



CHARLES UNIVERSITY  
Faculty of Science



Přírodovědecká fakulta UK

Ústav Gisat, s.r.o.

TRL Space

Projekt TAČR SS07010417

## Využití technologií DPZ pro dozorovou činnost ČIŽP

### Dokument prokazující dosažení výsledku

Číslo výsledku dle SISTA: SS07010417-V15

Název výsledku: **Postup pro automatizovaný detailní monitoring pro potřeby dozorové činnosti v oblasti ochrany přírody – vegetace – s využitím UAV multispektrálních dat**

Druh výstupu/výsledku: **O (ostatní)**

Termín dosažení výsledku: 12/2025

Autoři výsledku (jméno/organizace): **Lucie Červená, Jakub Lysák, Jakub Fuchsig (PřF UK)**

#### Cíl/účel vytváření výsledku

Cílem aktivity je navrhnout postup mapování jednotlivých rostlin (vybrané chráněné druhy) s využitím dat z UAV. Automatizovat postup analýzy obrazových dat a provést vyhodnocení přesnosti.

#### Stručný popis postupu tvorby výsledku (vstupní data, použité metody)

V rámci tvorby výsledku byla nejprve provedena **rešerše a rámcová analýza možností využití UAV obrazových dat pro detailní monitoring vegetace** se zaměřením na chráněné druhy rostlin. Na základě studia dostupných metod, odborné literatury a praktických experimentů (s řadou slepých uliček) bylo nakonec zvoleno řešení založené na detekci jednotlivých rostlin prostřednictvím jejich květů, které na jednu stranu dokáže dát poměrně spolehlivé výsledky; na druhou stranu vyžaduje velmi vysoké prostorové rozlišení vstupních dat a poměrně přesné načasování snímkování.

Následně byl na příkladu konkrétního druhu (hlaváček jarní) **navržen a prakticky ověřen kompletní pracovní postup pro pořízení dat**, zahrnující snímání s využitím UAV, jejich fotogrammetrické

zpracování a přípravu trénovacích a validačních dat. V této fázi byly testovány různé typy senzorů, letové výšky a způsoby tvorby ortofot s cílem dosáhnout dostatečné kvality vstupních dat. Současně byl navržen způsob tvorby trénovacích dat, který umožňuje učení modelů hlubokého učení a je šetrný vůči rostlinám v terénu.

V závěrečné fázi byla **zvolena vhodná architektura hlubokého učení, provedeno její trénování, ladění a vyhodnocení přesnosti**. Výsledky automatické detekce byly porovnány s nezávislou validační sadou a byla posouzena spolehlivost navrženého postupu. Na základě dosažených výsledků byl formulován obecně použitelný metodický postup, který je do značné míry automatizovatelný, reprodukovatelný a využitelný pro potřeby dozorové činnosti v oblasti ochrany přírody, přičemž byly jasně definovány jeho předpoklady i omezení.

### Prezentace výsledku (popis, obrázky, grafy apod.)

Navržený metodický postup je podrobně popsán v dokumentu SS07010417-V15, kde se nachází kromě obecného postupu též ukázky jednotlivých kroků na příkladu hlaváčku jarního. Dokument obsahuje i skript pro automatizaci části postupu, přičemž celý postup se dá shrnout následujícími kroky:

