



Centar  
izvrsnosti za  
hemiju okoline i  
procenu  
rizika

# Metodološki pristup kontroli kvaliteta sistema voda-sediment

*Dr Jasmina Agbaba*

*Mr Jelena Tričković*

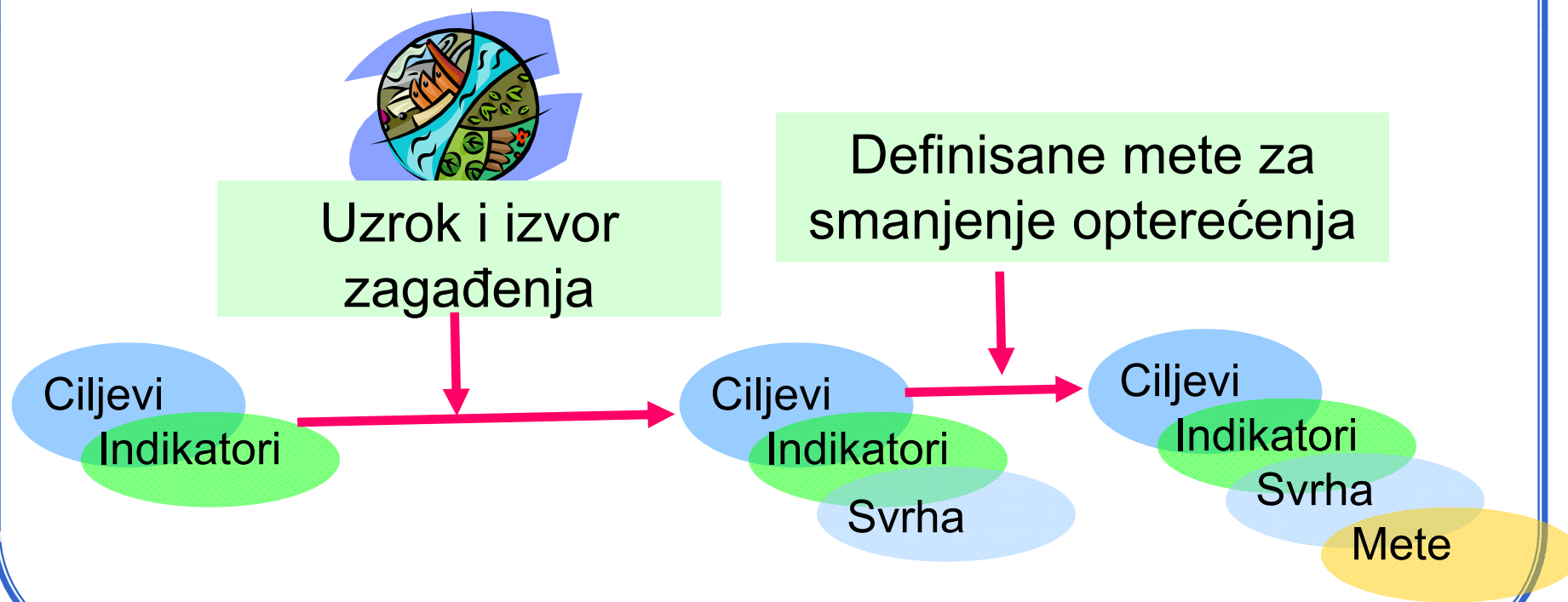


## Monitoring kvaliteta površinskih voda

- Monitoring kvaliteta voda se postavlja u cilju procene kvaliteta vodnih resursa, da bi se izvršila karakterizacija ekološkog statusa i uspostavili uslovi za namensko korišćenje voda (vodosnabdevanje, rekreaciju ili upotrebu u poljoprivredi, ali i obezbeđivanje očuvanja posebno zaštićenih voda).
- Stalni nadzor i staranje o održanju povoljnog stanja kvaliteta vode uslovi su za *formiranje uspešnog sistema upravljanja vodama* i *planiranje podsticajnih mera kojima se sprečava izlivanje zagađenih voda i opasnih materija*.



