

# Restaurátorský průzkum nástěnných maleb v kostele Panny Marie a kapli sv. Kateřiny na hradě Karlštejně

Adam POKORNÝ; Petr SKALICKÝ

**ANNOTACE:** Příspěvek shrnuje postupy, metody a dílčí výsledky restaurátorského průzkumu realizovaného v letech 2018 a 2019 v sakrálních prostorách tzv. Menší věže hradu Karlštejna. Relativně komplexní průzkum odhalil řadu doposud neznámých skutečností o technice výzdoby a otevírá do budoucna nové interpretační možnosti. Cílem příspěvku je rovněž seznámit širší odbornou veřejnost s možnostmi recentních průzkumových metod a potenciálem jejich využití.

I. K zadání průzkumu z pohledu památkáře  
(zpracoval Petr Skalický)

Impulsem k zadání průzkumu nástěnných maleb v sakrálních prostorách tzv. Menší věže hradu Karlštejna byla veřejná crowdfundingová sbírka,<sup>1</sup> kterou za podpory tehdejšího kastelána hradu Jaromíra Kubů iniciovali a v průběhu roku 2016 velkoryse zaštitili členové soukromého Divadla Karlštejn, kteří se v letních měsících podílejí na uvádění Noci na Karlštejně na nádvoří hradu.<sup>2</sup> Vzhledem k tehdy slavenému 700. výročí narození císaře Karla IV. byl jejich zájem zaměřen na restaurování tzv. *Ostatkových scén* v kostele Panny Marie. V nich je totiž císař hned třikrát vyobrazen, a objevují se proto snad ve všech reprezentativních publikacích, které se jemu a jeho době věnují.

Méně romantizujícím pohledem na minulost a také na péči o karlstějnské malby byl ovlivněn investiční správce památky, kterým je Národní památkový ústav – Územní památková správa v Praze. Kateřina Hladíková, která zde má na starosti agendu investic v oblasti restaurování, po obdržení daru ze sbírky oslovila příslušné odborné památkové pracovníky ve snaze stanovit předem optimální kritéria budoucího zadání restaurátorské zakázky. Po společné návštěvě památky samotné a na základě dlouholetého zájmu o karlstějnskou problematiku došlo mezi investičními a odbornými zástupci památkové péče ke konsenzuální shodě v bodech, které spoludefinovaly budoucí restaurátorskou zakázku: 1) *Ostatkové scény* jsou součástí širšího celku a není vhodné je interpretačně vyčleňovat.<sup>3</sup> 2) Nástěnnou výzdobu kostela nelze nahlížet pouze medievalistickou optikou. Nedílnou součástí malířské výzdoby celku je též dekorativní výmalba z doby rekonstrukce hradu na konci 19. století. 3) Zvlášť u takto významné památky je nutné nejdříve zajistit co nejpodrobnější restaurátorský průzkum a až poté na základě získaných podkladů a širšího odborného konsenzu definovat budoucí koncepci restaurátorského zásahu. Jen se získanými podklady z průzkumu bude možné re-

staurátorský zásah, podmíněný zhodnocením celku výmalby (ad 1. a 2.), veřejně soutěžit.

4) Vzhledem k předpokládanému objemu prací v celém kostele, jejich požadované hloubce a nakonec omezeným finančním prostředkům bude vhodné hledat nekomerční zadání průzkumu, ideálně u některé z předních vysokoškolských vzdělávacích institucí.

Od roku 2018 má Národní památkový ústav uzavřenu smlouvu o partnerství a vzájemné odborné spolupráci s oběma předními institucemi, které u nás na univerzitní úrovni vyučují restaurování nástěnných maleb (Akademie výtvarných umění v Praze, Fakulta restaurování Univerzity Pardubice).<sup>4</sup> Zástupce správce památky a investora oslovil k realizaci průzkumu Ateliér restaurování malířských uměleckých děl a polychromované plastiky Akademie výtvarných umění v Praze, vedený Adamem Pokorným. Svou roli v tom sehrála – jak ze strany investora, tak odborného památkového dohledu – především zkušenost vedoucího ateliéru a jeho kolegů s analogickými památkami.<sup>5</sup> Vedoucí restaurátorského ateliéru AVU následně po bližším seznámení s celou situací *in situ* navrhl rozšířit průzkum ještě na sousední kapli sv. Kateřiny a také na doposud opomíjenou

vovaně smlouvy s Fakultou restaurování v Litomyšli Univerzity Pardubice (FR UP).

5 Adam Pokorný, Technika podkresby deskových obrazů bohemikální provenience z let 1350–1550 ze sbírky Národní galerie v Praze, in: Helena Dáňová – Štěpánka Chlumská (ed.), *Očím skryté. Průzkum podkresb na deskových malbách 14.–16. století ze sbírek Národní galerie v Praze*, Praha 2018, s. 16–43. – Adam Pokorný, La tecnica pittorica dei dipinti su tavola in Boemia tra il 1400 e il 1420, *Kermes* 29, 2018, č. 103, červenec, s. 37–49. – Adam Pokorný, Výsledky restaurátorského průzkumu dvou polí severního křídla ambitu kláštera na Slovanech, in: Klára Kubínová (ed.), *Karel IV. a Emauzi. Liturgie – text – obraz*, Praha 2017, s. 185–195. – Adam Pokorný, Technika malby Mistra Třeboňského oltáře, in: Jan Royt, *Mistr Třeboňského oltáře*, Praha 2013, s. 237–246. – Adam Pokorný, Technika malby českých deskových obrazů 1400–1420, in: Jan Klípa – Adam Pokorný, *Ymago de Praga, Desková malba ve střední Evropě 1400–1430*, Praha 2012, s. 173–207. – Jan Klípa – Adam Pokorný – Jana Sanyová, Triptych se Smrtí Panny Marie, zvaný Roudnický oltář, in: *Acta Artis Academica 2010* (sborník z konference), Praha 2010, s. 189–226. – Markéta Pavlíková – Theodora Popova, Exkurz: Restaurování nástěnné malby „Průvod a Klanění tří králů“ v presbytáři kostela sv. Martina v Sedlčanech, *Průzkumy památek* 24, 2017, č. 1, s. 52–56. – Michaela Ottová et al., Discordance of Means and Meaning? An Inquiry into Dating the Sculptures from Krupka and the Oeuvre of the Master of the Týn Calvary, *Bulletin of the National Gallery in Prague* 26, 2016, s. 6–34. – Michaela Ottová – Markéta Pavlíková, Vizualní charakteristika, stylové předpoklady a emocionální působení kadaňských Ukřižovaných ve světle technologických analýz, in: *Mýtus Ulrich Creutz, Vizualní kultura v Kadani za Jana Hasištejnského z Lobkowicz (1469–1517)* (katalog), Litoměřice 2017, s. 142–159. – Romana Balcarová et al., Odkryv a restaurování středověkých nástěnných maleb v kostele sv. Benedikta v Krnově, *Technologia artis*. 2008, Praha 2008, s. 276–290. – Lenka Helfertová, Markéta Pavlíková, Eva Votočková, Rehabilitace gotického oltáře Nanebevzetí Panny Marie z Cínovce, *Technologia artis*. 2008, Praha 2008, s. 136–151. – Markéta Pavlíková – Janka Hradilová – Lenka Helfertová, Assumpta z Bílé Hory – netradiční gotická malba na plátně?, *Technologia artis*. 2006, Praha 2006, s. 72–82.

## ■ Poznámky

1 Anglický termín *crowdfunding*, který lze přeložit nejlépe asi jako *skupinové financování*, již nabyl na významu jako nepřekladaný terminus technicus pro specifický způsob financování různých projektů, které by z běžných veřejných rozpočtů mnohdy těžko sháněly finanční podporu.

2 Opravte s námi Karlštejn, in: <https://www.hithit.com/cs/project/3061/opravte-s-nami-karlstejn>, vyhledáno 6. 2. 2020.

3 Jako svébytnou a navíc materiálově a technologicky invazivní interpretaci je nutné chápat též jakýkoliv restaurátorský, a dokonce i konzervační zásah. Ten se – na rozdíl od neinvazivní historické a umělecko-historické interpretace – zásadně podílí na našem vizuálním vjemu konkrétního díla.

4 Smlouva s Akademií výtvarných umění v Praze (dále AVU) z roku 2018 a od 90. let 20. století průběžně obno-

chodbičku, kterou se z kostela do kaple vstupuje. Předem vyčtená potřeba komplexního přístupu k problematice tak přirozeně dostala o mnoho pevnější kontury. Ze strany restaurátorské interpretace malířských technik totiž doposud chybí celistvý pohled na problematiku cenné nástěnné výzdoby v hradě Karlštejně.<sup>6</sup> Zpracování detailního průzkumu alespoň v Menší věži hradu Karlštejna je třeba nahlížet i touto optikou, s nadějí na podobný průzkum také ve Velké věži. S více než dvacetiletým zpožděním tak může být otevřena „nová etapa karlstějnského bádání“, kterou předvídal v druhé polovině 90. let minulého století, v souvislosti s velkolepou výstavou *Magister Theodoricus*, zesnulý doyen české medieualistiky Jaromír Homolka.<sup>7</sup>

Vědomí absence komplexního restaurátorského pohledu na problematiku nástěnné výzdoby v Menší věži hradu a stejně tak souvisejšího zájmu o technologickou výstavbu nástěnných maleb vedlo od počátku zúčastněné k úvahám o nutnosti průzkum publikovat. Zprvu při přípravě asi nikdo z přítomných nemohl předvídat závažnost budoucích zjištění.<sup>8</sup> Původní představa byla publikovat především technologicko-materiálové nálezy, které by přispěly k poznávání výstavby středověkých nástěnných malířských děl. Už v průběhu práce restaurátorského týmu však bylo zřejmé, že jsme svědky jedinečného momentu, který nese potenciál v mnohém otevřít nové perspektivy badatelského tázání. Záměr publikovat technologicko-materiálové aspekty daného problému zůstal, zároveň však vzešla potřeba jejich zobecnění v širším památkovém plénu. Publikacním výstupem je třeba upozorňovat na jedinečnost a potřebnost neinvazivních průzkumových metod, které nejsou v obecném povědomí mimo restaurátorskou obec tolik známé. Ačkoliv jsou nesmírně náročné na čas a znalosti (obsluha přístrojového vybavení, interpretace získaných dat atd.), poskytují nám jedinečný a vůči památce maximálně šetrný vhled do subtilní struktury díla, v tomto konkrétním případě navíc jedné z nejpřednějších domácích památek, jež svým významem rezonuje i v zahraničním povědomí.

Zde předložený popis průzkumových metod, z nichž některé jsou již po celá desetiletí na analogických památkách standardem, je nutně zjednodušený a má spíše informativní charakter. Adekvátní využití metod a smysluplnou interpretaci jejich výsledků podmiňují alespoň základní znalosti (zvláště ze strany restaurátora) jejich fyzikálních principů, toho, co nám můžou sdělit, a v kterých konkrétních situacích je tedy smysluplné je využít. Metody průzkumů volí odborný restaurátor ve vazbě na konkrétní potřeba a situaci dané památky a v dialogu s dalšími

účastníky procesu restaurování.<sup>9</sup> Aktuální možnosti průzkumových metod se navíc trvale proměňují a posouvají kupředu strmým vývojem přírodovědných oborů. Veskrze mechanicky přenášet systém aplikování sumy průzkumových metod z jedné památky na druhou se tak jednoduše může stát neblahou praxí, vůči které je nutné být velmi obezřetný. Nelze totiž očekávat vznik dlouhodobě udržitelných a všeobecně platných průzkumových metodik pro konkrétní typy výtvarného díla. Možnost takového metodiky vylučuje samo památkové chápání historického artefaktu<sup>10</sup> jako osobité a svébytné entity, která vznikla a uchovala se v originálním kontextu.<sup>11</sup> Takový artefakt nutně vyžaduje individuální přístup bez mechanického přenášení jinde aplikovaných postupů. Právě proto jsme přesvědčeni, že publikovat průzkumové metody ve vazbě na konkrétní situaci je zcela nezbytné. Jednak to umožňuje udržovat informační povědomí o recentně využitelných postupech v restaurování a zároveň je tak možné posouvat znalosti o konkrétních dílech. Teprve suma trvale narůstajících analogických publikačních výstupů může dle našeho názoru aspirovat na proměňující se, a paradoxně teprve tím trvale v čase udržitelnou a aktualizovanou metodiku.

Dalším důvodem k publikování tohoto příspěvku byla společná potřeba zúčastněných odborníků<sup>12</sup> v současném tržním klimatu hlasitěji upozornit na nutnost provádět průzkumy (byť ne vždy nutně takto komplexní) před každým zodpovědným restaurováním. Chybné by bylo tento požadavek zaměňovat za čistě formalistní a nadbytečné kumulování průzkumů, zvláště v rovině průzkumů invazivních, ke kterým by měla být státní památková péče více než obezřetná. Z pohledu restaurátorské profese lze neuvážený odběr vzorků z díla nahlížet dokonce jako jednání překračující etické mantinely

#### ■ Poznámky

**6** Z relativně skromného počtu příspěvků zmíníme zvl. Mojmír Hamsík – Jindřich Tomek, Technické paralely deskové a nástěnné malby 14. století, *Umění* 31, 1983, č. 4, s. 308–316. – Jan Pasálek, Mistr Theodorik. Nástěnné malby v kapli sv. Kříže na Karlštejně, *Technologia Artis 2, Ročenka Archivu historické výtvarné technologie Praha*, Praha 1992, s. 25–28. – Jindřich Tomek, Analýza nástěnných maleb v kapli sv. Kříže na Karlštejně, *Technologia Artis 2, Ročenka Archivu historické výtvarné technologie Praha*, Praha 1992, s. 29–32. – Antonín Novák, Nové poznatky o malbách karlstějnského schodiště, in: Jiří Fajt (ed.), *Court chapels of the high and late middle ages and their artistic decoration. Dvorské kaple vrcholného a pozdního středověku a jejich umělecká výzdoba*, Praha 2003, s. 492–496.

**7** Jaromír Homolka predikoval možné zvraty v bádání již na konci 90. let ve svých přednáškách a seminářích v rámci výuky na Ústavu dějin umění FF UK v Praze, jichž se autor příspěvku s řadou kolegů účastnil. Stejně tak se Homolka svým odhadem netajil v řadě konferenčních vystoupení.

**8** K tomu srov. Adam Pokorný, K technice nástěnných maleb sakrálních prostor Menší věže hradu Karlštejna a další příspěvky v tomto čísle.

**9** Z pohledu současné institucionalizované památkové péče, jejíž ideové kořeny je nutné hledat již v období 19. století v habsburské monarchii, je restaurování chápáno jako interdisciplinární proces, ve kterém jsou sice podíl a role restaurátora zásadní a nezastupitelné, ale nikoliv výlučné. Jako podstatná se chápe též aktivní účast památkáře, historika umění (specialisty), technologa, přirozeně investora a dle potřeby různých dalších profesí. K tématu srov.: Petr Skalický, Středověké nástěnné malby v kostele v Potočkově na Plzeňsku. K úloze historika umění a památkáře při vytváření koncepcí restaurování, *Zprávy památkové péče* LXXV, 2015, č. 5, s. 403–412. Inspirativně k nejednoznačnosti vztahu jednotlivých profesí v péči o památky srov. Martin Horáček, Umění, dějepis umění a péče o památky. Nesamozřejmé partnerství, in: Petra Hečková (ed.), *Interdisciplinarita v péči o kulturní dědictví. Sborník z konference*, Litomyšl 2013, s. 63–70. K ideovým předpokladům „interdisciplinarity“ v restaurování, jež může v praxi nabývat různých proměn, podnětně srov. Jiří Kaše, Fakulta restaurování v proudu času a víru událostí: Vývoj, kontext, idea, in: ibidem, s. 11–18.

