

Macků, Pavel

**Využívání bezpilotních dálkově řízených systémů v archeologii a památkové péči  
v prostorech měst a obcí : správné legislativní postupy**

*Studia archaeologica Brunensia*. 2021, vol. 26, iss. 2, pp. 115-128

ISSN 1805-918X (print); ISSN 2336-4505 (online)

Stable URL (DOI): <https://doi.org/10.5817/SAB2021-2-6>

Stable URL (handle): <https://hdl.handle.net/11222.digilib/144894>

License: [CC BY-SA 4.0 International](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Access Date: 02. 12. 2024

Version: 20220831

Terms of use: Digital Library of the Faculty of Arts, Masaryk University provides access to digitized documents strictly for personal use, unless otherwise specified.

## **Využívání bezpilotních dálkově řízených systémů v archeologii a památkové péči v prostorech měst a obcí – správné legislativní postupy**

### **The use of unmanned aircraft systems in archaeology and heritage conservation in the area of towns and villages – proper legislation procedures**

Pavel Macků

#### **Abstrakt**

Jednou z nejrychleji se rozvíjejících metod dokumentace nejen v archeologii 21. století se stalo letecké snímkování pomocí bezpilotních dálkově řízených systémů (nesprávně nazývaných dron). Možnosti a operativnost pro vědecké využití však komplikuje národní a nově i nadnárodní legislativa, která, až na výjimky u licencovaných pilotů, do značné míry znemožňuje létat v prostředí měst a obcí, potažmo ochranných pásem dopravní infrastruktury, vodních zdrojů aj. Tedy míst, kde běžně probíhají záchranné archeologické i další výzkumy. Cílem této práce je představit základní legislativní rámec a povinnosti pilota pro zdárné aplikování leteckých prací v těchto lokalitách s příklady z praxe. Určen je především zájemcům o problematiku a začínajícím pilotům, ale i čerstvým držitelům licence k provozování leteckých prací, kteří v problematice mohou tápat.

#### **Klíčová slova**

letecká archeologie – bezpilotní dálkově řízený systém (UAS) – bezpilotní letadlo (UA, UAV) – dron

#### **Abstract**

One of the most quickly developing documentation methods, not only in the 21st century archaeology, became the aerial imaging with the help of unmanned aircraft systems (incorrectly termed drone). However, the possibilities and operational capacity of their use for scientific purposes have been complicated by national and, since recently, also international legislation. Apart from exceptions in licensed pilots, legislation significantly hinders flying in the area of towns and villages or in protective zones of transport infrastructure, water sources and other places, where archaeological rescue excavations and other types of archaeological field research are commonly conducted. The aim of this paper is to introduce the basic legislation and duties of pilots for a successful performance of aerial work in these locations, including practical examples. The text is mainly intended for those interested in the given problem and for trainee pilots, but also for fresh aerial work license holders, who may be confused about the problem.

#### **Key words**

aerial archeology, unmanned aircraft system (UAS), unmanned aerial vehicle (UA, UAV), drone

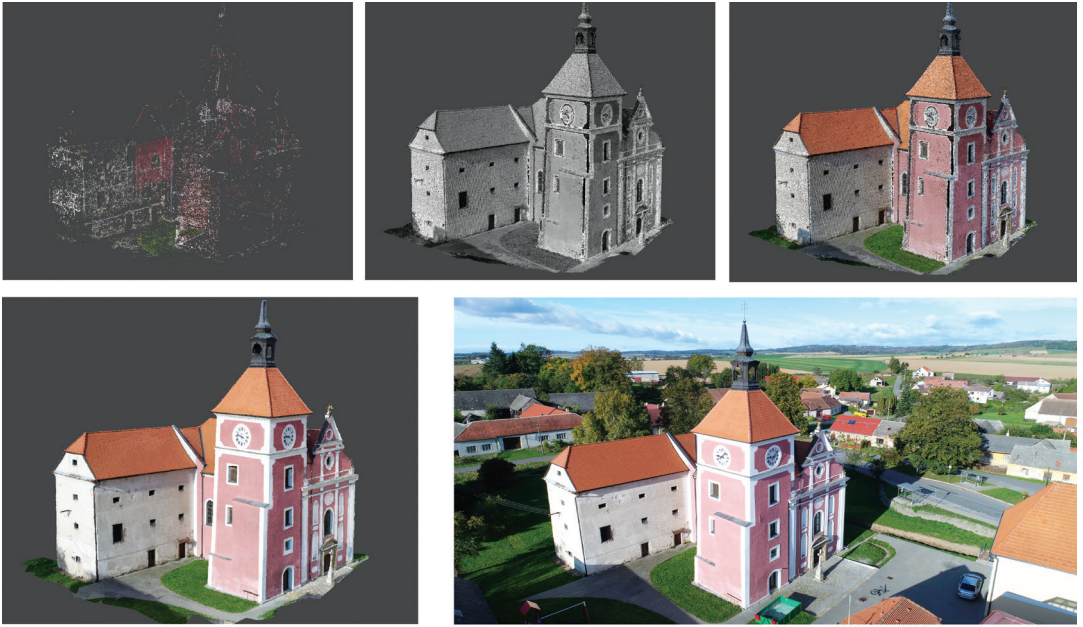
## 1. Vzlétnout se může...