- Uspešnost primenjenih mera i aktivnosti **verifikuje se podacima, rezultatima i ocenama stvarnog stanja (statusa) ispitivanih vodotoka** i osnova je održivog korišćenja vodotoka i vodnih resursa.





- Vrsta podataka, program uzorkovanja i analize, način obrade itd. zavise od potreba korisnika.
- Ciljevi i svrha se menjaju od registrovanja slučajeve narušavanja propisanih standarda kvaliteta voda, do određivanja ekološkog i hemijskog statusa voda i analize kretanja indikatora kvaliteta voda.



- S obzirom da je sediment krajnji rezervoar većine kontaminanata u vodenom sistemu – neophodna je procena kvaliteta i sedimenta, ali i
- Suspendovanih čestica sedimenta.

**Suspendovani i istaloženi sedimenti (SABS)**



## Suspendovani i istaloženi sedimenti (SABS)

### ● EPA:

“čestične organske i neorganske materije suspendovane ili nošene vodom i/ili koje se akumuliraju u slabo-vezujućim, nekonsolidovanim formama na dnu prirodnih vodnih tela.”

### ● Najčešće primenjivani termini:

*suspendovani sediment, ukupne suspendovane čvrste čestice, mutnoća i sl.*





## Program monitoringa obuhvata

- izbor indikatora i matriksa za praćenje
- izbor odgovarajućih procedura za uzorkovanje i rukovanje uzorcima,
- izbor referentnih i alternativnih metoda za određivanje identifikovanih fizičkih, hemijskih, radiohemijskih, bioloških, i mikrobioloških indikatora,
- uspostavljanje analitičke kontrole kvaliteta,
- redovnu reviziju metodologije:
  - harmonizaciju kapaciteta laboratorije i instrumentacije,
  - identifikovanje potrebne obuke analitičara i primenu novih znanja



# Koraci ispitivanja





## Lista indikatora kvaliteta vode

temperatura	organski indikatori	n-supstituisani karbamidi
suspendovane materije	<i>organski indikatori - zbirno</i>	fenoksi kiseline
kiseonični parametri	<i>halogeni ugljovodonici</i>	karbamidi
pokazatelji alkaliteta i/ili aciditeta	<i>aromatični ugljovodonici</i>	organohlorni pesticidi
pokazatelji mineralizacije	<i>policiklični aromatični ugljovodonici</i>	drugi pesticidi
nutrijenti	<i>fenoli</i>	mikropolutanti
<i>azot i azotna jedinjenja</i>	<i>organska nitro jedinjenja</i>	organo metalni i slični indikatori
<i>fosfor i fosforna jedinjenja</i>	<i>polihlorovani bifenili</i>	droge
<i>silikati</i>	<i>dioksini</i>	druga specifična organska jedinjenja
neorganski indikatori	pesticidi	radioaktivnost
<i>katjoni</i>	<i>pesticidi na bazi triazina</i>	<i>ukupna radioaktivnost(alfa i/ili beta)</i>
<i>anjoni</i>	estri fosforne kiseline	<i>radionukleidi</i>
<i>metali, makroindikatori</i>	<i>fosfatna jedinjenja</i>	biološki indikatori
<i>metali, mikroindikatori</i>	<i>organo-fosforna jedinjenja</i>	<i>osnovne biološke determinante</i>
<i>metaloidi i nemetali</i>	<i>tiofosfati</i>	<i>makrozoobentos</i>
	<i>ditiofosfati</i>	<i>fitoplankton</i>
	acetamidi	<i>hlorofil A</i>





