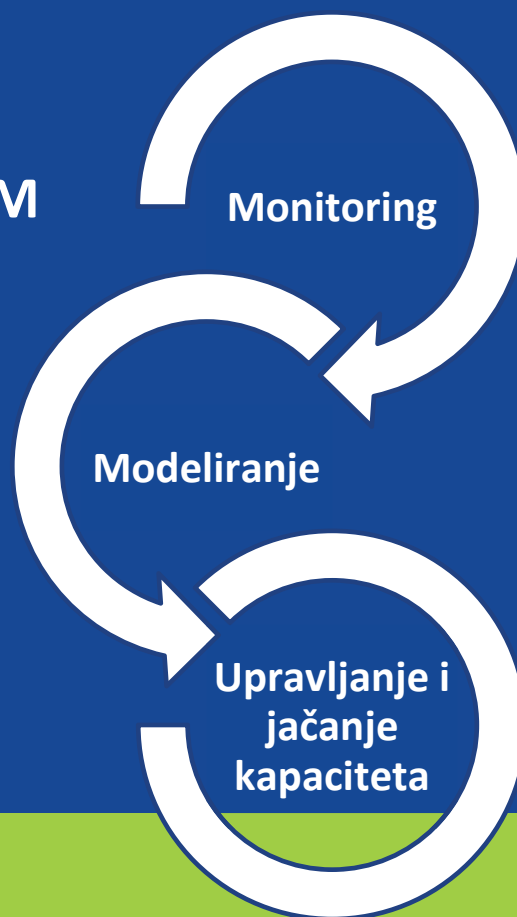


BORBA SA ZAGAĐENJEM DUNAVSKOG SLIVA OPASNIM SUPSTANCAMA PUTE MJERENJA, UPRAVLJANJA ZASNOVANOG NA MODELIRANJU I JAČANJA KAPACITETA

DH m³c – izvještaj za širu javnost



Projekat sufinansiran iz fondova Evropske unije (ERDF, IPA, ENI)
i nacionalnih fondova zemalja učesnica



International Commission
for the Protection
of the Danube River
Internationale Kommission
zum Schutz der Donau



DANUBE HAZARD M³C – KLJUČNE ČINJENICE

Finansijski instrument: Dunavski transnacionalni program (III poziv),
Prioritet: Podunavlje odgovorno za životnu sredinu i kulturu,
Specifični cilj: Jačanje transnacionalnog upravljanja vodama i sprečavanje rizika od poplava.

Trajanje projekta:
01.07.2020 – 31.03.2023.

Kontakt:
danubehazard@tuwien.ac.at

Ukupni budžet: 2.597.483,94€
Učešće ERDF: 2.114.973,33 €
Učešće IPA: 33.094,32 €
Učešće ENI: 59.793,67 €

Partneri:

- **Vodeći partner:** Tehnološki univerzitet u Beču (TU Wien), Austrija
- Nacionalna uprava „Rumunske vode“ (NARW), Rumunija
- Bugarsko udruženje voda (BWA), Bugarska
- Umweltbundesamt – Agencija za zaštitu životne sredine Austrije (UBA), Austrija
- Međunarodna komisija za zaštitu Dunava (ICPDR), Austrija
- Univerzitet tehnologije i ekonomije u Budimpešti (BME), Mađarska
- Sveučilište u Zagrebu, Fakultet hemijskog inženjerstva i tehnologije (FCET), Hrvatska
- Institut za istraživanje voda (WRI), Slovačka
- Institut „Jožef Stefan“ (JSI), Slovenija
- Centar za ekotoksikološka ispitivanja Podgorica (CETI), Crna Gora
- Institut za hemiju, Moldavija

Pridruženi strateški partneri:

- Državna služba za vanredne situacije Hidrometeorološkog instituta Ukrajine i Nacionalna akademija nauka, Ukrajina
- Javna ustanova “Vode Srpske”, Bosna i Hercegovina
- Ministarstvo za zaštitu životne sredine, Srbija
- Generalni direktorat za upravljanje vodama, Mađarska
- Agencija za zaštitu životne sredine Njemačke, Njemačka
- Zavod za hidrometeorologiju i seizmologiju, Crna Gora
- Međunarodno udruženje preduzeća za usluge vodosnabdijevanja u slivnom području rijeke Dunav, Austrija
- Ministarstvo inostranih poslova i trgovine, Mađarska
- Ministarstvo za zaštitu životne sredine i uređenje prostora, Slovenija
- Međunarodna komisija za sliv rijeke Save, Hrvatska
- Ministarstvo za zaštitu životne sredine Češke Republike, Češka Republika
- Savezno ministarstvo poljoprivrede, regija i turizma, Austrija
- Ministarstvo ekonomije i održivog razvoja, Hrvatska

Za dalje informacije o projektu, partnerstvu
i Dunavskom transnacionalnom programu:

<http://www.interreg-danube.eu/approved-projects/danube-hazard-m3c>



1. POZADINA I IZAZOVI

Hemijska jedinjenja su neizostavni dio našeg života. Ona su sadržana u svim proizvodima široke potrošnje, koristeći se u industriji u proizvodnim procesima, u poljoprivredi kao pesticidi, ili u medicini za ljude ili životinje. Neka od tih jedinjenja su postojana na razgradnju, toksična i bioakumulativna i kada se ispuste u životnu sredinu mogu da ugroze život u vodi i bezbjedno konzumiranje ribe i vode za piće. Te tzv. **opasne supstance (OS)**, koje zagađuju rijeku Dunav, u fokusu su ovog projekta.



Slika 1.

Područje Dunavskog transnacionalnog programa

Zakoni EU o zaštiti životne sredine, sa **Okvirnom direktivom o vodama** (direktiva 2000/60/EU, WFD) kao glavnim regulatornim instrumentom za zaštitu voda, prepoznaju zagađenje opasnim supstancama kao glavni problem narušavanja kvaliteta vode. Kako rijeke nemaju granice, te

supstance se prenose iz zemlje u zemlju. Zbog toga borba protiv opasnih supstanci zahtijeva saradnju na međunarodnom nivou, pa i van granica EU, jer se i zemlje u Dunavskom slivu koje nijesu članice EU suočavaju sa ovim velikim problemom.

Uprkos naporima međunarodne zajednice, koji se ogledaju u Planovima upravljanja slivnim područjem Dunava (DRBMP) i nacionalnim planovima, postoji značajan rizik da se ciljevi direktive ne postignu. To se može desiti najviše zbog značajnih praznina u znanju i nedostatka institucionalnih kapaciteta u **praćenju i modeliranju emisija OS i odabiru najdjelotvornijih opcija upravljanja**. Stoga se u budućnosti mora staviti više naglaska na OS kako bi se preduzeli djelotvorni koraci u pravcu postizanja cilja zdrave životne sredine u vodama za sve.

2. CILJEVI I OPŠTI KONCEPT

Projekat *Danube Hazard m³c* (DH m³c) imao je za cilj da trasira put ka trajnoj i efektivnoj transnacionalnoj kontroli i smanjenju zagađenja vode opasnim supstancama u jednoj od najvažnijih rijeka u Evropi, Dunavu.

