

KÁMEN A JEHO KONZERVACE

**C6190 CHEMIE A METODIKY KONZERVOVÁNÍ PŘEDMĚTŮ Z
ANORGANICKÝCH MATERIÁLŮ II**

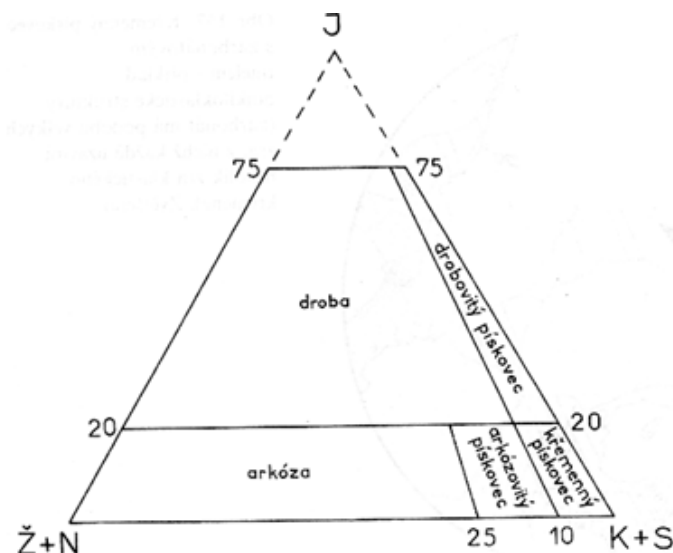
KÁMEN JAKO MATERIÁL

- užití kamene pro sochařské účely má dlouhou historii, mnohé kamenné památky vděčí za svou dlouhověkost právě použitému materiálu
- materiál pro sochařské práce by měl být co nejvíce homogenní, bez vnitřních kazů a prasklin

KÁMEN JAKO MATERIÁL

PÍSKOVEC

- zpevněný klastický sediment s hlavní složkou pískových zrn (křemene) (\emptyset 0,6 – 2 mm) a úlomků stabilních hornin a s dalším obsahem živců, úlomků nestabilních hornin, jílu a siltu
- barva dle příměsí, může být i různobarevný
- klasifikace je složitá, kritérii jsou např. složení klastických částic, základní hmota, tmel, příměsí, atd.; podle obsahu složek se dělí do tří základních skupin: křemenný, arkózoovitý a drobovitý
- ČR: hořícký (Jičínsko), žehrovický (Kladensko), mšenský (Litoměřicko), božanovský (Broumovsko)



Trojúhelníkový diagram [1]

KÁMEN JAKO MATERIÁL

OPUKA

- sedimentární hornina, písčítý slínovec s podílem biogenního křemene, dalšími složkami jsou především kalcit a živce
- velmi dobře zpracovatelná
- barva dle příměsí
- ČR: Bílá hora (Praha), Bílé stráně (Litoměřicko)



Kamenná hlava z Mšeckých Žehrovic [2]

KÁMEN JAKO MATERIÁL

VÁPENEC

- nejčastěji se vyskytující sedimentární hornina, jejíž hlavní složkou je kalcit a aragonit (CaCO_3)
- v závislosti na složení může přecházet v dolomitický ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)
- barva bílá
- ČR: krasy, Pavlovské vrchy, atd.

KÁMEN JAKO MATERIÁL

MRAMOR

- jedná se o metamorfovaný vápenec, případně dolomit; krystalický dolomit a vápenec mohou tvořit plynulé přechody
- barva může být bílá, světle šedá, načervenalá, zelenavá, tmavě šedé až černá, zbarvení je způsobeno obvykle oxidy železa, chloritem nebo grafitem
- ČR: Jeseníky, Českokrumlovsko
- patrně nejznámější je mramor z Carrary v Itálii
- <http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/1096911352-objektiv/213411030400217/obsah/244905-mramor>

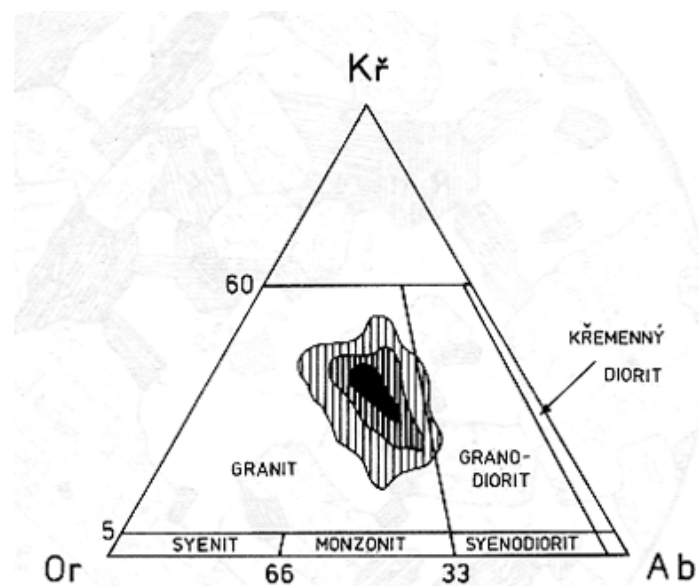


Michelangelo: David [3]

KÁMEN JAKO MATERIÁL

ŽULA (GRANIT)

- vyvřelá hornina složená převážně z křemene, živců (ortoklas, mikroklin) a menšího množství tmavých minerálů (biotit, muskovit)
- dělení: alkalické, vápenato-alkalické, monzonitické, mikrogranity
- výskyt: Šumava, Krkonoše, Jeseníky a další



Trojúhelníkový diagram [4]

ZPRACOVÁNÍ KAMENE

PROCES TVORBY KAMENNÉHO VÝROBKU

- zpracování kamene pro sochařské účely se provádí většinou ručně
- možná strojová předúprava
- používá se množství nástrojů
 - kladiva – různé velikosti, oba konce tupé, s kratší rukojetí
 - pemrlice – kladivo se čtvercovou násadou s hroty, pro hrubé opracování
 - dláta – špičáky, zubáky, lemovadla
 - prýskače a rozmýtače – k hrubému odseknutí většího kusu
 - hoblovadla – k vyhlazení povrchu
 - kružidla a pravítka – pro měření, zmenšování nebo zvětšování dle modelu

