

Program na podporu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity (NAKI II)

Projekt VaV MK ČR DG18P02OVV069

Bezpečné snímání historických objektů bezpilotními helikoptéry – asistivní technologie,
metodika a využití v památkové praxi

Specializovaná mapa s odborným obsahem – Nmap

Interaktivní 3D model severní fasády zámku Plumlov s odborným
komentářem

Průvodní zpráva k výsledku

Předkladatel výsledku:

Národní památkový ústav, Valdštejnské náměstí 162/3, 118 01 Praha 1

České vysoké učení technické v Praze, Jugoslávských partyzánů 1580/3, 160 00 Praha 6 –
Dejvice

Řešitelé:

Mgr. Milan Škobrtal (NPÚ), Ing. Tomáš Meiser (ČVUT), Bc. Matouš Melecký (ČVUT), Ing. Jan
Bednář (ČVUT), Mgr. Tomáš Vítek (NPÚ), Mgr. Aneta Škobrtal Zlámalová (NPÚ), Ing. Pavel
Petráček (ČVUT), Ing. Vít Krátký (ČVUT), Mgr. Michaela Čadilová (NPÚ)

Olomouc 2022

Tento výzkumný projekt Bezpečné snímání historických objektů bezpilotními helikoptéry – asistivní technologie, metodika a využití v památkové praxi je realizován v rámci Programu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity České republiky (NAKI II). Splňuje požadavky specifických cílů programu – č. 2.1 Výzkum a jeho uplatnění – kulturní dědictví a území s historickými hodnotami, č. 2.2 Technologie a postupy pro ochranu kulturního dědictví, č. 2.3 Kulturní dědictví, vzdělávání a média, a to s důrazem na širokou prezentaci a zpřístupnění kulturních hodnot v kontextu národní identity.

Předkládaný výstup, specializovaná mapa s odborným obsahem (Nmap), byl zpracován v rámci řešení IV. etapy projektu, jejímž cílem je aplikovat získanou metodiku na komplexní dokumentaci rozsáhlého historického objektu, kde budou uplatněny všechny vyvinuté přístupy a současně ověřena korektnost navrženého památkového přístupu.

I) Cíl výsledku specializovaná mapa s odborným obsahem

Cílem bylo vytvoření interaktivní 3D vizualizace reprezentativní severní fasády manýristicko-barokního zámku Plumlov, která podrobně sleduje její uměleckou výzdobu, doplněnou daty z archivního průzkumu srovnáním starší a aktuální dokumentace a popisem. Zámek se zříceninou původního hradu je dominantou města Plumlova na Prostějovsku a požívá památkovou ochranu od roku 1958.¹

II) Vlastní popis výsledku

Základem specializované mapy s odborným obsahem (Nmap) je 3D model severní fasády zámku Plumlov, který byl vytvořen nasnímáním celé fasády pomocí bezpilotního prostředku a následného zpracování metodou fotogrammetrického modelování. Výsledný model byl georeferencován pomocí deseti geodeticky zaměřených vlícovacích bodů v systému WGS84. Prvním krokem snímání bylo tedy umístění a přesného zaměření těchto vlícovacích bodů podél stavby. Zaměření bodů bylo provedeno vysoce přesným systémem GNSS RTK s multikonstelačním systémem trilaterace a korekcí pomocí geodetických básových stanic. Samotné snímání probíhalo bezpilotním prostředkem DJI Matrice 600, která v dané době byla ideálním prostředkem pro nesení snímače Sony Alfa A7RIII s vysokým rozlišením. Snímání probíhalo ve dvou krocích. První bylo snímání v tzv. zig-zag paternu, kdy byla fasáda snímána z konstantní vzdálenosti 5 metrů s použitím širokoúhlého objektivu s krátkou ohniskovou vzdáleností. Výsledkem tohoto snímání pak byli detailní snímky všech částí fasády v kolmém a šikmém (30°) pohledu s vysokým překryvem. Druhým snímáním pak byli přehledové fotografie z větší vzdálenosti, a to jak šikmé pohledy na celou fasádu, případně její větší celky, tak tzv. nadir mapování, kdy bezpilotní prostředek snímá objekt zájmu a přilehlé okolí z výšky kolmo na zemský povrch. Toto snímání pak bylo provedeno objektivem s delší ohniskovou vzdáleností – a především u šikmých pohledů se jednalo o manuální let. Tato sada pak obsahovala snímky s nižším rozlišením, ale poskytla kontext pro správné zarovnání snímků z prvního kroku. Po zpracování zdrojových dat bylo možné provést 3D modelování, pokrytí texturou a tvorbu hloubkových map a spojeného snímku celé fasády ve vysokém rozlišení. Finální model byl vytvořen v několika úrovních kvality tak, aby ho bylo ve značně zjednodušené verzi možné zobrazit ve webovém rozhraní i na méně výkonných počítačích či mobilních telefonech. Model byl vygenerován v nejběžnějších formátech 3D modelů, nicméně v rámci anotátoru modelu byl využit formát “.glb” vhodný pro zobrazení ve webovém rozhraní.