Projekat se zasniva na tri elementa upravljanja vodama:

- monitoring i inventar podataka,
- modeliranje i upravljanje,

- dopunjeno izgradnjom kapaciteta.

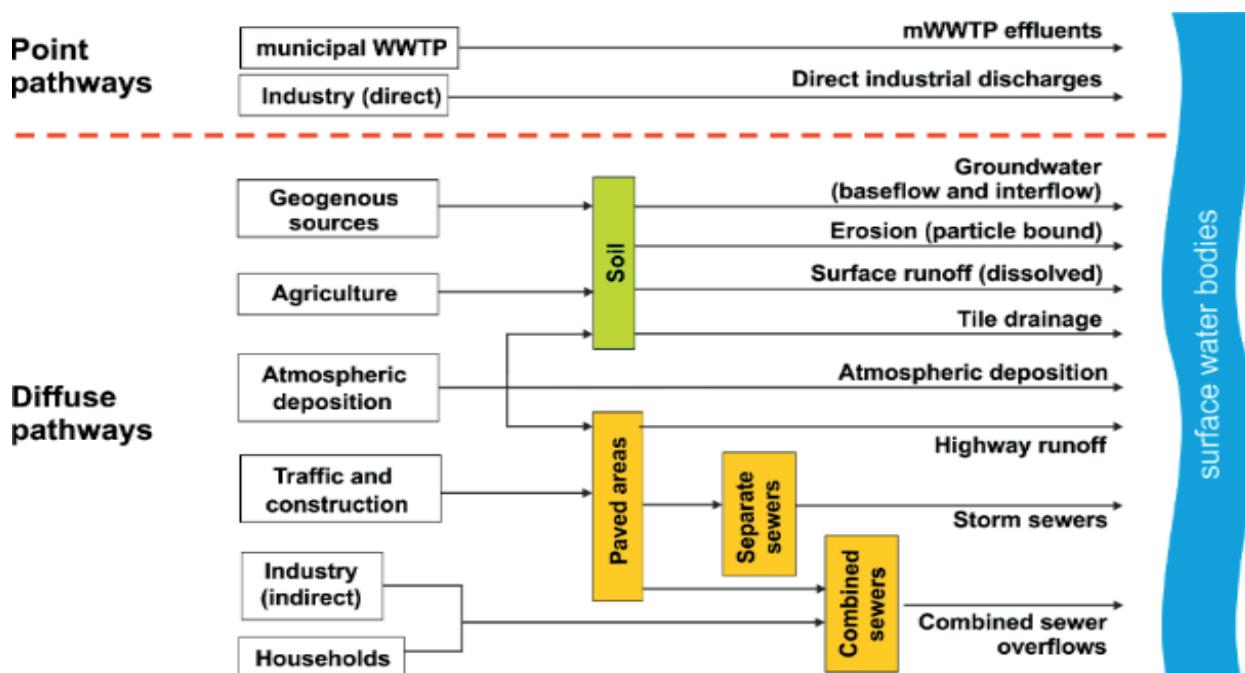
Ciljevi projekta DH m³c:

- poboljšanje osnovnih saznanja o sudbini OS i relevantnosti različitih izvora emisije koji utiču na *status quo* zagađenja vode,
- premošćavanje jaza između nauke i politika razradom preporuka za politike na osnovu dubinskih sistemskih analiza.

Ishodi projekta će se iskoristiti kao direktan doprinos radu Međunarodne komisije za zaštitu rijeke Dunav (ICPDR) i nacionalnih uprava uključenih u partnerstvo.

3. MONITORING I MODELIRANJE KAO ALATI KOJI OBEZBJEĐUJU NEOPHODNU BAZU ZNANJA

OS ispuštene u životnu sredinu kao posljedica ljudskih aktivnosti, mogu da se transportuju u površinske i podzemne vode iz brojnih tačkastih i difuznih izvora različitim putevima, kao što je prikazano na slici 2



Slika 2. Izvori i putevi prenošenja OS u životnu sredinu voda (S. Kittlaus CC-BY-SA 4.0)

Dobro razumijevanje načina na koji ovo transportovanje funkcioniše je neophodan osnov za izradu politika i strategija koje služe efikasnom upravljanju OS. Kako bi se na najbolji način iskoristili ograničeni resursi koje nadležni organi imaju na raspolaganju za upravljanje zagađenjem voda, potrebno je identifikovane probleme odrediti prema njihovoj relevantnosti i odabrati najefikasnije tačke intervencije i metode (npr. kontrola izvora). Osnov za dobijanje potrebnih informacija za ovaj proces je ciljano orijentisan monitoring upotpunjen modeliranjem životne sredine, što omogućava adekvatnu karakterizaciju puteva transportovanja zagađivača.

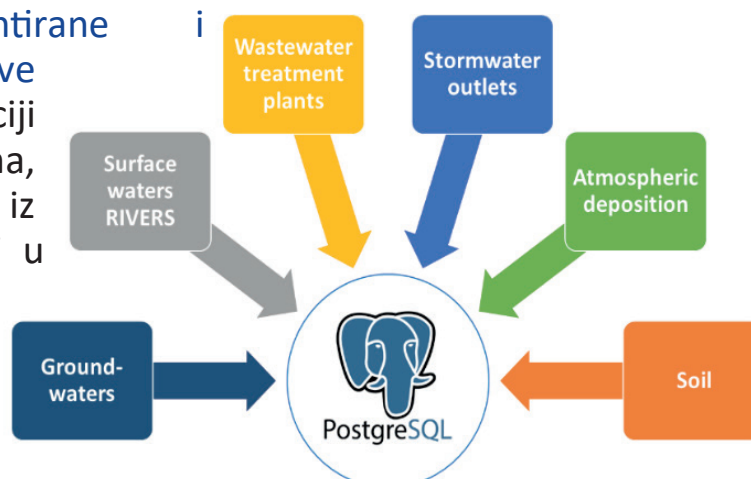
Logika projekta DH m³c išla je sljedećim koracima:

1. **Identifikacija problema:** Monitoring pruža podatke o koncentracijama supstanci od interesa u različitim putevima prenosa emisija i djelovima životne sredine (npr. u atmosferskim taloženjima, zemljištu otpadnim vodama, podzemnim i površinskim vodama). Podaci o površinskim i podzemnim vodama prvo su korišćeni za provjeru usklađenosti sa standardima kvaliteta životne sredine (tj. regulatornim pragovima postavljenim za specifična jedinjenja).
2. **Izgradnja modela i validacija:** Drugo, kombinovanje podataka o putevima prenosa emisija sa međusektorskim informacijama o infrastrukturi (npr. komunalnom i industrijskom upravljanju vodama), hidrologiji (npr. rječnoj mreži, protoku rijeka), korišćenju zemljišta (poljoprivreda, rudarstvo) i morfologiji pejzaža dovodi je do uspostavljanja inventara zagađenja (opsežna baza podataka).
3. **Ekstrapolacija:** Prikupljeni podaci se unose u modele emisije koji zatim omogućavaju, na primjer, ekstrapolaciju sa lokalnog na regionalni nivo ili nivo sliva, procjenu relevantnosti različitih izvora i puteva zagađenja vode, predviđanje koncentracije OS u rijekama koje se ne prate i procjenu scenarija potencijalnog budućeg razvoja u pogledu efekata strategija upravljanja.

