



Univerzita Palackého  
v Olomouci

# Mapování antropogenní kontaminace sedimentů přehradních nádrží v povodí Váhu

**Mgr. Martin Žídek**  
**Katedra geologie, Přírodovědecká fakulta UPOL**



# Problematika sedimentace v přehradách

- Přehradní nádrže představují významnou bariéru v transportu říčních sedimentů. Zanášení přehradních nádrží přináší problémy environmentálního charakteru kvůli potenciální kontaminaci a snižující se zásobní kapacitě, čímž může dojít k omezení původní funkce nádrže.
- Porozumění přehradní sedimentaci je zásadní pro předpovídání budoucího vývoje nádrže, včetně možného odtěžení a následné likvidace kontaminovaných sedimentů.



# Problematika sedimentace v přehradách

- Při klesání unášecí schopnosti toku dochází s rostoucí vzdáleností od vyústění do přehrady k sedimentaci nejdříve hrubozrnných a následně jemnozrnnějších částic.
- Některé velmi jemnozrnné částice jílové povahy (pod 0,004 mm) prochází dále přes přehradu.
- Zachycovací schopnost vyjadřuje schopnost nádrže zadržet příchozí sedimenty a vyjadřuje se tedy procentuálním množstvím zachycených sedimentů.



# Problematika sedimentace v přehradách

- Čím vyšší zachycovací schopnost = tím rychlejší zanášení. Zachycovací schopnost se mění v důsledku měnící se kapacity (kolísání hladiny vody) a postupem času klesá vlivem zanášení nádrže.
- Zachycovací schopnost se může kumulovat v případě přehradní kaskády a výrazně tak redukovat množství sedimentů transportovaných do moří a oceánů.



# Problematika sedimentace v přehradách

- Nedostatek transportovaného materiálu dále pod přehradou způsobuje efekt tzv. „hladových vod“ a podporuje hloubkovou erozi dna a břehů koryta.
- Nejznámější případ v ČR je tok Morávky, kde došlo k zahloubení koryta až o 7 m oproti původnímu terénu.



Přírodní památka profil Morávky (MSK.cz)



# Problematika sedimentace v přehradách

- S postupným zpomalováním toku sedimentují nejdříve u vyústění řečiště hrubozrnná klastika, a dále směrem do otevřeného prostoru poté jemnozrnnější písky, silty a jíly.
- Dominantní složku sedimentu tvoří částice minerální povahy, které představují cca 95-98 % hmoty a jen 2-5% připadá na organické a antropogenní částice.



# Problematika sedimentace v přehradách

- Akumulací sedimentů dochází ke zmenšování zásobního prostoru a zásobní kapacity, což snižuje životnost nádrže.
- Zejména menší nádrže jsou více náchylné k zanášení z důvodu malého akomodačního prostoru.





# Charakteristika sedimentů a jejich kontaminace

- Těleso delty (i jiných sedimentů) však není homogenní a mění se u něj zrnitostní složení ve vertikálním i horizontálním směru.
- V zásadě platí, že menší frakce váže více polutantů díky svému jemnozrnnějšímu charakteru, jelikož menší frakce sedimentu má obecně vyšší podíl jílových minerálů a organické hmoty, přičemž kontaminanty jsou zde vázány chemickými vazbami na povrchu částic nebo do mezivrstevních struktur.



