

PROVENIENCE KAMENE ROZBITÝCH GOTICKÝCH SKULPTUR Z KLADRUBSKÉHO KLAŠTERU U STŘÍBRA

Provenance of stone of destroyed Gothic sculptures from Kladruby Monastery near Stříbro (Western Bohemia)

JAN ŠRÁMEK¹ – KAREL NOVÁČEK²

¹ Při trati 1232, 141 00 Praha 4

² Katedra archeologie Fakulty historických studií Západočeské Univerzity v Plzni, Sedláčkova 31, 306 14 Plzeň

Key words: Prague opuka, Gothic sculptures, mineral composition, mercury porosimetry, provenance

Abstract: Stone fragments of Gothic sculptures discovered in archaeological ditches in the area of the Kladruby Monastery (Western Bohemia) were identified as Turonian marly silicites. High-pressure mercury porosimetry and chemical analyses recalculated into „normative minerals revealed that these represent Prague “golden” opuka, which was used in Parlér’s workshops.

Úvod

Při archeologickém výzkumu, který prováděli v roce 1996 pracovníci Západočeského muzea v Plzni v jižním sousedství chóru klášterní baziliky Nanebevzetí Panny Marie v Kladrubech, bylo ve vrstvě 3040, v horizontu datovatelném rámcově do 15. století, nalezeno přes tisíc zlomků gotických skulptur se stopami zlacení a polychromie, zlomky malovaných okenních vitráží, části železné okenní mříže a torza architektonických článků. Všechny artefakty nesou stopy zámerné destrukce a požáru (př. XIV). Tento destrukční horizont lze velmi pravděpodobně spojovat s husitským pleněním kláštera po jeho dobytí v lednu roku 1421 a podle charakteru předmětů snad přímo s obrazoboreckou akcí (Nováček 2001).

Shromážděná kolekce cca 1400 kamenných zlomků pochází z velmi rozmanitých gotických děl, lišících se měřítkem, námětem i kvalitou zpracování. V souboru jsou začleněna torza velkých i miniaturních figurálních skulptur, reliéfně pojednaných desek a zdrobnělých architektonických prvků (fiál, přípor, hlavic). Celkem pravděpodobně pochází z honosného oltářního vybavení kostela, přičemž nelze vyloučit vznik jednotlivých částí v průběhu delší časové etapy. V okrově bílém, nažloutlému či narůžovělému kameni, ze kterého byly zhotoveny, byly identifikovány jemnozrnné celistvé opuky. Pro detailnější studium kamenného materiálu a případnou identifikaci provenience kamene (místa zhotovení, původu uměleckého díla) byl požádán spoluautor tohoto článku, který jednoznačně potvrdil, že jde o turonské opuky, které se vyskytují v Čechách na celé řadě míst.

Opuky

Horniny okrově žluté až načervenalé zlatavé barvy označované tímto názvem patří od středověku k nejvýznamnějším

historickým sochařským a stavebním materiálům, používaným na řadě míst. Jsou rozšířeny především ve vltavsko-berounské oblasti (pražské opuky), ale také v oblasti oherské, labské a orlicko-žďárské, kde zabíhají až k Boskovicím na Moravě.

Mezi geology se jako synonymum termínu opuka často užívá často i název „spongilit“ nebo „spongolit“. Vzhledem k tomu, že během diageneze došlo u převážné většiny původních jehlic mořských hub k jejich rozpuštění a přeměnu na agregát submikroskopických kuličkovitých aggregátů opálu CT nebo tzv. špatně krystalovaného křemene, je užívání obou těchto termínů zbytečné. Zcela nesprávné a chybné je označování opuk termínem „slín nebo slínovec“ (SCHÜTZNEROVÁ-HAVELKOVÁ 1981). Přesný petrografický termín pro opuku je jílovito-vápenatý silicit, zkráceně „slinitý silicit“.

Stratigraficky jsou opuky řazeny do svrchní křídy, spodního turonu, do tzv. břvanského (III a) a bělohorského (III b) pásma Čeňka Zahálky, příp. do tzv. bělohorského souvrství, k zóně Inoceramus labiatus.

Provenience opuk

Při zjišťování provenience kamene se obvykle vychází ze vzájemného srovnávání vlastností zkoumaného kamene s kamenem, u něhož je provenience mimo diskusi. Navzájem bývají porovnávány makroskopický vzhled, struktura a textura kamene, barva nebo barevný odstín, homogenita, mineralogické složení, fyzikální parametry jako je objemová a specifická hmotnost, nasákovost, hustota, póravitost, pevnost v tlaku aj. Využívá se také shodnosti kvalitativního i kvantitativního látkového, tj. modálního nebo chemického složení, obsahu stopových prvků nebo izotopů atp. Vzhledem k významu archeologického nálezu je jasné, že stanovení provenience opuk, místa vzniku umělecké památky, je mimořádně důležité (HLOBIL 1995, RYBAŘÍK 1995).

