

KERAMIKA A JEJÍ KONZERVACE

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

KERAMIKA

KERAMICKÁ HLÍNA

- jemnozrnný materiál pro výrobu keramiky, který po smísení s vodou získává plasticitu
- je tvořena především hlinitokřemičitany, jako doprovodné prvky se často vyskytují např. železo, alkalické kovy nebo kovy alkalických zemin
- hlavní složkou jsou minerály ze skupiny fylosilikátů (vrstevnatých silikátů), především **kaolinit** $\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$, dále také **montmorillonit** $(\text{Ca},\text{Na})\text{MgAl}_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2 \pm n\text{H}_2\text{O}$ a **illit** $(\text{K},\text{H}_3\text{O})\text{Al}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10})(\text{OH})_2$; často vznikají zvětráváním živců
- dalšími složkami jsou např. křemen, kalcit, sloučeniny železa nebo organické sloučeniny vzniklé degradací organických materiálů (neplastické materiály), které se do hlíny také cíleně přidávaly jako tzv. ostřiva, která ovlivňují vlastnosti keramiky během jejího zpracování, sušení i výpalu.

KERAMIKA

VLASTNOSTI HLÍNY

- plasticita - vlastnost směsi hlíny s vodou, která umožňuje její tváření do podoby, v níž zůstane i po uvolnění působícího tlaku, částice hlíny snadno adsorbují vlhkost, voda funguje jako zvlhčovač a malé destičkové částice po sobě mohou snadno klouzat, ale odtrhnout je od sebe je poměrně náročné
- nasákavost – souvisí se schopností hlíny dostat se do plastického stavu, je to rychlost, s jakou dojde k rozpadu hlíny při ponoření do vody
- barva – závisí především na nečistotách, např. Fe barví hlínu do žluta až červena, barva surové a vypálené hlíny se liší
- smrštění při výpalu – způsobeno ztrátou vody, je tím větší, čím jemnější a plastičtější je hlína

KERAMIKA

PŘÍPRAVA HLÍNY

- zbavení nečistot a hrubších částic
- důkladné provlhčení – mokrá hlína se nechávala zrát i po několik měsíců, aby došlo k provlhčení i nejjemnějších částic
- smísení plastické hlíny s ostřivem

PLASTIFIKACE SPRAŠOVÉ HLÍNY

- není-li hlína při vytěžení plastická, je nutné ji nechat odležet přes jednu zimu, kdy vlivem přemrznutí a chemických reakcí jílových minerálů s vodou a s organickými látkami dochází k výrazné změně vlastností původní spraše a dochází k přeměně na kvalitní tvářecí hmotu
- slouží například k tvorbě replik archeologické keramiky nebo k ověření lokálního původu keramické hlíny

KERAMIKA

PLASTIFIKACE SPRAŠOVÉ HLÍNY - EXPERIMENT

„Byla keramická miska nalezená v hradišti Sv. Hypolita u Znojma vyrobena z lokálních surovin?“

- natěžení sprašové hlíny z lokality nálezů
- vykopání jámy v zemi (hloubka cca 0,5 m), vložení látkového obalu pro oddělení natěžené hlíny od okolní
- smíchání hlíny s vodou a přelití do látkového obalu
- zabalení a zakopání hlíny na 3 měsíce (30. 12. – 30. 3.)
- vyjmutí hlíny
- tvorba modelového předmětu, jeho vypálení a mikropetrografické porovnání vzorků modelového předmětu se vzorky původní nádoby

