

Vývoj automatizovaného nástroje pro optimalizaci monitoringu eroze zemědělské půdy pomocí distančních metod

projekt č. QK1720289

Odpovědný řešitel: Mgr. Daniel Žížala

Další řešitelé: Doc. Ing. Josef Krása, Ph.D.
RNDr. Ing. Jaroslav Rožnovský, CSc.
Ing. Ilona Gerndtová

Doba řešení: 2017 - 2019

Příjemci:



**Výzkumný ústav meliorací
a ochrany půdy, v.v.i.**



Český
hydrometeorologický
ústav



Fotogrammetrický monitoring eroze

Fotogrammetrie v dálkovém průzkumu Země

- družicová data – vegetační pokryv, landuse, strže, plošná degradace
- letecké snímky – landuse, detekce rýh, vegetace, plošná degradace
- UAV (drony) – vývoj erozního poškození, objemové hodnocení rýh



Ing. Markéta Báčová, Ph.D.
doc. Ing. Josef Krása, Ph.D.



Výzkumný ústav meliorací
a ochrany půdy, v.v.i.

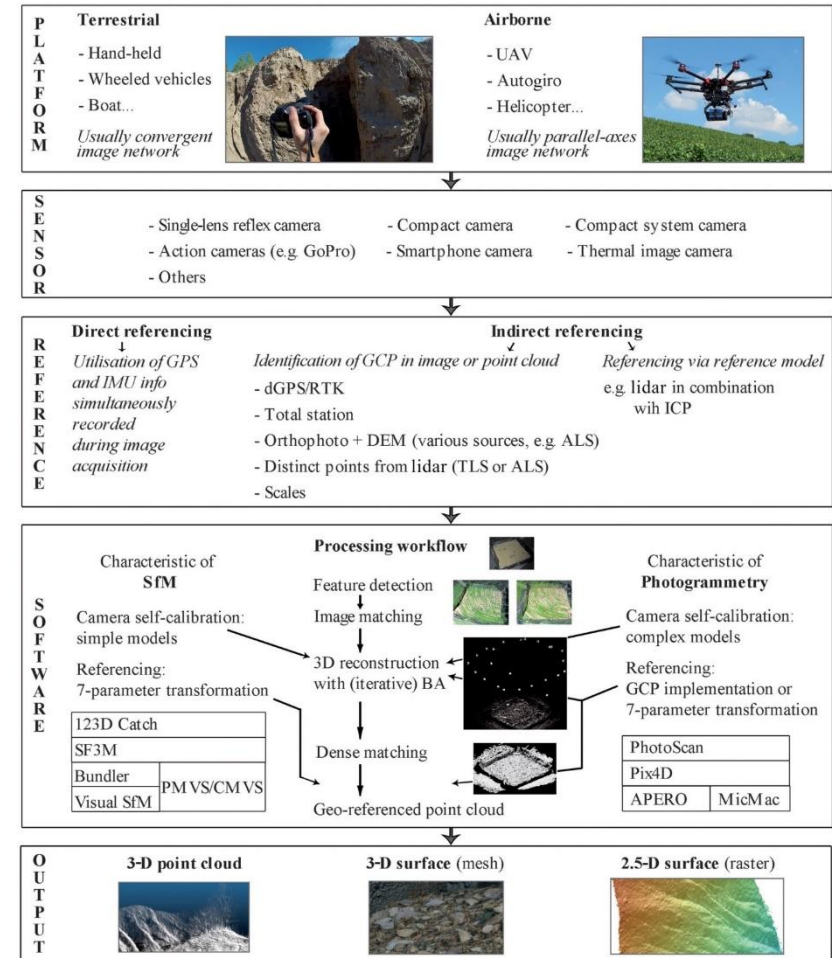


Český
hydrometeorologický
ústav



Měření aktuálního poškození

- kontaktní metody
pásmo/metr, řetěz, profiloměr (pin-meter)
- bezkontaktní metody
laserové skenování (LiDAR)
fotogrammetrie (stereofotogrammetrie, SfM)
- Structure from Motion (SfM)
princip průsekové fotogrammetrie
automatický výpočet pozice a parametrů fotoaparátu
zpracování velkého množství snímků
využití digitálních fotoaparátů, smartphonů
nevyžaduje expertní znalosti
- software Agisoft PhotoScan
pro geovědní obory nejvyužívanější
automatizovaný výpočet



(Eltner et al., 2016)

Určení objemu smyvu

- Výpočet objemu rýhy v GIS

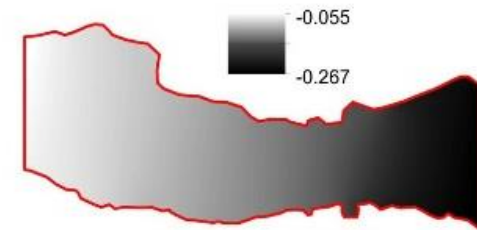
vstupní data

- model povrchu (DSM),
- polygon hrany rýhy

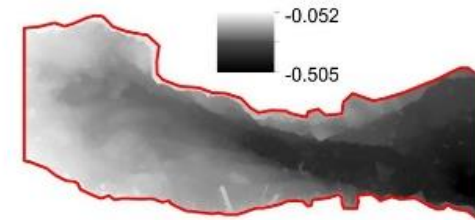
Postup výpočtu:

- přiřazení souřadnic vrcholům polygonu z DSM
- tvorba TIN nad rýhou = tzv. původní povrch
- převedení TIN na raster
- odečtení modelu rýhy od „původního“ povrchu \Rightarrow tzv. rozdílový model
- výpočet objemu rýhy vynásobením průměrné hloubky rozdílového modelu a plochou rýhy

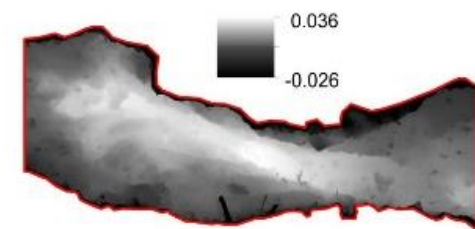
a) Original surface (m)



b) DSM of the rill (m)

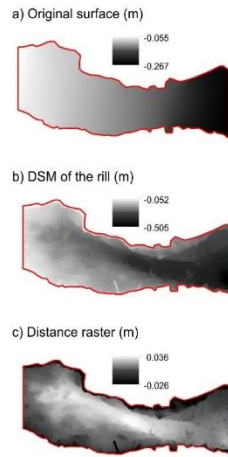
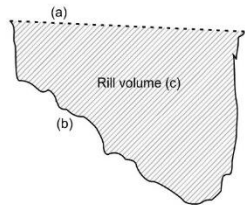


c) Distance raster (m)

