

# Interreg



UNIONE EUROPEA  
EVROPSKA UNIJA

## ITALIA-SLOVENIJA



GreenHull

Progetto standard co-finanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale  
Standardni projekt sofinancira Evropski sklad za regionalni razvoj

# *Razvoj inovativnih zelenih tehnologij za odstranjevanje biološke obrasti s trupa ladij*

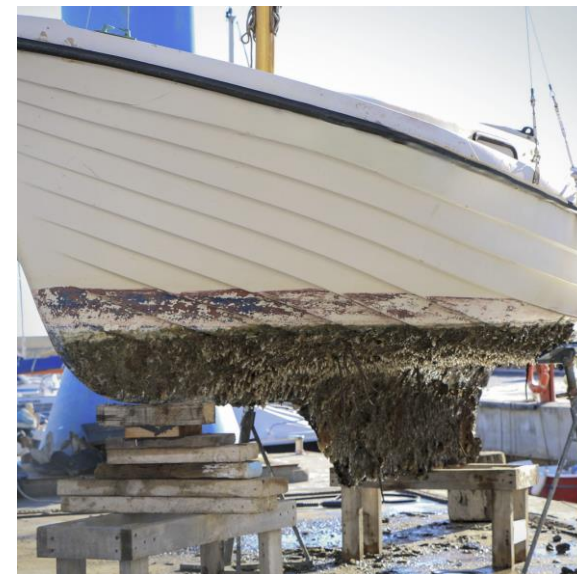
*Uroš Puc*

*Mednarodna podiplomska šola Jožefa Stefana (MPŠ), uros.puc@mps.si*

Blueware Slovenija → Tehnološki park Ljubljana, 11. maj 2023

# Kaj je biološka obrast?

“kolonizacija potopljenih površin z mikroorganizmi, kot so bakterije, in ima uničujoče učinke na umetne naprave, ki se uporabljajo na različnih področjih (Varin et al., 2013; Yoon et al., 2013)”



**Interreg**

ITALIA-SLOVENIJA

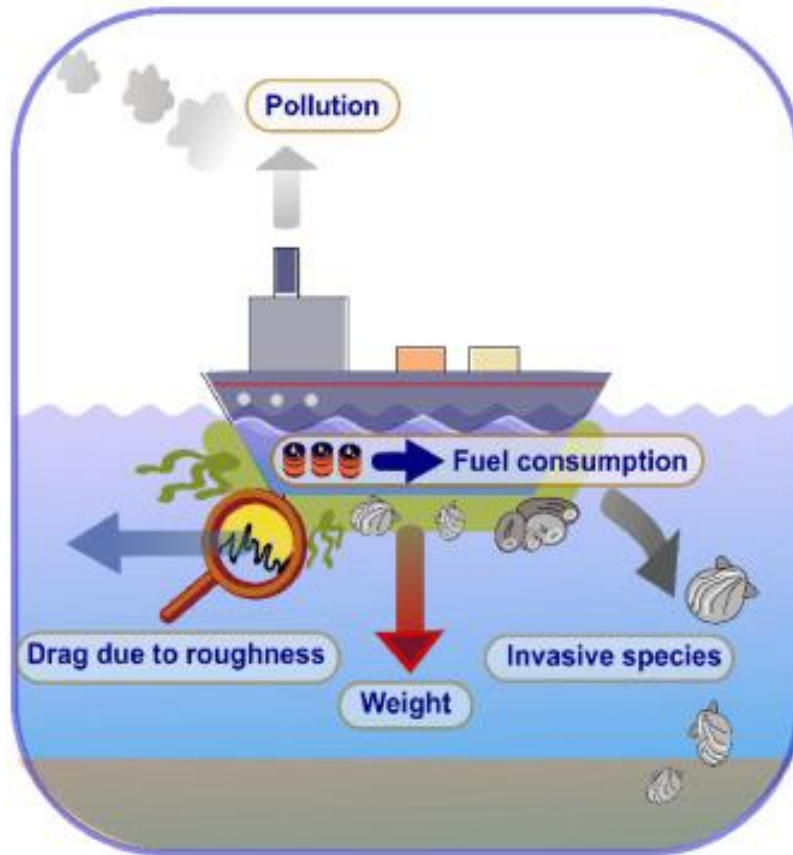


UNIONE EUROPEA  
EVROPSKA UNIJA

Progetto standard co-finanziato dal Fondo europeo di sviluppo regionale  
Standardni projekti sofinancirani Evropski sklad za regionalni razvoj

