

## Památkový postup

# Restaurování skleněných mozaik v epoxidovém loži

Litomyšl, Praha, říjen 2018

### **Autoři:**

MgA. Barbora Viková

Mgr. art. Jan Vojtěchovský, Ph.D.

MgA. Petr Hampl

BcA. David Svoboda, DiS.

Ing. Irena Kučerová, Ph.D.

### **Odborná spolupráce:**

Ing. Petra Lesniaková, Ph.D. (FR UPa)

Ing. Michal Novák, Ph.D. (VŠCHT Praha)

Ing. Martina Nováková (VŠCHT Praha)

### **Oponenti:**

Ing. Petr Justa

Ing. Jan Válek, Ph.D.

Památkový postup vznikl na základě výzkumu provedeného v rámci projektu *Restaurování mozaik tzv. české mozaikářské školy ze skla a kamene* (identifikační číslo: DG16P02M056), financovaného z programu NAKI Ministerstva kultury České republiky v letech 2015-2020.

## OBSAH

|       |                                                          |    |
|-------|----------------------------------------------------------|----|
| 1     | MOZAIKY V EPOXIDOVÉM LOŽI .....                          | 2  |
| 1.1   | Úvod .....                                               | 2  |
| 1.2   | Skleněná mozaika <i>Žena-květ</i> .....                  | 2  |
| 1.3   | Skleněné mozaiky <i>Strom</i> a <i>Racek</i> .....       | 3  |
| 1.4   | Degradace mozaikových panelů s epoxidovým lože.....      | 7  |
| 1.5   | Plánování restaurátorského zákroku .....                 | 8  |
| 2     | CÍLE PAMÁTKOVÉHO POSTUPU .....                           | 9  |
| 3     | PAMÁTKOVÝ POSTUP .....                                   | 10 |
| 3.1   | Aplikace ochranného přelepu .....                        | 10 |
| 3.2   | Snímání původní podložky .....                           | 12 |
| 3.3   | Aplikace nové podložky .....                             | 15 |
| 3.3.1 | Kompozitní panel s anorganickými maltovinami .....       | 18 |
| 3.3.2 | Kompozitní panel s epoxidovou pryskyřicí .....           | 23 |
| 3.3.3 | Vyplnění obvodové spáry.....                             | 26 |
| 3.4   | Upevnění uvolněných částí mozaiky .....                  | 27 |
| 3.5   | Čištění.....                                             | 28 |
| 3.6   | Doplňování, rekonstrukce chybějících částí mozaiky ..... | 30 |
| 4     | SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ .....                | 36 |
| 5     | PŘÍLOHY .....                                            | 39 |

# 1 MOZAIKY V EPOXIDOVÉM LOŽI

## 1.1 Úvod

Předkládaný památkový postup se zaměřuje na restaurování skleněných mozaik z druhé poloviny 20. století, které byly v rámci původní technologie poněkud netradičně<sup>1</sup> osazovány do epoxidové pryskyřice. Jeden způsob tohoto typu osazení představuje zalévání rubové strany mozaikových kostek epoxidovou pryskyřicí<sup>2</sup> a následné zpevnění podložky, např. formou zapuštění ztužující železné armatury. Rovněž se však můžeme setkat s postupem, kdy byl mozaikový motiv upevněn slabší vrstvou epoxidové pryskyřice na podkladovou desku. K tomuto účelu byly používány různé materiály, např. hliníkový plech, ale i méně stabilní materiály jako je dřevotřísková deska.

V obou případech se osazení mozaikového skla do epoxidové pryskyřice jeví jako ne zcela vhodné řešení, které, zvláště v exteriérových podmínkách, nedokáže zajistit mozaikám dlouhodobou životnost. Rozdílná teplotní roztažnost epoxidového podkladu a ostatních použitých materiálů (např. ztužující železné konstrukce, či podkladové desky) a s ní spojené objemové změny těchto materiálů, stejně jako další faktory degradace (vlhkost, UV záření, biologické působení), mohou mít za následek rozpraskání, deformaci či úplný rozpad podkladové epoxidové vrstvy a uvolňování mozaikových kostek od epoxidového lože.

V případě masivního poškození mozaik je proto nutné zvažovat nahrazení původního osazovacího materiálu novými, stabilnějšími materiály. Výměna podložky je v rámci památkového postupu ilustrována na třech mozaikových realizacích, konkrétně na skleněné štípané mozaice z panelového sídliště v Chomutově, která je příkladem mozaiky zalévané epoxidem z rubu s vloženou kovovou konstrukcí [Obr. 1–4], a na dvou mozaikách z Pastýřské stěny v Děčíně, které reprezentují mozaiku lepenou epoxidem na podkladovou dřevotřískovou desku [Obr. 5–8]. Pro oba typy mozaik byl vyvinut zcela nový, stabilnější systém osazení mozaikových kostek. Při výběru materiálů byla kromě stability zohledňována také jejich hmotnost, která je klíčová z důvodu umožnění manipulace s mozaikovými panely.

## 1.2 Skleněná mozaika *Žena-květ*

Kruhová skleněná mozaika s názvem *Žena-květ*, zobrazující motiv stylizované ženské postavy, byla vytvořena v roce 1969 v mozaikářské dílně Ústředí uměleckých řemesel podle

---

<sup>1</sup> Běžné lože mozaikových kostek byla omítka s cementovým pojivem.

<sup>2</sup> Nanášené postupně ve vrstvách.

návrhu Jaroslava Bejčka. Jako závěsný panel byla instalována na stěnu vnitrobloku obchodního střediska Luna na panelovém sídlišti v Chomutově.

Mozaika byla vyskládána nepřímou metodou, tj. lícem dolů, ze štípaných skleněných kostek různých barev, velikostí a chemického složení. Mozaika byla sestavována několika pracovníky Ústředí uměleckých řemesel, přičemž každý zpracoval určitou vymezenou část.<sup>3</sup> Po dokončení jednotlivých úseků byla mozaika sesazena do jednoho celku lícem dolů a spáry mezi kostkami byly vysypány slabou vrstvou jemného plniva. Poté byla mozaika z rubu zalita několika vrstvami epoxidové pryskyřice,<sup>4</sup> přičemž do podkladových vrstev byla zapuštěna ztužující ocelová konstrukce tvořená hustou sítí svařovaných příček a kruhovým obvodovým rámem [Obr. 2–4].

Nízká odolnost použitých materiálů (včetně jejich zkombinování) vůči působení klimatických podmínek měla za následek masivní poškození podkladové epoxidové vrstvy (rozpraskání, deformaci, rozpad) i ztužující ocelové konstrukce, což v krajních případech zapříčinilo až úplnou ztrátu rozsáhlých částí mozaikového motivu. Nejzávažnější poškození tohoto typu představovala ztráta části epoxidového lože včetně mozaikových kostek z oblasti hlavy ženy.

### 1.3 Skleněné mozaiky *Strom* a *Racek*

Kruhové mozaiky s názvy *Strom* a *Racek* [Obr. 5 a 6] byly vytvořeny v roce 1982 Vladimírem Petráčkem pro prostory spodního a horního stanice výtahu na Pastýřskou stěnu v Děčíně. Mozaiky byly sestaveny z mačkaných skleněných kostek lepených na dřevotřískovou desku pomocí epoxidového lepidla *Lepox*.

Obě mozaiky byly vyskládány technikou *alla prima*, což znamená, že jednotlivé kostky byly vsazovány přímo do čerstvé epoxidové pryskyřice nanesené v tenké vrstvě na povrch dřevotřískové desky. Mozaikové motivy byly na podkladovou desku nejprve předkresleny tužkou v základních tvarech bez barevného vyznačení [Obr. 7]. Následně byla v malých plochách nanášena epoxidová pryskyřice. Postupné nanášení mělo zajistit, aby nedocházelo k předčasnému vytvrdnutí pryskyřice. Při snímání mozaik bylo možné na několika místech rozpoznat rozdílné zbarvení epoxidové pryskyřice mezi jednotlivými díly.<sup>5</sup> Mozaikové kostky z mačkaného skla byly po jedné vyskládány do předem určených tvarů. U některých kostek (spíše výjimečně) byl tvar upraven štípáním. Kostky nebyly zabrušovány. Na závěr byly

<sup>3</sup> Dle ústního sdělení bývalého ředitele Ústředí uměleckých řemesel, Františka Tesaře. TESAR, František. *Ústní sdělení*. (2017-02-20).

<sup>4</sup> Zřejmě ve velmi krátkém časovém úseku, protože jednotlivé vrstvy jsou dobře propojené.

<sup>5</sup> Patrně z důvodu delší časové prodlevy mezi nanášením dílčích úseků.



mozaiky opatřeny řídkým „nátěrem“ epoxidové pryskyřice *EPOXY 1200*,<sup>6</sup> který měl prohloubit a sjednotit barevnou intenzitu a lesk jednotlivých mozaikových kostek.

Po vystavení mozaik v místě jejich určení, tedy v interiéru horní a spodní stanice výtahu na Pastýřskou stěnu v Děčíně, došlo poměrně záhy k uzavření a následnému chátrání celého komplexu. Kvůli silnému zatékání, zejména do spodní stanice, došlo k rozpadu podkladových dřevotřískových desek, což mělo za následek deformaci mozaik a ztrátu adheze mozaikových kostek k epoxidovému lepidlu [Obr. 8]. Použitá epoxidová lepidla však i sama o sobě neměla dobrou přilnavost k relativně hladkému povrchu skleněných kostek. Navíc docházelo k jejich degradaci, rozpraskání a následnému oddělování i bez působení zatékající vody (panel v horní stanici lanovky). Svrchní epoxidová vrstva, kterou byly obě mozaiky na závěr opatřeny, se navíc v šupinách odlupovala. Mozaikové kostky v epoxidové pryskyřici držely ve většině případů pouze díky vyplnění spár mezi kostkami. V těchto místech pryskyřice obepínala ze stran jednotlivé kostky a vytvářela tak spíše mechanický zámek, který zabraňoval jejich vypadnutí. Důsledkem celkově špatné soudržnosti epoxidového lože došlo u jednoho díla (*Racek*) k méně rozsáhlým, ztrátám mozaikových kostek, druhé dílo (*Strom*) bylo ztrátou mozaikových kostek poznamenáno výrazněji, a to zejména ve spodní části díla. Je paradoxní, že u panelu ze spodní stanice, který byl masivně zasažen zatékáním a následným rozpadem dřevotřískové desky, došlo k menším úbytkům mozaikových kostek, než u panelu z horní stanice, který zatékáním poškozen nebyl. Důvodem poškození horního panelu by tak mohlo být i vandalství.

---

<sup>6</sup> Podle autora byla použita jiná pryskyřice na povrchovou úpravu než pro lepení.

Obr. 1: Celkový pohled na mozaiku *Žena-květ* na stěně atria obchodního centra Luna v Chomutově. Patrné rozpraskání panelu a ztráta rozsáhlých částí. Stav před restaurováním.



Obr. 2: Železná konstrukce na rubové straně mozaiky *Žena-květ*. Stav před restaurováním.







Obr. 3: Detail rubové strany mozaiky *Žena-kvěť*, stav před restaurováním. Na snímku je patrný způsob vytváření podložky pro mozaikové sklo – postupné zalévání a vrstvení epoxidové pryskyřice.



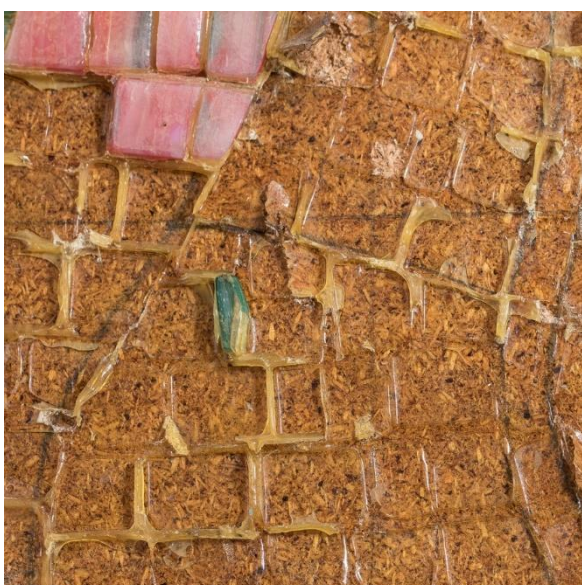
Obr. 4: Detail souvrství epoxidového lože a zkorodované železné konstrukce na rubu mozaiky *Žena-kvěť*. Stav před restaurováním.



Obr. 5: Celkový pohled na mozaiku *Strom* v horní stanici výtahu na Pastýřskou stěnu v Děčíně. Stav před restaurováním.



Obr. 6: Celkový pohled na mozaiku *Racek* ve spodním vestibulu výtahu na Pastýřskou stěnu v Děčíně. Stav před restaurováním.



Obr. 7: Epoxidové lepidlo na dřevotřískové desce u mozaiky *Strom* v místech ztrát mozaikových kostek. Stav před restaurováním.



Obr. 8: Detail uvolněných mozaikových kostek u mozaiky *Racek*. Stav před restaurováním.

## 1.4 Degradace mozaikových panelů s epoxidovým ložem

Osazování skleněných mozaikových kostek do epoxidového lože a jeho kombinování s dalšími materiály se z hlediska dlouhodobé životnosti mozaik ukázalo jako značně problematické řešení. Zvláště nevhodné se jeví umístění mozaikových panelů s epoxidovým ložem v exteriéru. V důsledku působení klimatických vlivů dochází ve velmi krátkém čase<sup>7</sup> k závažné degradaci mozaikové podložky (viz níže). To stejné však platí i pro instalaci mozaiky v interiéru, pokud pro ni není zajištěno vhodné a stabilní klima, nebo pokud dojde k poškození okolních stavebních konstrukcí.

Typická poškození a jejich příčiny u mozaikových panelů s epoxidovým ložem jsou následující:

- **deformace, rozpraskání a rozpad mozaikového motivu**
  - v důsledku rozdílné teplotní roztažnosti epoxidu a ostatních použitých materiálů (např. kovových součástí podložky), jež má za následek objemové změny těchto materiálů a vznik pnutí
  - v souvislosti s degradací podkladové desky a dalších konstrukčních prvků (např. kovových výztuží a rámu)
- **ztráta adheze a odpadávání mozaikových kostek**
  - v důsledku rozdílné teplotní roztažnosti skla a epoxidu
  - v souvislosti s deformací a praskáním epoxidového lože, či podkladové desky
  - v důsledku stárnutí epoxidu (vlivem UV záření, teploty, vlhkosti) a oslabení jeho adhezních vlastností
- **koroze kovových součástí podložky** (např. armatury, podkladové desky, či nosného rámu)
  - vlivem klimatických podmínek a nedostatečné, či narušené izolace těchto prvků před vlhkostí
- **degradace částí podložky na organické bázi** (např. dřevěné/dřevotřískové desky)
  - především v důsledku působení vlhkosti
  - biologickými činiteli

---

<sup>7</sup> Při průzkumu historických fotografií je zřejmé, že viditelná degradace mozaik může nastat již v rozmezí 10-20 let.

## 1.5 Plánování restaurátorského zákroku

Výše uvedená poškození epoxidového lože, případně i jiných materiálů, které mohou být součástí podložky, jsou obvykle natolik závažná, že je prakticky nemožné mozaikové panely tohoto typu restaurovat tak, aby zůstala původní podložka zachována. Degradovanou epoxidovou pryskyřici je proto třeba odstranit a nahradit. To, do jaké míry je vhodné, aby byly nové materiály původně použitým co nejvíce příbuzné, je otázkou. Z hlediska etiky zásahu je samozřejmě respektování původního záměru zásadní. Protože se ale v průběhu života takových děl ukázalo, že je tato technologie velmi problematická, je vhodné uvažovat o vhodné náhradě.

Tři základní kritéria, která je nutné zvažovat při výměně podložky, jsou požadavek co největší stability nového osazovacího systému, jenž přímo souvisí s trvanlivostí restaurátorského zákroku, důraz na záměr tvůrce mozaiky, týkající se estetické prezentace díla a v neposlední řadě také kompatibilita zbývajících originálních hmoty díla (skleněných kostek) a nového systému osazení. Přestože je sklo většinou velmi trvanlivým materiálem, mohlo by užití některých osazovacích systémů být přímo zdrojem jeho degradace. Nekompatibilita se může projevit v několika oblastech, a to z hlediska fyzikálního, chemického, mechanického a dokonce i estetického.<sup>8</sup> Hledisko estetiky jsme ale zmínili již výše. Vzhledem k tomu, že obvykle není možné zcela dostát všem třem požadavkům (trvanlivost, estetika, kompatibilita) v plné míře, je třeba zvážit, na které kritérium by měl být v konkrétním případě kladen větší důraz.

Dva případy restaurování mozaik uvedené v tomto postupu ilustrují dva různé pohledy na plánování výměny podložky. V případě chomutovské mozaiky *Žena-květ* byl při restaurování upřednostněn požadavek na trvanlivost zákroku, a to z důvodu uvažovaného umístění zpět do exteriéru. Konkrétně byla uskutečněna výměna původního epoxidového lože za stabilnější materiál, anorganickou maltu. I přestože ale došlo k výměně ložného materiálu, nebylo zásadně zasaženo do původního záměru estetické prezentace díla. Autor návrhu mozaiky totiž patrně ani nepožadoval, aby mozaikáři, kteří mozaiku sestavovali, osadili mozaikový motiv konkrétně do epoxidové pryskyřice. To dokazuje provedení druhé, o dva roky mladší mozaiky vzniklé pro stejné obchodní středisko, jež je podobně jako většina mozaik své doby osazena do cementového lože. U obou chomutovských mozaik tedy zřejmě nebyl ani v době svého vzniku kladen zvláštní důraz na způsob osazení mozaikového skla a vizuální uplatnění ložného materiálu. Také konzultace s tehdejšími vedoucími mozaikářské dílny Ústředí uměleckých

---

<sup>8</sup> VAN HEES, R.; VEIGA, R.; SLÍŽKOVÁ, Z.: Consolidation of renders and plasters, in: Materials and Structures (2017) 50: 65. <https://doi.org/10.1617/s11527-016-0894-5>, s. 4



řemesel Františkem Tesařem (vedoucím realizačního týmu) potvrdila, že osazení do epoxidové pryskyřice byl spíše experiment, který byl záhy v rámci pracovních postupů mozaikářské dílny zcela opuštěn.<sup>9</sup> Kompatibilita navrženého zásahu (z hlediska rizik následného poškození) byla v tomto případě vyhodnocena jako dobrá, vzhledem k užití anorganické malty při provedení výše zmíněné pendentní mozaiky z téhož obchodního střediska, stejně jako při mnoha dalších realizacích z té doby, jejichž stav je dodnes (vzhledem k intenzitě degračních vlivů) dobrý.

Odlišný přístup byl zvolen při restaurování mozaikových panelů z Pastýřské stěny v Děčíně. U těchto mozaik byl při výměně podložky upřednostněn původní estetický záměr, tedy i systém osazení, v rámci kterého byly hladké mačkané mozaikové kostky lepeny transparentní epoxidovou pryskyřicí na podkladovou desku. Požadavek na transparentnost lepu i spár tak neumožnil užití anorganické malty. Kvůli zajištění větší stability nové podložky a s přihlédnutím k estetickému záměru tvůrce mozaiky však došlo při restaurování ke změně volby materiálu podkladové desky. Místo dřevotřískové desky byla použita deska z hliníku. Autor mozaiky se v souvislosti s původním způsobem osazení mozaikových kostek vyjádřil, že dřevotřískovou desku by pro podložení mozaiky nepoužil, pokud by měl finanční prostředky na hliníkový plech.<sup>10</sup> Důvodem tehdy oblíbeného postupu byla nejen větší trvanlivost hliníku, ale také vizuální účinek plechu, který měl prozařovat polotransparentní mozaikové kostky. Je ale nutné zmínit, že tento účinek má hliníkový plech pouze při přímém dopadu slunečního, či umělého světla na panel. Rozptýlené světlo, které bylo při prezentaci obou mozaik určující, tento efekt nevyvolávalo.

Hledisko kompatibility trvanlivosti zásahu na díle, jež mělo být po restaurování umístěno v interiéru, bylo řešeno v souvisejícím experimentu mapujícím stabilitu vybraných epoxidových pryskyřic.<sup>11</sup> Tento experiment a jeho výsledky budou rozebrány níže.

Při plánování restaurátorského zákroku je zásadní také umístění mozaikového panelu po restaurování a z toho vyplývající požadavky na údržbu, další možnosti ochrany a monitoring díla. V případě umístění mozaiky do exteriéru je vhodné uvažovat o pasivní ochraně, např. o užití krycí stříšky, jež zamezí přímému dopadu, či odstřiku dešťové vody. Rovněž by měla být v exteriéru prováděna častější kontrola stavu mozaiky.

---

<sup>9</sup> TESAŘ, František. *Ústní sdělení*. (2017-02-20).

<sup>10</sup> PETRÁČEK, Vladimír. *Ústní sdělení*. (2017-01-27).

