

Univerzita Pardubice
Fakulta restaurování Litomyšl

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Univerzita Pardubice

Fakulta restaurování

Akademický rok 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jiří Helma**

Osobní číslo: **RO7001**

Studijní program: **B8206 Výtvarná umění**

Studijní obor: **Restaurování a konzervace kamene a souvisejících
materiálů**

Název tématu: **Restaurování pole č. A5 a B3 na Kamenné kašně v Kutné
Hoře se specializací na mapování úbytku mušlového
vápence a možnosti preventivní ochrany jeho povrchu.**

Zadávací katedra: **Ateliér restaurování kamene**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Restaurování pole č. A5 a B3 na Kamenné kašně v Kutné Hoře ukončené první etapu barevných retuší. Rozsah: Samostatné řešení restaurátorského úkolu v plném rozsahu od vypracování restaurátorské koncepce přes vlastní restaurování až po zpracování restaurátorské dokumentace. Restaurátorská zpráva bude rozšířena o důkladné mapování povrchových úbytků, ztrát a degradačních procesů na kutnohorském mušlovém vápenci, jejich příčinách a projevech s možnostmi stabilizace a ochrany mušlového vápence.

Seznam doporučené literatury:

Otová, Pod ochranou Krista spasitele sv. Barbory

Miloš Suchomel, Záchrana kamenných soch

Jan Šrámek, Kameny v České republice

Vojtěch Volavka, O soše, Jak vzniká socha

Jiří Škabrada, Konstrukce historických staveb

Wilfred Koch, Evropská architektura

Klára Benešová, Petr Chotěbor, Tomáš Durdík, Miroslav Plaček, Dalibor Prix, Vladislav Razim, Architektura gotická

Atelier PUMMER/STEINKONSERVIERUNG

DIE KREMSER DREIFALTIGKEITSSÄULE

Forschung/Konservierung/Restaurierung

European Commission Research Project 2007

Wilfried Koch - Evropská Architektura (Encyklopedie evropské architektury od antiky po současnost)

Ivo Hlobil - Na základech konzervativní teorie české památkové péče (Výběr z textů)

Václav Vojtěch Štech, Cena stáří

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Jiří Novotný ak. soch.**

Odborný garant praktické části: **Mgr. Art. Jakub Ďoubal**

Ateliér restaurování kamene

Datum zadání bakalářské práce: 30. 10. 2010

Termín odevzdání bakalářské práce: 8. 10. 2011

Vedoucí práce: Doc. Jiří Novotný ak. soch.

(Fakulta restaurování Univerzity Pardubice, Česká republika)

Oponent: Vojtěch Adamec ak. soch.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto práci vykonal samostatně. Všechny zainteresované odborníky i použitou literaturu a zdroje v této práci řádně zmiňuji.

Byl jsem seznámen s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 sb. o autorském zákonu, zejména pak se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona a pokud dojde k užití této práce mnou, nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice na pobočce Fakulty restaurování v Litomyšli.

Děkuji všem pracovníkům Fakulty restaurování za kvalitní průběh mého čtyřletého studia a získání znalostí a zkušeností v oblasti výtvarných umění a restaurování. Dále bych chtěl poděkovat svým rodičům, kteří mi byli oporou v době mého studia.

V Litomyšli dne

.....

Jiří Helma

Univerzita Pardubice Fakulta restaurování
Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl
Tel.: 461615951
Fax.: 461612565
Email: dekanat.fr@upce.cz

Restaurátorská dokumentace

**RESTAUROVÁNÍ POLE Č. A5 A B3
NA KAMENNÉ KAŠNĚ V KUTNÉ
HOŘE**

2011

Restaurování Kamenné kašny pole A5 a B3

Kutná Hora



Restaurátorské práce provedl: Jiří Helma

Fakulta restaurování Univerzita Pardubice

Vedoucí práce: Doc. Jiří Novotný ak. soch.

Vedoucí praktické části: Mgr. Art. Jakub Ďoubal

Oponent: Vojtěch Adamec ak. soch.

**Odborná spolupráce: Ing. Karol Bayer, Doc. Jiří Novotný, Mgr. art.
Jakub Ďoubal, Bc. Josef Kremla**

Dokumentace je chráněna ve smyslu zákona č. 89/1990 sb. v úplném znění (autorsky zákon) s tím, že právo k užití ve smyslu zákona č. 20/1987 sb. v plném znění (o památkové péči) má objednavatel, příslušný organ památkové péče a Univerzita Pardubice.

Obsah:

I. Úvod	str. 8
II. Lokalizace památky.....	str. 9
III. Údaje o památce.....	str. 9-11
IV. Údaje o akci.....	str. 11
V. Popis památky.....	str. 11,12
VI. Nálezová (průzkumová) zpráva.....	str. 13-37
VII. Vyhodnocení průzkumu.....	str. 37-38
VIII. Koncepce restaurátorského zásahu.....	str. 39
IX. Postup práce.....	str. 40-41
X. Použité materiály a technologie.....	str. 41
XI. Doporučený režim památky.....	str. 42
XII. Odborná spolupráce a konzultace.....	str. 42
Fotodokumentace.....	str. 43-73
Grafická dokumentace.....	str. 74-80
Přílohy.....	str. 81-86
Rozšířený výzkum bakalářské práce.....	str. 87-122
Použité prameny a literatura.....	str. 123

Úvod:

Tato restaurátorská dokumentace se zabývá důkladným popisem stavu Kamenné kašny před započítím restaurování, popisem jejího tvarosloví a vzhledu, historickými údaji o kašně a dřívějších restaurátorských zásazích. Restaurátorský zákrok je v této zprávě důkladně popsán a zdokumentován s popsányými postupy všech prací, technologií a použitých materiálů. Zpráva je rozšířena o zkoumání degradačních procesů a povrchových úbytků na kutnohorském mušlovém vápenci, možnostech jeho ochrany a stabilizace erozních vlivů.

I. Lokalizace památky

1. **Kraj:** Středočeský
2. **Okres:** Kutná Hora
3. **Obec:** Kutná Hora
4. **Adresa:** Rejskovo náměstí, Kutná Hora

Číslo parcely 3883/3 k.ú. Kutná Hora

5. **Bližší určení místa popisem:** Kašna se nachází uprostřed Rejskova Náměstí
6. **Rejstříkové číslo objektu v ÚSKP:** 3883/3 2 1043/A60
7. **Název památky:** Kamenná kašna

II. Údaje o památce

1. **Autor:** Matyáš Rejsek z Prostějova
2. **Sloh/Datování:** Pozdní gotika, významná puristická přestavba. 1495
3. **Materiál/technika:** Mušlový vápenec kutnohorský, hořický pískovec, mšenský pískovec, božanovský pískovec/ opracovaný sekaný kámen
4. **Rozměry:** Výška se pohybuje v rozmezí 3,7 - 4,4m, obvod kašny na půdorysu dvanáctiúhelníku je 28,8m. Pole A5 a B3 patří spolu s polem nacházejícím se při čelním pohledu nalevo k nejvyšším.
5. **Předchozí známé restaurátorské zásahy:** jedná se o zdokumentované zásahy, či jejich zmínky

1887-1890 významná puristická přestavba

Vedoucí zásahu byl Ludvík Lábler.

Byly vytvořeny nové fiály a baldachýny z hořického pískovce, odstraněna střecha. Dále bylo přistoupeno k odstranění některých původních kusů z mušlového mezholevského pískovce, které byly nahrazeny za nové kusy z hořického pískovce.

1963 zmínka o rekonstrukci ve zprávě o restaurování z roku 1987

Zaznamenán velmi špatný stav objektu. Kašna byla očištěna a byly vyměněny některé kusy z hořického pískovce, které byly ve špatném stavu, za mšenský pískovec.

1987 restaurování v rámci rekonstrukce náměstí (ing. Arch. B. Fanta)

Vedoucí zásahu Smrkovský ak. soch. rest.

Čištění od porostů zeleně, prachových depozit a následná konzervace kamene. *Plastická retuš „v tmelu na bázi minerálního pojiva“.*

V této době je vytvořena kopie dřevěných dveří do kašny s kovaným pobitím.

Snaha o odstranění střešní konstrukce (zřejmě z puristické přestavby), koncepce nepočítá s dalším zastřešením¹. Odstranění osmi cihelných sloupků a ocelové konstrukce střechy.

Vyklizena zemina a náletový porost z prostoru uvnitř kašny².

V rámci rekonstrukce celého náměstí bylo zamýšleno proražení dalších čtyř otvorů pro vyústění vody a k nim vytvoření nádržek ze žuly.

1993-1996

Restaurování rozděleno do čtyř etap (původně do tří³) konzultace z Phdr. Burgetem (památkový ústav), Ing. P. Kotlíkem Csc. (VŠCHT Praha). V odborných kruzích kladně hodnocený zásah pro svou „*odbornost a vysokou úroveň restaurování*“.

Čištění od nánosů zeleně, náletových dřevin, povrchových krust (na hořickém a mšenském pískovci – Monumentique paste C, fa. *Deffner&Johann*) a prachových depozitů a exhalátů. Odstranění zbytků střešní konstrukce. Odsolování (konzultace s VŠCHT) a konsolidace⁴ kamene (konsolidační a hydrofobizační prostředky na bázi organokřemičitanů řady Porosil, fa. *AQUA Bárta*). Odstranění dožilých tmelů (minerální tmel) a kamenných fiál a dalších architektonických prvků, které byly nahrazeny kopiemi z božanovského pískovce. Přespárování, barevná retuš nových tmelů a barevné scelení objektu (začlenění nových tmelů, kamenných kopií z božanovského pískovce a kamenných prvků z předchozích zásahů, barevnou scelovací retuší pomocí železitých pigmentů spojených v prostředku Veropal KP 709⁵). Sčepování kusů kamene čepy z „*barevných kovů*“⁶

I. etapa, 1993-1994 – pilíř B1, restaurátor Radovský; testování materiálů a technik; konsolidace Porosil EVV

II. etapa, 1994 – pole A2, restaurátor Jos. Pospíšil; odsolení, konsolidace Porosil Z

¹ Nevíme, zda se to podařilo prosadit, jelikož při restaurování 1995-1996 je zmínka o tom, že byly odstraněny zbytky střešní konstrukce, což jasně neproказuje, zda tyto zbytky nejsou z doby před rekonstrukcí 1987 nebo zda po této akci vedené ak. soch. rest Smrkovským nebyla kašna opět zastřešena.

² V této době zřejmě nalezena původní dlažba z 15. století pod vrstvou zeminy uvnitř kašny.

³ Původně se počítalo se třemi etapami, avšak z hlediska náročnosti zásahu a horšímu stavu než se předpokládalo, se práce protáhly o jednu etapu navíc – kamenosochařská rekonstrukce kamenných fiál.

⁴ V restaurátorské zprávě uváděn termín penetrace.

⁵ Zatím nevíme, na jaké bázi tento přípravek je, avšak domníváme se, že se jedná o jakýsi druh polymerní akrylátové disperze nebo její jinak modifikované verze.

⁶ Zřejmě se jedná o mosaz.

III. etapa 1995 – zbytek kašny, restaurátor Jos. Pospíšil, kamenosochař J. Pacovský; přesazení žulových kašen, konsolidace Porosil Z

IV. etapa 1996 – vytváření kamenných kopií do božanovského pískovce, kamenosochař J. Pacovský; práce se protáhly až do listopadu téhož roku, závěrečné barevné scelení prováděl Jos. Pospíšil

1997 restaurování pole A11 „s dveřmi“

Restaurování dřevěných dveří a jejich kamenné zárubně. Chybělo 90% hlavic hřebů kovaného pobití. 1

IV. Údaje o akci

- 1. Vlastník:** Město Kutná Hora
- 2. Investor:** Město Kutná Hora
- 3. Závazné stanovisko MÚ č. j. MKH/041863/2009 ze dne 18. 9. 2009**
- 4. Návrh na restaurování vypracován dne 29. 7. 2009**
- 5. Termín započetí a ukončení akce: Pro pole A5 a B3 - 3/2011 – 8/2011**

V. Popis památky

1. Historie kašny

Pozdně gotická kamenná kašna vystavěná městem v letech 1493 až 1495 byla účelovou stavbou, která ve svých útrobách ukrývala dřevěnou vodní nádrž. Kašna byla vystavěna svatobarborskou hutí Matěje Rejska. Fungovala jako zdroj pitné vody pro obyvatele města, jelikož důlní činnost znemožnila budování soukromých studní. Vodu do kašny, stejně jako i do četného množství dalších kašen v Kutné Hoře, přiváděl obecní pramen od Bylan. Autorství se připisuje Matěji Rejskovi, objevují se však i určité informace o mistru Gauszkem.

2. Popis tvarosloví

Kašna je umístěna v mírně svažitém trénu. Půdorys kašny tvoří dvanáctiúhelník o obvodu 28,8. metru a výšce 3,7 – 4,4. metru v nejvyšším bodě. Vnější plášť je plasticky pojatý pozdně gotickou kamennou profilací v podobě oblouků ve tvaru „oslího hřbetu“ a kružbami s plaménkovými motivy. Jednotlivé části dvanáctiúhelníku jsou rozděleny vystupujícími pilíři, ukončenými fiálou s kraby, nebo vrcholovou kytkou na baldachýnu. Pod baldachýny se

nachází konzole, pravděpodobně pro umístění sochy v podživotní velikosti. Ve středu jednotlivých polí je na vrcholu v místě spojení pohledové klenby vrcholová kytka. Kašna má předstupující soklovou základnu. Nad klenbou jsou v horních rozích každého pole vždy dva prázdné štítky ve tvaru erbu. Každé pole má rozdílný typ kružby pod klenutím stejně jako plastický tvar štítků a konzol s rozdílným rostlinným motivem.

3. Popis pole A5 a B3

Pokud se na pole č. A5 a B3 díváme jako na celek, včetně vystupujících fiál, můžeme jej pomyslně rozdělit do tří pravidelných částí. Ve spodní části je předstupující rovný sokl, který je zakončený šikmou kamennou stříškou, ubíhající dovnitř k základní ploše kašny. Z horní části soklu vybíhá čtvero profilovaných žeber, jež se v horní části prolínají a sbíhají v plaménkových motivech a nakonec zabíhají do klenutí ve tvaru „oslího hřbetu“. Klenutí mírně předstupuje před kružby a je ozdobeno šesticí krabů po třech na každé straně. Klenba se sbíhá ve středové ose pole a je ukončena vrcholovou kytkou, která je poloviční velikosti než fiály a kytky nad pilířích. V horní třetině jsou v rozích pod vrcholovou římsou dva vystupující štítky erbového tvaru. Pole A5 je ukončeno kamennou stříškou, jejíž uhel se při čelním pohledu směrem doprava snižuje. Pilíř, jenž je definován jako pole B3, má také předstupující soklovou základnu s jednoduchou profilací ve spodní části. Ze soklu vybíhá půlkruhově profilovaný sloupek, na jehož vrcholu je konzole s rostlinným dekorem. Konzole nese horní profilovanou část pilíře, který je ukončený fiálou s vrcholovou kytkou.

4. Popis stavu pole A5 a B3 před započítím restaurování

Kašna se již při prvním pohledu nejeví jako objekt v dobrém stavu. Bližší ohledání a průzkum dokazuje tento stav. Pole je plošně opatřeno téměř neprodyšným scelovacím disperzním nátěrem a množstvím neprodyšných tmelů. Pod většinou z těchto tmelů dochází k hloubkové a povrchové degradaci kamene. V tmelech se objevují trhliny a oddělující se kusy, v některých případech i se slabou vrstvou povrchu kamene. Pod tmely kámen na mnoha místech pískovatí a je zcela degradovaný. Na poli A5 a B3 jsou tři typy kamene, z původního mušlového vápence je to konzole na pilíři a začátky profilované klenby vybíhající z pilířů. Na pilíři jsou dva bloky z božanovského pískovce, konkrétně středová část soklu a část pilíře těsně nad konzolí. Zbytek pole je z převážné většiny z hořického pískovce. Místa vystavená dešťovým srážkám jsou biologicky napadena mechy, lišejníky a řasami. Ve spodních částech soklu jsou lokálně zavlhčená místa. Celý povrch kašny je pokryt silnou vrstvou prachových depozitů. Spáry jsou téměř všude popraskané a neplní svůj účel. Na prvcích z kutnohorského mušlového vápence se objevují lokálně sádrovcové krusty. Sádrovcová krusta je také na římsě z hořického pískovce v dešťovém stínu pod vrcholovou stříškou.

VI. Nálezová (průzkumová) zpráva

1. Cíle průzkumu

Cílem restaurátorského průzkumu bylo zjištění všech dostupných podrobných informací, nezbytných k objektivnímu posouzení současného stavu díla. Pro rozpoznání a určení řady degračních procesů na kameni proběhl podrobný přírodovědný průzkum, na jehož vyhodnocení bude založeno samo restaurování.

2. Vizuální průzkum

Celá kašna je opatřena vrstvou disperzně-minerálního tmelu šedivé barvy. Tloušťka tohoto povlaku se pohybuje od několika cm do méně než jednoho mm. Na několika místech přechází tmel do scelovacího nátěru. Pod mnoha těmito tmely dochází k hloubkové degradaci kamene, převážně hořického pískovce.

Soklová část je téměř do poloviny své výšky přetmelena silnou vrstvou tmele, pod kterou je degradovaný kámen. Horní část soklu je v lepším stavu po materiálové stránce, avšak nachází se tu velké množství prachových depozitů a biologických povlaků. Všechny kameny v soklové části jsou z hořického pískovce.

Nad soklovou částí se kámen jeví v o něco lepším stavu. Taktéž se jedná o hořický pískovec, na kterém jsou lokálně tmely, nebo povrchový nátěr. Pod tmely je kámen v pevném soudržném stavu. Kružby a klenutí je lokálně silně přetmeleno, v některých místech dochází k odpadávání tmelu a kámen pod ním se jeví jako nesoudržný a pískovatí. Na klenbě za okapovou částí v místě vlhkostního předělu dochází k povrchové degradaci v podobě cca centimetrového pruhu po celé délce klenby.

Kraby na klenbě jsou v rozdílném stavu. Při čelním pohledu jsou dva spodní kraby v levé části poměrně dobře zachovalé s menšími lokálními tmely. Soudržnost kamene je dobrá. Dvojice krabů na pravé straně je na tom o poznání hůře. Objevují se v nich hluboké trhliny, je pravděpodobné, že byly v minulosti jejich části přilepeny. Dále jsou přetmeleny silnou vrstvou tmelu, který má v sobě velké praskliny a jeho části se oddělují. Pod tmely je nesoudržný kámen, který pískovatí. Klenutí samo je z horní části přetmeleno souvislou vrstvou tmele, který má pod sebou na mnoha místech dutiny. Začátek klenutí je na obou stranách z původního mušlového vápence, jehož povrch je v místech proudění vody silně vymytý. V dešťových stínech jsou slabší i silné krusty. Kraby a klenba jsou silně biologicky napadeny.

Nad klenutím je dvojice štítků, jež jsou vytmeleny po svých okrajích. Směrem do středu štítků tmelů ubývá. Štítky jsou opatřeny nátěrem. Z horní části je prolnutí štítku vytmeleno z důvodu zamezení stojící vody na nich. Vrcholová římsa je také přetmelena slabší vrstvou tmelu, objevují se v nich praskliny a dutiny. Středová vrcholová kytka je v relativně dobrém stavu s minimem lokálních tmelů. Stříška je silně porostlá mechy, řasami a lišejníky. Kámen se jeví v dobrém stavu. Spáry na celém objektu jsou popraskané a odpadávají, takže už zcela neplní svůj účel, obzvlášť v partiích stříšky.

Opěrný pilíř je v soklové části z dvou typů kamene, a to v horní a dolní části z hořického pískovce, mezi nimi je pískovec božanovský. Kusy z hořického pískovce jsou povrchově degradované s lokálními tmely a celkovým nátěrem. Kus z božanovského pískovce je v dobrém stavu. Nad soklovou částí je sloupek z hořického pískovce, který je velmi silně degradovaný. Pod silnou vrstvou tmelu dochází k naprosté ztrátě soudržnosti kamene. Konzole pilíře je z původního mušlového vápence, který je potažen vrstvou tmelu a nátěru. V některých místech tmel odpadává a kámen pod ním se jeví jako mírně korodovaný s menší ztrátou soudržnosti. Nad konzolí je profilovaný pilíř nejdříve z božanovského pískovce, který je v dobrém stavu, a pokračuje pískovcem hořickým, jenž je lokálně přetmeleno. V některých místech se objevují praskliny a kamenné plomby. Kámen je až na pár míst v dobrém stavu. Vrcholová fiála a kytka jsou také v relativně dobrém stavu s lokálními i plošnými tmely.

3. Přírodovědný průzkum

V roce 2009 a 2010 proběhl na kamenné kašně důkladný přírodovědný průzkum. Z důvodu minimalizování odebraných vzorků a s nimi spojeného nevratného zásahu do kašny nebyly odebrány vzorky z jednotlivých polí, takže bylo při restaurování vycházeno z celkového průzkumu spojeného s neinvazivním průzkumem na konkrétních polích.

Petrologické vyhodnocení stavebního materiálu Kamenné kašny v Kutné Hoře

Zdeněk Štaffen

2009

V měsíci květnu roku 2009 proběhla prohlídka Kamenné kašny na Rejskově náměstí v Kutné Hoře, jejímž cílem bylo stanovení petrologické příslušnosti použitého kamene k výstavbě kašny a jeho možné (plánované) restaurování.

Petrologická situace kamene kašny byla dokumentována dvěma způsoby, a to sice grafickým (barevně odlišeným) způsobem do fotogrammetrického plánu a odběrem vzorků litologicky odlišných typů hornin, z nichž byly zhotoveny mikroskopické výbrusy, které byly následně vyhodnoceny polarizačním mikroskopem s příslušnou fotodokumentací.

a) Výsledky mikroskopického studia vzorků

V rámci předběžného petrologického vyhodnocení Kamenné kašny na Rejskově náměstí v Kutné Hoře byly odebrány čtyři horninové vzorky reprezentující charakteristické litologické typy sedimentárních hornin, použitých při výstavbě. Vzorky byly označeny indexy P-1, P-2, P-3 a P-4. Tyto vzorky jsou zdokumentovány a podrobně popsány v průzkumové zprávě, která bude přílohou této dokumentace. Výsledky petrografického studia poukazují na čtyři základní typy materiálů:

Vzorek P-1 sedimentární hornina psamitické (písečné) povahy, která svými vlastnostmi odpovídá hořickému pískovci. Pískovec je hruběji zrnitý a zřetelně silněji silicifikovaný. Odpovídá hořickému pískovci, těženému v hořické lokalitě v minulosti. Sekundární minerály destruktivní povahy (především sádrovec) nebyly ve struktuře hodnoceného vzorku nalezeny.

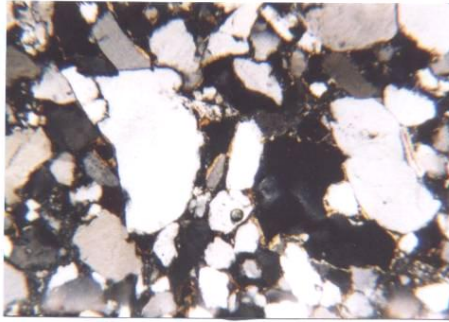
Vzorek P-2 sedimentární hornina označovaná jako hrubozrný biodetritický vápenec, vzniklý v příbojové pobřežní facii moře svrchní křídly.

Vzorek P-3 stejný materiál jako vzorek P1 s rozdílem v opracování (zaoblení) křemenných zrn.