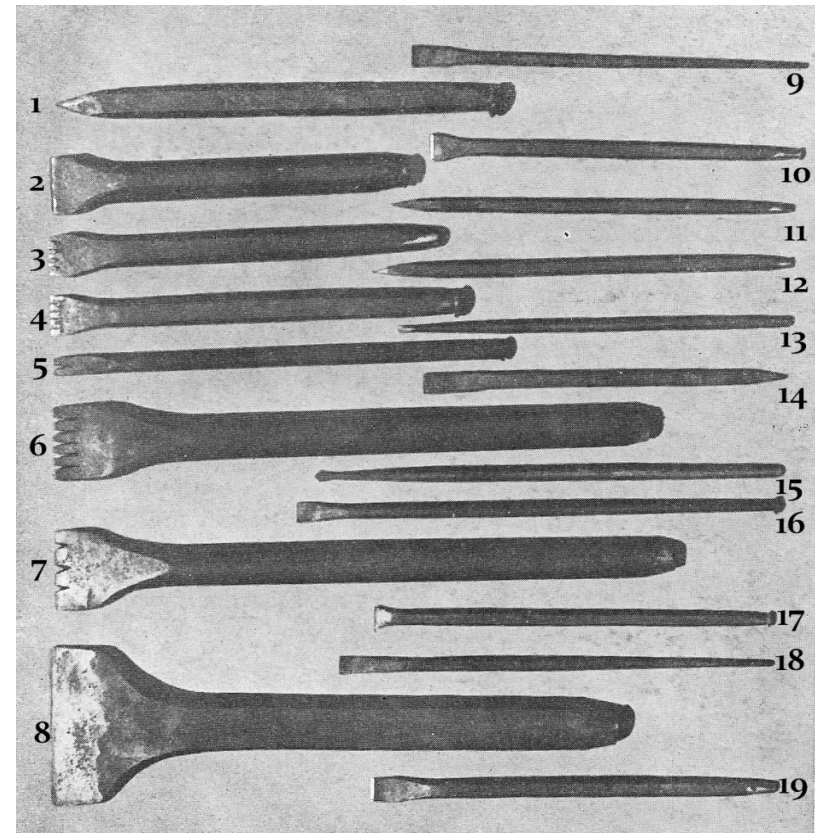


Pemrlice [5]

ZPRACOVÁNÍ KAMENE

PROCES TVORBY KAMENNÉHO VÝROBKU

- špičáky (1, 11, 12)
- zubáky (3 - 7)
- prýskač (8)
- dláta (9, 10, 13 – 19)



Nástroje na obrábění kamene [6]

UKÁZKA KAMENOSOCHAŘSKÉHO ŘEMESLA

[HTTP://WWW.CESKATELEVIZE.CZ/IVYSILANI/10214726264-DEVATERO-REMESEL/211563230470004-DAVID-MATASEK-KAMENOSOCHAREM](http://www.ceskatelevize.cz/ivysilani/10214726264-devatero-remesel/211563230470004-david-matasek-kamenosocharem)

DEGRADACE KAMENE

- k degradaci kamene dochází vlivem fyzikálních, chemických a biologických procesů, působících v materiálu současně, výsledky jednoho typu degradace také mohou podporovat průběh jiného typu
- vliv na míru degradace má také tvrdost, pružnost a pórovitost kamene a jeho zpracování
- s pórovitostí souvisí také kapilární jevy

DEGRADACE KAMENE

- fyzikální – změny tlaku, který může působit zevnitř i zvenčí, vznik například v závislosti na změnách teploty či vlhkosti, přítomnosti roztoků solí nebo růstu živých organismů
- chemická - spočívá v chemické přeměně některé ze složek materiálu vlivem reakcí s okolím, tedy například s nečistotami v atmosféře, s vodou nebo s produkty činnosti živých organismů, následkem bývá zvýšení rozpustnosti, snížení soudržnosti a změna systému pórů
- biologická - ačkoli jsou výsledkem jejích procesů fyzikální nebo chemické změny materiálu, zahrnujeme do této skupiny procesy, které jsou vyvolány, či podmíněny činností živých organismů

DEGRADAČNÍ FAKTORY

- PROSTŘEDÍ ULOŽENÍ PŘEDMĚTU
- VLHKOST
 - každý kamenný předmět má rovnovážný obsah vlhkosti, měnící se v závislosti na okolní t a RV
 - v pórovitých materiálech se voda vyskytuje ve volné a vázané formě (chemisorpce i fyzikální adsorpce na stěny pórů)
 - volnou vodu lze odstranit zahřátím na $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, vodu vázanou pouze obtížně za vysokých teplot
 - voda – mechanický i chemický faktor, pomáhá urychlovat další degradační procesy, podporuje existenci živých organismů a funguje jako transportní médium solí

DEGRADAČNÍ FAKTORY

- TEPLOTA
 - rizikový je vznik teplotního gradientu (rozdíl mezi teplotami na povrchu a uvnitř kamene, který špatně vede teplo), při němž dochází k nerovnoměrnému rozpínání a smršťování materiálu, pnutí a vzniku prasklin
 - objemové změny závisí na schopnosti materiálu absorbovat světlo (vliv barvy, velikosti), která je vyjádřena koeficientem teplotní roztažnosti
 - vystavení mrazu (zvětšení objemu vody o 9 %obj.) může způsobit uvolnění částí předmětu, které jsou pak ještě náchylnější k degradaci

DEGRADAČNÍ FAKTORY

- PŮSOBENÍ SOLÍ ROZPUSTNÝCH VE VODĚ
 - přítomnost solí v materiálu je nejčastější příčinou poškození kamene
 - mohou být obsaženy v materiálu, vznikat procesy zvětrávání nebo jsou transportovány vodou skrz póry
 - zdrojem solí může být i neodborný konzervátorský zásah (např. u vápenných a cementových doplňků)
 - povrchové výkvěty – vznikají, je-li rychlost odpařování z povrchu menší než přísun solí zevnitř, barevná změna
 - krystalizace pod povrchem – je-li rychlost odpařování a přísunu solí v rovnováze, vede k poškozování povrchových vrstev, některé soli krystalizují jako hydráty (ještě větší zvýšení tlaku)