**10** Památkovou péči není radno omezovat jen na státní institucionalizovanou péči, u nás zastoupenou odborným orgánem (Národní památkový ústav) a výkonnými orgány (krajské úřady a obce s rozšířenou působností). Jedná se o širší společenský fenomén, který má potenciál ideově zastřešit jak různé profese, vztahující se k péči o zachování památkových hodnot minulosti, tak v občanské rovině rozličné „památkové“ aktivity a uvažování spolků a také jednotlivců.

**11** V preambuli tzv. Benátské charty (*Mezinárodní charta o konzervaci a restaurování památek a sídel*, Benátky 1964), která bývá někdy vnímána jako opora pro téměř materialistické vykládání uměleckého díla, jsou památky označeny za „nositele duchovního odkazu minulosti“. (V oficiálních překladech je dokument Mezinárodní rady pro památky a sídla (ICOMOS) dostupný na oficiálních webových stránkách rady (např. International charter for the conservation and restoration of monuments and sites (The Venice Charter 1964), [http://www.international.icomos.org/charters/venice\\_e.pdf](http://www.international.icomos.org/charters/venice_e.pdf), vyhledáno 6. 2. 2020).

**12** Jednání a návštěv Karlštejna se kromě restaurátorů (viz pozn. 17) účastnili také zástupci památkářů z NPÚ, GmŘ (Petr Skalický a Jan Fiřt) a zástupci ÚDU AV ČR (Jan Klípa a Jan Dienstbier). Ze strany památkářů byla problematika konzultována také s laboratoří NPÚ, GmŘ (Petr Kuňeš) a s KDU UP v Olomouci (Jana Michalčáková). Adam Pokorný za zhotovitele průzkumů problematiku obšírněji konzultoval s technologem z Uměleckohistorického muzea ve Vídni (Václav Pitthard) a kolegy z Opificio delle Pietre Dure ve Florencii (Alberto Felici).



Obr. 1. Karlštejn, kaple sv. Kateřiny, menza, Ukřižování, detail ženských figur: a) ultrafialová (UV) fotografie, b) ultrafialová (UV) fotografie ve falešných barvách, c) ultrafialová (UV) fluorescence, d) fluorescence ve viditelném spektru indukovaná modrým viditelným zářením, e) fotografie ve viditelném spektru, f) světelná reflexe, g) fotografie v bočním osvětlení, h) infračervená (IR) fotografie ve falešných barvách, i) fluorescence v infračerveném (IR) spektru indukovaná viditelným zářením, j) infračervená (IR) fotografie, k) infračervená (IR) reflektografie. Foto: Adam Pokorný, 2018.

Obr. 2. Karlštejn, kaple sv. Kateřiny, menza, Ukřižování, detail ženských figur, ukázka používaných vzorníků X-Rite Color Checker Passport a Spectralon Labsphere pro postprodukcí. Foto: Adam Pokorný, 2018.

#### ■ Poznámky

**13** V České republice mají schválený, a tedy oficiálně platný etický kodex pouze restaurátoři a konzervátoři působící ve sbírkových institucích (Dokument o profesi konzervátora-restaurátora, Asociace muzeí a galerií ČR, <https://www.cz-museums.cz/web/amg/zakladni-dokumenty/dokument-o-profesi-konzervatora-restauratora>, vyhledáno 6. 2. 2020. – Dokument o profesi konzervátora-restaurátora vytvořený pracovní skupinou Komise konzervátorů-restaurátorů Asociace muzeí a galerií České republiky, in: *Etické kodexy* (ed. Martina Lehmannová), Brno 2014, s. 62–65). Na různých profesních webových stránkách jsou k dispozici též další analogické dokumenty pro restaurátory působící v „památkářském“ terénu, ale žádný z nich nikdy nebyl oficiálně některým zastupujícím profesním orgánem schválen. Vždy se jednalo spíše o navrhované pracovní texty (např. Etický kodex, in: *Oficiální stránky restaurátorů ČR pro ustavení celorepublikové oborové organizace*, [http://www.ckr.g6.cz/?page\\_id=9](http://www.ckr.g6.cz/?page_id=9), vyhledáno 6. 2. 2020).

**14** K tomu srov. příspěvek Jana Klípy, Markéty Pavlíkové a Adama Pokorného *Zlacené plastické dekory v kostele Panny Marie, v kapli sv. Kateřiny a ve spojovací chodbičce na hradě Karlštejně*, publikovaný v tomto čísle.

**15** Také hloubka a způsob průzkumů, jejich interpretace a využití se úzce vážou na možnosti doby, ve které jsou realizovány, a spolu s tím jsou vždy rovněž jasně vymezeny dostupnými finančními prostředky. V rámci progresu vývoje přírodních metod širší a hloubka těchto metod nutně vždy po aplikaci zastará a nové možnosti je překonávají. Nejednou se proto setkáváme s neblahými příklady, kdy se potřebné průzkumy pod rouškou „konzervačního“ přístupu a nutnosti šetření finančními prostředky zadavatele odmítají jako nadbytečné. Bezpochyby – odvažujeme se tvrdit – se v těchto případech vždy jedná o nekompetentní přístup, který by měl být památkovou praxí radikálně odmítán. Zavrnutí možnosti poznávat subtilní historické struktury nástěnných maleb (a konečkonců i dalších památek) nemá rozhodně nic společného se skutečným odborným konzervačním přístupem k historické materii díla. Naopak i zodpovědná konzervace díla musí vždy být podložena argumenty, a tedy detailními průzkumy a následnou hodnotovou klasifikací, která v případě potřeby i v rámci konzervačního zásahu sejme z díla balastní, rušivou a degradaci působící složku.

1

oboru.<sup>13</sup> Právě poučená aplikace neinvazivních a k památce maximálně šetrných průzkumů může invazivní metody omezit, aniž by tím došlo ke snížení objemu získaných poznatků.

Výzkum technik karlštejnských maleb byl restaurátory zaměřen též na zdánlivě nepraktické a úzce odborně zaměřené otázky, jako identifikace použitých materiálů, výstavba malby v její celkové struktuře, technika a charakter rozvrhových podkreseb, nebo na různé specializované výzdobné techniky (pastiglia a spol.).<sup>14</sup> S každou z užitých technik a s každým typem materiálu se ovšem pojí odlišné degradační procesy, proměnné navíc závislosti na vlivech okolního prostředí. Ovšem teprve snaha o všestranný náhled může vést ke kvalitnímu a zodpovědnému zajištění cenné výzdoby. Vedlejším, ale pro život a chápání památky neméně podstatným přínosem takto komplexního průzkumu jsou

nové podněty pro badatele různých oborů (restaurátory, historiky umění, stavební historiky, technologové apod.).<sup>15</sup>

Širší a hloubka realizovaných průzkumů, jak bude dále představeno, překračuje možnosti běžných soukromých subjektů a současně finanční prostředky mnoha investorů. Nekomerční zadání vzdělávací instituci se proto v tomto konkrétním případě a na výsostně významné památcejevilo minimálně ze strany investora a památkového dohledu jako optimální. Právě přední vysokoškolské restaurátorské instituce totiž disponují příslušným přístrojovým vybavením a osobnostmi, které dokážou nejen ony přístroje správně obsluhovat, ale především získaná data náležitě interpretovat. Komerční zadání by širší realizace ani její hloubku zajistit neumožnilo. Průzkum by nepochybně zůstal ke škodě celku omezen pouze na malý





1a



1b



1c



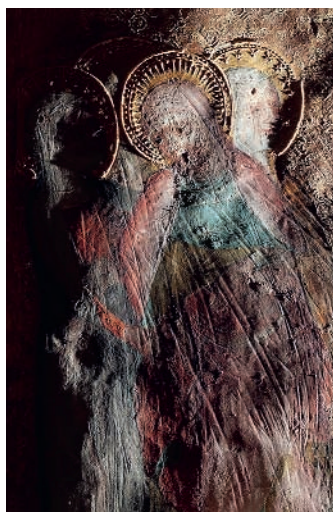
1d



1e



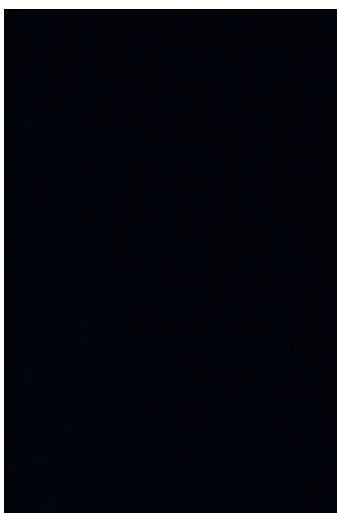
1f



1g



1h



1i



1j



1k



2



segment výzdoby kostela Panny Marie a mnohá nová zjištění, která vzešla z průzkumu, by nám doposud zůstala skrytá. Stejně tak bychom se nedozvěděli nic o alarmujícím stavu některých částí výzdoby v kapli sv. Kateřiny. Volba akademické instituce a zadání realizace za provozní náklady byly nepochybně v tomto případě dle našeho názoru správnou volbou a doufáme, že se stanou ve vybraných případech častější praxí, a to směrem k oběma předním restaurátorským institucím. Právě ty totiž – jak dokládají některé absolventské práce realizované s podporou zázemí těchto institucí – mají potenciál se podobných výzev zhostit se skutečně metodickým přesahem.<sup>16</sup>

## II. První etapa průzkumu

(kapitoly II. a III. zpracoval Adam Pokorný)

První etapa průzkumu, na jehož shrnutí v obsáhlé závěrečné zprávě se podílela celá řada odborníků,<sup>17</sup> probíhala od 15. ledna do 30. června 2018. Navazující etapa, která poznatky z první fáze dále prohloubila a specifikovala, měla termín realizace od 1. října 2018 do 30. června 2019. Řešitelský tým strukturoval koncepci průzkumu do dvou rovin. V první řadě jsme se zaměřili na zjištění současného stavu maleb a popis příčin jednotlivých typů poškození. Druhým a nedílným cílem průzkumu bylo poznání použitých malířských materiálů a technik malby. V otázce stavu nástěnných maleb jsme se snažili vedle charakteru a příčin mechanických poškození charakterizovat degradační procesy spojené s identifikovanou technikou nástěnné olejomalby, a použitými malířskými materiály. Samostatnou a nedílnou kapitolou bylo zhodnocení minulých restaurátorských zásahů a jejich vlivu na současný stav zkoumaných maleb. V rámci výzkumu malířských technik jsme se snažili odpovědět na otázky týkající se například použitých materiálů a výstavby malby, techniky a charakteru rozvrhových podkreseb, způsobu konstrukce iluzivní architektury nebo výzdobných technik.

V první fázi průzkumu jsme použili neinvazivní opticko-fyzikální zobrazovací metody a neinvazivní spektrální analytické metody.<sup>18</sup> Následně jsme pak na základě získaných poznatků ve druhé etapě přistoupili k přesně specifikovanému odběru mikrovzorků pro laboratorní průzkum. Lokace odběru byla vždy volena podle konkrétních otázek, které nebylo možné zodpovědět neinvazivními metodami.

Neinvazivní zobrazovací průzkumové metody uměleckých děl obecně využívají elektromagnetického záření od nejkratších vln rentgenového záření, případně gama záření, až po záření s dlouhou vlnovou délkou spadající do infračervené oblasti. V první fázi průzkumu jsme pořídili digitální snímky ve vlnových délkách od

ultrafialového záření (UV) v blízké oblasti až po infračervené (IR) záření v blízké a krátkovlnné oblasti (obr. 1). Fotografický záznam ve viditelném spektru, podávající základní informace o zkoumaných malbách, byl proveden v rozptýleném denním světle a v bočním razantním osvětlení. Malby jsme dále nasnímali ve vysokém rozlišení, umožňujícím v jakémkoliv místě celkové digitální fotografie prohlídku maleb ve velkém zvětšení. Ve vybraných částech maleb jsme pořídili mikrofotografické snímky. V UV spektru v blízké oblasti bylo provedeno snímání odražených UV paprsků spolu s UV fluorescencí, které přineslo informace o svrchních barevných vrstvách, druhotných fixážích a retuších. V rámci průzkumu jsme dále použili techniku IR reflektografie a IR fotografie, která poskytla poznatky o charakteru podkresby, autorských změnách nebo rozsahu dochování originální malby s identifikovanými pozdějšími zásahy. Rámcový přehled typů použitých pigmentů jsme nejprve získali na základě techniky IR a UV falešné barevnosti. Dále bylo taktéž experimentováno s fluorescencí vybuze- nou v modré části spektra a IR fluorescencí vybuze- nou ve viditelném spektru.<sup>19</sup> Získané informace jsme dále bez nutnosti odběru vzorku upřesnili mobilní rentgenovou fluorescencí

## ■ Poznámky

**16** Z řady absolventských prací zmíníme např. diplomovou práci Lucie Kouřilové zaměřenou na současné průzkumové metody: Lucie Kouřilová, *Metody průzkumu výtvarných děl* (teoretická diplomová práce), Akademie výtvarných umění v Praze, Atelier restaurování uměleckých malířských děl a polychromovaných plastik, Praha 2016, nebo teoreticko-praktickou diplomovou práci Davida Zemana o středověkých nástěnných malbách na zámku Kunštát: David Zeman, *Středověké nástěnné malby na zámku Kunštát* (diplomová práce), Univerzita Pardubice, Fakulta restaurování, Litomyšl 2017, online: [https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/69651/DP\\_KUNSTAT\\_2017\\_David\\_Zeman\\_.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://dk.upce.cz/bitstream/handle/10195/69651/DP_KUNSTAT_2017_David_Zeman_.pdf?sequence=1&isAllowed=y), vyhledáno 19. 2. 2020. Obě zmíněné práce by díky širší záběru a nebylé realizaci průzkumů stály po redakční úpravě za publikování.

