

PODRUČJA SA VISOKIM RIZIKOM U VODENOM EKOSISTEMU U SRBIJI

Profesor dr Božo Dalmacija
PMF – Departman za hemiju
Katedra za hemijsku tehnologiju i zaštitu životne
sredine



Pod kvalitetom vode
podrazumeva se stanje vodenog
sistema, izraženo preko

- fizičko-hemijskih,
- hemijskih i
- bioloških pokazatelja,

**kako u vodi tako i u sedimentu
(talogu).**

Promena kvaliteta vode nastaje
kao posledica endodinamičkih,
ali sve češće i antropogenih
sukcesija.



Okvirna direktiva EU o vodama

WW 2007

Elementi kvaliteta za klasifikaciju ekološkog statusa

- Biološki
- Hidromorgološki,
- Hemijski o fizičko-hemijski i
- Opšti eklementi
- Kao i elementi koji se tiču specifičnih zagađujućih materija

Definicije normativa za klasifikaciju ekološkog stausa

- Visok,
- Dobar o
- Umereno dobar

Ekološki potencijal

- Maksimalan,
- Dobar i
- Umereno dobar



WW 2007

Analiza raspoloživog fonda podataka ukazuje na veliku disproporciju između zahtevanog i trenutnog stanja kvaliteta rečnih voda u Srbiji.

Utvrđeno je da je kvalitet površinskih voda u Srbiji bio na nivou zahtevanih klasa samo na 15 profila, od 160 (ispod 10% ukupnog broja).

Na samo 2,5% merenih profila kvalitet vode omogućuje njeno višenamensko korišćenje.

Na svim ostalim stanicama vodotoci su povremeno ili stalno izvan klase propisane Uredbom o kategorizaciji vodotoka.

Neki od vodotoka sa visokim ekološkim rizikom u Srbiji

Reka	Stanica	BPK ₅ (mgO ₂ /l)	Fenoli (mg/m ³)	NH ₃ (mgN/l)
Stari Begej	Hetin	324	651	
Tamiš	Jaša Tomić	108	198	39
Kanal DTD	Vrbas II	288	107	
Kanal DTD	Bačko Gradište	170		
Crnica	Paraćin	89		
Lugomir	Jagodina	162		
Bjelica	Jagodina	103		
Južna Morava	Vladičin Han	76	209	
Sitnica	Vragolije	77		
Zlatica	Vrbica		231	
Ibar	Raška		68	
Sava	Ostružnica			21
Krivaja	Srbobran			38

Zbirni pregled stanja kvaliteta površinskih voda u Srbiji

Klasa vodotoka	Broj profila koji zadovoljavaju klasu prema:		
	NBK	Stepen saprobnosti	Štetnim i opasnim materijama
I	0	1	0
II	19	90	43
III	31	63	86
IV	49	3	12
Van klase	60	3	19





WW 2007

**POGORŠANJE KVALITETA POVRŠINSKIH VODA U SRBIJI,
PORED UOBIČAJENIH OČIGLEDNIH POSLEDICA IMAĆE
DUGOROČNE POSLEDICE ZBOG:**

