

Pískovce z Pražského hradu a okolí

Sandstones from the Prague's Castle and environment

JAN ŠRÁMEK

Při trati 1232, 140 00 Praha 4

ŠRÁMEK J. (2009): Pískovce z pražského hradu a okolí. - *Bull. mineral.-petrolog. Odd. Nár. Muz. (Praha)*, 17/1, 60-64. ISSN: 1211-0329.

Abstract

Study of eleven pieces of quartz sandstones come from an archaeological collection of Prague's Castle showed at least two different rocks provenances. Fine greenish - yellowish soft clayey sandstones, which contain also a small portion of calcite and glauconite was designated as „Zápy“ sandstones, which has a short durability, high porosity and low strength. The second groups of whitish - greyish coarser quartz sandstones with higher strength and a small content of kaolinite and illite comes probably from Nehvizdy - Vyšehořovice. Study of further sandstone samples gathered from other various Prague's outcrops (Strahov, Střešovice, Prosek and Hloubětín) showed, that these soft clayey sandstones could not be used neither as a building material not as a architectural stone.

Key words: *Cenomanian quartz sandstones, quarries and outcrops, provenance, central Bohemia*

Úvod

Na počátku 90. let minulého století jsem byl požádán Ing. arch. Chotěborem ze Správy Pražského hradu o zjištění provenience (míst nebo lomů), ze kterých pocházejí některé vzorky pískovce z archeologických nálezů na Pražském hradě. O provenienci, složení a vlastnostech těchto pískovců, které bývaly užívány od 9. - 10. století na Pražském hradě, se ví velmi málo. Omezenými informačními zdroji mohou být např. kameny z archeologických nálezů, uložené dnes v Lapidáriu Národního muzea na Výstavišti, ale i písemné informace o mladších pražských historických stavbách a objektech. Např. o dovozu kamene pro Svatovítskou katedrálu se dozvídáme ze záznamů parléřovské hutě (Hlobil 1995; Rybařík 1995). V neposlední řadě existují v kronikách i mapách písemné záznamy o těžbě pískovců a opuk ve starých lomech v Praze a jejím nejbližším okolí (Rybařík 2003, 2004, 2005).

Obvyklou metodou stanovení provenience bývá obvykle srovnávání makroskopického vzhledu hornin, jejich struktury a textury, barevnosti, látkového složení a fyzikálních vlastností. Autor spolu s dalšími (Šrámek et al. 1991) se pokusili zjistit provenienci vzorků pomocí rtuťové porozimetrie, pro kterou bylo nutné nejprve „zmapovat“ jednotlivé lokality a lomy a teprve potom bylo možné hledat shodnost měřených parametrů na neznámých vzorcích. Vzhledem k finanční náročnosti a dalším překážkám byl tento výzkum v roce 1990 ukončen, dílčí výsledky jsou uvedeny v tabulce 5.

Zbytky pískovcových plastik z Lapidária Pražského hradu

Pro identifikaci bylo dodáno 11 vzorků, které podle určení Ing. arch. Chotěbora (1988) pocházejí převážně ze 14. - 15. století. Lapidárium Pražského hradu je rozsáhlým sbírkovým fondem, který není dosud zpracován.