Vyvinutý anotátor modelu je program pro systémy Windows a Linux, který umožňuje jednoduchou formou, nevyžadující technické vzdělání ani pokročilou znalost výpočetní techniky, načítat a procházet 3D modely ve formátu “.glb” a umisťovat do těchto modelů anotace obsahující text a fotografie.

¹ Zámek se zříceninou hradu Plumlov byl zapsán jako kulturní památka dne 3. 5. 1958, rejst. č. 37405/7-5689. Odkaz do Památkového katalogu: <https://pamatkovykatalog.cz/zamek-se-zriceninou-hradu-538698>, GPS: 49.4640089N, 17.0134114E.

Procházení modelu je umožněno pomocí rozhraní podobného koncovému webovému rozhraní a uživatel tedy vidí, jak bude výsledný model s anotací vypadat. Anotace lze posouvat v prostoru pomocí intuitivních šipek podle os souřadnicové soustavy. Samotný text anotací se upravuje pomocí klasického WYSIWYG textového editoru. Fotografie jsou po přidání automaticky optimalizovány pro webové rozhraní. Výstupem anotace je systém souborů ve formátu .json, které obsahují informace o pozici anotací, text anotací a odkazy na jednotlivé fotografie. Anotace je nezávislá na konkrétním modelu a v rámci zobrazení anotovaného modelu je jí možné využít pro model v libovolné kvalitě.

Předmětný 3D model je opatřený anotacemi, jež sledují stavební historii zámku, popisují jak celek reprezentativní severní fasády, tak i její dílčí partie a prvky výzdoby. Zaznamenán je její technický stav a uvádí se i výsledky restaurátorských rozborů z odebraných vzorků. Doprovodnou fotodokumentaci tvoří i archivní fotografie², aktuální snímky pořízené ze země, a především z dronu. V panelu nastavení v levém horním rohu lze anotace vypnout, otevřít nápovědu či změnit rychlost pohybu v modelu, který se ovládá tlačítky W, A, S, D či šipkami, a to za souběžného držení pravého tlačítka myši.

Interaktivní 3D model severní fasády zámku Plumlov (Nmap – specializovaná mapa s odborným obsahem) je umístěn na webové adrese:

http://mrs.felk.cvut.cz/3d-model-viewer/player/player.html?plumlov_sever

III) Návrh na využití výsledku – definování subjektů, které by měly být uživateli výsledku

- orgány státní památkové péče, vlastník město Plumlov, restaurátoři, specialisté na stavebně-historický průzkum, historici umění, školy, média, badatelé, odborná i laická veřejnost
- 3D model fasády může rovněž sloužit orgánům státní památkové péče a vlastníkovi objektu jako jeho přesné zaměření

² Za poskytnutí skenů části archivních fotografií děkujeme Vlastivědnému muzeu v Olomouci.

IV) Seznam použité související literatury a pramenů

Prameny:

Václav Girsá – Miloslav Hanzl – Dagmar Michoinová, Zámek Plumlov. Koncepce památkové obnovy – 1. část (konzervace a obnova dvorní fasády nového zámku, záchranné zajištění a konzervace dvorní části torza zříceniny hradu a obnova komunikačních ploch nádvoří), Praha 2009, (uloženo v knihovně NPÚ, ú. o. p. v Olomouci, sign. 7958).

Eliška Judová, Zámek Plumlov a traktát Werk von der Architektur (diplomová práce), Filozofická fakulta Masarykovy univerzity, Brno 2010.

Slavomíra Kašpárková, Plumlov. Vysoký zámek. Stavebně-historický průzkum, nepublikovaný strojopis, Olomouc 1990.

Dagmar Michoinová – Veronika Burianová, Protokol rozboru malt a omítek dvorní fasády zámku Plumlov, Praha 2009, (uloženo v knihovně NPÚ, ú. o. p. v Olomouci, sign. RP-470).

Josef Petr, Restaurátorský záměr – Návrh na restaurování. Pískovcové a štukové prvky pláště zámku v Plumlově, Tlumačov 2016, (uloženo v knihovně NPÚ, ú. o. p. v Olomouci, sign. RP-470).

Miroslav Plaček, Plumlov – nízký zámek. Zjednodušený stavebně-historický průzkum, Bzenec 1999, nepublikovaný strojopis.

