

# Restaurování vitráží z kostela svatého Jakuba Většího v Žebnici – shrnutí poznatků komplexního průzkumu

Michaela Kněžů Knížová, Romana Kozáková, Šárka Msallamová, Zuzana Zlámalová Cílová, Martin Fořt

## Restoration of the Stained Glass from the Church of St. Jacob the Bigger in Žebnice – a Summary of the Findings of the Comprehensive Research

*Abstract: This paper summarizes information from the comprehensive exploration of all materials represented on a stained glass panel dating to the mid-14<sup>th</sup> century. The samples of glass, the corrosion layers, crusts and painting on glass were characterized by SEM/EDS, as well as samples of lead profiles and solder. The structure and consistency of the color layer, along with the underlying glass were also evaluated. Furthermore, the metal structure was observed at the metallographic cut. Corrosion products of the lead network and putties were measured by an X-ray diffractometer. These results were helpful during the detection of historic repairs and modern material used for previous restoration operations. The stained glass panel was documented photographically and X-ray images were also taken of the original lead network. Information was used to creation a restoration plan for this unique object. Finally, the existing humanistic studies were complemented by technological aspects.*

**Keywords:** Stained Glass, Medieval Glass, Lead, Solder, Analytic Exploration, Restoration

### Úvod

V letech 2013–2015 proběhl mezioborový průzkum a následné náročné restaurování tří vitrážových panelů uložených ve sbírkách Oddělení starších českých dějin Historického muzea – Národního muzea.

Vitráže byly původně součástí souboru šesti zachovaných okenních výplní sakristie kostela sv. Jakuba Většího v Žebnici u Plzně, odkud byly roku 1911 vyjmuty a staly se součástí muzejních sbírek. Tři vitrážové panely byly uloženy v Národním muzeu v Praze (tehdy Museum království českého) a tři v Západočeském muzeu v Plzni (tehdy Umělecko-průmyslové museum Plzeňské). Do pražského muzea se dostala vitráž s motivem sv. Ondřeje z jižního okna a dvě vitráže ze severního okna zobrazující blíže neurčené apoštoly. Panely byly

Národním muzeem po dlouhodobém jednání odkoupeny od farního úřadu v Žebnici za 300 korun a 43 haléřů<sup>1</sup>.

Tato šestice vitráží, datovaná kolem roku 1340, je považována za nejstarší dochovaný soubor tohoto druhu umění na našem území<sup>2,3</sup> a zcela jistě patří ke skvostům středověkého sklářství.

### Výroba historických vitráží

Počátky tohoto typu umění na našem území lze hledat již ve 12. století. První písemný údaj pochází z roku 1162 z latinsky psané kroniky benediktinského mnicha, Kosmova pokračovatele, z kláštera v Sázavě. Uvádí, že sázavský opat Reginaldus z Met je znalý všeho umění, jež se skládá ze skla. Z tohoto vyplývá, že byl obeznámen s metodou malování a skládání barevných výplní oken – vitráží.<sup>4</sup>

**1** Archiv Oddělení starších českých dějin NM, Kniha přírůstků III. 1906–1916, s. 329; do sbírek zapsáno 4. května 1911, placeno hlavní pokladnou dle účtu přílohy č. 194/222 pro rok 1911.

**2** HEJDOVÁ, Dagmar a kol. Vitrail a mozaika. In: DRAHOTOVÁ Olga, et. al. (ed.) Historie sklářské výroby v českých zemích, I. díl, Praha, 2005, s. 104.

**3** ROYT, Jan. Vitráže. In: BAŽANTOVÁ, Nina a FAJT, Jiří (ed.). Gotika v západních Čechách (1230–1530): k 700. výročí založení města Plzně. Díl II, Praha 1996, s. 540.

**4** DRAHOTOVÁ, Olga. České sklo. Praha, 1970, s. 8–10.

**Bc. Michaela Kněžů Knížová**  
Národní muzeum – Historické muzeum  
michaela\_knizova@nm.cz

**Mgr. Romana Kozáková**  
Národní muzeum – Historické muzeum  
romana\_kozakova@nm.cz

**Ing. Šárka Msallamová**  
VŠCHT Praha  
Sarka.Msallamova@vscht.cz

**Ing. Zuzana Zlámalová Cílová, Ph.D.**  
VŠCHT Praha  
cilovaz@vscht.cz

**Martin Fořt, DiS.**  
Národní muzeum – Historické muzeum  
martin\_fort@nm.cz

- 5 *Ibidem*, s. 8–10.
- 6 HEJDOVÁ, Dagmar. *Postavení českého středověkého sklářství ve spektru středověkých řemesel*. In: *Středověké sklo v zemích koruny české*. Most, 1994, s. 25–26.
- 7 ČERNÁ, Eva. *Svědectví archeologických nálezů okenních skel*. Svorník, Praha, 2004, č. 2, s. 22.
- 8 Popovič, Štěpán. *Výroba a zpracování plochého skla*. 1. vyd. Praha, 2009, s. 21.
- 9 *Ibidem*, str. 19.
- 10 PENDER, Robyn a GODFRAND, Sophie. *Glass & Glazing*. London, 2011, s. 12–18.
- 11 *Nejčastěji u červených skel*.
- 12 *Stříbrná lazura poskytující odstíny žluté*.
- 13 CÍLOVÁ, Zuzana, KUČEROVÁ, Irena a KNIŽOVÁ, Michaela. *Hodnocení korozního poškození středověkých vitráží z území Čech. Korozní ochrana materiálů [online]*. Praha: 2013, roč. 57, č. 2 [cit. 10. 2. 2015], s. 46. Dostupné z: <http://www.casopis-korozne.cz/index.php>.
- 14 DRAHOTOVÁ, Olga. *České sklo*. Praha, 1970, s. 8–10.
- 15 HEJDOVÁ, Dagmar. *Postavení českého středověkého sklářství ve spektru středověkých řemesel*. In: *Středověké sklo v zemích koruny české*. Most, 1994, s. 25–26.
- 16 LOSOS, Ludvík. *Vitráže*. Praha, 2006, s. 30.
- 17 *Tato inovace souvisí pravděpodobně s technickým rozvojem zlatnictví*.
- 18 *Ibidem*, s. 30.
- 19 *Ibidem*, s. 40.
- 20 REYNTIENS, Patrick. *The Techniques of Stained Glass*. London, 1977.

Vitráže se od 12. století staly významnou dekorativní i funkční částí církevních staveb. V gotické chrámové architektuře ustupovaly obvodové zdi stále více okenním otvorům, jejichž prosklení se stalo nedílnou součástí stavby. Toto sklářské odvětví se postupně zdokonalovalo jak po stránce technické, tak i umělecké. Od 13. století byly nově vznikající vitráže stále složitější, avšak výrazný rozmach umění vitrážové výzdoby přišel až ve 14. století spolu s rozkvětem církevního stavitelství.<sup>5,6</sup>

Do dnešní doby se středověké vitráže dochovaly jen vzácně. Kromě souboru žebnických vitráží jsou známá často jen jejich torza či drobné výplně kružeb, např. v Oseku (kolem roku 1360), v Čechovicích (poslední čtvrtina 14. století), v Úbočí (konec 14. století) a v Bukovci (kolem roku 1400). Většina skleněných oken podlehla zkáze a jejich existence je v dnešní době doložena jen drobnými zlomky tabulového skla, které jsou objevovány při archeologických výzkumech.<sup>7</sup>

**Výroba vitrážového skla:** Okenní sklo bylo vyráběno technikou roztočení bubliny v plochý terč (tzv. korunový způsob), a to ve sklárnách zhotovujících zároveň sklo duté. Tento způsob byl v pozdější době používán pro výrobu levných okenních skel, tzv. bucen<sup>8</sup>. Se vzrůstající poptávkou po vitrážovém skle se stále více uplatňovala technika rozvinutí pláště válcovité bubliny. Válcový způsob byl dokonalejší. Ploché sklo vyrobené touto technikou mělo větší rozměry, čímž bylo vhodnější pro složitější tvary<sup>9,10</sup>. Postupně se rozšiřující barevná škála byla docilována probarvováním již přímo ve hmotě, popř. vrstvením<sup>11</sup> nebo povrchovým lazurováním<sup>12</sup>. Konečný vzhled byl dotvářen malbou tmavě hnědou nebo černou barvou, tzv. švarclotem – barvou připravenou z prášku snadno tavitelného skla s barvicími přísadami pojenou organickým pojivem<sup>13</sup>, která se tepelně spojovala s podkladem během výpalu při teplotách kolem 500 až 600 °C.<sup>14,15</sup>