3.1. Izrada inventara i praćenje rezultata

DOSTIGNUĆE PROJEKTA: Projektom DHm³c uspostavljena je **baza podataka inventara** koncentracija OS. Onlajn baza podataka projekta DHm³c dostupna je svima.

- Projektni tim je sakupio, objedinio i harmonizovao fragmentirane i disperzovane raspoložive informacije o koncentraciji OS u rijekama, zemljištima, otpadnim tečnostima iz tretmana otpadnih voda i u podzemnim vodama iz različitih zemalja Dunavskog sliva u jednu sveobuhvatnu bazu



podataka inventara (Slika 3). Ta baza podataka

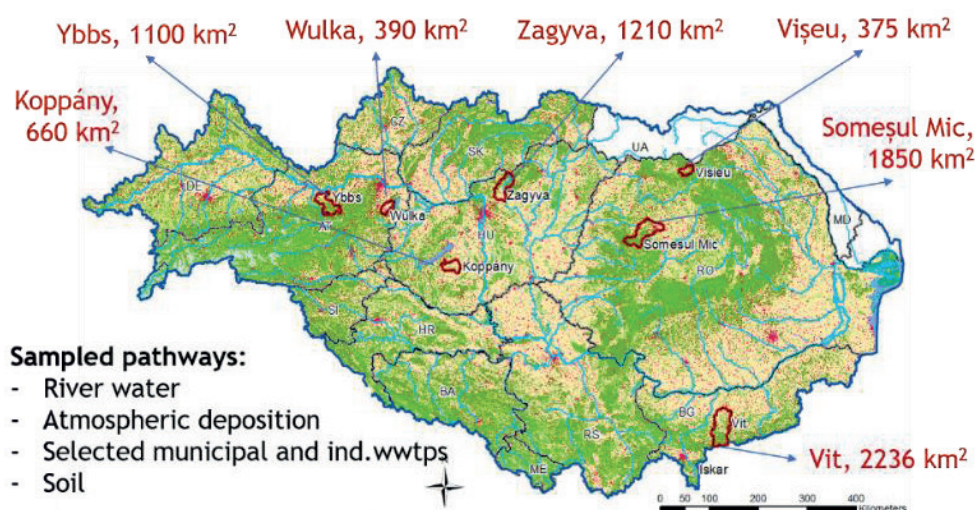
uključuje i sve rezultate mjerenja u okviru projekta DH m³c.

Slika 3. Struktura baze podataka inventara DH m³c

- Bazom podataka projekta DHm³c uspostavlja se dragocjeni osnov za procjenu nivoa zagađenja u različitim segmentima, izvođenje faktora emisije, identifikovanje trendova i generisanje konzistentnih skupova podataka za modeliranje na nivou cijelog sliva.
- Sakupljanjem podataka došlo se do pregleda raspoloživosti podataka i pokrivenosti mjerenjima, što je ukazalo na neke važne praznine u praćenju i određene razlike između partnerskih zemalja (nedostatak praćenih puteva, odsustvo harmonizacije metoda i prikupljanja podataka).

DOSTIGNUĆE PROJEKTA: Ciljani program monitoringa

- Da bi se popunile kritične praznine u informacijama i da bi se demonstrirali alternativni i ekonomični pristupi praćenju, sprovedene su ciljane kampanje praćenja u sedam unaprijed odabranih podunavskih pilot regija koje se nalaze u Austriji, Bugarskoj, Mađarskoj i Rumuniji (Slika 4). Regije su odabrane tako da odražavaju karakteristične crte u pogledu klime, hidrologije, namjene zemljišta i pritiska zagađenja.



Slika 4. Pilot regije u projektu

- Imajući u vidu veliki broj OS prisutnih u vodnim tijelima, projekat se fokusirao na 46 indikatorskih supstanci iz 5 različitih grupa supstanci od velike relevantnosti u slivu rijeke Dunav, koje su reprezentativne za različite glavne izvore i puteve prenošenja emisija. To uključuje farmaceutске proizvode, industrijske hemikalije, pesticide, proizvode sagorijevanja i potencijalno toksične metale.

- Koncept monitoringa obuhvatao je mjerenje koncentracija i izračunavanje opterećenja na različitim putevima (kao na Slici 5). Na taj način bi mogle da se identifikuju značajne transportne rute, relevantnost tačkastih ili difuznih izvora zagađenja, ili da se bolje razumije uloga događaja visokog



Slika 5. Koncept praćenja primijenjen u projektu

protoka (povezanih sa visokim padavinama) u prenošenju zagađivača u rijekama. Podaci prikupljeni tokom monitoringa predstavljaju vitalni izvor informacija za bilanse supstanci i input za aktivnosti modeliranja.



Slika 6. Uređaji, sonde i nadzorne stanice za onlajn mjerenja

Slika 6 nudi mogućnost sticanja utiska o nekoliko aktivnosti monitoringa.

Evaluacija mjerenja i rezultati procjene rizika

Monitoring je sproveden na **20 lokacija za praćenje površinskih voda u sedam pilot regija** u četiri zemlje (RO, BG, HU, AT). Na osnovu **godinu dana dugog sedmičnog praćenja** površinskih voda koje je uključilo uglavnom **uslove niskog i srednjeg protoka**, napravljeni su i analizirani **dvomjesečni kompozitni uzorci** (tj. mješavine pojedinačnih uzoraka prikupljenih u tom periodu). Uzorkovanje tokom događaja protoka sa autosamplerom obavljeno je radi pravilnog predstavljanja uslova protoka u rijekama.

Iz rezultata ovog visokofrekventnog monitoringa izračunata je srednja godišnja koncentracija, koja treba da bude uporediva sa redovnim mjesečnim (12 uzoraka) rezultatima monitoringa, koja se često koristi za procjenu rizika prema Okvirnoj direktivi o vodama.

Procjenom rizika obuhvaćene su sljedeće neorganske i organske supstance i grupe supstanci.

Industrijske hemikalije: perfluorooktansulfonska kiselina (PFOS) i perfluorooktanska kiselina (PFOA), 4-tert-oktilfenol, nonilfenol i bisfenol A.

Industrijske hemikalije i nusproizvodi sagorijevanja: 16 EPA policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH).

Metali: živa (Hg), kadmijum (Cd), bakar (Cu), nikl (Ni), olovo (Pb), cink (Zn), hrom (Cr) i arsen (As).

Farmaceutski proizvodi: diklofenak i karbamazepin.

Pesticidi: S-Metolahlor (herbicid) uključujući Metolahlor-ESA i Metolahlor-OA (metabolite) i Tebukonazol (fungicid).

