FORUM 2026 / roč. XVI / č. 2

# PRO KONZERVÁTORY-RESTAURÁTORY
# FORUM FOR CONSERVATORS-RESTORERS

2026 / Vol. XVI / No. 2
Peer-reviewed open access journal

**Chief editor:** Ing. Alena Selucká
**Editors:** Mgr. Pavla Stöhrová, Mgr. Jana Fricová

**Editorial Board:**
Ing. Ivo Štěpánek (Head of Editorial Board)
doc. Mgr. art. Jakub Ďoubal, Ph.D.
prof. Dr. Ing. Michal Ďurovič
akad. mal. Igor Fogaš
Ing. Pavel Jirásek
Ing. Jan Josef
doc. akad. soch. Petr Kuthan
Ing. Radka Šefců, Ph.D
Mgr. Pavla Stöhrová (Secretary)

Open acces since 2019 available for free
on https://mck.technicalmuseum.cz/casopis-fkr/
The journal is indexed and abstracted in EBSCO.

**Published by:**
Technické muzeum v Brně
Purkyňova 105, 612 00 Brno, Czech Republic

**Contact for communication:**
fricova@tmbrno.cz / stohrova@tmbrno.cz / selucka@tmbrno.cz

© Technické muzeum v Brně, 2026
ISSN (Online) 2571-4384
ISSN (Print) 1805-0050

DOI 10.61574/FKR.2026.2.083

TECHNICKÉ MUZEUM V BRNĚ

METODICKÉ CENTRUM KONZERVACE

# LEPENÍ VOSKOVÝCH PORTRÉTŮ

**Romana Kirchnerová · Jan Krejčí · Martina Ohlídalová Petra Korandová**

Národní muzeum, Praha

**Mgr. Romana Kirchnerová (Kozáková) se věnuje především historickému a archeologickému sklu a keramice. V současné době pracuje jako restaurátorka v Oblastním muzeu v Ústí nad Labem. V Národním muzeu působí jako výzkumný pracovník v oboru ceroplastiky. (romana.kirchnerova@nm.cz)**

Studie se zabývá technologickým krokem lepení u portrétních ceroplastik, jehož správné provedení je náročné vzhledem k materiálovým vlastnostem vosku a multimateriálové konstrukci těchto děl. Dvanáct vybraných adheziv bylo testováno z hlediska barevné a mechanické stability i pevnosti lepených spojů. Výsledky prokázaly výrazné rozdíly mezi materiály a potvrdily, že volba adheziva musí vycházet z konkrétních podmínek lepeného spoje. Pro spoje vosk–vosk se nejlépe osvědčila adheziva Aquazol 500 a Plexisol P550-40TB, zatímco pro přilepení portrétu k podložce byla nejvhodnější klihová adheziva. Praktické ověření na sbírkových předmětech dále ukázalo, že charakter poškození, typ spoje i konstrukční vlastnosti portrétu zásadně ovlivňují volbu vhodného postupu. Studie přináší nové poznatky pro metodiku restaurování voskových portrétů a představuje výchozí krok pro tvorbu standardizovaného památkového postupu.
**Klíčová slova:** portrétní ceroplastika, včelí vosk, adheziva, lepení, barevné změny, mechanické vlastnosti

## ADHESIVE BONDING OF WAX PORTRAITS

This study examines the technological step of adhesion in portrait ceroplastics, the proper execution of which is challenging due to the material properties of wax and the multi-material construction of these artworks. Twelve selected adhesives were tested in terms of their color and mechanical stability as well as the strength of the bonded joints. The results revealed significant differences between the materials and confirmed that the choice of adhesive must be based on the specific conditions of the bond. For wax-to-wax joints, Aquazol 500 and Plexisol P550-40TB proved to be the most effective, while for attaching the portrait to its support, glue-based adhesives were the most suitable. Practical testing on collection objects further demonstrated that the nature of the damage, the type of joint, and the structural characteristics of the portrait fundamentally influence the choice of an appropriate procedure. The study provides new insights into the methodology of restoring wax portraits and represents an initial step toward the development of a standardized conservation procedure.
**Keywords:** portrait ceroplastics, beeswax, adhesives, bonding, color changes, mechanical properties

Ceroplastika, definovaná jako umění modelování figur z vosku, má dlouhou tradici zejména v portrétní a votivní tvorbě [Blažková, 2006, s. 108–109]. Voskovými portréty, nebo též portrétními ceroplastikami, rozumíme voskové plastiky vytvořené modelováním či odléváním, zobrazující hlavu, bustu, polopostavu či celou figuru.

Počátky ceroplastického portrétu na našem území lze sledovat již na přelomu 17. a 18. století, kdy se tento typ tvorby objevuje nejprve v měšťanském prostředí. Největšího rozšíření dosahuje od druhé poloviny 18. století s vrcholem ve druhé třetině 19. století, kdy vzniká převážná část dnes dochovaných děl, a to v úzkém kulturním propojení středoevropského prostoru. Doznívání této tradice je patrné ještě v poslední třetině 19. století [Mikulcová, 2020, s. 112–117]. V letech 2023–2024 proběhlo mapování stavu portrétní ceroplastiky kombinací rešerše odborné a historické literatury a fyzického terénního průzkumu děl ve sbírkách Historického muzea Národního muzea, Uměleckoprůmyslového muzea v Praze, Etnografického ústavu Moravského zemského muzea, Oblastního muzea Ústí nad Labem a na vybraných památkových objektech ve správě Národního památkového ústavu. Na základě získaných výsledků lze konstatovat, že portrétní ceroplastiky se vyskytují převážně jako drobné práce o velikosti přibližně 3–40 cm, přičemž rozměr ani rozsah zobrazené části postavy nemá zásadní vliv na jejich výtvarné řešení ani technické provedení.

Konstrukce portrétních ceroplastiky bývá složitá a je zapotřebí brát zřetel i na doprovodné materiály. Rámy, podložky, konstrukční výztuhy a zdobné aplikace často tvoří podstatnou část díla (obr. 1). Obecně platí, že čím větší část postavy je zobrazena, tím více prostoru připadá na zobrazení kostýmu a tím více mohlo být použito různých výzdobných technik. Na oděv figur byla používána celá škála materiálů (obr. 2 až 3). Zejména portréty z poloviny 19. století bývají pokryty textiliemi vysoké kvality – vlněným suknem, hedvábím i luxusními krajkami. Krajky a pánská fiží byly též zhotovovány z tenké voskové skořepiny nebo z nařaseného jemného papíru, který byl po osazení prosycen roztavených voskem za účelem jeho zpevnění a kolorování. Setkáváme se i s oděvy z kolorovaného tepaného plechu. K dozdobení kostýmů se používaly textilní aplikace i kovové nebo skleněné ozdoby. K realistickému vyobrazení vlasů, řas a obočí sloužily pravé vlasy, žíně nebo koudel zapuštěné do voskové hmoty [Mikulcová, 2020, s. 112–117].

Tato studie je dílčím výsledkem projektu NAKI III Ceroplastika – výzkum a vývoj technologie restaurování (2023–2027), zaměřeného na komplexní zkoumání technologických, materiálových a konzervačních specifik voskových plastik. Zvláštní pozornost je věnována právě portrétním ceroplastikám, které tvoří největší podíl historické umělecké produkce. Jejich multimateriálový charakter, konstrukční složitost a široká škála doplňkových materiálů kladou mimořádné nároky na detailní poznání původních technologií i na volbu vhodných konzervátorských postupů – mimo jiné v oblasti lepení fragmentárních voskových plastik, kterému se věnuje tento článek. Testované postupy jsou již aplikovány při restaurování sbírkových předmětů Národního muzea i dalších institucí, což umožňuje průběžně hodnotit jejich praktické limity i přínosy.