KERAMIKA

PROCES TVORBY KERAMICKÉHO VÝROBKU

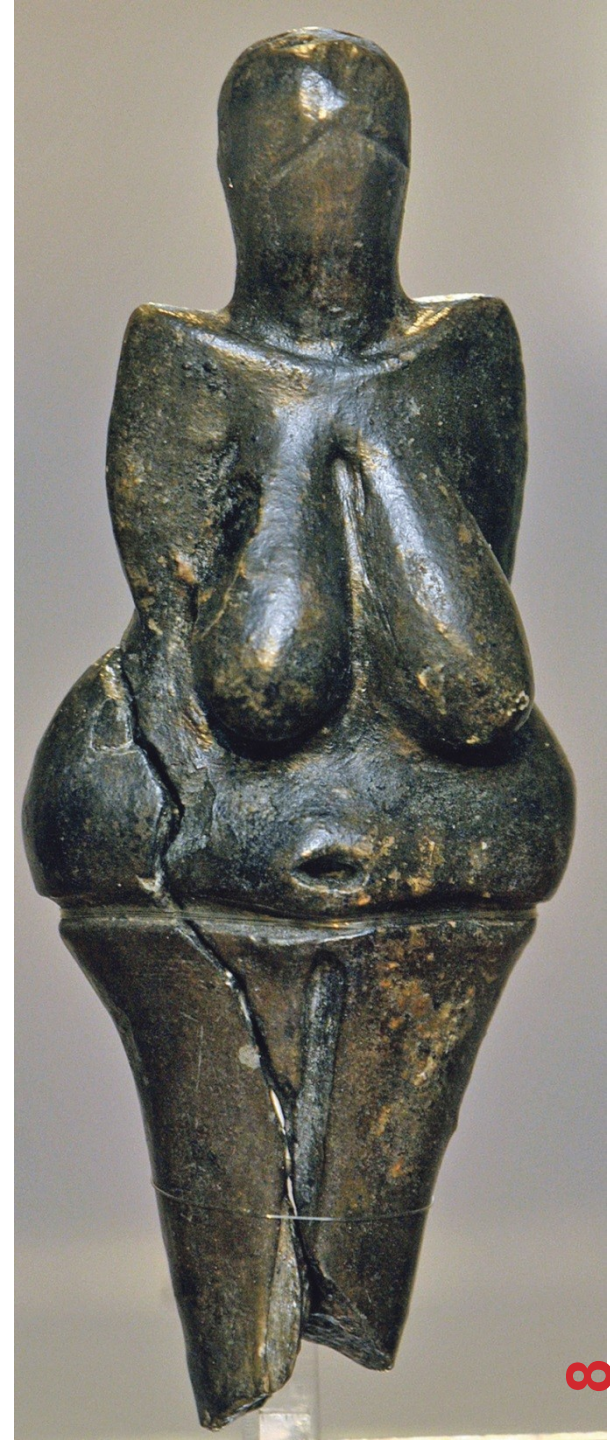
- tváření
- sušení – dochází ke smršťování
- výpal
 - dehydratační fáze – z výrobku se při nízké teplotě odpařuje voda tak, aby nedošlo k náhlému uvolnění páry a poškození výrobku
 - oxidační fáze – z hlíny je vypalována uhlíkatá složka a všechny ostatní obsažené sloučeniny jsou plně oxidovány
 - slinutí – složky hlíny se vzájemně stmelují

KERAMIKA

- soudržná, ve vodě nerozpustná, polykrystalická látka z anorganických nekovových surovin získaná slinováním
- SLINOVÁNÍ = proces, při kterém dochází ke zpevňování disperzních systémů za vysoké teploty a získání požadovaných fyzikálních a mechanických vlastností
- tvorba krystalických fází s určitým podílem skelné fáze a s větším či menším množstvím pórů
- první uměle vyrobený a zároveň jeden z nejdéle používaných materiálů v historii
- zásadní význam ve stavebnictví, uplatnění ve výrobě **užitkových** (nádobí, žáruvzdorné hmoty, elektrotechnika) a **dekorativních** předmětů

Z HISTORIE

- Věstonická venuše – cca 29. - 25. stol. př. n. l., nejstarší známá keramická soška na světě
- nejstarší keramické nádoby nalezeny v jižní Číně – datovány cca do 11. století př. n. l., předpokládaná teplota výpalu 700 – 960 °C, ručně tvarované, s červenou až hnědou barvou střepu
- První pálené cihly pocházejí z 5. - 4. stol. př. n. l. z Mezopotámie