Seznam vzorků z Lapidária Pražského hradu, jejich vzhled, zrnitost a složení

- 1) Zlomek ze Zlaté Brány, 3. čtvrtina 14. století, bělavý jílovitý pískovec, žlutě skvrnitý, zrnitost 0.2 mm, stupeň vytříděnosti špatný.
- 2) Zlomek pletence sloupu, basilika sv. Víta z 2. poloviny 11. století, červený až rezavě hnědý drolivý pískovec, zrnitost 0.2 - 2.0 mm, špatně vytříděný s kaolinitem a železitým pigmentem.
- 3) Zlomek okenní kružby, kostel Věch svatých, konec 14. století až do roku 1580, šedozeleň slídnatý pískovec s kalcitem, velmi jemnozrný (pod 0.1 mm), vytřídění dobré.
- 4) Hlavice sloupu, Basilika sv. Víta, 2. polovina 11. století, cukrově bílý pískovec s kaolinitem, slabě slídnatý, jemnozrný, zrnitost 0.2 mm, vytříděnost dobrá.
- 5) Zlomek okenní kružby, kostel Věch svatých, druhá polovina 14. století, šedozeleň, jemnozrný, zrnitost 0.2 mm, vytřídění dobré, slabě slídnatý s kaolinitem, glaukonitem a kalcitem.
- 6) Zlomek okenní kružby z kostela Věch svatých, konec 14. století až po rok 1580, šedozeleň, zrnitost 0.1 - 0.2 mm, velmi jemnozrný, ojedinělá zrna křemene až 1 mm, vytříděnost dobrá s glaukonitem, kaolinitem a kalcitem.
- 7) Zlomek okenní kružby z výkopu kostela sv. Jiří, 2. polovina 14. století, žlutozeleň, zrnitost 0.1 - 0.2 mm, velmi jemnozrný, vytříděnost dobrá, s glaukonitem, kalcitem, kaolinitem, slabě slídnatý.
- 8) Zlomek plastiky, 14. - 15. století, šedozeleň, velmi jemnozrný, zrnitost 0.1-0.2 mm, vytříděnost dobrá, slídnatý s glaukonitem, kaolinitem a kalcitem.
- 9) Zlomek sloupu?, bělavý pískovec slabě slídnatý, jemnozrný, zrnitost 0.2 mm, vytříděnost dobrá, měkký s kaolinitem.
- 10) Zlomek žebra ze sloupu síně Václava IV. (po roce 1400), bělavý s kaolinitem, jemnozrný, zrnitost 0.2 - 0.5 mm, vytříděnost dobrá.
- 11) Žebro starého románského paláce (po roce 1400),

bělavý až šedavý, rezavě skvrnitý, zrnitost 0.1 - 0.2 mm, vyříděnost dobrá.

Podle makro- i mikroskopického vzhledu, barvy a struktury se jedná o křemenné pískovce dvou skupin. Do první skupiny náležejí **bělavé jemnozrné až středně zrnité**, dobře vyříděné křemenné pískovce (vzorky č. 1, 4, 9, 10 a 11), které jsou slabě kaolinitické a slabě slídnaté, pevné, mající zrnitost nad 0.1 - 0.2 mm. Podle vzhledu jsou tyto pískovce velmi podobné **nehvizdským** (obr. 1, 3, 4).

Druhou skupinu tvoří **jílovité, šedozelené, žlutozelené pískovce, velmi jemnozrné** (vzorky č. 3, 5, 6, 7 a 8), se zrnitostí pod 0.1 - 0.2 mm, které jsou vzhledem k ojedinělým až 1 - 2 mm velkým zrnům křemene někdy bimodální. Podle mikroskopického studia jsou tyto zelesněné - žlutošedé pískovce s angulárně - subangulárně psamitickou strukturou, dobře vyříděné. Pískovce obsahují příměs kalcitu, který viditelně bouřlivě reaguje s HCl. Přítomen je i lupenitý nebo kuličkovitý makroskopicky identifikovatelný glaukonit (obr. 2, 3, 4), který při zvětrávání dává pískovci nazelenalý, rezavě hnědý nádech. Spolu s ním je přítomen kaolinit a světlá slída v 0.2 mm velkých šupinkách. Pískovce lze označit podle zrnitosti a barevnosti za tzv. „**zápské**“ (Šrámek 2006; Šrámek, Šrámek 1986).

Mimo obě skupiny pískovců leží **rezavě hnědý drolivý železitý pískovec** (č. 2) který se částečně podobá pískovcům vyskytujícím se v omezeném množství na Karlově a Juditině mostě. Podle Zavřela (2000, 2001) by údajně mohl pocházet z Petřína, z báze peruckých sladkovodních vrstev. Podobný kámen byl užíván údajně jako obklad a dlažba již na Juditině mostu. Tomuto názoru odporují velikosti kvádrů, i jejich dobré opracování. Kvádry mocné až 50 cm se musely pečlivě přitesávat v huti, která ho mohla užívat *omezenou dobu*, zhruba padesát let. Také podle Valečky (2005, 2006) silně železité, jindy i jílovité, z části slepencovité pískovce nemohou pocházet z Petřína, protože chybějí ve vrtných profilech této oblast. Valečka (2006) proto soudí, že pískovce tzv. typu A pocházejí

