



Centar  
izvrsnosti za  
hemiju okoline i  
procenu  
rizika

# PREGLED STANJA SEDIMENTA U VOJVODINI

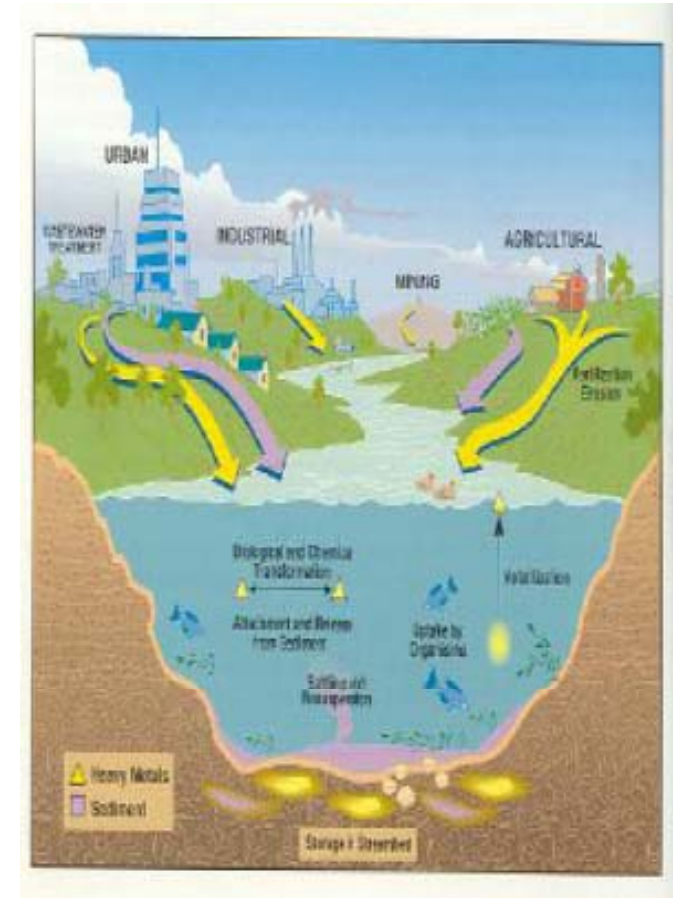
**Profesor dr Božo Dalmacija**  
**Prirodno-matematički fakultet**  
**Departman za hemiju**  
**Novi Sad**





## Poreklo sedimenata u vodotocima

- ❑ Od čestica tla koje **nastaju spiranjem zemljišta (erozija)**
- ❑ Od **čestica eolskog nanosa** koje pod dejstvom vetra dospevaju u kanale
- ❑ Od čestica koje dospevaju zajedno sa **otpadnim vodama** iz naselja i industrije ili nastaju pri mikrobiološkoj razgradnji zagađenja u vodotocima
- ❑ Od **truljenja akvatične i obalne vegetacije** (većim delom od procesa eutrofizacije)
- ❑ Od **čvrstog otpada** koji se neodgovorno ubacuje u vodotokove





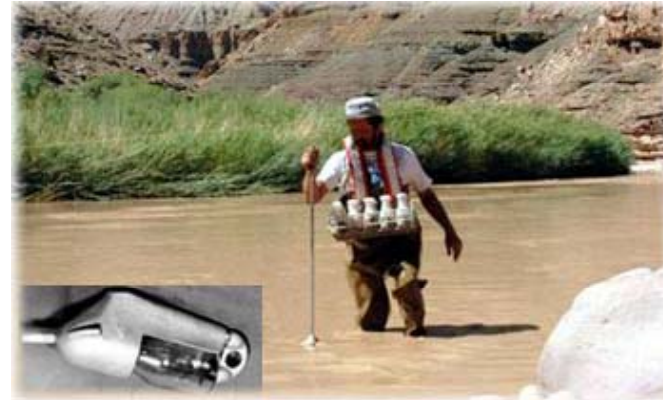
## Moguća akumulacija sedimenta u vodotocima u Srbiji





## Procesi koji utiču na formiranje nanosa (sedimenta) u vodotocima utiču i na kvalitet vode

- Za stvaranje nanosa (sedimenta) u rečnom koritu najodgovornija je
  - erozija i
  - ispuštanje otpadnih voda.
- Najvažnija erozija u ovom slučaju je ona koju **vrši tekuća voda poreklom od atmosferskih taloga**, koji se slivaju po nagibu sa viših delova reljefa.
- Ova vrsta erozije naziva se spiranje ili denudacija zemljišta.





Jedna od najvažnijih pojava u slivu jesu svakako erozioni procesi, koji bitno utiču na hemijski kvalitet voda, režim voda i nanos vodotoka.



Eroziju u slivu prate sledeće pojave, koje bi se mogle shvatiti kao komponente te iste erozije:

- **Razaranje stena** u slivu pod mehaničkim, hemijskim i temperaturnim uticajima,
- **Denudacija** (razgolićavanje prethodno raspadnutih stenskih masa) i
- **Akumulacija** (istaložavanje prethodno pokrenutih čvrstih materijala, usled nedovoljne energije rečnih tokova).



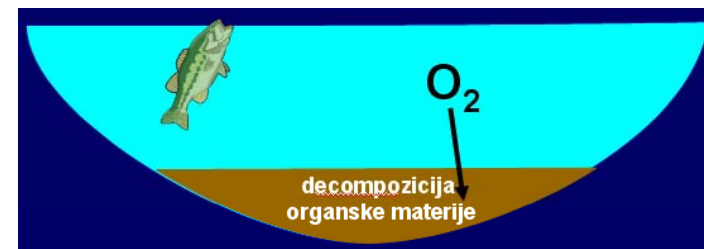
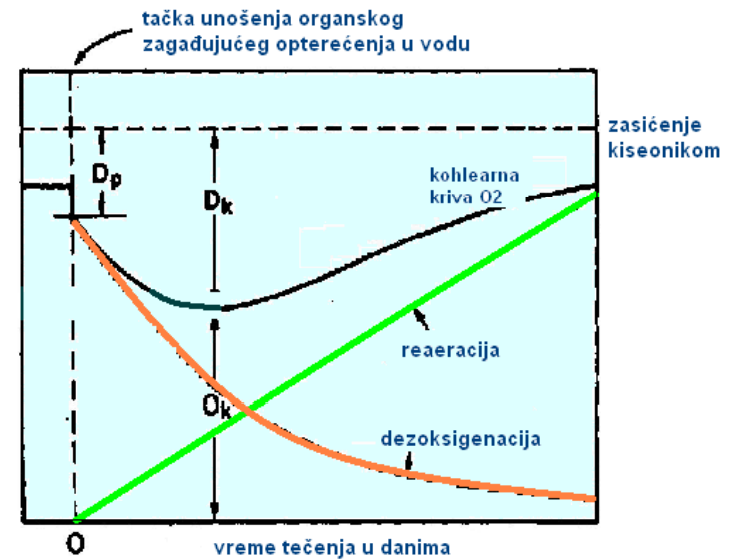
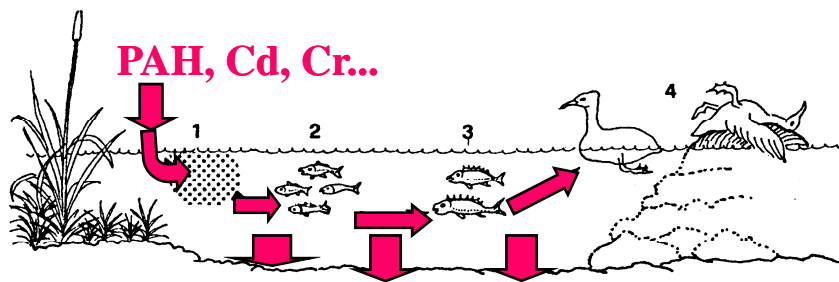


- **Kvalitet nanosa (sedimenta) je važna komponenta u programima zaštite i kontrole kvaliteta vode.**
- **Sastav i fizičke karakteristike nanosa utiču na stepen vezivanja organskih i neorganskih prirodnih i zagađujućih materija koje se mogu naći u prirodnim vodama.**
- **Fizičko-hemijske karakteristike sedimenta** (pH, redoks-potencijal, sadržaj sulfida, organske materije i gline) utiču na
  - **pojavne oblike i vezivanje toksičnih komponenti** i njihovih metabolita za čestice sedimenta, i
  - **na njihovu mobilnost, a**
  - **za posledicu imaju bioakumulaciju i biomagnifikaciju u živim organizmima u manjoj ili većoj meri**



# Ispuštanje neprečišćenih otpadnih voda u vodotoke utiče na

- pad rastvorenog kiseonika
- eutrofikacija
- pojava toksičnih supstanci
- **stavaranje mulja (sedimenta)**

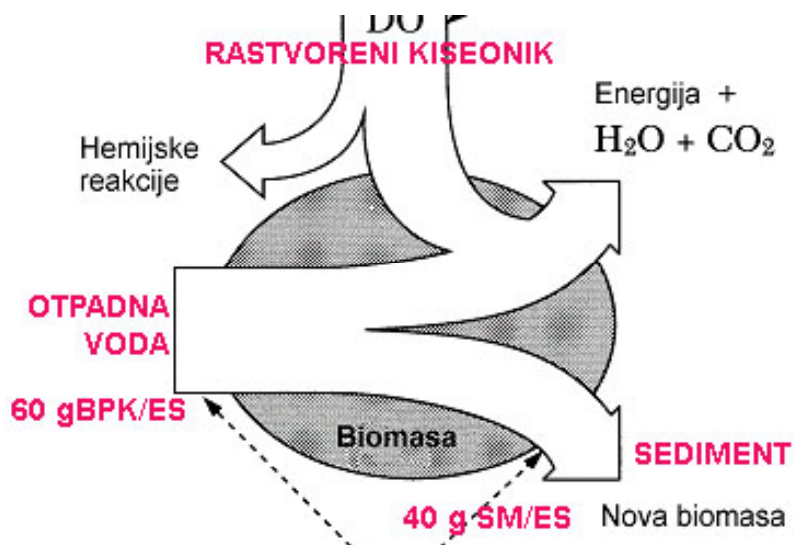




**Pogoršanje kvaliteta površinskih voda u Vojvodini zbog nekontrolisanog ispuštanja otpadnih voda, pored uobičajenih očiglednih posledica imaće dugoročne posledice zbog:**



**Eutrofizacije** – pojava taloga od izmrlih algi, pojava mirisa i ukusa vode od proizvoda metabolizma algi i pojava u vodi mikrotoksina, poboljšava se migracija toksičnih materija u vodotoku



**Nagomilavanje toksičnog sedimenta u rekama i akumulacijama**

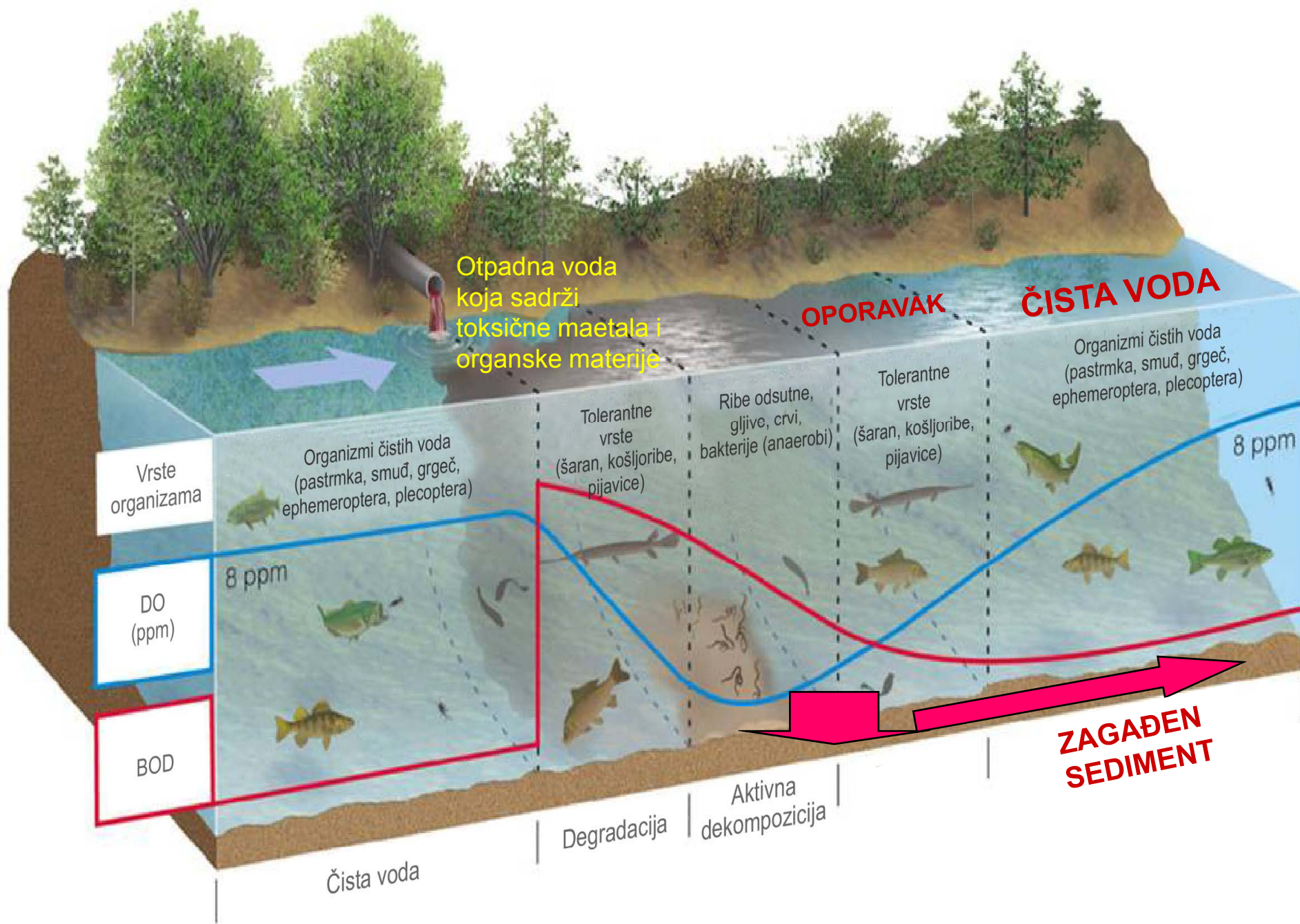


# Koji su ekološke posledice ispuštanja otpadnih voda u vodotokove ?

- EUTOFIZACIJA,  
- RAST MAKROFITA

- POTROŠNJA RASTVORENOG KISEONIKA !  
- TOKSIČNE KOMPONENTE U VODI !  
- POVEĆANJE SALINETETA!  
- POVEĆANJE BIONEDOSTUPNIH MATERIJA U VODI

- POVEĆANJE SADRŽJA SEDIMENTA U VODOTOKU!  
- AKUMULACIJA TOKSIČNIH KOMPONENTI U SEDEIMENTU  
- PRISUSTVA TOKSIČNIH KOMPONENTA U SEDIMENTU JE EKOLOŠKA BOMBA SA OPASNIM POSLEDICAMA ZA OKOLINU



Vrste organizama

DO (ppm)

BOD

Čista voda

Degradacija

Aktivna dekompozicija

**ZAGAĐEN SEDIMENT**

OTPADNA VODA

The diagram shows a cross-section of a wastewater treatment process. On the left, a grey arrow labeled 'OTPADNA VODA' points into a rectangular container. The container is divided into three horizontal layers: a top cyan layer labeled 'VODOTOK', a middle cyan layer labeled 'VODENA FAZA', and a bottom dark red layer labeled 'ČVRSTA FAZA'. A yellow callout box points to the 'VODOTOK' layer, and a green callout box points to the 'ČVRSTA FAZA' layer. The background is a photograph of a person in a boat using a long-handled tool to stir or collect sediment from the water.

VODOTOK

VODENA FAZA

ČVRSTA FAZA

- EKOLOŠKA ŠTETA!
- POVEĆAVANJE SALINITET, NEUTRALIZACIJA KISELIH VODE
- POVEĆAN RAST VODENOG RASTINJA!
- PROBLEM NASTAJANJA SEDIMENTA OD POSLEDICA EUTROFIZACIJE!

- IMULJIVANJE SEDIEMNTA!
- IZMULJIVANJE I DEPONOVANJE TOKSIČNOG SEDIMENTA!
- VEĆA UČESTALOST MONITORINGA SEDIMENTA, VODE I DEPONIJ TOKSIČNOG SEDIMENTA!
- RAZVOJ I PRIMENA METODA ZA REMEDIJACIJU TOKSIČNOG SEDIMENTA!

**Koje su tehno-  
ekonomske posledice !**



## Izvori zagađivanja voda i sedimenta u Vojvodini

- Osnovni izvori zagađivanja voda u Vojvodini su
  - naselja,
  - industrija i
  - poljoprivreda.
- Jedan deo zagađenja dospeva iz susednih država, naročito iz Rumunije, gde je najveći uticaj na kvalitet vode u Begeju i Tamišu.



## Neadekvatan tretman otpadnih voda

Na teritoriji Vojvodine je registrovano 497 zagađivača voda:

|                     |     |
|---------------------|-----|
| ● industrija        | 326 |
| ■ prehrambena       | 118 |
| ■ ostala industrija | 208 |
| ● stočarstvo        | 113 |
| ● naselja           | 44  |
| ● ostalo            | 14  |



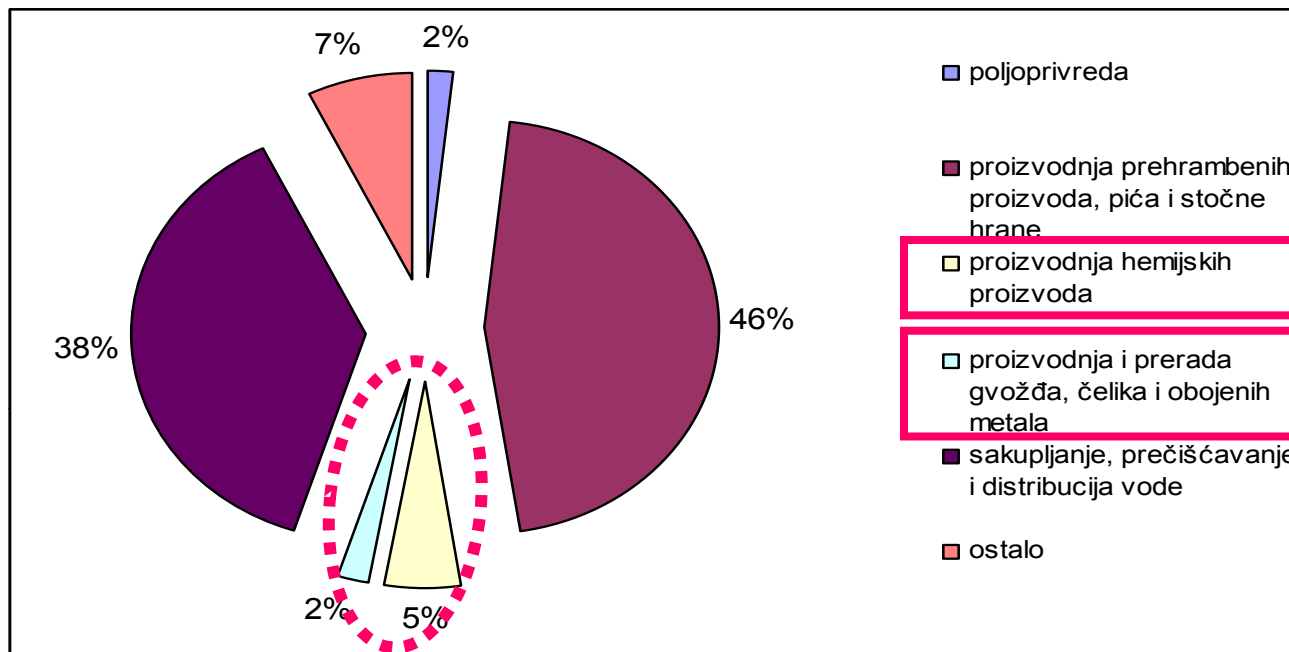
Kada se izgrade  
kanalizacioni sistemi biće ih  
463 (podrazumeva se da će  
biti izgrađena i postrojenja  
za prečišćavanje  
komunalnih otpadnih voda)

Od 497 registrovanih zagađivača:

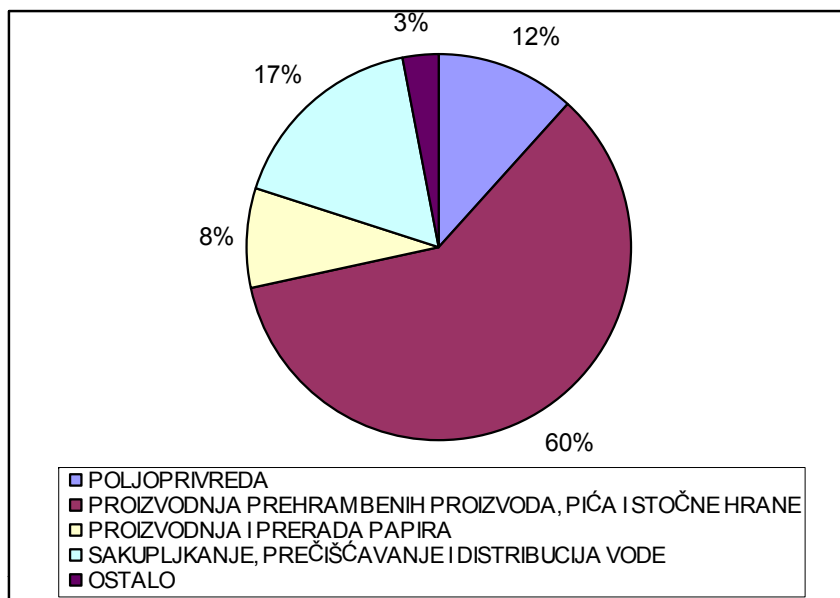
- ne prečišćava 343
- prečišćava 71 (sa komunalnim otpadnim vodama)
- prečišćava 83 (samo primarno)
- komunalnih postrojenja 22!!!!



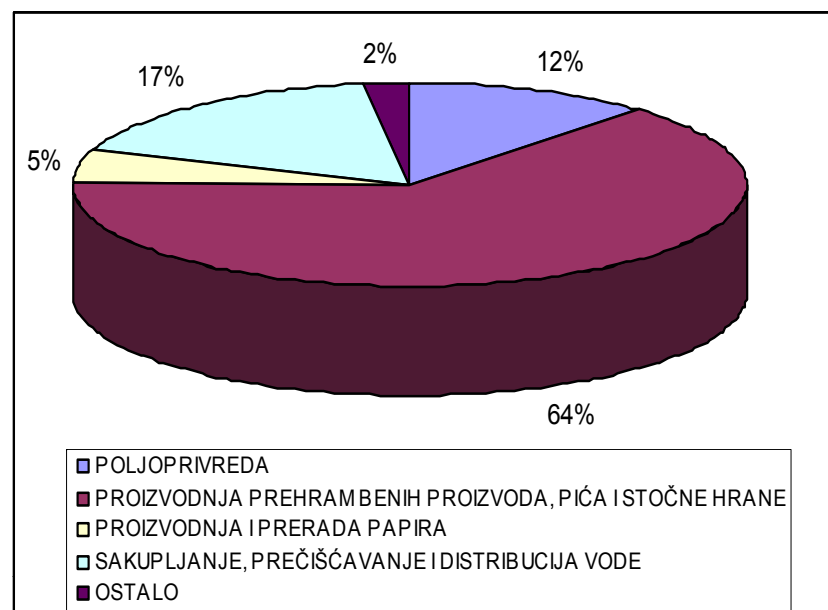
## Odnos količina vode prema delatnosti zagađivača na teritoriji HS DTD



| DELATNOST   | KOLIČINA VODE<br>(m <sup>3</sup> /dan) | BROJ<br>ZAGAĐIVAČA |
|---|--|--------------------|
| poljoprivreda   | 1 943                                  | 12                 |
| proizvodnja prehrambenih proizvoda, pića i stočne hrane | 52 590 / 132 000                       | 63                 |
| proizvodnja hemijskih proizvoda                         | 6 188                                  | 6                  |
| sakupljanje, prečišćavanje i distribucija vode          | 43 375                                 | 25                 |

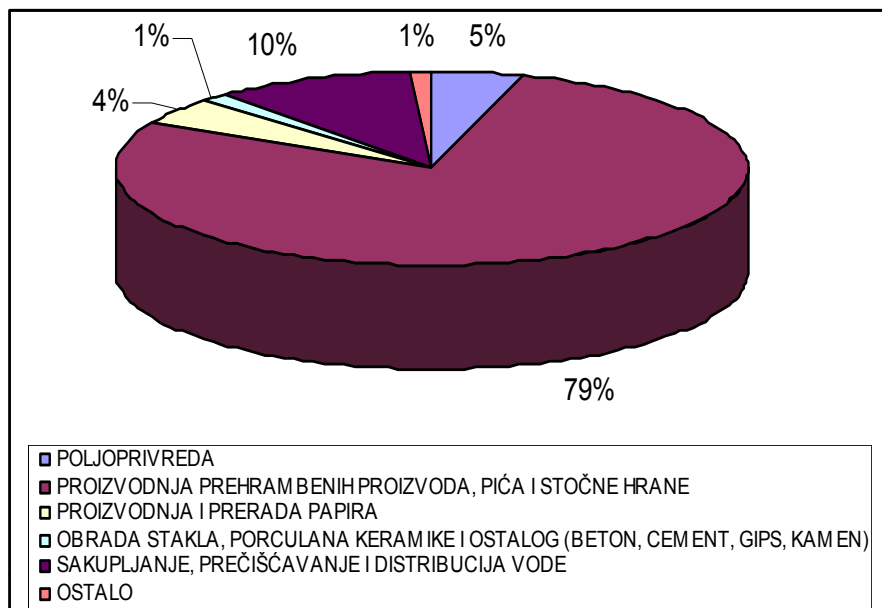


**Procentualni udeo organskog opterećenja otpadnih voda računato preko **HPK** po delatnosti zagađivača**

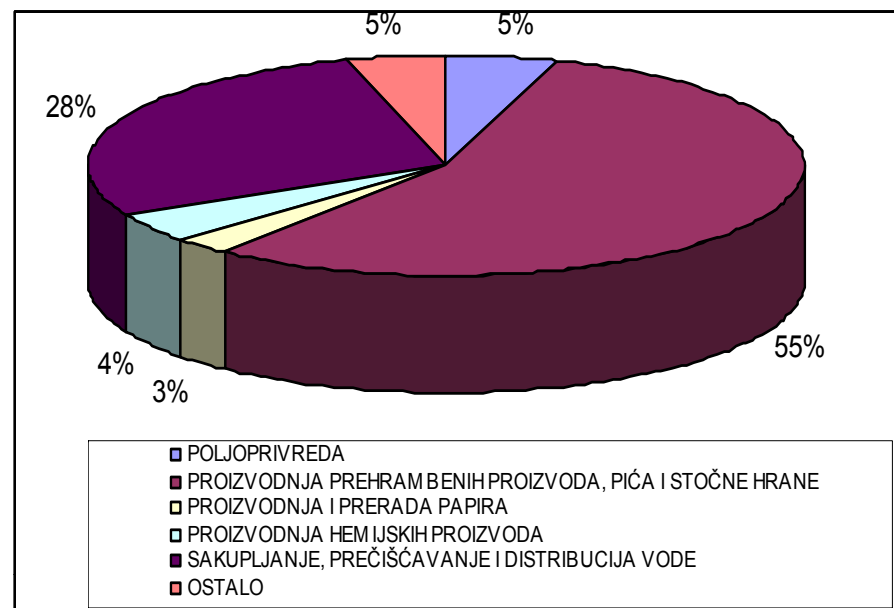


**Procentualni udeo organskog opterećenja otpadnih voda računato preko **BPK** po delatnosti zagađivača**

|  | kg HPK/dan | kg BPK/dan |
|--|------------|------------|
| prehrambena industrija                         | 47 942     | 25 234     |
| sakupljanje, prečišćavanje i distribucija vode | 13 487     | 6 912      |
| poljoprivreda (stočarstvo)                     | 9 355      | 4 753      |