Eutrofizacije



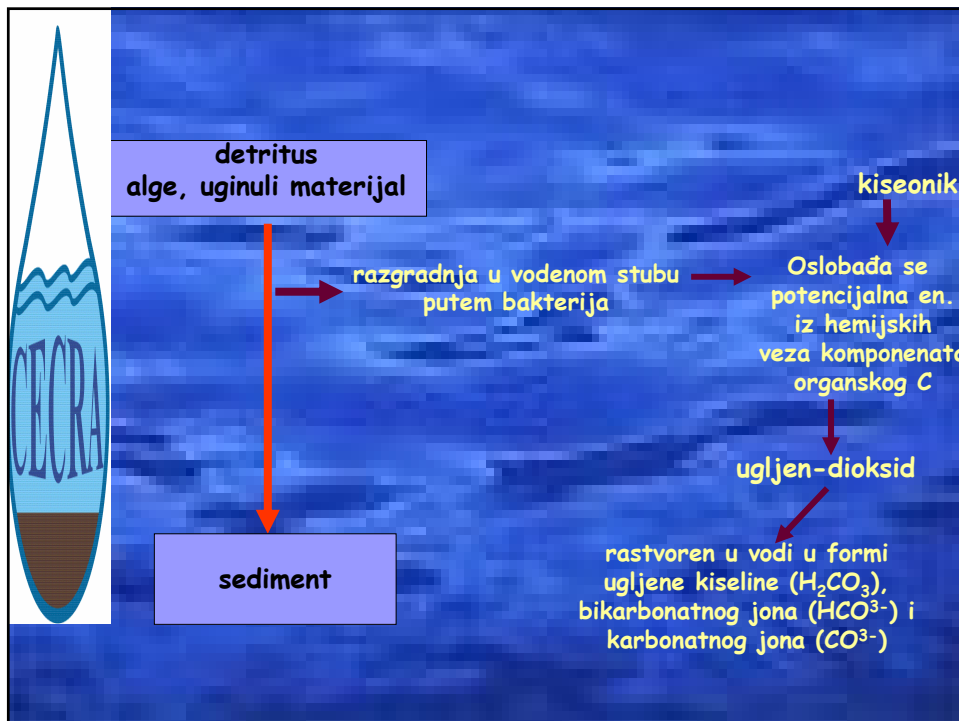
Nagomilavanje toksičnog sedimenta



PMF Novi Sad

WW 2007, 3-7. septembra 2007

7



Koji su ekološke posledice ispuštanja neprečišćenih otpadnih voda u vodotokove ?

OTPADNA VODA →

EUTOFIZACIJA, RAST MAKROFITA

POTROŠNJA RASTVORENOG KISEONIKA – NEDOSTATAK KISEONIKA U VODI – POMOR VODENIH ORGANIZAMA !

TOKSIČNE KOMPONENTE U VODI !

POVEĆANJE SALINETETA!

POVEĆANJE BIONEDOSTUPNIH MATERIJU U VODI !

POVEĆANJE SADRŽJA SEDIMENTA!

AKUMULACIJA TOKSIČNIH POLUTANATA U SEDIMENTU - ZBOG PRISUSTVA TOKSIČNIH KOMPONENTA SEDIMENT MOŽE BITI OPASAN ZA VODENI EKOSISTEM !

OTPADNA VODA →

VODOTOK

VODENA FAZA

ČVRSTA FAZA

•EKOLOŠKA ŠTETA!

•PROBLEM RAZBLAŽIVANJA DA SE SMANJI SALINITET, NEUTRALIŠU KISELE VODE, RASHLADE TOPLE VODE I SMANJI TOKSIČNOST OTPADNIH VODA!

•PROBLEM UKLANJANJA VODENOG RASTINJA!

•PROBLEM NASTAJANJA SEDIMENTA OD POSLEDICA EUTROFIZACIJE!

•IZMULJIVANJE SEDIMENTA!

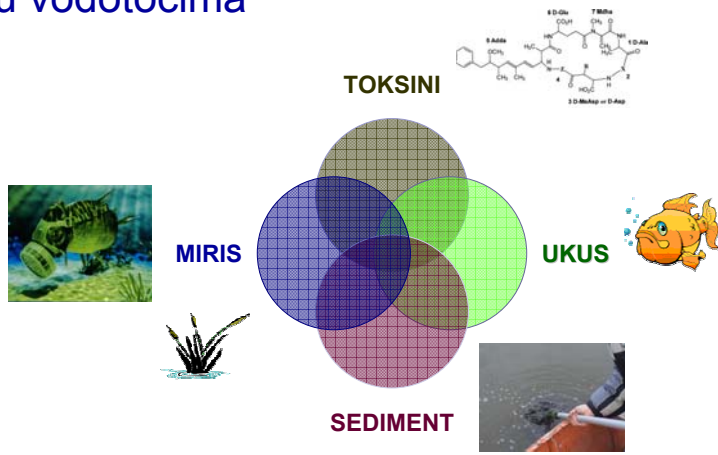
•IZMULJIVANJE I DEPOZOVANJE TOKSIČNOG SEDIMENTA!

•POVEĆAVANJE UČESTALOSTI MONITORINGA SEDIMENTA, VODE I DEPOZIVJA TOKSIČNOG SEDIMENTA!

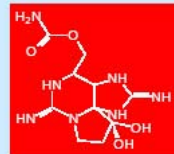
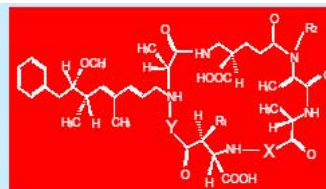
•RAZVOJ I PRIMENA METODA ZA REMEDIJACIJU TOKSIČNOG SEDIMENTA!

Koje su tehničko-ekonomske posledice !

