



HRZZ
Hrvatska zaklada
za znanost



Procjena podlokavanja oko stupova zaštićenih riprapom

izv. prof. dr. sc. Gordon Gilja
Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet, Zavod za hidrotehniku

Zagreb, 21. ožujka 2024.

Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom R3PEAT (UIP-2019-04-4046)

Uvod

- **Financiranje:**
 - R3PEAT je projekt financiran od strane Hrvatske zaklade za znanost pozivom “Uspostavni istraživački projekti” (UIP-2019-04-4046)
 - Cilj je programa „Uspostavni istraživački projekti” potpora osnivanju novih istraživačkih grupa mladih znanstvenika kako bi se ubrzala uspostava samostalnih istraživačkih karijera nakon stjecanja doktorata znanosti.
- **Trajanje:**
 - prosinac 2019 – prosinca 2024
- **Budžet:**
 - ~250.000,00 €

Članovi istraživačke grupe

- Istraživači:

- Nikola Adžaga
- Gordon Gilja (voditelj)
- Kristina Potočki
- Matej Varga



ETH zürich



- Doktorandi:

- Robert Fliszar
- Antonija Harasti
- Martina Lacko

- Poslijedoktorandi:

- Zaid Alhusban
- Marko Šrajbek

- Vanjski suradnici:

- Manousos Valyrakis
- Mark Žic



Motivacija

- Veliki broj mostova u Europi je pri kraju uporabnog vijeka, dok se istovremeno vjerojatnost pojave ekstremnih klimatskih uvjeta (npr. poplava) povećava
- Poplave utječu na morfodinamičke promjene u koritu, kao što je npr. podlokavanje uz elemente mostova koje može utjecati na sigurnost mosta



Most Jakuševac, Zagreb (2009)



Most Jakuševac, Zagreb (2009)

Motivacija

- Istraživački fokus projekta je istraživanja procesa podlokavanja uz riprapp zaštitu stupa mosta – odnosno postojeće građevine čiji je stupanj sigurnosti i stabilnosti u novim hidrauličkim uvjetima nepoznat



Most Ivanja Reka, Zagreb



Most Osijek



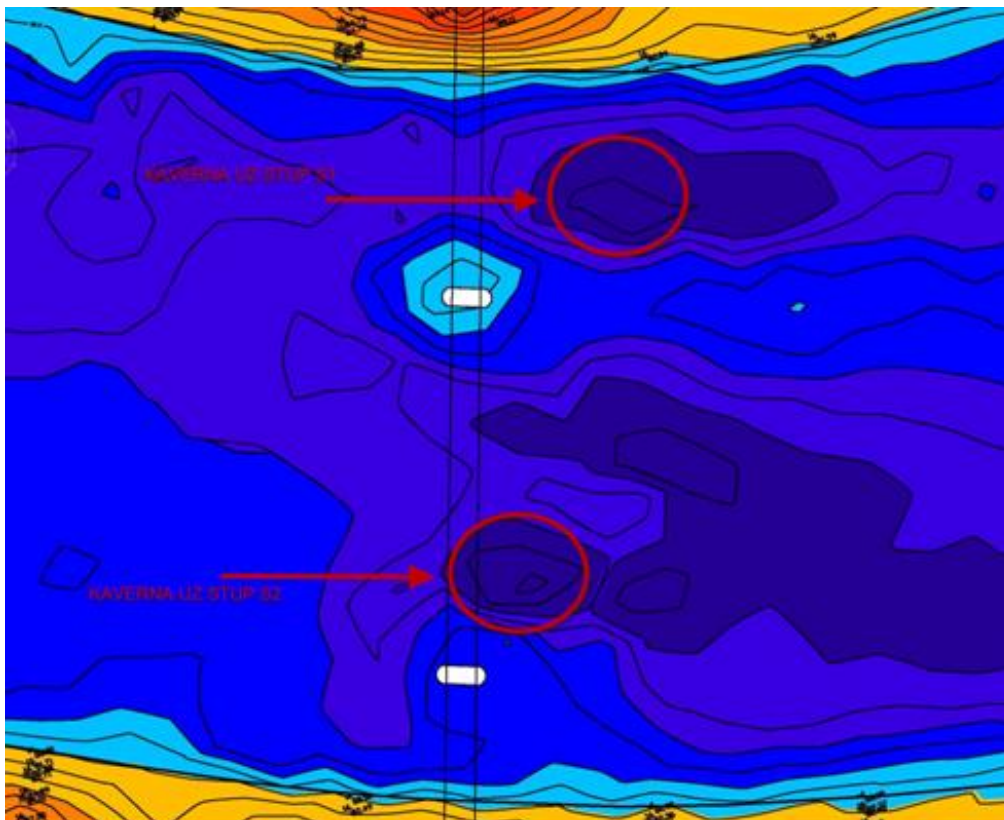
Savski most, Zagreb



Most Jasenovac

Motivacija

- Najčešći uzrok urušavanja riprapa je podlokavanje uz nožicu, što uzorkuje osipanje pojedinačnih elemenata u kavernu i posljedično njeno pomicanje nizvodno

