


# Využití UAV a GIS pro monitoring změn vodních toků

prof. RNDr. Jakub Langhammer, Ph.D.



PŘÍRODOVĚDECKÁ  
FAKULTA  
Univerzita Karlova

Research group of Hydrology  
<http://hydro.natur.cuni.cz>

1

## Obsah

- I. UAV v hydrologii
- II. 10 let UAV monitoringu změn toků
- III. Shrnutí



PŘÍRODOVĚDECKÁ  
FAKULTA  
Univerzita Karlova

Research group of Hydrology  
<http://hydro.natur.cuni.cz>

2

# I. UAV a GIS v hydrologii

3

## Proč UAV?

Moderní  
hydrologie  
má

### Nové potřeby:

- Přesnost dat
- Vysoké rozlišení
- Časové řady
- Operabilita a flexibilita výzkumu
- Snesitelné provozní náklady

### ... Ale staré problémy:

- Neexistence nebo nedostupnost potřebných dat
- Nedostatečná kvalita dat

Příležitost pro nové technologie  
pro mapování, monitoring,  
modelování...

4

## Nové technologie pro experimentální hydrologii

### Senzorové sítě

- Monitoring dynamických procesů
- Srážky, odtok, podzemní vody
- Hydrochemické parametry
- Automatické odběrové stanice

### Pořizování přesných prostorových dat

- UAV fotogrammetrie
- Multispektrální senzory
- Pozemní LiDAR
- GNSS – přesné určení polohy
- Mobilní geodetické přístroje

### Pořizování strukturálních a kvalitativních dat

- Optická granulometrie
- ERT profilování
- Georadar

### Analytické a simulační nástroje

- Analýza prostorových dat – GIS, DPZ, fotogrammetrie
- Nástroje pro analýzu velkých dat
- Klimatické modely
- Modely pro simulaci dynamických procesů
- ML modely



PŘÍRODOVĚDECKÁ  
FAKULTA  
Univerzita Karlova

Research group of Hydrology  
<http://hydro.natur.cuni.cz>

5

## II. 10 let UAV monitoringu změn toků ... příklady, postřehy, zkušenosti, poznatky



PŘÍRODOVĚDECKÁ  
FAKULTA  
Univerzita Karlova

Research group of Hydrology  
<http://hydro.natur.cuni.cz>

6

# 10 let UAV monitoringu v hydrologii tým

2013 – začátky monitoringu s UAV

od 2014 – první doktorandi

od 2015 – diplomanti, bakaláři

od 2016 – výuka, terénní cvičení s UAV

**Budování týmu**

**Specializace x spolupráce x týmová práce**

- **Týmová práce** při pořizování, zpracování i interpretaci dat
- **Specializace**, potřeba ovládnutí dílčích technik
  - Hydrologie
  - Geomorfologie
  - Geofyzika
  - GIS
  - DPZ
  - Fotogrammetrie
  - Modelování
- **Spolupráce** při integraci výsledků z různých disciplín







 **PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA**  
Univerzita Karlova

**Research group of Hydrology**  
<http://hydro.natur.cuni.cz>

7

# 10 let UAV monitoringu v hydrologii rychlý vývoj platformem

Mikrokopter OctoXL	DJI Inspire 1 Pro	DJI Matrice 210 RTK
2013+	2015+	2018+
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 motors</li> <li>• Panasonic Lumix GX7 MFT 16 MPx</li> <li>• Tetracam 6band</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zenmuse X5 camera MFT 16 MPx</li> <li>• Thermal FlirXT / NGB</li> <li>• Olympus M.Zuiko ED lens 24 mm (eq.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dual gimbal</li> <li>• Zenmuse X4s camera</li> <li>• 1" sensor, 20 MPx</li> <li>• Micasense Altum</li> <li>• FlirXT</li> </ul>
		

 **PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA**  
Univerzita Karlova

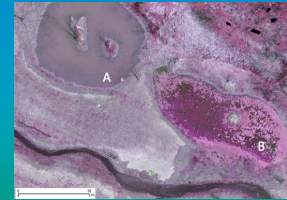
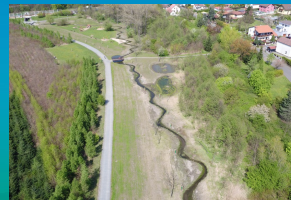
**Research group of Hydrology**  
<http://hydro.natur.cuni.cz>