Snad nejstarší výtvarnou památkou zhotovenou z opuky je hlava keltského muže ze Mšenských Žehrovic. Známá je i celá řada opukových románských rotund a bazilik z 9. až 12. století táhnoucí se od Levého Hradce přes Prahu až k Sázavskému klášteru.

V gotice se významně uplatnila tzv. pražská opuka od poloviny 14. století nejen jako stavební, ale i jako sochařský kámen v parléřovské hutě u chrámu sv. Vítě na Pražském hradě. Jak uvádí KUTAL (1980), umělecké památky z tohoto období nacházíme nikoliv v Praze, nýbrž mimo hranice českých zemí (a také mimo Prahu). Známé

Tabulka 1. Vybrané charakteristiky opuky z Kladrubského kláštera, toruňské piety a vzorků „bílé“ a „zlaté/červené“ opuky z lomu Přední Kopanina

vzorek	opuka Kladruby	pieta Toruň	Přední Kopanina					
číslo analýzy	6486	4333	3190	3191	3184	3236	3237	3098
číslo vzorku	60		19 bílá			17 zlatá / červená		
objemová hmotnost (g . cm ⁻³)	1,796	2,055	2,047	2,122	2,122	1,979	2,026	2,100
specifická hmotnost (g . cm ⁻³)	2,645							
pórovitost (%)	30,7	22,6	23,3	24,1	20,6	22,8	25,9	24,7
celkový objem pórů (mm ³ . g ⁻¹)	171	108	114	114	114	134	127	104
medián (µm)	0,0793	0,0319	0,0450	0,0637	0,0513	0,1001	0,0843	0,0671
modus (µm)	0,1000	0,0463	0,0463	0,0965	0,0755	0,1230	0,1580	0,0965
podíl pórů s r (v %) < 0,1 µm	54	98	96	67	88	49	55	67
0,1–0,9 µm	44	2	2	33	10	51	44	32
0,9–8 µm	2	0	2	0	2	0	1	2
> 8 µm	0	0	0	0	0	0	0	0

jsou především sochy piet z Altmarku, Toruně, Magdeburku, Lanshutu, Bernu a dalších klášterů, kostelů nebo muzejních sbírek v celé řadě evropských zemí (KONTA 1993, ŠRÁMEK 1998, 2003).

Kvalita a výběr kamene pro sochařské účely

Kámen známých skulptur zhotovených z pražské opuky byl získáván v lomech nacházejících se v oblasti Strahova a Bílé Hory (HLOBIL 1995). Nebylo ovšem možné používat kámen z kterékoliv vrstvy. Pro sochařské účely je vhodný kámen pouze z nejspodnějších vrstvy, tzv. zlaté/červené nebo bílé opuky¹. Vrstva musela mít především dostatečnou mocnost (nad 1 m), masivnost, homogenní složení, mikroskopickou jemnost, kvalitu, tj. především dostatečnou pevnost, tvrdost, pórovitost a optimální poměr měkkých složek (jílových minerálů, kalcitu) a tvrdých složek (opálu CT nebo tzv. špatně krystalovaného křemene).

Zatímco B. ZAHÁLKA (1926) popsal naspodu svého schematického profilu opukového lomu u Přední Kopaniny dvě lavice, obě přes jeden metr mocné (spodní tzv. „bílá“ a nad ní ležící „zlatá/červená“ opuka), dnes lze naspodu lomové stěny jediného činného lomu v Přední Kopanině nalézt pouze jednu mocnější polohu, která by mohla sloužit ke zhotovení objemných soch a plastik. Žádné jiné vrstvy opuky nemohly být k sochařským účelům použity, a to jak z důvodů jejich nedostatečné mocnosti, tak nehomogenity (ve stěně jsou polohy opuk s velkými konkrecemi a vrstvy křemičitých vápenců). Z toho vyplývá nevhodnost použití jakéhokoliv kamene pro sochařské účely.

Odhledněme-li od 20 až 30% pórovitosti, která snižuje pevnost i další fyzikální parametry kamene, pak bílé i červené/zlaté opuky mají asi 40 až 60 % „tvrdých“ minerálů, především modifikací SiO₂, 20 až 30 % „měkkého“ kalcitu