Rezultati monitoringa sa svih stanica za praćenje upoređeni su sa standardima kvaliteta životne sredine (EQS) Direktive 2008/105/EU izmijenjene Direktivom 2013/39/EU (o prioritetnim supstancama) i sa supstancama koje su donesene na nacionalnom nivou (Nacionalna lista supstanci). Broj lokacija i pilot regija u kojima je utvrđeno prekoračenje EQS-a za određena jedinjenja prikazan je u tabeli koja slijedi.

Supstanca > EQS	Grupa supstanci	Br. mjesta praćenja	Br. pilot regija	Zemlje	Regulativa
PFOS	Industrijske hemikalije	9	5	All	Direktiva 2013/39/EU
Cu	Teški metali	2	1	RO	Nacionalna lista supstanci
Cd	Teški metali	2	1	RO	Direktiva 2013/39/EU
Zn	Teški metali	2	1	RO	Nacionalna lista supstanci
s-Metolahlor	Pesticidi	2	1	HU	Nacionalna lista supstanci
Diklofenak	Farmaceutski proizvodi	11	4	AT, HU, RO	Novi prijedlog revidirane liste prioritetnih supstanci
Bisfenol-A	Industrijske hemikalije	20	7	All	Novi prijedlog revidirane liste prioritetnih supstanci

U drugom koraku, za svaku od ovih „rizičnih“ supstanci, procijenjeni su dominantni putevi za svaki sliv uz pomoć modeliranja emisije. Imajući u vidu dominantne puteve, formulisani su scenariji koji omogućavaju procjenu potencijalne efikasnosti određene mjere za ublažavanje zagađenja.

***Napomena:** Procijenjeni su i novi prijedlozi revidirane Liste prioritetnih supstanci, ali oni ovom trenutku ne predstavljaju pravni osnov za određivanje mjera. Osim toga, nije izvršena procjena ni za benzo(a)piren (PAH). Sve izmjerene vrijednosti bile su ispod granice kvantifikacije, koja je, međutim, jasno iznad EQS-a.*

3.2. Rezultati modeliranja

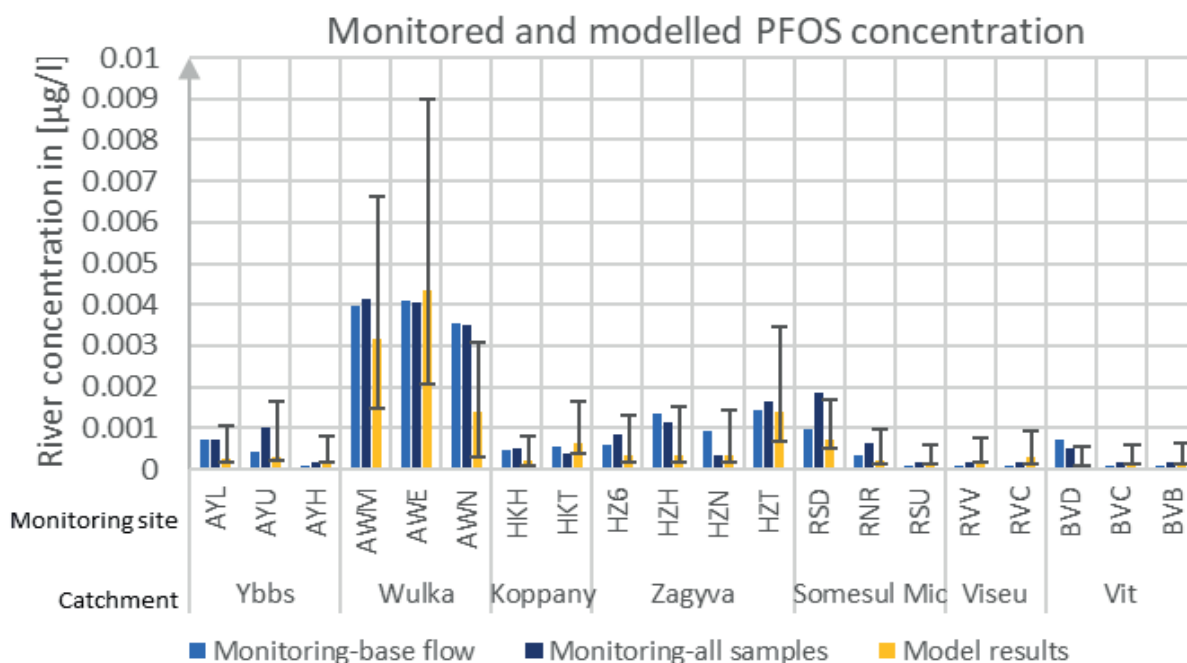
DOSTIGNUĆE PROJEKTA: Dva modela su primijenjena i dalje razvijena za sveobuhvatnu procjenu i vizuelizaciju kontaminacije sliva rijeke Dunav opasnim supstancama.

U projektu su korišćena dva komplementarna pristupa modeliranju:

- Model modeliranja regionalizovanih emisija¹ (MoRE) primijenjen je na sedam pilot regija kako bi se kvantifikovala emisiona opterećenja u površinskim vodama putem tačkastih i difuznih puteva emisije.
- Nadovezujući se na bolje razumijevanje sistema zahvaljujući ovoj detaljnoj analizi, model opasnih supstanci u Dunavu (DHSM) je korišćen za identifikaciju i procjenu izvora i emisija OS za cijeli sliv rijeke Dunav.

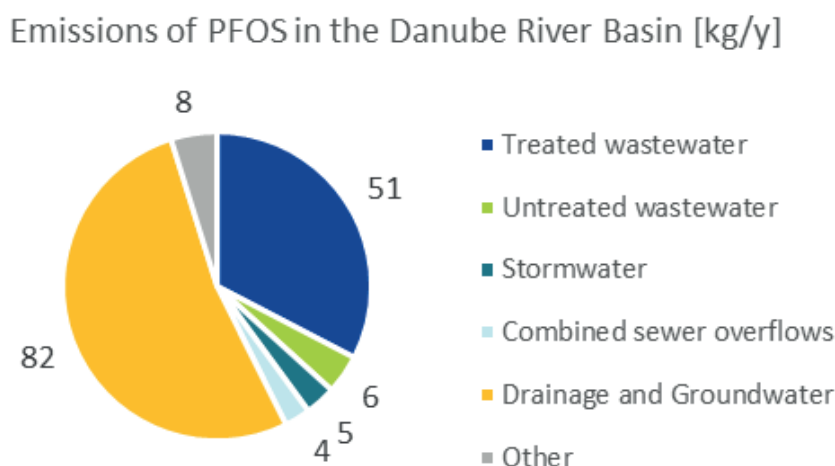
¹ <https://isww.iwg.kit.edu/english/MoRE.php>

Rezultati praćenja zasnovani na stratifikovanom uzorkovanju tokom perioda niskog protoka i poplavnih događaja korišćeni su za izračunavanje godišnjeg opterećenja i koncentracija supstanci, i čak bili korisni za validaciju rezultata modela. Nesigurnosti u pogledu ulaznih podataka i pristupa modelima uzeti su u obzir kroz izradu modela za osnovnu, minimalnu i maksimalnu varijantu (Slika 7).