Tabulka 1 Chemické analýzy pískovců z Lapidária Pražského hradu

č. anal.	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	91.10	92.09	93.83	96.48	96.58	96.92	96.87
TiO ₂	-	0.28	0.33	0.18	0.16	0.08	0.07
Al ₂ O ₃	3.60	4.24	3.31	1.21	1.43	0.96	0.11
Fe ₂ O ₃	1.88	0.47	0.71	0.26	0.33	0.20	0.13
FeO	0.06	0.26	0.14				0.12
MnO	-	0.003	0.003	0.004	0.003	-	0.002
MgO	0.12	0.10	0.05	0.03	0.03	0.05	0.02
CaO	0.45	0.40	0.20	0.09	0.03	0.19	0.13
Na ₂ O	0.09	0.20	0.10	0.04	0.03	0.03	0.02
K ₂ O	0.67	0.43	0.19	0.11	0.06	0.39	0.37
CO ₂	0.35	-	-	0.01	0.01	-	
H ₂ O ⁺	0.30	1.49	1.14	0.66	0.49		0.31
H ₂ O ⁻	-	0.20	0.17			-	0.29
celkem	98.620	100.163	100.173	99.074	99.153	98.820	98.442

1. Zápy, žlutohnědý jemnozrný pískovec, socha Hérakla od J. Brokoffa, Toskánský palác (Šrámek, Šrámek 1986); 2. Zápy, žlutozelený jemnozrný pískovec, lom u fotbalového hřiště; 3. Zápy, žlutozelený jemnozrný pískovec, lom v korytě potoka (obě analýzy Šrámek 2006); 4. Nehvizdy, bývalý lom, jemnozrný bílý slabě slídnatý (Procházka 1984); 5. Nehvizdy, bývalý lom, jemnozrný bílý pískovec místy slabě narezlý (Procházka 1984); 6. Mšenský pískovec, Brožův lom, (navíc 0.02 % P₂O₅, nepubl.); 7. Bílý jemnozrný slabě slídnatý pískovec, staré lomy ve vojenském prostoru Přestavky (nepubl.). Anal. 1. V. Tolar, anal. 2 až 7 Centrální laboratoř Geoindustria Praha.

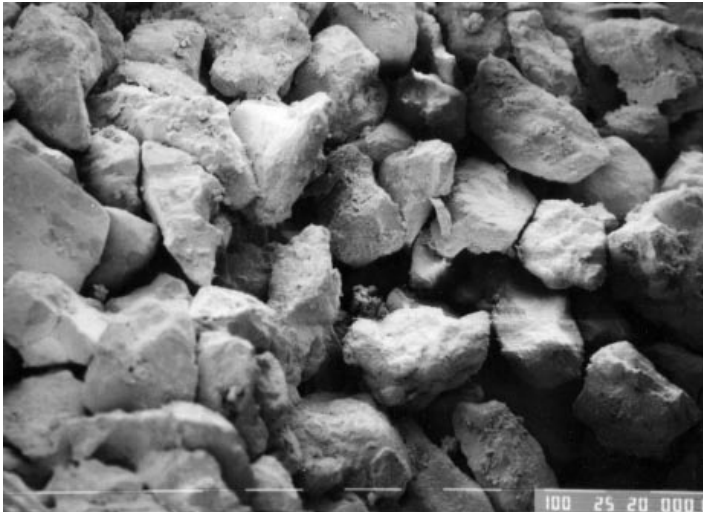
Tabulka 2 Přepočítání chemických analýz na normativní minerály (hmot. %)

normat. minerály	1	2	3	4	5	6	7
křemen	86.8	85.3	88.8	95.8	95.2	95.5	94.8
kaolinit	3.3	3.7	5.2	1.4	2.6	0.0	0.0
slídové minerály	5.2	6.9	3.1	1.8	1.0	1.7	2.6
Mg-chlorit	0.4	0.8	0.4	0.1	0.1	0.1	0.4
goethit	2.1	0.5	0.8	0.3	0.3	0.2	0.1
albit	0.8	1.7	0.8	0.3	0.3	0.3	0.2
K-živec	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	1.3
kalcit	0.8	0.7	0.4	0.2	0.0	0.3	0.2
ostatní	0.2	0.3	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1
celkem	99.9	99.9	99.9	100.1	99.7	99.9	99.7

