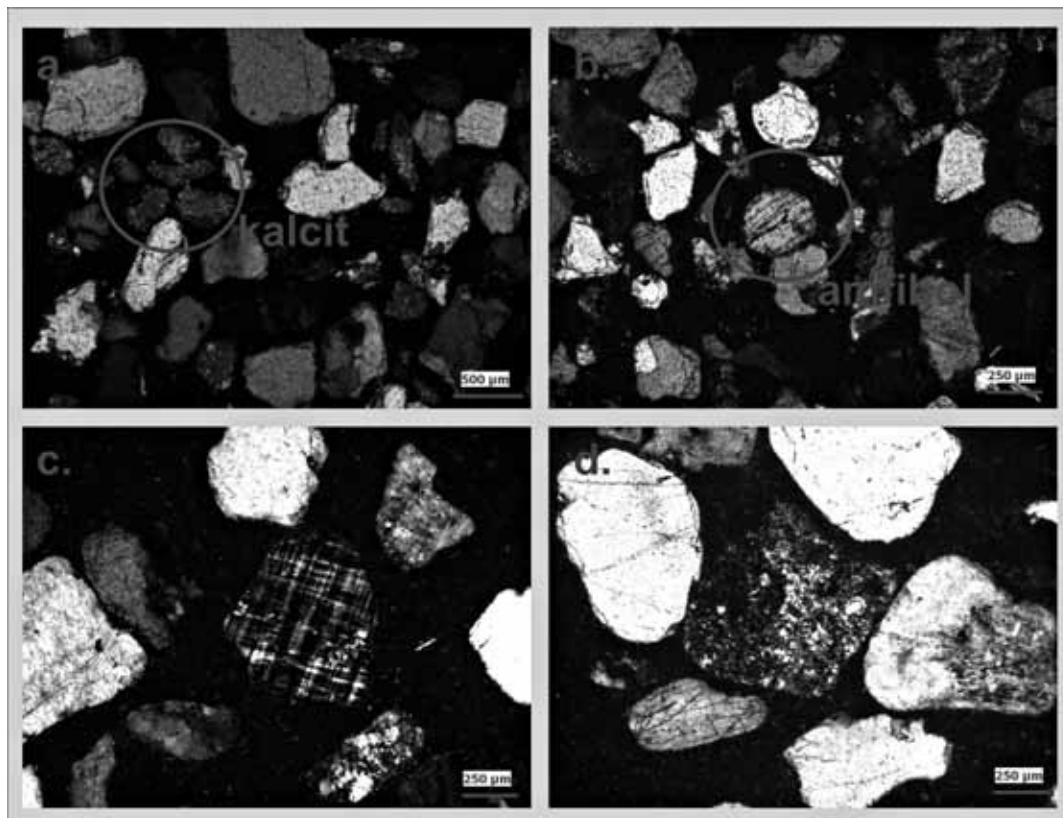
Mineralogické a petrografické zloženie recentných dunajských pieskov.

a: dobre zaoblené kryštáloklasty kremeňa a prítomnosť dobre zaoblených zŕn kalcitu (skrížené polarizátory)

b: prítomnosť zŕn amfibolu (skrížené polarizátory)

c: prítomnosť zŕn mikroklinu (skrížené polarizátory)

d: prítomnosť zŕn rádiolaritu (skrížené polarizátory).



Zloženie recentných dunajských pieskov je identické s mineralogicko-petrografickým zložením plniva analyzovaných vzoriek. Okrem dobre zaoblených zŕn kremeňa (**obr. 11a**) boli vo frakcii nad 0,60 mm recentných dunajských pieskov identifikované aj zrná kalcitu (**obr. 11a**), amfibolu (**obr. 11b**), mikroklinu (**obr. 11c**), pieskovcov, rádiolaritov (**obr. 11d**) a prípadne aj granitov.