Obr. 1 *Voskový portrét muže (H2-159206) s rozložením na jednotlivé části adjustace. Materiálový výčet zahrnuje samozřejmě vosk, a to probarvovaný ve hmotě i povrchově kolorovaný, mosaz použitou na výztuhu voskového odlitku, textilní tkanice sloužící k jeho uchycení na křídovanou kartonovou podložku, kolorovaný mosazný plech kabátu a dále pak dřevo, tlačený zlacený papír, sklo a papírovou tištěnou grafiku použité na rámování / Wax portrait of a man (H2-159206) with the framing and mounting components disassembled. The list of materials includes, of course, wax, both colored in the mass and surface-colored, brass used to reinforce the wax cast, textile laces used to attach it to the chalked cardboard base, colored brass sheet of the coat, and then wood, printed gilded paper, glass, and paper printed graphics used for framing*

Obr. 2 *Mistrovsky zpracovaný celovoskový portrét muže na skle (H2-159391). Nařasený kabát byl vytvořen pomocí aplikace tenkého plátku voskové skořepiny na základní masu trupu z nebarveného vosku. Samostatně odlitý plátek vosku byl tvarován pomocí tepla do potřebných záhybů a následně citlivě přichycen k základu / A masterfully crafted full-wax portrait of a man on glass (H2-159391). The pleated coat was created by applying a thin sheet of wax shell to the base mass of the torso made of uncoloured wax. The separately cast sheet of wax was shaped using heat into the necessary folds and then delicately attached to the base*

Obr. 3 *Voskový portrét ženy (H2-181015) běžné měšťanské produkce s významným podílem doprovodných materiálů. Z vosku je vyroben pouze obličej figury, ostatní části jsou z různých textilií, papíru a kovu, a to včetně základního tvaru těla z namačkaného papíru, který je na obrázku viditelný v poškození rukávu / Wax portrait of a woman (H2-181015) from common bourgeois production, featuring a significant proportion of accompanying materials. Only the figure's face is made of wax; the other parts are made of various textiles, paper, and metal, including the basic shape of the body, which is made of crumpled paper and is visible in the image in the damaged sleeve*

## VOSKOVÉ SMĚSI

V případě historických voskových směsí pro portrétní ceroplastiku se nesetkáváme s tak pestrou paletou materiálů jako např. u anatomických muláží, kde se užívaly i směsi tvořené voskem z méně než 50 hm. % [Schnalke, 1995; Lang, 2011]. Složení voskových směsí se lišilo pouze mírně, a to především podle zvolené techniky zpracování historické plastiky. Základ tvořil většinou včelí vosk s překvapivě malým podílem aditiv. Pro modelaci z ruky byla zapotřebí tzv. měkká vosková směs, dobře opracovatelná při teplotě lidských rukou. Kromě benátského terpentýnu, který se ke včelímu vosku přidával téměř univerzálně, se používaly také živočišné tuky a oleje, jež směs změkčovaly a zvyšovaly její plasticitu. Naproti tomu pro odlévání do forem byly vhodné tzv. tvrdé voskové směsi, které po ztuhnutí vykazovaly vyšší pevnost. K jejich výrobě se ke včelímu vosku přidávaly přírodní pryskyřice, jako jsou damara, kalafuna, burgundská smůla nebo nečištěná černá smůla, jež se často využívala i jako výplňová hmota nepohledových částí odlitků [Diehl, 2025, s. 47; Ambrosi, 2023].

Experimentálně se dosud nepodařilo potvrdit, že by přídavek pryskyřic v malém množství vedl ke zvýšení pevnosti či tvrdosti směsi, což koresponduje i některými s publikovanými daty. Např. Bílková a kol. [2019, s. 78] uvádí, že přidání damary ke včelímu vosku (v poměru 1 : 9) nemá na zvýšení tvrdosti včelího vosku vliv. Naše praktické zkoušky [detailně Krejčí a kol., 2025] však ukázaly, že i malé přídavky aditiv více než tvrdost nebo teplotu měknutí ovlivňují chování vosku během opracování konkrétními nástroji (např. praskání během odřezání povrchu nebo tendenci k tvorbě otřepů kolem rytých linií). Teplota měknutí se u všech testovaných směsí pohybovala v rozmezí 58–67 °C. Modelační vlastnosti směsí pravděpodobně neovlivňovalo pouze jejich složení. Významnou roli mohl hrát také podíl rozpouštědel a teplota zpracování, jak ukázaly zkušenosti z rekonstrukce výrobní techniky portrétní ceroplastiky [Trmalová a Kirchnerová, 2026]. Tyto technologické parametry však u historických předmětů nelze analyticky spolehlivě určit.

Významnou složkou byly též pigmenty určené k barvení ve hmotě. Umožňovaly docílit pro vosk jedinečných poloprůhledných efektů, které není možné nahradit pouze povrchovým kolorováním. Přídavek pigmentu současně zkracoval dobu zpracovatelnosti taveniny, a to kvůli tendenci pigmentu k usazování [Bílková a kol. 2019, s. 78]. Monochromní reliéfy často imitovaly ušlechtilé materiály jako slonovinu, mramor či terakotu. U polychromovaných portrétních reliéfů se využívaly pigmenty jako olovnatá běloba, rumělka nebo minium pro dosažení realistického pleťového tónu. Finální vzhled plastiky mohl být doplněn tzv. „oblékáním“, tedy potažením vybraných partií barevnou voskovou skořepinou, případně povrchovým kolorováním olejovými barvami [Polášek, 2016, s. 47].

Přesné receptury voskových směsí si jednotliví umělci a dílny často střežili jako profesní tajemství. Pokud se informace dochovaly v historické literatuře, bývají zpravidla neúplné a uvádějí pouze orientační poměry surovin. Ačkoli se některé typy směsí podařilo v literatuře identifikovat a na jejich základě připravit modelové vzorky pro sledování dlouhodobé stability [Krejčí a kol., 2025], detailní technologické postupy výroby zůstávají stále neznámé.