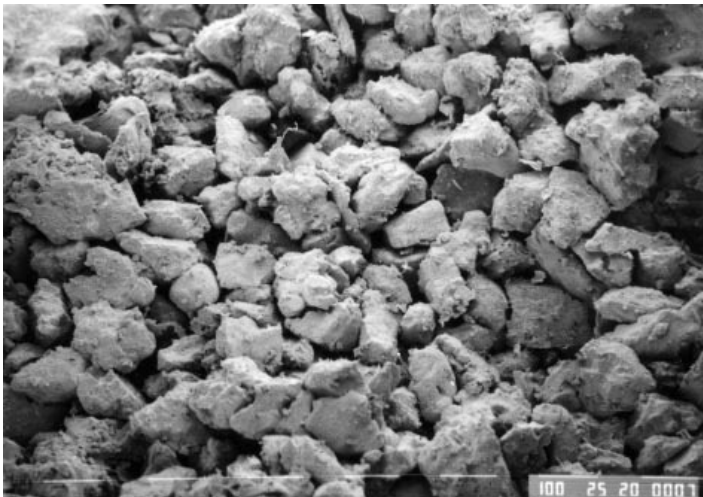
*Součet podílu normativního slídového minerálu, Mg-chloritu a goethitu odpovídá podílu normativního „glaukonitu“; tučně označené hodnoty jsou pro srovnávané pískovce signifikantní. Vysvětlivky jsou uvedeny u tabulky 1.

Tabulka 3 Některé fyzikální vlastnosti pískovců z Pražského hradu. Detaily popisu jsou uvedeny u tabulky 1, data pro zápské pískovce vytištěna tučně.

č. vz.	lokality	obj. hmot. g . cm ⁻³	spec. hmot. g . cm ⁻³	pórovitost %	nasákavost v % hmot. vzorku
1	Nehvizdy	1.929	2.645	27.1	10.9
2	?	1.878	2.666	29.0	11.8
3	Zápy	1.842	nest.	30.8	13.0
4	Nehvizdy	1.962	2.658	26.2	10.2
5	Zápy	1.870	2.646	29.3	12.0
6	Zápy	1.816	2.656	31.6	13.3
7	Zápy	1.870	2.646	29.3	10.8
8	Zápy	1.816	2.636	31.6	13.3
10	Nehvizdy	1.925	2.644	27.2	10.8
11	Nehvizdy	nest.	2.651	nest.	9.9



Obr. 1 Středně zrnitý pískovec nehvizdský (vzorek 1) s malým podílem jílovité složky, rastrovací mikroskop JEOL JSM 20. Délka obrázku je 1.4 mm. Foto J. Šrámek a J. Kulich.



Obr. 2 Velmi jemnozrný zápský glaukonitický pískovec (vzorek č. 6) s hojným jílovitým tmelem na povrchu zrn, rastrovací mikroskop JEOL JSM 200. Délka obrázku je 1.4 mm. Foto J. Šrámek a J. Kulich.



Obr. 3 „Květákový“ povrch zrna glaukonitu s vermikulárním agregátem kaolinitu, rastrovací mikroskop JEOL JSM 200. Délka obrázku je 0.11 mm. Foto J. Šrámek a J. Kulich.

spíše ze západního okraje Prahy, okolí kolem Slivence - Hlubočep, druhý typ tohoto rezavě červeného pískovce (typ B) se mohl podle Valečky také dovážet ze Záp. Jelikož je známo pouze omezené použití těchto pískovců na JUDITINĚ - KARLOVĚ mostu, SVATOVÍTSKÉ katedrále, na věži Staroměstské radnice a domech v okolí, je těžba v oblasti Strahova nepravděpodobná. Taktéž dovoz těchto rudých a rezavě hnědých pískovců až slepenců z velké vzdálenosti zápských lomů je také podle autora diskutabilní.