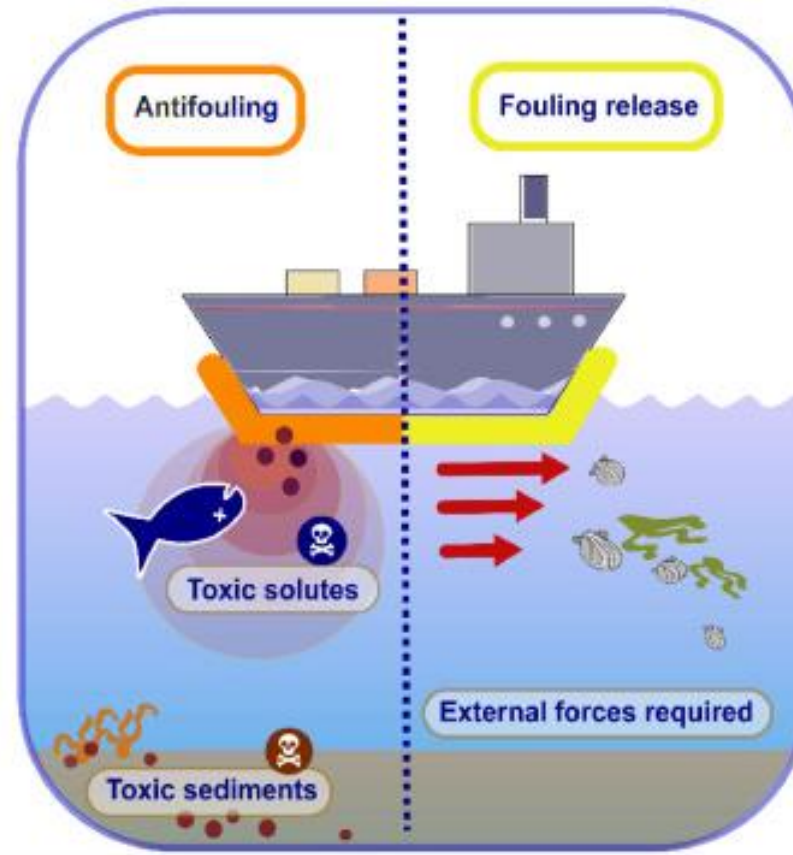
# Izziv → Težave povezane z biološko obrastjo trupa ladij

## Težave z biološko obrastjo



Večji upor plovila –  
višja poraba goriva  
in s tem višje CO<sub>2</sub>  
emisije

## Slabosti antivegetativnih premazov



Plovila so močan  
vektor vnosa  
tujerodnih vrst in  
zmanjšanja lokalne  
biodiverzitete

Sproščanje in kopičenje strupenih snovi iz premazov proti obraščanju v okolje

# Projektni cilj → podvodni sistem za odstranjevanje biološke obrasti s trupa ladij z vgrajenim sistemom za čiščenje odpadne vode

Čiščenje plovila z biološkimi oblogami

Ladja z rezervoarjem za odpadno vodo

Odpadna voda in trdni delci

Izpust odpadne vode v morje na koncu postopka čiščenja v skladu z zakonodajo

ROV s čistilnim modulom

## 2. IZT

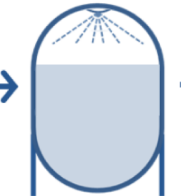
Modularna čistilna naprava za odpadne vode



