

Zpráva ze zahraniční služební cesty:

- **Workshop „Inspecting Using Copernicus and UAV Data project“ (ICUD), 17. – 18. 10. 2018**

Účastníci: Mgr. M. Marko (ŘDT ČIŽP, oddělení odpadového hospodářství)

Místo jednání: IGAMAOT - Rua de “O Século” 51, 1200-433 Lisbon, Portugalsko

Datum: 17. 10. - 18. 10. 2018

Účel jednání:

- účast na workshopu ICUD – projektu týkajícího se využití družicového snímkování a dronů v inspekční praxi

Časový průběh cesty:

16. 10. 2018, 19:05 (CEST): odlet z Prahy

16. 10. 2018, 21:35 (WEST): přílet do Lisabonu

17. 10. 2018, 11:00 – 16:00 (WEST): blok přednášek „Initial training for satellite data acquisition and processing“ (Prof. Doutor Mário Caetano) zaměřený na témata: základy dálkového průzkumu, hlavní typy družic a senzorů, získávání informací z družic, interpretace optických družicových snímků v praxi.

18. 10. 2018, 9:30 – 17:15 (WEST): blok přednášek týkajících se využití satelitního snímkování a využití bezpilotních letadel (UAV) – dronů v inspekční praxi

18. 10. 2018, 17:40 (WEST): odlet z Lisabonu

18. 10. 2018, 21:55 (CEST): přílet do Prahy

17. 10. 2018 - „Initial training for satellite data acquisition and processing“

První den workshopu se týkal zejména **dálkového průzkumu Země** a družicového snímkování. Hlavními tématy přednášky byly:

- základy dálkového průzkumu,
- typy družic snímkujících Zemi,
- získávání informací z družicových snímků,
- vizuální interpretace optických družicových snímků.

V rámci základů byl popsán fyzikální princip elektromagnetického záření včetně částí spektra a jeho interakce s atmosférou (např. rozptyl a absorpce). Podrobněji byla přednesena problematika odrazivosti elektromagnetického záření hlavních prvků zemského povrchu v závislosti na vlnové délce záření.

Další blok se zabýval teorií týkající se družicových snímků (pixel, rozlišení, RGB spektra).

Z hlediska typů družic a jejich senzorů byly uvedeny pasivní a aktivní způsoby snímkování, včetně typů oběžných drah (polární vs. geostacionární) a **rozlišení** (prostorové rozlišení, spektrální rozlišení – panchromatické, multispektrální, hyperspektrální senzory).

Součástí prezentace bylo také uvedení hlavních limitujících faktorů při využívání dat z dálkového průzkumu Země v současné době. Dálkový průzkum obecně umožňuje pořizovat snímky s vysokým temporálním, prostorovým i spektrálním rozlišením, ale ne jednou družicí najednou.

V současné době mají vysoké prostorové rozlišení snímky ve viditelné a NIR oblasti spektra, pořízené např. z družic GeoEye, WorldView (velikost pixelu < 5m). Snímky ze střední oblasti infračerveného spektra s vysokým prostorovým rozlišením (velikost pixelu – 20, 30m)

jsou pořizovány např. družicemi Sentinel-2, SPOT nebo Landsat. Jedním z limitujících faktorů je velikost dat, která jsou shromažďována a uchovávána. Dalším limitem je fakt, že u senzorů s velmi vysokým prostorovým rozlišením nejsou dostupné snímky z kontinuálního snímkování, ale pouze na základě objednávky.

Dále byl prezentován evropský program pozorování Země **Copernicus**. Tento program slouží primárně jako podpora pro rozhodování při vytváření a provádění evropských politik zejména v oblasti životního prostředí a bezpečnosti. Základ systému tvoří 5 sad družic Sentinel. Data jsou poskytována pro využití bezplatně. Zmíněn byl dále zvyšující se trend využívání mikro-družic a jejich plánované využití v blízké budoucnosti (např. v období let 2003 – 2017 bylo vypuštěno 594 družic).

