



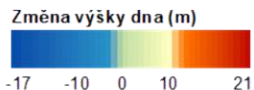
# Sledování vývoje sedimentace na přehradě Les Království s využitím moderních geoinformačních technologií a geofyzikálních metod

Jitka ELZNICOVÁ<sup>1)</sup>, David RAIDA<sup>1)</sup>, Jiří ŠTOJDL<sup>1)</sup>, Jan PACINA<sup>1)</sup>,  
Ondřej BÁBEK<sup>2)</sup>, Zuzana LENĎÁKOVÁ<sup>2)</sup>, Tomáš MATYS GRYGAR<sup>1),3)</sup>

<sup>1)</sup> Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí

<sup>2)</sup> Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta

<sup>3)</sup> Ústav anorganické chemie AV ČR, v. v. i., Řež u Prahy





# Úvod

projekt GA ČR 17-06229S **"Vývoj sedimentace v přehradních nádržích jako antropogenních bariérách v říčních systémech: od materiálové bilance po osud polutantů,,**

řešen 2017-2019

## Spolupráce:

- UJEP Ústí nad Labem
- UPOL Olomouc
- ÚACh AV ČR, Řež u Prahy





# Vodní nádrž Les Království



- Vybudována v letech 1910-1919
- Max. zatopená plocha 85 ha
- Celkový objem nádrže 9,2 mil. m<sup>3</sup>
- Zachytává sediment z povodí 532 km<sup>2</sup>
- Roční vertikální rychlost sedimentace: 3,6-9,7 cm/rok







# Vodní nádrž Les Království

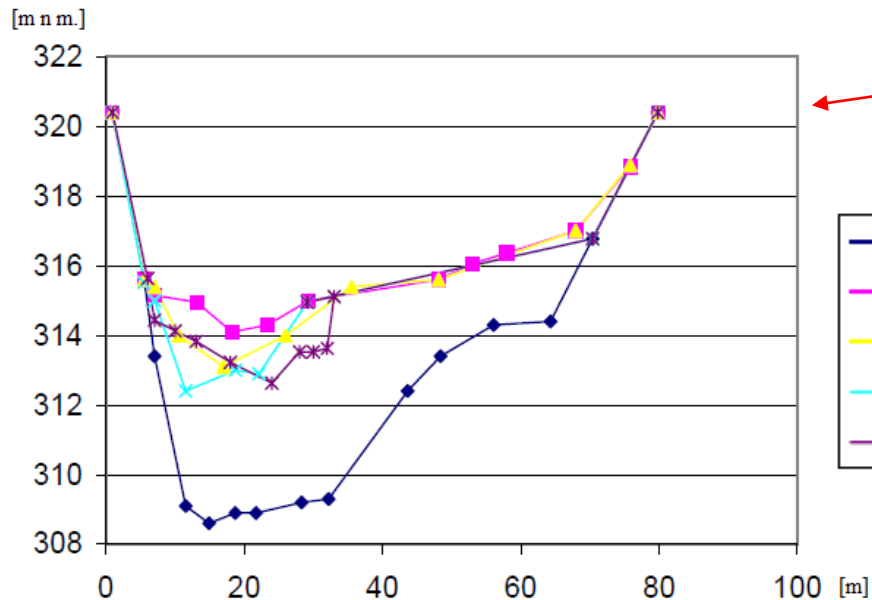


- Vybudována v letech 1910-1919
- Max. zatopená plocha 85 ha
- Celkový objem nádrže 9,2 mil. m<sup>3</sup>
- Zachytává sediment z povodí 532 km<sup>2</sup>
- Roční vertikální rychlost sedimentace: 3,6-9,7 cm/rok

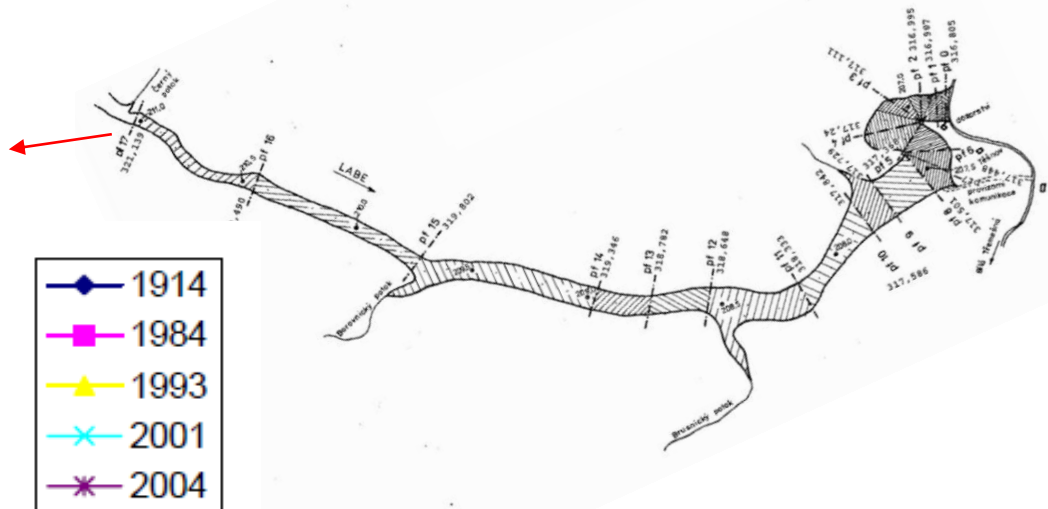


# Vodní nádrž Les Království

## Předchozí výzkum sedimentace a znečištění vodní nádrže



Vývoj stavu povrchu dna na konci vzdutí (Rudiš, 2007)



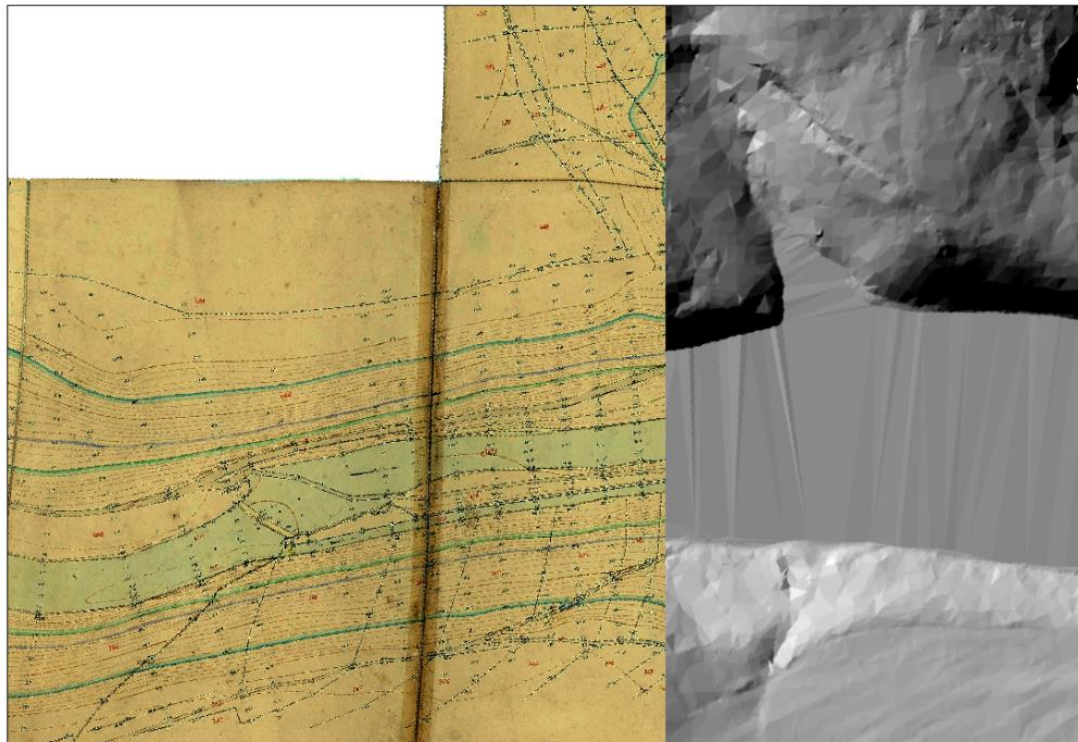
- Rudiš M. (2005): Znečištěné sedimenty ve vodní nádrži Les Království na Labi. Přehled výsledků projektu Labe IV 2003 – 2004., 97–107.
- Rudiš M., Hájek R., Hrubec K. (2007): Determination of different types of sediments in a river reservoir and computation of their volumes. *J Hydrol Hydromech.*, 55: 213–222.