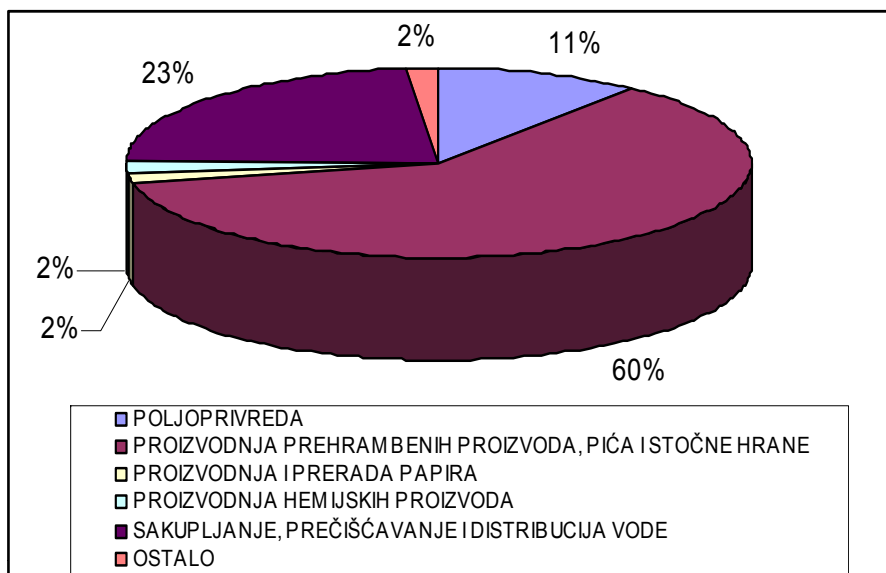


**Procentualni udeo opterećenja otpadnih voda suspendovanim materijama po granama delatnosti**

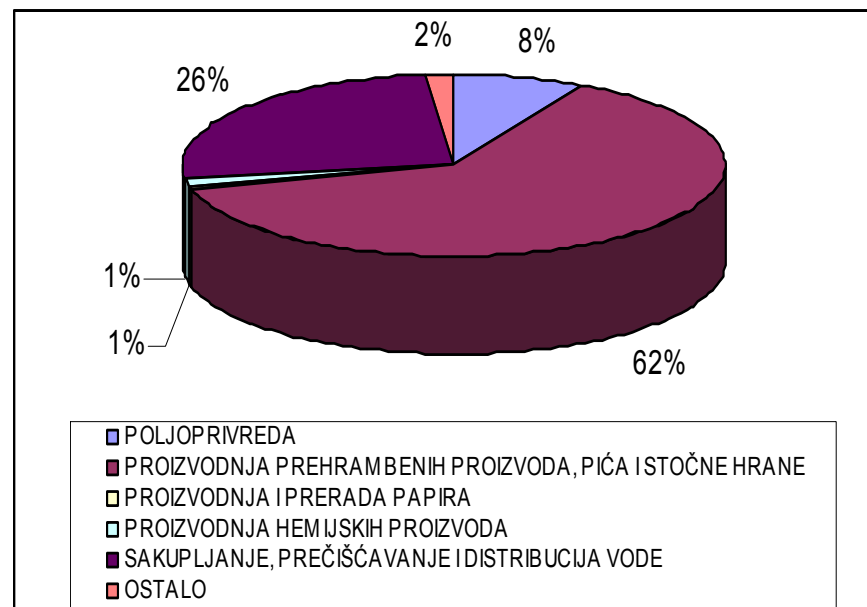


**Procentualni udeo opterećenja otpadnih voda rastvorenim materijama (suvog ostatka) po granama delatnosti**

|                    | kg suspendovanih materija/dan | kg rastvorenih materija/dan |
|--------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| proizvodnja šećera | 33 293                        | 38 497                      |
| obrada mesa        | 2 003                         | 5 042                       |
| proizvodnja ulja   | 2 372                         | 8 730                       |



**Procentualni udeo opterećenja otpadnih voda ukupnim azotom po granama delatnosti**



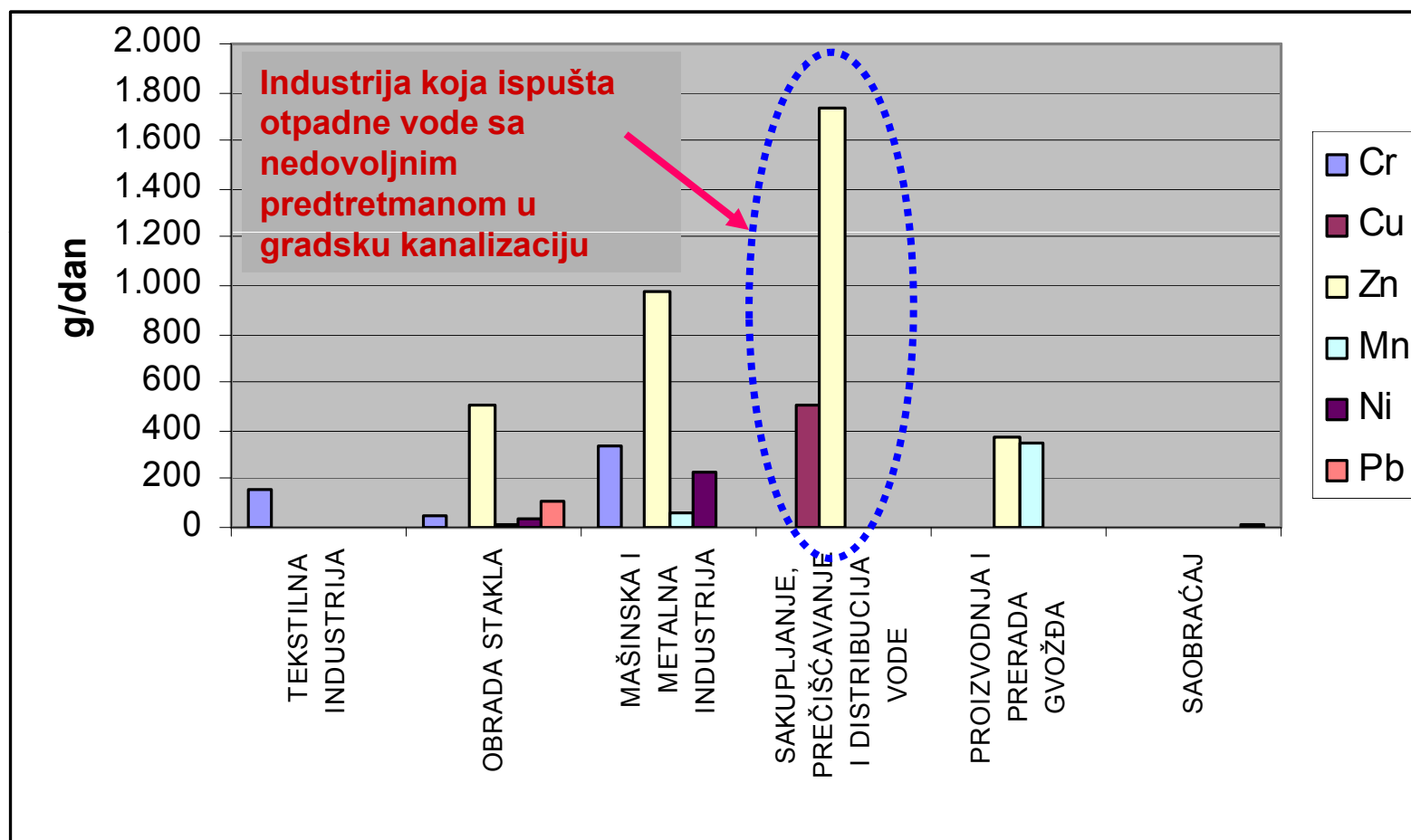
**Procentualni udeo opterećenja otpadnih voda ukupnim fosforom po granama delatnosti**

| prehrambena industrija | kg N/dan | kg P/dan |
|------------------------|----------|----------|
| proizvodnja šećera     | 339      | 66       |
| obrada mesa            | 350      | 46       |
| proizvodnja ulja       | 39       | 83       |

|            | kg N/dan | kg P/dan |
|------------|----------|----------|
| Industrija | 4 000    | 600      |
| Stočarstvo | 741      | 80       |
| Naselja    | 1 479    | 275      |