Zloženie matrix bolo identifikované pomocou rtg. difrakčnej práškovej analýzy a na základe optického charakteru samotnej matrix. V prípade rtg. difrakčnej analýzy bol z ílových minerálov identifikovaný hlavne illit. Informácie o pôvodnom zložení ílovej suroviny sú značne skreslené, nakoľko vzorky boli vystavené teplotám presahujúcim 600 °C. Pri týchto teplotách sú ostatné ílové minerály, ako smektit, kaolinit, chlorit nestabilné. Charakter pôvodnej suroviny bol identifikovaný len v prípade vzoriek s anizotropným optickým charakterom. V prípade takýchto vzoriek (BA/SK-4; obr. 9a) sa dá predpokladať, že v pôvodnom zložení ílovej suroviny prevládal hlavne illit (Ionescu et al. 2007). Íly s prevahou illitu sú charakteristické pre fluviaľne sedimenty (napríklad sedimenty záplavových rovín). V prípade analyzovaných vzoriek mohli byť ako surovina využité práve ílovité fluviaľne sedimenty rieky Dunaj.

Podmienky výpalu

Teplota výpalu jednotlivých vzoriek bola identifikovaná na základe pozorovaných zmien v mineralogickom zložení plniva a zmien optického charakteru matrix jednotlivých vzoriek. Získané údaje boli ďalej doplnené výsledkami z rtg. difrakčnej práškovej analýzy a následne porovnané s doteraz publikovanými údajmi (Shepard 1975; Maggetti 1982; Ionescu – Ghergari 2002).

Variabilný optický charakter matrix v petrografickej skupine A zodpovedá aj rôznym teplotám, ktorým boli jednotlivé vzorky vystavené. Rozdielne teplotné intervaly sa zhodujú s vyčlenenými petrografickými podskupinami. Podskupina A1 (BA/SK-1; BA/SK-3 a BA/SK-6) sa vyznačuje takmer izotropným až izotropným optickým charakterom, ktorý zodpovedá teplotám nad 800 °C (Reedy 2008). Termálne alterovaný kalcit zodpovedá teplotám vyšším ako 900 °C (Rice 1987; Velde – Druc 1999; Ionescu – Ghergari 2002). Z uvedených výsledkov sa dá predpokladať, že teplota výpalu podskupiny A1 presiahla hodnotu 900 °C. Pomer difrakčných maxim (002)/(110) je v prípade analyzovaných vzoriek menší ako 0,3, čo zodpovedá teplotnému intervalu 600–950 °C (Maggetti 1982), ale samotná relatívna intenzita difrakčných maxim prislúchajúcim illitu zodpovedá teplotám 800–900 °C (Cultrone et al. 2001).

Optický charakter matrix v prípade podskupiny A2 je anizotropný a charakteristická je prítomnosť termálne nealterovaného kalcitu. Anizotropný optický charakter matrix zodpovedá teplotám maximálne do 800 °C (Reedy 2008). Difrakčný záznam vzorky spadajúcej do podskupiny A2 je charakteristický jednak prítomnosťou kalcitu a pomer difrakčných maxim illitu je menší ako 0,3, teda vzorka bola vystavená teplotám od 600 do 900 °C. Prítomnosť anizotropného optického charakteru matrix a termálne nealterovanému kalcitu umožňuje predpokladať, že teplota výpalu tejto vzorky je podstatne nižšia ako v prípade podskupiny A1 a dosahovala teplotu 700–800 °C.

Pre petrografickú skupinu B je charakteristický izotropný optický charakter matrix, čo zodpovedá teplotám vyšším ako 800 °C (Reedy 2008). V prípade ani jednej vzorky z tejto skupiny nebola identifikovaná sklovitá amorfná fáza, ktorá by bola odrazom teplôt vyšších ako 1000 °C (Herz – Garisson 1998). Pomocou rtg. difrakčnej práškovej analýzy bol stanovený pomer difrakčných maxim illitu (002)/(110) menší ako 0,3, teda vzorky boli vystavené teplotám v intervale 600–950 °C (Maggetti 1982). Absencia illitových difrakčných maxim vo vzorkách zodpovedá teplotám nad 900 °C (Maggetti 1982; Ionescu – Ghergari 2002). Z výsledkov získaných pomocou štúdia výbrusového materiálu a rtg. difrakčnej práškovej analýzy vyplýva, že vzorky z petrografickej skupiny B boli vystavené teplotám od 800 do 900 °C (BA/SK-2; BA/SK-5) a teplotám vyšším ako 900 °C (BA/SK-7), ktoré však nepresiahli hodnotu 1000 °C.