# DATA A JEJICH ZPRACOVÁNÍ

## plán výstavby vodní nádrže Les Království v letech (cca 1915)

- georeference
- vektorizace vrstevnic (rozestup 1 m)
- tvorba modelu terénu



Georeferencovaný plán výstavby VN Les Království

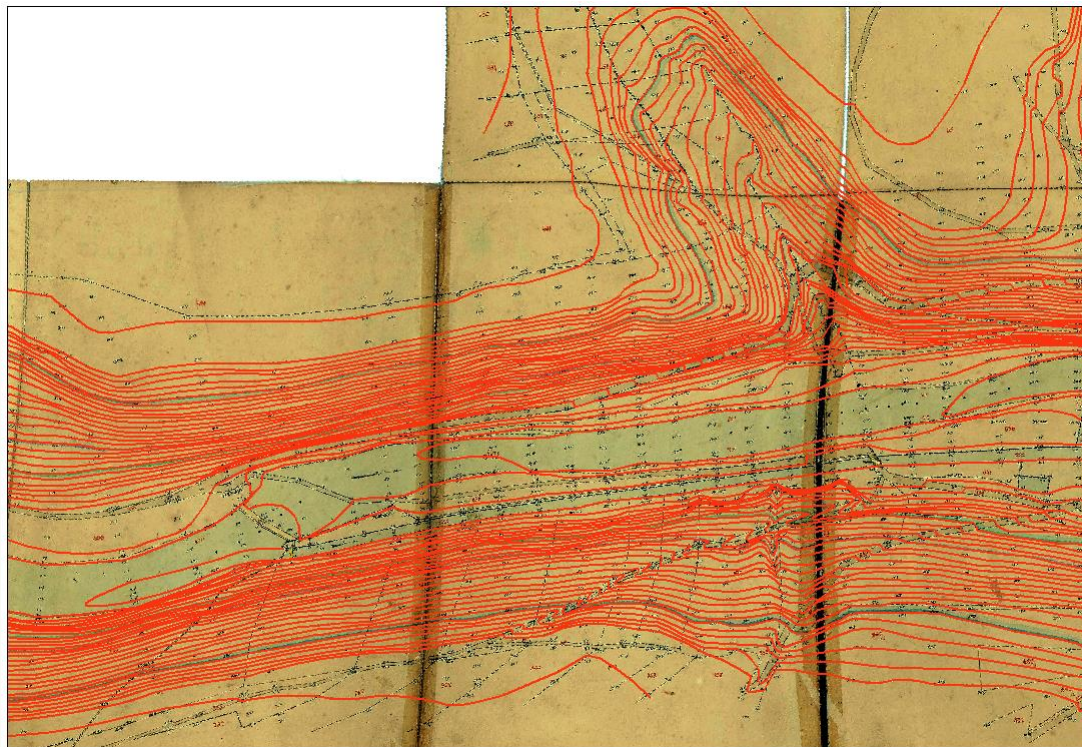




# DATA A JEJICH ZPRACOVÁNÍ

## plán výstavby vodní nádrže Les Království v letech (cca 1915)

- georeference
- vektorizace vrstevnic (rozestup 1 m)
- tvorba modelu terénu

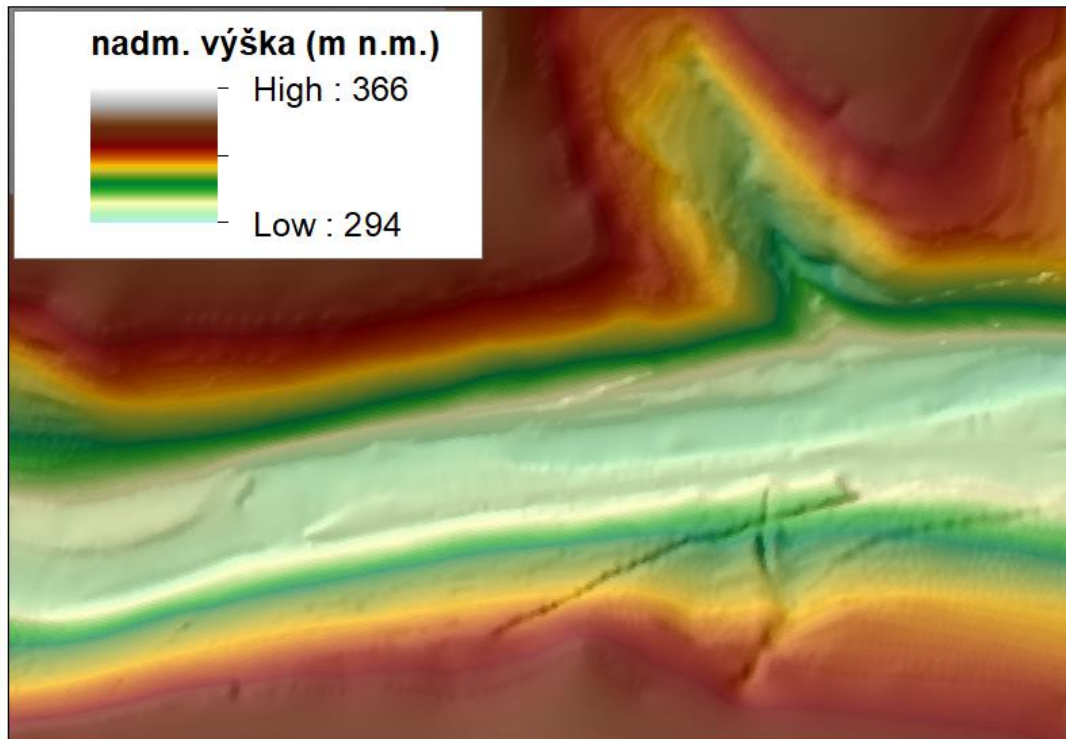


Zakreslené vrstevnice

# DATA A JEJICH ZPRACOVÁNÍ

## plán výstavby vodní nádrže Les Království v letech (cca 1915)

- georeference
- vektorizace vrstevnic (rozestup 1 m)
- tvorba modelu terénu



Rekonstruovaný model terénu před výstavbou VN Les Království



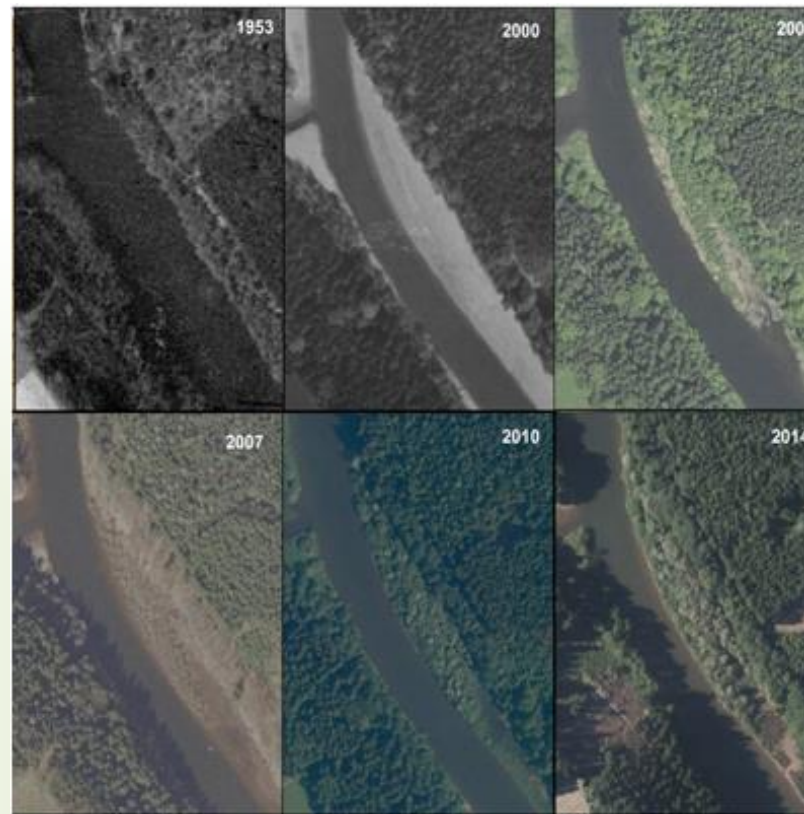


## HISTORICKÁ ORTOFOTA

- **1953** (Historická ortofotomapa © CENIA 2010, Podkladové letecké snímky poskytl VGHMÚř Dobruška, © MO ČR 2009)
- **2000 – 2004 – 2007 – 2010 – 2012 – 2014 – 2016** (© ČÚZK)

## ARCHIVÁLIE

- Státní mapa 1:5 000-odvozená (© ČÚZK)
- Topografické mapy 1 : 10 000 v systému S-1952 (© ČÚZK)



Historická ortofota pro identifikaci změny břehu



# SUCHO 2018





## ORTOFOTO Z ROKU 2018

- Vlastní nasnímání září/říjen 2018 v letové výšce cca. 300 m nad terénem
- Kamera Hasselblad A6D-100c (50mm)
- Pořízeno 735 snímků, oblast 11,4 km<sup>2</sup>