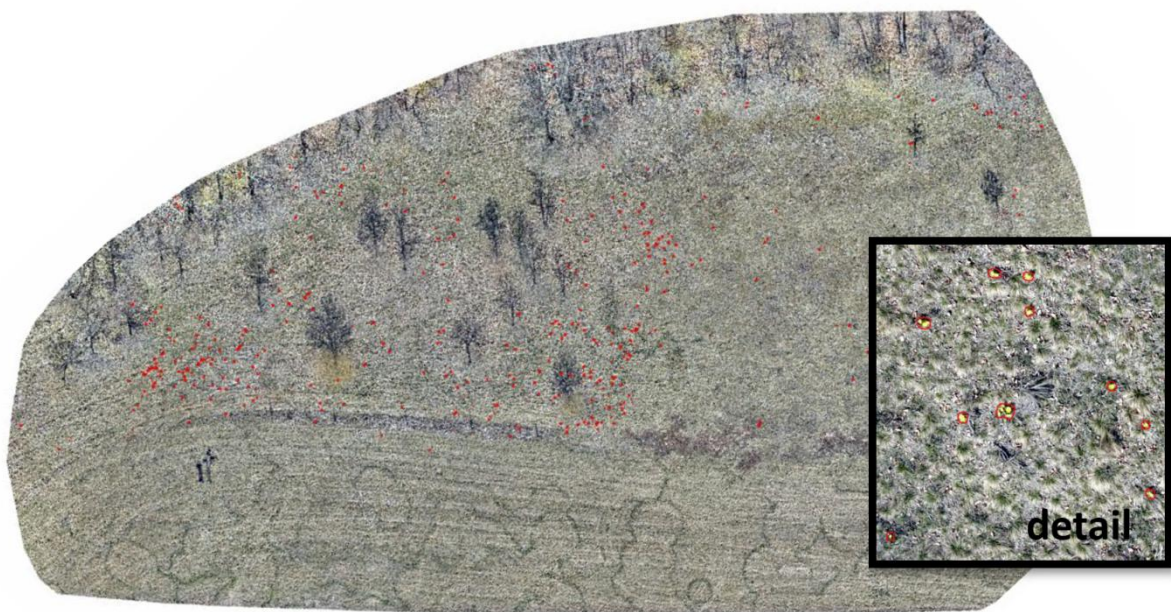
1. Načasování pořízení dat na dobu kvetení zájmového druhu
2. Pořízení UAV dat a jejich předzpracování (důležité je prostorové rozlišení v rámci mm)
3. Sběr pozemních dat pro trénování a validaci modelů hlubokého učení (zaměření zájmových jedinců, případně jedinců podobných, se kterými by se mohl zájmový druh zaměňovat, pomocí GNSS geodetického zařízení s přesností v řádu mm)
4. Výběr vhodného modelu hlubokého učení a ladění parametrů sítě (navržen byl model Mask R-CNN s architekturou ResNet-50 jako backbone, využívá se řešení v ArcGIS Pro s využitím toolboxu Image Analyst Tools, který obsahuje nástroje pro Deep Learning)
5. Výpočet přesnosti a interpretace výsledků

Vstupy (ortofoto, označení jedinců nad vybraným snímkem / částmi ortofota) musí být připraveny manuálně, detekce a hodnocení přesnosti pak může být zautomatizováno navrženým skriptem.

Ukázky detekcí hlaváčku jarního lze vidět na obrázcích 1 a 2. V případě obrázku 1 se jedná o detekci na snímku, nad kterým bylo provedeno trénování. V případě obrázku 2 se jedná o detekce hlaváčků na ortofotu celé plochy po dotrénování modelu.



Obrázek 1 - hlaváčky detekované na snímku DJI\_20250328140647\_0080\_D (DJI M3M, výška letu cca 4 m)



Obrázek 2 - Detekce hlaváčku nad ortofotem celé lokality s pixelem 0,503 cm

## Vyhodnocení výsledku (základní zjištění, přínos, případně využití)

Uvedený postup podrobně popisuje, jak je možné postupovat při detekcích chráněných druhů rostlin a prezentuje tento postup na příkladu detekce květů hlaváčku jarního. Teoreticky postup funguje s velkou spolehlivostí, z hlediska praktického nasazení má ale určité limity. Tím klíčovým je vytvoření trénovacích dat. Je-li požadovaná úloha “spočítej mi rostliny konkrétního druhu vyskytující se v zájmové oblasti”, nemusí být tato technologie dobrou volbou, protože výroba podkladů pro trénování modelu tak, aby byl spolehlivý, bude pravděpodobně pracnější než manuální označení všech výskytů daného objektu na snímku. Výhody převáží teprve při zpracování rozsáhlejšího území (s natrénováním modelu na jeho malé části) a při zpracování různých území se stejným zájmovým druhem rostliny, kdy lze využít (a případně dotrénovat) již hotový model cílený na konkrétní druh, případně pro sledování vývoje počtu jedinců na stejné lokalitě v rámci let.

Výsledek je volně dostupný zde: [https://www.eo4inspection.cz/wp-content/uploads/2026/01/V\\_15.pdf](https://www.eo4inspection.cz/wp-content/uploads/2026/01/V_15.pdf)