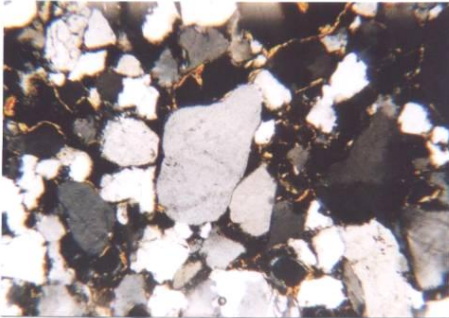
Vzorek P-4 stejný materiál jako vzorek P2, avšak se značně vyšší porozitou, známkami dekalifikace a nižší soudržností materiálu. 2

Kutná Hora – Kamenná kašna

petrologické vyhodnocení



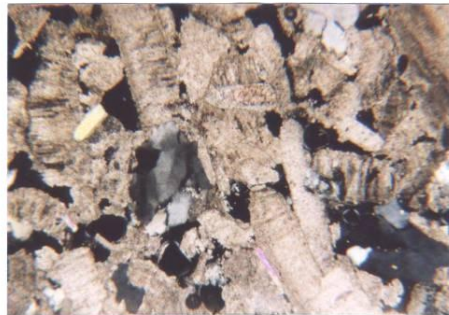
Pískovec křemenný středně až jemnozrný, silicifikovaný
vzorek P-1, zvětšení 32x, nikoly X
nerovnoměrně zrnitá struktura křemenných klastů, slidové lemy



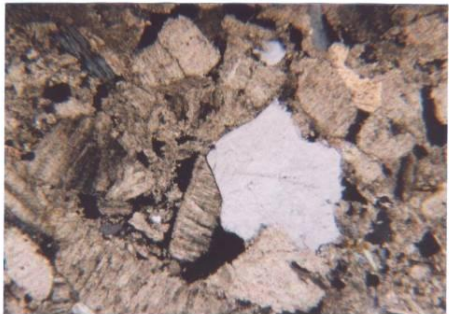
Pískovec křemenný středně až jemnozrný, silicifikovaný
vzorek P-1, zvětšení 32x, nikoly X
opracování křemenných klastů, srůsty klastů, slidové lemy

Kutná Hora – Kamenná kašna

petrologické vyhodnocení



Vápenec biotritický, hrubozrný, porézní typ
vzorek P-2, zvětšení 32x, nikoly X
sparitový biotrit (kalcit), křemenná klastika, póry (černá)

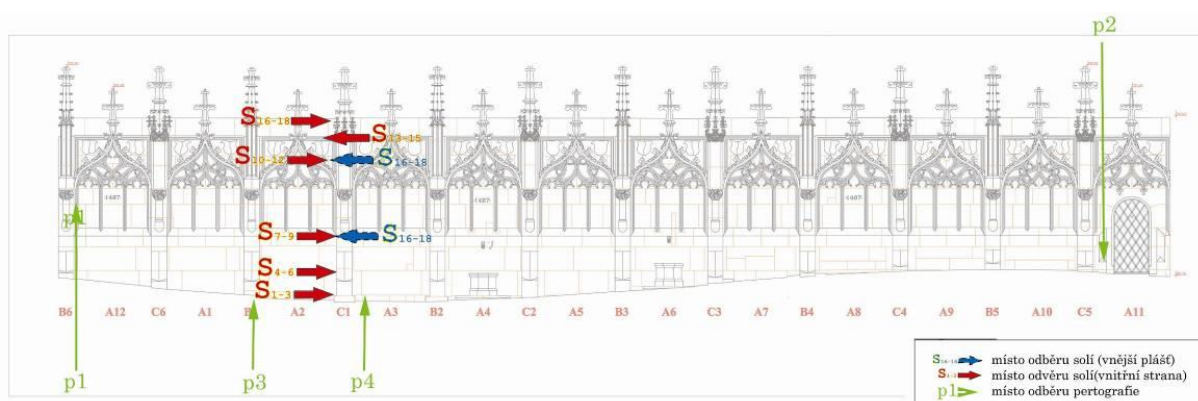


Vápenec biotritický, hrubozrný, porézní typ
vzorek P-2, zvětšení 32x, nikoly X
sparitový biotrit (kalcit), křemenná klastika, póry (černá)

b) Stanovení salinity

Z důvodu minimalizace nevratných zákroků, spojených s invazivním odběrem vzorků, nezbytných pro stanovení množství vodorozpustných solí obsažených v kameni, nebyly odebrány vzorky ze všech polí, nýbrž bylo přikročeno k modelovým výsledkům odebraných vzorků na jediném poli kašny. Na poli č. A5 a B3 proběhlo zkoumání účinnosti odsolování pomocí stanovení množství migrace solí do odsolovacího zábalu a srovnání výsledků s definovaným polem, na kterém odběr vzorků proběhl.

Místa odebrání vzorků před odsolováním



Vyhodnocení odsolovacího zásahu na Kamenné kašně v Kutné Hoře – druhá etapa

Objekt: Kamenná kašna v Kutné Hoře – druhá etapa – pole A5 + pilíř B3 – pole A9 + pilíř B5⁷

Zadání:

- stanovení obsahu vodorozpustných solí ve vzorcích z kamene po odsolování – druhá etapa
- vyhodnocení výsledků odsolování srovnáním se vzorky před odsolováním z první etapy
- zhodnocení efektivity odsolování ze vzorků obkladů
- identifikace extraktu z odsolovacího obkladu

Použité metody analýz:

- Stanovení obsahu anionů vodorozpustných solí (sírany, dusičnany, chloridy) ve vodních extraktech vzorků – VIS spektrofotometrie (*Beckmann-Coulter DU@720*).
- Prvkové složení odparku z extraktu získaného z odsolovacího obkladu REM-EDS – rastrovací elektronová mikroskopie s energodisperzní analýzou (rastrovací elektronový mikroskop FEI Quanta 200F)

⁷ Označení podle fotogrammetricky zpracované vizualizace kašny z průzkumové zprávy zpracované Fakultou restaurování v květnu roku 2009 (odpovědný restaurátor Mgr Art. Jakub Ďoubal)

Místa odběru vzorků:*Tab. 1. Místa odběru vzorků z kamene _ druhá etapa*

Označení vzorku	Popis místa odběru vzorku
V1_2	hořický pískovec, výška odběru od země 323cm
V1_4	
V1_8	
V2_2	hořický pískovec, výška odběru od země 270cm
V2_4	
V2_8	
V3_2	vápenec, výška odběru od země 152cm
V3_4	
V3_8	
V4_2	hořický pískovec, výška odběru od země 60cm
V4_4	
V4_8	
V5_2	hořický pískovec, výška odběru od země 8cm
V5_4	
V5_8	
A9_vz1_ex	extrakt ze zábalu, pole A9 – kružba výška odběru od země 260 cm

Vzorky byly odebrány vždy z hloubek 0 - 2 cm (Vx-2), 2 - 4 cm (Vx-4), 4 - 8 cm (Vx-8)

Tab. 2. Místa odběru vzorků kamene _ první etapa⁸

Označení vzorku	Popis místa odběru vzorku	Vzorky jsou srovnatelné se vzorky ze druhé etapy odsolování
S1	pole A2, hořický pískovec, výška odběru od země 5 cm	V5_2
S2		V5_4
S3		V5_8
S4	pole A2, hořický pískovec, výška odběru od země 58 cm	V4_2
S5		V4_4
S6		V4_8
S7	pole A2, hořický pískovec, výška odběru od země 155 cm	V3_2
S8		V3_4
S9		V3_8
S10	pole A2, hořický pískovec, výška odběru od země 330 cm	V1_2
S11		V1_4
S12		V1_8
S13	pole A2, hořický pískovec, výška odběru od země 400 cm	
S14		
S15		
S16	pole A2, hořický pískovec, výška odběru od země 430 cm	
S17		
S18		
S19	pole A2, kutnohorský vápenec, výška odběru od země 58 cm	
S20		

⁸ Označení podle fotogrammetricky zpracované vizualizace kašny z průzkumové zprávy zpracované Fakultou restaurování v květnu roku 2009 (odpovědný restaurátor Mgr Art. Jakub Ďoubal)

S21		
S22	pole A2, kutnohorský vápenec, výška odběru od země 155 cm	
S23		
S24		

Skupina vzorků byla odebrána vždy z hloubek 0 - 1,5 cm, 1,5 - 3,5 cm, 3,5 - 7 cm

Tab. 3. Místa odběru vzorků ze zábalů v průběhu odsolování – druhá etapa

Označení vzorku	Popis místa odběru vzorku
vz1	pole A9, hořický pískovec, výška odběru od země 260 cm
vz2	pole A9, hořický pískovec, výška odběru od země 210 cm
vz3	pole A9, hořický pískovec, výška odběru od země 60 cm
vz4	pole A9, hořický pískovec, výška odběru od země 200 cm
vz5	pole A2, kutnohorský vápenec, výška odběru od země 60 cm
vz6	pole A2, kutnohorský vápenec, výška odběru od země 190 cm
vz7	pole A9, hořický pískovec, výška odběru od země 190 cm

Vzorky byly vždy odebrány ze stejného místa a podle pořadí zábalu, ze kterého byly odebrány, jsou dále označeny tímto způsobem vzX_X, přičemž první číslo označuje místo odběru a druhé pořadí zábalu.

Výsledky analýzy:

Tab. 4. Obsah vodorozpustných solí po odsolování – druhá etapa

Vz.č.	Sířany		Chloridy		Dusičnany	
	X (%hm.)	C (mmol/kg)	X (%hm.)	C (mmol/kg)	X (%hm.)	C (mmol/kg)
1_2	<0,01	<1	<0,01	<2	0,01	2
1_4	<0,01	<1	<0,01	<2	0,01	2
1_8	<0,01	<1	<0,01	<2	0,01	2
2_2	0,41	42	<0,01	<2	0,02	3
2_4	<0,01	<1	<0,01	<2	0,03	5
2_8	<0,01	<1	<0,01	<2	0,01	2
3_2	0,13	13	<0,01	<2	0,01	2
3_4	<0,01	1	<0,01	<2	0,01	2
3_8	<0,01	<1	<0,01	<2	0,01	2
4_2	<0,01	<1	0,01	2,5	0,13	26
4_4	<0,01	<1	<0,01	<2	0,03	5
4_8	<0,01	<1	<0,01	<2	0,04	9
5_2	<0,01	<1	<0,01	<2	0,02	5
5_4	<0,01	<1	<0,01	<2	0,01	2
5_8	<0,01	<1	<0,01	<2	0,01	2

Hodnoty uvedené v tabulce červeným písmem lze z hlediska obsahu vodorozpustných solí v minerálních materiálech hodnotit jako zvýšené.

Tab. 5. Obsah vodorozpustných solí před odsolování – první etapa⁹

Vz.č.	Sířany		Chloridy		Dusičnany	
	X (%hm.)	C (mmol/kg)	X (%hm.)	C (mmol/kg)	X (%hm.)	C (mmol/kg)
S1	<<0,01	<1	0,02	5	0,52	83
S2	<0,01	<1	0,02	4	0,24	39
S3	<0,01	<1	0,01	3	0,14	22
S4	<0,01	<1	0,06	17	0,65	105
S5	<0,01	<1	0,03	8	0,55	88
S6	<0,01	<1	0,01	4	0,08	14
S7	<0,01	<1	0,06	18	0,60	97
S8	<0,01	<1	0,04	10	0,22	35
S9	<0,01	<1	0,02	7	0,20	33
S10	<0,01	<1	0,05	14	0,54	87
S11	<0,01	<1	0,06	16	0,44	70
S12	<0,01	<1	0,06	16	0,52	84
S13	<0,01	<1	0,01	4	0,12	20
S14	<0,01	<1	0,01	3	0,00	1
S15	<0,01	<1	0,01	2	0,01	2
S16	<0,01	<1	0,01	4	0,06	10
S17	<0,01	<1	0,01	3	0,03	5
S18	<0,01	<1	0,01	3	0,01	2
S19	<0,01	<1	0,02	4	0,13	22
S20	<0,01	<1	0,02	5	0,01	2

⁹ Označení podle fotogrammetricky zpracované vizualizace kašny z průzkumové zprávy zpracované Fakultou restaurování v květnu roku 2009 (odpovědný restaurátor Mgr Art. Jakub Ďoubal)

S21	<0,01	<1	0,01	2	0,02	4
S22	<0,01	<1	0,02	6	0,59	95
S23	<0,01	<1	0,02	6	0,18	29
S24	<0,01	<1	0,01	4	0,10	16

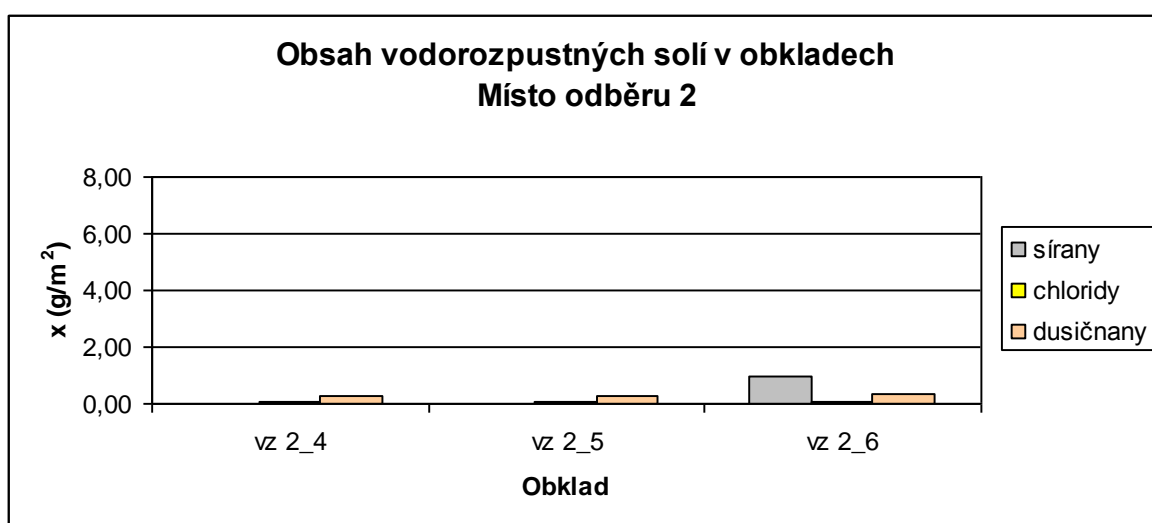
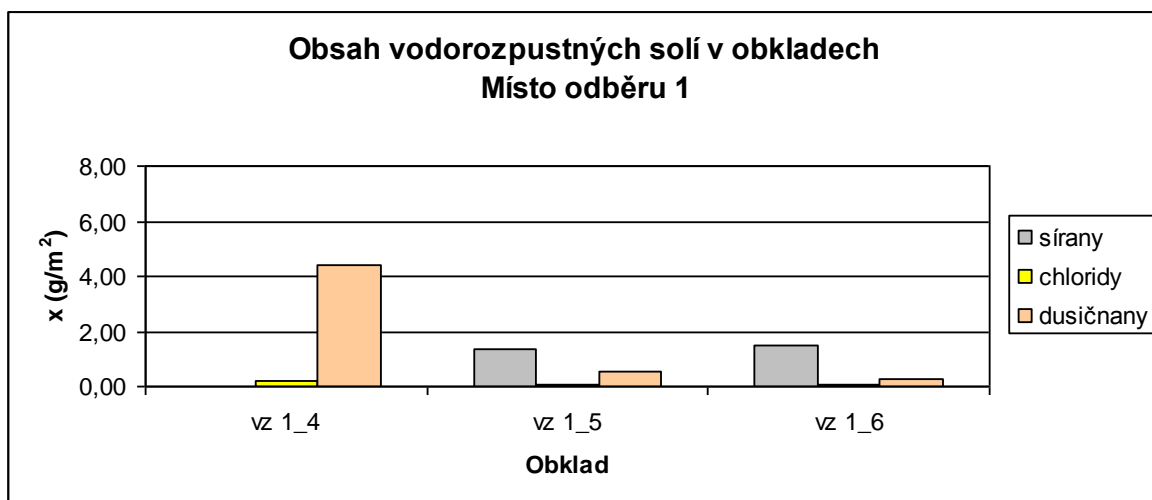
Hodnoty uvedené v tabulce červeným písmem lze z hlediska obsahu vodorozpustných solí v minerálních materiálech hodnotit jako zvýšené.

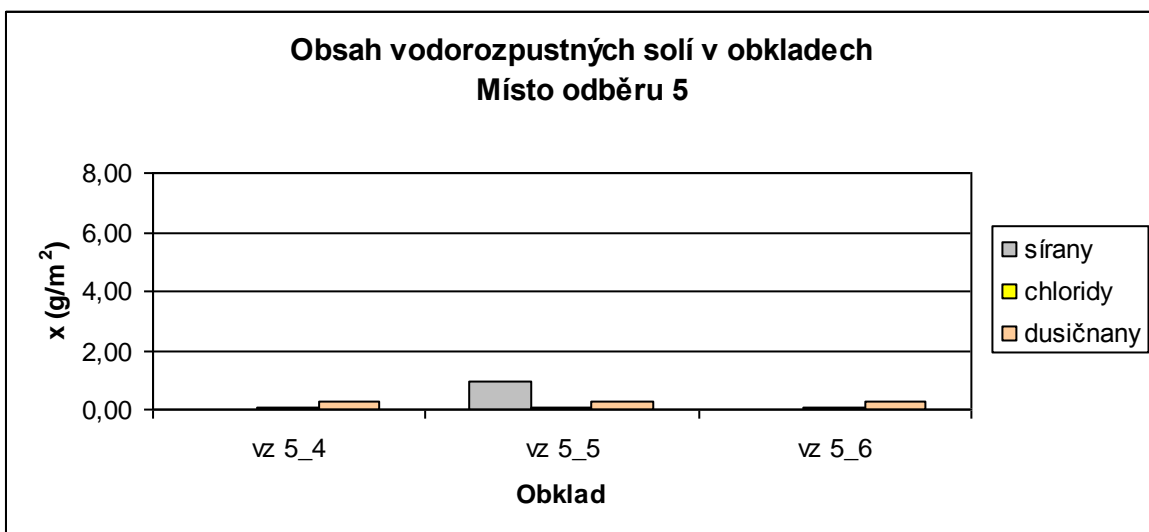
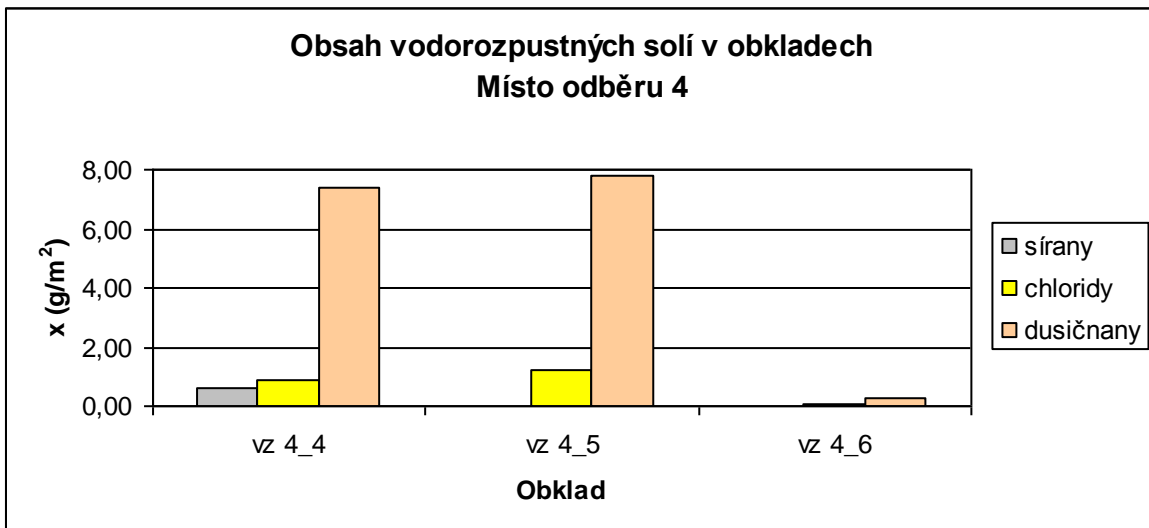
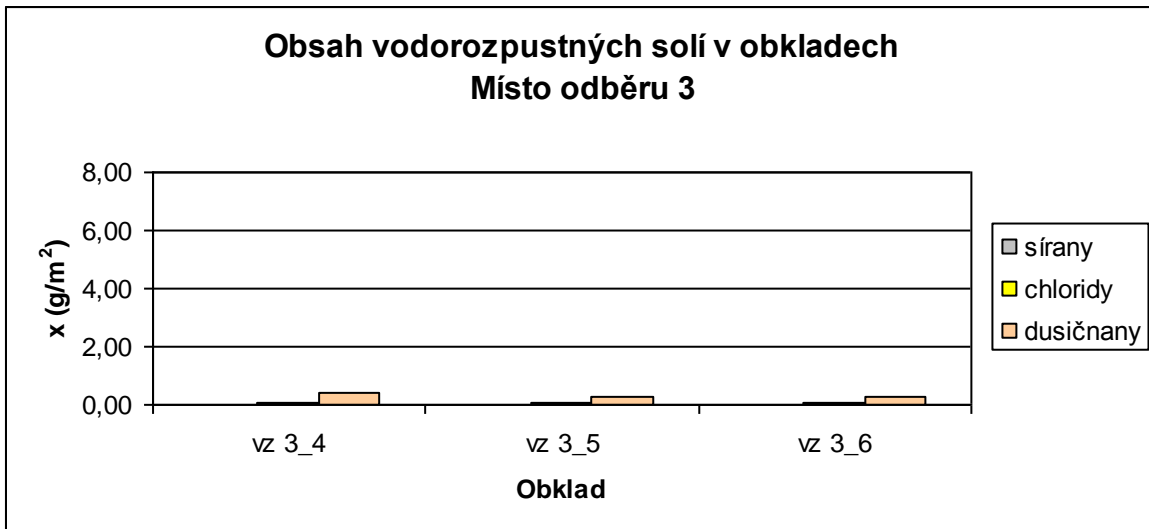
Tab. 6. Obsah vodorozpustných solí v obkladech v průběhu odsolování – druhá etapa

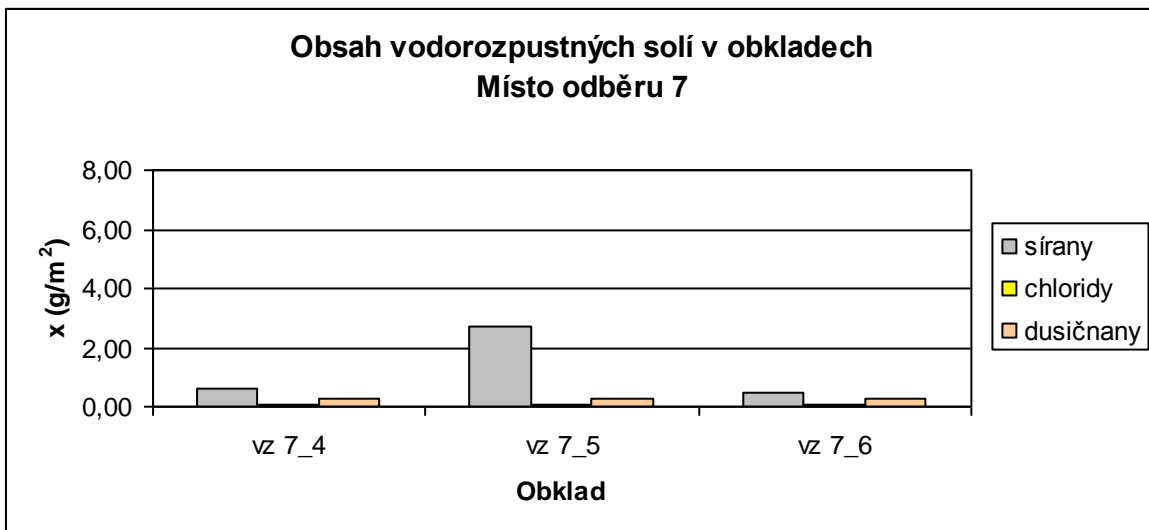
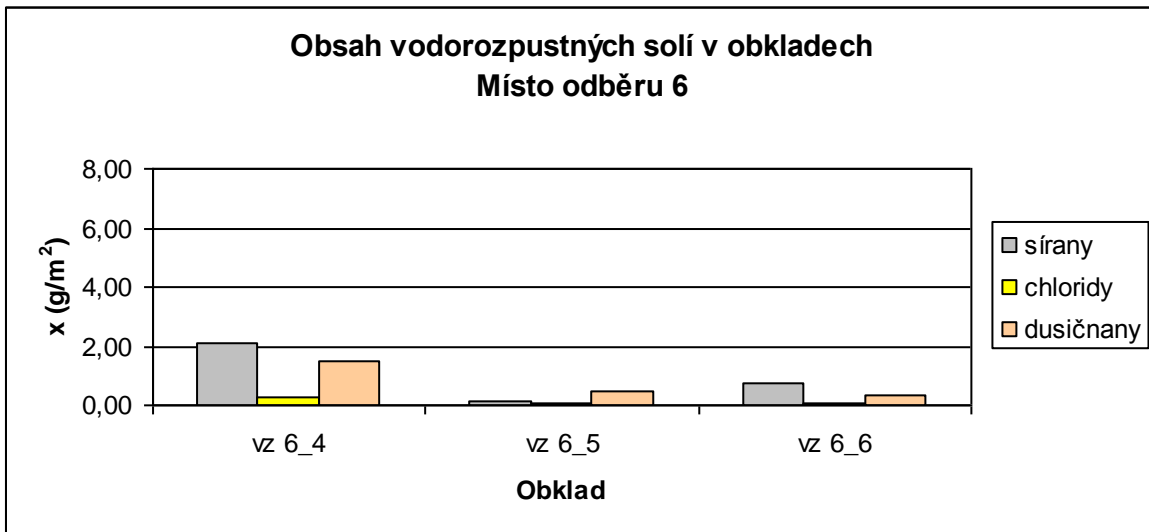
	Sírany	Chloridy	Dusičnany
vzorek	$c_{(SO_4)_2^-}$ (g.m ⁻²)	c_{Cl^-} (g.m ⁻²)	$c_{(NO_3)^-}$ (g.m ⁻²)
vz 1_4	<0,01	0,23	4,43
vz 2_4	<0,01	0,04	0,28
vz 3_4	<0,01	0,04	0,40
vz 4_4	0,63	0,88	7,38
vz 5_4	<0,01	0,04	0,25
vz 6_4	2,11	0,24	1,48
vz 7_4	0,63	0,06	0,25
vz 1_5	1,33	0,09	0,54
vz 2_5	<0,01	0,06	0,25
vz 3_5	<0,01	0,04	0,28
vz 4_5	<0,01	1,20	7,83
vz 5_5	0,98	0,05	0,25
vz 6_5	0,11	0,10	0,46
vz 7_5	2,72	0,05	0,25
vz 1_6	1,50	0,06	0,28
vz 2_6	0,98	0,05	0,37
vz 3_6	<0,01	0,07	0,26