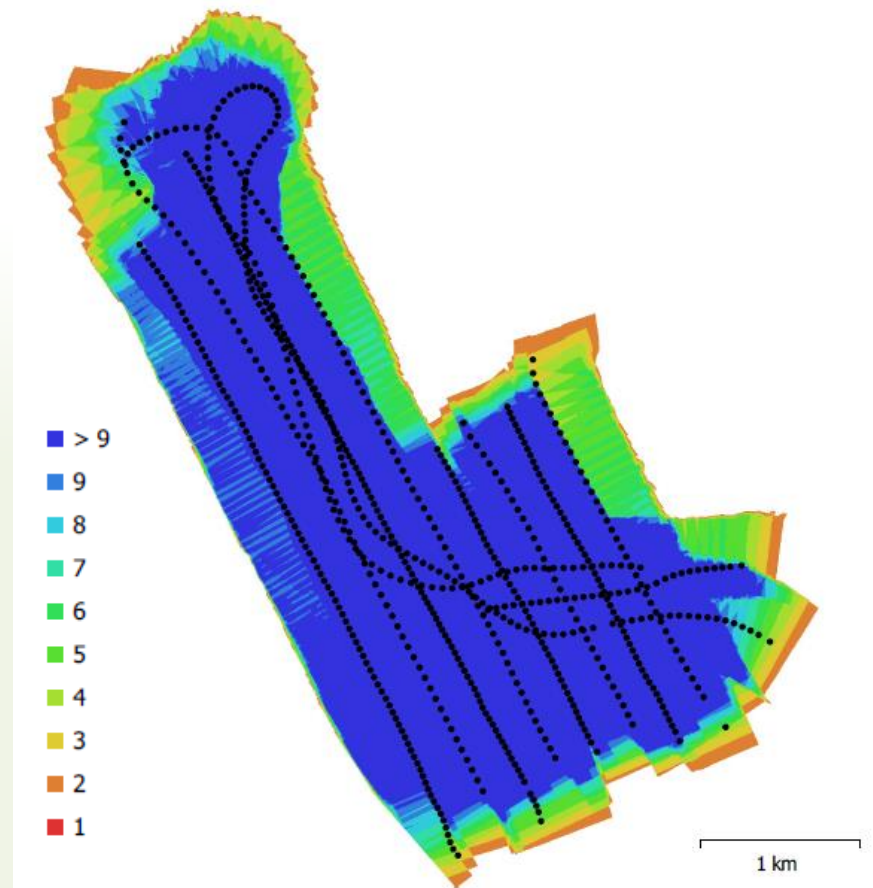
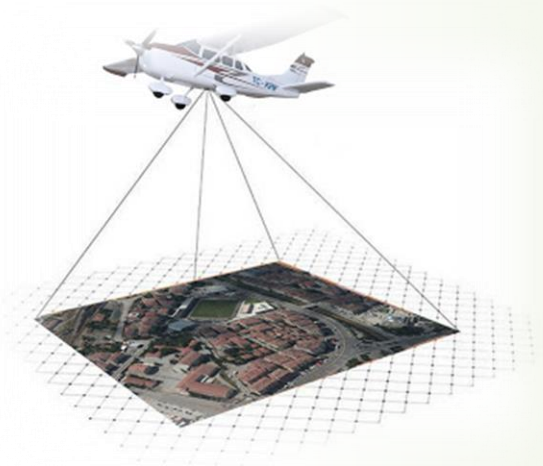


Schéma letu a počet překrytů snímků





## ORTOFOTO Z ROKU 2018

- Vytvořeno ortofoto i digitální model terénu

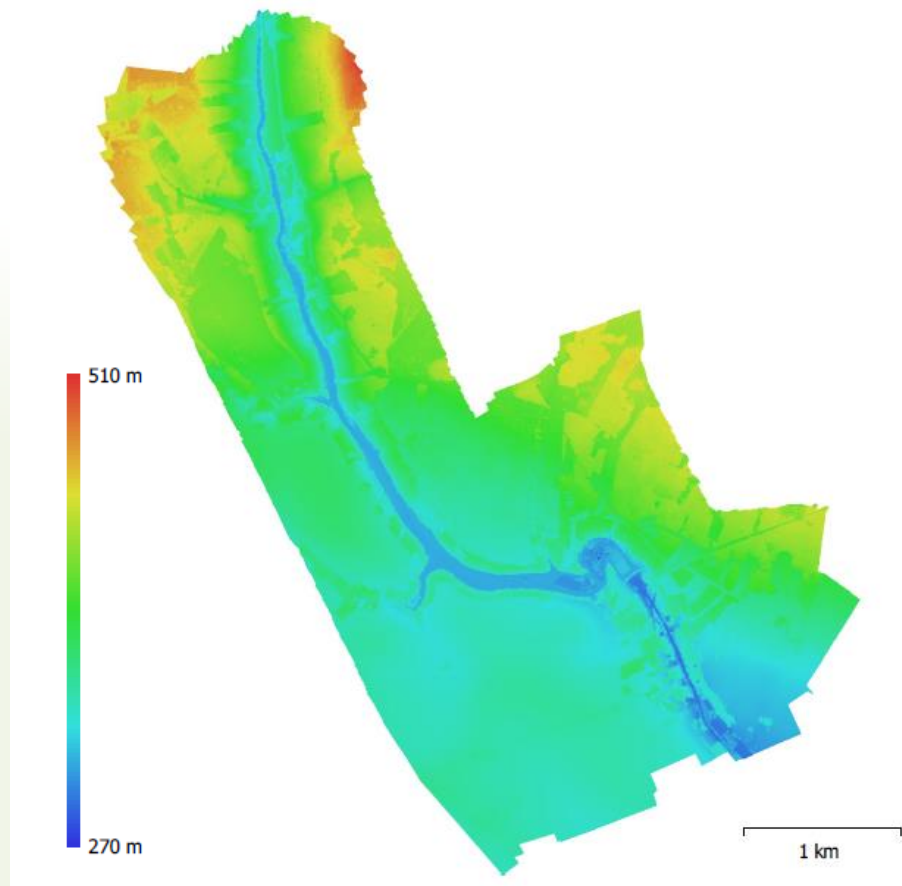
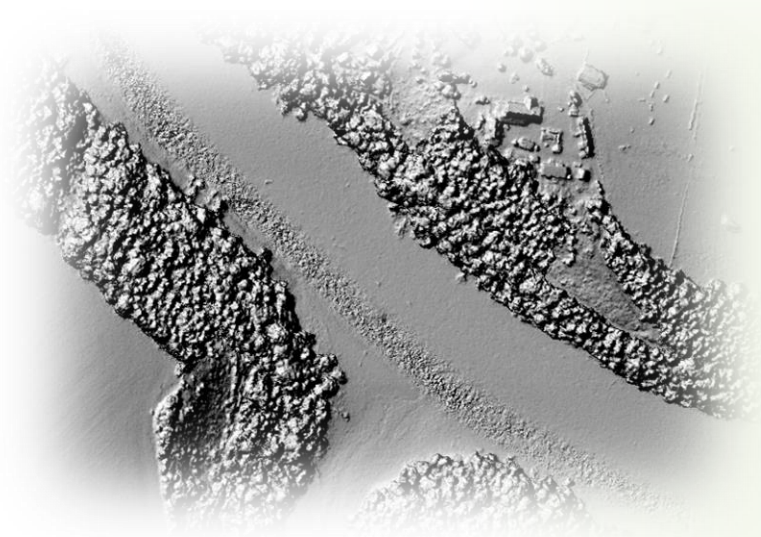


Vytvořené ortofoto



## ORTOFOTO Z ROKU 2018

- Vytvořeno ortofoto i digitální model terénu

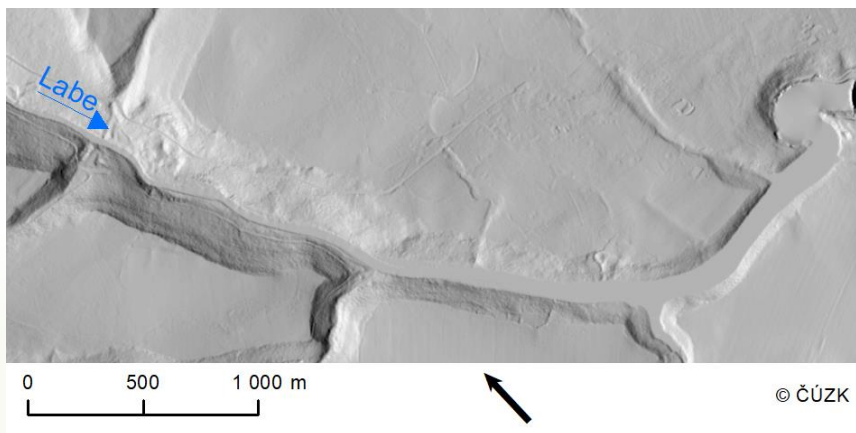


Vytvořený model terénu



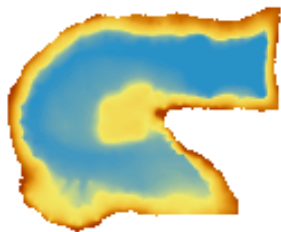
## DIGITÁLNÍ MODEL RELIÉFU

- DMR 5G (© ČÚZK)



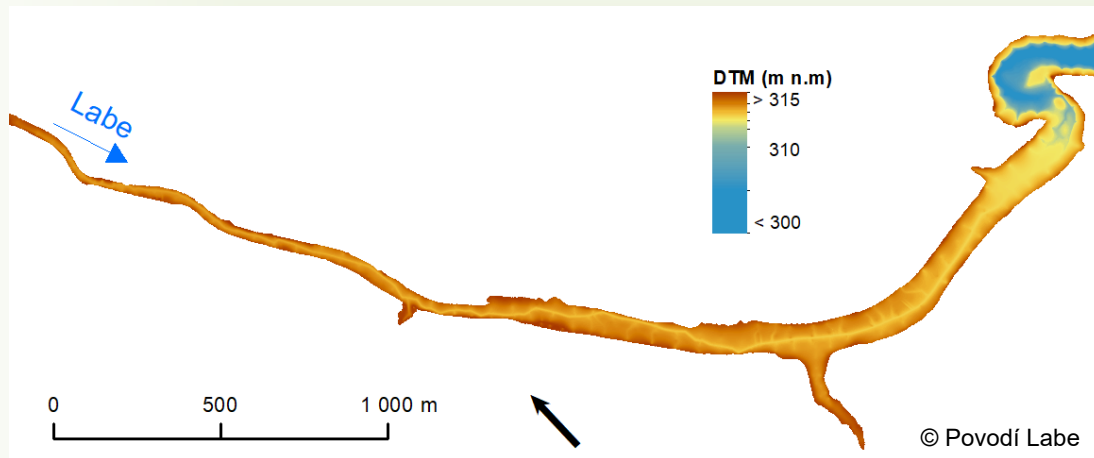
## MODELY DNA PŘEHRADY

- 2008 a 2013 (jen u hráze)  
(© Povodí Labe, státní podnik)