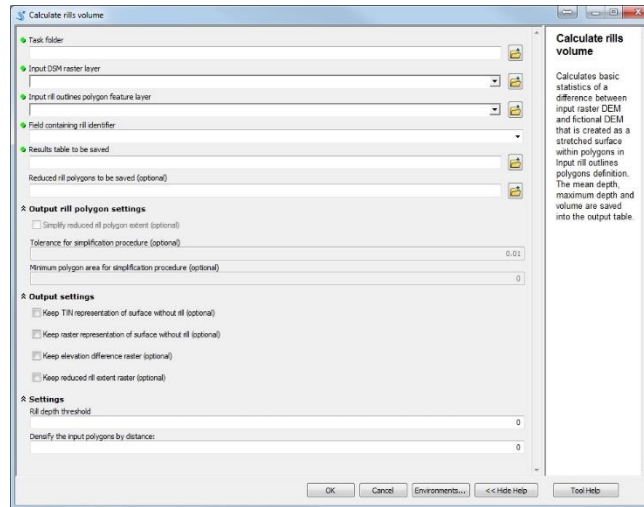


Určení objemu smyvu

1. Metoda vyvinuta



2. Vytvořen SW (ArcGIS)



3. Publikován online



European Journal of Remote Sensing

ISSN: (Print) 2279-7254 (Online) Journal homepage: <https://www.tandfonline.com/loi/tejr20>

A GIS method for volumetric assessments of erosion rills from digital surface models

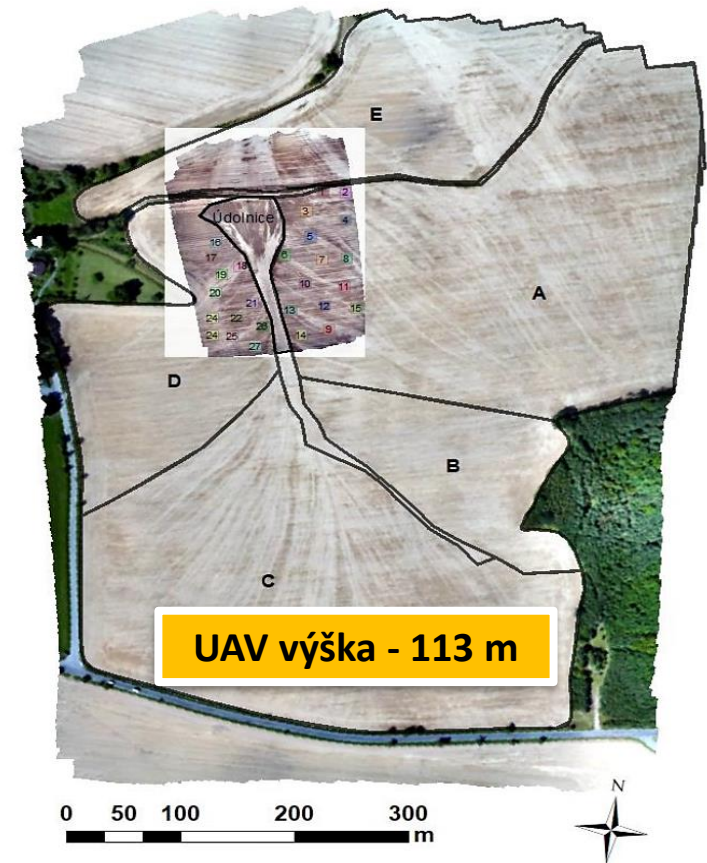
Markéta Báčová, Josef Krása, Jan Devátý & Petr Kavka

Testování metody SfM

8.11.2017 – Lbosín (CZ)

Velikost plochy 28 ha

Vypočtený objem rýh 3300 m³

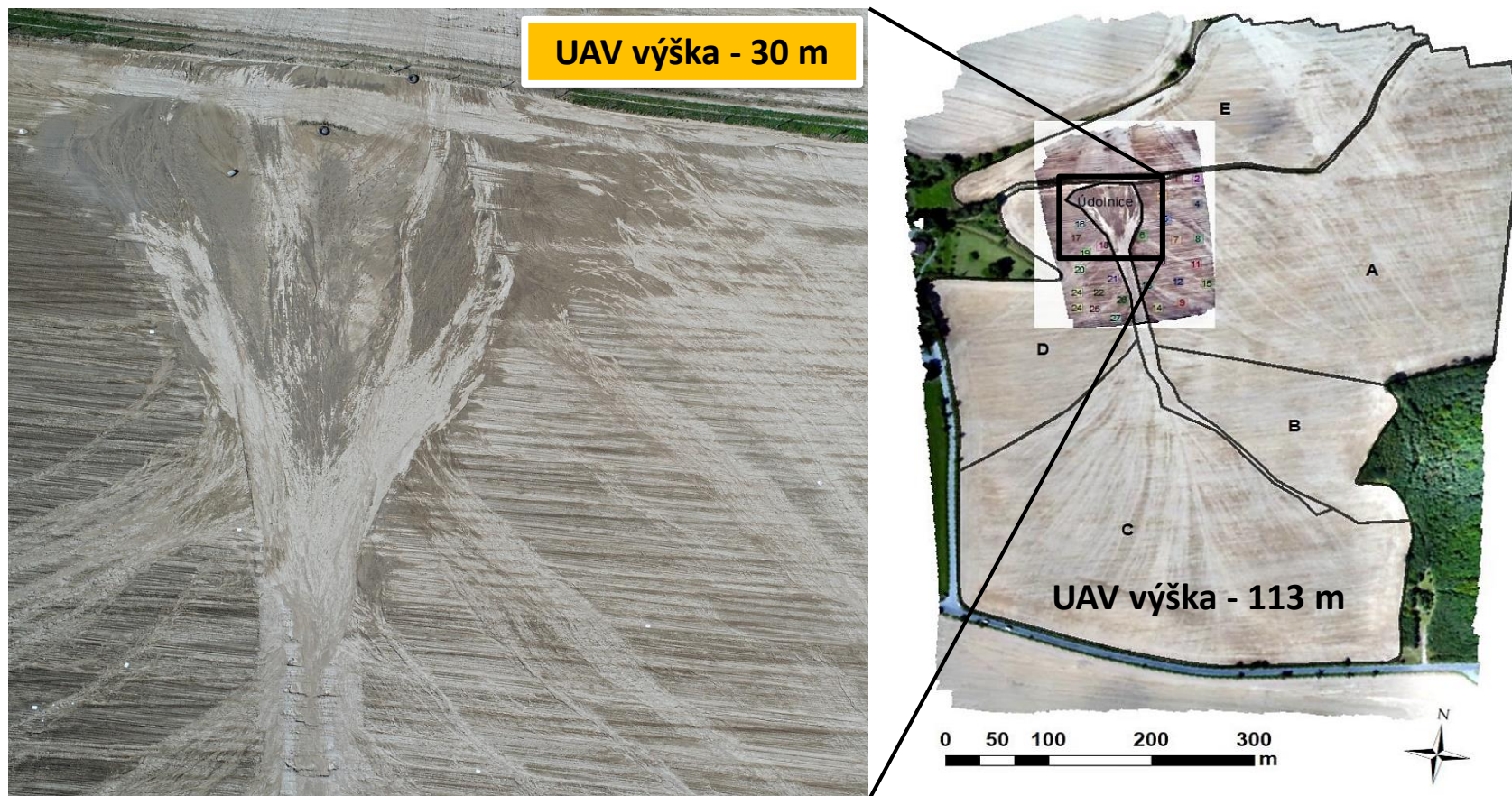


Testování metody SfM

8.11.2017 – Lbosín (CZ)