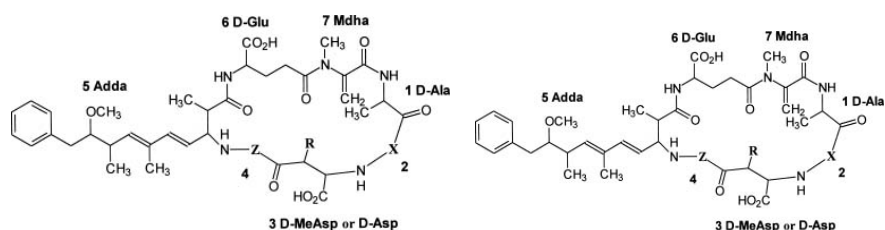
Eutrofizacija – pojava mirisa vode i promena ukusa vode – pojava sedimenta u vodotocima



EUTROFIZACIJA ➔ TOKSIČNE SUPSTANCE (PROIZVODI METABOLIZMA ALGI)



Mikrocistini-familija od više od 50 sličnih hepatotoksina. Monociklični heptapeptidi sa nekoliko stalnih aminokiselina sa jednom neobične strukture koja je neophodna za ispoljavanje toksičnosti.

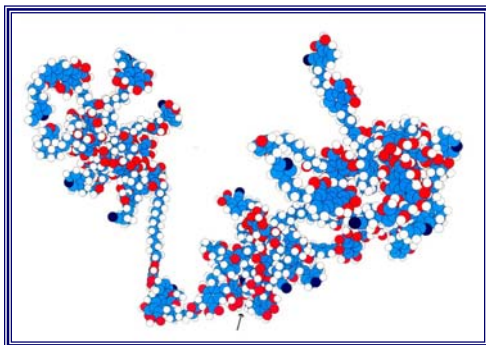


microcystin	X	Z	R
1 MCYST-LR	Leu	Arg	CH ₃
2 MCYST-FR	Phe	Arg	CH ₃
3 MCYST-WR	Trp	Arg	CH ₃
4 [D-Asp] MCYST-FR	Phe	Arg	H
5 [D-Asp] MCYST-WR	Trp	Arg	H
6 MCYST-RA	Arg	Ala	CH ₃
7 MCYST-RR	Arg	Arg	CH ₃

microcystin	X	Z	R
1 MCYST-LR	Leu	Arg	CH ₃
2 MCYST-FR	Phe	Arg	CH ₃
3 MCYST-WR	Trp	Arg	CH ₃
4 [D-Asp] MCYST-FR	Phe	Arg	H
5 [D-Asp] MCYST-WR	Trp	Arg	H
6 MCYST-RA	Arg	Ala	CH ₃
7 MCYST-RR	Arg	Arg	CH ₃

PRIRODNE ORGANSKE MATERIJU U POVRŠINSKIM VODAMA

– KAO POSLEDICA EUTROFIZACIJE



Osnovni deo prirodnih organskih materija (POM) u prirodnim vodama čine **huminske materije, koje se obrazuju pretežno pri razlaganju biljnih, a u manjoj meri i životinjskih ostataka.**



WW 2007



PMF Novi Sad

WW 2007, 3-7. septembra 2007

15



WW 2007

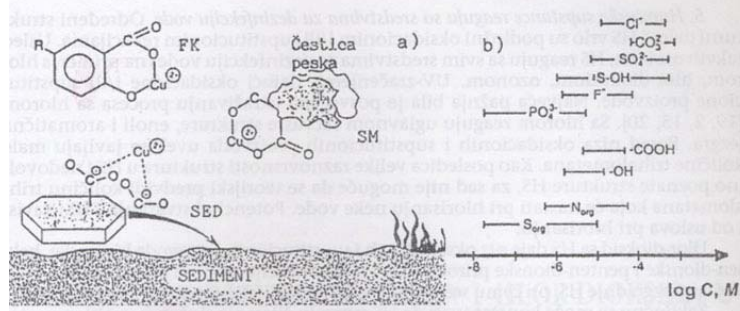


PMF Novi Sad

WW 2007, 3-7. septembra 2007

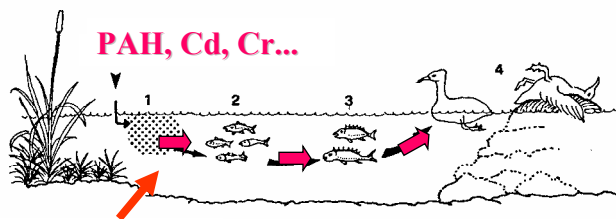
16

Kompleksiranje jona metala i njihovo rastvaranje iz sedimenta pod uticajem prirodnih organskih materija



- a) Neke pojave iz hemodinamike kompleksa u vodenoj sredini;
 b) Molarne koncentracije liganada u slatkovodnoj sredini