2013

2008 →

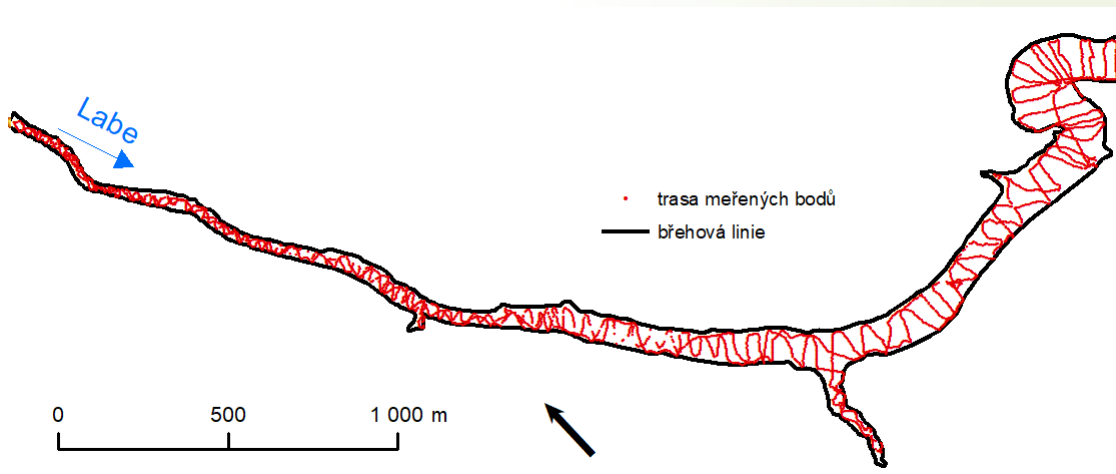






## BATYMETRICKÁ DATA A JEJICH ZPRACOVÁNÍ

- Vlastní nasnímání říjen 2018
- Sonar Humminbird helix 7x CHIRP DI GPS G2
- model je vybaven CHIRP sonarem a mapovacím programem AutoChart Live
- Nasbíráno 3356 bodů

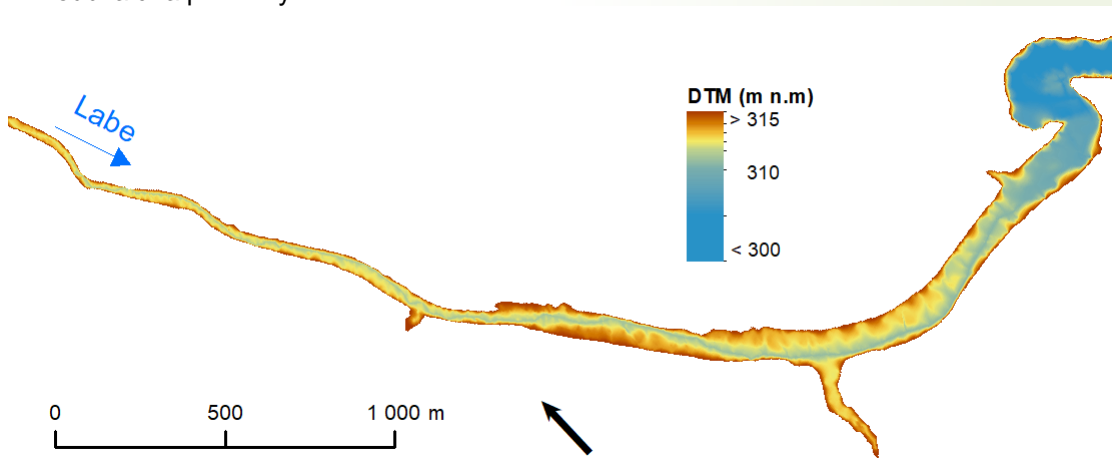




## BATYMETRICKÁ DATA A JEJICH ZPRACOVÁNÍ

- Vlastní nasnímání říjen 2018
- Sonar Humminbird helix 7x CHIRP DI GPS G2
- model je vybaven CHIRP sonarem a mapovacím programem AutoChart Live
- Nasbíráno 3356 bodů

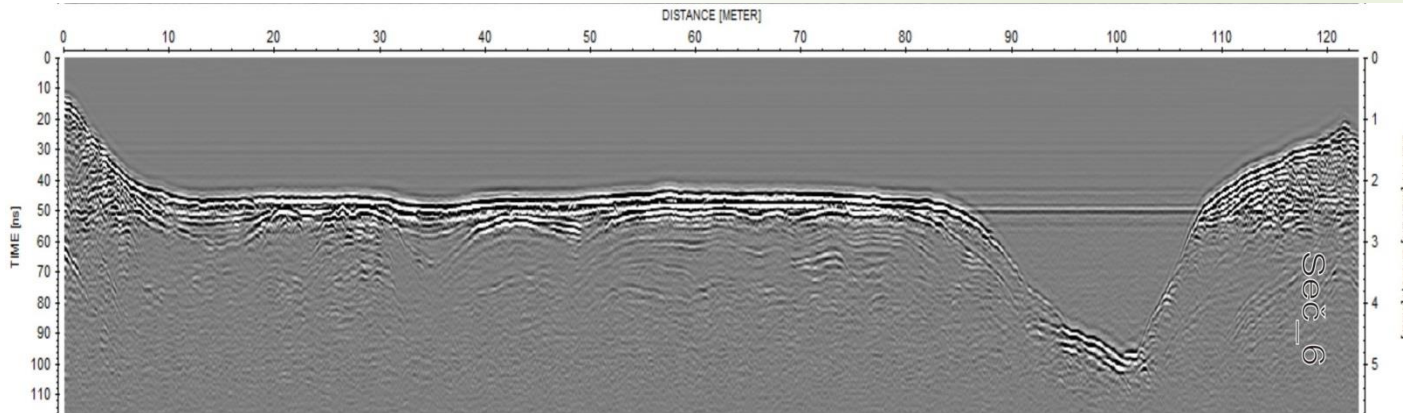
Hloubka dna přehrady





## GEORADAR A ZPRACOVÁNÍ DAT

- Georadar SIR 3000 (GSSI, USI), režim GeologyScan s 200 MHz anténou
  - použit na Lese Království a dalších přehradách
- sonar s dvojí frekvencí (sub-bottom profiler SES 2000® Compact)
  - použit na Nechranicích a Skalce







## PROVEDENÉ ANALÝZY

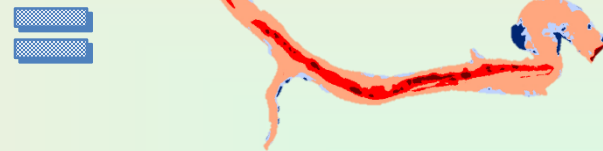
- Využití funkce **Minus** pro zjištění změny modelů reliéfu dna
- Vytvoření a posouzení profilových grafů pro změnu mocnosti sedimentů
- Analýza změn břehů



historický model dna



současný model dna



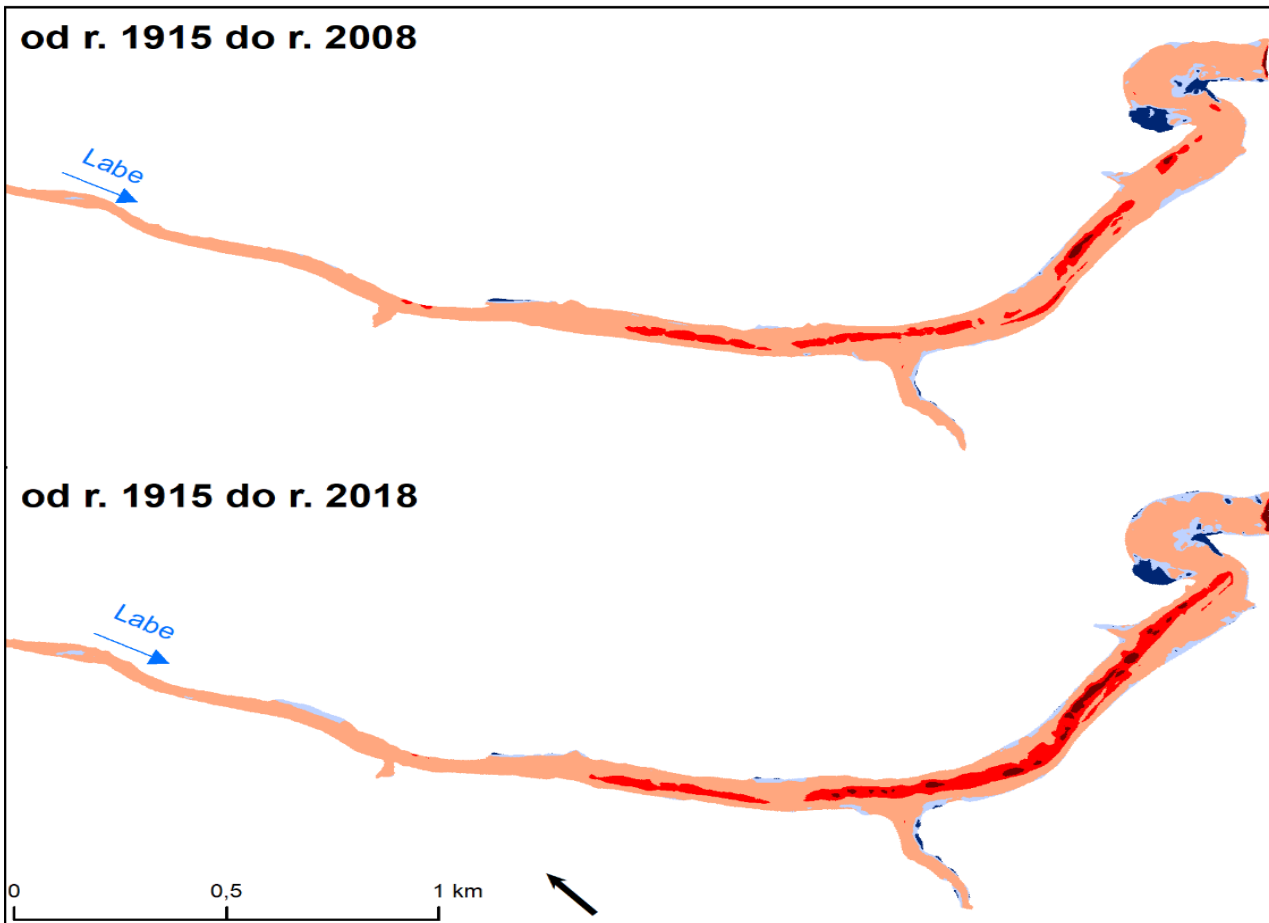
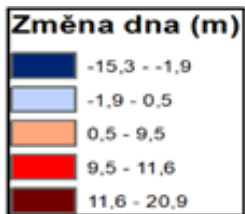
změna mocnosti sedimentu