Velikost plochy 28 ha

Vypočtený objem rýh 3300 m³

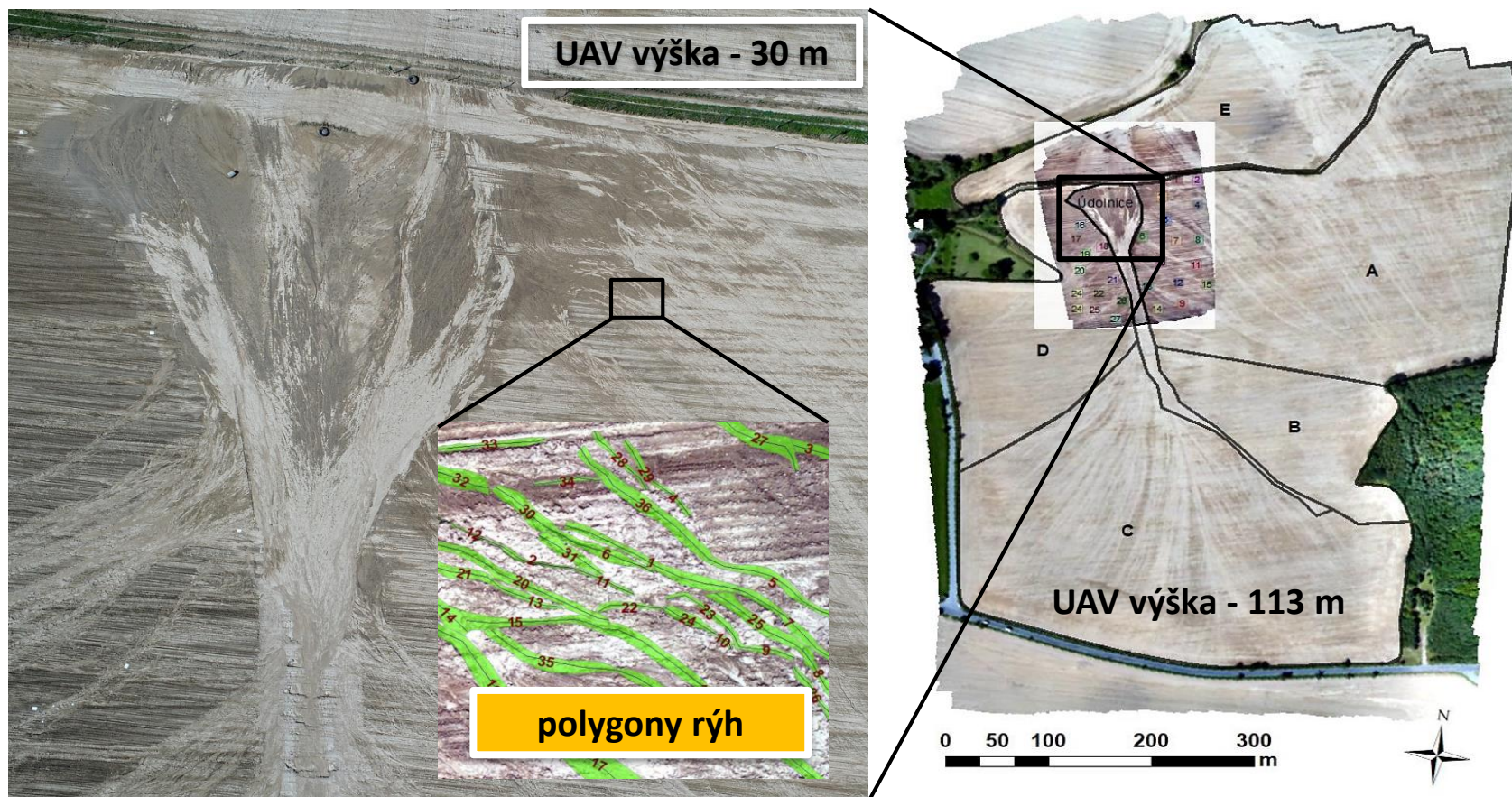


Testování metody SfM

8.11.2017 – Lbosín (CZ)

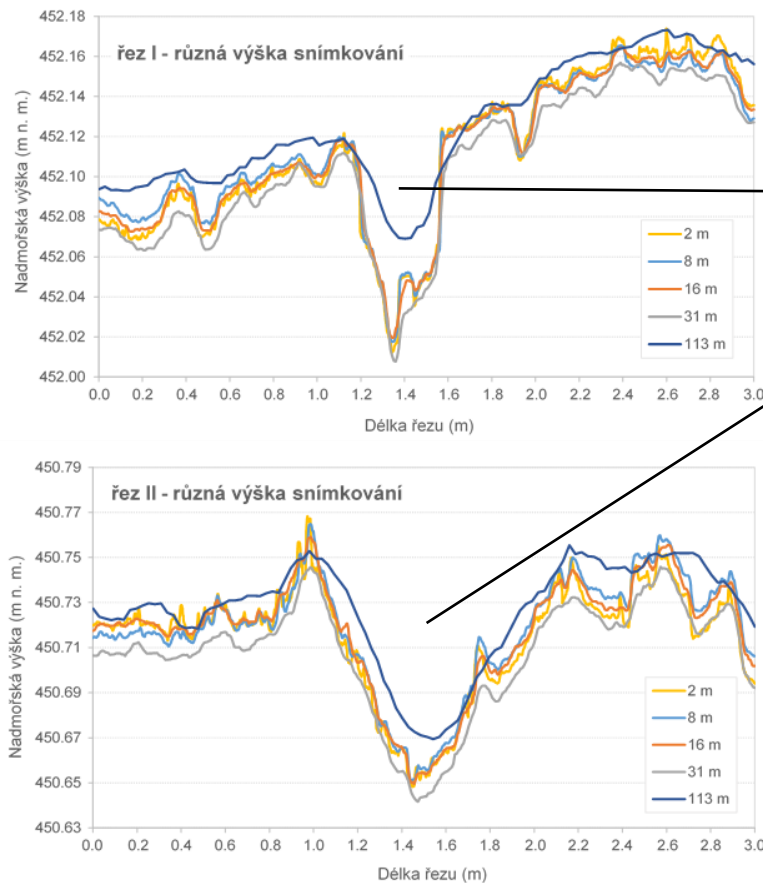
Velikost plochy 28 ha

Vypočtený objem rýh 3300 m³

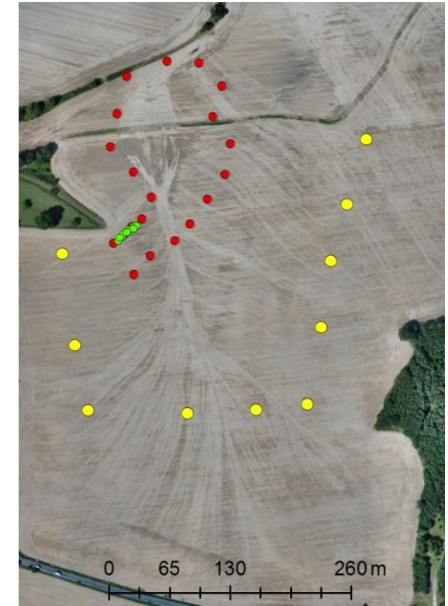
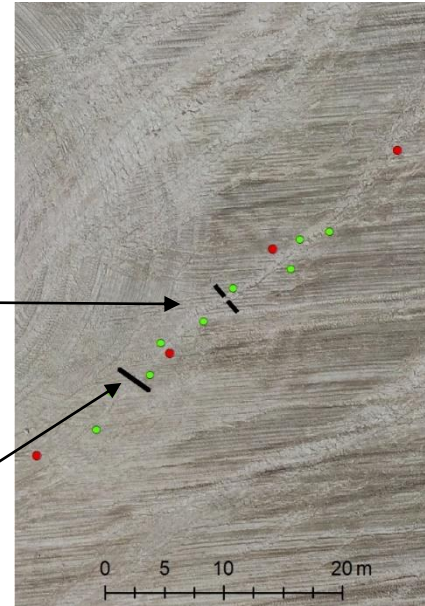


