

Využití dronů a strojového učení pro vyhodnocení vad a poruch mostů



Rudolf Urban, Pavel Ryjáček

Fakulta stavební ČVUT v Praze

Milan Rollo, Tomáš Meiser

AgentFly Technologies s.r.o.,

Martin Urban

Eyedea Recognition, s. r. o.,

Michal Drahorád

Mott MacDonald CZ, spol. s r.o.

Lukáš Kutil, Vladimír Bažata

STRABAG a.s.



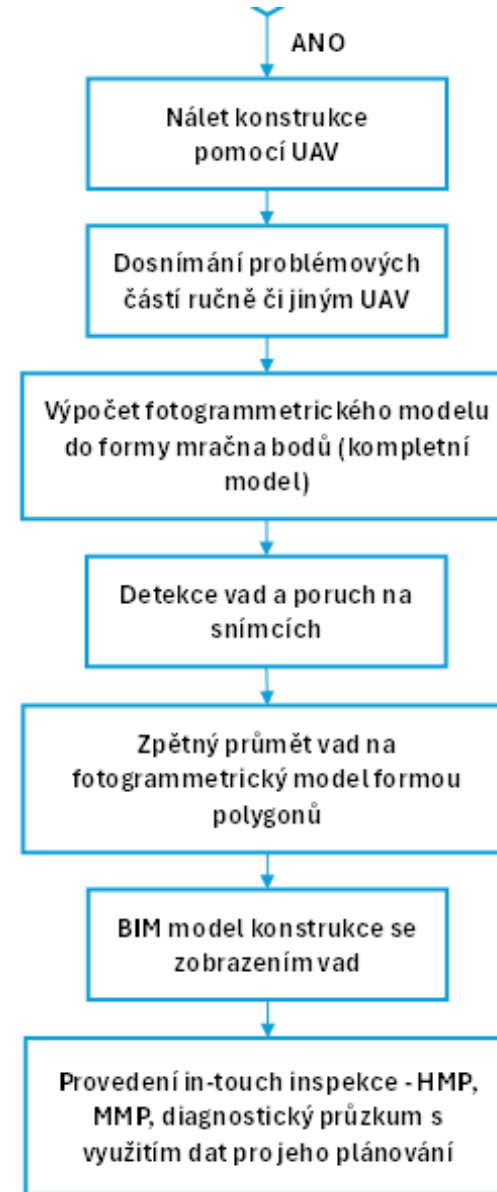
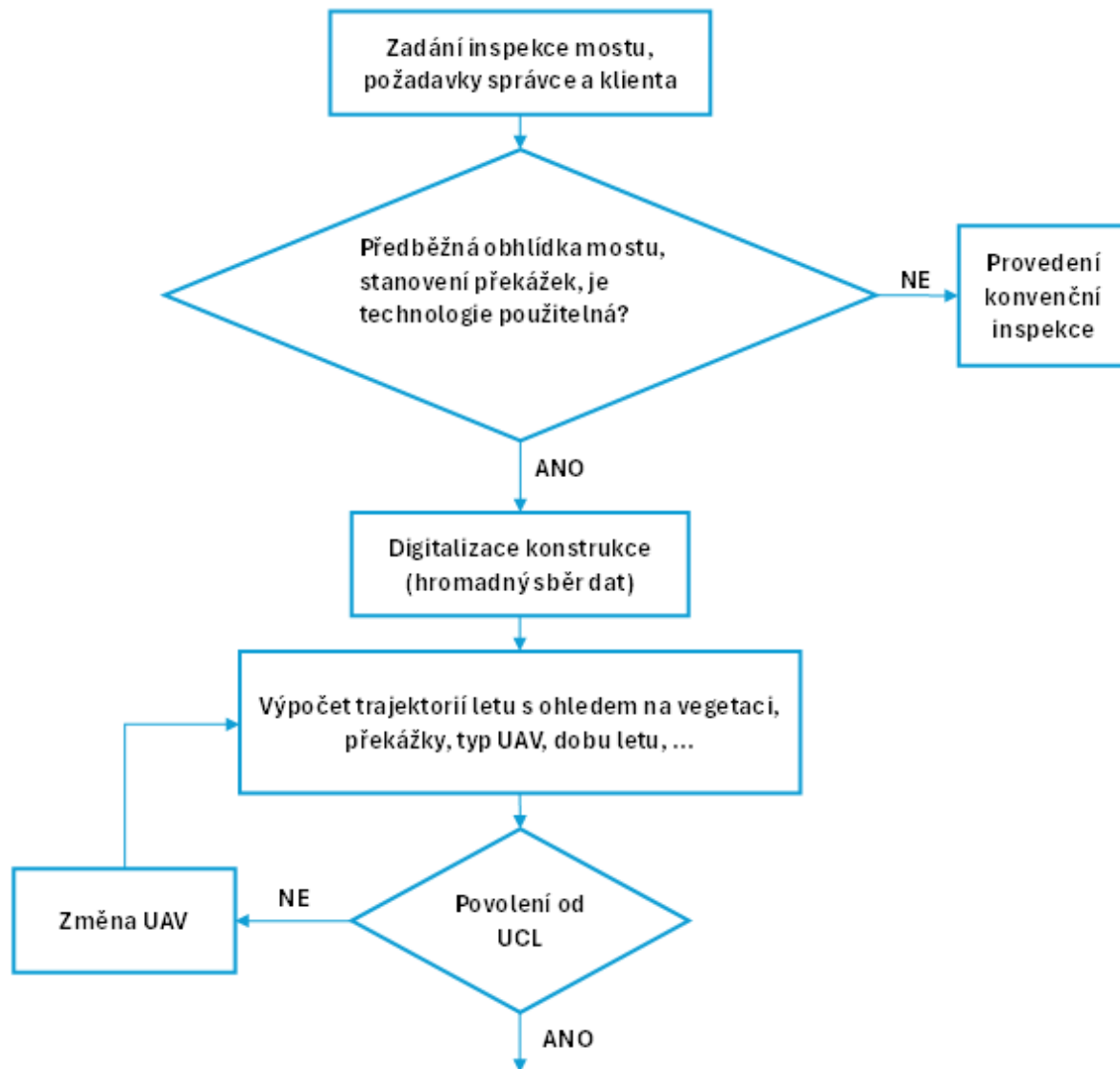
STRABAG



