



# Využití geoinformačních nástrojů pro studium říčních niv

**Jitka ELZNICOVÁ**

Univerzita J.E. Purkyně v Ústí n. L.  
Fakulta životního prostředí  
Katedra geoinformatiky

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

6. ledna 2024



# Rekonstrukce chování řek v posledních tisíciletích -

identifikace jejich změn pomocí geoinformatiky  
i datováním historicky znečištěných  
sedimentárních těles

**od 2012:** spolupráce Fakulty životního prostředí UJEP  
a Ústavu anorganické chemie AV ČR v Řeži (ÚACH)  
případně s kolegy z univerzit v Olomouci, Szegedu a Lipsku



## Řešené projekty

**2013-2015: SGS „Závislost geomorfologického vývoje říční**

nivy na plošné distribuci kontaminantů v nivních sedimentech“

**2014-2016: GAČR 15-00340S „Antropogenní znečištění a stavba říčních**

niv: dva fenomény a jediný příběh“

**2017-2019: GAČR 17-06229S „Vývoj sedimentace v přehradních nádržích**

jako antropogenních bariérách v říčních systémech: od materiálové  
balance po osud polutantů“

**2019-2020: IGA UJEP „Využití geoinformatiky pro případové studie  
resilience krajiny“**

**2021-2022: UJEP-IGA-2021 „Archivy ukryté v krajině“**

## Řešené diplomové/bakalářské práce

### PLOUČNICE

- LANDOVÁ Markéta (BP 2013)
- TŮMOVÁ Štěpánka (DP 2015)
- SLABÁ Eva (DP 2015)
- PAVLAS Petr (DP 2015)
- DOŠKÁŘ Petr (DP 2015)
- SIKORA Martin (DP 2016)
- PLOTNÁŘEK Lukáš (DP 2016)
- HRUBEŠOVÁ Diana (DP 2017)
- VÁCHOVÁ Tatiana (DP 2017)
- KLIMEŠOVÁ Kateřina (DP 2018)

### JIZERA

- VADINOVÁ Nikola (DP 2014)
- RÁKOCYOVÁ Michaela (DP 2015)

### OHŘE

- SKLENÁŘ Ondřej (DP 2016)
- VÁCHOVÁ Vladimíra (DP 2016)
- LELKOVÁ Tereza (DP 2016)
- VENCLÁKOVÁ Daniela (BP 2016)
- BROŽ Jan (DP 2018)
- VENCLÁKOVÁ Daniela (DP 2018)
- VAGNER Tomáš (DP 2021)

### LITAVKA

- UHLÍK Pavel (DP 2016)
- DUŠKOVÁ Barbora (DP 2017)

### ostatní - přehrady

- KUTIŠOVÁ Ludmila (DP 2018)
- RAIDA David (DP 2019)

### 3D rekonstrukce Jizery

• ?





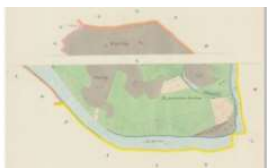
GIT –začíná to práci u PC

# Zpracování dat

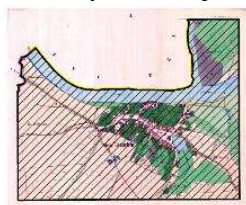
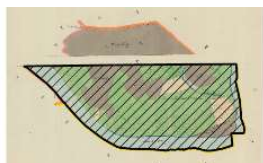
## Georeference starých map - převod mapy do souřadnicového systému

### ■ Stabilní katastr

1) surové snímky



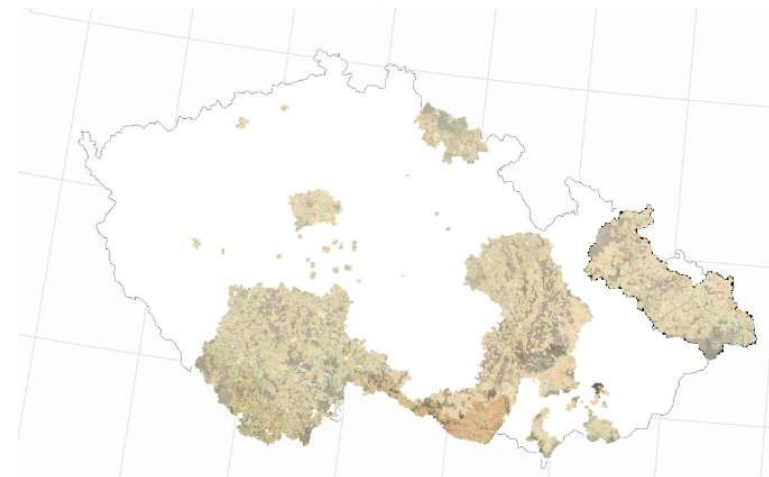
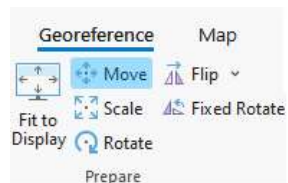
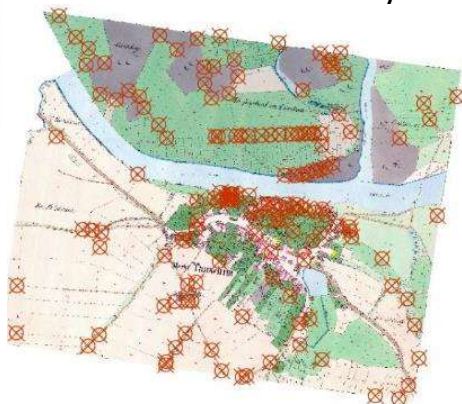
2) odstranění mimorámových údajů



3) spojení snímků bez souř. systému



4) georeference spojených snímků do souřadnicového systému



Geomatici a informatici vytvořili technologii pro zpracování téměř 200 let starých katastrálních map

Spotupřice Tisková zpráva Veřejnosce



Odborníci z katedry geomatiky pod vedením Václava Čady a jejich kolegové z katedry informatiky a výpočetní techniky v čele s Pavlem Králem zajistili s využitím metod umělé inteligence a strojového učení automatickou detekci mapových listů a vše, co je nutné pro vytvoření souvislého zobrazení takzvaných ostrovních map stabilního katastru. „Náš program je vytvořen tak, aby samostatně rozpoznal okraje jednotlivých mapových listů, jejich nomenklaturu a průběh zobrazených katastrálních hranic. Na