<sup>11</sup> KUČEROVÁ, Irena; NOVÁKOVÁ, Martina. *Testování epoxidových pryskyřic vhodných pro spoj kov – sklo. Pojivo pro transfer skleněné mozaiky na kovový podklad*. Nepublikovaná zpráva z interního výzkumu projektu. Vysoká škola chemicko-technologická, Praha, 2018. Viz textová příloha č. 3

## 2 CÍLE PAMÁTKOVÉHO POSTUPU

Hlavním cílem tohoto památkového postupu je nastínit možnosti výměny dnes ve většině případů již zcela degradovaného systému osazení skleněných mozaikových motivů do epoxidové pryskyřice. Dvě základní možnosti řešení by měly být popsány v jednotlivých krocích, které je třeba provést – a to jak v případě mozaik zalévaných z rubu do několika vrstev epoxidové pryskyřice, tak u mozaik, kde byly kostky v rámci původní technologie lepeny epoxidovou pryskyřicí *alla prima* na podkladovou desku. Základními požadavky pro novou mozaikovou podložku jsou v obou případech:

1. co nejvyšší stabilita nového osazovacího systému,
2. nízká hmotnost použitých materiálů,
3. snaha o zajištění (alespoň částečné) reverzibility osazovacího systému.

Dále jsou v předkládaném textu popsány restaurátorské postupy uplatnitelné při doplňování chybějících mozaikových kostek i při rekonstrukci rozsáhlejších partií mozaikového motivu. Rovněž je v památkovém postupu představena metoda abrazivního čištění, kterou lze použít pro redukci rezistentního, jinými metodami jen velmi obtížně odstranitelného povrchového znečištění mozaikových kostek.

## 3 PAMÁTKOVÝ POSTUP

### 3.1 Aplikace ochranného přelepu

Pokud je mozaika ohrožena, je vhodné pro manipulaci a další kroky restaurování opatřit její povrch ochranným přelepem. Pro přelep se nejčastěji používá gáza, textilie (ať již tkaná, či netkaná) či speciální papír vhodný pro přelepy (japonský papír, čajový papír, apod.) a přírodní nebo syntetické adhezivum, které však musí splňovat požadavek snadné reverzibility.

Lícová strana mozaiky *Žena-květ* byla před restaurátorským zákrokem přelepena gázou a lepidlovou směsí na bázi klihu, tzv. *collettou*<sup>12</sup> [Obr. 9 a 10]. Použitá lepidlová směs byla připravena z 500 g kožního klihu, 500 g vody, 120 g melasy, 330 g vinného octa, 50 g volské žluči (*Ochsengalle Schmincke*) a několika kapek fungicidu (*Fungispray*). Teplou lepidlovou

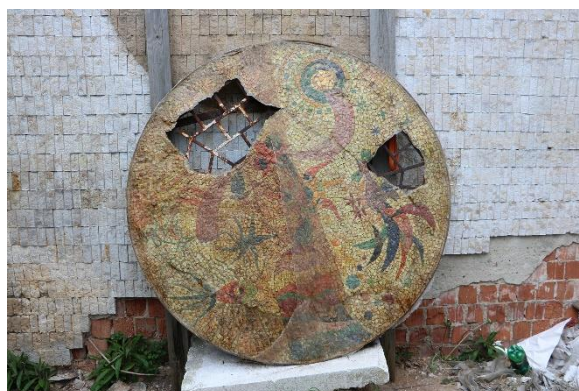
---

<sup>12</sup> Jedná se o recepturu pro přípravu lepidla používanou pro transfery nástěnných maleb. Receptura byla přejata z knihy: MORA, Paolo; MORA, Laura; PHILIPPOT, Paul. *Conservation of wall paintings*. Boston: Butterworths, 1984. ISBN 0408108126, Appendix 4.1.

směsí byly na povrch mozaiky připevněny celkem tři vrstvy gázy. Nespornou výhodou tohoto přelepu je vysoká míra adheze k mozaikovým kostkám. Ve vlhkém prostředí však může klišové lepidlo velmi snadno podléhat biologickému napadení.



Obr. 9: Aplikace ochranného přelepu z gázy a lepidlové směsi na bázi klišu, tzv. *colletty*.



Obr. 10: Celkový mozaiku *Žena – květ* po aplikaci ochranného přelepu.

I přes tento nedostatek je klišové adhezivum v různých modifikacích při restaurování mozaik dodnes běžně používáno.<sup>13,14,15,16,17</sup>

Ze syntetických adheziv se v restaurátorské praxi používají pro přelepy mozaik nejčastěji lepidla na bázi akrylátů a polyvinylacetátů.<sup>18,19,20,21</sup> Na rozdíl od výše zmíněných klišových

- 
- <sup>13</sup> STOUT, Geogre, L. A Roman Mosaic Pavemnet Rebuilt. *Studies in Conservation*, Vol. 14, No. 4 (Nov., 1969), pp. 165-169.
- <sup>14</sup> MEI-AN Tsu, C.; HATCHFIELD, Pamela; KONDOLEON, Christine; BARNES, Craig. Where Theory mens Practice: The Conservation and Presentation of a Roman Floor Mosaic at the Museum of Fine Arts, Boston. In: *Lesson Learned: Reflecting on the Theory and Practise of the Mosaic Conservation: proceedings of the 9th ICCM Conference, Hammamet, Tunisia, November 29 – December 3, 2005*. Abed, Aïcha Bed; Demas, Martha; Roby, Thomas (Editors). Los Angeles: Getty Conservation Institute, c2008, pp. 108-117. ISBN 9780892369201.
- <sup>15</sup> GIUSTI, Anna Maria; DELLE RUOTE, Ginacarlo Raddi; ATTARDO, Francesca; FRIZZI, Simona; MARTINELLI, Chiara; TOSO, Francesca. Battistero di San Giovanni a Firenze. Coretto delle Gerarchie Angeliche: Intervento di restauro della lunetta. A CURA DI FEDERICO GUIDOBALDI E ANDREA PARIBENI. *Atti dell'VIII colloquio dell'Associazione Italiana per lo Studio e la Conservazione del Mosaico: (Firenze, 21 - 23 febbraio 2001)*. Ravenna: Edizioni del Girasole, 2001. ISBN 8875673950, s. 243-250.
- <sup>16</sup> HAMPL, Petr. *Restaurátorská zpráva. Restaurování a rekonstrukce Interiérové fontány z čs. pavilonu na EXPO 58*. Praha, 2008.
- <sup>17</sup> ČERVINKA, Josef. Transfer mozaiky z průčelí synagogy v Čáslavi. In: *Sborník z konference konzervátorů a restaurátorů, Plzeň 2005*. Brno, 2005, str. 12-14.
- <sup>18</sup> ŽUPANEK, Bernarda; LESAR KIKELJ, Martina; ŽAGAR, Katarina; KRAMAR, Sabina. A New lightweight support for the restoration and presentation of a large Rman mosaic. *Journal of Cultural Heritage* (2016).
- <sup>19</sup> BRADLEY, S. M.; BOFF, R. M.; SHORER, P. H. T. A Modified Technique for the Lightweight Backing of Mosaics. *Studies in Conservation*, Vol. 28, No. 4 ( Nov., 1983), pp. 161-170.
- <sup>20</sup> FRANKOVIC, Maja. Inadeqaute Storage Conditions: Causes of Deterioration of Mosaics in a Museum Environment. In: *Lesson Learned: Reflecting on the Theory and Practise of the Mosaic Conservation: proceedings of the 9th ICCM Conference, Hammamet, Tunisia, November 29 – December 3, 2005*. Abed, Aïcha Bed; Demas, Martha; Roby, Thomas (Editors). Los Angeles: Getty Conservation Institute, c2008, pp. 85-90. ISBN 9780892369201.
- <sup>21</sup> VINCENT, Robert. Conservation and Display of the Three Mosaics in the Greco-Roman Museum, Alexandria, Egypt. In: *Lesson Learned: Reflecting on the Theory and Practise of the Mosaic*



lepidel syntetická adheziva lépe odolávají biologickému napadení, jejich nevýhoda však spočívá v nutnosti použití organických rozpouštědel při jejich odstraňování. Pro zvýšení reverzibility polyvinylacetátového/akrylátového adheziva, je možné používat jeho směs s étery celulózy. Maďarská restaurátorka Brigitta Maria Kürtösi např. připravuje lepidlovou směs z PVAC disperze a metylcelulózy v objemovém poměru 1:3.<sup>22</sup> Výsledné lepidlo se vyznačuje výbornou lepidivostí, elasticitou (díky obsahu disperze) a snadnou reverzibilitou (díky derivátu celulózy).



Modifikovaný recept pro přípravu tohoto lepidla byl použit pro přelepy mozaik z Pastýřské stěny v Děčíně [Obr. 11]. Vlastní lepidlová směs byla složena ze 2 (obj.) dílů 5% (hm.) *Tylosy MH300* a 1 (obj.) dílu neředěné (tedy cca 50% hm.) akrylátové disperze *Dispersion K9*.

Obr. 11: Aplikace ochranného přelepu z gázy a lepidlové směsi na bázi akrylátové disperze a derivátu celulózy.

### 3.2 Snímání původní podložky

Před započítím prací na výměně podložky je třeba otočit mozaiku lícem dolů. Z rubové strany je obvykle nutné sejmout všechny součásti původní podložky, např. obvodový rám, podkladovou desku, či ztužující železnou konstrukci a následně i samotnou vrstvu (případně souvrství) epoxidové pryskyřice. Zatvrdlá epoxidová pryskyřice bohužel neumožňuje jiný způsob odstranění než mechanickou cestou. V některých případech si lze odstraňování epoxidového lože usnadnit tepelným naměkčením.

V případě mozaiky *Žena-květ* byla v rámci tohoto kroku nejprve sejmuta korodovaná železná armatura. Hustá síť železných příček byla nařezána úhlovou bruskou na menší části, jež byly následně odtrženy od epoxidového lože [Obr. 12 a 13]. Při odstraňování souvrství epoxidu na rubové straně mozaiky bylo využito tepelného naměkčení pomocí infračerveného

---

*Conservation: proceedings of the 9th ICCM Conference, Hammamet, Tunisia, November 29 – December 3, 2005.* Abed, Aïcha Bed; Demas, Martha; Roby, Thomas (Editors). Los Angeles: Getty Conservation Institute, c2008, pp. 100-107. ISBN 9780892369201.

<sup>22</sup> KÜRTÖSI, Brigitta Maria. Originál a kópia. Archeometrický výskum odkrytej rímskej mozaikovej dlažby a príprava jej kópie pre miesto nálezu. Villa Romana, Baláca, Maďarsko. In: Zborník prednášok XII. Medzinárodného Seminára o Reštaurovaní, Tatraská Lomnica 2013, 32-38. ISBN 978-80-969779-8-7.

zářiče [Obr. 14]. Po naměkčení bylo možné epoxid postupně seškrabávat špachtlemi [Obr. 15]. V některých místech se po nahřátí epoxid zcela uvolnil od mozaikových kostek, a tudíž se dařilo sloupávat části celého epoxidového souvrství. Nahřívání však bylo třeba regulovat tak, aby nedocházelo k pálení epoxidu. Menší zbytky epoxidu byly dočišťovány také mechanicky, za současného nahřívání horkovzdušnou pistolí. Ve spárách mezi mozaikovými kostkami byl epoxid ponechán, aby nedošlo k úplnému rozpadu mozaiky a aby byl zachován původní vzhled mozaiky, který je dotvářen i charakterem a barevností spár.

U obou mozaik z Pastýřské stěny byl proces snímání původní podložky odlišný. Po demontáži obvodového ocelového rámu byly dláty odsekávány části dřevotřískové desky. Slabá vrstva epoxidového lepidla, která vykazovala větší adhezi k dřevotřískové desce než k hladkým skleněným mozaikovým kostkám, ulpívala při snímání na odstraněných kouscích dřevotřísky, a bylo ji tak možné odstranit společně s podkladovou deskou [Obr. 16]. Mechanicky byly poté dočištěny také zbytky epoxidu ve spárách, jež byly silně zažloutlé a nebylo tedy žádoucí je prezentovat i v rámci nového osazení [Obr. 17]. Mozaikové kostky, které se uvolnily v průběhu čištění, byly přilepeny zpět na gázu do své původní pozice [Obr. 18].

V rámci snímání podložky byla v případě mozaik z Pastýřské stěny očištěna od epoxidu obdobným způsobem i lícová strana mozaikových kostek, která byla při jejím vytvoření opatřena lakovou vrstvou na bázi epoxidu, jež se však od skleněného materiálu později v podstatě celoplošně samovolně oddělila. Tomuto kroku předcházelo přelepení již očištěné rubové strany mozaikových kostek,<sup>23</sup> otočení mozaiky a sejmutí gázového přelepu z lícové strany. Přelep bylo možné velmi snadno odstranit po předchozím navlhčení vodou [Obr. 19].



Obr. 12: Průběh odstraňování zkorodované železné konstrukce z rubu mozaiky *Žena-květ*. Konstrukce musela být nejprve nařezána úhlovou bruskou na menší části a poté ji bylo možné odtrhnout od epoxidového lože.



Obr. 13: Celkový pohled na rubovou stranu mozaiky *Žena-květ* po odstranění železné konstrukce.

<sup>23</sup> Pro přelep bylo použito stejné lepidlo jako při předchozím zajištění lícové strany. Místo gázy byl aplikován silnější japonský papír 30 g/m<sup>2</sup>.





Obr. 14: Průběh odstraňování epoxidového souvrství z rubové strany mozaikových kostek. Nahřívání epoxidového souvrství infračerveným zářičem.



Obr. 15: Průběh odstraňování epoxidového souvrství z rubové strany mozaikových kostek – část zbavená epoxidového lože (po dostatečném nahřátí a naměkčení epoxidu).



Obr. 16: Průběh snímání dřevotřískové desky s ulpívající vrstvou epoxidového lepidla.



Obr. 17: Residua epoxidového lepidla ve spárách mezi mozaikovými kostkami.



Obr. 18: Uvolněné mozaikové kostky před opětovným upevněním na gázový přelep.



Obr. 19: Snímání gázového přelepu.

### 3.3 Aplikace nové podložky

Výběr materiálů a postupů vhodných pro sestavení nových podložek vychází ideově z moderních přístupů, uplatňovaných na mezinárodní scéně především při transferování mozaik. Od 60. let 20. století<sup>24</sup> jsou jako podložky pod transferované mozaiky preferovány především lehké materiály,<sup>25</sup> které umožňují snadnější manipulaci, uskladnění a prezentaci transferů. V posledním desetiletí je trendem používat jako základ podložky pod transferované mozaiky panely s hliníkovým voštinovým jádrem.<sup>26,27,28,29,30</sup> Pro krycí plochy (desky) umístěné z obou stran voštiny se používají především hliníkové plechy, nebo vyztužený epoxid. Nespornou výhodou těchto panelů je nejen nízká hmotnost, ale také vysoká pevnost, minimální pružnost (zajišťující dobrou stabilitu upevnění kostek k podkladu) a odolnost vůči klimatickým vlivům okolí. Z těchto důvodů se panely s hliníkovým voštinovým jádrem jeví jako vhodný základ nové podložky i při změně způsobu osazení mozaikových panelů s již nevyhovujícími podkladovými vrstvami.

Konkrétní parametry vhodného voštinového panelu [Tab. 1] je třeba volit v první řadě s ohledem na cílové umístění mozaiky (v exteriéru, či interiéru), jež má zásadní vliv na výběr krycích desek. Při vystavení díla v exteriéru je vhodné použít hliníkové krycí plechy, které se z hlediska dlouhodobé stability jeví jako lepší varianta, než krycí desky z vyztuženého epoxidu. Dále je třeba zohlednit celkovou hmotnost mozaiky a způsob jejího upevnění do nosného rámu, který má při vystavení díla umožnit zavěšení mozaikového panelu na stěnu. V případě umístění mozaiky v exteriéru má obvodová část rámu zajistit také ochranu boční strany mozaiky proti povětrnostním vlivům.

Nosný rám by měl být vyroben z kovu s dostatečnou pevností. V případě umístění mozaiky v exteriéru by mělo jít o kov, který nepodléhá v takových podmínkách korozi, např. nerezová ocel nebo hliník. V případě námi restaurované mozaiky *Žena-květ* byla z důvodu výrazně

<sup>24</sup> Do 60. let 20. století byly nové položky pro transferované mozaiky zhotovovány převážně ze sádky a cementu. Často byla konstrukce podložky vyztužována železem nebo ocelí (tyčemi, pruty, pletivem atd.). Kovové prvky ovšem po čase degradují v důsledku oxidace a způsobují poškození mozaiky (deformace, praskání). Dalším nedostatkem těchto podložek je to, že jsou velmi těžké.

<sup>25</sup> Podklady na bázi epoxidové pryskyřice, vláknobeton a hliníkové voštinové panely.

<sup>26</sup> ŽUPANEK–LESAR KIKELJ–ŽAGAR–KRAMAR 2016 (viz pozn. 18).

<sup>27</sup> VINCENT 2008 (viz pozn. 21).

<sup>28</sup> DEMAS, Martha; ROBY, Thomas; AGNEW, Neville; CAPRIOTTI, Giorgio; SAVVIDES, Niki; MICHAELIDES, Demetrios. Learning from the Past interventions: Evaluation of the Project to Conserve the Orpheus Mosaic at Paphos, Cyprus. In: *Lesson Learned: Reflecting on the Theory and Practise of the Mosaic Conservation: proceedings of the 9th ICCM Conference, Hammamet, Tunisia, November 29 – December 3, 2005*. Abed, Aïcha Bed; Demas, Martha; Roby, Thomas (Editors). Los Angeles: Getty Conservation Institute, c2008, pp. 15-25. ISBN 9780892369201.

<sup>29</sup> MEI-AN–HATCHFIELD–KONDOLEON–BARNES 2008 (viz pozn. 14).

<sup>30</sup> FRANKOVIC 2008 (viz pozn. 20).

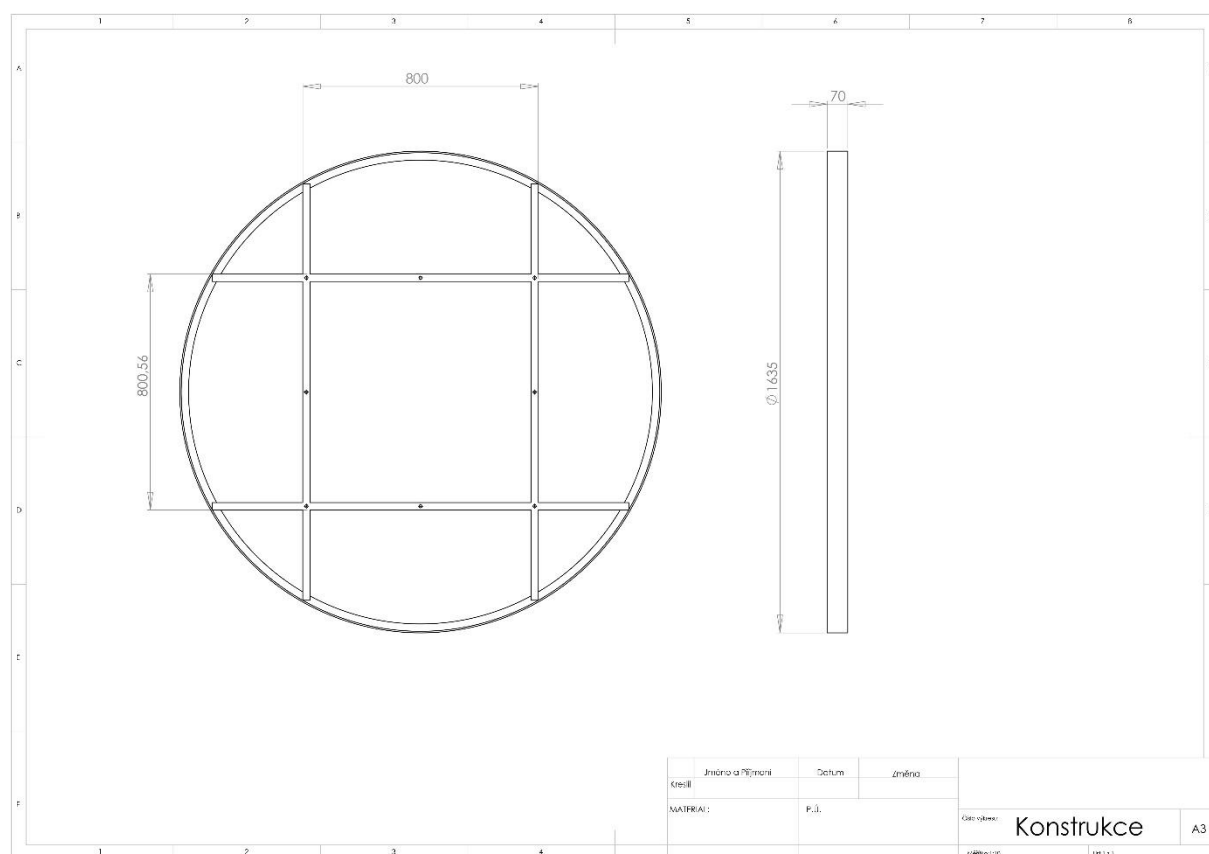


jednodušší zpracovatelnosti, byť na úkor snah o odlehčení celého systému, upřednostněna nerezová ocel. Konstrukce rámu však byla oproti původnímu provedení výrazně zjednodušena, aby měla co nejnižší hmotnost. Navržená konstrukce [Obr. 20] je složena z obvodového rámu a čtyř do kříže svařených jeklů (25/25/2 mm). V jeklech je provedeno osm otvorů, skrze které lze ke konstrukci upevnit voštinový panel, nebo jej naopak odejmout.