DEGRADAČNÍ FAKTORY

- PŮSOBENÍ SOLÍ ROZPUSTNÝCH VE VODĚ
 - krusty
 - nerozpustné vrstvy s hydrofobními vlastnostmi odlišnými od původního materiálu, které uzavírají povrch kamene (delaminace)
 - vznik nejčastěji působením chlorovodíku, oxidů C, S a N
 - mohou mít ochranné vlastnosti, většinou však přispívají k další degradaci
 - jejich vznik je ovlivněn přítomností snadno napadnutelných látek (např. uhličitany) a pórovitostí, neporézní druhy kamenů bez obsahu karbonátů jsou nejodolnější
- ZNEČIŠTĚNÍ OVZDUŠÍ – SO_x , NO_x , CO_2 a sloučeniny Cl v plynném skupenství tvoří s deštěm slabé roztoky kyselin, dochází k reakcím na jiné, více rozpustné soli, což vede k jejich vymývání a následnému snižování pevnosti materiálu
- EROZE – mechanické vlivy (tekoucí voda, působení větru)

DEGRADAČNÍ FAKTORY

- BIODOROZE
 - mezi organismy způsobující biokorozi, tzv. biodeteriogeny, patří mikroorganismy, houby, lišejníky, rostliny, hmyz a obratlovci
 - její průběh závisí na klimatických podmínkách prostředí a podmínkách na rozhraní materiálu a biodeteriogenu (pH, RV, t, přístup kyslíku)
 - ptačí trus – sloučeniny P, N, S, živná půda pro mikroorganismy
 - fyzikální × chemické (působení produktů životních pochodů organismů)



[7]

DEGRADAČNÍ FAKTORY

- ČINNOST ČLOVĚKA
 - průmyslová činnost (znečištění ovduší, vody a půdy)
 - nedbalost či neznalost zacházení s kamenem jako materiálem
 - vandalismus
- VLIV TĚŽBY A OPRACOVÁNÍ
 - různé části kamenných objektů jsou nerovnoměrně zatěžovány, u sedimentárních hornin je důležité, aby byly orientovány do stejné polohy jako před vytěžením
 - vznik trhlin při použití trhavin nebo ručním či strojovým opracováním kamene
- NEVHODNÉ KONZERVÁTORSKÉ A RESTAURÁTORSKÉ ZÁSAHY
- KOROZE KOVOVÝCH SOUČÁSTÍ

PREVENTIVNÍ KONZERVACE

- sochy v interiéru nenáročné (vysávání prachu, omývání malým množstvím vody)
- sochy v exteriéru se mohou přes zimu zakrývat lehkým, světlým nepromokavým obalem, který je ale propustný pro vodní páru (např. geotextilie), aby nedocházelo ke kondenzaci vody
- stabilní klimatické podmínky bez výkyvů t a RV
 - relativní vlhkost 40 – 60%
 - teplota 20 ± 2 °C
 - celková roční expozice 100 000 lx/h/rok
 - intenzita osvětlení max. 50 lx

SANAČNÍ KONZERVACE

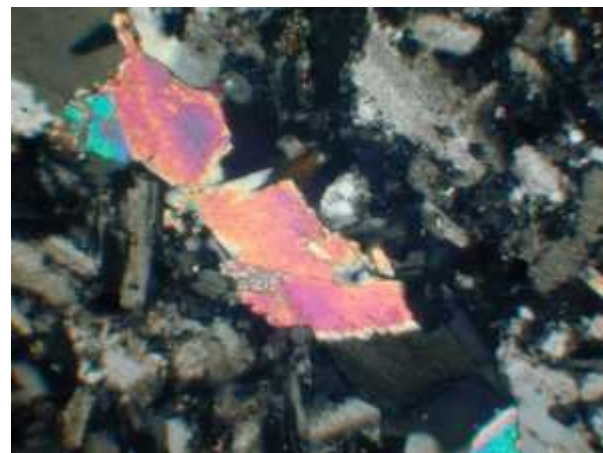
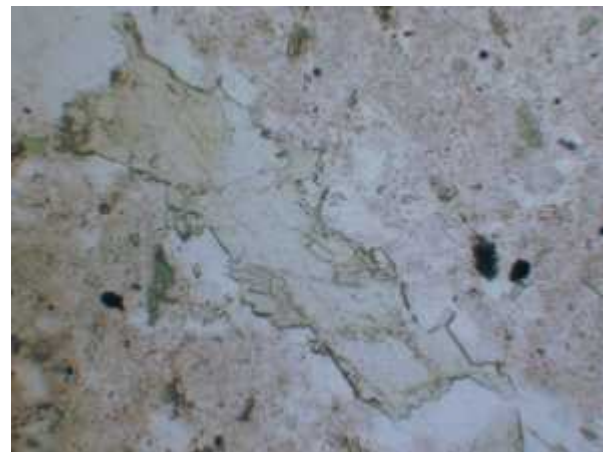
PRŮZKUM

- vyžaduje interdisciplinární spolupráci
- umělecko-historický – datace, sloh/styl, autor, provenience
- statický – ochrana památky i pracovníků a návštěvníků
- petrografická analýza – polarizační mikroskop, rozlišení minerálů na základě jejich optických vlastností
- mikroskopická a prvková analýza – SEM-EDX
- fyzikální vlastnosti zkoumány normovanými laboratorními zkouškami

SANAČNÍ KONZERVACE

PRŮZKUM

- petrografická analýza – studium materiálu a obsažených minerálů, pórovitosti, atd.
- polarizační mikroskop
 - v lineárně polarizovaném světle (pouze polarizátor) – studium barvy, pleochroismu (různých odstínů a intenzity barev při různé orientaci krystalu), tvaru a stavby minerálů, štěpnost, velikost zrn, uzavřeniny, atd.
 - při zkřížených nikolech (polarizátor i analyzátor) - polarizátor propouští světlo polarizované v rovině předozadní a analyzátor propouští světlo kmitající v rovině pravolevé, umožňuje rozlišit izotropní a neizotropní látky, studium výše dvojlomu nebo zhášení minerálů