Mehansko čiščenje



Kemijsko čiščenje



Filtracija s peščenim filtrom (fina filtracija)



UV dezinfekcija

## 1. IZT

+ zakonodaja

+ upravljanje z odpadki

+ čezmejno sodelovanje

# 1. IZT



## Podvodno plovilo na daljinsko upravljanje (ROV) opremljeno s sklopom za čiščenje ladijskega trupa

DIMENZIJE	Celoten sistem s čistilnim modulom 86 cm x 104 cm x 53 cm
ROV	Dolžina kabla: 300 m 12 pogonskih motorjev v vektorski konfiguraciji 11 kamer visoke ločljivosti Senzorji za navigacijo in stabilizacijo, LED osvetlitev Monitoring 7-ih okoljskih parametrov morske vode (poleg tlaka in temperature): prevodnost, raztopljeni kisik, klorofil-a, pH, fluorescência, motnost, CDOM fDOM
HITROST ČIŠČENJA	1 - 5 m <sup>2</sup> /min
PRINCIP ČIŠČENJA	Kavitacija
ELEKTRIČNA MOČ	max. 10 kW

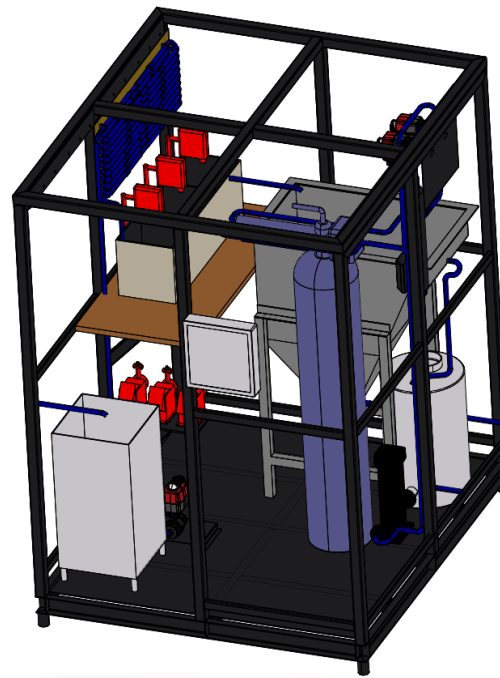


## 2. IZT



# Pilotna modularna naprava za čiščenje kontaminirane vode

- ❖ Mehansko čiščenje delcev manjših od 1 mm
- ❖ Fizikalno–kemijsko čiščenje → koagulacija, flokulacija sedimentacija (odstranjevanje Cu in Zn)
- ❖ Peščeni filter → fina filtracija (300 µm)
- ❖ UV dezinfekcija → odstranjevanje mikroorganizmov



# Zakonodaja

## Mejne vrednosti očiščene morske vode:

- **Slovenska zakonodaja**

Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15)