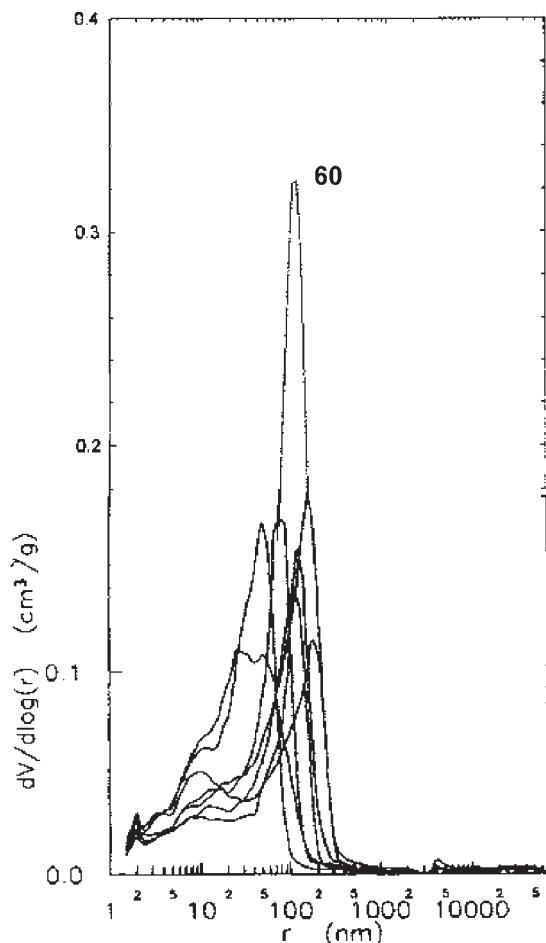
a asi kolem 10–20 % jílových minerálů, což souhrnně dává zhruba vyvážený poměr tvrdých a měkkých složek (ŠRÁMEK in KOTLÍK et al. 2000). Převážně mikroskopická a submikroskopická velikost většiny zrn kalcitu i agregátů sférického opálu CT dává hornině patřičnou celistvost, pevnost, jemnost a homogenitu, ale je zároveň zdrojem obtíží při identifikaci.

Rtuťová porózimetrie

Rtuťová porózimetrie je podle autora (ŠRÁMEK et al. 1992) vhodnou metodou pro sledování provenience opuk nejen z důvodů své objektivnosti, ale i potřeby malého množství vzorku. Navíc, provedené studium porózimetrie opuk umožňuje porovnat vybrané charakteristiky opuky z dnešního lomu Přední Kopanina s fragmenty z kladrubského kláštera.

Nejen tato jediná analýza vzorku č. 60, ale i všechny starší porózimetrické analýzy z let 1988/1989, 1995 a 2004 byly provedeny v dnešním Ústavu chemických procesů AV ČR v Praze-Suchdole (dříve Ústav teoretických základů chemické technologie ČSAV) na automatizovaném, počítačem řízeném vysokotlakém rtuťovém porózimetru AutoPore 9200 (výrobek firmy Micrometrics, USA). Transformace získaných závislostí objemu vtláčené rtuti do formy integrální distribuce pórů byly zprostředkovány Washburnovou rovnicí $P = (2 \cdot \frac{H_g}{r} \cdot \cos \theta) : r^2$ a $r^2 = (7,5 \cdot 10^{-6})$, kde r značí zdánlivou hustotu (tj. objemovou hmotnost), P je použitý tlak, $\theta = 140^\circ$, $H_g = 480 \text{ dyn} \cdot \text{cm}^{-1}$ a r^2 je průměrný poloměr pórů. Protože předpoklady Washburnovy rovnice jsou v reálných porézních látkách splněny jen výjimečně, lze křivky vtláčované rtuti transformované do integrální distribuce pórů $V-r$ používat jen pro srovnávání porézních vzorků podobného typu. Poloměry pórů r určené

¹ I když JUSTA a ŠTROUF (2003) tvrdí, že pro zhotovení reliéfu náhrobku Bořivoje II. a Břetislava II. byl použit tvrdší typ opuky z tzv. „kvarcové plotny“ z historického ložiska Přední Kopanina, na podporu tohoto tvrzení nepředložili žádné faktické ani literární odkazy.



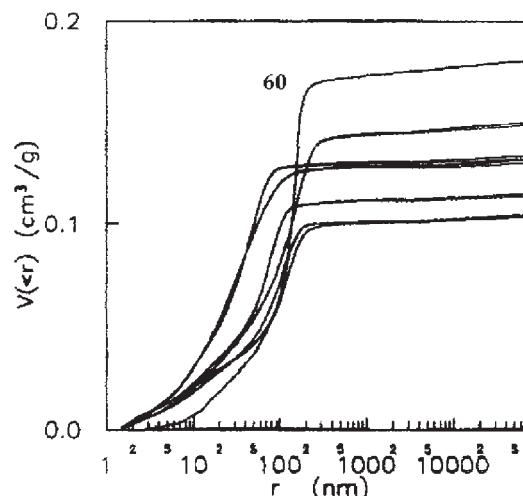
Obr. 1. Porovnání velikostní distribuce pórů r u vzorku opuky č. 60 z Kladrub s ostatními vzorky opuk z Přední Kopaniny.