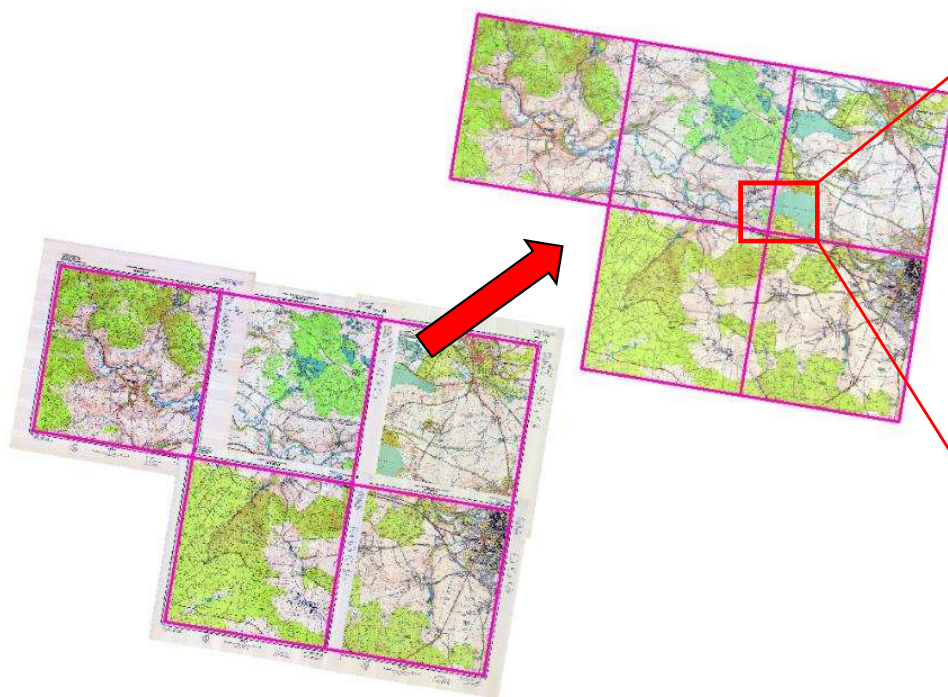


GIT –začíná to prací u PC

## Zpracování dat

**Georeference starých map** - převod mapy do souřadnicového systému

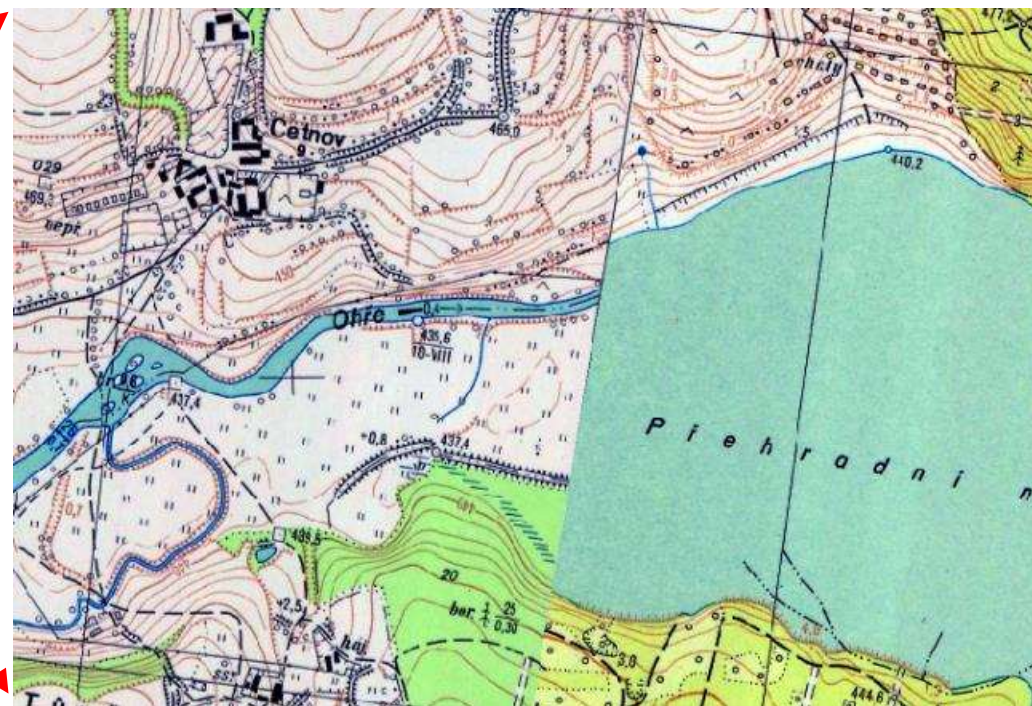
- 2. a 3. vojenské mapování
- topografické mapy S-1952, SMO5



1958

vodní nádrž **Skalka**

1966





GIT –začíná to prací u PC

# Zpracování dat

## Ortorektifikace leteckých snímků

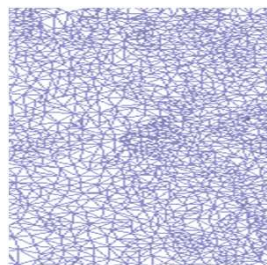
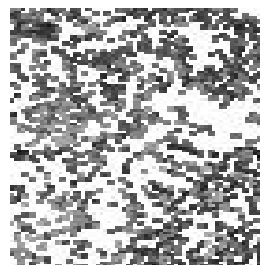
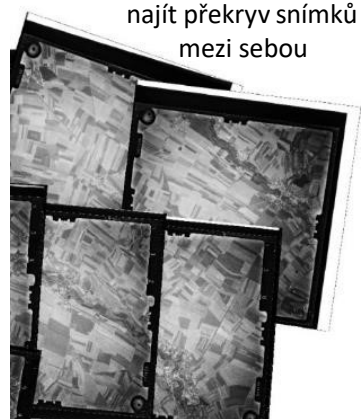
převod mapy do souřadnicového systému  
i na základě modelu terénu

najít překryv snímků  
mezi sebou

vygeneruje se  
mračno bodů

poté síť  
modelu terénu

jednotlivé  
letecké  
snímky



výsledné ortofoto



výsledný model terénu



vodní nádrž **Nechranice**



©MO ČR, ©ČÚZK





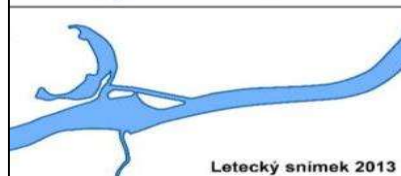
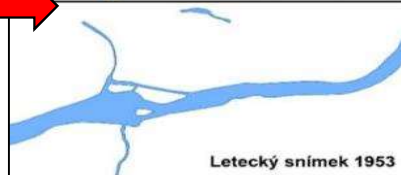
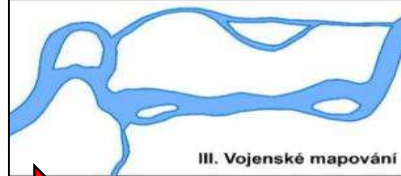
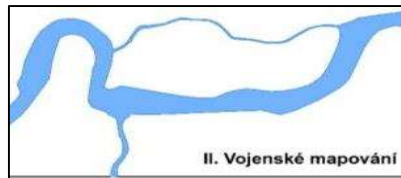
GIT –začíná to prací u PC

## Vektorizace

převod rastru  na vektor (body, linie, plochy)

rastrový podklad - **mapa**

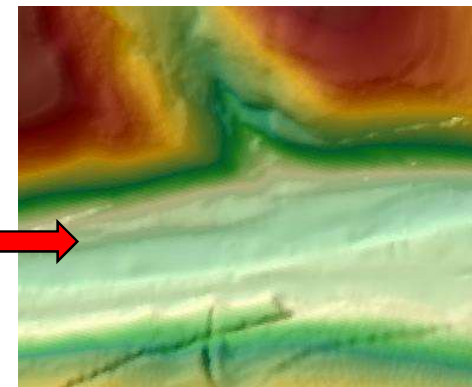
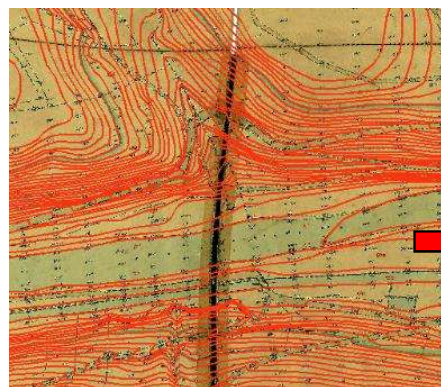
zakreslené plochy - **vodní tok**



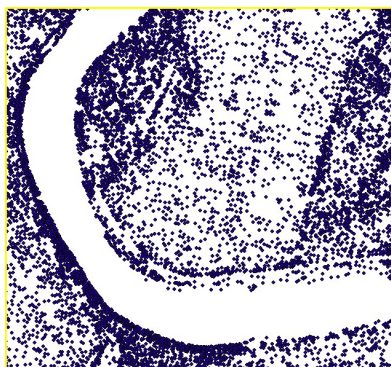
Vývoj řeky Ohře v oblasti Libochovic (DP Ondřej Sklenář)

