



Alati i metode procene rizika zagađenog sedimenta

Dr Dejan Krčmar



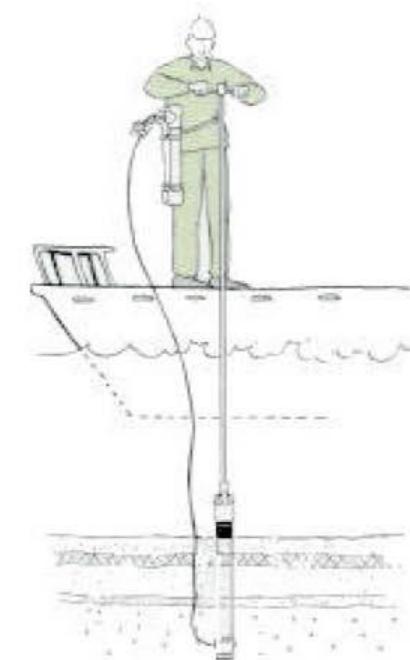
Q42 ▲ X ✓ fx =+D42/I42

	A	B	C	D	I	J	L	M	N	O	P	Q	R
1 Project:		Begej Canal											
2 Client:		Serbia											
3 Dossier:													
4 Proba:		25											
5													
6 fraction < 2 um		30,35	%	Average									
7 organic matter fraction		5,4	%										
8													
9													
10 Metals													
11 Arsenic (As)	mg/kg su	nd	#VALUE!		29	55	42	55	55	150	0	#VALUE!	
12 Cadmium (Cd)	mg/kg su	1,6	1,73		0,8	2	6,4	7,5	12	30	1	2,16	
13 Chromium (Cr)	mg/kg su	65	58,72		100	380	240	380	380	1000	0	0,59	
14 Copper (Cu)	mg/kg su	30	29,63		36	36	113	90	190	400	0	0,82	
15 Mercury (Hg)	mg/kg su	0,37	0,36		0,3	0,5	5,15	1,6	10	15	1	1,19	
16 Lead (Pb)	mg/kg su	43	42,62		85	530	307,5	530	530	1000	0	0,50	
17 Nickel (Ni)	mg/kg su	33	28,62		35	35	122,5	45	210	200	0	0,82	
18 Zinc (Zn)	mg/kg su	100	93,87		140	480	430	720	720	2500	0	0,67	
19													
20 Mineral oil	mg/kg su	34	62,96		50	1000	2525	3000	5000		1	1,26	
21 Aromatics													
22 Naftalina	mg/kg su	0	0,000		0,001	0,015							
23 Antracen	mg/kg su	0	0,000		0,001	0,05							
24 Fenantron	mg/kg su	0	0,000		0,005	0,05							
25 Fluoranten	mg/kg su	0	0,000		0,03	0,3							
26 Benz(a)antracen	mg/kg su	0	0,000		0,003	0,05							
27 Crisen	mg/kg su	0	0,000		0,1	0,05							
28 Benzo(k)fluoranthen	mg/kg su	0	0,000		0,02	0,2							
29 Benzo(a)piren	mg/kg su	0	0,000		0,003	0,05							
30 Benzo(ghi)perilen	mg/kg su	0	0,000		0,08	0,05							
31 Indeno(1,2,3-cd)piren	mg/kg su	0	0,000		0,06	0,05							
32													
33 HAP (total 10 VROM)	mg/kg su	0	0,000		1	1	20,5	10	40		0	0,00	
34													
35 Pesticides													
36 PCB total	mg/kg su	0	0,000		0,02		0,51	0,2	1		0	0,00	
37 DDD	µg/kg su	0	0,00		0,02						0	0,00	
38 DDE	µg/kg su	0	0,00		0,01						0	0,00	
39 DDT	µg/kg su	0	0,00		0,09						0	0,00	
40 DDD/DDE/DDT	µg/kg su	0	0,00		10	10	2005	40	4000		0	0,00	
41													
42 Aldrin	µg/kg su	0	0,00		0,06						0	0,00	
43 Dieldrin	µg/kg su	0	0,00		0,5	20					0	0,00	

Juni 2004

Konačni izveštaj

Studija izvodljivosti "Rekonstrukcija i rehabilitacija kanala Begej"





Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT[®]

Environment International 32 (2006) 606–615

**ENVIRONMENT
INTERNATIONAL**
www.elsevier.com/locate/envint

Pollution of the Begej Canal sediment-metals, radioactivity and toxicity assessment

B. Dalmacija ^a, M. Prica ^{b,*}, I. Ivancev-Tumbas ^a, A. van der Kooij ^c, S. Roncevic ^a,
D. Krcmar ^a, I. Bikit ^d, I. Teodorovic ^e

^a Department of Chemistry, Faculty of Sciences, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovica 3, 21000 Novi Sad, Serbia and Montenegro

^b Faculty of Technical Sciences, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovica 6, 21000 Novi Sad, Serbia and Montenegro

^c DHV Environment and Transportation, Laan 1914 no.35, 3818 Amersfoort, Netherlands

^d Department of Physics, Faculty of Sciences, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovica 2, 21000 Novi Sad, Serbia and Montenegro

^e Department of Biology and Ecology, Faculty of Sciences, University of Novi Sad, Trg Dositeja Obradovica 3, 21000 Novi Sad, Serbia and Montenegro

Received 2 September 2005; accepted 24 January 2006

Available online 9 March 2006

Abstract

The Begej Canal is one among a large number of canals in Vojvodina (Northern Province of Serbia and Montenegro). The paper describes a study of metal and radioactivity contamination of the Begej Canal sediment. It is also concerned with the evaluation of sediment acute toxicity based on standard test species *Daphnia magna* and simultaneously extracted metals and acid volatile sulfides. The quality of sediment was assessed according to Dutch standards, but the results were also compared with some Canadian and USEPA (United States Environmental Protection Agency) guidelines for sediment quality.

The results showed serious pollution with chemicals, source unknown, and some unknown due to the presence of certain of those contaminants may

III. Kriterijumi

Tabela 1. Kriterijumi za ocenu kvaliteta sedimenta i dozvoljeni načini postupanja sa izmuljenim sedimentom

Klasa	Kriterijum	Načini postupanja sa izmuljenim sedimentom
0	≤ Ciljna vrednost	Koncentracije zagađujućih materija u sedimentu su na nivou prirodnog fona. Sedimenti mogu biti dislocirani bez posebnih mera zaštite.
1	> Ciljna vrednost i ≤ Vrednost limita	Sediment je neznatno zagađen. Prilikom dislokacije dozvoljeno je odlaganje bez posebnih mera zaštite u pojasu širine do 20 m u okolini vodotoka.
2	> Vrednost limita i ≤ Verifikacioni limita	
3	> Verifikacioni nivo ≤ Remedijaciona vrednost	Sediment je zagađen. Nije dozvoljeno njegovo odlaganje bez posebnih mera zaštite. Neophodno je čuvanje u kontrolisanim uslovima uz posebne mere zaštite kako bi se sprečilo rasprostranjanje zagađujućih materija u okolinu.
s4	> Remedijaciona vrednost	Izuzetno zagađeni sedimenti. Obavezna je remedijacija ili čuvanje izmuljenog materijala u kontrolisanim uslovima uz posebne mere zaštite kako bi se sprečilo rasprostranjanje zagađujućih materija u okolinu.

UREDJA

O GRANIČNIM VREDNOSTIMA ZAGAĐUJUĆIH MATERIJA U POVRŠINSKIM I PODZEMNIM VODAMA I SEDIMENTU I ROKOVIMA ZA NJIHOVO DOSTIZANJE

("Sl. glasnik RS", br. 50/2012)

I UVODNE ODREDBE

Član 1

Ovom uredbom utvrđuju se granične vrednosti zagađujućih supstanci (u daljem tekstu: zagađujuća materija) u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu, kao i rokovi za njihovo dostizanje.