Podle autora těžba těchto hnědých železitých pískovců mohla být provozována pouze omezeně do poloviny 14. století v lomu na ojedinělých kusech lomového kamene. Místem původu nemohl být asi ani zápský lom, ze kterého se do Prahy dovážel jemnozrný modrozelený až žlutozelený pískovec, kontinuálně až do začátku 19. století. Proto nepřekvapuje, že na románské nebo gotické i mladší architektonické články a sochy se v Praze dlouhodobě používaly jemnozrné snadno opracovatelné zápské nebo o něco pevnější nehvizdské pískovce.

Látkové složení pískovců

Z důvodů bližšího poznání bylo vedle mikroskopického studia použito i přepočtu chemických analýz na normativní minerály (tab. 1 a 2). Podle mají zápské nazelenalé pískovce obsahují nejen vyšší podíl kaolinitu, glaukonitu a slídových minerálů (obr. 3, 4), ale hlavně silně nestabilní mikrozměrný, mikritický kalcit, který, pokud je hornina vystavena dlouhodobému vlivu povětrnostních podmínek, podléhá rozpouštění a přechodu na sádrovec. Tím je jeho životnost významně omezená.

Tři chemické analýzy zápského pískovce, které zveřejnil Šrámek (2006), dvě analýzy nehvizdského pískovce, které zveřejnil Procházka (1984) a jedna dosud nepublikovaná analýza mšenského a přestavického pískovce mohou posloužit k ilustraci rozdílů v látkovém složení různých skupin pískovců.

Z výsledků přepočtu chemických analýz (tab. 2) vyplývá, že sumární obsahy slídových a jílových minerálů, (kaolinit a slídy + chlorit a goethit, který vzniká oxidací glaukonitu), tvoří v zápském pískovci až 10 % hmotnosti horniny. Ve srovnání s bělavými nehvizdskými nebo mšenskými, příp. přestavickými pískovci jsou to relativně vysoké obsahy. Naopak pro nehvizdské, stejně jako mšenské a přestavické pískovce je typický vysoký obsah křemene a nízký obsah kaolinitu.

A proto, jak uvádějí Šrámek et al. (1991), nejen vysoká pórovitost, ale i podíly kalcitu a slídových a jílových minerálů (např. kaolinitu) významně ovlivňují životnost a kvalitu kamene a způsobují např. pokles pevnosti pískovců, je vhodné znát i toto jejich kvantitativní zastoupení a fyzikální parametry.

Fyzikální vlastnosti

K vzájemnému porovnání hornin bylo použito i fyzikálních vlastností, jako je objemová a specifická hmotnost nebo pórovitost a nasákavost a to z toho důvodu, že subjektivní hodnocení kamenů

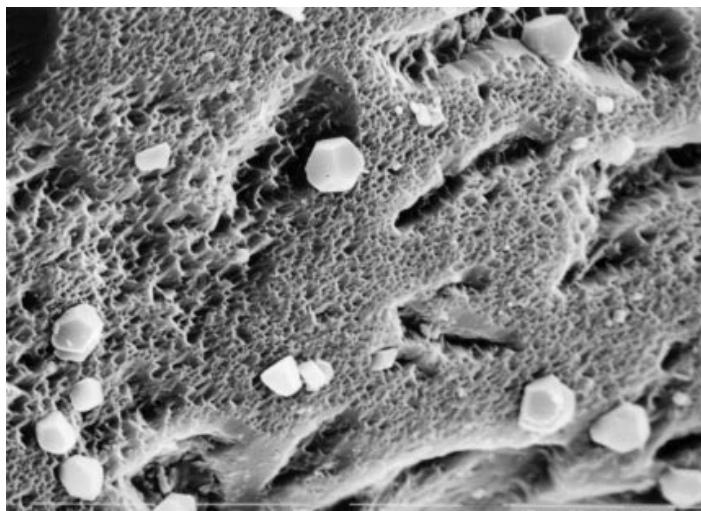
je nedostatečné a musí být podloženo i objektivními daty. V tabulce 3 jsou uvedeny výsledky měření fyzikálních hodnot, získané na katedře petrografie PŘF UK.