# Sledované veličiny

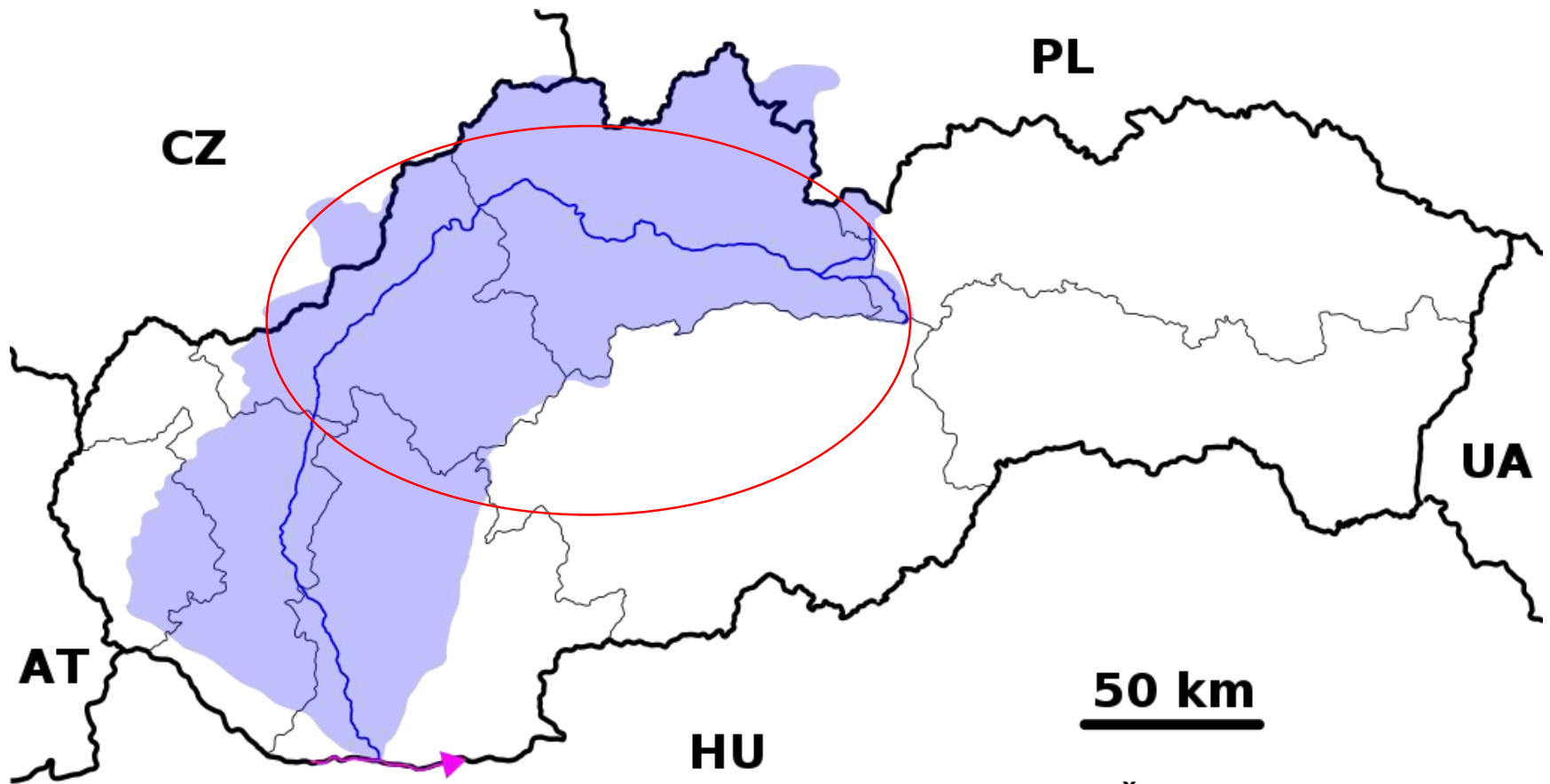
- fotometrie (org. hmota)
- magnetická susceptibilita
- datování sedimentu  $^{137}\text{Cs}$  - eventostratigrafie
- zrnitostní analýza (laserová granulometrie)
- prvková geochemie - XRF analýza
- na vybraných jádrech - org. polutanty (PAH, PCB, farmaka a hormony, C10-C40)