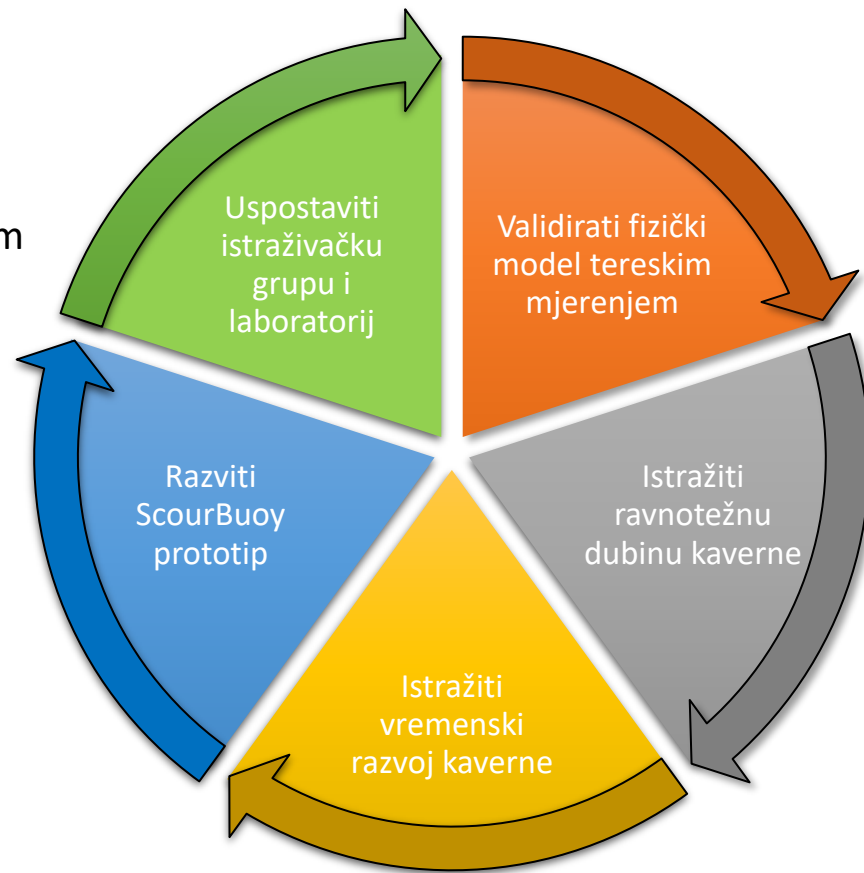


Istraživački ciljevi

- Glavni cilj projekta R3PEAT je premostiti postojeći jaz u znanju koji povezuje razvoj podlokavanja i hidraulike toka u mostovskom profilu

- Istraživački ciljevi

1. Uspostaviti istraživačku grupu i laboratorij
2. Validirati fizički model terenskim mjerenjem
3. Istražiti ravnotežnu dubinu kaverne:
 - Faza I: fizički model
 - Faza II: numerički model
4. Istražiti vremenski razvoj kaverne:
 - Faza I: fizički model
 - Faza II: numerički model
5. Razviti ScourBuoy prototip