## POŠKOZENÍ PORTRÉTNÍCH CEROPLASTIK

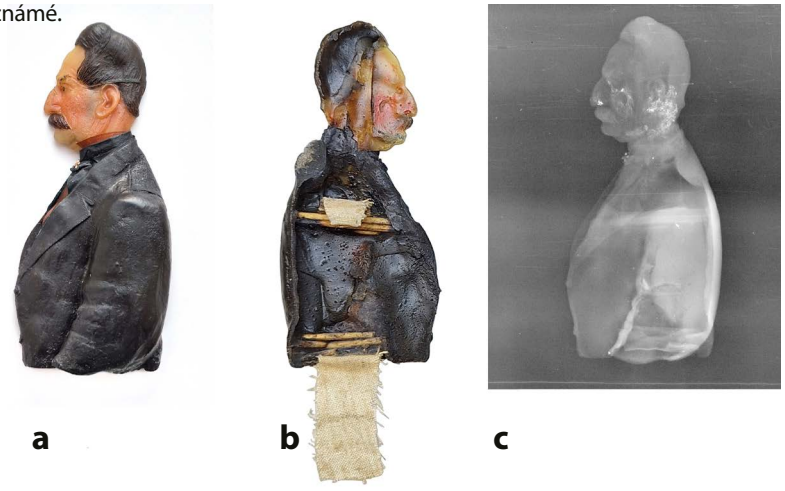
Portrétní ceroplastiky díky své materiálové rozmanitosti a vysoké citlivosti na podmínky uložení i vystavení vykazují široké spektrum degradačních projevů. Nejčastěji se jedná o mechanická poškození, kdy dochází k ulomení méně pevných a nechráněných částí ceroplastiky, jako jsou končetiny postav, květy, listy či jiné drobné detaily [Dvořáková – Polášek, 2004]. Tato poškození bezprostředně souvisí se zvýšením tvrdosti a křehkosti vosků, kterému v přirozeném průběhu stárnutí podléhají [Bartl, 2019]. Největším degradačním faktorem pro voskové plastiky je nadměrné vystavení tepelnému působení, které vede k nevratným změnám. Tvarovou deformaci doprovází lokální roztavení vosku, migrace pigmentů a prachových nečistot [Polášek, 2016]. Detailně je dnes již popsán také vznik bílých výkvětů na povrchu ceroplastik. Tyto výkvěty vznikají v důsledku oddělování volných mastných kyselin (zejména palmitové a stearové), které pocházejí z historických plastifikátorů. S postupujícím stárnutím ztrácejí plnou mísitelnost s voskovou matricí, migrují k povrchu a zde krystalizují [Bartl, 2013; Ambrosi, 2023]. Významná část poškození se týká doprovodných materiálů vlastního voskového portrétu, jako je koroze kovových částí, blednutí barev textilních či papírových částí díla. Degradační změny jednotlivých materiálů významně ovlivňují fyzický stav ostatních, jako příklad nejčastějších lze uvést zasakování vosku do papírových podložek nebo barevné změny okolí kovových aplikací díky korozním produktům kovů.

Pro svou velkou náchylnost k snadnému mechanickému poškození často tenkých a subtilních portrétů byla řada z nich již v minulosti opravována pomocí lepení, tmelení, lokálního natavení či tvorby nových doplňků.

## HISTORICKÉ ZPŮSOBY LEPENÍ

Studie vychází z podrobného zmapování historického využití lepidel při spojování voskových reliéfů, jejich jednotlivých dílů i souvisejících textilních či papírových aplikací. V rámci terénního průzkumu bylo systematicky zhodnoceno více než 550 voskových reliéfů. Detailní analýza zahrnovala mimo jiné hodnocení míry a charakter poškození a zejména revizi dříve realizovaných restaurátorských zásahů na základě studia dostupné restaurátorské dokumentace i aktuálního fyzického stavu děl. Historické opravy a staré restaurátorské zásahy byly přímo u ceroplastik zastoupeny relativně omezeně – celkově se jednalo o přibližně 16–19 % děl. Naopak manipulace s adjustací byla zaznamenána u většiny předmětů.

Z původních historických lepidel, která sloužila k autorskému přichycení voskového reliéfu na podložku, nebylo potvrzeno jiné lepidlo než klih. Ke spojování jednotlivých dílů plastik i pro povrchové aplikace bylo spíše používáno roztaveného vosku a vosku se smolou. Pro zpevnění se voskem také napouštěly papírové detaily a fixovaly podpůrné výztuhy, a to nezávisle na dataci či řemeslné kvalitě provedení portrétů (obr. 4).




*Obr. 4* *Voskový skořepinový portrét neznámého muže (H2-15155), a) přední strana ceroplastiky po sejmutí z podložky, b) zadní strana s viditelnými výztužemi ze špejlí a papíru namísto běžněji používaného mosazného plechu, c) rentgenový snímek / Wax shell portrait of an unknown man (H2-15155), a) front side of the ceroplastics after removal from the base, b) back side showing reinforcements made of wooden skewers and paper instead of the more commonly used brass sheet, c) X-ray image*

U historických oprav byl také nejčastějším lepidlem klih, příkladem může být lebka z montáže Vanitas (obr. 5). U několika voskových portrétů z Národního muzea bylo spektroskopicky identifikováno jiné složení historického lepení provedeného před přijetím předmětů do sbírkového fondu. V případě portrétu neznámé ženy (H2-3756) a portrétu připisovanému manželce M. B. Brauna (H2-3751) se jednalo o škrobové adhezivum. Pravděpodobný portrét M. B. Brauna (H2-3750) byl v minulosti opravován polyvinylacetátovým adhezivem. Posledním případem byla silně degradovaná oprava prstů Jezulátka (H4-80704) pomocí lepidla na bázi nitrátu celulózy kombinovaná s tavením. Žádné z lepidel v době realizace průzkumu již neplnilo svou funkci a předměty byly rozpadlé.

U konzervovaných sbírkových předmětů ošetřených v rámci muzejní péče se do začátku 21. století odborné lepení prakticky nevyskytuje. Po dlouhou dobu v konzervátorské praxi dominovalo scelování poškozených ceroplastik natavením voskové plochy v okolí defektu a spojením ploch pomocí tlaku [Murrel, 1971; Dvořáková – Polášek, 2004; Polášek, 2016]. U těchto oprav se ale dnes často setkáváme s problémem vzniku bílých výkvětů na voskem lepených spojích (obr. 6). Až vývoj nových syntetických materiálů v posledních 20 letech rozšířil možnosti lepení vosku, do té doby prakticky neslepitelného.

*Obr. 5* *Lebka z montáže Vanitas (H2-145834), v minulosti lepená a nalakovaná klihem / Skull from the Vanitas assembly (H2-145834), previously glued and varnished with glue*

*Obr. 6* *Výkvěty na spojích spojovaných za tepla čistým včelím voskem (MZM Brno) / Efflorescence on joints bonded with heated pure beeswax (Moravian Museum Brno)*

## TESTOVÁNÍ LEPIDEL

Pro experimentální testování byla vybrána nová syntetická adheziva používaná v současné restaurátorské praxi, dále lepidla používaná pro průmyslové nebo zdravotnické lepení voskových hmot a také dva zástupci přírodních proteinových adheziv (tab. 1).

Pro studium chování adheziv byly z výše uvedených přípravků nejprve připraveny tenké filmy. Příprava proběhla nanesením roztoku na hladkou nepřilnavou silikonovou podložku. Následně byly roztoky ponechány až do vytěkání rozpouštědla (vyschnutí) při laboratorní teplotě (přibližně 2–3 týdny). Vzniklé filmy (o tloušťce přibližně 0,5–1 mm v závislosti na druhu lepidla) byly následně vystaveny 2 typům podmínek umělého stárnutí, a to suchým teplem (65 °C) a vlhkým teplem (55 °C, 65 % RV) po dobu 8 týdnů. Podmínky umělého stárnutí byly stanoveny s ohledem na vlastnosti zkoumaných adheziv.

Po umělém stárnutí filmů byla vyhodnocena jejich změna barevnosti a mechanické vlastnosti.

Pro měření barevnosti v barvovém prostoru CIELAB byl použit spektrofotometr Konica Minolta CM-600d s difuzní geometrií, velikostí měřicí štěrbiny 8 mm a světelným zdrojem D65. Na připravených filmech bylo měřeno vždy v 5 samostatných bodech, a to z obou stran. Měření bylo provedeno na bílé světlostálé podložce za laboratorní teploty (přibližně 25 °C) a stabilní relativní vlhkosti vzduchu (45–55 %). Hodnoty parametrů $L^*$, $a^*$ a $b^*$ byly stanoveny pro každý vzorek před a po umělém stárnutí. Mechanické vlastnosti adheziv byly kvůli celkové nehomogenitě připravených filmů nakonec hodnoceny převážně organolepticky. Paralelně bylo provedeno také měření jejich modulu pružnosti v tahu dle ISO 527-1 (při stejných podmínkách jako měření barevnosti, vzorky byly předem 48 h kondicionovány), ovšem s nedostatečně validním výsledkem vinou právě nehomogenity připravených filmů. Už v počátku se ukázalo, že u některých lepidel nelze připravit ani zkušební tělíska potřebné kvality. Adheziva Regalrez 1094, Racional a WachsKleber nebyla schopna utvořit tenký soudržný film, případně se jejich barevnost a vzhled během vysychání změnily natolik, že bylo rozhodnuto o jejich vyřazení z dalšího testování.