Budována je také soustava 15 družic **Vivid-i**, která bude pořizovat **videa** a snímky ve vysokém rozlišení. Bude tak možno pořizovat barevný záznam pohybujících se vozidel, plavidel a letadel ve vysokém rozlišení.

Odkaz na ukázkové video (Vivid-i):

https://www.youtube.com/watch?time_continue=3&v=OBxJSroyTcI

Zdroje satelitních snímků, které jsou poskytovány zdarma k využití:

<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>

<https://earthexplorer.usgs.gov/>

Získávání informací ze satelitního snímku:

Ukázka různých způsobů zpracování satelitního snímku, včetně v současné době nejčastěji používaných algoritmů (metoda maximální věrohodnosti, metoda k nejbližších sousedů, metoda podpůrných vektorů, algoritmus neurální sítě, rozhodovací stromy, náhodné lesy).

Vizuální interpretace optických satelitních snímků:

Snímky s velmi vysokým, vysokým, středním a nízkým prostorovým rozlišením, snímky v jednom pásmu vs. barevné (RGB), druhy RGB snímků (true vs. false). Snímky z družic ve vysokém rozlišení (high resolution), které jsou poskytovány ve viditelném, MIR a NIR pásmu zároveň, jsou snímány např. družicemi: LANDSAT, IRS, SPOT-5, SENTINEL-2.

Snímky ve velmi vysokém rozlišení (very high resolution) ve viditelném a NIR spektru, jsou snímány družicemi: GeoEye, WorldView.

18. 10. 2018 – prezentace zástupců institucí a inspekčních orgánů z vybraných států EU

Výběr ukázek a zajímavých témat z prezentací:

V úvodní přednášce „iCUD 2018“ byl představen tento projekt s uvedením jeho **základních cílů**, tedy posouzení využití služeb programu Copernicus a bezpilotních prostředků (Unmanned Aerial Vehicle - UAV) – dronů jako podpůrného nástroje dodržování právních předpisů v oblasti životního prostředí.

Mezi **cíle** také patří: sdílet informace a osvědčené postupy týkající se využití těchto technologií, dále sdílet metodické postupy a technické znalosti, zvýšit využití těchto technologií při plánování a provádění kontrol a identifikovat také důkazní hodnotu získaných údajů.

Projekt byl zahájen v lednu 2018, závěrečná zpráva by měla být k dispozici v prosinci 2018.

Prezentace ARPA Lombardia, Itálie

Agentura využívá možnosti dálkového průzkumu Země (DPZ) přibližně od roku 2003, zejména v oblastech: monitoring ledovců (IKONOS), monitoring vodní hodnoty sněhu, evapotranspirace (Terra/MODIS), monitoring záboru půdy (Landsat8, Sentinel2), mapování azbestocementu (Airborne scanner-MIVIS), staveb (Airborne VIS+NIR Camera ,Laser Altimeter), úbytku půdy (ERS1/2, Radarsat, Sentinel-1) a monitoring lesních porostů (Sentinel2). V roce 2016 spustila agentura projekt „DRONI“, v rámci kterého bylo zaškoleno 6 pilotů dronů (různé typy bezpilotních prostředků – Aibotix X6, DJI Phantom 4 Pro+, Flyability ELIOS, eBee RTK, Delair-Tech DT 18). Optické satelitní snímky z programu Copernicus byly využity např. v IMPEL projektu – WODA („Water Over-abstraction and illegal abstraction Detection and Assessment“) v letech 2015 – 16.