Letecká fotografie poskytuje operativní možnost jak jednorázově, tak dlouhodobě sledovat zvolenou oblast či místo. Obecně je nejčastěji nazývána dálkovým průzkumem, potažmo dálkovým archeologickým průzkumem a do nedávné doby byla prováděna především z klasických letounů (zkratka DAP; *Gojda 2017, 203–207*). Její využití je stále častěji aplikováno v zemědělství, lesnictví, dalších oborech přírodních věd, ale i u složek integrovaného záchranného systému. Není proto divu, že se velmi rychle rozšířila i mezi vědecko-výzkumné organizace a tedy i oprávněné organizace k provádění archeologických výzkumů, které stále ve větší míře využívají operativnější metody v podobě bezpilotních dálkově řízených systémů, nepsprávně dronů (Unmanned Aerial System, dále jen UAS). Ty se kromě dokumentace všech typů archeologických výzkumů uplatňují při prospekčních, dokumentačních či preventivních průzkumech. Dosah běžně komerčně prodávaných strojů dovoluje létat i ve výškách, do kterých mohou sestoupit i klasické letouny (nad 150 metrů AGL, u licencovaných pilotů lze na výjimku létat i v leteckém prostoru „E“, nacházejícím se výše). Bepilotní systémy mají oproti letounům ovšem výhodu v možnosti „zavést“ stroj v požadované výšce a pozici po libovolnou dobu, což je možné maximálně u rotorových letadel – helikoptér, kde je letová hodina většinou finančně pro letecké práce neúnosná. Fotografie může být zachycena s rozmyslem, z různých úhlů náklonu gimbalové kamery včetně panoramatických snímků. Tato variabilita vnáší nové možnosti například u archeologických lokalit, kde se projevují reliéfní stínové příznaky a lze regulovat jejich míru výškou a aktuální pozicí UAS (srovnej *Kuna et al 2004, 82*). Zároveň mohou být místo kamery zavěšeny jiné přístroje jako dálkoměry (LIDARy), 3D skenery či termovize. Výraznou měrou se tak ulehčuje napří-

klad fotogrammetrické zaměření rozměrných předmětů či budov (obr. 1), ale i úseků krajiny či rozsáhlejších archeologizovaných terénních reliktů, jejich periodická revize a průzkum v různých světelných podmínkách a denních a ročních dobách. Velmi dobře se takto mohou ověřovat všechny typy příznaků, zjištěných při letecké prospekci z letounu.

## 2. Legislativa dálkově řízených systémů

Bepilotní dálkově řízený systém je systém skládající se z bezpilotního letadla a jeho řídicí stanice, včetně jakýchkoli dalších přídavných zařízení. Jeho používání v rámci legislativy české republiky řeší Letecký předpis L 2, potažmo jeho doplněk X – bezpilotní systémy (*DOPLNĚK X, online*). Tento obsahuje především náležitosti k bezpečnému provedení letu a definuje letecké prostory, ve kterých smí pilot UAS vzlétnout a provozovat činnost, případně za jakých podmínek. Rozvoj těchto systémů a nárůst provozovaných bezpilotních letadel (UA) v posledních letech vedl k vytvoření nadnárodního regulačního dokumentu, vytvořeného Evropskou agenturou pro bezpečnost letectví (EASA), totiž *Narizení komise v přenesené pravomoci (EU) 2019/945 ze dne 12. března 2019 o bezpilotních systémech a provozovateli bezpilotních systémů ze třetích zemí*, který upravuje i povinnosti již registrovaných bezpilotních systémů a pilotům (*NAŘÍZENÍ KOMISE online*; k vývoji legislativních změn *ÚCL 1, online*; *souhrnně na LÉTEJTE ZODPOVĚDNĚ online*). Z toho důvodu nastane v letech 2021–2023 přechodné období, kdy bude zřejmě i Doplněk X aktualizován a celá již komplikovaná situace ohledně využívání UAS nejen ve vědecko-výzkumných organizacích se může v budoucnu měnit. Za dané situace nelze predikovat rozsah dalších změn (souhrn důležitých aktuálních informací poskytuje Úřad pro



**Obr. 1.** Kostel Povýšení sv. Kříže v Knínicích, okr. Jihlava (HOP). Tvorba 3D modelu z dat získaných leteckými pracemi v jednotlivých fázích od mračna bodů po finální produkt v porovnání se skutečným stavem. Autor modelu Ing. Ivan Klíma, foto a úprava autor 2019–2020.

**Fig. 1.** Church of the Exaltation of the Holy Cross in Knínice, Jihlava District (DPA). Creation of a 3D model from data acquired by aerial work in individual phases from the point cloud to the final product in comparison with the real situation. Author of the model Ing. Ivan Klíma, photo and editing by the author 2019–2020.

civilní letectví – *ÚCL 2, online*). První změny začnou platit k 31. prosinci roku 2020, kdy musí být všichni provozovatelé UAS se systémem osazeným kamerou a následně i jednotliví piloti registrováni (*REGISTRACE online*). Vzniknou tři kategorie pro provoz UAS, totiž Open, Specific a Certified, přičemž všem se sníží běžná povolená letová výška v letovém prostoru G z 300 m na 120 m AGL. Většina hobby pilotů bude spadat do kategorie Open (podkategorie A1, A3). Archeologické organizace, využívající UAS budou spadat do letové kategorie Open A2 či Specific (lety na výjimku v jinak zakázaných prostorech a městech), která bude teprve upřesňována od roku 2021. Kategorie Certified bude zahrnovat, prozatím v našich podmínkách spíše futuristické operace, jako přepravu zásilek či osob. Ale-

spoň rámcově by se měl každý pilot seznámit i s dalšími leteckými předpisy, konkrétně L 1 – L 5, L 7 – L 8, L 11 – L 14, L 16/II, L 8400 a L Frazeologie (dostupné na *ŘLP online*).