[1]

Z HISTORIE

AKTUÁLNÍ NÁLEZ GEOLOGŮ Z MASARYKOVY UNIVERZITY
– úlomek venuše tzv. střelického typu

- stáří cca 6500 let
- kultura s moravskou malovanou keramikou
- Brno-Tuřany
- unikátní nález v povrchové vrstvě

[2]



DEGRADACE KERAMIKY

- velmi odolný materiál → v některých obdobích tvoří často jediný doklad o lidské činnosti a existenci
- degradace je závislá jak na vlastnostech materiálu výrobku, tak na okolních podmínkách
- keramické předměty jsou po výpalu tvořeny materiálem, který se tolik neliší od jeho formy nacházející se v přírodě, nejsou tedy příliš náchylné k chemické degradaci a jejich poškození je převážně způsobeno mechanickými vlivy
- glazura – funguje jako ochranná vrstva, nicméně je sama náchylná k degradaci (oděr, usazování nečistot s prasklinách)

DEGRADAČNÍ FAKTORY

- PROSTŘEDÍ ULOŽENÍ PŘEDMĚTU – archeologická keramika je často po velmi dlouhou dobu uložena v neměnném prostředí
- VLHKOST - pro novější keramiku, obzvláště glazovanou, není zásadně problematická, u archeologické keramiky, která se vyznačuje vysokou pórovitostí a malým obsahem skelné fáze, je třeba uvažovat působení vlhkosti, především jejích výkyvů
 - vlhkostní roztažnost – vázání difundované nebo kondenzované vody v pórech způsobí nevratné zvětšování objemu střepe, závisí na obsahu jílových složek a na teplotě výpalu
 - u glazované keramiky problém různé roztažnosti glazury a střepe
 - voda – mechanický i chemický faktor, pomáhá urychlovat další degradační procesy

DEGRADAČNÍ FAKTORY

- TEPLOTA – pro pórovitou keramiku je rizikový především mráz, kdy dochází ke zvětšení objemu vody v pórech až o 9 %obj., vznik tlaku, který způsobuje porušení struktury, oprýskání materiálu nebo jeho úplnému prasknutí
- PŮSOBENÍ ALKALICKÝCH ROZTOKŮ A KYSELIN – např. kyselina fluorovodíková způsobuje rozpouštění skelné fáze

DEGRADAČNÍ FAKTORY

- PŮSOBENÍ SOLÍ ROZPUSTNÝCH VE VODĚ
 - působením vysoké RV na předmět dochází k transportu rozpustných solí materiálem, následná rekrystalizace způsobuje zvýšení tlaku na strukturu
 - vlivem nízké RV dochází k tvorbě solných výkvětů na povrchu keramických předmětů
 - bílé výkvěty – způsobeny přítomností síranů, některé z nich obsahují krystalickou vodu a mohou tak měnit objem a způsobovat tlak
 - barevné výkvěty – soli obsahují barevné příměsi (např. Fe)
 - vápenný nálet – způsoben přítomností uhličitanu vápenatého
 - vápenný závoj – vznik karbonatů vyplaveného vápenného hydrátu vzdušným oxidem uhličitým



[3]



[4]

