

KONZERVACE NÁSTĚNNÝCH MALEB

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

NÁSTĚNNÉ MALBY

NÁSTĚNNÁ MALBA

- jakékoli dílo, jehož podklad tvoří přímo stěna či strop, a je tedy neoddělitelnou součástí stavby

JESKYNNÍ MALBY

- jedna z nejstarších forem uměleckého projevu
- datace radiokarbonovou metodou – principem je pokles aktivity ^{14}C vlivem radioaktivní přeměny od momentu, kdy dojde k přerušení obnovy z okolí

PRAVĚK

JESKYNNÍ MALBY

- nejstarší na světě: ostrov Sulawesi, Indonésie (45 000 př.n.l.)
- nejznámější naleziště v Evropě: Lascaux (15 000 př.n.l.), La Grotte Chauvet (> 28 000 př.n.l.), Altamira (35 000 př.n.l.) - všechny jeskyně jsou dostupné návštěvníkům pouze ve formě kopií
- <https://www.youtube.com/watch?v=3OLaNtKoJFk>



Jeskynní malby z ostrova Sulawesi [1] Lascaux [2] a

PRAVĚK

JESKYNNÍ MALBY

- nejstarší u nás:
Kateřinská jeskyně
(7000 př.n.l.),
- Býčí skála (5200 př.n.l.)



Geometrické jeskynní malby z Kateřinské jeskyně na útvaru zvaném mozek [4] a z Býčí skály [5]

STAROVĚK

- hrobky starověkého Egypta
- antické malby v Pompejích a Herculaneu nebo v minojských palácích (Knossos, Kréta)



Nástěnné malby zachované v Herculaneu [6]

MALBY

- technika (*fresco al secco*)
 - malba na suchou omítku pigmenty s pojivem rozpuštěným ve vodě (klih, žloutek, bílek), méně odolná
 - tempera – klihovo-křídový nebo sádrový podklad
 - enkaustika – malba voskovými barvami za horka, bez úpravy podkladu, pojivem byla směs včelího vosku s prýskyřičným balzámem (směs prýskyřice a terpentýnu)
 - olejomalba – nepříliš vhodná, podklad nutno penetrovat (ethanolový roztok šelaku, vodný roztok kaseinu), poté podkladový nátěr bílou barvou (olovnatá běloba), který se přebrousil

TECHNIKY NASTĚNNE

MALBY

- technika (*fresco al*) *secco*



Poslední večeře, Santa Maria delle Grazie, Miláno, Leonardo da Vinci;
tempera [7]