Následující text se bude věnovat dosud provedeným leteckým pracím v aktuální legislativě v různých typech prostředí s důrazem na z leteckého hlediska nejproblematičtější území, jako jsou hustě osídlené prostory obcí a měst (HOP), kulturní památky či jinak chráněná území. Zájemci o problematiku přiblíží celkový postup od předletové přípravy až po dosednutí bezpilotního letadla na zem. Vzhledem k tomu, že v městském prostředí může vzlétnout jen profesionální pilot s registrovaným UA a povolením k provozování leteckých prací (fotografie a video záznamy pro komerční využití, viz

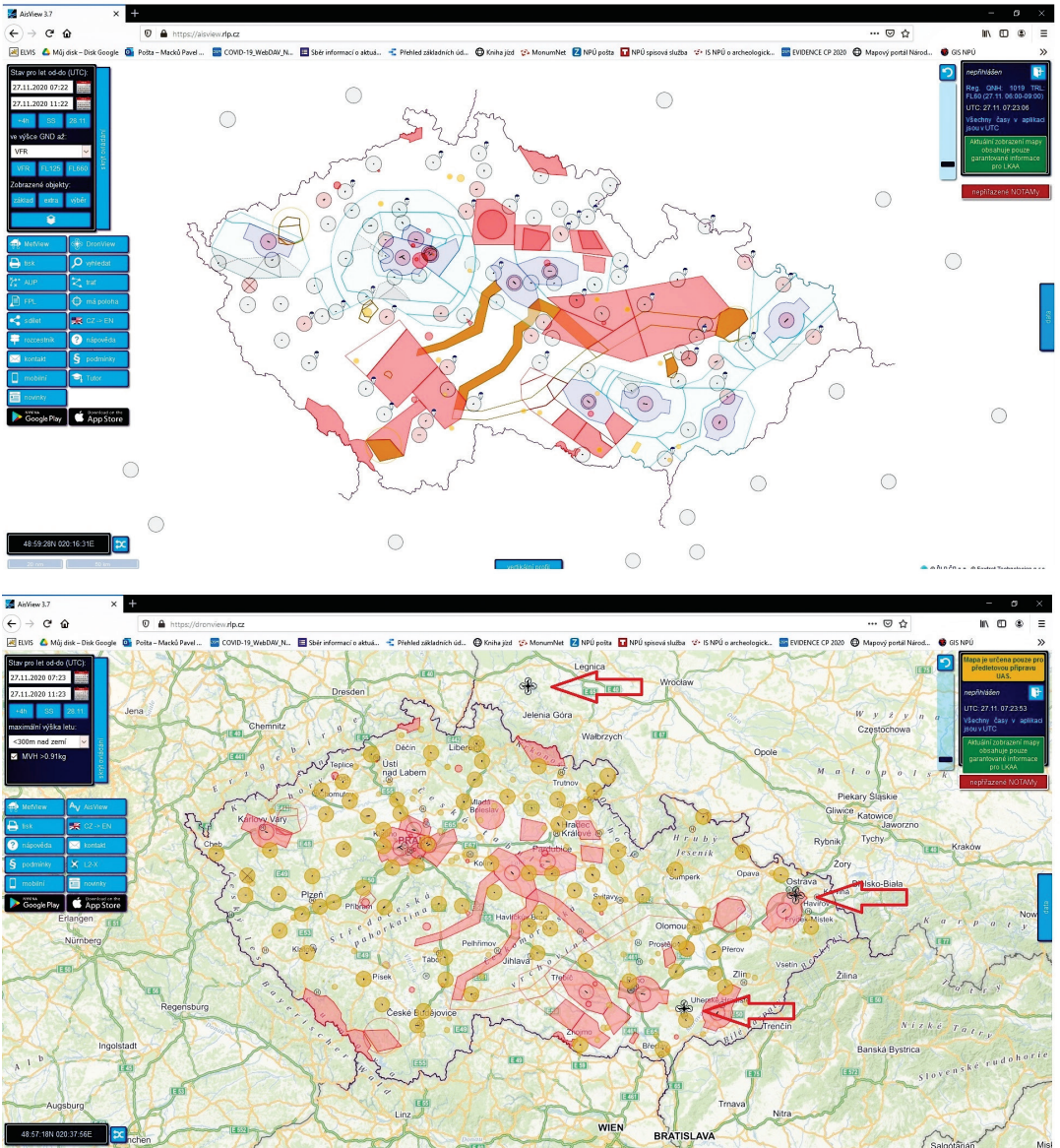
*Doplněk X – 3, bod 16 – Další podmínky pro provoz bezpilotního letadla, odst. E), online*), nebude určen pro hobby piloty, kteří v tomto prostředí létat ze zákona nesmí (*ÚCL 3, online*). I přes probíhající změny legislativy lze očekávat, že většina stávajících požadavků pro vzlet v těchto územích bude zachována ve stávající praxi.

### 3. Závazné postupy pro provozování leteckých prací v běžných leteckých prostorech

Při plánování jakéhokoli letu v leteckém prostoru G (výškově vymezen od terénu do výše 300 m AGL, od roku 2021 povolen let s UAS jen do 120 m AGL) musí pilot zjistit, ve kterém leteckém prostoru se bude pohybovat, neboť v rámci ČR existuje mnoho nějakým způsobem omezených, či přímo zakázaných oblastí. Ideální je pro základní orientaci používat každoročně aktualizovanou Leteckou mapu VFR a Leteckou mapu ICAO (obě v měřítku 1:500 000) v kombinaci s publikací Databáze letišť (k dostání na AEROBÁZE, online). V mapách jsou uvedeny jednotlivé letecké prostory, včetně ochranných pásem řízených (CTR, MCTR) a neřízených letišť (ATZ), oblastí neřízených s nutností spojení (RMZ), prostorů zakázaných (LKP), dočasně vyhrazených (TSA), omezených (LKR), dočasně vymezených (TRA), nebezpečných (LKD), oblastí padákového létání a dalších, včetně uvedení letových výškových hladin, kterých se týká. Zde výše uvedený výčet je neúplný, představuje pouze nejčastější prostory, jejichž vymezení a letové podmínky musí pilot UA akceptovat především z hlediska bezpečnosti (*Doplněk X – 2–3, bod 7 – Prostory, online*). Aktuální denní situaci se zobrazením aktivovaných dočasných prostorů a s nimi spojených informací, tzv. NOTAMů ukazuje taktéž online aplikace AISVIEW (<https://aisview.rlp.cz/>). Aplikace se dá stáhnout i do chytrého telefonu, přičemž automa-