Výsledky změn barevnosti filmů po vystavení podmínkám umělého stárnutí zobrazuje graf 1.

Vzhledem k výsledkům zatíženým značnou chybou a tomu, že vosková matrice je sama o sobě výrazně barevná, v případě ceroplastik navíc různých odstínů, je změna barevnosti měřená v rámci studie spíše doplňkovým ukazatelem probíhající degradace. Proto se i výběr lepidel pro navazující zkoušky lepení ve většině protíná s výběrem pro zkoušky vlastností a dlouhodobé stability. Ani více žloutnoucí lepidla nebyla vyřazena, protože změna barevnosti sama o sobě nemusí být limitující.

Za nejvíce barevně stabilní bylo vyhodnoceno amidové adhezivum Aquazol 500 a akrylátové adhezivum Plexisol P550-40TB. Uspokojivých výsledků dále dosáhla vyzina a polyurethanové adhezivum PU Crystal Weicon, avšak u obou byla naměřena poněkud větší barevná změna po umělém stárnutí vlhkým teplem. Největší barevné změny byly naměřeny u obou zkoumaných disperzí a rybího klihu. Mechanické vlastnosti zkoumaných adheziv se vlivem použitého umělého stárnutí v podstatě neměnily. Měření modulu pružnosti v tahu nevykazovalo žádné trendy přesahující chybu měření.

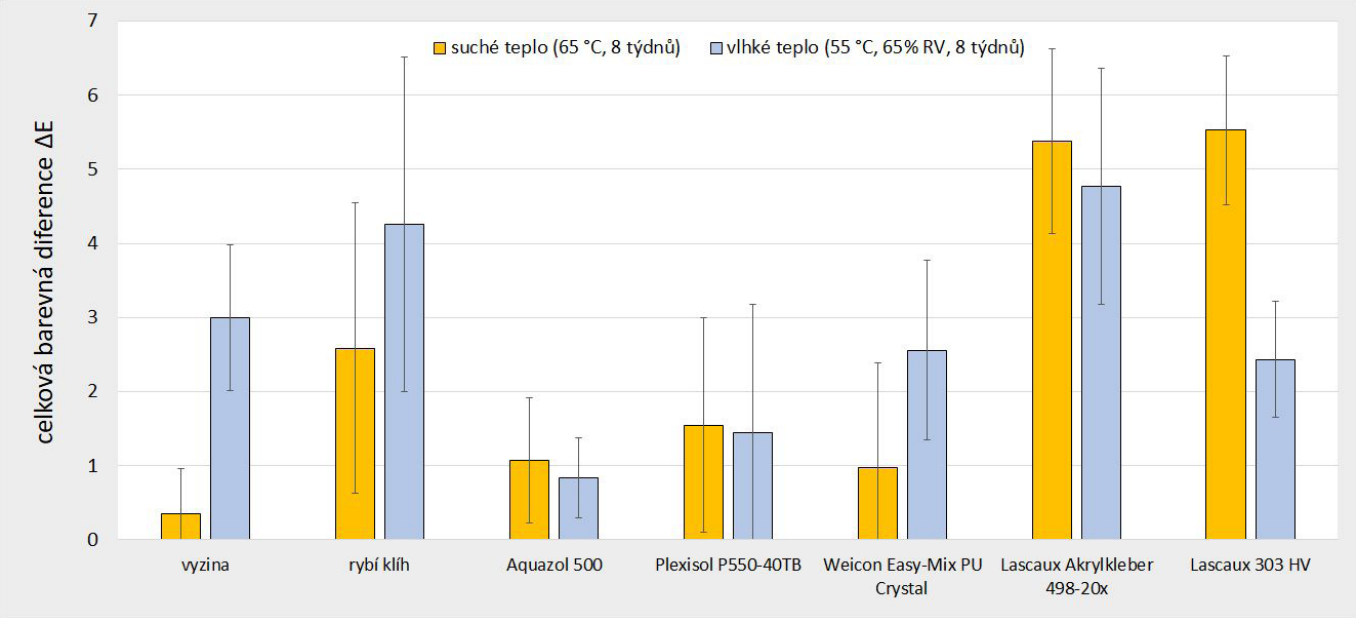
## ZKOUŠKY LEPENÍ

Na základě získaných výsledků dlouhodobé stability adheziv bylo vybráno 6 adheziv pro přípravu modelových vzorků simulujících reálný lepený spoj. Vybrány byly: Aquazol 500, Plexisol P550-40TB, PU Crystal Weicon, disperze Lascaux 498HV-20x, vyzina a rybí klíh.

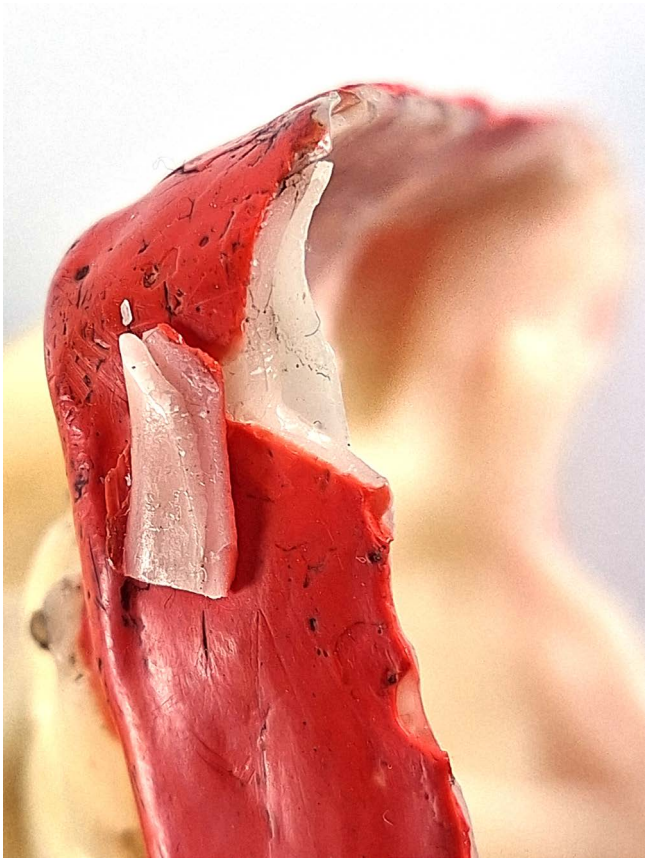
Pro zkoušky lepení byly použity dvě varianty voskových směsí. Byly odlity trámky o rozměrech 10 × 10 × 100 mm z čistého včelího vosku a z včelího vosku pigmentovaného 5 hm. % rumělky.

