1 Dokumentace drobných adtefaktů

1.1 Soudobé metody dokumentace drobných artefaktů

V rámci přípravy a realizace předkládaného památkového postupu byla vypracována rešerše soudobých metod dokumentace drobných artefaktů, která mj. sloužila k vytvoření ucelené představy týkající se této problematiky a zároveň byla podkladem pro výběr vhodných metod dokumentace k experimentálnímu ověření vlivu restaurátorského zásahu.

Měřická část tohoto památkového postupu se zabývá primárně problematikou exaktní prostorové (3D) měřické dokumentace povrchu kamenných prvků. Takto vytvořená kvalitní 3D data pak slouží pro analýzu vlivu restaurátorského zásahu na povrch kamene s důrazem na čitelnost stop po opracování. Nicméně v této úvodní části textu věnována pozornost vymezení širšího kontextu v němž se tematicky pohybujeme.

Oblasti aplikace

Obecně jsou různorodé metody dokumentace v makroměřítku využívány v různých oborech resp. aplikacích. Výčet některých z nich, které mají přímou vazbu na dále řešenou problematiku, uvádí Bláha (2013) ve svém článku týkajícím se trasologie. V článku autor dává mj. do souvislosti dokumentační aplikace vycházející z kriminalistiky s aplikacemi v oblasti historických bádání. Uvedeno je mj. základní členění stop o jejichž zachycení resp. exaktní dokumentaci jde. Mezi jinými uvádí:

- *stopy po nástrojích používaných při výrobě a zpracování (ve dřevě, kameni .. náš případ)*
- *otisky zanechané lidskou rukou při ručním zpracování nebo následném použití (např. keramika, hliněný povrch)*
- *geometrické plány, výškové a směrové linie, konstrukční náčrty (ve dřevě, v omítce ..)*
- *stopy různých následných dodatečných úprav nebo konzervace zásahů*
- *dekorativní úpravy a původní nebo dodatečné drobné epigrafické památky, jako např. nápisy, datace, signatury, včetně vandalismu (ve omítkách, obkladech ..)*

Již na první pohled je patrné, že aplikačních oblastí jen v oblasti dokumentace historických objektů nemovitých i movitých je nepřeberné množství. Byla také zmíněna návaznost na kriminalistiku, kde se exaktní dokumentační metody uplatňují při forenzní analýze (dokumentace nástrojů i stop po jejich využití např. ran).

Když bychom tedy měli vyjmenovat alespoň hlavní oblasti, v nichž se přesná 3D dokumentace rozměrově malých artefaktů využívá, pak mezi ně patří – památková péče, archeologie (včetně podvodní, viz např. Eeckman 2019), kriminalistika, muzejnictví (dokumentace sbírkových

předmětů, viz např. Marshall 2019, numismatika aj.), uměnověda (dokumentace malovaných povrchů aj., viz např. Dhanda 2019) a jistě i další.

Využívané dokumentační metody - přehled

Vyjdeme-li při našich úvahách z aplikací v památkové péči, pak jsou hlavním návodným zdrojem metodické publikace Národního památkového ústavu (NPÚ). V kontextu našeho záměru se jeví z mnoha vydaných následující dvě jako nosné.

První zpracovaná Veselým (2014) se zabývá komplexně problematikou měřické dokumentace historických staveb. Důležitou tezí textu, kterou je vhodné zdůraznit, je doporučení pro volbu vhodné kombinace dokumentačních metod. Některé metody jsou vhodné spíše pro dokumentace celků a jiné se hodí více pro dokumentaci detailů. Tyto metody jsou v popředí našeho zájmu. Podobný přístup k dokumentaci potvrzuje mezi jinými ve svém článku např. Spairani-Berrio (2019), kde pozemní laserové skenování uvádí jako metodu pro zachycení celku a fotogrammetrii pro detailní dokumentaci jeho vybraných částí.