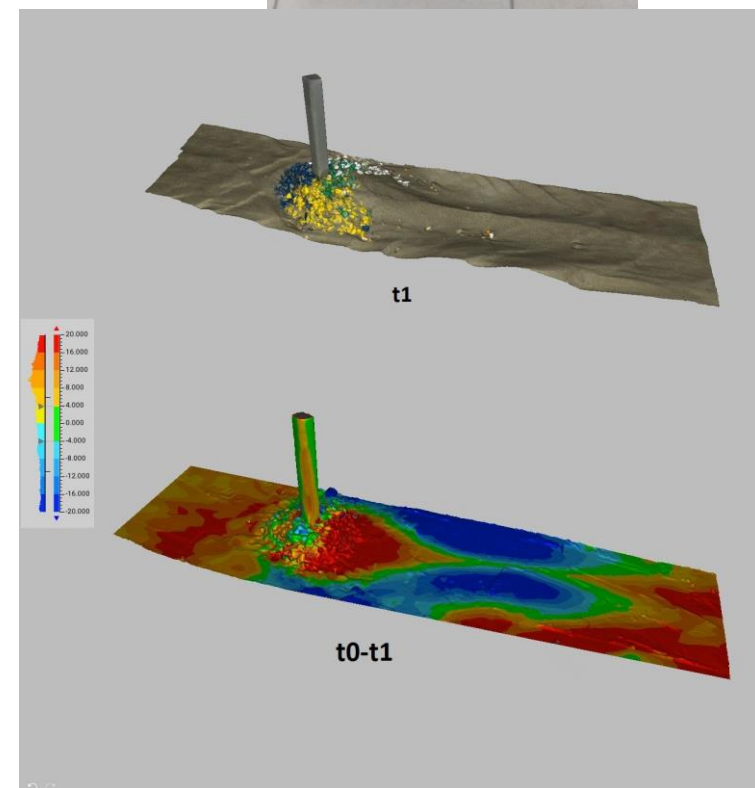
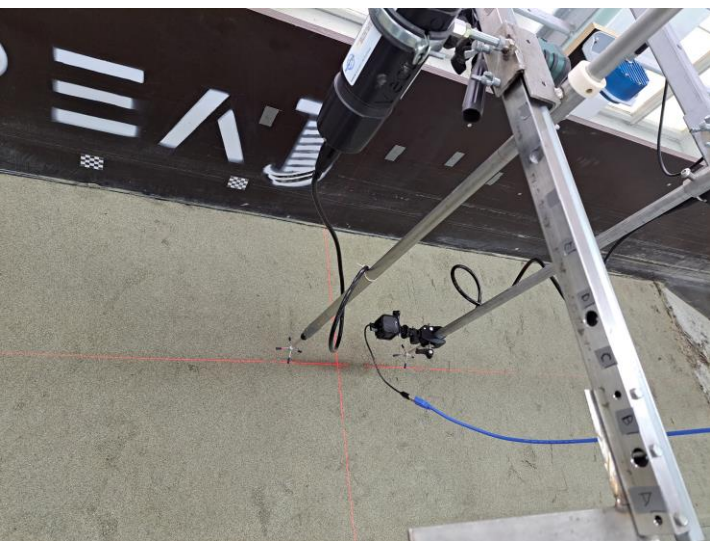
Uspostaviti istraživačku grupu i laboratorij

- Hidraulički kanal: 13 m duljine, 0.9 m širine, 0.9 m dubine
 - Obnova staklenih stijenki
 - Popravak i povećanje kapaciteta crpki
 - Izrada vodilica za precizno pozicioniranje mjerne opreme



Uspostaviti istraživačku grupu i laboratorij

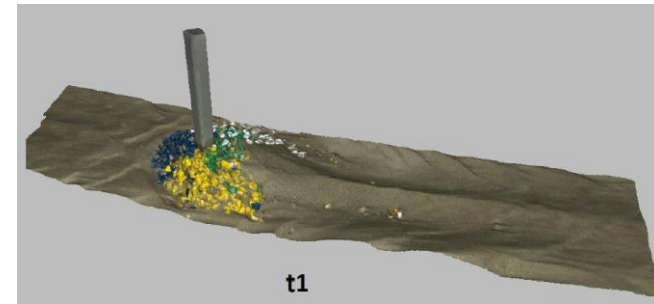
- Mjerna oprema
 - 2 Nortek Vectrino profilerera
 - Nadogradnja postojećeg uređaja na Vectrino+ verziju
 - Artec Eva 3D skener
 - Geolux sensor za mjerenje vodostaja



