



## **MALOFORMÁTOVÁ FOTOGRAMMETRIE VE STÁTNÍ SPRÁVĚ**

*Ing. Jaroslav Nýdrle<sup>1</sup>*

1. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Katedra Geomatiky, Praha, Tuhárkova 7, 166 29, Praha 6, Dejvice, [jaroslav.nydrle@fsv.cvut.cz](mailto:jaroslav.nydrle@fsv.cvut.cz)

### **ABSTRAKT**

Řešená odborná práce se zabývá problematikou využití dat získaných prostřednictvím metod dálkového průzkumu Země (dále DPZ) v prostředí správního obvodu obce s rozšířenou působností Liberec. Práce je orientovaná především na využití nosičů tzv. rPAS (u nás používán název bezpilotní prostředky, nebo také UAV). Na základě rešerše odborné literatury byl sestaven dotazník na téma využití dat DPZ v prostředí města. Zmíněný dotazník byl distribuován vedoucím odborů na Magistrátu města Liberec. Konkrétní prostorové informační potřeby vzešlé z dotazníkového šetření byly následně naplněny pomocí snímkování rPAS DJI Mavic Mini. Získaná data u všech lokalit byla následně dále analyzována a vizualizována. Výsledky následně využili ke své činnosti pracovníci Magistrátu města Liberec.