## VÝSLEDKY

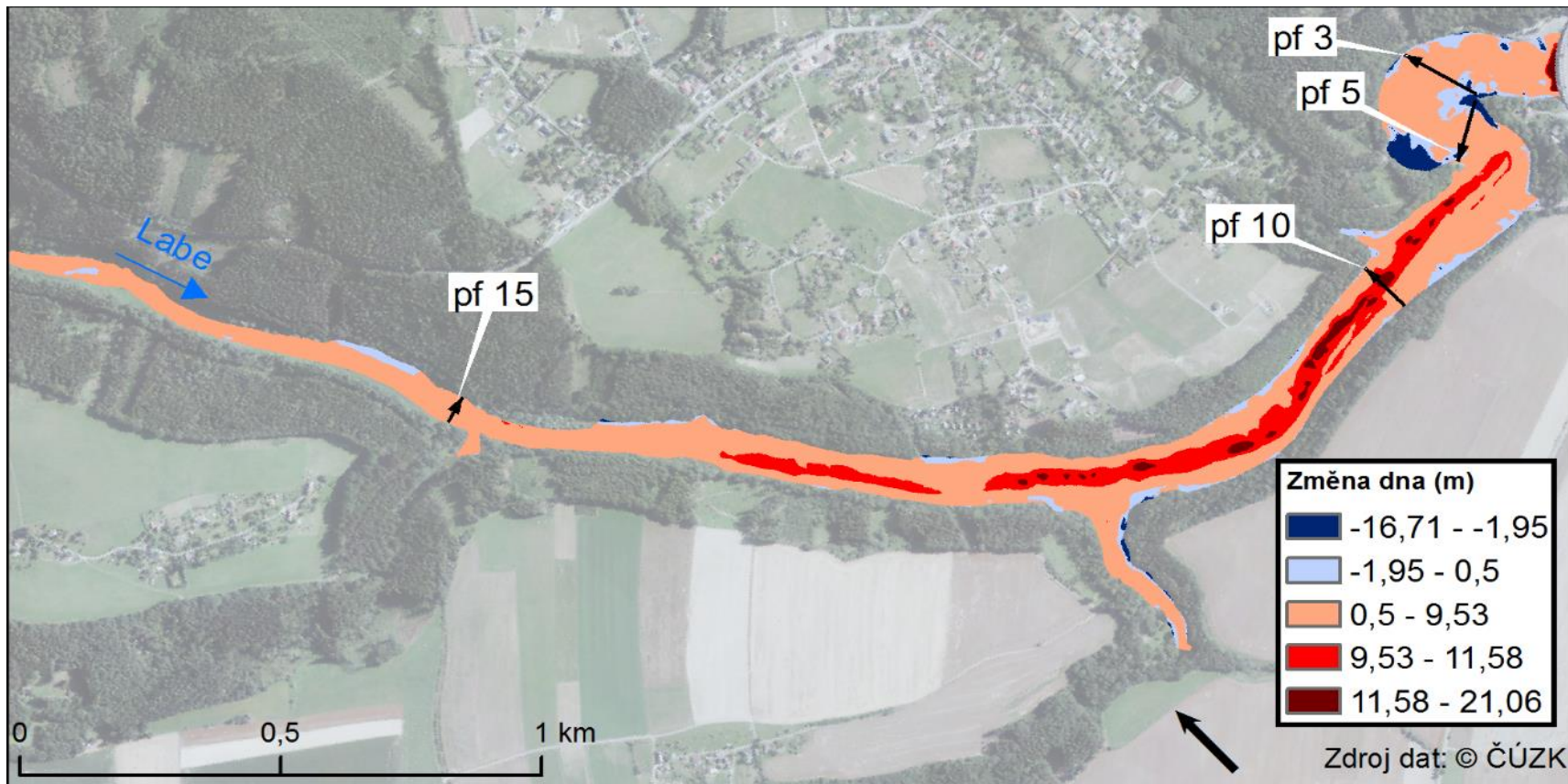
## VÝVOJ SEDIMENTACE

*Změny modelů reliéfu dna*





## Vyznačení profilových grafů

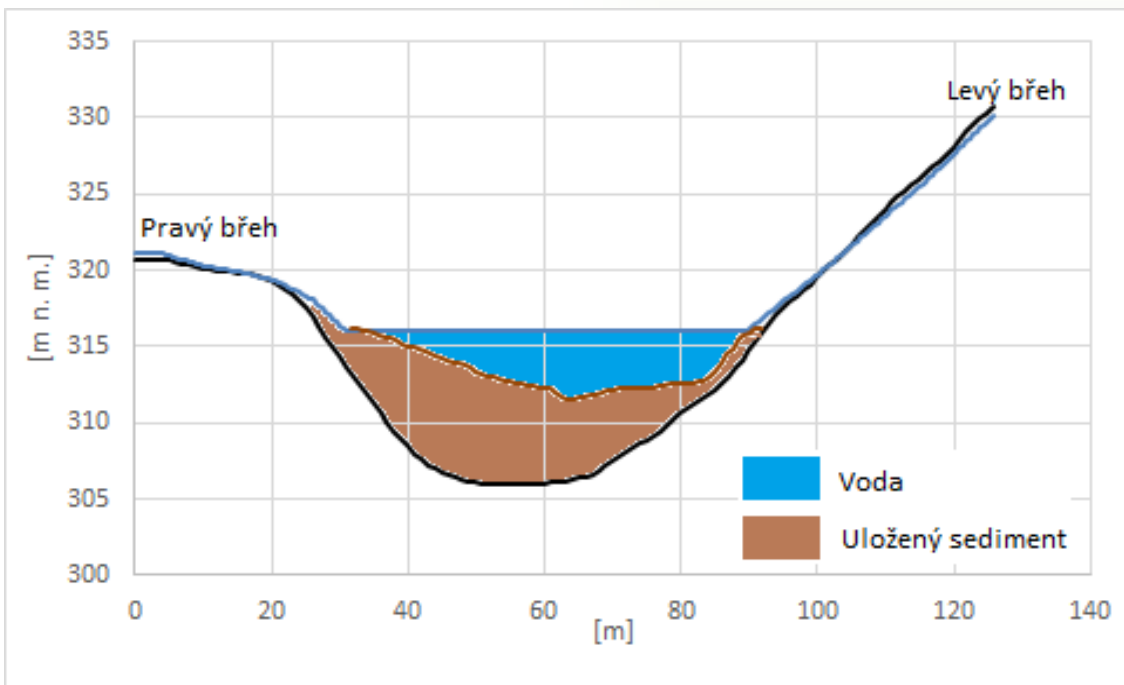






## VÝSLEDKY - VÝVOJ SEDIMENTACE

Profil dna (pf 15) na konci vzdutí (cca 2,7 km od hráze)