Validirati fizički model terenskim mjerenjem

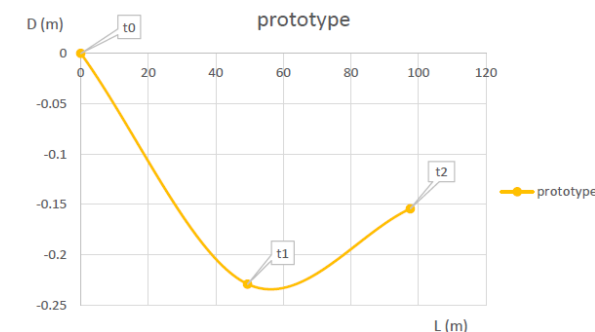
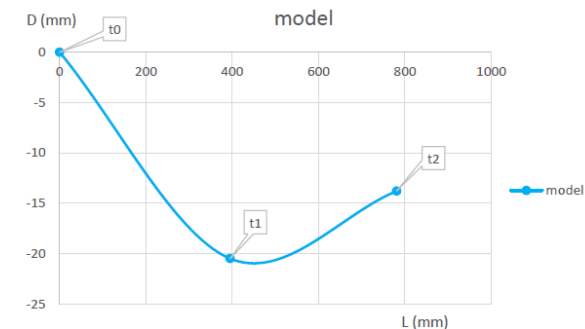
- Završeno:

- Određivanje mjerila modela
- Terenska mjerenja
- Izrada eksperimentalnog okvira (korito u hidrauličkom kanalu, geometrija stupa i riprapa, MATLAB skripte za filtraciju i prikaz podataka)



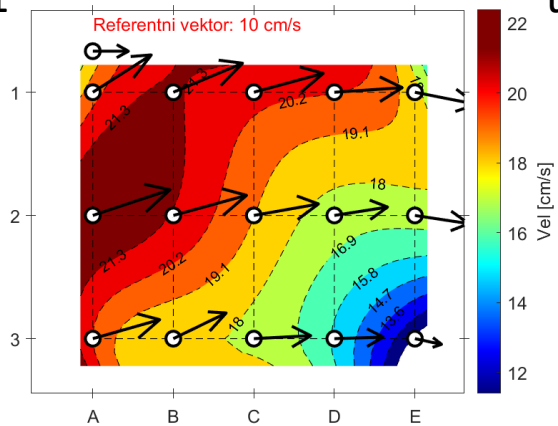
- Publikacije:

- Gilja, G.; Fliszar, R.; Harasti, A.; Valyrakis, M.: **Calibration and Verification of Operation Parameters for an Array of Vectrino Profilers Configured for Turbulent Flow Field Measurement around Bridge Piers—Part II** // *Fluids*,
- Gilja, G.; Fliszar, R.; Harasti, A.; Valyrakis, M.: **Calibration and Verification of Operation Parameters for an Array of Vectrino Profilers Configured for Turbulent Flow Field Measurement around Bridge Piers—Part I** // *Fluids*, 7 (2022), 10; 315, 18 doi:10.3390/fluids7100315
- Gilja, G.; Fliszar, R.; Harasti, A.; Adžaga, N.: **Verification of the pier scour development in the experimental environment** // *EGU General Assembly 2022*, EGU22-4631, doi:10.5194/egusphere-egu22-4631
- Fliszar, R.; Gilja, G.; Harasti, A.; Potočki, K.: **Scaling approach for physical modelling of pier scour** // *EGU General Assembly 2021*, EGU21-171, doi:10.5194/egusphere-egu21-171