Slika 7. Praćena i modelirana (MoRE) koncentracija PFOS u rijekama na ispustima u pilot regijama i ispustima u praćenim podslivovima

Rezultati modeliranja, dobijeni sa oba pristupa, pokazuju doprinos pojedinačnih puteva (Slika 8) kao i regionalna žarišta za supstance od interesa (vidi Sliku 9 za primjer PFOS).



Slika 8. Relativni udio simuliranih puteva PFOS (DHSM)



Slika 9. Procijenjene koncentracije PFOS na nivou Dunavskog sliva (vrijednosti ispod EQS prikazane plavom bojom)

Zaključci po pojedinim supstancama

Karbamazepin (Car) i **Diklofenak (Dic)** su farmaceutski proizvodi: ove dvije hemikalije se uglavnom koriste u humanoj medicini i stoga se uglavnom emituju u sisteme prirodnih voda putem komunalnih otpadnih voda. Kako imaju slabu apsorpciju i slabu razgradljivost, teško se uklanjaju biološkim tretmanom otpadnih voda, a glavni put emisije su direktne emisije iz kanalizacionih sistema bez tretmana otpadnih voda ili efluenta iz postrojenja za prečišćavanje. Farmaceutski proizvodi koji se koriste u veterinarskoj medicini mogu imati više difuznih puteva emisije (npr. površinsko oticanje, podzemne vode) koji su dijelom uključeni u pristupe modeliranju, ali nijesu istraženi u projektu.

Perfluorooktansulfonska kiselina (PFOS), **perfluorooktanska kiselina (PFOA)**, **bisfenol A (BPA)**, **nonilfenol (NP)**, **4-tert-oktilfenol (4tO)** su industrijske hemikalije: one se uveliko razlikuju po primjeni i hemijsko-fizičkim svojstvima. U vodne sisteme ulaze kroz više puteva. Zbog svoje mobilnosti i visoke postojanosti, PFOS i PFOA i druge „nove” supstance velike grupe per- i polifluoroalkilnih supstanci (PFAS) predstavljaju veliki zabrinjavajući problem za životnu sredinu.

Metolahlor (Met) i **Tebukonazol (Teb)** su pesticidi koji se koriste u poljoprivredi: dakle, emisije sa poljoprivrednih površina direktno putem površinskog oticanja i erozije ili indirektno putem oticanja podzemnih voda predstavljaju glavne ulazne elemente koji dopiru u površinske vode. Dodatno, zbog primjena u urbanim naseljima (fasade ili krovovi), urbana područja mogu i lokalno doprininositi zagađenju površinskih voda.

Benzo(a)piren (BaP) je jedinjenje PAH: PAH kao što su BaP ili fluoranten proizvode se kao nusproizvodi procesa sagorijevanja, ali su sadržani i u

nekim proizvodima (npr. gumama). Glavni putevi emisije su putem vazduha, koji dovode do akumulacije u tlu i čine eroziju tla glavnim putem emisije do površinskih voda na regionalnom nivou. Lokalno oticanje sa puteva takođe može da doprinosi zagađenju vode u relevantnim udjelima.

Kadmijum (Cd), olovo (Pb), bakar (Cu), nikl (Ni), živa (Hg) i cink (Zn) su metali, a arsen (As) je metaloid: prirodno se javljaju u životnoj sredini. Neki (Cu, Zn) su esencijalni nutrijenti. Međutim, ako se prekorače njihovi sigurni pragovi u životnoj sredini, mogu negativno da utiču na život u vodi i ljude. Različite aktivnosti (saobraćaj, nečistoće u đubrivima, emisije u vazduh od grijanja, korozija) dovode do njihove pojačane distribucije u životnu sredinu i obogaćivanja tla. Dakle, erozija tla je glavni direktni ulazni put u vodna tijela. Za efikasne politike treba znati (1) da je u mnogim slučajevima tlo istorijski kontaminirano; i (2) da atmosferski transport može biti značajan, tj. transport zagađenja na velike udaljenosti (npr. živa). Osim toga, specifična žarišta zagađenja iz nekih industrijskih aktivnosti (npr. metalurgije ili postrojenja za sagorijevanje) i rudarstva mogu dovesti do visokog nivoa lokalnog do regionalnog zagađenja.

4. PREPORUKE ZA POLITIKE

Glavni regulatorni instrument EU o vodama, [Okvirna direktiva o vodama \(WFD 2000/60/EC\)](#), sa pripadajućim aktima, bavi se upravljanjem zagađenjem vode opasnim supstancama i čini okosnicu relevantnih nacionalnih politika o vodama. Ima za cilj postavljanje okvirnih uslova za usklađeno sprovođenje različitih mjera na nacionalnom nivou, npr. [liste prioriternih supstanci koje treba kontrolisati ili postepeno isključiti](#), pravila za kontrolu specifičnih industrijskih emisija ili pravila o primjeni pesticida.

DOSTIGNUĆE PROJEKTA: Komparativna ocjena postojećih politika

Nacionalna zakonodavstva se suočavaju sa izazovima budući da su mnoga zakonodavstva EU koja se odnose na upravljanje vodama revidirana u skladu sa [Evropskim zelenim sporazumom](#) i povezanim strategijama kao što su [Strategija od farme do viljuške](#), [Strategija biodiverziteta](#) i [Akcioni plan za nultu zagađenost](#). Iako će ekološki i klimatski ciljevi ostati ambiciozni, proces revizije će vjerovatno [donijeti izazove za upravljanje vodama](#) pooštavanjem zahtjeva i/ili proširenjem domena primjene brojnih propisa koji se tiču vode vezano za tretman komunalnih otpadnih voda, implementaciju industrijske tehnologije i kontrolu zagađenja, integrisano upravljanje problemom štetočina, poljoprivredne mjere, hemijski monitoring i postizanje dobrog hemijskog stanja.

Štaviše, u nekim podunavskim zemljama, značajan [nedostatak institucionalnih kapaciteta](#), [nejasne odgovornosti](#), nedovoljan

međusektorski dijalog i praznine u znanju u vezi sa podacima o praćenju i hemijskim emisijama ometaju uspostavljanje efikasnog upravljanja. Povrh svega, klimatske promjene bi mogle pogoršati uticaj zagađenja opasnim supstancama, posebno jake padavine i produžene suše sa uslovima niskog protoka, koje uzrokuju velika rječna opterećenja, odnosno povećane koncentracije u rijekama.

DOSTIGNUĆE PROJEKTA: Smjernice za politike

U okviru projekta su izrađene **smjernice** sa preporukama za dobre instrumente politike i efikasne mjere za upravljanje zagađenjem opasnim supstancama. Ciljna publika tog dokumenta su donosioci odluka u oblasti politike upravljanja vodama. On pruža podršku podunavskim zemljama za pripremu i implementaciju prilagođenih nacionalnih politika upravljanja vodama. Ovdje su predstavljene odabrane preporuke razrađene u okviru smjernica i predloženi dalji koraci.