ticky do mapy zaneše pozici pilota dle jeho GPS. Ve webovém rozhraní po levé straně je odkaz na aplikaci DRONVIEW (<https://dronview.rlp.cz/>). Do této aplikace se licencovaný pilot musí registrovat včetně strojů se schválenou imatrikulační značkou. Před každým letem pak provede časové a místní určení pro svůj let, označí ho v mapě a čeká na schválení k letu případně doplňující informace od Řízení letového provozu (ŘLP). ŘLP ho obvykle schvaluje jen pár minut před udaným časem vzletu, proto je vhodné nahlašovaný čas vzletu posunout ca o půl hodiny před samotným vzletem. Schválení letu se v aplikaci projeví zobrazením siluety kvadroptéry, která zmizí po ukončení zadané doby pro let (obr. 2). Toto povolení je ovšem informativní a nenahrazuje povolení od ÚCL či ŘLP v těch místech, kde je nutná žádost o výjimku či koordinaci s provozovatelem omezeného leteckého prostoru. Důležité je na tomto místě zmínit, že veškeré časy v „leteckém světě“ se udávají v koordinovaném světovém času, kde se aktuální čas připočítává od nultého poledníku v Greenwichi v Anglii. V České republice se k aktuálnímu času přičítá jedna hodina v zimním čase a v letním dvě hodiny.

V rámci předletové přípravy je doporučeno dodržovat postupy k zajištění maximálně zabezpečeného letu. Pilotovi k tomu slouží standardizovaný kontrolní formulář tzv. checklist, skládající se ze čtyř částí. Pilot si při vyplňování checklistu sám ověřuje, že jsou veškeré legislativní a bezpečnostní podmínky pro let splněny a zároveň tento dokument určený k archivaci slouží jako podklad pro případnou kontrolu o provedeném letu od ÚCL v budoucnu. První část, plánování letu, vyplňuje pilot ještě v kanceláři. Pilot zkontroluje letový prostor s mapami z hlediska geografických podmínek a Aisview. Dále doplní meteorologické údaje dle nejbližší meteorologické stanice. Ideální je stránka [www.aeroweb.cz](http://www.aeroweb.cz), kde v odkazu Briefing najde pilot údaje k počasí jak v ČR, tak v Evropě na



**Obr. 2.** Webová aplikace Aisview (nahore) a Dronview (dole) s vyznačenými omezeními letovými polygony dne 27. 11. 2020. Šipky dole zobrazují plánované lety UAS.

**Fig. 2.** Web applications AisView (top) and DronView (bottom) with marking of restricted flight polygons on 27 November 2020. The arrows at the bottom depict the planned UAS flights.

základě aplikací Českého hydrometeorologického ústavu. Vzlétnout například nesmí, pokud v lokalitě prší, sněží, je vítr nad 10 m/s, nebo hrozí námraza (nejčastěji nastává při teplotách  $-5 - +5^{\circ}\text{C}$  za vlhkosti okolo 65%, či při rozdílu rosného bodu s teplotou vzduchu menšího než  $1^{\circ}\text{C}$ ). V checklistu dále pilot odškrtně udělené povolení ke vzletu od ŘLP a to, že získal povolení ke vzletu od vlastníka pozemku (optimální je písemné povolení). Druhá část se věnuje přípravě na místě vzletu. Pilot ověří skutečné místní geografické a meteorologické podmínky, vzdálenosti od osob, budov a HOP, vykolíkuje si dočasné letiště (ca 20 x 20 m) a určí nouzové dopadové plochy, kam UA navede v případě poruchy, nebo nepředvídatelných okolností nastalých v průběhu letu. Během toho aklimatizuje UAS na okolní teplotu. Ve třetí části pilot sestaví jednotlivé části (vrtule, doplňková zařízení) a provede celkovou kontrolu stroje, včetně autodiagnostiky zařízení a kalibrace senzorů. Jde především o aktualizaci „home pointu“, vytyčeného letiště, kam se stroj v předvolené výšce sám navede v případě ztráty pilotovy kontroly (tzv. systém fail safe, je-li instalován). Nadále zkalibruje kompas a překontroluje signál mezi vysílačem a UA. V tomto okamžiku může stroj vzlétnout, přičemž ještě proběhne elementární zkouška ovladatelnosti letadla do všech směrů a výkonu motorů včetně poslední vizuální kontroly prostoru. Tato předletová příprava vychází z metodických postupů pilotů klasických letounů, byť je oproti nim zjednodušená. Jejím důsledným dodržováním se dá eliminovat většina možných chyb, které by mohly zkomplikovat průběh letu.

Bezpečnost letu je základním pravidlem vždy a za všech okolností. Pilot musí udržovat se strojem neustálou vizuální kontrolu v podobě dohlednosti (VLOS) a viditelnosti (VFR). Z toho důvodu smí stroj v leteckém prostoru G létat pouze vně oblačnosti, přičemž jí nesmí ani proletět, ani nadletět (*Doplňěk X - 1, bod*