## Tvorba modelu terénu

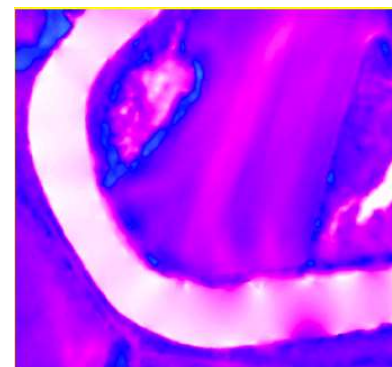
převod nadmořské výšky (vrstevnice, body) na digitální model terénu



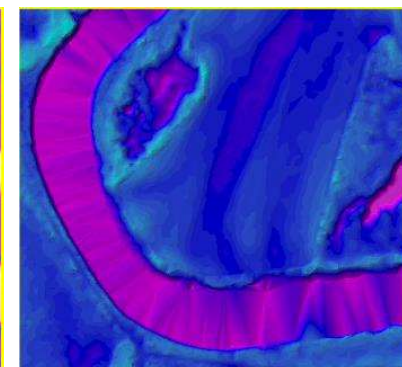
tvorba modelu terénu z Digitálního modelu reliéfu České republiky 5. generace (DMR 5G)



výškové vody



rastrový model



model TIN



GIT –začíná to prací u PC

# Analýza dat

## Analýza změny toku

Vývoje řeky Jizery u obce Veselá pod Mnichovým Hradištěm (DP Nikola Vadinová)

- rok z 19. století
- tok v roce 2011
- stálý tok



## Výpočet změny délky toku

Změna délky toku Ohře od Nechranické přehrady po soutok (DP Ondřej Sklenář)

| Mapový podklad         | Rok mapování | Celková délka (km) |
|------------------------|--------------|--------------------|
| II. Vojenské mapování  | 1819 - 1858  | 107,26             |
| Stabilní katastr - CO  | 1843         | 107,08             |
| III. Vojenské mapování | 1877 - 1880  | 106,54             |
| Letecký snímek         | 1953         | 105,64             |
| Letecký snímek         | 2013         | 104,85             |

## Sinuosita a spád

těž meandrovitost vodních toků se obecně vyjadřuje jako poměr skutečné délky vodního toku a délky údolnice.

- Sinuosity.pyt
- Stream Gradient & Sinuosity 10\_1.tbx

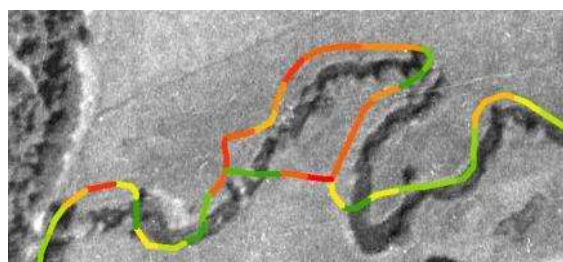
## Identifikace zaniklých koryt

Analýza přirozených změn na řece Ploučnice u obce Žízníkov

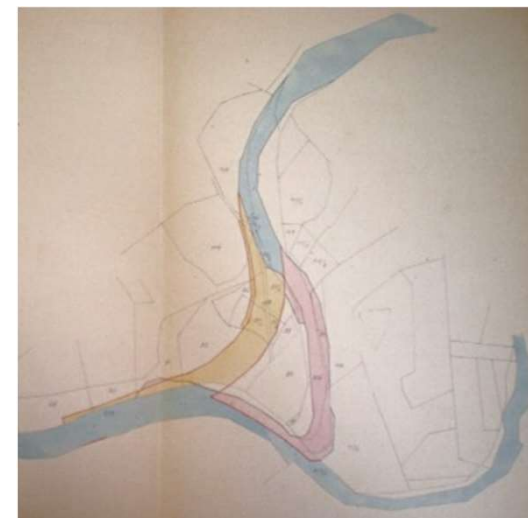


## Analýza bočního posunu řeky

Porovnání toku Ploučnice z roku 2011 (barevná linie) a roku 1938 (historické orto)



- posun toku (m)
- < 0,5 m
  - 0,5–3 m
  - 3–5 m
  - 5–10 m
  - > 10 m



Technický výkres úpravy řečiště Jizery průkopem z roku 1924 (DP Nikola Vadinová)





**GIT – není jen práce u PC, je to i terénní průzkum, jakmile chceme znát rozmístění a původ historické antropogenní kontaminace v nivě**



odběr vzorků



### Odběr vzorků sedimentů

### Analýza chemického složení vzorků sedimentů

- V terénu pomocí přenosného XRF spektrometru
- V laboratoři na stolním přístroji XRF či atomovém spektrometru (ICP-MS, ICP-OES)

### Datování

- Pomocí metod GIS
- Pomocí instrumentálních metod (radiouhlík  $^{14}\text{C}$ , OSL)

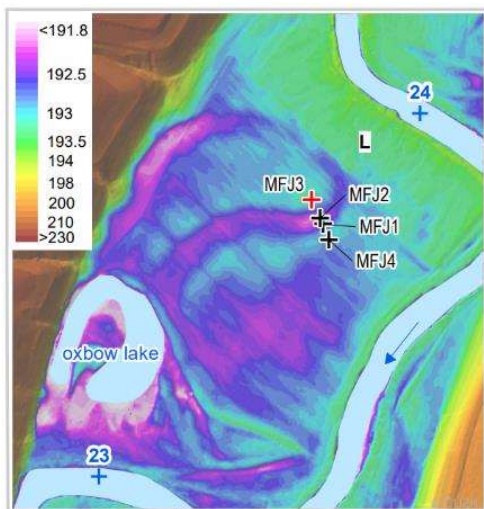
měření vybraných prvků v půdě pomocí přenosného XRF spektrometru DELTA Premium







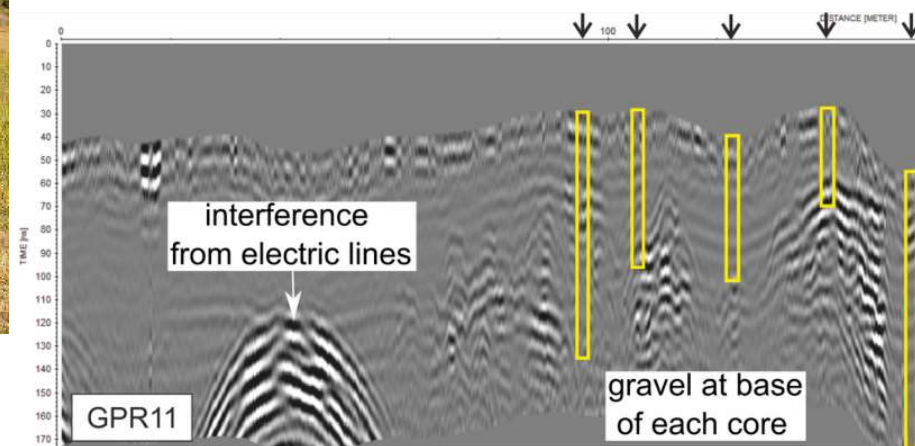
## GIT – není jen práce u PC, jakmile chceme zkoumat období starší než nejstarší mapy - CESTA ZPĚT V ČASE



měření přenosným georadarem



interpretace získaného signálu a identifikace pohřbených sedimentárních těles



### Jak dohlédnout až o tisíciletí dozadu

1. Dřívější vývoj řeky se někdy prozradí terénními tvary (fluviální geomorfologie)
2. Pokud je povrch zarovnan (často lidmi) a tedy geomorfologie je nepoužitelná, je nutné prozkoumat podpovrch (geofyzika) - sedimentární tělesa lidi obvykle nezničí
3. Datování vhodných sedimentárních těles (14C, OSL)