8

## 10 let UAV monitoringu v hydrologii různé výzkumné otázky a úlohy

### Různé oblasti hydrologického výzkumu

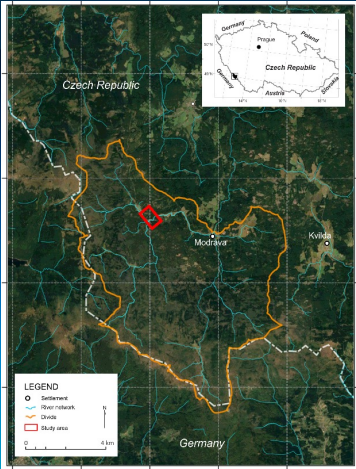
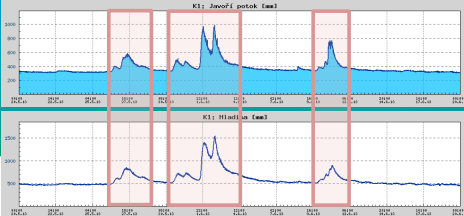
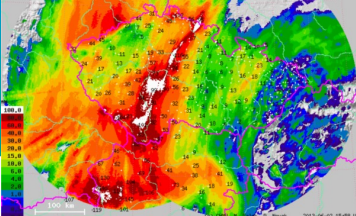
- Fluviální geomorfologie toků
- Hydromorfologie a revitalizace toků
- Dopady změn klimatu na rašeliniště
- Vliv disturbance lesa na sněhovou pokrývku



# Zájmové území

## Horní Vydra – síť experimentálních povodí

- PŘF UK – senzorová síť pro monitoring S-O procesů v pramenné oblasti Vydry
- Povodí horní Vydry, od 2006
- Experimentální povodí, 11 stanic stanic pro monitoring hladiny vody a hydrochem. parametrů
- Klimatické stanice, piezometry, automatické vzorkovače, sněhoměrné stanice
- Telemetrický přenos, on-line přístup k datům

**PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA**  
**Univerzita Karlova**

11

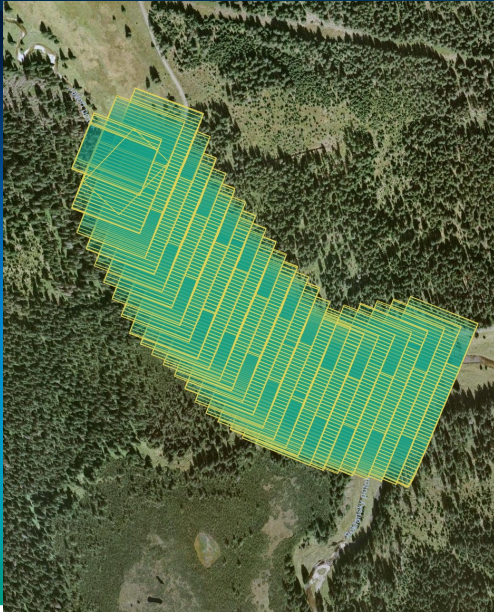
# UAV monitoring

## Javoří potok

Aktivní meandrový pás  
 Monitorování od 05/2013

**Cíle monitorování**  
 Dynamika meandrujícího pásu  
 Granulometrické změny  
 Podklady pro modelování

**Meandrový pás**  
 Aktivní meandrující pás  
 délka cca 1 km  
 šířka cca 200 m  
 Rozlišení 1-2 cm/px



**PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA**  
**Univerzita Karlova**

**Research group of Hydrology**  
<http://hydro.natur.cuni.cz>

12

# DEM a ortofoto z UAV

**Operabilita**

- Flexibilita, opakovatelnost
- Snímání odlehlých lokalit
- Cenová dostupnost

**Velmi vysoká přesnost**

- 1 px = 2 cm
- 200 bodů / m<sup>2</sup>

**Dostatečná podrobnost pro:**

- Rozlišení tvarů v korytě a příbřežní zóně
- Analýzu morfologie koryta a nivy
- Modelování fluviálních procesů

