

**Univerzita Pardubice
Fakulta Restaurování**

Restaurování pole č. A8 na Kamenné kašně v Kutné Hoře

Praktická část bakalářské práce

2011

Autor práce: Pavla Szabová

Vedoucí práce: Mgr. art. Jakub Ďoubal

Univerzita Pardubice
Fakulta restaurování
Akademický rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Pavla Szabová**
Osobní číslo: **R07005**
Studijní program: **B8206 Výtvarná umění**
Studijní obor: **Restaurování a konzervace kamene a souvisejících materiálů**
Název tématu: **Restaurování pole č. A 8 a sloupku č. C 4 na Kamenné kašně v Kutné Hoře**
Zadávající katedra: **Ateliér restaurování kamene**

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

Zásady pro zpracování praktické části bakalářské práce: Bude proveden restaurátorský zásah na poli č. A4 a sloupku č. C4 na Kamenné kašně do fáze před scelovací barevnou retuší-bude proveden průzkum, vlastní restaurování a bude vyhotovena závěrečná dokumentace Zásady pro zpracování teoretické části bakalářské práce, jejíž název je Výběr nejvhodnějšího tmelícího materiálu pro vápence použité na Kamenné kašně -budou provedeny různé druhy maltovin, ze kterých na základě laboratorních zkoušek bude vybrán nejvhodnější materiál, který bude použit k tmelení vápenců na kašně

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

**Josef Čepelka, bakalářská práce 2004 Sborníky spol. STOP Chemie
v praxi restaurátora a konzervátora, Praha 1987 Kopie technických listů**

Vedoucí bakalářské práce:

Mgr. art. Jakub Ďoubal
Ateliér restaurování kamene

Datum zadání bakalářské práce: **30. října 2010**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. srpna 2011**



Ing. Karol Bayer
děkan

L.S.



doc. Jiří Novotný, akad. sochař
vedoucí ateliéru

V Litomyšli dne 5. května 2011

Anotace:

Tato bakalářská práce popisuje průběh restaurování pole č. A8 na kamenné kašně v Kutné hoře. Práce obsahuje popis památky, jejího poškození a postup při restaurování. Další částí této práce je průzkum tmelících směsí na vápence pro použití na kašně. V této části bakalářské práce byly zkoumány v laboratorním prostředí fyzikální a mechanické vlastnosti různých tmelících směsí na vápence. V přílohách jsou výsledky těchto zkoušek.

Klíčová slova:

vápenec, Kutná Hora, kašna, tmel, restaurování, poškození,

This thesis describes the course of restoration of section No. A8 on a stone fountain in Kutna Hora. The work contains a description of the monument, of the damage and progress during restoration. Another part of this work is the exploration of limestone filler mixtures for use in fountain. In this part of the thesis has been examined in a laboratory environment, physical and mechanical properties of various mixtures of limestone filler. The annexes are the results of these tests.

Key words:

limestone, Kutna Hora, fontaine, mastic, restoration, damage

Restaurování pole č. A8 a sloupku č.C4 na Kamenné kašně v Kutné Hoře

Restaurátorská dokumentace

Zodpovědný restaurátor: Mgr. Art. Jakub Ďoubal

Odborná spolupráce: Ing. Blanka Kolinkeová, Ing. Karol Bayer

Restaurovala: Szabová Pavla

Počet vyhotovení restaurátorské dokumentace: 3

Místo uložení restaurátorské dokumentace: Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování,
archiv fakulty, Jiráskova 3, 5701 Litomyšl

Dokumentace je chráněna ve smyslu zákona číslo 89/1990 sb. v úplném znění (aut. zákona) s tím, že právo k užití ve smyslu zákona číslo 20/1987 sb. v plném znění (o pam. péči) má objednavatel a příslušný orgán památkové péče.

Dokumentaci vypracovala Pavla Szabová

Prohlašuji:

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména 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 s tím, že 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 (pobočka FR Litomyšl)

V Litomyšli dne.....

.....
podpis

Prohlašuji, že jsem použila při restaurování pouze materiálů a postupů uvedených v této restaurátorské dokumentaci. Nejsem si vědoma nových zjištění a skutečností na restaurované památce, které by nebyly uvedeny v této dokumentaci.

Prohlašuji, že restaurátorský zásah byl proveden v mezích určených zadáním.

Dále chci poděkovat Ing Blance Kolinkeové za cenné rady a pomoc při vzniku této práce.

V Litomyšli dne.....

.....
Zodpovědný restaurátor
Mgr. Art. Jakub Ďoubal

Seznam použitých symbolů a zkratek

VH- vápenný hydrát

VIC- Vicat

HC-hlinitanový cement

BC-bílý cement

CaSO₄- síran vápenatý

CaCO₃- uhličitan vápenatý

KV- kutnohorský vápenec

UZT- ultrazvuková transmise

ČV- čpavková voda

PV- peroxid vodíku

DP- dezinfekční prostředek

OV- odporové vrtání

VRS-vodorozpustné soli

Odborná externí spolupráce:

Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v. v. i.

Akademie věd ČR

Evropské centrum excelence ARCCHIP

Prosecká 76 190 00 Praha 9

Obsah

Lokalizace památky	12
Údaje o památce	12
Údaje o akci	12
Popis památky.....	13
IV.I. Historický průzkum	13
IV.II. Popis objektu.....	14
IV.III. Popis stavu památky před restaurováním	15
Nálezová (průzkumová) zpráva.....	17
V.I. Návrh na provedení průzkumu	17
V.II. Průzkumová dokumentace	17
V.II.I. Zkoušky nasákavosti povrchu	18
V.II.II. Stratigrafie barevných vrstev	18
V.II.III. Stanovení černé krusty na povrchu vápence	19
V.II.IV. Stanovení nepropustné krusty na povrchu pískovce	19
V.II.V. Stanovení obsahu vodorozpustných solí v objektu	20
V.III. Vyhodnocení průzkumu před restaurováním	21
průzkum tmelících směsí s výběrem nejvhodnější pro tmelení vápenců na kamenné kašně	21
VI.I. Zadání průzkumu.....	23
VI.II. Závěr:	25
Koncepce restaurátorského zásahu	27
Návrh na restaurování.....	28
Postup práce.....	28
Použité technologie a materiály.....	31
Doporučený režim památky.....	32
Citace	32
Použité zdroje informací.....	32
Grafická příloha	33
XIII.I. Grafická příloha č. 1 ,měření nasákavosti kamene	33
XIII.II Grafická příloha č. 2, statigrafie barevných vrstev a prvkové složení	35
.....	36
XIII.III. Grafická příloha č. 3 zákresy poškození	43
XIII. IV. Grafická příloha č. 4 měření ultrazvukové transmise	49

XIII. V. Grafická příloha č 5. měření tvrdosti odporovým vrtáním.....	51
XIII.VI. Grafická příloha č. 6 výsledky měření pevnosti umělého kamene.....	52
XIII.VII. Grafická příloha č.7 výsledky měření nasákavosti umělého kamene.....	54
XIII.VIII. Grafická příloha č. 8 výsledky měření obsahu vodorozpustných solí ve vzorcích tmelů	56
XIII.IX. Grafická příloha č. 9 výsledky měření paropropustnosti vzorků tmelů	56
XIII.X. Grafická příloha č. 10 vyhodnocení odsolovacího zásahu na Kamenné kašně v Kutné Hoře – druhá etapa	57
příloha č. 2-průzkum fixační vrstvy barevných retuší, průzkum tmelících směsí pro použití na kamenné kašně.....	66
XIV.I. Průzkum fixačních materiálů pro barevnou retuš.....	66
XIV.II. Průzkum tmelících směsí pro tmelení pískovců na kamenné kašně	67
příloha č.3-technické a bezpečnostní listy použitých materiálů	70
Fotodokumentace.....	71

LOKALIZACE PAMÁTKY

1. **Okres:** Kutná Hora
2. **Obec:** Kutná Hora
3. **Adresa:** Rejskovo náměstí
4. **Bližší určení místa popisem:** Uprostřed náměstí
5. **Název objektu, jehož součástí je restaurované dílo:** Kamenná kašna na Rejskově náměstí
6. **Název památky:** Kamenná Kašna

ÚDAJE O PAMÁTCE

1. **Autor:** Matyáš Rejsek z Prostějova
2. **Sloh/ datace:** 1495
3. **Materiál/ technika:** Mušlový vápenc kutnohorského typu, mšenský, hořický a božanovský pískovec/ kamenicky opracované
4. **Předchozí známé rest. zásahy:** Jedná se o zdokumentované zásahy, či jejich zmínky (blíže popsány v kap. IV.I.)

ÚDAJE O AKCI

1. **Vlastník:** Město Kutná Hora
2. **Investor:** Město kutná Hora
3. **Závazné stanovisko OÚ č. MKH/041863/2009 ze dne 18.9.2009**
4. **Termín započetí a ukončení prací:** 1.4.-30.8.2011
5. **Památkový dozor NPÚ:** Mgr. Ludmila Maděrová

POPIS PAMÁTKY

IV.I. Historický průzkum

Kamenná kašna je památkou z konce 15. století a pro Kutnou Horu byla v té době velmi významnou stavbou. Byla totiž jedním z mála rezervoárů pitné vody, které byl díky rozsáhlé důlní činnosti v okolí města nedostatek. Voda byla přivedena z několika kilometrů vzdáleného pramene dřevěným potrubím, které se větвило do několika dalších rezervoárů po městě. V případě Kamenné kašny šlo o zřejmě menší dřevěnou nádrž, kolem níž pak byla postavena dekorativní kamenná zeď. Údajným stavitelem tohoto velmi významného díla je Matěj Rejsek z Prostějova, sochař a kameník, který se též účastnil výstavby chrámu Sv. Barbory v Kutné hoře. Jako zásobárna vody byla kašna používána až do 19. století.

Stavba je citlivě umístěna do prostoru malého Rejskova náměstí a patří mezi skvosty pozdně gotické architektury. Je i významnou památkou technického charakteru. Spolu s celou městskou památkovou rezervací je zařazen na český seznam památek [Světového dědictví UNESCO](#).

V letech 1887-1890 proběhla na kašně puristická přestavba, při níž byla část původních vápencových bloků vyměněna za hořícký pískovec. Konkrétně se jednalo vytvoření nových fiál a nahrazení některých původních kusů z mušlového mezholevského pískovce. Při této opravě byla odstraněna střecha kašny. Vedoucím puristické přestavby byl Ludvík Lábler.

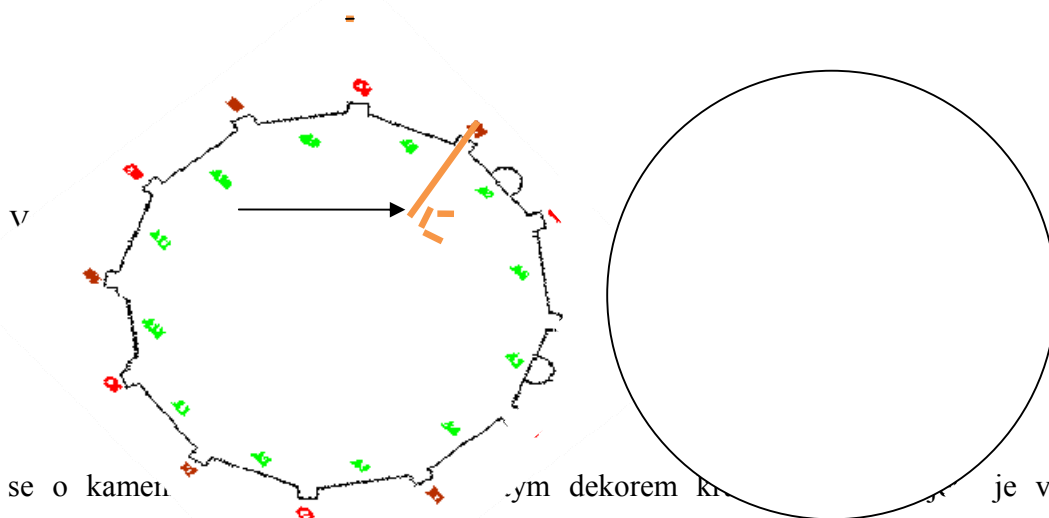
Již roku 1963 bylo nutné vyměnit některé kusy pískovce hoříckého za mšenský. Další restaurování proběhlo roku 1987 v rámci rekonstrukce náměstí (ing. Arch. B. Fanta) Vedoucím zásahu byl ak. soch. rest. Smrkovský. Proběhlo čištění od porostů zeleně, prachových depozit a následná konzervace kamene. Plastická retuš byla provedena „v tmelu na bázi minerálního pojiva“. V této době byla vytvořena kopie dřevěných dveří do kašny s kovaným pobitím.