Ve druhé zpracované Václavíkem (2014) se již pozornost věnuje primárně elementárním částem staveb tedy architektonickým prvkům (průzkum, dokumentace a inventarizace). S ohledem na rozměry artefaktů je bližší námi řešené problematice.

Jako další zdroj doplňující a rozšiřující záběr obou zmíněných metodických publikací NPÚ je možné uvést např. práci Plzáka (2016b). V ní mj. shrnuje soudobé metody pro získání 3D dat v aplikaci archeologie a uvádí přehledná schémata třídění metod z pohledu různých autorů.

Třídění metod

Metody pro dokumentaci lze dělit podle různých hledisek. Mezi hlavní hlediska jistě patří měřickost výstupů a jejich dimenze (2D/3D) – tj. zda se jedná o exaktní dokumentaci (v našem případě tedy záznam povrchu). Její výsledky lze metricky analyzovat – tj. např. vyčíslovat úbytek materiálu po restaurátorském zásahu. Metody podle tohoto hlediska třídíme na měřické a neměřické.

Mezi *neměřické metody* dokumentace drobných artefaktů uváděné ve výše uvedených zdrojích patří – kresebná dokumentace, překreslování stop na folii, frotáž, prostá fotodokumentace (reliéfní fotografie s vhodným nasvícením a vložením měřítka/barevné škály) a metoda RTI (Reflection Transformation Imaging), viz dále. Všechny tyto metody zároveň poskytují pouze 2D výstup. Na stálý význam starých metod „tužka+papír“ i v digitálním věku upozorňuje Gembinski (2016).

Mezi *měřické metody* pak patří – fotogrammetrie (FTG), 3D skenování (3DS) a fotometrické stereo (FS). Výsledkem dokumentace těmito metodami jsou 3D data.

Dalším třídícím kritériem pak může být způsob sběru dat. Z tohoto pohledu rozdělujeme metody na *kontaktní* (tj. přímé měření na objektu, např. mechanické) a *bezkontaktní,* mezi něž patří všechny výše uvedené měřické metody.
V rámci bezkontaktních (optických) metod lze ještě rozlišit metody *pasivní* (pouze záznam – např. FTG) a *aktivní* (3DS – např. emitace a pak záznam odrazu laserového paprsku).

Měřická dokumentace – fotogrammetrie

Fotogrammetrie nabízí celou škálu metod. Pro účely 3D dokumentace drobných artefaktů je nejvhodnější metoda založená na využití obrazové korelace (využívající algoritmy SfM - Structure from Motion, či MVS - Multi-View Stereo). Techniky založené na korelaci se označují zkratkou IBMR (Image based modeling and rendering) a hlavní princip spočívá v tom, že se automatizovaným postupem ze sady vstupních snímků vytváří husté mračno bodů (tzv. point cloud), případně polygonový model (tzv. mesh) a digitální ortofoto (odvozený 2D výstup). Metoda je využívaná jak pro dokumentaci celků tak i detailů. Tato metoda patří podle zkoumaných zdrojů mezi zdaleka nejčastěji využívané.
Mezi zajímavé aplikace zmíněné ve zdrojích související s námi řešeným tématem patří:

- aplikaci při dokumentaci geometrických nákresů v omítkách uvádí např. Chaloupka (2019).
- aplikaci při dokumentaci rytin na lesklých površích (mramorový obklad stěny) s využitím nástrojů pro automatizovanou analýzu obrazu a s použitím polarizačních filtrů při snímkování popisuje Abate (2019)
- aplikaci při dokumentaci poškození povrchu malby na dřevě (ikony) s použitím tzv. makrofotogrammetrie uvádí Angheluță (2019)
- o aplikaci při dokumentaci ostří nástrojů a stop po opracování dřeva/trámů píše Weigert (2021)
- aplikace při dlouhodobém 3D monitoringu kamenných soch uvádí Kozub (2016)
- porovnání využití fotografických snímků a videa jako zdrojů primárních obrazových dat popisuje Torresani (2019)

Ve výčtu by jistě bylo možné dále pokračovat. Obecně lze konstatovat, že s využitím fotogrammetrie lze dosáhnout kvalitních výstupů, jak dobře dokumentují projekty v odkazovaných zdrojích, a to při dodržení doporučených technologických postupů. Klíčovými jsou v tom ohledu otázky kvality vstupních dat - obrazová kvalita snímků a kvalita vlícovacího podkladu. Důležitou je také otázka, zda je dokumentace prováděna přímo v terénu nebo

v laboratořích. To silně ovlivňuje využité technologie, protože je bývá snahou využívat v terénu co nejjednodušší postupy.