Takmer všetky vzorky okrem vzorky BA/SK-5 sa vyznačujú prítomnosťou hematitu. Hematit odráža oxidačné podmienky výpalu. Farba vzorky BA/SK-5 je sivastá, preto sa dá predpokladať, že bola vypaľovaná v redukčnej atmosfére.

Záver

Mineralogicko-petrografická charakteristika pálenej strešnej krytiny priniesla okrem samotného zloženia vybraných vzoriek aj informácie o výbere surovín použitých na výrobu strešnej krytiny, ako aj informácie o teplote výpalu jednotlivých vzoriek. Takmer identické zloženie plniva a pojiva všetkých vzoriek vypovedá o približne rovnakom výbere surovín v priebehu jednotlivých časových období (od rímskeho obdobia až po renesanciu). Mineralogicko-petrografická charakteristika pojiva zodpovedá ílovej surovine s prevahou illitu, čo je charakteristické pre fluviaľne sedimenty rieky Dunaj (napríklad íly a hlíny záplavových rovín). Zloženie plniva, ktoré je takmer identické pre všetky analyzované vzorky, zodpovedá zloženiu recentných dunajských štrkov. Jediný pozorovaný rozdiel bol v obsahu kalcitu, na základe ktorého boli vyčlenené petrografické skupiny analyzovanej strešnej krytiny A a B.

Rímska strešná krytina je strednozrnná a vyznačuje sa izotropným optickým charakterom matrix. Vzorka patrí do petrografickej skupiny B, nakoľko v jej zložení nebol identifikovaný kalcit. Izotropný optický charakter matrix a absencia illitových difrakčných maxim zodpovedá teplotám vyšším ako 900 °C. Prítomný hematit odráža oxidačné podmienky výpalu.

Stredoveká strešná krytina antických tvarov je buď svetlo- až hnedočervená (BA/SK-4) alebo tmavosivá (BA/SK-5). Z granulometrického hľadiska sú obidva typy tejto strešnej krytiny hrubozrnné, avšak hnedočervená strešná krytina antických tvarov obsahuje podstatne viac arenitovej frakcie ako tmavosivá strešná krytina. Variabilné je aj ich zloženie, nakoľko obidve vzorky boli rozdelené do dvoch skupín vzhľadom na prítomnosť kalcitu. Hnedočervená strešná krytina spadá do petrografickej skupiny A a podskupiny A2 a tmavosivá spadá do petrografickej skupiny B. Termálne nealterovaný kalcit a anizotropný optický charakter matrix hnedočerenej strešnej krytiny zodpovedajú teplotám 700–800 °C. Izotropný optický charakter matrix a pomer illitových difrakčných maxim sivej strešnej krytiny (petrografická skupina B) zodpovedá teplotám 800–900 °C. Atmosféra výpalu vzoriek stredovekej krytiny antických tvarov je taktiež rozdielna. Hnedočervená strešná krytina antických tvarov bola vypaľovaná pri oxidačných podmienkach, čo odráža aj prítomnosť hematitu. Absencia hematitu v tmavosivej strešnej krytine odráža redukčné podmienky výpalu.

Plochá stredoveká strešná krytina vykazuje najväčšiu variabilitu v rámci granulometrického zloženia. Teploty výpalu jednotlivých vzoriek sú identické. Z granulometrického hľadiska je stredoveká strešná krytina jemnozrná až hrubozrná, pričom jemnozrná je hlavne plošná strešná krytina (BA/SK-6). Medzi hrubozrnnejšie patrí okrem ďalšej vzorky stredovekej plošnej krytiny aj neskorogotická ozdobná krytina. Prítomnosť termálne alterovaného kalcitu je typická pre vzorky plošnej strešnej krytiny (petrografická skupina A/A1; BA/SK-3; BA/SK-6). V neskorogotickú strešnú krytinu kalcit nebol identifikovaný, preto vzorka patrí do petrografickej skupiny B. Teploty výpalu sú zhodné pre vzorky z oboch petrografických skupín a dosahovali hodnoty 800–900 °C.