OSL: odběr vzorků písku bez přístupu světla pro datování stáří







GIT – není jen práce u PC - CESTA ZPĚT V ČASE do 20. století



## Mapování kontaminace v nivě řeky **Ploučnice**

### Historie

- **1881** – extrémní povodeň
- **před 1970** – pouze lokální průmysl
- **mezi 1970–1980** – těžba uranu  
v oblasti Hamru na Jezeře a Stráže pod Ralskem
- **1981** – extrémní povodeň, odkaliště byla  
zaplavena, radioaktivní znečištění se dostalo do  
Ploučnice
- **od 1980** – ukončení těžby uranu
- **2010** – extrémní povodeň

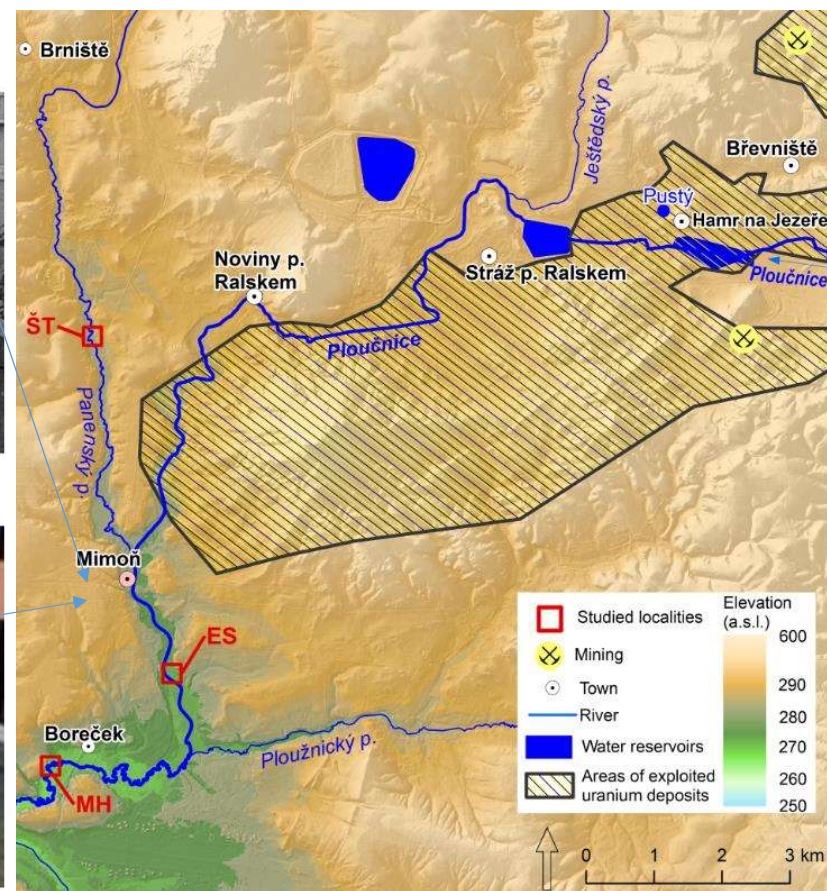


Sběrné trubky kyselých vod z podzemního loužení

extrémní povodeň **1981**

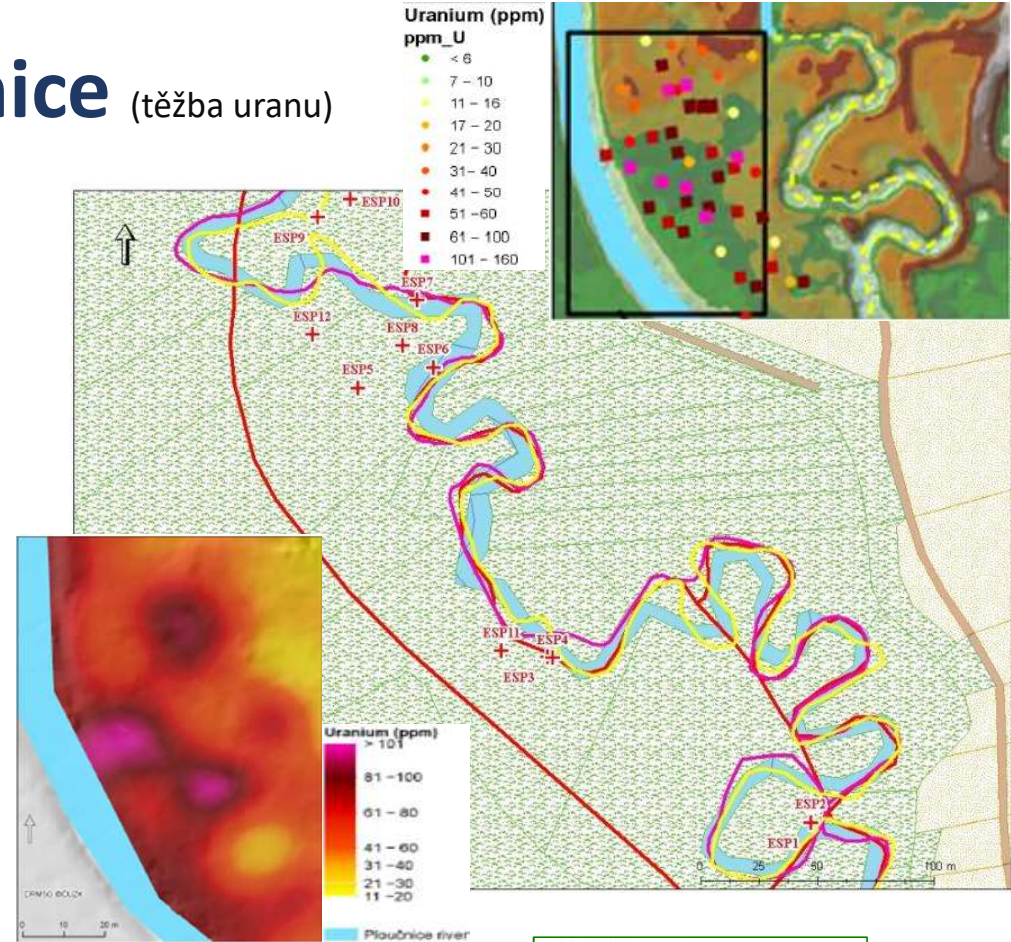
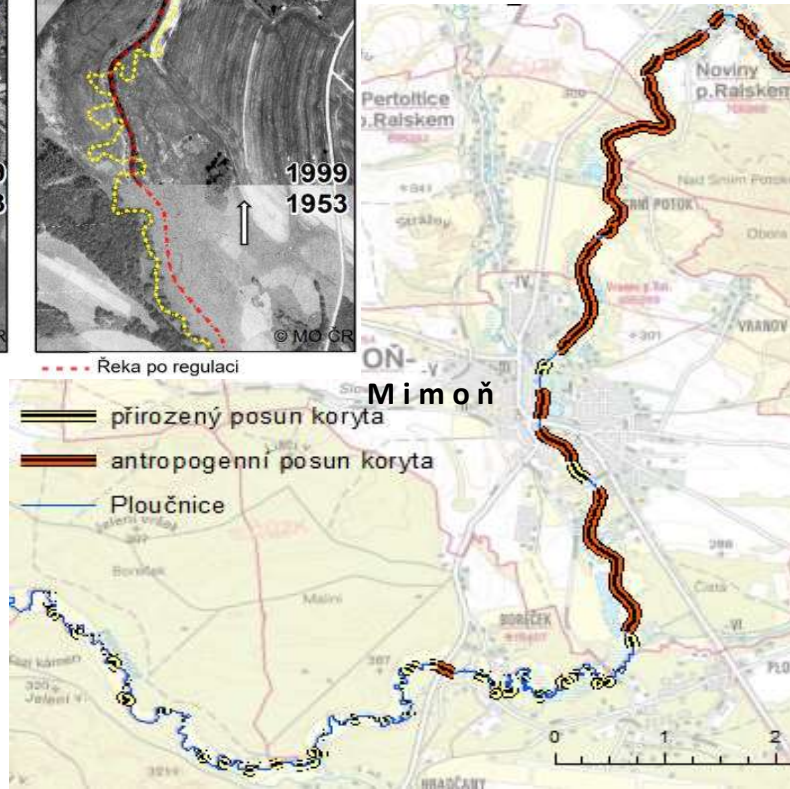
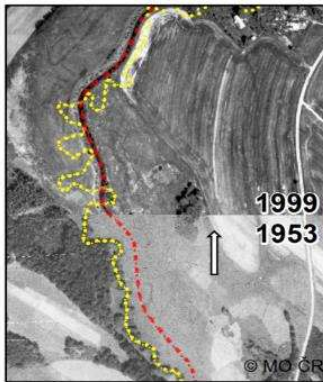
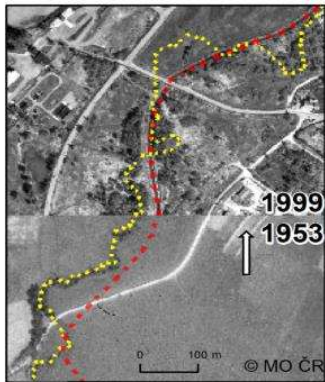