**17** *Vedoucí projektu:* Adam Pokorný. *Autoři textové části dokumentace:* Adam Pokorný, Markéta Pavlíková, Denisa Cirmaciová, David Hrabálek, Zuzana Žilková. *Autoři fotografií ve velkém rozlišení, fotografie ve viditelném světle:* Adam Pokorný. *Fotografie UV fluorescence, IR/UV ve falešné barevnosti, IR reflektografie, IR fotografie, UV fotografie, RTI:* David Hrabálek. *Fotografie zlcení, fotografie okenního výklenku:* Markéta Pavlíková. *Zákresy nástěnných maleb:* Markéta Pavlíková, studenti diplomového ročníku (Zuzana Žilková, Nikola Paurová, Jana Chalupová, Te- reza Čádová). *Grafické zpracování zákresů nástěnných maleb a plastických prvků výzdoby:* studenti denního magisterského studia (Martina Jarošová, Šárka Kolouchová,

**Obr. 3 (a–d).** *Karlštejn, kostel Panny Marie, jižní stěna, první výjev Ostatkové scény, grafické zákresy reflektující stav maleb a malířské techniky. Foto: studenti RŠM AVU, 2018.*

Linda Zmatlíková, Pavol Sás, Patricie Jana Tomíčková, Ondrej Žegorjak, Milada Hejdová, Anna Pišťková, Marie Horváthová, Petr Dejmek, Adam Souček, Miloš Englberth, Šimon Vahala, Kateřina Samková, Alžběta Procházková, Jiří Kodras, Marie Čádová, Edgar Mašek, Alena Študlarová, Sára Syslová). *Textové popisky, lokace fotografických snímků:* Markéta Pavlíková, Denisa Cirmaciová, Zuzana Žilková, Nikola Paurová, Linda Zmatlíková. *Neinvazivní průzkum XRF:* Lenka Zamrazilová. *Laboratorní průzkum:* Lenka Zamrazilová (Labora- toř AVU). *Identifikace organických látek povij:* Václav Pitthard (Labora- toř Kunsthistorisches Museum Wien).

**18** Průzkumové metody jsou vedle specifikace jednotlivých zaměření obecně členěny podle nutnosti odběru vzorku na invazivní a neinvazivní. Invazivní metody lze dále dělit podle toho, jestli při analýze zůstane vzorek zachován, nebo je znehodnocen, na destruktivní a nede- struktivní metody. Další dělení analytických metod může být například podle typu výstupu, zda pořízená data představují spektrum, nebo obraz. Průzkumové metody můžeme také dělit podle mobility, jestli je možné s nimi pracovat in situ, nebo pouze v laboratoři.

**19** Vedle uvedených použitých metod se v současnosti ve světě i u nás experimentuje s celou řadou dalších průzkumných technik, jejichž výstupem je obraz nebo soubor dat s ním spojených, jako například skenovací mikroprofilometrie, laserové skenování, skenovací rentgenová fluoresce- nce nebo skenovací spektrofotometrie. K těmto metodám byla publikována celá řada příspěvků, výběrově viz např. Raffaella Fontana et al., High-resolution 3D digital models of artworks, in: Renzo Salimbeni (ed.), *Optical Metrology for Arts and Multimedia*, Proceedings of SPIE, 2003, vol. 5146, s. 34–43. – Roberto Bellucci – Cecilia Frosinini, Il modello 3D e la diagnostica integrata, in: Roberto Bellucci – Marco Ciatti – Cecilia Frosini (edd.), *Masolino, Storie di san Giuliano: Un restauro tra Italia e Francia*, Firenze 2008, s. 73–78. – Andrea Casini et al., Imaging Spectroscopy (IS), in: Daniela Pinna – Monica Galeotti – Rocco Mazzeo (edd.), *Scientific Examination for the Investigation of Paintings. A Handbook for Conservator-restorers*, Firenze 2009, s. 165–168. – Raffaella Fontana – Maria Chiara Gambino – Andrea Santacesaria, Laser-line scanner, in: ibidem, s. 174–175. – Claudia Daffara – Raffaella Fontana – Maria Chiara Gambino, Micro-Profilometry, in: ibidem, s. 177–178. – Marco Barucci et al., Rilievo tridimensionale e analisi ad immagine multispettrale Vis-NIR, in: Marco Ciatti – Maria Rosaria Valazzi (edd.), *Raffaello, La Muta. Indagini e restauro*, Firenze, 2015, s. 107–112. – Lisa Castelli et al., Analisi in Fluorescenza X a scansione, in: Marco Ciatti – Cecilia Frosinini, *Il restauro dell'Adorazione dei Magi di Leonardo. La riscoperta di un capolavoro*, Firenze 2017, s. 307–312. Další meto- dou, která se na nástěnné malby používá spíše okrajově, může být průzkum ultrazvukem nebo radarem. Tak byly





3a



3b



3c



3d





4



5



6

**Obr. 4.** Karlštejn, kostel Panny Marie, západní stěna, sedmihlavý drak, fotografie v bočním osvětlení. Na snímku můžeme vedle struktury omítky a krakeláže studovat charakter barevných nánosů barvy a rukopisné znaky. Foto: Adam Pokorný, 2018.

**Obr. 5.** Karlštejn, kostel Panny Marie, jižní stěna, druhý výjev Ostatkové scény, pozadí, fotografie v bočním osvětlení. Snímek vypovídá o struktuře fragmentů původních plastických dekorů a místech s uvolněnými barevnými vrstvami. Foto: Adam Pokorný, 2018.

**Obr. 6.** Karlštejn, kostel Panny Marie, jižní stěna, iluzivní arkádová síň pod Ostatkovými scénami, světelná reflexe. Touto technikou lze zobrazit například lesklá místa s fixáží předěsých restaurátorských zásahů. Foto: Adam Pokorný, 2018.

XRF. Použité plastické dekory byly mapovány a studovány vedle snímků v bočním osvětlení taktéž metodou polynomiálního mapování textury (PTM), umožňující detailnější vykreslení třírozměrných prvků. Ke studiu struktury zdíva a omítek přispělo termografické měření.<sup>20</sup>

Na základě informací získaných jednotlivými průzkumovými metodami jsme vytvořili podrobnou mapu reflektující poznatky o současném stavu maleb i informace o použitých malířských technikách. V diagramech jednotlivých výjevů byl přesně zaznamenán rozsah dochované originální malby s druhotnými zásahy, poškozeními atp. Dále byly zdokumentovány partie s uvolněnou malbou nebo uvolněnými omítkovými vrstvami a zakreslena místa s plastickými prvky, rytou kresbou, zlacením atp. (obr. 3).

V první fázi projektu jsme se věnovali také minulým restaurátorským zásahům. Řešení této problematiky se opíralo o archivní studium záznamů v restaurátorských dokumentacích a publikovaných odborných statích. Zjištěné informace pak byly uvedeny do kontextu poznatků získaných ze současného průzkumu. Další osou řešení problematiky bylo zhodnocení naměřených klimatických hodnot v průběhu minulých let.

Určitým úskalím, se kterým jsme se při provádění jednotlivých metod setkali, byly ztížené podmínky dané dispozicemi maleb nebo omezeným prostorem. Některé malby bylo velmi obtížné kvalitně nasnímat. Například vzhledem k malé odstupové vzdálenosti jsme byli nuceni

renze 2008, s. 227–236. – Z českého prostředí zmiňme průzkum s využitím 3D scanu a vytvoření aktivních vrstev, mezi kterými lze bez prostorového posunu a zkreslení nasnímané malby v různých spektrech studovat, viz: Petr Gläser – Petr Marek, Exkurz 3: Moderní techniky restaurátorské dokumentace nástěnných maleb, *Průzkumy památek* 22, 2015, č. 2, s. 25–30. Skvělé a prakticky využitelné aplikace moderních metod dokládají i další příspěvky, většinou spíše vybrané absolventské práce a realizace, viz např.: Kouřilová, Zeman (pozn. 16).

<sup>20</sup> České názvosloví jmenovaných metod není přesně ustáleno a v odborné literatuře se může různě lišit. V anglickojazyčné literatuře jsou tyto metody specifikovány například následovně: Visible-reflected (VIS), Infrared-reflected (IRR), Ultraviolet-reflected (UVR), Ultraviolet-reflected false-color (UVRFC), Infrared-reflected false-color (IRRFC), Ultraviolet-induced luminescence (UUVL), Visible-induced infrared luminescence (VIL), Visible-induced visible luminescence (VIVL). Srov.: Joanne Dyer – Giovanni Verri – John Cupitt, *Multispectral Imaging in Reflectance and Photo-induced Luminescence modes. A User Manual*, London 2013. Pokud je elektromagnetické spektrum snímáno v užších spektrálních pásích, mluvíme o tzv. multispektrálních a hyperspektrálních zobrazovacích metodách. Obecně platí, že u multispektrálního záznamu zahrnují vlnové pásy širší oblast elektromagnetického spektra, (např. spektrum 400–1 000 nm: 3–12 pásů, 50–200 nm). Vedle toho hyperspektrální záznam obsahuje užší spektrální pásy (např. spektrum 400–1 000 nm: 30 a více pásů, 20 nm). Tyto metody mohou být spojeny se spektroskopií, viz např.: Jeffrey Warda et al. (ed.), *The AIC Guide to Digital Photography and Conservation Documentation*, 3. (elektronické) vydání, Washington, DC 2017, s. 167–169. – Christian Fischer – Ioanna Kakoulli, Multispectral and hyperspectral imaging technologies, in: conservation: current research and potential applications, in: *Reviews in Conservation* 51, Supp 1, 2006, s. 3–16. – Raffaella Fontana et al., Multispectral IR Reflectography for Painting Analysis, in: David M. Bastidas – Emilio Cano (edd.), *Advanced Characterization Techniques, Diagnostic Tools and Evaluation Methods in Heritage Science*, Cham 2018, elektronické vydání, s. 33–47.

#### ■ Poznámky

například hledány fragmenty Leonardovy malby *Bitva u Anghiari* v sálu Salone dei Cinquecento v Palazzo Vecchio ve Florencii. Viz: Massimiliano Pieraccini, Nuove tecnologie di introspezione muraria per la scoperta di strutture e pitture nascoste: il caso della „Battaglia di Anghiari“ di Leonardo da Vinci, in: Cristina Danti – Alberto Felici (edd.), *Il Colore Negato e il Colore Ritrovato. Storie e procedimenti di occultamento e descalbo delle pitture murali*, Fi-



výjev sv. Kateřiny obrazově zaznamenat přes diagonálně umístěné zrcadlo. Tímto způsobem jsme zdárně získali celkové nedeformované snímky. Další obtíží bylo zajistit dostatečnou stabilitu lešení při snímání s delšími expozičními časy. Například pro pořízení snímku kamerou Osiris je nutné zajistit stabilitu snímání po dobu 10 min. V těchto případech jsme přístroje umístili na samostatné lešení a ovládali je z odděleného stanoviště.

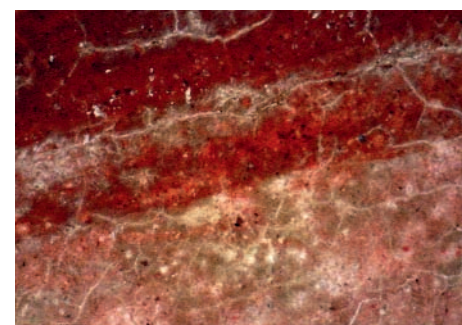
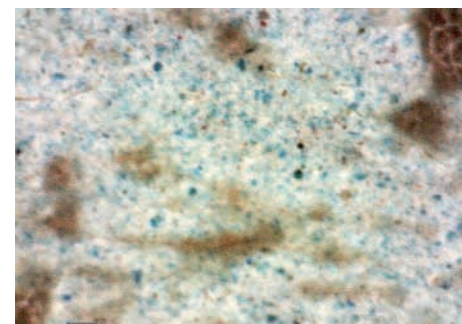
Výstupem průzkumu je souhrnná zpráva s textovou částí interpretující získané poznatky a s podrobným fotografickým doprovodem. Další součástí výstupu jsou samostatné obrazové dokumentace jednotlivých průzkumových metod se zákresem snímáných míst.<sup>21</sup> Významnou složkou průzkumu jsou fotografie ve vysokém rozlišení celků jednotlivých výjevů v rozptýleném a bočním osvětlení, které detailně mapují současný stav maleb. Přínosem těchto fotografií je také možnost studia daných maleb ve velkém zvětšení.

*Prohlídka a fotografie v denním rozptýleném osvětlení, bočním osvětlení a světelné reflexi*<sup>22</sup>  
Metoda

Oblast elektromagnetického spektra viditelného světla navazuje na ultrafialové záření a končí infračerveným zářením (400–700 nm). Vizuální prohlídka a fotografický záznam díla ve viditelném světle je v rámci restaurátorského průzkumu prvním krokem, na jehož základě lze pak volit jednotlivé navazující průzkumové metody.

Při prohlídce a fotografickém záznamu v denním rozptýleném světle se používá osvětlení ze dvou bočních zdrojů. Obrazy jsou nasnímány v různých zvětšeních od celků až po makrofotografii.<sup>23</sup> Pořízené fotografie je dále přínosné doplnit i o snímky v bočním osvětlení anebo reflexi. Při fotografii v bočním osvětlení je snímáný obraz lokálně osvětlen světelným zdrojem umístěným blízko roviny malby. Ideální je použití lampy opatřené klapkami, které umožňují kontrolované nasměrování osvětlení. V případě světelné reflexe je světelný zdroj umístěn přímo před malbu v blízkosti fotoaparátu. Fotografický záznam v makroměřítku lze pořídit fotoaparátem s makroobjektivem, případně mikroskopem. Jednoduchá průzkumová metoda s využitím těchto prostředků významně vypovídá jak o technice malby, tak o stavu uměleckého díla.

V prvotní fázi průzkumu je také přínosná metoda nasnímání maleb ve vysokém rozlišení.<sup>24</sup> Při této technice je obrazové pole postupně nasnímáno z jednoho bodu navazujícími snímky detailů. Fotoaparát musí být fixován na speciální panoramatickou hlavu, která svou konstrukcí umožňuje držet ohnisko objektivu v jednom prostorovém bodě a zamezit tak zkreslení



paralaxy.<sup>25</sup> Získané snímky jsou pak digitálně softwarově složeny. Objektiv by neměl vykazovat výraznější optické vady. Z tohoto důvodu je vhodné použít objektiv s pevným ohniskem. Dalším kritériem je vzdálenost fotoaparátu od malby. Čím menší je tato vzdálenost, tím vzrůstá celkové rozlišení výsledného snímku, ale také riziko, že okrajová část snímku bude mimo hloubku ostrosti.<sup>26</sup> Popsaná metoda je jednoduchá a s relativně nízkými nároky na provedení, je vhodná pro snímání nástěnných maleb *in situ*.

#### Výsledky průzkumu

Typickým problémem při fotografickém snímání nástěnných maleb je omezený prostor, neumožňující ideální vzdálenost mezi fotoaparátem a malbou. Tato omezení jsme řešili použitím objektivů s různým ohniskem. Dalším limitem je často omezená stabilita lešení, což značně komplikuje snímání s delšími expozicemi. Z tohoto důvodu jsme používali zábleskové zařízení dovolující krátké expozice. Vedle toho jsme při snímání celků, kde bylo obtížné nastavit ideální rozložení zábleskového osvětlení,

Obr. 7. Karlštejn, kaple sv. Kateřiny, menza, Ukřižování, detail modré draperie: a) snímek pořízený digitálním fotoaparátem s objektivem CANON MP-E 65mm f/2.8 1-5x MACRO, b) snímek pořízený digitálním mikroskopem Dino-Lite AM7515MT4A. Foto: Adam Pokorný, 2018.

Obr. 8. Karlštejn, kaple sv. Kateřiny, menza, Ukřižování, mikrofotografie: a) detail inkarnátu Panny Marie, b) detail červené draperie Panny Marie. Na snímcích lze studovat charakter krakeláže a granulaci pigmentů. V místech s otevřenou malbou je možné rozečíst danou stratigrafii. Foto: Adam Pokorný, 2018.

in: Joyce Hill Stoner – Rebecca Rushfield (edd.), *Conservation of Easel Paintings*, London 2012, s. 292–293.