Tabela 2. Granične vrednosti za ocenu kvaliteta sedimenta pri izmuljivanju sedimenta iz vodotoka

Parametar	Jedinica mere	Ciljna vrednost	Vrednost limita	Verifikacioni Nivo	Remedijaciona vrednost
Arsen (As)	mg/kg	29	55	55	55
Kadmijum (Cd)	mg/kg	0,8	2	7,5	12
Hrom (Cr)	mg/kg	100	380	380	380
Bakar (Cu)	mg/kg	36	36	90	190
Živa (Hg)	mg/kg	0,3	0,5	1,6	10
Olovo (Pb)	mg/kg	85	530	530	530
Nikl (Ni)	mg/kg	35	35	45	210
Cink (Zn)	mg/kg	140	480	720	720
Mineralna ulja	mg/kg	50	1000	3000	5000
Policklični aromatični ugljovodonici (PAH) ¹	mg/kg	1	1	10	40
Polihiroxani bifenili (PCB) ²	mg/kg	0,02		0,2	1
DDT ukupni ³	µg/kg	10	10	40	4000
Ciklodien pesticidi ⁴	µg/kg	5			4000
HCН ukupni ⁵	µg/kg	10			2000
Alfa-endosulfan	µg/kg	0,01			4000

UZORKOVANJE SEDIMENTA

Mr Dejan Krčmar
PMF – Departman za hemiju
Katedra za hemijsku tehnologiju i
zaštitu životne sredine

Zaključak

- metali dominantno prisutni u sedimentu
- u periodu od 2008-2009. godine, u svakom vodotoku i zaštićenoj zoni postoji lokacija u kojoj je sediment barem po jednom metalu klasifikovan (holandski sistem klasifikacije sedimenata) kao zagađen (klasa 3) ili izuzetno zagađen sediment (klasa 4)

UZORKOVANJE PORNE VODE

In-situ

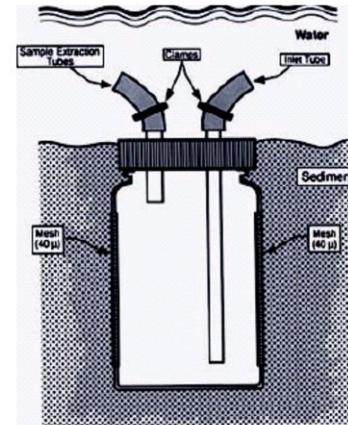
- dijaliza
- vakuum sukcija

Ex-situ

- centrifugiranje
- ceđenje (presovanje)

• Gotovo je nemoguće ukloniti pornu vodu iz sedimenta uz spečavanje promena u hemijskoj prirodi porne vode, što uz promene prilikom manipulacije, skladištenja i testiranja utiče na izmenu biodostupnosti polutanata i ispoljenu toksičnost
 • U principu, prilikom uzorkovanja mora se odabrati tehnika koja će zadržati u najvećoj meri in-situ uslove u vodi.

Dijaliza (Peeper metoda)



Dubina sedimenta: 0,2 - 10 cm

Zapremina uzorka: $\leq 0,5 \text{ l}$

Princip: uzorkovanje primenom dijalize podrazumeva upotrebu malih difuznih komora sa membranama koje sadrže destilovanu vodu ili čistu vodu odgovarajuće tvrdoće i saliniteta. Dolazi do difuzije kroz porozne membrane u komoru, sve dok se ne uspostavi ravnoteža sa okolnom pornom vodom.

Prednosti



Nedostaci

Rukovanje složeno u dubljoj vodi i pri jakim strujama, zahteva ronjenje na dubinama $> 0,6 \text{ m}$; duga vremena postizanja ravnoteže (15-20 dana); metoda nije standardizovana; neke vrste membrane su podložne začepljenju biomaterijalom; male zapremine porne vode (10-20ml); ograničeni na mekše sedimente; neophodna deaeracija komore pre uzorkovanja

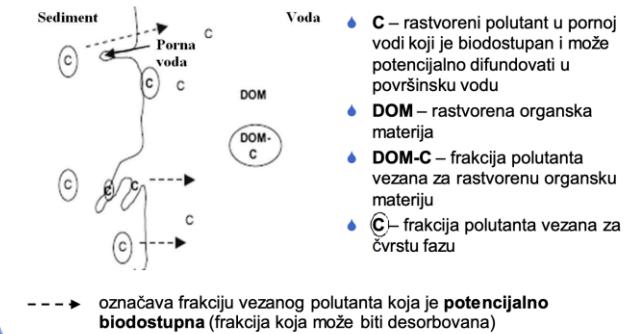


4 DEO	
NEORGANSKE KOMPONENTE U SISTEMU	
VODA-SEDIMENT	175
PONAŠANJE I SUBBINA METALA U ABIOTIČKOJ SREDINI	176
Transport i transformacije metala u ekosistemu	177
Metali u akvatičnim sistemima	181
Specijacija metala u čistoj i morskoj vodi	184
Interakcije između vodene i čvrste faze	185
Mobilizacija metala iz sedimenata	188
TRANSPORT I TRANSFORMACIJE U BIOTI	189
Interakcije između mikroorganizama i metala	189
Procesi unosa metala od strane vodenih organizama	190
Ekskrecija i regulacija metala	192
Tolerancija vodenih organizama na metale i biotransformacija	193
Bioakumulacija metala u vodenim organizmima	194
Prenos lancem ishrane i bioakumulacija	194
TOKSIČNI EFEKTI METALA	195
Mehanizam toksičnosti metala	195
Letalna toksičnost metala	200
Subletalni efekti	203

UNIVERZITET U NOVOM SADU
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET
DEPARTMAN ZA HEMIJU
 CENTAR IZVRSNOSTI ZA HEMIJU OKOLINE I PROCENU RIZIKA
 KATEDRA ZA HEMIJSKU TEHNOLOGIJU
 I ZAŠTITU ŽIVOTNE SREDINE



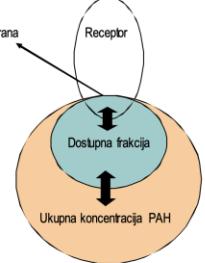
- Stvarna biodostupnost
- Potencijalna biodostupnost



ZAGAĐUJUĆE MATERIJE U VODENOM EKOSISTEMU I REMEDIJACIONI PROCESI



PROBLEM: korišćenje ukupnih koncentracija za procenu kvaliteta sedimenta



- Konvencionalne metode imaju za cilj određivanje ukupnih koncentracija polutanata u sedimentu, pa one nisu pogodne za procenu rizika jer precenjuju biodostupnu frakciju.

UREDNICI

Profesor dr Božo Dalmacija
Docent dr Jasmina Agbaba

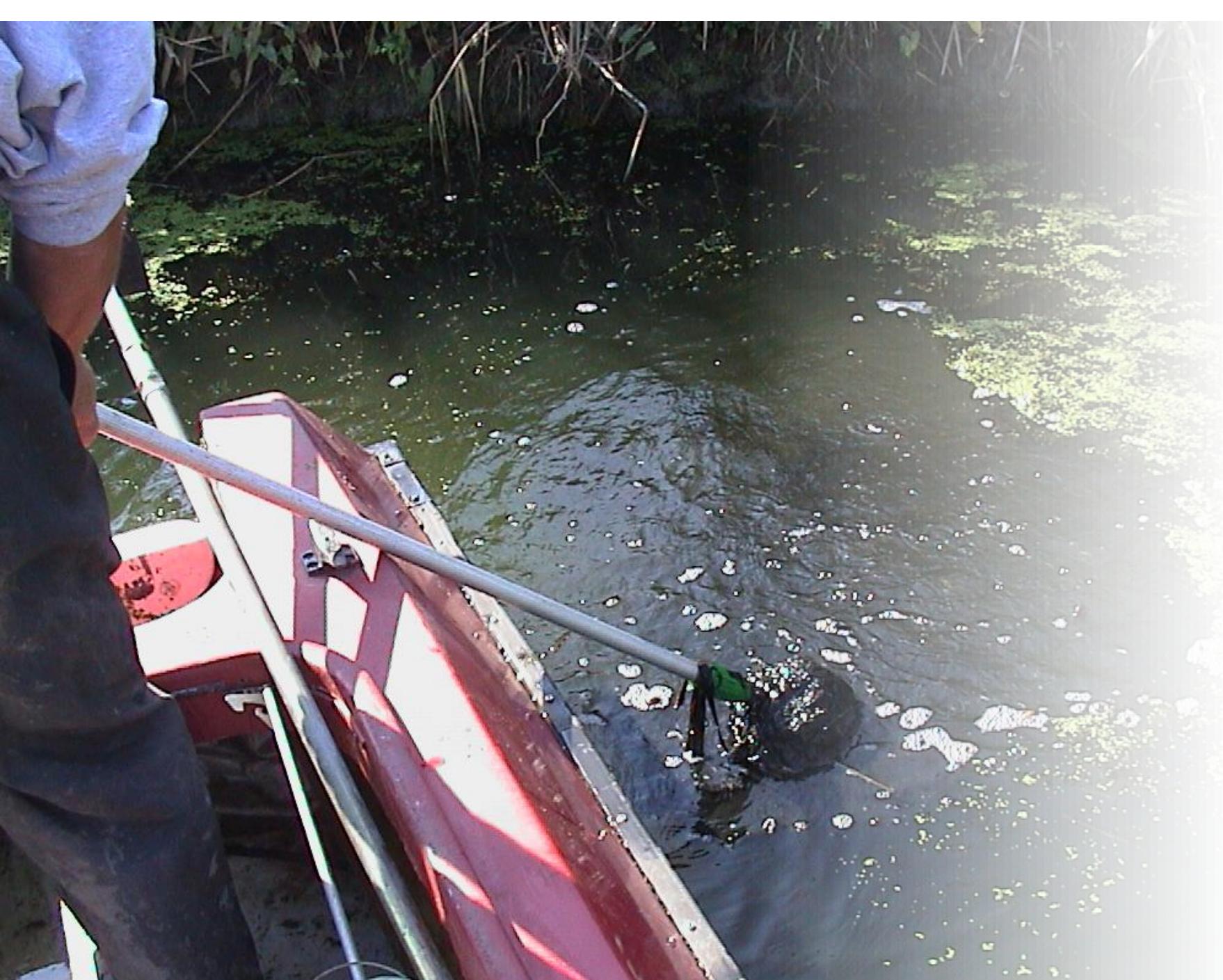
Novi Sad, 2008.