Podle fyzikálních dat zápské pískovce č. 3, 5, 6, 7 a 8 mají vyšší hodnoty pórovitosti (kolem 12 - 13 %) a nasákavosti (kolem 12 - 13 %). Oproti tomu nehvizdské pískovce (č. 1, 4, 10 a 11) mají nižší pórovitost (kolem 26 - 27 %) a nasákavost (kolem 9.9 - 10.9 %).

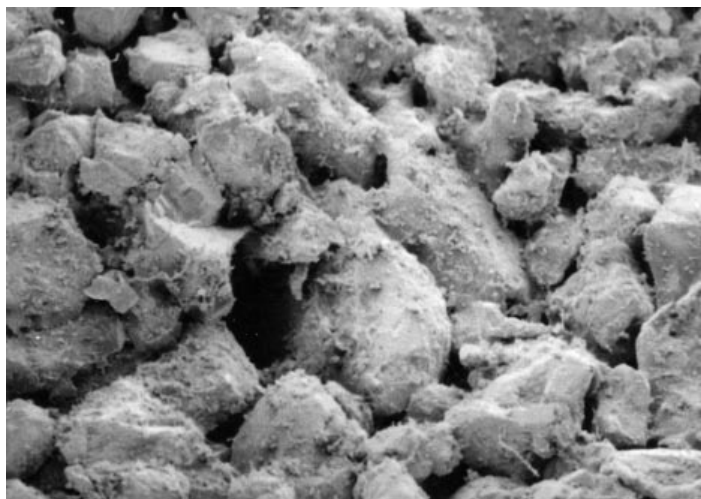
Pro srovnání jsou v následující tabulce 4 uvedeny průměrné hodnoty pískovců z několika dalších míst, která sloužily údajně k těžbě pískovců pro Prahu (Rybařík 2003).

Jiné fyzikální hodnoty těchto pískovců chybějí (srovn. Ziegler 1994). Pouze Velflík (1914) uvádí pro pískovec z Vyšerova (Vyšehořovic) pevnost v tlaku za sucha 34,2 MPa pro zápský pískovec pevnost v tlaku po vysušení 27.0 - 39.3 MPa; Šrámek (2006) uvádí odvozené hodnoty pevnosti v tlaku po vysušení mezi 12.5 - 15.7 až 29.1 MPa.

Také podle zprávy č. 541-2/1997 *Zkušební kamene a kameniva v Hořicích* byly pro posluchače AVU v Praze J. Fialy u nehvizdského bělavého pískovce ze sochy sv. Jana Nepomuckého ve Vyšehořovicích stanoveny následující hodnoty: objemová hmotnost 1.994 g. cm⁻³ a nasákavost 8.24 % do ustálené hmotnosti kamene. Objemová hmotnost 1.994 g.cm⁻³ odpovídá pevnosti v tlaku 40.3 MPa, ale podle nasákavosti by měla pevnost v tlaku dosahovat dokonce až 48.2 MPa (každé zvýšení nasákavosti o 1 % znamená snížení pevnosti pískovce o 5.8 MPa a každé jednocentní



Obr. 4 Detail „květákového“ zrna glaukonitu s pentagonálními krystaly pyritu, rastrovací mikroskop JEOL JSM 200. Délka obrázku je 0.11 mm. Foto J. Šrámek a J. Kulich.



Obr. 5 Detail zápského pískovce s hojným podílem jílových a slídových minerálů na povrchu křemenných zrn, rastrovací mikroskop JEOL JSM 200. Srovnej s obr. 1 a 2. Délka obrázku je 0.5 mm. Foto J. Šrámek a J. Kulich.

Tabulka 4 Fyzikální vlastnosti pískovců z některých historických míst a lomů v okolí Prahy