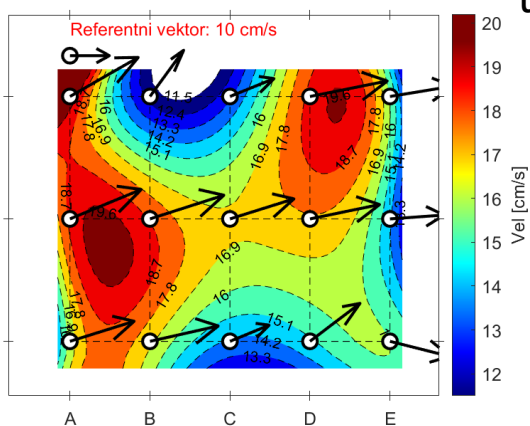


Vremenski razvoj kaverne

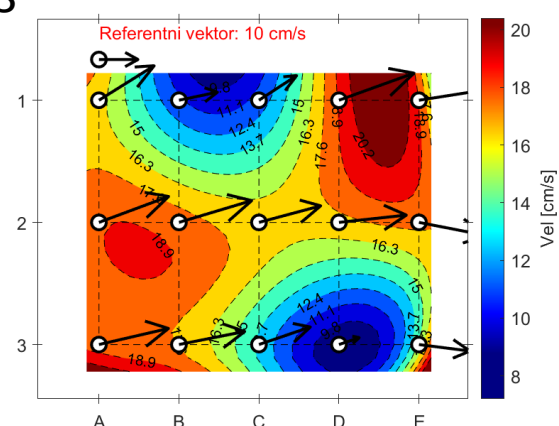
t1



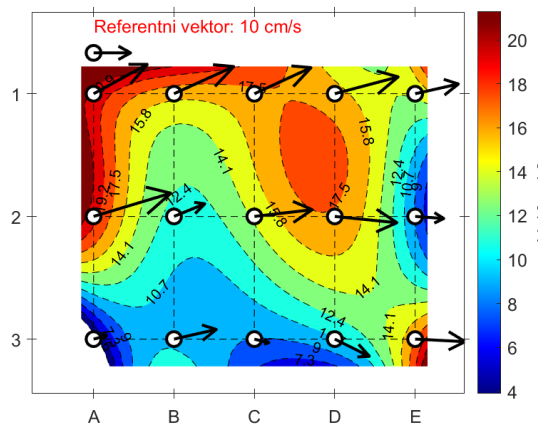
t2



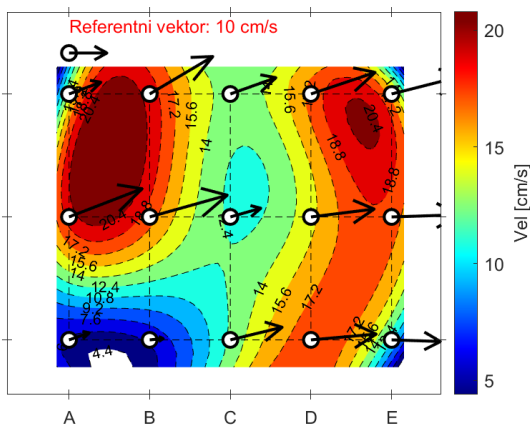
t3



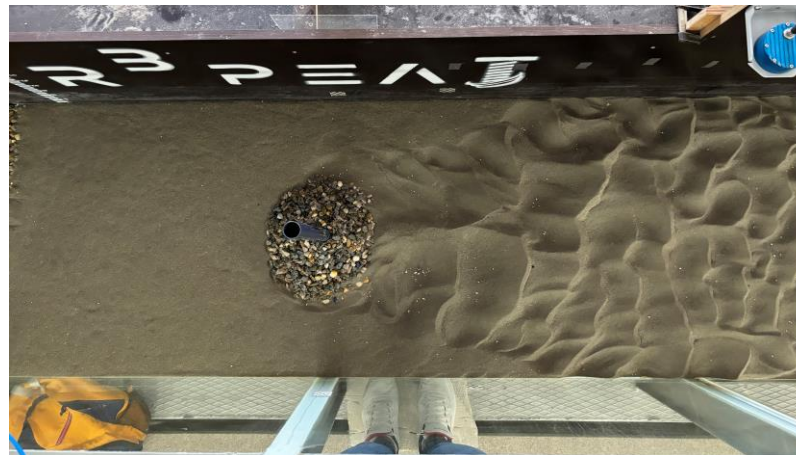
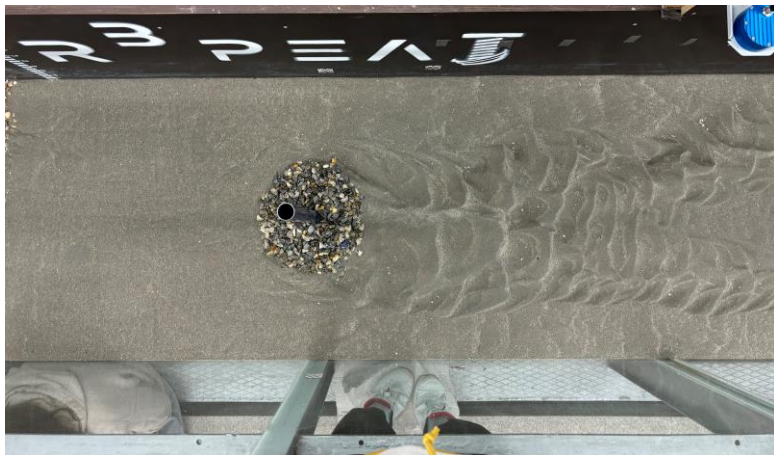
t4