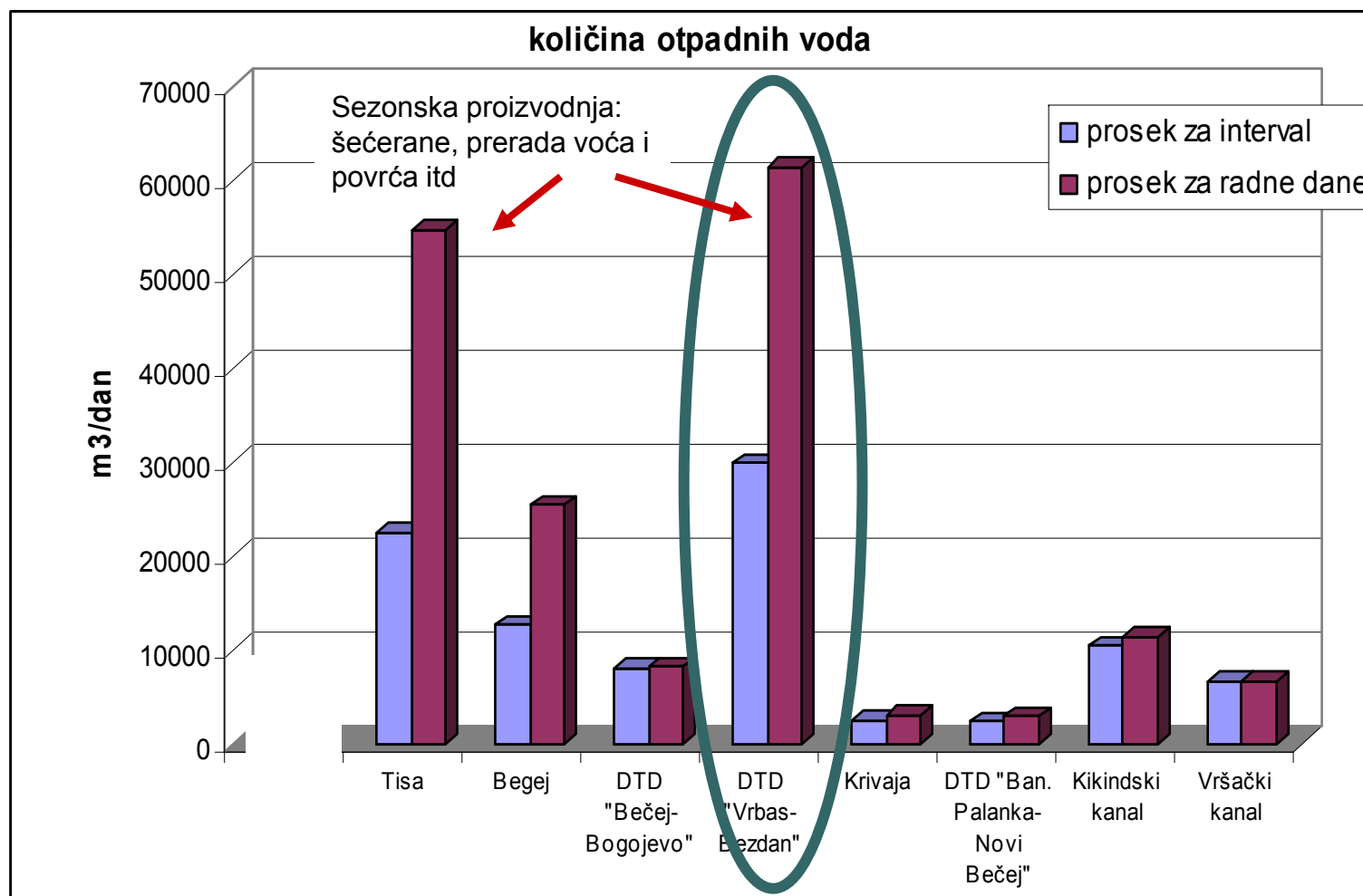


## Prosečno dnevno opterećenje otpadnih voda metalima po delatnostima



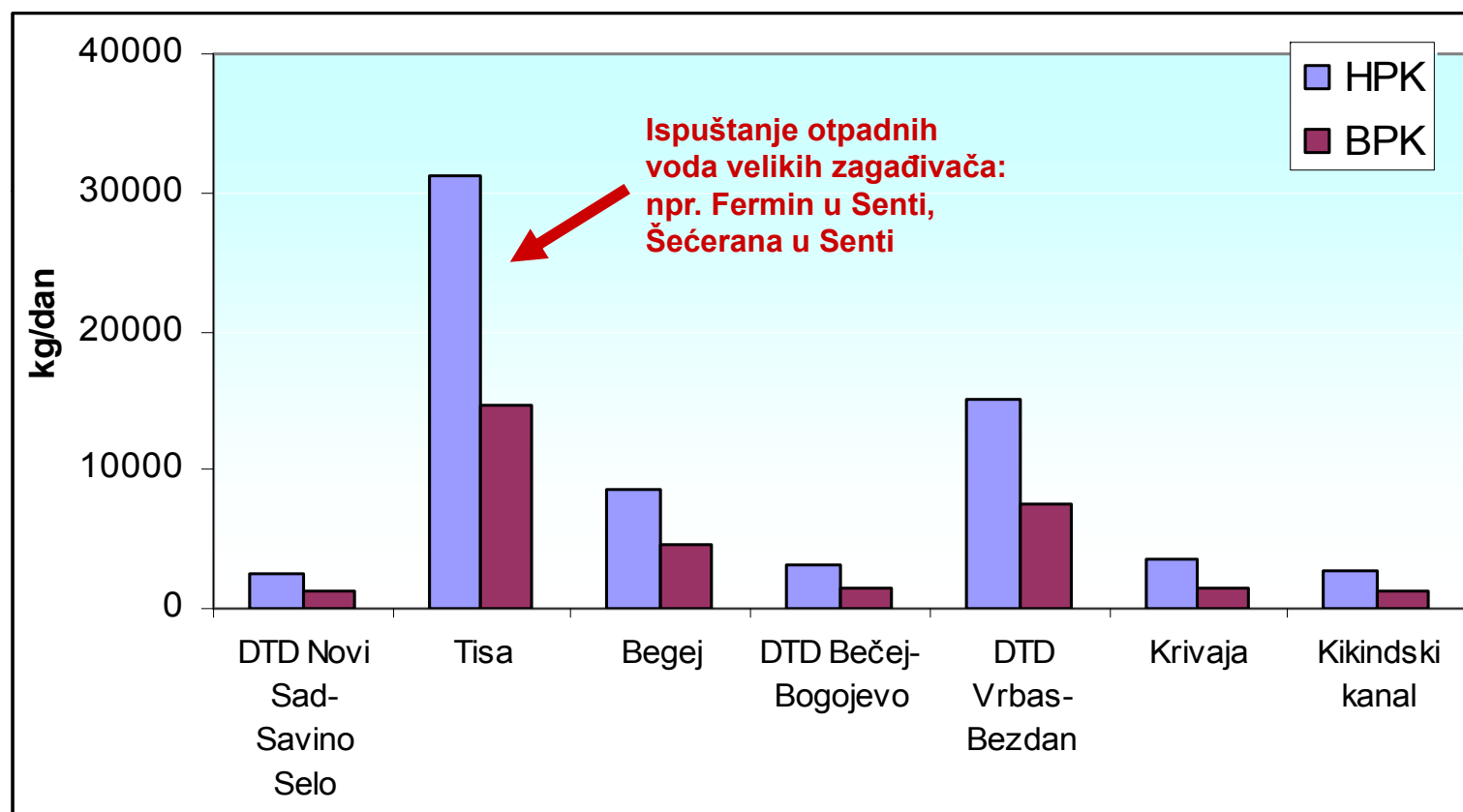


## Prosečne dnevne količine odpadnih voda koja se ispušta u pojedine kanala HS DTD



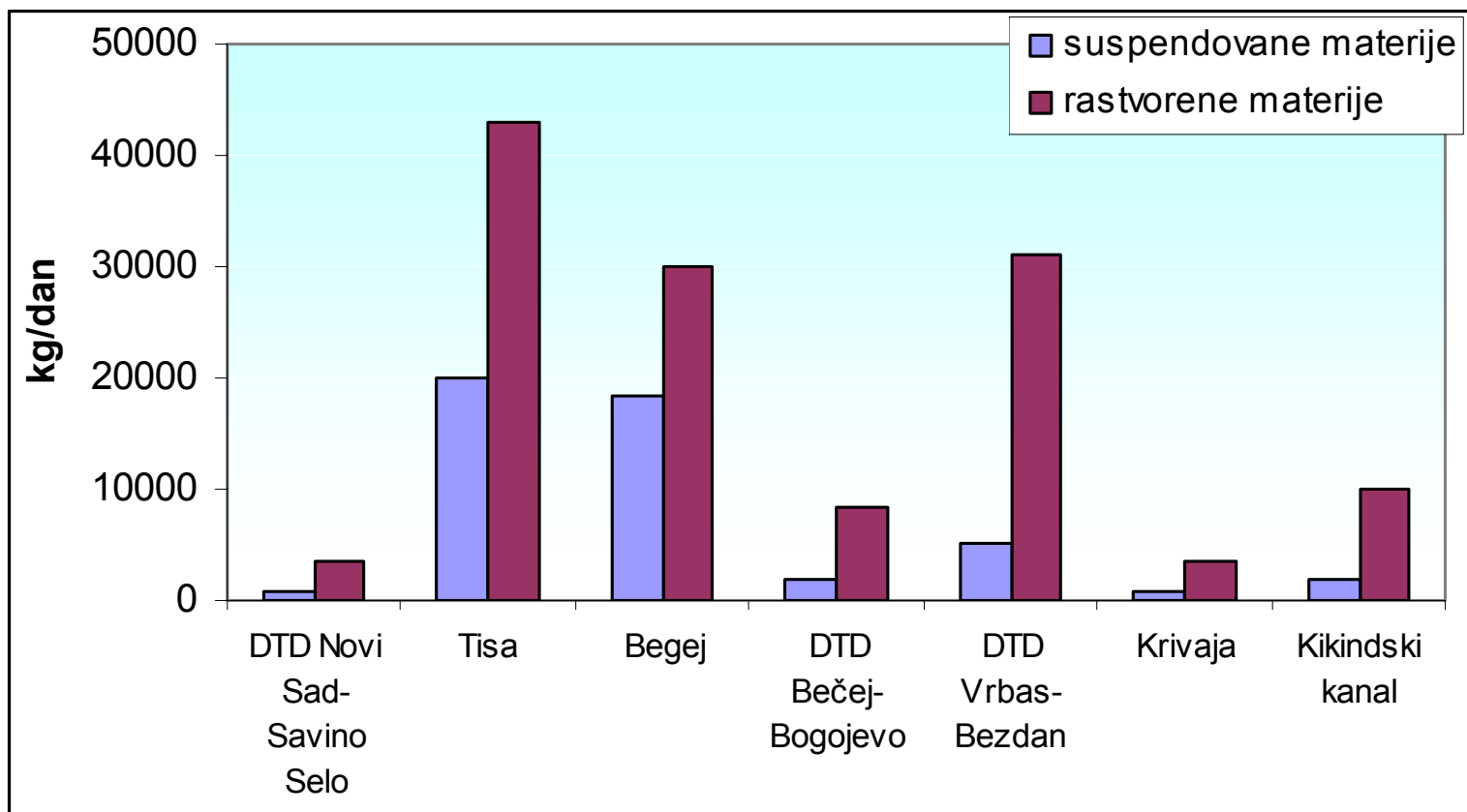


## Prosečno dnevno opterećenje HS DTD *organskim materijama*



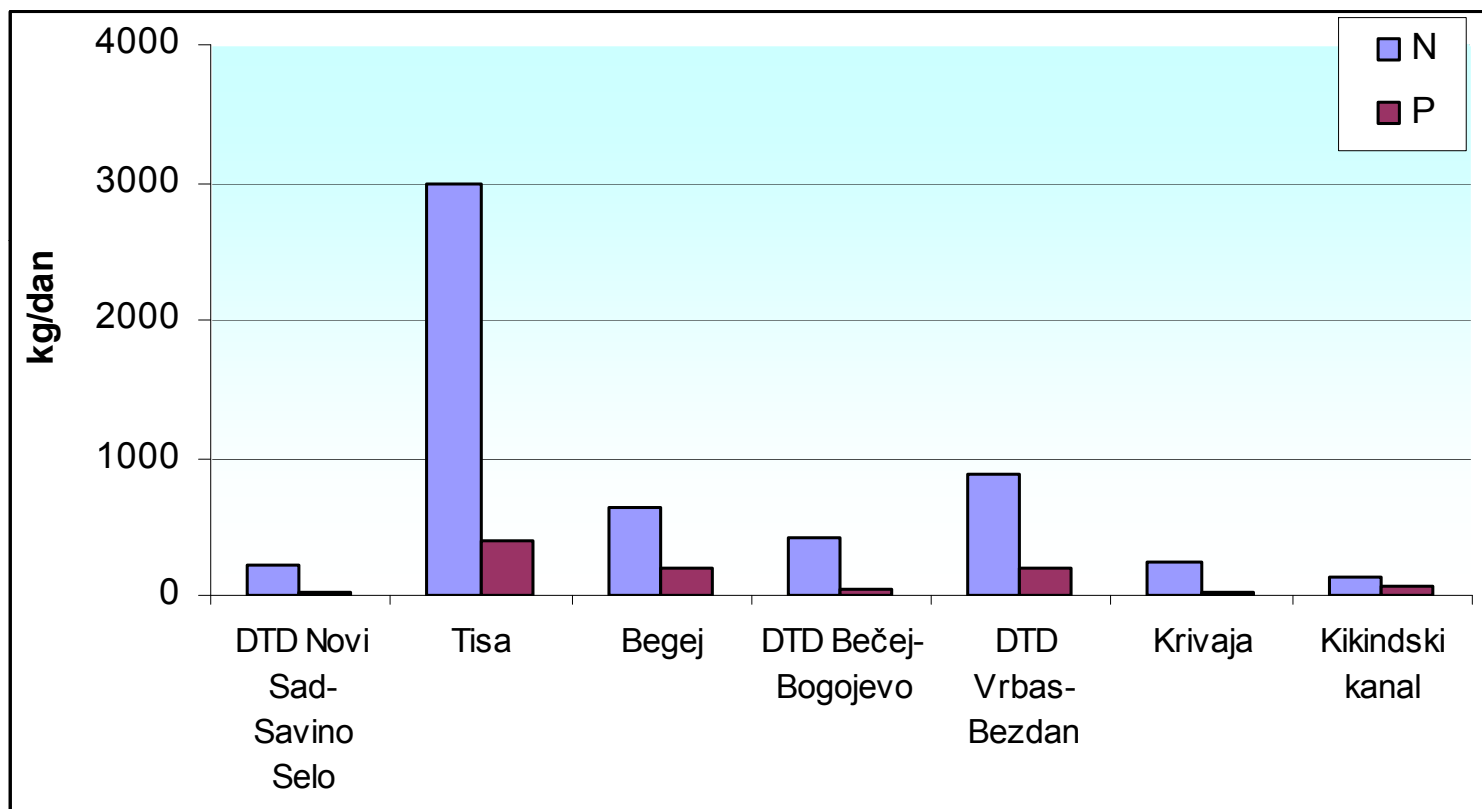


## **Prosečno dnevno opterećenje HS DTD *suspendovanim i rastvorenim materijama***



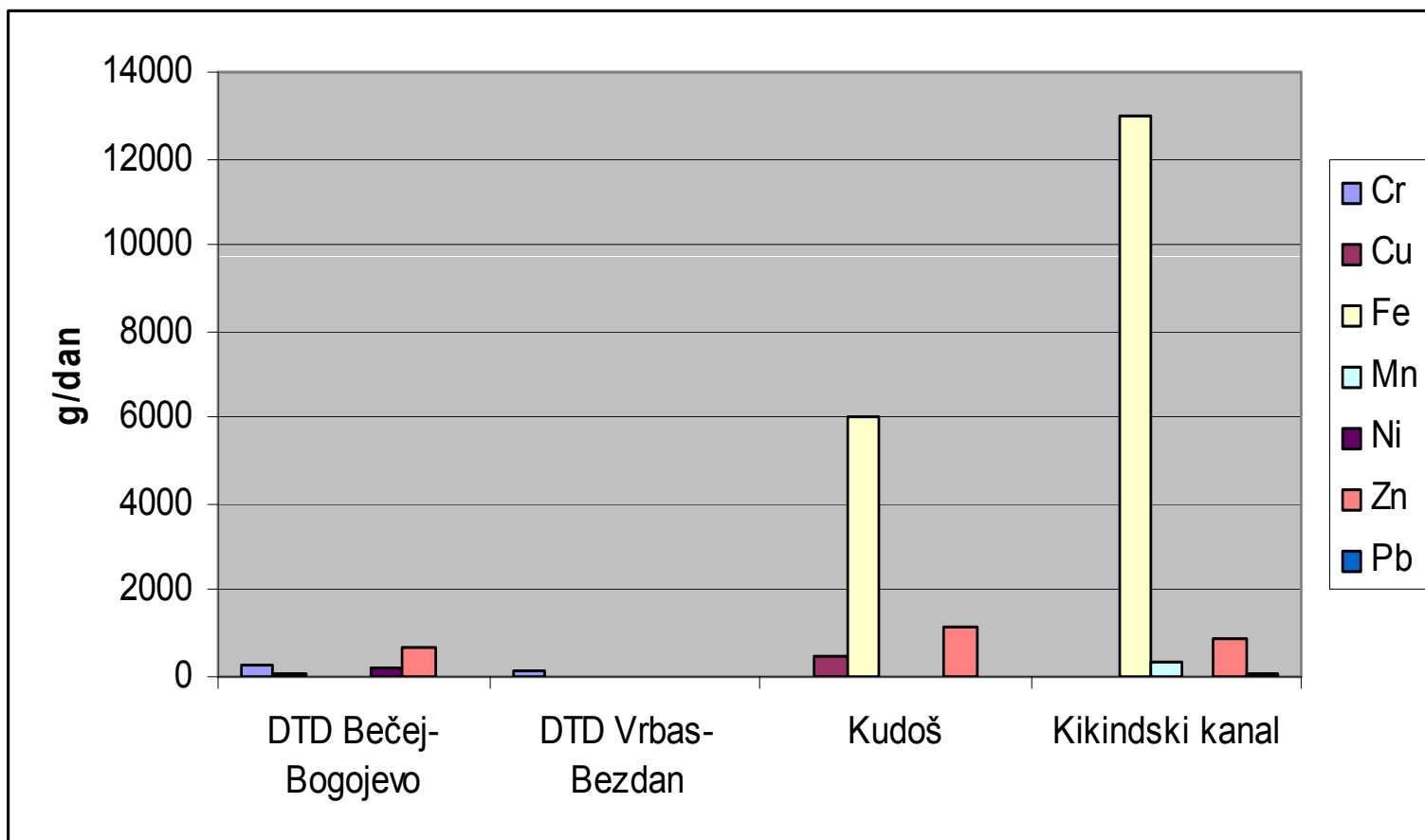


## Prosečno dnevno opterećenje HS DTD *nutrijentima*



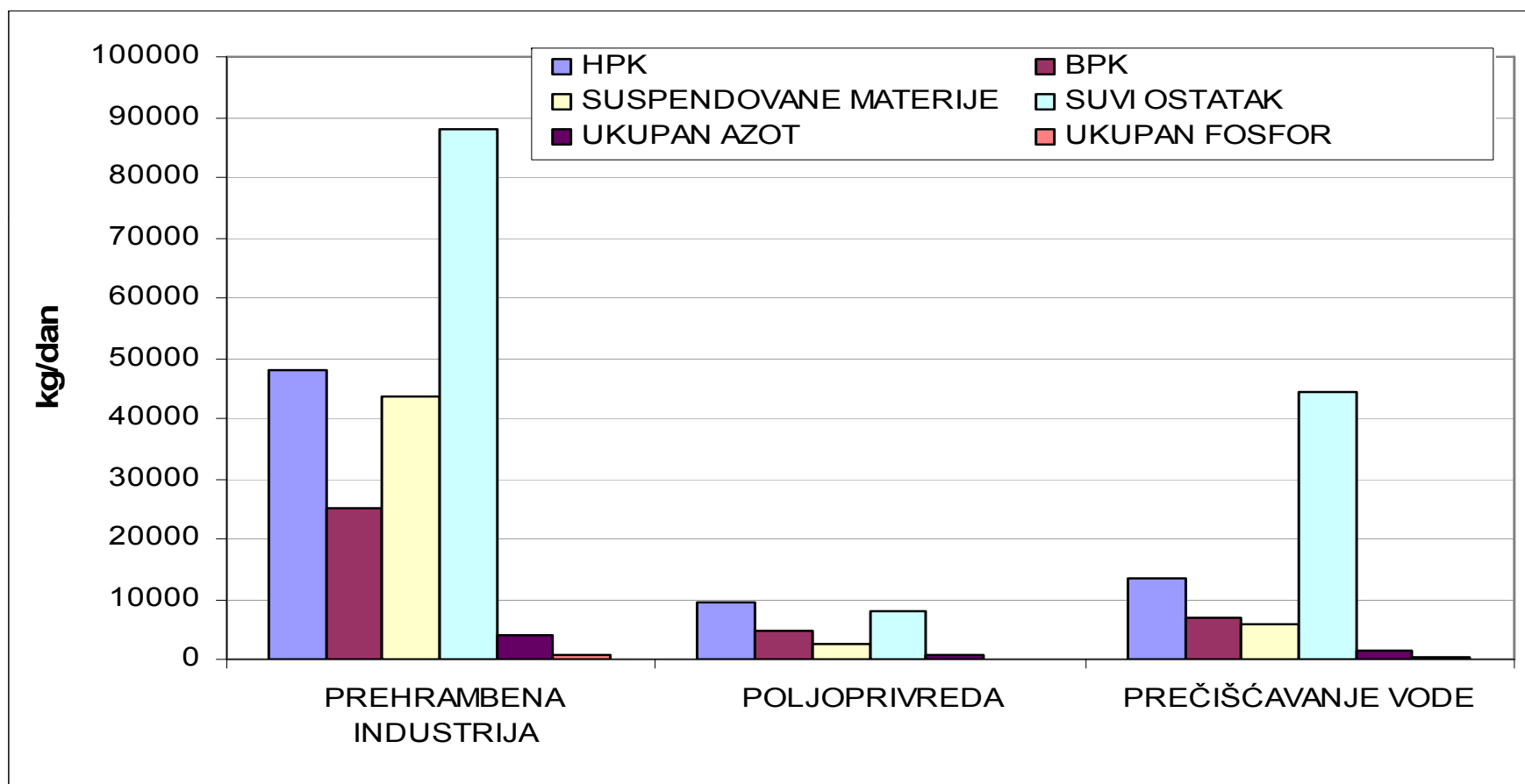


## Prosečno dnevno opterećenje HS DTD *metalima*



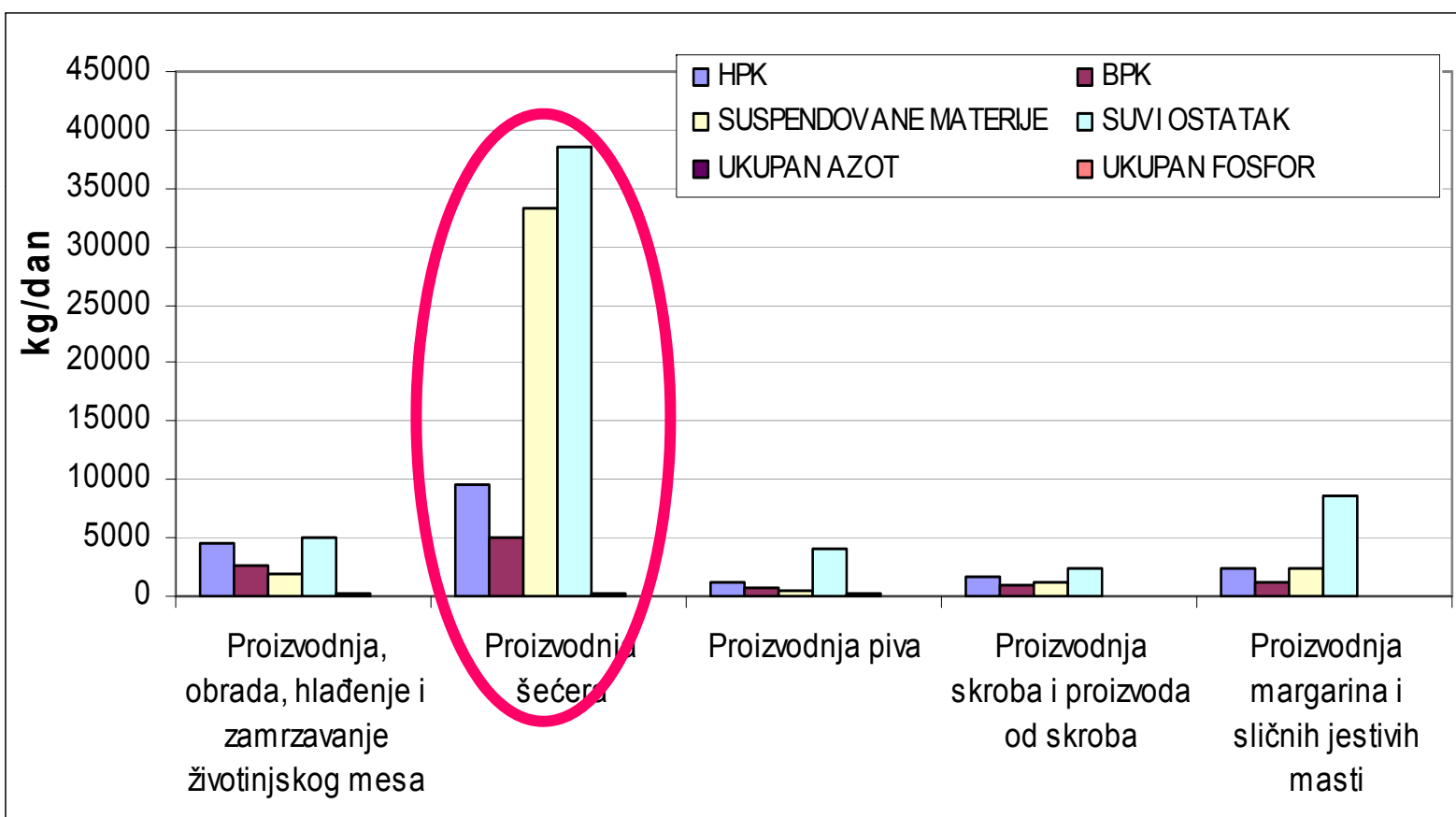


## Opterećenje otpadnih voda po granama delatnosti





## kvantitativne i kvalitativne karakteristike otpadnih voda prehrambene industrije





## *Difuzni izvori zagađenja*

- **Izvori negativnog uticaja poljoprivredne proizvodnje**
  - Pesticidi. U prvih 6 meseci 2008. godine uvezeno je 896 tona aktivnih materija i pretkoncentrata (3400 tona u 2007. godini) i 4920 tona preparata (kao u 2007.), a proizvede se 7-8 hilada tona godišnje
  - Godišnje se proizvede oko 600-700 hiljada tona veštačkih đubriva, a uveze se 300-400 hiljada tona.
- **Deponije smeća.** U Vojvodini se godišnje produkuje 440 000 tona smeća.
  - Sa deponije ili smetilišta ocedna voda sliva u površinske ili prodire u podzemne vode.
- **Saobraćaj.** Poslednjih godina proizvede oko 325.000 tona MB-95 sa maksimalnim sadržajem olova od 400 mg/l i oko 50.000 tona MB-98 sa maksimalnim sadržajem olova od 600 mg/l.
  - Sagorevanjem olovnog benzina se u životnu sredinu godišnje emituje oko 160 tona olova. Veći deo olova dospeva u površinske vode

## Akcidentna zagađenja

| Datum nastanka akcidenta | Lokacija akcidenta                                  | Opis  |
|--------------------------|---|---|
| April-jun 1999.          | Dunav kod Novog Sada i Pančeva                      | Izliv nafte i naftnih derivata, žive, vinil-hlorida, PAH itd. Posledice ratnog razaranja naftne i petrohemijske indutrije   |
| 30. 01. 2000.            | Sasar- Lapus i Somes-Tisa                           | Izliv sadržaja lagune jalovišta rudnika zlata <i>Baia Mare</i> u Rumuniji. Zagađenje reke Tise sa cijanidima i metalima.  |
| 01. 04. 2003.            | Tamiš kod sela Sakula                               | Uginula riba, uzrok nepoznat  |
| 29. 05. 2003.            | I-61 „Delta“, kod CS Kula                           | Naftna mrlja, uzrok nepoznat.   |
| 2004. i 2005.            | HS DTD Novi Sad – Savino Selo (triangl Savino Selo) | Izlivanje naftnih derivata, urok nepoznat.  |
| 18. 01. 2006.            | Nadela (od Ivanova do Stračeva)                     | Uginula riba, uzrok nepoznat  |
| 24. 01. 2006.            | HS DTD Bečej-Bogojevo kod Srbobrana i Turije        | Uginula riba, neprijatan miris, uzrok nepoznat  |
| 06. 10. 2006.            | Kanal Galovica, kod CS na Savi                      | Veća količina uginule ribe, neprijatan miris, uzrok nepoznat  |
| 13. 10. 2006.            | HS DTD Bački Petrovac - Karavukovo                  | Uginula riba, miris na materije fekalnog porekla, uzrok nepoznat  |
| 29. 11. 2006. i 2007.    | HS DTD Kosančić-Mali Stapar, kod Malog Stapara      | Debeo beli sloj stvdnute masnoće, uzrok izlivanje otpadnih voda iz Fabrike ulja „Sunce“ Sombor  |
| 2007.                    | Topolski kanal                                      | Izlivanje otpadnih voda Kikindske mlekare   |
| 2007.                    | Tisa  | Izlivanje otpadnih voda Šećerane i Fermina u Senti  |
| 05.09.2008.              | Bosut   | Uginulo je nekoliko tona ribe. Talas zagađenja je trajao više od mesec dana. Pretpostavlja se da je uzrok ovog zagađenja pojava barske biljke sočivice, koja je u uslovima izuzetno visokih temperatura i nedostaka dotoka vode izazvala deficit kiseonika. |
| 2008                     | Hidrosistem Nadela kod Kovačice                     | Uginula riba, uzrok nepoznat  |
| 2008.                    | Kanal Galovica kod Pećinaca                         | Uginula riba, uzrok nepoznat  |
| 2008                     | Meliorativni kanal "Delta" kod Crvenke              | Uginula riba, uzrok izmuljivanje kanala i ispust komunalnih otpadnih voda iz Crvenke  |



# Kvalitet površinskih voda

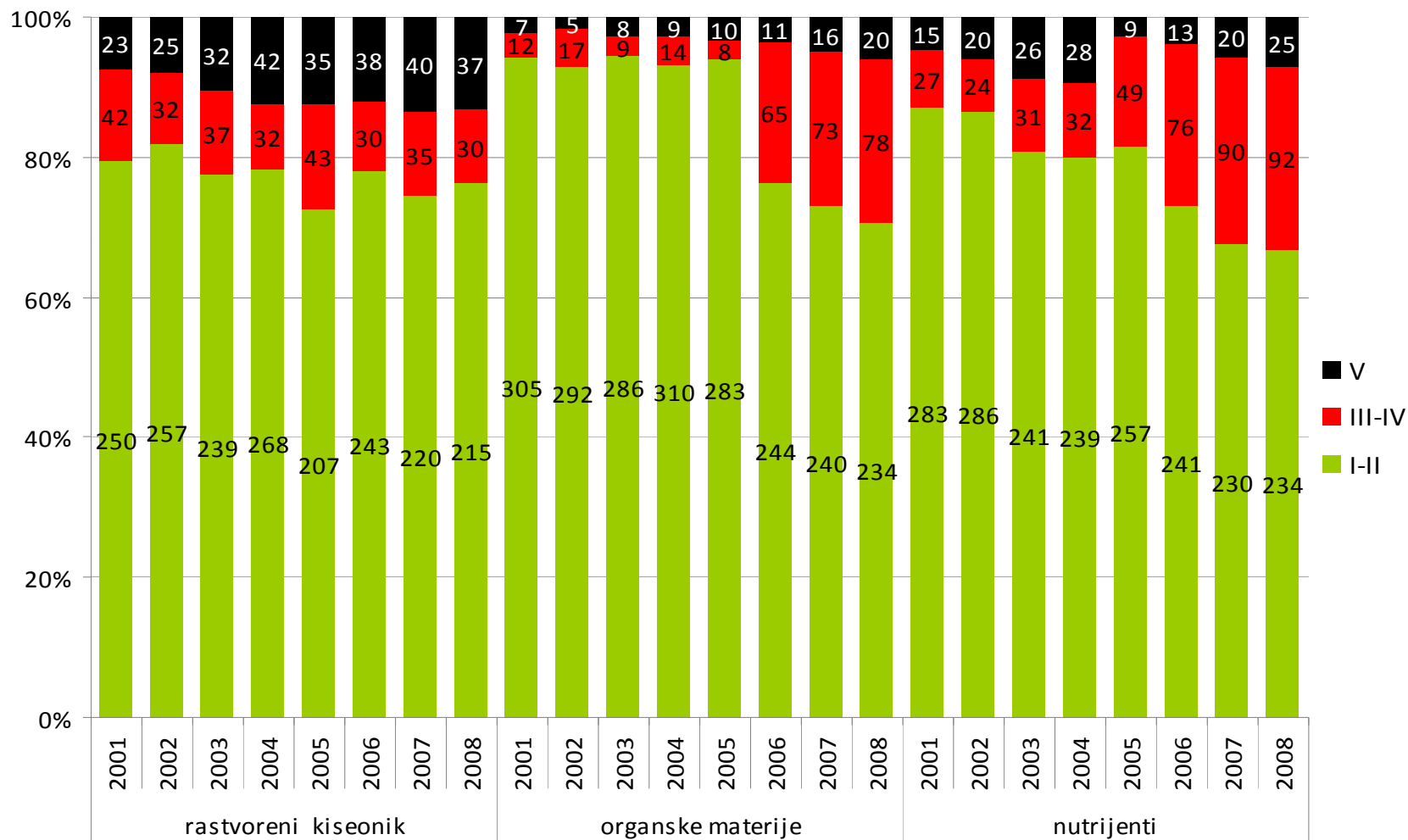
- Kvalitet površinskih voda u Vojvodini pretežno je uslovljen ispuštanjem:
  - otpadnih voda iz naselja
  - industrijskih postrojenja,
  - poljoprivrednom proizvodnjom,
  - pojavom dugotrajnih sušnih perioda.
- Ugroženost površinskih voda zagađenjem biodegradabilnim organskim materijama naročito je izražena u blizini
  - velikih gradova (Vrbas, Kula, Crvenka, Zrenjanin, Pančevo, Ruma, Bačka Topola) koji nemaju postrojenja za prečišćavanje gradskih otpadnih voda i
  - industrijskih postrojenja koja se bave proizvodnjom hrane (fabrike šećera, prerade voća i povrća, velike farme svinja, klanice itd.).



- Dunav, Sava, a delimično Tisa uspevaju, zahvaljujući moći samoprečišćavanja, da razgrade znatne količine organskih materija i ipak održe zadovoljavajući kvalitet voda.
- Nasuprot njima, u periodima rada fabrika punim kapacitetom prisutna je ugroženost malih vodotoka (Krivaja, Nadela, Kudoš, Bosut i pojedine deonice HS DTD).
  - Tada dolazi do pojave deficita kiseonika i razgradnje organskih materija u anaerobnim uslovima sredine, pri čemu se oslobađaju toksične materije i gasovi (vodoniksulfid, metan i amonijak), što ugrožava floru i faunu ovih vodotoka.
  - Biološke transformacije zagađenja u rekama formiraju određenu količinu mulja (sedimenta)

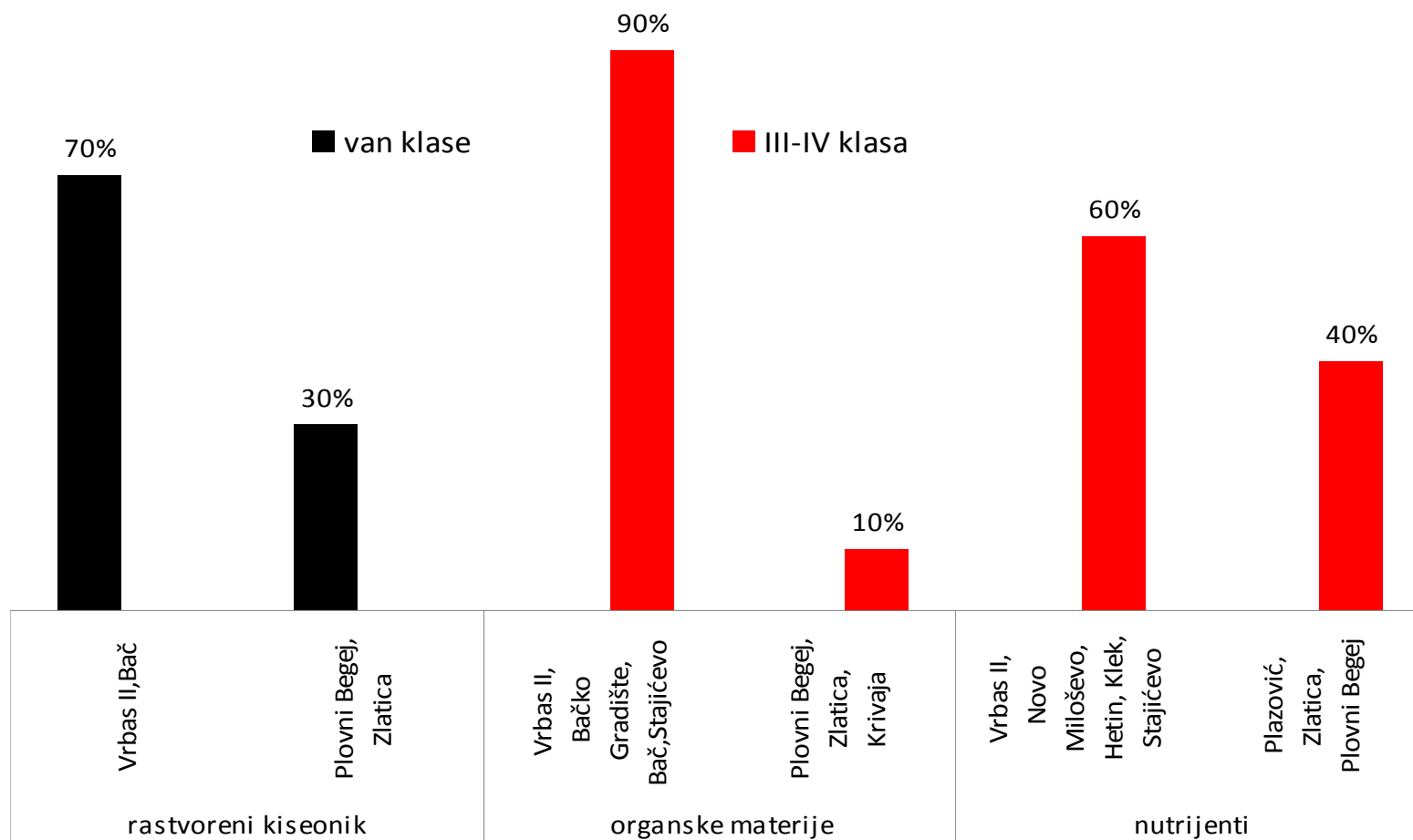


## Ocena kvaliteta površinskih voda na teritoriji AP Vojvodina

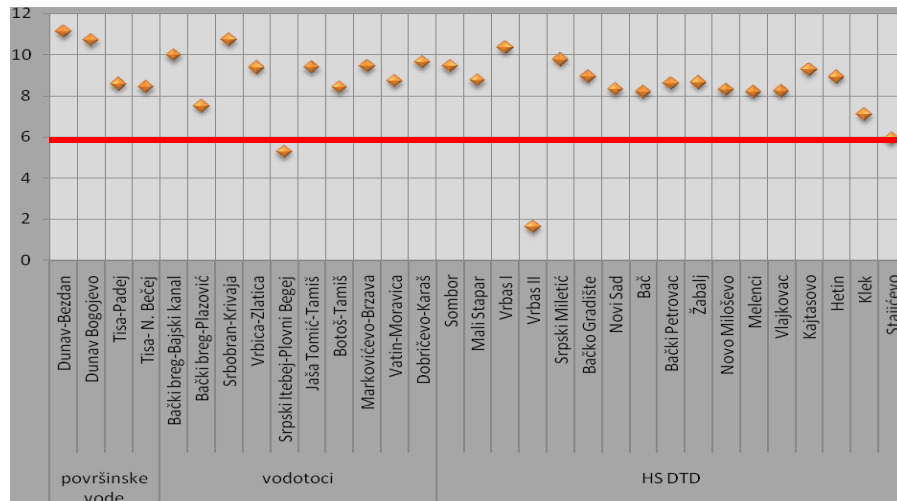




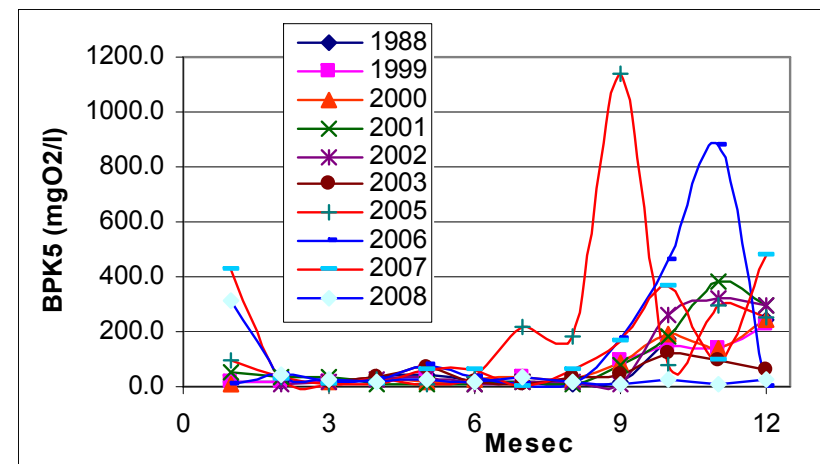
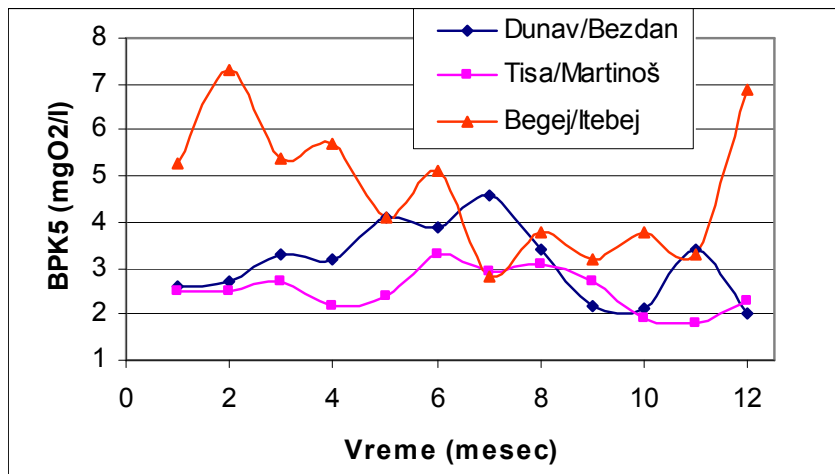
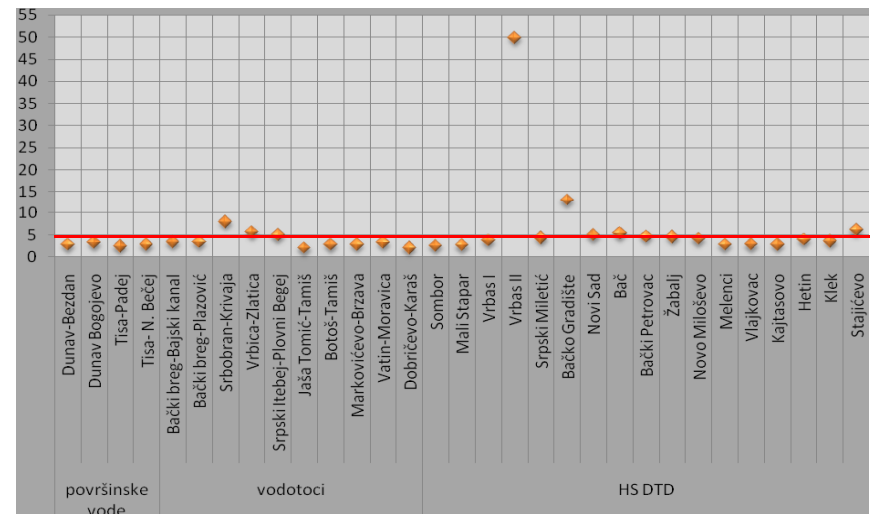
## Prosečni procentualni udeli lokacija u III-IV klasi i van klase kvaliteta



## Prostorna distribucija srednjih vrednosti za rastvoreni kiseonik ( $\text{mgO}_2/\text{l}$ ) površinskih voda na teritoriji AP Vojvodina



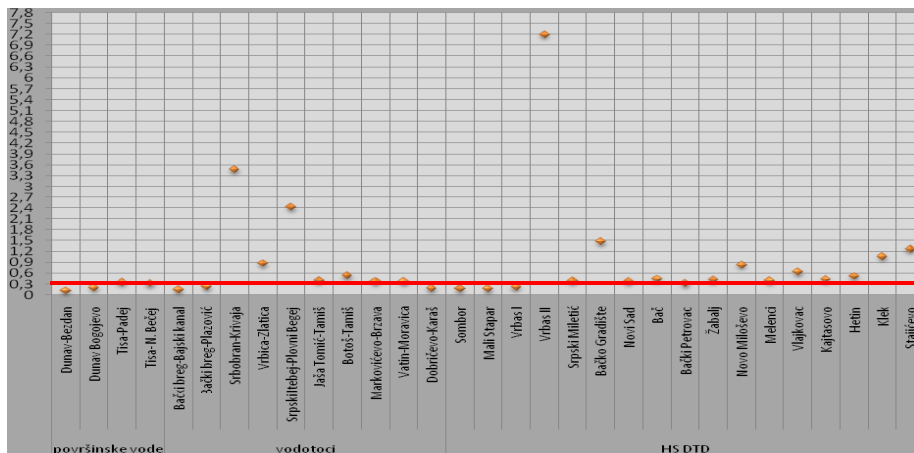
## Prostorna distribucija srednjih vrednosti za $\text{BPK}_5$ ( $\text{mgO}_2/\text{l}$ ) površinskih voda na teritoriji AP Vojvodina