Další restaurování proběhlo v letech 1993-1996. V odborných kruzích byl zásah kladně hodnocený pro svou „odbornost a vysokou úroveň restaurování“. Proběhlo čištění od nánosů zeleně, náletových dřevin, povrchových krust a prachových depozitů a exhalátů. Byly odstraněny zbytky střešní konstrukce. Proběhlo odsolování (konzultace s VŠCHT) a konsolidace kamene (konsolidační a hydrofobizační prostředky na bázi organokřemičitanů řady Porosil, fa AQUA

Bárta). Byly odstraněny dožilé tmely (minerální tmel) a kamenné fiály a další architektonické prvky, které byly nahrazeny kopiemi z božanovského pískovce. Proběhlo také 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 pojených v prostředku Veropal KP 709¹), dále sčepování kusů kamene čepy z „barevných kovů“. V poslední etapě tohoto restaurování byly vytvořeny kopie některých kusů kamene, které byly vytvořeny z božanovského pískovce. Některé tyto kopie jsou méně kvalitní a neodpovídají zcela původnímu tvaru.

IV.II. Popis objektu

Obr.1 půdorys kašny se zákresem restaurovaného pole



Jedná se o kamennou kašnu s dvanácti polí, každým z nich je dekorativní kružba, která je ve skutečnosti dvanáctiúhelník s kružbami. Na každé polí je dekorativní kružba, která je ve skutečnosti dvanáctiúhelník s kružbami. Uvnitř kašny nejsou žádné dekorativní prvky. Do jednoho z polí jsou vsazeny vstupní dubové okované dveře, které byly nedávno rekonstruovány. Do kašny vedly původně snad dvojce dveře (vrchní a spodní), ale zřejmě při jedné z přestaveb kašny byly dolní dveře zazděny a místo nich vznikly na dvou spodních polích dva dekorativní kohouty s žulovými nádobami, z nichž tekla voda. V dřívější době bývala kašna

zastřešena, na horní ploše jsou zatmeleny otvory pro konstrukci a je uváděna v předchozích restaurátorských dokumentacích.

Restaurovaným dílem je jedno z oněch dvanácti dekorativních vnějších polí s plastickým dekorem trojitě gotické kružby. Celkově je pole vertikální. Jednotlivá pole jsou oddělena pilastry. Základové bloky jsou bez dekoru, z kamenných horizontálně ložených různě velkých kvádrů. Tento základ je mírně předsazen před ostatní kružbu. Samotná kružba vychází ze základu na čtyřech pilastrech. Uprostřed pole je do vápencového bloku vysekán žlábkovým písmem letopočet 1495.

Nad středem kružby na sešikmené stříšce se nachází menší fiála postavená nakoso vůči ploše sešikmení. Základnu tvoří profilovaný prstenec, nad ním jsou na hranách větší kraby, dále opět profilovaný prstenec zakončující fiálu.

Součástí restaurování je i pravý sloupek pole (z pohledové strany). Ze základu je veden pilastr zakončený hlavicí s rostlinným motivem. Na hlavicí původně stávala soška, do dnešní doby se nedochovala. Nad prostorem pro sochu je baldachýn, z něhož vychází vyšší fiála s kraby a profilovanými prstenci. Z té vystupují ve spodních partiích jejích čtyř stěn další čtyři menší fiálky. Nad nimi jsou na hranách menší kraby, dále profilovaný prstenec, větší kraby opět na hranách fiály a opět profilovaný prstenec zakončující fiálu.

Na pilastru sloupku byla nalezena signatura. Jedná se o písmeno M, které je zasekáno přímo do sešikmení pilastru. Není jisté, kdo je autorem signatury, je ale jisté, že se na kameni nacházela již před posledním restaurováním v devadesátých letech, neboť je přetmelena. Podobná signatura se nachází i na vedlejším poli.

IV.III. Popis stavu památky před restaurováním

Průzkum kašny byl proveden již v roce 2009 a je k němu vyhotovena písemná i grafická dokumentace, která je uložena v archivu Fakulty restaurování Univerzity Pardubice. Provedl jej Mgr. art. Jakub Ďoubal. Součástí průzkumu jsou analýzy kamenů, salinita, fotodokumentace.

Na vápencových prvcích došlo postupně k „odmývání“ povrchu. Důsledkem je zdrsnění a postupná ztráta původního povrchu. Díky přítomnosti úlomků schránek mořských živočichů ve vápenci, které jsou odmývány mnohem pomaleji, je na některých místech úbytek horniny poměrně dobře pozorovatelný (lokálně až 4-5 mm).

Pískovec je na mnoha místech narušen vymytím měkčích jílových složek kamene. 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 znamenal 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 nahryzeny 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, dochází k 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 přetěry a rozsáhlým tmely jsou pravděpodobně hlavní příčinou degradace kamenných prvků kašny ⁽¹⁾

Objekt na první pohled nejevil známky velkého poškození. Ta se objevila až při bližším průzkumu. Po celém povrchu se nacházely prachové usazeniny a špína. Na srážkových místech vegetovaly mechy a lišejníky různých druhů a barev. V kružbách byly černé pavučiny zachytávající nepořádek a zimoval zde různý hmyz.

Na objektu se nacházelo velké množství vysprávek z umělého kamene z předchozích restaurátorských zásahů. Jednalo se především o minerální tmely modifikované disperzí. Pod většinou minerálních vysprávek byl kámen silně narušen a korodoval. Místy byla ztráta původního kamene až do hloubky několika mm. Slabší vrstvy tmelů a cementové přetěry se odlupovaly i s vrstvičkou kamene.

Spáry byly provedeny do líce a celý povrch byl ucelen a sjednocen jednobarevným disperzním nátěrem okrovo-šedé barvy. Vápence byly většinou přetřeny a uzavřeny cementovým pačokem. Tímto způsobem byl lokálně upraven i povrch pískovců. Povrch vápenců ve středních partiích byl uzavřen tmavou neprodyšnou krustou.

Vrchní fiály byly hodně ztmavlé černými depozity. Na baldachýnu chybí tři ze čtyř malých fiál. Dalším nepříznivým vlivem, který značně přispívá k úpadku díla je srážková voda a sníh. Nejvíce byla narušena místa, kde nepřímě stékala srážková voda jako např. pod „nosem“

vrchní římsy. Zde je vidět koroze kamene vlivem stékání vody až pod „nos“ římsy, který by měl naopak plnit funkci odvodu vody. Tato římsa má však příliš malý přesah, voda tedy stéká na kružbu s kraby a po ní dolů. V některých místech byla voda zadržována dlouhodobě-různé výžlabky krabů apod., zde je tedy materiál také často poškozený. Hrany jednotlivých bloků jsou také velmi degradované, zejména v horních partiích okolo erbů.

Některé části chybí definitivně. Právě fiále chybí tři ze čtyř malých fiál.

NÁLEZOVÁ (PRŮZKUMOVÁ) ZPRÁVA

V.I. Návrh na provedení průzkumu

Nejprve bude proveden řádný vizuální průzkum a na jeho základě budou stanoveny případné odběry vzorků pro laboratorní analýzy a zkoušky.

Po vizuálním průzkumu bylo rozhodnuto o odběru vzorků na stanovení obsahu černé krusty na vápencích, nepropustné vrstvy na pískovcích, stratigrafie nalezených povrchových úprav.

Po očištění i během prací budou prováděny další případné zkoušky a potřebné odběry vzorků.

V.II. Průzkumová dokumentace

Vizuálním průzkumem bylo zjištěno značné znečištění objektu prachem, pavučinami a povrchovými lokálními krustami. Dále byla zjištěna koroze kamene pod starými vysprávkami a přetěry. Na několika místech se vyskytovaly mokré „mapy“, pravděpodobně vlivem zasolení povrchu kamene. Na základě vizuálního průzkumu byly odebrány vzorky pro

měření nasákavosti

stratigrafie barevné vrstvy (na vápenci)

nábrus černé kruty

stanovení krusty na vápenci a pískovci

V.II.I. Zkoušky nasákavosti povrchu

Metoda analýzy:

Na povrch měřeného místa materiálu byla přiložena Karstenova trubice pro svislé nebo vodorovné měření a byla naplněna kapalinou do výše 5ml. Každé měření bylo provedeno vodou. Množství nasáknutých ml bylo sledováno v různých časových intervalech *viz graf: příloha č. 1*

Cílem zkoušek nasákavosti pomocí Karstenových trubic bylo zjistit průchodnost povrchových pórů kamene pro následné odsolování.

Ze zkoušky bylo zjištěno, že většina povrchu jak pískovců, tak i vápenců je velmi málo nasákavá, tudíž méně prostupná. Lokálně byla vyzkoušena metoda mikroabrazivního čištění, po kterém byly zkoušky nasákavosti opět provedeny a výsledkem bylo, že povrch byl mnohem lépe nasákavý a prostupný.

V.II.II. Stratigrafie barevných vrstev

Byly odebrány dva vzorky ze dvou míst, z číslice 1 a z povrchu vápence pod spodním sešikmením. Jedná se o velmi malé fragmenty, ze kterých není možné určit, zda se jednalo o polychromii či monochromii.

Zadání průzkumu:

Stratigrafie barevných vrstev

Identifikace pigmentů a pojiva

Metody průzkumu:

Optická mikroskopie v dopadajícím světle – provedeno na optickém mikroskopu OPTIPHOT2-POL (Nikon, Japan). Přítomnost organických vrstev byla pozorována na základě jejich luminiscence v UV světle.

Rastrovací elektronová mikroskopie s energiodisperzním analyzátozem (REM-EDS) – provedeno na elektronovém mikroskopu JEOL JSM 5500 LV s analyzátozem IXRF s detektorem Gresham Sirius 10. Provedeno ve spolupráci s Ing. Milanem Vlčkem, CSc. ze Společné laboratoře chemie pevných látek AV ČR a Univerzity Pardubice.

Popis metodiky:

Stratigrafie barevných vrstev–vzorky byly zality do dentální pryskyřice Spofacryl. Byly vybroušeny příčné řezy vzorků. Nábrusy byly pozorovány pod mikroskopem v dopadajícím viditelném, modrém a UV světle při zvětšení 50x 100x a 200x.

Určení prvkového složení vrstev REM-EDS – bylo provedeno na nábrusech připravených pro optickou mikroskopii v dopadajícím světle.

U *vzorku č. 1 (6384)* byla zjištěna barevná povrchová úprava. Na bílých vápenných nátěrech, kterými byla pravděpodobně opatřena celá kašna, byla pozorována vrstva obsahující organickou čern – pravděpodobně se jedná o kostní čern, která byla později překryta opět bílým vápenným nátěrem.

Vzorek č. 3 (6386) je vzorek odebraný z vápencového podkladu a jedná se o vrstvu uhličitanu vápenatého, jejíž povrch je zcela přeměněn na sádrovec a obsahuje značné množství různých nečistot. Nejmladší jasně bílá vrstva byla identifikována jako vrstva zinečnaté běloby.

V.II.III. Stanovení černé krusty na povrchu vápence

Při zkoumání černé krusty byla použita stejná metoda průzkumu a metodika jako při stanovování stratigrafie barevných vrstev v kapitole VI.II.II.

Vzorek č. 2 byl odebrán z hrany číslice 1.

V případě *vzorku č. 2 (6385)* byla identifikována vrstva uhličitanu vápenatého na vápenci, jejíž povrch je sulfatizován a obsahuje nečistoty.

V.II.IV. Stanovení nepropustné krusty na povrchu pískovce

Vzorek byl zakápnut na sklíčku 30% roztokem kyseliny chlorovodíkové, poté byl vyžihán nad kahanem a pozorován pod lupou Nikon MZ630.

Na vzorku byly pozorovány charakteristické jehlicovité krystaly CaSO_4 .

V.II.V. Stanovení obsahu vodorozpustných solí v objektu

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)

Průběh odsolování byl sledován a kontrolován měřením obsahu solí v odsolovacím materiálu po jednotlivých 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.

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 jím snížit obsah solí v celém objemu kamenných kvádrů.

V.III. Vyhodnocení průzkumu před restaurováním

Vyhodnocením průzkumu bylo zjištěno, že většina kamene je ve špatném stavu. Do objektu vzlíná od základu vlhkost, což se projevuje mokkými mapami na povrchu kamene. S touto vlhkostí vzlínají materiálem i vodorozpustné soli, které jsou ve zvýšené koncentraci. Pohledový povrch kamenů je z větší části uzavřen málo prodyšnými krustami CaCO_3 a CaSO_4 a cementovými povlaky. Tyto málo prostupné bariéry způsobují místy hloubkovou korozi kamene pod tímto povrchem. Stanovením černé krusty na vzorku č.2 je možné, že se jedná o pozůstatky vápenných nátěrů nebo vápenných složek, které se časem vyplavovaly k povrchu vápence. Barevná scelující retuš je již místy smytá.

Patrně největší podíl na poškození mají v současnosti starší převážně cementové doplňky, které uzavírají povrch kamene, který nemůže „dýchat“. Díky tomu pod tmely začal kámen korodovat a rozpadat se (místy až do hloubky několika cm).

V minulosti byly vápence na kašně opatřeny vápennými nátěry, není však možno usoudit zda se jednalo o monochromní či polychromní úpravu. Na pískovcích nebyly pozorovány zbytky barevných úprav.