**Nástroje používané při dělení skla a zasklívání:** Z několika málo dochovaných zmínek je patrné, že středověcí sklenáři dělili sklo tzv. opukáváním – příkládáním žhavého drátu na povrch skla, a do složitějších tvarů dotvářeli dílky olamováním či vyštípováním. K tomuto opracování používali tzv. olamovací želízka a vyštípací a olamovací kleště se zobákovitými čelistmi zanechávající typické drobné lasturovitě lomové plochy.<sup>16</sup>

**Výroba olověných profilů:** K výrobě olověných nut bylo zprvu užíváno slévání do břidlicových forem s mělkými žlábkami. Touto technikou vznikaly polotovary, tyčky o délce cca 60 cm, které byly dále upravovány hoblováním tak, aby vznikl oboustranný žlábek pro upevnění skleněných dílků. Tato pracná technika byla později nahrazena tažením olova ve válcovacím strojků (pravděpodobně již ve 13. století)<sup>17</sup> s následným dorýváním pomocí ostré čepele. Ke krájení olova byl používán nůž se silnou zahnutou čepelí. Pájení bylo prováděno páječkou ohřívanou na malých pískách s dřevěným uhlím<sup>18</sup>. Až v polovině 19. století se začalo využívat tažení pomocí tzv. válcovací stolice, kde se konečný profil získává pomocí rýhovaného kolečka, které svou šířkou udává rozměr jádra profilu, a postranních čelistí s výřezy (tzv. kapen) udávajícími šířku křídel H-profilu. Tento způsob tažení zanechává charakteristické pravidelné vroubkování.<sup>19</sup>

K základním povrchovým úpravám olověných nut patří celoplošné cínování, které se postupně vyvinulo z bodového pájení v místech spojů. Toto cínování nebylo tedy při výrobě středověkých vitráží zvykem a u mladších vitráží lze pozorovat provenienční rozdíly.<sup>20</sup>

### Historie kostela

Obec Žebnice spolu s tamním kostelem svatého Jakuba Většího jsou připomínány již v letech 1368 a 1378 coby majetek nedalekého cisterciáckého kláštera v Plasích. Kostel byl postaven v 1. polovině 14. století. Za husitských válek byl roku 1420 značně poškozen a následně

opravy se dočkal až v letech 1530–1535. Původní gotický chrám byl roku 1784 zbořen až po presbytář a v letech 1784–1785 vystavěn do současné podoby podle plánů Jana Blažeje Santiniho. Zmíněný presbytář s trojbokým závěrem s žebrovou klenbou, datovaný těsně po roce 1346, byl při barokní přestavbě využit jako sakristie<sup>21</sup>. Z dobových záznamů se dochovala zmínka, že tři dvojdílná lomená okna vyplňují pozoruhodné kružby<sup>22</sup>.

V letech 1891 a 1940 proběhly částečné opravy značně zdevastovaného kostela. V roce 1911 byly vyjmuty vitrážové panely. Z nekvalitní dokumentace lze vysledovat, že již v této době byly panely výrazně poškozeny, zejména v jeptiškách<sup>23, 24</sup>.

Novodobé opravy kostela dovršily rozsáhlé stavební práce z let 2003–2010, díky nimž se podařilo vrátit kostelu jeho reprezentativní vzhled. Do šestice oken byly osazeny nově vyrobené vitráže provedené na motivy původních středověkých výjevů. Ve věži kostela dnes slouží opravené zvony z 16. století. V presbytáři byly restaurovány iluzivní nástěnné malby hlavního oltáře s výjevem Apoteózy sv. Jakuba Většího a v lodi při vítězném oblouku protějškové iluzivní malované oltáře zasvěcené sv. Janu Nepomuckému na straně evangelijní a Panně Marii Lurdské na straně epištolní<sup>25</sup>. Pro malované nástavce obou oltářů byli příznačně zvoleni světci z řádového okruhu – sv. Bernard z Clairvaux, patron cisterciáků a sv. Luitgarda, cisterciácká mystička a řeholnice. Během oprav byly objeveny vzácné doklady historického vývoje kostela. Archeologický průzkum odhalil stopy dokládající skutečnost, že zde ještě před touto stavbou stávala jiná, datovaná předběžně do 9. století<sup>26</sup>. V prostoru bývalého kněžiště, dnešní sakristie, tedy v těsné blízkosti původního umístění vitrážových panelů, byly pod několika vrstvami výmalby nalezeny zbytky původních gotických nástěnných maleb se skupinovými figurálními výjevy. Pocházejí nejspíše

z 1. poloviny 14. století a úzce tak souvisejí s ikonografií okenních panelů.<sup>27</sup>

Zjištěné záznamy o historickém vývoji stavby uvádějí hned několik údajů zásadních pro zachycení datace starších úprav studovaných vitrážových panelů. U předmětů tak křehkých, jako jsou skleněná okna, nelze předpokládat, že po celou dobu, kdy byla součástí architektury, nedošlo k jejich opravám či přizpůsobení novému prostoru. Ačkoliv je obecně uváděno, že olovená síť žebnicových panelů je původní, tj. středověká<sup>28, 29</sup>, není toto tvrzení prokazatelné. Naopak lze předpokládat, že panely byly během některé z oprav přeskleny. V minulosti bylo všeobecně dodržovanou praxí, že olovená síť byla měněna, neboť docházelo k její degradaci a mechanické deformaci vlivem vnějších podmínek i vlastní tíhou skla<sup>30</sup>.

### Analytický průzkum

Rozsáhlý analytický průzkum byl realizován v rámci komplexního restaurátorského zásahu. Naposledy byly vitráže restaurovány v roce 1978, kdy byly jednotlivé panely přeskládány do nových profilů a z velké části byly doplněny novodobým sklem. Z restaurátorské zprávy lze vyčíst, že olovené profily byly považovány za natolik zdegradované, že nebyla jiná možnost než celková výměna<sup>31</sup>. Navzdory tehdejší běžné praxi byly demontované kovové části pro svůj historický význam uchovány a uloženy společně jako součást sbírkového předmětu<sup>32</sup>. Panely s vyměněnou olovenou sítí byly od té doby dlouhodobě vystavovány v Lobkovickém paláci na Pražském hradě a po deinstalaci uloženy v depozitářích v Historické budově NM. Pravděpodobně díky nevhodným podmínkám a způsobu uložení došlo k rozsáhlé degradaci materiálů, které vyústilo v akutní potřebu opětovného restaurátorského zásahu. Mikroklimatické podmínky v hlavní budově Národního muzea byly dlouhodobě sledovány a v roce 2007 publikovány<sup>33</sup>.

**21** MATOUŠ, František. *Mittelalterliche Glassmalerei in der Tschechoslowakei. Corpus vitrearum medii aevi*. Praha, 1975, s. 64–69.

**22** PODLAHA, Antonín. *Posvátná místa Království českého. Diecéze Pražská III. Vikariáty: Kralovický, Vlašimský a Zbraslavský*, Praha, 1909, s. 107–110.

**23** Jeptiška = horní část vitrážového panelu vyplňující lomený oblouk nebo kružbu.

**24** *Ibidem*, s. 261–262.

**25** POCHÉ, Emanuel (ed.). *Umělecké památky Čech. Díl IV*, Praha, 1982, s. 401.

**26** BŘICHÁČEK, Pavel a ČECHURA, Martin. *Nálezové zpráva záchraného archeologického výzkumu kostela svatého Jakuba Většího v Žebnici. Plzeň, Archiv nálezových zpráv ZČM v Plzni, oddělení záchraných výzkumů*, 2010.

**27** Žebnice, *Informativní osadní web: Obec Žebnice [online]*. [cit. 5. 1. 2015]. Dostupné z: <http://www.zebnice.cz/historiel>.

**28** *Viz evidenční karta NM*.

**29** ROYT, Jan. *Vitraje*. In: BAŽANTOVÁ, Nina a FAJT, Jiří (ed.). *Gotika v západních Čechách (1230-1530): k 700. výročí založení města Plzně*. Díl II, Praha 1996, s. 541.

**30** The York Glazier Trust [online]. [cit. 25. 1. 2015]. Dostupné z: <http://yorkglazierstrust.org/?idno=1014>.

**31** JIŘIČKA, Josef. *Restaurování tří gotických vitrajů ze Žebnice. Restaurátorská zpráva ze dne 5. 6. 1978*. Archiv NM v Praze.

**32** DÍLO podnik ČFVU středisko Výtvarná služba. *Zpráva o prohlídce restaurátorského díla ze dne 6. 6. 1978*. Archiv NM v Praze

**33** DROZENOVÁ, Jindřiška, et al. *Vliv vnitřních a vnějších faktorů na korozivitu vnitřního prostředí v hlavní budově Národního muzea*. In: *Sborník z konference konzervátorů a restaurátorů. Znojmo, 2007, s. 12–15*.