*4 - Dohled pilota, online*). Létat smí také jen od občanského úsvitu do občanského západu slunce (od oficiálně udaných časů). Chce-li pilot dělat letecké práce (např. fotografovat, natáčet videa aj.), musí mít u sebe minimálně jednu další pilotem proškolenou osobu, která zajišťuje dohled v okamžiku, kdy ovládá kameru a neudrzuje s letadlem vizuální kontakt. Tato osoba mu zároveň hlásí jakékoli možné ohrožení, které by mohlo narušit plynulost prováděných leteckých prací (např. hejno ptáků). Odpovědnost za provedení letu včetně předletové přípravy jde vždy za pilotem (*Doplňěk X - 1, bod 5 - Odpovědnost, online*). Důležité je dodržovat ochranná (bezletová) pásma vodních zdrojů, železničních a silničních koridorů, vedení nadzemních inženýrských sítí, elektrického vedení a dalších (*Doplňěk X - 3, bod 8 - Ochranná pásma, online*). Taktéž musí pilot počítat s rozsahem dopadové plochy, která se vypočítává u kolmého vzletu v poměru 1:1 a u letu dopředného v poměru 1:2. Vzlétne-li letoun pouze kolmo vzhůru, např. do padesáti metrů, pak dopadová plocha činí kruh okolo letadla s vymezením padesáti metrů od UA (tzn. kruh o průměru sto metrů). U dopředného letu se tato oblast násobí a ve výši padesáti metrů je okruh vymezující dopadovou plochu vymezen pomyslným kruhem o průměru 200 metrů. Ochranné pásmo pro lety v okolí nezúčastněných osob bylo 50 metrů, od staveb 100 metrů a od zástavby (HOP) 150 metrů (*Doplňěk X - 3, 6, bod 16 - Další podmínky pro provoz bezpilotního letadla, odst. G, tabulka 1, online*). S novou legislativou bude záležet na velikosti používaného UA a tyto vzdálenosti budou rozdílné dle jejich hmotnosti.

Po provedeném letu pilot přistane, zapíše údaje o letu do poslední části checklistu a do povinně vedeného deníku pilota a deníku stroje (*Doplňěk X - 2, bod 5, odst. 5.4 - Odpovědnost, online*). V případě, že by došlo v průběhu letu k nehodě se škodou na

zdraví či majetku nezúčastněných osob, je pilot povinen kontaktovat Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod, situaci zdokumentovat a vyplnit formulář (*ÚZPLN online*).

#### 4. Letecké práce v hustě osídlených prostorech

Pro létání v jádrech měst a obcí platí stejná pravidla jako u jakýchkoli jiných letů popsaných výše. Navíc ovšem musí pilot odeslat žádost o výjimku na ÚCL a vyčkat na povolení, případně určení dalších upřesňujících podmínek pro let. V dokumentu je uveden žadatel o povolení (pilot, případně instituce), místo použití bezpilotního letadla, datum letu/ů, způsob použití bezpilotního letadla, seznam použitých UAS a popis bezpečnostních a dalších opatření, která budou pro let zajištěna. V příloze je pak vyžadováno grafické znázornění zájmového území v mapě včetně určení GPS souřadnic pro let i nouzové dopadové plochy. Ideální je pak přiložit i zajištěné souhlasy vlastníka pozemků, ze kterých se bude vzlétat, svolení majitele přelétaných budov, případně dalšího movitého a nemovitého majetku. V případě jejich nedoložení je může určit ÚCL jako závaznou podmínku pro provedení letu. Stejně tak může ÚCL upravit vymezení prostor či maximální výšku oproti žádosti.

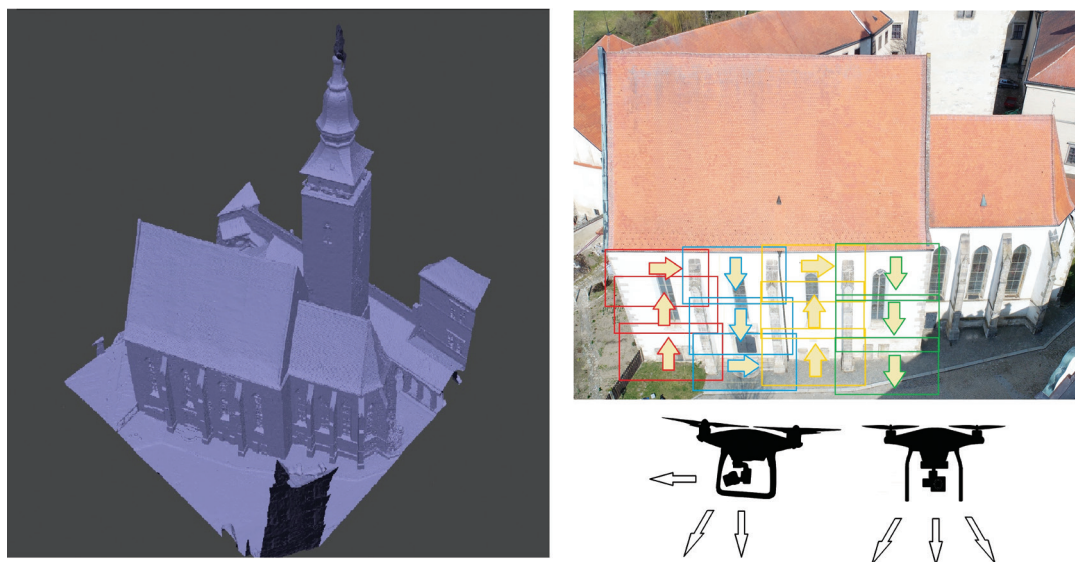
Popsaný postup pro získání povolení k létání v HOP není tak složitý, jak vypadá z popisu. Po vytvoření první žádosti může pilot využívat této jako šablony a upravovat jednotlivé položky dle požadovaných míst letů. Vyplnění žádosti trvá ca 1–2 hodiny dle složitosti zájmového území, ÚCL žádost vyřizuje běžně do dvou týdnů.