*Tab. 1 Výběr adheziv pro testování dlouhodobé stability / Selection of adhesives for long-term stability testing*

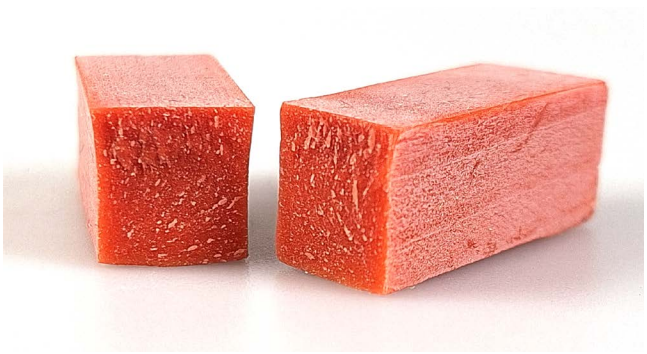
| Název adheziva | Složení | Použití/reference | Ředění | Otevřená doba lepeného spoje (dle výrobce) |
|---|---|---|---|---|
| vyzina | tradiční přírodní proteinové adhezivum z plynových měchýřů jeseterovitých ryb | běžně uváděné lepidlo pro restaurování vosku [Angelová, 2019; Lang, 2011; Down, 2015, s. 87 a 169] | použita předpřipravená tableta (Kremer Pigmente), ředěno 1 : 1 s teplou destil. vodou | 10–30 min |
| rybí klih | tradiční přírodní proteinové adhezivum | lepidlo používané v minulosti při výrobě voskových reliéfů k lepení na podložku [Angelová, 2019] | použita ztekucená forma (výrobce Kremer Pigmente) bez ředění | 10–30 min |
| Aquazol 500 | poly(2-ethyl-2-oxazolin) | běžně uváděné lepidlo pro restaurování vosku, využívané dlouhodobě i v praxi NM [Angelová, 2019; Urbánek, 2015; Urbánek a kol., 2018] | 10% v acetonu | 20–30 min (silně závislé na rozpouštědle) |
| Plexisol P550-40TB | akrylátová pryskyřice v xylenu | nový výrobek nahrazující v literatuře zmiňovaný Plextol B500 a Lascaux Akrylharz P550/675 [Angelová, 2019; Down, 2015, s. 87 a 169] | ředěno 1 : 1 xylenem | 2–5 min |
| WEICON Easy-Mix PU Crystal | dvousložkové lepidlo na bázi polyurethanu | v praxi NM využívané lepidlo pro namáhané spoje | bez ředění | 3–5 min |
| Lascaux Akrylkleber 498-20x | akrylátové disperzní lepidlo s přídavkem xylenu | běžně uváděné lepidlo pro restaurování vosku [Lang, 2011] | bez ředění | 10–25 min |
| Lascaux 303 HV | akrylátové disperzní lepidlo | náhrada výrobce za běžně uváděné lepidlo pro restaurování vosku Lascaux HV 360 [Angelová, 2019] | bez ředění | 15–30 min |
| Regalrez 1094 | hydrogenovaná uhlovodíková pryskyřice | v praxi NM využíván jako konsolidant barevné vrstvy podmaleb s následným voskováním [Kirchnerová a kol., 2023, s. 113–114; Rydlová, 2016] | 20% ve white spiritu | 10–20 min (silně závislé na rozpouštědle) |
| Wachskleber | směs acetátů a aminoethylethiaminu | lepidlo určené pro trvalé spojování voskových forem v dentální praxi | bez ředění | 1–5 min |
| Racional | kyanoakrylátové lepidlo | lepidlo určené pro rychlé spojování voskových forem v dentální praxi | bez ředění | 5–15 min |




*Graf 1 Porovnání dlouhodobé stability (žluté sloupce – stárnutí suchým teplem, modré sloupce – stárnutí vlhkým teplem) vybraných adheziv z hlediska barevnosti / Comparison of long-term stability (yellow bars – aging by dry heat, blue bars – aging by moist heat) of selected adhesives in terms of colour*



*Obr. 7* *Reálná lomová plocha u podstavce Jezulátka (H4-80704) / Actual fracture surface of the Infant Jesus pedestal (H4-80704)*

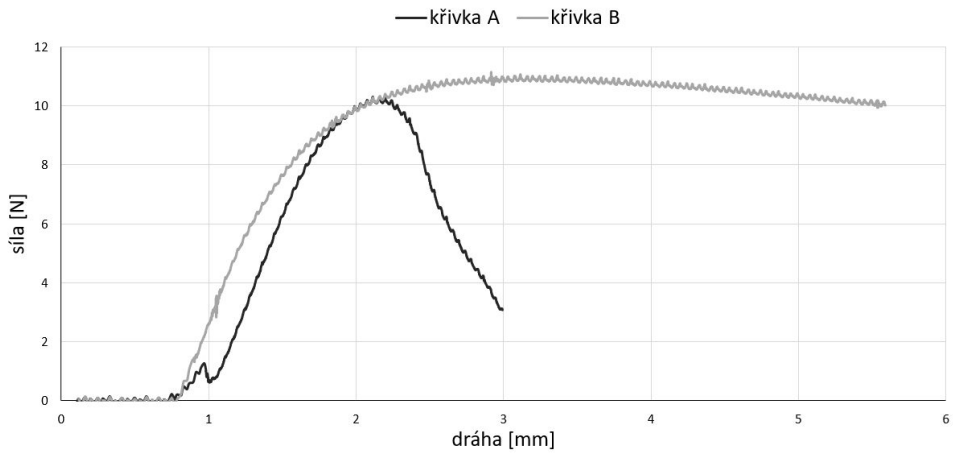


*Obr. 8* *Lomová plocha na trámku ze směsi včelího vosku s 5% přídavkem rumělky připravená pro tvorbu lepeného spoje / Fracture surface on a test block made of a mixture of beeswax with 5% vermilion, prepared for the formation of a bonded joint*

*Obr. 9* *Lepidla byla na trámky nanášena klasickým štětcem, a to celoplošně na obě styčné plochy / The adhesives were applied to the test blocks using a standard brush, covering the entire surface of both contact surfaces*

Každá zkušební sada lepených trámků pak zahrnovala 5 trámků nepigmentovaných a 5 trámků pigmentovaných. Trámky byly nejprve podchlazeny na cca −15 °C a přelomeny, aby charakter lomu co nejlépe odpovídal reálnému lomu (obr. 7 a 8). Za laboratorní teploty se trámky spíše ohýbaly.

Následně byly na těchto příslušných lomových plochách vytvořeny lepené spoje pomocí natření štětcem v konzistenci ideální pro nanášení a následného přitisknutí (obr. 9, ředění uvedeno v tab. 1). Takto slepené vzorky byly po cca týdenním schnutí uměle stárnuty, a to působením zvýšené teploty a relativní vlhkosti prostředí (55 °C, 65 % RV, 8 týdnů) a působením světla v testovací komoře Q-Sun Xe-1 BC (0,45 W·m2, 45 °C, 240 hodin). Následně byly (minimálně s dvoutýdenním odstupem od ukončení stárnutí) vyhodnoceny vlastnosti lepených spojů jak přímo po slepení, tak i po umělém stárnutí – pevnost v tahu za ohybu (tzv. trojbodý ohyb – rozteč ramen 6 mm, posuv 1 mm/min; zkušební zařízení LabTest 5.030-2, Labortech, s. r. o., 25 °C, 45–55 % RV s 48 h kondicionací vzorků). Pro formulaci závěrů nebyly využity jenom maximální hodnoty pevnosti, ale i průběh zkoušky – například jak je vidět na grafu 2, kde je porovnán průběh trojbodého ohybu při rozlomení lepeného spoje (křivka A), a v situaci, kdy se ohýbá celý trámek a k poruše spoje nedošlo (křivka B).