Smjernice i prve ideje za preporuke predstavljene su na 25. Međunarodnom simpozijumu o rijekama, gdje su stručnjaci iz različitih zemalja i sektora raspravljali o aspektima politike kontrole zagađenja OS. Ta razmjena je značajno pomogla u izradi smjernica.

1. Potreba za harmonizacijom

Pristupi monitoringu u podunavskim zemljama i ocjena izvršenih mjerenja moraju biti bolje harmonizovani.

- Podunavske zemlje treba zajedno da odrede **ažuriranu listu zagađivača specifičnih za rječni sliv (RBSP) za Dunavski sliv**, koji se intenzivno koriste i koji su problematični za vode u slivu. Ovu listu bi trebalo utvrditi usaglašavanjem postojećih lista potencijalnih specifičnih zagađivača Dunava dobijenih Zajedničkim istraživanjem Dunava (JDS) i nacionalnih lista specifičnih zagađivača. Takva lista će biti predmet redovnih ažuriranja na osnovu budućih naučnih istraživanja.
- Podunavske zemlje bi mogle da razmisle o harmonizovanju **ciljanih programa praćenja imisija² i emisija³**, zavisno od slučaja. U prvom koraku su potrebni detaljni opisi za svaku vrstu programa praćenja, navodeći cilj programa i broj OS, zašto nedostaju određene prioritetne supstance, gdje su mjesta uzorkovanja, koja je učestalost praćenja, itd. Ove informacije zatim treba podijeliti i razmotriti sa podunavskim zemljama.
- Podunavskim zemljama se savjetuje da harmonizuju **metode uzorkovanja i analitike** u pravcu korišćenja standardizovanih metoda za zajedničke parametre i uključivanja šire primjene metoda za ocjenu uticaja kombinacija OS na vodna tijela i ekosisteme.

² Količina (koncentracija) zagađivača prisutna u datom segmentu životne sredine.

³ Količina (fluks) zagađivača koja se stvarno emituje iz izvora.

- Predlaže se harmonizacija **Standarda kvaliteta životne sredine (EQS)** za jedinjenja od prekograničnog značaja na osnovu vrijednosti ukupnih ili bioraspoloživih koncentracija u vodi, kao i koncentracija u sedimentu i bioti, zavisno od slučaja.
- Preporučuje se harmonizacija odgovarajućih **emisionih standarda** za ispuštanje komunalnih i industrijskih otpadnih voda, kao i ugrađivanje evaluacije i kontrole ispuštanja iz **kombinovanih kanalizacionih preliva (rasterećenja)**⁴ u propise.

Adekvatan odgovor na ove potrebe će doprinijeti uspostavljanju podsticajnog regulatornog okvira i efikasnijoj kontroli i smanjenju zagađenosti opasnim supstancama u slivu rijeke Dunava.

2. Ka čvrstoj bazi znanja: inventar emisija

Razvijanje sveobuhvatne i čvrste baze znanja je preduslov za efikasnu kontrolu zagađenja OS. S jedne strane, trebalo bi uključiti **konzistentne inventare emisija za indikatorske supstance**, posebno usmjerene na glavne emitere kao što su industrijski objekti i postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda, ali i difuzne izvore koje je teško pratiti. **Inventari difuznih emisija** treba da se zasnivaju na modelima kvaliteta vode na nivou sliva sa odgovarajućim faktorima emisije, koji predstavljaju sve relevantne puteve, uz održavanje veze sa izvorima. Ovi modeli mogu da prate unatrag emisije u vodu do puteva i izvora i mogu da ocijene uticaj mjera na stanje vode i njihovu efikasnost u smanjenju emisija.

Pored toga, postoji snažna potreba za **dobro osmišljenim i ciljanim naporima praćenja** širom Dunavskog sliva tokom dužih perioda, fokusirajući se na ograničen broj supstanci. Dobro osmišljene **programe istraživačkog monitoringa** za uspostavljanje inventara emisija treba započeti barem tamo gdje već postoji identifikovan problem ili je rizik od zagađenja relevantan. Preporučuje se izrada i korišćenje harmonizovane, sveobuhvatne **prekogranične baze podataka** koja uključuje koncentracije OS u svim relevantnim medijima životne sredine i putevima prenošenja emisije, uzimajući u obzir da se relevantni izvori zagađenja mogu nalaziti izvan državnih granica. Pored toga, baza podataka treba da sadrži određene prostorne, statističke i ekološke podatke koji su od velike važnosti za izradu inventara i interpretaciju (npr. namjena zemljišta, stanovništvo, rječni protok).

Ovi podaci bi obezbijedili dobru **empirijsku osnovu i razumijevanje sistema** za modeliranje, za identifikaciju izvora emisije, ali i za odabir najefikasnije kombinacije mjera. Lista indikatorskih supstanci za inventare

⁴ Kombinovani kanalizacioni sistemi - koji prenose otpadne i atmosferske vode u jednoj cevi - postaju preplavljeni viškom atmosferskih voda i prelivaju se u vodotoke.

emisija mora biti pažljivo odabrana i uspostavljena na nivou cijelog sliva na osnovu temeljitih diskusija i konsenzusa. U inventaru treba da budu zastupljene sve relevantne grupe zagađivača.

Primjena **procjene rizika zasnovane na modeliranju** na nivou rječnog sliva može da pomogne u optimizaciji cjelokupnog procesa praćenja površinskih voda. Praćenje, modeliranje i izrada inventara emisija mogu da smanje troškove praćenja emisije usmjeravanjem monitoringa površinskih voda na ona vodna tijela gdje je pritisak zagađenja značajan. Oni takođe mogu da pomognu u fokusiranju napora praćenja na nova i problematična jedinjenja o kojima ima malo znanja. Važno je da se obezbijedi **bolji ili čak besplatan pristup** podacima o praćenju i inventaru, kao i o registrovanim emiterima.



3. Ka efikasnom upravljanju: Program mjera

Budući napori u upravljanju vodama po pitanju zagađenja OS treba da promijene paradigmu prebacivanjem fokusa sa supstanci na puteve, kroz:

- definisanje “prioritetnih puteva” umjesto prioritetnih zagađivača jer su intervencije upravljanja vodama usmjerene na neke kritične puteve i imaju manji uticaj na regulatorne okvire koji se odnose na prihvatanje ili upotrebu hemikalija;
- definisanje "markerskih supstanci" za ove prioritetne puteve jer se koristi previše supstanci za praćenje svih njih.