extrémní povodeň **2010**





# Mapování kontaminace v nivě řeky **Ploučnice** (těžba uranu)



**KONFERENCE  
KRAJINNÉ INŽENÝRSTVÍ 2015  
PROVOZ A ÚDRŽBA STAVEB  
KRAJINNÉHO INŽENÝRSTVÍ**

17. září 2015, MZe ČR - Praha

### POSOUZENÍ NAVRŽENÝCH REVITALIZAČNÍCH OPATŘENÍ ŘEKY PLOUČNICE U MIMONĚ Z HLEDISKA REMOBILIZACE HISTORICKÉ KONTAMINACE

Eva Slabá, Tomáš Matys Grygar, Jitka Elznicová

Eva Slabá, Tomáš Matys Grygar, Jitka Elznicová

Eva Slabá, Tomáš Matys Grygar, Jitka Elznicová

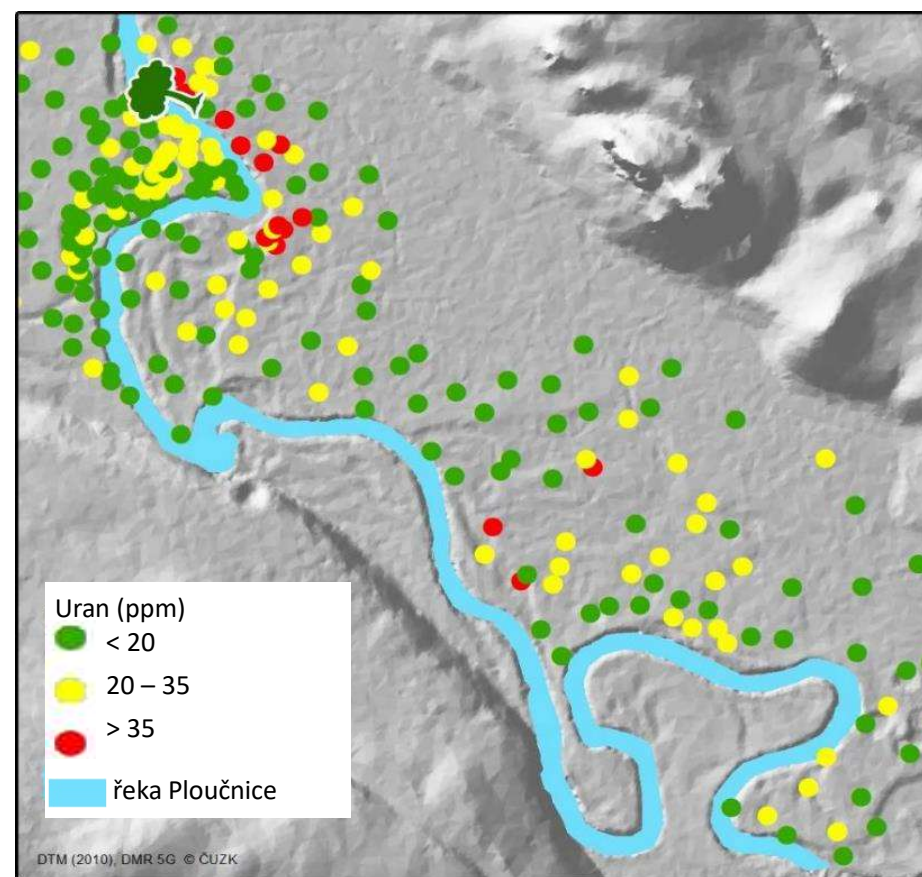
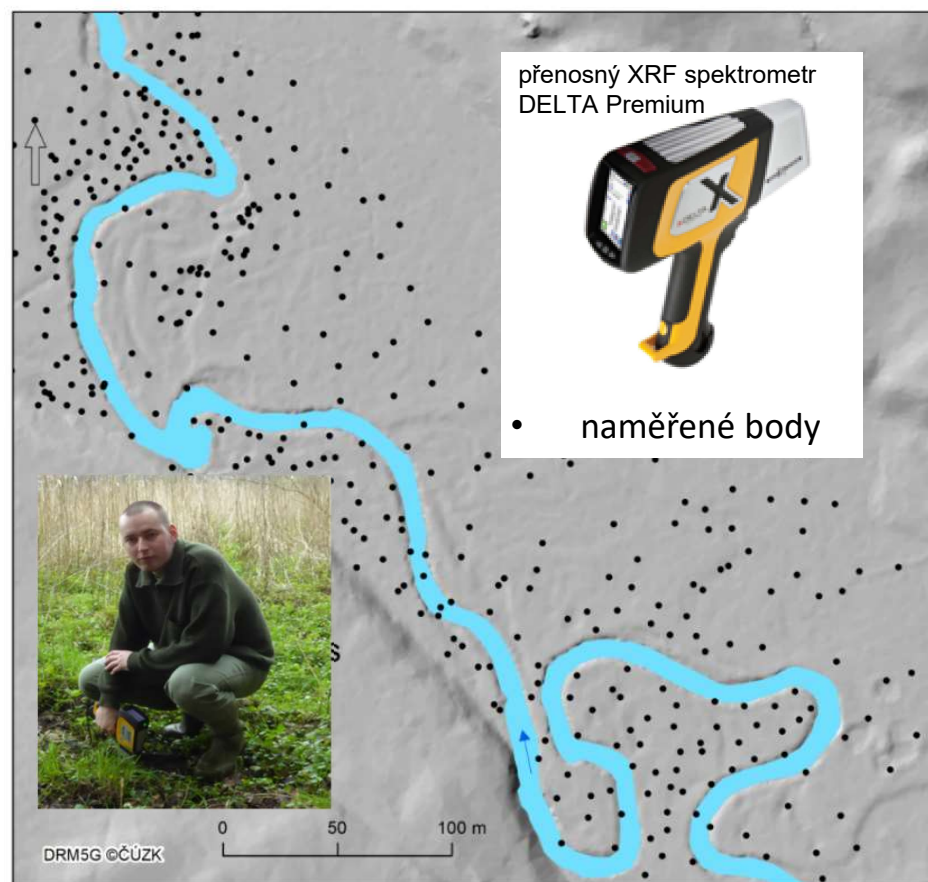




GIT – není jen práce u PC - Proč je kontaminace tak nerovnoměrně rozmístěná?