TECHNIKY NÁSTĚNNE

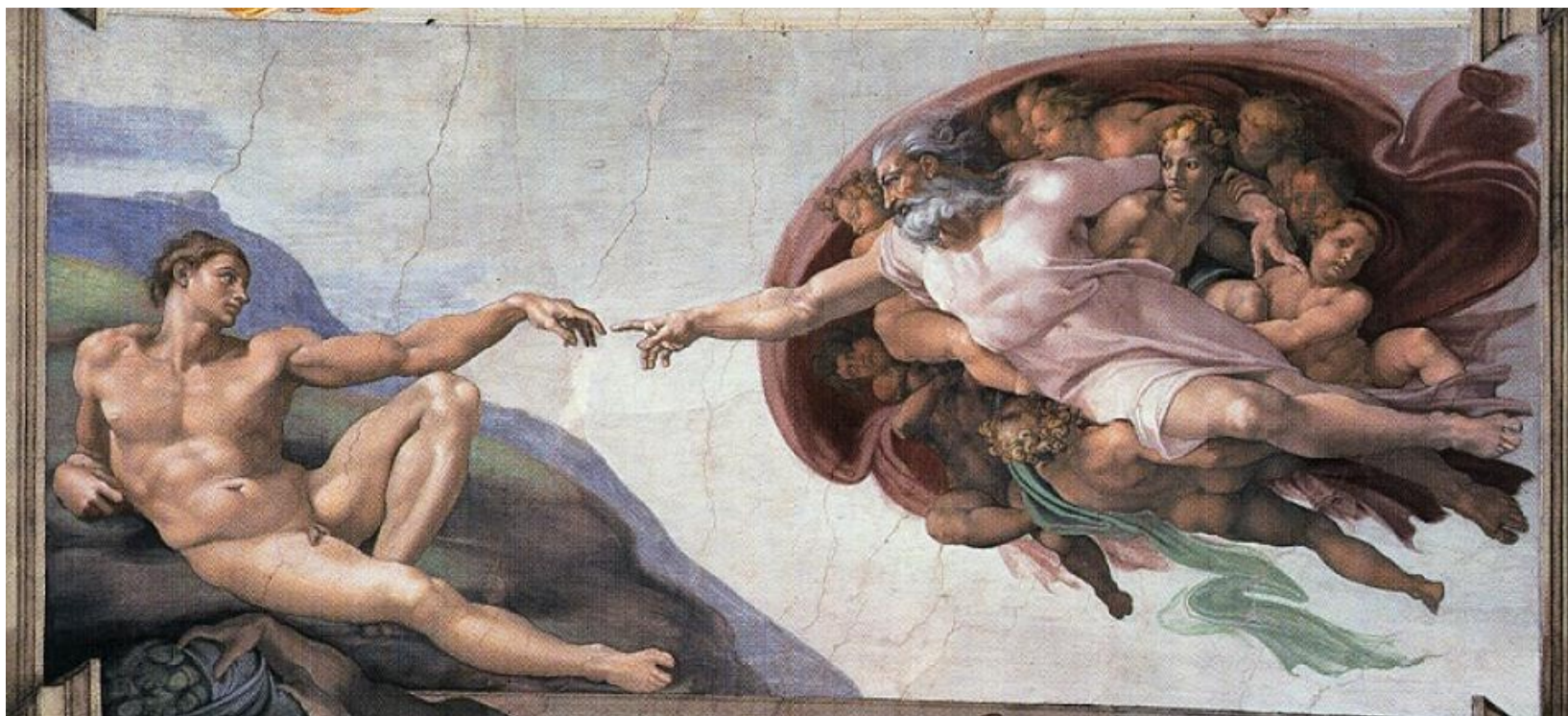
MALBY

- technika (*buon*) *fresco*
 - na vrstvu hrubší omítky (tzv. *arriccio*) se nanáší svrchní vrstva (Ca(OH)_2 , tzv. *intonaco*)
 - do ještě vlhkého *intonaca* se poté nanáší pigmenty dispergované ve vodě; odolné v alkalickém prostředí
 - malba s omítkou poté společně vysychá za tvorby CaCO_3 (je pojivem malby) a stává se její neoddělitelnou součástí
 - při malbě velkých ploch si umělci připravovali vždy část (velikost dle náročnosti), kterou byli schopni zpracovat najednou (tzv. *giornata*), aby nedocházelo k předčasnému vysychání podkladové omítky
 - přípravnou malbu (*sinopii*) si malíř rozvrhl už do *arriccia* uhlem a červenou hlinkou
 - největší rozmach v Itálii ve středověku a renesanci

TECHNIKY NASTĚNNE

MALBY

- technika (*buon*) *fresco*



Stvoření Adama, strop Sixtinské kaple, Michelangelo Buonarotti [8]

TECHNIKY NÁSTĚNNÉ

MALBY

DALŠÍ TECHNIKY NÁSTĚNNÉ MALBY

- malba vápennými barvami (*kalkmalerei*)
- freska s použitím vápenného mléka
- freska s vápenným nátěrem
- vápenné secco
- marouflage
- malba barvami pojenými vodním sklem
- malba barvami pojenými ethylsilikátem (organokřemičitany)
- akryl
- sgrafito
- chiaroscuro (grisaj)
- imitace mramoru

NÁSTĚNNÉ MALBY

VARIANTY VÝSKYTU NÁSTĚNNÝCH MALEB ZE STŘEDOVĚKU

- vzácně dochované malby bez přemaléb
- dochované malby s mladšími přemalbami
- malby překryté omítkou (otázka její historické hodnoty) nebo mladšími, historicky méně hodnotnými přemalbami
- malby překryté mladšími, ale historicky hodnotnými malbami, např. z baroka
- výjimečně několik vrstev středověkých maleb téměř rovnocenné umělecké hodnoty (např. dvojitá freska ze 14. století v kostele Obětování panny Marie v Českých Budějovicích)



Dvojitá freska [9]

DEGRADACE

- degradace nástěnných maleb úzce souvisí s osudem staveb, jejichž součástí jsou
- degradace a preventivní i sanační konzervace jsou výrazně ovlivněny tím, že jsou nástěnné malby neoddělitelné od svého podkladu

DEGRADAČNÍ FAKTORY

- vnitřní – dané vlastnostmi použitých materiálů a technologií
- vnější – dané vlivy okolí

DEGRADAČNÍ FAKTORY

- použití chybných technologií a materiálů
 - heterogenní podklad – cihlový/kamenný, různá prodyšnost a tepelná vodivost → vznik tepelných mostů (kondenzace vodních par v chladnějším oblastech)
 - zanedbání přípravy podkladu – tvorba vzduchových kapes, delaminace
 - nadbytek vápna – praskání, delaminace, nedostatek vápna – drolení
 - špatné zpracování omítek – vznik prasklin z důvodu nedostatečného navlhčení podkladu nebo nanesení omítky v příliš tlusté vrstvě (intonaco maximálně několik mm), jemné omítky navíc vyžadují zhutnění hladítkem
 - nevhodné pigmenty – málo světlostálé, neodolné v alkalickém prostředí, neodolné ve znečištěném ovzduší (např. modrý azurit hydratuje na zelený malachit, olovnatá běloba oxiduje na černý oxid olovičitý, červená rumělka vlivem světla a vlhkosti mění krystalickou modifikaci na černý metacinabarit)
 - nadbytek organických pojiv – tvorba neprodyšného filmu → delaminace, organická pojiva také žloutnou (fotooxidace) a