#### 5. Letecká fotogrammetrie s UAS u objektů velkého rozsahu

Pořízená surová data z leteckých prací v HOP mohou být přímo využita pro tvorbu vizualizací a 3D modelů s vysokým rozlišením povrchových textur. Zájmový objekt je celkově nasnímán z různých úhlů, ať už kolmých, šikmých či přímých pohledů, přičemž UAS zapisuje do každé fotografie nadmořskou výšku a souřadnice GPS, čímž usnadňuje jejich další zpracování ve specializovaných grafických programech. Čím je pořízeno více pohledů z různých úhlů, tím méně bude potřebovat model korekcí při jeho tvorbě. Výsledkem může být částečný či celkový 3D model včetně aktuálních textur, přičemž lze s daty dále pracovat podle potřeb původního záměru (k problematice více *Hnilica – Klíma 2019*, 36–38; *Juračka a kol. 2017*, 31–33).

Autor této práce měl v posledních letech opakovanou možnost létat v HOP na výjimku od Úřadu pro civilní letectví (viz výše) a následující text popíše jím tvořenou a postupně ověřovanou metodiku leteckých prací. Lety probíhaly s komerčně dostupným bezpilotním systémem DJI Phantom4 PRO+. V základních principech se fotografické postupy shodují s leteckými pracemi z letounu (k nim souhrnně *Gojda 2017*, 233–237). Základní odlišností je nutnost mít prostor leteckých prací vymezen záborem a kontrolovat, aby do vymezeného prostoru nevstupovaly nepoučené osoby, případně nezasahoval neschválený majetek (např. příjezd cizího automobilu). Optimální je, aby tuto kontrolu zajišťovali spolupracovníci pilota. V případě narušení záboru musí pilot přerušit práce a navést UA do bezpečného prostoru dočasněho letiště či nouzové dopadové plochy, kde přistane. Spolupracovníci taktéž dohlížejí na UA v okamžiku, kdy pilot pořizuje snímky a nemůže stroj přímo sledovat. Nejčastějším narušením leteckých prací, vyjma meteorologických jevů





**Obr. 3.** Kostel sv. Jakuba v Telči, okr. Jihlava (HOP). 3D model v mračnu bodů bez textur a schéma snímání pláště kostela pomocí UAS. Autor modelu Ing. Ivan Klíma, foto a úprava autor 2020.

**Fig. 3.** St. James Church in Telč, Jihlava District (DPA). 3D model in the point cloud without textures and the UAS imaging scheme of the church surface. Author of the model Ing. Ivan Klíma, photo and editing by the author 2020.



**Obr. 4.** Historické jádro města Telče, okr. Jihlava. Dálkový pohled pořízený při dokumentaci kostela sv. Jakuba (HOP), foto autor 2020.

**Fig. 4.** Historical town centre of Telč, Jihlava District. Long distance view taken within the documentation of the St. James Church (DPA), photo by the author 2020.

(narázový vítr, turbulence) a rušení signálu z lokálních vysílačů, je aktivita ptactva. V otevřené krajině se pilot častěji potkává s velkými dravci, kteří většinou jen příležitostně obhlédnou narušitele teritoria a následně odlétnou. V zástavbě se většinou setká s drobnějšími ptáky, případně jejich hejny, která jsou velmi agresivní. V tom případě, z hlediska bezpečnosti, musí být letecké práce přerušeny do odletu ptáků, v horším případě dokumentace zcela přerušena (nejagresivnější jsou hejna holubů, kavek a drobných pěvců).

Před vzletem je důležité porovnat orientaci snímaného objektu vzhledem k ose slunce, případně světelné podmínky předběžně posoudit na místě. Silný slunečný svit vytváří ostré kontrasty, což je pro komerční gimbalové kamery s automatickým nastavením problém a zastíněné části budovy jsou velmi tmavé. Stejně tak jsou tmavší při focení ve vyšších výškách v horizontálním snímání oproti obloze. Se sklápěním objektivu k zemi se ostrost a světelnost zvyšuje. Ideální je fotit budovu v průběhu celého dne, podle nasvícení jednotlivých ploch sluncem, případně postupně v následných dnech po částech. Optimální podmínky jsou při jasném dni, kdy slunce zajde za mrak. Hloubka snímaného objektu je dostatečná a zároveň fotografie nenarušují stíny (srov. *Sokol et al 2017, 91–92*). Před vzletem je nutné si rozvrhnout let(y) tak, aby se snímané přímé fotografie překrývaly s těmi vedlejšími minimálně jednou stranou. U architektury lze využít všech zachytných bodů, ať už plastických, tak namalovaných (okna, římsy, opěráky, bosáž, sgrafita apod.). Každá část budovy je pak zdokumentována sérií fotografií ze stejného bodu, skládajících se z přímého snímku, snímku dolů zešikmeného (ca o 30°) a fotografií přímých i šikmých do obou stran (opět ca 30°). Tímto způsobem je dokumentovaná každá strana objektu, přičemž každá série navazuje na tu předchozí a je na pilotovi, jaké logické schéma dokumentace zvolí. Z hlediska

rychlosti nasnímání se osvědčila forma obdélné sítě, kdy jsou její jednotlivé plochy snímány postupně tak, aby byl UA co nejkratší dobu v provozu (obr. 3: vpravo). Následně se stejným způsobem dokumentují střechy, a když je UA ve vyšší výšce, zdokumentují se i pohledy pod vyšším úhlem náklonu kamery včetně snímků kolmých. Na závěr je objekt nafocen celkově v širších vztazích a větší výšky, aby se dal zasadit do okolního prostředí či krajiny. Právě tyto fotografie z nezvyklých úhlů, jinými prostředky nenasnímatelné, se velmi dobře dají využít v popularizaci na sociálních sítích, přednáškách či publikacích (obr. 4).