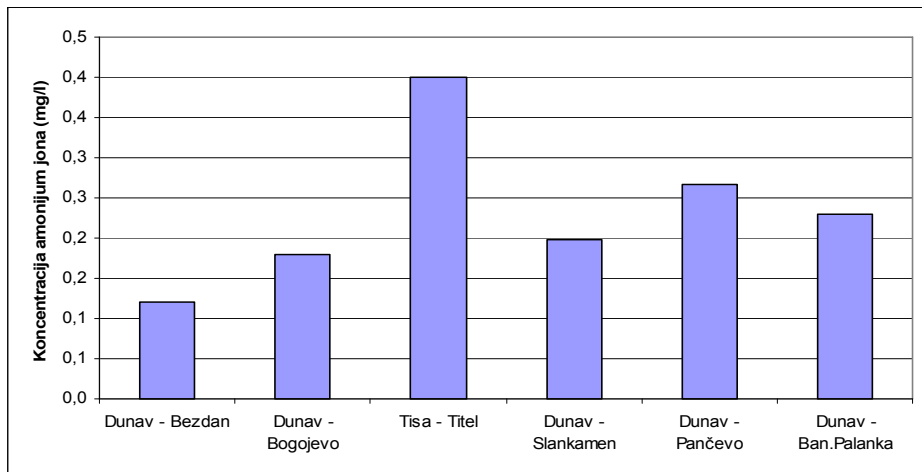
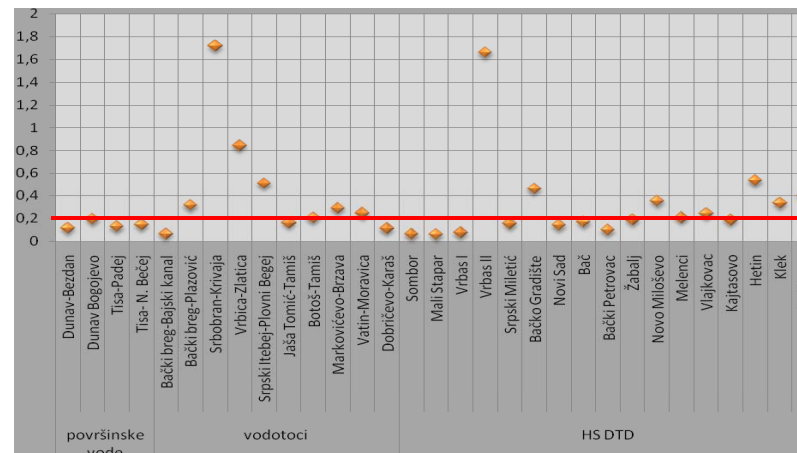
Sadržaj ukupnih organskih materija izmerenih preko  $\text{BPK}_5$  u vodi Dunava, Tise i Begeja na ulaznim graničnim profilima

Sadržaj organskih materija u vodi Velikog Bačkog kanala na profilu Vrbas II

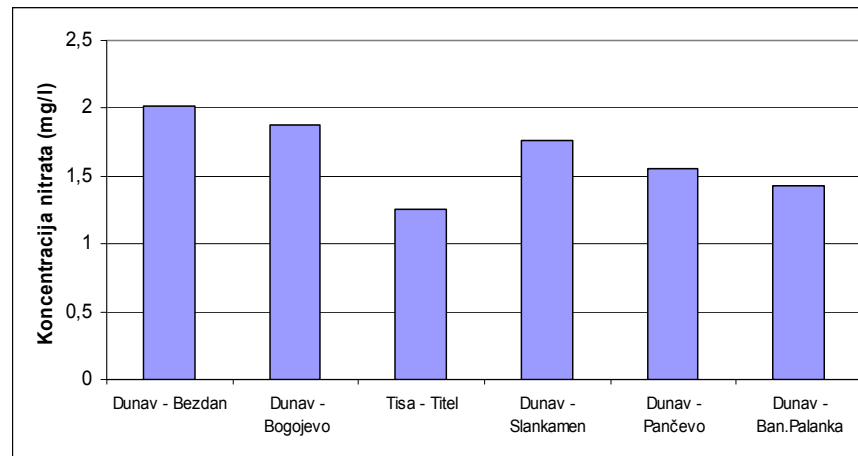
## Prostorna distribucija srednjih vrednosti za amonijum jon ( $\text{mgNH}_4^+/\text{l}$ ) površinskih voda na teritoriji AP Vojvodina



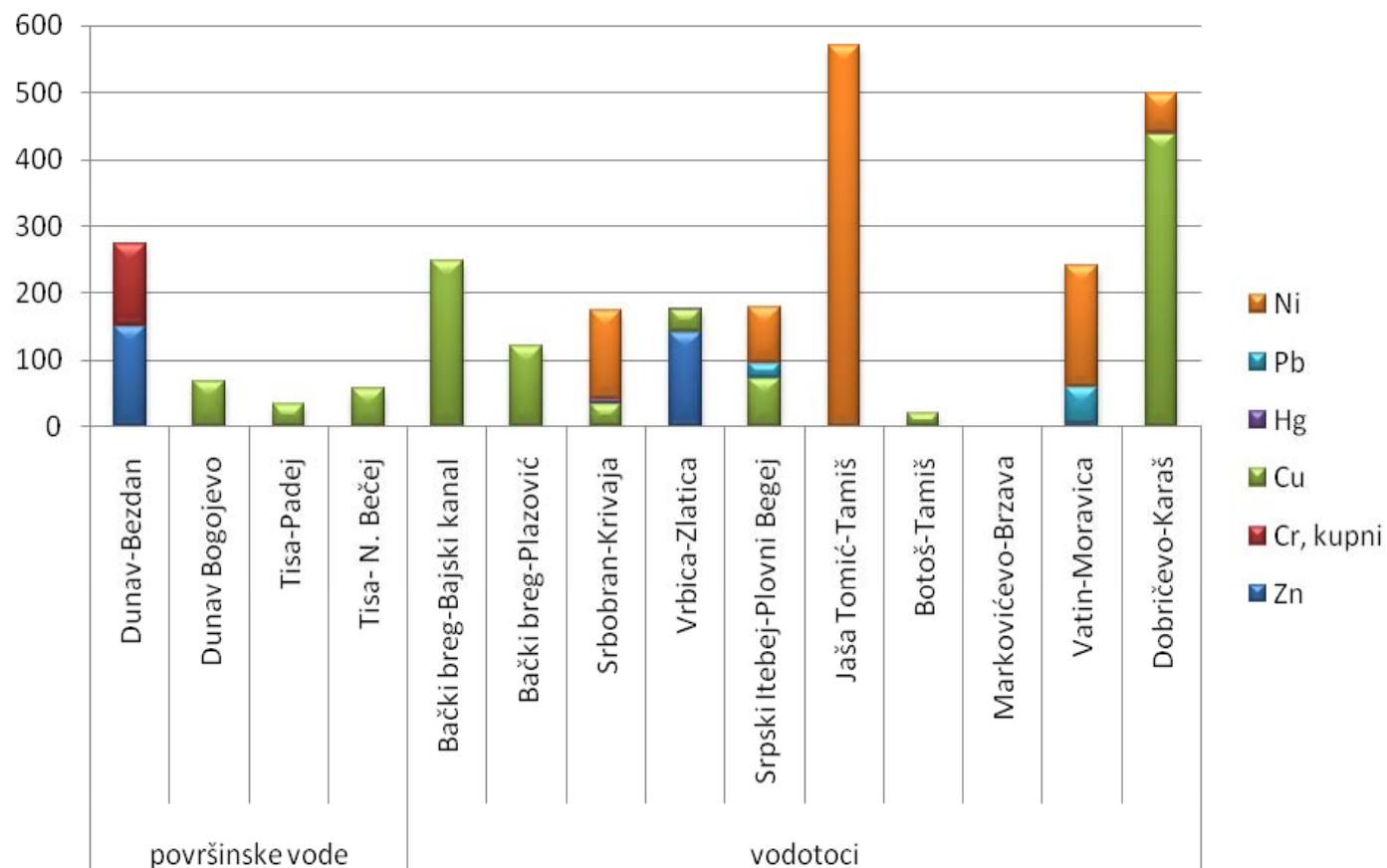
## Prostorna distribucija srednjih vrednosti za ukupan fosfor ( $\text{mgP}/\text{l}$ ) površinskih voda na teritoriji AP Vojvodina



Srednje koncentracije amonijum jona u vodi Dunava na godišnjem nivou za period 1998-2007 godina



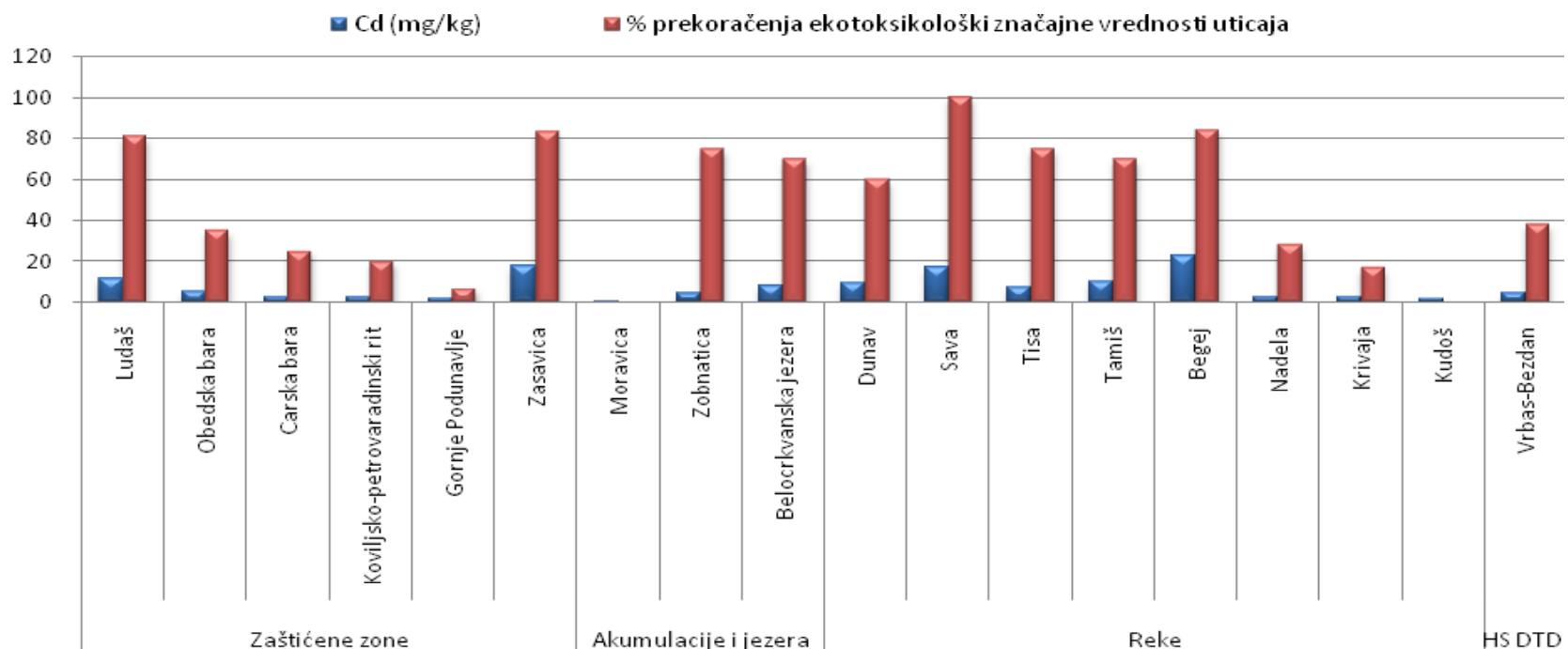
Srednja koncentracija na godišnjem nivou nitrata u vodi Dunava za period 1998-2007. godina



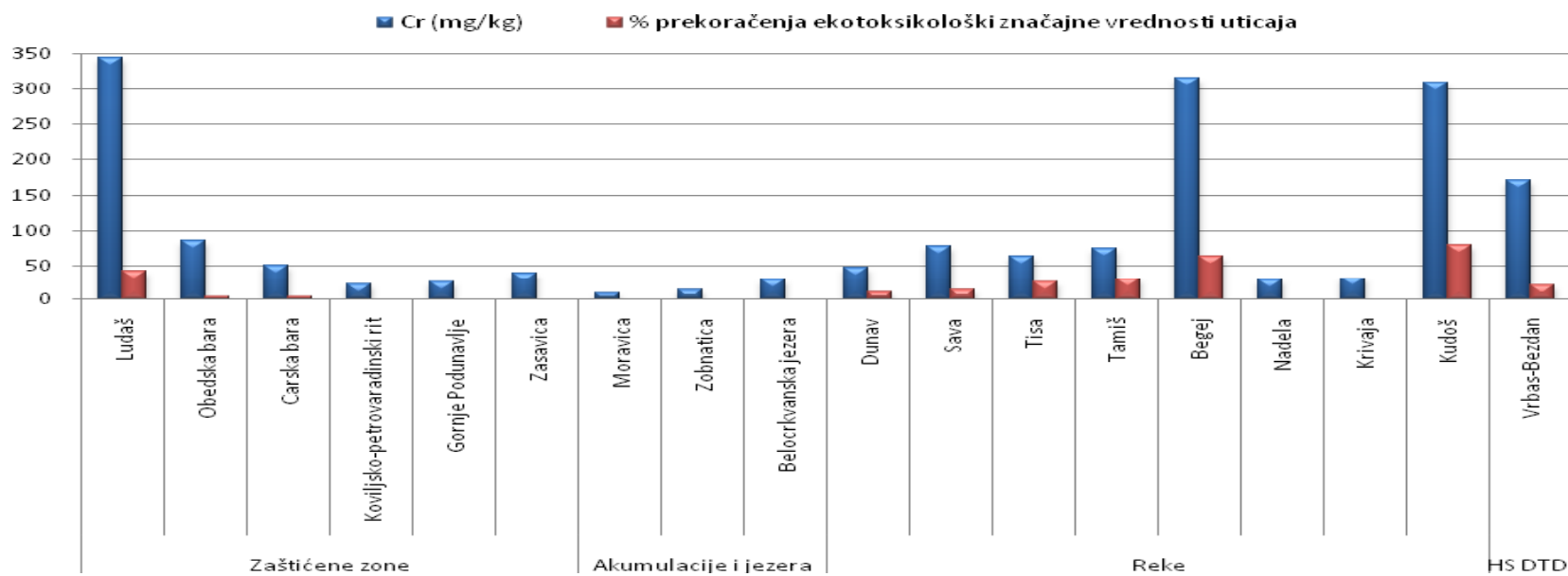
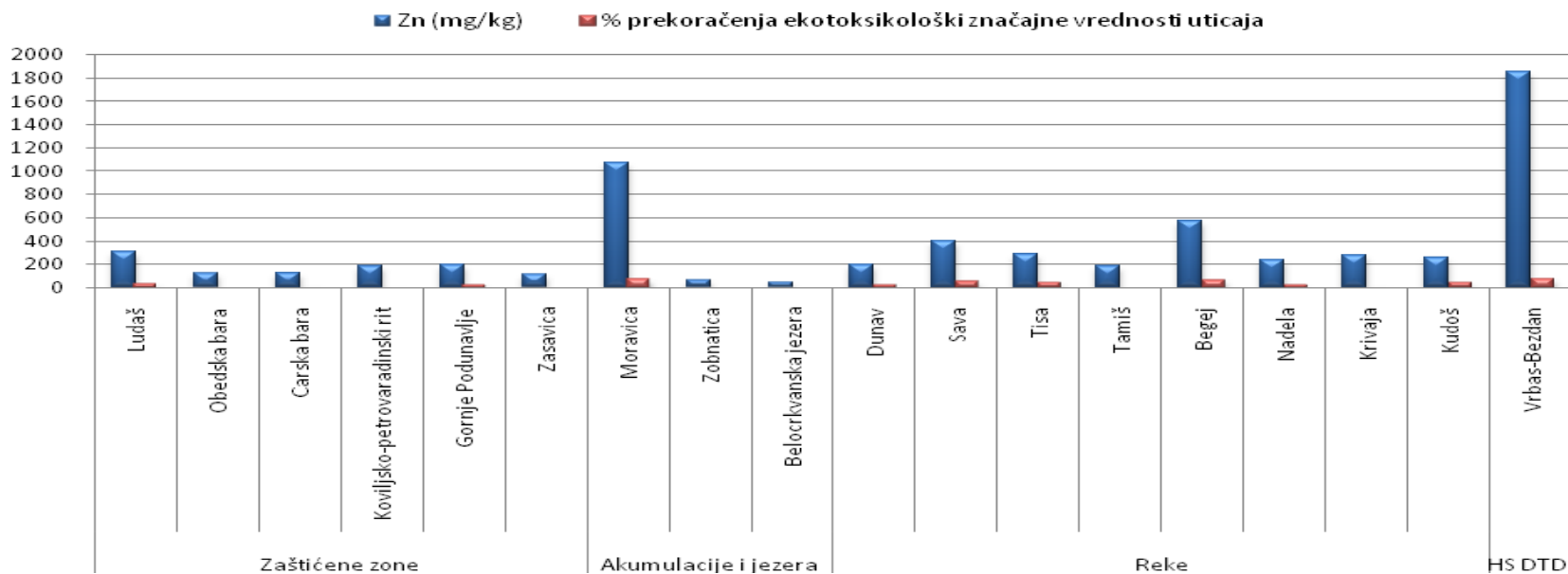
Maksimalne detektovane koncentracije teških metala ( $\mu\text{g/l}$ ) u 2006. godini

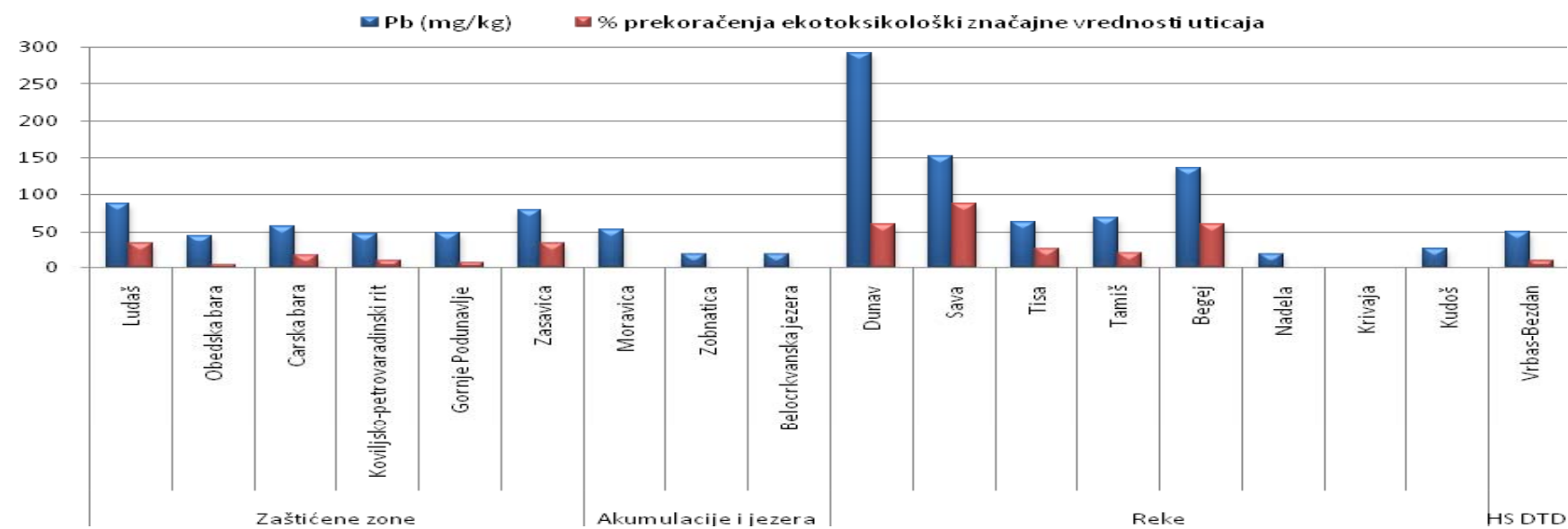
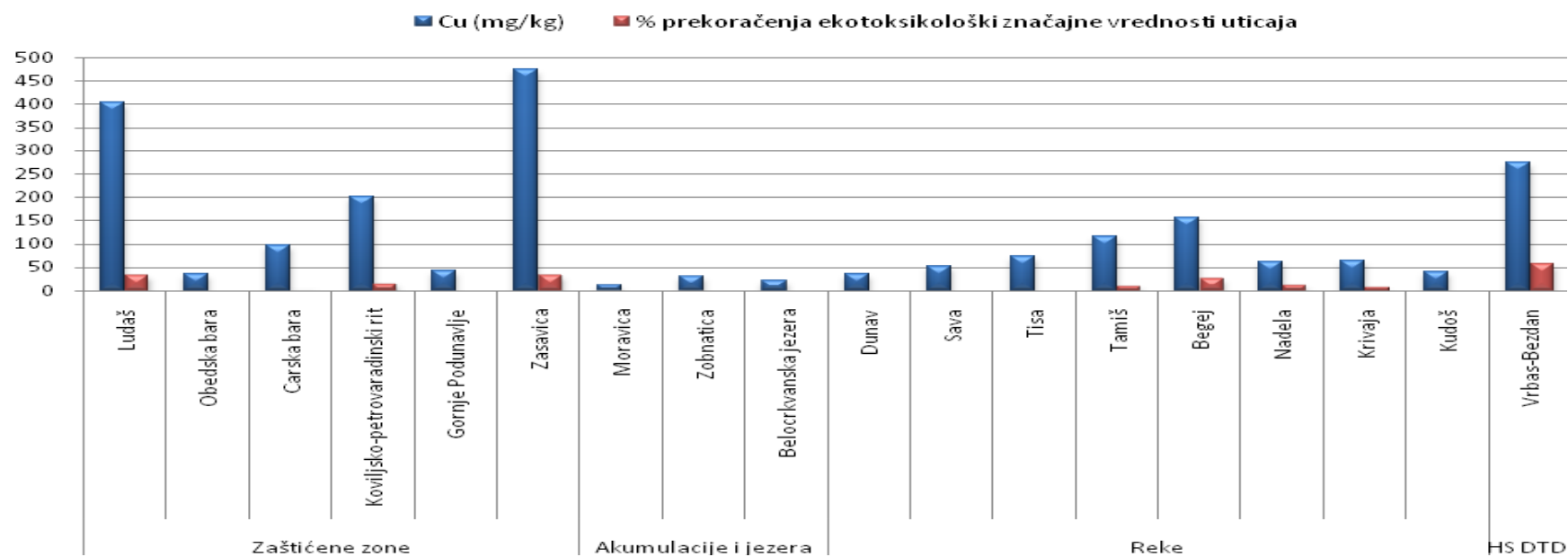


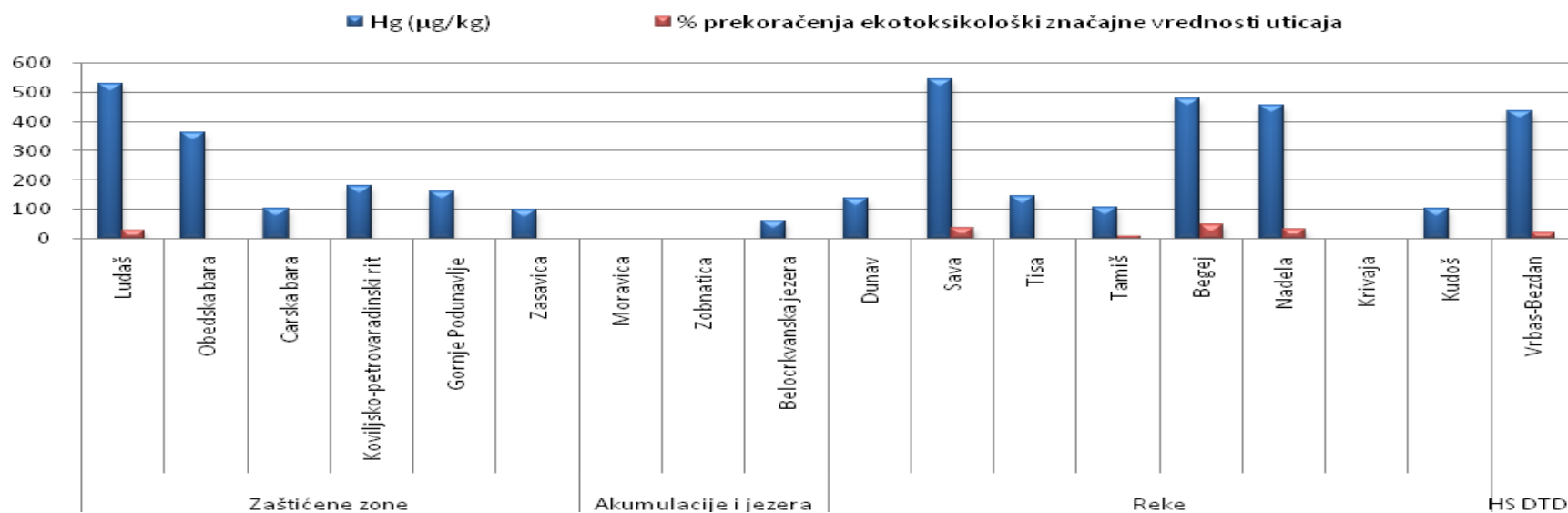
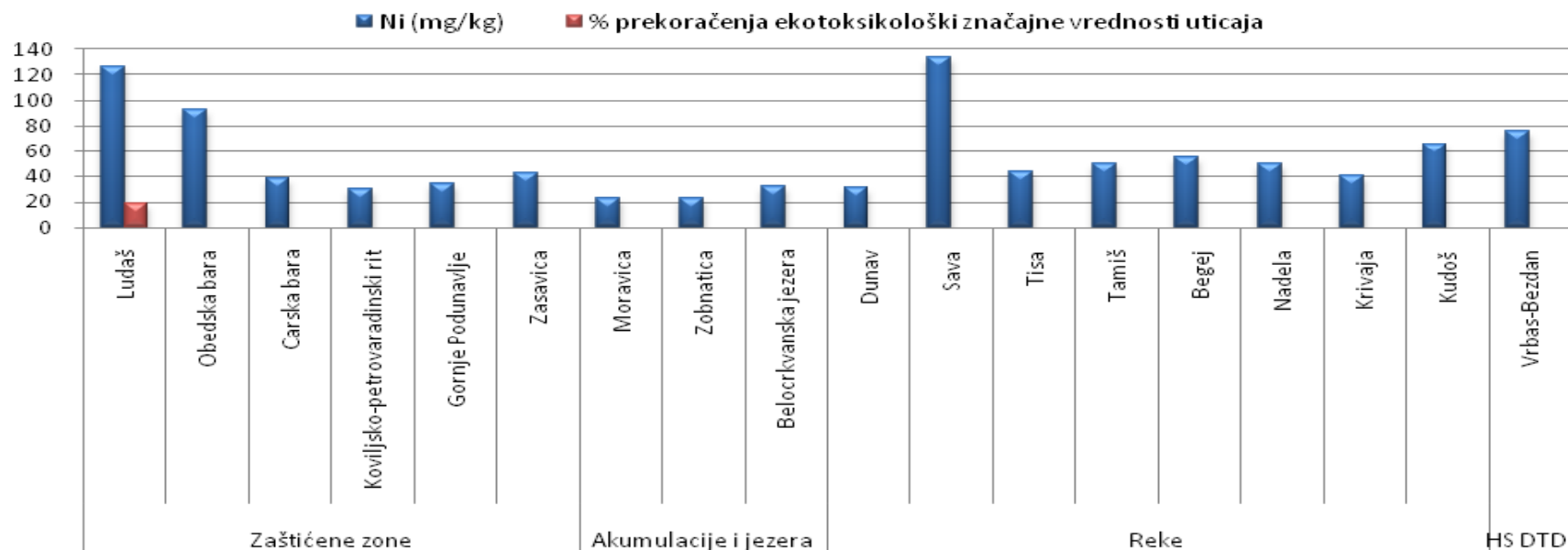
# Kvalitet sedimenta