5 DEO ORGANSKI POLUTANTI U SISTEMU VODA-SEDIMENT

- Izvori i transport organskih polutanata do vodenih ekosistema
- Prisustvo organskih polutanata u prirodnim vodotocima
- Transport i transformacije organskih polutanata
- Fazni prelazi
- Rasproatiranje
- Sorpcija
- Volatilizacija
- Atmosferska depozicija
- Transport
- Transport i disperzija u vodenoj fazi - advekcija
- Transport organskih mikropolutanata u sedimentu
- Difuzija
- Uticaj bioturbacije na transport i sudbinu organskih polutanata u sedimentu
- Transformacije
- Opšti mehanizmi degradacije organskih mikropolutanata
- Uticaj sedimenta na degradaciju organskih mikropolutanata u vodenoj sredini
- Degradacija u sloju sedimenta



"NE MOŽE DA ŠKODI"
MILAN LANE GUTOVIĆ

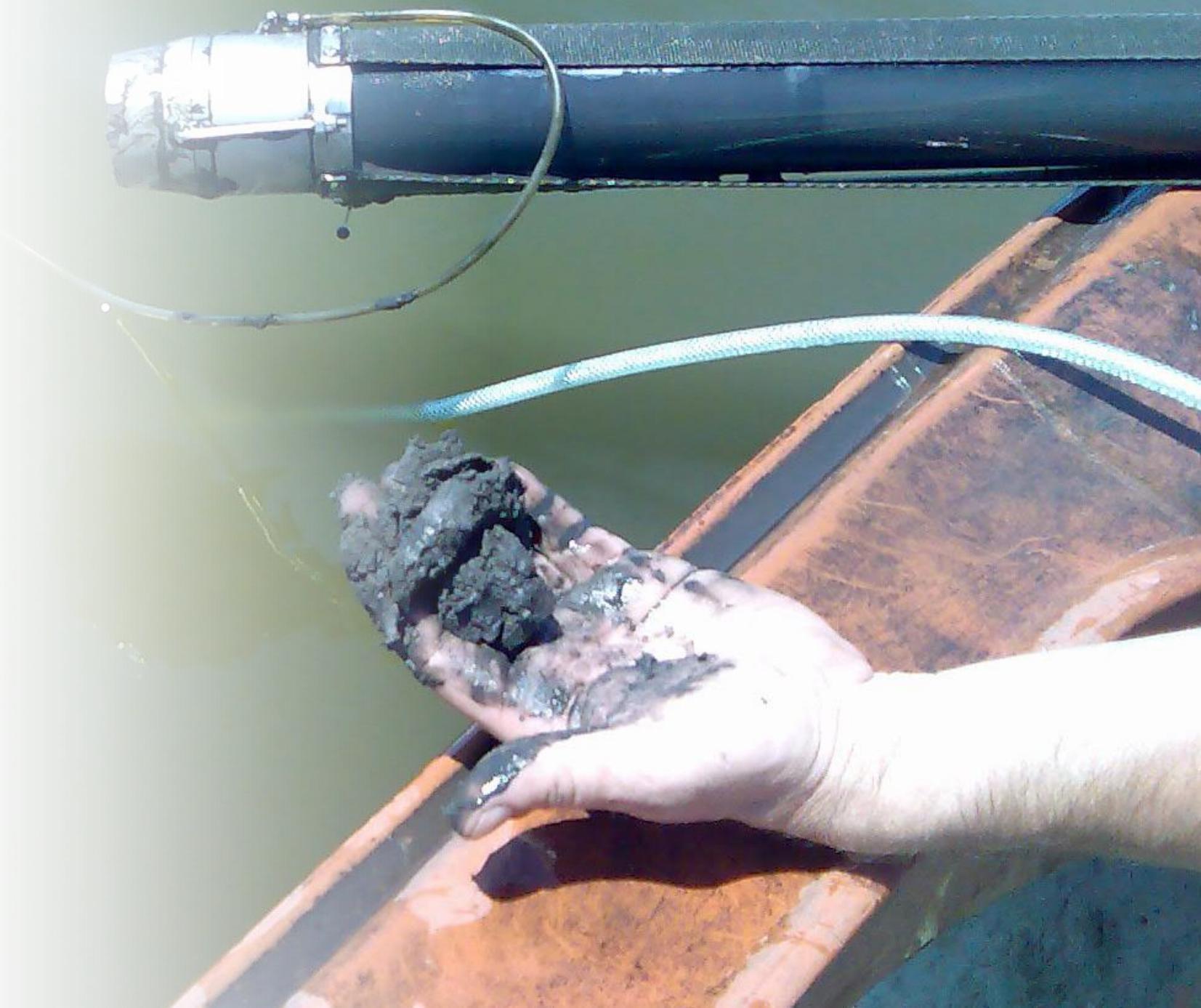


Sediment je esencijalna, dinamička komponenta svih vodenih sistema koja zbog snažno izražene tendencije vezivanja predstavlja rezervoar toksičnih i perzistentnih jedinjenja antropogenog porekla (USEPA).

Sediment je važna komponenta vodenih ekosistema i relevantan matriks pri određivanju uzročnika ne postizanja dobrog statusa/ potencijala vodnih tela.

Fizičko-hemijski i biohemijski procesi su odgovorni za raspodelu materija u sistemu sediment/voda, pojavne oblike, ponašanje i sudbinu zagađujućih supstanci. Zagađujuće supstance koje ulaze u površinske vode mogu se povezati sa česticama i tako se mogu naći u sedimentu.

Sedimenti, izloženi istorijskim ili trenutnim ispuštanjem zagađujućih supstanci, predstavljaju „deponije“ neorganskih i organskih zagađujućih supstanci, a isto tako mogu biti i sekundarni izvor zagađivanja vode.





- ✓ Kontaminiran sediment može uticati na hemijski i ekološki status/potencijal vodnih tela
- ✓ Karakterizacija sedimenta je nužna u cilju dobijanja sveobuhvatne slike o kvalitetu akvatičnog sistema.
- ✓ Kvalitet sedimenta je u srpskom zakonodavstvu regulisan u kontekstu zaštite od njegovog negativnog uticaja kada predstavlja integralni deo vodnih tela i zaštite zdravlja ljudi i životne sredine od posledica njegovog rukovanja (izmuljivanja)

Uredba o graničnim vrednostima zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama i sedimentu i rokovima za njihovo dostizanje ("Sl. glasnik RS", br. 50/2012)

Prilog 3. SEDIMENT

I. Granične vrednosti za ocenu kvaliteta sedimenta

Tabela 1. Granične vrednosti za ocenu statusa i trenda kvaliteta sedimenta

Parametar	Jedinica mere	Ciljna vrednost	Maksimalno dozvoljena koncentracija	Remedijaciona vrednost
Arsen (As)	mg/kg	29	42	55
Kadmijum (Cd)	mg/kg	0,8	6,4	12
Hrom (Cr)	mg/kg	100	240	380
Bakar (Cu)	mg/kg	36	110	190
Živa (Hg)	mg/kg	0,3	1,6	10
Olovo (Pb)	mg/kg	85	310	530
Nikal (Ni)	mg/kg	35	44	210
Cink (Zn)	mg/kg	140	430	720
Mineralna ulja	mg/kg	50	3000	5000
Policiklični aromatični ugljovodonici (PAH) ^a	mg/kg	1	10	
Naftalen	mg/kg	0 001	0 1	