Nosný rám pro mozaiky z Pastýřské stěny byl z důvodu zamýšleného odlišného způsobu prezentace i plánovanému umístění v interiéru oproti rámu mozaiky *Žena-květ* ještě více zjednodušen. Sestává se pouze z obvodového rámu s příčkou pro zavěšení.

| Parametry panelu        | Mozaika <i>Žena-květ</i>                                               | Mozaiky z Pastýřské stěny      |
|-------------------------|------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Celková tloušťka panelu | 14 mm                                                                  | 14 mm                          |
| Krycí plechy            | hliníkové, tloušťka 1,5 mm                                             | hliníkové, tloušťka 1,5 mm     |
| Voština                 | hliníková, oka 6 mm                                                    | hliníková, oka 6 mm            |
| Rám                     | obvodový rám z L profilu, dvě výztužné horizontály a vertikály z jeklu | ne – pouze příčka pro zavěšení |

Tab. 1: Parametry kruhových panelů s voštinovým jádrem pro restaurované mozaiky.



Obr. 20: Výkres nosné konstrukce z nerezové oceli pro mozaiku *Žena – květ*. Autor: Martin Rejman.



Celková výstavba nové podložky (kompozitního panelu), jejímž základem je voštinová deska, může být řešena několika způsoby v závislosti na původní technologii mozaiky, typu mozaikového skla a na estetickém záměru tvůrce, kterému by se měl restaurátor v rámci výměny podložky co nejvíce přiblížit (viz následující podkapitoly).

### 3.3.1 Kompozitní panel s ložem z anorganické malty

V případě, že není primárním estetickým záměrem tvůrce, aby se v mozaice vizuálně uplatňoval osazovací materiál mozaikových kostek, lze uvažovat o změně tohoto materiálu a volit stabilnější lože než epoxidovou pryskyřici, v tomto případě anorganickou maltu. Z hlediska technického řešení je možné výsledný kompozitní panel s anorganickými maltami užít, pokud je mozaika vyskládána z nepravidelných, např. štípaných mozaikových kostek, které vyžadují opětovné osazení do větší hmoty ložného materiálu. Tento příklad ilustruje restaurování chomutovské mozaiky *Žena-květ*. Konkrétní materiály a postupy pro sestavení nové podložky pro tuto mozaiku vycházejí částečně z plánu, který byl aplikován při osazování transferované nástěnné malby slunečních hodin v roce 2015 na Fakultě restaurování.<sup>31</sup> Zároveň tento postup ale odpovídá i metodám používaným při transferování mozaik.<sup>32,33</sup>

V návaznosti na tyto postupy bylo rozhodnuto odstraněný epoxidový podklad u chomutovské mozaiky nahradit dvěma vrstvami omítek na bázi hydraulického vápna, jež jsou, spolu se specifickým plnivem (viz níže), lépe reverzibilní alternativou u nás tradičně používané omítky s cementovým pojivem. Omítka, která je v přímém kontaktu s mozaikovými kostkami, je plněna pouze jemným plnivem – pískem, a to kvůli dobrému přístupu maltoviny mezi mozaikové kostky a kvůli zajištění dobrého kontaktu s nimi. Jako ztužující prvek je navíc do první pískové omítky vložena armovací sklovláknitá mřížka. Druhá vrstva omítky obsahuje lehčené plnivo – kuličky expandovaného skla *Poraver*<sup>®</sup>.<sup>34</sup> Souvrství omítek je upevněno k voštinové desce pomocí lepidla na bázi MS-polymerů *Merbenit SF50*,<sup>35</sup> které má dobrou přídržnost k různým typům materiálů (organickým i anorganickým) a vyznačuje se vysokou pevností a stabilitou.

Použití omítky s lehčeným plnivem napomůže snadnější manipulaci s mozaikou, zároveň však tato vrstva může sloužit jako místo možného oddělení mozaiky od podkladových

<sup>31</sup> HRINDA, Lukáš. *Restaurování a rekonstrukce nástěnných slunečních hodin z rajského dvora Piaristické koleje v Litomyšli*. Litomyšl, 2013. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování. Vedoucí práce Mgr. art. Jan Vojtěchovský.

<sup>32</sup> ŽUPANEK–LESAR KIKELJ–ŽAGAR–KRAMAR 2016 (viz pozn. 18).

<sup>33</sup> VINCENT 2008 (viz pozn. 21).

<sup>34</sup> Výrobce: Poraver<sup>®</sup> expanded glass.

<sup>35</sup> Distributor: Ulbrich Hydoautomatik s.r.o.

zpevňujících prvků (hliníkové voštinové desky a odnímatelného rámu z nerezové oceli), čímž bude do budoucna umožněna snadná revize navrhovaného způsobu osazení.

Jednotlivé kroky pro sestavení kompozitního panelu s anorganickými maltovinami jsou následující:

1. Místa ztrát mozaikových kostek je nejprve třeba vysypat vhodným provizorně umístěným plnivem bez pojiva (např. mramorovou moučkou či pískem), aby při aplikaci první vrstvy omítky nedošlo k vyplnění prostoru pro scházející mozaikové kostky. V některých případech je také žádoucí, aby nedošlo k úplnému zalití spár mezi mozaikovými kostkami, které by mělo za následek lícování osazovací malty s čelní stranou mozaikových kostek.<sup>36</sup> U některých typů mozaik je totiž tento způsob spárování esteticky nežádoucí. Použité frakce plniva je třeba přizpůsobit velikosti spár, popřípadě i rozsahu konkrétních defektů.
2. Rubovou stranu mozaiky je před aplikací omítek vhodné preventivně ošetřit biocidním přípravkem. V případě chomutovské mozaiky byl použit 2,5 % roztok biocidního přípravku *Fungisan* formou postřiku.
3. Složení první vrstvy omítky je třeba přizpůsobit požadované tloušťce vrstvy<sup>37</sup> a velikost spár mezi mozaikovými kostkami. Při restaurování chomutovské mozaiky byla tato omítka připravena z jemného písku (frakce do 0,5 mm), přírodně hydraulického vápna *NHL2*, vody a neředěné vodné akrylátové disperze *Dispersion K9* v obj. poměru 2 : 1 : 0,8 : 0,06.<sup>38</sup> Malta měla záměrně řidší konzistenci, aby ji bylo možné aplikovat štětcem a vtírat do spár mezi mozaikové kostky [Obr. 23].
4. Výše popsanou omítku je možné vyztužit např. armovací sklovláknitou mřížkou, která se položí na zavadnutou a strženou pískovou omítku a překryje se další vrstvou stejné omítky [Obr. 24].
5. Omítku je po nanesení vhodné zakrýt zvlhčenou textilií, případně i fólií, a celý sendvič důkladně zatížit a vyrovnat (kvůli možnému zvlnění).
6. Následuje aplikace lehčené omítky [Obr. 26]. Receptury na její přípravu mohou být různé.<sup>39</sup> V případě chomutovské mozaiky byla tato omítka připravena z kuliček

<sup>36</sup> ŽUPANEK–LESAR KIKELJ–ŽAGAR–KRAMAR 2016 (viz pozn. 18).

<sup>37</sup> Tato vrstva by měla překrýt všechny mozaikové kostky a rub mozaiky srovnat do roviny.

<sup>38</sup> Maltu podobného složení používají při osazování transferovaných mozaik např. v Greco-Roman Museu v Alexandrii. Malta se skládá z 1 obj. dílu písku, 1 obj. dílu středně hrubé mramorové moučky, 1 obj. dílu jemné mramorové moučky a 1,5 obj. dílu hydraulického vápna *Lafarge*. Do malty přidávají 15% roztok akrylátové pryskyřice (*Acrylic 33*). VINCENT 2008 (viz pozn. 21).

<sup>39</sup> Např. lehčená malta z pojiva a plniva v poměru 1:1. Jako pojivo je použito přírodně hydraulické vápno *NHL 3,5*. Plnivo tvoří směs lehčeného minerálního plniva *Rondofilu* o frakci 2-4 mm (8%), *Rondofilu* 1-2 mm (26%), *Rondofilu* 0,5-1 mm (38%), dutých skleněných kuliček *Microsilu* 200 EC (28%)

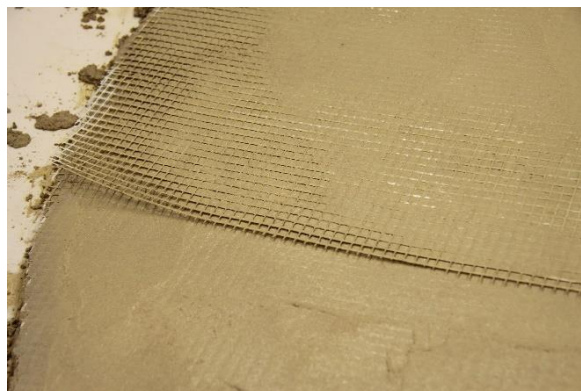


expandovaného skla *Poraver*<sup>®</sup> (frakce 0,25-0,5), přírodně hydraulického vápna *NHL2*, vody a neředěné vodné akrylátové disperze *Dispersion K9* v obj. poměru 3 : 1 : 1 : 0,08.

7. Omítku je vhodné po nanesení opět překrýt zvlhčenou textilií a důkladně zatížit. Po několika dnech by měla být omítka ponechána přirozenému vysychání. Pro lepší průběh hydraulické reakce je možné omítce průběžně dodávat vlhkost, např. postříkáním.



Obr. 23: Průběh nanášení první vrstvy omítky (z písku a přírodně hydraulického vápna) na rubovou stranu mozaikových kostek.



Obr. 24: Průběh nanášení první vrstvy omítky. Do první vrstvy omítky (z písku a přírodně hydraulického vápna) byla vložena sklovláknitá armovací mřížka.



Obr. 25: Celkový pohled na rubovou stranu mozaiky s první vrstvou omítky – z písku a přírodně hydraulického vápna.



Obr. 26: Celkový pohled na rubovou stranu mozaiky s druhou vrstvou omítky – z *Poraveru* a přírodně hydraulického vápna.

8. Po dostatečně dlouhé technologické pauze nutné pro vytvrzení omítky na bázi hydraulického vápna je možné přistoupit k upevnění voštinového panelu ke svrchní omítce s *Poraverem*<sup>®</sup>. Povrch omítky s *Poraverem*<sup>®</sup> lze v případě potřeby zbrousit, aby byl zcela rovnoměrný. Rovněž je vhodné z důvodu lepší adheze zbrousit (např. brusným papírem) i povrch voštinové desky a důkladně jej odmastit. Pro upevnění voštinové desky se

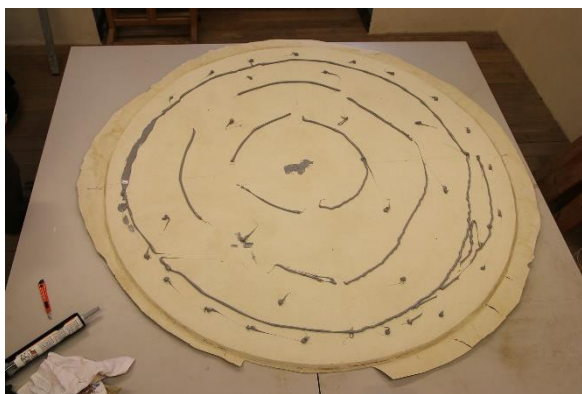
---

a polypropylenových vláken (0,4%). ŽUPANEK–LESAR KIKELJ–ŽAGAR–KRAMAR 2016 (viz pozn. 18).

Nebo: lehčená omítka z 1 obj. dílu písku, 1 obj. dílu jemné mramorové moučky, 1 obj. dílu zrnitého expandovaného skla a 1,5 dílu hydraulického vápna *Lafarge*. VINCENT 2008 (viz pozn. 21).

používají různá adheziva na bázi syntetických polymerů, např. PU lepidla,<sup>40</sup> nebo PES pryskyřice,<sup>41</sup> nebo epoxidové pryskyřice.<sup>42,43</sup> V případě chomutovské mozaiky bylo použito lepidlo na bázi MS-polymerů, konkrétně produkt *Merbenit SF50*. Lepidlo bylo na povrch omítky nanášeno v koncentrických kruzích a bodech a následně byla přiložena voštinová deska [Obr. 27 a 28]. Celý sendvič je třeba ihned po přiložení desky důkladně zatížit, aby došlo k dostatečné adhezi desky k omítce.

9. Po vytvrdnutí lepidla je možné přišroubovat k desce nosnou konstrukci [Obr. 31], mozaiku otočit lícem nahoru a sejmut ochranný přelep. V případě, že bylo pro přelep použito vodorozpustné adhezivum, doporučujeme aplikovat na povrch mozaiky vodné zábaly, které zajistí naměkčení přeplepu a umožní jeho snadné odstranění [Obr. 29 a 30].
10. V celé ploše mozaiky je třeba odstranit (např. vysátím) plnivo, kterým byla před nanášením podkladových omítek vysypána místa ztrát mozaikových kostek.
11. V případě potřeby je možné po očištění a doplnění mozaiky (viz následující kapitoly) nově doplněnou osazovací maltu, která se uplatňuje ve spárách, barevně zatónovat, aby korespondovala se zbytky materiálu původních spár. Pro tyto účely je vhodné použít lazurní barvu v neutrálním tónu (tzv. *aqua sporca*), připravenou např. z práškových pigmentů pojených vodnou akrylátovou disperzí (v našem případě *Dispersion K9*). Koncentraci disperze je třeba přizpůsobit cílovému umístění mozaikového panelu. Pro exteriér je vhodné volit vyšší koncentraci (např. 3 %), která zajistí větší stabilitu retuší.



Obr. 27: Průběh lepení hliníkového voštinového panelu. Na rubovou stranu mozaiky bylo nanášeno lepidlo na bázi MS-polymerů *Merbenit SF50*.



Obr. 28: Celkový pohled na rubovou stranu mozaiky s nalepeným voštinovým panelem.

<sup>40</sup> ŽUPANEK–LESAR KIKELJ–ŽAGAR–KRAMAR 2016 (viz pozn. 18).

<sup>41</sup> VINCENT 2008 (viz pozn. 21).

<sup>42</sup> MEI-AN–HATCHFIELD–KONDOLEON–BARNES 2008 (viz pozn. 14).

<sup>43</sup> DEMAS–ROBY–AGNEW–CAPRIOTTI–SAVVIDES–MICHAELIDES 2008 (viz pozn. 28).





Obr. 29: Průběh snímání ochranného přelepu z lícové strany mozaiky. Na mozaiku byly na několik hodin položeny mokré textilie, aby došlo k naměkčení přelepu a bylo jej možné snadno sejmut.



Obr. 30: Průběh snímání vodou naměkčeného ochranného přelepu.



Obr. 31: Celkový pohled na rubovou stranu kompozitního panelu s mozaikou *Žena-květ*. Ke skleněné mozaice osazené pomocí souvrství omítek a polymerního adheziva na hliníkovou voštinovou desku je šrouby upevněna odnímatelná nerezová nosná konstrukce.

### 3.3.2 Kompozitní panel s ložem z epoxidové pryskyřice

Druhý typ podložky, jenž jako adhesivum mozaikových kostek využívá stabilní epoxidovou pryskyřici, lze použít v případě, že není možné z estetických nebo technických důvodů nahradit původní epoxidovou pryskyřici anorganickým materiálem (oba tyto případy představují mozaiky z Děčína).

Estetickým důvodem může být například použití lesklé hliníkové podkladové desky, pomocí které se mozaikáři snažili „prozářít“ skleněnou mozaiku<sup>44</sup> a která tak vyžaduje použití transparentního osazovacího materiálu. Dalším estetickým důvodem může být také požadavek na transparentní, tedy „bezbarvou“ spáru mezi jednotlivými kostkami. V tomto případě by netransparentní spáry zásadně měnily celkový vizuální účinek mozaiky. Z technického hlediska je anorganické pojivo také méně vhodné, pokud jsou skleněné kostky hladké (jako např. vytlačované kostky použité na mozaikách v Děčíně).

Volba druhu epoxidové pryskyřice hraje velkou roli v životnosti mozaiky. Vzhledem k tomu, že běžně dostupné epoxidové pryskyřice nejsou pro lepení hladkých skleněných kostek a tepelně různě roztažných materiálů příliš vhodné,<sup>45</sup> je třeba pro účely restaurování používat pouze vysoce kvalitní epoxidové pryskyřice, které splňují následující požadavky:

- dobrá přilnavost ke skleněnému materiálu
- dostatečně dlouhá doba zpracovatelnosti
- nízká viskozita
- vysoká UV stabilita
- minimální tendence ke žloutnutí a změně barevnosti

Na základě experimentu, uskutečněného na půdě Ústavu chemické technologie restaurování památek Vysoké školy chemicko-technologické<sup>46</sup> byl pro účely našeho restaurování vybrán pro tyto účely prostředek nejlépe splňující výše uvedené požadavky – *Hxtal NYL-1*.<sup>47</sup>

Jednotlivé kroky pro přípravu podložky a osazení mozaiky jsou následující:

1. Nejprve je nutné doplnit scházející kostky [Obr. 34 a 35] a řádně očistit povrch mozaiky. Je třeba si uvědomit, že po osazení mozaiky do epoxidové pryskyřice a jejím následném vytvrdnutí již není možné na mozaice tyto, či obdobné úkony vykonat.

<sup>44</sup> Vlivem odrazu světla od lesklého povrchu desky.

<sup>45</sup> Jak potvrzuje samotný stav restaurovaných mozaik.

<sup>46</sup> KUČEROVÁ – NOVÁKOVÁ 2018 (viz pozn. 11)

<sup>47</sup> Distributor: KOREST Restaurierungsbedarf, Německo.

2. Dále je nutné připravit podkladovou desku. Podkladová deska (v tomto případě hliníková voštinová deska) musí být opatřena obvodovým rámem dostatečně vysokým, aby přesahoval povrch mozaiky po jejím osazení. Důvodem je kromě finální ochrany boční hrany mozaiky také zamezení vytečení epoxidové pryskyřice při lepení kostek k desce. Je zapotřebí utěsnit i spáru mezi rámem a deskou, jelikož pryskyřice pro lepení skla má nízkou viskozitu a mohla by protékat. V případě restaurování mozaik z Děčína byly desky ze spodní strany utěsněny hliníkovou lepicí páskou a následně z vrchní strany vyspárovány pomocí čirého lepidla na bázi MS-polymerů *Ceresit FT 101*.
3. Před aplikací epoxidové pryskyřice musí být povrch podkladové desky řádně odmaštěn, například lakovým benzínem a acetonem. K mastnému povrchu by epoxidová pryskyřice mohla hůře přilnout, respektive na nich (ještě v tekutém stavu) vůbec nezůstat.
4. Mozaikový motiv musí být osazen do epoxidové pryskyřice takovým způsobem, aby byl pokládán na podkladovou desku, nikoli naopak. Důvodem je nízká viskozita epoxidové pryskyřice. Ta by protekla mezi mozaikovými kostkami nebo by skla během otáčení podkladové desky. Proto je nutné mozaiku před osazením otočit ochranným přelepem, aplikovaným na lícové straně mozaikových kostek, směrem vzhůru. V našem případě jsme zvolili přelep z pevného japonského papíru (32 g/m<sup>2</sup>) a již dříve zmíněné směsi složené z 2 (obj.) dílů 5% (hm.) *Tylosy MH300* a 1 (obj.) dílu neředěné (tedy cca 50% hm.) akrylátové disperze *Dispersion K9*. I u takto intenzivního přelepu ale hrozí při pokládání vypadnutí nedostatečně uchycených kostek působením gravitační síly. Tomu lze alespoň částečně předejít předběžnou kontrolou přilnavosti kostek k přelepům pomocí vysavače, u kterého je třeba před hubici přidat jemnou síťovinu, do které se uvolněné kostky zachytí. U přelepu také nesmíme zapomenout na ponechání přesahů, potřebných pro uchopení a manipulaci s mozaikou. U kruhových mozaik je před otočením nutné vyznačit horní, či spodní stranu mozaikového motivu (po lepší orientaci je vhodné mít zaznamenáno více zachytných bodů), což napomůže správnému umístění mozaiky na podkladovou desku. Po umístění do tekuté epoxidové pryskyřice je možnost následné manipulace s mozaikou jen minimální.
5. Mozaiku je také vhodné přichytit přes ochranný přelep lícové strany na pevnou konstrukci tak, aby nedošlo při pokládání k prohnutí mozaiky. Je žádoucí, aby byla zachována rovina mozaiky a nijak se neprohýbala. Při osazování by totiž mohlo dojít k nevratným nežádoucím efektům (viz následující bod).
6. Podkladová deska musí být v naprosté rovině, aby se epoxidová pryskyřice při její aplikaci rovnoměrně rozlila po povrchu [Obr. 33]. Důležité je množství epoxidové pryskyřice



a způsob jejího nanesení na podkladovou desku. Pro upevnění mozaikových kostek je dostačující velmi tenká vrstva pryskyřice (0,25–0,5 mm),<sup>48</sup> kterou je nutné rovnoměrně rozprostřít po povrchu [Obr. 32]. Při osazování mozaikového motivu je třeba dbát na to, aby se epoxidová pryskyřice nedostala skrze spáry mezi kostkami do svrchního přelepu. To by po vytvrzení mělo za následek přilepení přelepu s minimální možností na úplné odstranění. Přinejmenším by odstranění bylo velmi problematické a časově náročné.