DEGRADAČNÍ FAKTORY

- vlhkost
 - nejvyšší tolerovatelná vlhkost zdiva s nástěnnou malbou je 2 – 5 %
 - zdroje: zatékající vlhkost - např. z poškozené střešní krytiny, vsakování dešťové vody do stěn, vzlínání ze základů staveb, kondenzace vlhkosti v uzavřeném prostoru – např. vydechovaná pára
 - rizika: poškození mrazem, transport a krystalizace vodorozpustných solí (krystalizační a hydratační tlaky), tvorba krust
 - kyselá dešť – tvorba krust, vymývání karbonátového pojiva z povrchových vrstev omítky, tvorba dešťových splavů (po odpadení krusty)
 - znečištění atmosféry – prachové depozice, emise plynů a produkty jejich fyzikálně-chemických změn; sloučeniny uhlíku, dusíku, síry

DEGRADAČNÍ FAKTORY

- teplota
 - extrémní teploty – požár, zdroje tepla (krby kamna, komíny), světelné zdroje, fasády na jižní straně; urychlují korozní procesy, přesychání organického pojiv, dehydradace solí a následné hydratační tlaky, barevné změny pigment
 - teplotní výkyvy – vznik teplotního gradientu, u heterogenních materiálů vznik napětí i na rozhraní různých fází → u nástěnných maleb silná destrukce

DEGRADAČNÍ FAKTORY

- biokoroze – živé organismy od mikroskopických po velké (např. strom prorůstající zdivem), rostlinné i živočišné
 - biodegradace zavlhčených maleb mikroorganismy
 - plesnivění organických pojiv, houby prorůstající skrze zdivo, řasy na povrchu
 - živočichové – mechanické poškození pohybem, stavění hnízd, kontaminace trusem (zdroj solí, především nitrátů)

DEGRADAČNÍ FAKTORY

- světlo
 - změny barevnosti
 - IR složka může způsobovat lokální přehřátí – odlupování barevné vrstvy vlivem rozdílné tepelné roztažnosti pojiv a pigmentů
 - UV složka způsobuje blednutí organických barviv a oxidaci (žloutnutí a křehnutí) organických pojiv
- mechanické působení
 - poškození vlivem přírodního působení/katastrofy nebo vlivem činností člověka
 - nárazy větších těles (kameny, střely)
 - nárazy jemných částic (abraze větrem)
 - otěr
 - tlakové vlny
 - vibrace

DEGRADAČNÍ FAKTORY

- poškození související se změnou účelu budovy, na jejíchž stěnách se nachází
- neodborné opravy, překrytí jinými vrstvami (omítky, mladší přemalby) a jejich nešetrné odstranění
- použití nevhodných konzervátorských prostředků (čištění, ochranné vrstvy, apod.)



Nástěnná malba s
motivy venkovských
výjevů z hradu Veverí
poškozená tzv.
pekováním [10]

DEGRADACE

NEVHODNÉ RESTAURÁTORSKÉ ZÁSAHY

- konsolidace syntetickými polymery
 - hojně užívané od 60. let, nízká cena, snadná aplikace, rychlý a efektivní účinek, estetické hledisko (po aplikaci), měly být odolné vnějšmu prostředí a mikroorganismům, reverzibilní (údajně pomocí rozpouštědel použitých při aplikaci)
 - nejčastěji používanými syntetickými konsolidanty byly Paraloid, PvAlk a PvAc
 - výzkumy stárnutí polymerů z 90. let prokázaly degradaci zahrnující žloutnutí, tmavnutí, ztrátu průhlednosti, zvýšenou viskozitu, zadržování prachu, tvorbu nepropustné vrstvy, problémy s odstraněním
 - v současnosti konsolidace pomocí derivátů celulózy, organokřemičitanů

DEGRADACE

NEVHODNÉ RESTAURÁTORSKÉ ZÁSAHY – KOSTEL SV. MIKULÁŠE, SKRZYDLNA

- konsolidace syntetickými polymery – barevná změna



Zkouška syntetických konsolidantů na monochromatické malbě z 20. stol. (kostel sv. Mikuláše, Skrzydlna, Polsko): PvAc ve vodní disperzi, PvAc v ethanolu, PvAlk ve vodě, kopolymer ethylmethakrylátu a methylakrylátu v toluenu s přidavkem acetonu, kopolymer ethylmethakrylátu a methylakrylátu ve vodní disperzi [11]