Vlícovací podklad potřebný pro ustavení měřítka a případně i orientace výsledného modelu bývá řešen různě. Klasické geodetické zaměření bodů např. totální stanicí není s ohledem na přesnost, v níž se mají výsledky pohybovat (řádově desetiny mm), reálné. Využívají se tedy různá jiná řešení. Jedním z nich je např. využití kalibrovaných kriminalistických měřítek, viz např. Cihla (2021). Ty lze s výhodou jednoduše využít i v terénu. Uváděno je i využití speciálně vyrobených přípravků typu tzv. kalibračního normálu, viz Charvát (2012), které se však omezuje spíše na laboratorní prostředí. Další možností je využití speciálních „pomůcek“ (typu stereozákladna) k FTG systému na tabletu, jak uvádí Angás (2019).

Základní výhodou FTG metody je, že nároky na speciální vybavení jsou poměrně malé. Kvalitní snímky lze pořídit vcelku běžnou digitální fototechnikou (zrcadlovka, bezzrcadlovka), aniž by trpěla geometrická kvalita výsledku. Vlícování je možné provést s využitím kalibrovaného měřítka. Větší výdaje jsou spojeny pouze s nákupem specializovaného FTG software. Pro analýzu dat typu mračno či model existují i poměrně kvalitní open source řešení, např. systém CloudCompare. Dosažení přesnosti resp. detailnost zachycení povrchu s využitím běžného vybavení v řádu několika málo desetin mm se jeví reálné. V porovnání např. s metodou 3DS je oceňována kvalita textury výsledného 3D modelu, viz Nosek (2014).

Měřická dokumentace – 3D skenování

3D skenovací systémy se dělí na dvě základní skupiny. První skupinou jsou systémy polární (někdy značeno TLS – terrestrial laser scanner), kdy se měří pomocí laserového paprsku přímá vzdálenost mezi přístrojem a zaměřovaným bodem. Tyto systémy jsou hojně využívány pro dokumentaci celků, viz výše. Druhou skupinou jsou systémy triangulační, kdy se pro účely zjištění 3D polohy bodů využívá známá základna a využívají se jedna nebo dvě kamery pro záznam místa dopadu laserové stopy. Tato skupina skenerů je využívána v aplikacích jimiž se zabýváme.

Mezi zkoumanými zdroji se nicméně využití triangulačních skenerů objevuje v porovnání s FTG jen ve velmi omezené míře. Zčásti to může být způsobeno poměrně vysokou finanční náročností při pořízení systému (řádově více, než pořízení kvalitního fotoaparátu). Zčásti jistě také hrají roli určitá omezení plynoucí z metody samé. Na tomto místě je možné uvést např. problematiku proměnné odrazivosti – je silně ovlivněna materiálem objektu (např. kamenné prvky zašpiněné černými sazemi bude těžké touto metodou dokumentovat). Další občas uváděnou „vadou“ je nepřesné zachycení hran způsobené změnou průměru měřícího

laserového paprsku se vzdáleností (klesající rozlišovací schopnost). Podrobněji se věnuje souhrnu informací a zdrojů o metodě Plzák (2016b).