PRŮZKUM TMELÍCÍCH SMĚSÍ S VÝBĚREM NEJVHODNĚJŠÍ PRO TMELĚNÍ VÁPENCŮ NA KAMENNÉ KAŠNĚ

Cíl průzkumu

Cílem této části bakalářské práce bylo vybrat co nevhodnější tmelící směs pro vápence použité na Kamenné kašně. Jednou z hlavních podmínek bylo, že tmely na vápence by měly mít převážně vápenné pojivo, které je podobné vápenci. Celá práce probíhala pod dohledem technologa a byla s ním konzultována. Pro naše konkrétní použití je důležité, aby vybraná směs byla svými estetickými vlastnostmi co nejpodobnější tomuto materiálu. Dále je důležité, aby směs nenarušovala žádným způsobem originální materiál, tudíž je dostatečně měkká, paropropustná a není zdrojem vodorozpustných solí. V této práci jsem se soustředila spíše na pojiva tmelů a jejich vliv na výsledný produkt. Byly použity dvě směsi, kterými byly již někdy úspěšně tmeleny kutnohorské vápence avšak bez mechanických zkoušek, a dvě směsi vlastního výběru po

konzultaci s technologií. Ve třech směsích, kde byl použit vápenný hydrát, byla přidána hydraulická přísada pro zlepšení zpracovatelnosti přímo na místě určení, tedy aby tmely měly alespoň mírně hydraulické vlastnosti a daly se dříve zaškrabovat, hydraulická pojiva mají také větší odolnost vůči povětrnostním vlivům. Samotné vápno tuhne mnohem déle a nemá tak dobré vlastnosti.

Jelikož nebylo možné odebrat z kašny kámen potřebné velikosti pro provedení srovnávacích zkoušek, byl vybrán tmel, který byl dobře paropropustný, méně tvrdý, dobře zpracovatelný, neobsahuje vodorozpustné soli a je dostatečně homogenní.

Kutnohorský vápenec

Pod pojmem kutnohorský vápenec se všeobecně rozumí hornina, která se zhruba od 14. století běžně těžila v okolí Kutné Hory a byla hojně využívána pro stavební i sochařské účely v této lokalitě až do 19. století.

Jedná se o vápnité pískovce až písčité vápence, ve kterých se mohou vyskytovat i poměrně velké zbytky schránek mlžů, zrna křemene, živců a glaukonitu. Vápenec se těžil například v Mezholezech, v oblasti Vyšatovy skály nebo Kaňku. S každým lomem se také liší vlastnosti kamene. Na kašně se nachází několik typů tohoto materiálu a není známo, ze kterého lomu tento materiál pochází.

Rozdělení tmelů

Po konzultaci s technologem a vedoucím práce byly stanoveny čtyři druhy pojiva, která je možné použít při tmelení kutnohorského vápence. Ve třech případech se jednalo o vzdušné vápenné pojivo s přídavkem hydraulických pojiv a v jednom případě bylo použito speciální hydrofobní vápno bez přídavků dalších hydraulických složek. Popis složení jednotlivých tmelů najdeme v tabulce č. 1. Jako hlavním pojivem tří směsí byl vápenný hydrát předem naložený do vody. Naložení není třeba, ale bylo takto používáno již při předchozích zkouškách tmelení na kašně. Jako hydraulické příměsi k tmelům s VH byl použit Vicat, bílý portlandský cement a hlinitanový bílý cement. Hydrofobní vápno Sph-k bylo použito bez hydraulických přísad. Byly vytvořeny vzorky od každého druhu tmelu. Na každý test bylo třeba jiných rozměrů vzorků, byly dusány do forem určených ke konkrétním zkouškám. Technické a bezpečnostní listy v příloze č.3.

Všechny analýzy, mimo zkoušky pevnosti v tahu, byly provedeny pod dohledem technologa ve fakultní laboratoři v Litomyšli.

Sph-k (fa Schwenk) -speciální vápenné pojivo pro tradiční přípravu štukových vrstev, bílé, hydrofobizované

Hlinitanový cement bílý- speciální druh cementu, využívaný v současnosti především pro výrobu žárobetonů. Od portlandského cementu se liší složením slínku a odlišným průběhem tuhnutí. Pro svou rychlost tuhnutí se také označují za rychle tvrdnoucí pojiva.

Vápenný hydrát- vápenné vzdušné pojivo pro tradiční přípravu omítkových směsí, oproti nehašenému vápnu se může používat ve formě suché směsi

Portlandský cement bílý-hydraulické pojivo s nízkým obsahem nečistot, pro použití ve stavebnictví a restaurování

Vicat, přírodní prompt cement- velmi rychlé pojivo s dobou počátku tuhnutí 7-20 minut, barva v závislosti na teplotě od žluté do hnědé, velmi odolný proti atmosférickým vlivům a krystalizaci solí.

Tab. č. 1 rozdělení tmelů

	Tmel č. 1 bílý cement+ vápno	Tmel č. 2 vicat+vápno	Tmel č. 3 hlinitanový cement+vápno	Tmel č. 4 sphk
pojivo:kamenivo	1:3	1:3	1:3	1:3
pojivoI:pojivoII	1:3 BC:VH.	1:3 VI:VH	1:3 HC:VH	-

VI.I. Zadání průzkumu

- 1) zpracovatelnost
- 2) rychlost tuhnutí
- 3) paropropustnost
- 4) nasákavost
- 5) obsah vodorozpustných solí
- 6) ultrazvuková transmise

Popis metodiky

- *rychlost tuhnutí*-do vzorků byl během prvních 12 hodin zapichován ve stanovených časech ostrý hrot
- *paropropustnost*-byly vytvořeny vzorky ve tvaru koleček o průměru 10 cm a výšce 2 cm (dusány do forem), po uplynutí minimální doby zrání byly vloženy na misky, kde byla ve spodní části nalita voda (vzorek se vody nedotýká) a zaizolovány proti úniku páry mimo tmel, ponechány v klimakomoře při nízké vzdušné vlhkosti
- *nasákavost*-byly vytvořeny vzorky o rozměru 4×4×8 cm, upraveny pro nasákání ze spodní menší plochy
- *obsah vodorozpustných solí*-byl proveden výluh vzorků z každého tmelu v destilované vodě, rozděleny do kyvet a zakápnuty příslušnými činidly
- *ultrazvuková transmise*-přiloženy protilehle dvě sondy, prováděno na vzorcích o rozměrech 4×4×8 cm, měření prováděna na třech různých polohách, měřena rychlost průniku signálu skrz vzorek

Metody průzkumu:

- *paropropustnost*-vzorky byly ponechány v klimakomoře a váženy každý den po dobu 10 dnů na laboratorní váze
- *nasákavost*-vzorky byly ponořeny menší neizolovanou stranou do vody a byly v pravidelných časových intervalech váženy na laboratorní váze
- *UV/VIS spektrofotometrie* - analýza byla provedena z extraktů vzorku v destilované vodě. Koncentrace anionů vodorozpustných solí byla stanovena na spektrofotometru Beckman

Coulter DU[®] 720 ve viditelném spektru světla v rozsahu vlnových délek 345-525 nm. Hodnota koncentrace byla vypočítána v hm.% a mmol/kg.

- USME-C (fa. Krompholz, BRD) s měřicí frekvencí 250 kHz. Jako spojovací materiál pro přiložení sond byl použit trvale plastický tmel na bázi silikonového kaučuku (bez přídavku změkčovadel). Hodnoty byly spočítány v m^s.
- *pevnost* Zatěžovací stroj: Instron
Siloměr: Lucas 100N
Snímač průhybu: hbm LVDT

VI.II. Závěr:

Tmel č.1 s přídavkem bílého portlandského cementu

Tento tmel měl poměrně dlouhou dobu zpracovatelnosti, dobře se nanášel. Paropropustnost byla nižší než u č. 2 a 3, stejně je tomu i u nasákavosti. Salinita nebyla prokázána ani u jednoho vzorku. V testu pevnosti v tlaku se projevil jako nejpevnější. To vzhledem k použití vápna nemusí být konečná pevnost a může ještě narůstat, což by mohlo být v budoucnu nežádoucí. Tvrdost byla velmi podobná jako u č. 2 a 4. Tento tmel však nebyl zvolen jako ideální.

Tmel č. 2 s přídavkem přírodního cementu Vicat

Tento tmel měl při míchání většího množství podstatně kratší dobu zpracovatelnosti oproti č.1, při míchání menšího množství byla zpracovatelnost podstatně lepší a dobře se nanášel, bylo také potřeba přidat více záměsové vody. To může mít pozitivní důsledek při zpracování přímo na kašně, dá se brzo zaškrabovat. Tento tmel byl jako jediný díky šedohnědé barvě Vicatu barevný, barva byla přijatelná Paropropustnost byla druhá nejlepší po č. 3. Nasákavost je druhá nejvyšší po č. 3 ale je oproti 3 podstatně nižší. Tvrdost byla velmi podobná jako u č.1 a 4. Vtestu pevnosti je na čtvrtém místě ze čtyř tmelů, tedy nejméně pevný. To by mohlo mít vzhledem k použití vápna pozitivní vliv na jeho pozdější nárůst pevnosti, aby pevnost tmelu nepřesáhla pevnost kamene, která je vzhledem ke korozi povrchu nižší, než u nově vytěženého materiálu. Tento tmel byl zvolen jako jeden z možných pro použití na kašně.

Tmel č. 3 s přídavkem hlinitanového cementu

Tento tmel měl velmi krátkou dobu zpracovatelnosti, podobně jako u č. 2. U tohoto tmelu byl použit zpomalovač tuhnutí v podobě 0,5 % kys. citronové v záměsové vodě. Použití tohoto běžně používaného zpomalovače nemělo téměř žádný efekt. V testu pevnosti byl velmi podobný č. 1, jen o málo méně pevný. To by mohlo mít negativní vliv stejně jako u č. 1. Paropropustnost byla nejvyšší ze všech tmelů stejně tak i nasákavost. Ta byla podstatně vyšší než u ostatních tmelů, což považují za nepříznivé v zimním období. Tvrdost materiálu byla nejvyšší. Nicméně po konzultaci s technologem byl zvolen jako jeden z možných pro použití na kašně.

Tmel č. 4 s použitím hydrofobního vápna Sph-k

Toto vápno se muselo před použitím kvůli své hydrofobitě máčet a vytvářet pasta, která pak byla přidána do tmelu. Zpracovatelnost byla tedy poměrně složitá a nevhodná pro použití na kašně. V testu pevnosti je třetí ze čtyř tmelů. Paropropustnost má nejnižší, stejně tak nasákavost, která je vzhledem k hydrofobitě téměř zanedbatelná. To je negativní vlastnost vzhledem k situaci, kdy není jasné jak bude z kašny odváděna srážková voda. Tyto tmely by totiž mohly zůstat oproti původnímu kameni díky hydrofobitě neušpinitelné a mohly by být časem vidět a rušily by estetický dojem. Tvrdost materiálu byla podobná jako u č. 1 a 2. Z uvedených důvodů nebyl tento tmel shledán jako ideální pro použití na kašně.

Na závěr byla vypracována známkovací tabulka tmelů a jednotlivých zkoušek

1-vhodná

2-dostačující

3-nevhodná

Tab. č. hodnoty známek tmelů

	zprac.	rych. tuhnutí	parop.	nasák.	obsah VRS	UZT	tvrdost	pevnost	průměr
vz.1	1	3	2	2	1	1	2	2	1,75
vz.2	1	2	1	1	1	2	1	1	1,25
vz.3	2	2	1	2	1	1	2	2	1,625
vz.4	3	1	3	3	1	2	2	2	1,875

Z výsledků vyplývá, že by bylo možné použít tmel č. 2 nebo č. 3. Z těchto dvou byl zvolen tmel č. 2 i vzhledem k použití Vicatu již při přípravě směsi pro tmelení pískovců.

KONCEPCE RESTAURÁTORSKÉHO ZÁSAHU

Stanovit koncepci restaurátorského zásahu na tomto objektu bylo poměrně složité a nebylo ji možno pevně stanovit před začátkem restaurátorských prací. Byla konzultována s pracovníky NPÚ, zástupci města a vedoucími prací. Byla lehce pozměňována a doplňována i během prací, kdy se objevovaly nové skutečnosti. Hlavním cílem restaurátorského zásahu bylo zpomalit proces hmotného úbytku původního materiálu a tím i úpadku památky. Zásah byl volen převážně konzervační bez opětovného celkového doplňování chybějících hmot, což by znamenalo opětovné přetažení celého povrchu doplňky z tmelu. To by mohlo mít stejně negativní efekt na originální kámen jako předchozí vysprávký. Důležité bylo odstranění škodlivých cementových tmelů a nátěrů, které způsobovaly korozi. Zde se setkáváme s problémem míry pozdějšího doplnění, neboť vlivem mnoha rekonstrukčních doplňků z předchozích zásahů působila kašna celistvě a nepoškozeně. Po odstranění těchto doplňků však již působila značně „okousané“. Původně byl volen koncept absolutně minimálního tmelení, poté však bylo nutno přistoupit z uvedeného důvodu k trochu razantnější míře doplnění. Z tohoto se vyvinul další problém a to spárování. Bylo rozhodnuto, že spára by měla mít neutrální barvu ke všem použitým materiálům na kašně, případně může být lokálně retušována. Dalším tématem k diskuzi bylo provedení spáry do líce nebo pod. Jelikož je ale kašna nyní v torzálnějším stavu, nebylo možné spárovat pod líc, neboť to by tvar ještě více rozbíjelo. Po zkouškách spárování bylo rozhodnuto pro spárování do líce, které plochu poměrně dobře scelovalo. Lokálně je nutná barevná retuš spáry kvůli odlišným barvám kamenů. Dílo bude tedy prezentováno v torzálním stavu bez velkých doplňků chybějících hmot.