Novoveká renesančná strešná krytina (BA/SK-1) je hrubozrná a v jej zložení bol identifikovaný termálne alterovaný kalcit a takmer izotropná matrix. Preto bola vzorka renesančnej strešnej krytiny zaradená do petrografickej skupiny A/A1. Vzhľadom na alterovaný kalcit a prítomnosť takmer izotropnej matrix teplota výpalu dosiahla hodnoty 800–900 °C. Prítomnosť hematitu odráža oxidačné podmienky výpalu.

Kľúčové slová/keywords

Hrad/castle – Bratislava – tehly/bricks – mineralogická a petrografická analýza/mineralogical and petrographical analysis – antika/antiquity – stredovek/Middle Ages – novovek/modern age.

Literatúra

- CULTRONE, G. – RODRIGUEZ-NAVARRO, C. – SEBASTIAN, E. – CAZALLA, O. – DE LA TORE, J. M. 2001**
Carbonate and silicate phase reactions during ceramic firing. Eur. J. Mineral., 13, 621–634.
- FIALA, A. 1991**
Bratislavský hrad v dotyku rímskeho limesu. Pamiatky a múzeá 1/91, 30–31.
- FIALA, A. – SEMANKO, A. 1992**
Bratislavský hrad južná časť areálu – objektová sústava III. Výsledky výskumov a podklady pre spracovanie projektovej dokumentácie. Bratislava: Slovenské národné múzeum – Archeologické múzeum, nepublikovaná nálezová správa.
- FIALA, A. – SEMANKO, A. 1993a**
Zaniknuté opevnenia v južnej časti Bratislavského hradu. Pamiatky a múzeá 2/93, 34–37.
- FIALA, A. – SEMANKO, A. 1993b**
Nové nálezy k interiérom gotického paláca Bratislavského hradu. Pamiatky a múzeá 4/93, 26–29.
- GOLL, J. 1984**
Kleine Ziegel – Geschichte. Zur Einordnung der Ziegelfunde aus der Grabung St. Urban, Stiftung Ziegelei Museum Meienberg Cham 2, 31–74.
- GREGEROVÁ, M. – FOJT, B. – VÁVRA, V. 2002**
Mikroskopie horninotvorných a technických minerálov. Moravské zemské muzeum, Přírodovědecká fakulta MU, Brno, 325.
- HERZ, N. – GARISON, E. G. 1998**
Geological Methods for Archaeology. Oxford University Press, 343.
- IONESCU, C. – GHERGARI, L. 2002**
Modeling and firing technology – reflected in the textural features and the mineralogy of the ceramics from neolithic sites in Transylvania (Romania). Geologica Carpathica, 53. Special CD issue
- IONESCU, C. – GHERGARI, L. – HORGA, M. – RĂDULESCU, G. 2007**
Early Medieval ceramics from the Viile Tecii archaeological site (Romania): an optical and XRD study. Studia Universitatis Babeş-Bolyai, Geologia, 52, 2, 29–35.
- MAGGETTI, M. 1982**
Phase analysis and its significance for technology and origin. In: Olin, J. S. – Franklin, A. D. 1982: Archaeological Ceramics. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., 121–131.
- NAGY, P. 2003**
Stredoveká stavebná keramika na Slovensku. Bratislava: Katedra archeológie Filozofickej fakulty Univerzity Komenského, nepublikovaná diplomová práca.
- NAGY, P. 2004a**
Stredoveká strešná krytina na Slovensku. In: P. Gregor (Zost.): Historická strešná krytina na Slovensku. Zborník z vedeckej konferencie. Bratislava, 41–46.
- NAGY, P. 2004b**
Stredoveká a včasnónovoveká pálená strešná krytina na Slovensku. Zborník SNM XCVIII, Archeológia 14, 201–209.
- REEDY, L. R. 2008**
Thin section petrography of Stone and Ceramic Cultural Materials. Archetyp Publications LTD, London, 256.
- RICE, P. M. 1987**
Pottery analysis: A sourcebook. The University of Chicago Press, Chicago/London, 559.
- SHEPARD, O. A. 1975**
Ceramics for the archaeologist. 9th edition. Carnegie Inst. Washington, 414.
- VELDE, V. – DRUC, C. I., 1999**
Archaeological Ceramic Materials. Springer – Verlag Berlin Heidelberg, 297.