## *Metode ispitivanja i ocena rezultata*

- Laboratorijska ispitivanja uzoraka vode vrše se prema:
  - *Pravilniku o vrstama i načinu osmatranja i ispitivanja kvantitativnih i kvalitativnih promena voda (Sl. list SFRJ br. 42/66)*
  - *Jugoslovenskim standardima iz oblasti ispitivanja voda (npr. JUS H.Z0-1, JUS ISO).*
- Parametri za koje metode nisu date u ovim propisima analiziraju se prema:
  - ISO metode
  - Standardnim metodama za ispitivanje voda i otpadnih voda
    - *Agencije za zaštitu životne sredine SAD (EPA metode)*
    - *Američke asocijacije za javno zdravlje (APHA-AWWA-WEF standardne metode)*



## *Ocena kvaliteta površinskih voda*

- *Uredba o klasifikaciji voda, međudržavnih voda i voda obalnog mora Jugoslavije (“Sl. list SFRJ” br. 6/78),*
- *Uredba o kategorizaciji vodotoka i Uredbe o klasifikaciji voda (“Sl. glasnik SR Srbije” br. 5/68),*
- *Pravilnik o opasnim materijama u vodama (“Sl. glasnik SR Srbije” br. 31/82)*
- *Odluka o maksimalno dopuštenim koncentracijama radionukleida i opasnih materija u međurepubličkim vodotocima, međudržavnim vodama i vodama obalnog mora Jugoslavije (“Sl. list SFRJ” br. 8/78).*



## Preporučeni testovi za procenu kvaliteta sedimenta

**Hemija sedimenta**

**Toksičnost sedimenta**

**Struktura zajednice bentosa**

**Bioakumulacija**

**Kvalitet sedimenta**

- Poređenje koncentracija hemijskih komponenti u sedimentu uzorkovanom sa različitih lokacija ili različitim vremenskim okvirima, moguće je jedino u slučaju ako su podaci “normalizovani” za fizičke karakteristike sedimenta.





## Lista indikatora hemijskog kvaliteta sedimenta

### Opšti parametri kvaliteta sedimenta

- pH i redoks potencijal
- Sadržaj vlage
- Veličina čestica
- Ukupni organski ugljenik
- Volatilni kiseli sulfidi