Je nutné konzultovat práce i s kolegy, kteří pracují na ostatních polích, aby se od sebe nijak nelišila. Postup práce by měl být podobný u všech polí, stejně jako výsledek, aby oprava kašny nepůsobila ve výsledku jako prezentace různých přístupů restaurování, ale opět jako jeden architektonický harmonický celek.

Bylo nutno provést odsolování pomocí zábalů pro odstranění solí z povrchu kamene. Musí být lokálně zpevněna degradovaná místa kamene vhodným prostředkem.

Dále je nutná lokální barevná retuš některých míst kamene kvůli velkým kontrastům mezi jednotlivými částmi kašny, které vznikly po očištění. Především se jedná o kraby a sloupky, kde stéká srážková voda a povrch je tím pádem mnohem tmavší a není možné jej dočistit do podoby kamene, kde srážková voda nestéká.

Původně byla kašna postavena z jednoho druhu materiálu, tedy z vápence, a ještě byla možná opatřena povrchovou úpravou. Takže zřejmě působila celistvě. Použitím pískovce při přestavbě na konci 19. století však došlo k rozbití celistvého tvaru použitím různě barevných materiálů. To muselo být řešeno scelujícími nátěry. Tím pádem ani dnes se nemůžeme vyhnout centrální barevné retuši. Nemůže být však provedena krycím ale pouze lazurním nátěrem. Provedení krycího nátěru by ani nebylo v souladu s etickým kodexem restaurování. Dílo by tak působilo zcela jiným dojmem a nátěr by zakryl přirozenou patinu stáří objektu.

V další etapě restaurování bude řešen odvod srážkové vody z namáhaných ploch oplechováním a lokální hydrofobizací. Dále bude provedena scelující barevná lazurní retuš celé kašny. Tyto etapy však již nejsou součástí této bakalářské práce.

NÁVRH NA RESTAUROVÁNÍ

Objekt je třeba důkladně očistit od prachu, nečistot a biologického napadení. Budou předzpevněna potřebná místa. Tmavé krusty a depozity budou zredukovány vhodnou čisticí metodou, která bude nejdříve odzkoušena na malé části. Dále budou odstraněny staré dožilé a škodlivé vysprávky. Bude provedeno několik odsolovacích cyklů pomocí buničitého zábalu pro snížení koncentrace vodorozpustných solí v povrchu kamene. Lokálně budou zpevněna degradovaná místa. Tmelení bude provedeno pouze v nejnutnějších a nejrušivějších místech, aby se zabránilo opětovnému uzavření kamene. Tmely budou připravovány v laboratoři a budou provedeny zkoušky jejich mechanických vlastností. Na závěr bude provedena lokální barevná retuš.

POSTUP PRÁCE

V létě roku 2010 byla provedena celková vodorovná hydroizolace kašny injektáží, která je součástí současného restaurátorského zásahu na této stavbě, není ale součástí této bakalářské práce.

Před započítím veškerých prací byl objekt fotograficky zdokumentován. Po postavení lešení byly provedeny ještě dílčí fotodokumentace. Následně bylo celé pole včetně fiály mechanicky očištěno od největších nečistot a prachu pomocí vzduchové pistole. Před dalším čištěním byly odebrány vzorky tmavých krust na vápenci, pro stratigrafii barevných vrstev v písmu a na jednom bloku vápence, byly provedeny zkoušky nasákavosti a čištění. Na plochy s biologickým napadením byl nejprve aplikován biocidní prostředek (Porosan-fa AQUA Bárta) pro deaktivaci vegetujících řas, lišejníků a mečů. Postupně byly odstraňovány staré vysprávkky, které byly modifikovány disperzí. Proto byl použit toluen k změkčování těchto tmelů, které pak byly odstraňovány mikrodlátem a restaurátorským kladívkem. Společně s tmely byly odstraněny i spárovací malty, které byly lokálně velmi tvrdé, a nebylo možné je měkčit toluenem.

Po převážném odstranění těchto tmelů bylo přistoupeno ke zkoušce mikroabrazivního otryskávání povrchu kamene uzavřeného krustami pro zlepšení průchodnosti povrchu, který bylo potřeba takto připravit pro cykly odsolování. Zkoušky mikroabrazivní metodou se jevily velmi pozitivně, avšak ne centrálně ale spíše lokálně, ale na většině povrchu. Na zčernalé povrchy pískovců ve spodní části pole byly provedeny zkoušky čištění čistícími pastami na bázi fluoridu amonného (Fassadenreiniger -fa Remmers). Lokálně byly poměrně úspěšné, avšak průchodnost povrchu nijak nezlepšovaly.

Po očištění bylo provedeno šest cyklů odsolování pomocí zábalů s demineralizovanou vodou, které byly v kašovité směsi stříkány na povrch objektu (pouze z vnější strany). Na zábalu byla do první vrstvy použita samotná buničina, na další vrstvy směs buničiny, křemičitého jemného písku a kaolinu. Tato směs byla použita hlavně z ekonomických důvodů, neboť aplikace samotné buničiny na takto velkou plochu by bylo finančně náročné. Funkčnost zábalu je stejná jako u samotné buničiny. V několika zábalech byl přidán do směsi dezinfekční prostředek proti plísním (Ajatin, Sanytol, Savo proti plísním, Fungisan), vždy byl použit pouze jeden druh dezinfekčního prostředku. Koncentrace roztoku DP byla 0,003 %. Jednotlivé zábalu byly zakryty cca dvě třetiny doby, poté byly odkryty, aby mohly vyschnout.

Poměr směsi (objemové díly)

buničina:písek : kaolin

2 6 1,5

Po každém cyklu byly odebrány orientační vzorky zábalu pro zjištění úspěšnosti pronikání solí do buničiny. Z výsledků vyplynulo, že se do zábalu dostávalo poměrně velké množství solí.

Po sejmutí posledního cyklu byl povrch důkladně opláchnut regulovanou tlakovou vodou. Trvalým zavlhčením povrchu kamene došlo k naměkčení černých krust, které se postupně během zábalů z velké části odmyly, což mělo za následek větší míru očištění povrchu kamene. Nepochopitelné krusty se tak staly mnohem lépe propustnými. Po odsolování byly odebrány vzorky kamene na stanovení obsahu vodorozpustných solí pro srovnání stavu před a po odsolování. Výsledky zatím nejsou pevně stanoveny, ale podle předběžných informací z vyhodnocující laboratoře bylo odsolování úspěšné a podařilo se snížit obsah vodorozpustných solí z většiny povrchu kamene.

Po vyschnutí povrchu kamene bylo možné přistoupit k dozpevnění nejvíce narušených lokalit kamene organokřemičitým prostředkem a dočištění některých zbytků tmelů. Byla provedena injektáž větších trhlin a dutin zpevňovacím prostředkem s plnivem. Po vyžrání konsolidačního prostředku bylo přistoupeno k plastické a barevné retuši nerušivějších míst. Míra tmelení byla stanovována během doplňování, kdy byla nejlépe pozorovatelná rušivá místa. K tmelení vápenců byla použita směs vybraná na základě laboratorních zkoušek (viz kapitola č IV) pod dohledem technologa. Jedná se o směs kameniva nejlépe napodobujícího strukturu vápence a pojiva, které tvoří vápenný hydrát s přídavkem hydraulického pojiva Vicat v poměru 3:1. Poměr plniva a pojiva byl též 3:1. Spárovací směs má pojivo na stejné bázi jako tmely na vápence, kamenivo má však jemnější. Tmely na pískovce byly též jako na vápence připravovány a zkoušeny v laboratoři. To prováděla pod dohledem technologa Radka Nádvorníková. Plnivem jsou jemné písky různých barev a pojivem bílý portlandský cement a hydraulické pojivo Vicat v poměru 2:1. Poměr plniva ku pojivu je 3:1, tedy běžně používaný poměr. Tmely byly probarvovány pigmenty ve hmotě podle potřeby konkrétní lokality na poli. Po cca osmi dnech byly provedeny barevné retuše tmelů pomocí pigmentů rozpuštěných v lihu. Lokálně byly retušovány i spáry, které v některých místech působily příliš dominantně. Fixační prostředek barevných retuší

byl též vybrán na základě testů, které byly provedeny ve školní laboratoři. Tyto testy provedl pod dohledem technologa Bronislav Studeník. Jako nevhodnější se jevila akrylátová disperze Primal v 1% roztoku. Tento fixativ byl použit na všechny barevné retuše, byl nanášen postříkem.

POUŽITÉ TECHNOLOGIE A MATERIÁLY

Odsolovací zábal: pitná a destilovaná voda

kaolin

buničina Arbocel

křemičitý písek

Další technologie: Pneumatické mikrodlátó,

kamenické nářadí, injekční stříkačky a jehly

Parní čistič Vapor 3000

vysokotlaký čistič s regulovaným tlakem Kranzle,

ruční postřikovače

mikroabrazivní přístroj Airblaster

vzduchová tlaková pistole, štětce, špachtle a hladítka

Materiály: demineralizovaná a pitná voda

biocidní prostředek Porosan (Aqua Bárta)

dezinfekční prostředek Ajatin, Fungisan, Sanytol, Savo proti plísni

konsolidační prostředky na bázi organokřemičitanu Funcosill KSE 100, 300, 500 SL (Remmers), plnicí prostředek pro injektáž trhlin Funcosill Füllstoff A+B (Remmers)

čistící pasta Fassadenreiniger (Remmers)

toluen

líh

abrazivum Brown corund 180

směsi různých písků a drtí

bílý portlandský cement AALBORG WHITE

přírodní cement Vicat

bílé hydrofobizované vápno Sph-k
bílé vzdušný vápenný hydrát (Čerťák)
bílý hlinitanový cement
styrenakrylátová disperze Sokrat A 2802

DOPORUČENÝ REŽIM PAMÁTKY

Stav památky i po restaurování nemůžeme označit jako dobrý, jelikož některé bloky kamene jsou již v současnosti značně dožilé a za hranicí působnosti v exteriéru kvůli použití méně kvalitního pískovce. Tyto kusy není možné dále dlouhodobě udržovat konzervačními prostředky. Bude proto nutné časem přistoupit k jejich výměně za nově vysekané kusy. Tyto bloky jsou označeny v zákresu č. 5. Dále je třeba pravidelně obnovovat konzervační postřiky. Objekt je třeba pravidelně kontrolovat a to zejména po zimním období, kdy je možnost poškození větší.

CITACE

1) RESTAURÁTORSKÝ PRŮZKUM KAMENNÉ KAŠNY V KUTNÉ HOŘE, Fakulta restaurování Univerzity Pardubice, vypracoval Mgr. art. Jakub Ďoubal , 2009, kap. Současný stav a poškození

2) PROTOKOL O VÝSLEDČÍCH ZKOUŠENÍ VZORKŮ UMĚLÉHO KAMENE

Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v. v. i. Akademie věd ČR, Ing. Jan Koleč, Ing. Ondřej Vála, Jaroslav Hodrment, Vladimír Novák

POUŽITÉ ZDROJE INFORMACÍ

VÁPNO, Kolektiv autorů: J. Bláha, K. Doubravová., V. Heidingsfeld, P. Rovnaníková, I. Vaněček, P. Kotlík, 2001

RESTAURÁTORSKÝ PRŮZKUM KAMENNÉ KAŠNY V KUTNÉ HOŘE, Fakulta restaurování Univerzity Pardubice, vypracoval Mgr. art. Jakub Ďoubal , 2009, kap. Současný stav a poškození