# Váh

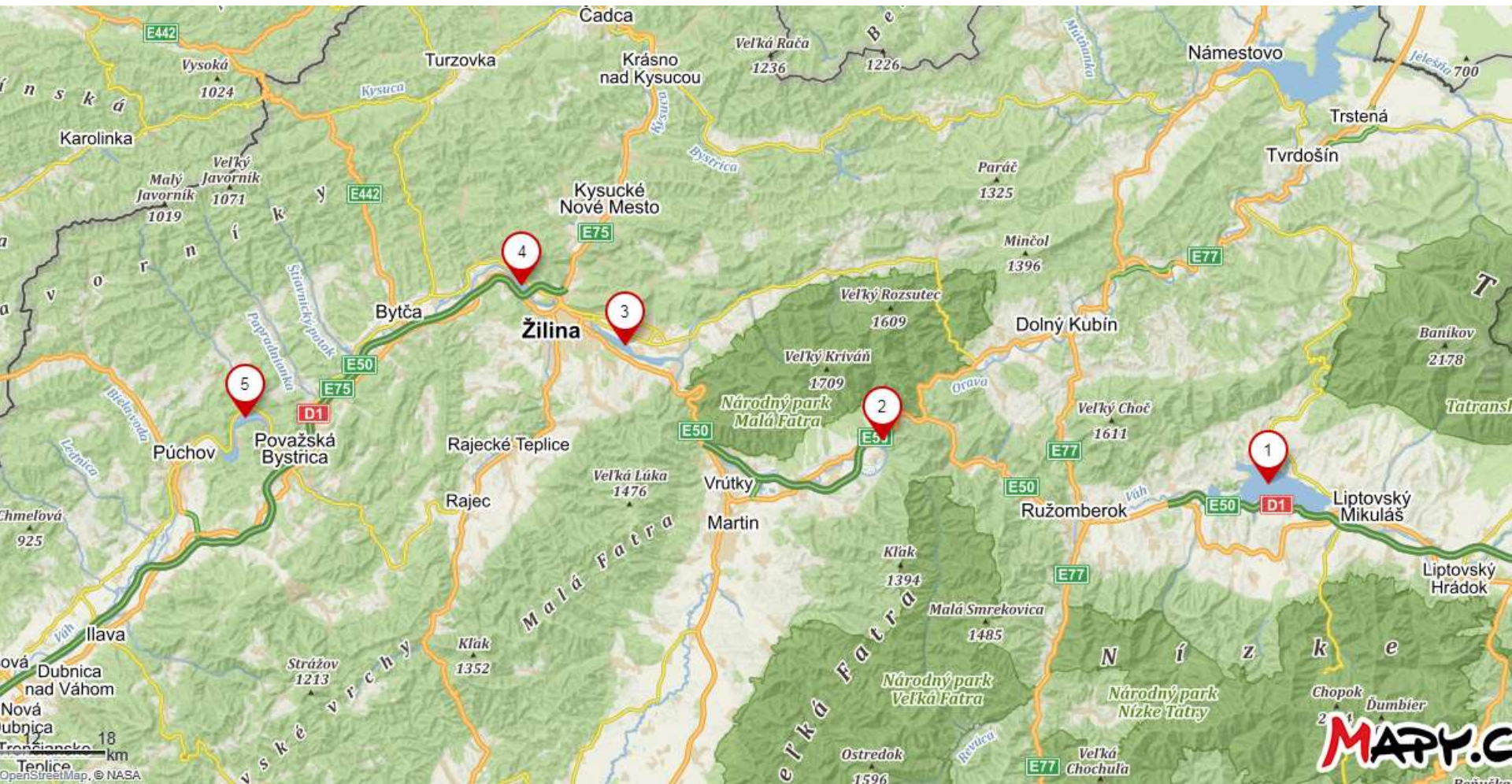
- Nejdelší řeka Slovenska s největším povodím
- Délka toku 403 km
- Vážská kaskáda – celkem 22 přehrad
- Průměrně vychází jedna přehrada na 18,3 km toku
- Realizovány odběry sedimentu z přehrad Hričov, Žilina, Nosice
- Plánovaná realizace odběrů sedimentu z přehrad Krpelany a Liptovská Mara

# Povodí Váhu



Červeně vyznačena  
zájmová oblast

# Povodí Váhu



1. Liptovská Mara
2. Krpelany

3. Žilina – 5 jader
4. Hričov – 6 jader
5. Nosice – 6 jader

Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)