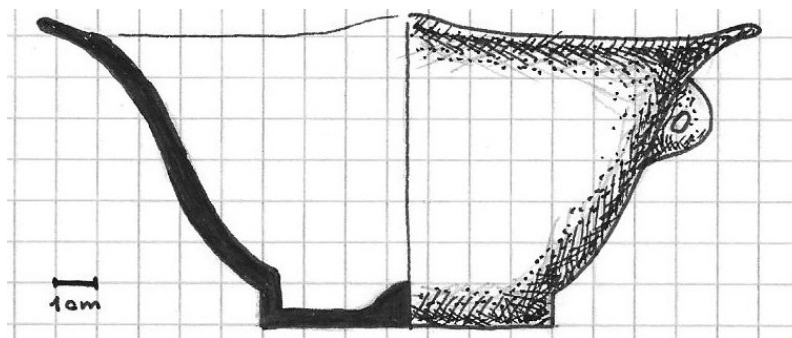
PREVENTIVNÍ KONZERVACE

- bezprašné prostředí
- prostředí bez rizik mechanického poškození z důvodu křehkosti keramiky – v depozitáři i při vystavování
- stabilní klimatické podmínky bez výkyvů t a RV
 - relativní vlhkost 45 – 65%
 - teplota 15 – 20 °C
 - celková roční expozice 100 000 lx/h/rok
 - intenzita osvětlení max. 50 lx

SANAČNÍ KONZERVACE

PRŮZKUM

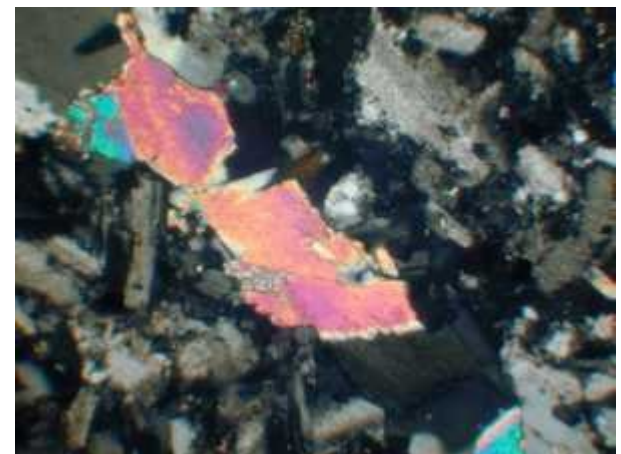
- analýza materiálu – slinutost, barva střepu/glazury, zjištění chemického složení, stanovení teploty výpalu
- sestavení střepů na sucho, odhad tvaru, není-li patrný
- stanovení pravděpodobného způsobu výroby (litím, točením)
- datace
- provenience
- zjištění charakteru poškození



SANAČNÍ KONZERVACE

PRŮZKUM

- mikropetrografická analýza – studium mikrostruktury 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



SANAČNÍ KONZERVACE

ČIŠTĚNÍ

- nejčastější původci znečištění: hlína, solné výkvěty, zbytky potravin a produkty jejich rozkladu, barvy, předchozí konzervátorské zásahy, atp.
 - v případě obalení předmětu hlínou je nutno očištěnou hlínu uchovat a prozkoumat
- mechanické čištění – suché, mokré (destilovanou vodou)
- k čištění s použitím chemických látek je dobré přistupovat na základě zkušební aplikace (ideálně na skrytém místě) a vždy od méně agresivních prostředků, např. ethanol, aceton
- u některých typů znečištění, např. krust, se k čištění dokonce nepřístupuje, mohlo by dojít k poškození původního materiálu; tento typ znečištění je také někdy zachováván ve smyslu vývoje předmětu v čase

SANAČNÍ KONZERVACE

ČIŠTĚNÍ

- zejména u neglazované archeologické keramiky je důležitá šetrná manipulace, aby nedocházelo procesem čištění k poškození střepu, obzvláště u keramiky s nízkou teplotou výpalu
- odstranění starých doplňků a jiných zásahů

SANAČNÍ KONZERVACE

DESALINACE

- provádí se pomocí destilované/deionizované vody
- některé soli (např. sírany) mají ve vodě nízkou rozpustnost, lze je ale odstranit vyluhováním
- luhování ponorem, zábaly
- kontrola průběhu desalinace - stanovení přítomnosti solí ve výluhu, např. titračně nebo pomocí iontově selektivní elektrody
- do destilované vody pro desalinaci lze přidat antimikrobiální přípravky (např. thymol)