Testování metody SfM

- výška snímkování



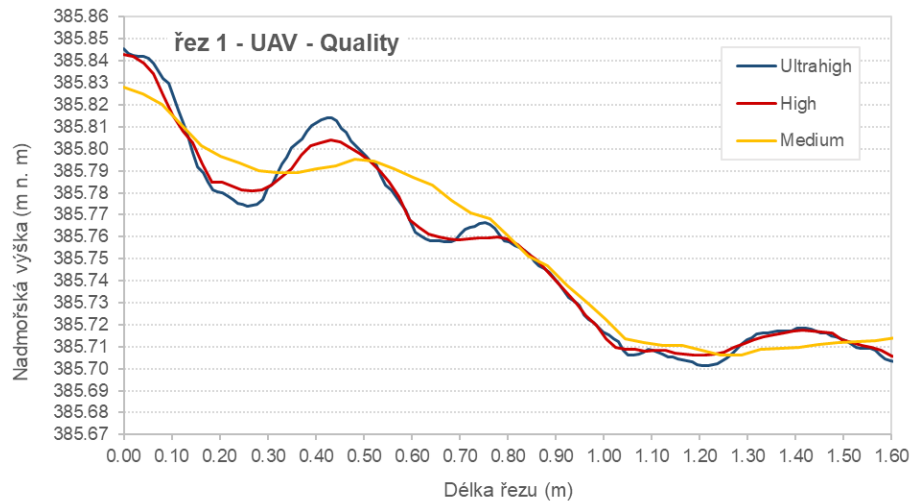
Obr. 1 Řezy DMT vytvořené z snímků pořízených z různých výšek



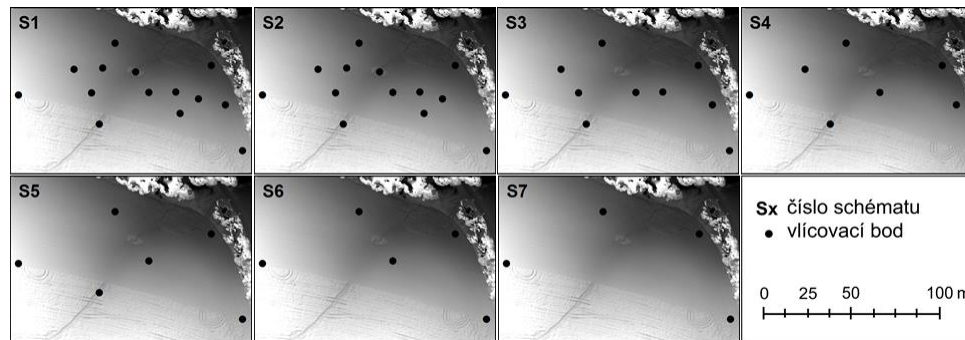
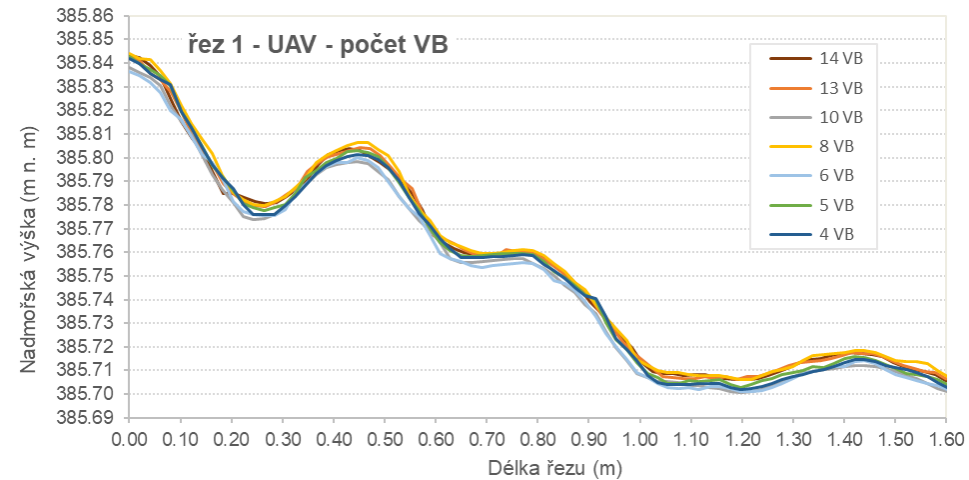
DMT	2 m	8 m	16 m	31 m	113 m
objem (m ³)	0,183	0,177	0,174	0,162	0,110
objem rozdíl (%)		3,79	5,21	11,52	40,01

Testování metody SfM

nastavení softwaru

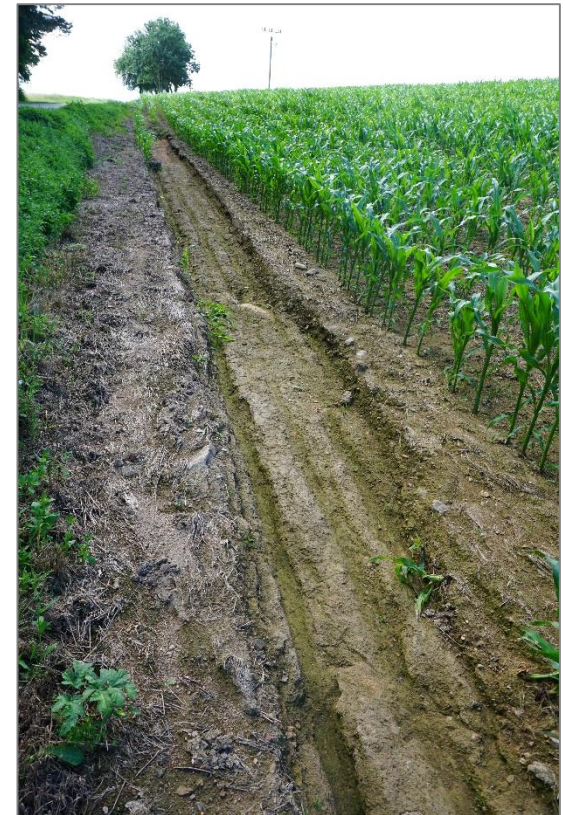


počet vřícovacích bodů (VB)



Experiment rýha

- Ověření různých metod stanovení objemu erozní rýhy
- Cílem doporučit vhodný postup pro terénní pracovníky
- Experimentální rýha Čelivo
Středočeský kraj - Vlašim
přírozně formovaná rýha – délka 35 m, Ø šířka 0,7 m
- Kontaktní metody
pásmo + metr
řetěz
erodoměr
- Bezkontaktní metody
pozemní laserové skenování
pozemní + UAV fotogrammetrie
- Dotazníkové šetření