Tabulka 2. Výsledky chemických analýz tří vzorků opuk z kladrubského kláštera a dvou gotických piét

č. vzorku oxidu	Kladuby 60/1	Kladuby 60/2	Kladuby 79	pieta Magdeburk	pieta Toruň
SiO_2	67,22	69,75	80,06	70,68	70,04
TiO_2	0,33	0,38	0,38	0,33	0,30
Al_2O_3	6,06	7,64	7,45	8,45	6,13
$\text{Fe}_2\text{O}_3\text{ tot.}$	1,46	1,81	1,69	2,22	1,63
MnO	0,04	0,02	0,02	0,03	0,04
MgO	0,19	0,76	0,15	0,48	0,21
CaO	23,25	18,38	8,93	13,76	18,63
Na_2O	0,12	0,08	0,09	0,12	0,65
K_2O	0,88	1,03	1,01	1,37	0,96
SO_3	0	0	0	1,19	0,0
P_2O_5	0,45	0,15	0,12	0,33	0,02
celkem	100,00*	99,98*	99,85*	98,96**	98,31

* V analýzách vzorků 79, 60/1 a 60/2 byly navíc stanoveny obsahy CO ve výši: 15,28, 12,75 a 6,88 %, které z důvodů vzájemného srovnání nebyly započteny do celkové sumy oxidů.

** U vzorku magdeburské piety bylo dále stanoveno: Cr_2O_3 0,09; CuO 0,16; ZnO 0,07; As_2O_3 0,23; Rb_2O 0,07; SrO 0,05; BaO 0,04; Nb_2O_5 0,28%.



Obr. 2. Srovnání objemu pórů ($\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$) vzorku opuky č. 60 z Kladrubského kláštera s ostatními vzorky opuk z Přední Kopaniny (ŠRÁMEK et al. 1992).

podle Washburnovy rovnice pak představují efektivní veličiny; nahlížet na tyto hodnoty jako na skutečné poloměry pórů je však nesprávné.

Diferenciální distribuce pórů byly určeny z integrálních distribučních křivek V versus $\log r$ jako $dV/d\log r$. Údaje o závislosti objemu vtláčené rtuti na tlaku, snímané rtuťovým porózimetrem a převedené na integrální distribuce pórů, byly numericky vyhlazeny a derivovány. Z vyhlazených integrálních distribucí pórů byla odečtena hodnota mediánu a modu.

Podle provedeného srovnání vzorku č. 60 kladrubská opuka spolehlivě zapadá svými parametry mezi vzorky pražské opuky (viz obr. 1 a 2) odebrané v lomu Přední Kopanina.

Svými parametry je srovnatelná se vzorkem zlaté opuky č. 17. Kladrubská opuka je velmi lehká, má výrazně vyšší pórositost, což je dobře patrné z obr. 2 a tab. 1, a nemá bimodální charakter, který je typický pro opuky z oblasti Zeměch, Břvan a Džbánu. Vyšší porózita může být důsledkem částečného rozpouštění a odnosu karbonátové složky z úlomků po pohřbení.

Fyzikální parametry

Ze získané hodnoty pórositosti 30,7 % a objemové hmotnosti $1,796 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ lze odvodit měrnou hustotu/skeletální hmotnost $2,645 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ a hustotu opuky 69,3 %. Podle statisticky zjištěných závislostí mezi objemovou hmotností či pórositostí a pevností po vysušení lze odvodit, že pevnost v tlaku po vysušení se pohybuje kolem 38 MPa, po nasycení vodou 33,6 MPa. Nasákovost opuky je kolem 14,6 % hmotnosti sušého vzorku.

Na vzorku „červené“ opuky K-11 z lomu v Přední Kopanině zjistil ZOUREK (1977) hodnoty podobné: pevnost v tlaku po vysušení 38,4 MPa a 28,1 MPa po nasátí vodou, objemovou hmotnost $1,874 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$, měrnou hmotnost $2,667 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$,

Tabulka 3. Přepočet analýz na tzv. „normativní“ minerály

vzorek minerály	60/1 Kladuby	60/2 Kladuby	79 Kladuby	pieta Magdeburk	pieta Toruň
modif. SiO ₂	48,1	49,6	63,0	51,0	51,8
kalcit	34,0	28,0	14,5	20,0	29,3
živce	0,8	0,6	0,7	0,9	6,5
jílové a slídové	16,5	19,5	19,5	22,4	10,4
ostatní	2,5	2,3	2,3	3,1	1,9
celkem	99,9	100,0	100,0	97,4	99,9

hutnost 77,2 %. Podobné fyzikální parametry uvádí pro vzorek „zlaté“ opuky z lomové stěny rovněž RYBAŘÍK (1992). Opuka má objemovou hmotnost 2,06 g · cm⁻³, měrnou hmotnost 2,675 g · cm⁻³, hutnost 77,2 %, půrovitost 22,8 %, pevnost v tlaku po vysušení 49 MPa a 38 MPa po nasátí vodou.

Chemické analýzy

Rozbor tří vzorků opuk č. 60/1, 60/2 a 79 byl proveden v chemické laboratoři ÚNS – laboratorní služby, s. r. o., Kutná Hora, akreditované Českým institutem pro akreditaci o. p. s. Každý vzorek byl analyzován vždy dvakrát; výsledná analýza je průměr z obou analýz.