Tabela 1. Kriterijumi za ocenu kvaliteta sedimenta i dozvoljeni načini izmuljenjem sedimentom

Klasa	Kriterijum	Načini postupanja sa izmuljenim sedimentom
0	\leq Ciljna vrednost	Koncentracije zagađujućih materija u sedimenti su u skladu sa prirodnog fona. Sedimenti mogu biti dislocirani bez posebnih mera zaštite.
	$>$ Ciljna vrednost i \leq Vrednost limita	Sediment je neznatno zagađen. Prilikom dislokacije dozvoljeno je odlaganje bez posebnih mera zaštite u pojasu širine do 20 m u okolini vodotoka.
2	$>$ Vrednost limita i \leq Verifikacioni limita	
3	$>$ Verifikacioni nivo \leq Remedijaciona vrednost	Sediment je zagađen. Nije dozvoljeno njegovo odlaganje bez posebnih mera zaštite. Neophodno je čuvanje u kontrolisanim uslovima uz posebne mere zaštite kako bi se sprečilo rasprostiranje zagađujućih materija u okolinu.
s4	$>$ Remedijaciona vrednost	Izuzetno zagađeni sedimenti. Obavezna je remedijacija ili čuvanje izmuljenog materijala u kontrolisanim uslovima uz posebne mere zaštite kako bi se sprečilo rasprostiranje zagađujućih materija u okolinu.

Tabela 2. Granične vrednosti za ocenu kvaliteta sedimenta pri izmuljivanju sedimenta iz vodotoka

Parametar	Jedinica mere	Ciljna vrednost	Vrednost limita	Verifikacioni Nivo	Remedijaciona vrednost
Arsen (As)	mg/kg	29	55	55	55
Kadmijum (Cd)	mg/kg	0,8	2	7,5	12
Hrom (Cr)	mg/kg	100	380	380	380
Bakar (Cu)	mg/kg	36	36	90	190
Živa (Hg)	mg/kg	0,3	0,5	1,6	10
Olovo (Pb)	mg/kg	85	530	530	530
Nikl (Ni)	mg/kg	35	35	45	210
Cink (Zn)	mg/kg	140	480	720	720
Mineralna ulja	mg/kg	50	1000	3000	5000
Policiklični aromatični ugljovodonici (PAH) ^a	mg/kg	1	1	10	40
Polihlorovani bifenili (PCB) ^b	mg/kg	0,02		0,2	1
DDT ukupni ^c	µg/kg	10	10	40	4000
Ciklodien pesticidi ^d	µg/kg	5			4000

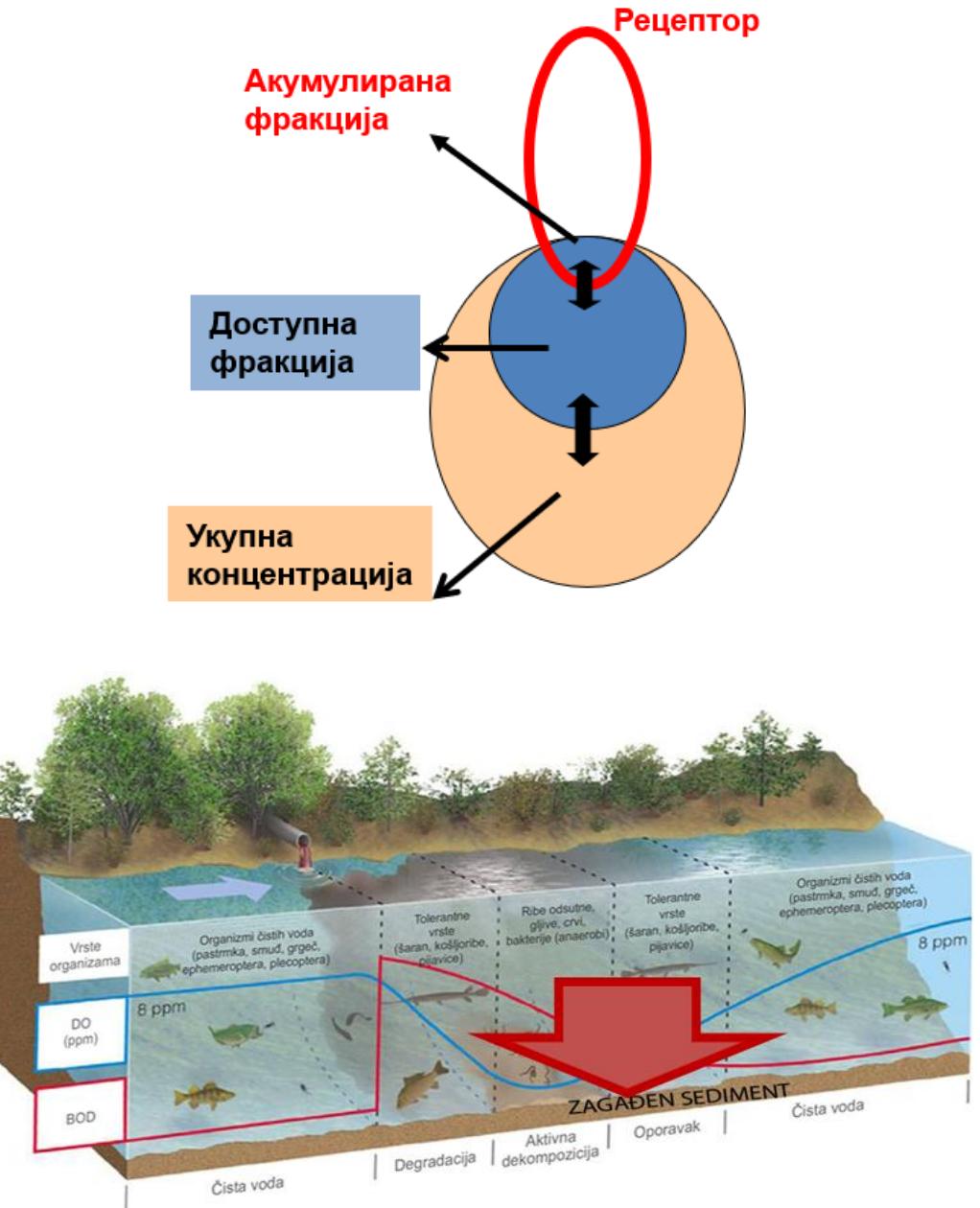
Nedostaci

Sedimenti sa sličnim ukupnim koncentracijama zagađujućih supstanci često imaju različitu mobilnost, biodostupnost, bioakumulacioni potencijal.

Određivanje ukupnih koncentracija zagađujućih supstanci u sedimentu nije dovoljno za realnu procenu štetnih efekata na vodenim ekosistemima.

Primenom samo standarda kvaliteta hemijskih supstanci postoji mogućnost precenjivanja rizika od zagađujućih supstanci vezanih za sediment, jer se na taj način ne uzima u obzir biodostupnost.

Nisu sva jedinjenja u sedimentu pristupačna ili biodostupna organizmima vodenih ekosistema.



Ukupne koncentracije polutanata koje se izmere u sedimentu nisu ujedno i stvarne koncentracije kojima su organizmi izloženi tj. koncentracije ekspozicije mogu biti niže od izmerenih.

Sa druge strane, **postoji mogućnost potcenjivanja rizika**, jer se ne uzima u obzir efekat smeša, kao ni efekat neidentifikovanih zagađujućih supstanci.

Stvarni rizik za živa bića vodenog ekosistema može biti viši u odnosu na ono na šta ukazuju izmerene koncentracije zagađujućih supstanci u odnosu na standarde kvaliteta sedimenta, jer su u životnoj sredini organizmi izloženi smešama zagađujućih supstanci koje mogu imati efekat koji se ne može predvideti individualnih vrednosti standarda kvaliteta.

Takođe, u sedimentu su prisutne i hemijskim metodama neidentifikovane zagađujuće supstance.

→ jedan od nedostataka ovog pristupa je izuzimanje bioloških odgovora u monitoringu sedimenta.