Experiment rýha

- Fotogrammetrie
 - 7 druhů zařízení – fotografování / video
 - různé referencování – totálka / pásmo / UAV GPS
 - software Agisoft PhotoScan
- Laserové skenování
 - provedeno a zpracováno externě firmou G4D, s.r.o.
 - Laser scanner Faro Focus3D X130, 14 stanovišek
 - referencování pomocí kulových VB
 - výsledné mračno transformováno na VB zaměřené totální stanicí



Experiment rýha

- Postup experimentu
 1. nafocení rýhy bez zásahu + odhad objemu
 2. **nafocení rýhy s měřítky + odhad objemu**
 3. vyznačení měřeného úseku a profilů
 4. měření metrem v profilech
 5. uložení terčíků pro určení hrany + rozložení VB
 6. zaměření VB totální stanicí
 7. **měření řetězem**
 8. **fotografování pomocí teleskopické tyče**
 9. **pozemní laserové skenování**
 10. **UAV snímkování**
 11. zaměření VB pomocí GPS
 12. **měření erodoměrem**
 13. dotazníkové šetření z fotografií

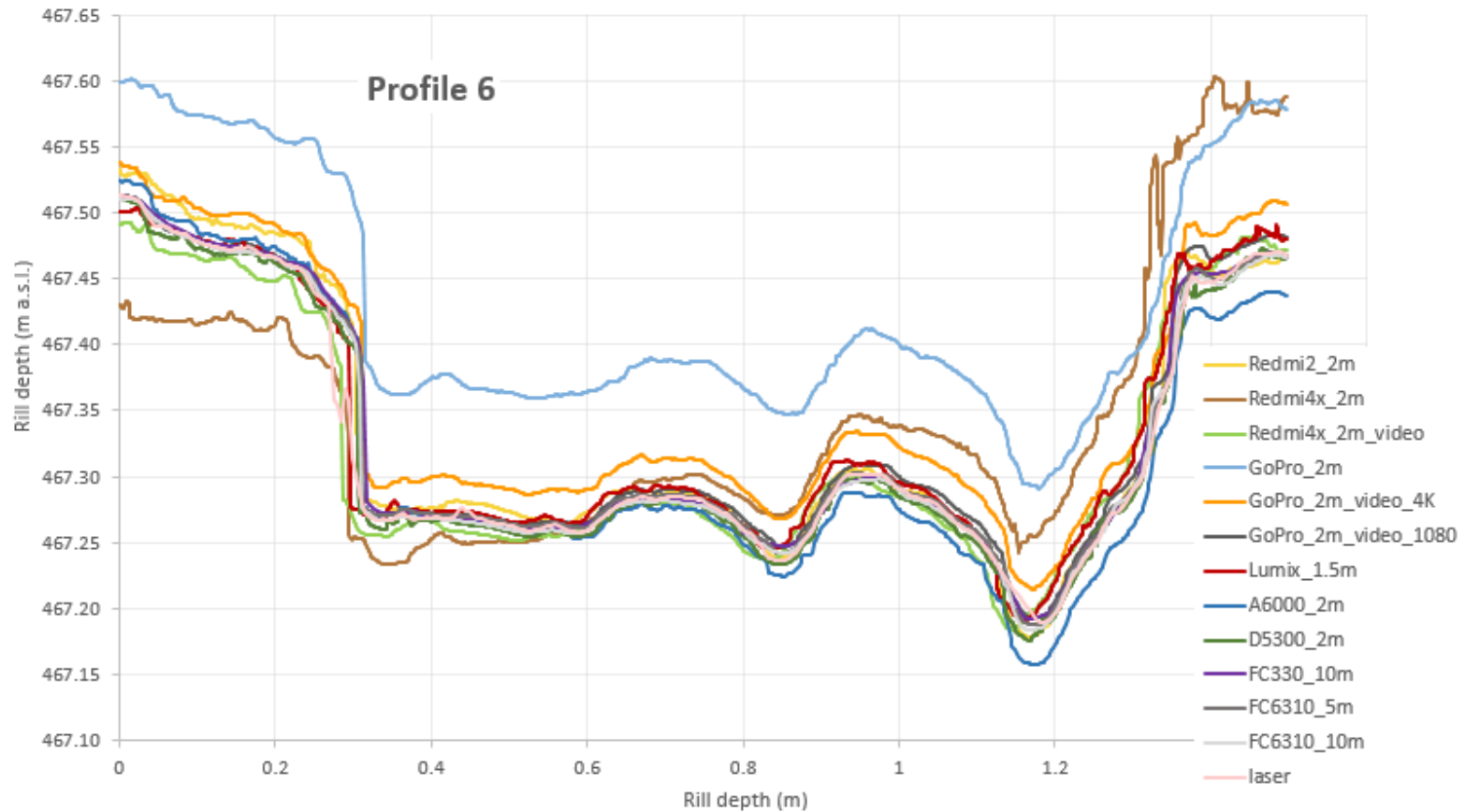


Experiment rýha



Experiment rýha

- Bezkontaktní metody - porovnání



Experiment rýha

- Kontaktní metody
 - profiloměr
 - skládací metr

$$V = \sum_{i=1}^n \frac{A_{i-1} + A_i}{2} l$$

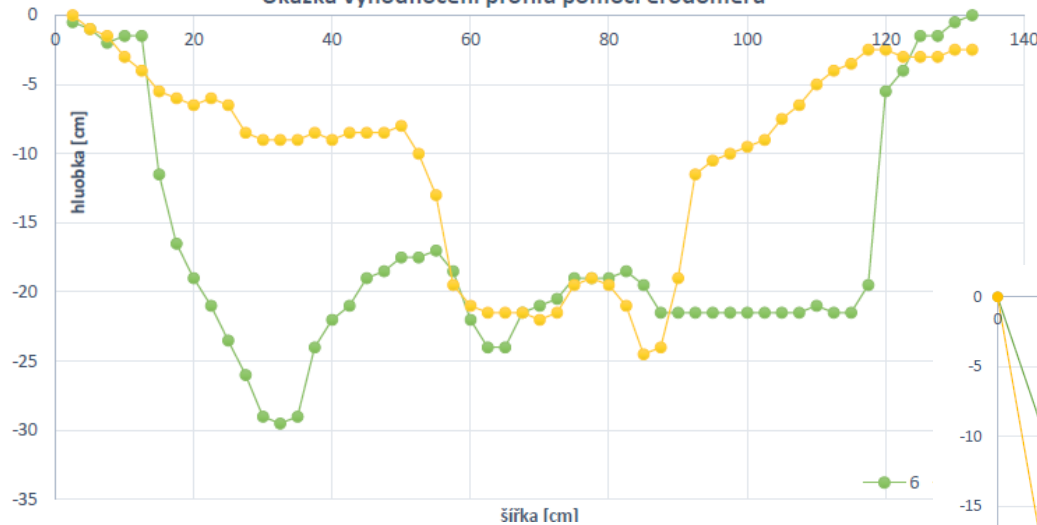
V celkový objem rýhy (m³)

A_i plocha příčného profilu rýhy (m²)