Další způsoby využití satelitního snímkování:

1. používání zemědělských hnojiv (např. multispektrální snímky z Landsat 8):



(snímek z Google Earth, 12. 3. 2014)

(snímek z Landsat 8, 13. 3. 2014)



2. analýza historického vývoje oblasti

Rok 2005



Rok 2012



Využití bezpilotních prostředků (dronů) v inspekční praxi

1. monitoring stavu vodních nádrží (hydroelektrárny)

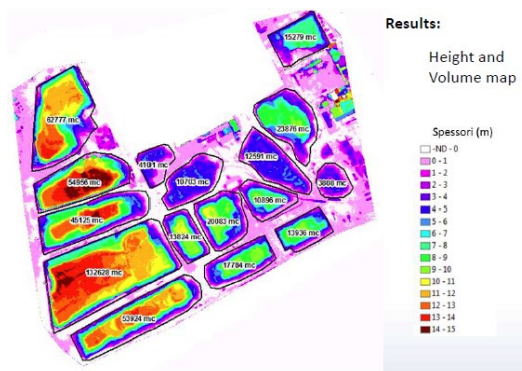
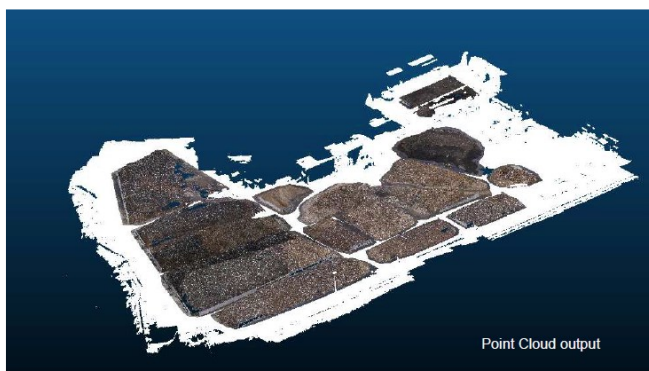
2. kontroly průmyslových závodů (příklad):



- shromažďování odpadu ze dřeva
- povoleno shromažďování max. 135 000 m³, výška max. 10 m
- ke kontrole max. objemu odpadu použit dron ABIOTIX X6 V2, fotoaparát Sony Alpha 6000



Ukázka snímků, Point Cloud („bodové mračno“) a DSM (Digital Surface Model):



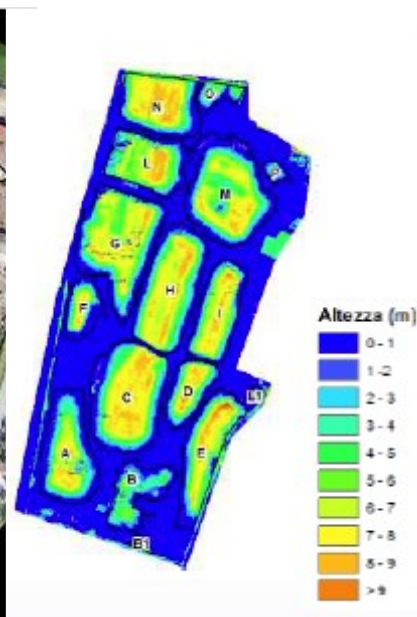
Ortomosaika



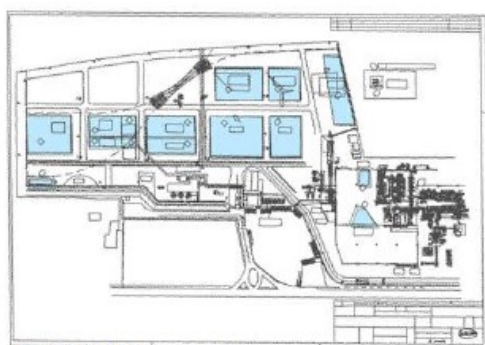
Identifikace odpadu



Digitální model povrchu (DSM)



Povolená vs. reálná plocha pro shromažďování odpadu:



Authorized storage areas



Ortomosaika – snímky z dronu Phantom4 Pro +:

Orthomosaic from UAV survey (20/09/2018)

plot 6:
Preparing for future waste
disposal

plots 1 and 2:
End of waste disposal
Waste covered

Focus area for traditional
GPS survey



plots 3 and 5:
Waste disposal still operating

plot 4:
End of waste disposal
Waste not yet covered



Outputs:



Cloud point, 3D view from S-W

Ortosnímek + DSM



Výhody použití UAV v inspekční praxi:

- snímky s velmi vysokým prostorovým rozlišením, které nejsou snadno dostupné z družicového nebo leteckého snímkování
- časová flexibilita pořízení snímku
- tvorba **digitálního modelu terénu** (DEM) ve velmi vysokém rozlišení
- snímání v reálném čase
- zaměnitelnost senzorů
- výkonný software pro zpracování snímků (automatické zpracování, 3D modelace atd.)