## 6. ...přistát se musí!

Letecké práce s UAS v zastavěných oblastech se velmi osvědčují při dokumentačních a revizních činnostech nejen v archeologii, ale i v rámci památkové péče, především nebezpečných či těžko dostupných míst torzální architektury (koruny zdív) i jiných památkově chráněných objektů, kde by jinak muselo být stavěno lešení či dokumentátor jistěn specializovanou lezeckou výstrojí. Ať už jde o revizní průzkumy střech a jejich částí (komínů, dešťových svodů), zjišťovací průzkumy a dokumentaci fasád, či jejich jednotlivých prvků před, během i po obnově a restaurování, či dlouhodobé sledování problematických míst (úžlabí, statické trhliny). Díky technologickému pokroku se navíc tyto práce v příštích letech budou moci jistě aplikovat i v interiérech. Nezmínit nelze využití v urbanismu památkově hodnotných celků či kulturní krajiny, která je zemědělskou a lesnickou činností nadále velmi rychle měněna a bohužel i často poškozována (lesnické práce v rámci kůrovcové kalamity). Ačkoli je potenciál bezpilotních systémů již dnes rozpoznán, v příštích letech lze očekávat jejich masivní rozvoj a dostupnost. Bylo by vhodné, aby jednotlivé

instituce archeologické památkové péče provádějí doposud letecké práce víceméně soliterně v tomto ohledu více komunikovaly mezi sebou a vytvořily platformu pro sdílení zkušeností, případně tvorbu dalších metodických postupů s prací dálkově řízených bezpilotních systémů. Jedním z cílů této práce je tak dát podnět k dalším vnitrooborovým diskuzím.

Tento příspěvek vzniknul za podpory Ministerstva kultury v rámci projektu NAKI II Archeologie z nebe. Analýza a prezentace fondů dálkového průzkumu na Moravě a ve Slezsku DG18P02OVV058.

## Použité zkratky

AGL – Above Ground Level, výška nad úrovní terénu, která je odvozena dle aktuální nivelity v místě

AMSL – Above mean sea level, nadmořská výška (výška nad střední hladinou moře)

ATZ – Aerodrome traffic zone, provozní zóna neřízeného letiště

CTR – Control zone, řízený okresek letiště

DAP – dálkový archeologický průzkum

E – letecký prostor nacházející se nad prostorem E do výšky 9500 stop

EASA – Evropská agentura pro bezpečnost letectví

G – letecký prostor, jehož rozsah je vymezen od terénu do 1000 stop AGL

GPS – Global Positioning System, globální polohový systém

HOP – hustě osídlený prostor

LKD – Dangerous Area, nebezpečný prostor

LKP – No-fly, nebo Prohibited Area, zakázaný prostor

LKR – Restricted Area, omezený prostor

MCTR – Military Control Zone, řízený okresek vojenského letiště

NOTAM – Notice(s) To Airmen, poznámky pro letce, vydává je Řízení letového provozu

RMZ – aktivovaná oblast s povinným radiovým spojením

ŘLP – Řízení letového provozu ČR, s. p.

TSA – Temporary Segregated Area, dočasně vyhrazený prostor

TRA – Temporary Reserved Area, dočasně vymezený prostor

UA – Unmanned Aircraft, bezpilotní letadlo

UAS – Unmanned Aircraft System, bezpilotní systém

UTC – Coordinated Universal Time, koordinovaný světový čas, aktuální čas v ČR připočítává v letním čase + 2 hodiny, v zimním čase + 1 hodinu k času UTC

ÚCL – Úřad pro civilní letectví, Praha

ÚZPLN – Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod

VFR – Visual flight rules, viditelnost letadla pilotem

VLOS – Visual Line of Sight, dohlednost letadla pilotem

## Bibliografie

Hnilica, O. – Klíma, I. 2019: Virtuální 3D model jezuitské koleje v Telči, Zprávy památkové péče, ročník 79, č. 2, 30–41.

Juračka, P. J. a kol. 2017: Drony – fotografování z ptačí perspektivy. Praha.

Kuna, M. – Beneš, J. – Dreslerová, D. – Gojda, M. – Hrubý, P. – Křivánek, R. – Majer, A. – Prach, K. – Tomášek, M. 2004: Nedestruktivní archeologie. Teorie, metody a cíle. Praha.

Gojda, M. 2017: Archeologie a dálkový průzkum. Historie, metody, prameny. Praha.

Sokol, P. – Havlíček, J. – Knechtová, A. – Kypka, J. – Laval, F. – Neustupný, Z. – Stránská, R. – Tišerová, R. – Tomášek, M. – Vitula, P. 2017: Metodika terénní prostorové identifikace, dokumentace a popisu nemovitých archeologických památek. Praha.

## Internetové odkazy

AEROBÁZE, publikace Databáze letišť a letecké mapy: <http://aerobaze.cz/predplatne/> online dostupné ke dni 14. 11. 2020.

AEROWEB, informace pro piloty: <https://www.aeroweb.cz/> online dostupné ke dni 11. 11. 2020.

AISVIEW, webová aplikace Řízení letového provozu, s. p.: <https://aisview.rlp.cz/> online dostupné ke dni 11. 11. 2020.

DOPLNĚK X, Letecký předpis L2, Pravidla létání v platném znění: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/dokumenty/L/L-2/data/effective/doplX.pdf> online dostupné ke dni 10. 11. 2020.

DRONVIEW, webová aplikace Řízení letového provozu, s. p. pro UAS: <https://dronview.rlp.cz/> online dostupné ke dni 11. 11. 2020.

LÉTEJTE ZODPOVĚDNĚ – edukační webový projekt Řízení letového provozu ČR, s. p.: <https://www.letejtezodpovedne.cz/> online dostupné ke dni 27. 11. 2020.

NARÍZENÍ KOMISE – Nařízení komise v přenesené pravomoci (EU) 2019/945 ze dne 12. března 2019 o bezpilotních systémech a provozovatelích bezpilotních systémů ze třetích zemí: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0945&from=CS> online dostupné ke dni 11. 11. 2020.

REGISTRACE – Úřad pro civilní letectví, registrace provozovatele a pilota bezpilotního systému: <https://dron.caa.cz/> online dostupné k 4. 12. 2020.