V práci Dhandy (2019) týkající se geometrické dokumentace malovaných povrchů (např. tahy štětcem typické pro toho kterého umělce) bylo prováděno porovnání metod FTG, FS (resp. fúze jejich výstupů) s výstupem 3D triangulačního skenování. Ačkoliv se v závěru vyjadřuje na podporu využívání FTG/FS jako „levné alternativy“ zmiňuje, že v některých aspektech poskytuje skenování lepší výsledky. To mj. dává do souvislosti odkazem na stále řešenou problematiku odrazivosti u FS (uvádí např. vliv na změnu kvality modelu na jeho krajích).

Mezi další zajímavé aplikace zmíněné ve zdrojích související s námi řešeným tématem patří:

- aplikaci při dokumentaci (společně s FTG) objektu a účelem doplnění/nahrazení chybějících či poškozených částí kamenného reliéfu popisuje Hayes (2015).
- aplikaci při dokumentaci degradace kamene v procesu umělého stárnutí uvádí Janvier (2016)
- obecně se trendům digitalizace v kamenické praxi věnuje McGibbon (2016)

3D skenování je relevantní metodou pro práce typu detailní dokumentace povrchů. Přesnost, s jakou je výsledek získán, závisí mj. na parametrech využitého přístroje. Mezi často zmiňovanými nedostatky patří vliv odrazivosti materiálu na výsledek a případná neostrost na hranách. Většímu rozšíření a častějšímu využívání brání nejspíše finanční nákladnost technologie. FTG metody dávají souměřitelné výsledky, přičemž vstupní náklady mohou být řádově nižší.

Měřická dokumentace – fotometrické stereo

Metoda fotometrického sterea a metoda RTI vycházejí ze společných základů. Primární je pořízení souboru snímků zkoumaného objektu a jejich specializovaného zpracování. Na rozdíl od FTG jsou všem snímky pořízeny z jednoho místa a taktéž předmět zájmu zůstává nehybný. Co se v průběhu snímkování mění je osvětlení, které je měněno systematicky. V některých případech a využívá i speciální tzv. světelný dóm. Pro zachycení směru přicházejícího světla se používají např. lesklé koule různé velikosti (změna polohy odlesku snímek od snímku). Dulecha (2021) se ve své obsáhlé práci podobně podrobně věnuje jak metodě RTI resp. MLICs (Multi-Light Image Collections), tak metodě FS. Z našich autorů je možné uvést např. Plzáka (2016a), který v článku vysvětluje princip metody RTI a ukazuje její aplikaci v numismatice (dokumentaci mince). Valach (Drdácký 2015) se věnuje jak popisu principu FS, tak představení experimentálního zařízení pro sběr dat, popisu úskalí využití metody a jejím aplikacím.

V čem se tedy obě metody liší? Cílem u metody RTI je pomoci uživatelům při detailním zkoumání tvarového členění zkoumaného artefaktu. Nejde ovšem o metodu měřickou, protože výsledkem zpracování je „obrazová kompozice“. Její zkoumání probíhá ve speciálním prohlížecím software pouze změnou vizuální podoby tohoto obrazového souboru interaktivní změnou osvětlení. Lze tak zjistit i jemné prostorové členitosti za běžných podmínek okem nepostřehnutelné. Nicméně exaktní měřický (geometrický) výstup chybí. Metoda FS jde v tomto ohledu dále. Na základě analýzy množství odraženého světla se snaží o odhad normál povrchu a tedy orientace/sklonitosti povrchu a následně k vytvoření 3D modelu povrchu. Základním aktuálně stále řešeným problémem je problematika zavedení znalosti odrazivých vlastností povrchů (viz také výše) do výpočtů. Původně bylo použití metody omezeno pouze na difuzní povrchy (tzv. lambertovské).