Veronika Skopalová, Karel Eusebius z Liechtenštejna jako stavebník a stavitel v kontextu jeho teoretického díla (diplomová práce), Filozofická fakulta Univerzity Karlovy, Praha 2011.

Renata Svobodová, Restaurátorský záměr. Návrh na restaurování nástěnných maleb na fasádě zámku v Plumlově, Studénka 2018, (uloženo v knihovně NPÚ, ú. o. p. v Olomouci, sign. RP-470).

Markéta Zázvorková, Malířská a štuková výzdoba zámku v Plumlově (diplomová práce), Katolická teologická fakulta Univerzity Karlovy v Praze, Praha 2014.

Literatura:

Victor Fleischer, Fürst Karl Eusebius von Liechtenstein als Bauherr und Kunstammler, Vídeň 1910.

Vojtěch Janoušek, Vlastivěda moravská. Místopis Moravy II, okres Plumlovský, Brno 1933.

Jan Kühndel – Jaroslav Mathon, Plumlovský zámek a jeho knížecí architekt, Prostějov 1937.

Alena Prudká, Příspěvek ke stavebnímu vývoji hradu Plumlova (okr. Prostějov), in: Vlastivědný věstník moravský 48, Brno 1996, s. 155–160.

Miroslav Plaček, Ilustrovaná encyklopedie moravských hradů, hrádků a tvrzí, Praha 2001.

Miroslav Plaček, Hrady a zámky na Moravě a ve Slezsku, Praha 1996.

Bohumil Samek – Kateřina Dolejší, Umělecké památky Moravy a Slezska O/P (3.2), Praha 2021.

František Spurný a kol., Hrady, zámky a tvrze na Moravě a ve Slezsku (II), Severní Morava, Praha 1983.

V) seznam publikací, které předcházely výsledku specializovaná mapa s odborným obsahem a byly publikovány (pokud existují), případně výstupy z originální práce

Vít Krátký – Alfonso Alcántara – Jesús Capitán – Petr Štěpán – Martin Saska – Aníbal Ollero, "Autonomous Aerial Filming With Distributed Lighting by a Team of Unmanned Aerial Vehicles," in: IEEE Robotics and Automation Letters, vol. 6, no. 4, pp. 7580-7587, Oct. 2021, doi: 10.1109/LRA.2021.3098811.

Daniel Smrcka – Tomas Baca – Tiago Nascimento – Martin Saska, "Admittance Force-Based UAV-Wall Stabilization and Press Exertion for Documentation and Inspection of Historical Buildings," 2021 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS), 2021, pp. 552-559, doi: 10.1109/ICUAS51884.2021.9476873.

Pavel Petráček – Vít Krátký – Martin Saska, "Dronument: System for Reliable Deployment of Micro Aerial Vehicles in Dark Areas of Large Historical Monuments," in: IEEE Robotics and Automation Letters, vol. 5, no. 2, pp. 2078-2085, April 2020, doi: 10.1109/LRA.2020.2969935.

Vít Krátký – Pavel Petráček – Vojtěch Spurný – Martin Saska, "Autonomous Reflectance Transformation Imaging by a Team of Unmanned Aerial Vehicles," in: IEEE Robotics and Automation Letters, vol. 5, no. 2, pp. 2302-2309, April 2020, doi: 10.1109/LRA.2020.2970646.

Martin Saska – Vít Krátký – Vojtěch Spurný – Tomáš Báča, "Documentation of dark areas of large historical buildings by a formation of unmanned aerial vehicles using model predictive control," 2017 22nd IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA), 2017, pp. 1-8, doi: 10.1109/ETFA.2017.8247654.

Michaela Čadilová – Milan Škobrtal – Vít Krátký – Pavel Petráček – Tomáš Vítek – Kamila Davidová, Památkový postup. Průzkum umělecko-historicky hodnotných interiérů za pomoci autonomního letu bezpilotní helikoptéry, 2021, online: https://dronument.cz/sites/default/files/uploaded/npam_dronument.pdf

Mgr. Milan Škobrtal – Ing. Vít Krátký – Ing. Tomáš Meiser – Mgr. Aneta Škobrtal Zlámalová – Ing. Pavel Petráček – Ing. Dalibor Buršík – Mgr. Michaela Čadilová, Metodika užití bezpilotních helikoptér pro dokumentaci interiérů a exteriérů historických objektů, 2021, online: https://dronument.cz/sites/default/files/uploaded/Metodika_Nmet_II_DRONY_NAKI_069.pdf

VI) obsah elektronického nosiče dat – archivačního DVD

- Průvodní zpráva k Nmap – specializované mapě s odborným obsahem (pdf)
- Náhledy Nmap – interaktivního 3D modelu severní fasády zámku Plumlov (pdf)
- Složka obsahující kompletní Nmap, včetně instalačních souborů a návodu na instalaci