**Mineralogisch-petrographische
Charakteristik der Dachziegel
aus der Burg von Bratislava**

Während der umfangreichen architektonischen Renovierung 1987–1990 an der Burg in Bratislava wurden mehrere Befunde freigelegt, die einzelne historische Bauphasen und die künstlerische Gestaltung der Burg präzisieren (Fiala – Semanko 1993a). Im Jahre 1990 wurde bei der Grabung im Raum der 1663 erbauten Bastei der Suchschnitt A2 angelegt. Die Bastei befindet sich vor dem Tor des Burgpalastes südlich des Krönungsturms. Unter anderem wurden im Suchschnitt A2 Reste der zerstörten holzlehmigen Befestigungsmauer entdeckt, die in das 9. Jahrhundert datiert wird (Fiala – Semanko 1992). In stratigraphischen Schichten über dem Wall wurden zahlreiche Fragmente von Baukeramik gefunden. Die ältesten stammten aus der Römerzeit und einige davon trugen Stempel der X. und XIII. Legie Gemina (Fiala 1991). Mittels der Formanalyse wurde der Großteil des Fundmaterials bestimmt und datiert (Nagy 2003; 2004b). Die Kollektion bestand hauptsächlich aus Fragmenten flacher Dachziegel mit geradem Ende und handformierter Nase, die in das 14.–15. Jahrhundert datiert werden.

Weniger zahlreich waren Fragmente frühneuzeitlicher flacher Dachhaut mit der in Form gestalteten Nase und geradem sowie bogenförmigem Ende. Funde dieses Typs sind bei uns relativ häufig und die Produktion ähnlicher Dachziegel überdauerte bis ins 20. Jahrhundert. Deshalb ist ihre Datierung ziemlich problematisch. Den Fragmenten der flachen keramischen Dachhaut entziehen sich zwei Bruchstücke mit dekorativem Ende, die in das 15.–16. Jahrhunderts datiert werden. Eine überraschend kleine Fundgruppe bildeten Fragmente der mittelalterlichen Nonnenziegel. Diese Fragmente werden grob in das 14.–15. Jahrhundert datiert.

Die mineralogisch-petrographische Analyse der gebrannten Dachhaut brachte neben der Zusammensetzung ausgewählter Proben auch Informationen über die Wahl der zur Herstellung der Dachhaut benutzten Rohstoffe und über die Brandtemperatur einzelner Proben. Die fast identische Zusammensetzung des Magerengsmittels und des Bindemittels aller Proben zeugt von einer ungefähr gleichen Rohstoffwahl in den jeweiligen Perioden (von der Römerzeit bis zur Renaissance). Die mineralogisch-petrographische Charakteristik des Bindemittels entspricht dem Tonrohstoff mit hohem Illitanteil, was für fluviale Flusssedimente der Donau charakteristisch ist (z.B. Ton und Auenlehme). Die Zusammensetzung des Magerengsmittels, der bei allen analysierten Proben fast identisch ist, entspricht der Zusammensetzung des heutigen Donauschotter. Der einzige beobachtete Unterschied bestand im Kalzitgehalt, anhand dessen die petrographischen Gruppen A und B der zu analysierenden Dachhaut unterschieden wurden.