Úvod

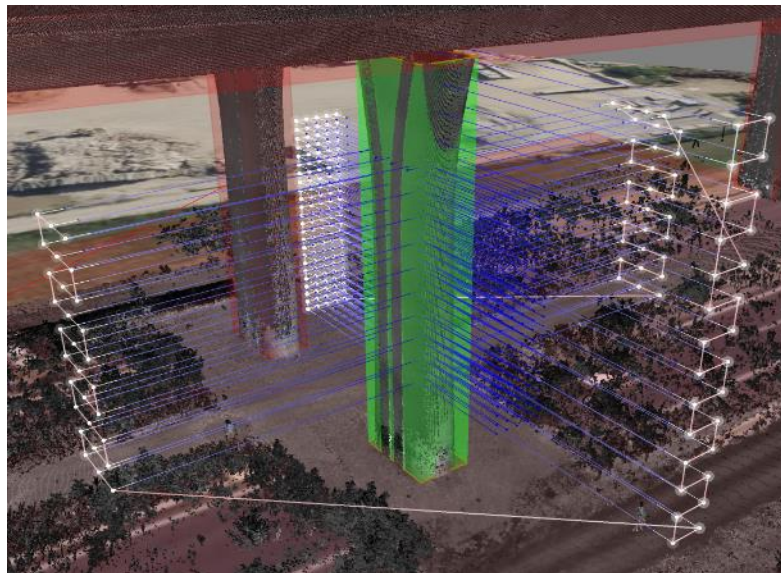
- Hlavní a mimořádné mostní prohlídky jsou základním nástrojem pro dohled nad stavem, bezpečností a spolehlivostí mostních objektů v ČR. Vycházejí primárně z vizuální kontroly stavu mostu a vyhodnocení zastižených závad a poruch.
- Pro provádění je zcela zásadní zpřístupnění celého povrchu mostní konstrukce pro jeho podrobnou kontrolu – což je vysoce náročné jak z technického a finančního hlediska.
- Projekt CK03000168 „**Inteligentní metody pořizování a analýzy digitálních dat pro inspekce mostů**“, financovaný TA ČR se zabýval možnostmi a využitím pořizování a analýzy digitálních vizuálních dat pro **betonové a železobetonové** NK a jejich využitím při HMP.
- Ani v budoucnu sice nelze s ohledem na náročnost a komplexnost vyhodnocení očekávat ani doporučovat plnou automatizaci prohlídek, nicméně lze očekávat významné zefektivnění a i zvýšení detekčních schopností kombinací lidského oka a automatické detekce.