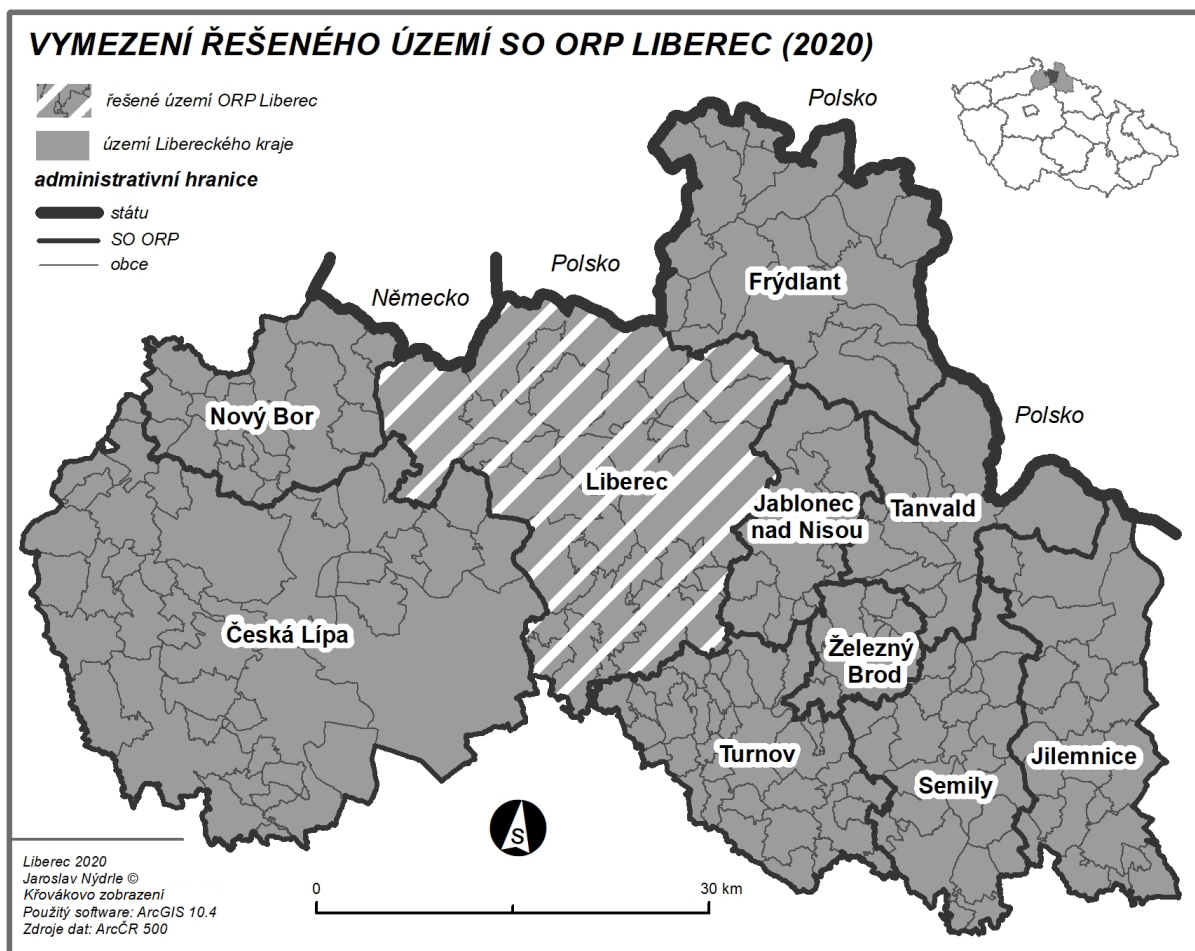
### **KLÍČOVÁ SLOVA**

dálkový průzkum Země, město, bezpilotní prostředky, rPAS, DJI Mavic Mini



## ÚVOD

Příspěvek vychází z prostředí Magistrátu města Liberec, kde je autor (toho času) zaměstnán na pozici specialisty GIS. Autor se tématem využití dat dálkového průzkumu Země pro město Liberec zabýval také ve své diplomové práci. [1] Diplomová práce s názvem Možnosti využití dat dálkového průzkumu Země byla obhájena v roce 2020 na Fakultě životního prostředí Univerzity Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem. Pracovníci města Liberec a jeho příspěvkových organizací se denně setkávají s potřebou prostorových dat a mnohdy vyžadují jejich vysokou přesnost a rozlišení. Protože město Liberec je statutárním městem a také městem s rozšířenou působností, tak se řešené lokality vyskytují v celém území správního obvodu obce s rozšířenou působností Liberec (Obrázek 1). Cíle příspěvku jsou zaměřeny na prokázání využitelnosti dat z bezpilotních prostředků v prostředí agendy státní správy. Cílem bylo také přesvědčit politiky o potřebě investice do vlastního bezpilotního prostředku s možností instalace variabilních senzorů (multispektrální, LIDAR, hyperspektrální, atd.).



Obrázek 1 - Vymezení řešeného území SO ORP Liberec, zdroj dat: autor



## **METODIKA**

Na základě rešerše literatury na téma využití dat dálkového průzkumu Země v prostředí města byly sestaveny otázky do dotazníkového šetření. Například Suran N. A. a kol. (2019) ve své práci používají UAV s hyperspektrálním senzorem k mapování městské oblasti (výřez 200 m x 700 m). [2] Bylo vybráno 7 tříd pro mapování: beton, hliník, propustná dlažba, pevná dlažba, blok budov, strom a tráva. Autoři dosáhli prostorového rozlišení 0,3 m / pixel. Otázky v dotazníkovém šetření byly konzultovány s pracovníky oddělení UAP a GIS Magistrátu města Liberec. Objektem zájmu v dotazníkovém šetření byly informační potřeby jednotlivých pracovišť Magistrátu města Liberec, respektive jejich problémy v agendě, které lze vyřešit naplněním prostorovými informacemi z dat dálkového průzkumu Země. Předpokladem práce bylo, že pracovníkům prostorové informace pro jejich práci chybí.

Z dotazníkového šetření získáme přehled o informačních prostorových potřebách jednotlivých odborů Magistrátu města Liberec a příspěvkových organizací města. Některé informační potřeby byly naplnitelné daty z družicových nosičů (například: Sentinel 2, Landsat 8), ale příspěvek je zaměřen na informační potřeby naplnitelné snímáním bezpilotním prostředkem. Vybrané lokality byly nasnímány rPAS DJI Mavic Mini a zpracovány. Protože rPAS DJI Mavic Mini nedisponuje možností přijímat RTK korekce signálu, tak byly při snímání rozmístěny vlčovací body (které byly zaměřeny GNSS přístrojem, případně byly při zpracování využity již předtím zaměřené body z Digitální technické mapy města). Při snímání byl nastaven v aplikaci Pix4D podélný překryt minimálně 80 % a příčný překryt minimálně 70 %, za těchto podmínek je zajištěné nasnímání každého místa dvakrát. [3] Z nasnímaných dat byly extrahovány prostorové informace požadované jednotlivými pracovníky Magistrátu města Liberec a příspěvkových organizací. Výsledná data jsou součástí oddělení UAP a GIS a jsou k dispozici pracovníkům Magistrátu města Liberec.