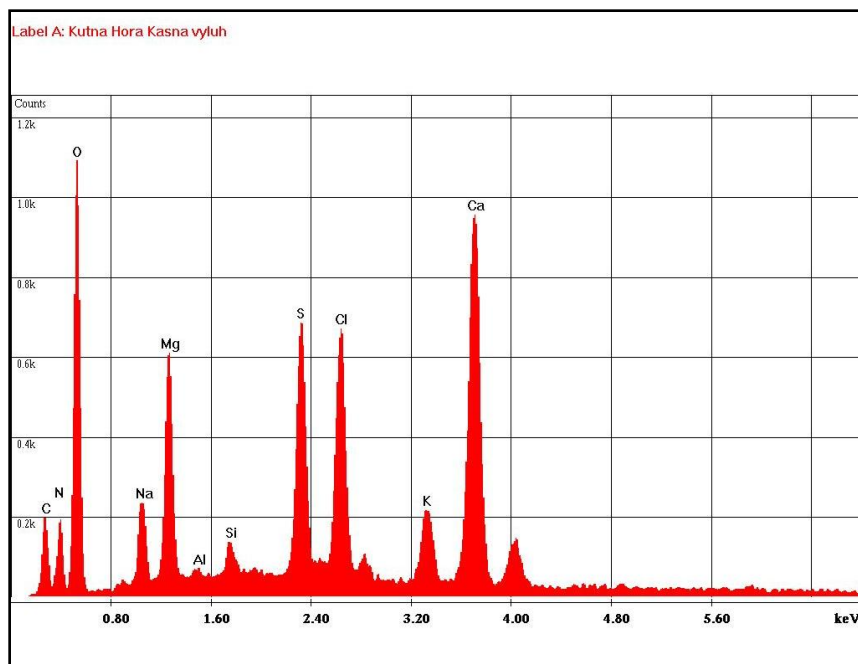
vz 4_6	<0,01	0,07	0,30
vz 5_6	<0,01	0,07	0,25
vz 6_6	0,72	0,07	0,31
vz 7_6	0,46	0,08	0,25

Výsledky průběhu odsolování tří závěrečných cyklů měřených ze vzorků odebraných z odsolovacích obkladů v jednotlivých místech odběru vynesené do grafů:









Obr. 1. EDS spektrum odpadku z extraktu získaného z odsolovacího obkladu A9_vz1_ex

Vyhodnocení:

Obecně lze na základě výsledků měření obsahu solí po odsolování ve druhé etapě konstatovat, že prakticky ve všech kontrolních vzorcích je obsah solí velmi nízký. Odsolování je možné hodnotit jako velmi efektivní. Proto lze předpokládat, že v místech odběru vzorků bude vliv solí v následujícím období velmi nízký, přesto nelze vyloučit, že po delším časovém úseku může dojít opět k nahromadění solí v povrchových vrstvách kamene a odsolování bude nutné opakovat. To je způsobeno tím, že odsolování pomocí obkladů, což byl v případě tohoto objektu jediný možný způsob, jak obsah solí redukovat, je účinné pouze do hloubky několika centimetrů a není možné jim snížit obsah solí v celém objemu kamenných kvádrů.

Průběh odsolování byl sledován a kontrolován měřením obsahu solí v odsolovacím materiálu po jednotlivých odsolovacích cyklech. Tento postup kontrolních měření byl zvolen proto, aby nebylo nutné odebírat vzorky z restaurovaného objektu v průběhu odsolování. Podle výsledků měření byl určen i celkový počet odsolovacích cyklů a výsledky kontrolního měření závěrečné fáze odsolování jsou ilustrovány graficky v závěru této zprávy.

Podle prvkové analýzy odparku získaného z výluhu obkladu po odsolování lze předpokládat, že extrahované soli jsou tvořeny hlavně sírany, chloridy a dusičnany vápníku a hořčíku. V menší míře jsou ve výluhu obsaženy draselné a sodné soli.

V Litomyšli, 2.8.2011

Vypracoval:

Ing. Karol Bayer

Dana Macounová

Katedra chemické technologie

Fakulta restaurování

Univerzita Pardubice

Příloha: Orientační hodnocení míry zasolení

1. Rakouská norma Önorm B 3355-1

Hodnocení stupně zasolení	Sírany (%hm.)	Chloridy (%hm.)	Dusičnany (%hm.)
Nejsou nutná žádná opatření	< 0,10	< 0,03	< 0,05
Je nutné zvážit dílčí opatření	0,10 – 0,25	0,03 – 0,10	0,05 – 0,15
Opatření jsou nezbytná	> 0,25	> 0,10	> 0,15

2. „Altbauten zerstörungswarm untersuchen - Bauaufnahme, Holzuntersuchung, Mauerfeuchtigkeit“; M. Dzierzon; J. Zull; kniha, Müller Verlag, Köln 1990

Stupeň zasolení	Koncentrace solí	Vliv na materiál
I.	0-2,5 mmol/kg	Jen stopy solí, poškození lze vyloučit
II.	2,5-8 mmol/kg	Malé zatížení; při nepříznivých okolnostech už může docházet k poškozením
III.	8-25 mmol/kg	Střední zatížení, při hygroskopických solích může docházet ke zvyšování zvlhčení zdiva; životnost omítek i povrchových úprav je už zkrácená
IV.	25-80 mmol/kg	Vysoké zatížení; životnost omítek i nátěrů je značně omezená; i přes účinná opatření proti vzlínající vlhkosti nedojde k úplnému vysušení zdiva
V.	nad 80 mmol/kg	Extrémní zatížení; poškození vznikají v průběhu krátké doby; vysoká míra hygroskopického zvlhčení

c) Zkoušky čištění

Na povrchu Kamenné kašny se nachází několik druhů nečistot, nátěrů, tmelů, povlaků a krust. Tyto materiály byly podrobeny možným způsobům jejich odstranění.

U biologických nečistot a povlaků bylo přistoupeno k jejich předběžnému usmrcení pomocí biocidního prostředku a po týdenní pauze k jejich odstranění pomocí regulované tlakové vody a páry v kombinaci s jemným silonovým kartáčkem.

Barevné nátěry se odstraňovaly nejlépe mikroabrazivní metodou pomocí pískovačky. Jiné metody byly neefektivní. Tmely a slabé tmelové povlaky byly zkoušeny odstranit mechanickou cestou pomocí skalpelu, dlát a následně mikrotryskání, avšak tato metoda nebyla příliš efektivní a navíc nedocházelo k jejich úplnému odstranění, přičemž při mikrotryskání docházelo k úbytku kamene v okolí tmelu a v místech otvorů v tmelu. Bylo vyzkoušeno měkčení tmelů a povlaků pomocí toluenu, což se ukázalo díky vyššímu obsahu disperze v tmelu jako nejúčinnější metoda. Tmely a povlaky byly tedy narušeny toluenem, poté odstraněny pomocí skalpelů a dlát do maximální možné míry a následný pozůstatek tmelu ve formě slabého filmu byl odstraněn mikrotryskáním.

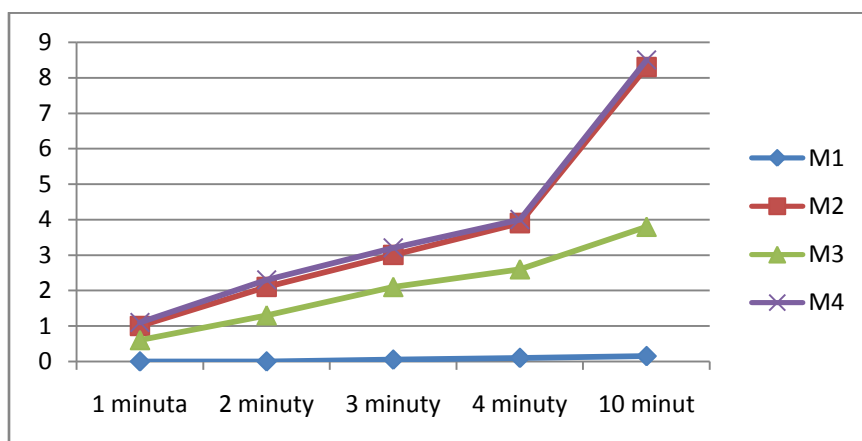
Krusty byly zkoušeny odstranit mechanickou cestou pomocí skalpelu a mikrotryskání. Tato metoda byla efektivní, ale nesla s sebou i mírný úbytek originálního kamene, a proto bylo přistoupeno ke zkoušce jejich naměkčení. Nejdříve byly sádrovcové krusty naměkčeny pomocí vodných zábalů trvajících cca dva měsíce a poté krátkodobým zábalem 10% uhličitanu amonného trvajícím deset minut. Po dostatečném naměkčení sádrovcové krusty byly silné vrstvy odstraněny skalpelem a menší zbytky dočištěny mikrotryskáním.

Tmavý prachový depozit v horní části soklu byl zkoušen odstranit pomocí chemické pasty Fassadenreiniger-paste Remmers. Efekt byl nízký a docházelo k odlišnému vyčištění pod rovnoměrným nánosem pasty.

d) Měření koeficientu nasákavosti

Na poli č A5 a C3 se nachází velké množství tmelů, krust a nátěrů. Před jejich odstraněním proběhlo měření nasákavosti pro stanovení jejich prodyšnosti a efektivity čištění v rámci otevření povrchu kamene. Zkoumáno bylo objemové množství vody migrující do porézního systému materiálu za danou časovou jednotku. V jednotlivých grafech jsou vždy povrchy s definovaným povlakem před odstraněním a po jeho odstranění.

Graf č. 1 Povrch mušlového vápence



	M1	M2	M3	M4
1 minuta	0	1	0,6	1,1
2 minuty	0	2,1	1,3	2,3
3 minuty	0,05	3	2,1	3,2
4 minuty	0,1	3,9	2,6	4
10 minut	0,15	8,3	3,8	8,5

Popis míst měření:

M1-Povrch mušlového vápence se silnou sádrovcovou krustou před čištěním

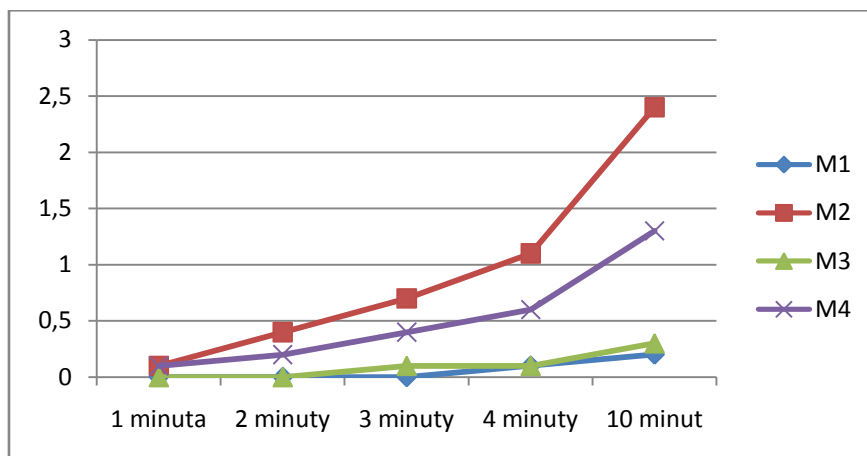
M2-Povrch mušlového vápence, značně vymytý s prachovými nečistotami, před čištěním

M3-Povrch mušlového vápence M1 po odstranění sádrovcové krusty

M4-Povrch mušlového vápence M2 po očištění povrchu

Přesná místa měření jsou zaznamenána v grafické příloze

Graf č. 2 Povrch pískovce



	M1	M2	M3	M4
1 minuta	0	0,1	0	0,1
2 minuty	0	0,4	0	0,2
3 minuty	0	0,7	0,1	0,4
4 minuty	0,1	1,1	0,1	0,6
10 minut	0,2	2,4	0,3	1,3

Popis míst měření:

M1-Silná vrstva tmelu na pískovci

M2-Povrch pískovce po odstranění tmelu

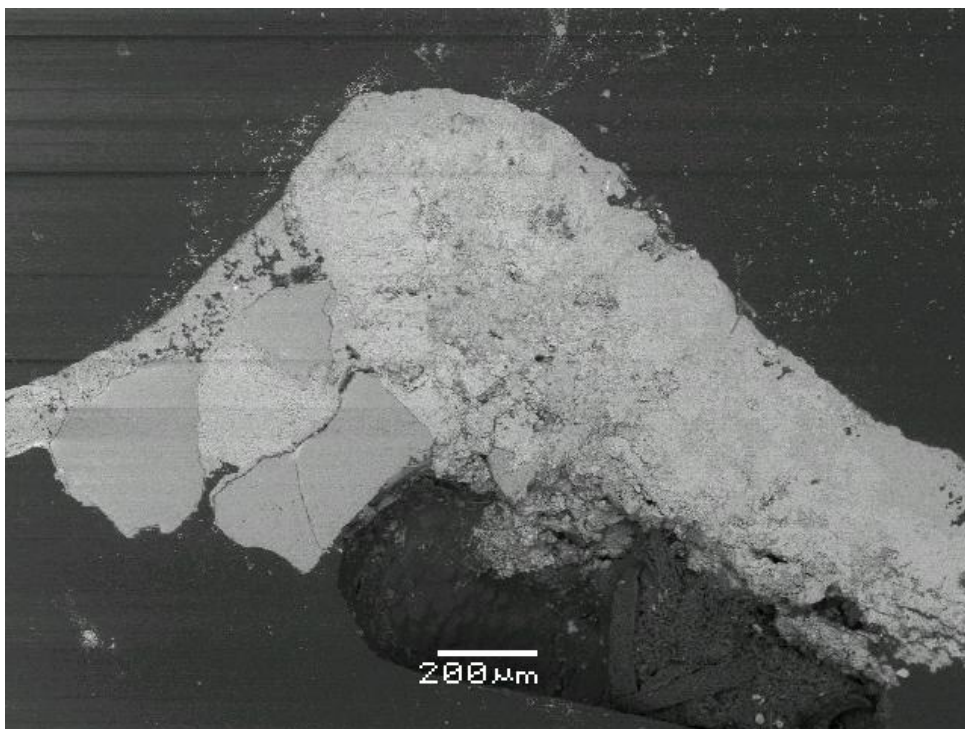
M3-Ucelující nátěr na pískovci

M4-Povrch pískovce po odstranění nátěru

e) Analýza povrchových povlaků a krust pomocí elektronového mikroskopu

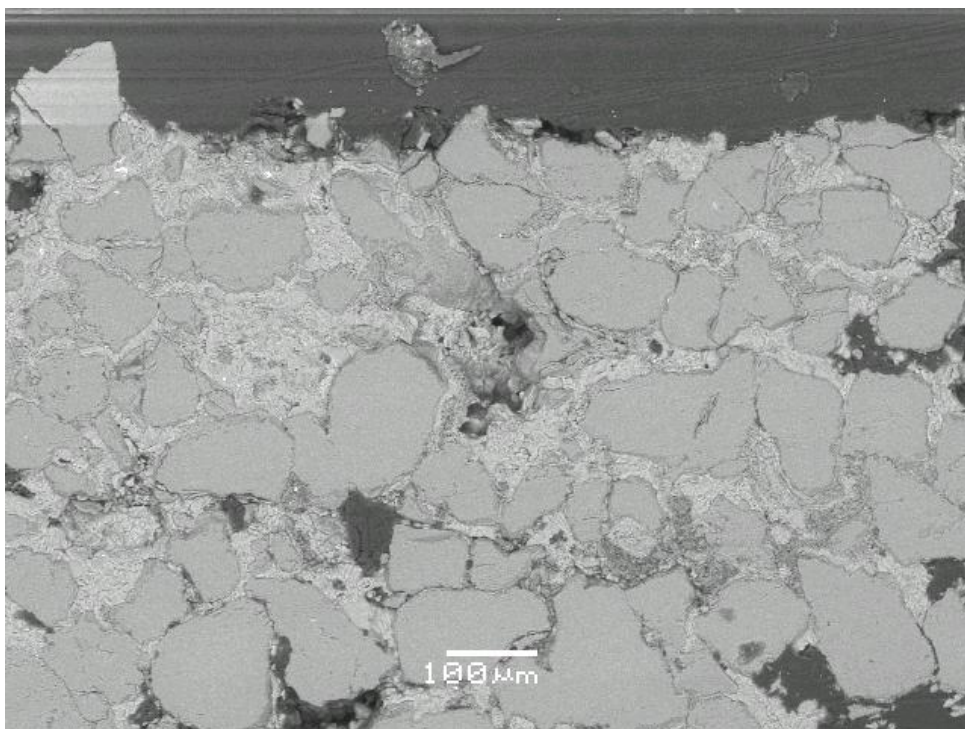
Na povrchu kamene v poli č. A5 a B3 se nacházely krusty a místa nepřírozně barevná a homogenní. Tato místa byla neprodyšná a mohla lokálně ohrožovat odolnost a vzhled památky, proto bylo přistoupeno k jejich analýze pomocí elektronového mikroskopu. Analýza prokázala na několika místech přítomnost sádrovce v pórech kamene a na jeho povrchu. Na základě výsledků této analýzy bylo přikročeno k odstranění sádrovcových krust z povrchu kamene v maximální možné míře s ohledem na nepoškození kamene samotného.

Povrchová krusta a část vápence z dešťového stínu



Na snímku z elektronového mikroskopu je patrná koroze a silná degradace povrchu. Póry a mikrotrhliny jsou vyplněny sádrovcem, z čehož pramení další destrukce povrchových vrstev.

Ucelená homogenní povrchová vrstva na pískovci



Na snímku z elektronového mikroskopu je možné vidět mezi zrna křemene póry vyplněné sádrovcem a původním silikátovým pojivem.

f) Zkoumání nejvhodnějších materiálů pro tmelení a fixaci barevné retuše

Materiál pro tmelení kutnohorského mušlového vápence a hořického pískovce byl vybírán na základě nejvhodnějších vlastností jako: vizuální podobnost s originálním kamenem, vysoká paropropustnost, přijatelná nasákavost a pevnost. Tmel nesměl být zdrojem žádných pro restaurovaný objekt škodlivých látek. Všechny jeho požadované vlastnosti byly ověřovány v laboratorních podmínkách a za užití náležitých přístrojů a technologií. Po vyhodnocení výzkumu byl pro tmelení kutnohorského vápence vybrán nejvhodnější tmel složený z pojiva a plniva, přičemž poměr těchto směsí byl jeden díl pojiva na tři díly plniva. Pojivo bylo složené z jednoho dílu Vicatu (přírodní cement) a tří dílů hašeného vápna. Plnivo bylo složené z drti mušlového vápence ze slovenské Hubiny zastoupené dvěma díly, jedním dílem žlutého kopaného písku a jedním dílem bílého písku ze Střeleče.

Tmel na hořický pískovec byl složený z jednoho dílu pojiva a tří dílů plniva. Pojivo se skládalo z jednoho dílu Vicatu (přírodní cement) a dvou dílů bílého cementu Aalborg. Plnivo bylo složené z jednoho dílu béžově-šedého písku ze Zámělu a dvou dílů bílého písku ze Střeleče. Díly jsou myšleny v objemové hodnotě.

Výběr a zkoumání nejvhodnějšího prostředku pro fixaci barevné retuše bylo založené na základě mechanických schopností fixovat barevnou vrstvu na povrchu umělého kamene a kamene, zvláště pak schopnost odolávat působení srážkové vody. Dále byla u fixačních prostředků testována stabilita vůči stárnutí vlivem UV-záření. Tento výzkum byl vyhodnocen a pro fixaci barevných retuší byl na jeho základě vybrán prostředek Primal AC 33, zředěný na půldruhého procenta ve vodě.

Podrobně rozepsaný výzkum a jeho vyhodnocení viz. rozšířená část praktické bakalářské práce: Bronislav Studeník, Radka Nádvorníková, Pavla Szabová.

VII. Vyhodnocení průzkumu

Kamenná kašna se skládá převážně ze dvou typů hornin. Původně pro výstavbu použitého kutnohorského vápence a jemnozrnného jílového pískovce použitého při puristické přestavbě na konci 19. století. Při opravě v 90. letech byl na několik prvků použit i velmi tvrdý božanovský pískovec.

Vápence vystavené přímo či nepřímo srážkové dešťové vodě jsou silně odmyty. Důsledkem je zdrsnění a postupná ztráta původního povrchu. Díky přítomnosti úlomků schránek mořských živočichů ve vápenci, které jsou odmyvány mnohem pomaleji, je na některých místech úbytek horniny poměrně dobře pozorovatelný (lokálně až 4-5 mm). V dešťových stínech dochází lokálně ke vzniku sádrovcových krust, jež povrch a póry vápence značně, ne-li zcela uzavírají.

Pískovec je na mnoha místech narušen vymytím měkčích jílových složek kamene. Dále je na pískovci několik míst s naprostou ztrátou koheze. Tato místa práškovatí a vyskytují se v hojně míře pod vrstvou tmelu použitého v dřívějším zákroku. Na mnoha místech dochází k tvorbě dutin a šupin v kameni. U pískovců umístěných v blízkosti pod vápencovými prvky architektury dochází k zaplňování pórů sádrovcem. Povrch pískovce je pokryt tmavými depozity hlavně v místech, která jsou nejvíce přímo „omývaná“ dešťovou vodou. Minerální složky těchto tmavých depozitů tvoří především silikáty, tmavou barvu pravděpodobně způsobuje přítomnost tmavých prachových částic, např. sazí.

Místa vystavená zavlhčování srážkovou vodou jsou biologicky napadena. Na povrchu kamene můžeme nalézt zejména řasy, lišejníky a místy i mechy. Kašna byla v minulosti několikrát opravována. Nejvýraznější zásah do její podoby znamenala úprava z devatenáctého století, kdy byla značná část původních vápencových prvků (zejména profilovaných a ozdobných) nahrazena pískovcovými kopiemi. Ve dvacátém století prošla kašna celou řadou oprav, kdy byly některé dožilé prvky nahrazeny kopiemi a povrch kamene opatřován tmely, vysprávkami a scelujícími nátěry. V současnosti je stav kamene velmi vážný. Pod masivními vysprávkami, které často překrývají celý povrch kamenných prvků, došlo k degradaci kamene. Dochází k oddělování těchto vysprávek a k obnažování zcela korodovaného kamene. Situace pod nátěry je velmi podobná. Tam, kde nátěr uzavírá povrch kamene, dochází pravděpodobně k rekrystalizaci solí v důsledku cyklického zavlhčování a následné degradaci kamene.

