

Průvodní zpráva k výsledku typu Památkový postup – Npam

Průzkum umělecko-historicky hodnotných interiérů za pomoci autonomního letu bezpilotní helikoptéry

Památkový postup

Přiložený památkový postup byl vypracován jako výstup projektu *Bezpečné snímání historických objektů bezpilotními helikoptéry – asistivní technologie, metodika a využití v památkové praxi* (DG18P02OVV069) v programu MK ČR na podporu aplikovaného výzkumu a vývoje národní a kulturní identity (NAKI II).

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

Autoři: Michaela Čadilová, Milan Škobrtal, Vít Krátký, Pavel Petráček, Tomáš Vítek, Kamila Davidová

Olomouc 2021



NÁRODNÍ
PAMÁTKOVÝ
ÚSTAV



Cíl památkového postupu

V interiérech umělecko-historických objektů často nastává situace, kdy je potřeba zdokumentovat prvek, který se nedaří pohledově dosáhnout ze země ani z jiných vyvýšených míst stavby. V podobných případech se běžně postupuje s ohledem na důležitost prací a časových možností využitím žebříků, vysokozdvíhacích plošin, lešení a v omezené míře i bezpilotních helikoptér. Cílem předkládaného památkového postupu bylo zajistit vizuální dokumentaci nedostupných nebo obtížně dostupných míst za pomoci maximálně bezpečného letu speciální bezpilotní helikoptéry, jejíž vývoj a sestavení bylo dalším hlavním výstupem řešeného projektu. Naším cílem bylo vyvinout metodu, která bude ve srovnání se současnými postupy rychlejší a časem snad i ekonomičtější variantou stávajících způsobů dokumentace. Urychlení procesu získání dokumentace znamená menší zásah do běžného provozu sledovaného objektu.

Popis památkového postupu

Předkládaný památkový postup nabízí způsob, jak během jednoho letu bezpilotní helikoptéry nasnímat dopředu vybrané prvky z interiéru ze specifikovaného úhlu pohledu, z požadované vzdálenosti a s možností přisvícení palubními led světly. Dopředu plánovat požadovanou trajektorii letu umožňuje unikátní propojení výstupu laserového skeneru (Leica BLK 360) a bezpilotní helikoptéry navržené v rámci projektu. Ve vytvořeném 3D modelu objektu zobrazeném ve vyvinutém programu pro výběr pozic snímání jsou vyznačeny polohy snímacího zařízení (fotoaparát Sony Alpha A6500) s konkrétním směřováním na snímání prvek. Program sám vyhodnotí neefektivnější trajektorii letu, která se nahraje na palubní počítač bezpilotní helikoptéry. Na místě samotném pilot už jen zahajuje a ukončuje samotnou dokumentační akci a kontroluje bezpečnostní prvky v průběhu letu. Díky pořízení přesného 3D skenu a jeho archivování je možné plánovat trajektorie helikoptéry v tom samém modelu kdykoliv v budoucnu a využít jej na dokumentaci dalších míst. Případně díky archivování již absolvované trajektorie dokumentačního letu je možné realizovat průlet stejné trajektorie a monitorovat tak stejná místa v dlouhodobém časovém horizontu.

Popis ověření památkového postupu v praxi

Před reálným nasazením prošel postup autonomního letu opakovaně testováním v několika pevně daných krocích, při kterých byly odhaleny chyby. Prvním krokem testování byl realistický robotický simulátor Gazebo, který mimo jiné simuluje i náhodné chyby a nepřesnosti senzorů. Po simulátoru následovalo zpravidla laboratorní prostředí (exteriér typu louka nebo interiér typu tělocvična), ve kterém se v omezených podmínkách (malá výška, velká vzdálenost od překážek) otestovala celá mise. Před nasazením v hodnotných umělecko-historických interiérech probíhalo testování v plně reálných podmínkách "testovacího památkově hodnotného interiéru", který byl z různých důvodů v minulosti zbaven cenného uměleckořemeslného vybavení, ale zároveň vytvářel podmínky, které se obecně v historických objektech objevují. Pro sledovaný památkový postup takto posloužil kostel sv. Jakuba Většího a sv. Anny ve Staré Vodě, v minulosti zbavený veškerého uměleckého vybavení.

Posléze byl představený památkový postup aplikován v několika lokalitách v plně vybavených historických interiérech. V kostele sv. Mořice v Olomouci při průzkumu vitrajových oken. Výstupy v podobě fotomap celého okenního souboru byly konzultovány a poskytnuty restaurátorům, kteří zpracovali restaurátorský průzkum. V kostele Povýšení sv. Kříže v Prostějově se za pomoci autonomního letu bezpilotní helikoptéry podařilo zdokumentovat nepřístupnou část oltářního

nástavce s figurální výzdobou. Požadavkem farnosti bylo zjištění současného stavu nástavce s figurami a vrcholu v podobě koruny s nápisem IHS v paprscité svatozáři. Dokumentace byla předána farnosti pro účely archivace a pro případné využití pro restaurátorský záměr. Oltářní nástavec byl předmětem dokumentace i v kostele Panny Marie Sněžné v Olomouci.

Návrh konkrétních uživatelů památkového postupu

V současné chvíli je část technologií aplikovaných v předkládaném památkovém postupu výsledkem výzkumu a je komerčně nedostupná. Památkový postup tvoří návod do budoucna, kdy budou technologie dostupnější, a modeluje postup, jak by měl průzkum umělecko-historicky hodnotných interiérů za pomoci autonomního letu bezpilotní helikoptéry probíhat.

Konkrétními uživateli výstupů památkového postupu mohou být např. restaurátoři, pracovníci NPÚ, vlastníci nebo správci nemovitých kulturních památek i dalších objektů v zájmu památkové péče a odborná veřejnost. V neposlední řadě univerzitní pracoviště specializovaná na průzkum a restaurování památek.

Seznam použité literatury

Vladimír Brůna – Barbora Větrovská – Zdeněk Marek – Marcel Brejcha – Martin Frouz – Martina Frouzová, *Metodika 3D dokumentace a vizualizace interiérů památkových objektů*, Ústí nad Labem 2015, dostupné na: [nusi-253869_1.pdf](#) (citováno 20. 6. 2021).

Ladislav Dedík - Jana Minaroviech, Digitization of the Cultural Heritage of Slovakia: Combining of Lidar Data and Photogrammetry, *Studies in Digital Heritage*, vol. 1, No. 2, 2017, s. 590-606.

Jan Veselý, *Měřická dokumentace historických staveb pro průzkum v památkové péči*, Praha 2014.

Seznam publikací předcházející památkovému postupu

Pavel Petráček – Vít Krátký – Martin Saska, Dronument: System for Reliable Deployment of Micro Aerial Vehicles in Dark Areas of Large Historical Monuments, *IEEE Robotics and Automation Letters* 5(2):2078-2085, April 2020.

Vít Krátký – Pavel Petráček – Vojtěch Spurný – Martin Saska, Autonomous Reflectance Transformation Imaging by a Team of Unmanned Aerial Vehicles, *IEEE Robotics and Automation Letters* 5(2):2302-2309, April 2020.

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, In *2017 22nd IEEE International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA)* 2017, 1-8.