SROVNÁNÍ VYBRANÝCH VLASTNOSTÍ VÁPENNO-CEMENTOVÝCH TMELŮ MODIFIKOVANÝCH PŘÍDAVKEM HLINITANOVÉHO CEMENTU, Institut restaurování a konzervačních technik v Litomyšli, diplomová práce, Josef Čepelka, 2004

internetové stránky:

www.kutna-hora.wz.cz

www.wikipedia.org

GRAFICKÁ PŘÍLOHA

XIII.I. Grafická příloha č. 1 ,měření nasákavosti kamene

N1- pískovec, povrch s krustou

N2-pískovec, tmel

N3-pískovec, zdánlivě otevřený

N4-vápenec, uzavřený povrch krustou

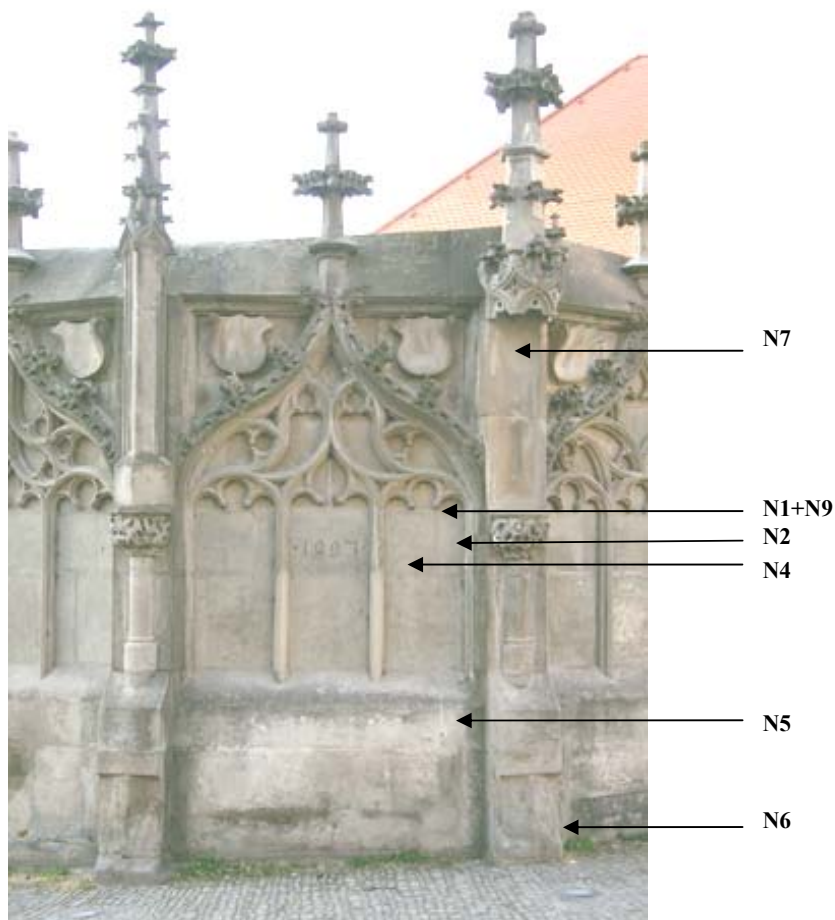
N5-vápenec, otevřený povrch

N6-pískovec, povrch uzavřený černou krustou

N7-pískovec, zdánlivě otevřený povrch

N8-vápenec, po otevření povrchu mikroabrazivní metodou (v místě měření N4)

N9-pískovec, po otevření povrchu mikroabrazivní metodou (v místě měření N1)

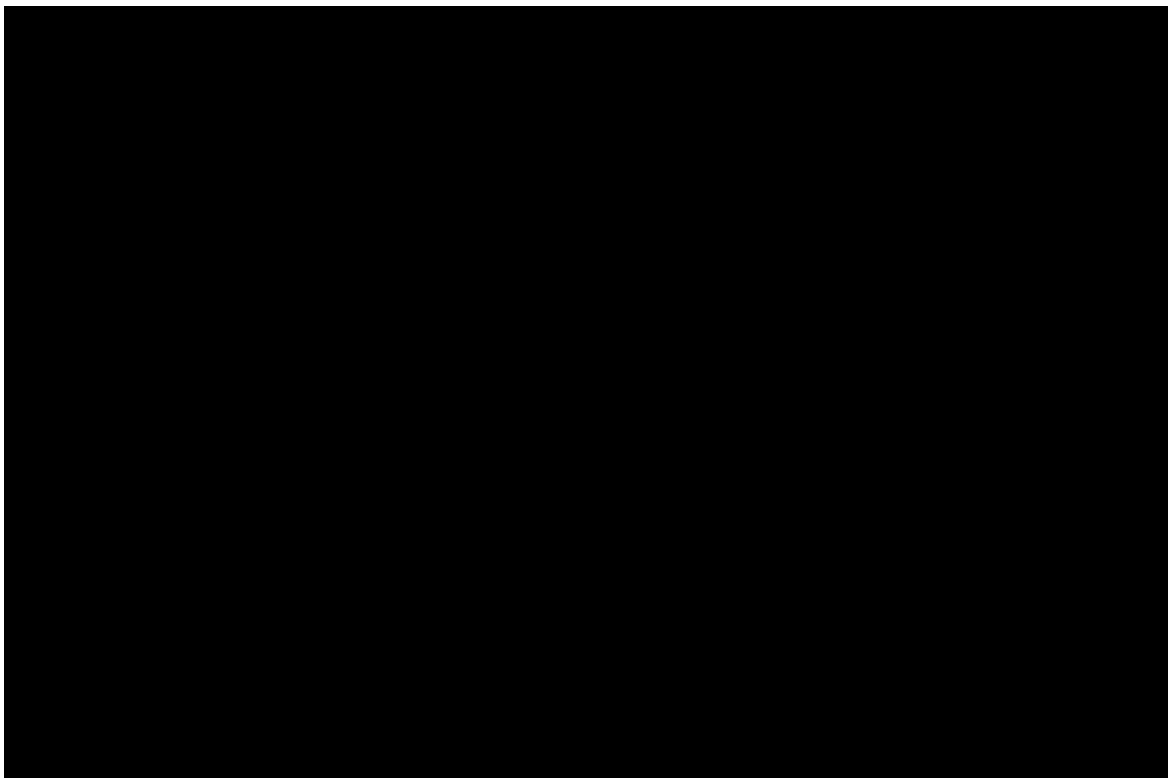


Obr.1 místa měření nasákavosti povrchu

Tab. č. 1 Zkouška nasákavosti

	1min	2,5min	5min	7,5min	10min	12,5min	15min
3							
0							
s							
0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0,2	0,4	1	1,8	2,9	3,9	4,6
,							
1							
0	0,1	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	0,9
0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1
0	0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
0	0	0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3
3	5	16	25	32,7	40	45,6	52
0	0,1	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,9

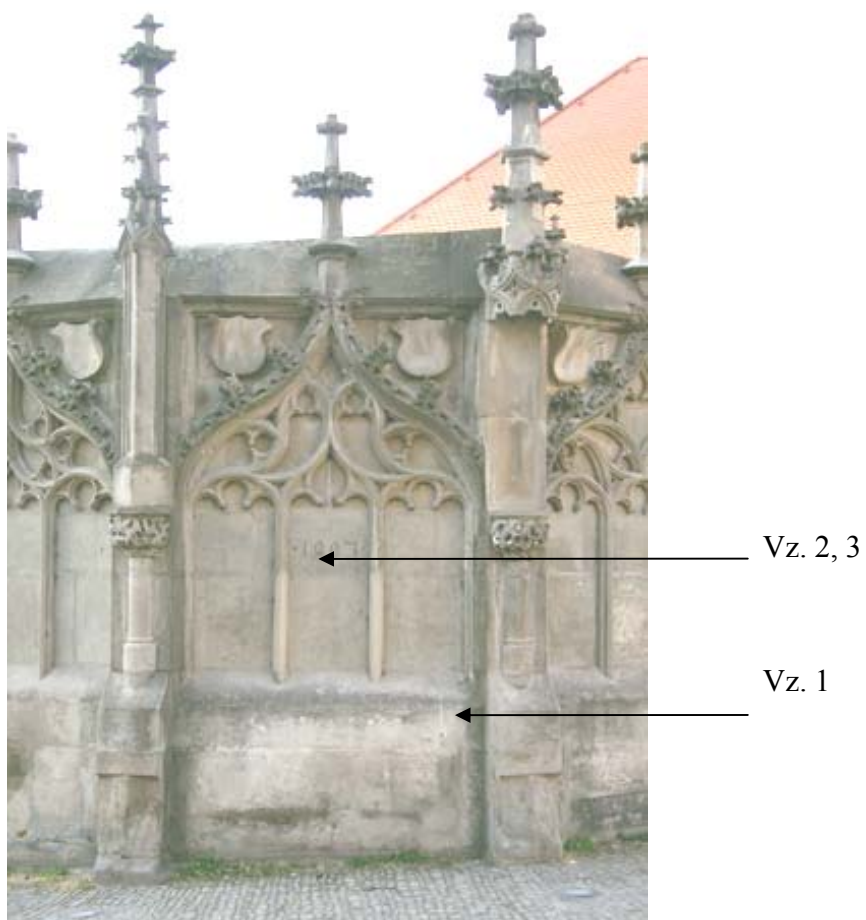
Graf č.1 měření nasákavosti



XIII.II Grafická příloha č. 2, statigrafie barevných vrstev a prvkové složení

Výsledky chemicko-technologického průzkumu:

vzorek	popis
Vz. č. 1 (6384)	fragment z vápence
Vz. č. 2 (6385)	odebráno z písma
Vz. č. 3 (6386)	odebráno z písma



Obr. č.2 místa odběru vzorků

Statigrafie barevných vrstev a prvkové složení:

Vzorek č. 1 (6384)

[

C
b
r

.

č

.

3

:

P
o

e

x

c

i

t
a
c
i

U
V

s
v
ě
t
l
e
n

,
f
o
t
o
g
r
a
f
o
v
á
n
o
p
ř
i

z
v
ě
t
š
e
n

í
n
i
k
r
o
s
k
o
p
u
5
0
x
.

[

C
b
r
.
č

.

5

:

F

o

t

o

g

r

a

f

i

e

z

e

l

e

k

t

r

o

n

o

v

é

h

o

n

i

k

r

o

s

k

o

p
u
.

0. vrstva	silikátový podklad	REM-EDS: zrna Si a Ca křemenná a kalcitová zrna – vápenec s příměsí křemenných zrn
1. vrstva	bílá vrstva nanesená ve dvou krocích	REM-EDS: Ca vápený nátěr
2. vrstva	šedo-černá vrstva	REM-EDS: Ca, P, menší množství S, Si vrstva obsahující uhličitan vápenatý s příměsí kostní černi
3. vrstva	tenká bílá vrstva	REM-EDS: Ca, Si, ojedinělá zrnka Pb tenká vrstva vápenatého nátěru na povrchu nečistoty

Vzorek č. 2 (6385)

0. vrstva	silikátový podklad	REM-EDS: zrna Si a Ca křemenná a kalcitová zrna – vápenec s příměsí křemenných zrn
1. vrstva	bílá vrstva	REM-EDS: Ca vrstva obsahující uhličitan vápenatý
2. vrstva	šedo-hnědá vrstva obsahující červená a oranžová zrnka	REM-EDS: Ca, S, zrnka Si, Al, Fe, K sulfatizovaný povrch spodnější vápenné vrstvy s obsahem nečistot (drobné silikáty, silikoalumináty, železité částice - asi oxidy příp. oxidy spolu se silikoaluminátovými sloučeninami)

1. vrstva	bílá vrstva	REM-EDS: Ca vrstva obsahující uhličitan vápenatý
2. vrstva	šedo-hnědá vrstva obsahující červená a oranžová zrnka	REM-EDS: Ca, S, zrnka Si, Al, Fe, K sulfatizovaný povrch spodnější vápenné vrstvy s obsahem nečistot (drobné silikáty, silikoalumináty, železité částice - asi oxidy příp. oxidy spolu se silikoaluminátovými sloučeninami)
3. vrstva	šedo-bílá vrstva obsahující rezavě červená zrnka	REM-EDS: Ca, Al, Si, Fe, S vrstva obsahující uhličitan vápenatý s příměsí přírodní železité červeně
4. vrstva	jasně bílá vrstva	REM-EDS: Zn vrstva obsahující zinkovou bělobu

XIII.III. Grafická příloha č. 3 zákresy poškození

Zákres poškození č. 1 biologické napadení



Zákres poškození č. 2 koroze kamene



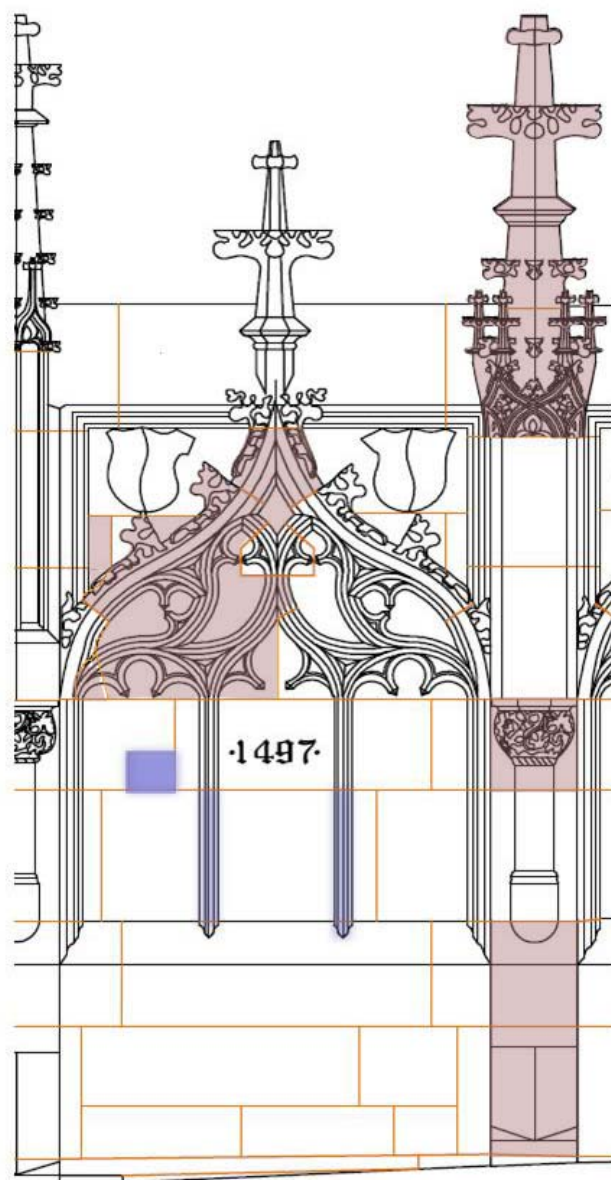
Zákres poškození č. 3 zbytky disperzních nátěrů