Povrch kamene je výrazně zasolen. Nejvýraznější podíl vodorozpustných solí tvoří dusičnany. Obsah solí směrem do bloku kamenů klesá. Právě soli v kombinaci s uzavírajícími povlaky a rozsáhlým tmely jsou pravděpodobně hlavní příčinou degradace kamenných prvků kašny.

VIII. Koncepce restaurátorského zásahu

1. Důkladná fotodokumentace stavu před restaurováním a vyhotovení zákresu popisujícího stav před zahájením prací.
2. Doplnující restaurátorský průzkum a výzkum.
3. Vyhodnocení průzkumu a zahájení prací na základě jeho výsledků.
4. Odstranění všech tmelů, nátěrů, spár a povlaků do maximální možné míry na základě průzkumu.
5. Narušená místa s degradovaným kamenem budou před odsolováním důkladně předzpevněna, praskliny budou injektovány.
6. Po důkladném očištění a otevření pórů kamene bude přikročeno k plošnému odsolování pomocí cyklu pěti zábalů složených z buničiny-Arbocell v první vrstvě a kombinací buničiny kaolínu a křemičitého písku v dalších vrstvách do tloušťky zábalu 1cm. Jeden cyklus bude ponechán na objektu vždy nejméně deset dní přikrytý plachtou tak, aby nedošlo k předčasnému vyschnutí zábalu a efekt migrace solí byl co nejúčinnější. Vždy po odstranění zábalu bude tentýž den nanesen zábal nový.
7. Po posledním zábalu bude kašna dočištěna a budou odstraněny zbytky sádrovcových krust.
8. Místa, která mají stále sníženou soudržnost materiálu, budou dozpevněna a bude u nich dodržena dostatečná technologická pauza.
9. Doplnění plastických tvarů proběhne lokálně, pouze v místech, u nichž ztráta hmoty narušuje celistvost a estetický dojem celku. Menší defekty v originální hmotě, jež nenarušují vzhled kašny, budou ponechány nevytmeleny.
10. Materiál pro tmely bude vybrán z vhodných materiálů na základě hlubšího průzkumu.
11. Po doplnění modelace pomocí vhodného tmelu budou vyplněny spáry mezi jednotlivými kameny vhodnou prodyšnou spárovací hmotou na bázi modifikovaných hornin, převážně pak vápence.
12. Spáry a tmely budou dostatečně dlouhou dobu udržovány ve vlhkém stavu tak, aby proběhlo jejich kvalitní vyzrání.
13. Po vyzrání a vysušení spár a tmelů bude přistoupeno k první fázi barevné retuše. Ta proběhne bez fixační látky, kterou bude zafixována po celkovém zretušování pole č. A5 a B3. Fixační prostředek bude vybrán na základě výsledků rozšířeného výzkumu.

XI. Postup prací

Prvním restaurátorským krokem na Kamenné kašně v Kutné Hoře bylo důkladné zdokumentování tehdejšího stavu. Proběhl podrobný vizuální průzkum se zakreslením konkrétních dispozic do fotografií kašny. Dalším krokem bylo odebrání nezbytných vzorků pro přírodovědný průzkum.

Biologické povlaky byly zahubeny biocidním prostředkem a po týdenní pauze odstraněny pomocí regulované tlakové vody a páry. Na základě předběžného průzkumu bylo přikročeno k odjímání tmelů po jejich předchozím lokálním měkčení toluenem pomocí skalpelu a dlát. Současně byl odstraňován tmelový povlak minimální tloušťky, pokud se nejednalo už o nátěr. Po odstranění všech tmelů a povlaků započalo dočištění pomocí mikroabrazivní metody mikrotryskáním. Takto byly odstraněny všechny zbytky tmelů, nátěrů a biologických povlaků. Tímto postupem bylo dosaženo maximálního možného otevření pórů na povrchu kamene s minimalizací ztrát původního materiálu.

Po očištění a otevření porézního systému na poli č. A5 a B3 začalo plošné odsolování. Odsolování proběhlo v pěti cyklech a při každém cyklu byl zábal ponechán na povrchu kamene minimálně deset dní. Pro minimalizaci odparu vody a co nejefektivnější účinnost odsolování byl zábal přikryt fólií a plachtou. Po cca osmi dnech, dle aktuálního počasí, byla fólie odejmuta a před úplným vyschnutím za mírně vlhkého stavu byl zábal po celkových deseti dnech odstraněn. Pro odstraňování zábalu bylo použito plastových stěrek a špachtlí. Konečné drobné pozůstatky zábalu byly omyty regulovanou tlakovou vodou a na ještě vlhký až mokrý povrch byl nanášen zábal další, ponechaný opět deset dní na povrchu kamene. Pro určení efektivnosti odsolování byly odebrány vzorky z prvního a posledního zábalu, které byly dále zkoumány.

Po odsolování začalo konečné dočištění kašny včetně maximálního možného ztenčení sádrovcových krust, zastavené v okamžiku objevování se povrchu kamene. Oddělující se části dvojice spodních krabů byly odejmuty, dočištěny a následně bodově nalepeny zpět na své místo. Zbytek spoje byl injektován.

Doplňování ztrát modelace proběhlo na základě rozšířeného výzkumu mechanických a fyzikálních vlastností nevhodnějších tmelů. Tyto vybrané tmely byly použity na místa s největšími ztrátami modelace a na místa opticky narušující celistvost a vzhled kašny. Barevnost tmelů byla přizpůsobována lokální barevnosti originálního kamene nacházejícího se pod tmeleným místem. Povrch tmelů byl přizpůsoben charakteru povrchu kamene v okolí tmeleného místa. Po vytmelení všech těchto míst bylo přikročeno k spárování. Pro spárování byl vybrán vhodný prodyšný materiál na vápenné bázi s malou příměsí portlandského cementu. Tmely a spáry byly důkladně vlhčeny, tak aby nedošlo k jejich přeschnutí a kvalita vyzrání tmelu byla maximální.

Konečnou fází, z hlediska zadání, byla závěrečná barevná retuš. Nejdříve byly retušovány tmely a spáry pomocí malých štětečků nesoucích vybraný pigment, nebo směs pigmentů namočených v líhu. Po retuši tmelů a spár byla lokálně retušována místa, jež nebyla tmelena, avšak kámen v nich byl otevřen a měl původní čistou barevnost, která opticky narušovala architektonické členění kašny. Tato místa byla přizpůsobena stavu a barevnosti okolního kamene. Po dokončení barevné retuše začalo její fixování, pomocí na základě rozšířeného průzkumu vybraného fixačního prostředku.

X. Použité technologie a materiály

Čištění – kamenické nářadí, skalpel, štětce a silonové kartáčky, regulovaná tlaková voda a pára, toluen, mikropískování, prášková celulóza-buničina Arbocel BC 200, uhličitán amonný, Fassadenreiniger-paste Remmers

Odsolování – prášková buničina Arbocel, demineralizovaná voda, kaolín, křemičitý písek střeleč

Zpevňování a fixace – funcosil KSE 100,300, 300HV, primal 1% ve vodě

Lepení – dvousložkové polyesterové lepidlo akepox 2030 Akemi, Ledan D2

Plastické retuše a spárování – písky záměl, střeleč, pojivo Vicat, Aalborg white cement, práškové pigmenty, kovové restaurátorské špachtle, disperze Sokrat 2802 A (chemické závody Sokolov)

Barevné retuše – líh, práškové jemně mleté pigmenty umbra přírodní pálená, čern a okry, štětce

XI. Doporučený režim památky

Vzhledem ke stávajícímu stavu kašny, rozličnosti její materiální podstaty a náchylnosti pozůstatků originálního kutnohorského mušlového vápence na srážkovou dešťovou vodu, je nezbytné minimalizovat její přímý kontakt s tímto elementem. Hořický pískovec, který je v přímém kontaktu s kutnohorským vápencem, degraduje také nesrovnatelně rychleji, než za normálních podmínek, kterým je běžně v exteriéru vystaven. Nejefektivnější ochrana, která nebude zásadním způsobem zasahovat do vzhledu díla, je v tomto konkrétním případě oplechování horní stříšky olověnými pláty tak, aby byly v místě přesahu čelní strany vodorovně ohnuty a vystupovaly minimálně 6-8cm před konec kamenné stříšky. Dále by bylo žádoucí kašnu hydrofobizovat nebo opatřit ochranným reverzibilním nátěrem, jenž nebude z estetické stránky zásadně narušovat vzhled kašny. Vzlínající vlhkost byla minimalizována pomocí hloubkové chemické hydroizolace v bázi kašny, což je dalším důležitým faktorem, podporujícím zřízení stříšky, jelikož dešťová voda dostávající se do kamene, z něhož je kašna vystavěna, nebude mít dostatečný odtok v místě této hydroizolace. Všechny tyto ochranné systémy by se měly kontrolovat, popřípadě obnovit, přinejmenším každých deset let, častější kontrola by byla žádoucí.

Po dvou letech od skončení restaurování by měl být zkontrolován stávající stav, vzhled tmelů, spár a retuší.

1-3. Mgr. Art. Jakub Ďoubal a Zdeněk Štafen, průzkumová zpráva K. kašna KH. 4. Ing. Karol Bayer a Dana Macounová, vyhodnocení odsolovacích zábalů.

Fotodokumentace



Kamenná kašna Kutná Hora, foto před restaurováním, celek, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, foto před restaurováním, horní levá část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, foto před restaurováním, horní pravá část, foto Jiří Helma



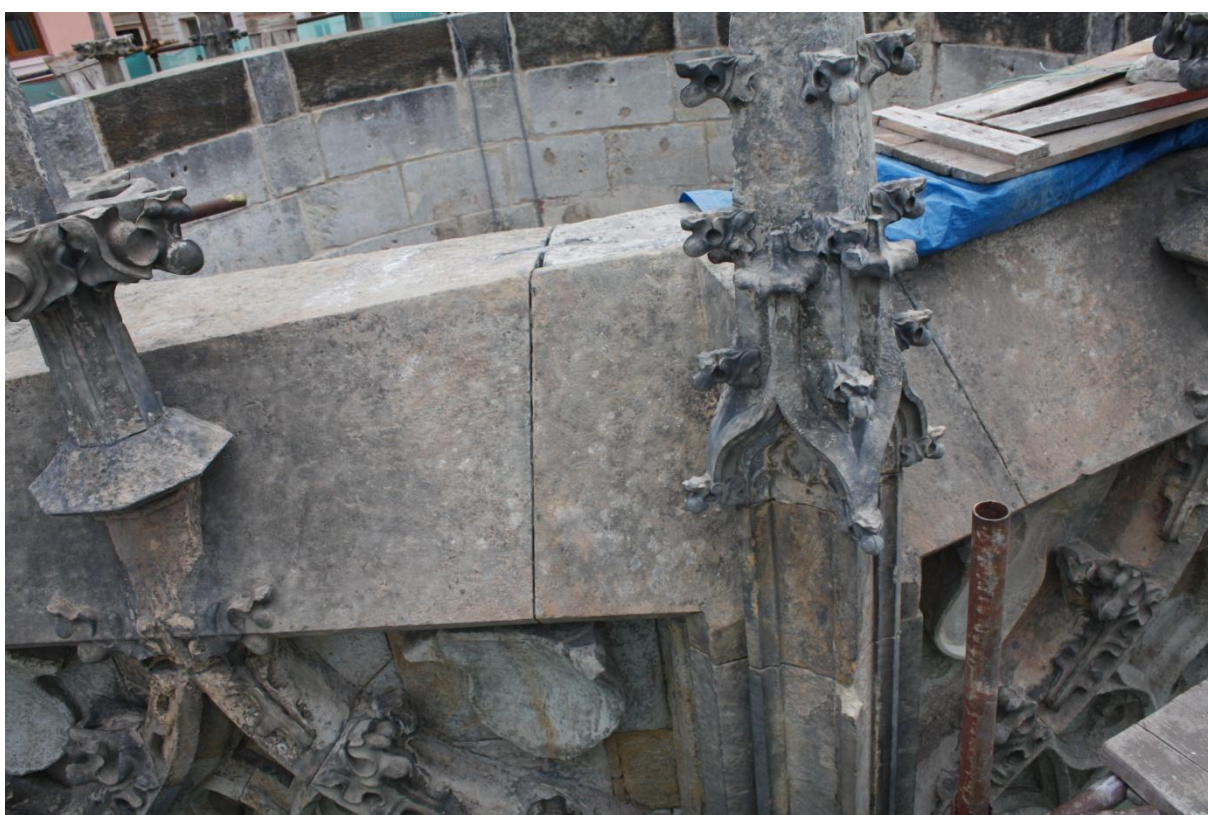
Kamenná kašna Kutná Hora, foto před restaurováním, středová část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, odstraňování tmelů, levá část kružby pod klenbou, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po odstranění tmelů, povlaků a nátěrů, nahoře vlevo, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po odstranění tmelů, spár, povlaků a nátěrů, nahoře vpravo, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po odstranění tmelů, spár, povlaků a nátěrů, středová vrcholová kytka, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po odstranění tmelů, spár, povlaků a nátěrů, horní část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po odstranění tmelů, spár, povlaků a nátěrů, střední levá část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po odstranění tmelů, spár, povlaků a nátěrů, střední pravá část, foto Jiří Helma



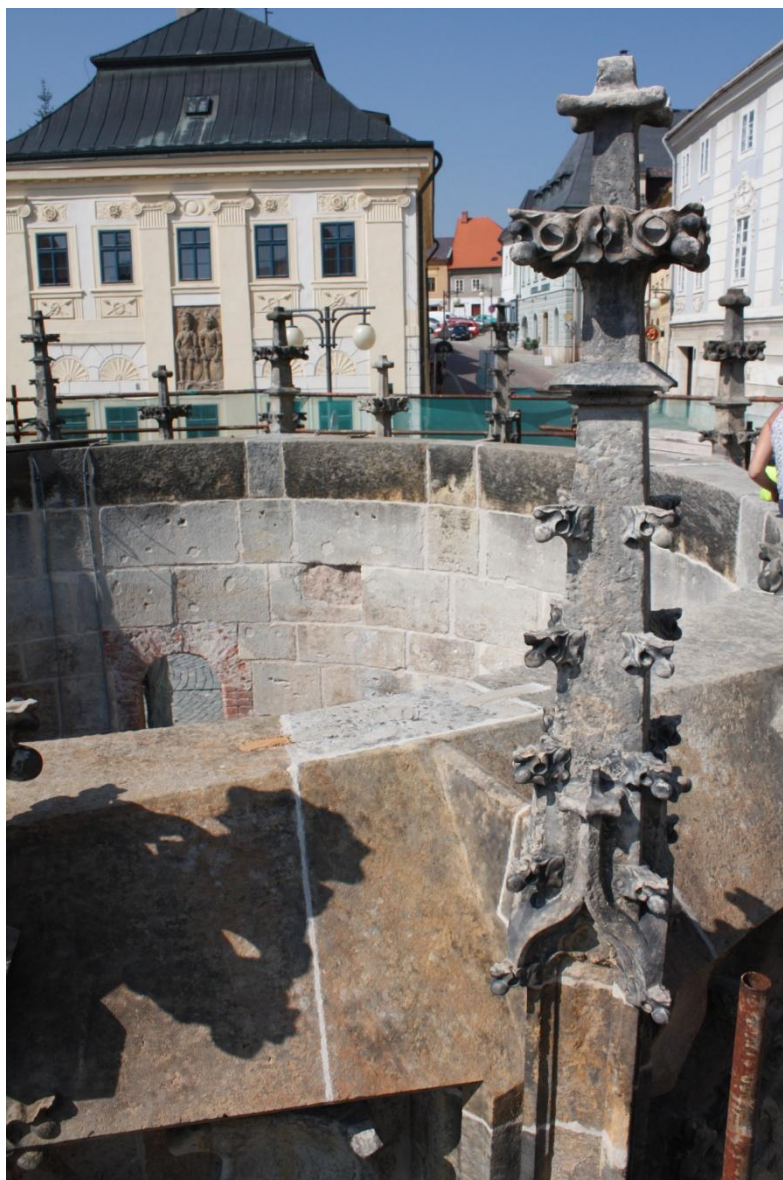
Kamenná kašna Kutná Hora, po odstranění tmelů, spár, povlaků a nátěrů, střední levá část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po odstranění tmelů, spár, povlaků a nátěrů, střední část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po odstranění tmelů, spár, povlaků a nátěrů, střední část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po vytmelení a vyspárování, horní pravá část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po vytmelení a vyspárování, středová vrcholová kytka, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po vytmelení a vyspárování, horní pravá část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po vytmelení a vyspárování, horní levá část, foto Jiří Helma



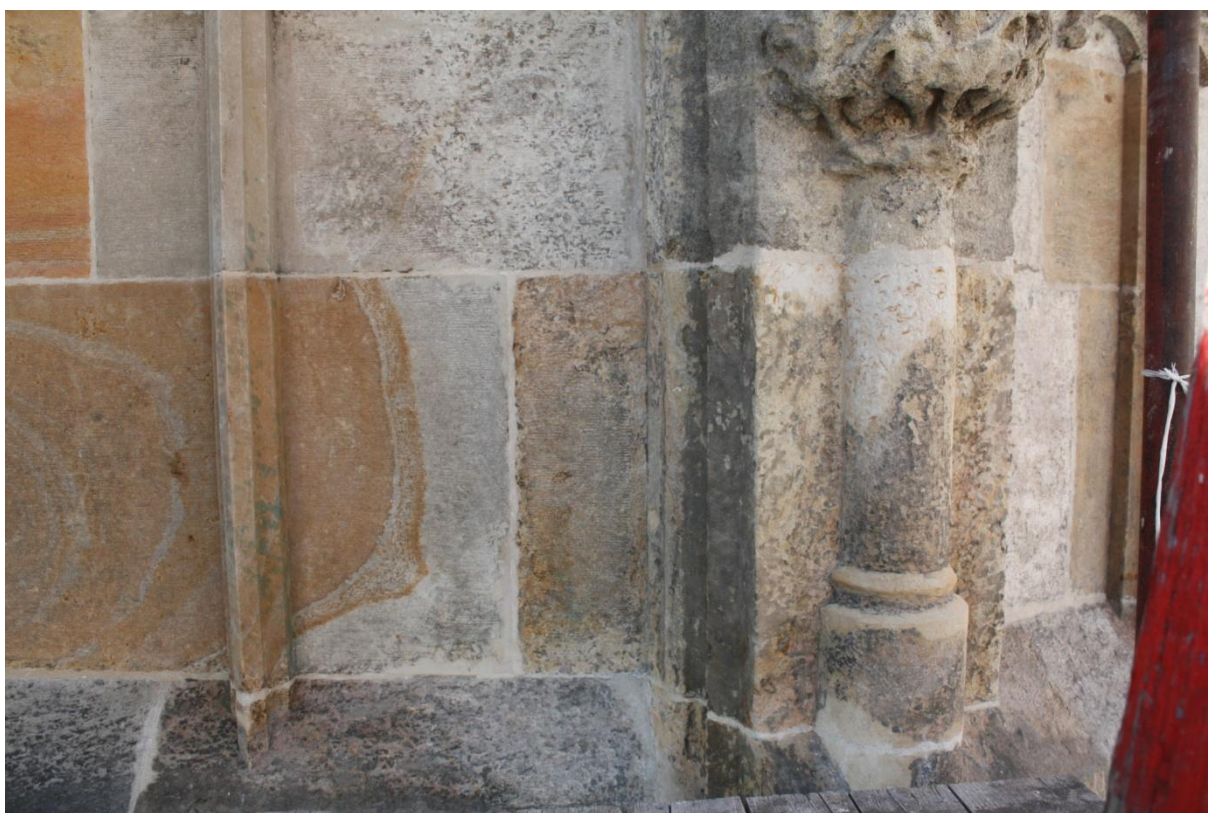
Kamenná kašna Kutná Hora, po vytmelení a vyspárování, střední levá část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po vytmelení a vyspárování, střední pravá část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po vytmelení a vyspárování, střední levá část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po vytmelení a vyspárování, střední pravá část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po vytmelení a vyspárování, střed pilíře, foto Jiří Helma



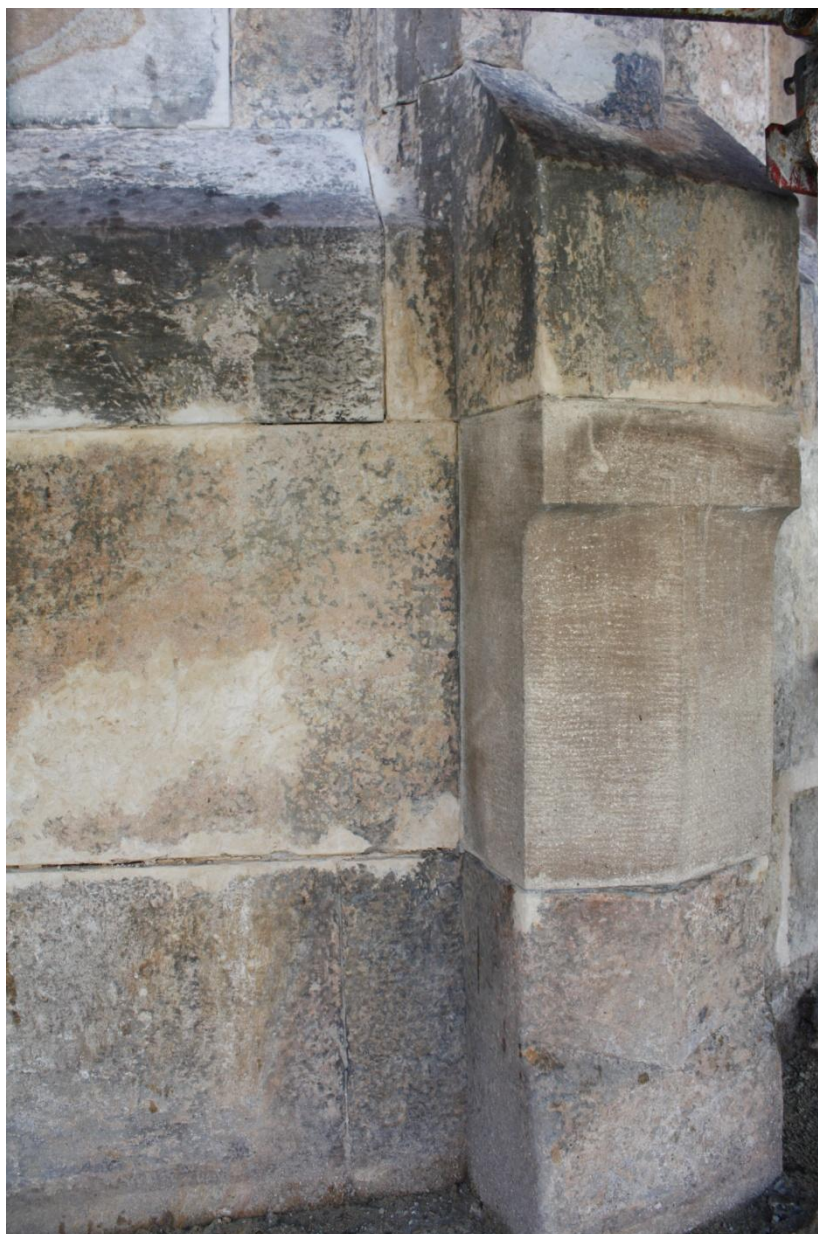
*Kamenná kašna Kutná Hora, po vytmelení a vyspárování, detail probarvených tmelů, horní část
levého pilíře, foto Jiří Helma*



Kamenná kašna Kutná Hora, po vytmelení, spodní levá část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po vytmelení, spodní středová část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po vytmelení, spodní levá část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po retuši, středová vrcholová kytka, foto Jiří Helma