Metodika postupu



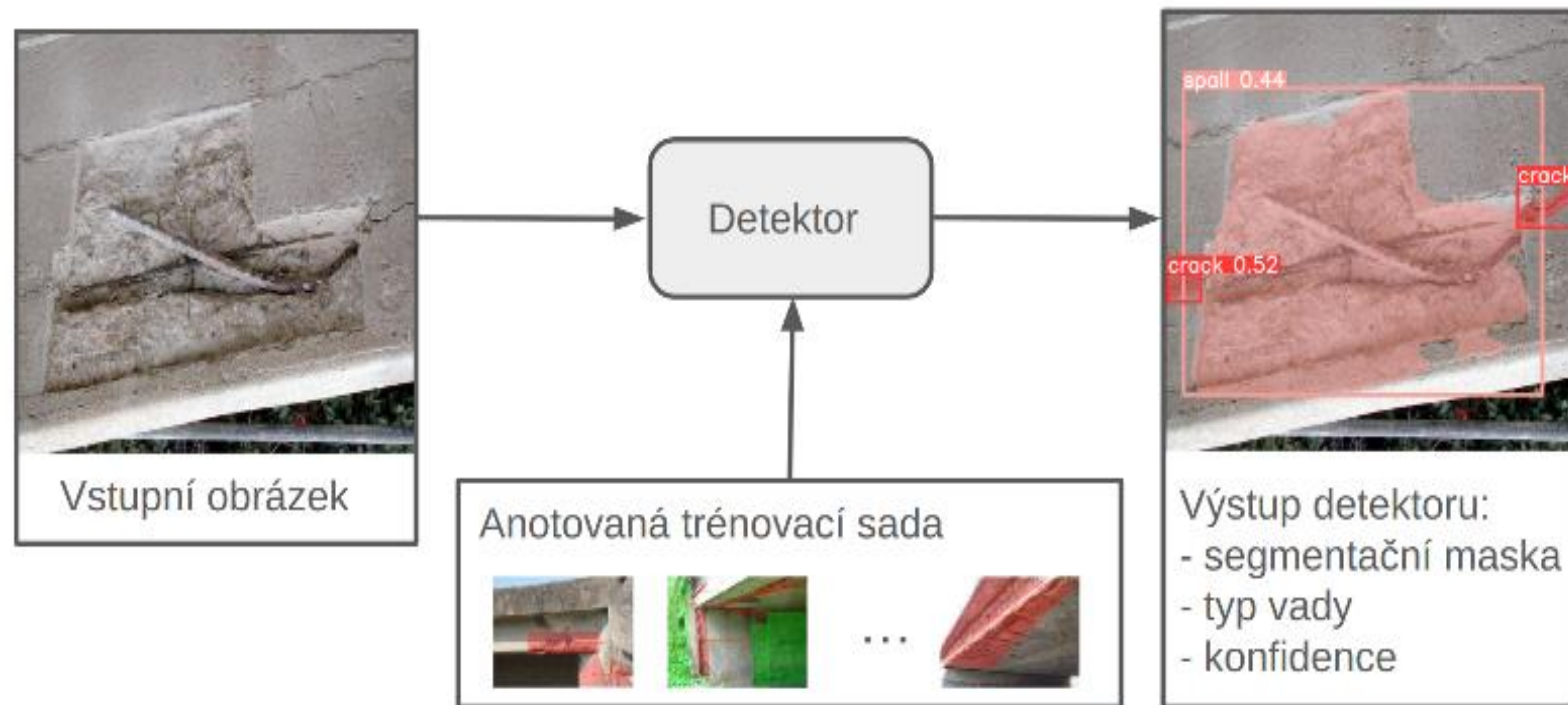
Tvorba digitálního dvojčete pro plánování trajektorie