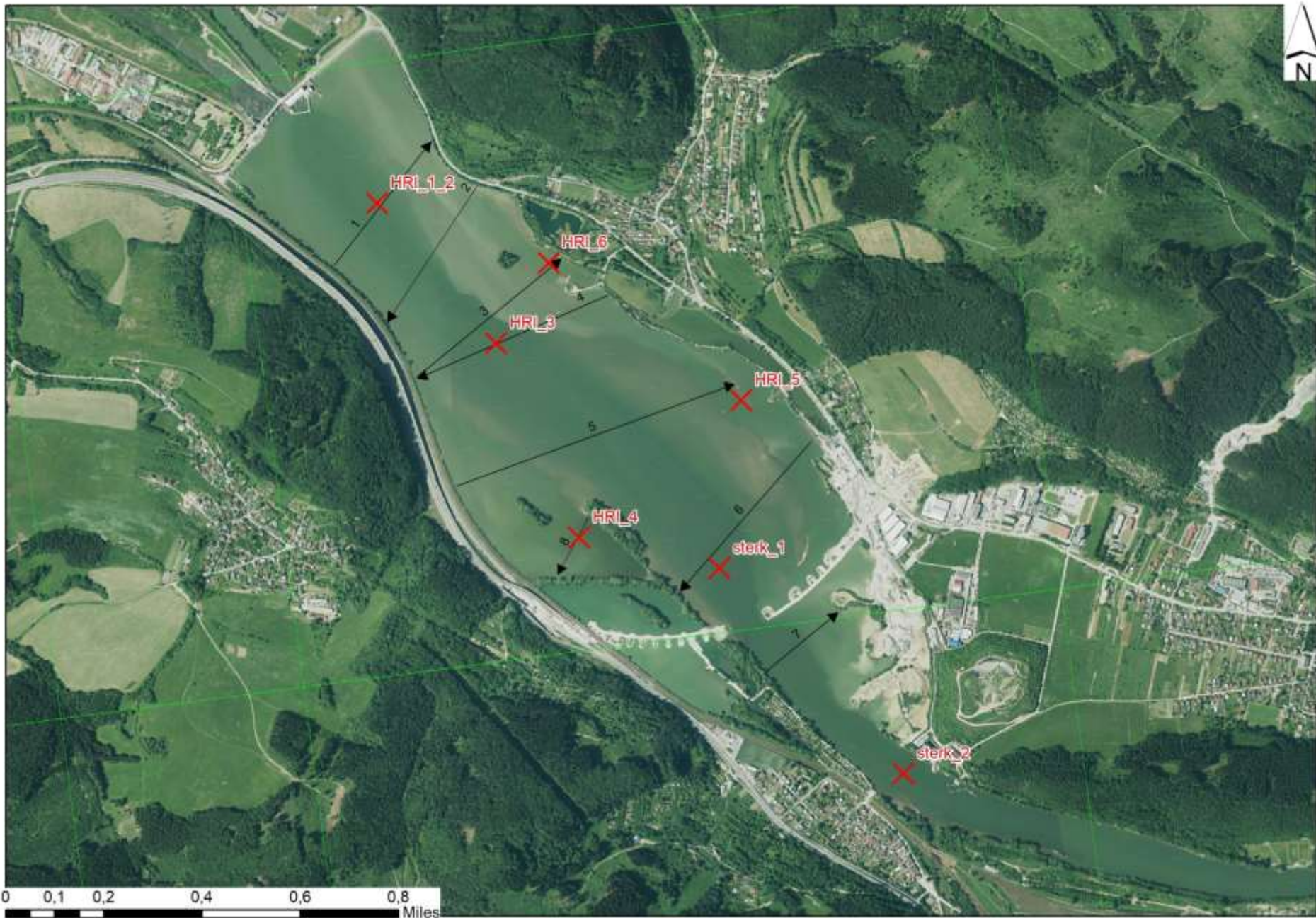
# Geologie zájmové oblasti

- Zájmová oblast vykazuje velkou dynamiku proměn geologického podloží, v podstatě se dá říci, že geologická stavba podloží se mění každých pár kilometrů.
- I přes tuto variabilitu je nejvíce erodována svrchní vrstva - materiál kvartérních sedimentů a recentních půd, případně antropogenních navážek. Samozřejmě s výjimkou povodňových eventů a přímé eroze odkrytého skalního povrchu



# Vodní nádrž Hričov

- Postavena 1958-1962, délka vzdutí hladiny 6,0 km, zatopená plocha 2,53 km<sup>2</sup>.
- V současnosti jsou sedimentem zaneseny cca 2/3 objemu nádrže, což velmi snižuje akumulární možnosti.
- Odebráno šest vrtných jader : HRI1 34 cm, HRI2 58 cm, HRI3 60 cm, HRI4 94 cm, HRI5 10 cm, HRI6 74 cm.
- Cílem odběrů bylo odebírat sedimenty nejjemnější frakce – tedy pelagické sedimentace tak, aby byly co nejméně ovlivněny přímým splachem z přítoků do nádrže.



Mapa profilů měřených pomocí georadaru a vyznačení míst odběru jader





# Vrtná platforma

- Plovoucí vrtná platforma vlastní konstrukce umožňuje přímý odběr vrtných jader ze dna nádrže do hloubky vodního sloupce až 50 m.
- Odběrák (Uwitec, Rakousko) je zavěšen na ocelovém lanku a funguje na gravitačním principu (nedochází ke kompakci jádra).
- Byly provedeny odběry jader délky od 1 do cca 100 cm.
- Jádra byla odebírána do plastových tubusů a poté uchována v chladicím boxu až do dalšího zpracování (dělení, sušení, analýzy...).