[8]

SANAČNÍ KONZERVACE

ČIŠTĚNÍ

- usnadňuje ochranu předmětu, zlepšuje penetraci prostředků, zvyšuje estetickou hodnotu
- hrozí-li poškození předmětu, je nutno předmět zpevnit, není-li možné, upřednostňuje se zachování znečištěného, ale nepoškozeného povrchu
- mechanicky za sucha, vodou bez přídavku chemikálií, chemicky

SANAČNÍ KONZERVACE

ČIŠTĚNÍ

- mechanické – kartáče, štětce, špachtle, skalpely
- otryskávání – proudem vzduchu s abrazivem (korund, balotina, ořechové skořápky), není nejvhodnější, kámen po něm snáz zvětrává
- vodné – malým množstvím vody, aby nedocházelo k zavlhčení materiálu
- parní – lepší rozpustnost solí, očištění i nepravidelného povrchu, ale hrozí delaminace krust
- tenzidy – kationaktivní (lepší smáčivost kamene)
- organická rozpouštědla – odstranění mastnoty, nátěrů, fermeží, pomocí zábalů

SANAČNÍ KONZERVACE

ČIŠTĚNÍ

- laserové čištění – odprašování tenké vrstvičky materiálu pomocí laserových pulzů (laserová ablace)
 - monitoring laserového čištění lze provádět metodou LIBS – sleduje se prvkové složení ablatovaného materiálu, přičemž prvkové složení znečištěné vrstvy a neznečištěného vnitřního materiálu se zpravidla liší

SANAČNÍ KONZERVACE

RESTAUROVÁNÍ BAPTISTERIA VE FLORENCII

[HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=CBZPKVDM9Yo](https://www.youtube.com/watch?v=CBZPKVDM9Yo)

SANAČNÍ KONZERVACE

DESALINACE

- vysoké množství solí vlivem zimního zasolování, reakcemi s výfukovými a dalšími plyny
- kumulace solí na povrchu vzlínáním vody, znemožnění penetrace konzervačních prostředků
- destilovaná nebo deionizovaná voda
- ponor, zábal, obklady
- potřeba sledovat průběh odsolování (ISE, důkazové reakce příslušných aniontů, titračně)
- dochází ke zdrsnění povrchu a zvětšení pórů, nutné ošetření konzervačními prostředky

SANAČNÍ KONZERVACE

KONSOLIDACE

- konsolidaci neboli zpevnění předmětu je nutné provádět až po desalinaci a vysušení předmětu!
- provádí se nástřikem, ponořením do roztoku nebo opakovaným nanášením konsolidačního přípravku na povrch předmětu, k zanesení do hlubších trhlinek je možné použít injekční stříkačku
- možné provádět za sníženého tlaku

SANAČNÍ KONZERVACE

KONSOLIDACE

- konsolidant by měl být stálý, chemicky inertní, odolný proti světlu, vlhkosti a biologickému napadení, měl by mít nízkou viskozitu a malý kontaktní úhel, neměl by ovlivňovat barvu a propustnost kamene
- konsolidant je nutné volit tak, aby nedošlo k vytvoření nepropustné krusty na povrchu předmětu
- používají se nejčastěji organokřemičitany, především estery kyseliny křemičité, které hydrolyzují za vzniku SiO_2 gelu a alkoholu, který se odpaří, mohou mít i hydrofobizační účinek
- další konsolidanty: vápenná voda (špatná penetrace), oleje (lněný, makový), vosky (včelí, lanolin; mohou zachycovat nečistoty), akrylátové disperze

SANAČNÍ KONZERVACE

LEPENÍ

- přechází mu sestavení tvaru a zjištění chybějících částí
- velká škála používaných lepidel, např:
 - polyesterová – reakční lepidla, polykondenzace anhydridů s vícemocnými alkoholy, monomerní složkou (ředidlo) bývá styren, tvrdidlem bývá např. dibenzoylperoxid, lepený spoj se tvoří pomaleji
 - epoxidová – vícesložková polymerní lepidla, vytvrzují polykondenzací vícemocných fenolů s epichlorhydrinem, jako tvrdidlo se používají polyaminy, lepený spoj vytvrzuje až hodiny, po delší časový interval nemá požadovanou pevnost
 - disperzní – tuhnou vlivem vytěkání rozpouštědla, spoj se vytvrzuje poměrně rychle, jsou rozpustná ve vodě, tvoří tenký spoj, např. polyvinylacetátová

SANAČNÍ KONZERVACE

LEPENÍ

- požadované vlastnosti lepeného spoje
 - snadnost manipulace
 - pevnost spoje
 - reverzibilita
 - mechanická odolnost – pevnost spoje by měla odpovídat pevnosti použitého materiálu
 - odolnost v nepříznivých klimatických podmínkách
 - estetické hledisko

SANAČNÍ KONZERVACE

DOPLŇOVÁNÍ A TMELENÍ

- často se používá směs hydraulického vápna, písku a portlandského cementu, možné přidat i pigmenty, poměr složek závisí na tom, jestli je směs určena k doplňování nebo tmelení, jako pojivo lze použít vodu nebo akrylátovou disperzi
- k tvorbě kopií a doplňků se používají sádrové formy (dvoj- a vícedílná)
 - separace povrchu forem šelakovým nátěrem v lihu nebo mazlavým mýdlem
 - sesazení forem pomocí tzv. zámků - na jedné formě vytvarují otvory či čepy, na něž se následně odlije negativ pro napojení
- pro detailnější modelaci se mezi model a sádrovou formu někdy vkládá forma lukoprenová (silikonový kaučuk) – vznik vulkanizací kaučuku po přidání tvrdidla