- Tento problém může nastat, pokud bude na podkladové desce nadbytečné množství epoxidové pryskyřice. Ta bude vahou kostek vytlačena spárami vzhůru.
  - Je nutné mozaiku osadit rovnoměrně, tzn. nepokládat ji z jedné strany na druhou, čímž dojde k vytvoření „vlny“, tedy přesunu části epoxidové pryskyřice k jedné straně a následnému prosáknutí spárami mezi kostkami až do přelepu.
7. Pokud dojde k nežádoucímu jevu, kdy prosákne epoxidová pryskyřice do přelepu [Obr. 36], je nutné tento přelep (dříve než dojde k vytvrdnutí pryskyřice) odstranit, i přes riziko pohybu kostek po podkladové desce. Přebytkovou epoxidovou pryskyřici, která se dostala na pohledovou stranu kostek, lze po částečném vytvrzení (s odstupem několika dní) ostrým skalpelem z hladkého povrchu kostek odstranit [Obr. 37]. Chemické dočišťování s sebou nese vedlejší rizika, jako je nevytvrzení epoxidové pryskyřice, nebo její zakalení.
8. U některých mozaik může být žádoucí dodatečné vyplnění spáry mezi kostkami. V tomto případě jde především o estetickou záležitost, či předejití usazování prachových depozitů ve spárách. Pro tyto účely lze opět použít epoxidovou pryskyřici užitou pro lepení. Pryskyřici lze do spár aplikovat pomocí injekční stříkačky a jehly se silnějším průměrem.
9. Nástroje znečištěné od epoxidové pryskyřice lze očistit ještě před vytvrzením pomocí hadříku a vhodného organického rozpouštědla, např. xylenu.

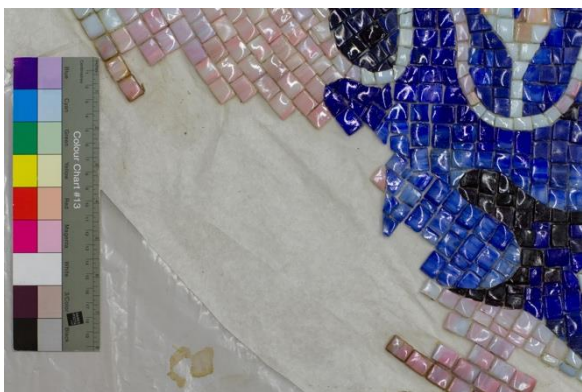


Obr. 32: Průběh roztírání tenké vrstvy epoxidového lepidla po povrchu hliníkové voštinové desky.



Obr. 33: Podkladová deska musí být při roztírání epoxidové pryskyřice v naprosté rovině, aby nedošlo k nahromadění pryskyřice na jedné straně.

<sup>48</sup> KUČEROVÁ – NOVÁKOVÁ 2018 (viz pozn. 11)



Obr. 34: Scházející část mozaiky – stav po očištění s přelepem aplikovaným z rubové strany (mozaikové kostky jsou pohledovou stranou nahoru).



Obr. 35: Sesazené kostky doplňku podle dochované historické fotografie – připravené k osazení na přelep.



Obr. 36: Průsak epoxidové pryskyřice do přelepu. Dříve než dojde k vytvrzení epoxidové pryskyřice, je nutné přelep sejmut.



Obr. 37: Epoxidová pryskyřice na pohledové straně kostek vytváří lesklejší povrch než u originálu a je nutné ji odstranit.

### 3.3.3 Vyplnění obvodové spáry

Spáru mezi obvodovým rámem a voštinovou deskou je u obou typů kompozitních panelů třeba vyplnit vhodným materiálem, aby zvláště při umístění mozaiky do exteriéru nehrozilo riziko zatékání a hromadění vlhkosti v těchto partiích. Také by zde mohlo docházet k usazování nečistot či biologických činitelů, stejně jako je vyplnění spáry důležitým estetickým aspektem.

Jako nejvhodnější materiály pro vyplnění spáry se jeví polyuretanové tmely a tmely na bázi MS-polymerů. Oba materiály splňují požadavky na přiměřenou elasticitu, vysokou odolnost v exteriérových podmínkách a přilnavost k široké škále materiálů (včetně nerezové oceli, hliníku, omítky i skla). Konkrétní barva tmelu by měla co nejvíce odpovídat barevnosti



Obr. 38: Detail obvodové dilatační spáry z polyuretanového tmelu.

osazovacího lože, jež se uplatňuje ve spárách. Je však třeba brát v úvahu, že barevná škála komerčně dostupných produktů tohoto typu je značně omezená.

### 3.4 Upevnění uvolněných částí mozaiky

Při obou metodách výměny podložky se v průběhu prací nelze zcela vyhnout lokálnímu uvolňování jednotlivých mozaikových kostek, případně i větších částí mozaikového motivu. Ty je třeba opětovně upevnit do své původní pozice.

V případě metody, která využívá přímého nalepení mozaikového motivu na hliníkovou voštinovou desku je nutné tento krok provést již v průběhu snímání původní podložky, nebo bezprostředně po něm. Uvolněné mozaikové kostky se lepí zpět na ochranný přelep lícové strany mozaiky.

U kompozitního panelu s anorganickými maltovinami je možné upevňovat uvolněné části mozaiky až po kompletním provedení výměny podložky, otočení mozaiky a sejmutí ochranného přelepu. V partiích s uvolněnými mozaikovými kostkami je třeba odstraňovat přelep velmi šetrně, nejlépe po menších úsecích, poté postupně vyjímat uvolněné mozaikové kostky a navracet je zpět na své původní místo do nově nanesené osazovací malty [Obr. 40 a 41]. V některých případech je třeba nejprve provést redukci tloušťky podkladové pískové omítky, aby vznikl dostatečný prostor pro nanesení nové malty [Obr. 39].

Pro účely upevnění uvolněných částí mozaiky by měla být použita stejná osazovací malta, která byla aplikována v první vrstvě při sestavování nové podložky. V konkrétním případě



Obr. 39: Průběh upevňování uvolněných částí mozaiky. Z konsolidovaného místa byly vyjmuty mozaikové kostky a byla redukována tloušťka pískové omítky.



Obr. 40: Průběh upevňování uvolněných částí mozaiky – nanášení osazovací malty.



Obr. 41: Průběh upevňování uvolněných částí mozaiky – stav po opětovném osazení mozaikových kostek do nově nanesené osazovací malty.



restaurování mozaiky *Žena-květ* však bylo třeba její složení mírně modifikovat. Cílem bylo upravit vlastnosti malty tak, aby měla vyšší plasticitu a lepivost a lépe tak přilnula k mozaikovým kostkám. Na základě provedených zkoušek<sup>49</sup> byla vybrána receptura malty sestávající ze 2 (obj.) dílů hnědého křemičitého písku (frakce do 0,5 mm), 0,5 (obj.) dílu přírodně hydraulického vápna NHL2, 0,5 (obj.) dílu bílého vzdušného vápna a 0,06 (obj.) dílu neředěné vodné akrylátové disperze *Dispersion K9*.

### 3.5 Čištění

Po výměně podložky a konsolidaci uvolněných částí mozaiky může být přikročeno k očištění povrchu mozaiky od nežádoucího znečištění. U skleněných mozaik osazených v rámci původní technologie do epoxidového lože představuje toto znečištění nejčastěji prachový depozit, v případě umístění mozaiky v exteriéru také povlak tvořený exhalacemi (tzv. „městská špína“), znečištění stavebními pojivy, nevyhovující opravné malty, sekundární úpravy povrchu mozaiky,<sup>50</sup> korozní produkty vlastní konstrukce mozaiky<sup>51</sup> a korozní produkty okolních stavebních materiálů. Cílem čištění, které může spočívat jak v úplném odstranění znečištění, tak pouze v jeho redukci, je obvykle navrátit mozaikovému sklu jeho původní vzhled a barevnost.

Mezi nejběžnější metody čištění skleněných mozaik patří suché mechanické čištění<sup>52</sup> a mokré čištění.<sup>53</sup> Používá se však i čištění pomocí parního čističe,<sup>54</sup> chemické čištění,<sup>55</sup>

<sup>49</sup> VAŘEJKOVÁ, Barbora. *Dokumentace restaurátorského průzkumu a zásahu. Skleněná mozaika Žena – květ. Rooseveltova 4194, Chomutov*. Litomyšl, 2017.

<sup>50</sup> Materiály úmyslně nanesené s cílem konsolidovat, ochránit nebo zlepšit barevnost povrchu mozaiky (např. vosky, laky či jiné konsolidanty).

<sup>51</sup> Kovových součástí a jiných materiálů spoluvytvářejících podklad pro mozaiku.

<sup>52</sup> Pomocí různých čisticích nástrojů, jako jsou štětce, kartáče, skalpely, koňské žíně, sklená vlákna, dláta, zubařské nástroje, atd.

<sup>53</sup> Houbami, různými druhy kartáčů, štětců a textilií smočených ve vodě. Pro zvýšení čisticího účinku je do vody často přidáváno i malé množství neionogenního detergentu. Rovněž se pro mokré čištění používají vodné zábaly a vysokotlaké čističe.

<sup>54</sup> KRACÍK ŠTORKÁNOVÁ, Magdalena. *Restaurátorská zpráva. Restaurování skleněné mozaikové výzdoby na severní a západní fasádě bývalé Zemské banky Království Českého (Živnostenské banky), Na Příkopě č. p. 858, Nekázanka č. p. 882, 110 00, Praha 1*. Únětice, 2014 (archiv NPÚ, ÚOP v Praze). DELLA VEDOVA, Evelina. *Restauri integrativi di mosaici nelle esperienze della Scuola mosaicisti del Friuli*. In: A CURA DI CLAUDIA ANGELELLI E CARLA SALVETTI. *Atti del XV Colloquio dell'Associazione italiana per lo studio e la conservazione del mosaico: (Aquila, 4-7 febbraio, 2009)*. Tivoli (Roma): Scripta manent, 2010. ISBN 9788890169342., s. 225-232.

<sup>55</sup> Rozpouštědla, kyseliny a jiné chemikálie. Je doporučováno nepoužívat alkálie, které působí korozivně na povrch skla a při jejich hodnotě pH 9 a výše rozpouští mozaikové sklo. KUČEROVÁ, Irena; ZLÁMALOVÁ CÍLOVÁ, Zuzana; KNĚZŮ KNÍŽOVÁ, Michaela; KNOTEK, Vítězslav; HOLUBOVÁ, Barbora; NOVÁK, Michal. *Metodika monitoringu a technologie údržby skleněných exteriérových mozaik*. VŠCHT Praha. 2015.



abrazivní čištění,<sup>56</sup> čištění laserem,<sup>57</sup> či ultrazvukem.<sup>58</sup> Vhodná metoda čištění by měla být vybírána individuálně vzhledem k vlastnostem použitého mozaikového skla, typu znečištění, velikosti čištěné plochy a požadovanému výsledku čištění. Výběr čisticí metody by měl být stanoven na základě provedených zkoušek čištění, při jejichž vyhodnocení musí být zohledněno především hledisko maximální šetrnosti k mozaikovému sklu.

V konkrétním případě chomutovské mozaiky *Žena-květ* bylo třeba odstranit residua lepidla a gázového přelepu a následně i tenkou vrstvu tmavého povlaku tvořeného exhalacemi, která se nacházela na povrchu většiny mozaikových kostek. Zbytky přelepu byly z celé plochy mozaiky očištěny mokrým mechanickým čištěním – postupným odmyváním za pomoci kartáčků a čistících hub.<sup>59</sup> Pro nalezení vhodné metody odstranění tmavého povlaku, který byl vůči mokrému mechanickému čištění zcela rezistentní, bylo třeba provést zkoušky čištění.

Odkoušeno bylo několik způsobů mechanického a abrazivního čištění, konkrétně čištění skalpelem a skelným vláknem, ale také čištění mikrobruskou<sup>60</sup> při použití různých leštících/brusných kotoučů<sup>61</sup> za současného zvlhčování čištěných míst vodou. Nejvíce se osvědčilo čištění mikrobruskou a kotouči z měkkého brusného rouna. Kotouče z brusných roun měly (vůči vrstvě znečištění) dostatečný abrazivní účinek a dokázaly se dobře přizpůsobit nerovnému povrchu štípaného skla, což umožňovalo výrazný úbytek tmavého povlaku. Zároveň se tato metoda jevila jako velmi šetrná k povrchu skla.

---

<sup>56</sup> Abrazivní čištění může být prováděno ručně, za pomoci různých přístrojů, nebo tzv. tryskáním.

<sup>57</sup> Laserové čištění má svůj potenciál i v případě čištění skleněných mozaikových kostek, i když možné negativní vlivy na povrch skla, popřípadě alteraci jeho barevnosti nebyly zatím dostatečně prozkoumány. Zatím lze vycházet z výsledků experimentů prováděných především na vitrážových sklech.

FERKSANATI, F.; KLEIN, S.; HILDENHAGEN, J.; DICKMANN, K.; MARAKIS, Y.; MANOUSAKI, A.; ZAFIROPOLUS, V. Investigations regarding the behaviour of historic glass and its surface layers towards different wavelenght applied for laser cleaninh. *Journal of Cultural Heritage*, Vol. 2, No. 4 (2001), pp. 253-258.

RÖMICH, H.; MOTTNER, P.; HILDENHAGEN, J.; DICKMANN, K.; HETTINGER, G.; BORNSCHEIN, F. Comparison of Cleaning Methods for Stained Glass Windows. In: Dickmann, K.; Fotakis, C.; Asmus, J. (eds.). *Laser in the Conservation of Artworks*. Springer Berlin Heidelberg, Vol. 100 (2005), pp. 157-161.

KARASZKIEWICZ, P. Periodis report Summary – LASERGLASS (Laser technologies in the analysis, conservation and restoration of historic stained glass windows). Dostupné z: <http://cordis.europa.eu/> (staženo 5.5.2016).

<sup>58</sup> BAUER, J. Čištění gotické mozaiky. In: *Sedmé zasedání přírodovědců-konzervátorů*. Ohrada, 1991, str. 7-15.

<sup>59</sup> Efektivitu čištění je možné zvýšit použitím teplé vody.

<sup>60</sup> Dremel® Fortiflex (9100-21).

<sup>61</sup> Filcový kotouč, brusná rouna Bosch (zelené i jemnější fialové) a brusné papíry (zr. 1200 a 2000), ze kterých byly vyrobeny brusné kotouče.

Jednotlivé kroky při odstraňování povlaku exhalací mikrobruskou a kotouči z jemného brusného rouna jsou následující:

1. Nejprve je třeba připravit dostatečný počet kotoučů z jemného brusného rouna. Při čištění totiž dochází k velmi rychlému úbytku brusného materiálu. Velikost kotoučů musí být přizpůsobena velikosti použité brusky. Do mikrobrusky je vhodné použít kotouče vyrobené ze dvou vrstev brusného rouna o průměru cca 3 cm.
2. Samotné broušení by mělo být prováděno za přítomnosti vody. Ta může být dodávána na povrch mozaikových kostek např. rozprašovačem [Obr. 41].
3. Čištěné místo je třeba po broušení omýt vodou a následně vysavačem odsát kousky uvolněného brusného rouna.



Obr. 41: Průběh odstraňování tmavého povlaku exhalací pomocí mikrobrusky a kotoučů z jemného brusného rouna.



Obr. 42: Průběh odstraňování tmavého povlaku exhalací. Rozšířená zkouška čištění.

### 3.6 Doplnování, rekonstrukce chybějících částí mozaiky

Pokud je žádoucí, aby byl mozaikový motiv prezentován ve své celistvosti (bez přiznaných defektů), lze jako závěrečný krok restaurování přistoupit k doplňování scházejících mozaikových kostek. K doplňování kostek bývá v první řadě přistupováno v případě, že celkové ztráty mozaikového motivu jsou spíše malé a pouze lokálně schází jednotlivé kostky nebo skupina kostek. Vyžadovány však mohou být i rekonstrukce rozsáhlých defektů. Pokud však má být přistoupeno k provedení rekonstrukcí větších částí mozaikového motivu, je třeba mít dispozici (kromě monochromních ploch) potřebné podklady, např. archivní fotografie dokumentující stav mozaiky před jejím poškozením, návrhové kresby, atd.

Doplňování mozaik obdobným mozaikovým sklem jako sklo originální je u nás nejběžnějším řešením. V zahraničí jsou však uplatňovány i jiné metody doplňování, založené

na imitaci původních mozaikových kostek, např. kostkami z omítky<sup>62,63,64</sup> nebo syntetických pryskyřic.<sup>65,66</sup> Je zřejmé, že z pohledu rozpoznatelnosti doplňku je užití jiného materiálu vhodnější, z hlediska vizuální celistvosti díla je však mnohdy příhodnější použít sklo, a to materiálově, odstínově a tvarově co nejbližší originálu. Pro zajištění co největší podobnosti je v mnohých případech stále možné dohledat a použít sklo zcela stejného původu jako originál. Rovněž mohou být druhotně použity originální kostky uvolněné z poškozených partií mozaiky.

Řešením rozpoznatelnosti doplňku v případě užití skleněných mozaikových kostek by mohlo být, zvláště v případě rozsáhlých rekonstrukcí, například použití světlejšího odstínu doplňovaných mozaikových kostek, jiná velikost kostek, nebo jejich zapuštění pod úroveň originálního povrchu mozaiky.<sup>67</sup> Rovněž je možné doplněk po okrajích vymezit, např. mozaikovými kostkami položenými nastojato,<sup>68</sup> tvarem a barvou odlišnými mozaikovými kostkami,<sup>69</sup> či probarvením spáry.<sup>70</sup>

V případě chomutovské mozaiky *Žena-květ* bylo pro doplnění drobných defektů použito obdobné, respektive zcela totožné mozaikové sklo jako sklo originální. To bylo zajištěno na základě daru Františka Tesaře, který disponuje zásobami mozaikářské dílny *Ústředí uměleckých řemesel*, v níž mozaika vznikla, a to včetně materiálů z doby vzniku díla. Vzhledem k tomu, že se podařilo dohledat dostatečné fotografické podklady dokumentující stav mozaiky před jejím poškozením, mohlo být přistoupeno i k rekonstrukci velkého defektu v oblasti hlavy ženy. Doplněk byl v tomto případě vyskládán nepřímou metodou (tj. rubem vzhůru) na papír a následně byl osazen do defektu v ploše mozaikového panelu. Snadná rozpoznatelnost rekonstrukce byla zajištěna jiným pojednáním (světlejší barevností) spáry po obvodu doplňku.

---

<sup>62</sup> CHANTRIAUX, E.; HAYES, M.; LAPORTE, C.; PHOUNGAS, A.; SIMON, M.. La restauration de la mosad'que du VI<sup>e</sup> siècle de Qabr Hiram (Liban) par l'Atelier de restauration de mosad'ques de Saint-Romain-en-Gal. In: A.B. Abed; M. Demas; T. Roby (Eds.). *Proceedings of the 9th Conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics*, November 29–December 3, Hammamet, Tunisia, 2005, pp. 370–372.

<sup>63</sup> ŽUPANEK–LESAR KIKELJ–ŽAGAR–KRAMAR 2016 (viz pozn. 18).

<sup>64</sup> FRANKOVIC 2008 (viz pozn. 20).

<sup>65</sup> TOSI, Michele. *Il Mosaico Contemporaneo: Tradizione, evoluzione, tecnica e conservazione*. Milano: A. Mondadori, 2004. ISBN 88-370-2471-1, s. 145-146.

<sup>66</sup> MEI-AN–HATCHFIELD–KONDOLEON–BARNES 2008 (viz pozn. 14).

<sup>67</sup> VINCENT 2008 (viz pozn. 21).

<sup>68</sup> TOSI, Michele. *Il Mosaico Contemporaneo: Tradizione, evoluzione, tecnica e conservazione*. Milano: A. Mondadori, 2004. ISBN 88-370-2471-1, s. 145-146.