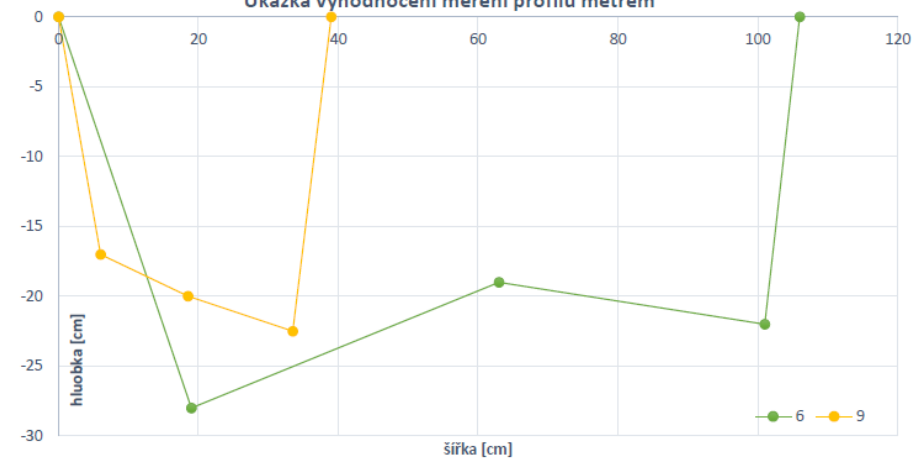
A_{i-1} plocha předcházejícího příčného profilu rýhy (m²)

l vzdálenost mezi jednotlivými příčnými profilemi (m)

Ukázka vyhodnocení profilů pomocí erodoměru

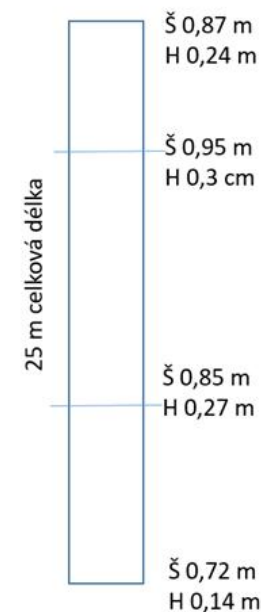


Ukázka vyhodnocení měření profilů metrem



Experiment rýha

- Dotazníkové šetření
 - 1) odhad objemu rýhy na základě fotografie
 - 2) odhad objemu rýhy při znalosti základních rozměrů a fotografie



1st estimation (m ³)	2nd estimation (m ³)
1.00	6.72
1.80	5.04
0.75	7.84
4.00	6.93
3.00	6.72
3.00	5.60
3.60	6.85
1.00	6.86
2.00	2.45
4.30	7.84
4.50	6.55
4.00	6.30
6.00	6.72
0.90	7.42
0.69	7.45
1.20	7.00
2.00	6.72
5.00	8.33
Ø	2.71
	6.63

Experiment rýha

Porovnání výsledků

- Dron, zrcadlovka, mobil, při správném nasnímání získáme ekvivalentní data
- Postačuje jednoduché mobilní video nad rýhou (s položeným měřítkem)
- Manuální metody profilů relativně fungovaly
- Pro vizuální odhad je nutné základní zaměření (délka a několik profilů)

Metoda	Výška snímání (m)	Objem rýhy (m ³)	Chyba objemu (%)
zrcadlovka	2.0	6.733	0.00
Phantom 4	10.0	6.729	0.07
Lumix_pravítka	1.5	6.727	0.08
Lumix	1.5	6.723	0.16
Redmi2_bez1	2.0	6.722	0.16
Redmi4x	2.0	6.719	0.21
laser		6.709	0.36
GoPro_video_4K	1.5	6.707	0.39
Redmi4x_video	2.0	6.695	0.57
GoPro_video_1080	1.5	6.636	1.44
Phantom 4	5.0	6.580	2.28
Spark	10.0	6.553	2.67
Phantom 4 bez VB	5.0	6.540	2.87
GoPro fotky	2.0	6.536	2.92
metr a pravítko		6.395	5.02
profiloměr		7.294	8.33
dotazník bez měřítka		2.710	59.75
dotazník s měřítkem		6.630	1.53

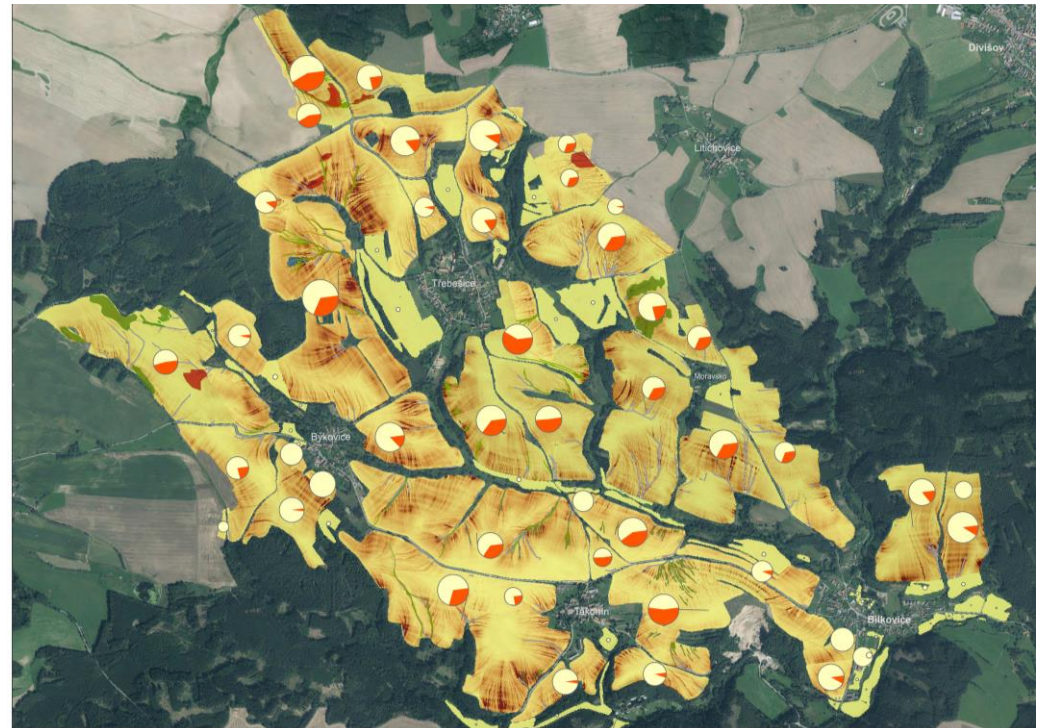
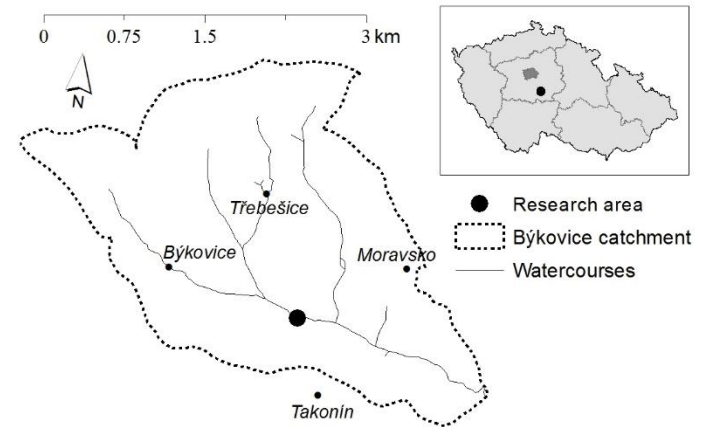
OM Býkovice