## **DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ O INFORMAČNÍCH POTŘEBÁCH A VYUŽITÍ PROSTOROVÝCH DAT**

V rámci dotazníkového šetření byli osloveni všichni vedoucí jednotlivých odborů Magistrátu města Liberec (Odbor cestovního ruchu, kultury a sportu; Odbor dopravy; Odbor ekologie a veřejného prostoru; Odbor ekonomiky; Kancelář architektury města; Odbor kancelář primátora; Odbor kontroly a interního auditu; Odbor majetkové správy; Odbor právní a veřejných zakázek; Odbor školství a sociálních věcí; Odbor stavební úřad; Odbor sociální péče; Odbor správní a živnostenský; Odbor správy veřejného majetku; Odbor strategického rozvoje a dotací; Odbor územního plánování; Odbor vnitřních věcí; Odbor životního prostředí) a vybrané příspěvkové organizace, u kterých je pravděpodobnost využití prostorových dat (Liberecká informační společnost a. s.; Městské lesy Liberec). Otázky v dotazníku byly konzultovány s pracovníky oddělení UAP a GIS panem Mgr. Janem Jakschem a panem Ing. Pavlem Přenosilem.

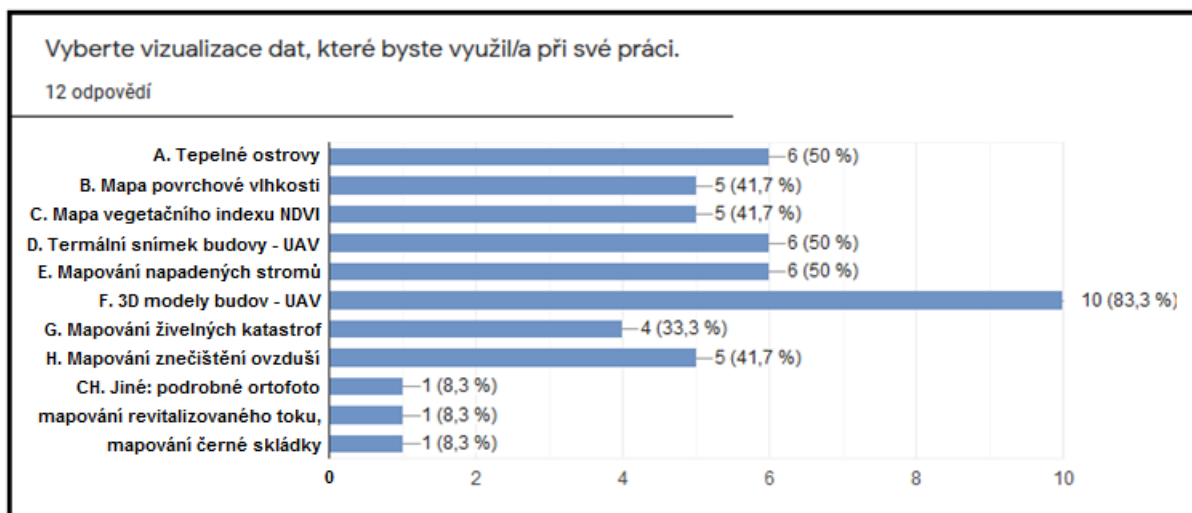
Bylo osloveno 18 odborů Magistrátu města Liberec a 2 příspěvkové organizace (Městské lesy Liberec, Liberecká informační společnost). Díky podpoře tajemníka magistrátu města Liberec se podařilo získat 100 % zpětnou vazbu na dotazníky. Z dotazovaných 20 subjektů využívá prostorová data 75 % dotazovaných, což je přesně 15 respondentů (vedoucí jednotlivých odborů konzultovali odpovědi se svými podřízenými). Naopak 25 % odpovědi bylo negativních, tedy 5 respondentů (subjektů) prostorová data nevyužívají. Můžeme tedy tvrdit, že na Magistrátu města Liberec a městských organizacích se ve velké míře používají prostorová data a je zde velký potenciál k dalšímu rozvoji.