<sup>23</sup> Fotografické zvětšení se vztahuje k velikosti snímáného objektu a velikosti projektovaného obrazu na fotografický snímač. Výraz makrofotografie se obecně používá v případě, že poměr velikosti snímáného předmětu a velikosti projektovaného obrazu je 1 : 1 až 1 : 50. Výraz mikrofotografie se pak používá, když se tento poměr pohybuje v rozmezí 25 : 1 až 1 500 : 1. Viz: Warda (pozn. 20), s. 128–130.

<sup>24</sup> Tuto metodu lze použít i pro snímání obrazu v IR nebo UV spektru, podle použitého záznamového zařízení. Více o této metodě se zaměřením na průzkum uměleckých děl např.: Antonio Cosentino, *A Practical Guide to Panoramic Multispectral Imaging*, in: *e-conservation*, č. 25, 2013, s. 64–73.

<sup>25</sup> Lze použít například motorizované panoramatické hlavy značek GigaPan nebo Clauss. Finančně dostupnější jsou pak panoramatické hlavy manuální.

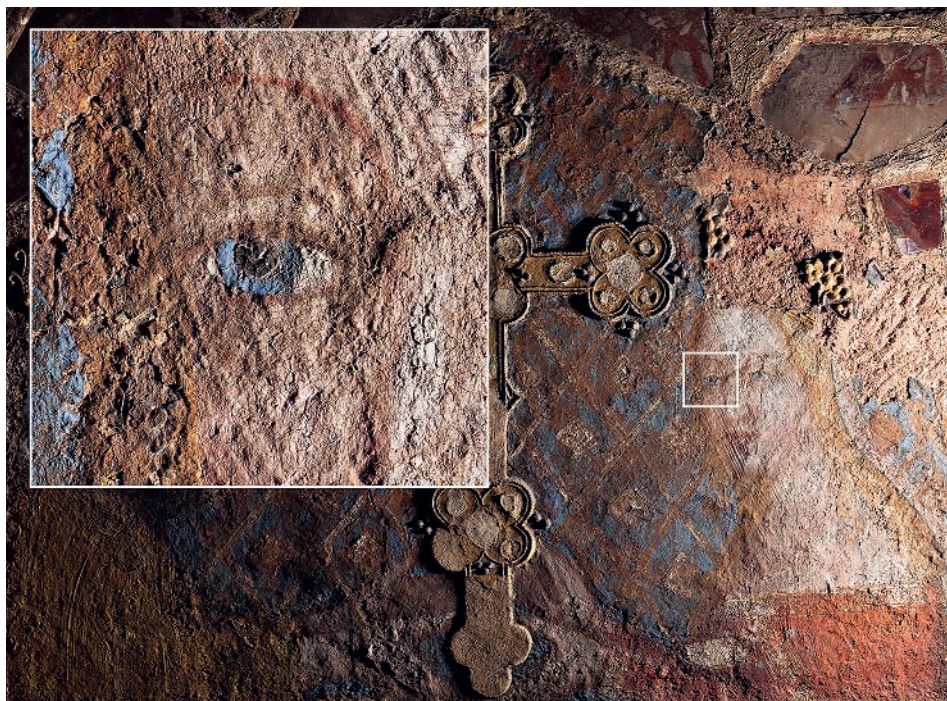
<sup>26</sup> Pro výpočet hloubky ostrosti lze využít např. webovou aplikaci [www.dofmaster.com](http://www.dofmaster.com). Více o tom, jak pracovat s hloubkou ostrosti, viz: Cosentino (pozn. 24), s. 68–69.

#### ■ Poznámky

<sup>21</sup> Výsledná dokumentace čítá v souhrnu 3 182 stran. V tištěné i digitální podobě (pdf) byla odevzdána zástupci NPÚ ÚPS v Praze. Digitální verze je již nyní k dispozici a ke studiu v archivu NPÚ, GnŘ, tištěná bude k dispozici buď v archivu NPÚ, ÚOP středních Čech, či NPÚ, GnŘ.

<sup>22</sup> Více o této metodě viz např.: Bohuslav Slánský, *Technika malby. Díl II. Průzkum a restaurování obrazů*, Paseka 2003 (2. vydání), s. 30–31. – Rhona MacBeth, *The technical examination and documentation of easel paintings*,





9

**Obr. 9.** Karlštejn, kaple sv. Kateřiny, západní stěna, Karel IV. s císařovnou Annou Svidnickou, fotografie v bočním osvětlení. Celky jednotlivých výjevů byly nasnímány ve velkém rozlišení. Takto nasnímané malby lze následně ve fotografickém prohlížeči studovat ve velkém zvětšení. Foto: Adam Pokorný, 2018.

zvolili osvětlení LED světly.<sup>27</sup> Pro postprodukcí zaznamenaných snímků jsme ke každé obrazové sérii jednotlivých fotografických metod přidali kalibrační vzorníky (obr. 2).<sup>28</sup>

Malby jsme fotografovali od jednotlivých celků každého výjevu až po makrofotografické detaily.<sup>29</sup> Prohlídka a snímky v bočním osvětlení přinesly zásadní informace o technice malby a autorském rukopisu. Na snímcích můžeme vidět například pastózní nánosy malby, lze dobře popsat charakter barevných tahů barvy a celkový způsob malířského přednesu nebo sledovat strukturu omítky (obr. 4). Například v kostele Panny Marie je na snímcích v bočním osvětlení zřetelně patrný reliéf omítky s nezačištěnými nánosy zednických nástrojů. Vedle toho v kapli sv. Kateřiny se na těchto snímcích ukázalo, že v místě malby hlav českých světců a patronů bylo zdívo lokálně opatřeno nátěrem redukcujícím spodní hrubozrnnou strukturu. Pro mapování míst s uvolněnými barevnými vrstvami jsou snímky v bočním osvětlení klíčové. Těmito fotografiemi byly dále dokumentovány uvolněné retuše nebo struktury tmelů (obr. 5). Technikou PTM<sup>30</sup> byly v této fázi taktéž studovány plastické vzory. Metoda světelné reflexe umožnila zachytit silné nánosy fixází nebo za-

znamenávat strukturu malby, která je v bočním osvětlení nečitelná (obr. 6).

Následně byla vytipována místa pro makrofotografický a mikrofotografický záznam. Vedle klasického makroobjektivu 1 : 1 jsme použili speciální objektiv umožňující zvětšení v rozmezí 1 : 1 až 1 : 5.<sup>31</sup> Dále jsme použili uživatelsky nenáročný kapesní digitální mikroskop podávající 40–100x zvětšení (obr. 7).<sup>32</sup> Kvalita snímků je zde však nižší než z digitálního fotoaparátu s uvedeným objektivem. Zejména podél okrajů je patrné částečné rozostření. Nicméně vzhledem k získání nosných informací v řadě případů se ukázal jako dostatečný. Pro zpřehlednění jsme místa snímání jednotlivých detailů mapovali v náhledových fotografiích celků, které jsou součástí průzkumové fotodokumentace. Prohlídka děl pomocí mikroskopu přinesla cenné informace o malířské technice i materiálním stavu maleb. Ve zvětšeném měřítku bylo možné detailně studovat malířskou výstavbu, v drobných defektech identifikovat typ podmalby, poznat charakter malířského rukopisu, studovat typ krakeláže, identifikovat uvolněná místa nebo lokalizovat přemalby kryjící originální krakeláž (obr. 8).

Další použitou technikou bylo vyhotovení snímků ve vysokém rozlišení v rozptýleném světle a bočním světle (obr. 9).<sup>33</sup> Díky vysokému rozlišení a následnému zvětšení malby ve fotografickém prohlížeči mohli restaurátoři i historici umění sledovat jednotlivé tahy štětců i drobné defekty či místa, kde jsou odhaleny spodní části maleb, podkresby atp. Tyto snímky také představují významný archivační materiál

dokumentující současný stav maleb, který může být jedním z referenčních podkladů pro monitorování probíhajících degradačních procesů.

*Prohlídka, fotografický záznam ultrafialové fluorescence a ultrafialová fotografie*<sup>34</sup>

**Metoda**

Ultrafialové paprsky zahrnují oblast elektromagnetického spektra mezi viditelným světlem

#### ■ Poznámky

**27** Trvalá světla FOMEI LED WIFI 160F Fresnel. Tato světla lze dálkově ovládat s mobilní aplikací. V případech, kdy nebylo vzhledem k prostorovému omezení možné nastavit ideální osvětlení, se ukázala jako velmi efektivní digitální úprava v programech VIPS a Nip2. Více o použití tohoto softwaru viz: Dyer – Verri – Cupitt (pozn. 20), s. 103–184.

**28** Snímky ve viditelném světle byly upravovány na základě vzorníku X-Rite ColorChecker Passport. Kalibrace snímků z UV, IR záření nebo snímků fluorescence byla provedena s použitím vzorníku Spectralon Labsphere s 99% reflektancí ve spektrální oblasti 250–2 500 nm. Snímky byly zaznamenány ve formátu RAW a zpracovány v programu Adobe Camera Raw. Kalibrace snímků byla dále provedena v softwaru Nip2 a VIPS.

**29** Fotografie ve viditelném spektru byly pořízeny digitální zrcadlovkou Canon EOS 6D se senzorem full frame.

**30** Srov. pozn. 64.

**31** Vedle klasického makroobjektivu Canon EF 100 mm f/2,8 Macro USM byl použit speciální objektiv Canon MP-E 65 mm f/2,8 1–5 Macro. Vzhledem k velké citlivosti vůči otřesům během expozice bylo v tomto případě nutné používat zábleskové zařízení a funkci předsklopení zrcátka fotoaparátu.

**32** Digitální mikroskop Dino-Lite AM7515MT4A.

**33** V daném případě jsme použili výše zmíněný fotoaparát Canon EOS 6D s objektivem Sigma 180 mm 1 : 2,8 APO MACRO DG HSM. Na složení snímků byl použit program PTGui, který zohledňuje ohnisko objektivu, crop factor a taktéž eliminuje případnou vinětaci. Touto metodou byly získány snímky s velikostí okolo 25 000 × 25 000 pixelů. V případech ideálního odstupu od snímání malby bylo dosaženo rozlišení kolem 20 pixelů na 1 mm při velikosti obrazu 1 m × 1 m. U maleb větších rozměrů je rozlišení přirozeně nižší. Počet pixelů na 1 mm závisí na velikosti snímání plochy obrazu, ohnisku objektivu, rozlišení fotografického snímače a vzdálenosti fotoaparátu od malby. V některých případech nebylo možné dosáhnout ideálního odstupu z prostorových důvodů (např. omezení mobilním, lavicemi), výsledná velikost je tak nižší.

**34** Počátek použití těchto technik pro průzkum uměleckých děl spadá do 30. let 20. stol. V restaurátorské praxi se běžně používá výraz *ultrafialová luminiscence* nebo *ultrafialová fluorescence*. Přesnější bylo mluvit o *fluorescenci ve viditelném spektru indukované ultrafialovým zářením v blízké oblasti*. Výraz *luminiscence* zahrnuje *fluorescenci*, která koresponduje s délkou působení excitačních paprsků, a fosforescenci, která přetrvává i po skončení působení excitačních paprsků. Techniku ultrafialové





10a



10b



10c

a rentgenovým zářením (10–400 nm). Pro průzkum uměleckých děl se používá nejčastěji dlouhovlnné ultrafialové záření v blízké ultrafialové oblasti UVA (320–400 nm).<sup>35</sup> Jako zdroj UV záření se v restaurátorské praxi nejčastěji používají vysokotlaké rtuťové výbojky.<sup>36</sup> V současnosti se nabízejí UV LED lampy, které mají delší životnost.

Při expozici uměleckého díla ultrafialovými paprsky dochází na řadě materiálů k excitaci záření s větší vlnovou délkou. V UV osvětlení tak lze v naprosté tmě pozorovat a fotograficky zaznamenat vybuzenou fluorescenci ve viditelném spektru. Fotografii UV fluorescence je možné provést běžným digitálním fotoaparátem.

Charakter fluorescence je dán řadou faktorů: chemicko-fyzikální podstatou a množstvím zkoumaného materiálu, mírou jeho degradace nebo vlnovou délkou UV záření. Stárnutím získává řada organických malířských materiálů schopnosti fluorescence. Například staré pryskyřičné laky mají výraznou žlutozelenou fluorescenci. Taktéž některé pigmenty lze rámcově charakterizovat nebo diferencovat na základě specifické fluorescence.<sup>37</sup> Další vlastností, která se na pozorované fluorescenci projevuje, je interakce pojiva a pigmentu. UV fluorescence vypovídá zejména o svrchních obrazových vrstvách, jako jsou lakové vrstvy, fixáže, retuše či přemalby, lazury a svrchní malba. Na základě rozdílné fluorescence různých starých materiálů lze někdy dobře identifikovat druhotné restaurátorské zásahy.

Další technika spadající do diskutované části spektra je UV fotografie. V tomto případě se

#### ■ Poznámky

fotografie lze také nazývat fotografie odražených ultrafialových paprsků. Více o této metodě viz např.: Mauro Matteini – Arcangelo Moles, *Scienza e restauro. Metodi di indagine*, Firenze 2003, s. 175–182. – Slánský (pozn. 22), s. 41–53. – Ezio Buzzegoli, Annette Keller, *Ultraviolet fluorescence imaging*, in: Pinna – Galeotti – Mazzeo (pozn. 19), s. 204–206. – MacBeth (pozn. 22), s. 294–296. – Warda (pozn. 20), s. 148–162.

**35** Pro průzkum uměleckých děl se také výjimečně používá obrazové snímání ve středněvlnné 280–320 nm (UVB) a krátkovlnné 185–280 nm (UVC) ultrafialové oblasti. Pro obrazový záznam je nutné použití speciálních kamer citlivých na danou vlnovou délku. Optika musí být z křemenného skla, protože běžné sklo toto spektrum blokuje. Popsaná technika se používá spíše ve forenzních vědách, medicíně a mineralogii. Viz: Warda (pozn. 20), s. 150–151.