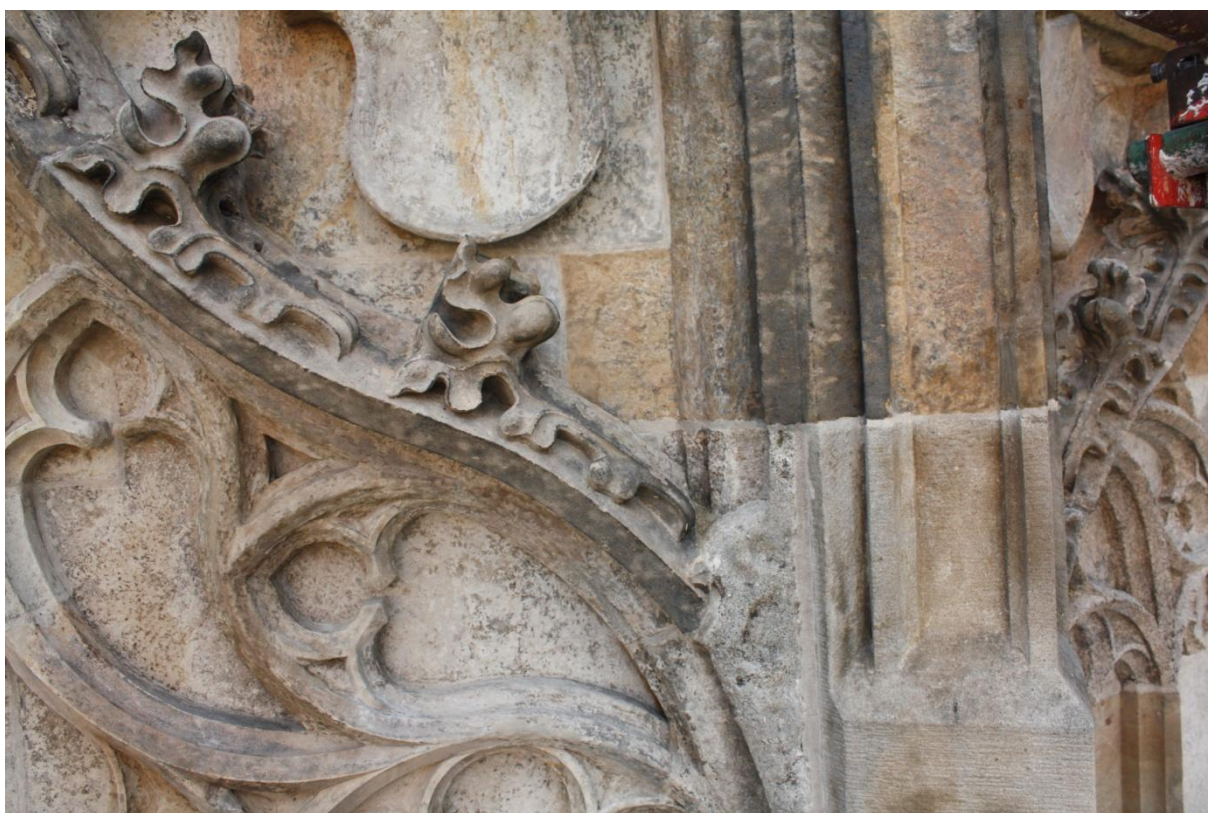
Kamenná kašna Kutná Hora, po retuši, horní levá část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po retuši, horní pravá část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po retuši, střední levá část, foto Jiří Helma



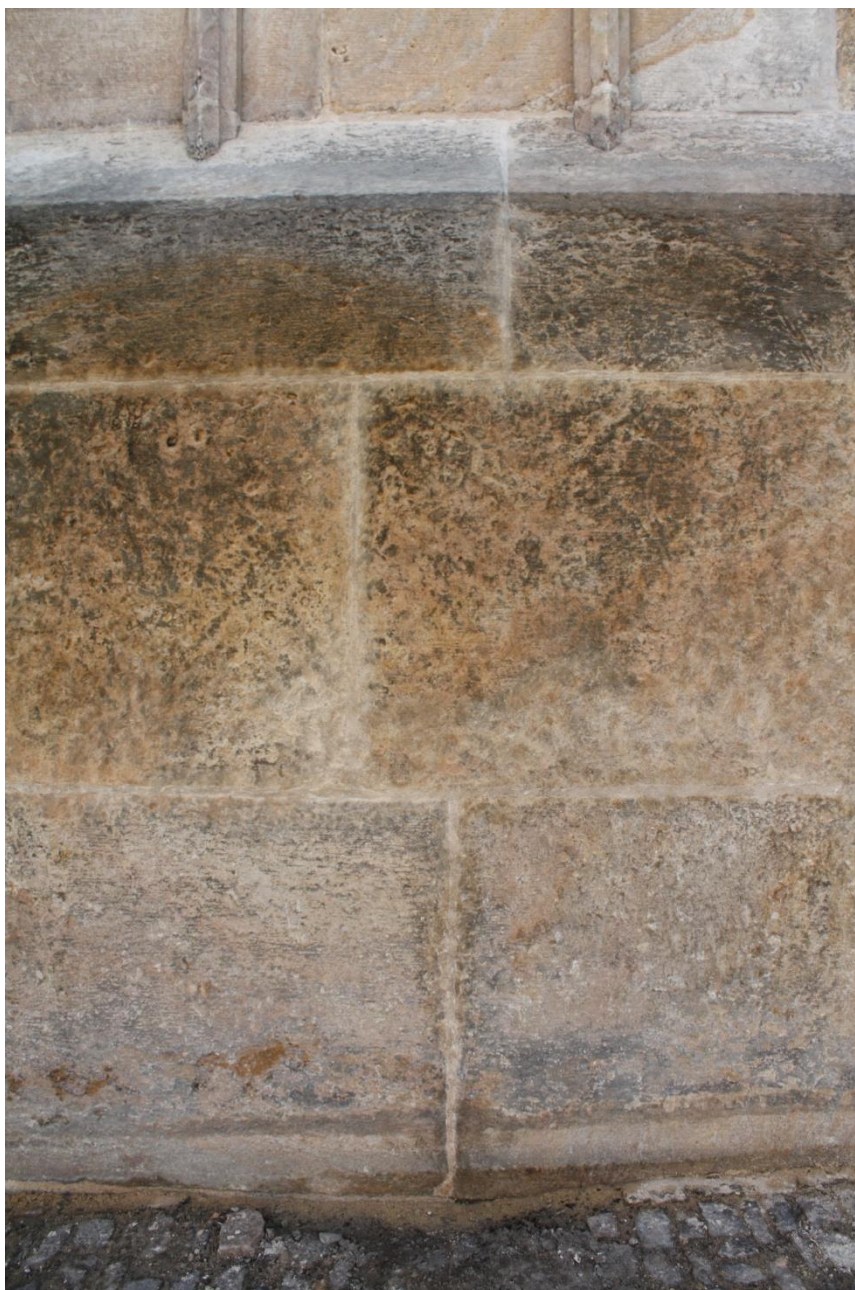
Kamenná kašna Kutná Hora, po retuši, střední pravá část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po retuši, detail hlavice a sloupku na pravém pilíři, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po retuši, spodní levá část, foto Jiří Helma



Kamenná kašna Kutná Hora, po retuši, spodní střední část, foto Jiří Helma

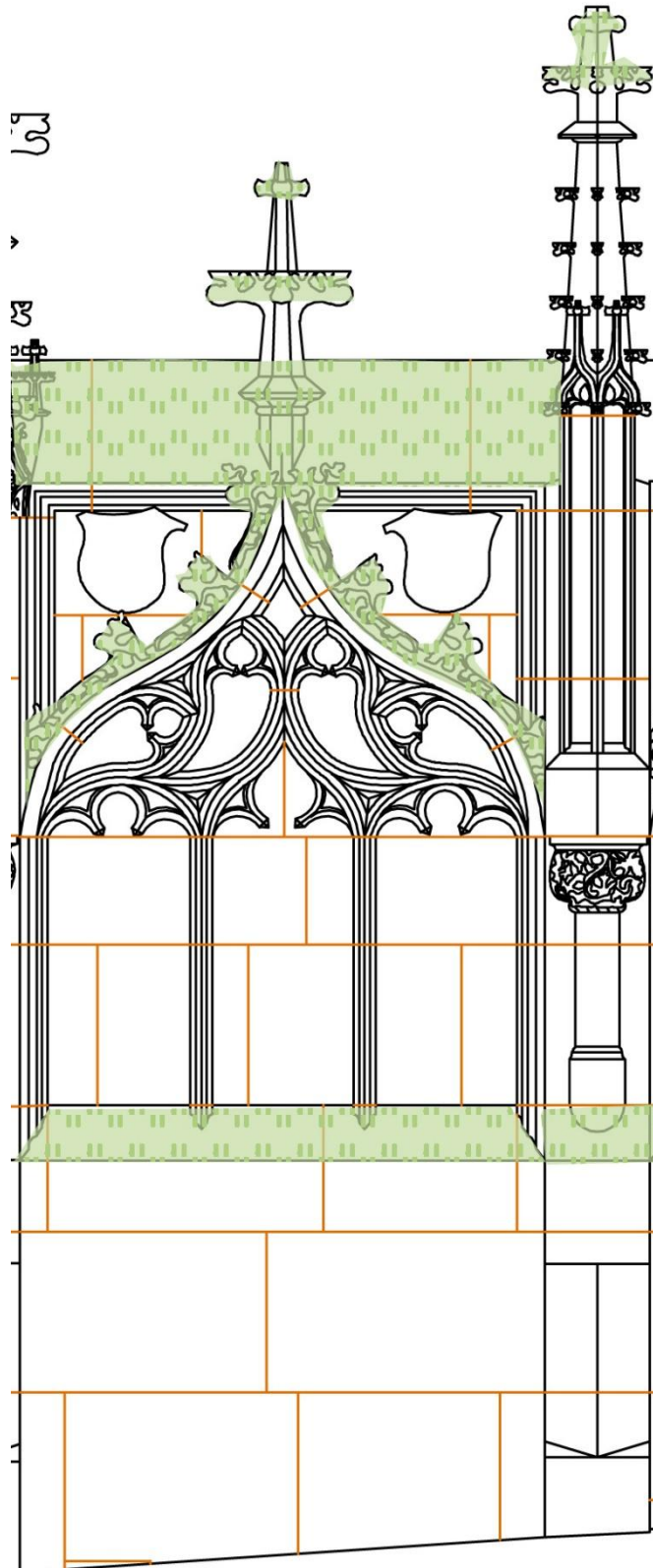


Kamenná kašna Kutná Hora, po retuši, spodní pravá část, foto Jiří Helma

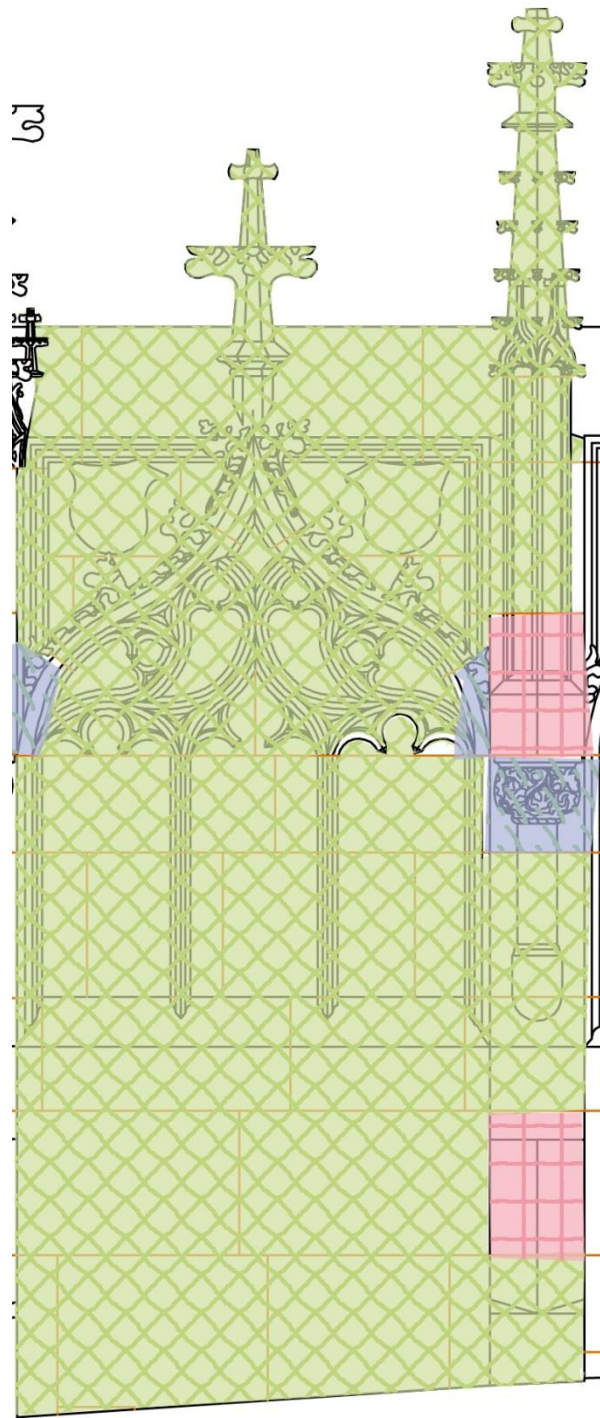


Kamenná kašna Kutná Hora, srovnání stavu před a po restaurování, foto Jiří Helma

Grafická dokumentace



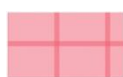
Biologické napadení



Druhy kamene



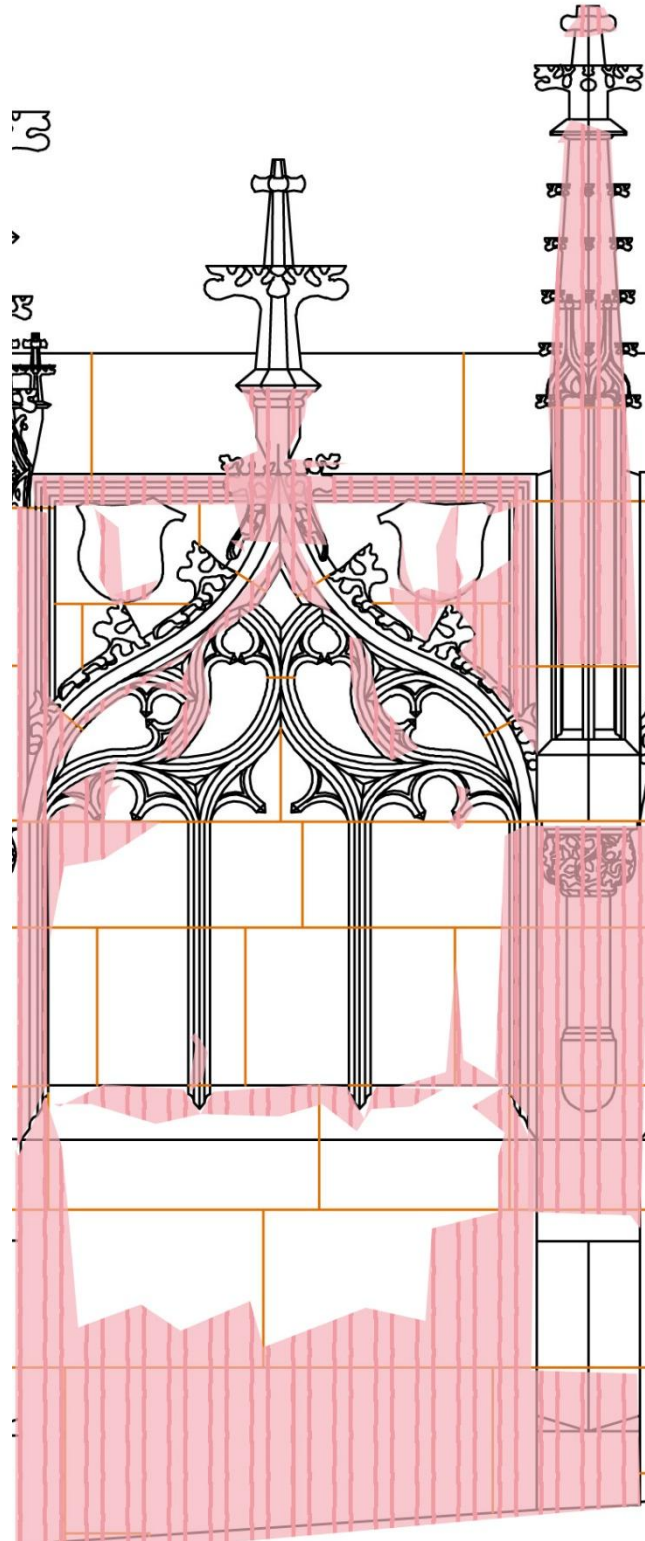
Hořický pískovec



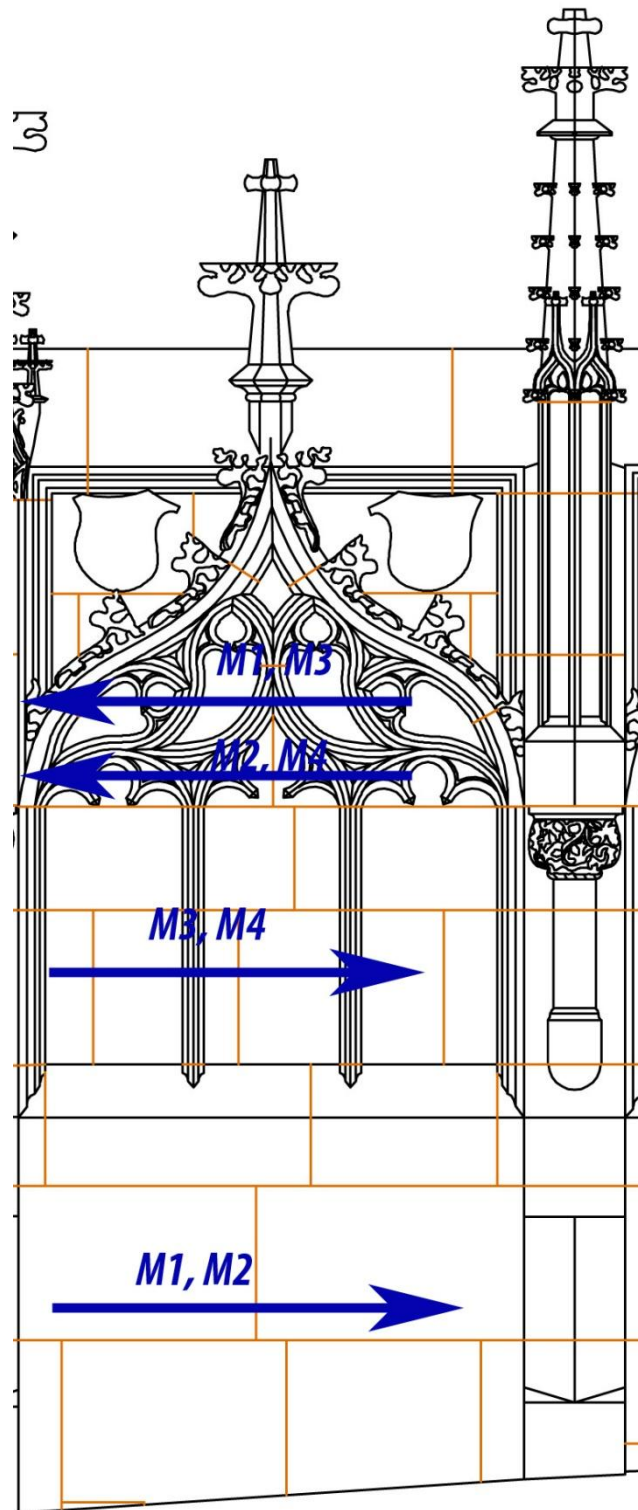
Božanovský pískovec



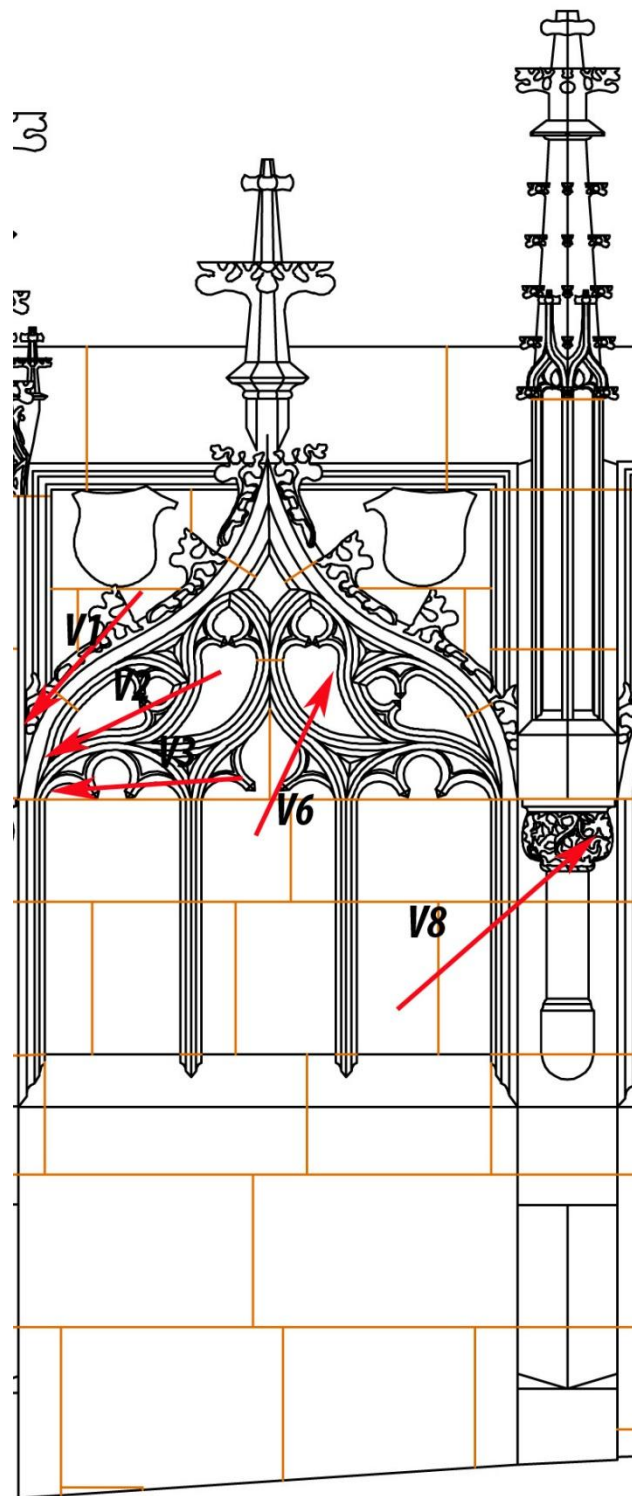
Kutnohorský mušlový váp.