<sup>69</sup> GIUSTI–DELLE RUOTE–ATTARDO–FRIZZI–MARTINELLI–TOSO 2001 (viz pozn. 15).

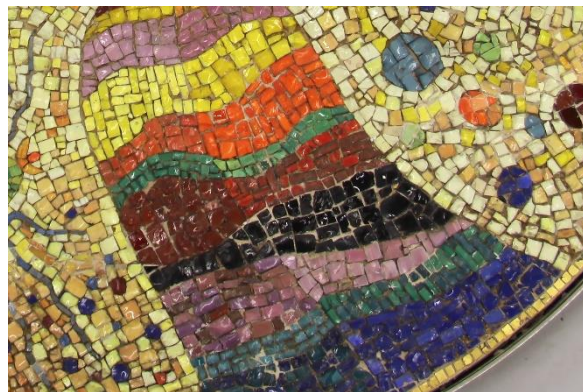
<sup>70</sup> TESAŘ, F.; KLOUDA, A. *Mozaikářství: učební text pro 1. a 3. ročník učebního oboru mozaikář: učební text pro střední odborná učiliště*, 1. vyd. SNTL: Praha, 1988. s. 121.

Postup pro doplňování skleněných mozaikových kostek, jenž lze uplatnit u mozaik nově osazených na podložku z anorganických maltovin, je následující:

1. Nejprve je třeba připravit skleněný materiál pro doplňky. Konkrétní odstíny mozaikových kostek musí být vybírány tak, aby se co nejvíce blížily odstínům použitým na mozaice. Mozaikové kostky je třeba přizpůsobit originálu i tvarově. Pokud jsou k dispozici historické fotografie, měl by tvar nové kostky přesně odpovídat zdokumentovanému tvaru kostky původní. Do přibližného tvaru lze kostky naštipat mozaikářskými kleštěmi. Dále může být tvar zpřesňován na diamantové elektrické brusce na sklo.<sup>71</sup>
2. Před osazením nových kostek je třeba v příslušné části panelu zredukovat vrstvu podkladových omítek, např. pomocí skalpelu, či brusky, a doplňované místo řádně očistit [Obr. 43].
3. Po důkladném předvhlčení zbylých omítek v doplňovaném místě následuje nanesení nové osazovací malty, přičemž je vhodné použít stejnou maltovou směs jako pro konsolidaci uvolněných částí mozaiky.
4. Poté lze pokládat připravené mozaikové kostky [Obr. 44].



Obr. 43: Průběh doplňování mozaikových kostek. Detail mozaiky *Žena-květ* v oblasti sukně s novými kostkami připravenými pro osazení.



Obr. 44: Průběh doplňování mozaikových kostek. Detail mozaiky *Žena-květ* v oblasti sukně s již osazenými novými kostkami.

Postup restaurátorských prací při rekonstrukci rozsáhlých defektů metodou nepřímého vyskládání a následného osazení do místa defektu je následující:

1. Pokud je k dispozici historická fotografie nepoškozené mozaiky, je možné takový snímek přímo použít jako šablonu pro rekonstruovanou část mozaiky. Fotografii je třeba zvětšit a zrektifikovat na skutečnou velikost, vyříznout potřebnou část mozaiky a stranově převrácený výřez vytisknout na papír.

<sup>71</sup> Např. brusce zn. *Kristall 1*.



2. Na vytištěnou fotografii je možné přímo lepit rozštípnuté a přesně tvarově dobroušené mozaikové kostky [Obr. 45 a 46]. Pro lepení kostek je možné použít např. lepidlovou směs ze 2 (obj.) dílů 5% (hm.) *Tylosy MH300* a 1 (obj.) dílu neředěné akrylátové disperze *Dispersion K9*.<sup>72</sup> Při sestavování doplňku je vhodné z důvodu snadnějšího osazení vynechat 1–2 okrajové řady mozaikových kostek. Okrajová část tak zůstane ponechána pro přímé doskládání jednotlivých kostek po osazení doplňku.



Obr. 45: Lepení mozaikových kostek, barevně i tvarově co nejblížeš originálu, nepřímou metodou na papír s tiskem fotografie zachycující dochovaný stav mozaiky.



Obr. 46: Rubová strana doplňku mozaiky *Žena-květ* po vyskládání na papír. 1–2 okrajové řady byly vynechány kvůli snadnějšímu osazení doplňku.

3. Před osazením rekonstrukce musí být nejprve připraven podklad v doplňované části mozaiky. Tloušťku vápenno-pískové vrstvy je nutné redukovat (např. obroušením brusným kamenem), zhruba do úrovně armovací mřížky [Obr. 47].
4. Na takto připravený a dostatečně zvlhčený podklad [Obr. 49] a na rubovou stranu doplňku [Obr. 48] je třeba nanést maltu, nejlépe stejného složení jako v případě malty pro konsolidaci a doplňování mozaikových kostek. Do malty lze následně osadit (papírem nahoru) rekonstruovaný motiv [Obr. 50]. Papír je vhodné před osazením vyztužit ještě jednou vrstvou japonského papíru, či gázy přilepené lepidlem na bázi derivátu celulózy (např. 5% (hm.) *Tylose MH300*).
5. Po vytvrdnutí malty musí být papír, kterým byla podložena rekonstrukce, dostatečně provlhčen vodou, aby jej spolu s rozpuštěným lepidlem bylo možné odstranit (např. kartáčky a houbami).



Obr. 47: Rekonstruovaná část mozaiky *Žena-květ* po zbroušení omítkových vrstev.

<sup>72</sup> Obsah sušiny v koncentrované akrylátové disperzi K9 je cca 50%.



6. Poté je třeba doskládat vynechané okrajové řady mozaikových kostek [Obr. 51].
7. Na závěr je možné proškrábnout spáru, která vymezuje vnější okraj nově doplněné části mozaiky, a opětovně ji vyplnit maltou, jejíž odstín je jiný (např. světlejší) než odstín předchozí osazovací malty [Obr. 52 a 53].



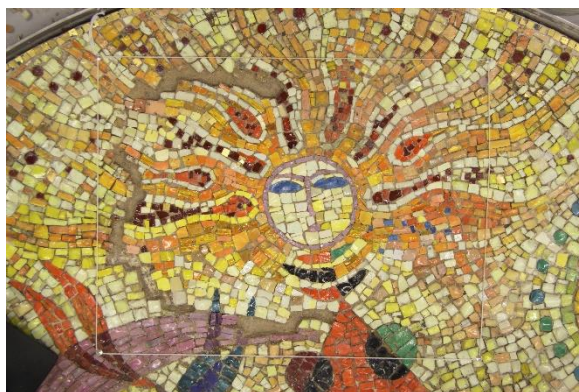
Obr. 48: Průběh osazování doplňku. Rubová strana doplňku s tenkou vrstvou osazovací malty.



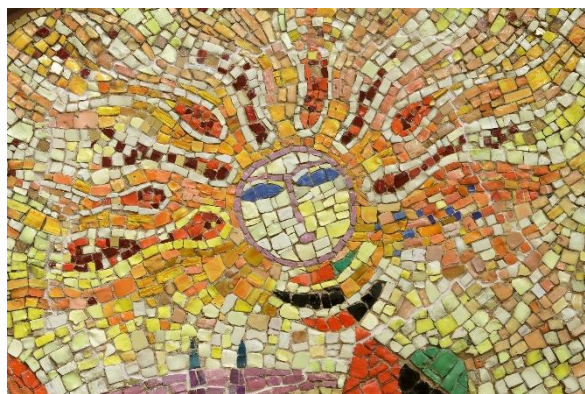
Obr. 49: Průběh osazování doplňku. Rekonstruovaná oblast s vrstvou osazovací malty.



Obr. 50: Průběh osazování doplňku hlavy. Vložení doplňku do mozaikového panelu.



Obr. 51: Osazený doplněk po odstranění papíru, v průběhu doplňování vynechané okrajové části.



Obr. 52: Rekonstruovaná část mozaiky *Žena-květ*. Stav po restaurování.



Obr. 53: Detail rekonstruované části mozaiky – světlá spára oddělující nový doplněk od zbytku mozaikového motivu.

Pro mozaiky opětovně osazované do epoxidové pryskyřice je postup při doplňování a rekonstrukcích mírně odlišný než u mozaik s podločkami sestávajících z anorganických pojiv. Jak již bylo výše uvedeno, doplnění probíhá před osazením mozaiky na novou podložku. Nejprve je nutné mít mozaiku řádně očištěnou a přilepenou lícovou stranou k přelepu. Poté je vhodné postupovat následovně:

1. Pokud je k dispozici historická fotografie nepoškozené mozaiky, je možné takový snímek přímo použít jako šablonu pro rekonstruovanou část mozaiky. Fotografii je třeba zvětšit a vytisknout v měřítku 1:1, čímž lze docílit zcela stejné skladby mozaikových kostek, jako byla původní.
2. Mozaikové kostky lze na zkoušku skládat na takto připravenou fotografii.
3. V případě mozaik z Děčína nebylo třeba lepit doplňky na papírovou předlohu (jako v předchozím postupu), ale bylo možné je upevnit lícovou stranou přímo na přelep dochované mozaiky, tedy do defektu se scházející částí. Pro přilepení jednotlivých kostek je vhodné použít stejného lepidla jako pro lepení přelepu.
4. Na závěr, po dostatečném zaschnutí lepidla, se osadí celý mozaikový transfer i s doplňky na novou podložku (viz kapitola 3.3.2, str. 23–26).

## 4 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A PRAMENŮ

BAUER, J. Čištění gotické mozaiky. In: *Sedmé zasedání přírodovědců-konzervátorů*. Ohrada, 1991, str. 7-15.

BRADLEY, S. M.; BOFF, R. M.; SHORER, P. H. T. A Modified Technique for the Lightweight Backing of Mosaics. *Studies in Conservation*, Vol. 28, No. 4 ( Nov., 1983), pp. 161-170.

ČERVINKA, Josef. Transfer mozaiky z průčelí synagogy v Čáslavi. In: *Sborník z konference konzervátorů a restaurátorů, Plzeň 2005*. Brno, 2005, str. 12-14.

DEMAS, Martha; ROBY, Thomas; AGNEW, Neville; CAPRIOTTI, Giorgio; SAVVIDES, Niki; MICHAELIDES, Demetrios. Learning from the Past interventions: Evaluation of the Project to Conserve the Orpheus Mosaic at Paphos, Cyprus. In: *Lesson Learned: Reflecting on the Theory and Practise of the Mosaic Conservation: proceedings of the 9th ICCM Conference, Hammamet, Tunisia, November 29 – December 3, 2005*. Abed, Aïcha Bed; Demas, Martha; Roby, Thomas (Editors). Los Angeles: Getty Conservation Institute, c2008, pp. 15-25. ISBN 9780892369201.

DELLA VEDOVA, Evelina. Restauri integrativi di mosaici nelle esperienze della Scuola mosaicisti del Friuli. In: A CURA DI CLAUDIA ANGELELLI E CARLA SALVETTI. *Atti del XV Colloquio dell'Associazione italiana per lo studio e la conservazione del mosaico: (Aquila, 4-7 febbraio, 2009)*. Tivoli (Roma): Scripta manent, 2010. ISBN 9788890169342., s. 225-232.

FERKSANATI, F.; KLEIN, S.; HILDENHAGEN, J.; DICKMANN, K.; MARAKIS, Y.; MANOUSAKI, A.; ZAFIROPOLUS, V. Investigations regarding the behaviour of historic glass and its surface layers towards different wavelength applied for laser cleaninh. *Journal of Cultural Heritage*, Vol. 2, No. 4 (2001), pp. 253-258.

FRANKOVIC, Maja. Inadeqaute Storage Conditions: Causes of Deterioration of Mosaics in a Museum Environment. In: *Lesson Learned: Reflecting on the Theory and Practise of the Mosaic Conservation: proceedings of the 9th ICCM Conference, Hammamet, Tunisia, November 29 – December 3, 2005*. Abed, Aïcha Bed; Demas, Martha; Roby, Thomas (Editors). Los Angeles: Getty Conservation Institute, c2008, pp. 85-90. ISBN 9780892369201.

GIUSTI, Anna Maria; DELLE RUOTE, Ginacarlo Raddi; ATTARDO, Francesca; FRIZZI, Simona; MARTINELLI, Chiara; TOSO, Francesca. Battistero di San Giovanni a Firenze. Coretto delle Gerarchie Angeliche: Intervento di restauro della lunetta. A CURA DI FEDERICO GUIDOBALDI E ANDREA PARIBENI. *Atti dell'VIII colloquio dell'Associazione Italiana per lo Studio e la Conservazione del Mosaico: (Firenze, 21 - 23 febbraio 2001)*. Ravenna: Edizioni del Girasole, 2001. ISBN 8875673950, s. 243-250.



HRINDA, Lukáš. *Restaurování a rekonstrukce nástěnných slunečních hodin z rajského dvora Piaristické koleje v Litomyšli*. Litomyšl, 2013. Diplomová práce. Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování. Vedoucí práce Mgr. art. Jan Vojtěchovský.

HAMPL, Petr. *Restaurátorská zpráva. Restaurování a rekonstrukce Interiérové fontány z čs. pavilonu na EXPO 58*. Praha, 2008.

CHANTRIAUX, E.; HAYES, M.; LAPORTE, C.; PHOUNGAS, A.; SIMON, M.. La restauration de la mosad'que du VI<sup>e</sup> siècle de Qabr Hiram (Liban) par l'Atelier de restauration de mosad'ques de Saint-Romain-en-Gal. In: A.B. Abed; M. Demas; T. Roby (Eds.). *Proceedings of the 9th Conference of the International Committee for the Conservation of Mosaics*, November 29–December 3, Hammamet, Tunisia, 2005, pp. 370–372.

KARASZKIEWICZ, P. Periodis report Summary – LASERGLASS (Laser technologies in the analysis, conservation and restoration of historic stained glass windows). Dostupné z: <http://cordis.europa.eu/> (staženo 5.5.2016).

KRACIK ŠTORKÁNOVÁ, Magdalena. *Restaurátorská zpráva. Restaurování skleněné mozaikové výzdoby na severní a západní fasádě bývalé Zemské banky Království Českého (Živnostenské banky), Na Příkopě č. p. 858, Nekázanka č. p. 882, 110 00, Praha 1. Únětice*, 2014 (archiv NPÚ, ÚOP v Praze).

KUČEROVÁ, Irena; ZLÁMALOVÁ CÍLOVÁ, Zuzana; KNĚZŮ KNÍŽOVÁ, Michaela; KNOTEK, Vítězslav; HOLUBOVÁ, Barbora; NOVÁK, Michal. *Metodika monitoringu a technologie údržby skleněných exteriérových mozaik*. VŠCHT Praha. 2015.

KUČEROVÁ, Irena; NOVÁKOVÁ, Martina. *Testování epoxidových pryskyřic vhodných pro spoj kov – sklo. Pojivo pro transfer skleněné mozaiky na kovový podklad*. Nepublikovaná zpráva z interního výzkumu projektu. VŠCHT Praha. 2018

KÜRTÖSI, Brigitta Maria. Originál a kópia. Archeometrický výskum odkrytej rímskej mozaikovej dlažby a príprava jej kópie pre miesto nálezu. Villa Romana, Baláca, Maďarsko. In: Zborník prednášok XII. Medzinárodného Seminára o Reštaurovaní, Tatraská Lomnica 2013, 32-38. ISBN 978-80-969779-8-7.

MEI-AN Tsu, C.; HATCHFIELD, Pamela; KONDOLEON, Christine; BARNES, Craig. Where Theory meets Practice: The Conservation and Presentation of a Roman Floor Mosaic at the Museum of Fine Arts, Boston. In: *Lesson Learned: Reflecting on the Theory and Practise of the Mosaic Conservation: proceedings of the 9th ICCM Conference, Hammamet, Tunisia, November 29 – December 3, 2005*. Abed, Aïcha Bed; Demas, Martha; Roby, Thomas (Editors). Los Angeles: Getty Conservation Institute, c2008, pp. 108-117. ISBN 9780892369201.

MORA, Paolo; MORA, Laura; PHILIPPOT, Paul. *Conservation of wall paintings*. Boston: Butterworths, 1984. ISBN 0408108126.

RÖMICH, H.; MOTTNER, P.; HILDENHAGEN, J.; DICKMANN, K.; HETTINGER, G.; BORNSCHEIN, F. Comparison of Cleaning Methods for Stained Glass Windows. In: Dickmann, K.; Fotakis, C.; Asmus, J. (eds.). *Laser in the Conservation of Artworks*. Springer Berlin Heidelberg, Vol. 100 (2005), pp. 157-161.

STOUT, Geogre, L. A Roman Mosaic Pavement Rebuilt. *Studies in Conservation*, Vol. 14, No. 4 (Nov., 1969), pp. 165-169.

TESAŘ, F.; KLOUDA, A. *Mozaikářství: učební text pro 1. a 3. ročník učebního oboru mozaikář: učební text pro střední odborná učiliště*, 1. vyd. SNTL: Praha, 1988. s. 121.

TOSI, Michele. *Il Mosaico Contemporaneo: Tradizione, evoluzione, tecnica e conservazione*. Milano: A. Mondadori, 2004. ISBN 88-370-2471-1, s. 145-146.

VAN HEES, R., VEIGA, R. & SLÍŽKOVÁ, Z.: *Consolidation of renders and plasters*, in: *Materials and Structures* (2017) 50: 65. <https://doi.org/10.1617/s11527-016-0894-5>

VAŘEJKOVÁ, Barbora. *Dokumentace restaurátorského průzkumu a zásahu. Skleněná mozaika Žena – květ. Rooseveltova 4194, Chomutov*. Litomyšl, 2017.

VINCENT, Robert. Conservation and Display of the Three Mosaics in the Greco-Roman Museum, Alexandria, Egypt. In: *Lesson Learned: Reflecting on the Theory and Practise of the Mosaic Conservation: proceedings of the 9th ICCM Conference, Hammamet, Tunisia, November 29 – December 3, 2005*. Abed, Aïcha Bed; Demas, Martha; Roby, Thomas (Editors). Los Angeles: Getty Conservation Institute, c2008, pp. 100-107. ISBN 9780892369201.

ŽUPANEK, Bernarda; LESAR KIKELJ, Martina; ŽAGAR, Katarina; KRAMAR, Sabina. A New lightweight support for the restoration and presentation of a large Roman mosaic. *Journal of Cultural Heritage* (2016).

## 5 PŘÍLOHY

Příloha č. 1: Protokol o ověření v praxi – skleněná mozaika *Žena – květ*

Příloha č. 2: Protokol o ověření v praxi – skleněné mozaiky *Strom a Racek*

Příloha č. 3: KUČEROVÁ, Irena; NOVÁKOVÁ, Martina. *Testování epoxidových pryskyřic vhodných pro spoj kov – sklo. Pojivo pro transfer skleněné mozaiky na kovový podklad.* Nepublikovaná zpráva z interního výzkumu projektu. VŠCHT Praha. 2018

## Protokol o ověření v praxi – skleněná mozaika *Žena – květ*

Název památkového postupu: Restaurování skleněných mozaik v epoxidovém loži

Památkový postup ověřila organizace: Fakulta restaurování Univerzity Pardubice

Jiráskova 3, 570 01, Litomyšl

Ověření památkového postupu provedli: MgA. Barbora Víková

Mgr. art. Jan Vojtěchovský, Ph.D

MgA. Petr Hampl

Popis ověření památkového postupu v praxi:

Památkový postup byl ověřen při restaurování kruhového mozaikového panelu z r. 1969, instalovaného ve vnitrobloku obchodního střediska *Luna* na panelovém sídlišti v Chomutově. Mozaikový motiv ze štípaného skla byl v rámci původní technologie osazen do několika vrstev epoxidové pryskyřice vyztužené kovovou konstrukcí s obvodovým rámem. Nízká odolnost použitých materiálů vůči působení klimatických podmínek však měla za následek masivní poškození podkladové epoxidové vrstvy i ztužující ocelové konstrukce, což v krajních případech zapříčinilo až úplnou ztrátu rozsáhlých částí mozaikového motivu. V rámci restaurování byla provedena výměna degradovaného epoxidového lože, a to za podložku, jejímž základem je hliníkový voštinový panel<sup>1</sup> a dvě vrstvy omítek na bázi hydraulického vápna.<sup>2</sup> Mozaika byla v průběhu zákroku rovněž očištěna od rezistentního tmavého povlaku<sup>3</sup> a místa ztrát mozaikového motivu, včetně rozsáhlého defektu v oblasti hlavy, byla doplněna podle dohledané historické fotografie obdobným mozaikovým sklem jako originál. Zásah provedla v letech 2016-2017 MgA. Barbora Víková ve spolupráci s Mgr. art. Janem Vojtěchovským, Ph.D. a MgA. Petrem Hamplem.

---

<sup>1</sup> Celková tloušťka panelu – 14 mm, krycí plechy – hliníkové, tl. 1,5 mm, voština – hliníková, oka 6 mm, způsob upevnění – 8 zabudovaných závitů pro upevnění k nosnému rámu.