**36** Vysokotlaké UVA rtuťové výbojky vyzařují paprsky od 325–400 nm, ale také paprsky v IR spektru 725–800 nm. Srov.: idem, s. 153. Vysokotlaké rtuťové výbojky jsou výkonnější než nízkotlaké. Nevýhodou je postupný náběh a značné vyzařované teplo. Mezi nízkotlaké rtuťové zářivky patří také zdroje, které vyzařují UV paprsky v UVB a UVC oblasti. Vyzařované spektrum lampy by nemělo přesahovat do viditelného světla, aby nezastíralo vybuzenou fluorescenci. Z tohoto důvodu je nevhodné používat UV zářivky, které svým zářením přesahují do modrého spektra a vzhledem k velikosti zdroje je nelze filtrovat. Jedná se o tzv. BLB (blacklight blue) zářivky, které emitují záření i ve viditelné oblasti 405–435 nm. Viz: ibidem, s. 153. V restaurátorské praxi jsou například široce rozšířené zářivky typu Philips UV40. Pro filtraci UV lampy se spektrem přesahujícím do viditelné oblasti je doporučován např. filtr Schott DUG11X. Viz: Dyer – Verri – Cupitt (pozn. 20), s. 48. Jako příklad úrovně expozice vedoucí k získání rele-

**Obr. 10.** Karlštejn, kostel Panny Marie, východní stěna, Apokalyptický cyklus – Sedmý anděl troubí: a) snímek UV fluorescence s nerovnoměrným osvětlením, b) snímek totožného místa s vloženou reflexní plochou, c) stejné místo po softwarovém vyrovnání nehomogenního osvětlení. Nerovnoměrné osvětlení snímání maleb vycházející z omezeného prostoru nedovolujícího ideální rozmístění lamp lze řešit softwarově v postprodukcí. Foto: Adam Pokorný, 2018.

vantních výsledků uvedme osvit dvěma vysokotlakými rtuťovými výbojkami 250 W UVA, které ve vzdálenosti 1,2 m vykazují osvit 85  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Srovnáme tuto hodnotu s úrovní UVA záření letní oblohy: 1470  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Informace o bezpečné míře expozice UV záření na umělecká díla viz: ibidem, s. 110, 151.

**37** Vzhledem k řadě aspektů, které fluorescenci ovlivňují, není identifikace malířských materiálů na základě UV fluorescence spolehlivá. Nicméně ji lze v rámci neinvazivní identifikace použít jako doplňkovou metodu. Například pořízené snímky lze v barevném prostoru CIEL\*a\*b\* komparovat s referenčními standardy. Viz: Alfredo Aldrovandi – Ottaviano Caruso, *Indagini fotografiche nelle diverse bande spettrali. Miglioramenti tecnici e applicazione ai casi studio delle cappelle Peruzzi e Bardi nella basilica di Santa Croce*, in: Cecilia Frosinini (ed.), *Progetto Giotto, Tecnica artistica e stato di conservazione delle pitture murali nelle cappelle Peruzzi e Bardi a Santa Croce*, Firenze 2018, s. 49–58. – Alfredo Aldrovandi – Ottaviano Caruso – Paola Ilaria Mariotti, *Caratterizzazione dei materiali pittorici nelle pitture murali mediante tecniche fotografiche*, *OPD restauro*, 2010, č. 22, s. 55–80.

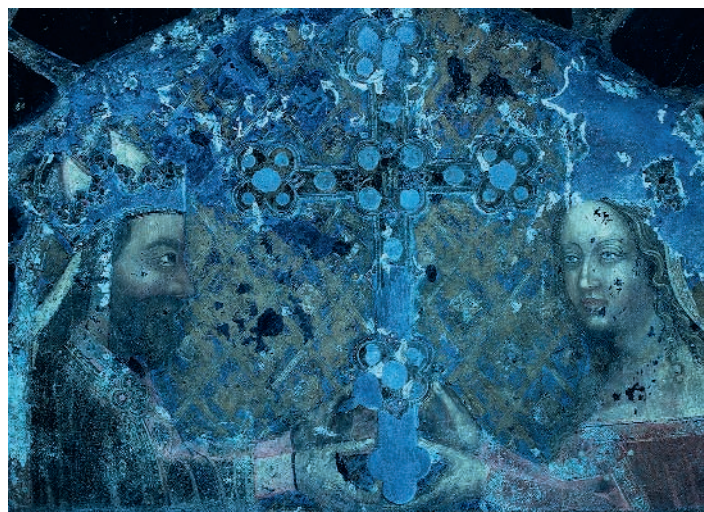




11a



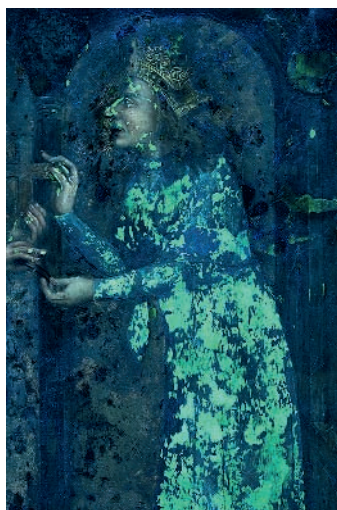
11b



12



13a



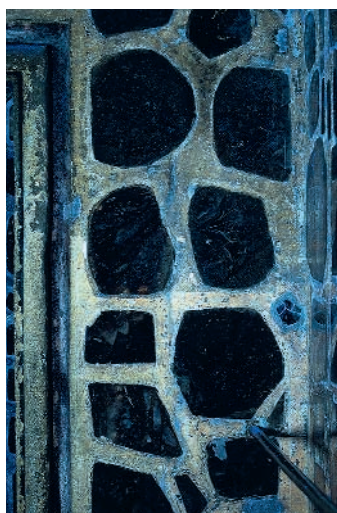
13b



14a



14b



14c



15a



15b



15c



Obr. 11. Karlštejn, kaple sv. Kateřiny, menza, detail postav na malbě Ukřižování: a) snímek ve viditelném spektru, b) snímek UV fluorescence – na snímku UV fluorescence můžeme sledovat retuše vydělující se od originálu tmavší tonalitou a svrchní fixáže projevující se světlou fluorescence. Foto: Adam Pokorný, 2018.

Obr. 12. Karlštejn, kaple sv. Kateřiny, západní stěna, Karel IV. s císařovnou Annou Svídnickou, snímek UV fluorescence. Na snímku se svým světlým odstínem jasně projevují místa, která v jednom z minulých restaurátorských zásahů byla upevněna voskem. Foto: Adam Pokorný, 2018.

Obr. 13. Karlštejn, kostel Panny Marie, jižní stěna, první výjev Ostatkové scény, francouzský dauphin: a) snímek ve viditelném spektru, b) snímek UV fluorescence. Rozsáhlé retušované místa modrého pláště lze snadno identifikovat díky obsahu zinkové běloby se silnou fluorescence. Foto: David Hrabálek a Adam Pokorný, 2018.

Obr. 14. Karlštejn, kaple sv. Kateřiny, západní stěna, inkrustace: a) snímek ve viditelném spektru, b) snímek v bočním osvětlení, c) snímek UV fluorescence. Na snímku UV fluorescence lze odlišit jednotlivé fáze výzdoby inkrustací na základě rozdílného zabarvení plastických dekorů. Foto: Adam Pokorný, 2018.

Obr. 15. Karlštejn, kostel Panny Marie, jižní stěna, první výjev Ostatkové scény, detail s tváří Karla IV.: a) snímek ve viditelném spektru, b) snímek UV fluorescence, c) UV fotografie. Na základě pořízených snímků lze jasně mapovat rozsah druhotných retuší. Foto: Adam Pokorný, 2018.

fotograficky zaznamenávají UV paprsky odražené od malby. Obraz je tak dán poměrem reflexe, absorpce a transmise UV záření. Pro záznam v oblasti UVA je možné použít modifikovaný digitální fotoaparát.<sup>38</sup> Na objektiv fotoaparátu se pouze nasadí filtr blokující fluorescenci a část záření z UV lampy v IR spektru a případně viditelném spektru.<sup>39</sup> Objektiv musí být v tomto případě přestřeno, poněvadž se UV paprsky při průchodu čočkou objektivu lámou jiným způsobem než viditelné světlo.<sup>40</sup> Z tohoto důvodu je vhodné ostřit fotoaparát přes funkci živý náhled. Dále je nutno počítat s delší expozicí. Tato metoda, stejně jako ultrafialová fluorescence, vypovídá o svrchních obrazových vrstvách. Materiály, které mají výraznou fluorescenci, jsou na těchto snímcích tmavé. Díky rozdílné absorpci lze malířské materiály v obecné rovině charakterizovat a diferencovat.<sup>41</sup>

#### Výsledky průzkumu

Pro osvětlení maleb jsme využili dvě snadno přenosné UV LED lampy.<sup>42</sup> Vzhledem k někdý omezenému prostoru zamezujícímu ideálnímu osvětlení snímání plochy se ukázalo jako celkem efektivní použití digitálního vyrovnání osvětlení (obr. 10).<sup>43</sup> Fotografie ultrafialové fluorescence jsme pořídili klasickým digitálním fotoaparátem.<sup>44</sup> Pro záznam v oblasti UVA jsme použili modifikovaný digitální fotoaparát.<sup>45</sup>

Popsaná technika UV fluorescence byla velmi přínosná zejména při mapování druhotných zásahů (obr. 11). Na obraze Karel IV. s císařovnou Annou Svídnickou se jasně projevila místa malby, která byla při jednom z minulých restaurátorských zásahů upevněna voskem (obr. 12). Některé retuše se na snímcích jasně vydělovaly díky silné fluorescenci určitých pigmentů, jako je například zinková běloba (obr. 13). V partiích, kde měla svrchní malba výraznou fluorescenci, jsme mohli dobře zmapovat defekty s odpadlou barevnou vrstvou, která na těchto snímcích odhalila spodní omítku s tmavším odstínem. V kapli sv. Kateřiny bylo díky rozdílné fluorescenci plastického rámování inkrustací možné odlišit první fázi od fáze druhé (obr. 14).

Technika UV fotografie poskytla doplňující informace a umožnila identifikaci retuší, které se v řadě případů vydělovaly od originálu rozdílnou tonalitou, kterou způsobila odlišná absorpce UV paprsků (obr. 15). Tyto rozdíly byly dále vizualizovány UV snímky falešné barevnosti.

#### Průzkum obrazů v infračerveném spektru<sup>46</sup>

##### Metoda

Pro průzkum obrazů v infračerveném spektru se využívá záření v blízké infračervené oblasti (700–1 000 nm) a krátkovlnné infračervené oblasti (1 000–3 000 nm). Ve vyšších vlnových délkách pak dochází k nárůstu absorpce a snížení transparentnosti barevných vrstev. Vzhledem k tomu, že se snímání spektrum nachází mimo viditelnou oblast, je nutné použít speciálních záznamových zařízení. Jedná se o neinvazivní optické zobrazovací techniky, které zaznamenávají IR světlo odražené od zkoumaného obrazu. V závislosti na použité technice je výstupem záznamu IR fotografie nebo IR reflektogram.<sup>47</sup> Průzkumové metody IR fotografie a IR reflektografie jsou založené na schopnosti infračerveného světla procházet svrchními barevnými vrstvami řady malířských materiálů.

#### ■ Poznámky

<sup>38</sup> Digitální snímače CCD nebo CMOS mají spektrální citlivost přibližně 200–1 100 nm. Pro snímání mimo viditelné spektrum je nutné sejmout z digitálního snímače tovarně instalovaný filtr blokující UV a IR oblast. Vzhledem k tomu, že při použití běžných objektivů se skleněnou optikou je záření ve středněvlnné UV oblasti 280–320 nm (UVB) blokováno, dosahuje takto upravený fotoaparát spektrální citlivosti přibližně 350–1 100 nm. Pro dosažení nižší hladiny spektra by bylo třeba použít speciální objektivy s křemenným sklem. Nutno poznamenat, že citlivost snímače při hranicích snímání spektra výrazně klesá. Viz: Dyer – Verri – Cupitt (pozn. 20), s. 44.

<sup>39</sup> V literatuře jsou pro tuto techniku doporučovány například tyto filtry: Baader Planetarium Ultraviolet Venus Filter, Kodak Wratten 18A + MaxMax X-Nite BP1, Schott BG38,

MaxMax X-Nite 330, PECA 900, B+W 403, Hoya U-330. Srov.: Warda (pozn. 20), s. 161.

<sup>40</sup> Pro tento typ fotografie je možné použít speciální apochromatický objektiv UV-VIS-IR 60 mm 1 : 4 APO Macro od firmy Jenoptik, u něhož problém s ostřením odpadá.

<sup>41</sup> Například zinková běloba s titanovou bělobou se od olovnaté běloby liší tmavým odstínem, daným silnou absorpcí UV paprsků. Mezi pigmenty se silnou absorpcí UV paprsků patří: uhlová čern, zemité žlutí a červeně, indigo, titanová běloba, zinková běloba. Pigmenty se střední absorpcí UV paprsků jsou: viridian, země zelená, kadmiové červeně, mořena, rumělka. Mezi pigmenty se slabou absorpcí UV paprsků patří pruská modř, kobaltová modř, ultramarín, olovnatá běloba. Srov.: Warda (pozn. 20), s. 158.

<sup>42</sup> V rámci provedeného průzkumu karlštejnských maleb byly použity UV lampy UF 12LED firmy PTS dále dvě UV lampy real UV™ LED Flood Light, 365 nm.

<sup>43</sup> Tyto korekce byly provedeny výše uvedenými softwary Nip2 a VIPS.

<sup>44</sup> Vedle toho jsme používali také výše popsany modifikovaný digitální fotoaparát Canon EOS 450D a EOS 200D s filtrem UV-IR CUT Hoya, blokující UV a IR spektrum, srov. pozn. 38. Pro tyto účely lze dále použít například filtr Kodak Wratten 2E s filtrem B+W 021 nebo filtr PECA 918.

<sup>45</sup> Pro průzkum byl použit modifikovaný digitální fotoaparát s filtrem Hoya U-360 a XNite330C.

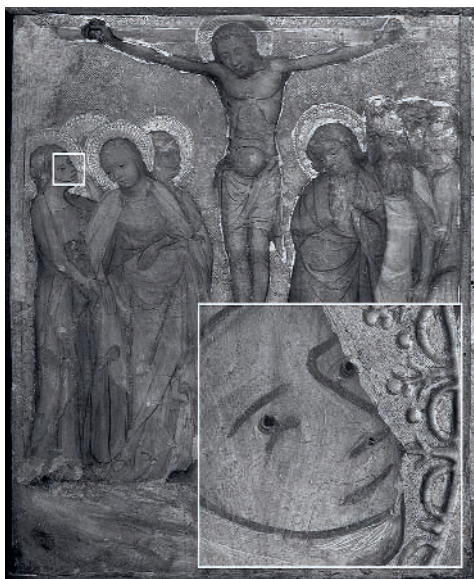
<sup>46</sup> Historie zkoumání uměleckých děl pomocí snímku v IR spektru sahá do 30. let 20. stol. K záznamu IR obrazu byly nejprve využívány skleněné fotografické desky s upravenou světlocitlivou vrstvou. Ty byly citlivé až do 1 300 nm. Později bylo možné používat komerčně dostupné kinofilmy s citlivostí do 900 nm (např. KODAK PROFESSIONAL High-Speed Infrared Film vyráběný do roku 2007). V 60. letech byla vyvinuta speciální kamera schopná snímání IR paprsky s vyšší vlnovou délkou. Tím se vyřešil problém netransparentnosti některých pigmentů v nižších hladinách IR spektra. V polovině 90. let se dostala na trh celá řada dalších senzorů určených k snímání IR spektra. Jejich nevýhodou je malé rozlišení. Proto řada muzeí iniciovala vývoj skenovacích zařízení, která snímky detailů automaticky spojují v jeden celek. Více o této metodě viz např.: Slánský (pozn. 22), s. 53–57. – Warda (pozn. 20), s. 130–148. – Matteini – Moles (pozn. 34), s. 182–189. – Claudia Daffara – Raffaella Fontana – Luca Pezzati, Infrared Reflectography, in: Pinna – Galeotti – Mazzeo (pozn. 19), s. 172–174; Roberto Bellucci et al., La Vergine delle Rocce di Leonardo: sorprese nell'underdrawing della versione di Londra, *Kermes. La rivista del restauro* 18, 2005, č. 60, s. 39–53. – Claudia Daffara et al., Scanning multi-spectral IR reflectography SMIRR: An advanced tool for art diagnostics, *Accounts of Chemical Research* 43, 2010, č. 6, s. 847–856.