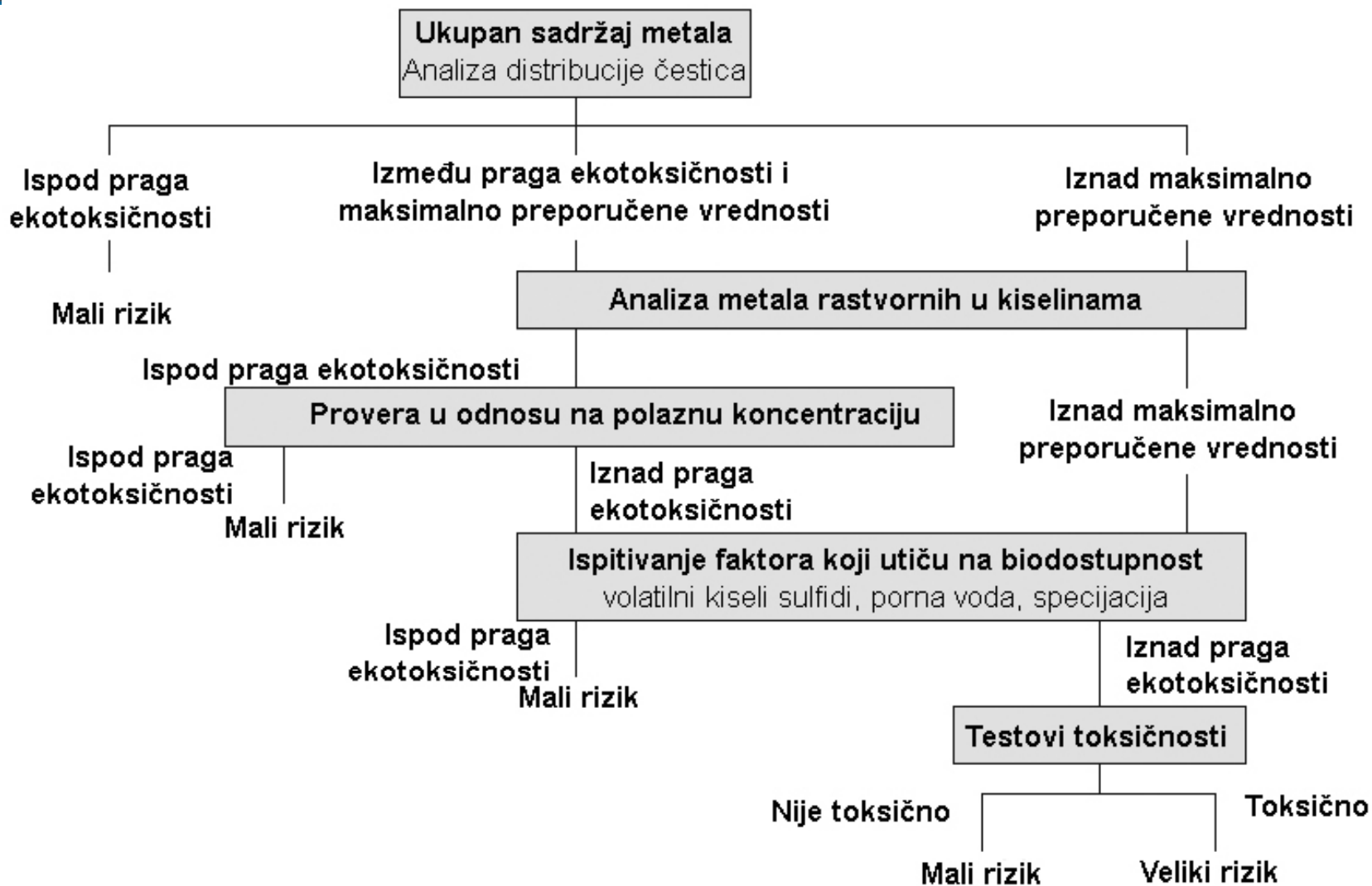
### Specifični parametri kvaliteta sedimenta

- Metali (specijacija) i organometalne komponente
- Specifični organski polutanti
- (Nutrijenti)

### Parametri porne vode

- *pH, redoks potencijal*
- *Metali (specijacija)*
- *Organski polutanti*
- *Amonijak*