Die römische Dachhaut (BA/SK-7) ist mittelkörnig und zeichnet sich durch den isotropen optischen Charakter der Matrix aus. Die Probe gehört in die petrographische Gruppe B, da in ihrer Zusammensetzung kein Kalzit identifiziert wurde. Der isotrope optische Charakter der Matrix und die Abwesenheit der Illit-Diffraktions-Maxima entsprechen den Temperaturen über 900 °C. Die Anwesenheit des Hämatits zeugt vom Oxidationsbrand.

Die mittelalterliche Dachhaut antiker Formen wurde in die hellrote bis braunrote (BA/SK-4) und die dunkelgraue (BA/SK-5) gegliedert. Aus der granulometrischen Sicht sind die beiden Typen der mittelalterlichen Dachhaut grobkörnig, aber die braunrote Bedachung enthält wesentlich mehr Arenitfraktion als die dunkelgraue. Variabel ist auch ihre Zusammensetzung, da die Proben anhand der Anwesenheit von Kalzit in zwei Gruppen geteilt wurden. Die braunrote Dachhaut gehört in die petrographische Gruppe A, Untergruppe A2, und die dunkelgraue in die Gruppe B. Der thermal nicht modifizierte Kalzit und der anisotrope optische Charakter der Matrix der braunroten Dachhaut entsprechen den Temperaturen von 700–800 °C. Der isotrope optische Charakter der Matrix und das Verhältnis der Illit-Diffraktions-Maxima in der Probe der grauen Dachhaut entsprechen den Temperaturen von 800–900 °C. Die Brandatmosphäre der Proben der mittelalterlichen Dachhaut antiker Formen ist auch verschieden. Die hellrote bis braunrote Dachhaut wurde im Oxidationsmilieu gebrannt, was die Anwesenheit von Hämatit widerspiegelt. Die Abwesenheit von Hämatit in der dunkelgrauen Dachhaut zeugt dagegen von dem Reduktionsbrand.

Die flache mittelalterliche Dachhaut weist die größte Variabilität im Rahmen der granulometrischen Zusammensetzung auf. Die Brandtemperaturen einzelner Proben sind identisch. Aus der granulometrischen Sicht ist die mittelalterliche Dachhaut fein – bis grobkörnig, wobei feinkörnig vor allem die flache Dachhaut (BA/SK-7) ist. Zu den grobkörnigen gehören neben weiteren Proben der flachen mittelalterlichen Dachhaut auch spätgotische dekorative Dachziegel. Die Anwesenheit des thermal modifizierten Kalzits ist für Proben der flachen Dachhaut typisch (petrographische Gruppen A/A1; BA/SK2; BA/SK-3). In der spätgotischen Dachhaut wurde Kalzit nicht identifiziert. Brandtemperaturen sind für Proben der beiden petrographischen Gruppen identisch und betragen 800–900 °C.

Die neuzeitliche Renaissance-Dachhaut (BA/SK-1) ist grobkörnig und in ihrer Zusammensetzung wurden der thermal modifizierte Kalzit und die fast isotrope Matrix identifiziert. Daher wurde diese Probe der Renaissance-Dachhaut in die petrographische Gruppe A/A1 eingeordnet. Mit Rücksicht auf den modifizierten Kalzit und die Anwesenheit der fast isotropen Matrix erreichte die Brandtemperatur 800–900 °C. Die Anwesenheit des Hämatits zeugt von dem Oxidationsbrand.