<sup>47</sup> Termín IR reflektografie poprvé použil v polovině 60. let Van Asperen de Boer v intenci odlišit snímky záznamu obrazu ve vyšších vlnových délkách, než je tomu u IR fotografie. Termín IR fotografie se tak používá pro snímky IR paprsků oblasti 700–1 000 nm, pojem IR reflektografie pro paprsky 1 000–2 500 nm, viz Warda (pozn. 20), s. 132.





16



17



18



19a



19b

Obr. 16. Karlostejn, kaple sv. Kateřiny, snímání malby Ukřižování IR kamerou Osiris. Foto: Adam Pokorný, 2018.

Obr. 17. Karlostejn, kaple sv. Kateřiny, menza, Ukřižování, IR reflektografie. Vybrané detaily celkových snímků byly snímány v makroměřítku. Na těchto snímcích lze například dobře studovat charakter kresebné techniky. Foto: Adam Pokorný, 2018.

Obr. 18. Karlostejn, kostel Panny Marie, východní stěna, Apokalyptický cyklus – dvě stě milionů jezdců, IR reflektografie. Snímky IR reflektografie vypovídají jak o spodních vrstvách malby, jako je podkresba nebo podmalba, tak i o rozsahu a charakteru defektů nebo druhotných restaurátorských zásadách. Foto: David Hrabálek, 2018.

Obr. 19. Karlostejn, kostel Panny Marie, západní stěna, Andělský chór, detail anděla: a) snímek ve viditelném spektru, b) IR reflektografie. Metodou IR reflektografie je možné rozkrytí postup malířské výstavby a identifikovat případné změny a korekce, tzv. pentimenti, jak je to patrné na snímku, kde byla ve fázi malby změněna v podkresbě zamýšlená poloha hlavy anděla. Foto: David Hrabálek a Adam Pokorný, 2018.

Krycí schopnost malby obecně závisí na tloušťce barevné vrstvy a na schopnosti malířského materiálu rozptýleně odrážet dopadající paprsky. Zaznamenaný IR obraz je proto dán poměrem absorpce, reflexe a transmise světelných paprsků, což souvisí s chemicko-fyzikální podstatou malířského materiálu a vlnovou délkou dopadajících paprsků. Například čitelnost podkresby kryté svrchní malbou závisí na síle barevných vrstev, charakteru použitých pigmentů a kontrastu odražených paprsků podkresby a podkladu. Podkresba je tedy dobře zřetelná, když obsahuje materiály se zvýšenou absorpcí IR paprsků, jako černé pigmenty s obsahem uhlíku, a podklad vykazuje vysokou reflexi paprsků.

Kvalita a míra informací obrazového výstupu závisí na použitém přístrojovém vybavení. V současnosti je jako nejméně ekonomicky náročné možné pro IR fotografii použít upravený digitální fotoaparát s citlivostí přibližně do 1 100 nm, jak bylo výše popsáno.<sup>48</sup> Výhodou jsou snímky s vysokým rozlišením a širokou tonální škálou, avšak řada pigmentů je v nízké spektrální hladině netransparentních. Do stejné kategorie, ale s výrazně vyšším rozlišením spadají digitální stěny s vyjmutelným IR-cut filtrem. Na trhu jsou také speciální kamery s různými

#### ■ Poznámky

**48** Modifikovaný digitální fotoaparát je nutné opatřit filtrem s transmisí v blízké IR oblasti, srov. pozn. 38. V literatuře jsou pro tuto techniku doporučovány například tyto filtry: Kodak Wratten 87A, Kodak Wratten 87C, Kodak Wratten 87, Schott RG830, nebo jim podobné. Viz Warda (pozn. 20), s. 136–137. – Dyer – Verri – Cupitt (pozn. 20), s. 47.



nými typy senzorů,<sup>49</sup> které mohou snímat IR paprsky s vyšší vlnovou délkou.<sup>50</sup> Jejich nevýhodou je malé rozlišení. Vedle toho existují i jednotlivé prototypy skenovacích zařízení vyvinuté iniciativou některých muzeí a institucí.<sup>51</sup> Tyto přístroje podávají snímky s vysokým rozlišením a jsou citlivé do vyšších hladin spektra.

#### Výsledky průzkumu

Na průzkum karlštejnských maleb jsme použili kameru Osiris se spektrální citlivostí snímáče 900–1 700 nm (obr. 16).<sup>52</sup> V této oblasti je většina středověkých pigmentů transparentní.<sup>53</sup> Kamerou jsme nejdříve nasnímali jednotlivé obrazové celky. Následně po zjištění nosných obrazových informací jsme provedli záznam vybraných detailů. V této fázi, zejména pro charakterizaci kresebného média, byly pořízeny také snímky v makroměřítu (obr. 17).<sup>54</sup> Obraz odražených IR paprsků jsme dále snímali modifikovaným digitálním fotoaparátem s filtrem s transmisí spektra v blízké IR oblasti.<sup>55</sup> Pořízené IR fotografie zároveň sloužily i jako materiál pro IR falešnou barevnost. Použitelnost těchto snímků pro studium podkresb omezovala malá transparence některých pigmentů ve snímané hladině spektra.

Snímky v IR spektru se vzhledem k možnosti studovat spodní malířské vrstvy ukázaly v našem průzkumu jako zásadní a umožnily nahlédnout do podstaty různých malířských přístupů, ale i mapovat rozsah poškození a současný stav maleb (obr. 18). Na základě studia formálních znaků podkresby bylo možné uvést některé malby do vzájemného vztahu. Například komparace charakteru podkresb *Apokalyptického cyklu* s obrazem *Ukřižování* v kapli sv. Kateřiny podpořila předpoklad jejich souvislosti. Velkým překvapením bylo odhalení podkresby císaře a jeho ženy v rámci kresebného rozvrhu výjevu *Andělský chór*. Malby po srovnání s podkresbami vykazují celou řadu autorských změn (obr. 19). Jmenujme například původně zamýšlenou stojící figuru Krista námětu *Kristus ve schráně úmluvy* nebo kompoziční korekce výjevu *Hlasy vesmíru*. Vzhledem k silné přemalbě *Ostatkových scén* se použitou technikou nepodařilo odhalit podobu spodní originální malby. Stejně limity platí i pro odhalení spodní malby výjevu *Karel IV. s císařovnou Annou Svědnickou*. Červená podkresba výjevu *Trůnící Mado-na adorovaná Karlem IV. a Annou Svědnickou* se na snímcích překvapivě dobře projevila díky malému obsahu černi. Na malbě arkád se závesem na severní stěně kostela Panny Marie jsme technikou IR reflektografie identifikovali kopírovací techniku spolvero. Naopak na straně jižní byla v malbě rekonstrukce závěsu z 19. století rozpoznána řada kompozičních změn, odkazujících na počáteční hledání ideál-

ní kompozice. V případě použití zředěné barvy byla čitelnost podkresby značně snížena, jak je tomu pravděpodobně u maleb *Sedmihlavý drak*, *Okřídlená žena letící pouští* a *Žena sluncem oděná* (obr. 20).

*Fluorescence v infračerveném spektru indukovaná viditelným zářením a fluorescence ve viditelném spektru indukovaná modrým viditelným zářením*<sup>56</sup>

#### Metoda

Uvedené metody vycházejí ze stejného principu, jaký byl popsán výše v případě UV fluorescence. První jmenovaná technika je založena na osvětlení malby viditelným světlem, které vybudí paprsky s delší vlnovou délkou spadající do IR blízké oblasti. Tato metoda je velmi citlivá na parazitní IR paprsky. Z toho důvodu je nutné snímat malbu v naprosté tmě se zdrojem osvětlení bez IR spektra. Lze tak například použít LED světla nebo digitální projektor. Je taktéž možné použít světelný zdroj s přesahem do IR oblasti, jako například blesky opatřené filtrem pro eliminaci IR záření.<sup>57</sup> Obraz je zaznamenán modifikovaným digitálním fotoaparátem s filtrem s transmisí v IR spektru.<sup>58</sup> Intenzita IR fluorescence je velmi nízká a je nutné počítat s delší expozicí. Touto metodou je možné iden-



20

Obr. 20. Karlštejn, kostel Panny Marie, západní stěna, *Žena sluncem oděná*, IR reflektografie. Oproti výjevům *Apokalypsy* nebo *Andělského chóru* je v tomto případě štětcová podkresba daleko méně čitelná, což je dáno použitím zředěné barvy podkresby. Foto: David Hrabálek, 2018.

sčitají. Záznam spektrálních hladin s opakní malbou u nich překrývá záznam oblastí s transparentní malbou.

<sup>52</sup> Tento přístroj vyrábí firma Opus Instruments. V současnosti je dostupná inovovaná verze Apollo Camera (viz: <https://www.opusinstruments.com>). Přístroj disponuje InGaAs snímačem s rozlišením 512 × 512 pixelů. Přístroj, jehož výhodou jsou oproti velkým skenovacím zařízením malé rozměry, a tedy snadná mobilita, snímá obraz naskenuje v 64 záběrech, které automaticky spojí do výsledného snímku s maximální velikostí 4 096 × 4 096 pixelů. Jako zdroj světla jsme použili halogenové lampy. Pro záznam při cloně F/5,6 to znamenalo nastavit hladinu osvětlení odpovídající 250 lux.

<sup>53</sup> Výjimku tvoří malachit, kde transmisie IR paprsků začíná ve vlnových délkách od 1 700 nm.

<sup>54</sup> Ke kameře Osiris je mimo základní objektiv 150 mm F/5,6–4,5 možné použít i makroobjektiv 35–65 mm F/4,5–22.

<sup>55</sup> V prezentovaném průzkumu byl použit fotoaparát s filtrem Hoya RM 90 a Hoya R72, srov. pozn. 38 a 44.

<sup>56</sup> Více o těchto technikách např. Warda (pozn. 20), s. 146–148. – Dyer – Verri – Cupitt (pozn. 20), s. 5, 86–95. – Joanne Dyer – Sophia Sotiropoulou, A technical step forward in the integration of visible-induced luminescence imaging methods for the study of ancient polychromy, *Heritage Science* 5, 2017, č. 24. Dostupné online: <https://heritagesciencejournal.springeropen.com/articles/10.1186/s40494-017-0137-2>, vyhledáno 21. 2. 2020.

<sup>57</sup> Např. filtr Corning 9780.

<sup>58</sup> Např. Schott glass RG830, Kodak Wratten 87 nebo 87C. Viz: Dyer – Verri – Cupitt (pozn. 20), s. 52. – Warda (pozn. 20), s. 136–137.

#### ■ Poznámky

<sup>49</sup> Např. Phase One, Achromatic+ 39MP.

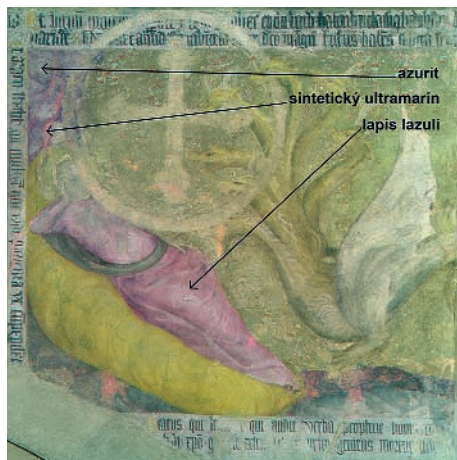
<sup>50</sup> PtSi: 1 200–2 500 nm, InGaAs: 900–1 700 nm, InSb: 1 000–3 000 nm, MTC: 1 000–2 500 nm. Například rozsáhlý průzkum podkresb 129 obrazů Mistra Theodorika byl na počátku 90. let proveden vidiconovou kamerou Hamamatsu, viz: Magdalena Černá – Hana Kohlová, Nestrutivní metody výzkumu deskových obrazů Mistra Theodorika, *Bulletin of the National Gallery in Prague. Bulletin Národní galerie v Praze* 3–4, 1993–1994, s. 104–106.

<sup>51</sup> Jedno z takových zařízení bylo vyvinuto počátkem 90. let v Istituto Nazionale di Ottica Applicata ve Florencii (INOA-CNR). Zařízení mělo snímáč InGaAs se spektrální citlivostí 800–1 700 nm. Výhodou tohoto zařízení bylo kromě vysokého rozlišení minimální optické zkreslení získaných snímků. V následujících letech bylo ve spolupráci s institutem Opificio delle Pietre Dure ve Florencii dále vyvíjeno a inovováno. Poslední verze má podobu multispektrálního skeneru podávajícího set geometricky identických snímků v jednotlivých spektrálních hladinách. Z viditelného spektra (395–765 nm) je tímto zařízením podáno 16 snímků, totožný počet obrazů připadá na spektrum blízké infračervené oblasti (750–2500 nm). Snímky je možné studovat jako obrazy, ale taktéž analyzovat je spektrofotometricky. Velkou výhodou samostatných snímků hladin spektra je z hlediska podkresb možnost studovat jednotlivé oblasti obrazu v konkrétním spektru, ve kterém je v malbě použitý materiál nejvíce transparentní. Tím odpadá problém průzkumových zařízení, která zaznamenávají dohromady širší spektrální úseky a celé snímané spektrum





21a



21b



22



23

tifikovat egyptskou modř a pigmenty s obsahem kadmia.

Vybuzená fluorescence, ve viditelném spektru indukovaná modrým LED světlem, pak spadá do navazujícího spektra s vyšší vlnovou délkou. Objekt je nutné osadit oranžovým filtrem blokujícím modré světlo.<sup>59</sup> Obrazový záznam lze pořídit běžným digitálním fotoaparátem.

#### Výsledky průzkumu

V rámci průzkumu byly uvedené techniky použity vzhledem k omezené výpovědní hodno-

tě jen okrajově.<sup>60</sup> Obrazovým záznamem fluorescence v infračerveném spektru indukované viditelným zářením bylo v některých případech možné identifikovat retuše s obsahem červeného a oranžového kadmia.

#### Infračervená a ultrafialová fotografie ve falešných barvách<sup>61</sup>

##### Metoda

Další metodou využívající blízkého IR a UV spektra je technika IR fotografie ve falešných barvách a UV fotografie ve falešných barvách.

Obr. 21. Karlštejn, kostel Panny Marie, východní stěna, Apokalyptický cyklus, Žena pracující k porodu: a) snímek ve viditelném spektru, b) IR fotografie ve falešných barvách. Podle charakteru barevné změny byl vytvořen předpoklad použití v modré obloze azuritu a v malbě šatu ultramarínu, což následně bylo podpořeno metodou XRF a potvrzeno laboratorní analýzou vzorku. Foto: David Hrabálek a Adam Pokorný, 2018.