Pro srovnání jsou v tab. 2 uvedeny dvě analýzy pražské opuky, které pocházejí ze soch piet z Toruně a Magdeburku (ŠRÁMEK 1998, 2003). Oba vzorky byly analyzovány na přístroji SPECTRO-X LAB v Kriminalistickém ústavu Praha. V tabulce 3 je uveden přepočet analýzy na normativní minerály, bez kterého je srovnání špatně proveditelné. Ze srovnání výsledků je patrná velká podobnost analyzovaných vzorků. Poněkud odlišný je vzorek č. 79, který má zhruba poloviční obsah kalcitu a naopak vyšší podíl modifikací SiO₂.

Pokud si uvědomíme, že

- materiál pro sochy mohl být odebrán sice z jediné nej-spodnější vrstvy, ale z různých míst v jednom lomu nebo možná i z různých lomů v pásu od Strahova k Bílé Hoře v časovém odstupu několika let či desítek let,
- opuka v každé vrstvičce může mít poněkud odlišné složení, neboť je dobře známo, že např. obsah kalcitu ve vertikálním směru značně kolísá (obecně narůstá od podloží k nadloží)
- a hornina může obsahovat i proměnlivý obsah prachových a pískových zrn křemene, živců a jílových/slídových minerálů, které jsou v průběhu diageneze rozpoúštěny, pak je zřejmé, že vzorky a výsledky analýz nemohou být v žádném případě úplně totožné.

Závěr

S ohledem na zjištěnou látkovou a strukturní podobnost analyzovaných úlomků s tzv. zlatou/červenou opukou, můžeme potvrdit pražskou provenienci rozbitych skulp-

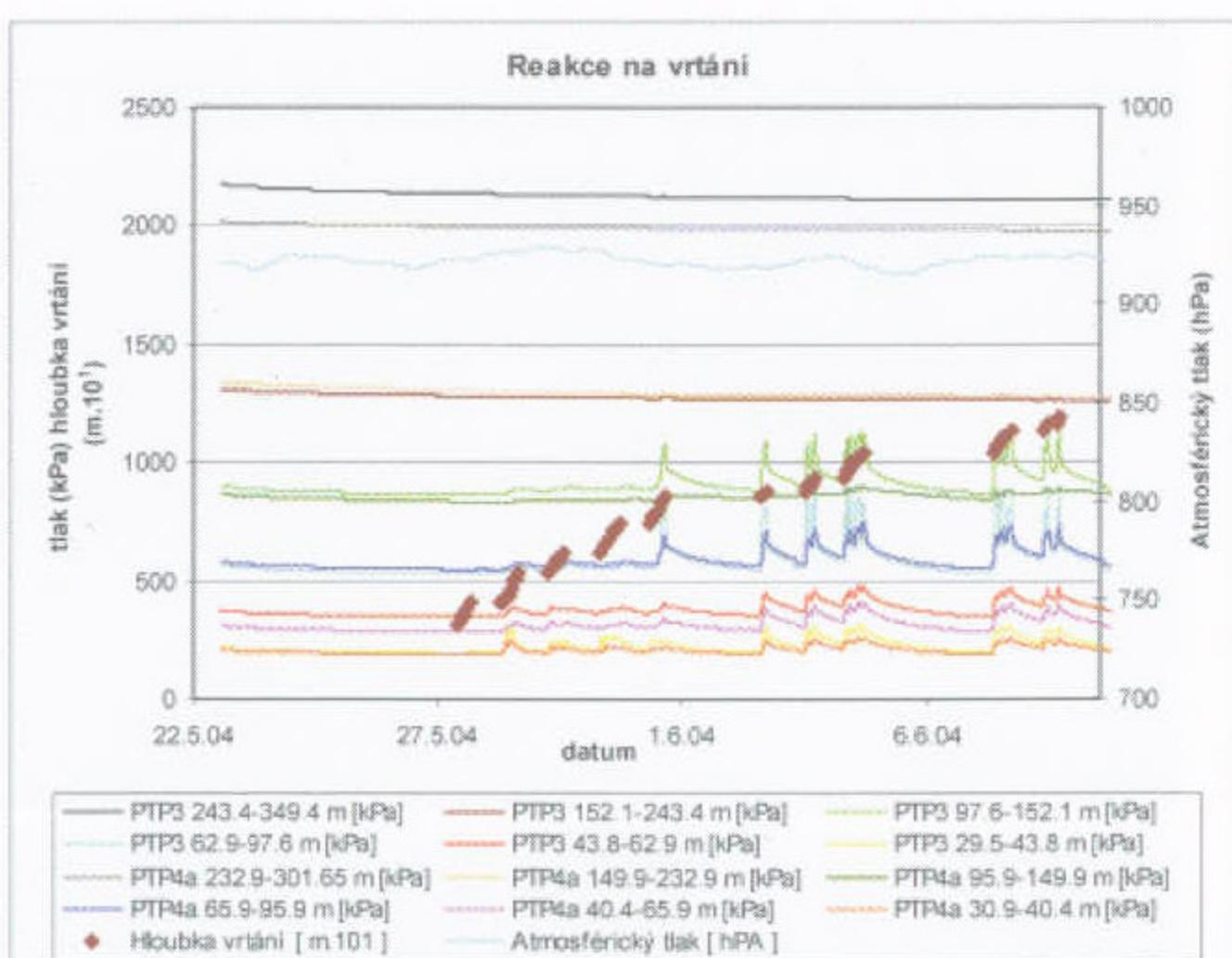
tur. Na základě rozboru materiálu lze konstatovat, že kladrubský klášterní kostel byl po dokončení radikální vrcholně gotické přestavby vybaven náročnou skulpturální výzdobou z tzv. pražské opuky, zpracovanou nejspíše v prostředí parléřovské hutí. Vzhledem k výtvarné rozkolísanosti fragmentů ovšem nelze vyloučit, že toto vybavení mohlo být výsledkem několika samostatných akvizicí. K této otázce se snad bude možno podrobněji vyjádřit až po uměleckohistorickém zhodnocení nálezů.