SANAČNÍ KONZERVACE

KONSOLIDACE

- konsolidaci neboli zpevnění předmětu je nutné provádět až po desalinaci a vysušení předmětu!
- provádí se ponořením do roztoku nebo opakovaným nanášením konsolidačního přípravku na povrch předmětu
- může být vakuová
- cílem je dosáhnout co největší penetrace prostředku do nitra předmětu
- konsolidant je nutné volit tak, aby nedošlo k vytvoření nepropustné krusty na povrchu předmětu
- používají se především organokřemičitany, dále např. roztok polyvinylbutyralu v ethanolu nebo roztok polybutylmethakrylátu v acetonu nebo toluenu

SANAČNÍ KONZERVACE

LEPENÍ

- přechází mu sestavení tvaru a zjištění chybějících částí
- velká škála používaných lepidel, např:
 - kyanoakrylátová – vysoce reaktivní jednosložková lepidla, rychle vytvrzují vzdušnou vlhkostí, tvoří tenký spoj
 - epoxidová – vícesložková polymerní lepidla, vytvrzují polykondenzací, 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
 - tavná – lepidlo je před nanesením nejprve nutné roztavit, například pomocí tavné pistole, tvoří silnější spoj, lze použít i jako tmel
 - šelaková – přírodní živice z výměšků červce lakového, obvykle ve formě ethanolového roztoku, tuhnou vlivem vytěkání rozpouštědla, tvoří tenký spoj

SANAČNÍ KONZERVACE

LEPENÍ



(I)



(II)



(III)



(IV)



(V)

Ukázka použitých lepidel po aplikaci: disperzní (I), kyanoakrylátové (II), tavné (III), epoxidové (IV), šelakové (V)

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

ZKOUŠKA REVERZIBILITY*

- kyanoakrylátové lepidlo – odstraněno pomocí acetonového zábalu (24 h)
- epoxidové lepidlo – nepodařilo se odstranit
- tavné lepidlo – odstraněno po natavení horkovzdušnou pistolí
- disperzní lepidlo – odstraněno pomocí vodného zábalu (60 min)
- šelakové lepidlo – odstraněno pomocí ethanolvého zábalu (60 min + 30 min na odstranění přebytků lepidla ze spojů)

*prezentované výsledky byly pozorovány při experimentu v rámci bakalářské práce a nelze je tedy považovat za obecně platné

SANAČNÍ KONZERVACE

ZKOUŠKA MECHANICKÉ ODOLNOSTI*

- pád předmětu z výšky 1 m na tvrdý povrch (beton)
- kyanoakrylátové lepidlo – tvoří pevnější spoj než původní materiál
- epoxidové lepidlo – tvoří pevnější spoj
- tavné lepidlo – tvoří méně pevný spoj
- disperzní lepidlo – tvoří spoj o srovnatelné pevnosti
- šelakové lepidlo – tvoří méně pevný spoj

SANAČNÍ KONZERVACE

ZKOUŠKA MECHANICKÉ ODOLNOSTI*

- kyanoakrylátové lepidlo (I) – tvoří pevnější spoj než původní materiál
- disperzní lepidlo (II) – tvoří spoj o srovnatelné pevnosti



(I)