Zákres poškození č.4 staré tmely a cementové přetěry



Zákres č. 5 bloky kamene na budoucí výměnu



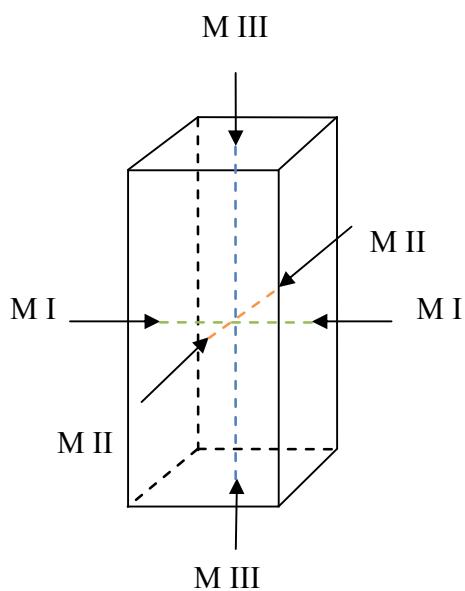
Kusy na výměnu z důvodupoškození



Kusy na výměnu z estetických důvodů

XIII. IV. Grafická příloha č. 4 měření ultrazvukové transmise

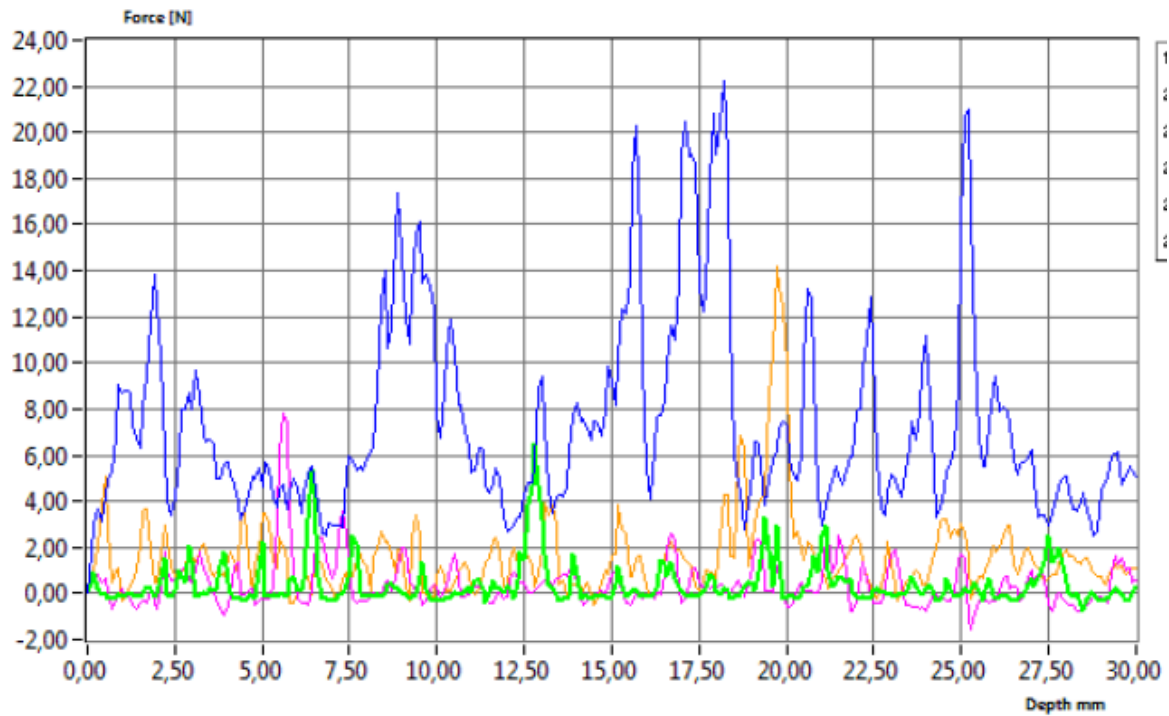
Obr. č. 1 zakreslení míst měření UZT na vzorcích



Tab. č. výsledky měření UZT

	BC(m ^s)	VIC(m ^s)	HC (m ^s)	SPH-K(m ^s)	KV(m ^s)
I/I	1,79	1,44	1,73	1,06	2,27
I/II	1,65	1,31	2,02	1,1	3,11
I/III	1,7	1,59	2,02	1,6	2,85
II/I	1,76	1,48	1,66	1,1	
II/II	1,69	1,52	1,9	1,12	
II/III	1,92	1,6	1,95	1,47	
III/I	1,45	1,34	1,88	1,07	
III/II	1,67	1,4	1,86	1,1	
III/II I	1,5	1,53	1,95	1,52	
prů měr	1,681111	1,467778	1,885556	1,237778	2,743333

XIII. V. Grafická příloha č 5. měření tvrdosti odporovým vrtáním



Graf č.2 měření tvrdosti OV

- vzorek BC
- vzorek HC
- vzorek SPH-K
- vzorek VIC

XIII.VI. Grafická příloha č. 6 výsledky měření pevnosti umělého kamene

Výsledky zkoušky pevnosti

Vyhodnocení podle ČSN 12372 (721145) Stanovení pevnosti za ohybu při soustředěném zatížení

$$R_{gf} = \frac{3.F.l}{2.b.h^2}$$

R_{gf} pevnost v ohybu, v megapascálech

F, F_{max} zatížení při porušení

l vzdálenost mezi podpěrnými válečky, v milimetrech

b šířka zkušebního tělesa v blízkosti lomové plochy, v milimetrech

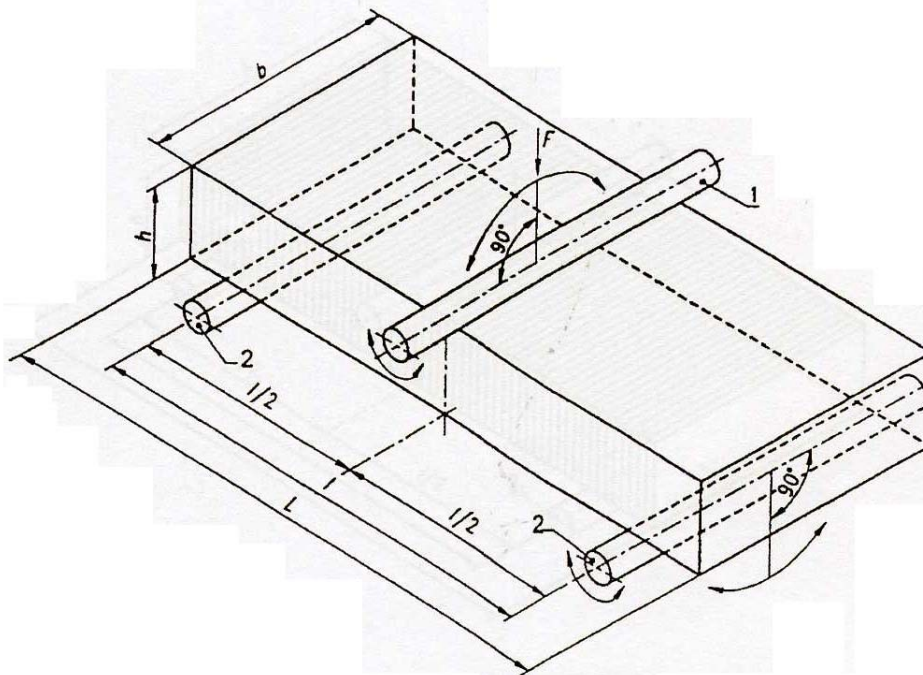
h tloušťka zkušebního tělesa v blízkosti lomové plochy, v milimetrech

Podstata zkoušky

Podstata metody spočívá v umístění zkušebního tělesa na dva válečky a následném zatěžování zkušebního tělesa ve středu (viz obr.). Je zaznamenáno zatížení při porušení a vypočtena pevnost za ohybu.

Podmínky při zkoušení a stav vzorků:

Vzorky byly zkoušeny v suchém stavu (před zkouškou vysušeny při 60 °C). Teplota vzduchu ve zkušebně byla během měření 30°C. Dva vzorky vykazovaly značné nerovnosti, proto docházelo k nerovnoměrnému zatěžování. Na výslednou maximální sílu to nemělo vliv. Tyto vzorky jsou ve výsledcích označeny. U dvou vzorků došlo k jejich rozlomení ještě před instalací do zatěžovacího stroje. U těchto vzorků byly změřeny pouze rozměry.



Legenda

- 1 Podpěrný válec
- 2 Válec přenášející zatížení

Uspořádání zatěžování zkušebního tělesa (středové zatěžování)

Zkoušku a vyhodnocení provedl: Ing. Jan Koleč, Ing. Ondřej Vála, Jaroslav Hodrment, Vladimír Novák⁽²⁾

Výsledky:

Vzorek	F_{max} [N]	Výška h [mm]	Šířka b [mm]	Podpory l [mm]	délka [mm]	Pevnost R_{yf} [MPa]
bc_1	61,48	21,71	20,77	80	101,88	0,75
bc_2	69,61	21,94	20,76	80	101	0,84
bc_3	neměřen	22,6	21,5	80	100,77	neměřen
bc_4	64,42	23,33	21,35	80	99,93	0,67
bc_5	56,4	22,28	21,32	80	100,82	0,64
bc_6	59,17	22,56	21,72	80	100,82	0,64

Vzorek	F_{max} [N]	Výška h [mm]	Šířka b [mm]	Podpory l [mm]	délka [mm]	Pevnost R_{tf} [MPa]
<i>hlc_1</i>	<i>neměřen</i>	21,97	22,31	80	100,53	<i>neměřen</i>
<i>hlc_2</i>	59,58	21,91	21,92	80	102,331	0,68
<i>hlc_3</i>	70,37	22,1	21,81	80	100,68	0,79
<i>hlc_4</i>	57,53	22,26	22,33	80	101,56	0,62
<i>hlc_5</i>	44,25	22,87	21,89	80	101,15	0,46
<i>hlc_6</i>	86,78	22,93	22,11	80	101,55	0,90
					R_{tf}=	0,69

křivý vzorek

Vzorek	F_{max} [N]	Výška h [mm]	Šířka b [mm]	Podpory l [mm]	délka [mm]	Pevnost R_{tf} [MPa]
<i>sphk_1</i>	42,54	20,55	20,6	80	98,8	0,59
<i>sphk_2</i>	42,69	20,75	20,47	80	101,38	0,58
<i>sphk_3</i>	44,42	20,93	20,22	80	98,9	0,60
<i>sphk_4</i>	24,71	21,2	20,84	80	98,54	0,32
<i>sphk_5</i>	39,78	21,76	20,81	80	99,02	0,48
<i>sphk_6</i>	35,21	20,89	20,55	80	99,74	0,47
					R_{tf}=	0,51

Vzorek	F_{max} [N]	Výška h [mm]	Šířka b [mm]	Podpory l [mm]	délka [mm]	Pevnost R_{tf} [MPa]
<i>vic_1</i>	34,72	22,59	21,25	80	101,17	0,38
<i>vic_2</i>	31,81	21,78	21,58	80	101,29	0,37
<i>vic_3</i>	38,75	22,38	21,34	80	102,81	0,44
<i>vic_4</i>	50,19	21,29	20,83	80	101,98	0,64
<i>vic_5</i>	27,79	21,46	20,93	80	101,48	0,35
<i>vic_6</i>	29,63	22,21	20,82	80	100,21	0,35
					R_{tf}=	0,42

křivý vzorek

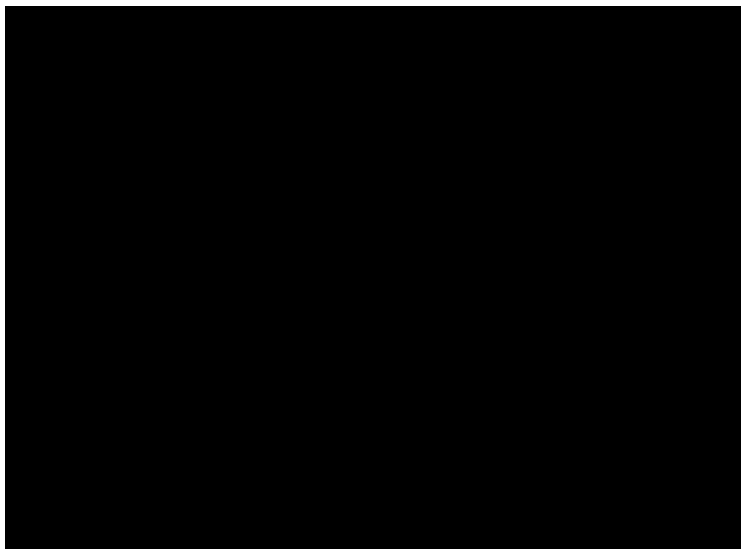
XIII.VII. Grafická příloha č.7 výsledky měření nasákavosti umělého kamene

$$W^{BC}=8,1 \text{ kg.m}^{-2}.\text{h}^{-0,5}$$

$$W^{HC}=18,25 \text{ kg.m}^{-2}.\text{h}^{-0,5}$$

$$W^{VIC}=13,19 \text{ kg.m}^{-2}.\text{h}^{-0,5}$$

$$W^{SPHK}=0,23 \text{ kg.m}^{-2}.\text{h}^{-0,5}$$



Graf č.3 srovnání nasákavosti vzorků

XIII.VIII. Grafická příloha č. 8 výsledky měření obsahu vodorozpustných solí ve vzorcích tmelů