Na olověné síti se vyskytly rozsáhlé povlaky, u nichž bylo jako příčina předpokládáno působení těkavých organických látek uvolňovaných z dřevotřískové adjustace. Všechny tři hlavní obdélníkové části byly prověšené vlastní tíhou (skladování předmětů naplocho). Dále bylo mechanicky poškozeno mnoho skleněných dílků. Vitráže se tímto staly značně nestabilními a hrozilo vypadnutí nebo další poškození skel. V neposlední řadě bylo shledáno, že polymerní materiály, které byly použity při předchozím restaurování, byly rovněž velice degradované - lepidla ztratila soudržnost, lak na sklech zežloutl a zmatněl.

Součástí nového restaurátorského zásahu bylo zjištění stavu původních olověných sítí, posouzení možnosti odstranění novodobých sítí a navrácení skel do původních. Při porovnání skladby přeskleněného panelu s původní sejmutou sítí byly zaznamenány významné rozdíly. Z tvaru olověných nut jednoznačně vyplynulo, že skladba vzniklá v 70. letech neodpovídala původnímu rozložení a v případě jeptišky i částečně zkreslovala originální tvar.

Významným impulsem k náročnému úkolu bylo i studium tří panelů ze Západočeského muzea v Plzni, které jsou dodnes v kompletním, natolik stabilním stavu, že je možné jejich dlouhodobé vystavování<sup>34,35</sup>.

### **Použité analytické metody**

Pro analytický průzkum byly použity vzorky odebrané pouze z jednoho panelu – vitráž s motivem neznámého apoštola v červeném rouchu, inv. č. H2-7257a,b (obr. 1). Výběr vzorků byl optimalizován na základě historicky zachycených časových předělů tak, aby bylo následně vyhledávání analogických skel i olověných profilů co nejefektivnější.

Vizuální zhodnocení bylo provedeno na stereomikroskopu Olympus SZX9 s napařeným fotoaparátém Olympus Camedia C5060. Pořízené snímky byly

zpracovány programem QuickPHOTO Camera 2.3.

K základnímu určení stavu původní olověné sítě byly pořízeny rentgenové snímky. RTG průzkum byl proveden ve Středočeském muzeu v Roztokách u Prahy přístrojem ERESKO 42 MF na technické defektoskopické filmy FOMA.

Chemické složení skla, barevné vrstvy a korozních krust bylo měřeno na elektronovém mikroskopu Hitachi S-4700 s SDD detektorem fotonů. Měření probíhalo na naleštěných příčných řezech skel. Získaná spektra byla vyhodnocena a převedena na koncentrace korekčním programem ZAF. Jistou výhodou této metody je rychlost, avšak měření nedosahují takové citlivosti jako např. rentgenová fluorescenční analýza. Tato metoda byla zvolena zejména kvůli možnosti odebrání vzorků pouze velmi malých rozměrů (řádově desetin až jednotky mm) a možnosti měření jednotlivých vrstev (nezkorodované a zkorodované sklo, barevná vrstva, krusta). Zároveň byla touto metodou zkoumána morfologie barevné vrstvy.

K určení prvkového složení kovu, povrchových úprav a míry degradačních změn byl použit elektronový rastrovací mikroskop TESCAN VEGA 3 s EDS analyzátozem Oxford Instruments INCA 350.

K chemické analýze byl připraven metalografický výbrus z příčného řezu vzorku. Struktura kovu byla zvýrazněna leptáním metalografického výbrusu vzorku v roztoku koncentrované kyseliny octové s přídavkem peroxidu vodíku a byla zdokumentována pomocí optického světelného mikroskopu PME3.

Fázové složení korozních produktů a použitého tmelu bylo analyzováno RTG difraktometrem Panalytical – X'pert Pro.

### **Výsledky a vyhodnocení analýz**

**Sklo:** K analýze chemického složení skla bylo vybráno 21 skleněných segmentů různých barev, vzhledu, míry poškození a způsobu řezání/dělení (obr. 2).

**34** CÍLOVÁ, Zuzana, et al. *Restaurátorský zásah na vitrajích z kostela sv. Jakuba Většího v Žebnici. Sklář a keramik*, 2012, roč. 62, č. 13–14, s. 348–352.

**35** BERÁNKOVÁ, Marie. *Restaurátorská zpráva vitrají ze Žebnice. Plzeň, Archiv ZČM v Plzni*, 2012.

Všechna skla byla probarvována ve hmotě, včetně žlutých odstínů<sup>36</sup>. Pouze u červeného (vzorek č. 4) a oranžového skla (vzorek č. 8) bylo potvrzeno vrstvení. Na snímku (obr. 3) je patrná jednoduchá skladba vrstvení červeného skla, u níž se předpokládá tradice výroby ve střední Evropě<sup>37</sup>. Většina analyzovaných skel patří vzhledem ke svému složení do skupiny draselno-vápenatých. Obsah  $K_2O$  se pohybuje v rozmezí 21,5–23,5 hm. %,  $CaO$  19,5–21,5 hm. % a  $SiO_2$  47–49 hm. %, což se shoduje s archeologickými nálezy plochých středověkých skel v českých zemích<sup>38,39,40</sup>. Při srovnání se soudobými dutými skly, pozorujeme významný rozdíl v obsahu  $SiO_2$ , který je u dutých skel podstatně vyšší (kolem 55–60 hm. %)<sup>41,42</sup>. Kromě tří vzorků a červeného vrstvení mají všechna měřená skla téměř identické složení nezávisle na konečné barevnosti, povrchovém poškození či síle střepu, a to včetně nápadně tenčích vzorků č. 3 a 4. Porovnání analogií bylo zaměřeno též na skla z 1. pol. 16. století (zaznamenaná oprava kostela z let 1530–1535). Ta ve svém složení vykazují výrazně vyšší obsah  $SiO_2$ <sup>43,44</sup>. Toto zjištění koliduje s předpokladem, že okrajové části měly být u obou neznámých apoštolů měněné za původní skla s nápisovými páskami (zachována u sv. Ondřeje)<sup>45</sup>. V jeptišce byla analyzována skla (vzorek č. 9 a 10), která se svým charakterem i chemickým složením zařadila ke středověkým originálům, ovšem na staré obrazové dokumentaci<sup>46</sup> jsou tato místa evidentně nezachovalá a olovená síť má rozdílný tvar.

Zcela odlišné složení mají pouze vzorky č. 2, 16 a 17. Zde se jedná prokazatelně o skla druhotně vložená do vitráže během oprav. Toto tvrzení podporuje kromě jejich chemického složení také způsob opracování skel. Dílky nebyly tvarovány olamováním a vyštípováním, jak bylo pravidlem u středověkých skel. K jejich výrobě byl použit řezák. Tato technika dělení skel je známá až od 16. století<sup>47</sup>. Vzorek č. 17 je zlomkem tzv. bucny z draselného skla vyráběného v 16.–19. století<sup>48</sup>. Vzorek č. 16 odpovídá mladším sklům pravděpodobně

z 18. století<sup>49</sup>. Tyto segmenty by mohly mít souvislost s opravami při barokní přestavbě. Vzorek č. 2 lze považovat za novodobý doplněk. Jedná se o sodné sklo běžně vyráběné od poloviny 19. století<sup>50</sup>.

Z výše uvedených skutečností lze vyvodit závěr, který jednoznačně potvrzuje starší opravy vitrážových panelů. Pravděpodobně však nebylo k těmto účelům používáno vždy sklo nové, ale i materiál z rozbitých tabulek poškozených, dnes neznámých, vitráží tvořících původně rozsáhlý soubor ze žebnického kostela. Z celkové kompozice oken totiž vyplývá, že zde bylo původně více nežli těchto šest dochovaných panelů (obr. 4). Vzhledem k tomu, že v souboru jsou některé postavy světců doplněny jmény a některé ne, můžeme se domnívat, že rozbitá skla s nápisy byla během některé opravy vyjmuta a nahrazena nepoškozenými skly z jiného okna.

**Korozní vrstva na skle:** Chemická odolnost skla je ze značné míry závislá na jeho složení. Při nevhodném poměru hlavních složek je výsledné sklo ovlivňováno již působením vzdušné vlhkosti (ztrácí svůj lesk, na povrchu se tvoří šedobílý povlak). Odolnost skla je tím větší, čím větší je obsah  $SiO_2$  a menší obsah alkálií (K, Na). Další složkou zvyšující chemickou odolnost je  $CaO$ <sup>51</sup>. Chemické složení studovaných skel odpovídá velmi nízké chemické odolnosti. I přesto lze zhodnotit především interiérovou stranu skel s malbou jako velmi dobře zachovalou. Ze složení korozních vrstev vyplývá, že došlo k vyloužení většiny alkálií z povrchu skla (obsah  $K_2O$  klesl o desítky hm. %), čímž zde došlo k relativnímu nárůstu křemičité složky.<sup>52,53</sup>

Při pohledu na snímek z elektronového mikroskopu (obr. 5) lze uvažovat o přítomnosti tzv. biokoroze<sup>54</sup>. Toto poškození bylo pozorováno na středověkých okeních sklech katalánských kostelů a bylo popsáno jako kanálky procházející z povrchu skla do jádra střepu<sup>55</sup>. Je způsobováno přítomností mikroorganismů na skle (špinavý či poškrábaný povrch za-

**36** U žádného žlutého odstínu se nejedná o stříbrnou lazuru běžně používanou v období středověku.

**37** KUNICKI-GOLDFINGER, J. Jerzy, et al. Technology, production and chronology of red window glass in the medieval period end rediscovery of a lost technology. *Journal of Archaeological Science*, 2014, č. 41, s. 102–103.