SANAČNÍ KONZERVACE

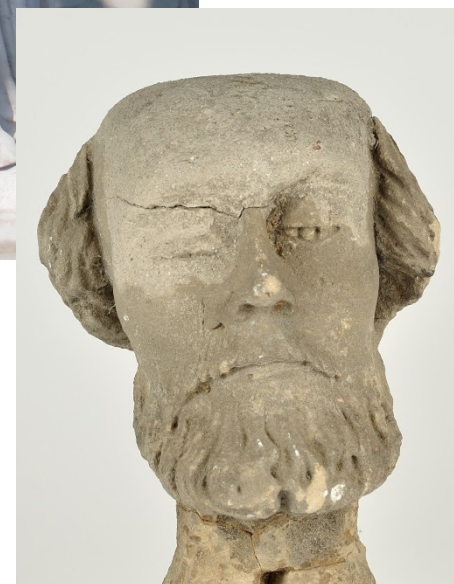
POVRCHOVÉ ÚPRAVY A RETUŠE

- výsledkem konzervačních zásahů může být nejednotný vzhled předmětu
- retušování pomocí anorganických pigmentů (přírodních nebo syntetických) – lze spojit s hydrofobizací
- biocidní přípravky – k odstranění biologických degradačních faktorů a omezení nebo zabránění jejich opětovnému působení
 - monitoring míry penetrace biocidních prostředků lze provést pomocí metody LIBS (např. v případě biocidního oštření stříbrnými nanočásticemi (Bercerra, 2019))

PŘÍKLADY Z PRAXE

HLAVA SOCHY SV. JANA NEPOMUCKÉHO (JOSEFOV)

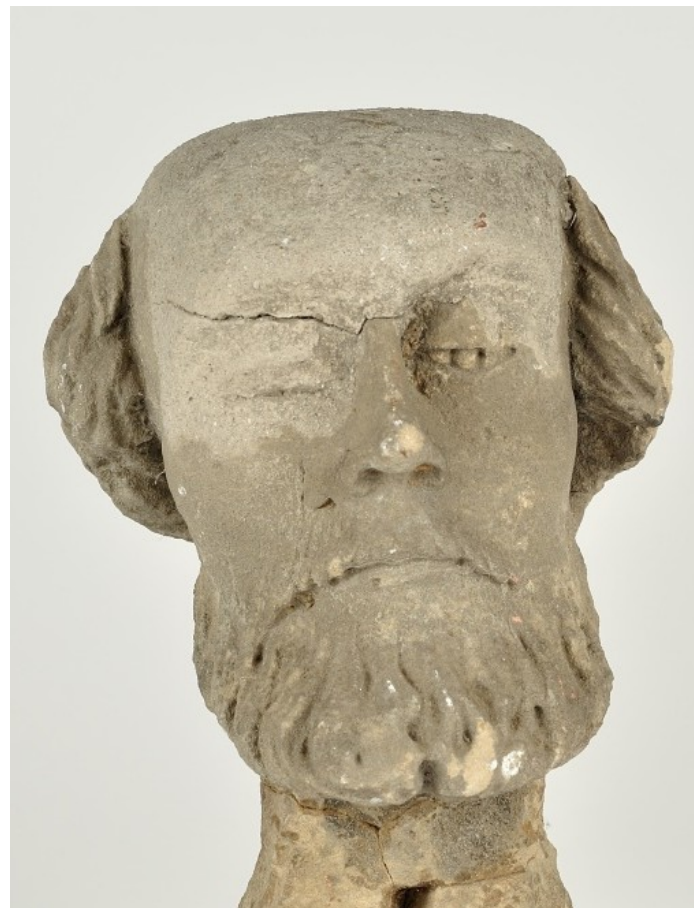
- autor: František Štábla, osazeno: 1907, materiál: pískovec
- okolo roku 1981 došlo k oddělení hlavy od zbytku sochy
- návrh na restaurování byl příliš drahý, hlava byla tedy nahrazena novou (ak. mal. Jan Pospíšil)
- původní hlava byla přemístěna do vinného sklepa v nedalekých Dolních Bojanovicích



PŘÍKLADY Z PRAXE

HLAVA SOCHY SV. JANA NEPOMUCKÉHO (JOSEFOV)

- stav předmětu před zásahem
 - nepůvodní doplněk z cementové maltoviny s prasklinou
 - uražená špička nosu
 - v záhybech mechanické nečistoty (pavučiny, hmyz, prach)
 - šedá vrstva v oblasti krku
 - skvrny od lepidla kolem spojů
 - sekundární znečištění bílou a růžovou barvou
 - bílá a hnědá skvrna v oblasti vlasů
 - zesponu otvor pro čep s pozůstatky tmelu a chybějícím materiálem



PŘÍKLADY Z PRAXE

HLAVA SOCHY SV. JANA NEPOMUCKÉHO (JOSEFOV)

- hnědá skvrna – pozůstatek korozních produktů? → důkaz Fe^{3+} hexakvanoželeznatanem draselným $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ → **pozitivní**
- bílá skvrna – vápenný nátěr? → důkaz Ca^{2+} iontů plamenovou zkouškou → **pozitivní**
- šedá vrstva – síranová krusta? → důkaz SO_4^{2-} chloridem barnatým → **pozitivní**



PŘÍKLADY Z PRAXE

HLAVA SOCHY SV. JANA NEPOMUCKÉHO (JOSEFOV)

- stanovení obsahu Cl^- - merkurimetrická titrace
- stanovení obsahu NO_3^- - fotometrické titrace odměrným roztokem salicylanu sodného
- stanovení obsahu SO_4^{2-} - srážecí titrace odměrným roztokem dusičnanu olovnatého na indikátor dithizon