	Chloridy (%hm.)	Sírany (%hm.)	Dusičnany (%hm.)
HC	< 0,03	< 0,10	< 0,05
BC	< 0,03	< 0,10	< 0,05
SPHK	< 0,03	< 0,10	< 0,05
VIC	< 0,03	< 0,10	< 0,05

Hodnocení stupně zasolení dle rakouské normy Önorm 3355-1	Chloridy (%hm.)	Sírany (%hm.)	Dusičnany (%hm.)
Nejsou nutná žádná opatření	< 0,03	< 0,10	< 0,05
Je nutné zvážit dílčí opatření	0,03 – 0,10	0,10 – 0,25	0,05 – 0,15
Opatření jsou nezbytná	> 0,10	> 0,25	> 0,15

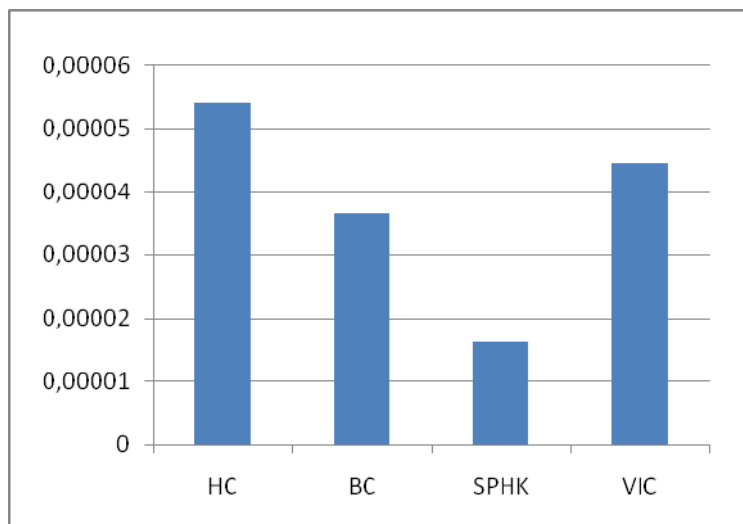
XIII.IX. Grafická příloha č. 9 výsledky měření paropropustnosti vzorků tmelů

Tmel č. 1=0,0000365 Kg/s/m²

Tmel č. 2=0,0000444 Kg/s/m²

Tmel č. 3=0,0000539 Kg/s/m²

Tmel č. 4=0,0000161 Kg/s/m²



Graf č. 4 srovnání paropropustnosti vzorků

**XIII.X. Grafická příloha č. 10 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 B5¹

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)

¹ Označení podle fotogrammetricky zpracované vizualizace kašny z průzkumové zprávy zpracované Fakultou restaurování v květnu roku 2009 (odpovědný restaurátor Mgr Art. Jakub Ďoubal)

Tab. 2. Místa odběru vzorků kamene _ první etapa²

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		
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

² Označení podle fotogrammetricky zpracované vizualizace kašny z průzkumové zprávy zpracované Fakultou restaurování v květnu roku 2009 (odpovědný restaurátor Mgr Art. Jakub Ďoubal)

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 etapa³

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
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

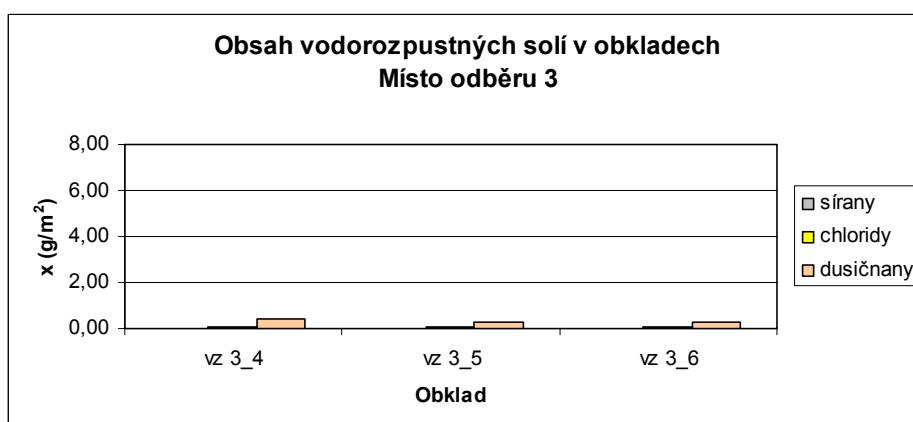
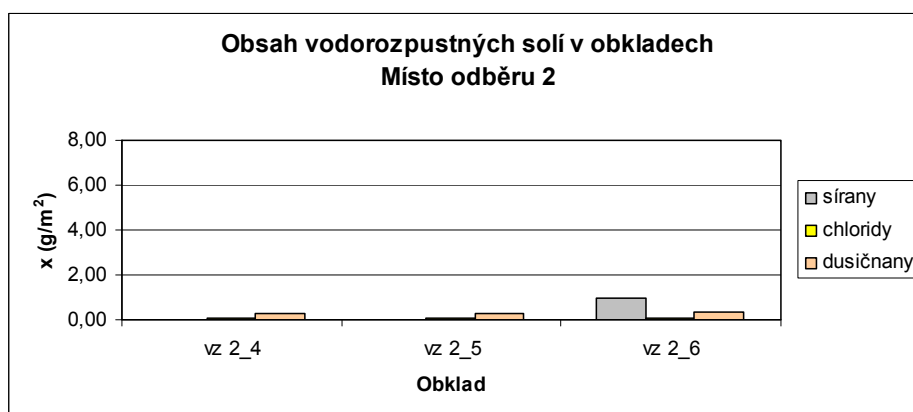
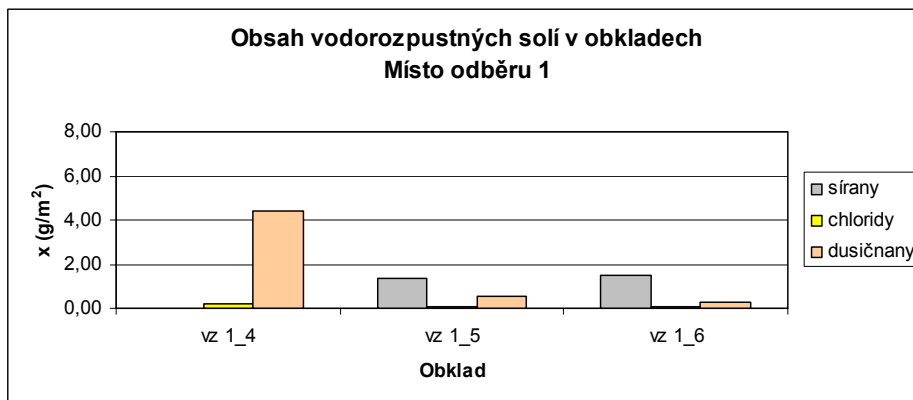
Hodnoty uvedené v tabulce červeným písmem lze z hlediska obsahu vodorozpustných solí v minerálních materiálech hodnotit jako zvýšené.

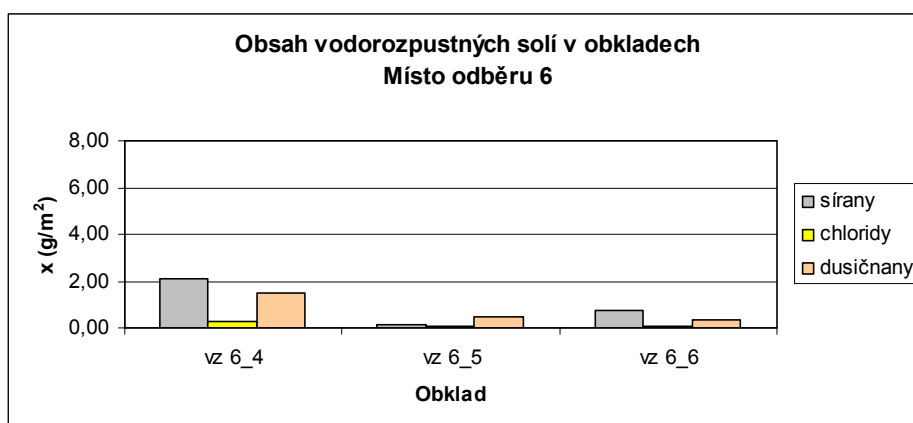
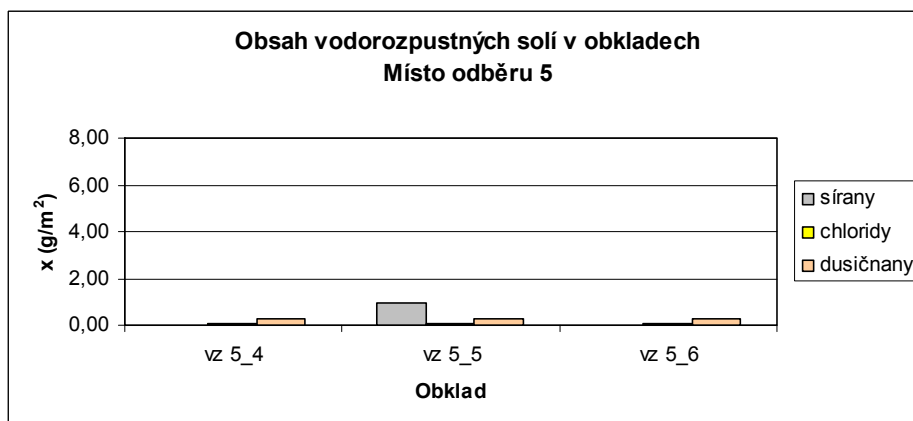
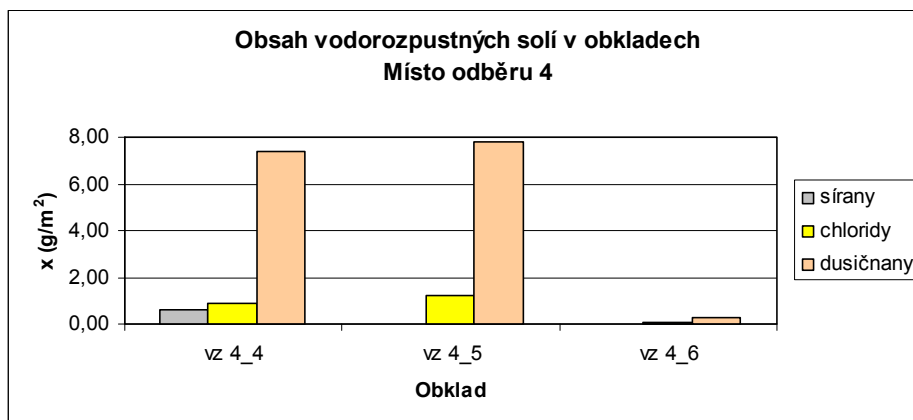
³ Označení podle fotogrammetricky zpracované vizualizace kašny z průzkumové zprávy zpracované Fakultou restaurování v květnu roku 2009 (odpovědný restaurátor Mgr. Art. Jakub Dóbal)