*Graf 2* *Porovnání dvou mezních situací průběhu křivek při pevnostní zkoušce: selhání lepeného spoje v průběhu ohýbání (křivka A) / ohýbá se celý trámek, aniž by došlo k prasknutí (křivka B) / Comparison of two extreme cases of load–displacement curves obtained during flexural testing: adhesive joint failure during bending (curve A) and bending of the entire wax block without fracture (curve B)*

Z hlediska provedených zkoušek pevnosti (tj. při hodnocení kvality a trvanlivosti spoje) by pořadí vhodnosti zkoumaných adheziv pro lepení voskových směsí bylo následující: PU Crystal Weicon > Aquazol 500 > vyzina = Plexisol P550-40TB > rybí klih > Lascaux 498HV-20x. Vliv přídavku pigmentu ve voskové směsi se na pevnosti lepených spojů při použití vybraných adheziv nijak neprojevil.

Praktické zkoušky lepení proběhly i na dvou typech podložky, sklu a břidlici. Volba těchto podložek vychází z jejich typického uplatnění v portrétní ceroplastice 17. a 18. století, která pracovala převážně s těmito dvěma neporézními a rozměrově stabilními nosiči. V 19. století dochází k výraznému posunu směrem ke kartonovým podložkám [podrobně Kirchnerová, 2026]. Tento trend potvrzuje i průzkum domácích muzejních sbírek, kde je břidlice zastoupena u 30–31 % a sklo u 12–13 % podložek portrétních ceroplastik. Majoritní kartonové podložky nebyly do experimentu zahrnuty, neboť voskový reliéf zde není fixován adhezí k podkladu, ale je přichycen k podložce uvázáním tkalounu upevněného voskem k zadní straně portrétu. V tomto případě se tedy uplatňuje odlišný konstrukční princip fixace portrétů k podložce neodpovídající testovanému typu spoje.

Sklo i břidlice byly před lepením dokonale očištěny a odmaštěny pomocí ethanolu. Lepidla byla na trámky nanášena bodově (3 kapky na délku trámku) a celoplošně, poté byly trámky lehce přitlačeny k podložkám a ponechány schnout po dobu 2 týdnů. Pevnost spojů byla vyhodnocována pouze na základě jednoduché zkoušky – zvednutí celé podložky za trámek a zvyšujícím se tlakem z boku trámku až do odtržení od podložky. Tímto způsobem bylo simulováno maximální možné namáhání ceroplastiky přilepené k podložce. Vyhodnocení proběhlo na základě vizuálního pozorování. Vzhledem k charakteru spoje nebylo možné využít žádnou standardizovanou metodu zhodnocení pevnosti spojů.

Bodové lepení mělo u všech přípravků nižší pevnost spoje než lepení celoplošné. Nejlépe držící spoj vykazoval opět PU Weicon, následovaný Aquazolem 500 a rybím klihem s prakticky shodnými výsledky. Méně pevný spoj poskytla vyzina. Rybí klih tedy držel na skle významně lépe než vyzina, která u pevnostních zkoušek spojů vosk–vosk vykazovala pevnost vyšší. Při stržení držela kompletní vrstvička rybího klihu se zbytky vosku na skle a tato vrstva šla velmi těžko sloupnout. Uvedené zjištění koresponduje se všeobecně známou silnou adhezí klihů na sklo [Bachtík, 1964] i pozorováním u některých historických ceroplastik, kde došlo k vytržení kousků skla z povrchu při sesychání klihu. Ostatní uvedená lepidla také z většiny na skle zůstala, ale ulpělá vrstvička byla lépe sloupnutelná. U břidlice se pevnost Aquazolu, klihu a vyziny prakticky nelišila, vrstvičky zůstávaly z většiny na podložce a šly obtížně odloupnout.

Plexisol P550-40TB a disperze Lascaux 498HV-20x držely na skle pouze minimálně, po stržení trámků bylo vidět, že lepidla na vosku drží, ale ze skla jsou velmi snadno sloupnutelná. Na břidlici byla jejich pevnost vyšší, ale nedosahovala ani tak pevnosti ostatních lepidel.

Pro lepení k podložce proto byla vyhodnocena jako vhodná lepidla Aquazol 500 ve vyšší (cca 20 hm. %) koncentraci, rybí klih a vyzina. U skla je možné považovat přilnavost klihu za příliš silnou. To na jednu stranu vede k upřednostnění vyziny, na druhou ale může být klih vhodnou volbou pro bodové lepení, např. u předmětů, kde je pouze malá styčná plocha mezi podložkou a voskovou plastikou.

## PRAKTICKÉ PŘÍKLADY LEPENÍ

Získané výsledky byly krátce po dokončení testů prakticky využity při restaurování voskových portrétů pro projektovou výstavu *Umění z vosku*. Experimentálně získaná data tak byla doplněna o reálné aplikační vlastnosti lepidel a další uživatelské poznatky.

Při výběru adheziva pro restaurátorský zásah na reálném historickém předmětu bylo potřeba zohlednit nejenom pevnost spoje a dlouhodobou stabilitu, ale i další kritéria. Jako zásadní pro výběr se projevil charakter lepeného spoje – jeho celková velikost, tloušťka, drolivost, umístění na předmětu a samozřejmě celkové zatížení spoje. Řadu oprav bylo možné realizovat pouze pomocí lepení, u spojů s vyššími požadavky na konstrukční pevnost byla však nutná výztuha, např. pomocí drátěných vnitřních konstrukcí, podlepení tkaninou nebo tmelením voskem.

Jako nejefektivnější se v praxi ukázala kombinace více lepidel a způsobů lepení u jednoho předmětu.

V literatuře [Angelova, 2019 s lit.] velmi často doporučovaná disperzní akrylátová lepidla se při experimentálním testování ukázala jako nejméně vhodná. Uživatelsky nepříjemné je především nanášení, kde se projevuje horší smáčivost a také dlouhá doba schnutí, která vyžaduje dlouhodobé dokonalé zafixování až na několik dní (v rozporu s otevřenou dobou lepeného spoje – viz tab. 1). To je zejména u drobných nebo špatně dostupných spojů problematické. Vzhledem k horším výsledkům zkoušek pevnosti spojů a umělého stárnutí i uživatelské náročnosti lepení nebyla tato lepidla v praxi vůbec používána.