Článek vznikl v rámci projektu „Vita activa benediktinského kláštera ve 12. až 14. století. Rozbor sociálních interakcí na příkladu konventu benediktinů v Kladrubech“ (č. 404/04/2041), podporovaného Grantovou agenturou ČR.

Literatura

- HLOBIL, I. (1995): K původu opuky parléřovských děl v týdenních účtech katedrály sv. Václava. – Zpr. památk. Péče, 55, 6, 202–204.
- JUSTA, P. – ŠTROUF, R. (2003): Průzkum a restaurování kamenných památek Pražského hradu a Karlova mostu. – Obnova památek 2003, Sbor. příspěvků 3. roč. odbor. konf., Axis 25. 3. 2003.
- KONTA, J. (1993): Stone of Gothic Pieta discovered in Bern: Comparison with Cretaceous marly chert from Prague. – Applied Clay Science, 7, Amsterdam 1993, 357–366.
- KOTLÍK, P. – ŠRÁMEK, J. – KAŠE, J. (2000): Opuka. – Společnost pro technologie opravy památek, Praha, 109 str.
- KUTAL, A. (1970): Sochařství. In : KAFKA, F. – PĚŠINA, J. – HOMOLKA, J. – KOTRBA, V. – KUTAL, A. – STEJSKAL, K. – KRÁSA, J. – DROBNÁ, Z. – POČHE, E.: České umění gotické 1350–1420. Academia, 372 str.
- NOVÁČEK, K. (2001): Kladruby, okr. Tachov – areál bývalého benediktinského kláštera, nálezová zpráva o archeologickém výzkumu (1995–2000). – MS odd. záchranných arch. výzk. Západoces. muzea v Plzni, 70/01, 64–65.
- RYBAŘÍK, V. (1992): Stavební a sochařské opuky české křídy. – Geol. Průzk., 3, 72–76.
- RYBAŘÍK, V. (1995): K článku dr. Hlobila o původu opuky parléřovských děl v účtech svatovítské hutě. – Zpr. památk. Péče, 55, 6, str. 204.
- SCHÜTZNEROVÁ-HAVELKOVÁ, V. (1981): Použití opuk ve středověké architektuře v Praze. – Sbor. geol. Věd, Hydrogeol. inž. Geol. 15, 65–82.
- ŠRÁMEK, J. (1998): Stone of gothic pieta from Toruň. – 15th Conf. on Clay Miner. and Petrol. 1998 Brno, Scripta Fac. Sci. Nat. Univ. Masaryk. Brun., 26, Geol. 32–33.
- ŠRÁMEK, J. (1997): Ještě jednou k pražským opukám, jejich identifikaci a možnosti zjištění jejich provenience. – Zpr. památk. Péče, 57, 1, 24–28.
- ŠRÁMEK, J. (1998): Kámen gotické piety z Toruň. – Zpr. památk. Péče, 58, 4, 105–110.
- ŠRÁMEK, J. (2003): Kámen gotické piety z Magdeburku. – Zpr. geol. Výzk. v Roce 2003, 162–163.
- ŠRÁMEK, J. – RATHOUŠKÝ, J. – SCHNEIDER, P. (1992): Porózita opuk. – Věst. Čes. geol. Úst., 67, 4, 259–276.
- ZAHÁLKA, B. (1926): Pražská opuka. – Zvláštní otisk z čas. Zprávy veřejné služby technické č. 18, 8, 6 str.
- ZOUREK, L. (1977): Zpráva B-737/77 o průkazních zkouškách kamene z lomu Přední Kopanina. – MS Techn. a zkušeb. ústav staveb v Praze, pracoviště Brno, 12 str.