- Pořízení digitálního dvojčete mostu se provádí pro plánování inspekčních trajektorií dronu
- Tvorba vlíčovacích bodů a zaměření mostní konstrukce –
 - Fotogrammetricky
 - Laserovým skenováním
 - Kombinací obou těchto metod.
- Výstupem plánovacího algoritmu je pak sada inspekčních bodů, tedy pozic bezpilotního prostředku v prostoru, jeho natočení a natočení snímáče na nezávislém stabilizovaném závěsu pro pořízení inspekční fotografie.
- Trajektorie má výhodu také v možnosti snadného opakování náletu dronem.



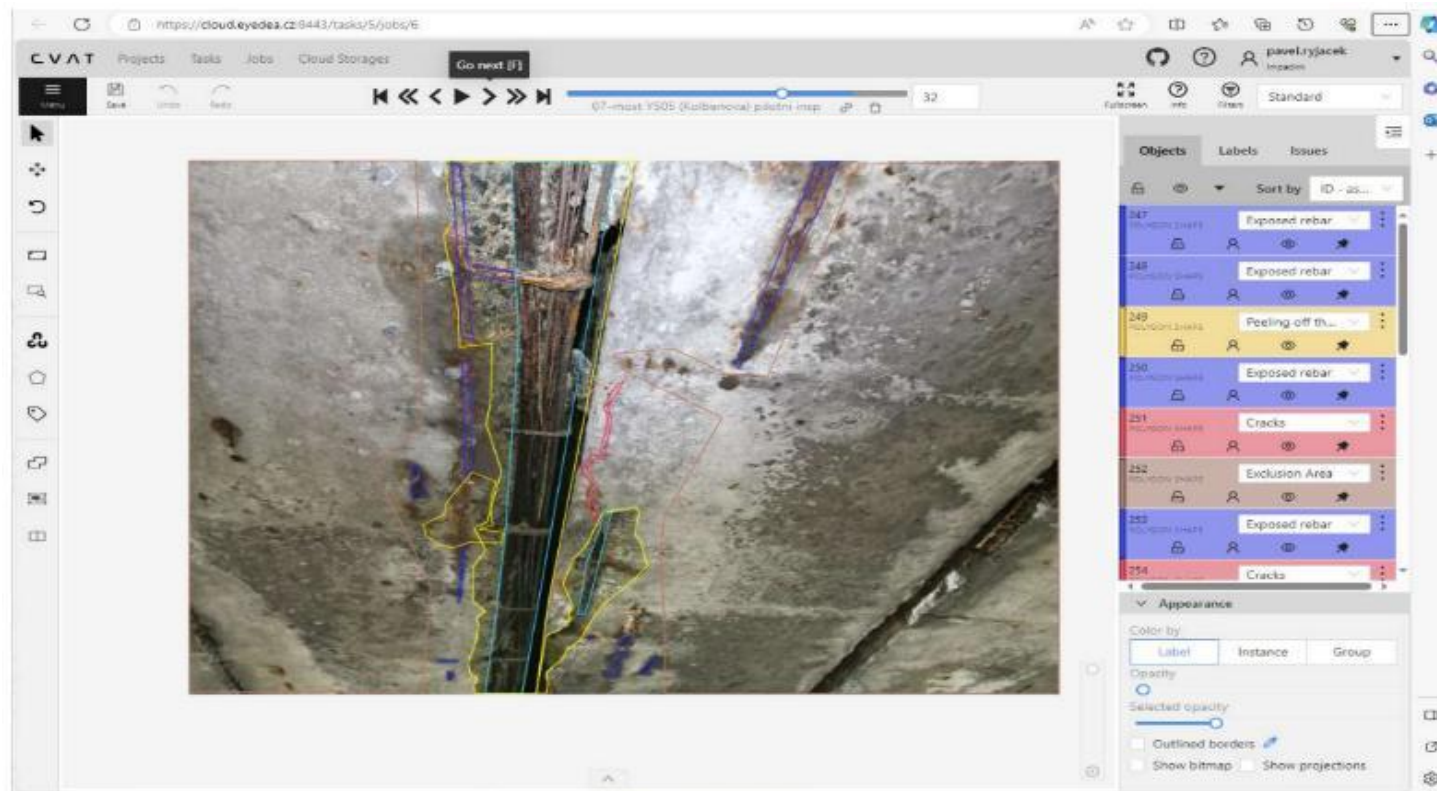
Automatizované rozpoznání vad a poruch

- Úloha automatického rozpoznávání vad spočívá v nalezení polohy vad ve vstupním snímku a jejich následné klasifikaci do jedné z N předem definovaných tříd.
- Detektory založené na hlubokých neuronových sítích.