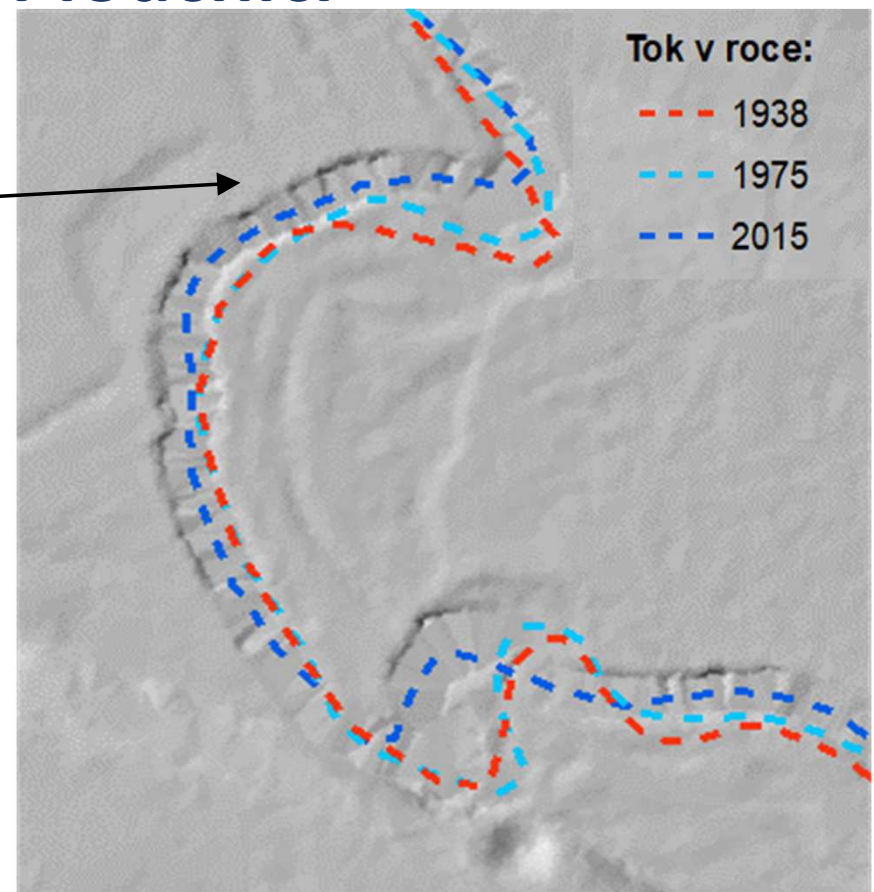
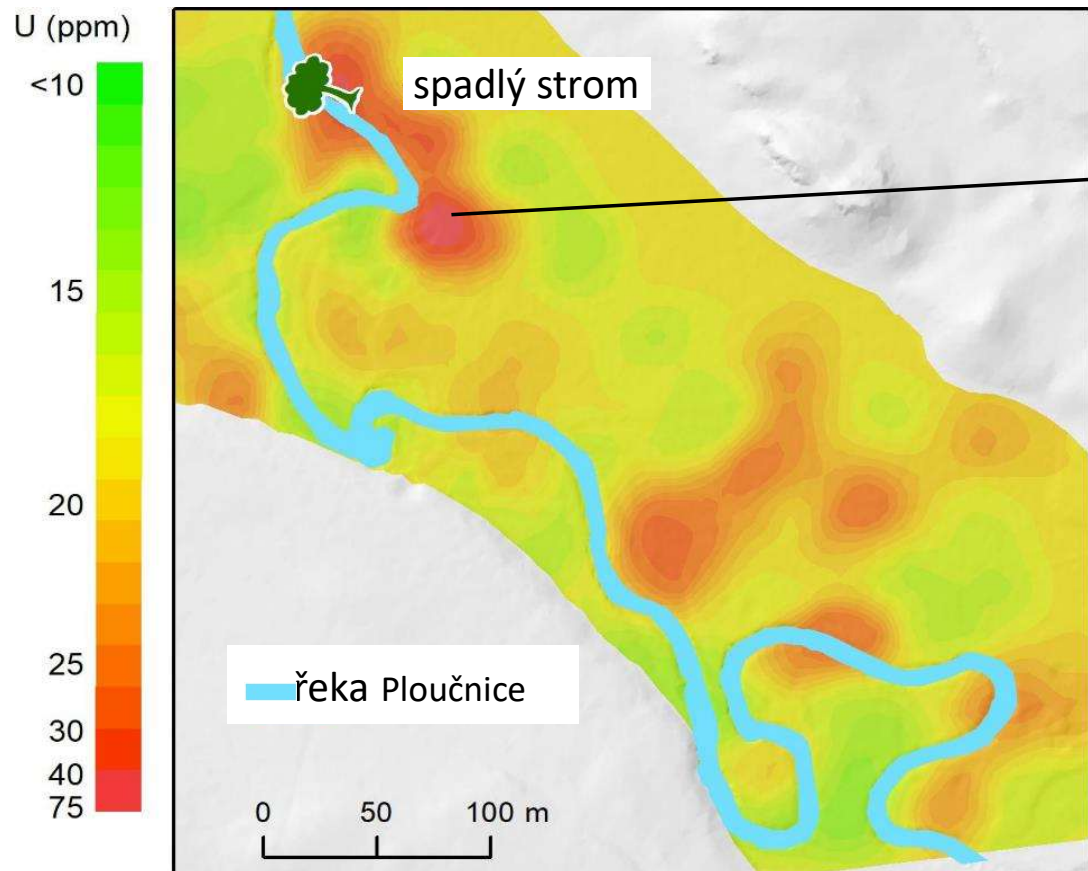


## Geochemické mapování na **Ploučnici**





## Geochemické a geomorfologické mapování na **Ploučnici**







**GIT – není jen práce u PC, jakmile chceme znát rozmístění a původ historické antropogenní kontaminace v nivě - CESTA ZPĚT V ČASE do 19. století**



## Vývoj řeky Litavky

### Těžba v Příbrami

- Od 13. století - těžba rud:
  - stříbro
  - polymetalické rudy (olovo, antimon, zinek)



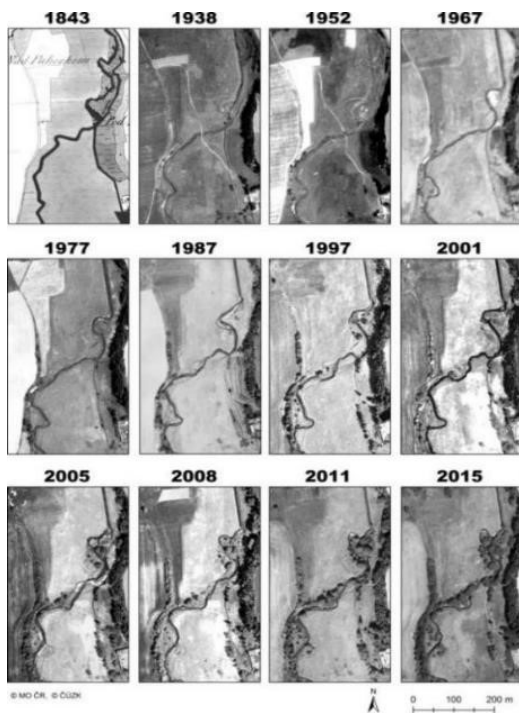
© Ludvík Hradílek



- Rudní revír i okolí hutí odvodňuje řeka Litavka
- **Řeka má bočně nestabilní koryto, kolem něj se ukládala extrémní kontaminace**
- Místa ohnisek kontaminace jsme studovali metodami GIS
- Vývoj nivy jsme popsali podobně jako v případě nivy Ohře