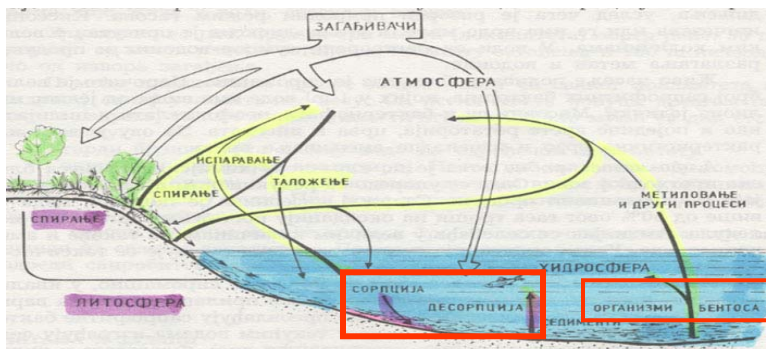
Zbog veće mobilnosti polutanata pod uticaja POM povećava se verovatnoća ulaska zagađenja u lanac ishrane



PAH, Cd, Cr...

Neželjene posledice mogu se primetiti tek nakon višegodišnjeg nagomilavanja zagađenja u okolini, kada često već bude kasno i kada dolazi do trajnog oštećenja ekosistema.

- Površinska voda i sediment: složen sistem materija dospelih prirodnim i antropogenim putem.
- Brojni fizičko-hemijski i biohemijski procesi utiču na raspodelu materija u sistemu sediment-voda, opredeljuju oblike nalaženja, ponašanje i sudbinu.



GDE SE NALAZE PODRUČJA SA VISOKIM RIZIKOM U VODENOM EKOSISTEMU U SRBIJI ?

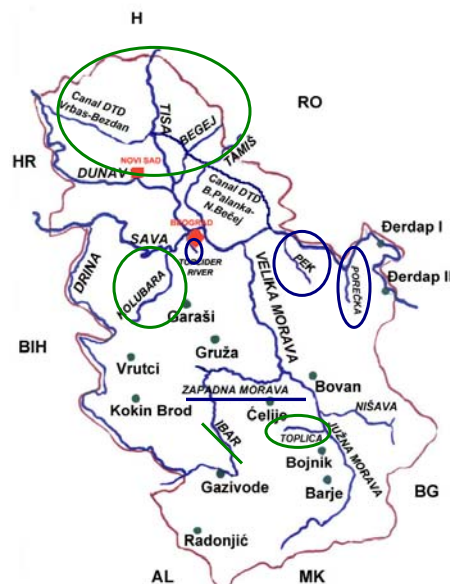
Pregled podataka (1994, 2002, 2003, 2005-2007)

- Sadržaj metala u većini vodotokova u Srbiji je često **iznad vrednosti mogućeg uticaja na akvatične organizme.**



Bakar

- 2003 ispod Kanadske vrednosti mogućeg uticaja (PEL) (35,7 mg/kg).
- Najugroženija je reka
 - Topčider (194 mg/kg i 236 mg/kg),
 - Porečka (281 mg/kg u 2003) i
 - Pek (549 mg/kg u 2002, odnosno 1464 mg/kg u 2003).
- Opadajući trend je uočen u Ibru od 1994 (170 mg/kg) do 2003 (28 mg/kg).
- Suprotno ovome, odgovarajuće vrednosti za Zapadnu Morava su porasle od 60 mg/kg do 170 mg/kg.





Hrom

- Ispod Kanadske vrednosti mogućeg uticaja PEL (37,3 mg/kg) su bile:
 - Dunav u 2003 i
 - DTD kanal u 2002,
 - Drina u 2003
 - Reka Topčider,
 - Pek,
 - Toplica u 2003,
- Najugroženiji vodotokovi, u kojima merene vrednosti prelaze Kanadseku empirijsku vrednost uticaja (90 mg/kg) su bile:
 - Kolubara,
 - Reka Topčider,
 - Velika i Zapadna Morava,
 - Toplica
 - Ibar



Nikal

- Nije definisan u kanadskim preporukama
- Holandska "ciljna" vrednost - 35 mg/kg
- Holandska interventna vrednost - 210 mg/kg
- Sediment reke Djetinja je ima čak 592 mg/kg u 2003

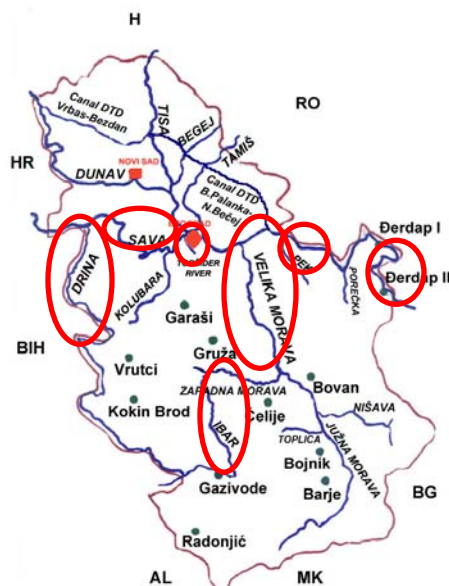




WW 2007

Olovo

- Kanadska empirijska vrednost uticaja (91,3 mg/kg) je prevaziđena na nekoliko lokacija