**Cu (0,5 mg/L) and Zn (2 mg/L)**

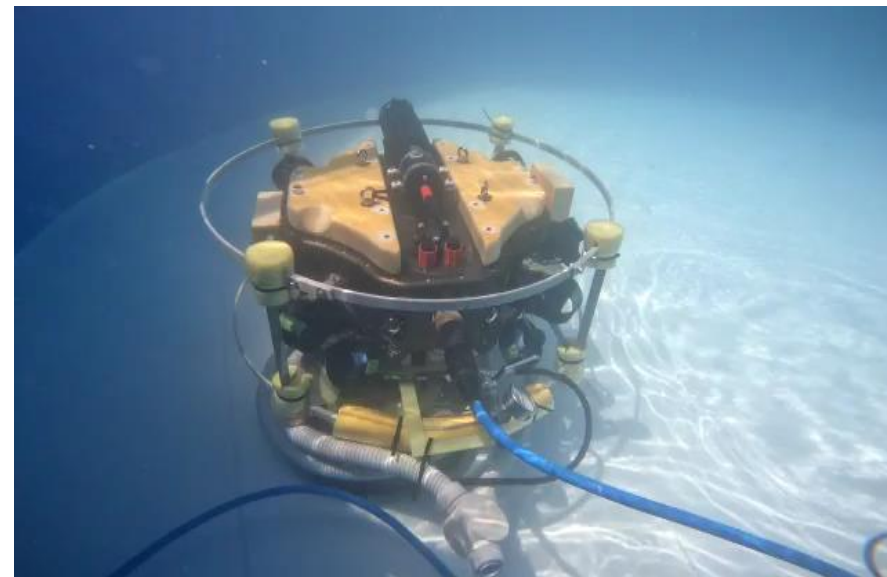
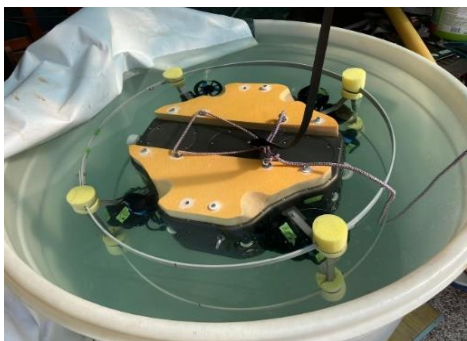
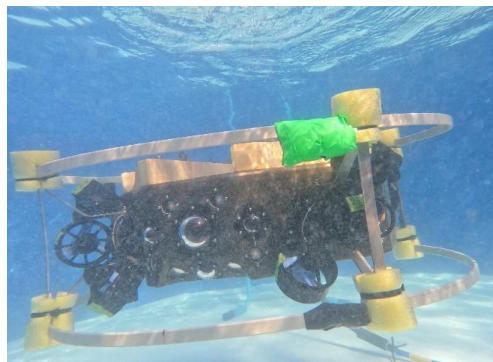
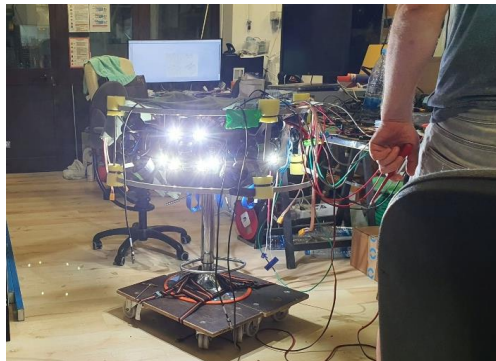
- **Italijanska zakonodaja**

Decreto Legislativo Acque n. 152 del 11/05/99; ALLEGATO 5: Limiti di emissione degli scarichi idrici