Rizik od prisutnih hemijskih supstanci u sedimentu može biti precenjen i potcenjen

Klasa	Kriterijum	Načini postupanja sa izmuljenim sedimentom
0	\leq Ciljna vrednost	Koncentracije zagađujućih supstanci u sedimentu su na nivou priorodnog fona. Sedimenti mogu biti dislocirani bez posebnih mera zaštite.
1	$>$ Ciljna vrednost i \leq Vrednost limita	Sediment je neznatno zagađen. Prilikom dislokacije dozvoljeno je odlaganje bez posebnih mera zaštite u pojasu širine do 20 m u okolini vodotoka.
2	$>$ Vrednost limita i \leq Verifikacioni limit	
3	$>$ Verifikacioni nivo \leq Remedijaciona vrednost	Sediment je zagađen. Nije dozvoljeno njegovo odlaganje bez posebnih mera zaštite. Neophodno je čuvanje u kontrolisanim uslovima uz posebne mere zaštite kako bi se sprečilo rasprostiranje zagađujućih supstanci u okolinu.
4	$>$ Remedijaciona vrednost	Izuzetno zagađeni sedimenti. Obavezna je remedijacija ili čuvanje izmuljenog materijala u kontrolisanim uslovima uz posebne mere zaštite kako bi se sprečilo rasprostiranje zagađujućih supstanci u okolinu.



→ Precenjivanje ili potcenjivanje nivoa zagađenja i stepena ekološkog rizika može dovesti do pogrešnih odluka u postupku upravljanja sedimentom

Troškovi tretmana sedimenta: oko $50 \text{ EUR}/\text{m}^3$
 $\times XY \text{ m}^3 = ??? \text{ EUR/god.}$
(stabilizacija)

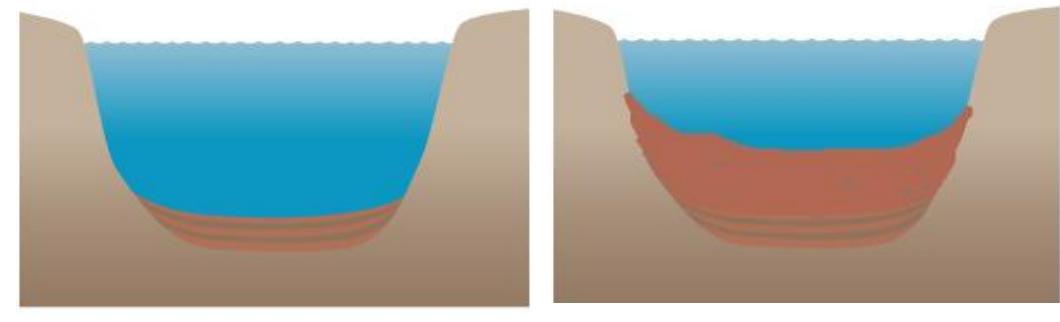
Primena multidisciplinarnog pristupa u proceni rizika od zagađenog sedimenta u vodnom telu i nakon njegovog dislociranja iz vodnog tela

Uzeta su u obzir dva važna aspekta u procesu upravljanja sedimentom: **količina i kvalitet.**

Standardi kvaliteta sedimenta dati u Uredbi br. 50/2012 korišćeni su u ovom koraku kao pokazatelji veoma niskog ili veoma visokog rizika od toksičnosti za akvatične organizme-prvi kriterijum.

Rezultati dobijeni istraživačkim monitoringom i primenom konceptualnih modela za procenu stanja sedimenta predstavljaju drugi kriterijum u proceni rizika od hemijskih supstanci prisutnih u sedimentu

Zaključci izvedeni iz istraživanja-treći kriterijum osnova su za primenu metoda za podršku donošenja odluka o merama koje je potrebno primeniti u upravljanju sedimentom.



Primena konceptualnog modela za procenu stanja sedimenta

Ovim modelom se izbegava potcenjivanje ili precenjivanje rizika od hemijskih supstanci prisutnih u sedimentu

TRIAD je jedan od konceptualnih modela koji se u ovom dokumentu preporučuje za procenu stanja sedimenta. Ovaj konceptualni model pored **hemijske analize** i **analize rezidencijalne biote (faune dna)** uključuje **i laboratorijske ekotoksikološke testove toksičnosti**

Dobijaju se **informacije o ukupnoj toksičnosti uzorka** i oni mogu biti spona između rezultata **hemijske analize** (kontaminacije) i **ekološke analize** (*in situ* efekata uslova sredine = hemijski stres + ekološki faktori).



TRIAD matrica za donošenje odluka na osnovu tri linije dokaza

Hemijska analiza	Laboratorijski testovi toksičnosti	Analiza rezidencijalne biote	Mogući zaključak
+	+	+	Dokazi da je degradacija sedimenta uzrokovan zagadenjem
-	-	-	Dokazi da nije došlo do degradacije sedimenta uzrokovano zagadenjem
+	-	-	Toksične materije nisu biodostupne
-	+	-	Prisutne toksične materije koje se ne određuju redovnim monitoringom i/ili mogu potencijalno dovesti do degradacije
-	-	+	Degradacija nije uzrokovanataksičnim polutantima, razlozi su drugi, nije potrebna remedijacija sedimenta
+	+	-	Prisutne toksične materije su biodostupne, ali <i>in situ</i> efekat izostaje—detaljnijim analizama proveriti uzroke toksičnosti sedimenta
-	+	+	Prisutne neke neidentifikovane toksične materije koje dovode do <i>in situ</i> efekta—proveriti uzrok, složenijim ekotoksikološkim analizama
+	-	+	Toksične materije nisu biodostupne, <i>in situ</i> efekat nije uzrokovan toksičnim polutantima – nači druge uzroke



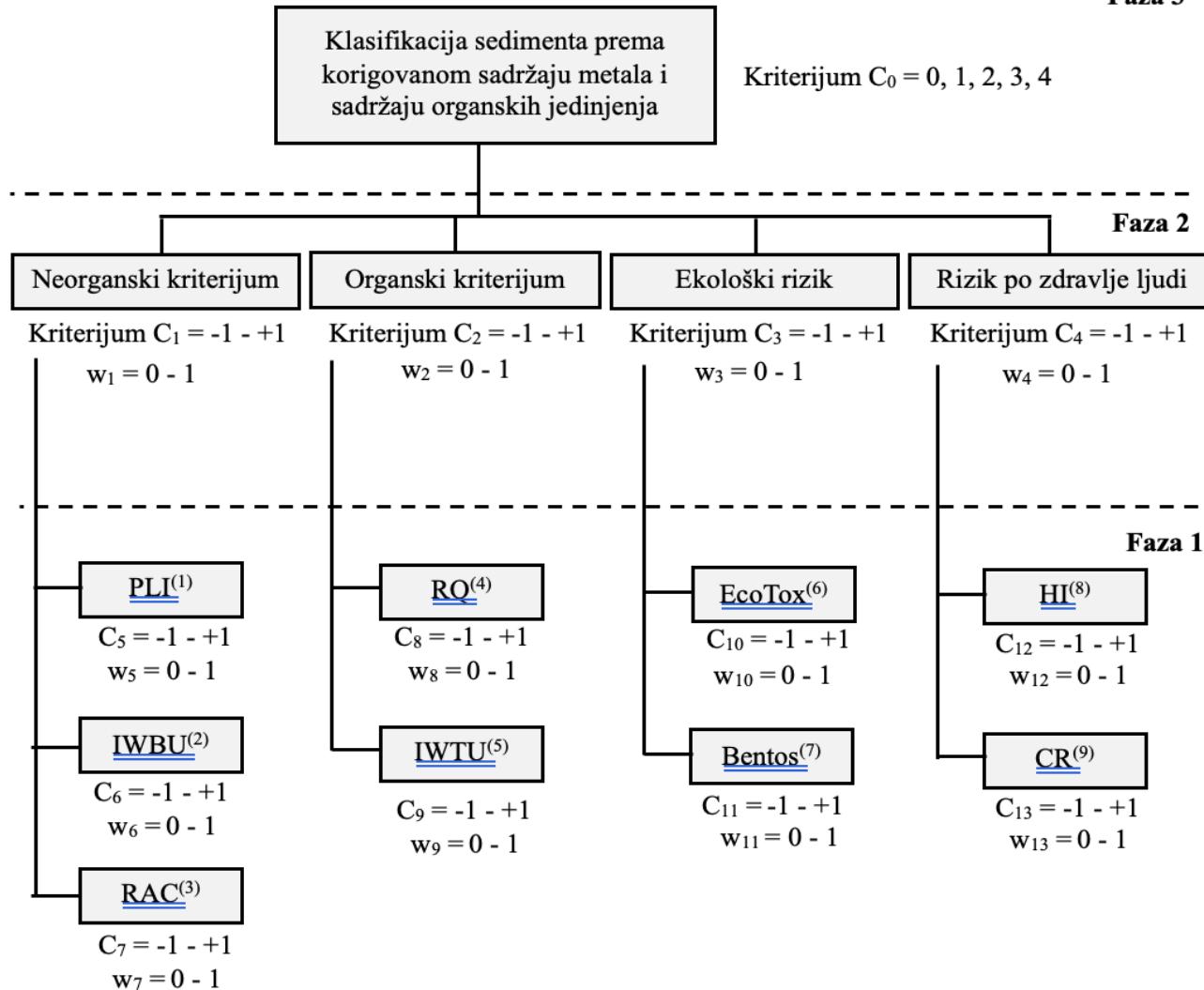
Preispitivanje klasifikacione šeme „one out-all-out“ iz Okvirne direktive o vodama koja se koristi za određivanje statusa/potencijala vodnih tela i koja se, prema zakonodavstvu, koristi i za sediment.