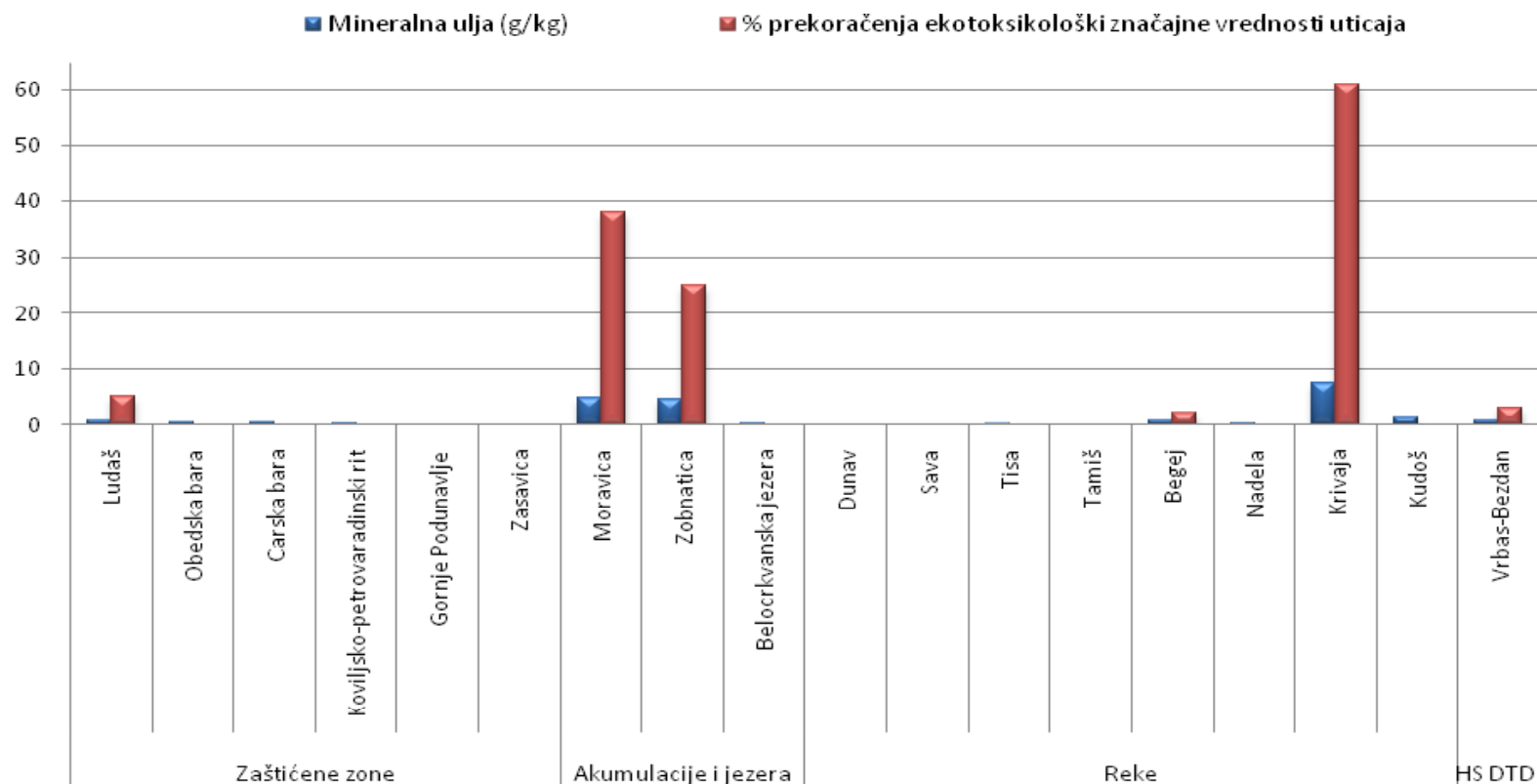


*Prosečan sadržaj kadmijuma i procenat prekoračenja ekotoksikološki značajne vrednosti uticaja*









*Prosečan sadržaj mineralnih ulja i procenat prekoračenja ekotoksikološki značajne vrednosti uticaja*



## Sadržaj PAH-ova u sedimentu

- Mogu biti antropogenog, ali i prirodnog porekla i detektovani su u sedimentu.
- **U kanalima i rekama** se suma PAH-ova kretala u veoma širokom opsegu od praktične granice određivanja ( $<5 \mu\text{g/kg}$ ) do čak 16000  $\mu\text{g/kg}$  koliko je određeno u sedimentu Kudoša. Pored Kudoša, i sediment DTD kanala Vrbas-Bezdan iza Srbobrana je opterećen PAH-ovima (do oko 3 mg/kg).
- Od **zaštićenih zona** najugroženija je Koviljsko-petrovaradinski rit, gde se suma PAH-ova kretala i do oko 18 mg/kg, a potencijalni problemi su uočeni i u jezeru Ludaš (suma PAH do oko 7,8 mg/kg) i Obedskoj bari (do 3,2 mg/kg). Detektovane koncentracije PAH-ova ukazuju na potencijalne negativne ekotoksikološke uticaje na ispitivanim lokacijama.
- Na **ostalim lokacijama** detektovane vrednosti za sumu PAH-ova su maksimalno 1 mg/kg.



## Sadržaj pesticida u sedeimentu

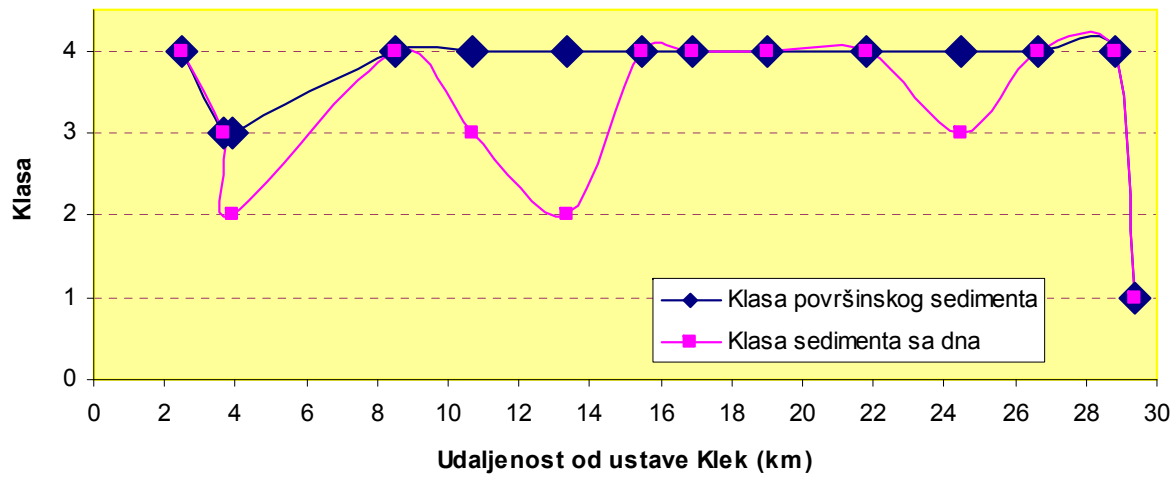
- Iz grupe organohlornih pesticida utvrđeno je prisustvo
  - izomera heksahlorcikloheksana, 4,4-DDT-a i njegovih metabolita (4,4'-DDE i 4,4'-DDD), heptahlor, heptahlorepoksida i endrin-aldehida, a
  - sporadično i ostalih određivanih jedinjenja (aldrina, dieldrina, endrina i endosulfan-sulfata)
  - i to u svim periodima uzorkovanja bez uočene pravilnosti u koncentracijama koje ukazuju na moguće negativne ekotoksikološke uticaje.
- **Najugroženija zaštićena zona u pogledu sadržaja pesticida jeste jezero Ludaš** gde maksimalno detektovane vrednosti pesticida iz grupe DDT-a u posmatranom periodu višestruko prekoračuju vrednosti verovatnih ekotoksikoloških uticaja (do 88  $\mu\text{g}/\text{kg}$  4,4'-DDE, do 180  $\mu\text{g}/\text{kg}$  4,4'-DDD, do 160  $\mu\text{g}/\text{kg}$  4,4'-DDT).
- Negativni ekotoksični efekti očekuju se i u Carskoj bari i Koviljsko-petrovaradinskom ritu zbog prekoračenja ekotoksikološki verovatnih vrednosti uticaja za heptahlorepoxid i derivate DDT-a.



## Polihlorovanih bifenili u sedimentu

- Prisustvo polihlorovanih bifenila potvrđeno je u sedimentu Begeja i to u koncentracijama do 370  $\mu\text{g}/\text{kg}$  što je iznad nivoa verovatno negativnih ekotoksikoloških uticaja

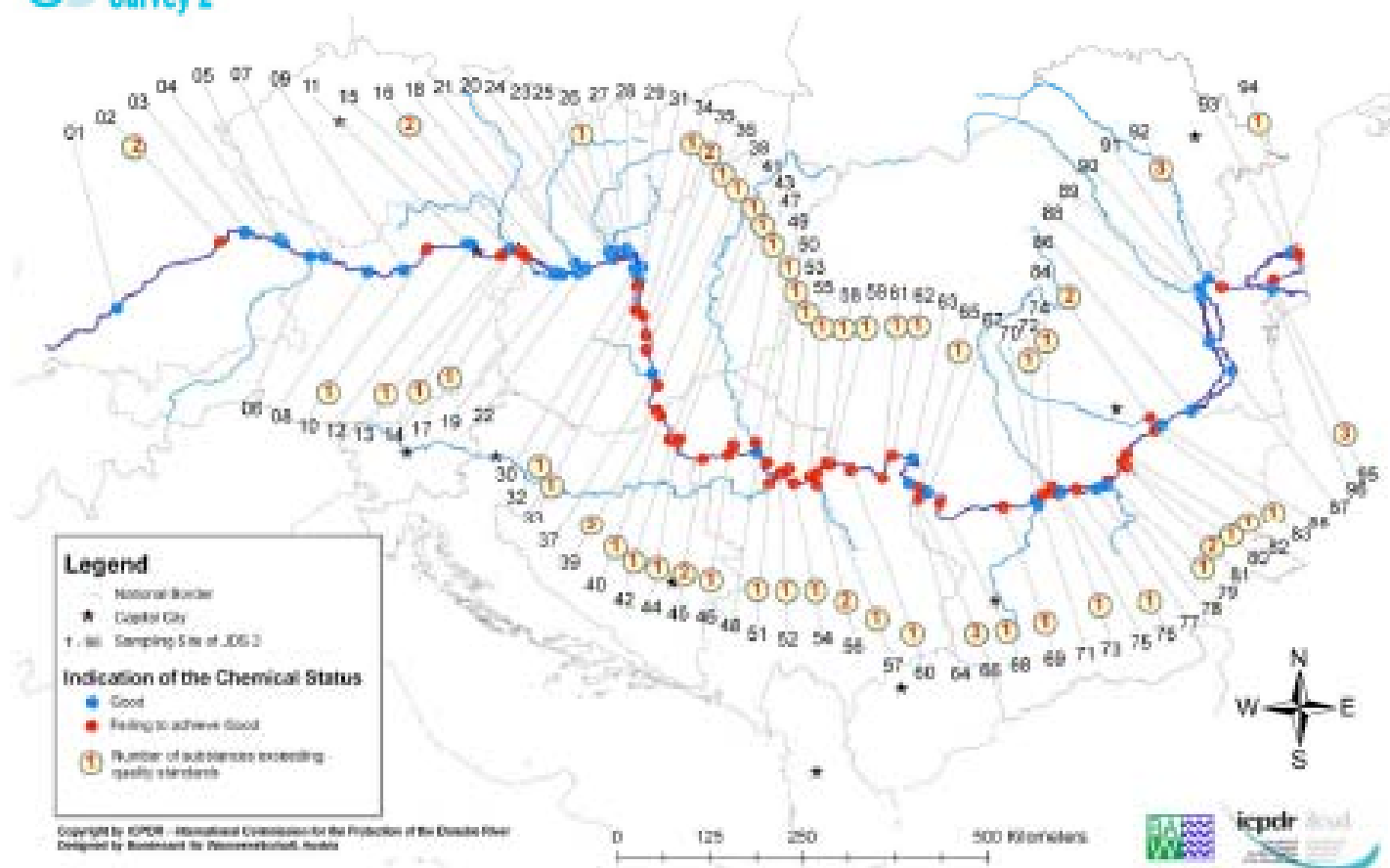
### Primer klasifikacije sedimenta u kanalu Begej prema holandskoj metodologiji



**PRIMER: Okvirna direktiva o vodi (WFD 2000/60/EC) propisuje MDK i godišnju srednju vrednost za prioritetne supstance na osnovu **12 merenja godišnje**. Istraživanje Dunava je sprovedeno u **avgustu i septembru 2007.** godine što nije reprezentativan period za neka jedinjenja kao što su pesticidi, tako da je ovo **indikacija hemijskog statusa**.**



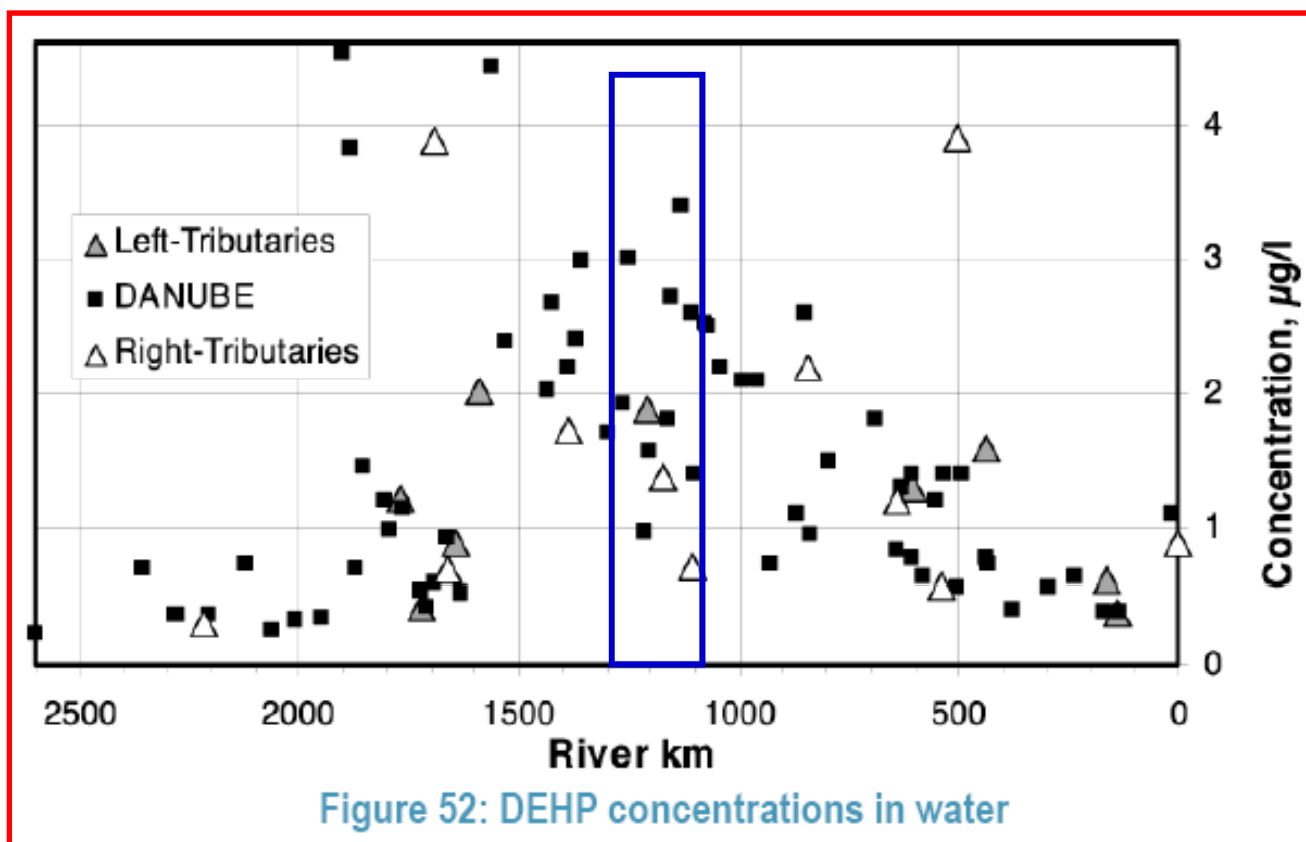
### Danube - Indication of the Chemical Status



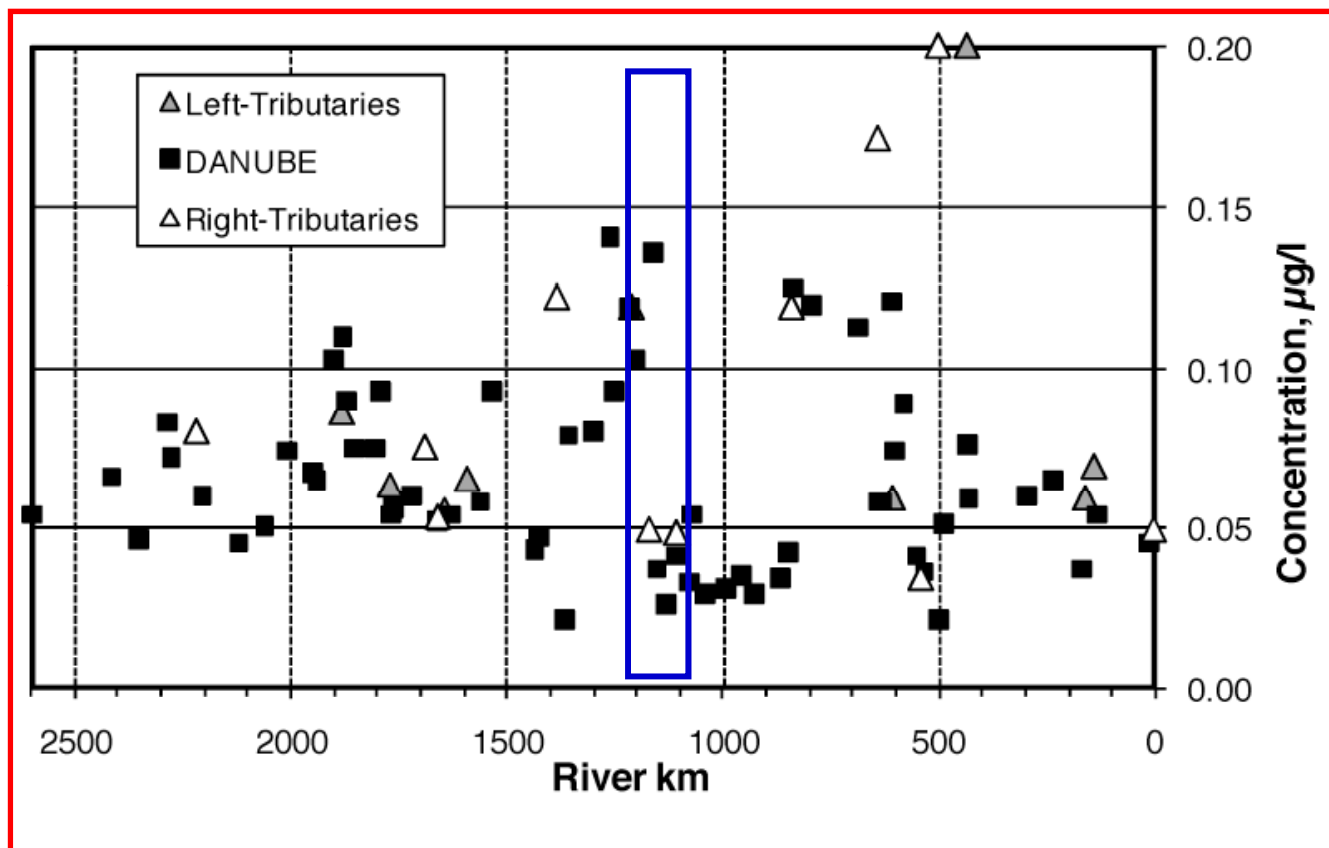


**Table 40 Sampling sites and parameters exceeding EQS for WFD priority substances**

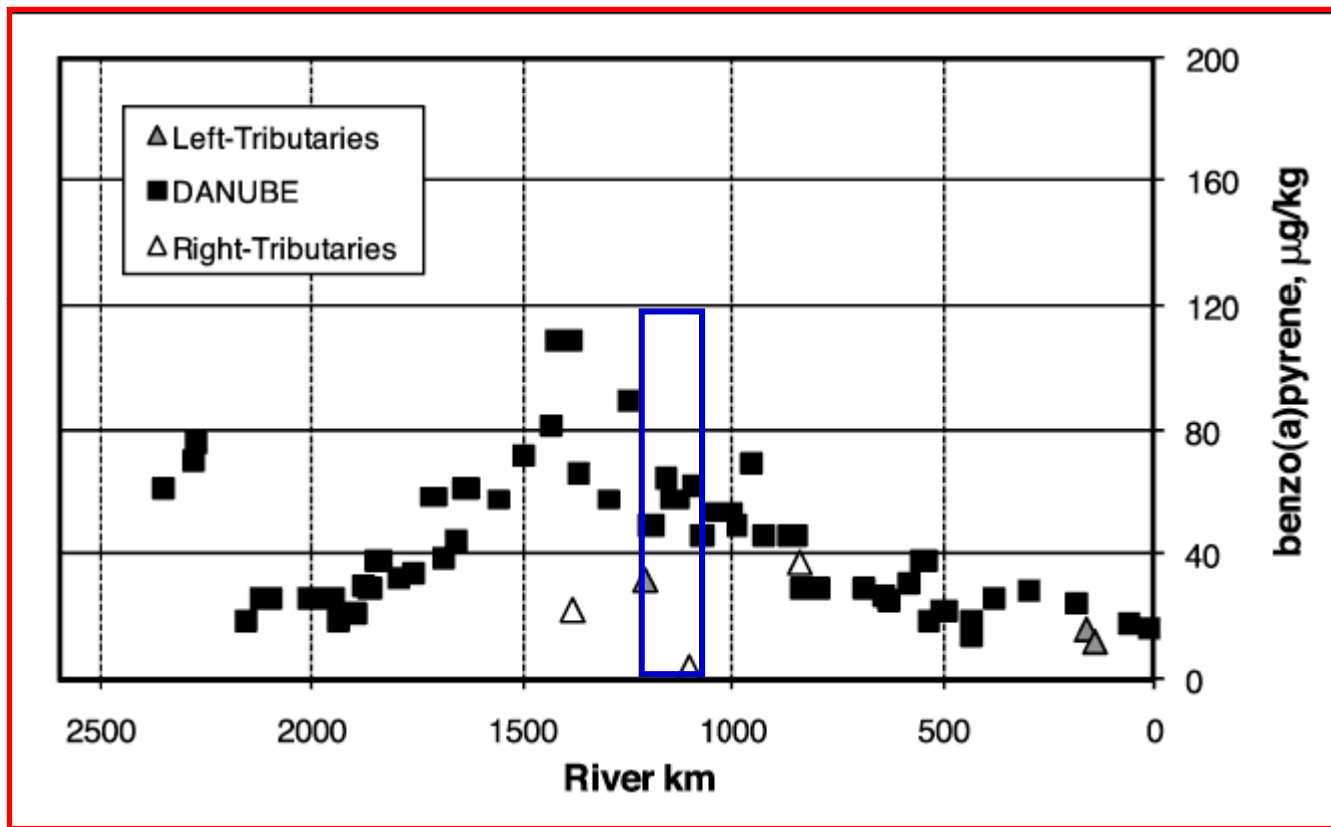
| Sampling station | Location                          | Parameter/s > EQS  |
|------------------|-----------------------------------|--|
| JDS2             | Kelheim                           | $\Sigma$ benzo(g,h,i)perylene & indeno(1,2,3-cd)pyrene       |
| JDS10            | Oberloiben                        | 1,2,4-trichlorobenzene                                       |
| JDS13            | Wildungsmauer                     | DEHP   |
| JDS14            | Upstream Morava (Hainburg)        | DEHP   |
| JDS16            | Bratislava                        | $\Sigma$ benzo(g,h,i)perylene & indeno(1,2,3-cd)pyrene       |
| JDS17            | Gabcikovo reservoir               | DEHP   |
| JDS26            | Szob                              | tributyltin  |
| JDS32            | Budapest downstream               | mercury  |
| JDS33            | Adony/Lórév                       | mercury  |
| JDS34            | Rackeve-Soroksar Danube Arm - end | DEHP   |
| JDS35            | Dunafoldvar                       | DEHP, tributyltin  |
| JDS36            | Paks                              | DEHP   |
| JDS38            | Baja                              | DEHP   |
| JDS39            | Herczegszanto                     | DEHP, $\Sigma$ benzo(g,h,i)perylene & indeno(1,2,3-cd)pyrene |
| JDS40            | Batina                            | DEHP   |
| JDS41            | Upstream Drava                    | DEHP   |
| JDS42            | Drava (rkm 1.4)                   | DEHP   |
| JDS43            | Downstream Drava (Erdut/Bogojevo) | DEHP   |
| JDS44            | Dalj                              | DEHP   |
| JDS45            | Ilok/Backa Palanka                | DEHP, tributyltin  |
| JDS46            | Upstream Novi-Sad                 | DEHP   |
| JDS47            | Downstream Novi-Sad               | DEHP   |



Prema listi prioriternih supstanci navedenih u Okvirnoj direktivi o vodama **di-(2-etilheksil)ftalat (DEHP)** je najkritičnija supstanca u uzorcima vode.



Najveća koncentracija **4-izo-nonylfenola** je nađena nizvodno od Novog Sada.



**Benzo(a)piren na suspendovanim materijama**



## Toksični efekti porne vode

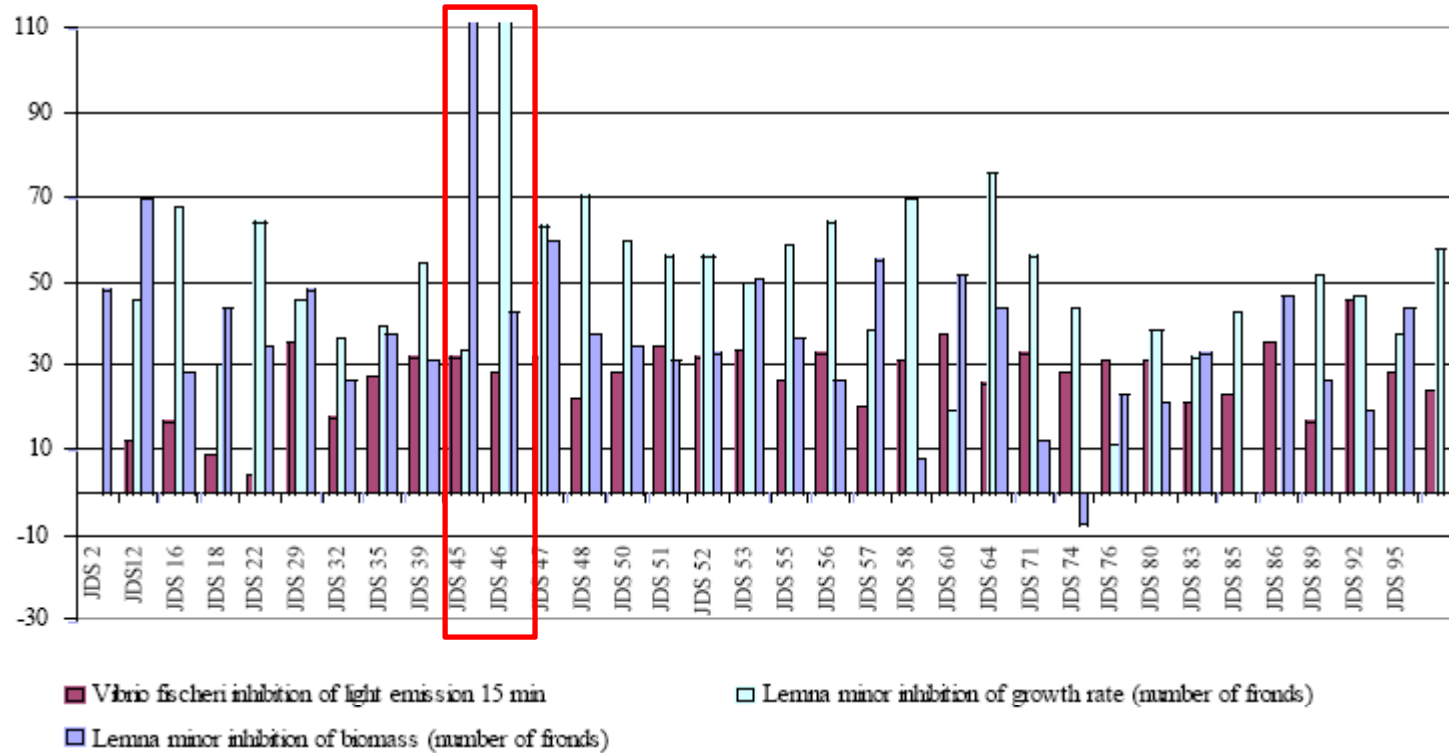


Figure 36: Toxic effect of pore water to *Lemna minor* and *Vibrio fischeri* in longitudinal profile of the Danube (left side)



- Generalno, kvalitet sedimenata manjih vodotoka

- Krivaja, Nadela, Kudoš, DTD Vrbas-Bezdan, Begej pod uticajem Aleksandrovačkog kanala

je lošiji u odnosu na ostale ispitivane vodotoke jer su oni u većoj meri pod direktnim ili indirektnim uticajem neprečišćenih ili delimično prečišćenih otpadnih voda, a imaju manji potencijal za samoprečišćavanje.