Plovoucí vrtná platforma vlastní konstrukce



Odebírání vrtného jádra z plovoucí vrtné platformy



Fotodokumentace vrtného jádra z přehrady Hričov s viditelnou proměnou v zrnitostní frakci sedimentace

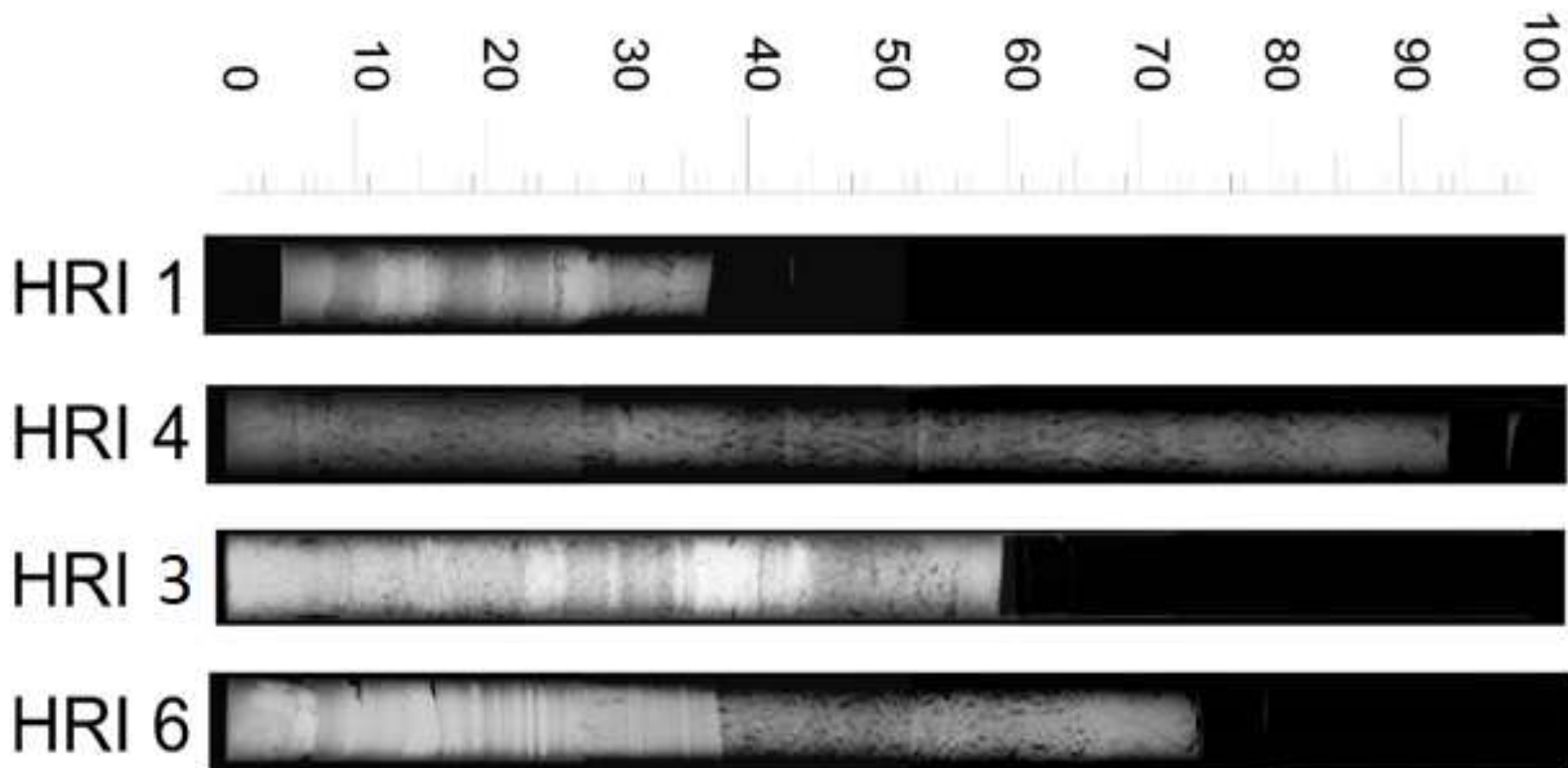


Fotodokumentace vrtného jádra HRI1 z přehrady Hričov s viditelnou proměnou v obsahu organické hmoty



# RTG densitometrie

- Vybraná jádra byla podrobena RTG densitometrii.
- Metoda je založena na pronikání RTG paprsků přes jádro a jejich následnému záznamu.
- Heterogenity v jádře se projeví jako kontrastní rozdíly (světlé nebo tmavé), kdy tmavší vrstvy představují materiál jílové nebo organické povahy, zatímco světlé vrstvy absorbující více RTG záření odpovídají hrubozrnnějším frakcím.