t5



Ravnotežna dubina kaverne



Ravnotežna dubina kaverne

Ista brzina toka

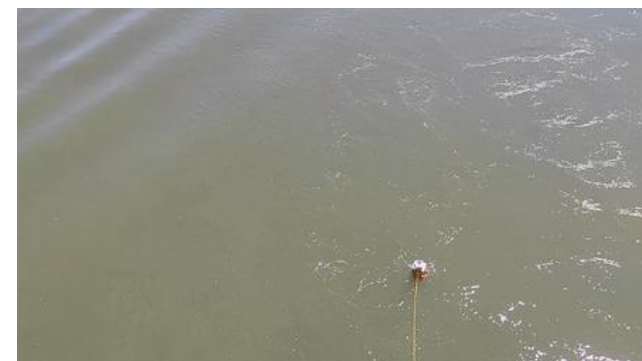
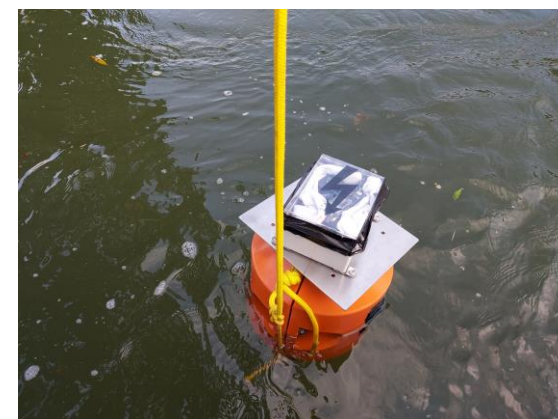


- **Publikacije:**

- Gilja, G.; Drandić, L.; Fliszar, R.; Harasti, A.: **Experimental study of turbulent kinetic energy of flow over scoured riverbed** // *EGU General Assembly 2023*, EGU23-11685, doi.org/10.5194/egusphere-egu23-11685
- Fliszar, R.; Gilja, G.: **Evaluation of riprap failure impact on the downstream scour hole** // *EGU General Assembly 2022*, EGU22-6355, doi:10.5194/egusphere-egu22-6355
- Fliszar, R.; Gilja, G.: **Pregled metoda za praćenje lokalnog podlokavanja uz stupove mosta** // *Zajednički temelji 2021*, Mostar, Bosna i Hercegovina, 2021., 33-38, doi:10.5592/CO/ZT.2021.05
- Fliszar, R.; Gilja, G.: **Research approach for estimation of deflected scour hole characteristics developed next to riprap protection** // *7. Doctoral symposium in civil engineering*, Zagreb, 2021. str. 95-106, doi:10.5592/CO/PhDSym.2021.08

ScourBuoy prototip

- ScourBuoy – sustav za praćenje vremenskog razvoja podlokavanja
 - Autonoman, jeftin uređaj koji se može (p)ostaviti tijekom poplave
 - Položaj ScourBuoy-a je prilagodljiv lokaciji kaverne - može se postaviti sidrenjem u koritu ili vezano na most



ScourBuoy prototip

- Senzori
 - Echosounder EA400
 - Senzor nagiba i kompasa StarOddi
 - Mobiteli za prikupljanje lokacije/nagiba/kompasa i telemetriju
 - Ublox GPS



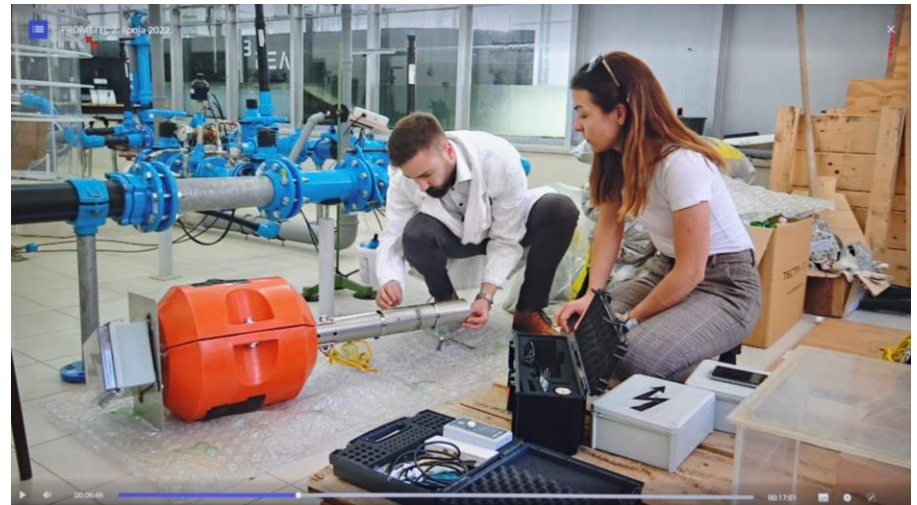
Diseminacija i usavršavanje

- Predstavljanje projektata u znanstvenim emisijama, konferencijama, stručnim skupovima,...