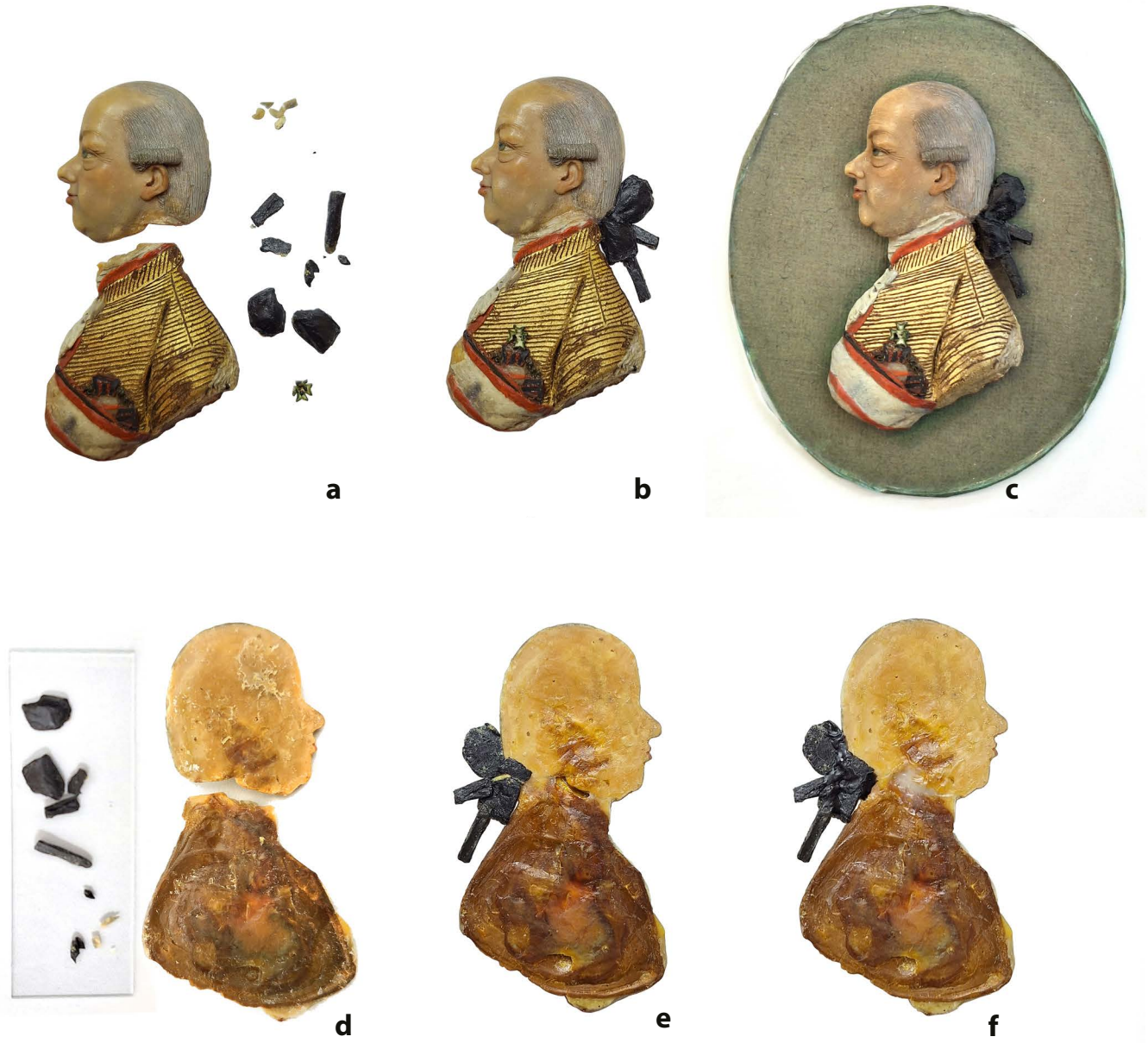
Použití PU Crystal Weicon je vzhledem k nulové reverzibilitě sporné. Vzhledem ke způsobu nanášení je možné ho prakticky využít např. pro tvorbu můstků u torzálních předmětů a v místech velmi namáhaných spojů – např. lomů na podstavcích nebo u krčků držících krycí sklo adjustací.

Naopak nejrychlejšího schnutí je možné docílit u Aquazolu, jehož velmi praktickou vlastností je možnost použití různých druhů rozpouštědel [více k vlivu rozpouštědel Bílková a kol., 2025]. Aquazol rozpuštěný v acetonu nebo v čistém ethanolu lze v podstatě aplikovat obdobným způsobem jako vteřinové lepidlo, ovšem s výhodami, jako je odstranitelnost vodou, dobrá pevnost a odolnost vůči stárnutí. Jako příklad je uvedeno restaurování portrétu císaře Leopolda II. (obr. 10), kde byl Aquazol využit v kombinaci lepidel. Krk i mašle byly pod zvětšením slepeny pomocí Aquazolu 500 (cca 25% roztok v lihu). Spoje držící často na ploškách menších než 0,5 mm byly dále ze zadní strany vyztuženy zakápnutím malého množství voskové směsi (včelí vosk s 20 hm. % damary, černý pigment lampová čerň u mašle). U krku bylo potřeba i plastické doplnění tvaru z důvodu ztráty materiálu při opravě v minulosti. Vosk tak slouží jako výztuha lepení i jako tmel. Zároveň lepidlo plní funkci separační vrstvy mezi originálním voskem a voskovým tmelem. Na podložku byl portrét nalepen pomocí vyziny, což respektuje autorské řešení a zároveň umožňuje snadné sejmutí.

V praxi byl Aquazol s velmi dobrými výsledky použit i při lepení podpůrných výztuží ze skelné textilie a u povrchově kolorovaných vosků, kde byla výhodou hlavně jeho rozpustnost v různých rozpouštědlech při čištění přetoků.

Kombinace lepidel s různou rozpustností umožňuje separátní reverzibilitu. Zde se jako nejvhodnější ukázalo použití akrylátové pryskyřice Plexisol coby lepidla spojů vosk–vosk následované přilepením k podložce klihovými lepidly (obr. 11). Při případném odstraňování lze pomocí teplé vody sejmout portrét z podložky, aniž by došlo k rozlepení spojů samotného vosku, protože Plexisol je ve vodě zcela nerozpustný. Nicméně je nutné upozornit, že Plexisol vyžaduje práci v odvětrávaném prostoru či digestoři kvůli silnému zápachu přípravku a ředění xylenem.

U Plexisolu, rozpustného v organických rozpouštědlech interagujících i se včelím voskem, byla řešena reversibilita lepeného spoje. Ukázalo se, že je poměrně dobře odstranitelný lokálním nanášením acetonu na lepenou spáru. Aceton při zkouškách čištění nevykazoval při opatrném postupu žádné vizuální změny povrchu vosku. Při delším působení bylo možné spoj naměkčit i 1-methoxypropan-2-olem coby zástupcem alkoholových rozpouštědel obecně nejméně interagujících s voskovou matricí [Bílková a kol., 2025].




*Obr. 10* *Při restaurování voskového portrétu císaře Leopolda II. (H2-155573) byla využita kombinace lepidel: a) stav po sejmutí ze skleněné podložky pomocí teplé vody a očištění fragmentů, z pohledové strany; b) stav po slepení Aquazolem z pohledové strany; c) stav po nalepení na skleněnou podložku vyzinou; d) stav po sejmutí z podložky pomocí teplé vody a očištění fragmentů ze zadní strany, kde je vidět i rozdílná barevnost vosků použitých k odlití portrétu; e) stav po slepení Aquazolem ze zadní strany; f) stav po zakápnutí nedoléhajících spojů voskovou směsí / A combination of adhesives was used during the restoration of the wax portrait of Emperor Leopold II (H2-155573): a) condition after removal from the glass base using warm water and cleaning of the fragments, as seen from the front; b) condition after bonding with Aquazol as seen from the front; c) condition after gluing onto a glass base using sturgeon glue; d) condition after removal from the support using warm water and cleaning of the fragments as seen from the back side, where the different colours of the waxes used to cast the portrait are also visible; e) condition after bonding with Aquazol as seen from the back side; f) condition after filling the gaps in the joints with a wax mixture*

*Obr. 11* *Portrét neznámého muže (H2-3758) před (vlevo) a po slepení (vpravo). Při restaurování byla využita kombinace lepidel. Volné voskové fragmenty obličeje byly vzájemně lepeny pomocí akrylátové pryskyřice Plexisol. K podložce byl portrét nalepen pomocí vyziny. Vzhledem k tomu, že tělo drželo pevně na podložce, byla obě lepidla nanášena současně – Plexisol na lomové hrany vosku, vyzina na břidlici / Portrait of an unknown man (H2-3758) before (left) and after bonding (right). A combination of adhesives was used during the restoration. Loose wax fragments of the face were bonded together using Plexisol acrylic resin. The portrait was glued onto the base using sturgeon glue. Since the body was firmly attached to the base, both adhesives were applied simultaneously – Plexisol to the fractured edges of the wax, and sturgeon wax onto the slate*

## ZÁVĚR

V rámci řešení projektu NAKI III byl podrobně zkoumán konzervační krok lepení, který je při restaurování silně poškozených ceroplastik nezbytný a vzhledem k vlastnostem vosku také technologicky náročný. Podrobné experimenty na modelových vzorcích byly následovány aplikováním vybraných postupů při restaurování, čímž byla analytická data doplněna o reálné praktické zkušenosti.