Bildbeschreibungen

- Abb. 1**
Grundriss des Südwestteils der Bratislavaer Burg mit Bezeichnung der Funde. L1, L2 – Suchschnitte aus dem Jahre 1958 in der Durchfahrt der Leopold-Bastei mit dem Teil der unteren Walkonstruktion aus dem 9. Jahrhundert und der Felssohle (Fiala – Semanko 1993a, 34, Abb. 1). A1 – Suchschnitt aus dem Jahre 1987 im Nordteil der Leopold-Bastei. A2 – Suchschnitt aus dem Jahre 1990 in der Bastei aus dem Jahre 1963 (heute Bestandteil des Ehrenhofs). 1: westlicher gotischer Eingangstor der Burg aus dem ersten Drittel des 15. Jahrhunderts mit südlicher und nördlicher Befestigung. 2: Befestigung der Toranlage des gotischen Eingangstors. 3: Konstruktion der gotischen Brücke in den Palast mit späteren Umbauten. 4: Renaissance Zeughaus aus der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts. 5: Bastei vor dem Palast mit Graben und Wachen aus dem Jahre 1663. 6: Bastei aus dem Jahre 1674 mit Durchfahrt und Graben. 7: Stützkonstruktion des Ehrenhofs aus der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts. Schichtenlinien stellen die Rekonstruktion der Felssohle dar.
- Abb. 2**
Suchschnitt A2. Ehrenhof. Querschnitt durch den Wall (Fiala – Semanko 1993a, 35, Abb. 2). A: gebrannte Erde mit Steinen B: dunkelbraune Erde mit Querbalken C: Balkenkonstruktion mit graubrauner Erde – Kohlen, Fragmente latènezeitlicher Keramik, römische Ziegeln D: graubraune Erde mit Steinen, Verputzfragmenten aus der Basilika, Keramik aus dem 9.–11. Jahrhundert, Fragmente römischer Dachhaut E: braune Erde mit Kohlen und großen bearbeiteten destruierten Steinen F: rotgebrannte fundlose Schicht G: neuzeitliche Schicht mit Kachelfragmenten aus dem 17. Jahrhundert H: neuzeitliche Ausfüllung, teilweise aus dem 18. Jahrhundert.
- Abb. 3**
Fragmente der Dachhaut antiken Typs.
- Abb. 4**
Fragment der Dachhaut mit technischer Öffnung in Kreuzform.
- Abb. 5**
Fragment der Dachhaut mit Zierabschluss.
- Abb. 6**
Idealisierter Schnitt durch Baukeramik.
- Abb. 7**
Bearbeitete granulometrische Klassifikation der Dachhaut nach Wenthorts (Ionescu – Ghergari 2002). Die Ergebnisse werden mit makroskopischen Beobachtungen der Schnitte ausgewählter Proben der Dachhaut verglichen.
- Abb. 8**
Übersicht der mineralogisch-petrographischen Zusammensetzung analysierter Proben der Dachhaut aus der Bratislavaer Burg.
- Abb. 9**
Mineralogisch-petrographische Zusammensetzung des Füllstoffs analysierter Proben. a: perfekt abgerundete Kristalloklasten (parallele Polarisatoren) b: scharfkantige Lithoklasten der Granite (gekreuzte Polarisatoren) c: Kristalloklasten von Amphibolit und Lithoklasten von Quarzit (gekreuzte Polarisatoren) d: Pegmatite – Gangderivate von Graniten (gekreuzte Polarisatoren).
- Abb. 10**
Gliederung der Proben anhand der mineralogisch-petrographischen Charakteristik in petrographische Gruppe A und B. a: anisotroper Charakter der Probenmatrix in petrographischer Gruppe A mit thermal nicht alteriertem Kalzit. Probe BA/SK-4 gehört in die Untergruppe A2 (gekreuzte Polarisatoren) b: thermal alterierter Kalzit in Probe BA/SK-6 in petrographischer Gruppe A/A1 (gekreuzte Polarisatoren) c: isotroper optischer Charakter der Matrix der Probe BA/SK-5 in petrographischer Gruppe B. Gut sichtbar sind auch abgerundete Körner der Kristalloklasten (gekreuzte Polarisatoren) d: isotroper optischer Charakter der Probe BA/SK-7 aus der Römerzeit. Die Probe gehört in petrographische Gruppe B und ist durch die Anwesenheit des Magerungsmittels mit Pulverfraktion charakteristisch (gekreuzte Polarisatoren).
- Abb. 11**
Mineralogische und petrographische Zusammensetzung rezenter Donausande. a: gut abgerundete Kristalloklasten des Quarzes mit gut abgerundeten Kalzit-Körnern (gekreuzte Polarisatoren) b: Amphibolit-Körner (gekreuzte Polarisatoren) c: Mikroklin-Körner (gekreuzte Polarisatoren) d: Radiolarit-Körner (gekreuzte Polarisatoren).