PMF Novi Sad

WW 2007, 3-7. septembra 2007

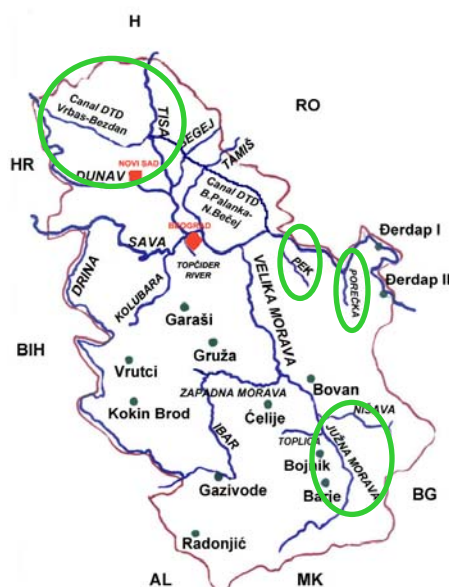
25



WW 2007

Živa

- Koncentracija u sedimentima u svim vodotokovima prevazilazi Kanadsku vrednost potencijalnog uticaja (0,17 mg/kg).
- Neki od njih **ne prelaze Kanadsku empirijsku vrednost uticaja** (0,486 mg/kg), dok je koncentracija izmerena u Peku i Porečki bila blizu ove vrednosti.



PMF Novi Sad

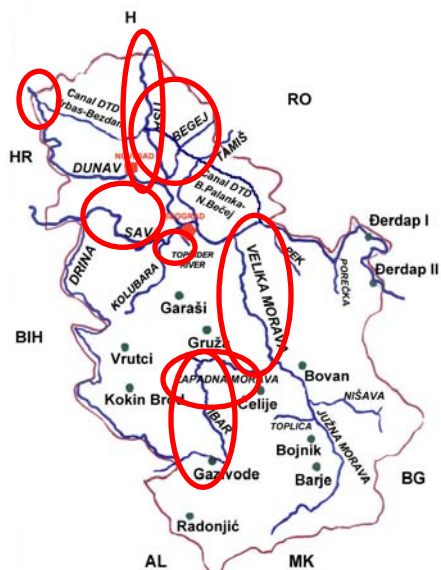
WW 2007, 3-7. septembra 2007

26



Kadmijum

- Kanadska vrednost mogućeg uticaja PEL za kadmijum u sedimentu (3,5 mg/kg) je prekoračena na nekoliko vodotokova:
 - Velika i Zapadna Morava,
 - Reka Topčider (izmereno 3,5 i 4,7 mg/kg),
 - U Ibru, gde je izmerena vrednost 1994 bila 60 mg/kg. Dodatna merenja dala su sledeće vrednosti 7,8 mg/kg u 2002. i 5.5 mg/kg u 2003.
 - Tisa,
 - Begej (na Srpskom Itebeju čak 17,4 mg/kg u 2002) i u
 - Reci Djetinja (91 mg/kg u 2003).
 - u Savi kod Šabca 90 mg/kg.
 - Dunav kod Bezdana je imao 30 mg/kg kadmijuma u 1994.
- Kasnija merenja u 2002 pokazala su značajno niže vrednosti za Savu, Tisu i Dunav.



Organske materije

- Retko prisustvo organohlornih pesticida (heptahlor, aldrine, BCH) na
 - dva profila na (na ulasku u državu) i
 - dva profila u DTD kanalu u koncentraciji od 0,01 mg/kg.
- U 2003 detektovan je lindan (do 0,0013 mg/kg u rekama Djetinja i Drina) i DDE+dielrin (do 0,0056 mg/kg u Dunavu, Ibru i Nišavi). Ostala jedinjenja su bila ispod granice detekcije.





WW 2007

Mineralna ulja

- Koncentracioni opseg u 2002 je bio od 28 do 9875 mg/kg
- u 2003 se kretao od ispod granice detekcije do 4235 mg/kg.
- Najzagađeniji profil u obe godine je bila reka Topčider. Visoke koncentracije (do nekoliko stotina mg/kg) su takođe detektovane u Zapadnoj Moravi, Velikoj Moravi, Južnoj Moravi, Ibru i Peku.