Obr. 22. Karlštejn, kostel Panny Marie, východní stěna, Apokalyptický cyklus – Rozvázání čtyř andělů, Dvě stě milionů jezdců, Poblížení třetiny lidstva, IR reflektografie. Na snímku lze sledovat rozsah retuší vyjevujících se od originálu odlišnou barevnou změnou danou rozdílným pigmentovým složením. Dále lze poukázat na barevnou diferencí horní řádky nápisové pásky od zbytku textu, která odkazuje na odlišné malířské materiály. Foto: David Hrabálek, 2018.

Obr. 23. Karlštejn, kaple sv. Kateřiny, plastické vzory inkrustací, polynomiální mapování textury (PTM). Získaná data lze touto metodou prohlížet a studovat v programu RTIViever. Foto: David Hrabálek, 2018.

Barevný záznam IR fotografie ve falešných barvách je posunut mimo oblast viditelného spektra do IR oblasti. Výsledkem je charakteristická změna barevnosti, způsobená odlišnou fyzikálně-chemickou podstatou jednotlivých malířských materiálů, a tedy i jejich různou reflexí, absorpcí a transmisí. Rozdílné pigmenty s totožným odstínem ve viditelném spektru můžeme v některých případech tímto způsobem rozlišit. Technika UV fotografie ve falešných barvách je založena na stejném principu. Její pomocí lze dobře diferencovat například bílé pigmenty.

V minulosti se pro metodu IR fotografie ve falešných barvách používal speciální barevný fotografický film Kodak Ektachrome Infrared EIR. Vrstvy světlocitlivé filmové emulze byly selektivně senzibilizované tak, aby červená barva odpovídala blízkému IR spektru a zelená a modrá červenému a zelenému spektru. Modré

#### ■ Poznámky

<sup>59</sup> Např.: Lee No. 21, Lee No. 16. Viz: Dyer – Verri – Cupitt (pozn. 20), s. 53.

<sup>60</sup> Pro průzkum byl použit modifikovaný digitální fotoaparát, srov. pozn 38 a 44. Pro metodu fluorescence v infračerveném spektru indukované viditelným zářením byl použit filtr Hoya RM 90 a Hoya R72. Pro metodu fluorescence ve viditelném spektru indukované modrým viditelným zářením byl použit filtr Hoya YA3.

<sup>61</sup> Více o této metodě viz např.: Alfredo Aldrovandi et al., La ripresa in infrarosso falso colore: nuove tecniche di utilizzo, *OPD Restauro*, 1993, č. 5, s. 94–98. – Matteini – Moles (pozn. 34), s. 189–195. – Ezio Buzzegoli – Annette Keller, Ultraviolet/Infrared false colour imaging, in: Pinna – Galeotti – Mazzeo (pozn. 19), s. 200–203. – MacBeth (pozn. 22), s. 299–300.





24a



24b



24c

Obr. 24. Karlštejn, kostel Panny Marie, západní stěna, *Se-slání Ducha svatého*: a) snímek ve viditelném spektru, b) snímek PTM, c) kresbová rekonstrukce. Na základě techniky PTM bylo možné rekonstruovat tvary původních, jen fragmentárně dochovaných plastických dekorů. Foto: David Hrabálek, studenti 2. a 3. ročníku RŠM AVU, 2018.

spektrum bylo nutné odfiltrout žlutým filtrem. Tak jako u jiných IR filmů dosahovala citlivost tohoto IR barevného filmu 900 nm. V současné době je možné použít digitální barevnou fotografii a IR fotografii. Posun barevných kanálů se provede v grafickém programu.

#### Výsledky průzkumu

Popsané metody jsme použili pro vstupní obecnou charakterizaci malířských pigmentů. Na jejím základě pak bylo přistoupeno k měření metodou XRF a následnému odběru vzorků.<sup>62</sup> Díky rozdílné barevné změně bylo možné diferenciovat řadu pigmentů. Například na výjevu *Žena pracující k porodu* byly v modrých odstínech rozlišeny dva typy pigmentů a charakter barevné změny vedl k předpokladu, že v modré obloze byl použit azurit a v malbě šatu ultramarín, což následně podpořila metoda XRF a potvrdila laboratorní analýza vzorku (obr. 21).<sup>63</sup> Stejně pigmentové zastoupení bylo možné očekávat i na dalších malbách, u nichž na snímcích IR falešné barevnosti došlo v modrých pigmentech k obdobné změně. Metoda se ukázala jako užitečná i při určení rozsahu retuší (obr. 22).

#### Polynomiální mapování textury<sup>64</sup>

##### Metoda

Metoda takzvaného polynomiálního mapování textury poskytuje komplexní záznam struktury zkoumané malby. Povrch díla lze studovat simulovaným pohybem světelného zdroje v interaktivním softwarovém prohlížeči. Dále je možné měnit charakter povrchu, například

zvýšením reflexe, což může odhalit v normálním světle neidentifikovatelné formy.

Tato technika je založená na sérii snímků totožného místa osvětleného z různých úhlů. Snímky jsou pak složeny ve speciálním softwaru RTIBuilder.<sup>65</sup> Obvykle je malba snímána postupným osvětlováním ze 48 pozic pokrývajících v totožné vzdálenosti prostorový tvar polokoule.<sup>66</sup> Pro tuto techniku je proto nutné vytvořit konstrukci sféry s rovnoměrně rozmístěnými lampami.<sup>67</sup> Do softwaru se ke každému snímku přiřadí pozice světelného zdroje. Tento způsob poskytuje velmi přesné výsledky, ale možnost snímání předmětu je omezena velikostí osvětlovací sféry. Řešením je lokalizovat pozici světelného zdroje pomocí odrazu světla z dvou černých kuliček vložených do záběru fotoaparátu. Takto, kdy je světelný zdroj ve stejné vzdálenosti volně situován do přibližných pozic, je možné snímat i velké plochy. Získaná data pak lze prohlížet v programu RTIViewer, s možností exportu jednotlivých záběrů (obr. 23).<sup>68</sup>

#### Výsledky průzkumu

Popsaná technika byla využita zejména k průzkumu plastických dekorů, které se tímto způsobem podařilo rekonstruovat i tam, kde se dochovaly jen ve fragmentu (obr. 24). Interaktivní prohlížení posloužilo také k lepšímu pochopení prostorového tvaru při rekonstrukci postupu tvorby reliéfních vzorů. Technika také umožňuje vyhledat v malbách kritické partie s oslabenou adhezí a v určitých časových úsecích sledovat případné změny, které by svědčily o vnitřních degradačních procesech.

#### Infračervená termografie<sup>69</sup>

##### Metoda

Pomocí IR termografie zaznamenáváme a měříme rozložení záření emitovaného z povrchu tělesa v dlouhovlnné části IR spektra 8–15  $\mu\text{m}$ . U nástěnných maleb tak lze vzhledem k rozdílné

#### ■ Poznámky

**62** Tuto metodu nelze použít pro přímou identifikaci pigmentů. Například rumělka a okr červený jsou oba v IR falešné barevnosti žluté a v UV falešné barevnosti fialové. Vedle toho žlutý okr a olovnatocinčitá žlutá mají oba v IR falešné barevnosti bělavý odstín, ale v UV falešné barevnosti se okr vymezuje červeným odstínem od žlutého zabarvení olovnatocinčité žlutě. Více o využití této techniky při průzkumu nástěnných maleb např.: Aldrovandi – Caruso (pozn. 37), s. 49–58. – Aldrovandi – Caruso – Mariotti (pozn. 37), s. 55–80.

**63** Na snímcích IR falešné barevnosti se tonalita ultramarínu mění do purpurového zabarvení, zatímco azurit zůstává temně modrý.

**64** Pro tuto metodu se v anglickojazyčné literatuře používá termín Polynomial Texture Mapping (PTM) nebo Reflectance Transformation Imaging (RTI). Vyvinuta byla v roce 2000 v laboratořích Hewlett Packard a uplatnila se mimo jiné v průzkumu uměleckých děl. Například se široce používá při výzkumu archeologických vykopávek, uměleckořemeslných děl, mincí atp. Srov. Tom Malzbender – Dan Gelb – Hans Wolters, Polynomial Texture Maps, in: *Proceedings of the 28th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, New York 2001, s. 519–528. Více o této technice viz např. Warda (pozn. 20), s. 125–126. – David Saunders – John Cupitt – Joseph Padfield, Digital Imaging for Easel Paintings, in: Lindsay MacDonald (ed.), *Digital Heritage: Applying Digital Imaging to Cultural Heritage*, Burlington 2006, s. 521–548. – Emma Marie Payne, Imaging Techniques in Conservation, *Journal of Conservation and Museum Studies* 10, 2012, č. 2, s. 17–29.

**65** Software RTIBuilder od neziskové korporace Cultural Heritage Imaging.

**66** Pro dosažení vypovídajícího výsledku je doporučováno snímat 24–72 snímků.

**67** Jako světelný zdroj se většinou používají LED světla nebo malé blesky.

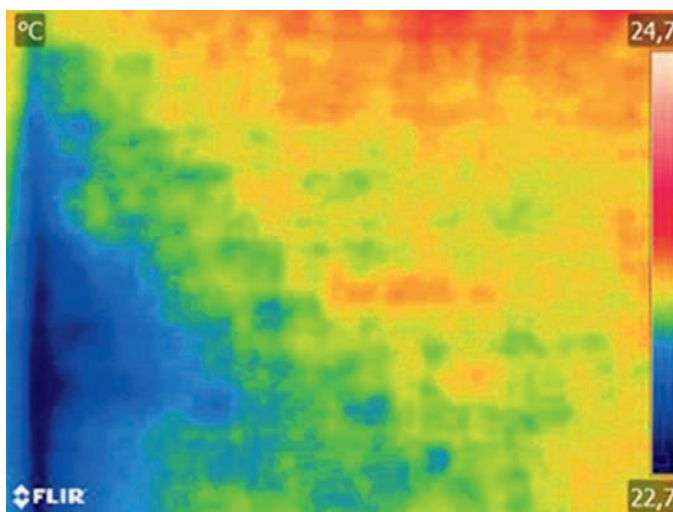
**68** Software RTIViewer od Cultural Heritage Imaging.

**69** Více o této technice viz např.: Matteini – Moles (pozn. 34), s. 216–223.





25a



25b

tepelné setrvačnosti materiálů heterogenního zdiva vizuálně zaznamenat odlišné tepelné toky vypovídající o vnitřní struktuře. Malby je možné také snímat tzv. aktivní metodou, kdy je teplota povrchu stěny nepatrně zvýšena například osvětlením lamp. Při ohřevu a následném ochlazování se tímto způsobem projevují zejména nehomogenní struktury ve svrchních vrstvách.

#### Výsledky průzkumu<sup>70</sup>

V rámci průzkumu karlovyvářských maleb bylo možné aktivní metodou například pozorovat skladbu kamenných bloků zdiva pod malbami, praskliny nebo místa s omítkou oddělenou od zdiva (obr. 25).<sup>71</sup> Jakkoli jsme průzkum IR termografií použili pouze dílčím způsobem, pasivní metodou měření jsme učinili zajímavý nález v kapli sv. Kateřiny nad malbou *Karel IV. s císa-*

*řovnou Annou Svídnickou*, kde se na obrazových záznamech objevila obdélná struktura vypovídající pravděpodobně o druhotně zazděném otvoru (obr. 26). Na snímcích jsou dále patrné druhotné zásahy, jako například rekonstruovaná zeď s oknem na jižní stěně v kostele Panny Marie nebo struktury ve zdivu hned za vstupem na východní kostelní stěně. Do budoucna se zde samozřejmě nabízí rozšíření záběru průzkumu. Například pro pochopení některých typů degradace maleb by bylo v budoucnu vhodné měřit teploty stěn v závislosti na vnitřních a venkovních klimatických podmínkách.

#### Rentgenová fluorescence (XRF)<sup>72</sup>

##### Metoda

Rentgenová fluorescence je neinvazivní spektrální technika poskytující informace o prvkovém složení malby.<sup>73</sup> Tato metoda je založe-

Obr. 25. Karlovyvář, kostel Panny Marie, východní stěna, Apokalyptický cyklus, Sedmý anděl troubí: a) snímek ve viditelném spektru, b) obrazový záznam měření stejného místa technikou infračervené (IR) termografie. S touto technikou bylo možné pozorovat skladbu zdiva pod malbami, praskliny nebo místa s oddělenou omítkou od zdiva. Foto: Jan Sova, 2018.

na na emisi charakteristického RTG spektra vyvolaným primárním RTG nebo gama zářením. Výstupem jsou data odpovídající prvkovému složení v daném měřeném bodě. Identifikované prvky jsou součtem složení všech barevných vrstev a podkladu, tato metoda tedy nevypovídá o stratigrafii malby. Dalším limitem je omezená identifikace lehkých prvků. Z tohoto důvodu tak nelze například určit ultramarín.<sup>74</sup> Také nelze identifikovat organické pigmenty. Metoda XRF taktéž nevypovídá o chemické sloučenině, nelze tak například diferencovat

#### ■ Poznámky

**70** Měření provedl Ing. Jan Sova s kamerou FLIR T540 s objektivem FOL 10mm s parametry: rozlišení 464 × 348 pixelů, spektrální rozsah 7,5 až 14,0 μm, teplotní citlivost (NETD) < 30 mK @30 °C.

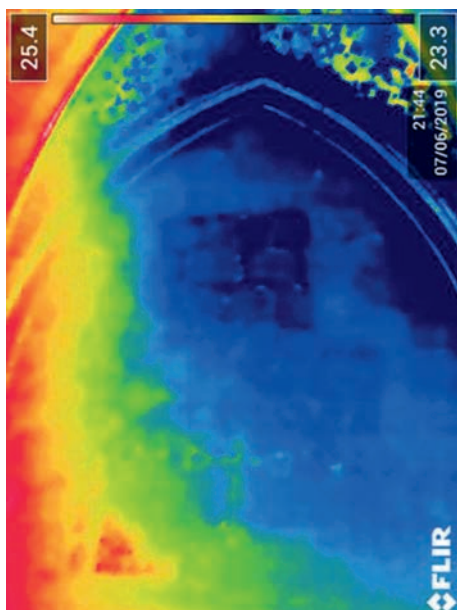
**71** U omítkové vrstvy, která je oddělena od zdiva, dojde k rychlejšímu ohřevu i rychlejšímu ochlazení, než je tomu v místech, kde je omítko spojena se zdivem. Malby byly exponovány osvětlením halogenových lamp při dodržení bezpečných hodnot 2 × 200 W ve vzdálenosti 3 m. Jako bezpečná vzdálenost použití halogenových lamp je udáván výkon 500 W na vzdálenost 1,8 m, viz: Warda (pozn. 20), s. 110. Pro dosažení relevantních výsledků byla dostačující několikaminutová expozice, která povrchovou teplotu zvýšila přibližně o 1–1,5 °C. Příklady použití aktivní metody termografie pro průzkum nástěnných maleb viz např.: Guido Roche, Le indagini termografiche, in: *Progetto Giotto, Tecnica artistica e stato di conservazione delle pitture murali nelle cappelle Peruzzi e Bardì a Santa Croce*, Cecilia Frosinini (pozn. 36), s. 59–62.

**72** Více o této technice např.: Claudio Seccaroni – Pietro Moiola, *Fluorescenza X. Prontuario per l'analisi XRF portatile applicata a superfici policrome*, Firenze 2004.