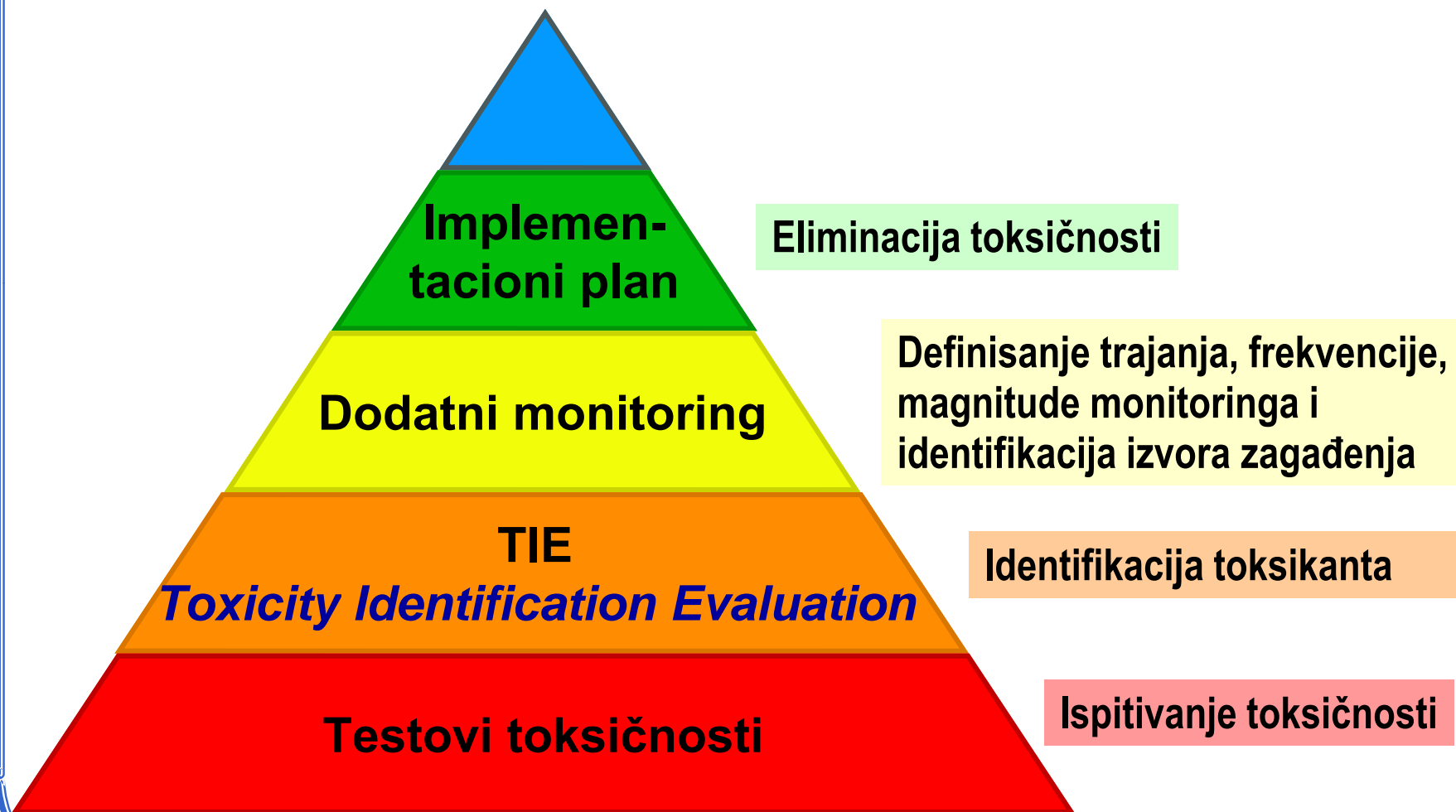








# Određivanje toksičnosti





## Identifikacija komponenti koje doprinose toksičnosti sedimenta

### Ostvaruje se sprovođenjem toksikoloških analiza

- Jedinica toksičnosti (TU) = Stvarna koncentracija u sedimentu
- Toksičnost smeša određuje se kao kao suma jačina toksičnosti individualnih komponenti prema modelu:

$$= \frac{P_s}{P_{T50}} + \frac{Q_s}{Q_{T50}}$$

S – koncentracija hemijske komponente u rastvoru  
 $T_{50}$  – letalna koncentracija

- Za  $TU > 1,0$  preživeće <50% ekponirane populacije
- Za  $TU < 1,0$  preživeće >50% eksponirane populacije
- Za  $TU = 1,0$   $LC_{50}$
- TU se izračunava na principu normalizacije na organski ugljenik.





## Hemijska analiza sedimenta – prednosti i nedostaci

- Obezbeđuje direktnu informaciju o prisustvu kontaminanata
- Dostupne su standardne metode za većinu hemijskih komponenti
- Korisno u praćenju i eliminaciji izvora kontaminacije

- Ne pruža direkne informacije o uticaju i efektima kontaminiranog sedimenta
- Može biti prilično skupa
- Matriks može interferirajuće delovati na granicu detekcije i primenljivost podataka
- Može nedostajati analiza važnih hemijskih komponenti / nema informacija o efektima smeša