Prezentace „UAV data as a supporting tool in environmental inspections” – IGAMAOT

Ukázka vybavení:

Dji Phantom 4 Pro+



Matrice 210 RTK



Zenmuse Z30



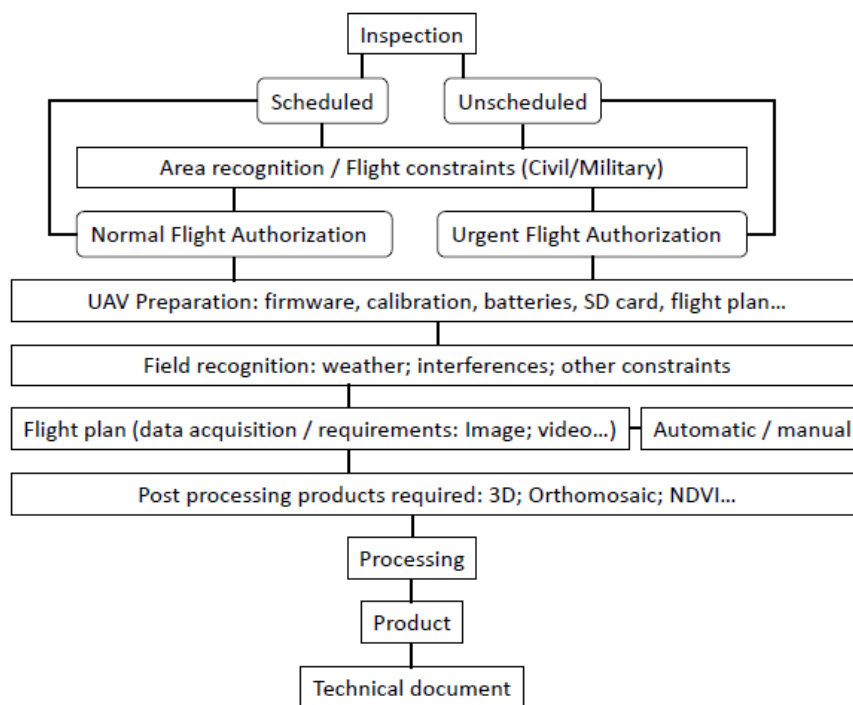
Zen muse XT



Zenmuse X4S



WORKFLOW



Výstupy získané snímkování dronem - ukázky

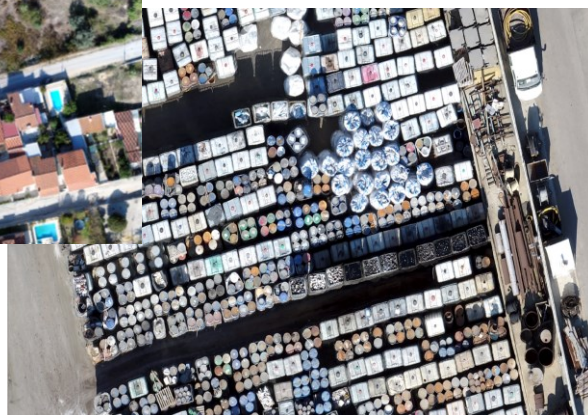
Ortomozaiika 1 (dolní polovina obr.) – srovnání se snímkem z Google Earth



Ortomozaiika 2



- 416 snímků
- výška letu – 48 m
- přesnost – 2 cm



DTM Hillshade



DSM Hillshade



Příklad „skládka“ – plocha 180 000 m², 993 snímků, 10 videí, vybavení: **Matrice 210 RTK**, **Phantom 4**