místo odběru - nálezu	struktura	barva	objem. hm. g .cm ⁻³	specif. hm. g .cm ⁻³	pórovitost %	nasák. v hm. %
Mšené n=12	jemnozrný	cukrově bílý, žlutý	1.809 ±0.06	2.642 ±0.14	31.5	13.3
Přestavky u Budyně	jemnozrný	bílý	1.755	2.565	31.7	13.4
Zápy n=6	velmi jemnozrný	modrozelený- rezavě žlutý	1.808 ± 0.025	2.638 ± 0.023	31.5 ± 1.0	13.2
Nehvizdy n=4	jemnozrný	šedobílý	2.024 ± 0.032	2.614 ± 0.050	22.6 ± 2.2	8.2
Vyšehořovice n=4	jemnozrný	bělavý	2.044 ± 0.027	2.602 ± 0.050	20.4 ± 1.2	7.6
Horoušany n=2	středně-hrubě zrnitý až konglomerát	žlutavý, bělavý	1.793 2.165	2.634	31.8	16.7
Prosek, Hloubětín n=6	jemnozrný, středně zrnitý, drolivý	žlutavý, hnědavý	1.842	2.664	30.0	12.4
Strahov Dlabačov	jemnozrný 0.2 mm, bimodální, ojediněle 4 mm, drolivý	rezavě žlutý hojnými živci a kaol., drolivý	1.722	nest.	nest.	15.1
Praha Střešovice n=4.	jemnozrný nad 0,2 mm, drolivý	rezavě žlutý, kaolinitický	1.712 ± 0.27	nest.	nest.	15.3

n = počet stanovení

Tabulka 5 Dílčí výsledky studia mikroporozity jedenácti pískovců Pražského hradu. Pro každou skupinu vzorků jsou uvedeny charakteristické hodnoty mediánu, modu a celkového objemu pórů, stanovené na vysokotlakém rtuťovém porozimetru Autopore 9200 USA. Čísla vzorků jsou vytištěna tučně.

medián	6.4 μm	8.8 μm	17.8 μm
modus	6.2 μm	10.1 μm	20.1 μm
celkový objem pórů	0.17 $\text{mm}^3 \text{g}^{-3}$	0.18 $\text{mm}^3 \text{g}^{-3}$	0.15 $\text{mm}^3 \text{g}^{-3}$
žlutozelené pískovce, typ Zápy		5 - okenní kružba, Kostel Všech Svatých; 6 - okenní kružba kostel Všech Svatých	3 - hlavice sloupu, kostel Všech Svatých
bělavé pískovce, typ Nehvizdy nebo podobné Vyšehořovice	4 - zlomek okenní kružby (anomální křivka mikroporozity)	7 - zlomek okenní kružby z výkopu u kostela Sv. Jiří 9 - zlomek žebra ze sloupové síně; 10 - zlomek žebra, starý palác	8 - zlomek plastiky 1 - Zlatá brána - zlomek 2 - zlomek sloupu s pletencem, basilika sv. Víta

zvýšení pórovitosti doprovází pokles pevnosti o 3.6 MPa). Ještě významnější vliv na fyzikální vlastnosti pískovce má obsah kaolinitu, jehož 1 % obsah sníží pevnost o 10 - 11 MPa.

Fyzikální hodnoty zápského i nehvizdského pískovce v tabulce 4 jsou prakticky stejné, jako v tabulce 3. Nehvizdskému pískovci se kvalitou blíží i kámen z Vyšehořovic, který má porozitu 19 až 21.6 % a nasákavost 7 - 8 %.

Výsledky v tabulce 4 dále ukazují, že prakticky všechny hodnoty pórovitosti a nasákavosti odpovídají měkkým, málo pevným jílovitým pískovcům. I pro ně platí, že jejich objemová hmotnost nesmí klesnout pod 1.7 - 1.8 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$. Jestliže zjistíme, že u velmi jemnozrnných pískovců s hojným kaolinitem, glaukonitem či příměsí kalcitu (jeho rozpouštěním v kyselých deštích se zvyšuje pórovitost i nasákavost horniny) a jestliže leží jejich objemová hmotnost pod hodnotou 1.7 - 1.8 $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$, můžeme směle předpovědět rychlý konec životnosti tohoto pískovce, viz bílé pískovce z Přestavlk nebo triasové kaolinitický pískovce od Havlovic - Krákorokky či modrozelené až zelenožluté zápské pískovce (Šrámek 2006). Můžeme se o tom přesvědčit např. u sousoší Vzkříšení Krista nebo Nanebevzetí P. Marie z let 1739 a 1740 v Lapidáriu NM v Praze. Pískovce a arkózy s objemovou hmotností pod touto hranicí mají téměř nulovou pevnost po nasáknutí a zmrazení.