PMF Novi Sad

WW 2007, 3-7. septembra 2007

29



WW 2007

Kvalitet sedimenta reke Dunav

- Dolazi u zemlju zagađen
- Ispitivanje RHMI
- ICPDR



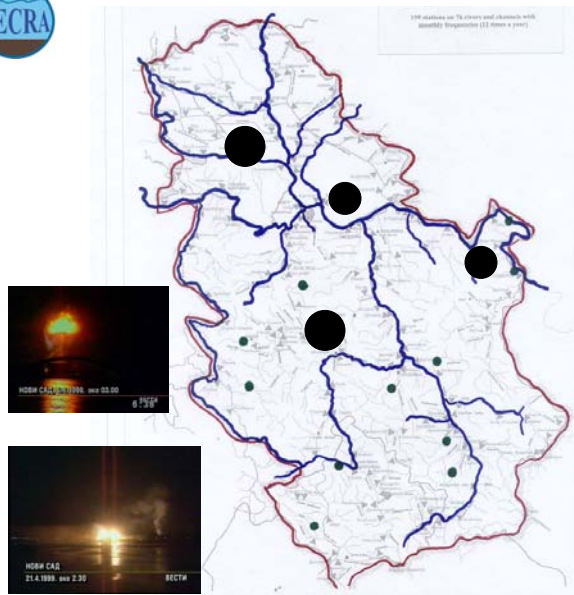
PMF Novi Sad

WW 2007, 3-7. septembra 2007

30

JDS, 2001

- Neke visoke koncentracije metala
- Specifično organsko zagađenje sa prioritarnim polutantima
 - Lindan i DDT
 - oktil- i nonilfenoli
 - ftalati
- Prema Finalnom Izveštaju ICPDR predloženo je da se sediment Dunava može smatrati **nezagađenim** u pogledu **hroma, žive i olova**.
- Za arsen, kadmijum, bakar, nikal, cink i olovo koncentracija je bila **iznad ciljnih vrednosti na više od jedne trećine ispitivanih lokacija** tokom zajedničkog ispitivanja Dunava (Joint Danube Survey).



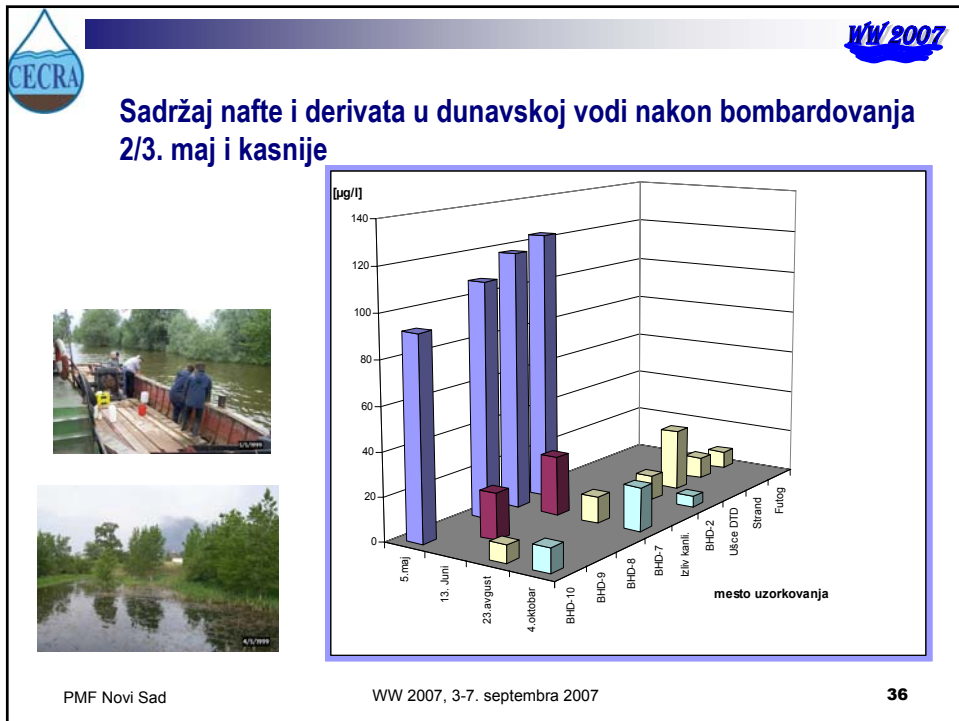
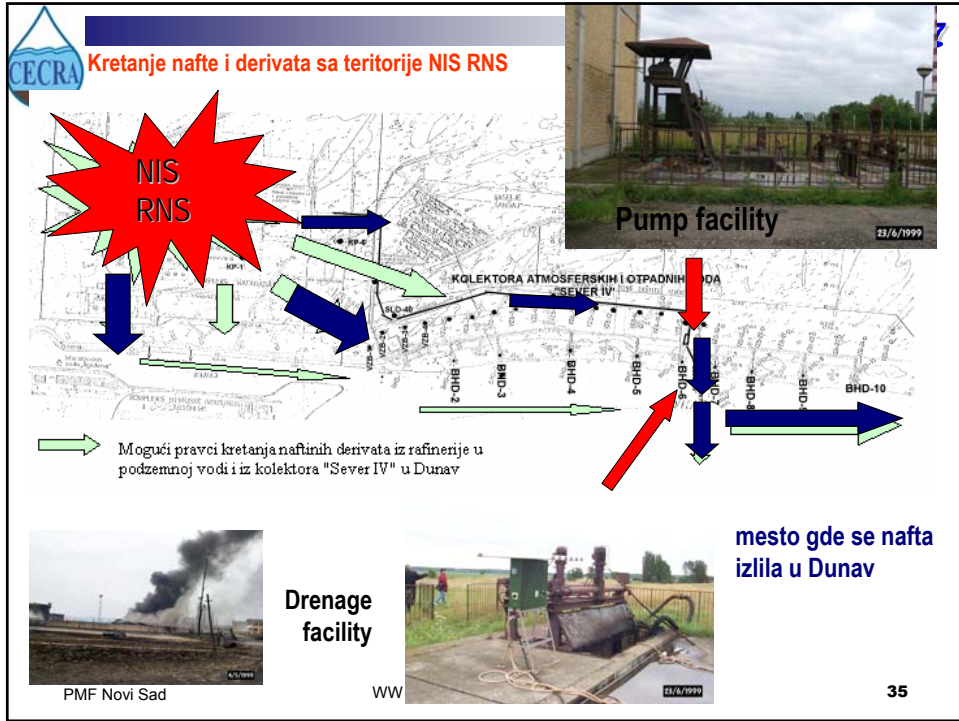
NATO bombardovanja i ekološki rizik u pojedinim oblastima u Srbiji