- Anotace obrázků jsou vytvářeny v anotačním nástroji CVAT. Detekční síť byla naučena na databázi s 1909 obrázky a cca 52 tisíci anotacemi vad.



Automatizované rozpoznání vad a poruch

- V databázi je 20 typů vad, v praxi je 7 tříd vad
 - Binder and Leaches – obecně výluhy pojiva, s korozními produkty i bez nich
 - Cracks – trhliny
 - Rebar – obnažená výztuž, betonářská i předpínací, popř. ocelové korodující prvky v betonu
 - Graffiti
 - Surface – povrchová degradace betonu, šterková hnízda, rozpad betonu
 - Peeling – odtrhávání krycí vrstvy betonu



Automatizované rozpoznání vad a poruch

- Pro detekci je vyvinut softwarový balíček **Bridge Structures Inspection SDK**.



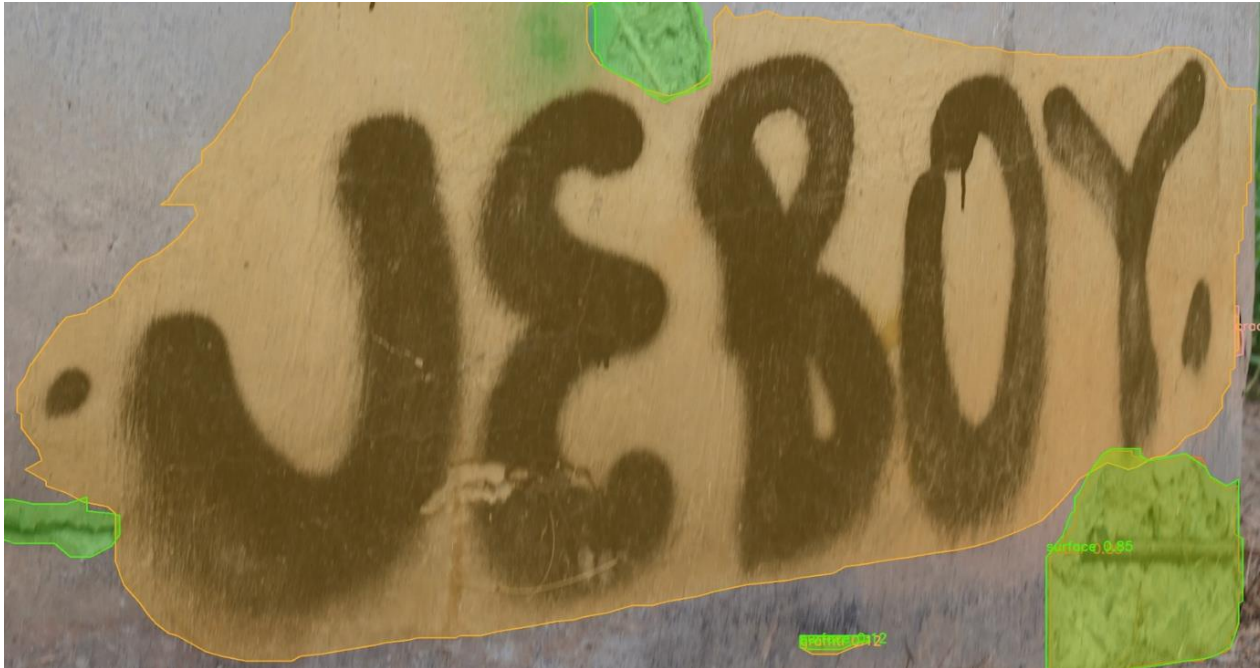
Detail detekce vady typu “Binder leaches / výluhy”.