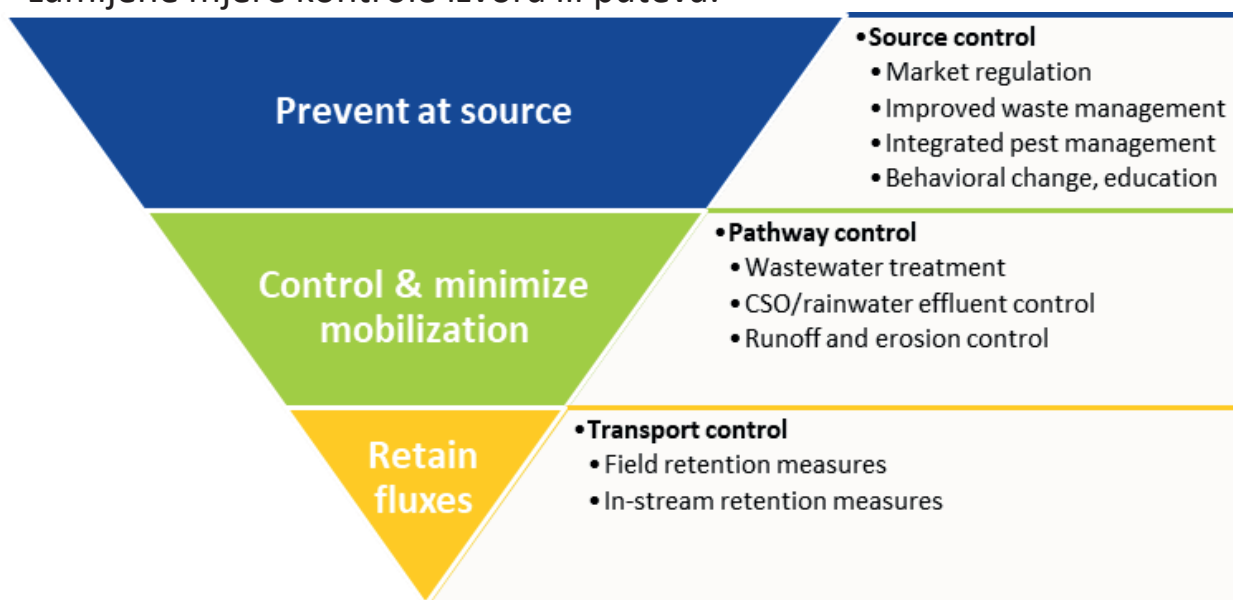
Program mjera za kontrolu zagađenja opasnim supstancama treba da se bavi sljedećim aspektima:

- Osmišljavanje i sprovođenje **mjera kontrole zagađenja** u svim relevantnim sektorima, na harmonizovan i koordiniran način i u skladu sa hijerarhijom kontrole zagađenja (Slika 11).
- Obezbjedivanje **regulatornih podsticaja** emiterima da značajno smanje ispuštanje OS kroz ograničavanje ili zabranu upotrebe određenih postojećih supstanci ili određivanje odgovarajućih naknada za zagađenje.
- Razmatranje **pristupa proširene odgovornosti proizvođača** koji cilja na glavne zagađivače odgovorne za emisije i prebacivanje ekonomske odgovornosti na proizvođače, uz jačanje **inspekcijskog mehanizma** u proizvodnom lancu.
- Obezbjedivanje **ekonomskih podsticaja** za razvoj i implementaciju savremenih tehnologija i supstituciju štetnih supstanci.
- Podizanje svijesti o negativnim efektima hemikalija na životnu sredinu i obezbjeđivanje informacija i objekata za **bezbjedno odlaganje** štetnih materija na lokalnom nivou.

Akcioni plan za implementaciju efikasnih mjera

Mjere treba sprovoditi u skladu sa hijerarhijom kontrole zagađenja, predstavljenom obrnutom piramidom (Slika 11).

- Prioritet treba dati **prevenciji na izvoru** kako bi se izbjeglo nepotrebno ispuštanje štetnih hemikalija. Ovo se može osigurati **zabranom ili ograničavanjem proizvodnje** i **plasmama određenih opasnih hemikalija na tržište**, ali i poboljšano upravljanje otpadom i štetocinama može igrati važnu ulogu za manje ispuštanje ovih supstanci. Pored toga, promjena ponašanja ljudi, **obrazovanje** i podizanje svijesti u društvu su takođe od ključnog značaja za osiguranje razumne i odgovorne upotrebe hemikalija u svakodnevnom životu.
- Pošto su mnoge hemikalije u širokoj upotrebi i njihovo prisustvo se ne može spriječiti, **mjere kojima se kontrolišu putevi emisije i mobilizacija zagađivača** su od najveće važnosti za upravljanje vodama. Odgovarajući **tretman** komunalnih i industrijskih otpadnih voda, **najbolje raspoložive tehnike** na industrijskim lokacijama, kontrola kombinovanih kanizacionih **preliva i dovoda atmosferskih voda**, **zadržavanje vode u urbanim sredinama**, **smanjenje oticanja** i **gubitka tla** sa terena građevinskim mjerama i najboljim praksama upravljanja predstavljaju najvažnije intervencije.
- Konačno, **hemijski fluksovi se mogu dalje zadržati** primjenom mjera zadržavanja kako na terenu tako i u rijeci. Na primjer, **tampon zone**, **mjere zelene infrastrukture**, **močvare** i **poplavna područja** su odlični primjeri ovih mjera, koje imaju i druge pozitivne uticaje na status vode kao što je zadržavanje vode, ublažavanje poplava, prilagođavanje klimatskim promjenama i očuvanje biodiverziteta. Ipak, ne treba ih smatrati primarnim sredstvima prirodnog tretmana koji mogu da zamijene mjere kontrole izvora ili puteva.



Slika 11. Hijerarhija kontrole zagađenja

5. JAČANJE KAPACITETA

Postoji snažna potreba za daljim razvojem i boljom harmonizacijom regulatornog okvira podunavskih zemalja i povećanjem institucionalnih kapaciteta u uspostavljanju inventara, praćenju i modeliranju kako bi se problem zagađenja Dunava opasnim supstancama efikasno riješio. Stoga je projekat uključivao posebno prilagođeni program aktivnosti na izgradnji kapaciteta. Kroz [nacionalne i transnacionalne obuke](#), završnu [radionicu i set novih alata](#) koji su stavljeni na raspolaganje, projekat DHm3c nastoji, između ostalog, da postigne napredak u harmonizaciji podataka i metoda koje se koriste za kontrolu zagađenja među svim podunavskim zemljama. Postizanje uporedivih rezultata na nivou sliva zahtijeva zajedničke metodološke pristupe za mjerenje i modeliranje OS. Sve ovo je veoma važno za razvoj djelotvornih strategija upravljanja prekograničnim zagađenjem opasnim supstancama. Kako najbolje postići ove ciljeve bila je vodeća tema o kojoj se razgovaralo tokom ovih događaja.

DOSTIGNUĆE PROJEKTA:

8 nacionalnih kurseva za monitoring i inventarizaciju

Osnovna svrha [nacionalnih kurseva obuke](#) održanih u osam zemalja Dunavskog sliva bila je unapređenje znanja i vještina stručnjaka koji rade u oblasti upravljanja vodama. Obuka se posebno fokusirala na inovativne strategije pametnog monitoringa za efikasnu ocjenu koncentracija i opterećenja kroz različite puteve emisije i u rijekama, kao i na procjenu hemijskog stanja vodnih tijela. Na Slici 12 možete vidjeti neke fotografije sa tih živahnih događaja, gdje je obučeno više od 400 učesnika, koji su predstavljali relevantne aktere iz pilot regija i ne samo njih (korisnici vode, sektorske agencije, interesne grupe iz industrije, poljoprivrede, zaštite životne sredine i istraživači). Tokom svih nacionalnih kurseva obuke, izvučene su neke korisne lekcije i formulisane preporuke za budući razvoj. Jedno od važnih dostignuća nacionalnih obuka bilo je [bolje razumijevanje konceptata, pristupa i metodologija za razvoj harmonizovanih inventara emisija OS](#), uključujući njihovu relevantnost za modeliranje OS.