**Cu (0,1 mg/L) and Zn (0,5 mg/L)**

**Pri zasnovi naprave je upoštevana strožja zakonodaja (italijanska)!**

# Testiranje



*Nevtralna postavitev + vodotesnost*

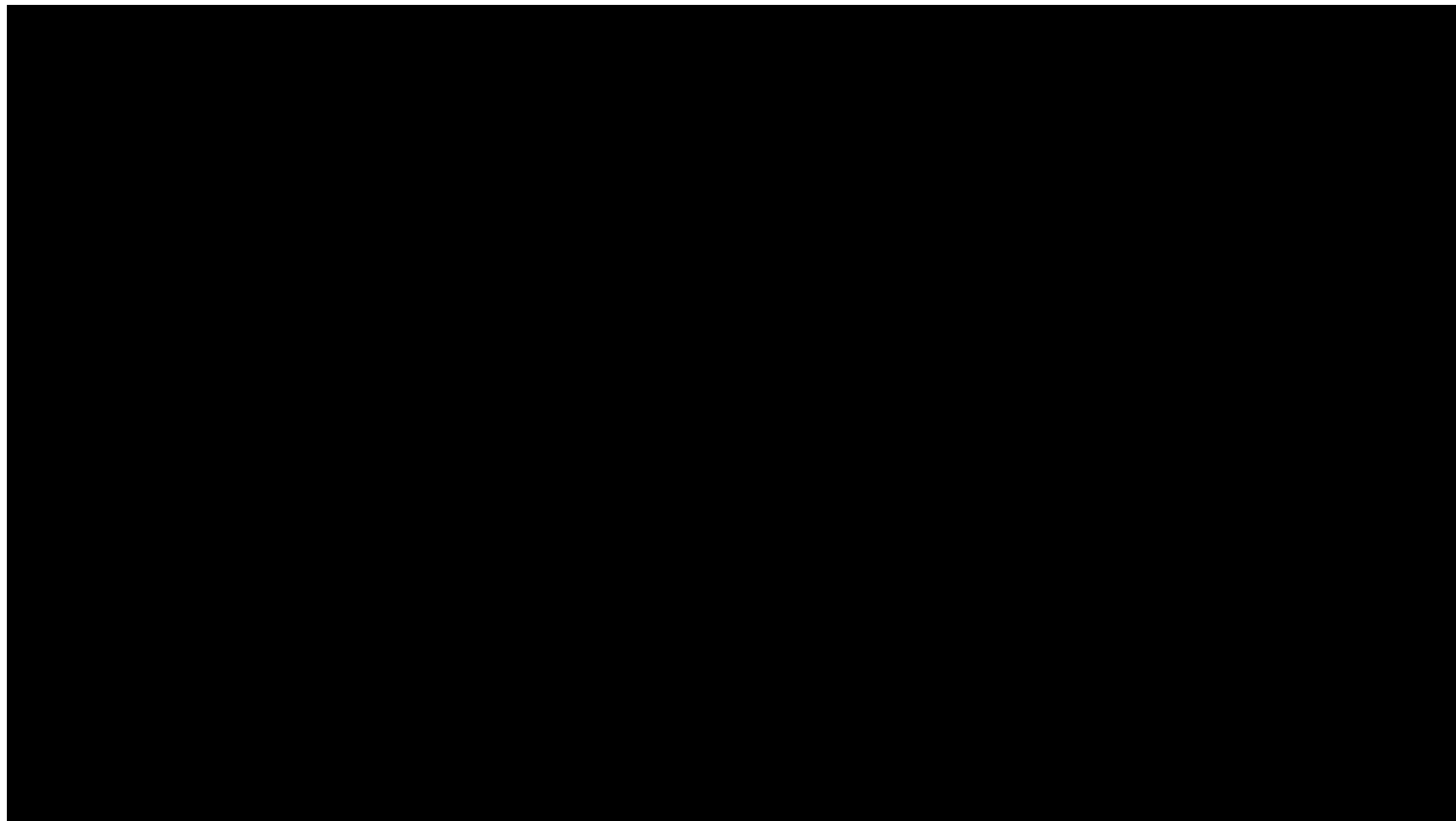
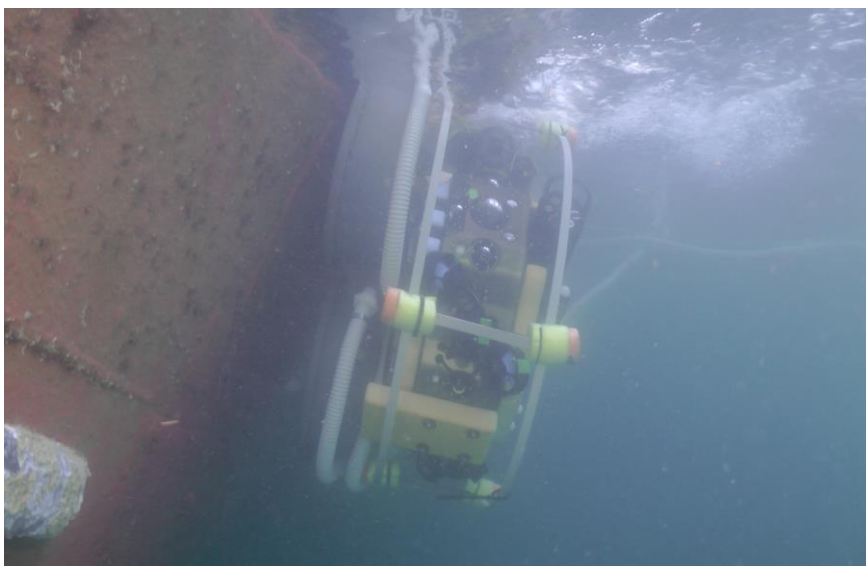
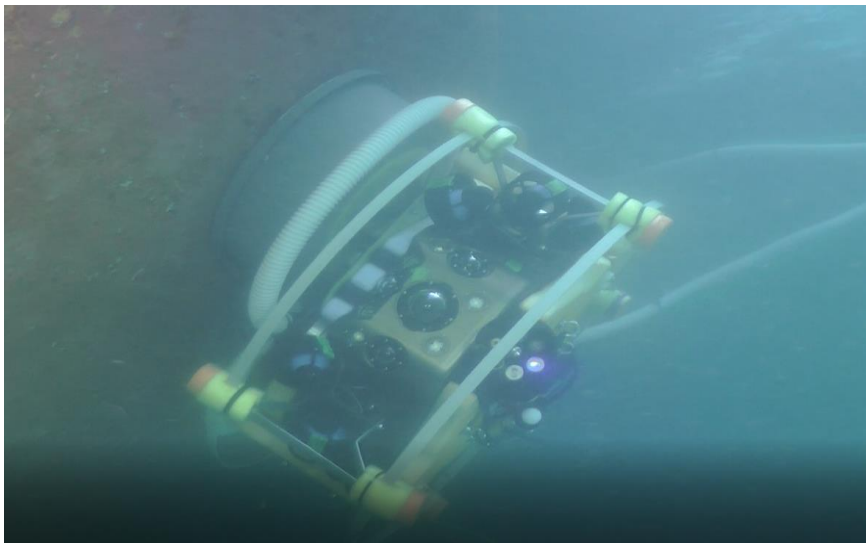
*Elektronika + senzori + motorji*