DEGRADACE

NEVHODNÉ RESTAURÁTORSKÉ ZÁSAHY – SIXTINSKÁ KAPLE

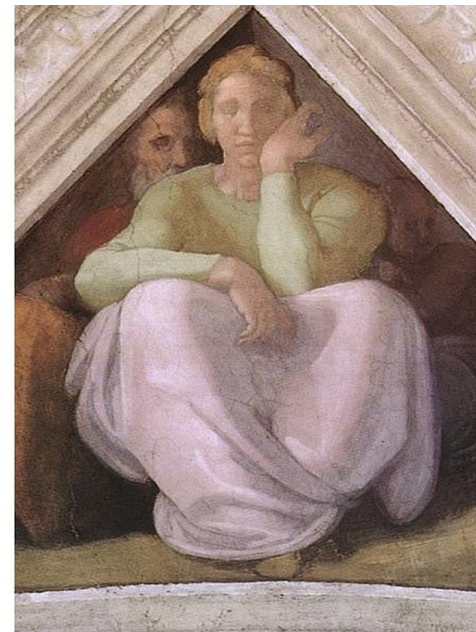
- další historické konzervátorské zásahy
 - čištění střídkou chleba, navlhčeným látkovým hadrem, houbou namočenou ve víně
 - kliš k rozjasnění barev rozpuštěný za studena v octu – kromě zmiňovaného odlupování malby tvořil kliš i živnou půdu pro růst plísní
 - retuše a přemalby různé kvality, za použití tempery nebo olejových barev, zejména v tmavých až černých odstínech
- konsolidace klišem
 - vlivem ošetření nástěnné malby klišem docházelo k odprýskávání drobných šupinek, a vrstva klišu také ztmavla
 - kliš byl prokazatelně dodán sekundárně (pravděpodobně při restaurování v 18. století), protože se pod ním vyskytovaly prachové depozity a krystalizované soli

DEGRADACE

NEVHODNÉ RESTAURÁTORSKÉ ZÁSAHY – SIXTINSKÁ KAPLE

- čištění provedeno vodou, roztokem uhličitanu sodného, Desogenu a karboxymethylcelulózí (2-4 minuty), poté opět vodou s následnými jemnými oplachy po dobu několika měsíců
- části nástěnných maleb zhotovených metodou secco byly opatřeny Paraloidu B72, který byl následně odstraněn pomocí odpovídajícího rozpouštědla a japonského papíru. Části byly čištěny

Sixtinská kaple,
Michelangelo Buonarotti; u
některých postav zmizely
dřívější podklady



PRŮZKUM NÁSTĚNNÝCH MALEB

CÍLE PRŮZKUMU

- stav a příčiny poškození, včetně zjištění stavu celé budovy
- technika malby a materiálové složení
- rozsah malby (jedná-li se o malbu nově objevenou)
- řádná dokumentace – u cenných a rozsáhlých maleb je vhodné přesné zaměření (např. fotogrammetricky)
 - zavlhčení a zasolení omítky a zdiva
 - fyzikální poškození – praskliny, odlupování, sprašování barevné vrstvy/omítky, případné ztráty
 - znečištění, přemalby a předchozí restaurátorské zásahy

PRŮZKUM NÁSTĚNNÝCH MALEB

PRŮZKUM

- zavlhčení a zasolení omítky a zdiva
 - orientačně kapacitním příložným vlhkoměrem, v případě podezření gravimetricky na odebraném vzorku
 - měření nutno opakovat během roku (sezónní výkyvy)
 - stanovení obsahu Cl^- , SO_4^{2-} , NO_3^- - ISE, gravimetricky, titračně
- stav omítek a barevné vrstvy
 - vizuálně, poklepem (dutiny), sondy do hloubky podkladového zdiva
 - analytické techniky – mikroskopie, mikropetrografie, SEM-EDS, infračervená spektrometrie, chromatografické metody, termogravimetrie, diferenční termická analýza, rentgenová difrakční analýza, granulometrie, apod.

MATERIÁLOVÝ PRŮZKUM

KOSTEL SV. HAVLA V KUŘÍVODECH

- v roce 2013 byly objeveny jednodušší malby z 13. století a figurální výzdoba z počátku 14. století
- kostel téměř zchátral po odsunu Němců, následném začlenění Kuřívod do vojenského prostoru a přítomností sovětské armády
- materiálový průzkum pomocí ručního XRF, mikro-Ramanovy spektrometrie a práškové difrakce
- zjištěn teprve druhý případ úmyslného použití krokoitu (PbCrO_4) jako žlutého pigment v Evropě
- objeven také pigment mimetit ($\text{Pb}_5(\text{AsO}_4)_3\text{Cl}$), jehož použití v Evropské malbě nebylo dosud popsáno \rightarrow degradační produkt realgaru As_4S_4 /auripigmentu As_2S_3 a minia Pb_3O_4