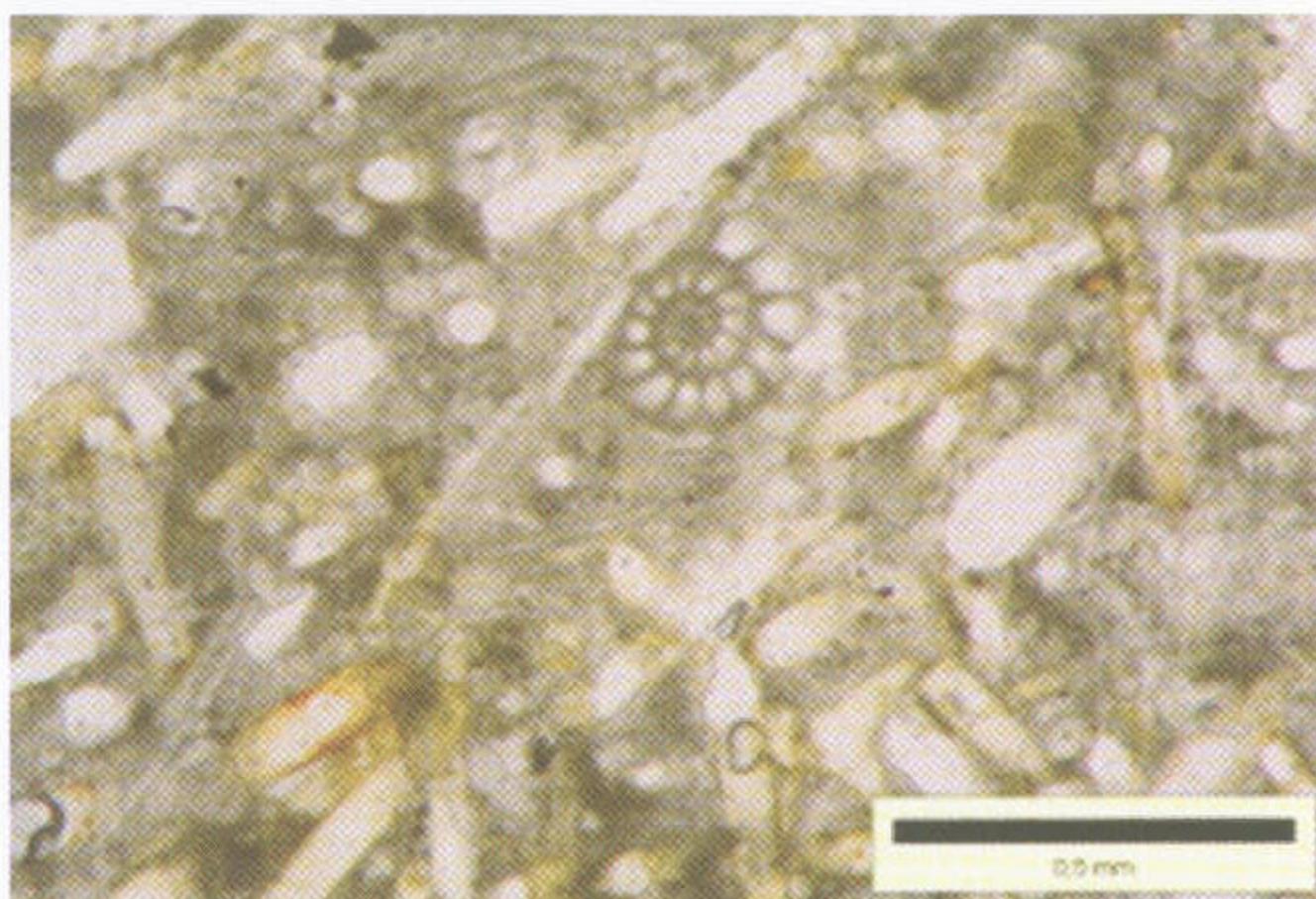
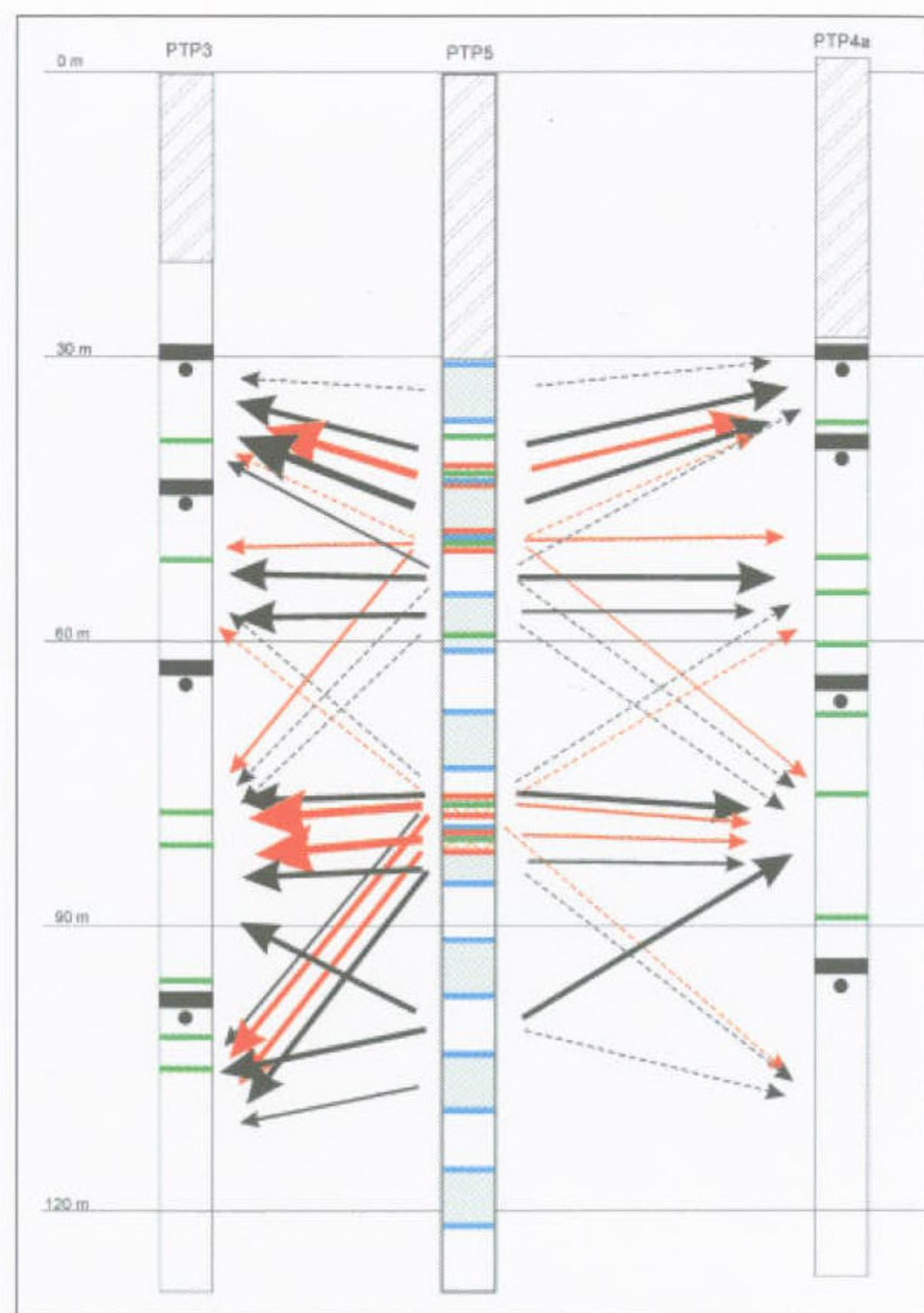
Fotografie je v příloze XIV