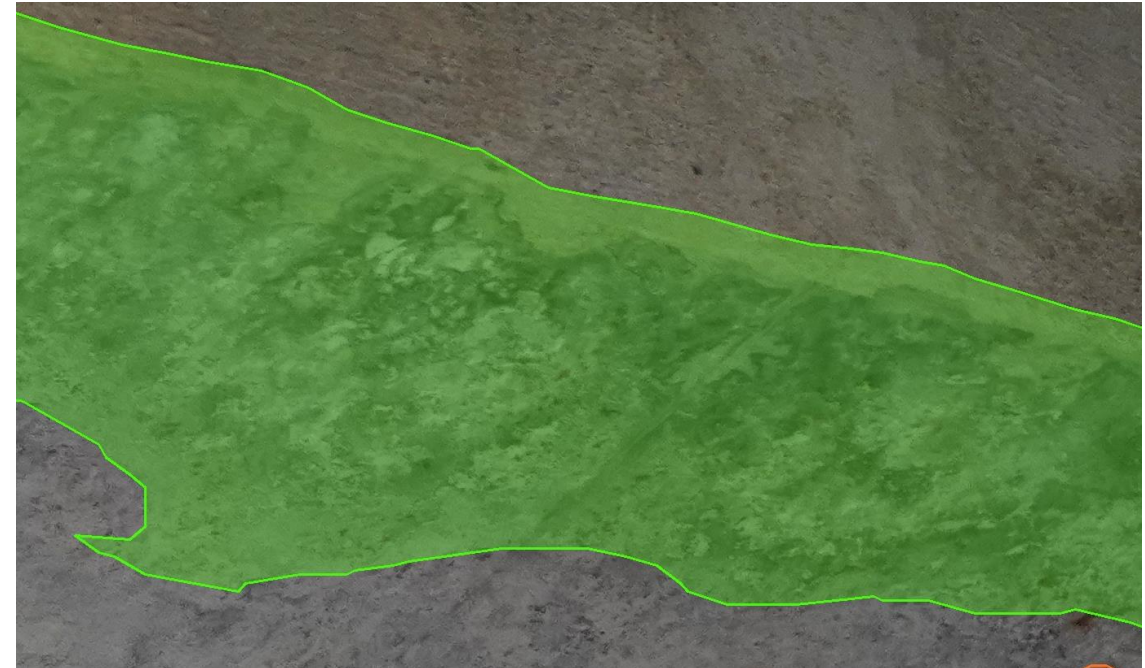
Detail detekce vady typu “Exposed rebar / obnažená výztuž”

Automatizované rozpoznání vad a poruch

- Pro detekci je vyvinut softwarový balíček **Bridge Structures Inspection SDK**.



Detail detekce vady typu "Graffiti".



Detail detekce vady typu "Mechanically damaged surface"

Automatizované rozpoznání vad a poruch

- Pro detekci je vyvinut softwarový balíček **Bridge Structures Inspection SDK**.