Čtenáře nesmí splést výsledky fyzikálních zkoušek, které jsou vždy získávány z relativně „zdravých“ a kvalitních vzorků kamene staveb a soch nebo lomů. Naměřené hodnoty také potvrzují, proč pískovce z pražských lokalit jako je Strahov, Dlábačov, Střešovice, ale i Prosek, **nemohly být kvůli své malé pevnosti užívány jako stavební kámen**, ale pouze jako kopaný písek.

Závěr

Zelenožluté až rezavě žluté měkké a díky kalcitu snadno a rychle zvětrávající **zápské** pískovce mající vyšší podíl jílových a slídových minerálů i pevnější bělavé pískovce rezavě smouhovité **nehvizdské pískovce** používané v románsko-gotickém období na Pražském hradě, později i na dalších historických objektech, jsou dva hlavní typy pískovců, se kterými se na Pražském hradě setkáváme.

Ze souhrnného porovnání vzhledu, zrnitosti, barevnosti a fyzikálních parametrů vyplynulo, že na historických stavbách Pražského hradu ve 13. - 14. století byly používány jak zápské nazelenalé, nažloutlé měkké glaukonitické jílovité pískovce, tak pevnější bělavé, žlutě smouhované nehvizdské pískovce. Těm se co do kvality blíží i pískovce z **Vyšehořovic**.

Literatura

- Hlobil I. (1995): K původu opuky parléřovských děl v týdenních účtech katedrály sv. Víta. - *Zprávy pam. Péče* **55**, 6, 202-204.
- Chotěbor P. (1988): Architektonické články v lapidáriu Pražského hradu. - *Archaeologia hist.*, 209-214.
- Procházka J. (1984): Chemické složení dekoračních pískovců severovýchodních Čech. - *Výběr prací Geoindustry* **12**, 45-60.
- Rybařík V. (1995): K článku dr. I. Hlobila o původu opuky parléřovských děl v účtech svatovítské hutě. - *Zprávy pam. Péče* **55**, 6, 204.
- Rybařík V. (2003): Z minulosti pražských lomů (1). - *Kámen* **9**, 3, 17-22.
- Rybařík V. (2004): Z minulosti pražských lomů (2). - *Kámen* **10**, 1, 11-17.
- Rybařík V. (2005): Z minulosti pražských lomů (4). - *Kámen* **11**, 1, 5-11.
- Šrámek J. (1991): Vliv nerostného složení křídových křemenných pískovců na fyzikálně-mechanické vlastnosti. - In: Horniny ve vědách o Zemi (ed. J. Souček), Karolinum, Univerzita Karlova, 183-194.
- Šrámek J. (2006): Zápský pískovec. - *Zpr. o geol. Výzk. v R.* **2005**, 167-173.
- Šrámek Jan, Šrámek Jiří (1986): Konzervace pískovcové sochy Héra. - *Sbor. rest. Prací*, 2-3, 112-125.
- Šrámek J., Rathouský J., Schneider P. (1991): Porosimetric identification of sandstones and arkoses used on historical buildings. - *Acta archaeol. Lovaniensia* **4**, (Ancient stones), 223-229, Leuven.
- Valečka J. (2005): Permkarbonské pískovce ve vnějším kvádrovém zdivu gotické části chrámu sv. Víta v Praze. - *Zpr. geol. Výzk. v R.* **2004**, 157-160.
- Valečka J. (2006): Juditin most v Praze a „petřínské“ železité pískovce. - *Zpr. geol. výzk. v Roce* **2005**, 170-173.
- Velflík A. (1914): Nauka o stavebních hmotách, zvláště o horninách technicky významných, jejich zkoumání a zpracování. - Vyd. Česká matice techn., Praha 459 s.
- Zavřel J. (2000): Petrografie stavebních kamenů Juditina mostu. - *Kámen* **6**, 2, 53-66.
- Zavřel J. (2001): Kámen pro Prahu. - In: Zavřel J. et al. Pražský vrch Petřín. Nakl. Paseka.
- Ziegler V. (1994): Sedimenty české křídové pánve na území Hl. m. Prahy. - *Natura Pragensis, Studie o přírodě Prahy*. 86s.