<https://youtu.be/QiKMryRLHM8?t=1540>

- Publikacije:

- <https://www.croris.hr/projekti/projekt/4496>
- 7 radova u časopisima
- 24 rada na konferencijama



Mladi istraživači

- Razvoj karijera doktoranada:
 - 13 međunarodnih konferencija
 - 3 domaće konferencije
 - 4 ljetne škole
 - 5 radionica
 - ...
- Aktivno sudjelovanje studenata:
 - 7 završnih radova, 3 diplomska rada, 3 rada za Rektorovu nagradu (2 nagrađena + 1 nagrada Dekana)



Nastavak istraživanja

- Dovršavanje publikacija iz provedenih istraživanja
- Doktorandi brane svoje doktorske radove
- Nastavak sličnih istraživanja
- Uspješno prijavljen projekt iNNO SED (iNNOvative SEDiment management in the Danube River Basin) u okviru Poziva HORIZON-MISS-2023-OCEAN-01, HORIZON Innovation Actions
 - Trajanje: rujan 2024 – rujan 2029
 - Voditelj: Budapest University of Technology and Economics
 - 24 partnerske organizacije
 - 22 pridružene organizacije



Nastavak istraživanja

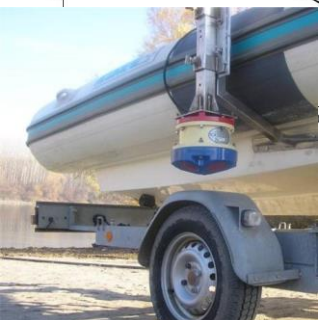
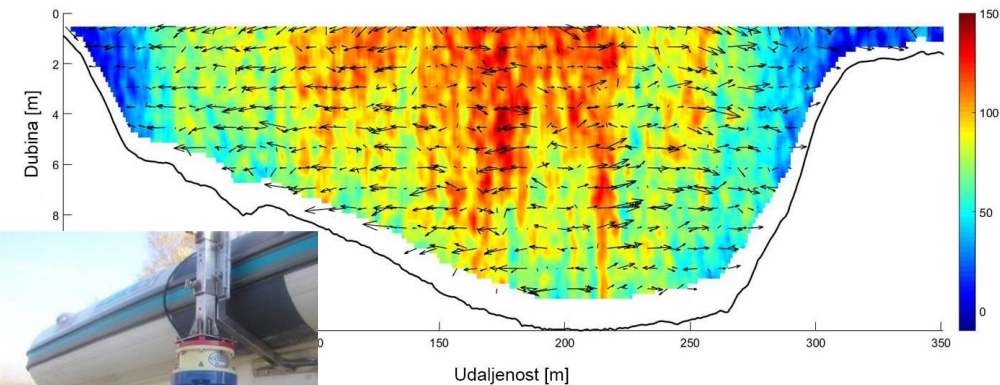
- Osnovan Laboratorij za riječnu dinamiku i pronos nanosa - RISED pod Zavodom za hidrotehniku Građevinskog fakulteta

RISED LABORATORY FOR RIVER
AND SEDIMENT DYNAMICS

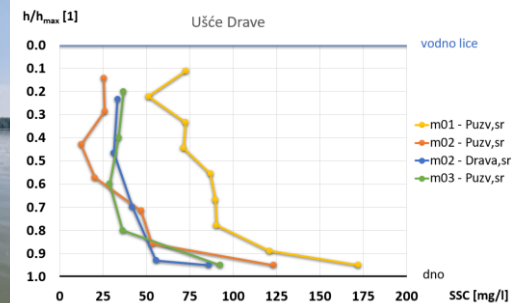
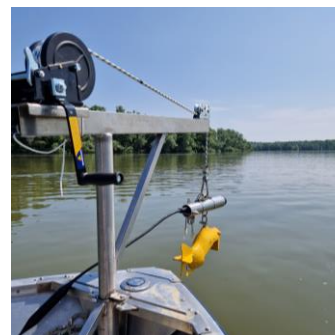
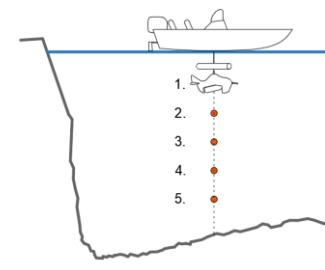
- Djelatnost: praćenje kretanja vučenog i suspendiranog nanosa u rijekama
- Korištenje inovativnih neinvazivnih (akustičkih) metoda