**73** Tato technika byla první zkoušena na konci 60. let v rámci průzkumů uměleckých děl k identifikaci kovových slitin. Širší použití této metody u malířských děl spadá do 80. let, kdy potřebnou technikou již disponovala některá muzea. K rozšíření pak došlo v následujících letech s nástupem velké nabídky mobilních zařízení. Ve spojitosti s průzkumy na hradě Karlovyvář zmiňme příspěvek popisující měření maleb touto technikou v kostele Panny Marie. Srov.: Tomáš Čechák et al., Application of X-Ray Fluorescence Analysis in Investigations of Historical Monuments, in: *Acta Polytechnica* 45, 2005, č. 5, s. 48–51.

**74** Metoda XRF je schopná identifikovat chemické prvky těžší než křemík. Ultramarín obsahuje pouze lehké prvky (hliník Al, křemík Si, sodík Na, kyslík O, síru S).





26

Obr. 26. Karlštejn, kaple sv. Kateřiny, západní stěna, IR termografie. Na obrazových záznamech se na západní stěně v kapli sv. Kateřiny objevila obdélná struktura vypovídající pravděpodobně o druhotně zazděném otvoru. Foto: Adam Pokorný, 2018.

mědnaté zelené pigmenty. Dalším problémem je interpretace složení malby s více pigmenty. Určité limity této metody řeší použití dalších neinvazivních spektrálních mobilních metod, jako např.: Infračervená spektroskopie (FTIR) ve střední infračervené oblasti s vláknovou optikou, Mikro-Raman s vláknovou optikou, UV-Vis spektroskopie s vláknovou optikou.

### Výsledky průzkumu

V této fázi průzkumu jsme rámcově charakterizovali pigmentové složení maleb.<sup>75</sup> Ukázalo se, že malířská paleta obsahuje pigmenty běžně užívané v deskové malbě, jako je např. olovnatá běloba, minium, rumělka, zemité pigmenty, azurit, zelené mědnaté pigmenty a uhlíkaté černi.<sup>76</sup> Otázky vztahující se ke stratigrafii však bylo možné zodpovědět až interpretací navazujícího laboratorního průzkumu odebraných vzorků.

### III. Druhá etapa průzkumu

Cílem navazující druhé fáze průzkumu bylo dále prohloubit poznání malířských technik. V problematice stavu nástěnných maleb byl průzkum zaměřen zejména na poznání příčin opakujících se degradací originálních i restaurátorských materiálů. Klíčovou částí druhé fáze průzkumu byly laboratorní analýzy zaměřené na identifikaci pigmentů a organických pojiv spolu s určením stratigrafie maleb. Tímto způsobem bylo možné upřesnit závěry a interpre-

tační předpoklady formulované v první etapě projektu.

### Laboratorní materiálový průzkum Metoda

Laboratorní materiálový průzkum zahrnuje celou řadu analytických metod používaných pro identifikaci anorganických i organických látek a jejich popis přesahuje rozměr a zaměření příspěvku.<sup>77</sup> Laboratorní analýzou mikrovzorků bylo možno přesně identifikovat charakter použitých materiálů a poznat stratigrafii jednotlivých vrstev. Místa odběru byla přesně volena na základě zjištěných poznatků v první etapě s konkrétními otázkami, které nebylo možné zodpovědět neinvazivními metodami. V rámci průzkumu by také byla provedena spektrální analýza organických pojiv. Analýza byla zaměřena na originální barevné vrstvy a plastické dekory.<sup>78</sup>

### Výsledky průzkumu

Díky upřesnění poznatků a předpokladů získaných v předešlém průzkumu bylo možné například vztáhnout jednotlivé malby do bližšího autorského určení, což přineslo potvrzení recentních umělecko-historických závěrů, nebo naopak nové podněty pro další bádání. Například na základě totožné imprimitury v celém prostoru kostela Panny Marie lze nástěnné malby vztáhnout do užšího časového horizontu. Na stylové analýze malby a charakteru podkresby založený předpoklad určité blízkosti mezi malbou *Ukřižování* a horním pásmem *Apokalyptického cyklu* byl v navazujícím průzkumu dále podpořen shodnou výstavbou spodní oranžovo-okrové imprimitury a svrchní bílé imprimitury, redukující kontrast výrazné černé štetcové podkresby (obr. 27). Identifikace stratigrafie pomohla osvětlit situaci dvou stojících figur na výjevu *Andělského chóru*. Ukázalo se, že pod figurami se nenachází starší malba, a jsou tedy původní součástí daného výjevu. Předmětem stratigrafického průzkumu bylo dále potvrzení předpokládaných rozsáhlých přemaleb výjevu *Ostatkových scén* (obr. 28). Překvapením bylo zjištění spodního barevného souvrství týkajícího se výjevu *Karel IV. s císařovnou Annou Svídnickou pozvedávající sv. Kříž*.

Další rovinou průzkumu bylo poznání příčin některých typů degradací originálních barevných vrstev. Identifikovaná stratigrafie a složení podkresby přispěly k vytvoření hypotéz osvětlujících fenomén odpadávání podkresby i se svrchní barevnou vrstvou, který se týká řady maleb zkoumaného prostoru. Obdobně byla řešena otázka příčiny opadání plastických vzorů. Laboratorní průzkum také potvrdil přítomnost cínové fólie, kterou jsme předpokládali na plastických dekorech na základě první fáze

průzkumu. Rozsáhlé ztráty pokovení plastických prvků jsou tak zjevně výsledkem degradace cínu při nízkých teplotách.<sup>79</sup> Zajímavé výsledky přinesla i analýza organických pojiv originální malby. Identifikované použití lněného oleje je vzhledem k mizivému procentu takto analyzovaných bohemikálních středověkých nástěnných maleb velkým přínosem pro poznání dobové malířské praxe.<sup>80</sup>

### IV. Závěr

(zpracovali Adam Pokorný a Petr Skalický)

Z příspěvku – doufáme – vyplývá, že ačkoliv každá z popisovaných metod má jasně dané mantinely aplikace, způsoby jejich využití se odvíjejí od konkrétních situací a místa, kde jsou využívány. Každé výtvarné dílo nás tak vždy při různých způsobech interpretace staví před originální řešení. Aplikace moderních

### ■ Poznámky

**75** Měření bylo provedeno přenosným XRF spektrometrem Bruker Tracer III-SD Academia vybaveným CCD kamerou pro snímání analyzovaného místa. Vyhodnocení spekter bylo provedeno pomocí softwaru Bruker ARTAX Best.

**76** Užití ultramární předpokládané na základě snímků IR falešné barevnosti bylo potvrzeno až následným laboratorním průzkumem odebraných vzorků.

**77** Viz např.: Anorganická analýza: optická mikroskopie, skenovací elektronová mikroskopie, energo-disperzní RTG spektroskopie (SEM/EDX), RTG fluorescenční analýza (RFA, XRF), RTG difrakce (RTG-D), PIXE, Ramanova spektrometrie, atomová emisní spektrometrie (AES), atomová absorpční spektrometrie (AAS), neutronová aktivní analýza (NAA). Organická analýza: infračervená spektrometrie s Fourierovou analýzou (FTIR), tenkovrstvá chromatografie (TLC), vysokotlaká kapalinová chromatografie (HPLC), plynová chromatografie (GC), kapalinová chromatografie (LC), MALDI TOF.

**78** Vzorky byly zalaty do polyesterové pryskyřice PolyLite, snímky nábrusů byly pořízeny kamerou Leica DFC495 na mikroskopu Leica DMLP v dopadajícím denním a UV světle. Prvková analýza byla provedena na elektronovém mikroskopu Tescan Vega. Pro analýzu pojiv byla použita plynová chromatografie s hmotnostním detektorem: plynový chromatograf Agilent 6890N, hmotnostní spektrometr Agilent 5973N.

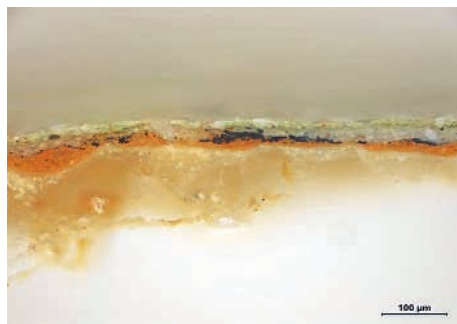
**79** K degradaci cínu dochází již při 13,2 °C.

**80** Dosud se mnilo, že tyto malby jsou malovány temperou, viz např.: Vlasta Dvořáková – Dobroslava Menclová, *Karlštejn*, Praha 1965, s. 144. Zmiňme, že je stále u řady odborníků zakotveno přesvědčení, že nástup olejomalby spadá až do konce 15. stol. Například v deskové záalpské malbě známe použití olejomalby od nejstarších dochovaných obrazů. Tato technika je vlastně i bohemikálním středověkým obrazům, o této problematice s odkazy na související literaturu viz Klípa – Pokorný 2012 (pozn. 5), s. 201–203.





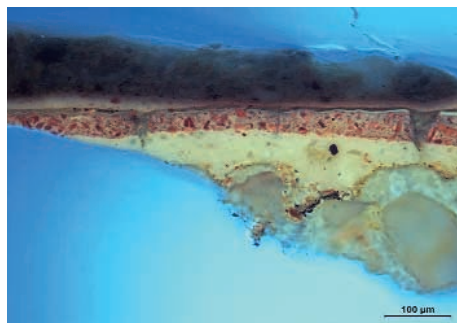
27a



27b



28a



28b

**Obr. 27.** Karlštejn, stratigrafie barevných vrstev, a) kaple sv. Kateřiny, menza, Ukřižování, zelený plášť sv. Jana, b) kostel Panny Marie, východní stěna, Apokalyptický cyklus, Jan pojídající andělovu knihu, zelená draperie. Na vzorcích se na obou obrazech ukázala stejná výstavba daná oranžovo-okrovou imprimiturou, černou podkresbou, následnou polotransparentní bílou imprimiturou a svrchní malbou. Foto: Lenka Zamrazilová, 2019.

**Obr. 28.** Karlštejn, kostel Panny Marie, jižní stěna, první výjev Ostatkové scény, plášť Karla IV., stratigrafie barevných vrstev: a) snímek ve viditelném spektru, b) snímek UV fluorescence. Na vápenné omítce spočívá tenká vrstva oranžovo-okrové imprimitury, na které je rozvedena světlá podmalba pláště se svrchní temně červenou lazurou. Na poslední originální vrstvě je patrná subtilní laková vrstva vyjevující se na UV snímku výraznou luminiscencí. Svrchní souvrství bílé malby pláště se zachycenou zelenou vrstvou rostlinného dekoru se týká renesanční přemalby. Foto: Lenka Zamrazilová, 2019.

technologí v restaurování nutně klade nemalé nároky na restaurátora, který je využívá, a to nikoliv tolik ve vlastní obslužnosti, jako spíše ve zkušenostech a profesní odbornosti. Zásadní je schopnost získaná data interpretovat a zasadit do širších a využitelných souvislostí, což nelze bez hluboké, praktické a dlouhodobě profesně ověřované znalosti široké palety historických technik malby.<sup>81</sup> Samotné zacházení s moderními technologiemi v konkrétních situacích, jak jsme dokládali i na karlštejnském příkladu, k tomu také vyžaduje jistou dávku kreativity, která teprve umožní využití těchto metod i mimo ideální laboratorní prostředí.

Z pohledu památkové péče a úježi z pohledu recentní restaurátorské praxe by vždy měla být snaha co nejméně invazivně zasahovat do historického artefaktu, být k jeho materii maximálně šetrný. Právě zodpovědná a poučená aplikace neinvazivních metod může, jak snad bylo výše doloženo, přispět k paradoxnímu požadavku dílo zachovat a přitom do něj invazivně nevstupovat. Poznání techniky a materiálové skladby díla je totiž zásadním požadavkem pro stanovení optimální koncepce restaurování, a to jak v rovině technologicko-materiálové, tak v rovině výtvarné. Tou se nutně dotýkáme specifických a obtížně exaktně formulovatelných nároků na restaurátora v případě zadání samotného restaurování. Bohužel dominující výklad stávajících zákonných norem a plošně rozšířená praxe při vypisování veřejných zakázek na restaurování i těch nejhodnotnějších památek moc nadějí v tomto ohledu nenabízí.

Popisovaný postup průzkumů v sakrálních prostorách Menší věže hradu Karlštejna je nutné chápat nikoliv jako zobecnitelnou metodiku, ale jako aplikovaný postup, jako popis metody, která byla uzpůsobena konkrétním výzvám. Zcela na individuálním zvážení je tak především způsob zpracování a archivace získaných dat. V případě průzkumu v sakrálních prostorách hradu Karlštejna to byly řešiteli zvolené grafické diagramy. Skvělé a velmi praktické využití nepochybně nabízejí různé digitální databáze, ale pro tiskovou podobu výsledné zprávy, která je mnohdy zadavateli žádána, jsou bohužel hůře využitelné.

V úhrnu můžeme říci, že příspěvek měl za cíl prezentovat strukturu provedeného průzkumu, který bylo s dílčími omezeními možné na jedinečné památce realizovat a který by spolu s jinými publikovanými průzkumy snad mohl být pro svůj záběr prezentován jako „metodický“. Jsme totiž přesvědčeni, že publikování podobně komplexněji pojatých průzkumů by mělo být standardem v péči o památkový fond. Stejně tak paralelní publikování konkrétních a inovativně aplikovaných dílčích metod a technologií, které nás svým strmým vývojem staví trvale před nové výzvy a možnosti. Teprve kontinuální publikování konkrétních průzkumů a nakonec i výsledků restaurování může aspirovat na udržitelnou a navíc proměnnou metodiku.

Z výše řečených důvodů lze i předkládaný popis restaurátorsko-technologického průzkumu v sakrálních prostorách Menší věže Karlštejna chápat pouze jako dílčí, a to i ve vztahu přímo k tamní nástěnné výzdobě. Řada průzkumem otevřených otázek nás staví teprve na začátek nového směru bádání, jehož výsledky neradno zatím předjímat.

*Příspěvek vznikl v rámci výzkumného cíle Tematické průzkumy památek, financovaného z Institucionální podpory Ministerstva kultury dlouhodobého koncepčního rozvoje (DKRVO) výzkumné organizace NPÚ.*

#### ■ Poznámky

**81** Spolu se znalostmi principů průzkumových metod je pro úspěšnou interpretaci získaných jednotlivých výstupů nezbytná orientace v historických malířských technikách. Výhodou je dále empirická praktická zkušenost nabytá v kontaktu s uměleckým dílem během restaurování nebo při studiu uměleckých děl vytvářením technologických kopií. Formulované závěry lze dále prakticky ověřit technologickou zkouškou. V případě karlštejnské nástěnné výzdoby tak byly řešitelským týmem kupříkladu prakticky ověřovány postupy vytváření pastiglií. Prokázalo se, že formy pro zhotovení pastiglií nebyly vyrývané, ale odlévané z vymodelovaného prototypu. Jako zcela mylný se ukázal v literatuře popsáný postup obtiskování raznice. Více k tomu příspěvek Jana Klípy, Adama Pokorného a Markéty Pavlíkové (pozn. 14) v tomto čísle.