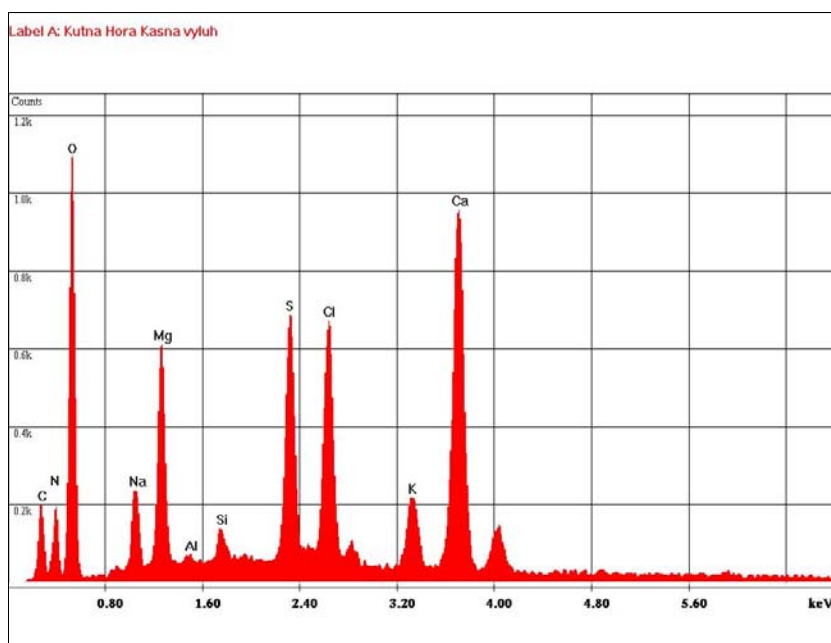
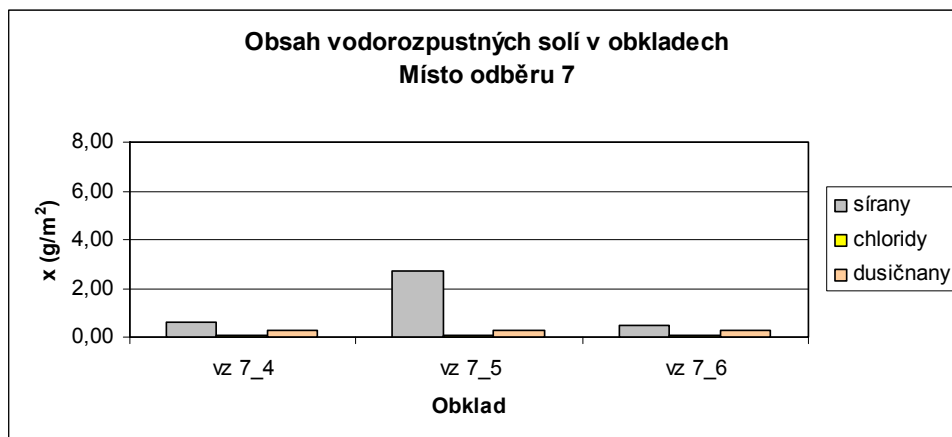
Tab. 6. Obsah vodorozpustných solí v obkladech v průběhu odsolování – druhá etapa

	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 odpartku z extraktu získaného z odsolovacího obkladu A9_vz1_ex

Podle prvkové analýzy odpartku 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 zerstörungsarm 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 zavlhčení 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 vztlínající vlhkosti nedojde k úplnému vysušení zdiva
V.	nad 80 mmol/kg	Extrémní zatížení; poškození vznikají v průběhu krátké doby; vysoká míra hygroskopického zavlhčení

PŘÍLOHA Č. 2-PRŮZKUM FIXAČNÍ VRSTVY BAREVNÝCH RETUŠÍ, PRŮZKUM TMELÍCÍCH SMĚSÍ PRO POUŽITÍ NA KAMENNÉ KAŠNĚ

XIV.I. Průzkum fixačních materiálů pro barevnou retuš

Tento průzkum je součástí bakalářské práce Bronislava Studeníka, který se touto problematikou zabýval. Jedná se o rozšiřující průzkum, jenž nadstandardním způsobem zkoumal fixační prostředky a jejich vlastnosti. V tomto průzkumu je zkoumáno několik vybraných fixačních látek. Na základě vyhodnocení rozšiřujícího průzkumu byla zvolena nejvhodnější látka, jež dokázala spolehlivě fixovat barevnou vrstvu na kameni.

Cílem průzkumu je analyzování mechanických vlastností vybraných fixačních látek, resp. zjištění schopnosti daných látek fixovat barevnou vrstvu na povrchu umělého kamene. Na základě standardizovaného průzkumu budou shrnuty a vyhodnoceny výsledky reflektující schopnost fixačních prostředků chránit barevnou povrchovou vrstvu před povětrnostními vlivy, zejména pak před působením srážkové vody. Dalším bodem průzkumu bylo testování stability vybraných fixačních prostředků vůči stárnutí vlivem UV záření. Dílčím cílem je tedy zjištění UV stability fixačních prostředků.

Použité materiály pro fixaci:

vzorek 1. Primal AC33

vzorek 2. Sokrat 2802NA

vzorek 3. Paraloid B72

vzorek 4. Tosil

vzorek 5. KSE 100

vzorek 6. KSE 300

vzorek 7. Funcosil SL

Výsledek zkoumání:

Výsledky rozšiřujícího průzkumu reflektují vizuální průzkum stavu před začátkem simulace srážkové vody a po ukončení. Ze zhotovených fotografií, které byly pořízeny za stejných světelných podmínek s přiloženou fotografickou škálou, byly vyhodnoceny výsledky.

Nejodolnějšími fixačními prostředky, resp. působení srážkové vody nejstálější film vytvořily disperzní látky Primal AC33 a Sokrat 2802NA. Při použitých koncentracích 3 – 4% u disperzí vznikl velmi odolný a stálý film, jenž spolehlivě fixoval barevnou vrstvu. Ovšem vzniklý film změnil odstín pigmentů (Primal AC 33 – 3 – 4%). Došlo ke ztmavnutí barevné retuše. Makroskopické snímky (Primal AC 33 – 3 – 4%) také prokázaly uzavření povrchu umělého kamene. Velmi dobrých fixačních schopností při 3 – 4% koncentraci dosáhl křemičitý prostředek Tosil. V tomto případě nedošlo ke ztmavnutí barevné retuše. Kvalitní fixační schopnost projevila při 3 – 4% koncentraci také akrylátová pryskyřice Paraloid B72. Naopak neuspokojivých výsledků dosáhly látky na bázi esterů kyseliny křemičité KSE 300, KSE 100. Na chvostu hodnocených výsledků se nachází hydrofobizační prostředek Funcosil SL. V tabulce 5 jsou sestupně seřazeny fixační látky na základě vyhodnocení průzkumu, resp. schopností fixovat barevnou vrstvu na umělém kameni. Průzkum UV stability fixačních látek prokázal, že žádná z fixačních látek nemění vlivem stárnutí UV zářením svůj vzhled. Při použitých koncentracích nedošlo ani jednou ke ztmavnutí fixační látky. V rozšiřujícím průzkumu byly hodnoceny zejména především optické, či vizuální aspekty dokazující fixační schopnosti daných fixačních látek. U vzorků 1., 2., 3. a 6. byla pozorována schopnost lihu a vody udržet barevnou vrstvu na umělém kamenu (bez fixování). Výrazně lepšího výsledku dosáhl pigment (čerň) rozpuštěný a nanesený v lihu.

XIV.II. Průzkum tmelících směsí pro tmelení pískovců na kamenné kašně

Tento průzkum je součástí bakalářské práce Radky Nádvorníkové, která se touto problematikou zabývala. Cílem této části bakalářské práce bylo vybrat co nejvhodnější tmelící směs pro pískovce použité na Kamenné kašně. Celá práce probíhala pod dohledem technologa a byla s ním konzultována. Pro naše konkrétní použití je důležité, aby vybraná směs byla svými estetickými vlastnostmi co nejpodobnější tomuto materiálu. Dále je důležité, aby směs nenarušovala žádným způsobem originální materiál, tudíž je dostatečně měkká, paropropustná a není zdrojem vodorozpustných solí. Zvláštní pozornost byla věnována druhu přidaných modifikací do tmelů. Následujícími zkouškami tmelů byly měření fyzikálně- mechanické vlastnosti a vizuální posouzení. Po standardizovaných zkouškách byly vyhodnoceny výsledky v oblasti měření:

nasákavosti

paropropustnosti

obsahu vodorozpustných solí

ultrazvukové transmise

pevnosti v tahu za ohybu

Po konzultacích s pedagogy a technologi Fakultu restaurování, byly vybrány tři druhy pojiva a dva druhy modifikací, tak jeden druh směsi smíchaný pouze s vodou. Z těchto směsí pak budou prováděny zkoušky, můžeme je souhrnně nazvat (modifikované) minerální tmely na bázi bílého cementu. Jako pojiva byly použity směsi Folwark, bílý portlandský cement, hlinitanový cement a Vicat. Tato pojiva byla různě kombinována v určitých poměrech. Dále byly použity různé modifikace a to voda, Sokrat A 2802 a Vinnapas.

Vhodnocení:

Pojivo Folwark bylo vyřazeno z důvodu neodpovídající barevnosti i se všemi modifikacemi.

Vicat- zde byly provedeny zkoušky, jak rychle bude toto pojivo tuhnout při přidání vody a více x% roztoku sokratu.

Vicat smíchaný s vodou tuhnul cca 7min. a vicat smíchaný s 50% sokratem 9min., Zkouška byla provedena aby bylo zjištěno jak se bude chovat vicat ve směsi. A také zda-li x% roztok ovlivňuje výrazně dobu zpracovatelnosti.

Hlinitanový cement s vápennou kaší, tuhnul v průměru 90min., ale pevnost tmelu byla velmi malá. Proto byl tento tmel vyřazen.

Tmely s bílým cementem tuhly přibližně podobně cca 4 hodiny. Ze zkoušek poměru pojiva/ plniva byl vybrán poměr 1:3

Bílý cement s vodou,- dobrá zpracovatelnost i barevnost

Bílý cement s 5% sokratovou záměsovou vodou- lepší zpracovatelnost než bílý cem. s vodou, barevnost stejná

Bílý cement s vinnapasem- zpracovatelnost stejná jako u bílého cem. s vodou, barevnost stejná.

Tmely bílého cementu a vicatu tuhly podobně cca 30-40minut. Ze zkoušek poměru pojivo/ pojivo byl vybrán poměr 2:1- bílý cement/ vicat.

Zpracovatelnost byla celkově nejlepší oproti zpracovatelnosti s bílým cementem a bílým cementem s hlinitanovým cementem. Barevnost tmelů byla mírně našedlá, ale přijatelná.

Tmely s bílým cementem a hlinitanovým cementem měly velmi rychlý nástup tuhnutí cca 8-12minut. Který se snížil po přidání kyseliny citrónové.

Zpracování těchto tmelů bylo totožné jako u zpracování a barevnosti tmelů z bílého cementu.

Poměr pojiva/ plniva byl pro všechny druhy tmelů vybrán 1:3.

**PŘÍLOHA Č.3-TECHNICKÉ A BEZPEČNOSTNÍ LISTY POUŽITÝCH
MATERIÁLŮ**

FOTODOKUMENTACE

Fotodokumentaci prováděla Pavla Szabová, typ přístroje Canon PowerShot A520, SONY α200

Obsah fotodokumentace

1. Celkový pohled na objekt, stav před restaurováním
2. Pohled na střední část pole, stav před restaurováním
3. Pohled na kružbu, stav před restaurováním
4. Baldachýn s fiálou, stav před restaurováním
5. Baldachýn s fiálou, stav před restaurováním
6. Tmelý na baldachýnu, stav před restaurováním
7. Vrch kružby, stav před restaurováním
8. Sloupek s hlavicí, stav před restaurováním
9. Hlavice, stav před restaurováním
10. Hlavice, stav před restaurováním
11. Detail poškození dekoru hlavice, stav před restaurováním
12. Detail poškození kružby, stav před restaurováním
13. Kraby na kružbě, stav před restaurováním
14. Kraby na kružbě, stav před restaurováním
15. Detail poškození krabu na kružbě, , stav před restaurováním
16. Střední část pole, částečné vysekání spár
17. Vrch kružby, stav při odstraňování tmelů
18. Detail hlavice po odstranění tmelů
19. Detail poškození dekoru hlavice tvrdou krustou
20. Detail poškození kružby při sundávání tmelů
21. Vápencový základ po odstranění tmelů, cementových přetěrů a spárovacích malt
22. Zkouška čištění pastou Fassadenreiniger

23. Zkouška nasákavosti Karstenovou trubicí
24. Zkouška čištění na pískovci, 1 vodou a kartáčkem, 2 vodou s použ. roztoku ČV a PV, 3 párou, 3 mikroabrazivní
25. Zkouška čištění na vápenci, 1 suché kartáčkem, 2 vodou a kartáčkem, 3 vodou s použ. roztoku ČV a PV, 3 párou, 3 mikroabrazivní
26. Kružba po odstranění větší část tmelů
27. Střední část pole po částečném očištění mikroabrazivní metodou
28. Kružba po částečném očištění mikroabrazivní metodou
29. Detail čištění mikroabrazivní metodou
30. Střední část pole po celkovém očištění mikroabrazivní metodou
31. Kružba po celkovém očištění mikroabrazivní metodou
32. Spodní část sloupku po celkovém očištění mikroabrazivní metodou
33. Odsolovací zábal
34. Odsolovací zábal
35. Odsolovací zábal, tmavší skvrny způsobeny solemi pronikajícími do zábalu
36. Odsolovací zábal, tmavší skvrny způsobeny solemi pronikajícími do zábalu
37. Vzorky zábalů pro stanovení pronikání solí do zábalu
38. Vrch kružby, stav po očištění od tmelů
39. Vrch kružby, stav po očištění od tmelů
40. Kraby po odsolování a dočištění
41. Detail míry poškození hrany bloku kamene
42. Střední část pole po odsolování a celkovém dočištění
43. Kružba po odsolování a celkovém dočištění
44. Vápencový základ po odsolování a celkovém dočištění
45. Sloupek po odsolování a celkovém dočištění
46. Sloupek po odsolování a celkovém dočištění

47. Vrch kružby, v průběhu tmelení
48. Kružba a střední část v průběhu tmelení a spárování
49. Celkový pohled v průběhu tmelení a spárování
50. Celkový pohled stavu po restaurování
51. Srovnávací pohled stavu před a po restaurování
52. Vzorky na měření pevnosti
53. Vzorky na měření paropropustnosti
54. Vzorky na měření nasákavosti