MATERIÁLOVÝ PRŮZKUM

KOSTEL SV. HAVLA V KUŘÍVODEC



Archanděl Michael
[14]



Sv. Dorota s Ježíškem a částečně
zachovalá scéna Obětování v
chrámu s vyznačenými body odběru
vzorků [15]

PREVENTIVNÍ KONZERVACE

- v závislosti na umístění nástěnných maleb může být složité udržovat optimální podmínky
- monitoring pomocí dataloggerů
- RV = 45-60 %, t = 18-20 °C, bez výkyvů
- nutnost zabránit zatékání, neumisťovat zdroje sálavého tepla
- u maleb s obsahem organických složek nutná regulace osvětlení

SANAČNÍ KONZERVACE

MOŽNOSTI KONZERVACE A RESTAUROVÁNÍ

- čištění a konsolidace, bez snímání přemaleb a retuší
- čištění, konsolidace a snímání přemaleb, bez retuší
- čištění, konsolidace, snímání přemaleb a lokální retuše
- zalíčení malby a provedení restaurátorské kopie
- transfer – dle *Charty restaurování* není přípustné, pokud se nejedná o jedinou možnost záchrany díla (např. v případě, že původní místo bylo zničeno)
 - dočasný transfer – úprava podložky a následné vrácení malby na původní místo
- preparace maleb – odkrývání jednotlivých vrstev maleb a jejich následná prezentace
 - katedrála Notre Dames des Doms, Avignon, dvě vrstvy přípravných kreseb a výsledná malba
 - na původním místě zachována první přípravná malba, druhá vrstva a výsledná malba jsou umístěny v Papežském paláci v Avignonu

SANAČNÍ KONZERVACE



Fresky v katedrále Notre Dames des Doms, Avignon a sejmuté vrstvy v Papežském paláci [16]

SANAČNÍ KONZERVACE

KONSOLIDACE

- odlupování a tvorba šupinek v barevné vrstvě → obnova zhoršené adheze barevné vrstvy k podkladu
- práškovatění barevné vrstvy v důsledku rozkladu pojiva nebo působením abrazních vlivů → obnovení soudržnosti barevné vrstvy
- obnovení hladkosti povrchu pro dosažení původního vzhledu malby
- obnova zhoršených mechanických vlastností podložní omítky (ztráta soudržnosti nebo adheze k podkladu)
- přechodné zabezpečení barevné vrstvy

SANAČNÍ KONZERVACE

KONSOLIDACE

- požadované vlastnosti konsolidantu
 - dobrá schopnost penetrace do porézních systémů (prostředky s nižší viskozitou)
 - bezbarvý a barevně stálý, netvoří lesklý film, nemění vzhled malby
 - stabilní vůči degradačním faktorům
 - fyzikální vlastnosti konsolidovaného materiálu by se měly blížit vlastnostem původního materiálu
 - inertní vůči složkám malby
 - zdravotně a ekologicky nezávadný
 - snadno zpracovatelný a aplikovatelný
- způsoby aplikace
 - bodově – injekční stříkačkou pod šupinky nebo do trhlin
 - plošně – nátěrem nebo nástřikem na povrch malby chráněný japonským papírem nebo netkanou textilií

SANAČNÍ KONZERVACE

KONSOLIDANTY

- vápenná voda – čirý roztok Ca(OH)_2 , málo účinná, špatná penetrace → nutno aplikovat mnohokrát, riziko zavlhčení podkladu a mobilizace solí, vysoká alkalinita
- suspenze Ca(OH)_2 - obvykle v organických rozpouštědlech, vyšší koncentrace účinné látky, nedochází k zavlhčení a mobilizaci solí
- barytová voda – roztok Ba(OH)_2 , rekonverze síranu vápenatého na uhličitan vápenatý, riziko tvorby neodstranitelných povlaků, zavlhčení, vysoká alkalinita, jedovatost
- vodní sklo (roztok Na_2SiO_3) – škodlivé, špatná penetrace, příliš zvyšuje pevnost, zabraňuje propustnosti pro plyny a vodní páry → hrozí delaminace, riziko tvorby solí

SANAČNÍ KONZERVACE

KONSOLIDANTY

- organokřemičitany (především estery kyseliny křemičité)
 - vytvrzují se za přítomnosti vody (hydrolyzují za vzniku SiO_2 gelu a alkoholu, který se odpaří)
 - SiO_2 gel má anorganický charakter, chemicky blízký křemenu
 - nízká viskozita i při dostatečném obsahu aktivní látky -> dobrá penetrační schopnost
 - nemění vzhled malby, nezhoršují propustnost
 - materiál před aplikací nemůže být ani příliš suchý, ani vlhký
 - nejsou reverzibilní
 - mohou mít i hydrofobizační účinek
 - konsolidace omítek i zpráškovatělé barevné vrstvy
 - nejsou vhodné pro konsolidaci barevných vrstev s vyšším obsahem organických pojiv