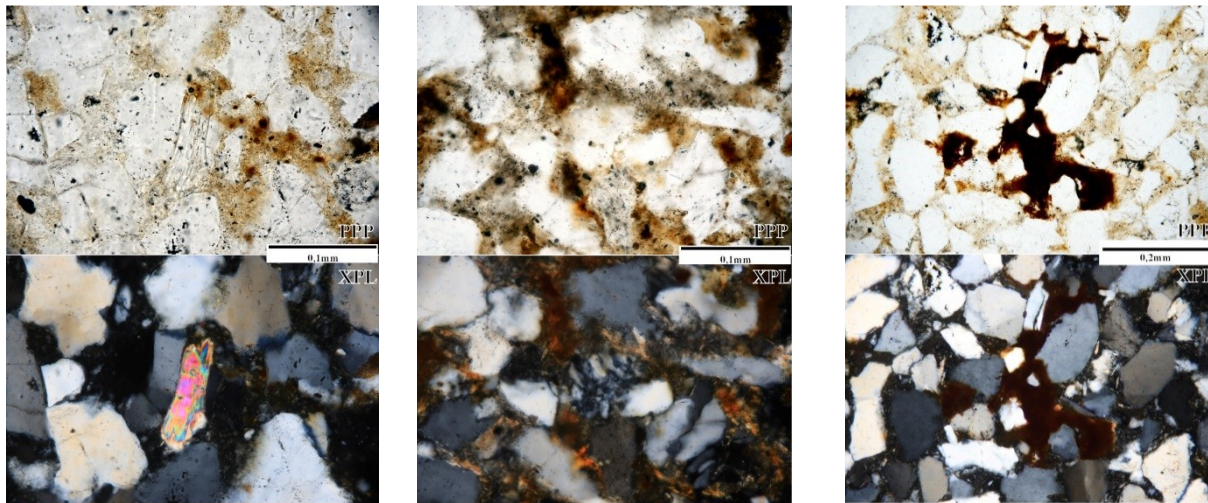
| | Chloridy Cl^- | Dusičnany NO_3^- | Sírany SO_4^{2-} |
|-----------------|------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Obsah v mg/kg | 1292,8 | 1407,7 | 6781,7 |
| Obsah v % | 0,13 | 0,14 | 0,68 |
| Stupeň zasolení | zvýšený | zvýšený | zvýšený |

- desalinace ponorem na 14 dní

PŘÍKLADY Z PRAXE

HLAVA SOCHY SV. JANA NEPOMUCKÉHO (JOSEFOV)

- petrografická analýza – PPL (nahore) a XPL (dole)



Obr. 1– uprostřed snímku muskovit vedle poloostrohranných zrn křemene, 2 – uprostřed úlomek metakvartcitu, 3 – železitý tmel

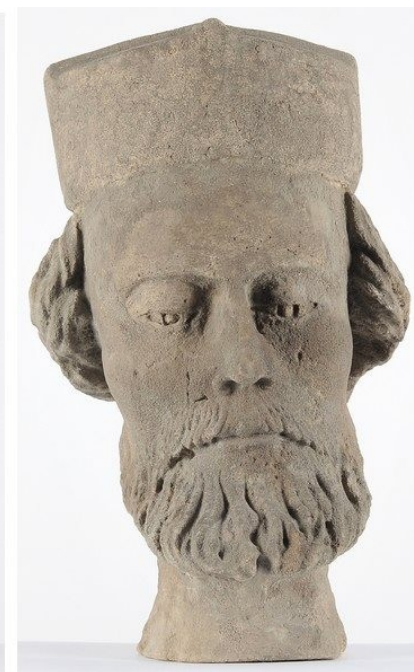
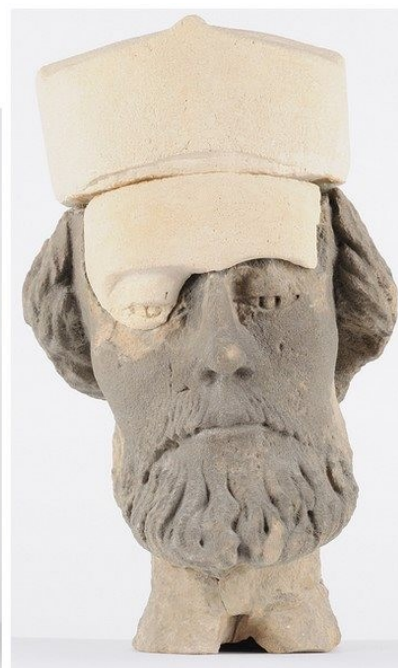
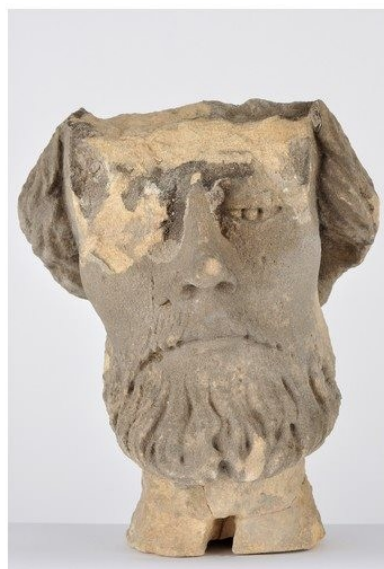
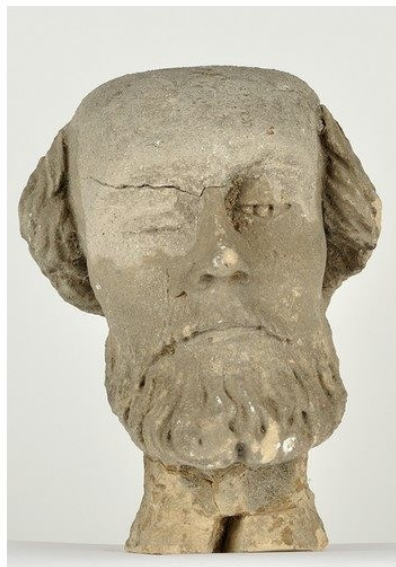
PŘÍKLADY Z PRAXE

HLAVA SOCHY SV. JANA NEPOMUCKÉHO (JOSEFOV)