**38** LOSOS, Ludvík. Vitráže. Praha, 2006, s. 32.

**39** CÍLOVÁ, Zuzana, et al. Restaurátorský zásah na vitrajích z kostela sv. Jakuba Většího v Žebnici. *Sklář a keramik*, 2012, roč. 62, č. 13–14, s. 351.

**40** KLÁPŠTĚ, Jan a VELIMSKÝ, Tomáš. Shrnutí výsledků první etapy výzkumu historického jádra města Mostu - Zusammenfassung der Ergebnisse der ersten Untersuchungsetappe des historischen Stadtkernes von Most. In: *Současné úkoly československé archeologie*. Praha, 1981, s. 150–155.

**41** TORŇOŠOVÁ, Jana. Restaurování importovaného archeologického skla nalezeného v Bratislavě. *Bakalářská práce, VŠCHT Praha*, Praha, 2014, s. 33.

**42** KNÍŽOVÁ, Michaela. Rekonzervace 6 skleněných nádob z archeologického výzkumu na náměstí Republiky v Praze. *Bakalářská práce, VŠCHT Praha*, Praha, 2011, s. 51.

**43** Vitrea, databáze [online]. [cit. 25. 2. 2015]. Dostupné z: [http://www.arup.cas.cz/VI-TREALmenu/Nalez\\_nazev\\_window%20glass.htm](http://www.arup.cas.cz/VI-TREALmenu/Nalez_nazev_window%20glass.htm)[http://www.arup.cas.cz/VITREALmenu/Nalez\\_nazev\\_window%20glass.htm](http://www.arup.cas.cz/VITREALmenu/Nalez_nazev_window%20glass.htm)

**44** KLIKAROVÁ, Lenka. Restaurování archeologického skla z odpadní jímky v Chrudimi a chemická odolnost tohoto draselného skla. *Bakalářská práce, VŠCHT Praha*, Praha, 2010.

**45** CÍLOVÁ, Zuzana, et al. Restaurátorský zásah na vitrajích z kostela sv. Jakuba Většího v Žebnici. *Sklář a keramik*, 2012, roč. 62, č. 13–14, s. 348.

**46** MATOUŠ, František. *Mittelalterliche Glassmalerei in der Tschechoslowakei. Corpus vitrearum medii aevi*. Praha, 1975, obrazová příloha, obr. 55.

- 47** LOSOS, Ludvík, Vitráže. Praha, 2006, s. 37.
- 48** U tzv. bučen je datování problematické, neboť technologie výroby se v nezměněné formě udržovala po velmi dlouhou dobu.
- 49** KOZÁKOVÁ, Romana. Restaurování archeologického skla z Chrudimi a možnosti konzervace metodou sol – gel. *Bakalářská práce, VŠCHT Praha, Praha, 2009.*
- 50** SMRČEK, Antonín. Vývoj technologie a sklářské suroviny. In: *Historie sklářské výroby v českých zemích I. Praha, 2005, s. 420–485.*
- 51** HLAVÁČ, Jan. Základy technologie silikátů. Praha, 1988, s. 249–251.
- 52** *Ibidem*, s. 249–251.
- 53** KNÍŽOVÁ, Michaela. Konzervace 6 skleněných nádob z archeologického výzkumu na náměstí Republiky v Praze. *Bakalářská práce, VŠCHT Praha, Praha, 2011, s. 35.*
- 54** *Těž biologická degradace – degradační proces způsobený aktivitou živých organismů.*
- 55** PIÑAR, Guadalupe, et al. *Microscopic, chemical, and molecular-biological investigation of the decayed medieval stained window glasses of two Catalan churches. In: International Biodeterioration & Biodegradation, 2013, s. 388–400.*
- 56** COOKE, Ruth. *Leaded Lights and Stained Glass. In: Windows: History, Repair and Conservation. Cambridge, 2007, s. 415–417.*
- 57** Tato vitráž pochází ze souboru vitrážových panelů z žebnického kostela sv. Jakuba Většího (nyní v Plzni).
- 58** CÍLOVÁ, Zuzana, KUČEROVÁ, Irena a KNÍŽOVÁ, Michaela. Hodnocení korozního poškození středověkých vitráží z území Čech. *Koroze a ochrana materiálů [online]. Praha: 2013, roč. 57, č. 2 [cit. 10. 2. 2015]. Dostupné z: <http://www.casopis-koroze.cz/index.php>, s. 45.*
- 59** CÍLOVÁ, Zuzana, et al. Restaurovátkový zásah na vitrážích z kostela sv. Jakuba Většího v Žebnici. *Sklář a keramik, 2012, roč. 62, č. 13–14, s. 350.*

držuje vlhkost, čímž tento růst podporuje)<sup>56</sup>. Obdobné poškození bylo pozorováno i u vitráže s motivem Krista kralujícího ze sbírek Západočeského muzea v Plzni<sup>57, 58, 59</sup>

**Krusta na skle:** Vlivem korozního působení okolního prostředí se mohou na povrchu skla tvořit krusty. V nich se často vyskytují méně rozpustné soli (sírany či uhličitany vápenaté). Z analýzy vyplývá, že námi zkoumané krusty na skle jsou tvořeny převážně síranem (obr. 6) a fosforečnanem vápenatým.

**Malba na skle:** Měření vzorky barevné vrstvy vykazují značnou nehomogenitu ve složení danou nejenom způsobem přípravy, ale i mírou poškození. Nicméně je jasné, že se jedná o běžně používaný nízkotavitelný systém SiO<sub>2</sub>-PbO. Jako barvicí složky byly použity oxidy železa a také mědi. Obsah sodíku v barvené vrstvě vzorku č. 15 může souviset s mladší opravou, neboť ve středověkém švarclotu se sodík prakticky nevyskytuje<sup>60</sup>. Kromě chemického složení barevné vrstvy byla zkoumána i její stabilita. Pokud není malba na skle bezchybně vypálena a zcela nepřilnula k podkladu, může se stát, že se vlhkost dostane mezi vrstvy. Barva je tímto „nadzvednuta“ a postupně dochází k jejímu opadávání. Obvykle jsou takto poškozeny nejdříve silnější nánosy malby. Přítomnost P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> v některých vzorcích (č. 6, 8, 15, 21) potvrzuje výskyt korozních produktů skla vzniklých na rozhraní sklo – malba. Toto tzv. podkorodování lze v malé míře vidět na snímcích z elektronového mikroskopu (obr. 7). Kromě prasklin souběžných s povrchem skla byly pozorovány i praskliny v kolmém směru procházející skrz vrstvu malby až do podkladového skla (obr. 5).<sup>61</sup>

**Olovo:** Originální olovo bylo podrobně zkoumáno pomocí optické mikroskopie. V nejvíce poškozených částech došlo k proděravění jádra H-profilu (obr. 8). Z tvaru těchto míst vyplývá, že část byla způsobena mechanickým poškozením (roztržené části na sebe po vyrovnání do sedají) a část korozním úbytkem hmoty.

Materiál v okolí prasklin si zachoval původní tvárnost olova a nedochází ke drobení či křehnutí.

K průzkumu složení materiálu byly vybrány 4 vzorky oloveného profilu a 2 vzorky pájek – olovený profil bez poškození: *Pb-1* a olovené profily s poškozením: *Pb-2-II*, *Pb-2-III* a *Pb-2-IV*, a *původní pájka* a *nová pájka* (nové spoje nastříhané originální sítě). K chemickému průzkumu byly dále odebrány i korozní produkty: jeden ze vzorku *Pb-1* a po jednom z každého vzorku z *Pb-2* (II, III, IV).

Analýzou bylo zjištěno, že vzorek *Pb-1* je vyroben z olova bez příměsových prvků<sup>62</sup> a povrch oloveného spoje není pocínován. Charakter struktury kovu odpovídá struktuře olova s minimálním množstvím příměsových prvků v materiálu (obr. 9) a jedná se tedy s největší pravděpodobností o materiál tavený z nové suroviny, nikoliv recyklovaný ze starších olovených nut. Použití čistého olova odpovídá požadavkům technologie na měkkost pro stáčení složitých tvarů<sup>63</sup>.