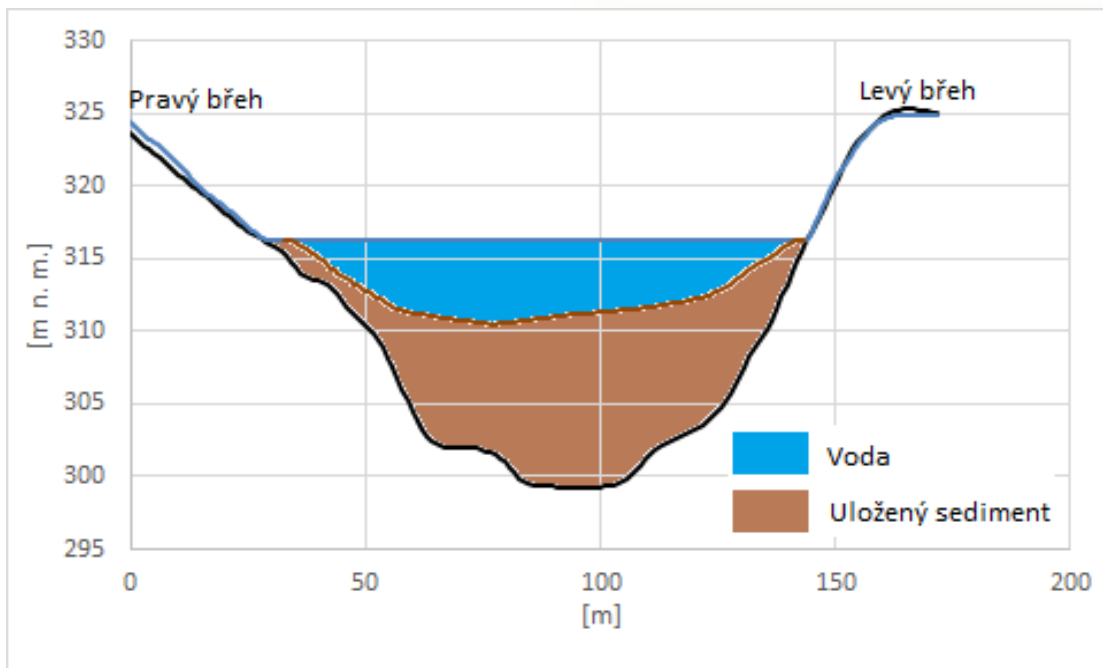


- Mocnost sedimentu až 6 m



## VÝSLEDKY - VÝVOJ SEDIMENTACE

Profil dna (pf 10) cca 810 m od hráze

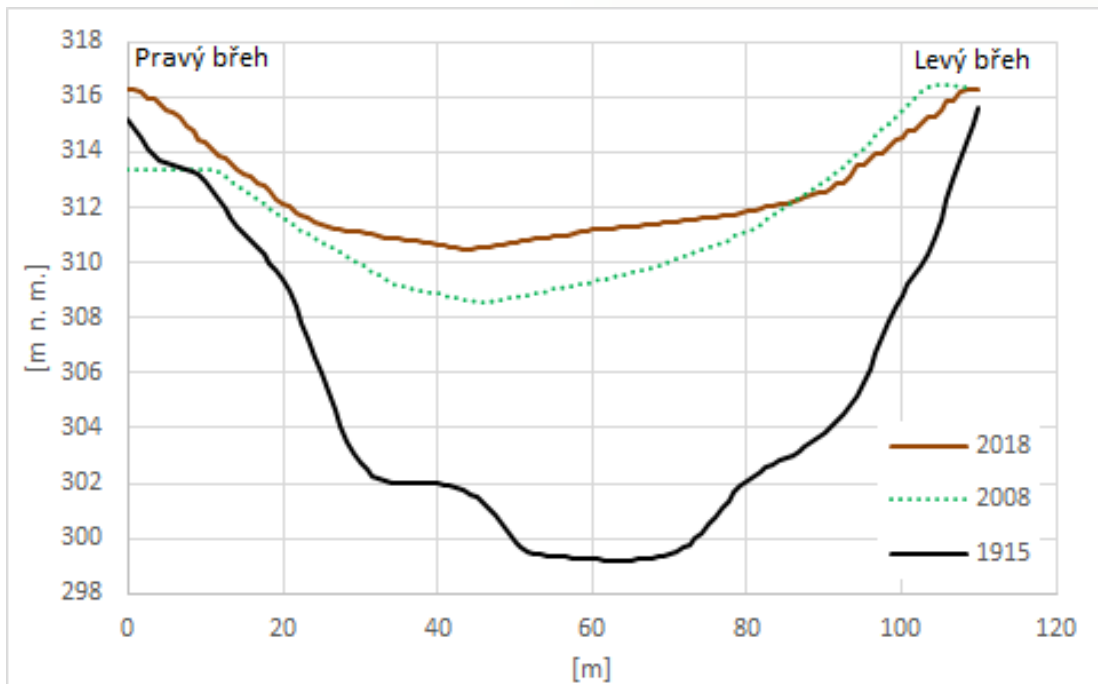


- Nejvyšší mocnost sedimentu (až 12 m)
- Vlivem zvýšených průtoků v období povodní dochází k přesunům sedimentů do hlubších částí přehrady



## VÝSLEDKY - VÝVOJ SEDIMENTACE

Profil dna (pf 10) cca 810 m od hráze



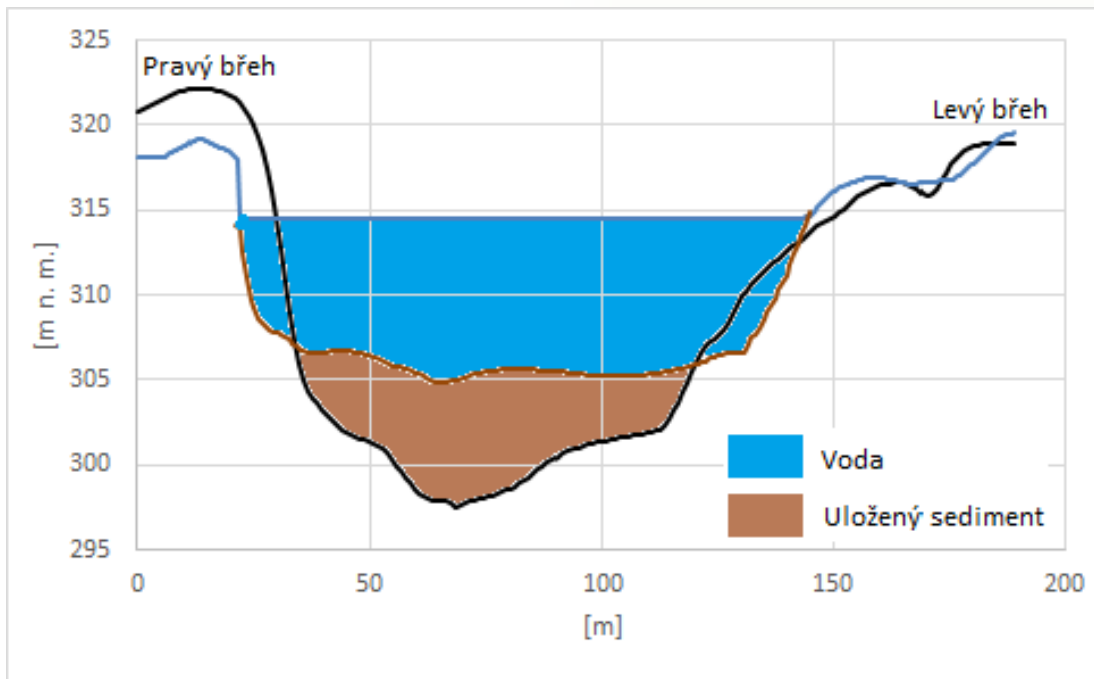
- Za 10 let se usadily až 2 m nového sedimentu, možná přeneseného z nátoky