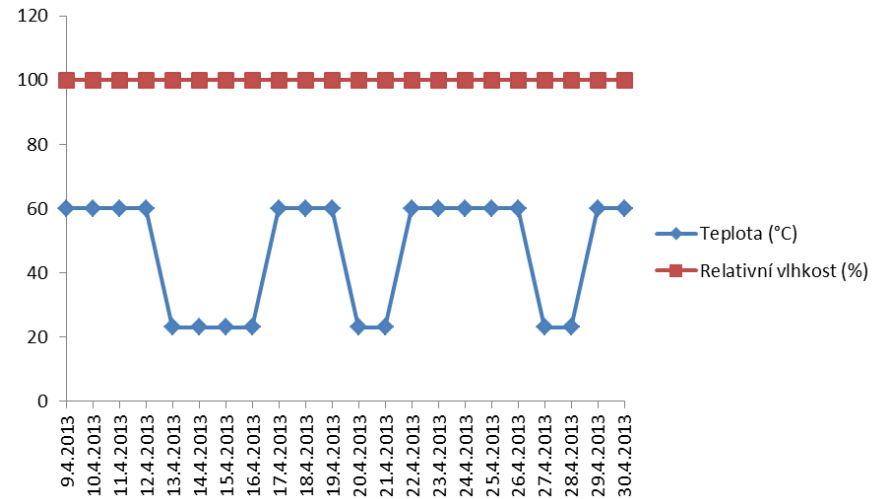


(II)

SANAČNÍ KONZERVACE

ZKOUŠKA KLIMATICKÉ ODOLNOSTI*

- $RV = 100 \%$; $t = 60 \text{ }^\circ\text{C}$,
($23 \text{ }^\circ\text{C}$ přes víkend) po dobu 22 dnů
- kontrola dataloggerem
- kyanoakrylátové lepidlo – spoje se nerozlepily
- epoxidové lepidlo – spoje se nerozlepily
- tavné lepidlo – spoje se rozlepily již po prvním dnu
- disperzní lepidlo – spoje se nerozlepily
- šelakové lepidlo – spoje se rozlepily po 14 – 21 dnech, v průběhu sledování pokusu došlo k zakalení a následném návratu k čirému stavu



SANAČNÍ KONZERVACE

ZKOUŠKA KLIMATICKÉ ODOLNOSTI*

- $RV = 100 \%$; $t = 60 \text{ } ^\circ\text{C}$,
($23 \text{ } ^\circ\text{C}$ přes víkend) po dobu 22 dnů



klimatická
komora

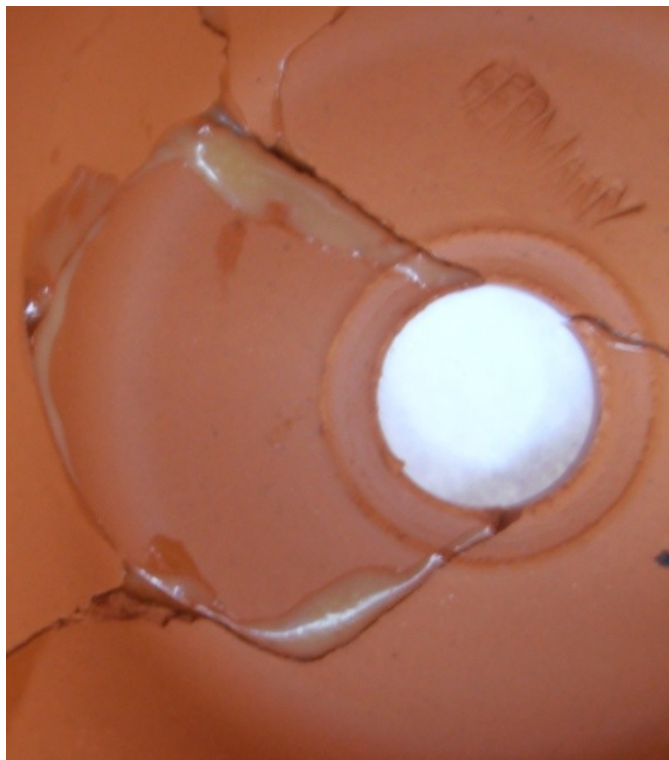


způsob uložení
vzorků

SANAČNÍ KONZERVACE

ZKOUŠKA KLIMATICKÉ ODOLNOSTI*

- zakalení šelakového lepidla (po 1 dni) a návrat do původního čírého stavu (po 14 dnech)



SANAČNÍ KONZERVACE

DOPLŇOVÁNÍ

- nejčastěji sádrou
- pro zvýšení pevnosti doplnku lze přidat např. přídavek kyselin
- doplňovaná část se z jedné strany podloží (např. keramickou hlínou) a otvor se vylije sádrou, po jejím vytvrzení se obě strany zbrousí jemným smirkovým papírem do roviny s původním materiálem
- doplňky je možno retušovat, např. anorg. pigmenty v ethanolu či šelaku



DĚKUJI ZA POZORNOST.