Vzorek *Pb-2* reprezentuje tři místa vizuálně identifikovaných oprav sítě (obr. 10). Jádro fragmentu č. *II* je vyrobeno z čistého olova bez příměsových prvků<sup>64</sup>, čemuž odpovídá i charakter struktury kovu, která je v porovnání se vzorkem *Pb-1* jemnější. Jádro fragmentu č. *III* je vyrobeno z olova s malou příměsí cínu, cca 2,3 hm. %. Struktura materiálu odpovídá litému stavu olovené slitiny bez dalšího tváření. Pravděpodobně se tedy jedná o akutní opravu vitrážového spoje roztaveným olovem. Jádro fragmentu č. *IV* je vyrobeno z olova s malým podílem cínu, kolem 2 hm. %.

Povrch fragmentů *Pb-2-II*, *III* a *IV* je na rozdíl od vzorku *Pb-1* pocínován. Cínování fragmentu č. *III* a *IV* obsahuje malý podíl olova. U fragmentu č. *III* se obsah olova pohybuje kolem 2 hm. % a u fragmentu č. *IV* kolem 11 hm. % (obr. 11). Cínování fragmentu č. *II* obsahuje kromě olova (přibližně 4 hm. %) také velmi malé množství mědi, která tvoří v cínové matici intermetalickou fázi

Cu-Sn. Z výsledků lze vyvodit, že na opravy bylo použito několik zcela různých materiálů, což svědčí o jejich časové diferenci.

Chemické složení *korozních produktů vzorku Pb-1* tvoří především směs síranu draselno-olovnatého, bazického uhličitanu olovnatého, s vyšším podílem oxidu křemičitého a malým obsahem šťavelanu vápenatého. Složení *korozních produktů vzorku Pb-1* je prakticky shodné se složením *korozních produktů fragmentu II a IV vzorku Pb-2*. *Korozní produkty fragmentu III vzorku Pb-2* mají poněkud odlišné složení a jsou tvořeny směsí oxidu křemičitého, bazického uhličitanu olovnatého, s malým obsahem uhličitanu vápenatého a anortitu.

**Pájka:** Chemické složení vzorku *původní pájka* (obr. 12) odpovídá svým složením slitině Sn-Pb s obsahem olova cca 33 hm. % olova. Chemické složení vzorku *nová pájka* odpovídá svým složením také slitině Sn-Pb, tentokrát s vyšším obsahem olova – kolem 54 hm. %. Z fázového diagramu Sn-Pb vyplývá, že nově použitá pájka je tavitelná při vyšší teplotě než původní pájka a při jejím odstraňování v blízkosti starého spoje může dojít k jeho natavení.

**Tmel:** K analýze tmelu byly odebrány dva vzorky označené *tmaový tmel* a *světlý tmel*. Chemické složení vzorku *tmaový tmel* odpovídá směsi síranu draselno-olovnatého, bazického uhličitanu olovnatého, s vyšším podílem oxidu křemičitého a malým obsahem šťavelanu vápenatého, anortitu a hydratovaného síranu vápenatého. Uhličitan vápenatý často přítomný v používaných tmelech nebyl ve vzorku identifikován a směs svým charakterem odpovídá spíše směsi korozních produktů olova. Chemické složení vzorku *světlý tmel* je tvořeno směsí uhličitanu vápenatého, oxidu křemičitého s malým obsahem hydratovaného síranu vápenatého a šťavelanu vápenatého. Toto složení lze identifikovat jako tmel tradičně používaný pro tmelení vitráží<sup>65</sup>.

K oloveným profilům bylo nalezeno několik datačně zařazených analogií – sbírkových předmětů<sup>66</sup> i archeologických nálezů<sup>67</sup> (obr. 13). Z porovnání s touto chronologicky vytvořenou řadou vyplývá, že síť žebnických panelů nejvíce odpovídá svým vzhledem a způsobem tváření dlabaných žlábků nejstarším analogiím ze 14.–15. století. Získané olovené profily z období novověku mají nápadně subtilnější tvarování a jasné znaky použití jednoduchého válcování. Z tohoto zjištění by bylo možné usuzovat, že možné přesklení není pravděpodobně mladší než z 16. století a že později mohly být prováděny pouze dílčí opravy. Rozdíly však mohou být zapříčiněny i dalšími faktory, např. provenienčním určením.

### Závěr

Na základě chemického složení analyzovaných skel bylo zjištěno, že většina dílků je vyrobena z draselno-vápenatého skla s poměrně nízkým obsahem oxidu křemičitého. To negativně ovlivňuje jejich chemickou odolnost. Skleněné segmenty obsahující vyšší podíl křemičité složky jsou prokazatelně mladší a k vitráži byly přiřazeny během oprav.

Z výsledků analýz olovené sítě vyplývá, že jádro původních i později opravovaných olovených nut je na většině míst velmi dobře zachováno a olovo vykazuje své původní mechanické vlastnosti. Makroskopicky viditelné praskliny středových částí H-profilů byly částečně způsobeny mechanickým poškozením a částečně korozními mechanismy. Korozní produkty se vyskytovaly po celém povrchu olovené sítě, jednalo se však o stabilní sloučeniny bez výskytu aktivní koroze<sup>68</sup>. Vzhledem k nápadně většímu výskytu poškození u dlouhodobě otevřených nut (chybějící skla již na dokumentaci oken *in situ*)<sup>69</sup> a analyzovanému šťavelanu vápenatému lze usuzovat, že k poškození významně přispěla biologická degradace<sup>70</sup>, která byla identifikována i u skleněných tabulek.

Analýzy olovených profilů potvrdily několik oprav sítě. Tímto zkoumáním nelze

**60** CÍLOVÁ, Zuzana, KUČEROVÁ, Irena a KNIŽOVÁ, Michaela. *Hodnocení korozního poškození středověkých vitráží z území Čech. Korozie a ochrana materiálů* [online]. Praha: 2013, roč. 57, č. 2 [cit. 10. 2. 2015]. Dostupné z: <http://www.casopis-koroze.cz/index.php>, s. 48.

**61** COOKE, Ruth. *Leaded Lights and Stained Glass*. In: *Windows: History, Repair and Conservation*. Cambridge, 2007, s. 415–417.

**62** Přítomnost možných příměsových prvků v materiálu je pod mezí detekce přístroje, tj. cca < 0.5 hm. %.

**63** VOGEL, Niel a ACHILLES, Rolf. *Preservation and Repair of Historic Stained and Leaded Glass*. Interior Dept., National Park Service, 2007, s. 8.

**64** Opět možnost příměsových prvků pod mezí detekce.

**65** *Staré recepty uvádějí jako tmel směs mleté křídly (CaCO<sub>3</sub>) pojené lněným olejem.*

**66** *Ze sbírek Oddělení starších českých dějin Historického muzea – Národního muzea.*

**67** *Zápůjčka Archeologického ústavu AV ČR a Regionálního muzea v Chrudimí.*

**68** SELUCKÁ, Alena. *Konzervování a restaurování olova a jeho slitin*. In: *Konzervování a restaurování kovů: ochrana předmětů kulturního dědictví z kovů a jejich slitin*. Vyd. 1. Brno: Technické muzeum v Brně - Metodické centrum konzervace, 2011, s. 530–544.

**69** PODLAHA, Antonín. *Soupis památek historických a uměleckých v Království českém XXXVII. Politický okres Kralovický*, Praha 1912, s. 261–262.

**70** GARCÍA-HERAS, Manuel, et al. *A conservation assessment on metallic elements from Spanish Medieval stained glass windows*. *Journal of Cultural Heritage*, č. 5, 2004, s. 311–317.

jednoznačně potvrdit nebo vyvrátit středověký původ olovené sítě.

Informace získané tímto průzkumem přispěly značnou mírou k sestavování restaurátorského záměru. Bylo konstatováno, že veškerá skla jsou schopna demontáže. Analýzami a průzkumem původní olovené sítě bylo podpořeno rozhodnutí navrátit ji ke sklům, čímž byl vytvořen celek komplexní historické hodnoty. Zjištění chemického složení kovových součástí vitrážového panelu umožnilo výběr vhodného materiálu, který byl použit při jejím restaurování. Skla vložená do vitráže během restaurátorského zásahu v 70. letech byla zachována. Spolu se skly doplněnými během celé existence tohoto díla zaznamenávají jeho historický vývoj a osudy.

#### **Poděkování**

Předložená práce vznikla za finanční podpory Ministerstva kultury v rámci institucionálního financování dlouhodobého koncepčního rozvoje výzkumné organizace Národní muzeum (DKRVO 2014/27, 00023272).