- čištění – za sucha, za mokra a za mokra s přídavkem saponátu
- odstranění lepených spojů – nepodařilo se
- odstranění doplňku – mechanicky
- konsolidace – prostředek Silex OH-100 (KEIM) na bázi organokřemičitanů, před aplikací byl povrch mírně navlhčen, nátěr cca 10x
- modelace doplňku z keramické hlíny, tvorba lukoprenové a sádrové formy, tvorba odlitku z umělého kamene (750 g jemnozrnného písku, 250 g kamenné moučky, 250 g bílého cementu a 218,75 g roztoku disperze o ředění 1 : 10 objemových dílů s destilovanou vodou, 6,25 g pigmentu Lichter Ocker, 6,25 g pigmentu Goldocker hell a 6,25 g pigmentu Dunkler Ocker deutsch), zabroušení doplňku smirkovým papírem
- tmelení – použita směs jako pro tvorbu doplňku
- lepení – dispezní polyvinylacetátové lepidlo Herkules

PŘÍKLADY Z PRAXE

HLAVA SOCHY SV. JANA NEPOMUCKÉHO (JOSEFOV)



PŘÍKLADY Z PRAXE

SOUSOŠÍ GÉNIŮ (NÁRODNÍ MUZEUM, PRAHA)

- autor: Antonín Popp, osazeno: 1899, materiál: hořícký pískovec
- dvě nadživotní postavy okřídlených chlapeckých Géniů nesoucích v rukou svatováclavskou korunu a atributy v podobě pochodně a vavřínového věnce
- originál sestaven ze dvou bloků
- ovlivněno událostmi z roku 1945 a 1968
- začátek restaurování 2005, deinstalováno
- 2006 pro statické problémy
- tvorba sekané kopie z jednoho bloku božanovského pískovce tečkovací metodou (trvala 5 let), která je umístěna na původní místo, originál je nyní instalován v interiéru muzea
- <https://youtu.be/3SoOgQUNWo4>



[9]

PŘÍKLADY Z PRAXE

SOCHA MARTHY MILLEROVÉ (UNIČOV)

- osazeno: 1913, materiál: carrarský mramor
- náhrobní socha dcery místního lékaře
- očištění → odstranění drobných prasklin
→ doplnění palce na noze pod drapérií

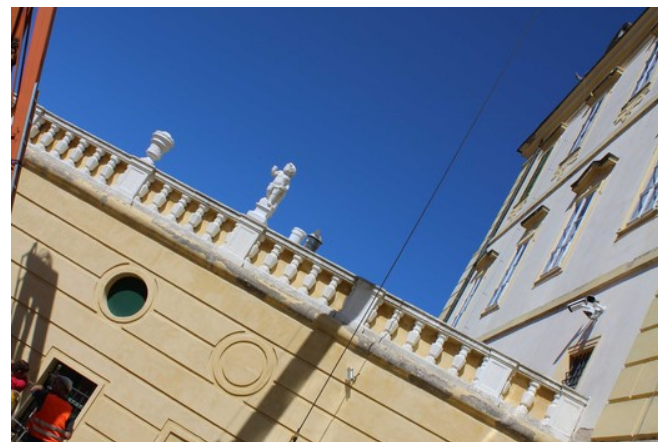


[10]

PŘÍKLADY Z PRAXE

ČTYŘI ROČNÍ OBDOBÍ (VALTICE) - KOPIE

- autor: Daniel Daubner, osazeno: 2017
- umístění na balustrádě mostu
- barokní originály zničeny po válce



[11]

PŘÍKLADY Z PRAXE

NOVÝ ŽIDOVSKÝ HŘBITOV (PRAHA)

- obnova 480 náhrobků a 3 hrobek (celkem 27000 náhrobků)
- jsou zde pohřbeni např. Franz Kafka, Ota Pavel, Jiří Orten či Arnošt Lustig
- zhroucení náhrobních kamenů zapříčiňují nejčastěji kořeny stromů i popínavý břečťan
- financováno z norských grantů



[12]

DĚKUJI ZA POZORNOST.

ZDROJE

BERCERRA J. et al. *Evaluation of the applicability of nano-biocide treatments on limestones used in cultural heritage*. Journal of Cultural Heritage, 38 (2019), 126-135.

DOEHNE, E., PRICE, C. A. *Stone Conservation: An Overview of Current Research*. 2nd edition. Los Angeles: The Getty Conservation Institute, 2010. ISBN 978-1-60606-046-9.

GREGEROVÁ, M., FOJT, B., VÁVRA, V. *Mikroskopie horninotvorných a technických minerálů*. Brno: Moravské zemské muzeum, Masarykova univerzita, 2002. ISBN 80-7028-195-2.

HOLZBECHER, Z., CHURÁČEK, J. a kol. *Analytická chemie*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1987.

KOPECKÁ, I. a kol. *Preventivní péče o historické objekty a sbírky v nich uložené*. Praha: Státní ústav památkové péče, 2002. ISBN 80-86234-28-2.

LEDEREROVÁ, J. a kol. *Biokorozní vlivy na stavební díla*. 1. vyd. Praha: Silikátový svaz pro Výzkumný ústav stavebních hmot, a.s., 2009. ISBN 978-80-86821-50-4.

MLEZIVA J., KÁLAL, K. *Základy makromolekulární chemie*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1986.

NIKITIN, M. K., MEL'NIKOVA, E. P. *Chemie v konzervátorské a restaurátorské praxi*. Brno: Masarykova univerzita, 2003. ISBN 80-210-3062-3.

OSTEN, M. *Práce s lepidly a tmely*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1975.

POSPÍŠILOVÁ, E. *Konzervace a restaurování pískovcového artefaktu*. Brno, 2013.

ZDROJE

SEJKORA, J., KOUŘIMSKÝ, J. *Atlas minerálů České a Slovenské republiky*. 1. vyd. Praha: Academia, 2005. ISBN 978-80-200-1682-9.

SELUCKÁ, A., GROSSMANNOVÁ, H., MAZÍK, M. *Preventivní konzervace: Moderní postupy a technologie*. Brno: Jihomoravský kraj, Technické muzeum v Brně, 2014.

ŠEDÝ, V. *Sochařské řemeslo, základ sochařského umění*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství krásné literatury, hudby a umění, 1953.

TEPLÝ, B. *Konzervování a restaurování kamene*. 1. vyd. Hořice v Podkrkonoší: Nadace střední průmyslové školy kamenické a sochařské, 1997.