Pracovníci magistrátu města Liberec ve svých odpovědích velmi často zmiňují prostorové informační potřeby, které jsou naplnitelné rPAS v našem případě tedy bezpilotním



prostředkem (nebo také nosičem) DJI Mavic Mini. Otázka z dotazníkového šetření, kdy respondent vybíral z nabízených DPZ výstupů, jestli by je využil ve své agendě, je vizualizována v Grafu 1. Na základě výsledků šetření byly s vedoucími pracovníky konzultovány konkrétní prostorové informační potřeby a ty byly řešeny snímáním nosičem DJI Mavic Mini.

Graf 1 – Výsledky dotazníkového šetření, zdroj: zpracováno autorem



Například pracovníci majetkové správy zajímali možnosti využití bezpilotních prostředků k mapování památkově chráněných budov (budova staré radnice) a dokumentace stavu, před rekonstrukcí a po ní. Z obdobných důvodů je také zajímavé tepelné uniky budov, které je možné mapovat také pomocí bezpilotního prostředku v kombinaci s termokamerami (zmíněné je vizí pro oddělení UAP a GIS vizí do budoucna). Odbor životního prostředí zajímali vodní toky před a po revitalizaci, nebo mapování malých vodních toků pro potřeby pasportu vodního toku.

#### ZPRACOVÁNÍ NASNÍMANÝCH DAT

Zpracování nasnímaných dat probíhalo v prostředí programu Agisoft Metashape. Software vyniká intuitivním prostředím. S Agisoft Metashape si poradí i méně výkonný hardware za cenu delší časové náročnosti. Pracovní postup zpracování ortofoto a digitálního modelu povrchu byl následující: Vložení fotografií s polohou snímků. Nastavení souřadnicového systému (WGS - 84, nebo S-JTSK). Zarovnání fotografií (Align Photos). Dalším krokem bylo vložení vlíčovacích bodů (zaměřené pomocí GNSS, nebo z DTMM) pomocí Import CSV. Body byly následně pomocí nástroje Filter Photos by Markers ztotožněny s body na snímcích (označenými v terénu při náletu). Následně bylo optimalizováno zarovnání kamery (Optimize Camera Alignment). Poté bylo třeba vytvořit mračno bodů (Build Dense Cloud) – nastavení – Medium a hloubkové filtrování (Depth filtering) na Moderate (mírné). Zmíněné nastavení Moderate je doporučováno v manuálu Agisoft (závisí na členitosti terénu). Dalším krokem bylo vytvoření masky (Build Mesh) z vytvořeného mračna bodů (Dense Cloud) - nastavení typu povrchu zvolíme 2.5D a Face count opět Medium. Jedním z posledních kroků bylo vytvoření textury (Build Texture) - Mapping mode: Adaptive orthophoto, Blending mode: Mosaic, Texture size / count: 4096. V případě, že bychom chtěli vytvořit i digitální model povrchu, tak by následovalo využití nástroje Build DEM (určíme souřadnicový systém a kvalitu výstupu). Důležité bylo také při zpracování dat kontrolovat Reprojection Error (ideálním stav, pokud se blíží hodnotě 1).



Pro podrobnější interpretaci nasnímaných dat a jejich vizualizaci (případná vektorizace: délka vodního toku, polygon spáleniště po požáru, klasifikace skládky) bylo využito prostředí programu ArcGIS 10.8.

## VÝSLEDKY

Tabulka 1 shrnuje všechny nasnímaná data rPAS bezpilotním prostředkem DJI Mavic Mini, která vycházejí z dotazníkového šetření a detailních rozhovorů s pracovníky Magistrátu města Liberec a konkrétních prostorových informačních potřebách. DJI Mavic Mini disponuje pouze RGB senzorem s rozlišením 12 megapixel a nedisponuje příjmem RTK korekcí, ale pro naše účely v kombinaci s vlčovacími body zaměřenými GNSS přístrojem (případně využitím bodů z Digitální technické mapy města), se dostáváme na pro naše účely velmi dobře využitelná data.