#### **Použité zdroje**

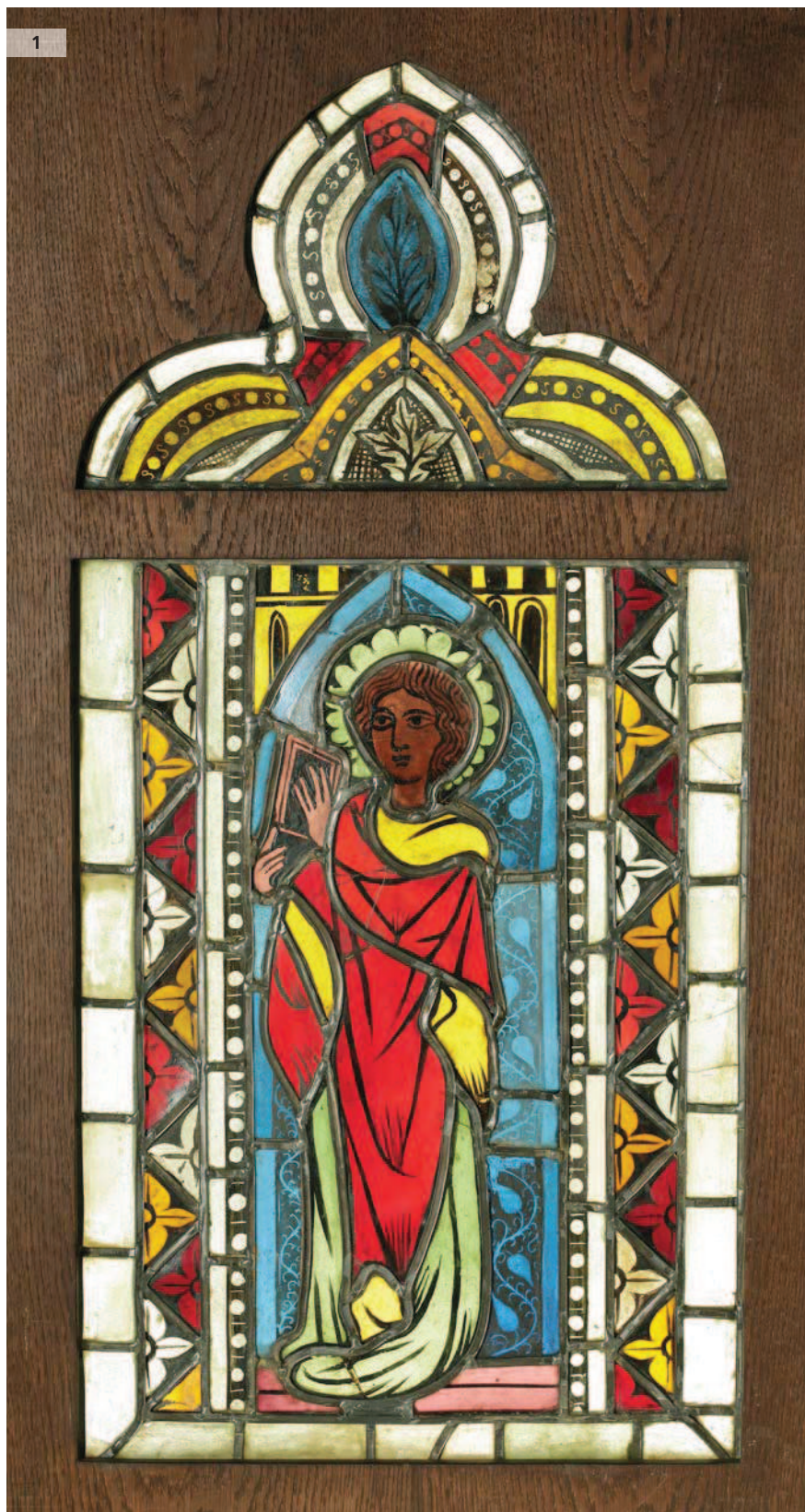
- BERÁNKOVÁ, Marie. *Restaurátorská zpráva vitrají ze Žebnice*. Plzeň, Archiv ZČM v Plzni, 2012.
- CÍLOVÁ, Zuzana, et al. Restaurátorský zásah na vitrajích z kostela sv. Jakuba Většího v Žebnici. *Sklář a keramik*, 2012, roč. 62, č. 13-14, s. 348-352.
- BŘICHÁČEK, Pavel a ČECHURA, Martin. *Nálezová zpráva záchranného archeologického výzkumu kostela svatého Jakuba Většího v Žebnici*. Plzeň, Archiv nálezových zpráv ZČM v Plzni, oddělení záchranných výzkumů, 2010.
- CÍLOVÁ, Zuzana, KUČEROVÁ, Irena a KNÍŽOVÁ, Michaela. Hodnocení korozního poškození středověkých vitrají z území Čech. *Koroze a ochrana materiálů* [online]. Praha: 2013, roč. 57, č. 2 [cit. 10. 2. 2015]. Dostupné z: <http://www.casopis-koroze.cz/index.php>, s. 41-49.
- COOKE, Ruth. Leaded Lights and Stained Glass. In: *Windows: History, Repair and Conservation*. Cambridge, 2007, s. 415-417.
- ČERNÁ, Eva. Svědectví archeologických nálezů okenních skel. *Sborník*, Praha, 2004, č. 2, s. 21-32.
- DÍLO podnik ČFVU středisko Výtvarná služba. *Zpráva o prohlídce restaurátorského díla ze dne 6. 6. 1978*. Archiv NM v Praze.
- DRAHOTOVÁ, Olga. *České sklo*. Praha, 1970.
- DROZENOVÁ, Jindřiška, et al. Vliv vnitřních a vnějších faktorů na korozi vnitřního prostředí v hlavní budově Národního muzea. In: *Sborník z konference konzervátorů a restaurátorů*. Znojmo, 2007, s. 12-15.
- GARCÍA-HERAS, Manuel, et al. A conservation assessment on metallic elements from Spanish Medieval stained glass windows. *Journal of Cultural Heritage*, č. 5, 2004, s. 311-317.
- HEJDOVÁ, Dagmar. Postavení českého středověkého sklářství ve spektru středověkých řemesel. In: *Středověké sklo v zemích koruny české*. Most, 1994, s. 25-29.
- Hejdová, Dagmar a kol. Vitrail a mozaika. In: DRAHOTOVÁ Olga, et al. (ed.) *Historie sklářské výroby v českých zemích*, I. díl, Praha, 2005, s. 104.
- HLAVÁČ, Jan. *Základy technologie silikátů*. Praha, 1988, s. 249-251.
- JIŘIČKA, Josef. *Restaurování tří gotických vitrají ze Žebnice*. Restaurátorská zpráva ze dne 5. 6. 1978. Archiv NM v Praze.
- KLÁPŠTĚ, Jan a VELÍMSKÝ, Tomáš. Shrnutí výsledků první etapy výzkumu historického jádra města Mostu - Zusammenfassung der Ergebnisse der ersten Untersuchungsstufe des historischen Stadtkernes von Most, In: *Současné úkoly československé archeologie*. Praha, 1981, s. 150-155.
- KLIKAROVÁ, Lenka. *Restaurování archeologického skla z odpadní jímky v Chrudimi a chemická odolnost tohoto draselného skla*. Bakalářská práce, VŠCHT Praha, Praha, 2010.