Više-kriterijumska metoda za donošenje odluka (MCDM metoda) kao jedan od ovakvih alata **ne uzima u obzir samo naučne dokaze o kvalitetu sedimenta** (koji se mogu dobiti primenom TRIAD konceptualnog modela), **već i druge relevantne aspekte** kao što su društveni i ekonomski a koji su povezani sa takvim odlukama.

→ Izvršena je analiza kumulativnog efekta zagađujućih supstanci za donošenje odluka o riziku od prisutnog sedimenta u ovom vodnom telu.



Šema MCDM modela



$$\text{Ocena} = C_0 + w_1 \cdot (C_5 \cdot w_5 + C_6 \cdot w_6 + C_7 \cdot w_7) + w_2 \cdot (C_8 \cdot w_8 + C_9 \cdot w_9) + w_3 \cdot (C_{10} \cdot w_{10} + C_{11} \cdot w_{11}) + w_4 \cdot (C_{12} \cdot w_{12} + C_{13} \cdot w_{13})$$

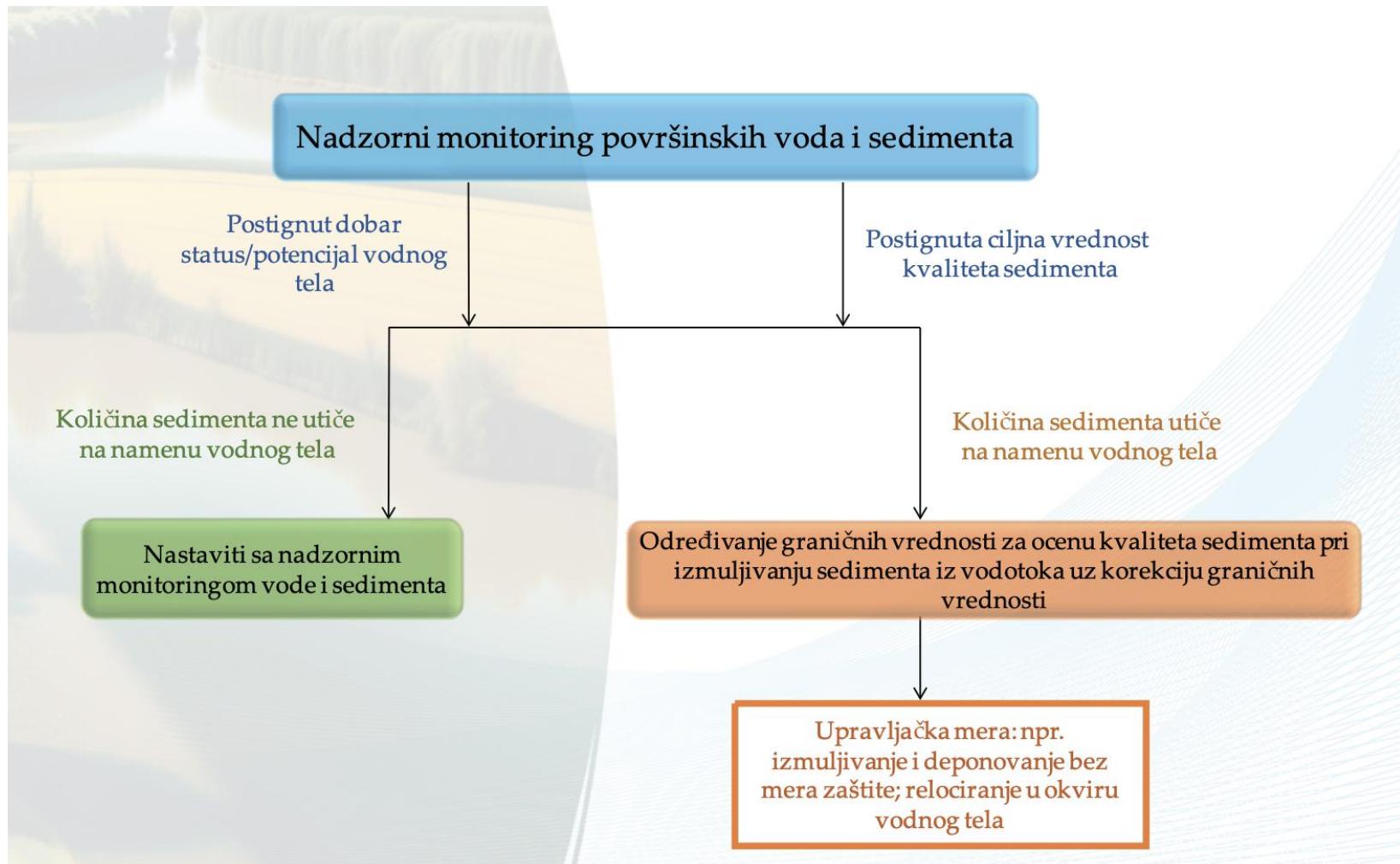
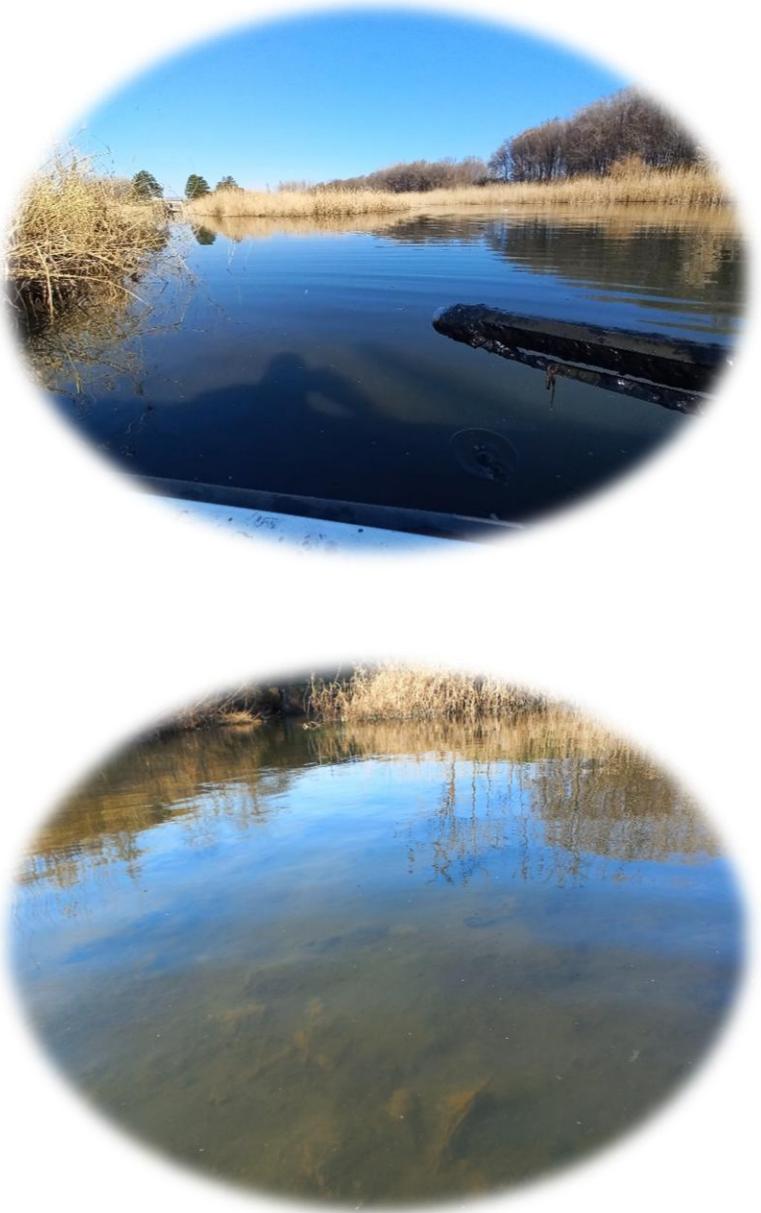
Uključeno je učešće 6 eksperata iz oblasti