*Tabulka 1 - Snímkované lokality rPAS DJI Mavic Mini, zdroj dat: zpracováno autorem*

lokality	důvod mapování	rozlišení pixelu [cm]
Oblast liberecký Perštýn	stavební řízení	1,76
Revitalizace Panenského potoku	mapování revitalizace	1,84
Mapování Pilínkovského potoku	pasport vodního toku	1,29
Mapování požáru na Ještědu (spáleniště)	mapování škod	1,27
Mapování žulového lomu Ligranit	vliv na krajinný ráz	1,35
Mapování černé skládky odpadu v Dlouhém Mostě	znečištění ŽP	1,64
Mapování „Papírového náměstí“	architektonická soutěž	2,39
Mapování hřbitovu v Machníně	pasport hrobů	0,75
Mapování náměstí Dr. E. Beneše	data pro pořádání akcí	1,4
Mapování mostu v Kryštofově údolí	stavební řízení	3D model

Výsledné zpracované ortofoto mapy mají velmi podobný charakter, proto nejsou všechny vizualizace součástí příspěvku. Všechny zde vyjmenované vizualizace lze nalézt ve Story map (mapě s příběhem), která byla součástí diplomové práce (odkaz na Story map: <https://arcg.is/ePa49>).

Jako reprezentativní příklad zpracovaných dat bylo vybráno mapování hřbitovu v Machníně pro potřeby pasportu hrobů na žádost Odboru správy veřejného majetku MML (Správa hřbitovů). Pracovníci Správy hřbitovů nemají na některých hřbitovech k dispozici podrobná vektorová data o rozmístění hrobů, takový hřbitov je právě v Machníně. Hřbitov byl nasnímán RGB senzorem pomocí nosiče DJI Mavic Mini. Před snímáním byly rozmístěny a pomocí GNSS změřeny vlčovací body. Data byla zpracována v Agisoft Metashape (podrobnější popis metodiky výše). V prostředí programu ArcGIS 10.8 byla nad zpracovaným ortofoto provedena vektorizace hrobů. Vektorová data byla na základě konzultace s pracovníky správy hrobů doplněna o informaci, zda je hrob volný, prázdný a zda má zaplacen nájem. Výsledný pasport hrobů s metadaty je nyní pracovníkům k dispozici v mapovém portále Marushka, kde si ho sami aktualizují. Vizualizace nasnímaných a zpracovaných dat je na Obrázku 2 na následující straně.



Obrázek 2 - Mapování hřbitovu v Machníně, zdroj dat: zpracováno autorem

## ZÁVĚR

K nasnímání dat byl využit bezpilotní prostředek (nosič) DJI Mavic Mini s rozlišením snímáče 12 megapixelů (RGB). DJI Mavic Mini je nejlevnější bezpilotní prostředek, který disponuje GNSS. Na základě potřeb (dotazníkové šetření a konzultace s pracovníky) pracovníků Magistrátu města Liberec a příspěvkových organizací byla nasnímána a zpracována různá použitelná data na území SO ORP Liberec. Cílem práce bylo prokázat využitelnost dat z bezpilotních prostředků v prostředí státní správy, což bylo prokázáno, protože všechna výsledná data se stala součástí databáze oddělení UAP a GIS a jsou využívána pracovníky Magistrátu města Liberec a příspěvkovými organizacemi. Cílem bylo také přesvědčit politickou reprezentaci o potřebě bezpilotních prostředků. Zmíněný cíl byl také naplněn, protože v současné době se podařilo (díky ukázce zde prezentovaných výsledků politikům) nakoupit variabilnější a přesnější bezpilotní prostředek DJI Matrice 210 RTK.

## PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval doc. Ing. Janu Pacinovi, Ph.D. za odborné rady a nasměrování při zpracování diplomové práce, která byla základem článku. Mé díky patří také Ing. Janu Háskovi, který je dlouhodobý aktivní pilot bezpilotních prostředků a poskytl mi spoustu rad a zkušeností se snímáním bezpilotními prostředky i zpracováním dat.



## REFERENCE

- [1] NÝDRLE, J. Možnosti využití dat dálkového průzkumu Země pro potřeby města Liberec. Liberec, 2020. 144 s. Diplomová práce. Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. Fakulta životního prostředí. Vedoucí práce doc. Ing. Jan Pacina, Ph.D.
- [2] SURAN, N. A., Shafri, H. Z. M., Shahrarum, N. S. N., Radzali, N. A. W. M., Kumar, V., 2019. UAV-BASED HYPERSPECTRAL DATA ANALYSIS FOR URBAN AREA MAPPING. Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. XLII-4/W16, 621–626. Dostupné z: <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-W16-621-2019>
- [3] PAVELKA, Karel. Dálkový průzkum Země - družicové systémy. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2010. 116 s. ISBN 978-80-01-04628-9.