## Određivanje ukupne toksičnosti sedimenta – prednosti i nedostaci

- Direktna indikacija uticaja i efekata na vodenim organizmima
- Dostupne su standardne metode i procedure
- Osetljivost na uticaj smeša i/ili neodređivanih hemijskih komponenti
- Manipulacija sedimentom može uticati na njegov integritet i toksičnost
- Rezultati mogu biti drugačiji u odnosu na *in-situ* uslove
- Ne može se razlikovati uticaj individualnih komponenti (po potrebi)
- Osetljivost organizama zavisi od tipa organizama i klase kontaminanta
- Testovi zasnovani na praćenju dugoročnih efekata i efekata unutar generacija mogu biti skupi
- Na rezultate utiču fizičke karakteristike sedimenta, kao i njegova hemijska kompozicija



## Procena zajednice bentosa – prednosti i nedostaci

- Direktna evaluacija *in-situ* efekata kontaminiranog sedimenta
- Organizmi bentosa su “kontinualni indikatori” kvaliteta sedimenta
- Procena je fokusirana na populaciji već prisutnoj na ispitivanom lokalitetu i direktnom uticaju na stanje vodenog ekosistema
- Nedostatak standardizovanih metoda za uzimanje i procesuiranje uzoraka
- Zajednice bentosa su pod uticajem hemijskih, fizičkih i hidroloških karakteristika sedimenta i mesta uzorkovanja
- Visoka varijabilnost u uzorcima zahteva prikupljanje velikog broja uzoraka velike zapremine
- Ne može se razlikovati uticaj individualnih komponenti (po potrebi)



## Procena bioakumulacije – prednosti i nedostaci

- Dostupnost standardnih metoda
- Merenje sadržaja kontaminanta usvojenog od strane organizma
- Može obuhvatati *in-situ* i/ili *ex-situ* testove
- Može markirati kontaminante specifične za mesto uzorkovanja
- Korisna u praćenju i eliminaciji izvora zagađenja

- Izuzetno skupo
- Prikupljanje potrebne mase tkiva od organizama *in-situ* je teško
- Manipulacija sedimentom može uticati na njegov integritet i bioakumulacioni potencijal
- Postoji nekoliko referentnih doza za određivanje koncentracija kontaminanata u tkivu



## Zaključci na osnovu sva četiri sprovedena testa

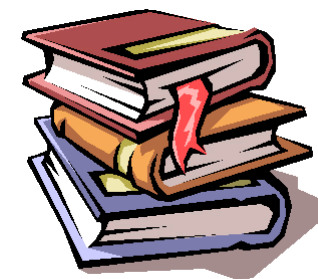
Hem.	Toks.	Bent.	Bio.	Potencijalni zaključak
+	+	+	+	Prisutno je zagađenje sedimenta i doprinosi toksičnosti narušavanju bentosa i bioakumulaciji.
-	-	-	+	Bioakumulacija ima potencijal da utiče na više trofičke nivoe, ali ne utiče na zajednicu bentosa. Neodređen izvor kontaminacije.
+	-	-	+	Bioakumulacija ima potencijal da utiče na više trofičke nivoe ali ne utiče na zajednicu bentosa. Moguće je da je sediment izvor kontaminacije.
-	+	-	+	Bioakumulacija ima potencijal da utiče na više trofičke nivoe. Faktori koji nisu određivani utiču na toksičnost. Neodređen izvor kontaminacije.



## Preporučuje se:



- Primena više linija dokaza za procenu kvaliteta sedimenta
- Upotreba relevantnih tehničkih priručnika:
  - *EPA – Environmental Protection Agency (SAD)*
  - *USACE – U.S. Army Corps of Engineers (SAD)*
  - *Environmenta Canada (Kanada)*
  - *VROM - Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment (Holandija)*
- Donošenje konačnih zaključaka predstavlja kompleksan zadatak, ali ga je moguće uprostiti prikupljanjem relevantnih informacija.





***HVALA NA PAŽNJI!***