- Visok sadržaj organskih materija i teških metala posledica su

- ispuštanja neprečišćenih ili delimično prečišćenih industrijskih i komunalnih otpadnih voda,
- korozije metalnih struktura i konstrukcija (Cu, Zn),
- uticaja difuznih izvora, pre svega poljoprivrede (Cd, Cr), kao i saobraćaja (Pb).

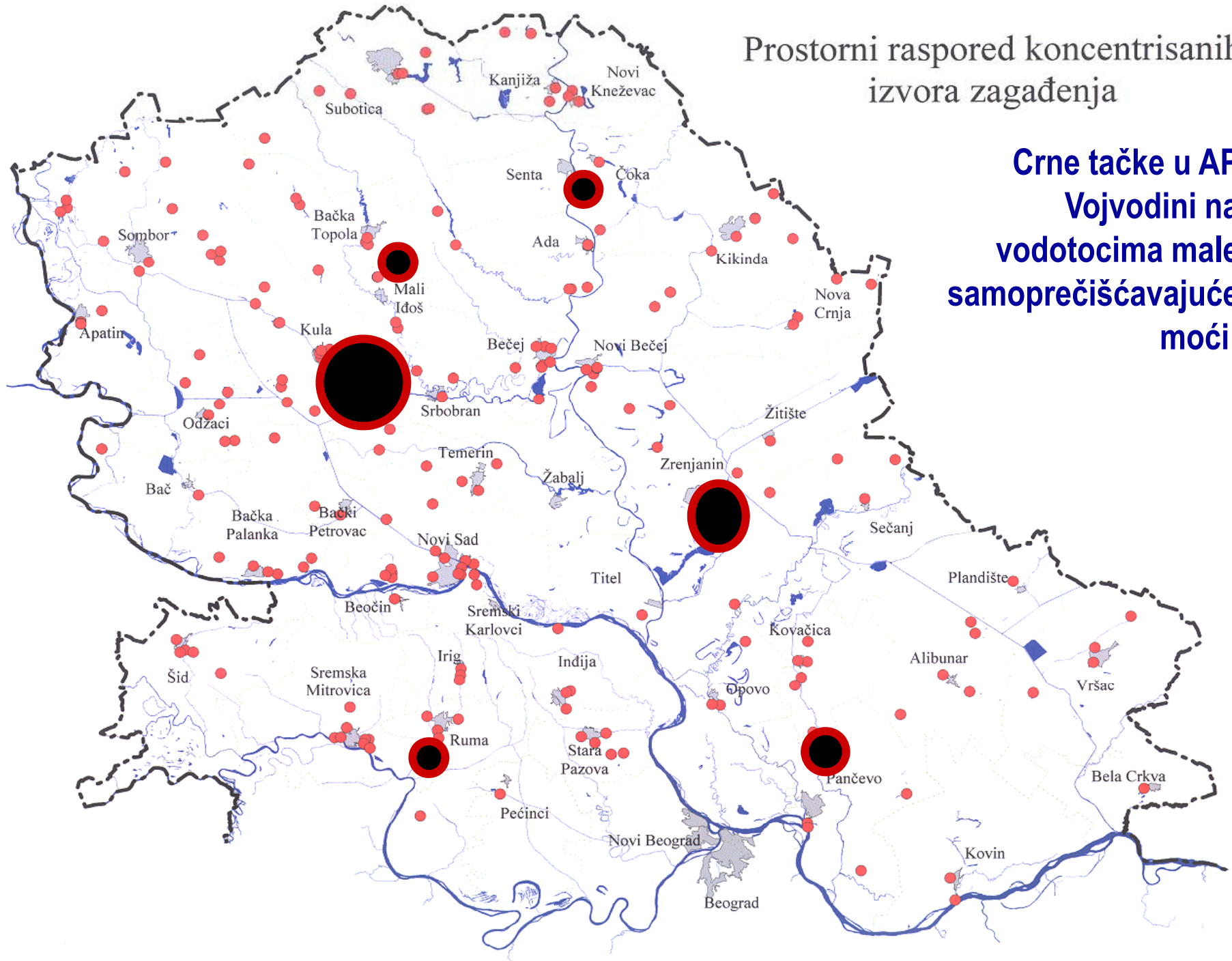


## Najugroženije deonice reka i kanala u AP Vojvodini

| Vodotok                | Deonica   | Uzrok neispravnosti  |
|------------------------|---|--|
| Kanal Vrbas-Bezdan     | Od 0+000 do 6+000 rečnog kilometra                                    | Ispuštanje neprečišćenih otpadnih industrijskog basena Crvenka-Kula-Vrbas. Sadrži veliku količinu sedimenta, oko 400.000 m <sup>3</sup> . Sediment pored organskih materija sadrži i toksične metale: Cu, Cr, Ni, Zn.                          |
| Plovni Begej           | Od Rumunske granice do prevodnice Klek                                | Ispuštanje otpadnih voda na teritoriji Rumunije, prvenstveno grada Temišvara. Najveća količina toksičnih materija je akumulirana u sedimentu, kao na primer metali: Cr, Ni, Pb, Cu, Cd, Hg.  |
| Aleksandrovački kanal  | Ceo tok   | Ispuštanje otpadnih voda industrijske zone oko kanala (npr. kožara) i gradskih otpadnih voda. Sediment sadrži toksične metale prvenstveno hrom.  |
| Begej                  | Tok kroz Zrenjanin do brane kod Stajićeva, a delimično do ušća u Tisu | Ispuštanje otpadnih voda industrije u samom gradu (npr. povremeno ispuštanje otpadnih voda uljare »Dijamant«) i uliv visoko zagađenih otpadnih voda Aleksandrovačkog kanala.   |
| Kudoš                  | Nizvodno od Rume  | Ispuštanje neprečišćenih gradskih otpadnih voda Rume i industrije kože. Sediment je akumulirao toksične količine hroma.  |
| Krivaja                | Nizvodno od Bačke Topole i Jezero Moravica                            | Ispuštanje neprečišćenih gradskih otpadnih voda Bačke Topole i delimično prečišćenih otpadnih voda industrije mesa iz Bačke Topole. Zatim, uticaj zagađenog sedimenta iz akumulacije Moravica i povremenog ispuštanja sadržaja septičkih jama. |
| Kanal Bogojevo - Bečej | Od uliva kanala Vrbas-Bezdan do ušća u Tisu                           | Uticaj zagađenog sedimenta i zagađenog dela kanala Vrbas-Bezdan, uticaj otpadnih voda grada Vrbasa i Srbobrana. Zatim uticaj zagađenih voda reke Krivaje.  |
| Tisa                   | Od Sente do brane na Tisi   | Prekogranični uticaj iz Mađarske i industrijskih i komunalnih voda iz Sente, Ade i Mola.   |

# Prostorni raspored koncentrisanih izvora zagađenja

**Crne tačke u AP  
Vojvodini na  
vodotocima male  
samoprečišćavajuće  
moći!**





Centar  
izvrsnosti za  
hemiju okoline i  
procenu  
rizika

## *Pojedinačni primeri*

CRNE TAČKE ZAGAĐENOG SEDIMENTA  
U VOJVODINI KOJI ZAHTEVAJU  
REMEDIJACIJU

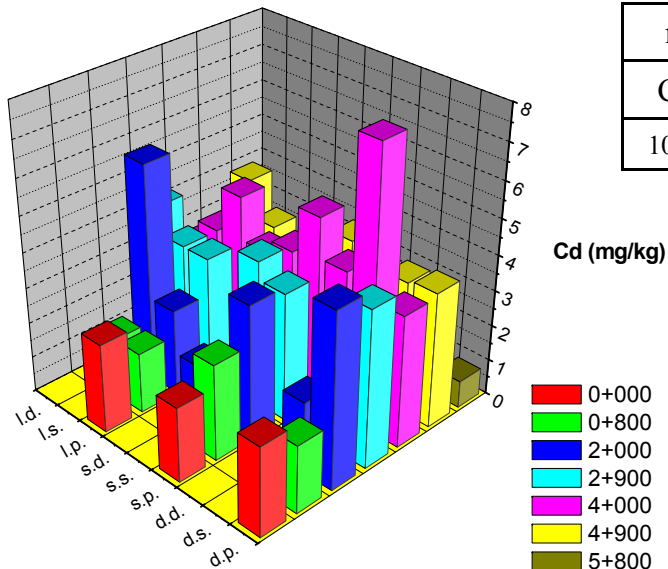


## Veliki Bački kanal

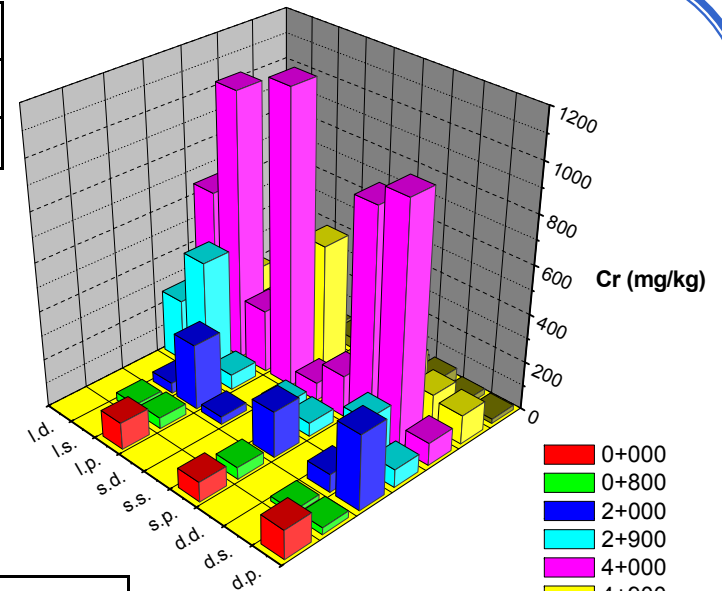
- Koncentracije bakra, nikla, cinka, a u pojedinim slučajevima i hroma, određuju klasu sedimenta kao 4+ i 4, što znači da se radi o izuzetno zagađenim sedimentima za koje je obavezna remedijacija.
- **Eventualni način postupanja sa sedimentom tokom izmuljivanja i način njegove prerade ili odlaganja, usled ovako definisanog hemijskog sastava mora u sebi sadržati princip imobilizacije i onemogućavanja njihovog širenja u okolinu kroz vazduh, vodu (bilo površinsku i podzemnu) ili zemljište.**



| mg/kg Cd |    |
|----------|----|
| C        | I  |
| 0,8      | 12 |

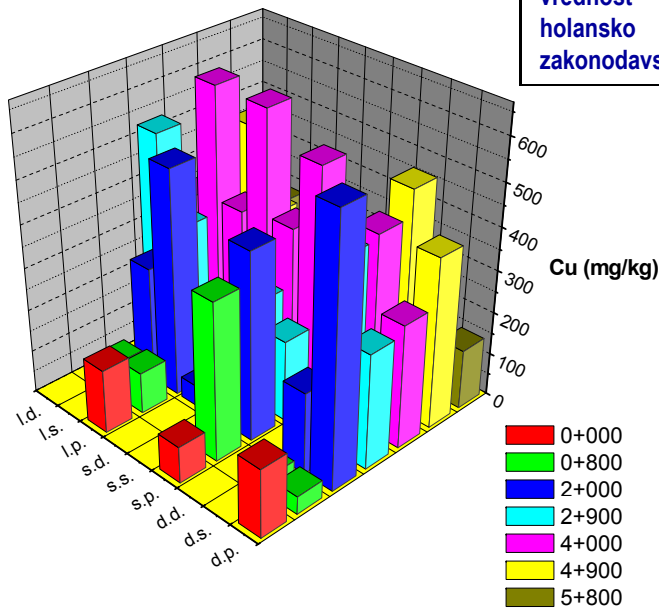


| mg/kg Cr |     |
|----------|-----|
| C        | I   |
| 100      | 380 |

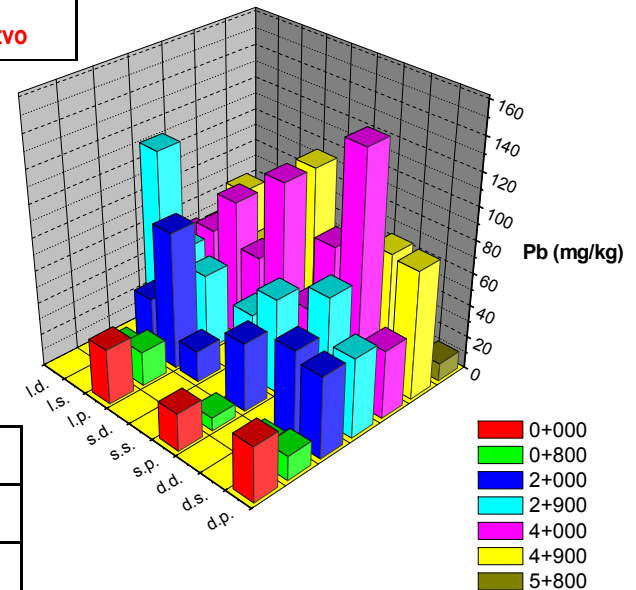


|  |   |
|--|---|
| C-Ciljna vrednost holansko zakonodavstvo | I-Interventna vrednost holansko zakonodavstvo |
|--|---|

| mg/kg Cu |     |
|----------|-----|
| C        | I   |
| 36       | 190 |



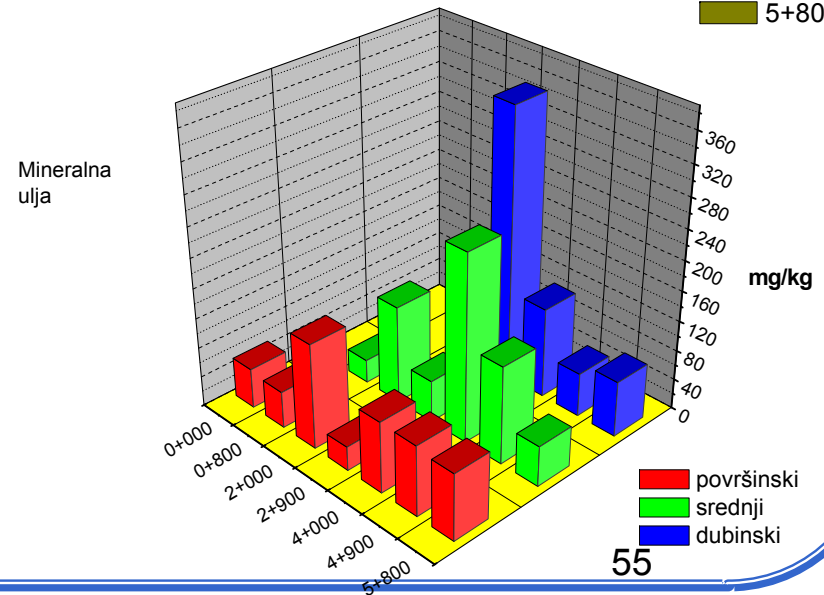
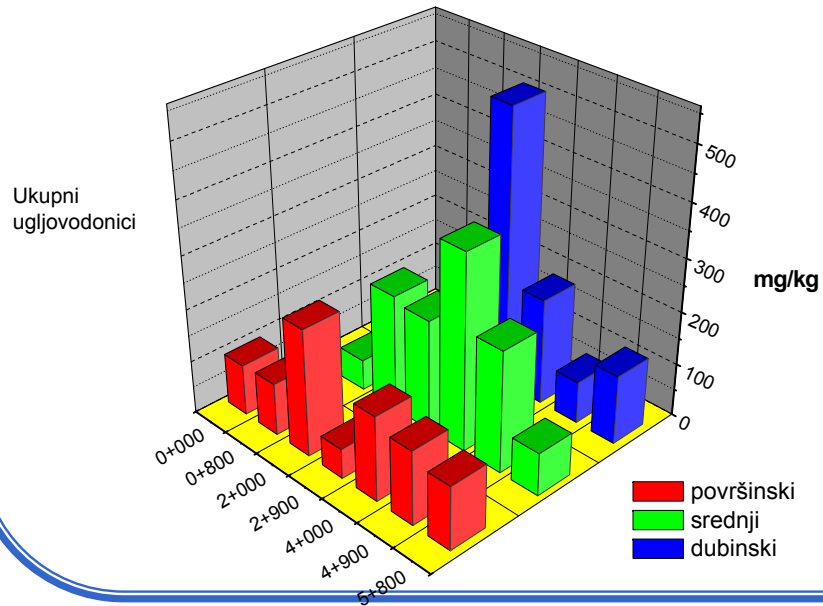
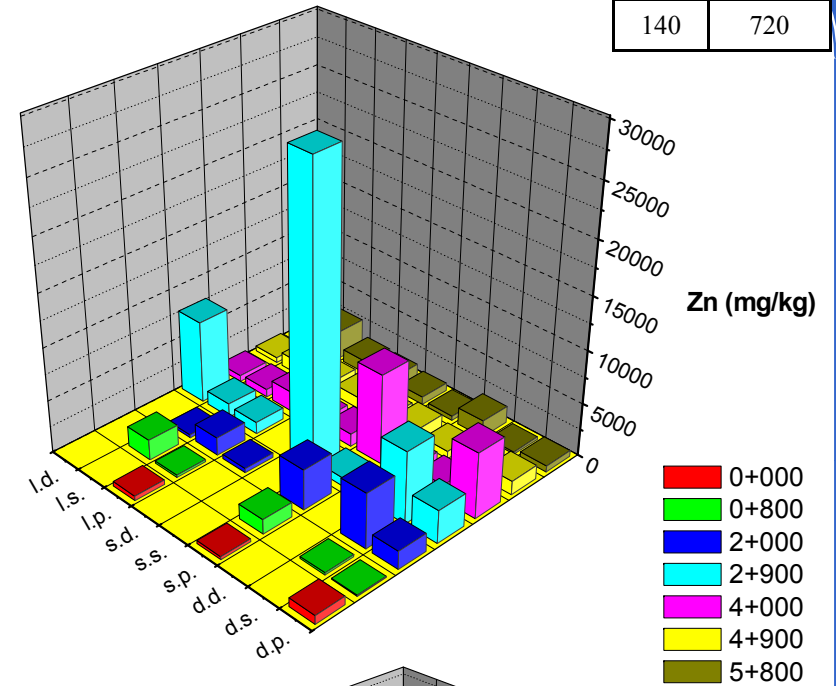
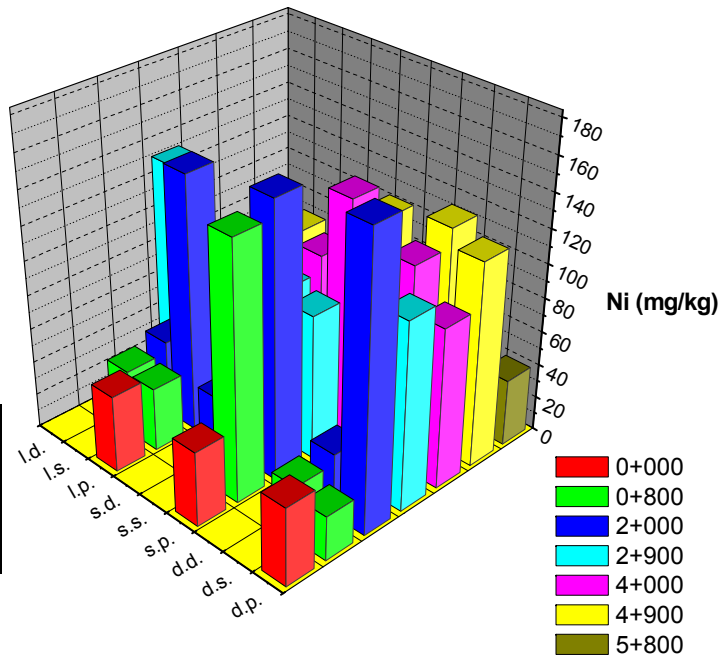
| mg/kg Pb |     |
|----------|-----|
| C        | I   |
| 85       | 530 |





| mg/kg Zn |     |
|----------|-----|
| C        | I   |
| 140      | 720 |

| mg/kg Ni |     |
|----------|-----|
| C        | I   |
| 35       | 210 |





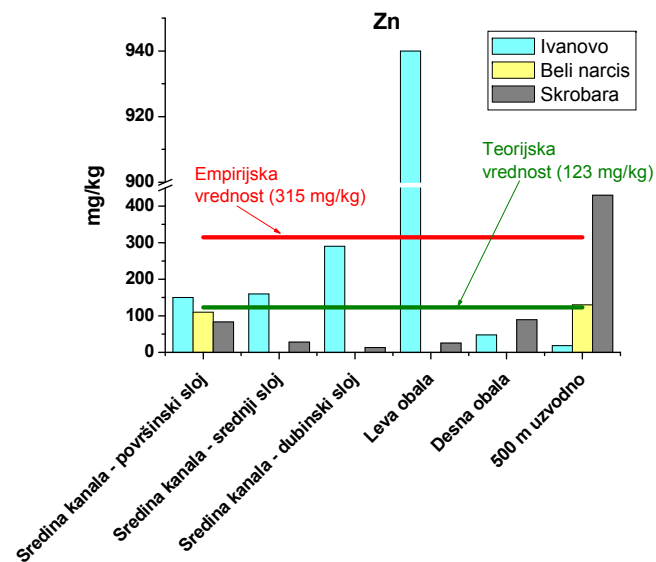
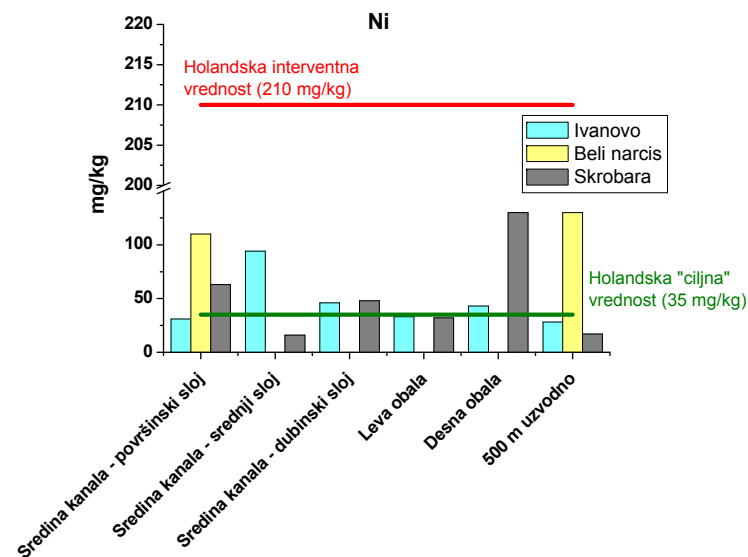
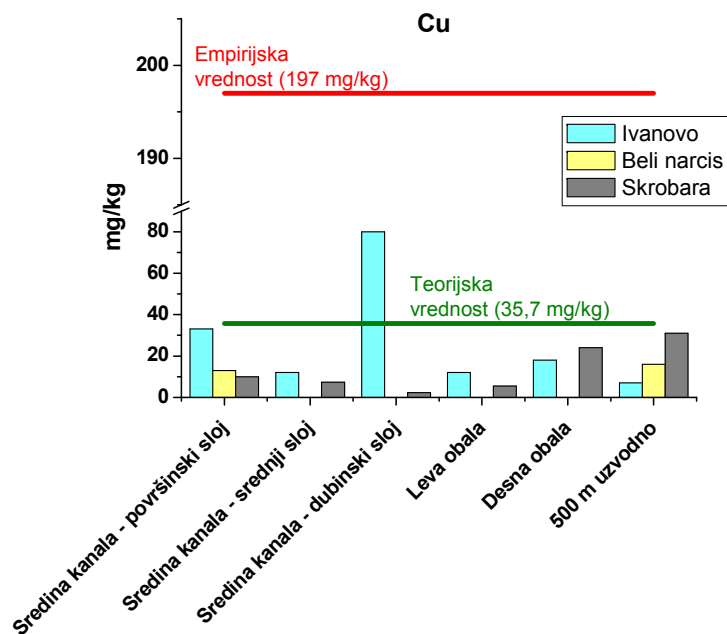
# Nadela