1 | 2

- Příklad záznamu reakcí monitorovaných etáží vrtů PTP3 a PTP4a na vrtání vrtu PTP5.
- Komunikace mezi vrty na lokalitě Potůčky-Podlesí. Zapažený úsek vrtů je vyznačen šrafou. Na obou monitorovaných vrtech PTP3 a PTP4a je silnou černou čarou zakresleno umístění pakrů multipakových systémů a černým kruhem umístění tlakových čidel. Hloubky přítoku podzemní vody do vrtů indikované karotáží – metodou rezistivimetrie při čerpání (LUKEŠ 2004) – jsou ve všech vrtech znázorněny zelenými liniemi. Testovaný vrt PTP5 je rozdělen na etáže se stabilní délkou 6,08 m, etáže jsou pro větší názornost odlišeny barevně. Modré linie odpovídají umístění pakrů při standardních VTZ. Černé šipky ukazují směr a velikost reakcí na standardní VTZ, které byly zaznamenány v monitorovaných vrtech. Síla čáry odpovídá kvantitě reakce. Červenými šipkami jsou znázorněny reakce na speciální VTZ na jednotlivých významných puklinách, tj. puklinách indikovaných karotáží, u kterých byla vyšší propustnost ověřena standardními VTZ. Pukliny v hloubkách 42,5, 49,5, 77,5 a 81,0 m byly izolovány pomocí dvojice pakrů s konstantní vzdáleností 2,05 m. Umístění pakrů ukazují červené linie, testované etáže jsou červeně vyšrafovány.

K článku L. Rukavičkové na str. 166



Vápenatý silicit z Přemyslovského paláce v Olomouci s průřezem schránky foraminifery *Heterostegina costata* d'ORB.

K článku J. Šrámka na str. 150



Pohled do výkopu na horizont s rozbitymi zlomky gotických skulptur se stopami zlacení a polychromie, se zlomky malovaných okenních vitráží, torzy architektonických článků a částmi železné okenní mříže. Všechny artefakty nesou stopy záměrné destrukce a požáru.

K článku J. Šrámka a K. Nováčka na str. 153