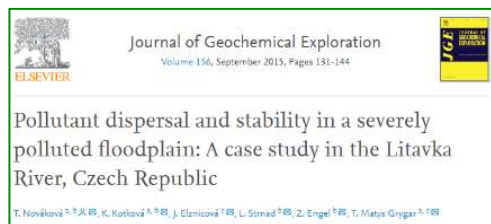
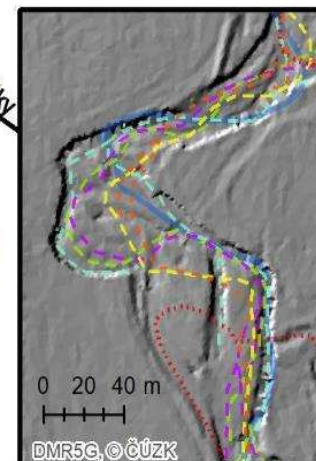
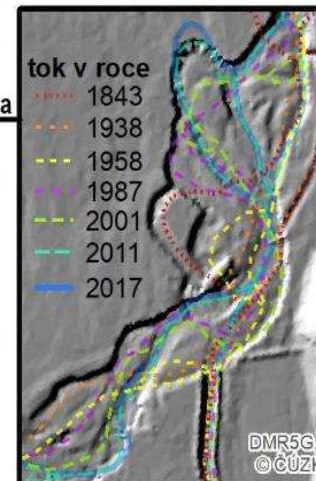
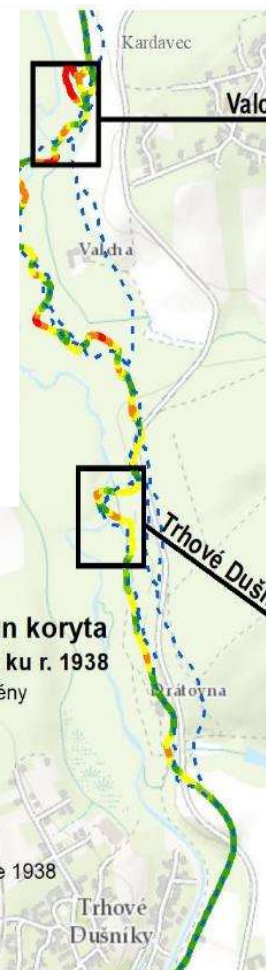


# Datování historicky znečištěných sedimentárních těles na řece Litavce (příbramský rudní revír)



**boční posun koryta  
toku z r. 1938 ku r. 2017**

- beze změny
- < 5 m
- 5-15 m
- 15-30 m
- 30-60 m
- tok v roce 1938





# Povodí Ohře



## Těžba v Krušných horách

- těžit se započalo už v pravěku
- od 12. století - těžba rud: stříbro, cín, olovo, měď, kobalt, železo, uran
- v budoucnu - těžba lithia?

## Povodně

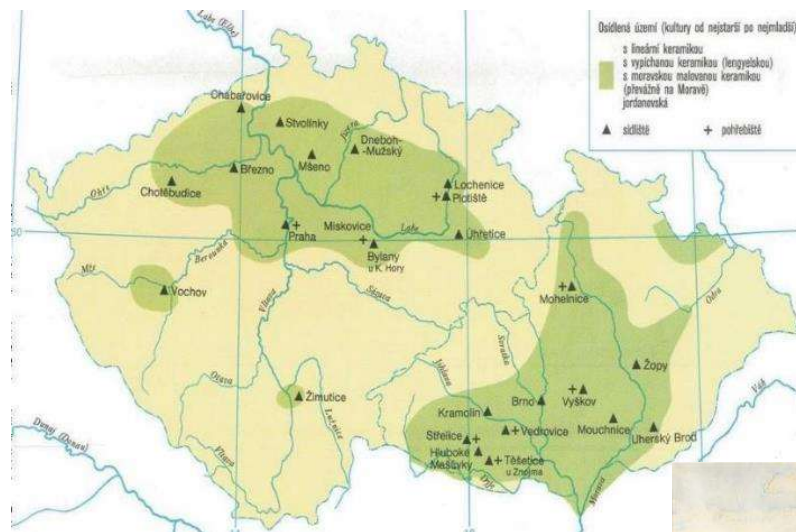
- nejstarší písemné záznamy z 14. a 15 století
- stoletá povodeň v 19. století – počátek regulace Ohře



© <https://www.vtei.cz/2019/10/nejveti-povodne-za-100-let/>

## Lidská přítomnost

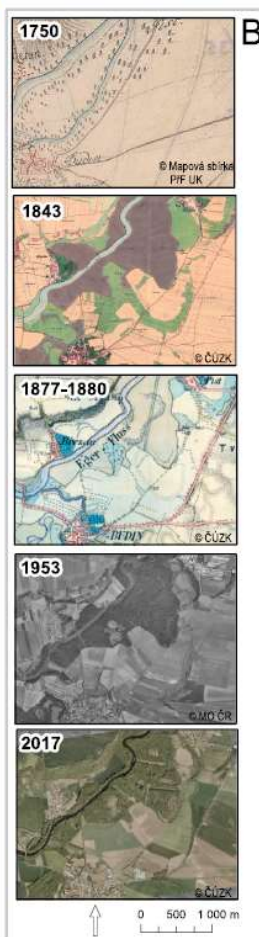
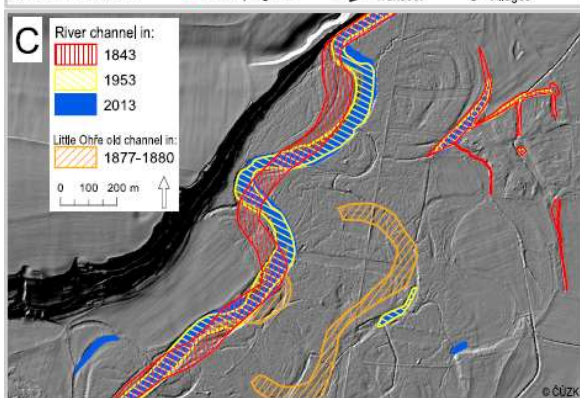
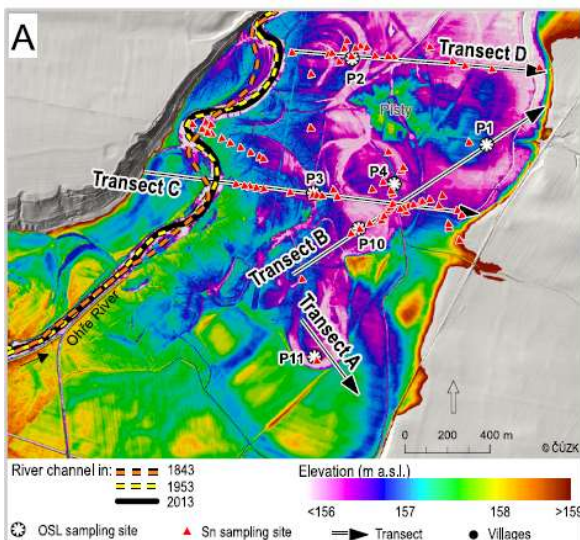
- na dolním toku se už v neolitu usadili zemědělci
- krajina byla odlesněna
- zásahy do koryta: jezy, náhony, napřimování,





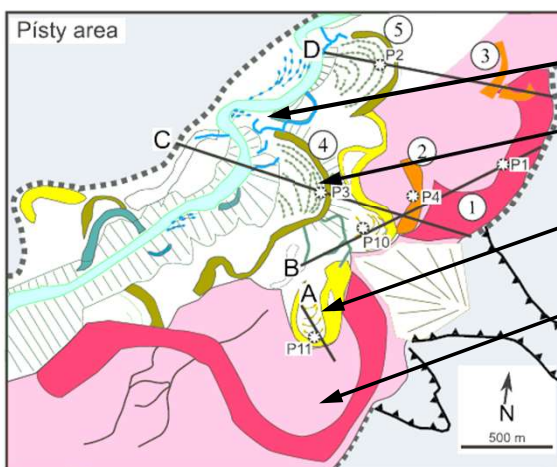


# GIT – není jen práce u PC, jakmile chceme zkoumat období starší než nejstarší mapy - CESTA ZPĚT V ČASE do 16. století



## Datování píku těžby v Krušných horách v 16. století

- cín v Krušných horách a Slavkovském lese
- stříbrná horečka v Jáchymově a dalších revírech
- V těch dobách ještě řeka aktivně meandrovala