<sup>2</sup> První vrstva omítky (která je v kontaktu s mozaikovým sklem) byla připravena z jemného písku (frakce do 0,5 mm), přírodně hydraulického vápna *NHL2*, vody a neředěné vodné akrylátové disperze *Dispersion K9* v poměru 2 : 1 : 0,8 : 0,06 (obj.). Druhá vrstva omítky byla připravena z kuliček expandovaného skla *Poraver*<sup>®</sup> (frakce 0,25-0,5), přírodně hydraulického vápna *NHL2*, vody a neředěné vodné akrylátové disperze *Dispersion K9* v poměru 3 : 1 : 1 : 0,08 (obj.).

<sup>3</sup> Pomocí mikrobrusky a kotoučů z jemného brusného rouna.



Výsledky ověření památkového postupu v praxi:

Památkový postup byl na restaurovaném díle realizován v plném rozsahu a s velmi dobrým výsledkem – viz přiložená fotografická dokumentace.

Ověření památkového postupu schválil: Mgr. BcA. Radomír Slovík



*Pohled na mozaiku zavěšenou na stěně atria – stav před restaurováním.*



*Stav po osazení na novou podložku, konsolidaci a očištění.*



*Podklad pro rekonstrukci – historická fotografie dokumentující stav mozaiky před rokem 1984.*



*Stav po restaurování.*



*Celkový pohled na rubovou stranu mozaikového panelu.*

## **Protokol o ověření v praxi – skleněné mozaiky *Strom a Racek***

Název památkového postupu: Restaurování skleněných mozaik v epoxidovém loži

Památkový postup ověřila organizace: Fakulta restaurování Univerzity Pardubice

Jiráskova 3, 570 01, Litomyšl

Ověření památkového postupu provedli: BcA. David Svoboda, DiS.

BcA. Josef Mathes, DiS.

Mgr. art. Jan Vojtěchovský, Ph.D.

Popis ověření památkového postupu v praxi:

Památkový postup byl ověřen při restaurování kruhových mozaik s názvy *Strom a Racek*, původně umístěných v dolní a horní stanici výtahu na Pastýřskou stěnu v Děčíně. Jedná se o mozaiky sestavené z mačkaných skleněných kostek, jež byly upevněny epoxidovým lepidlem na podkladové dřevotřískové desky. Použitá epoxidová lepidla neměla dobrou přilnavost k hladkému povrchu skleněných kostek, navíc kvůli silnému zatékání do objektu došlo k masivnímu rozpadu obou podkladových desek. To mělo za následek deformaci mozaik a ztrátu jednotlivých mozaikových kostek i větších částí mozaikových motivů. V rámci restaurování byla provedena výměna poškozené dřevotřískové desky s degradovanou epoxidovou pryskyřicí, a to za podložku, jejímž základem je hliníkový voštinový panel.<sup>1</sup> Jako osazovací hmota byla použita epoxidová pryskyřice určená k lepení skla s vysokou UV stabilitou.<sup>2</sup> Mozaika byla v průběhu zákroku rovněž očištěna od zbytků epoxidové pryskyřice a jiných nečistot.<sup>3</sup> Místa ztrát mozaikového motivu, byla doplněna podle dohledané historické fotografie obdobným mozaikovým sklem jako originál. Zásah realizovali v roce 2018 studenti Fakulty restaurování BcA. David Svoboda, DiS. a BcA. Josef Mathes, DiS., pod odborným dohledem Mgr. art. Jana Vojtěchovského, Ph.D.

---

<sup>1</sup> Celková tloušťka panelu – 14 mm, krycí plechy – hliníkové, tl. 1,5 mm, voština – hliníková, oka 6 mm, způsob upevnění – 4 zabudované závity pro upevnění k nosnému rámu.

<sup>2</sup> Epoxidová pryskyřice *Hxtal NYL-1* (distributor: KOREST Restaurierungsbedarf, Německo).

<sup>3</sup> Mechanicky.

### Výsledky ověření památkového postupu v praxi:

Památkový postup byl na restaurovaných dílech realizován v plném rozsahu a s velmi dobrými výsledky – viz přiložená fotografická dokumentace. Součástí fotografické dokumentace jsou i snímky dokumentující nové umístění zrestaurovaných mozaikových panelů – v prostorách Městského divadla Děčín (Teplická 75, 405 02 Děčín).

Ověření památkového postupu schválil: Mgr. BcA. Radomír Slovík





*Celkový pohled na mozaiku Strom v horní stanici výtahu na Pastýřskou stěnu. Stav před restaurováním.*



*Celkový pohled na mozaiku Strom v horní stanici výtahu na Pastýřskou stěnu. Stav před restaurováním.*



*Stav po sejmutí podložky a očištění rubové i lícové strany.*



*Stav po restaurování.*



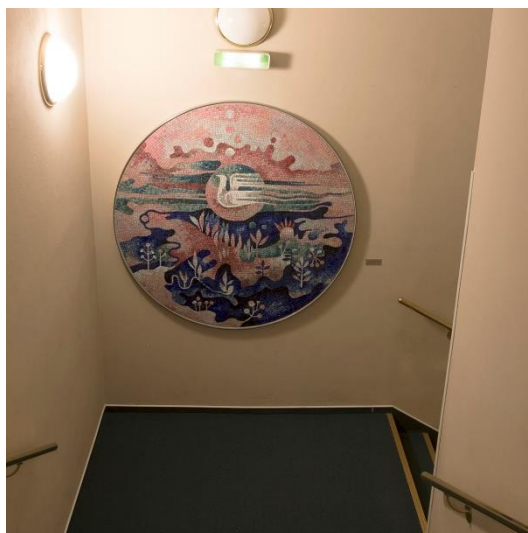
*Při aplikaci epoxidové pryskyřice je nutné, aby byla rovina v naprosté rovině.*



*Rubová strana mozaiky Strom – hliníkový panel.*



*Nové umístění mozaiky Strom v Městském divadle Děčín.*



*Nové umístění mozaiky Racek v Městském divadle Děčín.*



## **Testování epoxidových pryskyřic vhodných pro spoj kov – sklo.**

### **Pojivo pro transfer skleněné mozaiky na kovový podklad**

**V Praze dne 31. 3. 2018**

**Vypracovala: Ing. Irena Kučerová, Ph.D. a Ing. Martina Nováková**

#### **Úvod**

Dvě mozaiky Vladimíra Petráčka, které byly umístěny v prostorách výtahu na Pastýřskou stěnu v Děčíně, byly zhotoveny netradiční technikou. Skleněné rotačně mačkané kostky byly nalepeny epoxidovou pryskyřicí na dřevotřískový podklad. Po dohodě s autorem mozaiky byl pro transfer mozaiky zvolen kovový podklad – hliníková deska. Proto bylo třeba odzkoušet vhodné adhezivum, které by zajistilo pevné spojení mozaiky s podkladem a zároveň vykazovalo dobrou odolnost vůči stárnutí. Adhezivum bude zčásti vyplňovat spáry mezi kostkami, stejně jako tomu bylo na originálním díle.

Jako testované adhezivum byly zvoleny epoxidové pryskyřice, které zaručují dobrou adhezi mezi oběma materiály. Dalším požadavkem byla dostatečná doba zpracovatelnosti. Připravená lepicí směs musí mít dobrý rozliv, aby dobře pokryla celý panel (průměr cca 150 cm a 170 cm) a zároveň poskytla dostatek restaurátorům dostatek času pro manipulaci s mozaikou a její transfer.

Na základě výše uvedených požadavků byl proveden materiálový průzkum, na jehož základě byly vybrány čtyři epoxidové pryskyřice, které byly dále testovány. Byl sledován rozliv, průběh vytvrzování, barevnost a lesk povrchu připraveného filmu. Dále byl zjišťován vliv rozdílné teplotní roztažnosti nanesené vrstvy epoxidové pryskyřice a podkladového materiálu na adhezi filmu k podkladu. Pomocí umělého stárnutí byla na vzorcích adheziv zjišťována jejich odolnost vůči stárnutí.

## Experimentální část a výsledky

### Testovaný materiál

K testování byly vybrány čtyři epoxidové pryskyřice s dlouhou dobou zpracovatelnosti:

- **EPOX G300** (Dawex Chemical s.r.o., Paseky 615, 763 11, Želechovice nad Dřevnicí)
- **UHU PLUS endfest 300** (distributor: Z-TRADE s.r.o., třída Soukenická 76, Olivětín, Broumov; made in Germany)
- **Araldite 2020** (Huntsman Advanced Materials (UK) Ltd. Duxford, Cambridge CB2 4QA, UK)
- **HXTAL NYL-1** (KOREST, Restaurierungsbedarf, Uta Drescher-Zeising, Querstr.1, 01665, Niederjahna bei Meißen, Germany)

HXTAL NYL-1 je epoxidová pryskyřice, která byla vyvinuta speciálně pro restaurování skla.

### Podložka a příprava vzorků

Pro testování bylo použito odmaštěné tabulové sklo a hliníkový plech (Al99,5). Na podložky byly nanесeny filmy epoxidových pryskyřic pomocí nanášecího válečku s tloušťkou mokrého 125  $\mu\text{m}$ . U vzorků určených pro vyhodnocení adheze pomocí mřížkové zkoušky byla dle požadavků testu tloušťka mokrého filmu 75  $\mu\text{m}$ .

Při nanášení adheziva HXTAL NYL-1 pomocí nanášecího válečku docházelo ke slévání hmoty do středu skel.

### Umělé stárnutí

Vzorky pryskyřic nanesených na skleněné a hliníkové podložce byly podrobeny umělému stárnutí v zařízení Q-Lab CR 10 (USA), které simulovalo cyklické střídání hlavních degradačních parametrů. Cyklus se sestával z ozařování vzorků UV zářením ( $\lambda = 320 \text{ nm}$ , energie záření:  $0,68 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ , teplota:  $50 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , doba: 5 h), skrápění demineralizovanou vodou (teplota:  $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , doba: 2 min) a kondenzace vodní páry na povrchu (teplota:  $40 \text{ }^{\circ}\text{C}$ , doba: 2 h).

### Změna barevnosti po umělém stárnutí

Během stárnutí vzorků dochází ke změnám v chemickém složení polymerů, které jsou zpravidla provázané změnou barevnosti. Proto byly vyhodnocovány změny barevnosti pomocí kolorimetru. Pro měření byl využit přenosný UV/VIS spektrofotometr (kolorimetr) Spectro photo meter CM-700d (KONIKA MINOLTA), který pracuje v oblasti viditelného světla o vlnových



délkách 400-700 nm a zaznamenává reflektanci studovaného povrchu. Barevný odstín definuje v systému CIELAB, v němž hodnoty  $L^*a^*b^*$  určují:

- $L^*$  je jas, udává, jestli je barva světlá nebo tmavá,
- $a^*$  určuje směr od červené k zelené ( $+a^*$  je směr červené,  $-a^*$  směr zelené),
- $b^*$  určuje směr od žluté k modré ( $+b^*$  je směr žluté a  $-b^*$  směr modré).

Střed je bezbarvý (odstín šedi). Jak  $a^*$  a  $b^*$  rostou a bod se pohybuje od středu, sytost barvy roste. Celková změna barvy neboli **celková barevná difference  $\Delta E^*$** , která je mírou velikosti barevného rozdílu mezi předlohou (standardem) a měřeným vzorkem, se vypočítá podle vzorce:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

kde je

$\Delta L^* = L^*_{\text{vzorku}} - L^*_{\text{předlohy}}$ , rozdíl jasů barev, posun od černé k bílé,

$\Delta a^* = a^*_{\text{vzorku}} - a^*_{\text{předlohy}}$ , červeno zelený rozdíl,

$\Delta b^* = b^*_{\text{vzorku}} - b^*_{\text{předlohy}}$ , žluto modrý rozdíl.

Slovní hodnocení celkové barevné difference  $\Delta E^*$  dle ČSN 67 3068 je následující:

$\Delta E^*$       *Charakteristika barevné změny*

do 0.5      Barevný odstín je téměř beze změny, stálost je výborná

0.5-3      Vzorek vykazuje postřehnutelnou změnu barevného odstínu

3-8      Vzorek není barevně stálý

8-30      Vzorek má velmi špatnou barevnou stálost

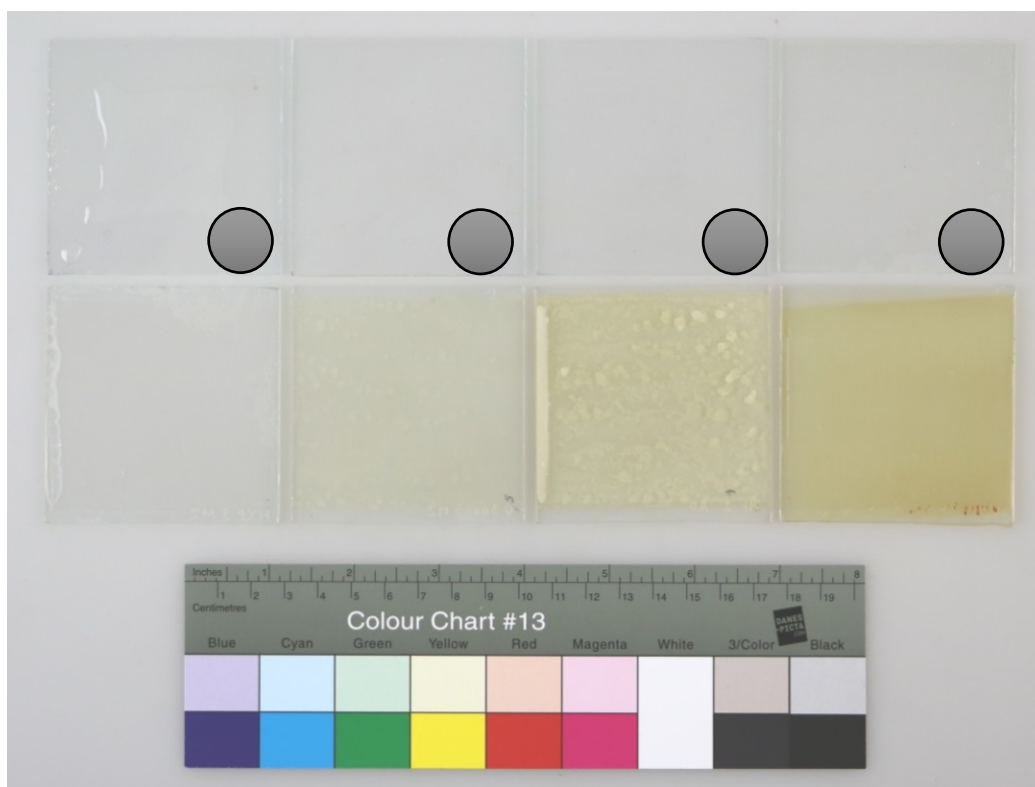
30-60      Vzorek je naprosto nestálý.

Změny barevnosti po umělém stárnutí byly proměřovány vždy na třech vzorcích nanesených na skleněné podložce. Vzorek byl proměřen vždy na stejném místě, a to po před a po umělém stárnutí.

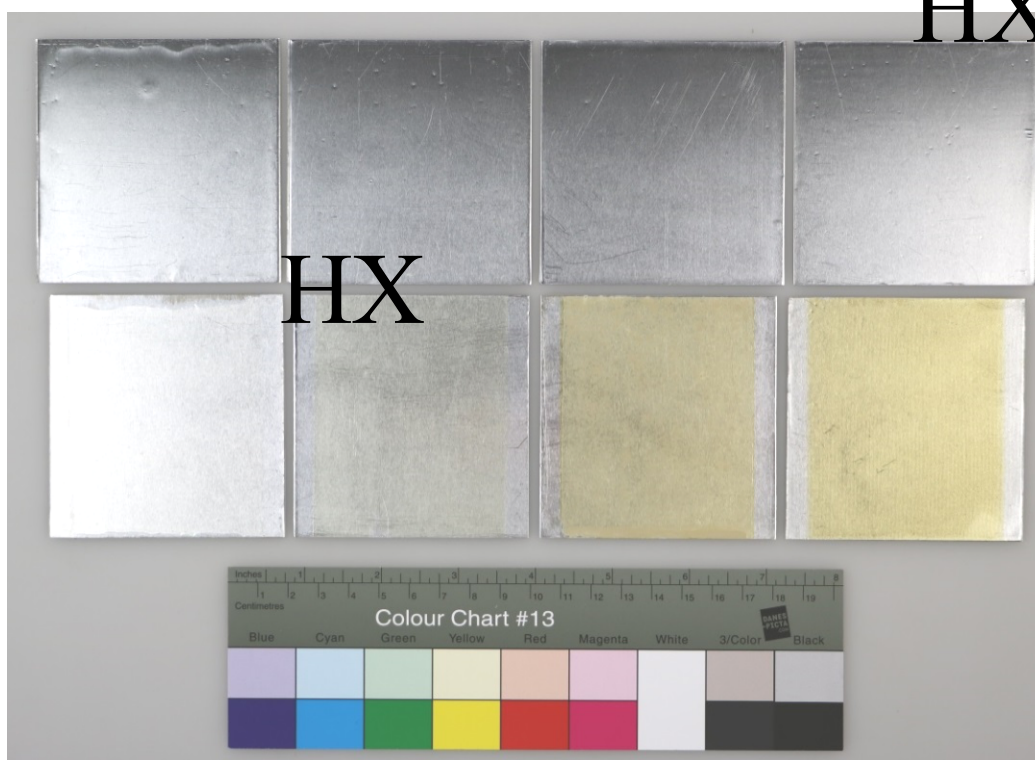
U všech vzorků docházelo především žloutnutí, viz *Tab. 1* a *Obr. 1 a 2*. Největší barevná změna byla zaznamenána v případě adheziva UHU PLUS endfest 300. Naopak adhezivum HXTAL NYL-1 bylo s celkovou barevnou diferencí  $\Delta E^* = 1,72$  (kritická právě vnímatelná barevná shoda), proto bylo toto adhezivum vyhodnoceno jako barevně nejstálější.

*Tab. 1: Změna barevnosti po umělém stárnutí epoxidových pryskyřic v QUV panelu*

| Parametr                                            | Araldite 2020 | EPOX G300 | UHU PLUS<br>endfest 300 | HXTAL NYL-1 |
|-----------------------------------------------------|---------------|-----------|-------------------------|-------------|
| změna barevnosti po<br>umělém stárnutí $\Delta E^*$ | 18,19         | 8,92      | 27,10                   | 1,72        |
| žloutnutí po umělém<br>stárnutí $\Delta b^*$        | 16,54         | 8,38      | 26,32                   | 1,67        |



Obr. 1: Vzorky adheziv na skleněné podložce po nanesení a po umělém stárnutí;  
HXTAL NYL-1 = HX, EPOX G300 = EP, UHU PLUS endfest 300 = UHU, Araldite 2020 = Ar.

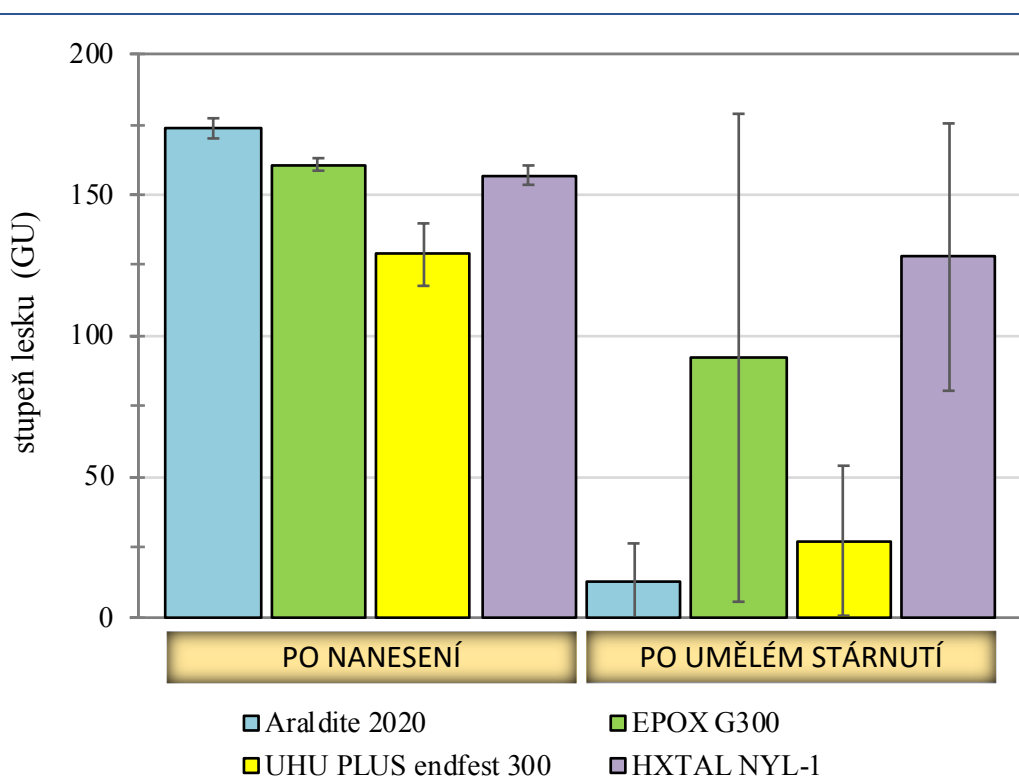


Obr. 2: Vzorky adheziv na hliníkové podložce po nanesení a po umělém stárnutí  
HXTAL NYL-1 = HX, EPOX G300 = EP, UHU PLUS endfest 300 = UHU, Araldite 2020 = Ar

### Změna lesku po umělém stárnutí

Změna lesku je další parametr, který vypovídá o degradaci sledovaného materiálu. Změna lesku vzorků byla měřena pomocí leskoměru micro-TRI-gloss (BYK Gardner, Německo) pod úhlem 20° na min. 3 vzorcích epoxidových pryskyřic nanesených na skleněné podložce, a to před a po umělém stárnutí.