Međusobni značaj odabralih pod-kriterijuma prethodno navedenih grupa kriterijuma određen je u odnosu na dati slučaj, odnosno ciljeve izmuljivanja sedimenta, stanje životne sredine i upravljanja sedimentom, i nacionalne i međunarodne regulative

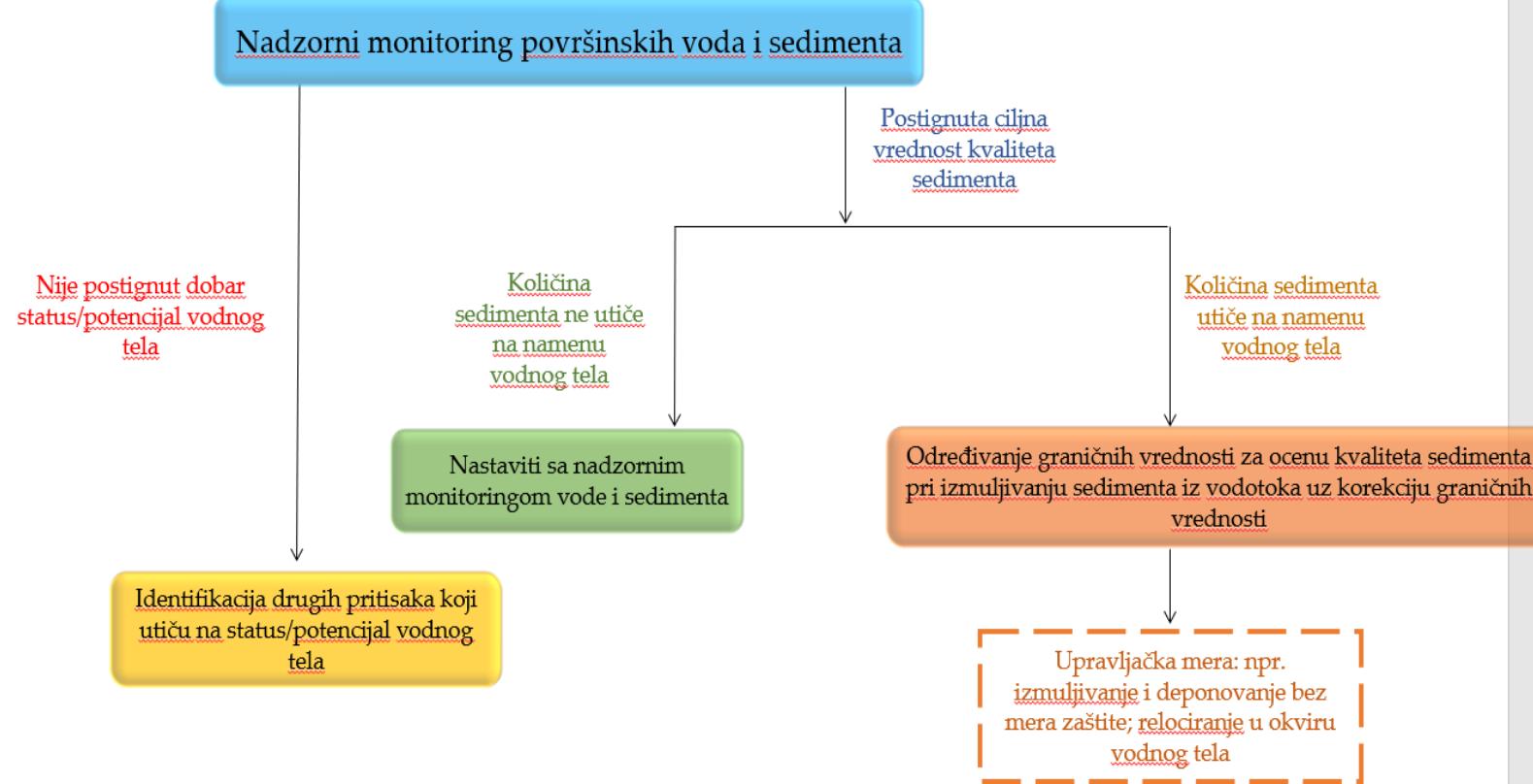
Značaj kriterijuma i pod-kriterijuma izražen je kroz težinske faktore (W1-W13) određene FUCOM algoritmom učešćem eksperata

Konačna ocena određena je nakon normalizacije vrednosti glavnih kriterijuma (C_1, C_2, C_3 i C_4), tako da vrednosti kriterijuma budu u opsegu od -1 do +1. Normalizacija vrednosti se vrši zbog potrebe određivanja međusobnog značaja ovih kriterijuma inkorporiranjem prethodno određenih težinskih faktora

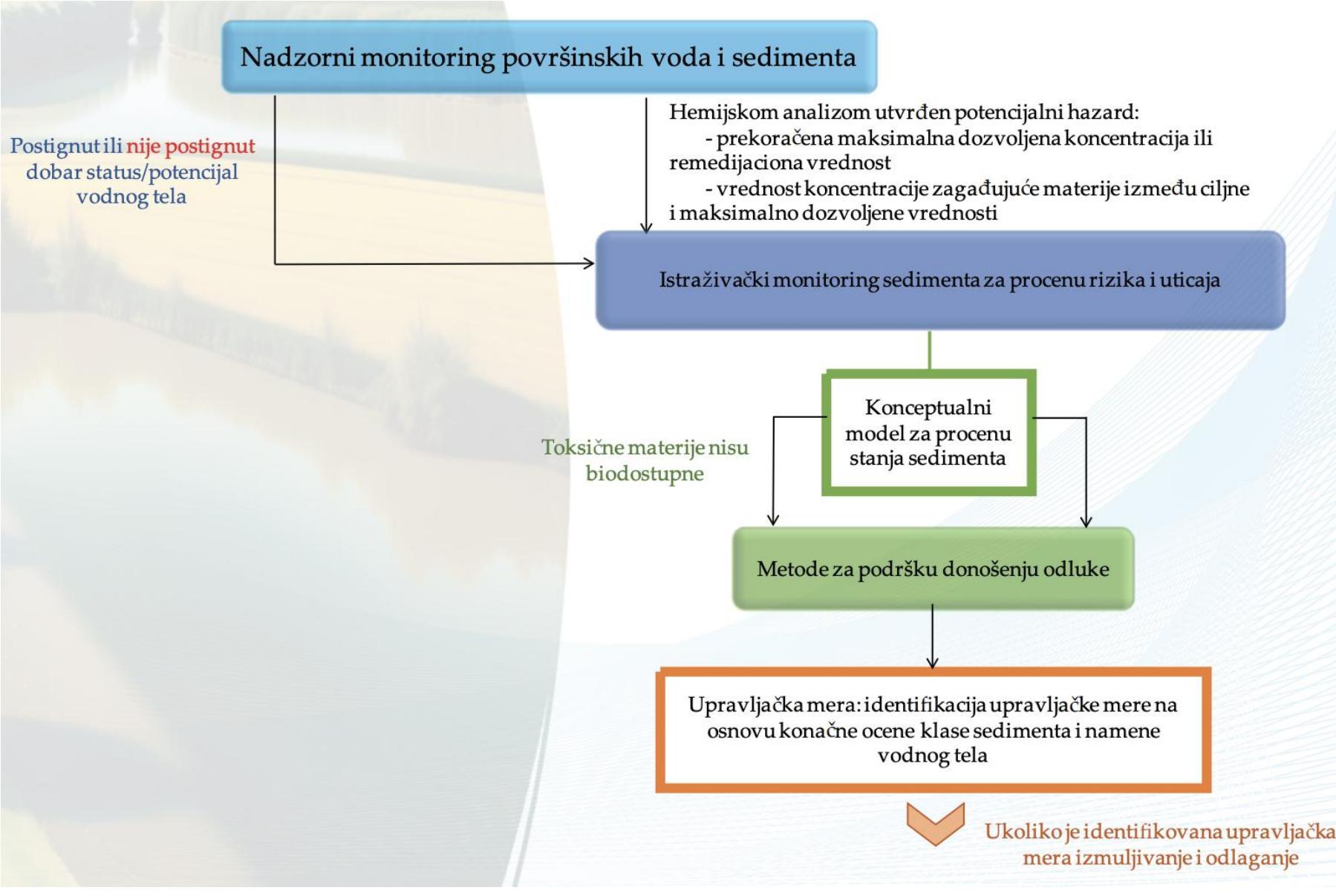
SCENARIO 1



SCENARIO 2



SCENARIO 3



SCENARIO 4



Nadzorni monitoring površinskih voda i sedimenta

Postignut ili nije postignut
dobar status/potencijal
vodnog tela

Hemijskom analizom utvrđen potencijalni hazard:
- prekoračena maksimalna dozvoljena koncentracija ili
remedijaciona vrednost
- vrednost koncentracije zagađujuće materije između ciljne
i maksimalno dozvoljene vrednosti