Mezi zdroji o dokumentaci povrchů stále převládají odkazy využití metody RTI, nicméně je předpoklad, že postupně bude více uplatňována i metoda FS. Jako příklady z praxe lze uvést:

- aplikaci při dokumentaci náhrobků za účelem zvýšení čitelnosti nápisů na nich popisuje Graham (2016)
- aplikaci při klasifikaci olejomaleb s využitím strojového učení a dat RTI uvádí Kim (2019)
- aplikací při dokumentaci povrchu mapy metodou RTI se zabývá Cummings (2018)
- využití multispektrálního snímkování při RTI (také UV a IR část spektra) a analýze uměleckých děl popisuje Giachetti (2017)

Využití FS je stále ještě v začátcích. Kromě jiného vyžaduje pro snímkování specializované zařízení a některé aspekty zpracování jsou stále ještě předmětem výzkumu (podchycení odrazivosti materiálů). Naproti tomu „sesterská“ metoda RTI je při dokumentaci již běžně používána. Nejedná se ale v jejím případě o metodu měřickou a to její využití při exaktní dokumentaci vylučuje.

Měřická dokumentace - zhodnocení

Hlavním cílem této části textu bylo prozkoumat současné možnosti měřické dokumentace malých artefaktů z hlediska používaných metod, potřeby specializovaného vybavení k nim a celkové náročnosti (technologické, finanční, časové aj.).

V literatuře se uvádí především tři využívané metody – fotogrammetrie, 3D skenování a fotometrické stereo. Všechny mají dle zdrojů potenciál poskytnout v dané oblasti zájmu (tj. malý předmět/artefakt = požadavek vysoké geometrické přesnosti v řádu 0,1 mm i vyšším) odpovídající výsledky typu 3D model. Metody se tak liší především nároky na specializované vybavení. V tomto ohledu je nejpoužívanější metodou FTG, která je mnohými výše zmíněnými

autory označována za „nízkonákladovou“. Ačkoliv metoda 3DS může přinášet v některých aspektech lepší výsledky, je nejspíše právě s ohledem na vstupní náklady mnohem méně využívána. Obě metody lze dobře využít jak v podmínkách laboratoře, tak v terénu. Metoda FS je stále předmětem zkoumání resp. vývoje a dá se říci, že postupy s ní spojené se teprve „ustalují“. Ačkoliv i u ní jsou uváděny terénní aplikace, vhledem k potřebě např. světelného dómu je vhodnější spíše pro laboratorní dokumentaci.

Jistě existují i další v textu nezmíněné metody a postupy. Jejich využití je ovšem ve sledované oblasti zatím omezené např. kvůli vazbě primárně na laboratorní podmínky. Na tomto místě je možné např. uvést metodu 3D skenování pomocí strukturovaného světla (STL 3D scanning). O jejím využití v archeologii a porovnání s FTG pojednává např. Nosek (2014). Jde o jednu z forem výše zmíněného 3D skenování založeného na triangulaci.

Pro další zpracování byla na základě získaných poznatků zvolena FTG (konkrétně metoda IBMR) s využitím kriminalistických měřítek pro vlícování a pořizováním sady snímků (nikoliv tedy videosekvence). Tato volba vycházela především z následujících požadavků: co největší jednoduchost postupu (využitelná i pro „poučené laiky“); primární využití v terénu; minimalizace vstupních nákladů. Zastřešujícím kontextem pak bylo dosažení požadované vysoké geometrické přesnosti 3D výstupů (řádově jednotlivé desetiny mm).

2 Seznam související použité literatury

ABATE, D. a M. TRENTIN, 2019. Hidden graffiti identification on marble surfaces through photogrammetry and remote sensing techniques. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* [online]. **XLII-2/W15**, 1–8. ISSN 2194-9034. Dostupné z: doi:10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-1-2019

ANGÁS, J., S. A. JASIM, M. BEA, M. FARJAS, P. URIBE, P. LANAU a X. OTERO, 2019. Rock art recording in Khatm al Melaha (United Arab Emirates): multirange data scanning and web mapping technologies. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* [online]. **XLII-2/W15**, 85–92. ISSN 2194-9034. Dostupné z: doi:10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-85-2019

ANGHELUȚĂ, L. M. a R. RĂDVAN, 2019. Macro photogrammetry for the damage assessment of artwork painted surfaces. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* [online]. XLII-2/W15, 101–107. ISSN 2194-9034. Dostupné z: doi:10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-101-2019