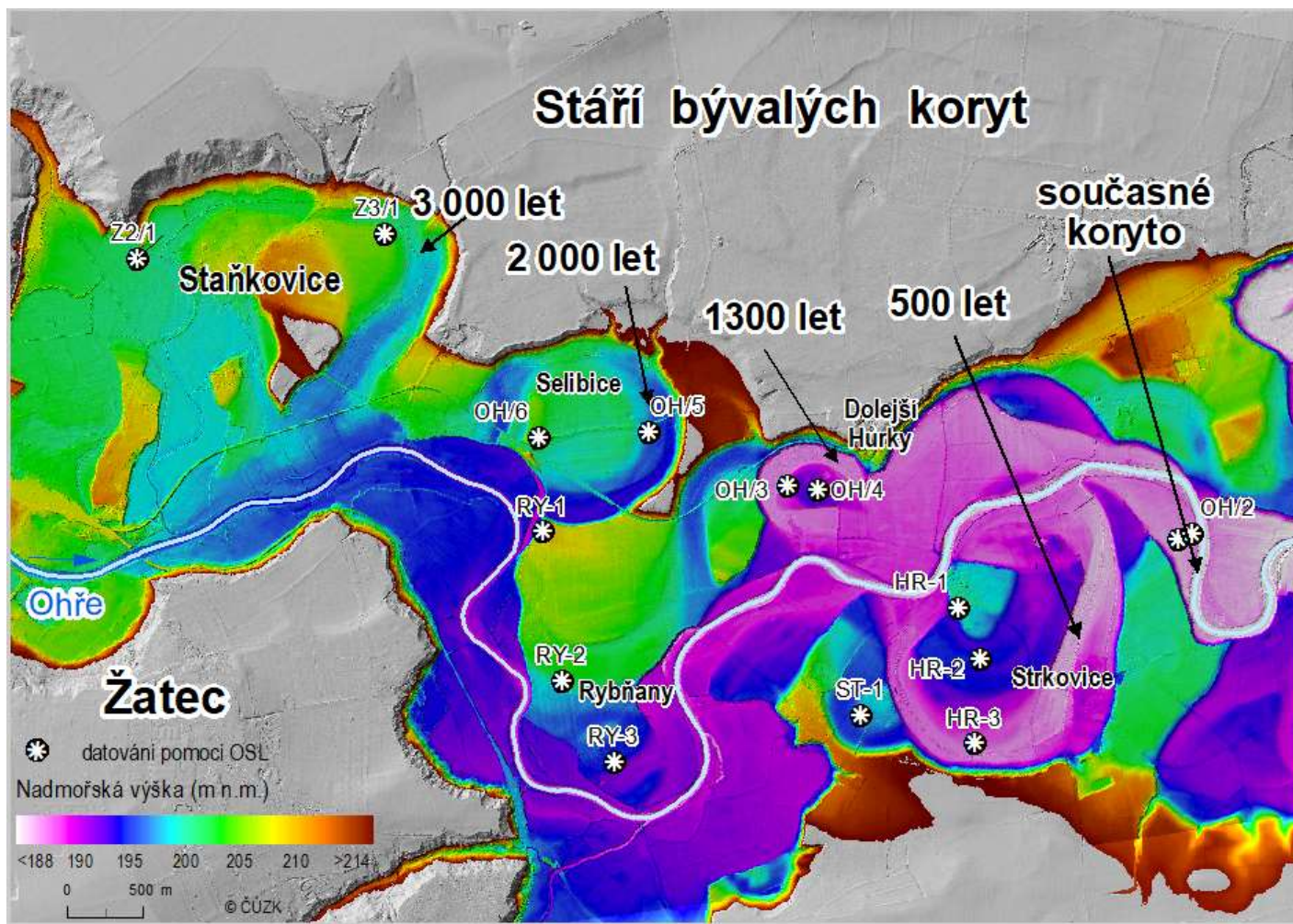
- kontaminace uranem a pesticidy – 20. století
- kontaminace cínem, olovem atd. – po 16. století
- žádná kontaminace, datování OSL - středověk
- datování OSL – konec poslední doby ledové







**GIT – není jen práce u PC, jakmile chceme zkoumat období starší než nejstarší mapy - CESTA ZPĚT V ČASE o několik tisíciletí před současnost**



## Geomorfologické hodnocení

- Řeka má dnes velmi málo zakřivené koryto
- Řeka dříve meandrovala
- Kdy přestala?

**Meandry jsou o jeden až dva řády mladší než uvádí geologické mapy**

| meandry              | Stáří (tisíc let) |              |
|----------------------|-------------------|--------------|
|                      | GEOČR50           | OSL datování |
| Staňkovice (Z3/1)    | 680 - 370         | 3            |
| Dolejší Hůrky (OH/4) | 680 - 370         | 2            |
| Selibice (OH/6)      | 300 - 130         | 12           |
| Selibice (OH/5)      | 300 - 130         | 2            |
| Strkovice a Rybňany  | 300 - 130         | max. 20      |



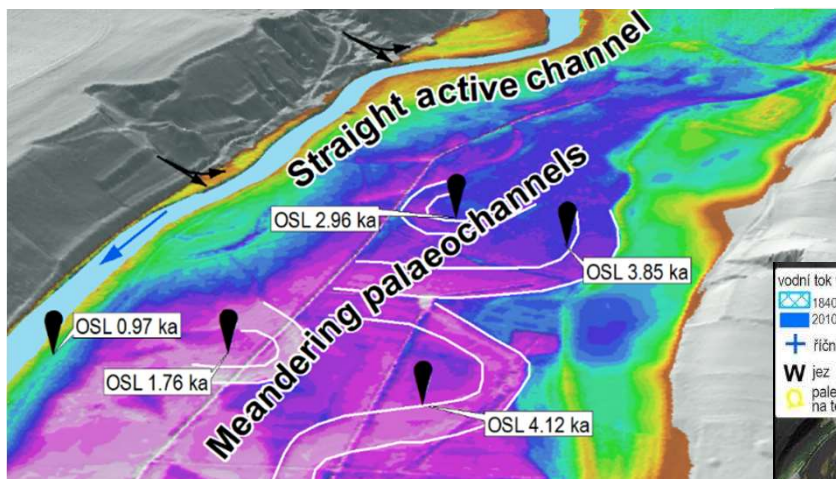


**GIT – není jen práce u PC, jakmile chceme zkoumat období starší než nejstarší mapy - CESTA ZPĚT V ČASE o několik tisíciletí před současnost**



## Geomorfologické hodnocení nivy řeky **Jizery**

- Řeka má dnes velmi málo zakřivené koryto
- Řeka dříve meandrovala
- Kdy přestala?
- Proč se to stalo?



- Je pozoruhodné, že meandrování na Ohři a Jizeře skončilo v podobné době
- Meandrování zřejmě končilo postupně v pozdním holocénu bez přímého zásahu lidí,
- ale v posledním tisíciletí už lidé meandrování zřejmě záměrně úspěšně bránili

**A bez GIT bychom na to rozhodně nepřišli**

Received: 3 March 2022 | Revised: 26 October 2022 | Accepted: 31 October 2022  
DOI: 10.1002/esp.2509

RESEARCH ARTICLE

ESPL WILEY

**Was the termination of the Jizera River meandering during the Late Holocene caused by anthropogenic or climatic forcing?**

Jitka Elzníková<sup>1</sup> | Timea Kiss<sup>2</sup> | Hans von Suchodoletz<sup>3</sup> | Tamás Bartyík<sup>2</sup> |  
György Sipos<sup>2</sup> | Zuzana Lendáková<sup>4</sup> | Kamila Fačevicová<sup>4</sup> | Ivana Pavlová<sup>4</sup> |  
Jaromír Kovárník<sup>5</sup> | Tomáš Matys Grygar<sup>1,4</sup>







**Děkuji za pozornost**

Ing. Jitka Elznicová, PhD.  
[jitka.elznicova@ujep.cz](mailto:jitka.elznicova@ujep.cz)