Během umělého stárnutí adheziv došlo ke snížení průměrné hodnoty lesku povrchu, viz *Obr. 3*. U vzorků lepidla EPOX G300 a zvláště pak u adheziva Araldite 2020 byly po umělém stárnutí pozorovány matné skvrny na povrchu vrstvy. Mohlo by se jednat o k povrchu migrující nízkomolekulární látky, které byly rozpuštěny ve vodě při skrápění vzorků.



*Obr. 3: Změna lesku povrchu vzorků adheziv po umělém stárnutí*

### Cyklické změny teploty – vliv teplotní roztažnosti na adhezi

Vzorky adheziv nanesené na skleněné i hliníkové podložce byly střídavě vystavovány teplotě 50 °C a cca 22 °C, a to vždy po uplynutí alespoň 1 h. Celkem bylo provedeno 50 cyklů. Po té byly vzorky podrobeny testování adheze pomocí mřížkové zkoušky, viz níže.

### Rozliv

Válcový prostor formy o průměru 26 mm a objemu 13 ml byl naplněn připraveným adhezivem. Přetoky adheziva byly stěrkou setřeny do integrovaného kanálku. Forma byla sejmuta ze skleněné podložky a sledováno bylo zvyšování poloměru kruhu v závislosti na čase. Zkouška byla ukončena po uplynutí 1 hodiny. Výsledky jsou uvedeny v *Tab. 2*. Nejmenší rozliv byl zaznamenán u adheziva s nejvyšší viskozitou, adheziva UHU PLUS endfest 300.

*Tab. 2: Rozliv epoxidových lepidel*

| Čas<br>(min) | Zvýšení průměru (cm) |           |                      |             |
|--------------|----------------------|-----------|----------------------|-------------|
|              | Araldite 2020        | EPOX G300 | UHU PLUS endfest 300 | HXTAL NYL-1 |
| 1            | 3,0                  | 3,0       | 1,0                  | 3,0         |
| 2            | 4,0                  | 3,5       | 1,5                  | 3,0         |
| 3            | 4,0                  | 3,5       | 1,5                  | 3,5         |
| 10           | 4,5                  | 3,5       | 1,5                  | 3,5         |
| 30           | 4,5                  | 4,0       | 2,0                  | 4,0         |
| 60           | 5,0                  | 4,5       | 2,5                  | 4,5         |

### Průběh vytvrzování

Ke sledování průběhu vytvrzování byla využita zkouška zasychání – metoda s použitím mechanického záznamu průběhu zasychání<sup>1</sup> (ČSN EN ISO 9117-4). Na povrch zkušebního pruhu byla nanesena vrstva testovaného adheziva o výšce 1 mm. Tloušťka naneseného filmu byla regulována pomocí distanční pásky, která také zabránila stékání adheziva z testovacího pruhu. Skleněné pásky s adhezivem se umístily do přístroje, následně byla spuštěna jehla, která se pohybovala konstantní rychlostí. Jehla vlivem tuhnutí adheziva začne zanechávat stopu.

Měření průběhu vytvrzování bylo provedeno na třech vzorcích. Aritmetický průměr hodnot je uveden v *Tab. 3*.

Bod gelace (*Tab. 4*) byl zjišťován pomocí rotačního reometru AR-G2 (TA Instruments); průměr terče: 25 mm; výška: 1 mm; frekvence: 1 Hz. Výsledky jsou průměrem hodnot dvou měření (*Obr. 4–11*).

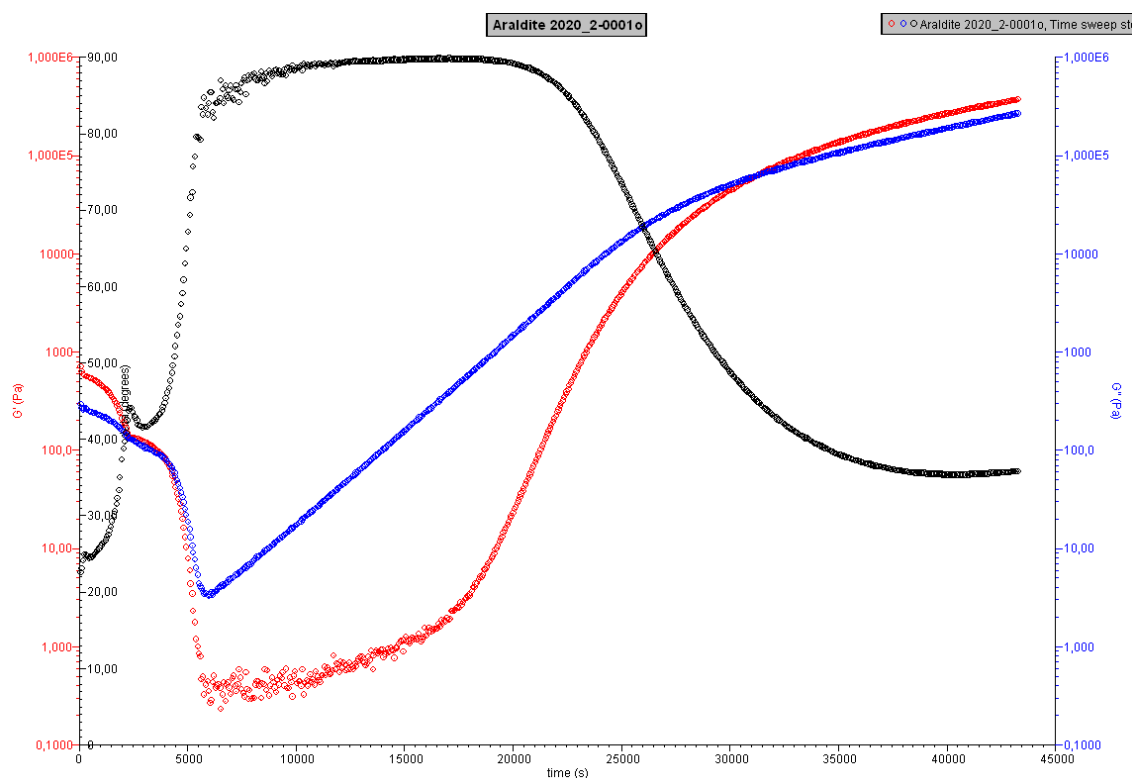


Tab. 3: Zkouška zasychání – mechanický záznam průběhu zasychání při teplotě 22 °C

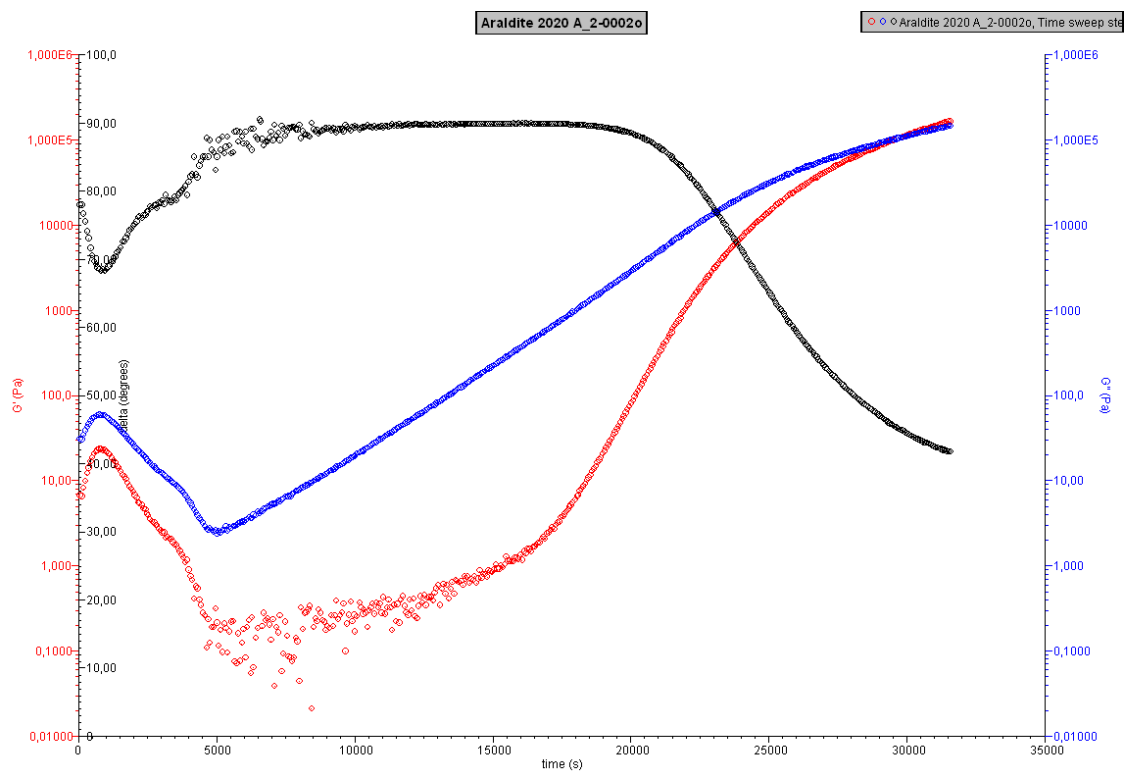
|                    | Čas (h)       |           |                      |             |
|--------------------|---------------|-----------|----------------------|-------------|
|                    | Araldite 2020 | EPOX G300 | UHU PLUS endfest 300 | HXTAL NYL-1 |
| zaschnutí na dotek | 6,5           | 17,0      | 4,5                  | 22,0        |
| ztráta lepidlosti  | 7,5           | 20        | 5,5                  | > 24,0      |
| zatvrdnutí         | 10,5          | > 24,0    | 7,0                  | > 24,0      |
| proschnutí         | 12,5          | > 24,0    | 12,0                 | > 24,0      |

Tab. 4: Určení bodu gelace při teplotě 30 °C

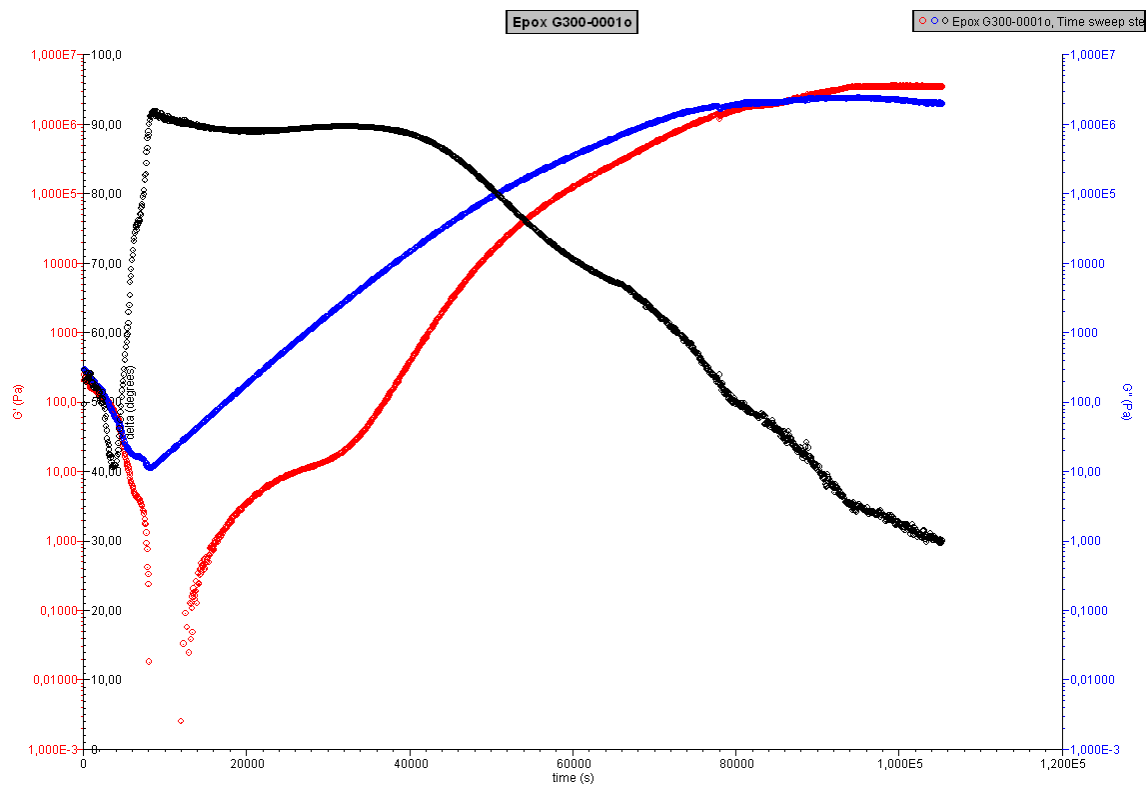
| Parametr       | Araldite 2020 | EPOX G300 | UHU PLUS endfest 300 | HXTAL NYL-1 |
|----------------|---------------|-----------|----------------------|-------------|
| bod gelace (h) | 8,0           | 22,7      | 7,2                  | 27,7        |



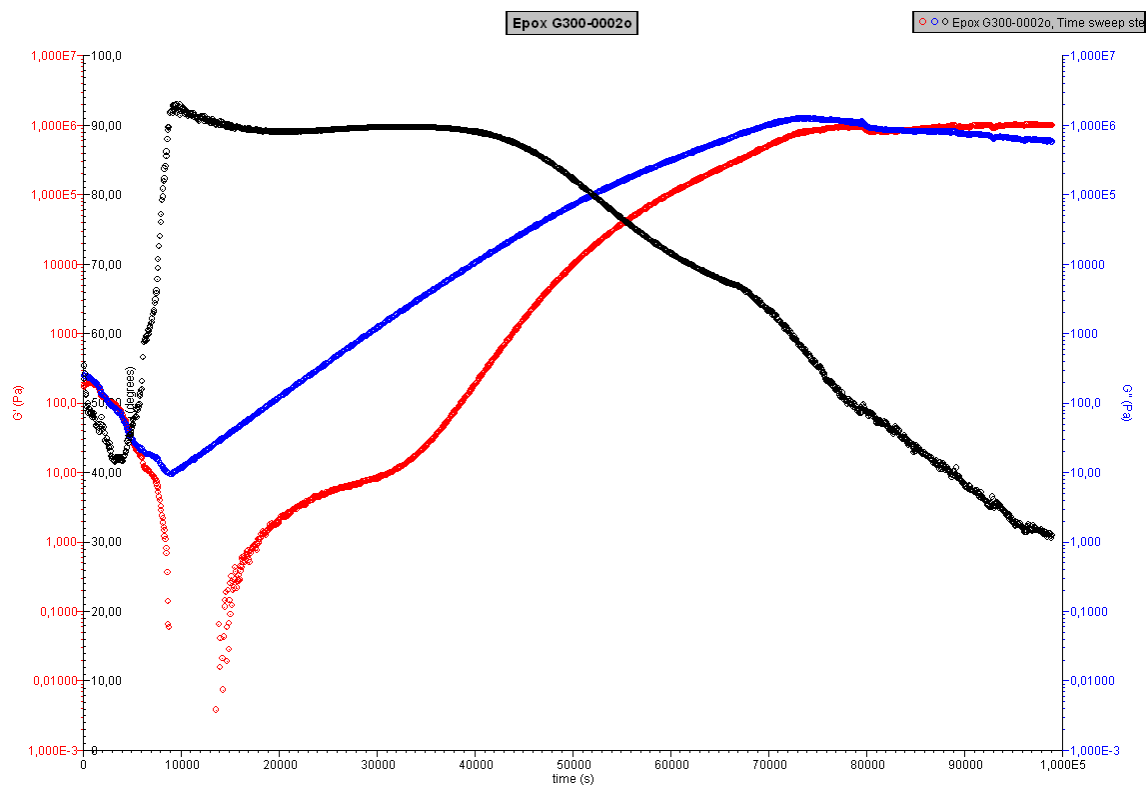
Obr. 4: Závislost viskozitního ( $G''$ ) a elastického ( $G'$ ) modulu lepidla Araldite 2020 na čase



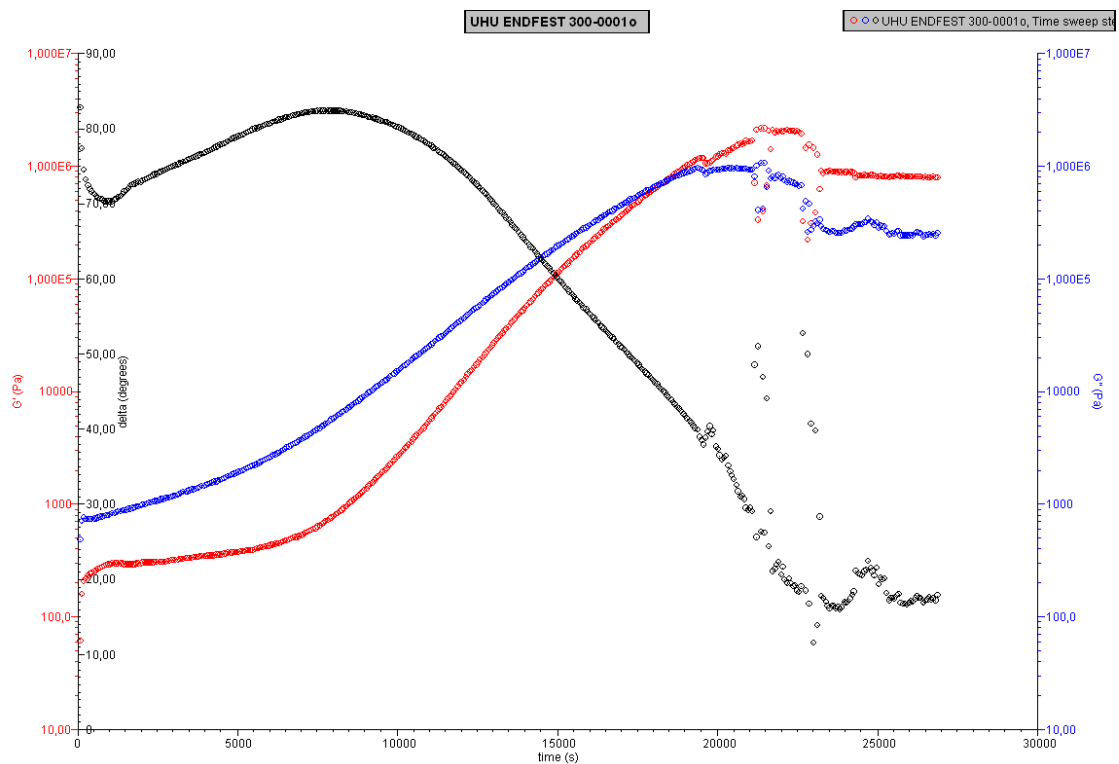
Obr. 5: Závislost viskozitního ( $G''$ ) a elastického ( $G'$ ) modulu lepidla Araldite 2020 na čase