Středočeský kraj, 10 km JV
od Benešova

Převážně kambizem

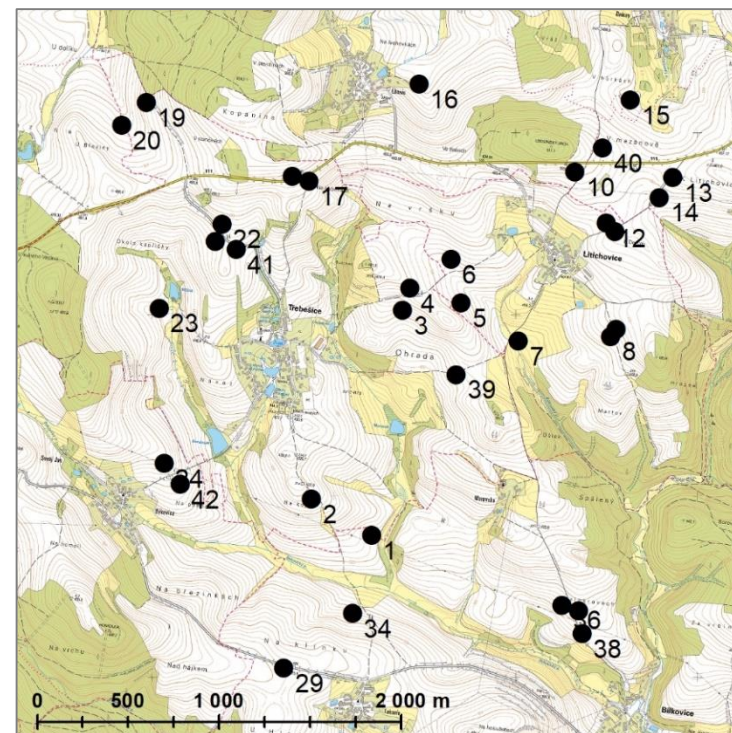
Erozně ohrožené území

Experimentální povodí
ČVUT



OM Býkovice

- Kontrolní výjezdy v rámci údržby experimentálního povodí
 - kontrola měřicího zařízení a stavu pozemků
- Pravidelné výjezdy v rámci OM
 - 31 monitorovacích bodů
 - záznam pěstovaných plodin, agrotechniky
 - kontrola stavu pozemků
- Operativní výjezdy
 - po významné srážkové události
- Záznamy prováděny pomocí aplikace
- Fotodokumentace ručně + šikmé snímky UAV
- Fotogrammetrické nálety
 - u pravidelných výjezdů sledovány vybrané pozemky
 - po erozní události všechny významně poškozené pozemky

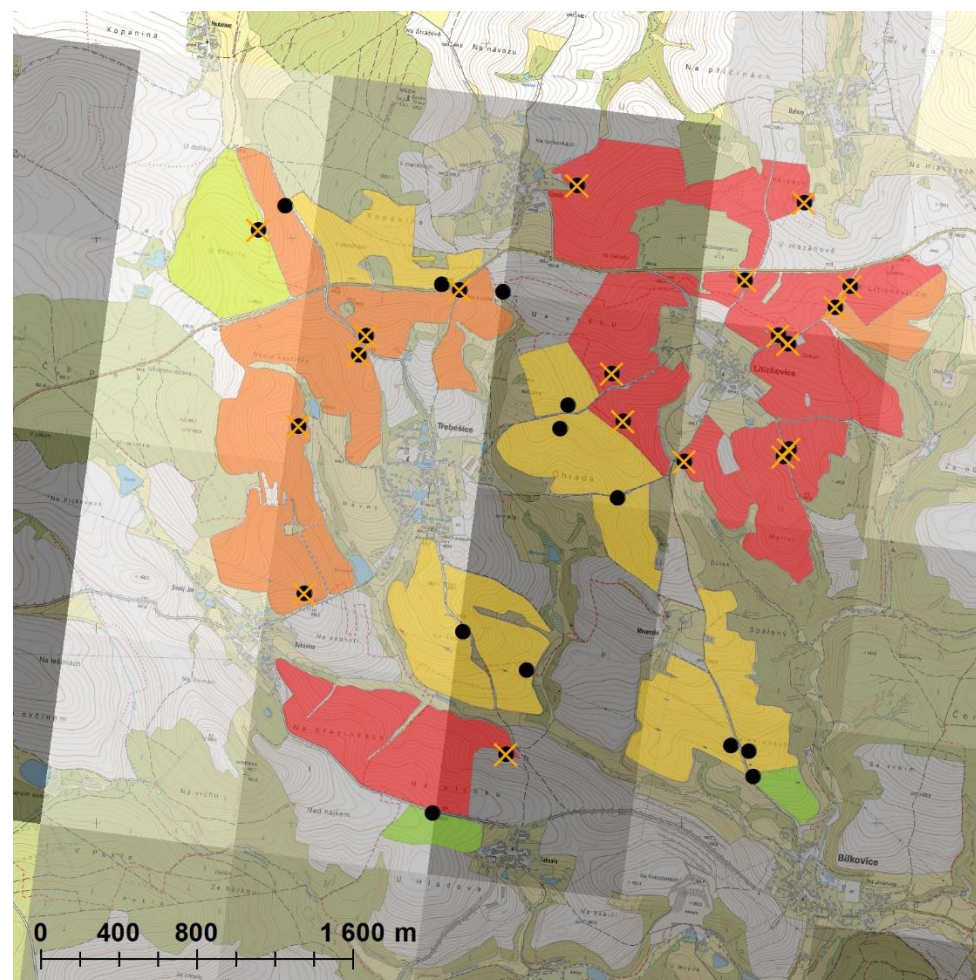


OM Býkovice

datum významné srážky	průzkum	datum průzkumu	SRÁŽKOMĚR		MERGE		významné poškození	počet pozemků (MB)	počet poškozených pozemků (MB)	% poškozených pozemků (MB)
			srážka úhrn mm/den	srážka max. intenzita mm/hod	srážka úhrn mm/den	srážka max. intenzita mm/hod				
11.08.2017	operativní	15.08.2017	38	18	43.9		ANO	34	19	55.9
01.09.2017	operativní	21.11.2017	14.2	3.3	15.1		ne	33	6	18.2
02.09.2017			16.9	2.5	16.2					
		pravidelný 03.04.2018					ne	31	10	32.3
		pravidelný 07.08.2018					ne	31	0	0.0
		pravidelný 11.09.2018					ne	30	0	0.0
21.09.2018	operativní	09.10.2018	18		14.9	10.1	ANO	31	16	51.6
	pravidelný	18.03.2019					ne	30	8	26.7
	pravidelný	15.04.2019					ne	31	0	0.0
	kontrolní	24.05.2019					ne			
29.04.2019	operativní	04.06.2019	21.3	6.6		6.3	ne	31	0	0.0
	pravidelný	27.06.2019					ne	31	0	0.0
02.07.2019	pravidelný	09.07.2019	24.7	11.9		0	ne	31	0	0.0
	operativní	08.08.2019					ne	31	0	0.0

OM Býkovice

- srážková událost 11.8.2017
- srážkoměr:
max. 18 mm/hod, 38 mm/den
- sloučenky (MERGE):
43.9 mm/den
- 56 % poškozených pozemků