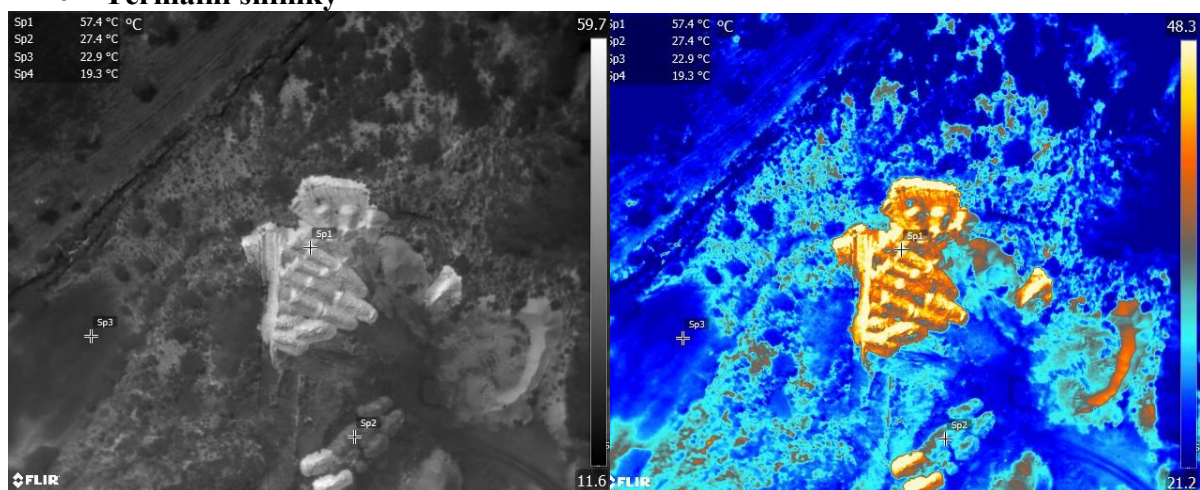
- **3D MODEL**



- **Ortomozaika** (678 snímků, letový výška 81 m, přesnost 2 cm)



- **Termální snímky**



Informace získané na workshopu budou dále využity pro vnitřní účely a budou dále prezentovány na poradách nebo seminářích.

Zapsal: Mgr. Martin Marko

Schválil: Ing. Lukáš Kůs

Seznam přednášek

17. 10. 2018

1. **„Initial training for satellite data acquisition and processing“** (Prof. Doutor Mário Caetano, Direção-Geral do Território)

18. 10. 2018

2. **Úvod** – „Project iCUD 2018“ (IGAMAOT)
3. **Air & Space Evidence** – využití družic za účelem získání důkazů v rámci odpadové kriminality (Ray Purdy)
4. **ARPA Lombardia** – využití dat z družicového a UAV snímkování v rámci monitoringu životního prostředí a kontrolní činnosti: zkušenosti z praxe ARPA LOMBARDIA (Dario Bellingeri)
5. **„SMART 2030“** - Provence of Overijssel – nizozemská provincie (Monique Stouten, Remko Wicherson)
6. **“Satellite-Data driven approaches for Inspection purposes”** - Dutch Inspectorate of Human Environment and Water Management (Joël Davidse)
7. **SatCen – UE** - “ Geospatial Intelligence (GEOINT) as Support to EU Decision Makers” (Adriano Baptista, Luis Marques)
8. **“Combatting Waste Crime”** - Natural Resources Wales (Martin Davies)
9. **“UAV applications supporting environmental monitoring in Ireland”** - Waste Enforcement Regional Lead Authorities (Rory Hanlon)
10. **“UAV data as a supporting tool in environmental inspections”** – IGAMAOT (Cláudia Morgado)
11. **“The use of UAV and Copernicus Sentinel data for developing hydromorphological monitoring tools for medium-large river systems to support the implementation of the EU WFD 2000/60/EC and FD 2007/60/EC”** - National Institute for Environmental Protection and Research (Stefano Mariani)