Významnou roli při volbě adheziva hraje především typ lepeného spoje – zda se jedná o kontakt vosk–vosk, nebo vosk – jiný materiál. Do výběru dále vstupuje charakter lomu a struktura povrchu lomové plochy, velikost a hmotnost lepených fragmentů a při aplikaci též možnost stabilního uchycení rozbitých částí během vytvrzování adheziva.

Na základě provedených testů je zřejmé, že nelze doporučit pouze jedno lepidlo, které by bylo vhodné pro všechny aplikace a požadavek na individuální přístup ke každému sbírkovému předmětu není stereotypní tvrzení, ale skutečnou technologickou nutností. Díky úspěšnosti testů hned pro několik typu adheziv se lze přizpůsobit různé technologii výroby i aktuálnímu fyzickému stavu předmětu.

Kombinování několika lepidel u jednoho předmětu se zdá být spíše výhodou než ústupkem. V praxi jsme velmi často přistoupili k lepení spojů vosk–vosk pomocí syntetických lepidel Aquazol nebo Plexisol, zatímco při lepení stejného předmětu k podložce byla upřednostněna klihová lepidla snadno rozpustitelná ve vodě. Tato přírodní lepidla v konkurenci nových syntetických přípravků velmi dobře obstála a potvrdila tak správný výběr našich předků, kteří je s úspěchem používali při výrobě ceroplastik. Při odstraňování historického lepení klihem se potvrdila dlouhodobá dobrá reverzibilita a také nebylo zaznamenáno žádné viditelné poškození lepených spojů. Dalším samostatným tématem konzervace portrétních plastik je technologický krok konsolidace poškozených vosků, která je před lepením často nutností. V rámci harmonogramu běžícího projektu bude pak celá problematika zpracována komplexně formou Památkového postupu, který je plánován k publikaci v roce 2027. Restaurované portréty a další typy voskových reliéfů budou veřejnosti představeny na výstavě *Umění z vosku* od října 2026 v Národopisném muzeu v Praze.

## PODĚKOVÁNÍ

*Práce byla financována z prostředků Programu na podporu aplikovaného výzkumu v oblasti národní a kulturní identity na léta 2023 až 2030 (NAKI III) Ministerstva kultury ČR v rámci projektu Ceroplastika – výzkum a vývoj technologie restaurování (DH23P03OVV067).*

## LITERATURA


- AMBROSI, Moira et al. Understanding the formation of efflorescence on beeswax models housed at the Natural History Museum of Florence. *Journal of Cultural Heritage*, 2023, **62**, p. 143–150.
- ANGELOVA, Lora. Adhesives and Consolidans of Wax and Wax-like Materials: A review. In: Ballestriero, Roberta; Burke, Owen a Galassi, Francesco Maria (eds.). *Ceroplastics: Art of Wax*. Roma: L'Erma di Bretschneider, 2019, p. 361–376. ISBN 978-8891318411.
- BACHTÍK, Stanislav a POSPÍCHAL, Vlastimil. *Zušlechťování skla.* Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1964.
- BARTL, Benjamin et al. Efflorescence on the surface of beeswax seals: A calorimetric study. *Thermochimica Acta*, 2013, **566**, p. 292–297.
- BARTL, Benjamin et al. Why Do Historical Beeswax Seals Become Brittle Over time? *Studies in Conservation*, 2019, vol. 64, no. 3, p. 138–145.
- BÍLKOVÁ, Lenka a kol. Směsi na bázi fosilních vosků pro restaurování voskových pečetí. *Fórum pro konzervátory-restaurátory*, 2019, roč. 9, č. 2, s. 75–80.
- BÍLKOVÁ, Lenka a kol. Resistance of Beeswax to Organic Solvents from a Conservator's Perspective. *Studies in Conservation*, 2025, vol. 70, no. 1, p. 26–36.
- BLAŽKOVÁ, Lenka. *Příbramské voskařství v kulturním a historickém kontextu*. Disertační práce. Praha: Univerzita Karlova, 2010.

- DIEHL, Johanna et al. *Wachs in seinen Händen: Daniel Neubergers Kunst der Täuschung*. München/Berlin: Deutscher Kunstverlag, 2025. ISBN 978-3-422-80318-3.
- DOWN, Jane L. *Adhesive compendium for conservation*. Ottawa/Ontario: Canadian Conservation Institute = Institut canadien de conservation. 2015. ISBN 978-0-660-20319-5.
- DVOŘÁKOVÁ, Hana a POLÁŠEK, Petr. Restaurování ceroplastiky. *Věstník AMG*, 2004, **4**, s. 8–9.
- KIRCHNEROVÁ, Romana. Adjustace ceroplastik. *Umění z vosku – kritický katalog*. Praha: Národní muzeum, 2026, s. 91–101. ISBN 978-80-7036-879-4.
- KIRCHNEROVÁ, Romana a kol. Podmalby na skle ve sbírkách Národního muzea. Technologie výroby, poškození a restaurování. Vydání první. Praha: Národní muzeum, 2023, s. 113–117.
- KREJČÍ, Jan a kol. The influence of the composition and additives of beeswax mixtures in historical ceroplastics on their long-term stability. *KOM - Corrosion and Material Protection Journal*, 2025, **69**, p. 64–73.
- LANG, Johanna. Adhesives for Wax Artifacts: Investigation of Suitable Materials and Their Adhesion Properties via Tensile and Bending Tests. In: *Proceedings of Symposium 2011 – Adhesives and Consolidants for Conservation.* Ottawa: CCI Symposium ICC, 2011, p. 1–19. ISBN 978-0660305622.
- MIKULCOVÁ, Anežka. *Portrétní silueta v českých zemích od 18. do 19. století*. Disertační práce. Praha: Univerzita Karlova, 2020.
- MURREL, Vernon James. Some Aspects of the Conservation of Wax Models. *Studies in Conservation*, 1971, Vol. 16, No. 3, p. 95–109.
- POLÁŠEK, Petr. Výroba, konzervace a restaurování ceroplastik. In: *Zpravodaj STOP*. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek, 2016, sv. 18, č. 1, s. 45–55. ISSN 1212-4168.
- RYDLOVÁ, Eva a KOPECKÁ, Ivana. Restaurování křížové cesty – souboru čtrnácti podmaleb na skle z Městského muzea v Železném Brodě. *Fórum pro konzervátory-restaurátory*. Brno: Technické muzeum v Brně, 2016, s. 102–108. ISSN 1805-0050.
- SCHNALKE, Thomas. *Diseases in Wax, The History of the Medical Moulage.* Chicago: Quintessence Publishing, 1995. ISBN 978-0-86715-306-4.
- TRMALOVÁ, Olga a KIRCHNEROVÁ, Romana. Techniky portrétní ceroplastiky. *Umění z vosku – kritický katalog*. Praha: Národní muzeum, 2026, s. 62–90. ISBN 978-80-7036-879-4.
- URBÁNEK, Štěpán. Použití Aquazolu pro lepení voskových předmětů – poznatky z praxe. In: *Seminář STOP.* Praha, 2015, s. 19–23.
- URBÁNEK, Štěpán a kol. *Postup lepení historických voskových pečetí pomocí poly(2-ethyl-2-oxazolinu)*. Certifikovaná metodika. Praha: Národní archiv, 2018. Dostupné z: https://www.nacr.cz/wp-content/uploads/2019/06/postup_lepeni_historickych_voskovych_peceti.pdf. [cit. 26. 5. 2026].