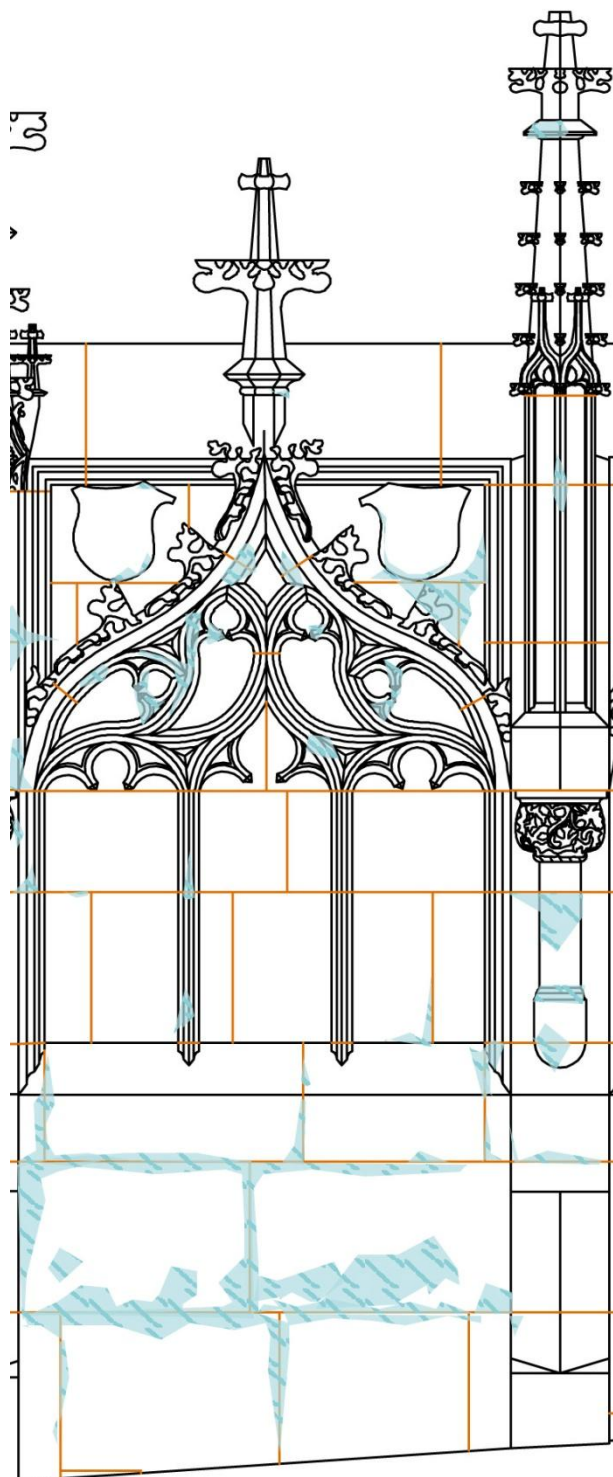
Koroze kamene



Měření nasákavosti, spodní dvě šipky – měření na pískovci, horní dvě šipky – měření na vápenci



Odběry vzorků na analýzu povrchové krusty pomocí elektronového mikroskopu



Zákres větších tmelených míst

Přílohy



MĚSTSKÝ ÚŘAD KUTNÁ HORA

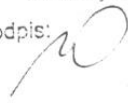
Havlíčkovo nám. 552, 284 01 Kutná Hora,
IČ: 00236195

odbor památkové péče, kultury, školství a TV
sídlo odboru: Václavské náměstí 182, Kutná Hora
tel.: 327 710 215, 327 710 111*, fax: 327 710 202
e-mail: pamatky@kutnahora.cz, www.mu.kutnahora.cz

Spisová značka: MKH/041863/2009/04/PAM/MON

Naše č.j.: MKH/041863/2009
Vyřizuje: Naděžda Mottlová, referent
Tel.: 327 710 211
E-mail: mottlova@mu.kutnahora.cz
Datum: 18.9.2009



Toto rozhodnutí nabylo právní moci
dne 22.9.09
Je vykonatelné dne: 22.9.09
Městský úřad Kutná Hora
Podpis:  Dne: 22.9.09

Účastníci řízení:

Město Kutná Hora, Havlíčkovo nám. 552, Kutná Hora, IČO: 00236195, zastoupené Janou Jelínkovou,
Žitenická 1534, Čáslav, narozena 2.4.1970

Věc: Závazné stanovisko Městského úřadu Kutná Hora, odboru památkové péče, kultury, školství a tělovýchovy k restaurování kamenné kašny v Kutné Hoře, parc.č. 3883/3 k.ú. Kutná Hora.

ROZHODNUTÍ

Městský úřad Kutná Hora, odbor památkové péče, kultury, školství a tělovýchovy, na základě ustanovení § 66 odst. 1 zákona č. 128/2000 Sb., o obcích, v platném znění a ustanovení § 14 odst. 1 zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči ve znění pozdějších předpisů, k žádosti č.j. MKH/041863/2009 ze dne 11.8.2009, kterou podalo Město Kutná Hora, Havlíčkovo nám. 552, Kutná Hora, IČO: 00236195, zastoupené Janou Jelínkovou, Žitenická 1534, Čáslav, narozena 2.4.1970, k restaurování kamenné kašny v Kutné Hoře, parc.č. 3883/3 k.ú. Kutná Hora, vydává po písemném vyjádření Národního památkového ústavu, územního odborného pracoviště středních Čech v Praze (dále jen NPÚ), Sabinova 5, 130 11 Praha 3 č.j. NPÚ-321/7387/2009 ze dne 14.9.2009 (došlo pod č. j. MKH/049693/2009 dne 18.9.2009), toto

závazné stanovisko

Restaurování kamenné kašny v Kutné Hoře, parc.č. 3883/3 k.ú. Kutná Hora, která je jako kulturní památka zapsána v Ústředním seznamu kulturních památek pod číslem 41595/2 – 1043/A60 je z hledisek ochrany zájmů státní památkové péče ve smyslu ustanovení § 14 odst. 3 zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči ve znění pozdějších předpisů, dle restaurátorského průzkumu, který vypracoval dne 29.7.2009 Mgr. art. Jakub Doubal, **přípustné při dodržení následujících podmínek:**

1. Při provádění mikrootryskávání nebude docházet k úbytkům povrchu kamene.
2. **V průběhu restaurování budou vlastníkem svolávány kontrolní dny a konzultační schůzky, na které budou písemně zváni zástupci Městského úřadu Kutná Hora, odboru památkové péče, kultury, školství a tělovýchovy, zástupce vlastníka, restaurátor a zástupce NPÚ.**
3. Ukončení restaurátorských prací proběhne formou předávacího řízení za účasti zástupce vlastníka, restaurátora, Městského úřadu Kutná Hora, odboru památkové péče, kultury, školství a tělovýchovy a zástupce NPÚ.
4. **Vlastník bude během prací průběžně konzultovat postup a způsob provádění prací s pověřeným pracovníkem NPÚ, územního odborného pracoviště středních Čech, který zabezpečuje jako odborná organizace státní památkové péče odborný dohled nad prováděním komplexní péče o kulturní památky (§32 odst. 2 zákona č. 20/1987 Sb.).**
5. Vlastník zajistí zpracování závěrečné restaurátorské zprávy o průběhu restaurování, jejíž součástí budou pokyny pro další ochranný režim – včetně návrhu opatření k zamezení poškození apod. (dle ustanovení § 10 odst. 4, vyhlášky Ministerstva kultury České republiky č. 66/1988 Sb., v platném znění). Závěrečná zpráva bude předána vlastníkem zástupci NPÚ – územního odborného pracoviště středních Čech v Praze (Sabinova 5, 130 11 Praha 3).

O d ů v o d n ě n í

Městskému úřadu Kutná Hora, odboru památkové péče, kultury, školství a tělovýchovy, jakožto věcně a místně příslušnému správnímu orgánu, byla dne 11.8.2009 doručena žádost, kterou podalo Město Kutná Hora, Havlíčkovo nám. 552, Kutná Hora, IČO: 00236195, zastoupené Janou Jelínkovou, Žitenická 1534, Čáslav, narozena 2.4.1970 o vydání závazného stanoviska k restaurování kamenné kašny v Kutné Hoře, parc.č. 3883/3 k.ú. Kutná Hora, která je kulturní památkou. Tímto dnem bylo ve věci zahájeno správní řízení.

Kamenná kašna v Kutné Hoře je zapsána v Ústředním seznamu kulturních památek pod rejstříkovým číslem 41595/2-1043/A60 a zároveň leží v městské památkové rezervaci Kutná Hora, která je zapsána do Světového kulturního dědictví UNESCO.

Původní pozdně gotická kamenná kašna z roku 1495 připisovaná huti Matyáše Rejska je v současné podobě výsledkem několika novodobých zásahů, z nichž nejzásadnějším byla puristická úprava provedená dle arch. Ludvíka Láblera v letech 1887 – 1890. Další zásahy následovaly ve 20. století. Poslední restaurování proběhlo v devadesátých letech.

Půdorys kašny tvoří pravidelný dvanáctiúhelník zděný z kamenných kvádrů a zakončený jednoduchou římsou. Každé z dvanácti polí je členěno slepou kružbou. Z vystupujícího soklu vybíhá kružba tří oblouků s jeptiškami, které celkově završuje oblouk ve formě oslího hřbetu. Prostor mezi nimi je vyplněn plaménkovými motivy, které se pravidelně po třech opakují. Oblouk je završen kytkou vystupující nad římsou. Plochy cviklů vyplňují štíty. Jednotlivá pole oddělují pilíře s fiálou s kraby zakončené vrcholovou kytkou. V 19. století byly doplněny litinové chrliče ve formě dračích hlav s žulovými nádržemi na vodu. Nynější podoba kašny je torzem původní, kdy chybí část nad římsou a rovněž i výzdoba v podobě soch, které byly umístěny pod baldachýny.

Původním materiálem pro stavbu kašny byl místní vápenec charakteristický výskytem schránek měkkýšů. Láblerova úprava znamenala zásadní zásah do materiálového složení kašny, kdy byl použit tehdy hojně využívaný jemnozrnný pískovec z lokality Hořice. Při opravě v devadesátých letech minulého století byl použit pískovec z lokality Božanov.

K aktuálnímu vyjádření byl předložen restaurátorský průzkum kamenné kašny zpracovaný

akultou restaurování Univerzity Pardubice - zodpovědný restaurátor mgr. art. Jakub Ďoubal. Součástí průzkumu je archivní rešerše, petrologické posouzení (RnDr. Zdeněk Štafen), vyhodnocení salinity, analýza vzorků tmelů, korozních produktů na povrchu (Ing. Karol Bayer). Dále byla provedena fotografická dokumentace stavu, zaměření, grafické vyhodnocení zastoupení jednotlivých typů kamene a grafické vyhodnocení jednotlivých poškození.

Průzkumem byl zjištěn vysoký výskyt solí – dusičnanů ve spodních partiích, místy však až do výšky 330 cm. Lokálně je povrch kamene degradován, došlo k jeho vymývání místy až o několik milimetrů. V značné míře je povrch zanesen biologickým napadením (mechy, řasy, lišejníky). Povrch kamene pokrývají tmavé depozity. Zásahy z předešlých oprav dožívají. Pod místy značně výraznými tmely dochází k degradaci kamene.

Součástí předložené dokumentace je stručný návrh postupu prací, který je řešen v obecné rovině. Předpokládá se předzpevnění, čištění (regulovanou vodní párou), biocidní ošetření, prověření stávajících vysrávek, zpevnění organokřemičitany, odsolení (zábaly destilované vody v buničině), mikrotryskávání, aplikace čistících past, tmelení, retuš, hydrofobizace.

Projednávanému restaurování je vzhledem k významu památky, která je jedním ze symbolů města a významným umělecko-historickým dílem, věnovat maximální pozornost. Doporučujeme vyřešit technickou část kašny a izolaci od zemní vlhkosti formou dokumentace

) Restaurátorské práce uměleckořemeslných děl, která jsou součástí kulturních památek může restaurovat pouze restaurátor s příslušným povolením Ministerstva kultury ČR, s oprávněním podle zákona č. 20/1987 Sb., v platném znění (ustanovení § 14a a § 14b)

Před zahájením restaurátorských prací by se měla uskutečnit schůzka zástupce NPÚ a pověřených restaurátorů. Při restaurování musí být respektovány klasické řemeslné postupy za účelem zachování charakteru této kulturní památky.

Stát chrání kulturní památky jako nedílnou součást kulturního dědictví lidu, svědectví jeho dějin, významného činitele životního prostředí a nenahraditelné bohatství státu.

Městský úřad Kutná Hora si vyžádal, v souladu s ustanovením § 14 odst. 6 zákona č. 20/1987 Sb., písemné vyjádření NPÚ, územního odborného pracoviště středních Čech. Žádost o vyjádření byla NPÚ předána dne 12.8.2009. Vyjádření NPÚ jsme obdrželi dne 18.9.2009. Na základě tohoto vyjádření č.j. NPÚ-321/7387/2009 ze dne 14.9.2009 a vlastní znalosti předmětné kulturní památky Městský úřad Kutná Hora rozhodl, v souladu s ustanovením § 14 odst. 3 zákona č. 20/1987 Sb., o přípustnosti navržených prací a stanovil podle tohoto ustanovení a podle ustanovení § 10 odst. 3 vyhlášky č. 66/1988 Sb., základní podmínky, za kterých lze práce připravovat a provést. Před vydáním rozhodnutí byla účastníku řízení, v souladu s § 36 odst. 3 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, dána možnost vyjádřit se k jeho podkladům. Paní Jana Jelínková, jako zástupce vlastníka do protokolu uvedla, že k podkladům závazného stanoviska ani ke způsobu jejich zjištění nemá připomínku.

Toto rozhodnutí respektuje podmínky uvedené ve vyjádření NPÚ, které jsou stanoveny tak, aby byly zachovány památkové hodnoty výše uvedeného objektu a jeho tradiční vzhled. Z uvedených důvodů bylo rozhodnuto, jak je uvedeno výše.

Podmínky tohoto závazného stanoviska se opírají o písemné vyjádření NPÚ ze dne 14.9.2009, žádost vlastníka a restaurátorský průzkum, který vypracoval dne 29.7.2009 Mgr. art. Jakub Ďoubal.

Poučení

Proti tomuto rozhodnutí je možno se odvolat do 15 dnů ode dne oznámení ke Krajskému úřadu Středočeského kraje v Praze písemným podáním u Městského úřadu Kutná Hora, odbor památkové péče, kultury, školství a tělovýchovy.



Seifert
Mgr. Ondřej Seifert
vedoucí odboru

DECLARATION – February 2010 Replaces January 2009

The declaration can be downloaded from www.aalborgportland.dk

AALBORG WHITE®

made in Denmark

In accordance with the harmonised standard EN 197-1:2000, with the right to use the CE-mark, the certification

body Bureau Veritas Certification has certified:

AALBORG WHITE® cement

Portlandcement CEM I 52,5 R

EC Certificate: 1035-CPD-700541

Aalborg Portland's quality management system is certified according to EN ISO 9001:2008 by Bureau Veritas Certification.

The certification can be verified at: www.bureauveritas.dk

This declaration comprises the properties which must comply with the harmonised cement standard EN 197-1 supplemented with the 1 days strength, 7 days strength, reflection, absolute density as well as C₃A, alkali content and chromate.

For each property an interval has been calculated in such a way that the probability of a value falling outside the interval is less than 5%.

Property Declared interval Requirement EN 197-1

1 day strength

2 days strength

7 days strength

28 days strength

Initial setting time

Expansion

Loss on ignition

Insoluble residue

Sulphate content SO₃

Chloride

C₃A

Alkali content

Water soluble chromate

Y-Reflection, (DIN 5033)

Specific density

18 – 24 MPa

36 – 44 MPa

54 – 66 MPa

68 – 78 MPa

80 – 140 min

0 – 2 mm

0 – 1.0 %

0 – 0.3 %

1.8 – 2.3 %

0 – 0.02 %

4 – 5 %

0 – 0.3 %

0 – 2 mg/kg

85 – 89.5 %

3090 – 3190 kg/m³

None

≥ 30 MPa

None

≥ 52.5 MPa

≥ 45 min

≤ 10 mm

≤ 5.0 %

≤ 5.0 %

≤ 4.0 %

≤ 0.10 %

None

None

None

None

None

1035

Aalborg Portland A/S

Rørdalsvej 44

DK 9100 Aalborg

Danmark

1035-CPD-700541

EN 197-1

CEM I 52,5 R

Rozšířená část praktické bakalářské práce

Obsah:

I. Úvod a cíle průzkumu.....	str. 88
II. Popis zkoumaného materiálu.....	str. 88-89
III. Historie využívání kutnohorského vápence.....	str. 89
IV. Popis výzkumných technologií.....	str. 89-91
V. Vyhodnocení průzkumu.....	str. 91-113
VI. Popis degradačních procesů.....	str. 113-117
VII. Možnosti zabránění nebo stabilizace povrchových ztrát na kutnohorském mušlovém vápenci.....	str. 117-120
VIII. V historii používané materiály s ochranným účinkem.....	str. 121
Použité prameny a literatura.....	str. 122

I. Úvod a cíle průzkumu

1. Úvod rozšiřujícího průzkumu

V rámci praktické bakalářské práce, zabývající se restaurováním pole A5 a B3 na Kamenné kašně v Kutné Hoře, byla zvláštní a nadstandardní pozornost věnována mapování povrchového úbytku kutnohorského mušlového vápence, popsání mechanismů eroze s možnostmi zabránění těmto procesům.

2. Cíle rozšiřujícího průzkumu

Cílem tohoto průzkumu je odhalení a posouzení možných erozních a degradačních procesů, kterým je kašna vystavena, s určením co nejvhodnějších podmínek, zajišťujících Kamenné kašně minimalizování, nebo stabilizaci těchto procesů, jež na ni působí.

II. Popis zkoumaného materiálu

1. Vznik kutnohorského vápence

Doba prvních událostí, které zapříčinily vznik kutnohorského mušlového vápence, spadá do období zvaného Cenoman, jenž je nejstarší geochronologickou jednotkou svrchní křídy. Toto období bylo na naší planetě přibližně před 100 – 93 mil. let a je spojováno s nejvyšší hladinou světových oceánů za posledních 600 mil. let. Pahorky v okolí Kutné Hory byly tehdy příbojovou oblastí, na jejichž svazích a korálových útesech se usazovaly kalcitové schránky odumřelých živočichů. Vlivem milionů let a kolísání mořské hladiny dosáhla tato sedimentační oblast značné mohutnosti. Spojení kalcitových schránek bylo zapříčiněno několika faktory. Ve stručnosti se dá hovořit o velkém vlivu mírně zvýšené kyselosti tehdejších moří, která byla způsobena zvýšeným obsahem kyslíčnicku uhličitého vydechovaného četným množstvím řas. Řasy produkovaly nebo konzumovaly kyslíčnick uhličitý v závislosti na ročních obdobích a docházelo tedy ke kolísání jeho množství, což zapříčinilo srážení malých krystalků vápence, a tak i pojení do té doby nehomogenní usazeniny. Některé bakterie žijící v dutinkách usazenin měly na tento efekt také zásadní vliv, stejně jako měkkýši a houby živící se odumřelými schránkami živočichů. Pokud se tyto krystaly tvořily v místech dotyku jednotlivých schránek, docházelo k jejich zpevnění (diagenezi), a tak i k pozvolnému vzniku pevného materiálu. Při silných bouřích se často mělčiny zaplnily hustým vápencovým kalem, jenž měl také vliv na homogenitu tehdejší povrchové vrstvy.

2. Kutnohorský vápenec jako materiál

Kutnohorský vápenec je tvořen z převážné většiny uhličitanem vápenatým CaCO_3 tvořeným ze schránek mořských živočichů rozličných velikostí. Jeho podíl je zastoupen přibližně v 80%. Toto číslo se však může zásadním způsobem lišit, jelikož kutnohorský mušlový vápenec je horninou sedimentární, a tedy nestejnorodou. Kutnohorský vápenec proto může v některých případech přecházet ve vápnitý pískovec se zcela odlišným zastoupením hlavních látek v něm. Dále se v této sedimentární hornině objevují psamitová zrna křemene, živců, úlomků hornin (ruly) s malou příměsí zrn zeleného glaukonitu. V historii bylo k těžbě kutnohorského vápence využíváno několika lomů jako například lom v Mezholezy, Vyšatova skála nebo lom v Kaňku. V každém z těchto lomů se co do obsahu materiálu těžil mírně odlišný vápenec, či vápnitý pískovec. Pro své tvárné vlastnosti byl kutnohorský vápenec využíván jak pro sochařské, tak architektonické účely v závislosti na jeho složení. Písčité a homogenní bloky kamene byly využívány hlavně pro architektonické účely, vápnité jemnozrné bloky převážně pro sochařské účely.

III. Historie využívání kutnohorského vápence

Těžení kutnohorského vápence je doložitelné již ve 14. století. O jeho masivním využívání svědčí četná řada objektů a sochařských děl nejen v kutné hoře, ale i v širokém okolí. Kutnohorský vápenec byl využíván v hojné míře až do 18. století, objevuje se i na několika objektech z 19. století, avšak už jen zřídka.

IV. Popis výzkumných technologií

1. Optický vizuální průzkum

V první řadě proběhl na základě přímého pozorování výběr nejvhodnějších objektů vhodných k hlubšímu výzkumu. Pozorovány byly objekty umístěné tak, že byly a jsou vystaveny rozdílným atmosférickým vlivům. Dále byl pozorován vztah doby působení těchto vlivů a stavu zkoumaného objektu. Pozorování toku vody v definované době na povrchu kašny a čas, po který zůstává vápenec zvlhčen. Množství vody v definované době.... Cílem bylo podrobné popsání jejich současného stavu a rozdílu mezi nimi přímo či nepřímo způsobenými těmito elementy.

2. Optická mikroskopie

Pomocí optické mikroskopie byl podrobněji zkoumán stav povrchu kutnohorského vápence. Pozorován a zkoumán byl především vztah stavu povrchu v návaznosti na jeho vystavení atmosférickým vlivům. Dále byla pozorována celistvost, homogenita, poréznost a množství absence schránek měkkýšů nebo jejich úlomků.

3. Elektronová mikroskopie

Pomocí snímků z elektronového mikroskopu byla pozorována struktura pórů a jejich odlišnost na základě umístění na Kamenné kašně. Dále pak množství sádrovce na povrchu či v pórech vápence.

4. Měření rozdílnosti absorpce vody

Vlastnosti Kutnohorského mušlového vápence se vlivem dlouhodobého vystavení dešťové vodě zásadně mění. Dochází nejen k vizuální proměně, ale také ke změně fyzikálních vlastností vápence a s tím spojené další degradace. V tomto výzkumu byla měřena schopnost vápence absorbovat definované množství vody za definovanou časovou jednotku v závislosti na jeho umístění v rámci Kamenné kašny. Měření probíhalo pomocí Karstenových trubic.

5. Zkoumání odolnosti povrchu kutnohorského vápence při nastolení co nejpodobnějších podmínek, kterým byl nebo je materiál vystaven

Po definovanou dobu byl na předem důkladně mikroskopicky zdokumentovaný povrch kutnohorského mušlového vápence pouštěn mírný proud (objemově 2,5l za dvanáct hodin na deset cm²) nápodoby kyselého deště pH 4 z 80. let. Proběhlo zkoumání úbytku kamene v průběhu této doby pod mikroskopem při zvětšení 45x a 250x.

Zkoumání úbytků povrchu kamene vlivem mrazových cyklů na něm, střídání teploty -12 až +7 po definované doby, skenování povrchu před a v průběhu mrazových cyklů pomocí mikroskopu při zvětšení 45x a 250x.

6. Měření pevnosti kamene za ohybu, vystaveného zavlhčení definovaným kyselým deštěm, normální srážkovou vodou a měření suchého nenarušeného kamene

Vzorky kutnohorského mušlového vápence byly naloženy v nádobách s rozdílnou kyselostí tekutiny po dobu pěti dnů. Poté byly vzorky umístěny na podpěrné válce a pomocí válce přenášejícího zatížení byla zkoumána pevnost daných materiálů.

7. Zkoumání množství rozpuštěného vápence v kyselém a normálním dešti

Vzorky o dané velikosti byly ponechány v nádobě s kyselým a běžným deštěm po dobu neutralizace kyselosti. Poté bylo odebráno přesné množství výluhu, z kterého byla odpařena voda. Hodnota naměřená po odparu vypovídá o množství rozpuštěného vápence.

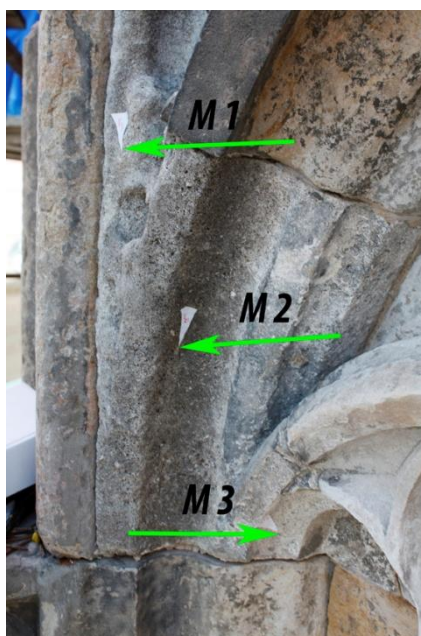
8. Zkoumání vlivu restaurátorských zásahů na povrch kutnohorského mušlového vápence

Pozorování povrchu kamene pomocí optického mikroskopu před restaurátorským úkonem a po něm. Porovnání stavu očištění a hodnoty úbytku na povrchu kamene. Zkoumány byly běžně používané metody jako mikrotryskání, regulovaná tlaková voda a regulovaná tlaková pára.

V. Vyhodnocení průzkumu

1. Optický vizuální průzkum

Prvním a zároveň nejstarším zkoumaným objektem byla Kamenná kašna, na které se ukazuje několik typických znaků poškození. Zřetelné jsou obzvláště úbytky povrchu kamene v místech, na kterých dochází k přímému proudění srážkové vody. Také je patrný nesrovnatelně lepší stav kamene uvnitř kašny, ač je tento kámen přinejmenším od doby její puristické přestavby v letech 1887-90 bez ochrany zastřešením. Dobrý stav kamene je pravděpodobně způsobený dřívějším dlouhodobým zastřešením vnitřního prostoru a také jeho pravděpodobným pravidelným natíráním. O nátěrech uvnitř kašny svědčí velké množství dochovaných fragmentů nátěrů různých barevností.