## VÝSLEDKY - VÝVOJ SEDIMENTACE

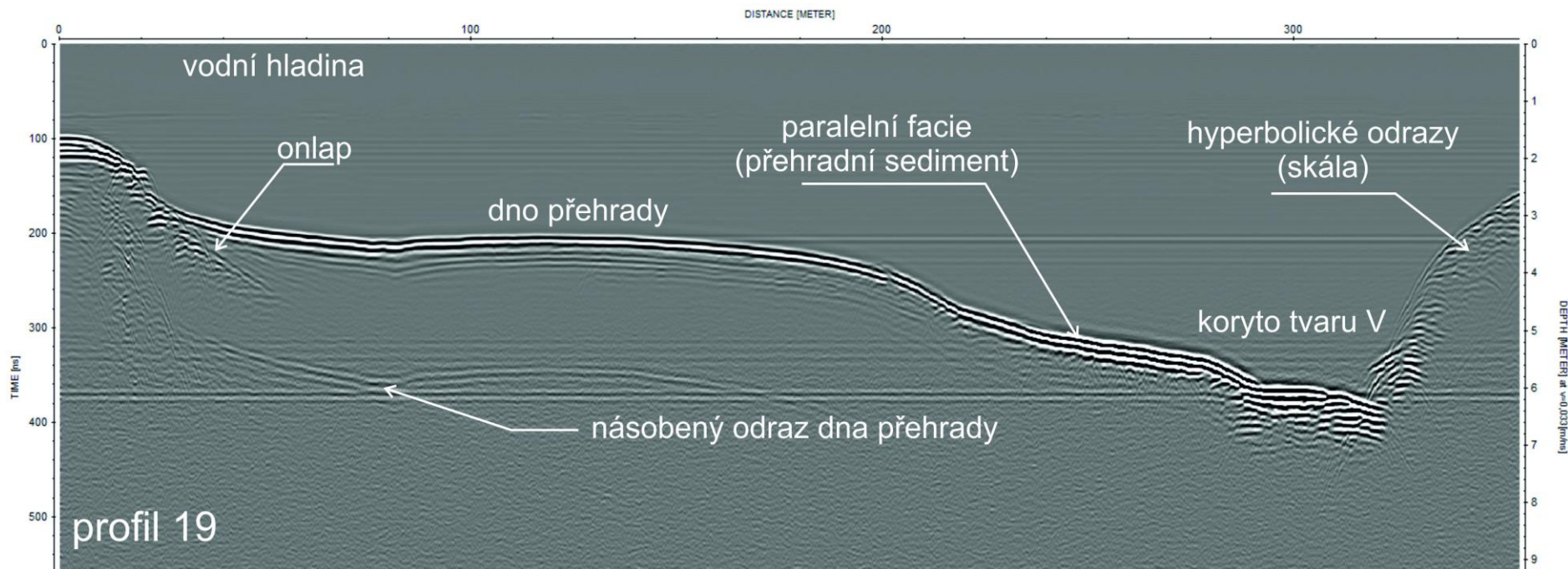
### Profil dna (pf 5) v blízkosti hráze



- Rozšíření stěn nádrže
- Mocnost 5 – 7 m

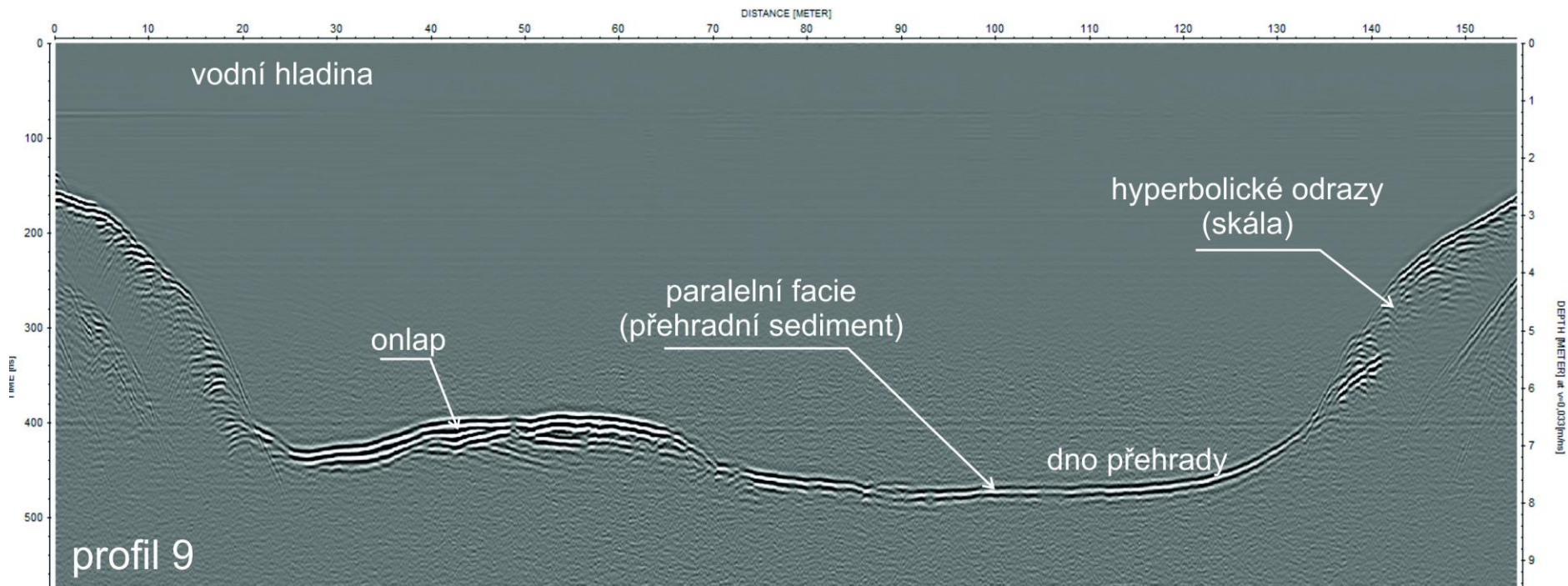


# VÝSLEDKY - VÝVOJ SEDIMENTACE





# VÝSLEDKY - VÝVOJ SEDIMENTACE

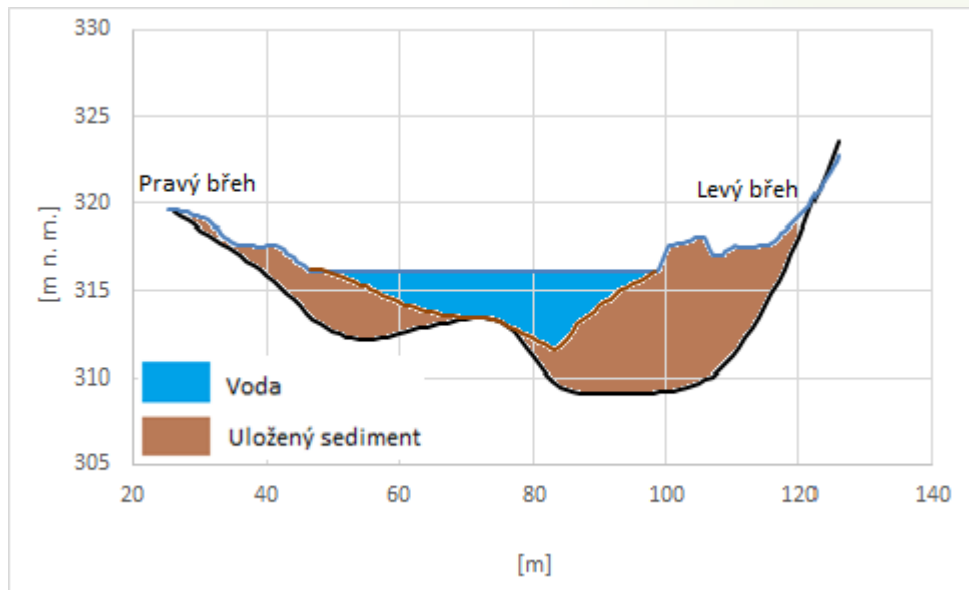




## VÝSLEDKY - VÝVOJ SEDIMENTACE

### Profil dna (pf 3)

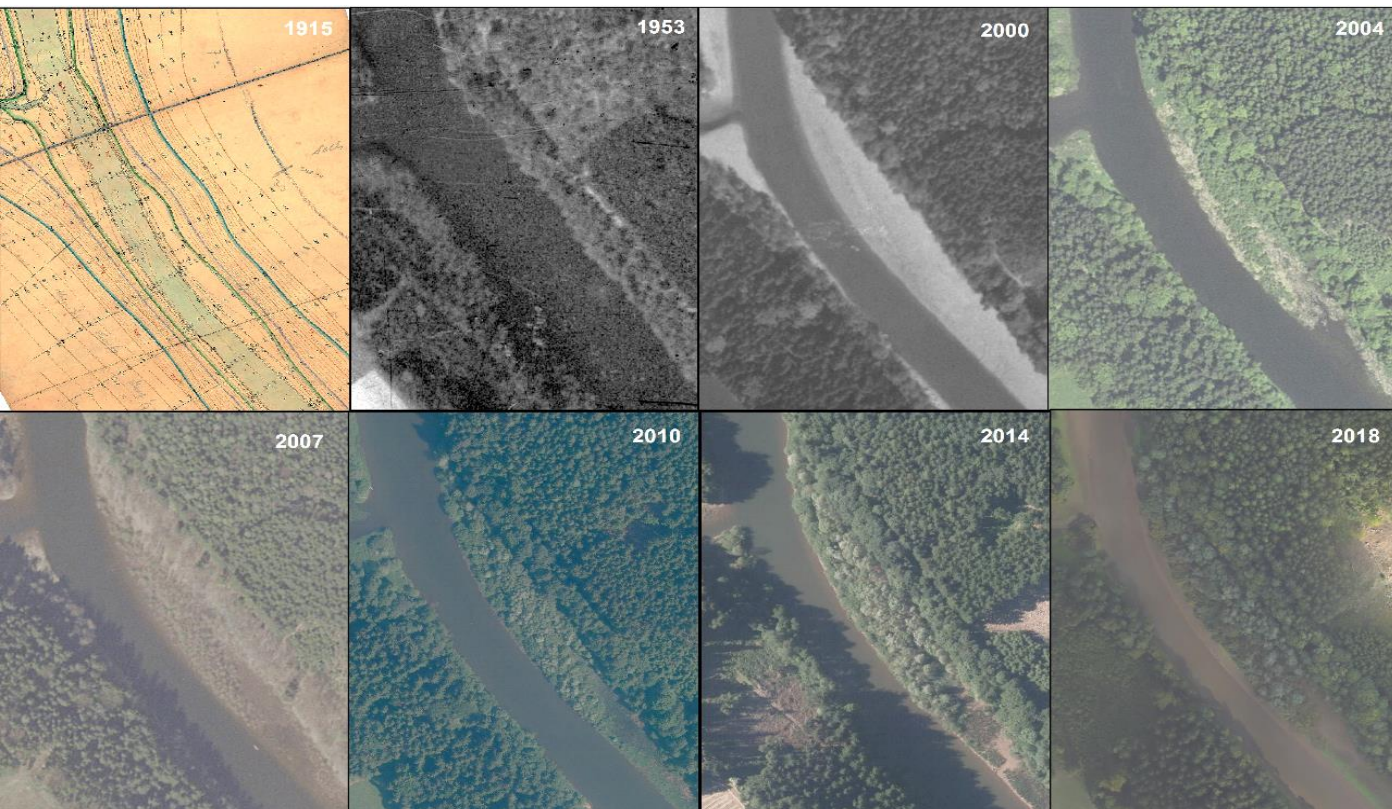
- Mocnost sedimentu až 6 m
- Vlivem zvýšených průtoků v období povodní dochází k přesunům sedimentů do hlubších částí přehrady



- V současné době je za průměrného průtočného stavu pravý břeh posunut přibližně o 13,5 m vpravo.