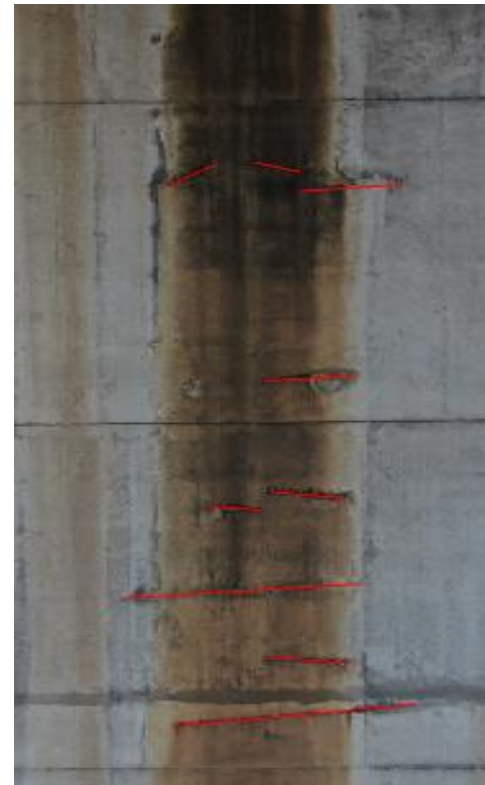
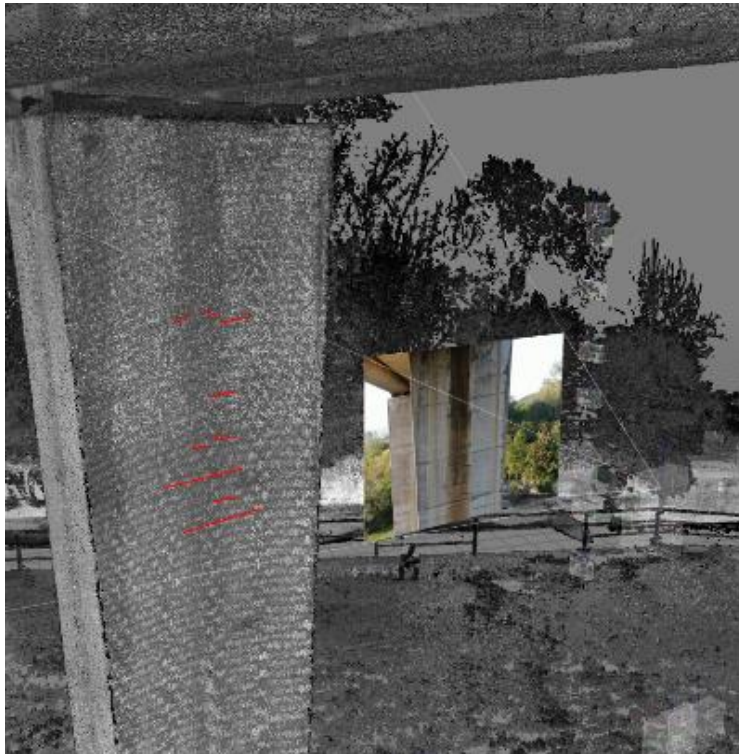
Komplexní detekce poruch



Detail detekce vady typu "Cracks / trhliny".

Průmět vad a poruch do modelu

- Vady detekované v obraze lze promítnout do bodového mračna za pomoci přesné geolokalizace snímků, ve kterém došlo k jejich detekci. Lze rovněž využít i digitální model mostu, nebo model dotvořený do systému BIM, tedy i s přiřazenými informacemi o konstrukci a o jednotlivých vadách.



Následná prohlídka

- Vzhledem k aktuálním možnostem UAV a navazujícího zpracování obrazu je jisté, že fyzické prohlídky na dosah ruky zůstanou nadále nepostradatelným způsobem prohlídek a hodnocení mostních konstrukcí.
- Zásadním přínosem automatizovaného sběru a vyhodnocení dat je ale to, že fyzické prohlídky konstrukce je možno na základě získaných dat významně omezit a mnohem lépe zacílit.

Závěr

- Podrobnými a opakovanými prohlídkami mostů za pomoci UAV je možno velmi přesně a rychle vyhodnocovat oblasti beze změn vzhledu, tedy oblasti, v nichž se nepředpokládá existence závad a poruch.
- Typicky se jedná o **velké plochy monolitických betonových konstrukcí** beze spár, podhledy nosných konstrukcí a povrchy spodní stavby mostu.
- Celkové výsledky projektu, doporučení pro využití vyvinutých metod v praxi a podrobnější informace jsou shrnuty v metodice „**METODIKA PRO PODPORU INSPEKCE MOSTNÍCH KONSTRUKCÍ ZA POMOCI UAV A JEJICH DIGITALIZACI**“, která je aktuálně schvalována MD ČR a předpokládá se její brzké zveřejnění.

Poděkování

Výzkum byl podpořen projektem CK03000168 - Inteligentní metody pořizování a analýzy digitálních dat pro inspekce mostů, podporovaném TAČR ČR.

Příspěvek je podpořen projektem č. CZ.02.01.01/00/23_020/0008487 Inovativní metody diagnostiky materiálů a monitoringu inženýrské infrastruktury pro zvýšení její odolnosti a životnosti (INODIN) financovaného MŠMT.

Děkuji za pozornost