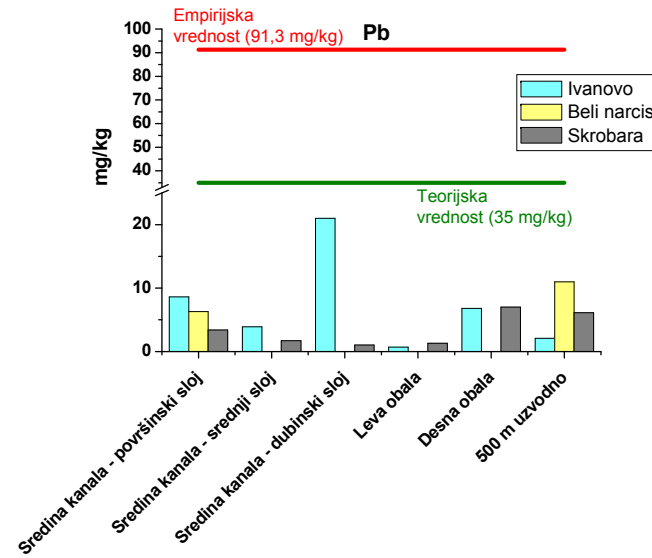
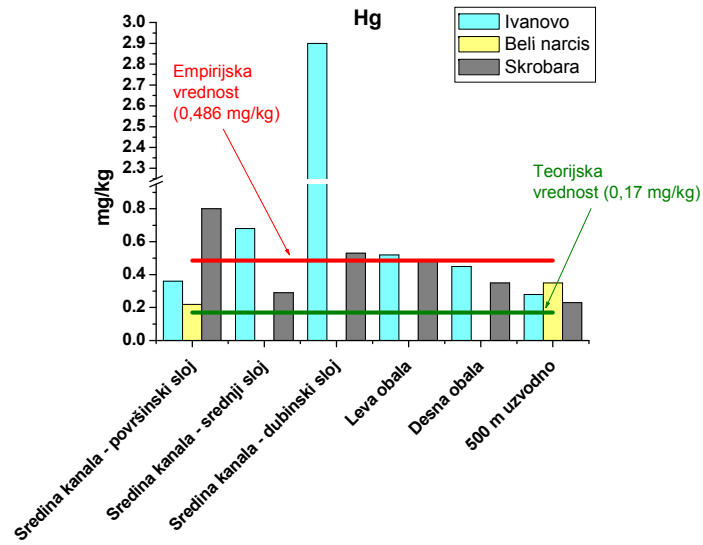
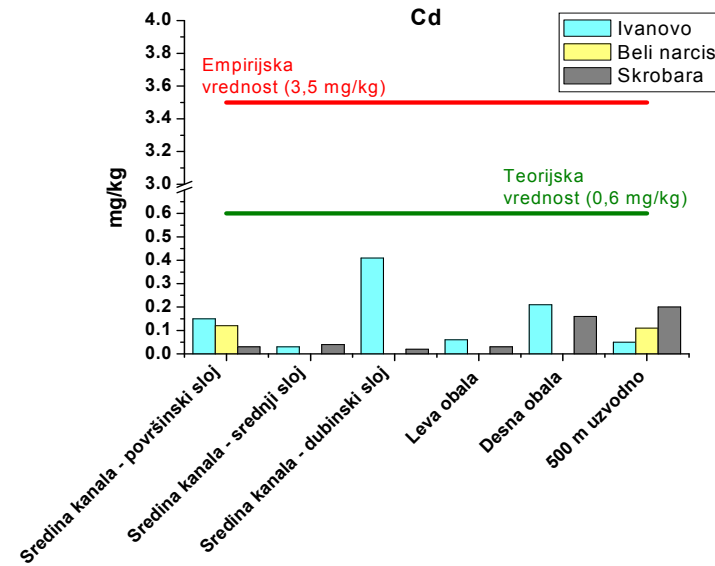
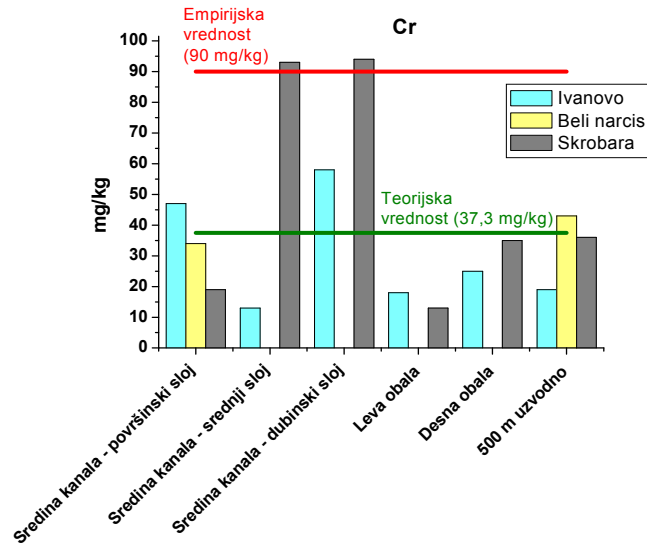
## Sadržaj metala u sedimentu Ndele pri visokom vodostaju

| Mesto uzorkovanja  | Ni    | Pb | Cd    | Zn  | Cr | Cu  | Hg   |
|--------------------|-------|----|-------|-----|----|-----|------|
|                    | mg/kg |    |       |     |    |     |      |
| Ustava Debeljača   | 37    | 26 | 2,9   | 36  | 10 | 21  | 0,25 |
| Ustava Crepaja     | 41    | 29 | 4,3   | 39  | 17 | 26  | 0,24 |
| Ustava Jabuka      | 49    | 73 | 17    | 145 | 29 | 85  | 0,69 |
| Ustava Beli narcis | 44    | 38 | 4,7   | 92  | 12 | 41  | 0,54 |
| Ustava Kovin       | 35    | 24 | 3,5   | 54  | 20 | 31  | 0,17 |
| Ustava Ivanovo     | 38    | 57 | < 1,3 | 644 | 23 | 285 | 0,84 |



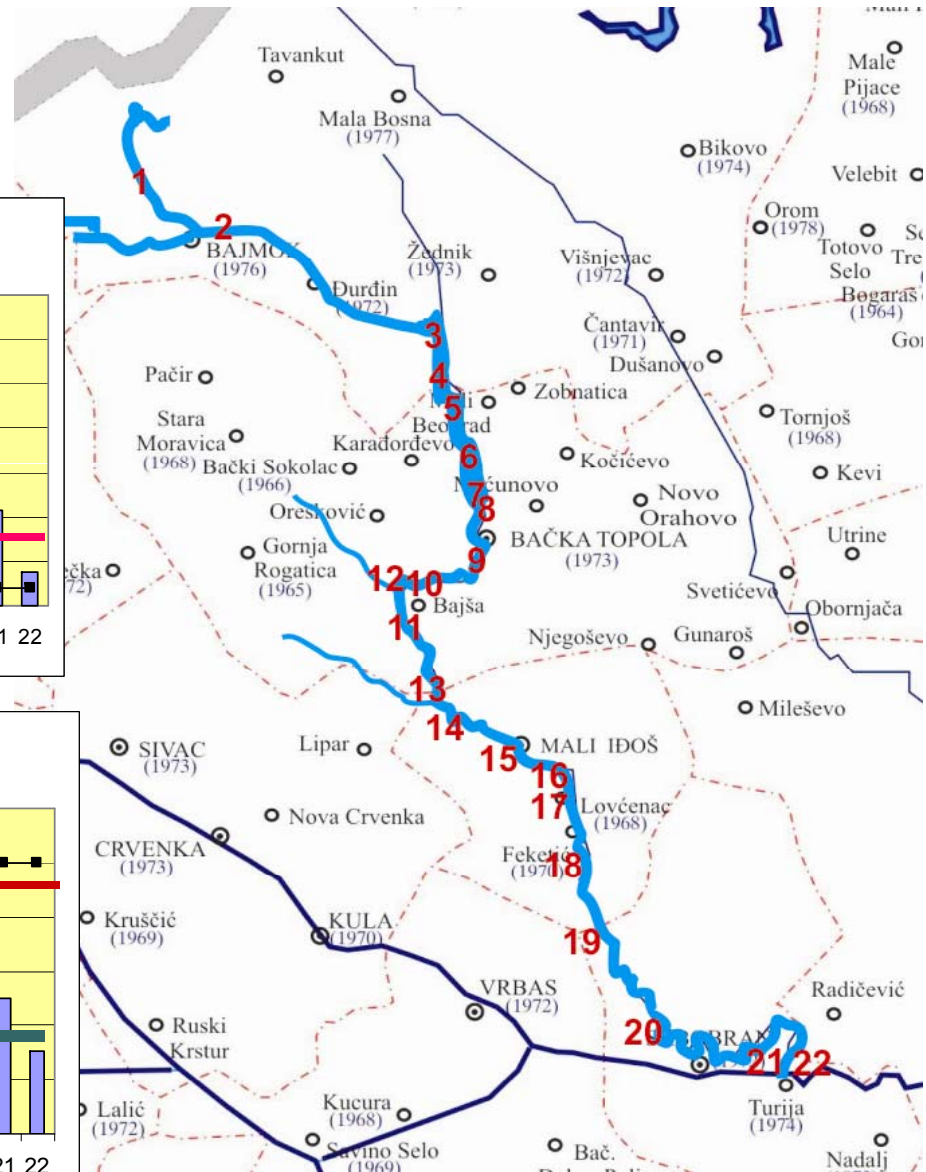
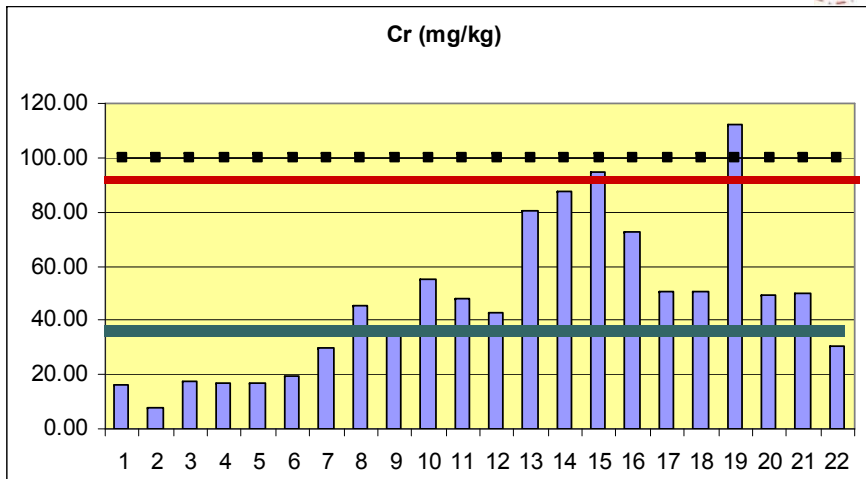
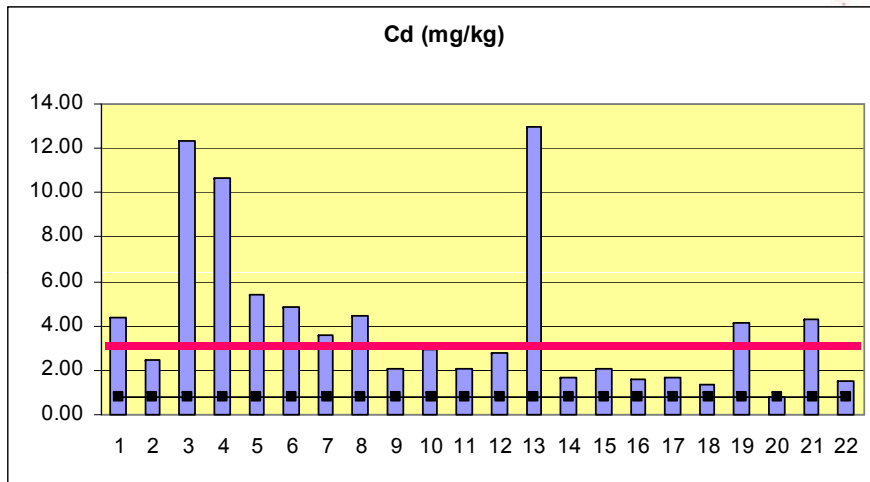
## Sadržaj metala u sedimentu pri niskom vodostaju

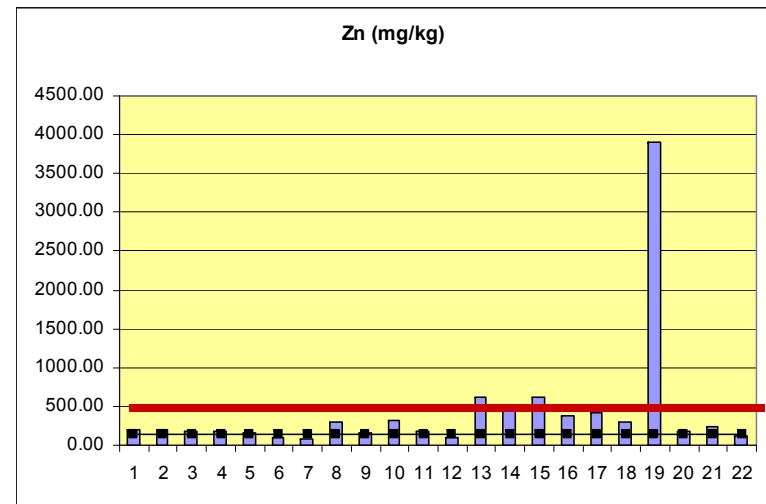
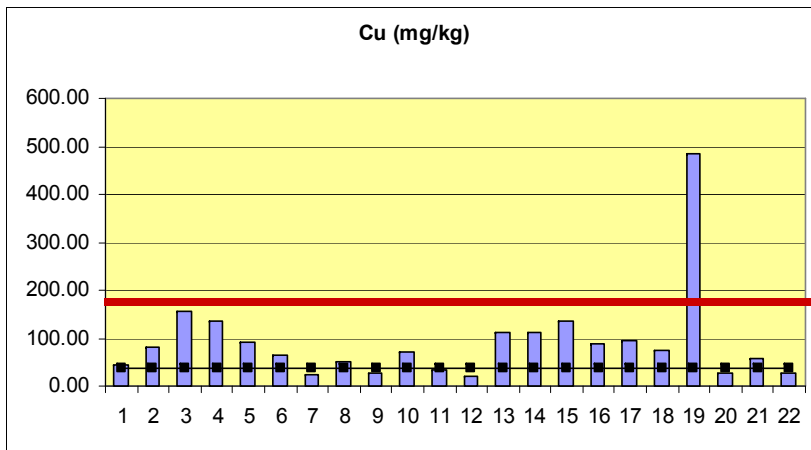
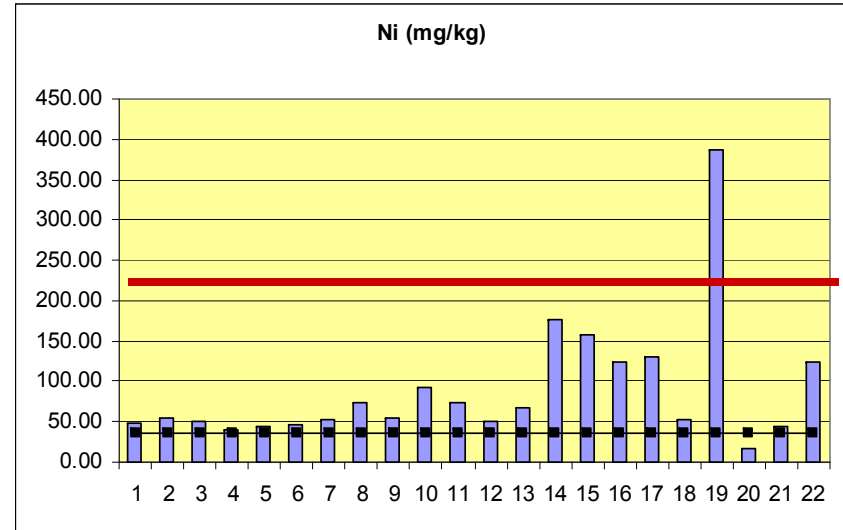
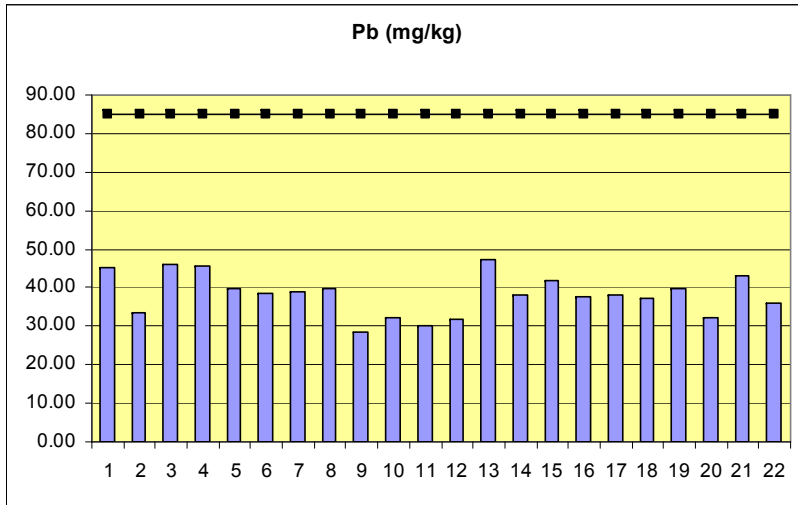






# Krivaja







# ZAŠTIĆENE ZONE U VOJVODINI



Na ispitivanim lokacijama na osnovu koncentracija sezonskih merenja a i srednjih vrednosti tih merenja može se zaključiti da uglavnom svi toksični metali mogu da utiču ili utiču na prirodne osobine sedimenta, **jer premašuju holandsku "target" vrednost.**



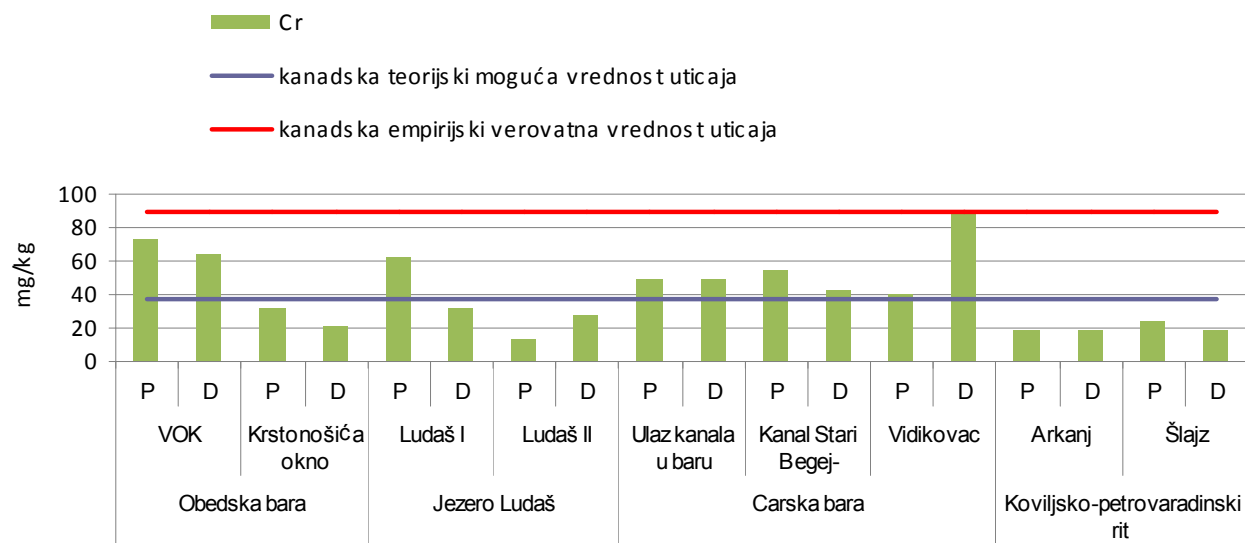
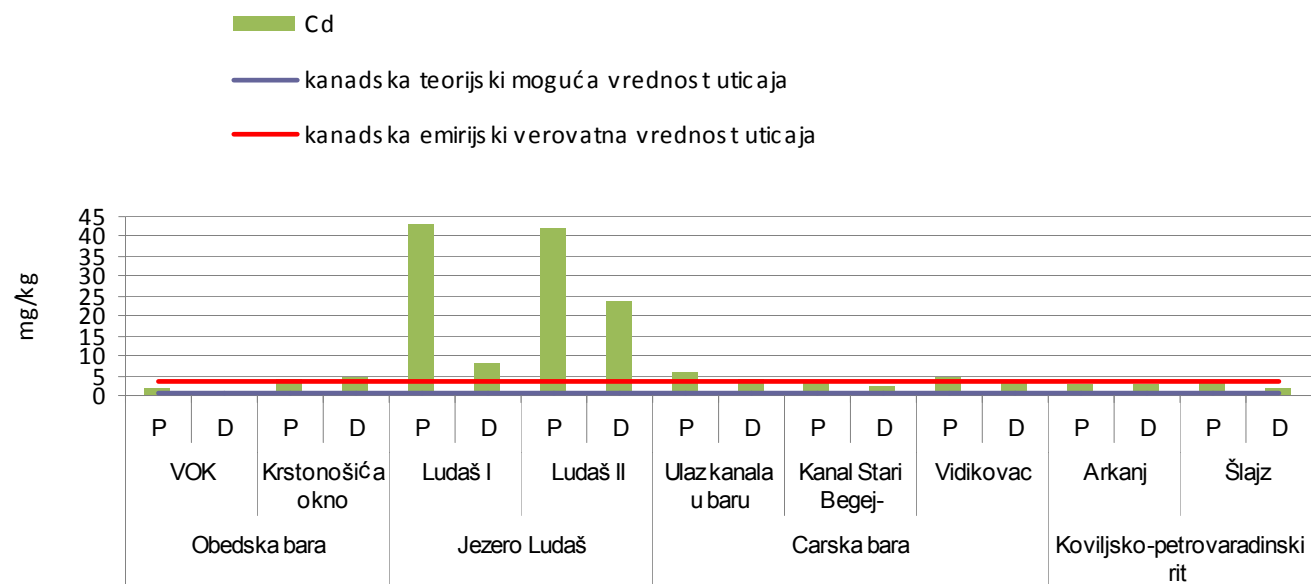
• Posmatrano po lokacijama:

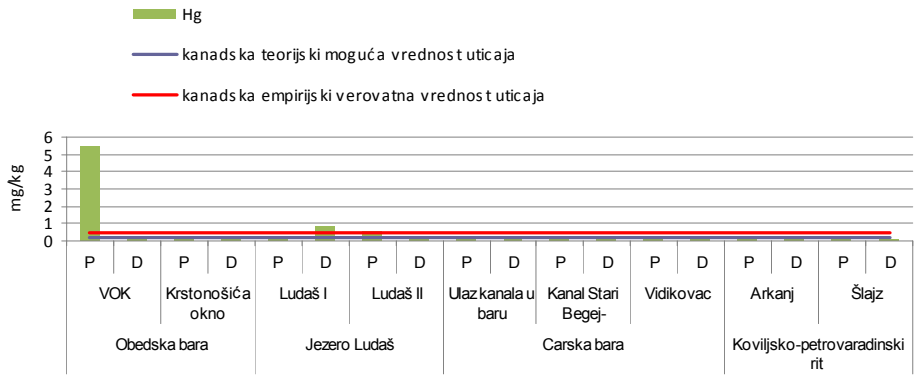
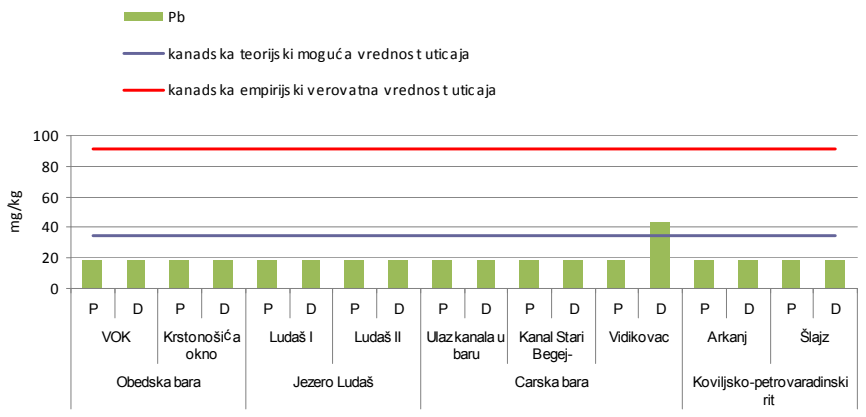
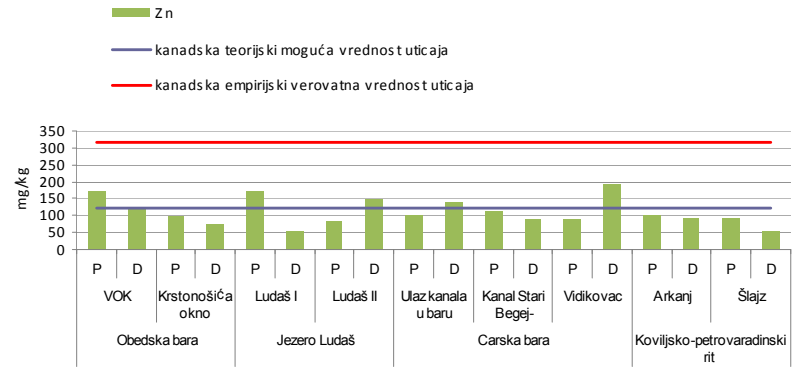
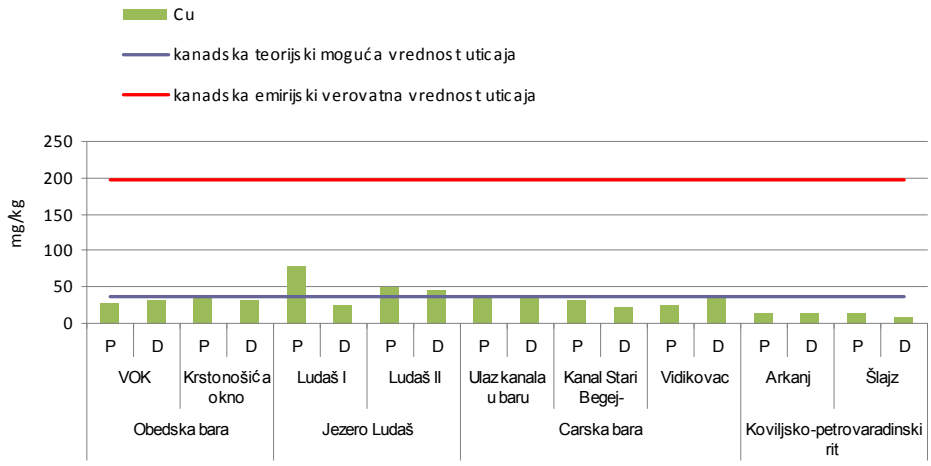
- ❑ **Koviljsko-Petrovaradinski rit (Ni, Zn, Cd, Cu),**
- ❑ **Obedska bara i Carska bara (svi sem Cr i Hg),**
- ❑ **jezero Ludaš (sem Hg),**
- ❑ **Gornje-podunavlje (Zn),**
- ❑ **Zasavica (Ni, Cd) i Moravica (Ni, Zn, Cd).**

• Povremeno je koncentracija premašila i vrednost holandske interventne vrednosti, kada se preporučuje remedijacija za:

- ❑ **bakar (Koviljsko-Petrovaradinski rit-Šlajz, Jezero Ludoš, Carska bara-Vidikovac, Zasavica) i**
- ❑ **za nikel, cink, kadmijum i hrom na lokaciji Jezero Ludaš-Ludaš I.**

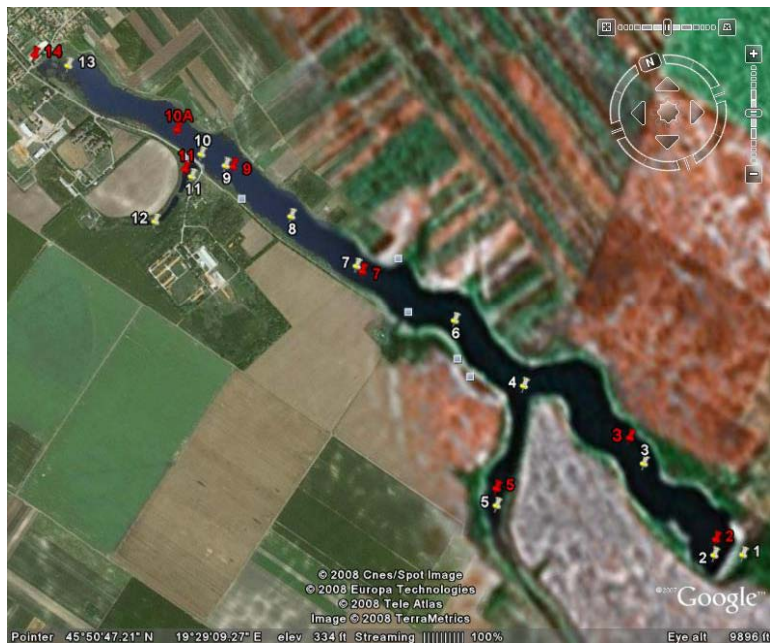
## 2008. godina/sadržaj metala u sedimentu