- KNÍŽOVÁ, Michaela. *Rekonzervace 6 skleněných nádob z archeologického výzkumu na náměstí Republiky v Praze*. Bakalářská práce, VŠCHT Praha, Praha, 2011.
- KOZÁKOVÁ, Romana. *Restaurování archeologického skla z Chrudimi a možnosti konzervace metodou sol – gel*. Bakalářská práce, VŠCHT Praha, Praha, 2009.
- KUNICKI-GOLDFINGER, J. Jerzy, et al. Technology, production and chronology of red window glass in the medieval period and rediscovery of a lost technology. *Journal of Archaeological Science*, 2014, č. 41, s. 102–103.
- LOSOS, Ludvík. *Vitráže*. Praha, 2006.
- MATOUŠ, František. *Mittelalterliche Glassmalerei in der Tschechoslowakei. Corpus vitrarearum medii aevi*. Praha, 1975.
- PENDER, Robyn a GODFRAIND, Sophie. *Glass & Glazing*. London, 2011, s. 12–18.
- PIŇAR, Guadalupe, et al. Microscopic, chemical, and molecular-biological investigation of the decayed medieval stained window glasses of two Catalan churches. In: *International Biodeterioration & Biodegradation*. 2013, s. 388–400.
- POCHE, Emanuel (ed.). *Umělecké památky Čech*. Díl IV, Praha 1982, s. 401.
- PODLAHA, Antonín. *Posvátná místa Království českého. Diecése Pražská III. Vikariáty: Kralovický, Vlašimský a Zbraslavský*, Praha 1909, s. 107–110.
- PODLAHA, Antonín. *Soupis památek historických a uměleckých v Království českém XXXVII. Politický okres Kralovický*, Praha 1912, s. 259–264, obr. příl. III-V.
- POPOVIČ, Štěpán. *Výroba a zpracování plochého skla*. 1. vyd. Praha, 2009.
- REYNTIENS, Patrick. *The Techniques of Stained Glass*. London, 1977.
- REYNTIENS, Patrick. *The Techniques of Stained Glass*. London, 1977.
- ROYT, Jan. Vitráže. In: BAŽANTOVÁ, Nina a FAJT, Jiří (ed.). *Gotika v západních Čechách (1230–1530): k 700. výročí založení města Plzně*. Díl II, Praha 1996, s. 540–541, obr. 695–697.
- SELUCKÁ, Alena. Konzervování a restaurování olova a jeho slitin. In: *Konzervování a restaurování kovů: ochrana předmětů kulturního dědictví z kovů a jejich slitin*. Vyd. 1. Brno: Technické muzeum v Brně – Metodické centrum konzervace, 2011, s. 530–544.
- SMRČEK, Antonín. Vývoj technologie a sklářské suroviny. In: *Historie sklářské výroby v českých zemích I*. Praha, 2005, s. 420–485.
- The York Glazier Trust [online]. [cit. 25. 1. 2015]. Dostupné z: <http://yorkglazierstrust.org/?idno=1014>.
- TORŇOŠOVÁ, Jana. *Restaurování importovaného archeologického skla nalezeného v Bratislavě*. Bakalářská práce, VŠCHT Praha, Praha, 2014.
- Vitrea, databáze [online]. [cit. 25. 2. 2015]. Dostupné z: [http://www.arup.cas.cz/VITREA/menu/Nalez\\_nazev\\_window%20glass.htm](http://www.arup.cas.cz/VITREA/menu/Nalez_nazev_window%20glass.htm).
- VOGEL, Niel a ACHILLES, Rolf. *Preservation and Repair of Historic Stained and Leaded Glass*. Interior Dept., National Park Service, 2007, s. 8.
- Žebnice, *Informační osadní web: Obec Žebnice* [online]. [cit. 5. 1. 2015]. Dostupné z: <http://www.zebnice.cz/historie/>.

## Obrazová příloha

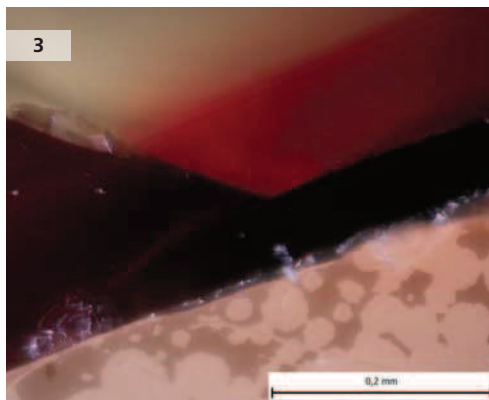
Obr. 1: Vitrážový panel s motivem neznámého apoštola v červeném rouchu, stav před restaurováním – vitráž instalována v nevhodné dřevotřískové adjustaci.





Obr. 2: Vitrážový panel po restaurování s vyznačením míst odběrů vzorků skla.

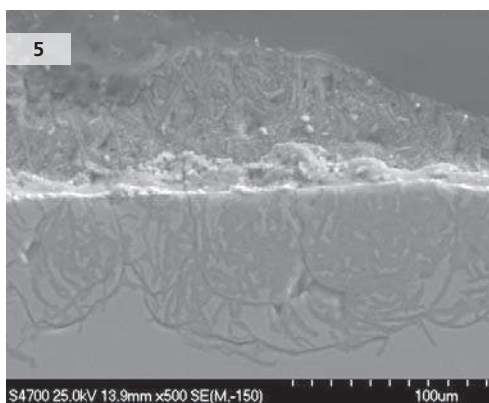
Obr. 3: Detail jednoduché skladby vrstvení červeného skla (vzorek č. 5).



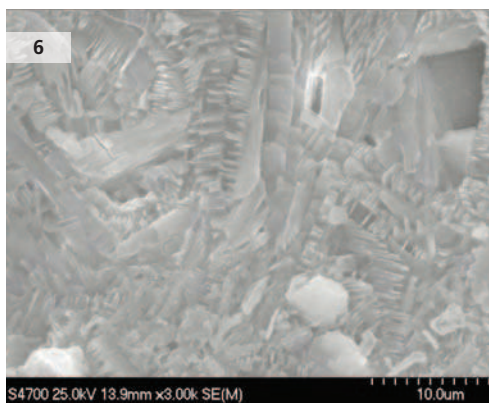
Obr. 4: Okna sakristie s nově vsazenými vitrážovými panely vyrobenými na motivy původních oken.



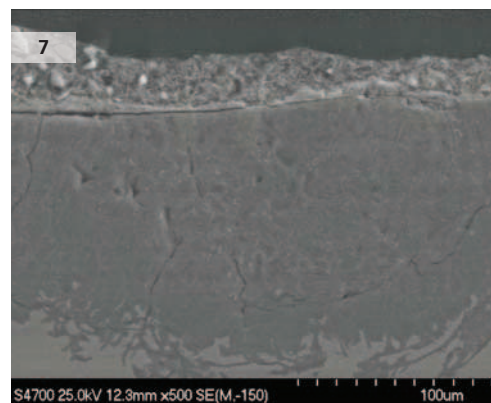
Obr. 5: Detail lomové plochy skleněného vzorku s vrstvou zkorodovaného skla, malbou a krustou – lze pozorovat praskliny ve zkorodované vrstvě i barvě na skle; poškození skla způsobeno pravděpodobně biokorozí (snímek z elektronového mikroskopu vzorku č. 5).



Obr. 6: Krystaly síranu vápenatého tvořící krustu na několika skleněných dílcích vitráže (snímek z elektronového mikroskopu vzorku č. 6).



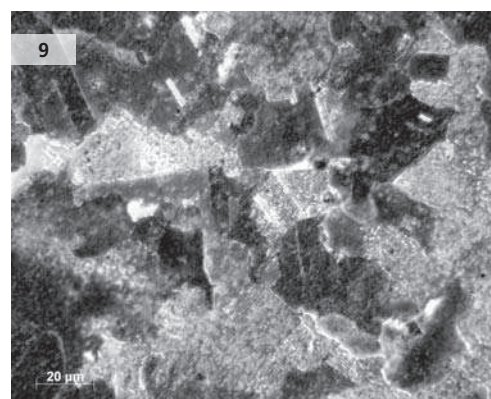
Obr. 7: Patrná horizontální prasklina mezi vrstvou malby a podkladovým zkorodovaným sklem (snímek z elektronového mikroskopu vzorku č. 6).

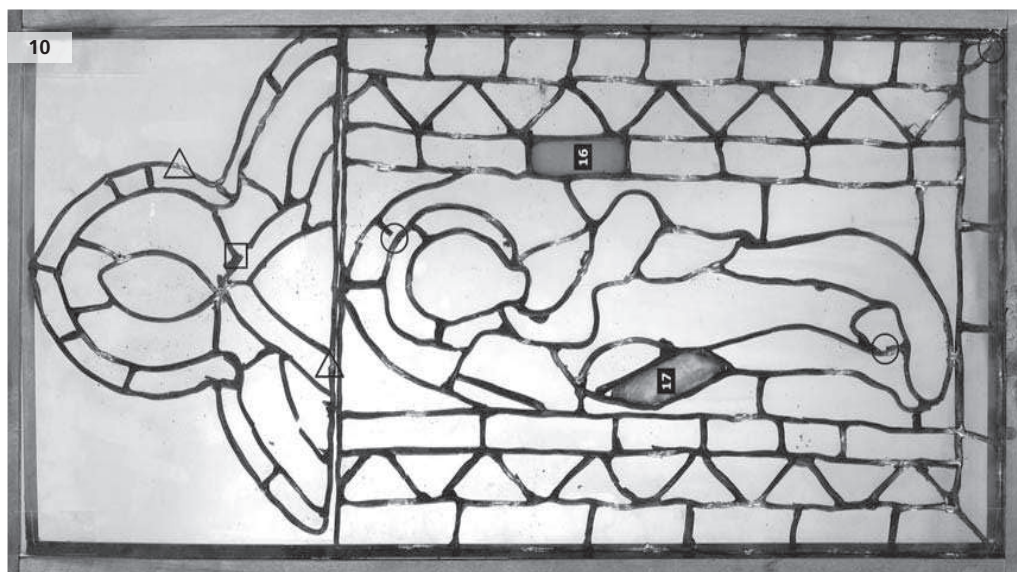


Obr. 8: Detail proděravěného jádra olověného H-profilu.