OM Býkovice

- srážková událost 11.8.2017
- obec Litichovice
MB č. 10, 11, 12



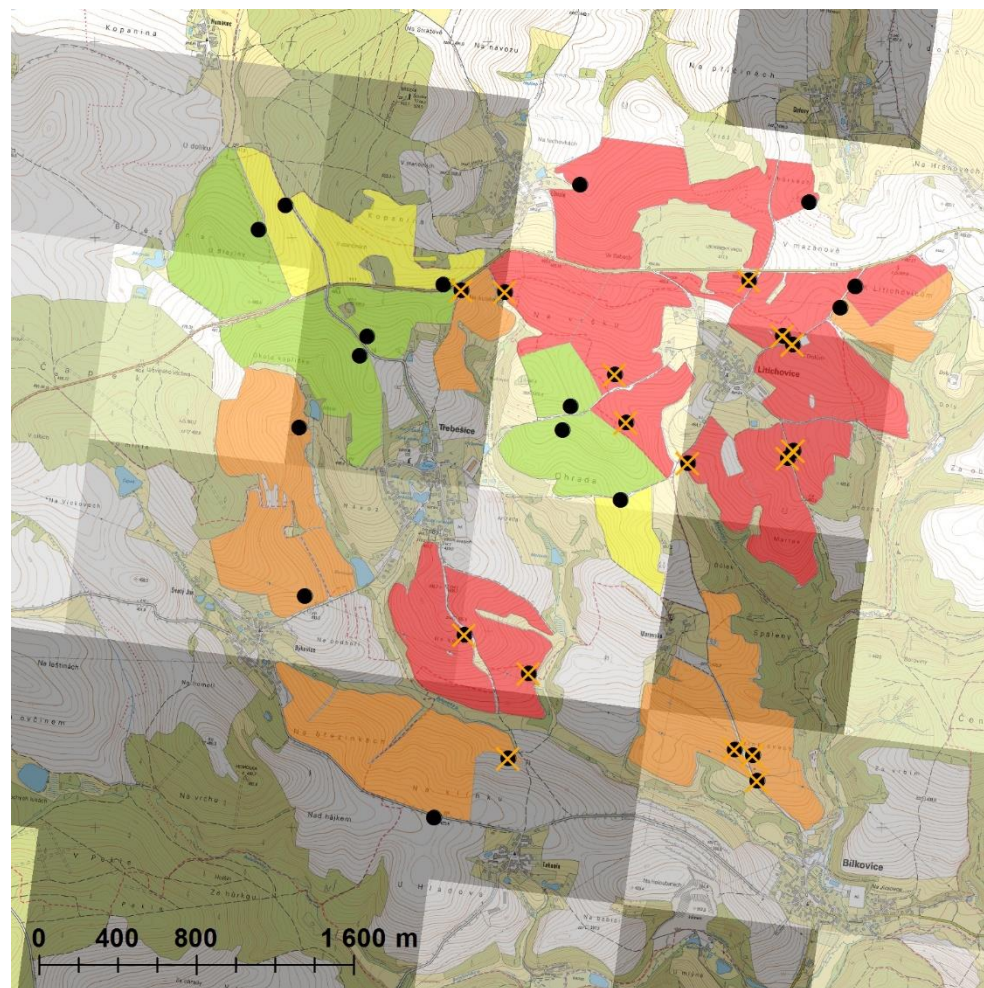
OM Býkovice

- srážková událost 11.8.2017
- obec Lbosín
MB č. 16



OM Býkovice

- srážková událost 21.9.2018
- srážkoměr:
18 mm/den
- sloučenky (MERGE):
max. 10.1 mm/hod, 14.9 mm/den
- 52 % poškozených pozemků



OM Býkovice

- srážková událost 21.9.2018
- obec Litichovice
MB č. 43



OM Býkovice

- Uplatnění UAV a pozemní fotogrammetrie

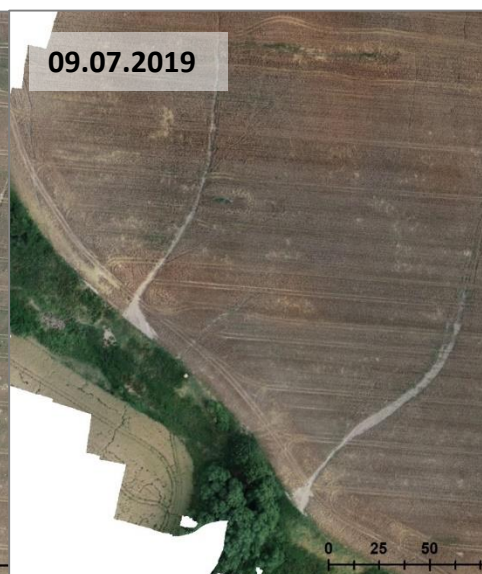
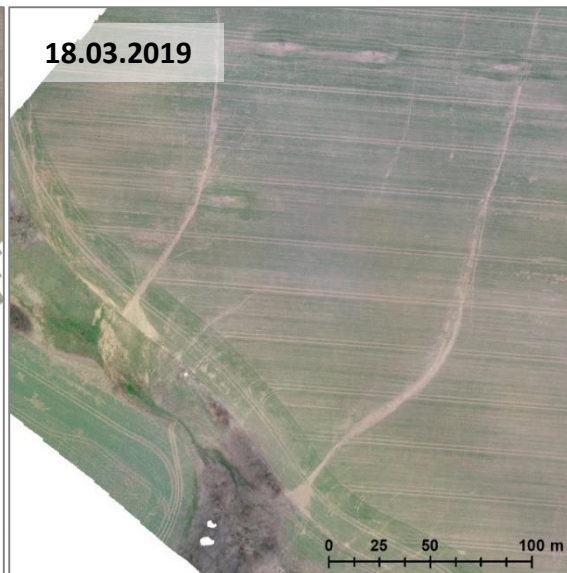
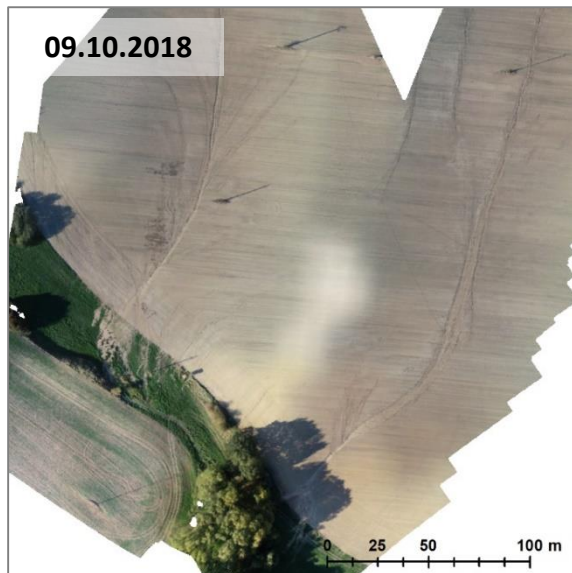
Přehledná informace o rozsahu a charakteru poškození

Tvorba ortofotomap / pohledové fotografie

UAV fotogrammetrie + pozemní fotogrammetrie – objemové analýzy konkrétních útvarů

Lze pozorovat změny erozních útvarů, ale také off-site efektů





Fotogrammetrický monitoring eroze

Děkuji za pozornost!

Ing. Markéta Báčová, Ph.D.
doc. Ing. Josef Krása, Ph.D.



Výzkumný ústav meliorací
a ochrany půdy, v.v.i.



Český
hydrometeorologický
ústav