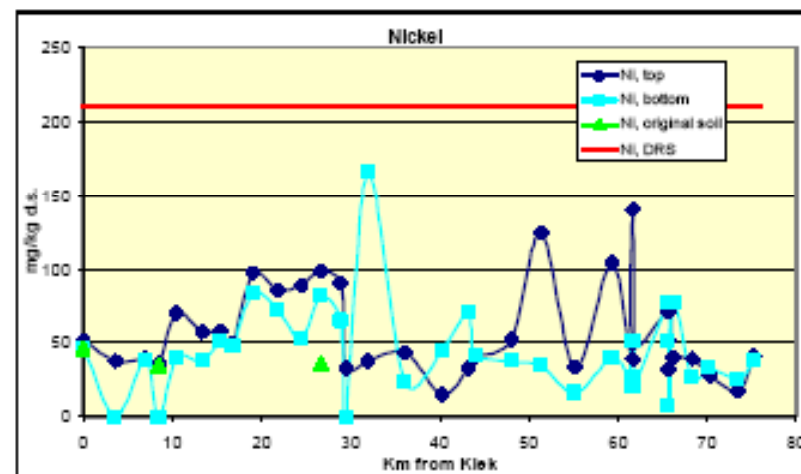
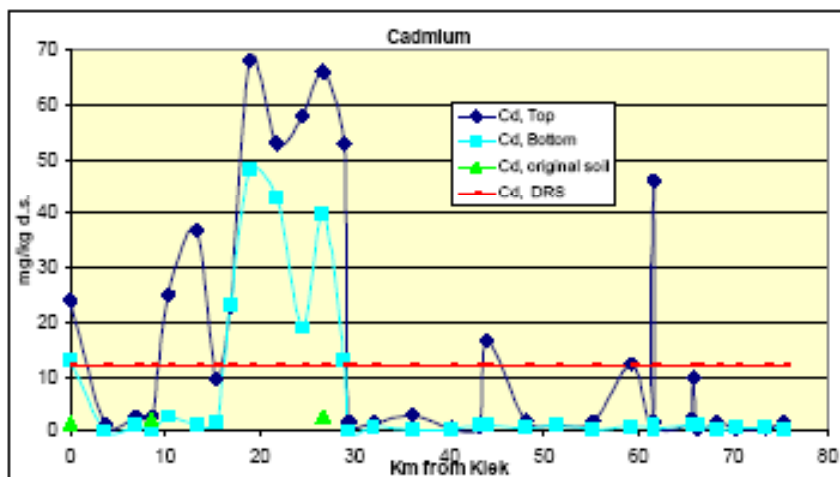
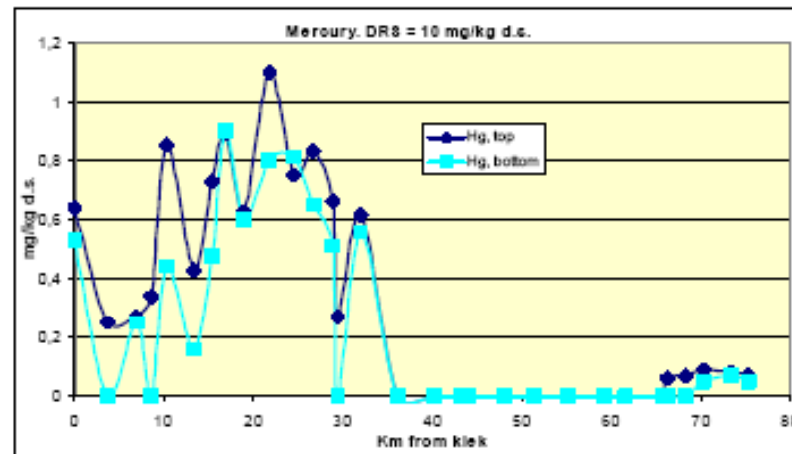
# Akumulacija Moravica

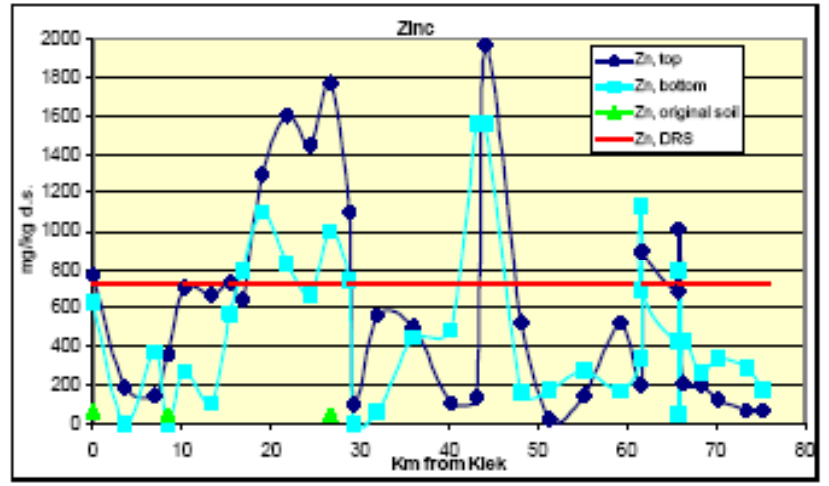
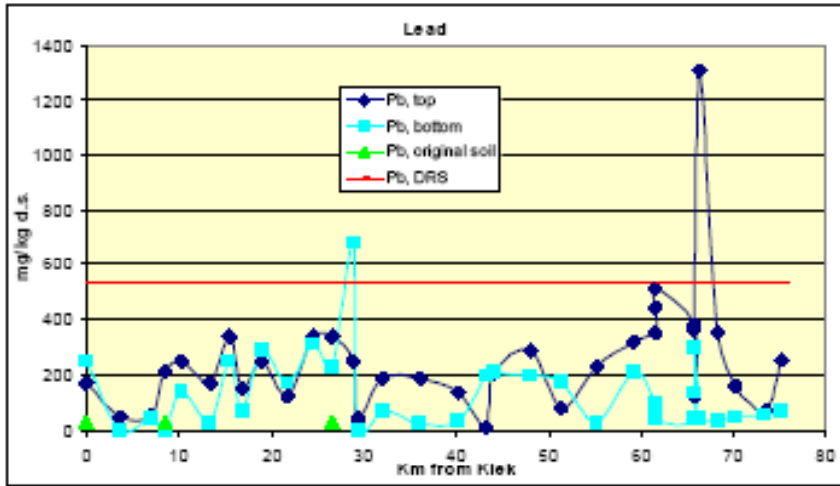
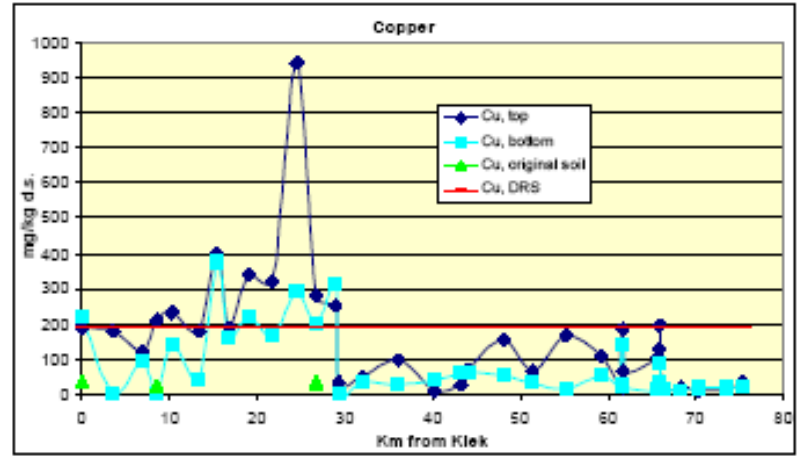
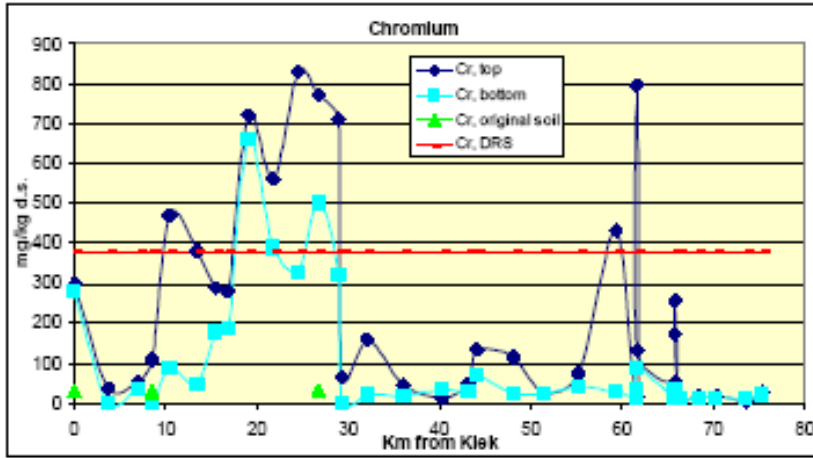


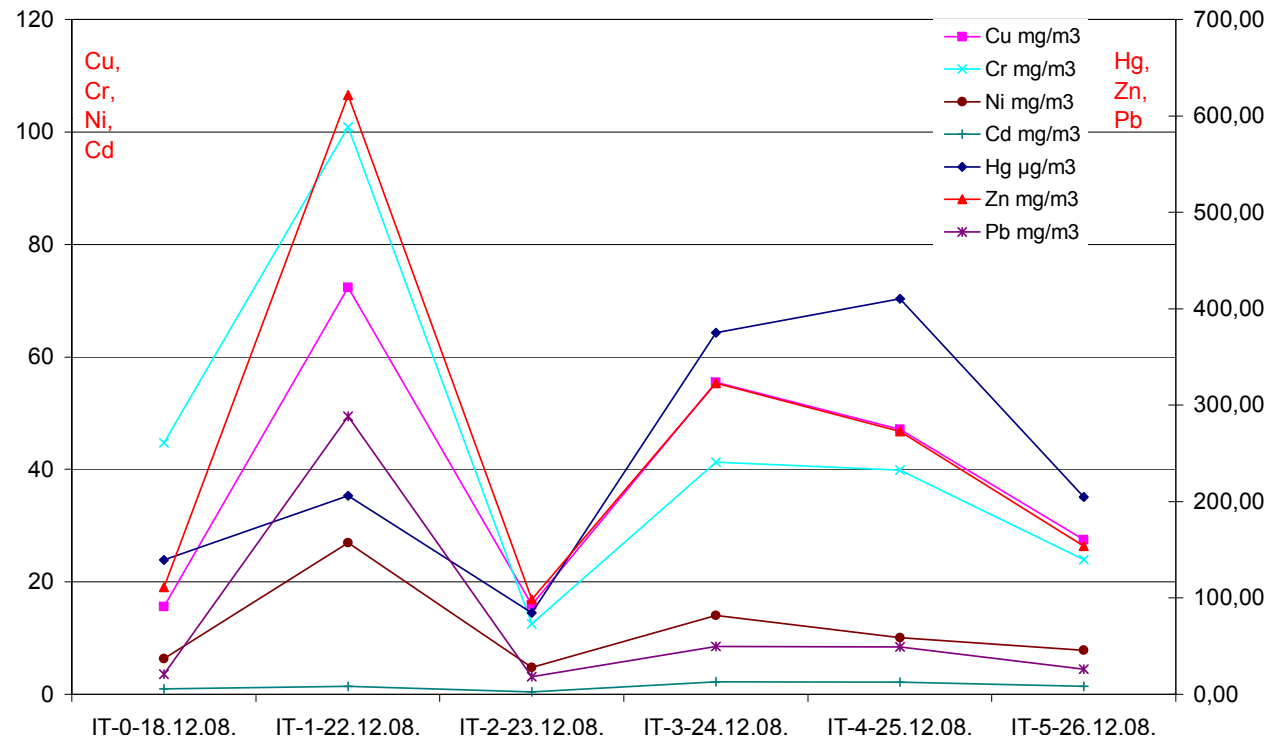
| Lokacija | Klasa sedimenta | Parametar koji određuje klasu |
|----------|-----------------|-------------------------------|
| 1        | 4               | mineralna ulja                |
| 2P       | 4               | Zn                            |
| 2DB      | 4               | Zn, mineralna ulja            |
| 3L       | 4               | mineralna ulja                |
| 3D       | 4               | Zn, mineralna ulja            |
| 4P       | 4               | mineralna ulja                |
| 4DB      | 4               | Zn, mineralna ulja            |
| 5P       | 2               | mineralna ulja                |
| 5DB      | 4               | Zn, mineralna ulja            |
| 6L       | 4               | Zn                            |
| 6D       | 4               | Zn, mineralna ulja            |
| 7L       | 4               | Zn, mineralna ulja            |
| 7D       | 4               | Zn                            |
| 8L       | 4               | Zn, mineralna ulja            |
| 8D       | 4               | mineralna ulja                |
| 9P       | 4               | Zn                            |
| 9DB      | 4               | Zn                            |
| 10P      | 4               | Zn                            |
| 10DB     | 4+              | Zn                            |
| 11       | 4+              | Zn, Ni                        |
| 12       | 4+              | Zn, Ni                        |
| 13P      | 4               | Zn                            |
| 13DB     | 4+              | Zn                            |



# Plovni Begej

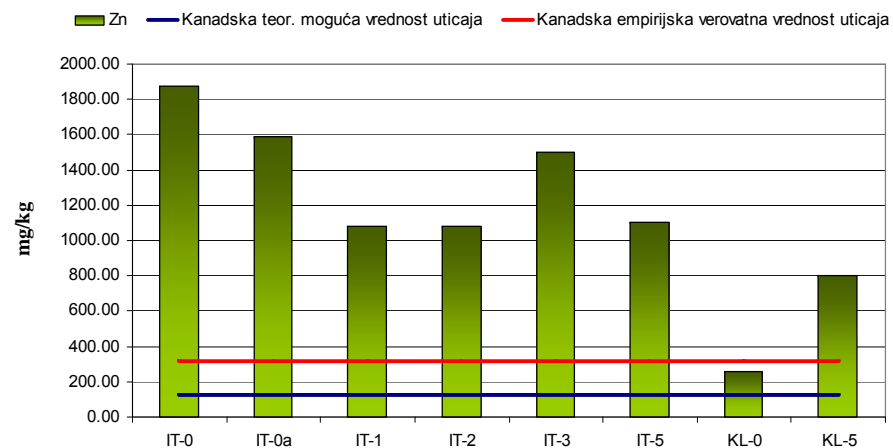
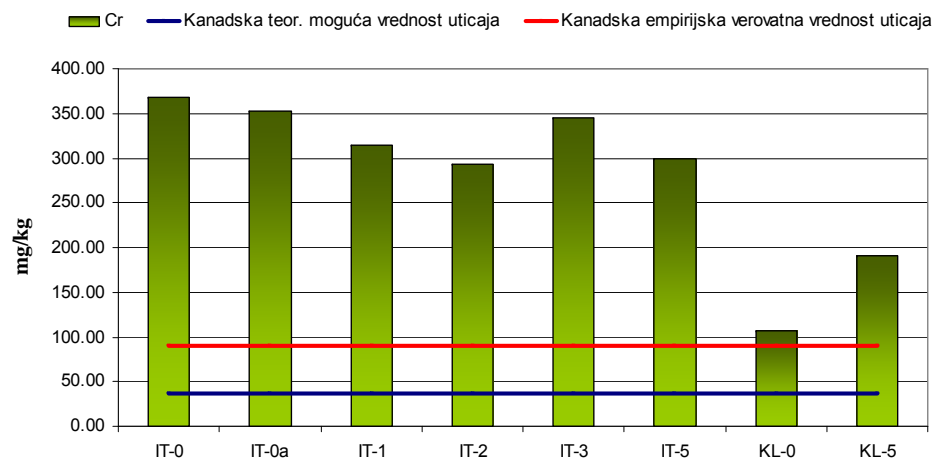
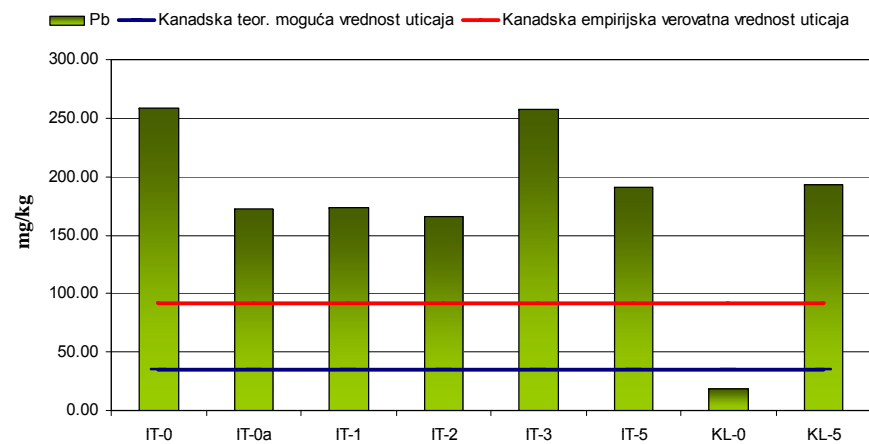
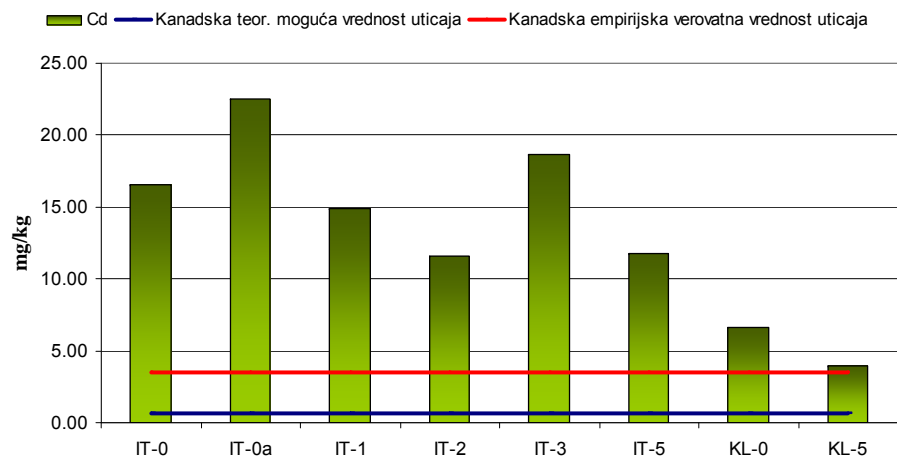




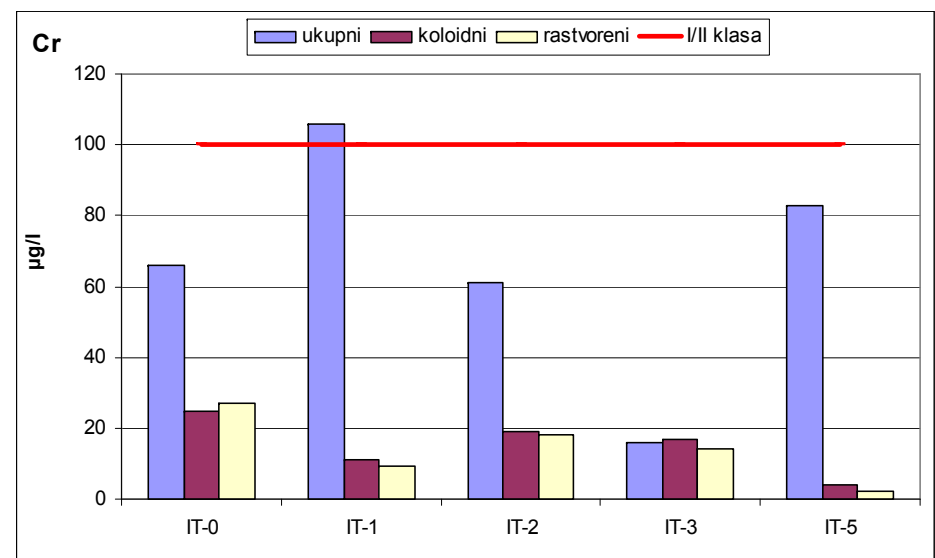
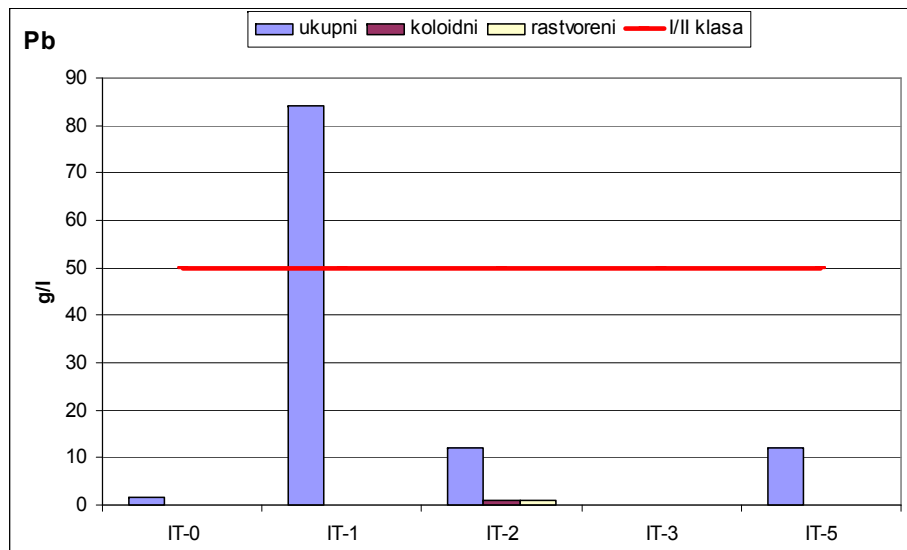
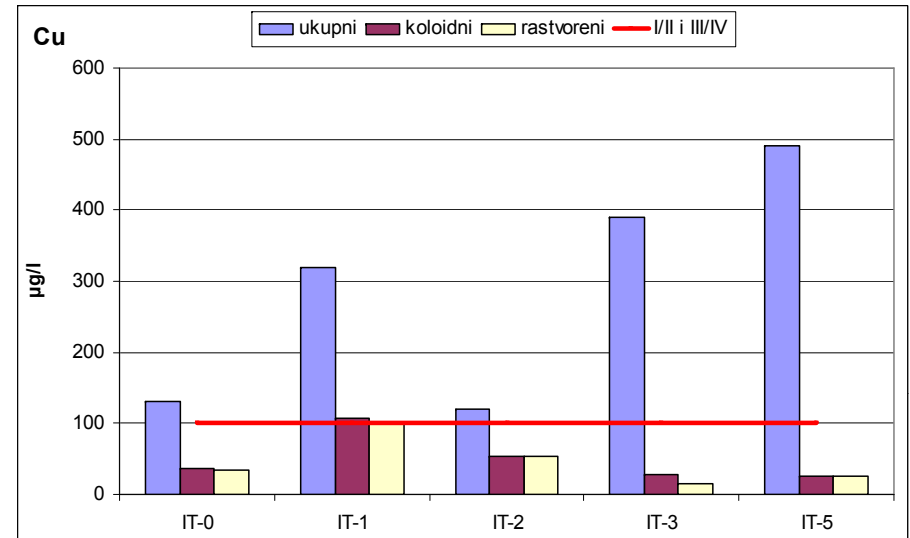
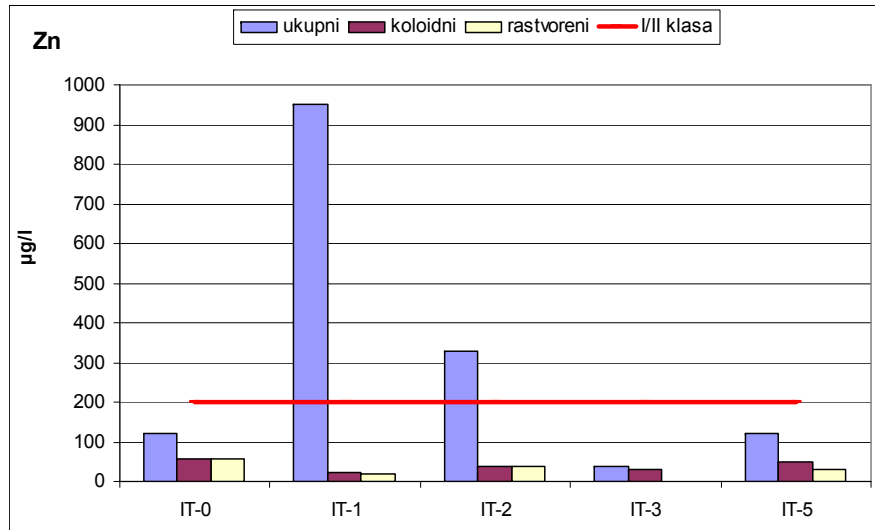


*Sadržaj metala u suspendovanom sedimentu izražen kao mg/m<sup>3</sup>*

## Sadržaj metala u površinskom sedimentu



## Sadržaj metala u vodi

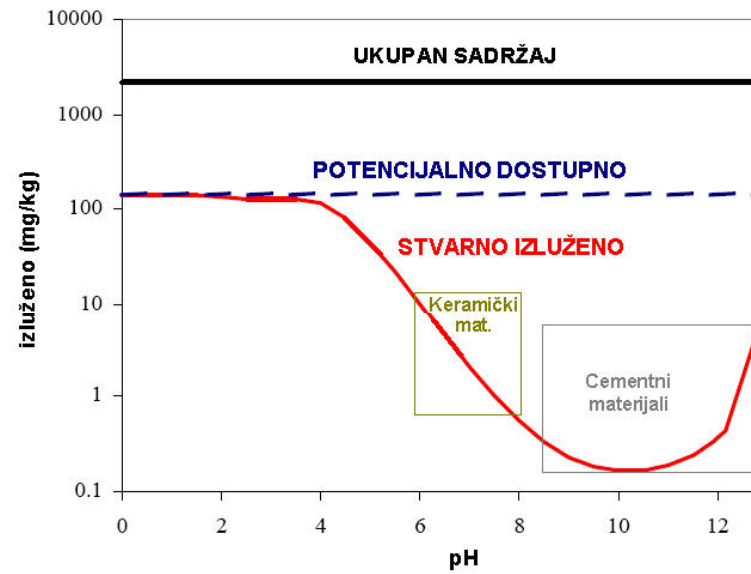
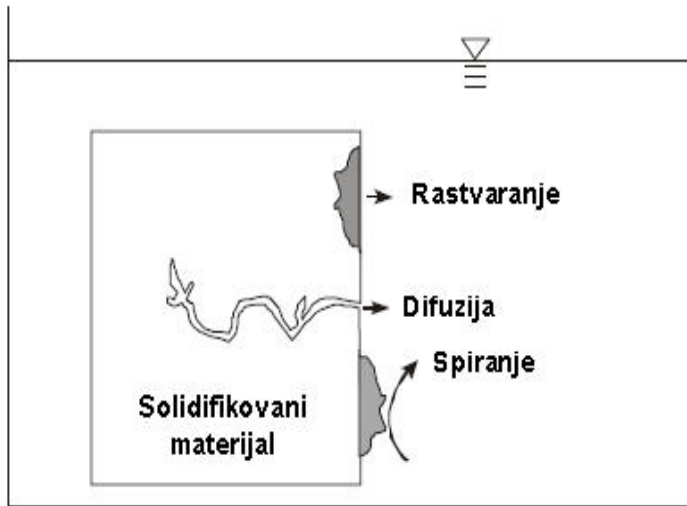




## Umesto zaključka

- Na osnovu utvrđenih zagađujućih materija i klasifikacije uzorkovanog mulja, očigledno je da kontaminirani mulj predstavlja veliki rizik za životnu sredinu.
- Iskopani kontaminirani mulj se ne može razastreti po okolnim terenima jer će kontaminirati zemljište i rizičan je po zdravlje ptica i stoke.
- Prečišćavanje mulja pre odlaganja je težak i skup proces. Zato je najbolje rešenje formiranje izolovane deponije da bi se sprečilo širenje kontaminacije u životnu sredinu kroz vazduh, vodu (površinsku i/ili podzemnu) i zemlju.
- Jedno od mogućih trajnih rešenja problema zagađenog sedimenta vodotoka jeste tretman solidifikacije/stabilizacije.







Hvala na pažnji !