BLÁHA, J., 2013. Historic traceology as a complex tool for rediscovery of lost construction skills and techniques. In: *STREMAH 2013* [online]. s. 3–13 [vid. 2022-10-29]. Dostupné z: doi:10.2495/STR130011

CIHLA, Michal, 2021. *Metody postupu dokumentace trasologa v kameni na příkladě užití sekery, jako kamenického nástroje v etruské architektuře.* [online]. Ústí nad Labem, 2021 [cit. 2022-10-31]. Dostupné z: https://theses.cz/id/sidh32/. Diplomová práce. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Filozofická fakulta.

CUMMINGS, Mike, 2018. Yale putting high-tech tests to its controversial Vinland Map. *YaleNews* [online] [vid. 2022-10-31]. Dostupné z: https://news.yale.edu/2018/02/28/yale-putting-high-tech-tests-its-controversial-vinland-map

DHANDA, Abhijit, 2019. *The Geometric Documentation of Painted Surfaces* [online]. Ottawa, Ontario [vid. 2022-10-29]. Master of Applied Science. Carleton University. Dostupné z: doi:10.22215/etd/2019-13800

DRDÁCKÝ, M., SLÍŽKOVÁ, Z., VALACH, J., eds. *Příspěvek technických věd k záchraně a restaurování památek.* Praha: Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR, v. v. i, 2015. ISBN 978-80-86246-43-7.

DULECHA, Tinsae Gebrechristos, 2021. *Surface analysis and visualization from multi-light image collections.* Doctor of Philosophy. University of Verona. Dostupné z: doi:10.13140/RG.2.2.33681.15207

EECKMAN, Axel, 2019. *Studying woodworking technology on ancient shipwrecks through digital photography and photogrammetry* [online]. B.m.: Honor Frost Foundation [vid. 2022-10-29]. Dostupné z: doi:10.33583/mags2019.02

GEMBINSKI, C. 2016. Digital Field Documentation: The Central Park Obelisk. In: *Science and Art: A Future for Stone: Proceedings of the 13th International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone, Volume 2*. Paisley: University of the West of Scotland, 2016. pp. 1009-1016. ISBN: 978-1-903978-55-9

GIACHETTI, Andrea, Irina Mihaela CIORTAN, Claudia DAFFARA, Ruggero PINTUS a Enrico GOBBETTI, 2017. Multispectral RTI Analysis of Heterogeneous Artworks. *Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage* [online]. 10 pages. ISSN 2312-6124. Dostupné z: doi:10.2312/GCH.20171288

GRAHAM, C.A. a S. SIMON, 2016. Computational Imaging Techniques for Documentation and Conservation of Gravestones at Jewish Cemeteries in Germany. In: *Science and Art: A Future for Stone: Proceedings of the 13th International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone, Volume 2*. Paisley: University of the West of Scotland, 2016. pp. 1017-1024. ISBN: 978-1-903978-55-9

CHALOUPKA, J. a P. RŮŽIČKA, 2019. Nálezy geometrických graffiti na omítkách zámku v Sokolově. *Průzkumy památek.* XXVI – 1/2019, pp. 110-126. ISSN: 1212-1487

CHARVÁT, Zdeněk, 2012. *Využití fotogrammetrie pro dokumentaci historických měřidel*. Brno, 2012. Diplomová práce. VUT v Brně, Fakulta stavební.

HAYES, J., S. FAI, S. KRETZ, C. OUIMET a P. WHITE, 2015. Digitally-Assisted Stone Carving of a Relief Sculpture for the Parliament Buildings National Historic Site of Canada. *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* [online]. II-5/W3, 97–103. ISSN 2194-9050. Dostupné z: doi:10.5194/isprsannals-II-5-W3-97-2015

JANVIER, R., X. BRUNETAUD, K. BECK, S. JANVIER-BADOSA a M. AL-MUKHTAR, 2016. The Potential of Laser Scanning to Describe Stone degradation. In: *Science and Art: A Future for Stone: Proceedings of the 13th International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone, Volume 1*. Paisley: University of the West of Scotland, 2016. pp. 353-360. ISBN: 978-1-903978-54-2