Obr. 1. blíže pozorovaná a zkoumaná místa.

Na obr. 1 jsou místa, kterými se zabýval i další podrobnější výzkum. Z vizuálního hlediska bylo možné pozorovat řadu rozdílů na vápenci.



Obr. 2. Místo M1

M1-místo omývané při déle trvajícím dešti nejsilnějším proudem vody. Kalcitové schránky živočichů vystupují v některých případech až 4mm nad okolní povrch. Kámen je poměrně čistý bez známek sádrovcových krust nebo jiných závažných nečistot a povlaků.



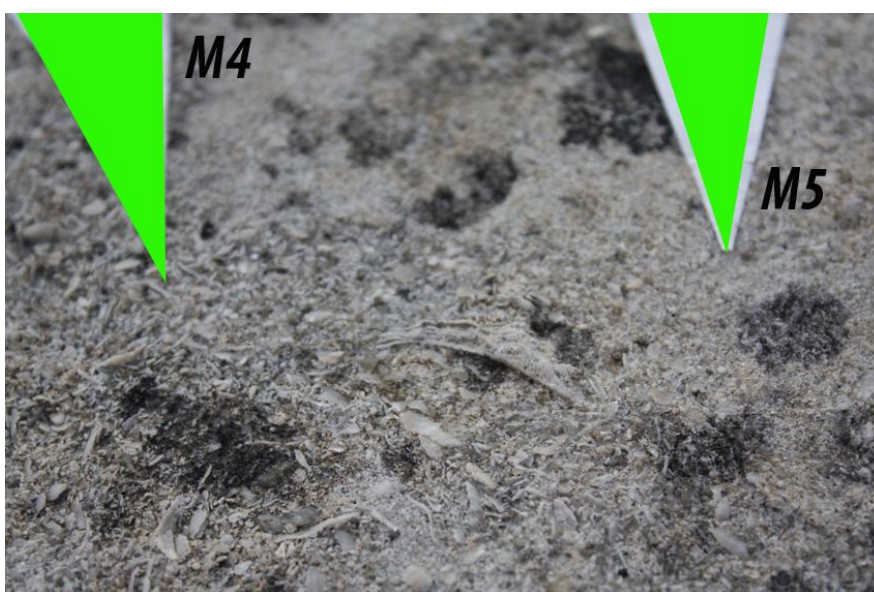
Obr. 3. Místo M2

M2-místo omývané jen při silnějších deštích. Kalcitové schránky živočichů vystupují do výšky 1 až 2mm nad okolní povrch. Na povrchu je patrné malé množství prachových depositů.



Obr. 4. Místo M3

M3-místo v dešťovém stínu, které není zvlhčováno ani v nejsilnějších srážkových průtržích. Kalcitové schránky živočichů jsou plně v povrchu kamene. Místo je poměrně čisté, bez viditelné větší sádrovcové krusty nebo povlaků a špín jiného typu. Lokálně se objevují tmavé dopozity.



Obr. 5. Místo M4 a M5

M4-místo na vrcholu kašny s rozdíly ve struktuře kamene. Toto místo má oproti M5 značněji vystupující kalcitové schránky živočichů dosahující výšky 1mm nad okolní povrch. Tento rozdíl se dá přisuzovat sedimentačním rozdílům v kameni. Kámen se jeví jako homogenní s mírně narušeným povrchem.

M5-poměrně homogenní kámen, ze kterého nevystupují kalcitové schránky živočichů. Povrch je mírně pod úrovní okolního kamene.



Obr. 6. Místo M6 a M7

M6-místo uvnitř kašny, vnitřní strana pole A5 a B3. Kámen se jeví v dobrém stavu, bez významnějších nečistot. Kalcitové schránky živočichů jsou téměř úplně v hloubce kamene. Na kameni jsou dokonce vidět stopy dláta, avšak zda se jedná o reliéf po původním mistru kameníkovi, není jisté. **Na obr. 1-6. jsou vytyčená místa výzkumu M1-7, která se budou objevovat pod těmito pojmy i v níže popsaném výzkumu.**

2. Optická mikroskopie

Druhým podrobnějším zkoumáním bylo pozorování povrchu kamene na kutnohorské Kamenné kašně pomocí optického mikroskopu. Pozorována byla místa M1-M7 podrobně popsána v kategorii - optický vizuální průzkum. Tato metoda odhalila přesné množství úbytku materiálu na vymezených místech kutnohorské kašny.



Obr. 7. Místo M1, 45x zvětšení



Obr. 8. Místo M1, 250x zvětšení

Na obr. 7. a 8. je přiblíženo místo vizuálního výzkumu M1 v srážkovou vodou nejvíce namáhaném místě. Můžeme pozorovat naprostý úbytek malých kalcitových krystalů a výplně mezi schránkami živočichů. Některé úlomky schránek už drží na místě jen minimálně a při proudění vody dochází k jejich oddělování.



Obr. 9. Místo M2, 45x zvětšení

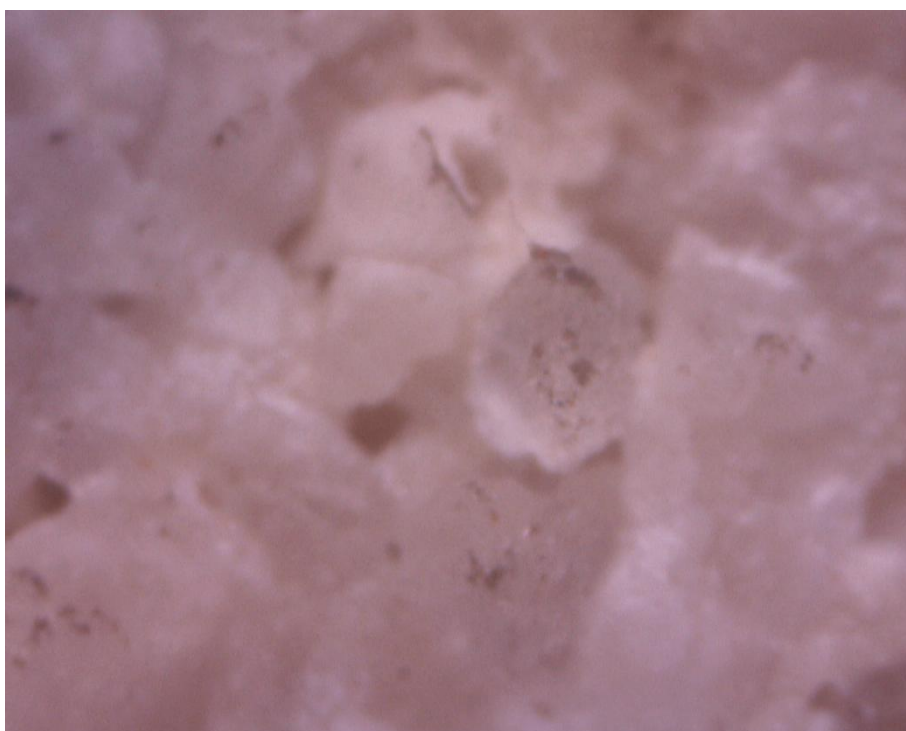


Obr. 10. Místo M2, 250x zvětšení

Na obr. 9. a 10. je patrný úbytek kalcitových krystalů a výplně mezi schránkami živočichů, nicméně je tento efekt v o něco nižší míře než u místa M1. Vyčnívající schránky zabíhají do hloubky kamene a nejsou zcela odhaleny.



Obr. 11. místo M3, 45x zvětšení

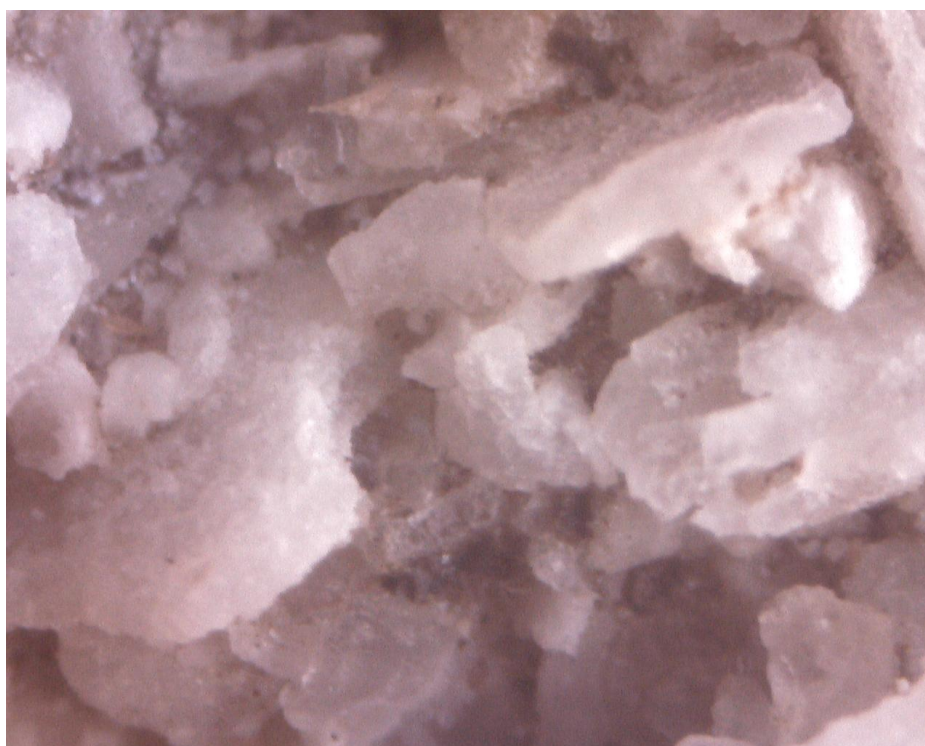


Obr. 12. místo M3, 250x zvětšení

Obrázek 11. a 12. představuje místo M3. Na těchto snímcích je možné pozorovat téměř zcela nevymytý povrch. Okolí jednotlivých schránek živočichů je vyplněno kalcitovými krystaly a výplní z drobných kalcitových úlomků schránek a usazenin.



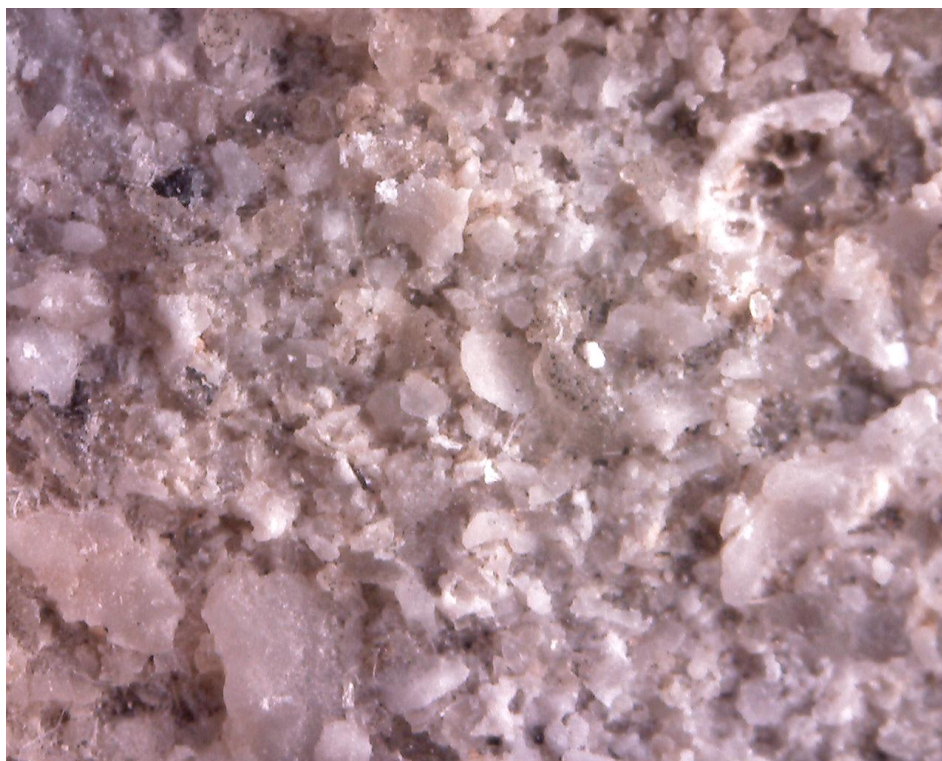
Obr. 13. Místo M4, 45x zvětšení



Obr. 14. Místo M4, 250x zvětšení

Na obr. 13. a 14. z vrcholu kašny je patrný výrazný úbytek materiálu do hloubky 1mm, poté se kámen uceluje a schránky živočichů do něj zarůstají. Na místě, které bylo snímáno, nedochází k proudění vody, což má zásadní vliv na celistvost kamene. Kalcit, který se vlivem

mírně kyselého deště rozpouští, zatíká do porézního systému kamene, kde se následně usazuje a kámen tak výrazně uceluje.

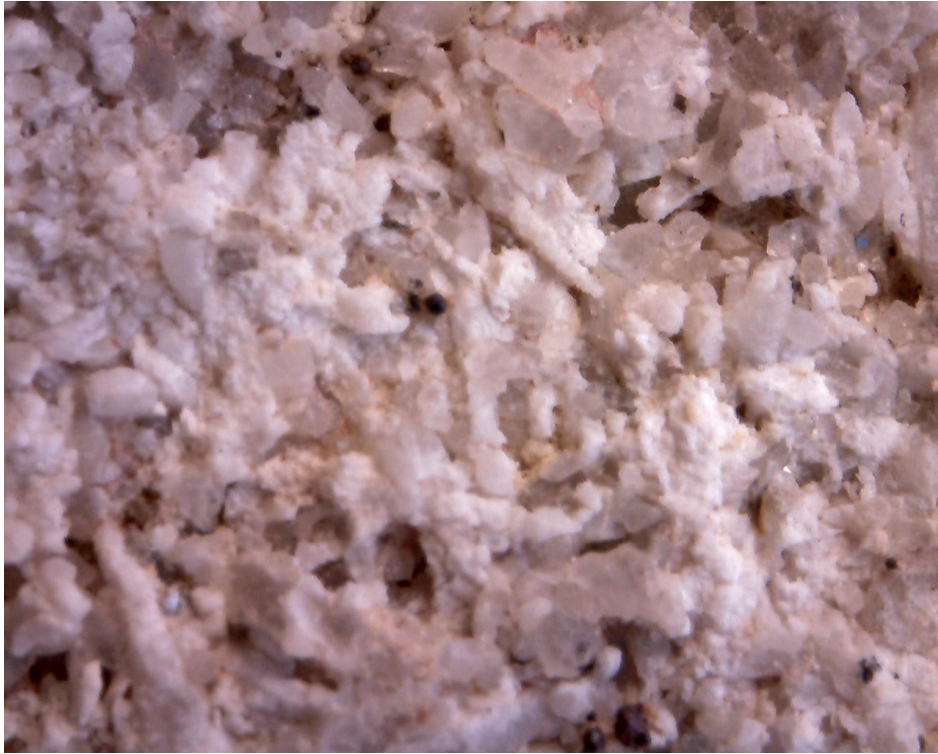


Obr. 15. Místo M5, 45x zvětšení



Obr. 16. Místo M5, 250x zvětšen

Obr. 15. a 16. místo M5 má totožné vlastnosti jako místo M4 s rozdílem ve velikosti schránek živočichů. Povrch je velmi kompaktní.



Obr. 17. Místo M6, 45x zvětšení

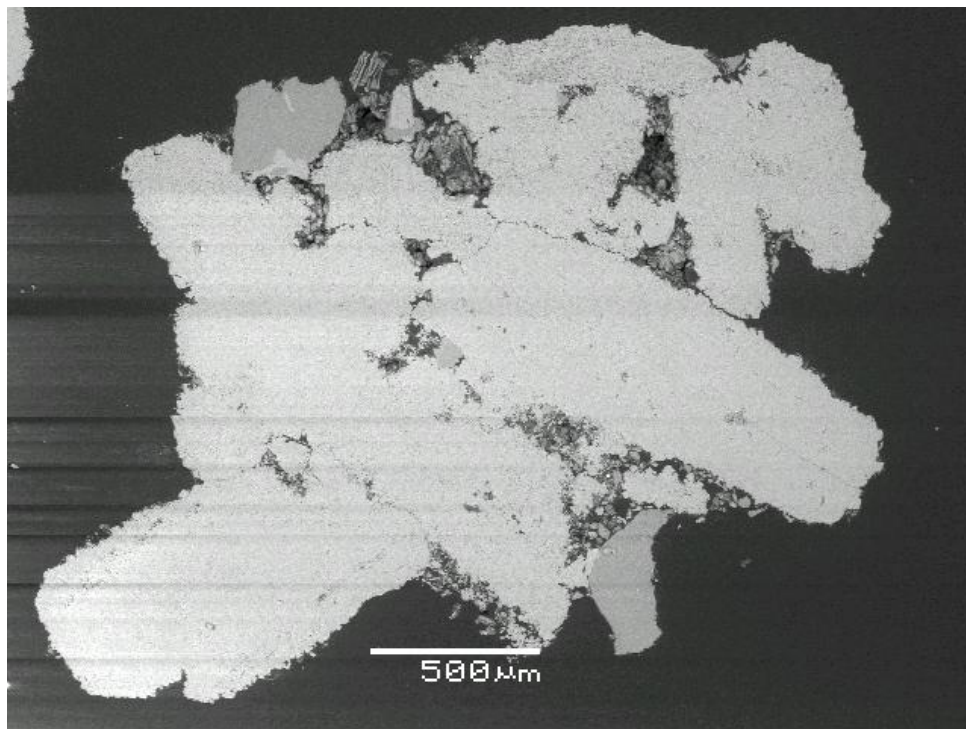


Obr. 18. Místo M6, 250x zvětšení

Obr. 17. a 18. Velmi kompaktní povrch, bez známek výraznějšího vyplavování povrchu.

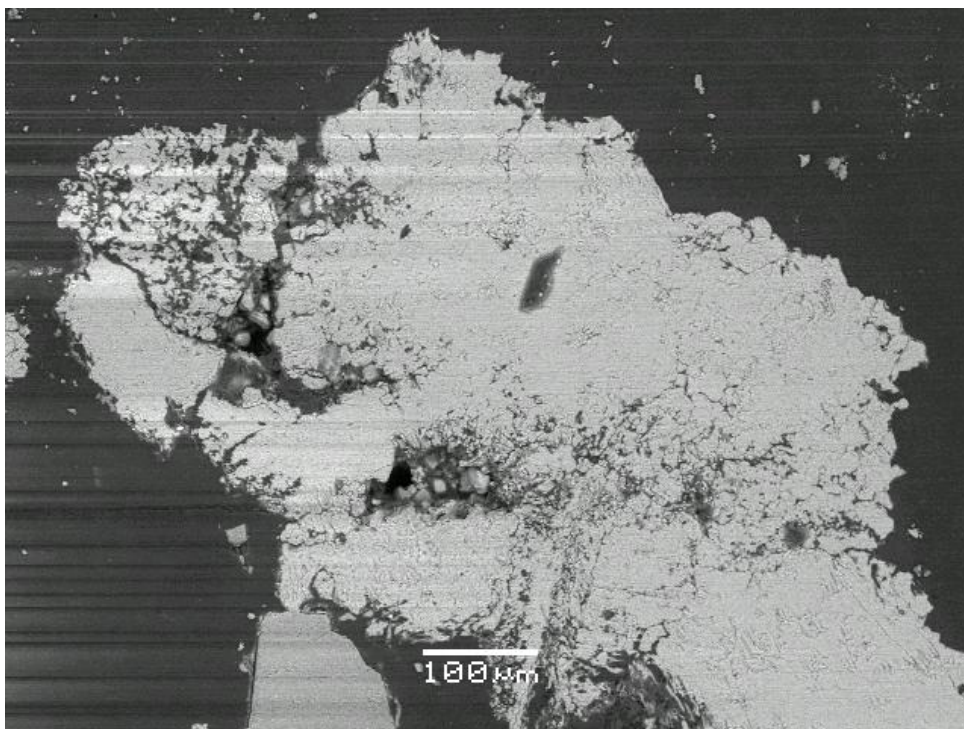
3. Elektronová mikroskopie

Pomocí elektronové mikroskopie byl dokázán degradační proces vlivem srážkové vody a jejího proudění. Pozorována byla opět v předchozích pasážích zmíněná místa, tentokrát v rozsahu M1 – M3.



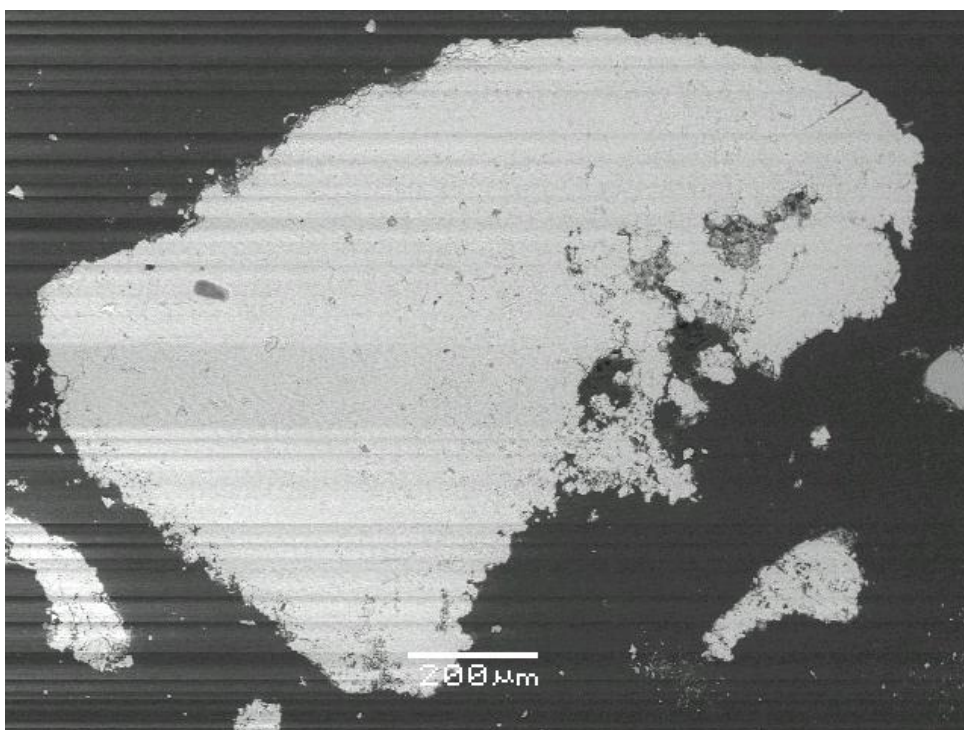
Obr. 19. Místo M3

Snímek na obr. 19. pochází z místa v deštovém stínu, kam se i při nejsilnějších průtržích nedostává prakticky žádná srážková voda. Jediná voda, která se sem v minimálním množství dostane, je voda transportovaná kapilárním systémem. Na snímku je možné pozorovat póry vyplněné silikátovým materiálem a zrnky křemene. Kalcitové krystaly sekundárně pojí větší části vápence v místech jejich doteku. Dále jsou pozorovatelné malé póry v místech doteku větších kusů vápence, které svým charakterem mírně připomínají trhliny, takže se může jednat již o mírnou degradaci.



Obr. 20. Místo M2

Na obr. 20. můžeme již pozorovat vymytý povrch a vystupující části vápencových zrn. Nedochozí zde k tvorbě sádrovcové krusty.