SANAČNÍ KONZERVACE

KONSOLIDANTY

- deriváty celulózy
 - hydroxypropylcelulóza (Klucel) – nejpoužívanější konsolidant v oblasti nástěnných maleb, odolná vůči stárnutí, dobré optické vlastnosti, tvorba bezbarvého, pevného a pružného filmu, neutrální až mírně zásadité pH, odolnost vůči mikroorganismům, reverzibilita, zdravotné nezávadnost, nižší penetrační schopnost, citlivost na vlhkost
 - methylhydroxyethylcelulóza
 - methylcelulóza
 - karboxymethylcelulóza
- prchavá (těkavá) pojiva – požadavky: schopnost beze zbytku sublimovat za normálních podmínek, pevné skupenství při pokojové teplotě, hydrofobita, rozpustnost v nepolárních organických rozpouštědlech, zdravotní a ekologická nezávadnost
 - cyklododekan – dočasná konsolidace a hydrofobizace, těká relativně pomalu, zadržování v pórech až 1 rok

SANAČNÍ KONZERVACE

KONSOLIDANTY

- syntetické makromolekulární látky
 - akrylátové pryskyřice – poměrně odolné vůči faktorům, nízké riziko biodegradace, poměrně vysoký účinek, nevýhodou je odlišné chemické složení a vlastnosti, možná tvorba nepropustných, lesklých a ztmavujících filmů, žloutnutí vlivem fotooxidace; Paraloid B72 (kopolymer ethylmethakrylátu s methylakrylátem), v současnosti se nedoporučují a je i snaha o jejich odstranění tam, kde byly dříve použity
 - akrylátové disperze – dobrá odolnost vůči degradačním vlivům, výhodou je možnost ředění vodou, horší penetrace, riziko vzniku nepropustných, lesklých, ztmavujících filmů; Sokrat (styren-akrylátová disperze)

SANAČNÍ KONZERVACE

Malby v záměstí nemocnice Santa Maria della Scala v Sieně

- v 17. století všechny malby překryty silnou vrstvou hašeného vápna (scialbo)
- 1930 byly znovuobjeveny, asi o 40 let později byly konsolidovány akrylátovou pryskyřicí bez předchozího čištění a desalinace
- stárnutí pryskyřice vedlo ke ztrátě průhlednosti, snížení paropropustnosti, proniknutí pryskyřice do zbytků scialba, což vedlo k jejich výraznému ztvrdnutí, ztráta rozpustnosti → nutnost odstranit vrstvu konsolidantu a ztvrdlé zbytky scialba
- také narušení malby vlivem vodorozpustných solí
- organická rozpouštědla mohou pronikat do porézního systému malby → byl použit nanostrukturní systém tvořený micelárními roztoky na bázi laurylsulfátu sodného a propylenkarbonátu
- podařilo se očistit více než 100 m² maleb



Zákristie [17]



Detail před a po čištění

SANAČNÍ KONZERVACE

Malby v kostele sv. Bartoloměje v Pošné

- analýza pomocí SEM-EDS, FTIR, XRD
- malby poškozeny pekováním → doplňky z roku 1956 s tenkou vrstvou retuší na originálním povrchu za použití materiálů odpovídajícím historickému kontextu
- historické i moderní vrstvy byly již degradovány
- klimatické faktory: vysoká RV a vlhkost vztlínající od země → navrženo odstranění vnějších nepropustných omítek a úprava svažitého terénu, drenáž a odvlhčování vzduchu
- snaha spíše o zachování původních maleb než o kompletní restaurování
- čištění neionogenním tenzidem Alvol OMK, konsolidace barevné vrstvy derivátem celulózy Klucel G, konsolidace omítek silikátovým prostředkem Sebosil S a injektáží omítkovým tmelem na bázi hydraulického vápna
- doplňky z roku 1956 odstraněny a byly nahrazeny doplňky imitující středověkou omítku
- byly provedeny lokální retuše

SANAČNÍ KONZERVACE

Malby v kostele sv. Bartoloměje v Pošné

- analýza pomocí SEM-EDS, FTIR, XRD
- malby poškozeny pekováním → doplňky z roku 1956 s tenkou vrstvou retuší na originálním povrchu za použití materiálů odpovídajícím historickému kontextu
- historické i moderní vrstvy byly již degradovány
- klimatické faktory: vysoká RV a vlhkost vztlínající od země → navrženo odstranění vnějších nepropustných omítek a úprava svažitého terénu, drenáž a odvlhčování vzduchu
- snaha spíše o zachování původních maleb než o kompletní restaurování
- čištění neionogenním tenzidem Alvol OMK, konsolidace barevné vrstvy derivátem celulózy Klucel G, konsolidace omítek silikátovým prostředkem Sebosil S a injektáží omítkovým tmelem na bázi hydraulického vápna
- doplňky z roku 1956 odstraněny a byly nahrazeny doplňky imitující středověkou omítku



Malby v kostele sv. Bartoloměje v Pošné po restaurování [10]

DĚKUJI ZA POZORNOST.