ZDROJE

Pospíšilová, E.: Průzkum a konzervace archeologické keramiky. Brno, 2013.

Boublík V.: Lepidla a jejich příprava. Praha, 1966.

Cronyn J.M.: The Elements of Archaeological Conservation. 1990.

Gibson A.M., Woods A.: Prehistoric Pottery for the Archaeologist. Leicester, 1997.

Gregerová M. a kol.: Petroarcheologie keramiky v historické minulosti Moravy a Slezska. Brno, 2010.

Hložek M.: Multidisciplinární technologická analýza neolitické keramiky, Brno, 2012

Kopecká I. a kol.: Preventivní péče o historické objekty a sbírky v nich uložené, Praha, 2002

Nikitin M.K., Meľnikova J.P.: Materiály pro konzervaci a restaurování, Brno, 2003

Osten M.: Práce s lepidly a tmely, Praha, 1975

Podborský V.: Pravěké dějiny Moravy, Brno, 1993

Sejkora J., Kouřimský J.: Atlas minerálů České a Slovenské republiky, Praha, 2005

Shepard A. O.: Ceramics for the Archaeologist, Washington DC, 1966

Vitešnicková A.: Vlastnosti lepidel používaných v muzejní praxi, Brno, 2007

[HTTP://WWW.VSCHT.CZ/MET/STRANKY/VYUKA/PREDMETY/KOROZE_MATERIALU_PRO_RESTAURATORY/KADM/PDF/2_3.PDF](http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/predmety/koroze_materialu_pro_restauratory/kadm/pdf/2_3.pdf)

[HTTP://WWW.CESKATELEVIZE.CZ/CT24/VEDA/2445481-NAPROSTA-NAHODA-GEOLOGOVE-U-BRNA-NASLI-ULOMKY-KERAMICKE-VENUSE](http://www.ceskatelevize.cz/ct24/veda/2445481-naprosta-nehoda-geologove-u-brna-nasli-ulomky-keramicke-venuse)

ZDROJE OBRÁZKŮ

- [1] [HTTPS://WWW.NOVINKY.CZ/CESTOVANI/276483-PAVLOV-NOVOMLYNSKA-NADRZ-A-LOVCI-MAMUTU-VE-VESTONICICH.HTML](https://www.novinky.cz/cestovani/276483-pavlov-novomlynska-nadrz-a-lovci-mamutu-ve-vestonicich.html)
- [2] [HTTP://WWW.CESKATELEVIZE.CZ/CT24/VEDA/2445481-NAPROSTA-NAHODA-GEOLOGOVE-U-BRNA-NASLI-ULOMKY-KERAMICKE-VENUSE](http://www.ceskatelevize.cz/ct24/veda/2445481-naprosta-nehoda-geologove-u-brna-nasli-ulomky-keramicke-venuse)
- [3] [HTTPS://WWW.CESKESTAVBY.CZ/CLANKY/JAK-VYCISTIT-PORCELAN-KERAMIKU-20123.HTML](https://www.ceskestavby.cz/clanky/jak-vycistit-porcelan-keramiku-20123.html)
- [4] [HTTPS://WWW.CESKESTAVBY.CZ/CLANKY/JAK-POSUZOVAT-STAV-STARSIHO-DOMU-24306.HTML](https://www.ceskestavby.cz/clanky/jak-posuzovat-stav-starsiho-domu-24306.html)
- [5] [HTTP://MINERALOGIE.SCI.MUNI.CZ/KAP_4_3_OPTIKA/EPIDOT.HTM](http://mineralogie.sci.muni.cz/kap_4_3_optika/epidot.htm)

AUTOR NEČÍSLOVANÝCH OBRÁZKŮ: EVA POSPÍŠILOVÁ