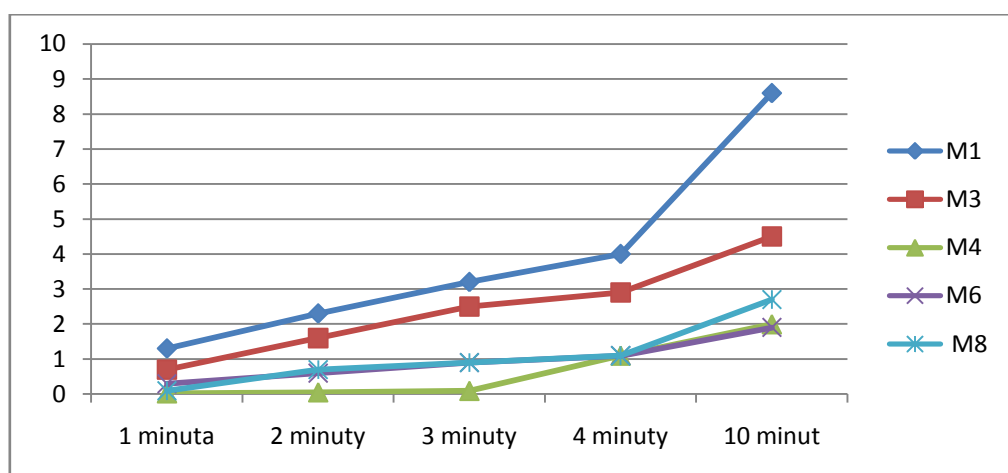


Obr. 21. Místo M1

Obr. 21. poukazuje celistvý materiál úlomku, místo M1 bylo natolik degradované, že se dařilo odebrat jen celé úlomky schránek s malým množstvím materiálu okolo nich.

4. Měření rozdílnosti absorpce vody

Na základě měření schopnosti kamene vsakovat vodu do porézního systému se dá vyhodnotit několik z toho plynoucích mechanismů koroze kamene. Nejvýznamnějším problémem je zvyšující se nasákavost u míst, která jsou vystavena přímému proudění srážkové vody. Vlivem odplavování a vymývání kalcitové výplně mezi vápencovými schránkami živočichů se nasákavost a objem vstřebané vody zvyšuje. Tento jev s množstvím dešťových cyklů roste.



Obr. 22. Graf měření nasákavosti, hodnoty 0-10 jsou v ml

	M1	M3	M4	M6	M8
1 minuta	1,3	0,7	0,02	0,3	0,1
2 minuty	2,3	1,6	0,05	0,6	0,7
3 minuty	3,2	2,5	0,09	0,9	0,9
4 minuty	4	2,9	1,1	1,1	1,1
10 minut	8,6	4,5	2	1,9	2,7

Tab. 1. Naměřené hodnoty nasákavosti v ml

Naměřené hodnoty M1-M6 na obr. 22. pochází z Kamenné kašny, M8 je hodnota naměřená na naprosto zdravém kameni z Kamenného domu opracovaném koncem 15. století, tedy z téměř stejné doby jako byl vznik Kamenné kašny. Měření M8 probíhalo na místě, jenž nebylo vystaveno povětrnostním vlivům a srážkové vodě.

Graf měření nasákavosti potvrzuje vliv srážkové vody na fyzikální vlastnosti kutnohorského vápence. Zajímavá je nízká nasákavost kamene na vrcholu kašny, vystaveného přímo srážkové dešťové vodě a v zimním období působení mrazových cyklů vlivem stojícího sněhu a ledu. Nízká nasákavost by se dala vysvětlit tím, že v místě měření dochází k minimálnímu proudění vody a rozpuštěný vápenec se dostává do porézního systému kamene pod ním, kde se usazuje.

5. Zkoumání odolnosti povrchu kutnohorského vápence, při nastolení co nejpodobnějších podmínek, kterým byl nebo je materiál vystaven

Na povrch kutnohorského mušlového vápence byla po definovanou dobu pouštěna nápodoba dvou typů deště. První z nich byl obdobou kyselého deště z 80. let o pH 4. Druhý byl obdobou běžného deště s pH 5,5, spíše mírně vyšší. Na povrchu vystaveném silně kyselému dešti došlo po 96 hodinách, ku běžným okem pozorovatelným změnám. Úbytek byl zásadní, v některých místech až v řádu dvou milimetrů. Oproti tomu na povrchu kamene vystavenému běžnému dešti nedošlo prakticky k žádné změně.



Obr. 23. Povrch vápence, před začátkem pokusu se silně kyselým deštěm, zvětšení 45x



Obr. 24. Povrch vápence po 96 hodinách vystavení silně kyselému dešti. Na obrázku je při zvětšení 45x patná totální změna struktury a vzhledu povrchu



Obr. 25. Zvětšení 45x, povrch vystavený běžnému mírně kyselému dešti před začátkem pokusu



Obr. 39. Zvětšení 45x, povrch vystavený běžnému mírně kyselému dešti po 96 hodinách průtoku. Povrch je bez viditelných změn.

6. Měření pevnosti kamene za ohybu, vystaveného zvlhčení definovaným kyselým deštěm, normální srážkovou vodou a měření suchého nenarušeného kamene

Při tomto měření se projevila další mechanická vlastnost kutnohorského mušlového vápence a to taková, že pokud je vápenec vystavený delší dobu vlhkosti, výrazně ztrácí svoji pevnost. Měřené části kamene byly z totožného materiálu se stejnou velikostí 5x5x2cm. Při jejich vystavení tlaku za ohybu nejdříve destruoval vzorek ponořený po čtyři dny do období kyselého deště s pH 4, při tlaku 11,5kg. Druhý v řadě destruoval kámen namočený také po čtyři dny, avšak v roztoku o pH 5,5-6, při tlaku 20,8 kg. Poslední suchý vzorek nevystavený žádnému roztoku destruoval při tlaku 56,3 kg.

7. Zkoumání množství rozpuštěného vápence v kyselém a normálním dešti

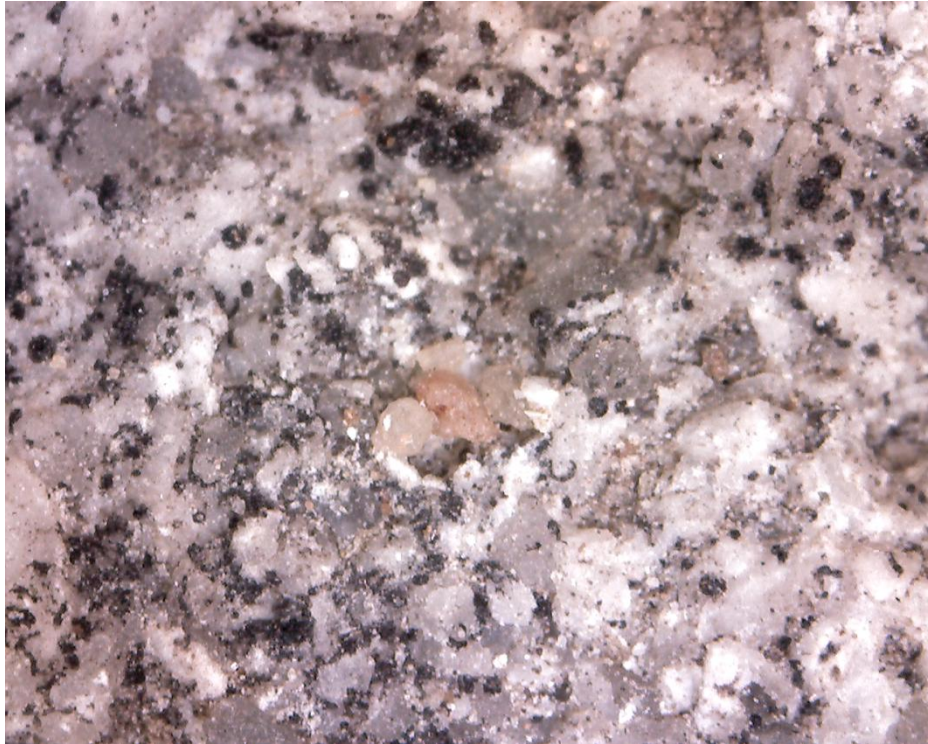
V tomto pokusu byly zkoumány dva velikostně totožné kusy kutnohorského mušlového vápence. Jeden byl ponořen do silně kyselého deště pH 4, po dobu čtyř dnů. Druhý byl ponořen po stejnou dobu do nápodoby deště s běžnou kyselostí pH 5,5-6. Reakcí kyselého deště s vápencem došlo k rozpuštění malého množství kalcitu, který byl poté vážen. Z vizuálního hlediska byl zákal v nádobě se silně kyselým deštěm výrazně hustější, než zákal v nádobě s běžným pH srážkové vody. Po dobu louhování se kyselost nálevu výrazně změnila a to u kyselého deště s pH 4 na počátku pokusu na pH 7,5 na konci a u běžného deště s pH 5,5-6 na pH 8,5. Výluh ze silně kyselého deště obsahoval v 5 gramech roztoku 0,004g kalcitu a výluh s běžnou kyselostí obsahoval 0,0005g kalcitu, tedy výrazně nižší číslo. Množství tekutiny, ve které se vápenec o rozměrech 5x5x2cm namácel, bylo v obou případech 250ml.

8. Zkoumání vlivu restaurátorských zásahů na povrch kutnohorského mušlového vápence.

Vlivem restaurátorských zásahů, jak potvrdil tento pokus, může docházet k zásadním úbytkům povrchu kutnohorského vápence. Z pokusu vyšla nejhůře metoda mikrotryskáním s abrazivem o velikosti částic do 0,25mm. Při tomto pokusu byl po dobu 2 dvou sekund tryskán korund ze vzdálenosti deseti centimetrů pod tlakem 5 barů na povrch vápence.

Ve druhém pokusu byl povrch vápence čištěn tlakovou vodou o tlaku 100 barů ze vzdálenosti 20cm po dobu pěti sekund. Při tomto pokusu došlo také k zásadním změnám na povrchu kamene. Tyto změny byly patrné vizuálním pohledem.

Třetí čistící pokus byl založený na čištění kamene pomocí tlakové páry o tlaku 5 barů v kombinaci s jemným silonovým kartáčkem. Tento pokus se jeví jako nejšetrnější ze tří zkoumaných metod. Všechny tři metody byly aplikovány po takovou dobu, během níž došlo k dostatečnému vyčištění kamene.



Obr. 26. Zvětšení 45x, před mikrotryskáním, na povrchu jsou patrné nečistoty.



Obr. 27. Zvětšení 45x, po mikrotryskání. Povrch je znatelně vyčištěn a to i od velkého množství kalcitových úlomků schránek živočichů



Obr. 28. Zvětšení 250x, před mikrotryskáním



Obr. 29. Zvětšení 250x, po mikrotryskání. Zde jsou ještě patrnější povrchové ztráty způsobené mikrotryskáním



Obr. 30. Zvětšení 45x, před omytím povrchu tlakovou vodou



Obr. 31. Zvětšení 45x, po omytí tlakovou vodou. Na povrchu jsou zřetelné úbytky úlomků schránek živočichů, které nejsou natolik radikální jako u mikrotryskání, nicméně pořád jsou ztráty nepřipustné. Povrch je naprosto vyčištěný



Obr. 32. Zvětšení 250x, před omytím tlakovou vodou



Obr. 33. Zvětšení 250x, po omytí tlakovou vodou. Povrch je zcela čistý, jsou patrné ztráty některých schránek živočichů a mezischránkové kalcitové výplně.



Obr. 34. Zvětšení 45x, před omytím pomocí tlakové páry



Obr. 35. Zvětšení 45x, po omytí tlakovou párou. Povrch je dostatečně vyčištěný, bez výraznějších úbytků schránek živočichů



Obr. 36. Zvětšení 250x, před omytím tlakovou párou

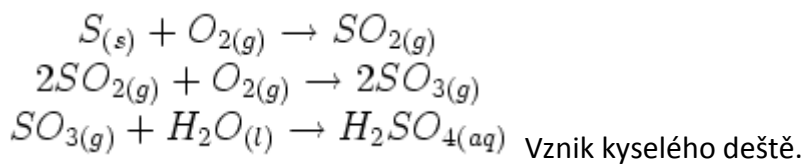


Obr. 37. Zvětšení 250x, po omytí tlakovou párou. Na snímku je patrný očištěný kámen s otevřeným povrchem, bez výrazného úbytku schránek nebo kalcitové výplně mezi nimi

VI. Popis degradačních procesů na kutnohorském mušlovém vápenci

1 Vliv srážkové vody a obzvláště pak kyselého deště

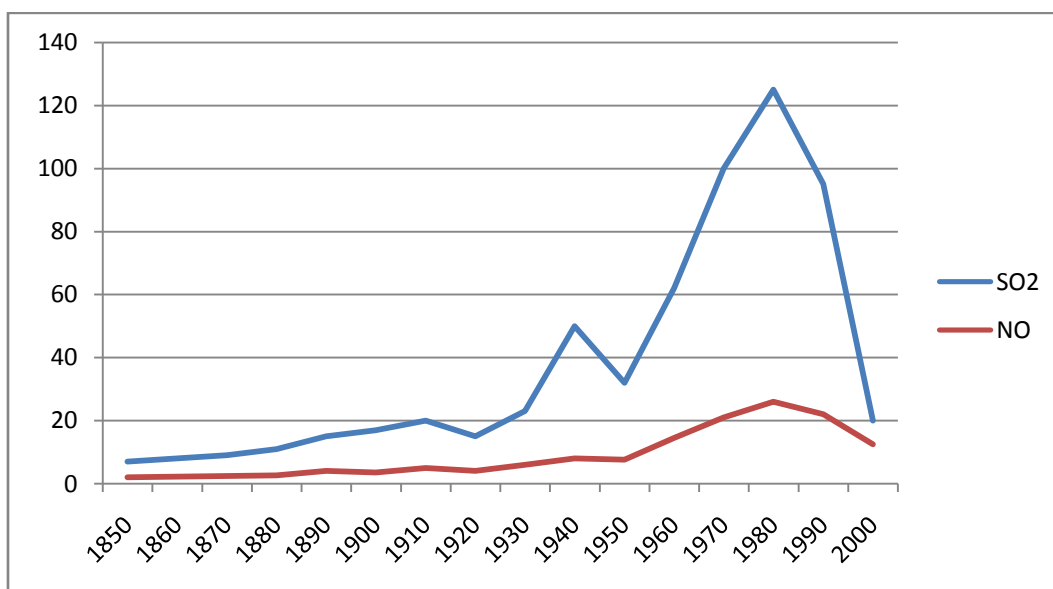
Kyselý déšť vzniká buď přirozenou cestou vlivem vulkanické aktivity, která je zdrojem především SO_2 , a oxidací sulfanu H_2S produkovaného mikrobiálním rozkladem biomasy v půdách a sedimentech. Druhým v posledních dobách mnohem zásadnějším producentem SO_2 se stala lidská činnost, především pak spalování fosilních paliv, jejichž přirozenou součástí je síra. Černé uhlí obsahuje 1% S, ropa 1-3% S, palivové dříví 0,1% S a hnědé uhlí 1-8% S. Při spalování uniká značná část S ve formě SO_2 do atmosféry, kde se reakcí s H_2O mění na slabou kyselinu sírovou H_2SO_4 .



Další látky, které ovlivňují kyselost deště jsou:

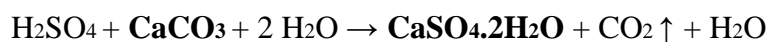
- Kyselina uhličitá H_2CO_3 , vznikající $CO_2 + H_2O \leftrightarrow H_2CO_3$.
- Kyselina dusičná HNO_3

Hodnota pH která určuje kyselost deště je daná koncentrací volných vodíkových iontů (H^+), které se uvolňují disociací kyselin. Změna jedné jednotky pH představuje desetinásobnou změnu v koncentraci (H^+). Běžný mírně kyselý déšť o hodnotě pH 5-6 představuje koncentraci H^+ v rozmezí 1-10 mikromolu l^{-1} . V osmdesátých letech minulého století pršely deště o kyselosti 3,5-4,5, představující koncentraci H^+ 30-300 mikromolu l^{-1} . Proto jsou kyselý deště přibližně stonásobně vyšším zdrojem kyselin, než přirozený atmosférický déšť.



Obr. 38. Historický vývoj měrných emisí SO_2 a NO_x v bývalém Československu. Údaje jsou vyjádřeny v kilogramech S či N za rok na hektar území, jedná se o průměrné hodnoty

Kyselost deště je zásadním činitelem v erozních mechanismech působících na kutnohorský mušlový vápenec. V kombinaci s jeho přirozenými vlastnostmi dochází při kyselém dešti k masivnímu úbytku během několika dní. Dalším škodlivým faktorem kyselého deště je to že se při reakci s vápencem tvoří sádrovec, který je na dešti vystaveném místě odplavován, avšak v mírně zavlhčovaném místě dešťového stínu koncentrován s efektem tvořící se sádrovcové krusty. Sádrovcová krusta se časem, při neustálém usazování sádrovce stává neprodyšnou a kámen pod ní začíná degradovat.



Vznik síranu vápenatého, který je cca 160x rozpustnější než CaCO_3 a zvětšuje svůj objem přibližně o 100%

Normální slabě kyselý déšť má tyto schopnosti značně redukováné, avšak během staletí se na povrch vápence také podepíše. Jeho schopnost rozpouštět vápenec můžeme nejlépe pozorovat v jeskyních, kde se z původních trhlin v kamenu staly během milionů let obrovské tunely a dómy. Pokud je voda proudící, tak má díky vlastnosti kutnohorského vápence, kterou je značná ztráta pevnosti ve vlhkém stavu, schopnost vymýt povrch až do hloubky několika centimetrů během sta let.



Obr. 40. Internát SPŠ. KH. čp. 67, budova první kutnohorské reálné školy z roku 1857. Vyplavený povrch mušlového vápence do hloubky několika cm vlivem proudící vody z rohové římsy

2. Vliv rozdílnosti ve vlastnostech sedimentačních vrstev

Vlivem rozdílnosti v sedimentačních vrstvách vznikajících za odlišných podmínek usazování a diagenězi schránek mořských živočichů dochází u kutnohorského vápence k odlišnému vymývání povrchu. S tím se pojí i tvorba prasklin na kameni, ba dokonce hlubokých průřev, do kterých rychleji zatíká voda a časem dochází k oddělení větších kusů kamene. Výrazné známky nehomogenity mají převážně kameny z poslední éry kutnohorského vápence v 19. Století.



*Obr. 41. Internát SPŠ. KH. čp. 67, budova první kutnohorské reálné školy z roku 1857.
Vyplavená méně soudržná vrstva kutnohorského vápence.*

3. Vliv vodorozpustných solí

Kutnohorský vápenec se jeví jako velmi dobře rezistentní vůči vlivu vodorozpustných solí. Při hlubším pátrání nebylo objeveno na žádném objektu typické poškození, způsobené krystalizačními cykly vodorozpustných solí a to ani v bezprostřední blízkosti cest a chodníků, které jsou bezpochyby v zimním období soleny. Tato vlastnost kutnohorského vápence je pravděpodobně způsobena velikostí jeho pórů a množstvím dutinek, díky které mohou vzniknout krystaly solí bez zvýšeného pnutí na stěny těchto větších pórů.

4. Vliv mrazových cyklů

Mrazové cykly mají také silně degradační vliv na kutnohorský vápenec. Jednou z vlastností tohoto vápence je, že si v sobě ponechává poměrně dlouhou dobu vodu a pokud se, obzvláště v pozdně zimním období, mění při slunných a jasných dnech výrazně teplota mezi dnem a nocí, dostává se voda z rozpuštěného sněhu do porézního systému kamene, kde následně v noci zamrzá a snižuje časem výrazně soudržnost kamene. Pokud dochází k zamrznání sněhu na povrchu kamene, a k jeho následné přeměně na led, dochází k odlamování některých částí schránek živočichů, které z povrchu výrazněji vystupují.

VII. Možnosti zabránění nebo stabilizace povrchových ztrát na kutnohorském mušlovém vápenci

Nejvýznamnějším erozním prvkem působícím na povrch kutnohorského mušlového vápence je voda. V Kutné Hoře je možné pozorovat u řady objektů, jak málo stačí k tomu, aby byly eliminovány povrchové ztráty způsobené tímto typem eroze. V mnoha případech se jedná pouze o jednoduchou stříšku nebo niku, která však zásadním způsobem ovlivňuje charakter díla pod ní. Objekt nemusí být zcela z dosahu vystavení srážkové vodě, dostatečně postačí, pokud po něm voda přímo neproudí ve větší míře. Stříška nebo nika také zabraňuje přímému sněžení na objekt a tudíž i výraznějšímu působení sněhu nebo ledu, který povrch také zásadně degraduje. Na obr. 42., 43. a 44. je patrná rozdílnost povrchu a dochované modelace soch, jedné umístěné v nice, druhé na nároží domu s ochranou stříškou nad ní a třetí vystavené přímému působení srážkové vody a mrazovým cyklům.



Obr. 42. Socha sv. Floriána, 3. čtvrtina 18. století, dům čp. 142, Rejskovo náměstí Kutná Hora. Na soše jsou patrné ostré tvary modelace, bez ztráty původního tvaru. Existují zmínky z roku 1989 o záměru dílo restaurovat, ale zda toto restaurování proběhlo, není prokázáno.



Obr. 43. Socha sv. Judy Tadeáše nárožní nika domu čp. 562. Na soše je patrný dobrý stav povrchu kamene, bez výraznějších ztrát materiálu.



Obr. 44. Socha sv. Jana Nepomuckého z poloviny 18. století, kostel sv. Jana Nepomuckého, Kutná Hora. Povrch kamene je silně vymyt, objevují se místa s degradujícím kamenem pod sádrovcovou krustou, dále velké praskliny a dutiny, do kterých zatíká voda. Na soše jsou patrné opravy z pozdějších dob.

VIII. V historii používané materiály s ochranným účinkem

Kamenné prvky a objekty byly v minulosti v převážné většině opatřeny polychromní či monochromní úpravou povrchu. Tato úprava měla vedle estetického a uměleckého účelu také vliv ochranný. Již staří mistři si byly vědomi účinků místních klimatických podmínek na kámen, a proto byly objekty umístěné v exteriéru opatřovány těmito nátěry. Historie barevných úprav soch a architektury spadá až do starověkého Egypta.

V období pozdní gotiky, v němž byla kašna vystavěna, je barevná povrchová úprava kamenných objektů téměř samozřejmostí. Pokud k ní není přistoupeno plošným nátěrem, je užívána jako podtržení výtvarného tvarosloví. Na kutnohorské kamenné kašně bylo objeveno četné množství barevných nátěrů a můžeme se domnívat, že byla v době vzniku, nebo krátce po ní opatřena nátěrem. Tyto nátěry pak byly udržovány a obměňovány. Na venkovní objekty se používaly nejčastěji dva typy nátěrů, olejová polychromie a vápenné nátěry.

XI. Závěr

Kutnohorský mušlový vápenec je nádherná hornina, se kterou se muselo starým mistrům jistojistě příjemně pracovat. Opracovatelnost tohoto kamene je dobrá. Hlavní složkou tohoto vápence je z mořských vod vzniklý CaCO_3 , který však bohužel ač z vody vznikl, tak bez patřičných opatření vodou také zanikne. Tento přirozený koloběh pomohla zásadně urychlit budovatelská éra v osmdesátých letech. Tehdejší funkcionáři si pravděpodobně mnuli ruce, protože vedle protáčejších se budíků s výkonem energie hnědouhelných elektráren se jim dařilo pomalu smívat i národní kulturní dědictví, vytvořené z kutnohorského mušlového vápence.

Prameny a literatura:

Kutnohorské muzeum stříbra a lapidárium, pan Bc. Josef Kremla.

Český hydrometeorologický ústav.

Doc. Jiří Novotný

Ing. Karol Bayer, Mgr. Art. Jakub Ďoubal, Problematika památek z kutnohorského vápence

Země - James F. Luhr, Euromedia Group k. s. 2004

Kyselý déšť stále s námi- zdroje, mechanismy, účinky, minulost a budoucnost. Jakub Hruška, Česká geologická služba. Jiří Kopáček, Hydrobiologický ústav AV ČR, edice PLANETA 2005

Otová, Pod ochranou Krista spasitele sv. Barbory

Miloš Suchomel, Záchrana kamenných soch

Jan Šrámek, Kameny v České republice

Vojtěch Volarka, O soše, Jak vzniká socha

Jiří Škabrada, Konstrukce historických staveb

Wilfred Koch, Evropská architektura

Klára Benešová, Petr Chotěbor, Tomáš Durdík, Miroslav Plaček, Dalibor Prix, Vladislav Razim, Architektura gotická

Atelier PUMMER/STEINKONSERVIERUNG

DIE KREMSER DREIFALTIGKEITSSÄULE

Forschung/Konservierung/Restaurierung

Europen Commission Research Project 2007

Wilfried Koch - Evropská Architektura (Encyklopedie evropské architektury od antiky po současnost)

Ivo Hlobil - Na základech konzervativní teorie české památkové péče (Výběr z textů)

Václav Vojtěch Štech, Cena stáří