KIM, J., J. Y. JUN, M. HONG, H. SHIM a J. AHN, 2019. Classification of oil painting using machine learning with visualized depth information. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* [online]. **XLII-2/W15**, 617–623. ISSN 2194-9034. Dostupné z: doi:10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-617-2019

KOZUB, B. a P. KOZUB, 2016. 3D Photo Monitoring as a Long-term Monument Mapping Method for Stone Sculptures. In: *Science and Art: A Future for Stone: Proceedings of the 13th International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone, Volume 2*. Paisley: University of the West of Scotland, 2016. pp. 1031-1040. ISBN: 978-1-903978-55-9

MARSHALL, M. E., A. A. JOHNSON, S. J. SUMMERSKILL, Q. BAIRD a E. ESTEBAN, 2019. Automating photogrammetry for the 3D digitisation of small artefact collections. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* [online]. XLII-2/W15, 751–757. ISSN 2194-9034. Dostupné z: doi:10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-751-2019

MCGIBBON, S. a M. ABDEL-WAHAB, 2016. Emerging Digitisation Trends in Stonemasonry Practice. In: *Science and Art: A Future for Stone: Proceedings of the 13th International Congress on the Deterioration and Conservation of Stone, Volume 2*. Paisley: University of the West of Scotland, 2016. pp. 1041-1050. ISBN: 978-1-903978-55-9

NOSEK, Vojtěch, 2014. *Srovnání možností 3D fotogrammetrie a 3D skeneru při dokumentaci archeologických artefaktů* [online]. Brno, 2014 [cit. 2022-10-31]. Dostupné z: https://theses.cz/id/62xd0x/. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Filozofická fakulta.

PLZÁK, Jindřich, 2016a. Dokumentace mincí výpočetní fotografickou metodou RTI. *Numismatické listy* [online]. 71(3–4), 169–174. ISSN 2533-5650, 0029-6074. Dostupné z: doi:10.1515/nl-2016-0010

PLZÁK, Jindřich, 2016b. *Moderní dokumentační metody archeologických faktů*. Plzeň, 2016. Disertační práce. ZČU v Plzni, Fakulta filozofická.

SPAIRANI-BERRIO, Y., P. SAURA GÓMEZ, J. A. HUESCA-TORTOSA, S. SPAIRANI BERRIO a D. TORREGROSA FUENTES, 2019. The usage of TLS and photogrammetry during the restoration process of Spanisch national monument. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* [online]. *XLII-2/W15*, 1105–1110. ISSN 2194-9034. Dostupné z: doi:10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-1105-2019

TORRESANI, A. a F. REMONDINO, 2019. Videogrammetry vs. photogrammetry for heritage 3D reconstruction. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and*

Spatial Information Sciences [online]. XLII-2/W15, 1157–1162. ISSN 2194-9034. Dostupné z: doi:10.5194/isprs-archives-XLII-2-W15-1157-2019

VÁCLAVÍK, František, 2014. *Průzkum, dokumentace a inventarizace architektonických prvků*. 1. vyd. Praha: Národní Památkový Ústav. Odborné a metodické publikace, 47. ISBN 978-80-86516-76-9.

VESELÝ, Jan, 2014. *Měřická dokumentace historických staveb pro průzkum v památkové péči*. 1. vyd. Praha: Národní památkový ústav. Odborné a metodické publikace, 49. ISBN 978-80-86516-79-0.

WEIGERT, Adam, 2021. *Applied Craft Science in Traditional Timber Framing Conservation* [online]. Ottawa, Ontario [vid. 2022-10-29]. Master of Applied Science. Carleton University. Dostupné z: doi:10.22215/etd/2021-14542

Anon., [b.r.]. *CloudCompare - Open Source project* [online] [vid. 2022-10-31]. Dostupné z: https://www.danielgm.net/cc/