*Vektorski premik*

*ROV in modul za čiščenje*

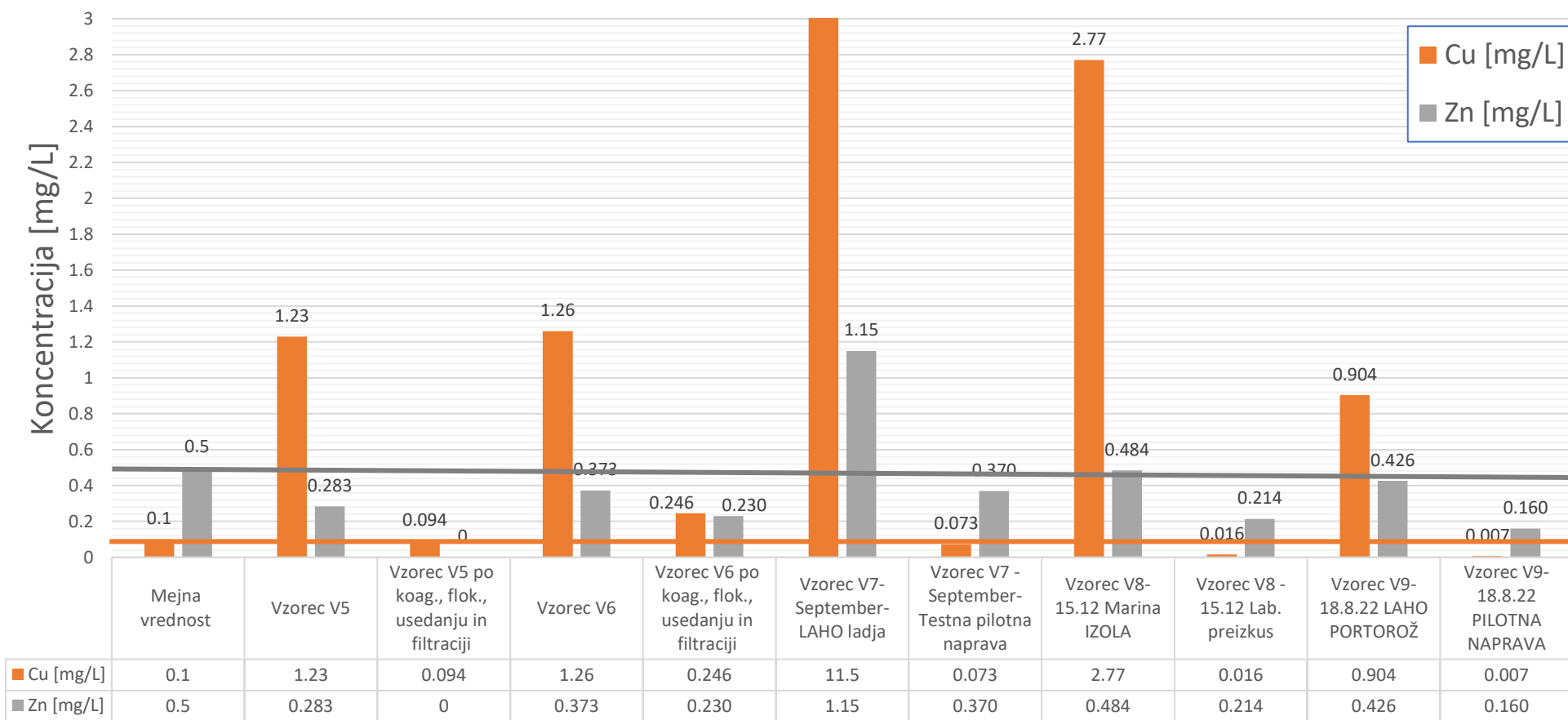


# Avgust 2022: Preskus v realnem okolju



# Učinkovitost čiščenja

Vrednosti koncentracij bakra in cinka v vzorcih morske vode [mg/L]



**Mejna vrednost Cu in Zn povzeta po italijanski zakonodaji**



# Prednosti sistema GreenHull

- ✓ Čiščenje ladijskega trupa v vodi v **pristaniščih / marinah / dokih**;
- ✓ **Zaščita lokalnega okolja** biotske raznovrstnosti zaradi odstranjevanja tujerodnih morskih vrst in strupenih spojin, ki izhajajo iz antivegetativnih premazov;
- ✓ **Zmanjšanje porabe goriva** in s tem nižje emisije izpušnih plinov (**do 20 %**) → nižji stroški goriva;
- ✓ Učinkovitost čiščenja čistilne naprave je v skladu z ustreznimi **okoljskimi standardi**;
- ✓ Po obdelavi lahko preostalo prečiščeno **morsko vodo spustimo nazaj v morje**, preostale trdne odpadke pa obdelamo in odstranimo – možna ekstrakcija bakra in cinka iz odpadne mase.

# Hvala za pozornost!



Mednarodna podiplomska šola  
Jožefa Stefana



NIB - Nacionalni inštitut  
za biologijo



ESOTECH, družba za razvoj in  
izvajanje ekoloških  
in energetskih projektov, d.d

## Projektni partnerji



CORILA - Consorzio per il coordinamento  
delle ricerche inerenti  
al sistema lagunare di Venezia



COMET S.C.R.L. Cluster  
Metalmeccanica  
Friuli Venezia Giulia

## Pridruženi partnerji



Autorità di Sistema Portuale  
del Mare Adriatico Orientale  
Porti di Trieste e Monfalcone

Autorità Portuale di  
Trieste



Luka Koper pristaniški  
in logistični sistem, d. d



ARPA FVG (Agenzia  
Regionale per la Protezione  
dell'Ambiente del Friuli  
Venezia Giulia)