MIŘIJOVSKÝ, J., LANGHAMMER, J., 2015. Multitemporal Monitoring of the Morphodynamics of a Mid-Mountain Stream Using UAS Photogrammetry. Remote Sensing, 7(7):8586-8609

13

# Vývoj koryta toku

**Vývoj koryta toku**

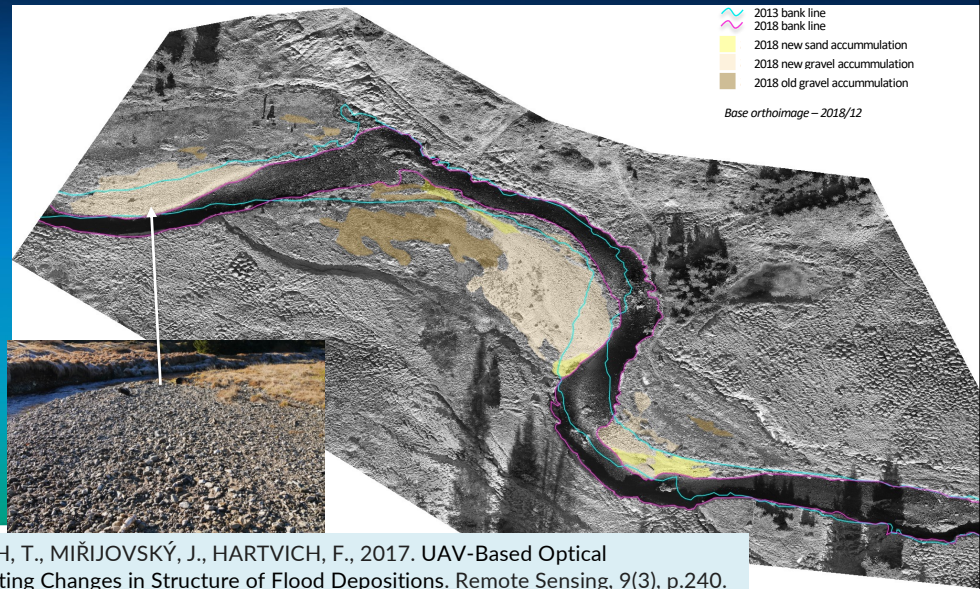
~ 2013 bank line  
~ 2018 bank line  
Base orthoimage – 2018/12

20 m

Group of Hydrology  
http://hydro.natur.cuni.cz

14

## Struktura fluviálních akumulací



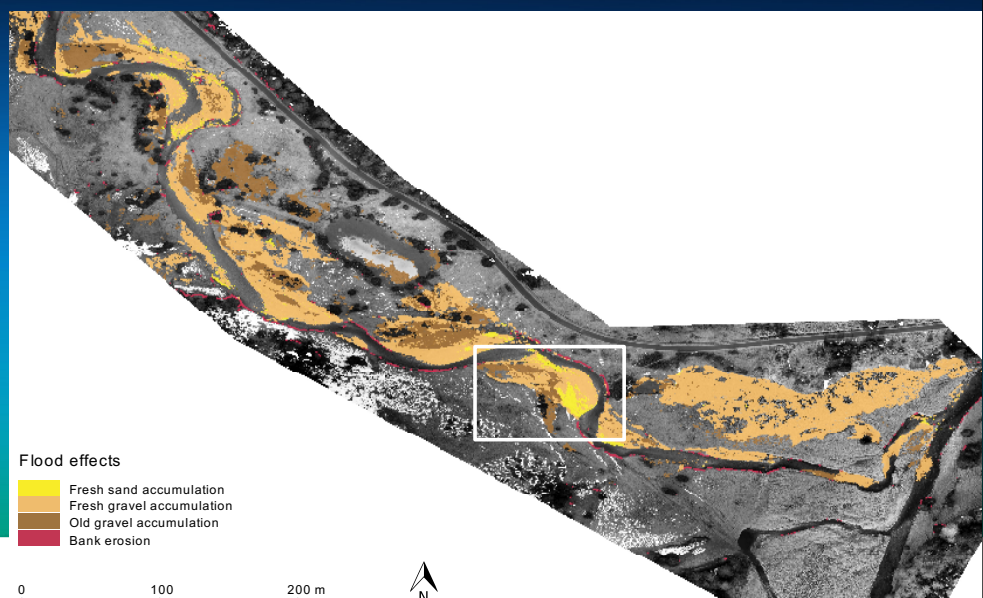
15

## Detekce povodňových následků v nivě

Kombinace různých typů dat  
- 2D RGB  
- Texturní příznaky  
- Morfologické indexy  
- 3D model