## VÝSLEDKY – ANALÝZA VÝVOJE BŘEHŮ



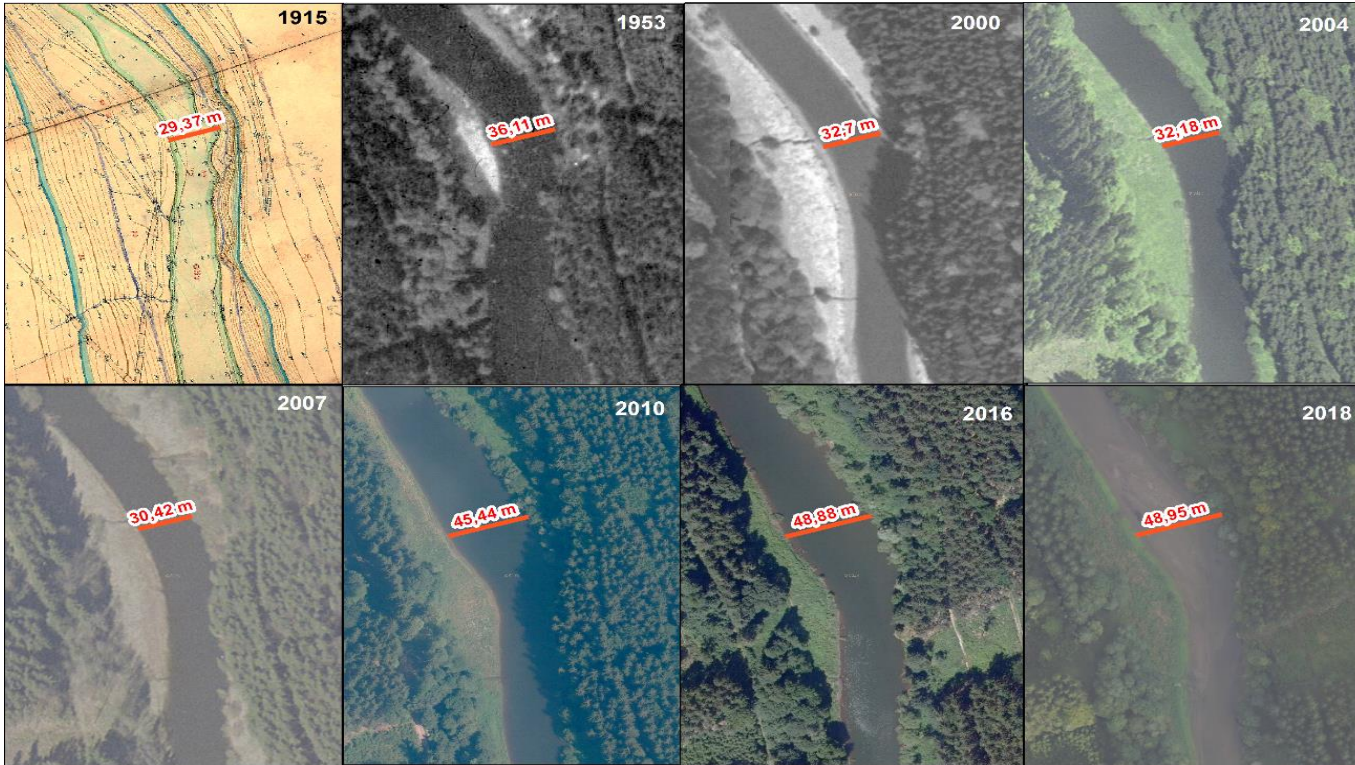
- Změna po r. 1953
- Do r. 2000 vznikla na levém břehu plošina
- V r. 2004 je už plošina z většiny pokryta vegetací
- V současnosti se zde již nacházejí vzrostlé křoviny a dřeviny

Zdroj dat: © ČÚZK





## VÝSLEDKY – ANALÝZA VÝVOJE BŘEHŮ



0 100 200 m



Zdroj dat: © ČÚZK

- Od doby vybudování VD až po rok 2007 si zachovává svůj původní tvar koryta
- Po roce 2007 došlo k posunu pravého břehu
- o několik metrů vlevo





# MAPOVÁ APLIKACE NA ARCGIS ONLINE

The screenshot displays a web-based GIS application interface. At the top left, the title bar reads "GA ČR Přehrady bathymetrické mapy". A legend on the left side lists three layers: "Nechranice\_odbery - Nechranice\_drapak" (represented by a yellow dot), "Nechranice\_odbery - Nechranice\_vrty" (represented by a purple dot), and "Nechranice - batymetrie" (represented by a color gradient). The bathymetry legend indicates a depth range from 0 (red) to 38.3 (blue). The map shows a river network with numerous sampling points labeled NECH\_1 through NECH\_28. A popup window titled "Nechranice\_drapak: NECH\_5d" is open, displaying the following data:

WP	WP088
Name	NECH_5d
X	N50.36834
Y	E013.41136
Z	34,35
Date_time	2017-10-17T09:37:58Z
Pozn	
F8	N50.36834
F9	E013.4113
Nn	50,37
Ee	13,41

The map interface includes standard navigation controls (zoom in/out, home, full screen) and a toolbar at the bottom with icons for layers, home, print, and other functions. The bottom right corner shows the Esri logo and the text "© ČÚZK | FŽP UJEP".



## ZÁVĚR

### Nástroje GIT a analýzy GIS

→ vhodný nástroj pro zjišťování mocnosti sedimentů v přehradách

Využít lze:

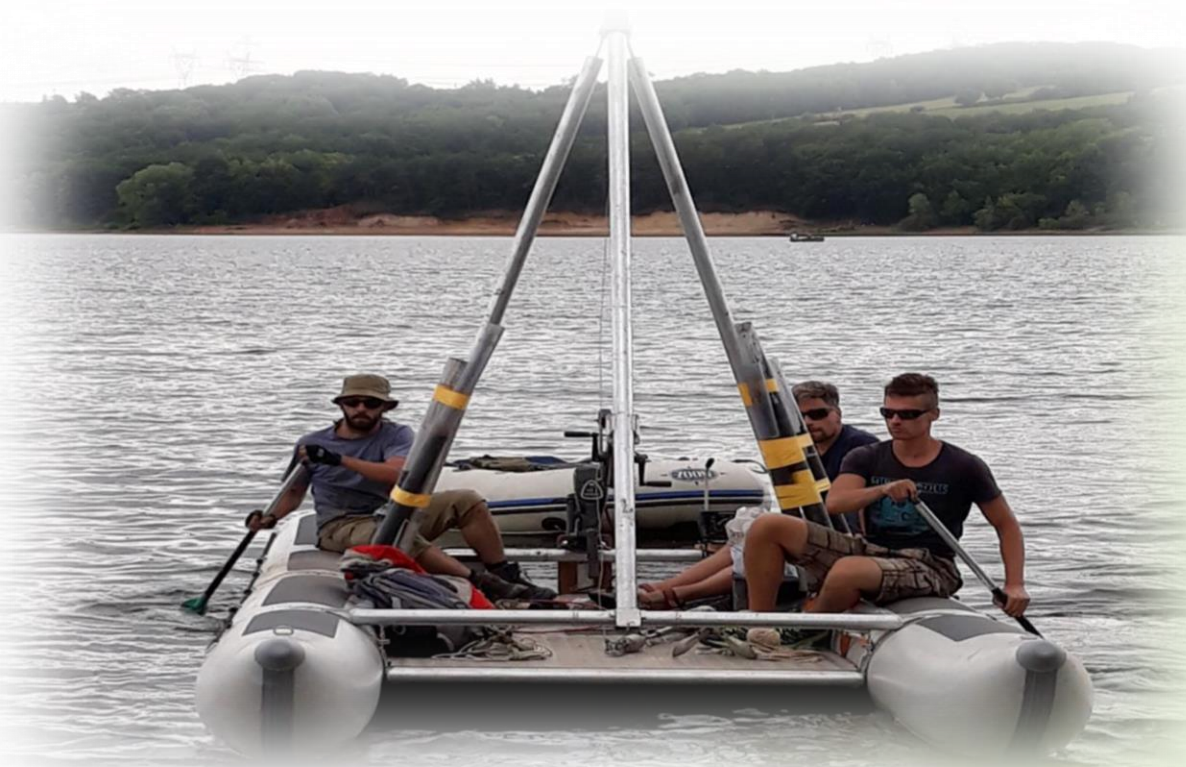
- starých map, leteckých snímků
- batymetrického mapování
- radarových snímků
- podpovrchové zobrazení (profiler)

Více informací:

- RAIDA, David. **Hodnocení vývoje sedimentace v přehradní nádrži Les Království s využitím batymetrického měření a GIS**. 2019. Diplomové práce. Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, Katedra informatiky a geoinformatiky. Vedoucí práce Jitka Elznicová.
- Ondřej Bábek, Ondřej Kielar, Zuzana Lendřáková, Kateřina Mandlíková, Jan Sedláček, Jitka Tolaszová, **Reservoir deltas and their role in pollutant distribution in valley-type dam reservoirs: Les Království Dam, Elbe River, Czech Republic**, CATENA, Volume 184, 2020, 104251, ISSN 0341-8162, <https://doi.org/10.1016/j.catena.2019.104251>.



# DĚKUJI ZA POZORNOST



Fakulta životního prostředí UJEP

Ing. Jitka Elznicová, Ph.D.

[jitka.elznicova@ujep.cz](mailto:jitka.elznicova@ujep.cz)