VELIKA EKOLOŠKA KATASTROFA U NOVOM SADU NASTALA JE KAO POSLEDICA RATO AGRESIJA NA RAFINERIJU NAFTI "NOVI SAD"

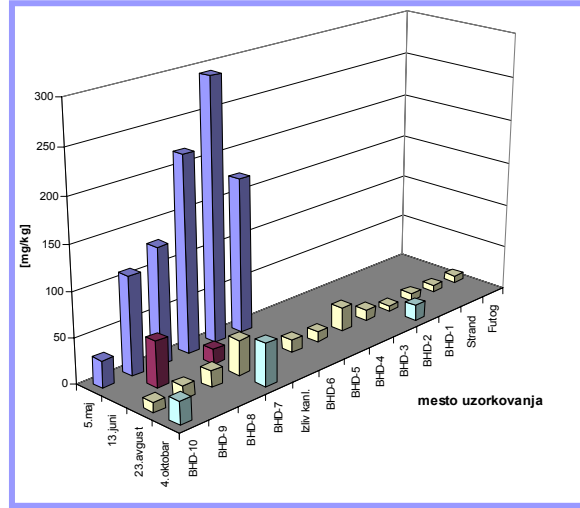


Razaranjem Rafinerije izlivena nafta i derivati su ugrozili izvor ište vode za piće "Ratno ostrvo"