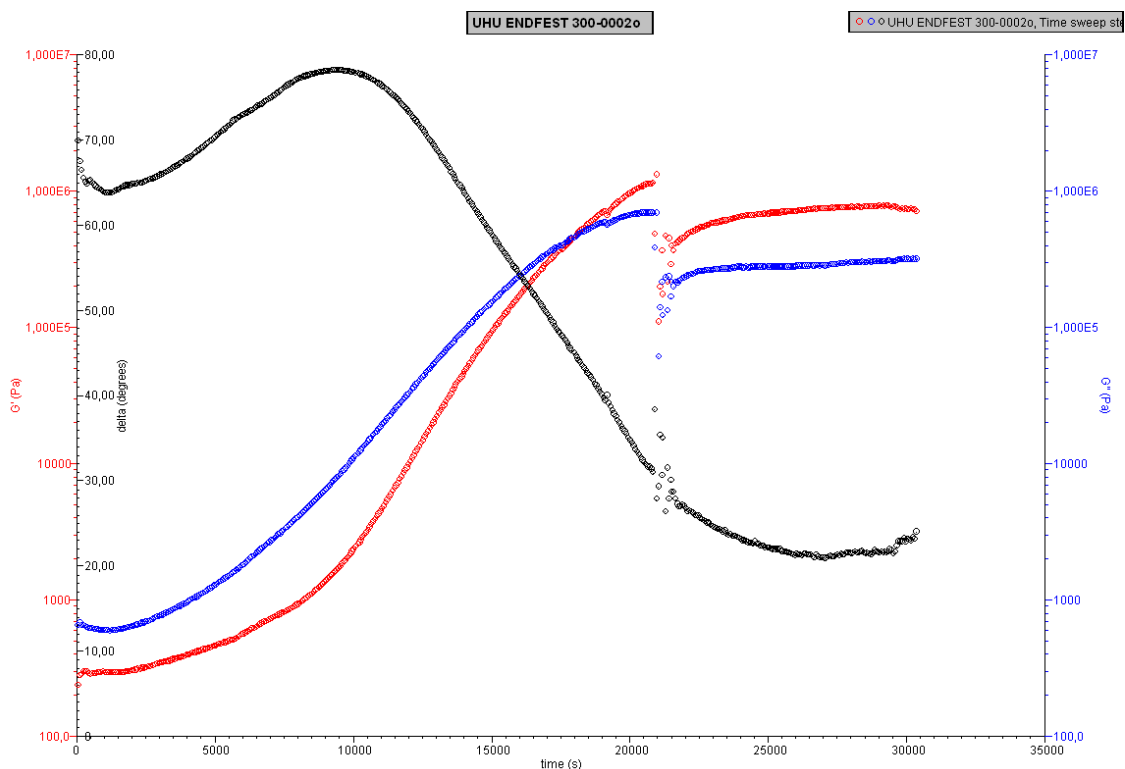
Obr. 6: Závislost viskozitního ( $G''$ ) a elastického ( $G'$ ) modulu lepidla EPOX G300 na čase



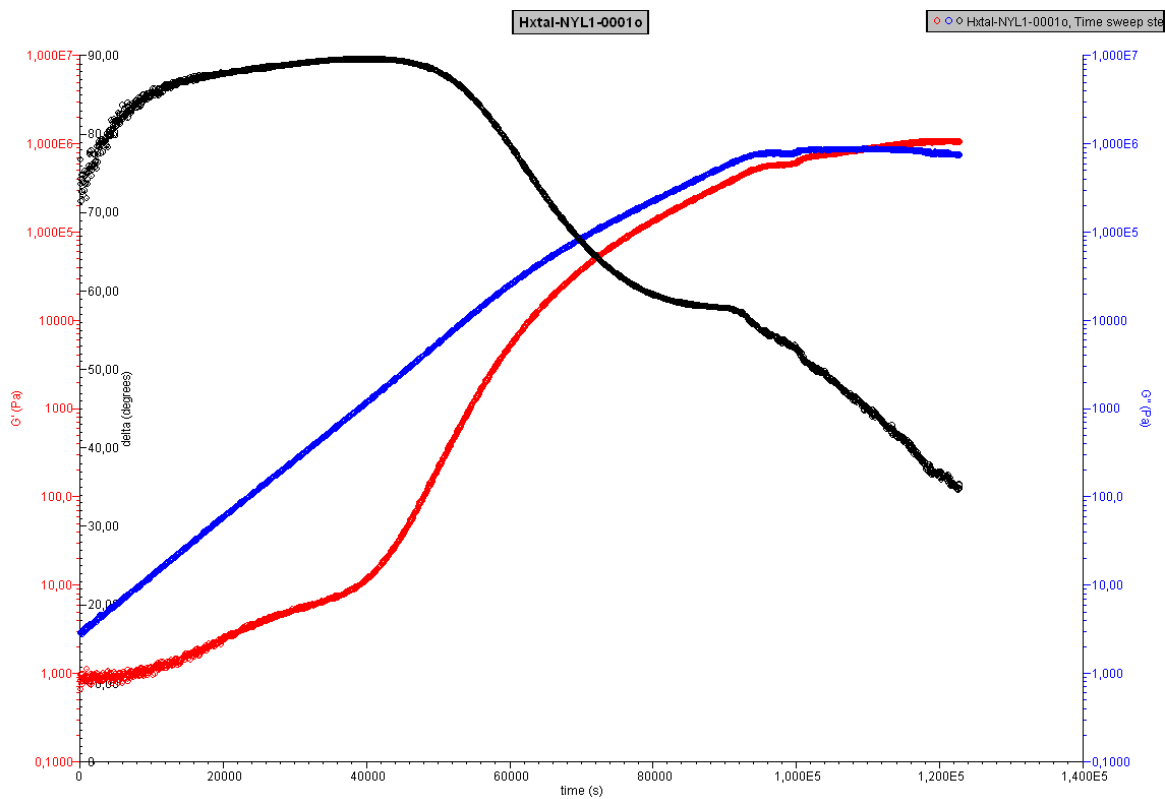
Obr. 7: Závislost viskozitního ( $G''$ ) a elastického ( $G'$ ) modulu lepidla EPOX G300 na čase



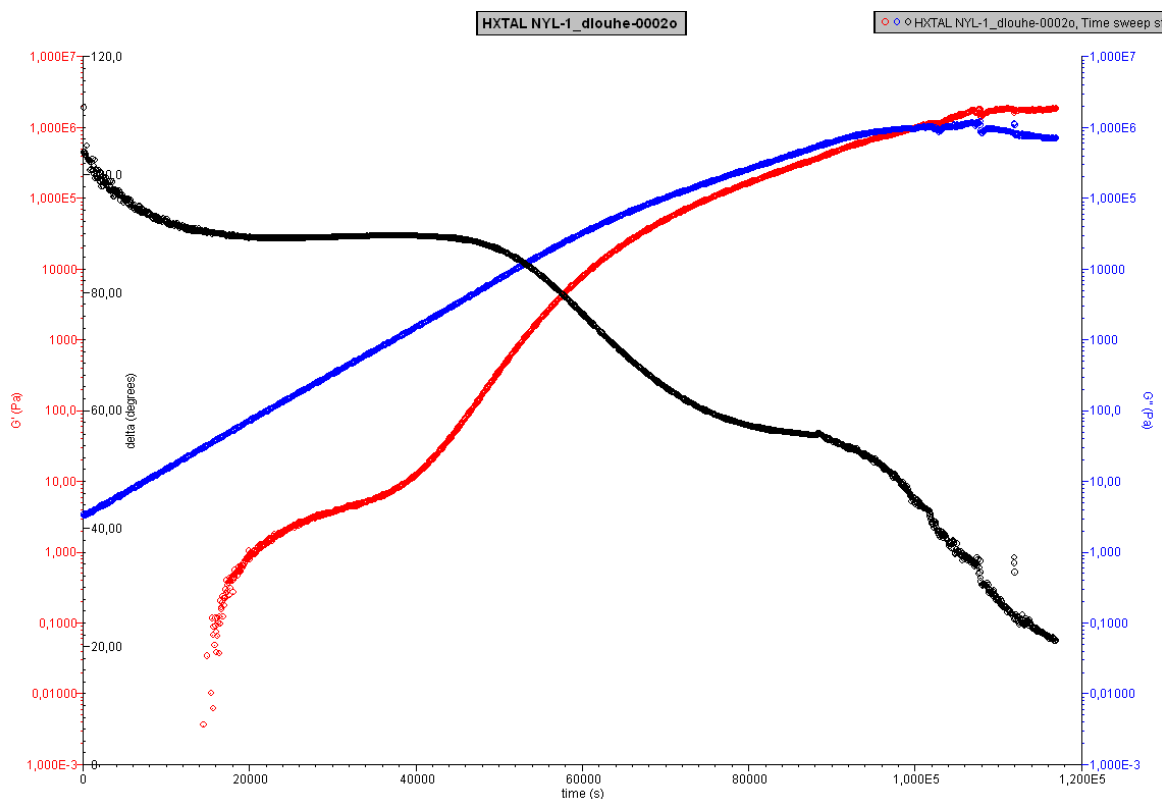
Obr. 8: Závislost viskozitního ( $G''$ ) a elastického ( $G'$ ) modulu lepidla UHU PLUS endfest 300 na čase



Obr. 9: Závislost viskozitního ( $G''$ ) a elastického ( $G'$ ) modulu lepidla UHU PLUS endfest 300 na čase



Obr. 10: Závislost viskozitního ( $G''$ ) a elastického ( $G'$ ) modulu lepidla HXTAL NYL-1 na čase



Obr. 11: Závislost viskozitního ( $G''$ ) a elastického ( $G'$ ) modulu lepidla HXTAL NYL-1 na čase

### Odtrhová zkouška přilnavosti<sup>2</sup> (ČSN EN 24624)

Odtrhová zkouška přilnavosti byla provedena za využití přístroje PosiTest Pull-Off Adhesion Tester (DeFelsko, USA). Průměr zkušební panenky byl 20 mm. Zkušební panenka se přilepila pomocí standardizovaného epoxidového lepidla k povrchu filmu. Po vytvrzení lepidla bylo testované adhezivum po obvodu panenky oříznuto. Po té byla panenka uchycena do přístroje a provedlo se vlastní měření – odtrh. Testovány byly vzorky adheziv před a po umělém stárnutí.

V případě adheziva HXTAL NYL-1 byly připraveny sady podkladů bez primeru a s ním. Pro všechna testovaná adheziva byly připraveny i hliníkové podložky, u nichž byl brusným papírem P400 těsně před aplikací zdrsňen povrch.

Ve všech případech byl překročen měřicí rozsah přístroje pro zkušební panenku s plochou o průměru 20 mm, tj. 20 MPa. V případě adheziva HXTAL NYL-1 se tedy ani při použitím testu neprojevil vliv úprav povrchu.



### Mřížková zkouška přilnavosti<sup>3</sup> (ČSN EN ISO 2409)

Adheziva byla na podložku nanесena pomocí válečku vymezujícího tloušťku mokré vrstvy 75 µm. Testovány byly vzorky epoxidových pryskyřic na skleněné i hliníkové podložce před a po vystavení cyklickým změnám teploty a po umělém stárnutí, viz Tab. 5. Provedená zkouška spočívá v proříznutí filmu paralelními noži, a to kolmo na sebe. Provedené řezy musí proniknout do podkladu. Na takto vzniklý rastr – mřížka se očistí měkkým štětečkem a aplikuje se na něj standartní lepicí páska. Po jejím odtržení se povrch očistí a vyhodnotí se míra odlupování filmu od podkladu dle návodu.

Nejlepší adhezi k podkladu vykazovala epoxidová pryskyřice HXTAL NYL-1. Po umělém stárnutí docházelo u většiny vzorků ke zhoršení adheze k podkladu.

Tab. 5: Vyhodnocení mřížkové zkoušky.

Hodnocení: 0 - řezy jsou zcela hladké, žádný čtverec mřížky není poškozen; 1 – nepatrné poškození v místech, kde se řezy kříží, poškozená plocha nesmí přesahovat 5 %; 2 - film je nepatrně poškozen podél řezů a v jejich křížení, poškození mřížky je vyšší než 5 %, ale nižší než 15 % celkové plochy; 3 – nátěr je částečně poškozen v rozích řezů, podél řezných hran částečně nebo celý na různých místech mřížky, poškození mřížky je v intervalu více než 15 % a méně než 35 % plochy; 4 - na filmu jsou patrné velké změny v rozích řezů, některé čtverečky jsou poškozeny částečně nebo zcela, plocha mřížky je poškozena více než z 35 %, ale méně než z 65 %; 5 – povrch je změněn z více než 65 %.

| Popis vzorků                                                 | Klasifikace   |           |                      |             |
|--------------------------------------------------------------|---------------|-----------|----------------------|-------------|
|                                                              | Araldite 2020 | EPOX G300 | UHU PLUS endfest 300 | HXTAL NYL-1 |
| Adhezivum na skleněné podložce před stárnutím                | 3             | 3         | 0                    | 0           |
| Adhezivum na hliníkové podložce před stárnutím               | 3             | 1         | 0                    | 0           |
| Adhezivum na skleněné podložce po umělém stárnutí            | 5             | 4         | 3                    | 1           |
| Adhezivum na hliníkové podložce po umělém stárnutí           | 3             | 2         | 1                    | 0           |
| Adhezivum na skleněné podložce po cyklických změnách teplot  | 5             | 3         | 0                    | 0           |
| Adhezivum na hliníkové podložce po cyklických změnách teplot | 3             | 0         | 0                    | 0           |

### Další sledované vlastnosti

Subjektivně byly sledovány i další vlastnosti připravovaných adheziv, které jsou shrnuty v *Tab. 6*. Konkrétně byla vyhodnocována zpracovatelnost a senzorické vlastnosti při přípravě. A dále lepivost připravených filmů po jejich vytvrzení.

*Tab. 6: Doplnkové vlastnosti testovaných epoxidových pryskyřic; stupnice 1-3, 1 je nejlepší.*

| Sledovaná vlastnost filmu        | Araldite 2020 | EPOX G300 | UHU PLUS endfest 300 | HXTAL NYL-1 |
|----------------------------------|---------------|-----------|----------------------|-------------|
| Příprava směsi                   | 1             | 1         | 3                    | 2           |
| Senzorické vlastnosti – příprava | 2             | 1         | 3                    | 1           |
| Lepivost na dotek po vytvrzení   | ne            | ne        | ano                  | ne          |

### Závěr

Testovány byly čtyři epoxidové pryskyřice vhodné pro spoj sklo-kov. Z provedených testů se jako nejvhodnější bylo vyhodnoceno adhezivum HXTAL NYL-1. Adheziva EPOX G 300 a Araldite 2020 měla v porovnání s předchozím slabší adhezi k použitým podložkám a při umělém stárnutí žloutla. Adhezivum UHU PLUS endfest 300 vykazovalo dobrou adhezi ke sklu i hliníku, ovšem mělo žlutou barvu, jeho povrch byl i po vytvrzení lepivý a během umělého stárnutí docházelo k silnému žloutnutí.

### Literatura:

- 1 ČSN EN ISO 9117-4. *Nátěrové hmoty – Zkoušky zasychání – Část 4: Metoda s použitím mechanického záznamu průběhu zasychání*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013. 12 p.
- 2 ČSN EN 24624. *Nátěrové hmoty – Odtrhová zkouška přilnavosti*. Praha: Český normalizační institut, 1994. 12 p.
- 3 ČSN EN ISO 2409. *Nátěrové hmoty – Mřížková zkouška*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013. 17 p.

## Přílohy – shrnutí studovaných vlastností

### Epoxidové lepicí a licí hmoty vhodné pro spoje sklo-hliník

| Parametr                                                                   | Araldite 2020 | EPOX G300 | UHU PLUS endfest 300 | HXTAL NYL-1 |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|----------------------|-------------|
| Barevnost pryskyřice                                                       | čirá          | čirá      | žlutá                | čirá        |
| Bod gelace při 30 °C (h)                                                   | 8,0           | 22,7      | 7,2                  | 27,7        |
| Zkouška zasychání při cca 22 °C – doba zaschnutí na dotek <sup>1</sup> (h) | 6,5           | 17,0      | 4,5                  | 22,0        |
| Zkouška zasychání při cca 22 °C – doba proschnutí <sup>1</sup> (h)         | 12,5          | > 24,0    | 12,0                 | > 24,0      |
| Rozliv <sup>2</sup> (cm)                                                   | 5,0           | 4,5       | 2,5                  | 4,5         |
| Mřížková zkouška <sup>3</sup> – sklo (třída)                               | 3             | 3         | 0                    | 0           |
| Mřížková zkouška <sup>3</sup> – hliník (třída)                             | 3             | 1         | 0                    | 0           |
| Odrhová zkouška přilnavosti <sup>4</sup> – sklo (MPa)                      | > 20          |           |                      |             |
| Odrhová zkouška přilnavosti <sup>4</sup> – hliník (MPa)                    | > 20          |           |                      |             |
| Změna barevnosti po umělém stárnutí <sup>5</sup> $\Delta E^*$              | 18,19         | 8,92      | 27,10                | 1,72        |
| Žloutnutí po umělém stárnutí <sup>5</sup> $\Delta b^*$                     | 16,54         | 8,38      | 26,32                | 1,67        |
| Příprava hmoty                                                             | 1             | 1         | 3                    | 2           |
| Senzorické vlastnosti – příprava                                           | 2             | 1         | 3                    | 1           |
| Lepivost na dotek po vytvrzení                                             | ne            | ne        | ano                  | ne          |

1 ČSN EN ISO 9117-4

2 Zvýšení poloměru kruhu po 1 h, 13 ml,  $d = 26$  mm.

3 ČSN EN ISO 2409

4 ČSN EN 24624

5 Podmínky umělého stárnutí: 30 denní simulace působení povětrnostních podmínek – cyklus se sestává z ozařování vzorků UV zářením ( $\lambda = 320$  nm, energie záření:  $0,68 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ , teplota: 50 °C, doba: 5 h), skrápění demineralizovanou vodou (teplota: 20 °C, doba: 2 min) a kondenzace vodní páry na povrchu (teplota: 40 °C, doba: 2 h).

## Epoxidové lepicí a licí hmoty vhodné pro spoje sklo-hliník – grafické znázornění výsledků

| Parametr                                                                   | Araldite 2020 | EPOX G300 | UHU PLUS endfest 300 | HXTAL NYL-1 |
|----------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------|----------------------|-------------|
| Barevnost pryskyřice                                                       | čirá          | čirá      | žlutá                | čirá        |
| Bod gelace při 30 °C (h)                                                   | 8,0           | 22,7      | 7,2                  | 27,7        |
| Zkouška zasychání při cca 22 °C – doba zaschnutí na dotek <sup>1</sup> (h) | 6,5           | 17,0      | 4,5                  | 22,0        |
| Zkouška zasychání při cca 22 °C – doba proschnutí <sup>1</sup> (h)         | 12,5          | > 24,0    | 12,0                 | > 24,0      |
| Rozliv <sup>2</sup> (cm)                                                   | 5,0           | 4,5       | 2,5                  | 4,5         |
| Mřížková zkouška <sup>3</sup> – sklo (třída)                               | ☹             | ☹         | 😊                    | 😊           |
| Mřížková zkouška <sup>3</sup> – hliník (třída)                             | ☹             | 😊         | 😊                    | 😊           |
| Odtřhová zkouška přilnavosti <sup>4</sup> – sklo (MPa)                     | 😊             |           |                      |             |
| Odtřhová zkouška přilnavosti <sup>4</sup> – hliník (MPa)                   | 😊             |           |                      |             |
| Změna barevnosti po umělém stárnutí <sup>5</sup> $\Delta E^*$              | ☹             | ☹         | ☹                    | 😊           |
| Žloutnutí po umělém stárnutí <sup>5</sup> $\Delta b^*$                     | ☹             | ☹         | ☹                    | 😊           |
| Příprava hmoty                                                             | 😊             | 😊         | ☹                    | ☹           |
| Senzorické vlastnosti – příprava                                           | ☹             | 😊         | ☹                    | 😊           |
| Lepivost na dotek po vytvrzení                                             | ne            | ne        | ano                  | ne          |

1 ČSN EN ISO 9117-4

2 Zvýšení poloměru kruhu po 1 h, 13 ml, d = 26 mm.

3 ČSN EN ISO 2409

4 ČSN EN 24624

5 Podmínky umělého stárnutí: 30 denní simulace působení povětrnostních podmínek – cyklus se sestává z ozařování vzorků UV zářením ( $\lambda = 320$  nm, energie záření:  $0,68 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ , teplota: 50 °C, doba: 5 h), skrápění demineralizovanou vodou (teplota: 20 °C, doba: 2 min) a kondenzace vodní páry na povrchu (teplota: 40 °C, doba: 2 h).



**Ministerstvo kultury, Maltézské náměstí 1, Praha 1, odbor výzkumu a vývoje**

Č. j.: MK 43221/2019 OVV

Sp. zn.: MK 16395/2015 OVV

## **OSVĚDČENÍ**

**č. 31**

o uznání uplatněného památkového postupu  
v souladu s podmínkami „Metodiky hodnocení výzkumných organizací a hodnocení programů účelové podpory  
výzkumu, vývoje a inovací“

**Název Památkového postupu:** „Restaurování skleněných mozaik v epoxidovém loži“

**Autorský kolektiv:**

MgA. Barbora Víková, Mgr. art. Jan Vojtěchovský, Ph.D., MgA. Petr Hampl, BcA. David Svoboda, DiS., Ing. Irena Kučerová, Ph.D.

**Příjemce podpory, na jehož základě byl památkový postup vytvořen:**

Univerzita Pardubice, fakulta restaurování

**Dedikace :** Projekt Programu NAKI II

„Restaurování mozaik tzv. české mozaikářské školy ze skla a kamene“

Identifikační kód DG16P02M056

**Uživatelé památkového postupu v praxi:**

- restaurátoři,
- pracovníci NPÚ,
- vlastníci skleněných mozaik, které byly v rámci původní technologie osazeny do epoxidového lože.

V Praze dne 5. 6. 2019

  
.....  
Ing. Martina Dvořáková  
ředitelka Oboru výzkumu a vývoje