RTG odebraných vrtných jader z přehrady Hričov s viditelnou proměnou v zrnitostní frakci sedimentace



# Vodní nádrž Žilina

- Dokončena v roce 1998, délka vzdutí hladiny 7,5 km.
- Vodní dílo se potýká s problémy s kvalitou vody kvůli rozkolísaným přítokům v průběhu roku.
- Odebráno pět vrtných jader o délce: ZIL1 78 cm, ZIL2 30 cm, ZIL3 72 cm, ZIL4 79 cm, ZIL5 53 cm.
- Cílem odběrů bylo opět odebírat sedimenty nejjemnější frakce – tedy pelagické sedimentace tak, aby byly co nejméně ovlivněny přímým splachem z přítoků do nádrže.





Převoz odebraných vrtných  
jader z přehradních  
sedimentů nádrže Žilina v  
plastových tubusech



# Vodní nádrž Nosice

- Postavena v letech 1949-1957, max. hloubka 18 m.
- 11 let od zahájení napouštění bylo v roce 1967 provedeno zaměření zaplnění. Výsledek byl cca 1 mil. m<sup>3</sup> (přibližně 3 % projektovaného objemu).
- Odebráno šest vrtných jader: NOS1, NOS2, NOS3, NOS4, NOS5, NOS6.
- Cílem odběrů bylo opět odebírat sedimenty nejjemnější frakce – tedy pelagické sedimentace tak, aby byly co nejméně ovlivněny přímým splachem z přítoků do nádrže.



Jádro NOS3 v přehradě  
Nosice s poznačenými GPS  
souřadnicemi



# Závěr

- Odběr vzorků sedimentů pomocí plovoucí vrtné platformy umožňuje mapovat rozsah kontaminace přehradních sedimentů z vrtných jader odebíraných přímo ze dna vodních nádrží a jejich kvantitativní a kvalitativní stanovení a vyhodnocení pomocí geologických a geochemických metod bez nutnosti vypuštění vodní nádrže, což eliminuje znehodnocení kompletního sedimentárního záznamu při vypouštění, kdy je sediment často erodován vodou stékající po jeho povrchu a poté opět ukládán na jiném místě.



# Závěr

- Vzorky je touto metodou možno získat v podstatě z libovolného místa nádrže nezávisle na hloubce či přístupu ze břehu.
- Nutností je ovšem přítomnost dostatečné vrstvy jemnozrnného sedimentu, neboť vzorkovací zařízení není schopno odebírat vzorky v sedimentech hrubší zrnitostní frakce než písek (i ten způsobuje při odběrech problémy).
- Vzorek sedimentu je poté možno analyzovat klasickými analytickými, geologickými a chemickými metodami pro analýzu kvalitativních i kvantitativních parametrů.



Univerzita Palackého  
v Olomouci

# Děkuji za pozornost





## Použitá literatura:

- Sedláček J. (2013): VYSOKOROZLIŠUJÍCÍ STRATIGRAFIE A HISTORIE KONTAMINACE RECENTNÍCH SEDIMENTŮ PŘEHRADNÍCH NÁDRŽÍ NA MORAVĚ.
- Matys Grygar T. a kol. (2018): Changes in the geochemistry of fluvial sediments after dam construction (the Chrudimka River, the Czech Republic)
- Mahmood (1987): Reservoir Sedimentation: Impact, Extent and Mitigation. World Bank Technical Paper No. 71, Washington D.C.
- Ciszewski, Grygar (2016): A Review of Flood-Related Storage and Remobilization of Heavy Metal Pollutants in River Systems
- Palanques (2014): Massive accumulation of highly polluted sedimentary deposits by river damming
- Šille, Mičuda (2019): STAV SEDIMENTOV VÝZNAMNÝCH VODNÝCH STAVIEB VÁHU



Univerzita Palackého  
v Olomouci

# Internetové zdroje:

- Geologická mapa SR online <https://apl.geology.sk/gm50js/>
- Geologie SR - [geologie.vsb.cz](http://geologie.vsb.cz)
- [https://www.msk.cz/cz/zivotni\\_prostredi/profil-moravky-92/](https://www.msk.cz/cz/zivotni_prostredi/profil-moravky-92/)
- [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)
- [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- Další internetové zdroje