Nastavak istraživanja

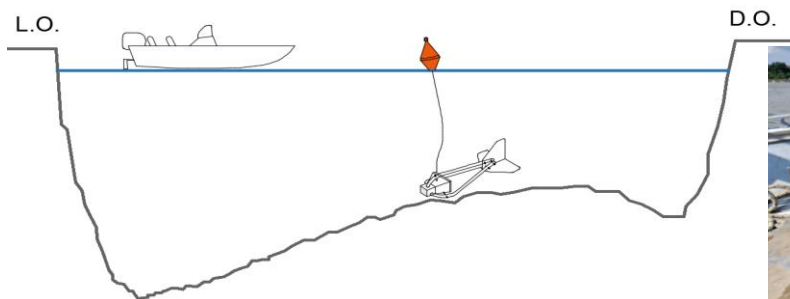
- Protok i polje brzine:



- Suspendirani nanos:



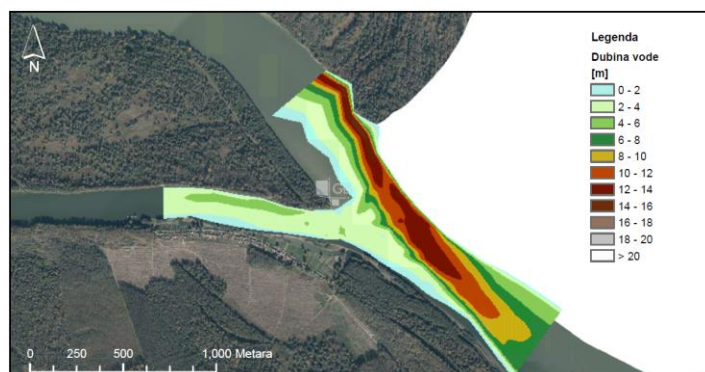
- Vučeni nanos:



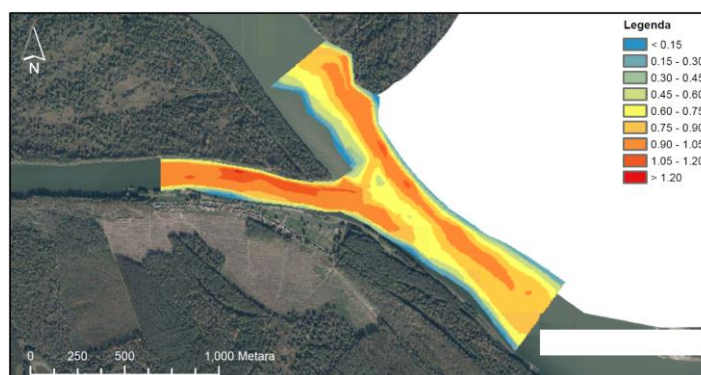
Nastavak istraživanja

- Vlastiti algoritam za vizualizaciju i obradu podataka
 - Prikaz prostorne raspodjele ključnih parametara za procjenu kretanja nanosa

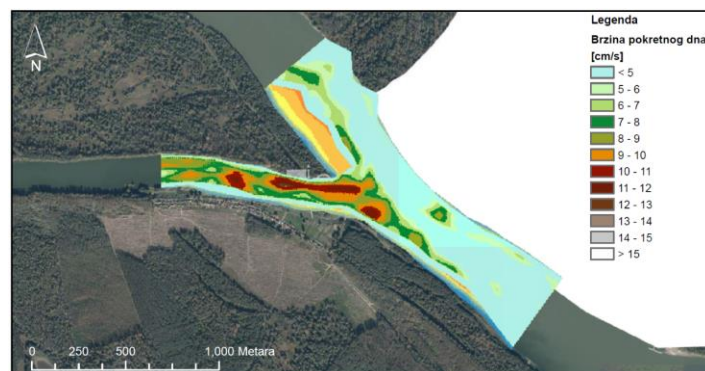
Batimetrija (dubina vode)



Polje brzine vode



Polje brzine pokretnog dna (indikator kretanja vučenog nanosa)



Polje koncentracije suspendiranog nanosa



Hvala na pažnji

Kontaktirajte nas:

www.grad.hr/r3peat

gordon.gilja@grad.unizg.hr



RISED

R3PEAT



Ovaj rad je sufinancirala Hrvatska zaklada za znanost projektom
R3PEAT (UIP-2019-04-4046)