ZDROJE

Białek-Kostecka D. et al.: Wall painting consolidation in the Polish conservation practice. Needs and challenges, *Acta Artis Academica* 2017: Painting as a Story, (2017) 189-195.

Grassi S. et al.: The conservation of the Vecchietta's wall paintings in the Old Sacristy of Santa Maria della Scala in Siena: The use of nanotechnological cleaning agents, *Journal of Cultural Heritage*, 8 (2007) 119-125. Quiles A. et al.: A high-precision chronological model for the decorated Upper Paleolithic cave of Chauvet-Pont d'Arc, Ardèche, France, *Proceedings of the National Academy of Sciences* (). [DOI: 10.1073/pnas.1523158113](https://doi.org/10.1073/pnas.1523158113)

Hradil D. et al.: Crocoite $PbCrO_4$ and mimetite $Pb_5(AsO_4)_3Cl$: rare minerals in highly degraded mediaeval murals in Northern Bohemia, *Journal of Raman Spectroscopy*, 45 (2014) 848-858.

Kotlík P. et al.: Nástěnné malby. Zpravodaj STOP, 11 (2009).

Navratilova, M. R.: CONSERVATION RESEARCH AND REFERENCE CONSERVATION OF MEDIEVAL WALL PAINTINGS IN THE CHURCH OF ST. BARTHOLOMEW IN POSNA, *Acta Artis Academica* 2017: Painting as a Story, (2017) 161-171.

Williamson, B.: Site, seeing and salvation in fourteenth-century Avignon (Frescoes by Simone Martini above the entrance to the Cathedral of Notre-Dame-des-Doms), *Art History*, 30 (2007)

How Buon Fresco Brought Perspective to Drawing [online]. [Accessed 2022-05-04]. Accessible from: <https://daily.jstor.org/buon-fresco-brought-perspective-drawing/>

Nástěnná malba [online]. [Accessed 2022-05-04]. Accessible from: https://cs.wikipedia.org/wiki/N%C3%A1st%C4%9Bnn%C3%A1_malba

Restaurování nástěnných maleb. Historik umění a restaurátor [online]. [Accessed 2022-05-04]. Accessible from: <http://www.mc-galerie.cz/restauratori/clanky/restaurovani-nastennych-maleb-historik-umeni-a-restaurator.html>

The conservation of wall paintings [online]. [Accessed 2022-10-04]. Accessible from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/col.22383#col22383-bib-0007>