DOSTIGNUĆE PROJEKTA: 3 transnacionalna kursa obuke o modeliranju

Dublji uvid u modeliranje OS bio je glavna tema [e-transnacionalnih obuka](#) održanih u Bukureštu, Budimpešti i Beču. Od početka je bilo jasno da je modeliranje OS novi pristup, koji se veoma skromno primenjuje u zemljama Podunavlja. Cilj ovog događaja bila je [razmjena znanja i unapređenje relevantnih vještina i kompetencija učesnika](#) iz dunavskog regiona [u vezi sa modeliranjem OS](#), te predstavljanje potencijala modeliranja za poboljšanje buduće kontrole i upravljanja zagađenjem OS. Na Slici 13 možete vidjeti nekoliko sugestivnih fotografija sa tih obuka, koje su predstavljale odličnu priliku za razmjenu dragocjenih informacija, znanja, iskustava i pristupa vezanih za teme modeliranja emisija OS.

DOSTIGNUĆE PROJEKTA: Priručnik sa tehničkim smjernicama

Na osnovu ukupnih aktivnosti sprovedenih u okviru projekta razvijen je „Priručnik sa tehničkim smjernicama sa najboljim praksama u upravljanju zagađenjem opasnim supstancama“ koji pruža praktičnu podršku u praćenju i modeliranju zagađenja OS za praktičare. Ovaj dokument se smatra instrumentom koji je bitan za aktere povezane sa projektom.

DOSTIGNUĆE PROJEKTA: Međunarodna završna radionica DHm3c

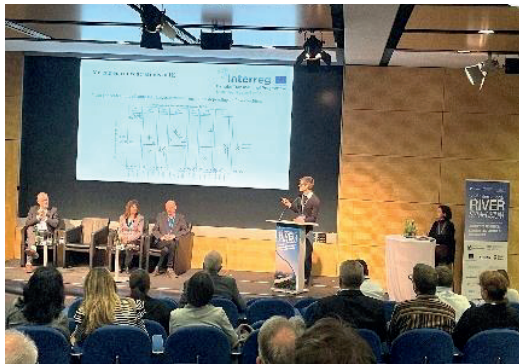
Konačni rezultati projekta predstavljeni su i o njima se razgovaralo sa međunarodnim stručnjacima u okviru konferencije i radionice u Beču, sve u okviru **25. Međunarodnog simpozijuma o rijekama** (Slika 14). Radionici je prisustvovalo ukupno 40 učesnika iz 13 zemalja.



Slika 12. Nacionalne obuke o monitoringu: prezentacije i odlasci na teren
Gore lijevo: Balatonszárszó, HU; desno: Zagreb, CR;
U sredini lijevo: Colibita Lake, RO; desno: Beč, AT;
Dolje lijevo: sliv Koppány, HU; desno: Bratislava, SK



Slika 13. Transnacionalne obuke o modeliranju
lijevo: Budimpešta, HU; i desno: Beč, AT



Slika 14. Presentacija rezultata na 25. Međunarodnom simpozijumu o rijekama (lijevo)
i učesnici završnog sastanka projekta (desno) u Beču

DOSTIGNUĆE PROJEKTA: Paketi obuke

U skladu sa ciljevima projekta, projektni partneri su zajednički razvili pakete za učenje koji obuhvataju glavne teme obrađene u okviru projekta. Ovi paketi su korišćeni na **kursevima obuke koji su održani na nacionalnom i transnacionalnom nivou, kao što je gore pomenuto.**



Potreba za bliskom saradnjom, razmjenom znanja kako na nacionalnom tako i regionalnom nivou, kao i potreba za jačanjem tehničkih i stručnih kapaciteta, istaknuti su na svim obukama. Podizanjem svijesti među različitim institucijama na nacionalnom, regionalnom i transnacionalnom nivou **o kritičnim aspektima prikupljanja podataka, upravljanja podacima i praćenja, i dijalogom koji se fokusira na različite ciljeve i perspektive u vezi sa praćenjem i inventarizacijom, treba nastaviti dalji razvoj kapaciteta u budućnosti kako bi se pomoglo u vršenju pouzdane i robusne evaluacije emisija i njihovom potencijalnom smanjivanju.**





6. PROJEKTA DOSTIGNUĆA

Glavna ostvarenja i rezultati projekta **Danube Hazard m³c** su sljedeći:

- Baza podataka inventara koncentracija opasnih supstanci u slivu rijeke Dunav
- Demonstracija harmonizovanog i ekonomičnog koncepta mjerenja za praćenje zagađenja rijeka opasnim supstancama i puteva emisije opasnih supstanci u 7 pilot regija
- Harmonizovani model MORE prilagođen specifičnim teritorijalnim karakteristikama u slivu rijeke Dunav
- Izveštaj o poboljšanom razumijevanju sistema kao osnovi za prilagođeno transnacionalno modeliranje emisija na nivou sliva Dunava
- Demonstracija procesa izrade plana upravljanja na nivou sliva za zagađenje OS na osnovu detaljnog modeliranja emisija u 7 pilot regija
- Izveštaj o postojećim politikama i planovima upravljanja u vezi sa zagađenjem voda OS u slivu rijeke Dunav
- Nadograđena verzija modela opasnih supstanci u Dunavu (DHSM) prilagođena teritorijalnim potrebama za transnacionalno modeliranje emisija OS u slivu rijeke Dunav
- Dokument sa smjernicama za politike usmjerene ka boljoj zastupljenosti OS u Planovima upravljanja slivnim područjem Dunava i nacionalnim planovima upravljanja rječnim bazenima
- Priručnik sa tehničkim smjernicama o upravljanju OS za zainteresovane subjekte
- Nacionalne obuke o praćenju i inventarizaciji zagađenja OS i paketi materijala za obuku, dostupni na engleskom i na 9 službenih jezika na području sliva rijeke Dunav
- Tri transnacionalne obuke o modeliranju i evaluaciji scenarija i paket materijala za obuku, dostupan na engleskom jeziku
- Međunarodna radionica o upravljanju zagađenjem OS

Impresum

Izdavač: Univerzitet tehnologije i ekonomije u Budimpešti, Odsjek za sanitarno inženjerstvo i životnu sredinu
H-1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3.
www.vkkt.bme.hu

Urednica: Katalin Mária Dudás
Engleska verzija se bazira na stanju projekta na 14.03.2023.
Nacionalni prevod kreirao CETI
Štampa: GolbiPrint