ZELINGER, J. a kol. *Chemie v práci konzervátora a restaurátora*. 2. vyd. Praha: Academia, nakladatelství Československé akademie věd, 1987.

[HTTP://WWW.GEOLOGY.CZ/APLIKACE/ENCYKLOPEDIE/TERM.PL?PISKOVEC](http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?piskovec)

[HTTP://ATLAS.HORNINY.SCI.MUNI.CZ/SEDIMENTARNI/PISKOVEC.HTML](http://atlas.horniny.sci.muni.cz/sedimentarni/piskovec.html)

[HTTP://WWW.GEOLOGY.CZ/APLIKACE/ENCYKLOPEDIE/TERM.PL?OPUKA](http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?opuka)

[HTTP://WWW.GEOLOGY.CZ/APLIKACE/ENCYKLOPEDIE/TERM.PL?VAPENEC](http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?vapenec)

[HTTP://ATLAS.HORNINY.SCI.MUNI.CZ/METAMORFOVANE/MRAMOR.HTML](http://atlas.horniny.sci.muni.cz/metamorfované/mramor.html)

[HTTP://WWW.GEOLOGY.CZ/APLIKACE/ENCYKLOPEDIE/TERM.PL?GRANIT](http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?granit)

[HTTP://OLD.VSCHT.CZ/MET/STRANKY/VYUKA/PREDMETY/KOROZE_MATERIALU_PRO_RESTAURATORY/KADM/PDF/2_4.PDF](http://old.vscht.cz/met/stranky/vyuka/predmety/koroze_materialu_pro_restauratory/kadm/pdf/2_4.pdf)

ZDROJE OBRÁZKŮ

- [1] [HTTP://WWW.GEOLOGY.CZ/APLIKACE/ENCYKLOPEDIIE/TERM.PL?O=156](http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?o=156)
- [2] [HTTPS://CS.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/KAMENN%C3%A1_HLAVA_Z_M%C5%A1ECK%C3%BDCH_%C5%BDEHROVIC](https://cs.wikipedia.org/wiki/Kamenn%C3%A1_hlava_z_M%C5%A1eck%C3%BDch_%C5%BDEhrovic)
- [3] [HTTPS://MYMODERNMET.COM/MICHELANGELO-DAVID-FACTS/](https://mymodernmet.com/michelangelo-david-facts/)
- [4] [HTTP://WWW.GEOLOGY.CZ/APLIKACE/ENCYKLOPEDIIE/TERM.PL?GRANIT](http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?granit)
- [5] [HTTPS://UPLOAD.WIKIMEDIA.ORG/WIKIPEDIA/COMMONS/THUMB/4/47/STACKHUMMER--W.JPG/220PX-STACKHUMMER--W.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/47/Stackhammer--w.jpg/220px-Stackhammer--w.jpg)
- [6] ŠEDÝ, V. *Sochařské řemeslo, základ sochařského umění*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství krásné literatury, hudby a umění, 1953. Příloha, obr. 3.
- [7] [HTTPS://CDN.PIXABAY.COM/PHOTO/2016/10/23/22/28/GULL-1764882_960_720.JPG](https://cdn.pixabay.com/photo/2016/10/23/22/28/gull-1764882_960_720.jpg)
- [8] [HTTP://MINERALOGIE.SCI.MUNI.CZ/KAP_4_3_OPTIKA/EPIDOT.HTM](http://mineralogie.sci.muni.cz/kap_4_3_optika/epidot.htm)
- [9] [HTTP://WWW.PROPAMATKY.INFO/CS/ZPRAVODAJSTVI/HLAVNI-MESTO-PRAHA/OPRAVENE-PAMATKY/SOUSOSI-GENIU-SE-VRATILO-DO-HISTORICKE-BUDOVY-NARODNIHO-MUZEJA/4191/](http://www.propamatky.info/cs/zpravodajstvi/hlavni-mesto-praha/opravene-pamatky/sousosi-geniu-se-vratilo-do-historicke-budovy-narodniho-muzea/4191/)
- [10] [HTTP://WWW.PROPAMATKY.INFO/CS/ZPRAVODAJSTVI/OLOMOUCKY-KRAJ/OPRAVENE-PAMATKY/NEJKRASNEJSI-SOCHA-UNICOVSKEHO-HRBITOVA-PROSLA-OBNOVOU/4127/](http://www.propamatky.info/cs/zpravodajstvi/olomoucky-kraj/opravene-pamatky/nejkrasnejsi-socha-unicovskeho-hrbitova-prosla-obnovou/4127/)
- [11] [HTTP://WWW.PROPAMATKY.INFO/CS/ZPRAVODAJSTVI/JIHOMORAVSKY-KRAJ/OPRAVENE-PAMATKY/VE-VALTICICH-BYLY-UMISTENY-REPLIKY-BAROKNICH-SOCH-SYMBOLIZUJICI-CTYRI-ROCNÍ-OBDOBI/3904/](http://www.propamatky.info/cs/zpravodajstvi/jihomoravsky-kraj/opravene-pamatky/ve-valticich-byly-umisteny-repliky-baroknich-soch-symbolizujici-ctyri-rocni-obdobi/3904/)
- [12] [HTTP://WWW.PROPAMATKY.INFO/CS/ZPRAVODAJSTVI/HLAVNI-MESTO-PRAHA/OPRAVENE-PAMATKY/ZIDOVSKA-OBEC-NECHALA-NA-ZIZKOVE-OBNOVIT-TEMER-500-NAHROBKU/3231/](http://www.propamatky.info/cs/zpravodajstvi/hlavni-mesto-praha/opravene-pamatky/zidovska-obec-nechala-na-zizkove-obnovit-temer-500-nahrobku/3231/)

ZDROJE OBRÁZKŮ

NEČÍSLOVANÉ OBRÁZKY VZNIKLY V RÁMCI DIPLOMOVÉ PRÁCE:

POSPÍŠILOVÁ, E. *Konzervace a restaurování pískovcového artefaktu*. Brno, 2015.