ZDROJE OBRÁZKŮ

- [1] [HTTPS://WWW.IDNES.CZ/ZPRAVY/ZAHRANICNI/JESKYNNI-MALBA-JESKYNE-UMENI-NEJSTARSI-PRASE-DIVOKE-INDONESIE-ARCHEOLOGOVE-SULAWESI.A210114_155820_ZAHRANICNI_DTT](https://www.idnes.cz/zpravy/zahranicni/jeskyzni-malba-jeskyne-umeni-nejstarsi-prase-divoke-indonesie-archeologove-sulawesi.A210114_155820_zahranicni_dtt)
- [2] [HTTPS://UPLOAD.WIKIMEDIA.ORG/WIKIPEDIA/COMMONS/1/1E/LASCAUX_PAINTING.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1E/Lascaux_Painting.JPG)
- [3] [HTTPS://EPOCHAPLUS.CZ/ALTAMIRA-TAKHLE-VYPADA-GALERIE-Z-PRAVEKE-DOBY/](https://epochaplus.cz/altamira-takhle-vypada-galerie-z-praveke-doby/)
- [4] [HTTPS://WWW.IROZHLAS.CZ/VEDA-TECHNOLOGIE/HISTORIE/KATERINSKA-JESKYNE-CERT-MORAVSKY-KRAS_2005230700_PJ](https://www.irozhlas.cz/veda-technologie/historie/katerinska-jeskyne-cert-moravsky-kras_2005230700_pj)
- [5] [HTTPS://BLANENSKY.DENIK.CZ/PUBLICISTIKA/TAJEMNA-KRESBA-V-BYCI-SKALE-JE-Z-MLADSI-DOBY-KAMEN.HTML](https://blanensky.denik.cz/publicistika/tajemna-kresba-v-byci-skale-je-z-mladsi-doby-kamen.html)
- [6] [HTTPS://WWW.NOVINKY.CZ/CESTOVANI/CLANEK/NEJEN-POMPEJE-ZKAZE-NEUNIKLO-ANI-MENE-ZNAME-HERCULANEUM-40301827](https://www.novinky.cz/cestovani/clanek/nejen-pompeje-zkaze-neuniklo-ani-mene-zname-herculaneum-40301827)
- [7] [HTTPS://UPLOAD.WIKIMEDIA.ORG/WIKIPEDIA/COMMONS/THUMB/B/BC/THE_LAST_SUPPER_LEONARDO_DA_VINCI_HIGH_RESOLUTION_SIZE_32X16.JPG/1920PX-THE_LAST_SUPPER_LEONARDO_DA_VINCI_HIGH_RESOLUTION_SIZE_32X16.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/b/bc/The_Last_Supper_Leonardo_Da_Vinci_High_Resolution_Size_32x16.JPG/1920px-The_Last_Supper_Leonardo_Da_Vinci_High_Resolution_Size_32x16.JPG)
- [8] [HTTPS://TEMATA.ROZHLAS.CZ/VATIKANSKA-MUZEJA-PRIBLIZUJI-SVE-SBIRKY-I-NEVIDOMYM-A-NESLYSICIM-8013333](https://temata.rozhlas.cz/vatikanska-muzea-priblizuji-sve-sbirky-i-nevidomym-a-neslysicim-8013333)
- [9] [HTTPS://WWW.TURISTIKA.CZ/MISTA/CESKE-BUDEJOVICE-NASTENNE-MALBY-V-KOSTELE-OBETOVANI-PANNY-MARIE/DETAIL](https://www.turistika.cz/mista/ceske-budejovice-nastenne-malby-v-kostele-obetovani-panny-marie/detail)
- [10] [HTTPS://WWW.IDNES.CZ/BRNO/ZPRAVY/MALBA-VESNICANE-HRAD-VEVERI-RESTAUROVANI.A210122_590754_BRNO-ZPRAVY_KRUT](https://www.idnes.cz/brno/zpravy/malba-vesnicane-hrad-veveri-restaurovani.A210122_590754_brno-zpravy_krut)
- [11] [HTTPS://ONLINELIBRARY.WILEY.COM/DOI/10.1002/COL.22383#COL22383-BIB-0007](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/col.22383#col22383-bib-0007)
- [12] [HTTPS://WWW.GETTY.EDU/PUBLICATIONS/RESOURCES/VIRTUALLIBRARY/089236162X.PDF](https://www.getty.edu/publications/resources/virtuallibrary/089236162X.pdf)
- [13] [HTTPS://UPLOAD.WIKIMEDIA.ORG/WIKIPEDIA/COMMONS/THUMB/5/53/JESSE_SPANDREL_BEFOREANDAFTER.JPG/1280PX-JESSE_SPANDREL_BEFOREANDAFTER.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/5/53/Jesse_Spandrel_BeforeAndAfter.JPG/1280px-Jesse_Spandrel_BeforeAndAfter.JPG)
- [14] [HTTPS://CESKOLIPSKY.DENIK.CZ/ZPRAVY_REGION/CHATRAJICI-KOSTEL-V-KURIVODECH-JE-DIKY-OBJEVU-PERLOU-20140727.HTML](https://ceskolipsky.denik.cz/zpravy_region/chatrajici-kostel-v-kurivodech-je-diky-objevu-perlou-20140727.html)
- [15] HRADIL D. ET AL.: CROCOITE $PbCrO_4$ AND MIMETITE $Pb_5(AsO_4)_3Cl$: RARE MINERALS IN HIGHLY DEGRADED MEDIAEVAL MURALS IN NORTHERN BOHEMIA, JOURNAL OF RAMAN SPECTROSCOPY, 45 (2014) 848-858.
- [16] [HTTPS://ONLINELIBRARY.WILEY.COM/DOI/10.1111/J.1467-8365.2007.00530.X](https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1467-8365.2007.00530.x)
- [17] [HTTPS://UPLOAD.WIKIMEDIA.ORG/WIKIPEDIA/COMMONS/A/A6/OLD_SACRISTY_-_SANTA_MARIA DELLA SCALA_-_SIENA_2016.JPG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/a/a6/Old_Sacristy_-_Santa_Maria_della_Scala_-_Sienna_2016.JPG)
- [18] GRASSI S. ET AL.: THE CONSERVATION OF THE VECCHIETTA'S WALL PAINTINGS IN THE OLD SACRISTY OF SANTA MARIA DELLA SCALA IN SIENA: THE USE OF NANOTECHNOLOGICAL CLEANING AGENTS, JOURNAL OF CULTURAL HERITAGE, 8 (2007) 119-125.
- [19] NAVRATILOVA, M. R.: CONSERVATION RESEARCH AND REFERENCE CONSERVATION OF MEDIEVAL WALL PAINTINGS IN THE CHURCH OF ST. BARTHOLOMEW IN POSNA, ACTA ARTIS ACADEMICA 2017: PAINTING AS A STORY, (2017) 161-171.