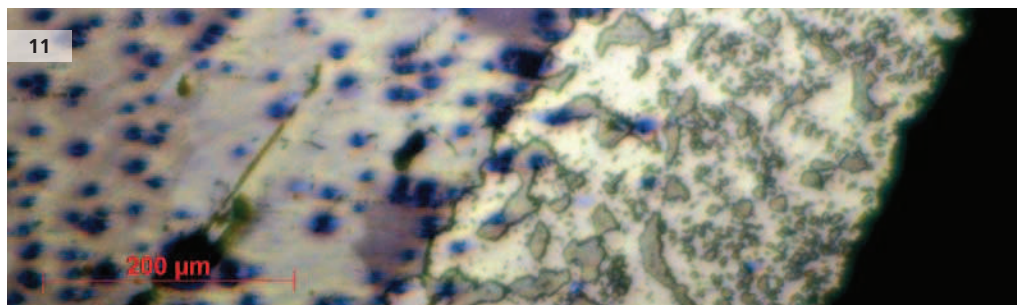


Obr. 9: Struktura kovu vzorku Pb-1 (metalografický výbrus vzorku Pb-1).

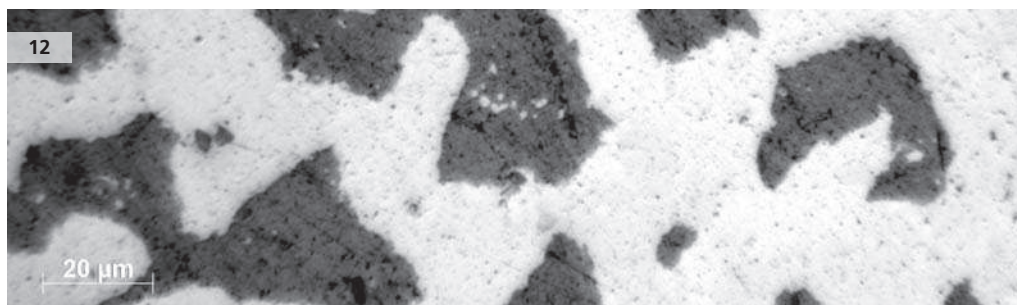




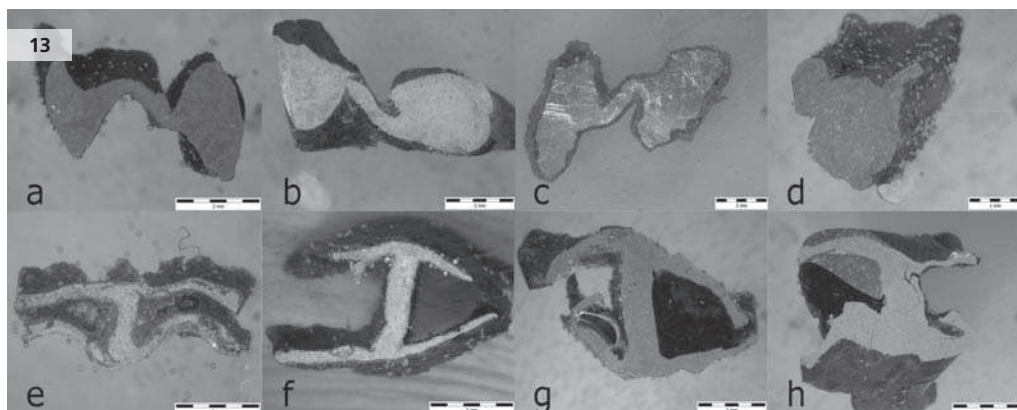
Obr. 10: Původní olověná síť, stav před restaurováním – na snímku jsou vyznačena místa odběrů vzorků Pb-1 (čtverec), Pb-2-II, III, IV (kolečka) a pájek (trojúhelníky). Dílky s označením 16 a 17 jsou skla ponechaná v síti po restaurátorském zásahu roku 1978.



Obr. 11: Vrstva cínování na olověném profilu (metalografický výbrus vzorku Pb-2-IV).



Obr. 12: Metalografický výbrus vzorku původní pájky – ve světlé matrici cínu je patrná tmavá intermetalická fáze Pb-Sn.



Obr. 13: Porovnání chronologicky seřazených olověných profilů (příčný řez)  
 a) Žebnice, pol. 14. století, b) Žebnice, pol. 14. století, c) Louňovice pod Blanicem, 14. století, d) Podlažice, kostel sv. Markéty, před rokem 1420, e) Praha, Salmovský palác, 16.–17. století, f) Praha, Salmovský palác, 16.–17. století, g) Chrudim, kostel sv. Josefa, 19. století, h) arciděkanství Pražské, poč. 20. století.

č. vzorku (barva)	SiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	Cl	TiO <sub>2</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Cu <sub>2</sub> O	PbO	CoO
1 (sv. zelená)	48,72	22,11	0,63	19,71	3,58	1,71	1,11	0,33	-	0,07	0,79	0,54	-	-	-
2 (sv. zelená)	69,79	0,23	16,02	9,25	0,33	0,76	0,19	0,19	-	0,16	2,23	0,83	-	-	-
3 (sv. zelená)	49,55	22,00	0,47	19,30	3,89	1,98	1,38	0,08	0,05	0,06	0,75	0,50	-	-	-
4 (sv. zelená)	47,12	23,61	0,33	20,77	3,50	1,82	1,07	0,22	0,06	-	0,91	0,59	-	-	-
5 (bezbarvý podklad)	47,42	23,33	0,40	20,57	3,48	1,80	1,06	0,27	-	0,41	0,72	0,53	-	-	-
5 (červená vrstva)	46,97	20,20	0,63	21,76	3,42	2,07	1,08	0,20	0,06	0,40	0,72	0,81	0,62	1,07	-
6 (bezbarvý podklad)	47,28	23,10	0,45	20,75	3,27	1,77	1,20	0,40	0,02	0,46	0,59	0,69	-	-	-
7 (modrá)	48,55	21,52	0,31	21,42	3,51	1,46	1,09	0,28	0,07	0,19	0,66	0,64	0,15	-	0,16
8 (oranžová)	48,27	22,86	0,29	19,78	3,29	1,95	1,24	0,47	0,06	0,29	0,73	0,76	-	-	-
9 (sv. zelená)	47,93	22,71	0,86	20,35	3,46	1,75	1,07	0,37	0,04	0,12	0,81	0,54	-	-	-
10 (sv. zelená)	47,59	22,96	0,49	21,56	3,60	1,74	1,00	0,36	0,04	0,25	0,82	0,58	-	-	-
11 (sv. zelená)	49,08	22,45	0,35	19,75	3,33	1,85	1,03	0,39	0,03	0,51	0,77	0,47	-	-	-
12 (sv. zelená)	49,16	22,51	0,52	19,59	3,38	2,01	1,08	0,26	0,05	0,22	0,64	0,58	-	-	-
13 (modrá)	48,24	21,84	0,46	21,49	3,63	1,26	1,03	0,32	-	0,19	0,69	0,60	0,13	-	-
14 (sv. zelená)	48,84	22,81	0,47	19,99	3,37	1,57	0,79	0,27	0,02	0,47	0,75	0,64	-	-	-
15 (sv. zelená)	48,00	23,22	0,48	20,27	3,39	1,86	0,98	0,43	0,03	0,17	0,59	0,58	-	-	-
16 (modrá)	64,53	21,34	1,53	9,79	0,40	0,43	0,30	0,42	0,22	0,05	0,85	0,15	-	-	-
17 (sv. zelená)	60,12	15,85	0,35	14,65	2,50	2,53	1,17	0,25	0,07	0,59	1,10	0,83	-	-	-
18 (fialovorůžová)	48,61	21,18	0,41	21,31	3,71	1,71	1,17	0,32	0,07	-	1,00	0,50	-	-	-
19 (sv. zelená)	48,05	21,85	0,38	20,27	3,51	1,94	1,16	0,26	-	0,26	0,66	1,66	-	-	-
20 (žlutá)	48,22	22,93	0,53	20,10	3,36	1,84	0,97	0,35	0,06	0,47	0,58	0,60	-	-	-
21 (fialovohnědá)	47,68	21,53	0,53	21,67	3,55	1,66	1,11	0,28	-	0,33	1,16	0,49	-	-	-

Tab. 1: Chemické složení vzorků skel, v hm. % (měřeno metodou SEMIEDS).

Tab. 2: Chemické složení kovových částí vitráže, v hm. % (měřeno metodou SEMIEDS).

	Pb	Sn
Pb-1	100	-
Pb-2-II	100	-
Pb-2-III	97,70	2,30
Pb-2-IV	97,99	2,01
Pb-2-II – cínování	11,29	88,71
Pb-2-III – cínování	1,96	98,04
Pb-2-IV – cínování	3,65	96,35