Klasifikace  
- SVM model  
- Kalibrace podle terénního průřezu

Detekce základních gmf forem po povodni



16



# Validace

Terénní a statistické ověření výsledků klasifikace

**Flood effects**

- Fresh sand accumulation
- Fresh gravel accumulation
- Old gravel accumulation
- Bank erosion

0 20 m

Langhammer, J., Vacková, T., 2018. Detection and Mapping of the Geomorphic Effects of Flooding Using UAV Photogrammetry. *Pure and Applied. Geophysics*. 175, 3223–3245.

Research group of Hydrology  
<http://hydro.natur.cuni.cz>

17

# HD Simulace rozlivu při povodni z UAV korytového modelu

**Vstupy**

- Hydrometeo data
- Senzorová síť

**Korytový model:**

- UAV fotogrammetrie,
- GNSS mapování

**Model**

- MIKE 21
- 2D flexible mesh

H Water Depth [m]

- Above 1.04
- 0.96 - 1.04
- 0.88 - 0.96
- 0.80 - 0.88
- 0.72 - 0.80
- 0.64 - 0.72
- 0.56 - 0.64
- 0.48 - 0.56
- 0.40 - 0.48
- 0.32 - 0.40
- 0.24 - 0.32
- 0.16 - 0.24
- 0.08 - 0.16
- 0.00 - 0.08
- 0.08 - 0.00
- Below -0.08
- Undefined Value

LANGHAMMER, J., BERNSTEINOVÁ, J., MIŘIJOVSKÝ, J., 2017. Building a High-Precision 2D Hydrodynamic Flood Model Using UAV Photogrammetry and Sensor Network Monitoring. *Water* 9, 861.

Research group of Hydrology  
<http://hydro.natur.cuni.cz>

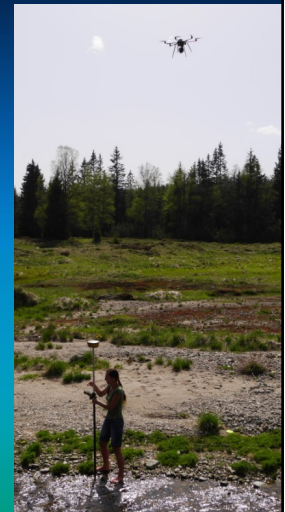
18

### III. Shrnutí, závěr

## Jak změnily geoinformační technologie hydrologii?

### Přínos nových geoinformačních technologií pro hydrologii

- Kvalitativně nové typy dat – podrobná, prostorově přesná, obsahově bohatá, časově relevantní
- Mapování a monitoring procesů v oblastech nepokrytých konvenčními daty
- Nezávislost a operativnost při získávání dat
- Možnost realizovat experimenty, dostupné dříve pouze v laboratorních podmínkách, přímo v přírodě
- Kvalitativní posun v poznání mechanismů
- Atraktivní témata pro práce studentů
- Nové dovednosti a možnosti uplatnění pro studenty





The slide features a blue gradient background with a faint circular watermark on the left. In the top-left corner, there is a red rectangular box containing the text "Univerzita Karlova" and a small logo. The main text is centered and reads "Děkuji za pozornost!" in red, followed by "prof. RNDr. Jakub Langhammer, Ph.D." in white. At the bottom, there is a white horizontal bar containing three logos and their respective text: the Faculty of Science logo, the text "PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA Univerzita Karlova", and the "Research group of Hydrology" logo with the URL "http://hydro.natur.cuni.cz".

Univerzita Karlova

***Děkuji za pozornost!***

prof. RNDr. Jakub Langhammer, Ph.D.

 PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA  
Univerzita Karlova

 Research group of Hydrology  
<http://hydro.natur.cuni.cz>

21