Istraživački monitoring sedimenta za procenu rizika i uticaja

Dokazi da je degradacija
sedimenta uzrokovana
zagađenjem

Konceptualni
model za procenu
stanja sedimenta

Some unidentified toxic
substances are present
that lead to *in situ* effects

Detaljna analiza za identifikaciju uzroka
toksičnosti sedimenta

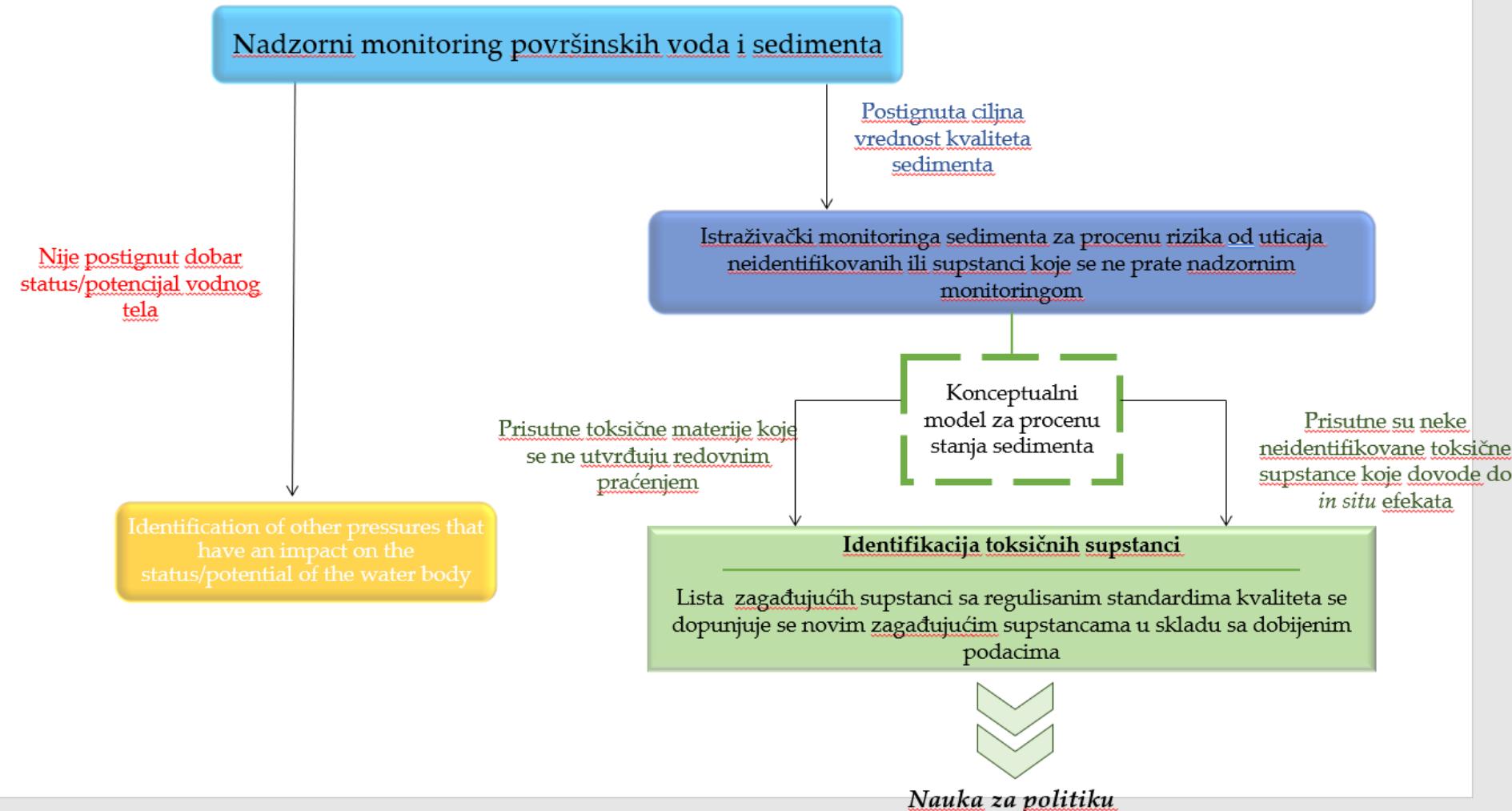
Količina sedimenta ne utiče
na namenu vodnog tela

Upravljačka mera: npr. *in situ*
remedijacija sedimenta

Količina sedimenta utiče na namenu
vodnog tela

Upravljačka mera: odlaganje sa
posebnim merama zaštite;
remedijacija sedimenta

SCENARIO 5



Rezultati analiza uključenih u TRIAD konceptualni model

Uzorci sedimenta	Hemijska analiza *	Analiza rezidencijalne biote (bentos) **	Laboratorijski testovi toksičnosti ***	Mogući zaključak
VBK 1p	II	↓	T	Prisutne neke neidentifikovane toksične materije koje dovode do in situ efekta - proveriti uzrok
VBK 1d	II	/	T	Prisutne neke neidentifikovane toksične materije koje dovode do in situ efekta - proveriti uzrok
VBK 2p	III	↓	T	Dokazi da je degradacija sedimenta uzrokovana zagađenjem
VBK 2d	III	/	T	Dokazi da je degradacija sedimenta uzrokovana zagađenjem
VBK 3p	III	↓	T	Dokazi da je degradacija sedimenta uzrokovana zagađenjem
VBK 3d	II	/	T	Prisutne neke neidentifikovane toksične materije koje dovode do in situ efekta - proveriti uzrok



Kriterijum	Pod-kriterijum	Osnovna vrednost pod-kriterijuma	Normalizovana vrednost pod-kriterijuma
Neorganski kriterijum (C1)	PLI (C5)	1,18	-0,7069
	RAC (C6)	0,58-34,56%	-0,2143
	IWCTU (C7)	0,004	-1,0000
Organski kriterijum (C2)	RQ (C8)	0,48/0,00	-0,5000
	IWTU (C9)	0,03	-1,0000
Ekološki rizik (C3)	EcoTox (C10)	24%/25%/100%	0,1111
	Bentos (C11)	5	1,0000
Rizik po zdravlje ljudi (C4)	HI (C12)	0,12	-1,0000
	CR (C13)	0,0002/0,0000	0,0000



Određena konačna ocena sedimenta nakon normalizacije iznosi 1,60

Zaključeno je da je degradacija sedimenta na ovoj deonici uzrokovana zagađenjem, da predstavlja nepovoljno stanište za prirodno prisutne vrste beskičmenjaka kao i da je sediment potencijalno toksičan za vodene organizme

Za donošenje odluke o potrebnim merama zaštite za odlaganje sedimenta nakon izmuljivanja neophodna je identifikacija za sada neidentifikovanih toksičnih materija koje dovode do in situ efekta. Procena uticaja izmuljenog sedimenta na životnu sredinu treba da uzme u obzir i novoidentifikovane supstance i uslove životne sredine predviđene za odlaganje sedimenta.



Студија о процени утицаја на животну средину

Пројекта: Измуљивање, депоновање и
ремедијација седимента Пловног Бегеја од
државне границе до хидрочвора Клек

Нови Сад, јануар 2022.

Пројекат ремедијације/ревитализације Великог Бачког канала са
постројењем за третман опасног отпада-ФАЗА I
СТУДИЈА О ПРОЦЕНИ УТИЦАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ

ЕУППФ
ПОДРШКА ЕУ У ПРИПРЕМИ ПРОЈЕКТА