ŘLP – Řízení letového provozu, s. p., letecké předpisy: <https://aim.rlp.cz/predpisy/predpisy/index.htm> online dostupné ke dni 27. 11. 2020.

ÚCL 1 – Úřad pro civilní letectví, Příprava společných evropských pravidel: <https://www.caa.cz/provoz/letadla-bez-pilota-na-palube/priprava-spolecných-evropských-pravidel/> online dostupné ke dni 11. 11. 2020.

ÚCL 2 – Úřad pro civilní letectví, bezpilotní letadla: <https://www.caa.cz/provoz/bezpilotni-letadla/> online dostupné ke dni 10. 11. 2020.

ÚCL 3 – Úřad pro civilní letectví, online školení: <https://www.caa.cz/provoz/bezpilotni-letadla/online-skoleni-a-informace-k-vyuziti/> online dostupné ke dni 10. 11. 2020.

ÚCL 4 – Úřad pro civilní letectví, kategorie provozu: <https://www.caa.cz/provoz/bezpilotni-letadla/kategorie-provozu-uas/> online dostupné ke dni 10. 11. 2020.

ÚZPLN – Ústav pro odborné zjišťování příčin leteckých nehod, letecké předpisy, formuláře: <https://uzpln.cz/predpisy> online ke dni 27. 11. 2020.

## The use of unmanned aircraft systems in archaeology and heritage conservation in the area of towns and villages – proper legislation procedures

Aerial photography offers an operative possibility of both one-time and long-term observation of the chosen area or place. This activity is in general mostly called remote sensing or archaeological remote sensing and, until recently, it has been primarily made with standard airplanes (*Gojda 2017*, 203–207). The method is now with increasing frequency used in agriculture, forestry and other natural scientific disciplines, but also in emergency and rescue services. It is therefore in no way surprising that it also very quickly spread among science and research organisations and thereby also the organisations authorised to conduct archaeological excavations, which with increasing intensity apply operative methods in the form of unmanned aircraft systems (UAS), incorrectly referred to as drones. They are used for documentation of all types of archaeological excavations as well as for prospection, documentation, or preventive surveys.

The legislation of the Czech Republic is treating the use of this method in the Aviation regulation L 2 (Rules of the Air), or specifically in its Supplement X – unmanned aircraft systems (SUPPLEMENT X, online). This document primarily contains the requirements of safe flying and defines the flying areas, in which a UAS pilot is allowed to take off and perform aerial work under the defined conditions. The development of these systems and increase in the number of unmanned aerial vehicles (UA) in recent years resulted in an international regulation document elaborated by the European Union Aviation Safety Agency (EASA), namely the Commission Delegated Regulation (EU) 2019/945 of 12 March 2019 on unmanned aircraft systems and third-country UAS operators, which also amends the duties of previously registered unmanned aircraft systems and pilots (COMMISSION REGULATION online; on the development of legislation changes, see Civil Aviation Authority CAA 1, online; comprehensively on LÉTEJTE ZODPOVĚDNĚ, online). For this reason, there will be a transitional period in 2021–2023,

during which probably also the Supplement X will be updated. The whole complicated situation with the use of UAS, not only in science and research organisations, may change in the future. Under these conditions, it is not possible to predict the extent of upcoming changes (the overview of important up-to-date information is provided by the Civil Aviation Authority – CAA 2, online). The first changes were implemented on 31 December 2020 and since then, all UAS operators with a camera-equipped system as well as individual pilots must be registered (REGISTRATION online). Three categories of UAS were established: Open, Specific and Certified. The maximum allowed flight altitude in the flying area G was reduced from 300 metres to 120 metres AGL. Most hobby pilots thus fall within the category Open, whereas archaeological organisations using UAS fall within the aviation category Specific (dispensation flights in otherwise prohibited areas and towns), which has been further specified since 2021. The category Certified comprises operations which are rather futuristic in our conditions, such as parcel delivery or passenger transport. Each pilot in the Czech Republic should be also at least generally acquainted with other aviation regulations, namely L 1 – L 5, L 7 – L 8, L 11 – L 14, L 16/II, L 8400 and L Phraseology (available on Air Navigation Services, ANS online). The aerial work with UAS in developed areas proved effective with documentation and revision activities not only in archaeology but also in heritage conservation, particularly in the case of dangerous or hardly accessible parts of fragmentary architecture (wall copings) and other protected monuments, which otherwise would require scaffolding or special climbing equipment (Fig. 1). The activities comprise revision inspections of roofs and their parts (chimneys, downspouts), monitoring survey and documentation of facades (Fig. 3) or their individual elements before, during and after renovation and restoration, or long-term monitoring of problematic places (valleys, static cracks). Moreover, technological progress

in the years to come will certainly enable to apply these works also to interiors. UAS are also used in urbanism of valuable heritage complexes or cultural landscape, which has been very quickly altered and unfortunately also damaged by agricultural activities and forestry (forest works within the bark beetle crisis). Although the potential of unmanned aircraft systems was already recognized, in the years to come we can expect their massive development and wide

accessibility. It would be good if individual institutions of archaeological heritage conservation, which have been conducting the aerial work more or less separately from one another, would better communicate in this regard and would establish a platform for experience exchange or creation of other methodical procedures for the work with unmanned aircraft systems. This contribution is intended to give an impulse to further intradisciplinary discussions.

**Mgr. Pavel Macků**

- Národní památkový ústav,  
územní odborné pracoviště v Telči  
Hradecká 6, 588 56 Telč  
macku.pavel@npu.cz
- 



Toto dílo lze užít v souladu s licenčními podmínkami Creative Commons BY-SA 4.0 International (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>). Uvedené se nevztahuje na díla či prvky (např. obrazovou či fotografickou dokumentaci), které jsou v díle užity na základě smluvní licence nebo výjimky či omezení příslušných práv.