Sadržaj nafte i derivata u sedimentu dunava 5. maja i kasnije

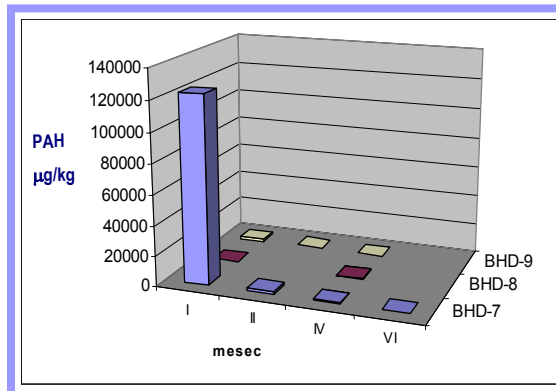


PMF Novi Sad

WW 2007, 3-7. septembra 2007

37

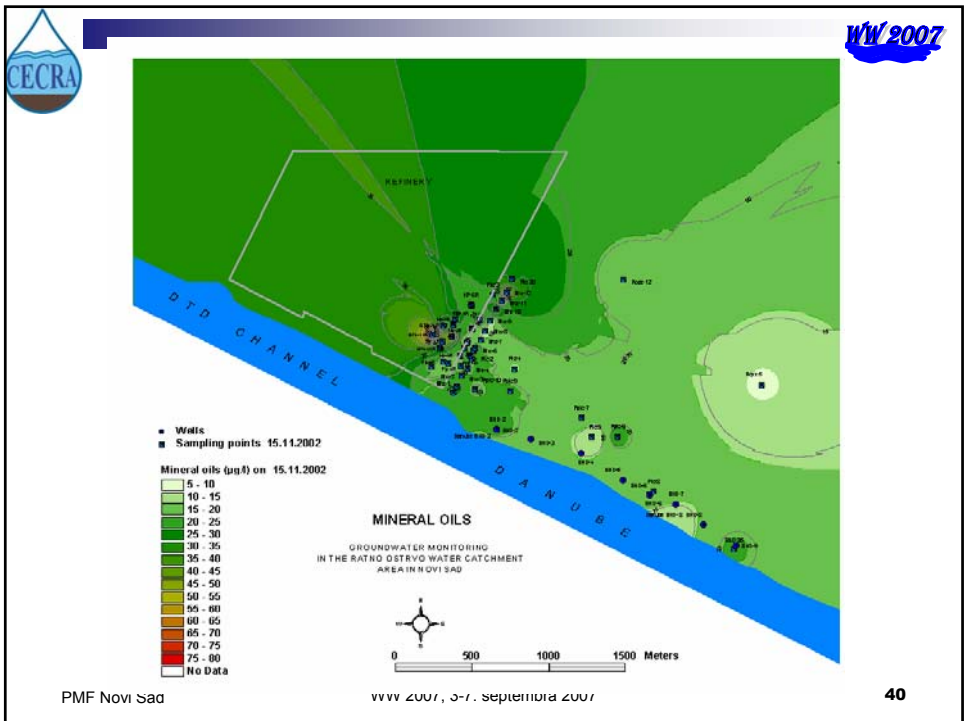
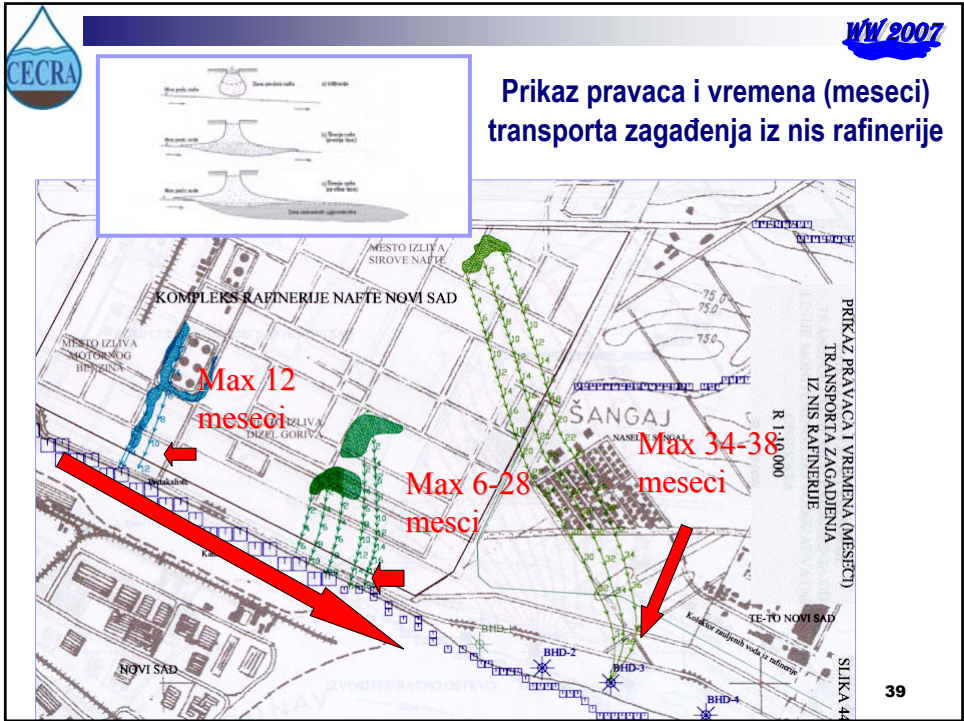
Koncentracija policikličnih aromatičnih ugljovodonika (PAH) u sedimentu Dunava, 5. maja (I), 13. juna (II), 23. avgusta (IV) i 4. oktobra (VI)



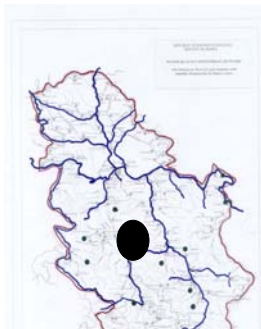
PMF Novi Sad

WW 2007, 3-7. septembra 2007

38



Kragujevac



PMF Novi Sad

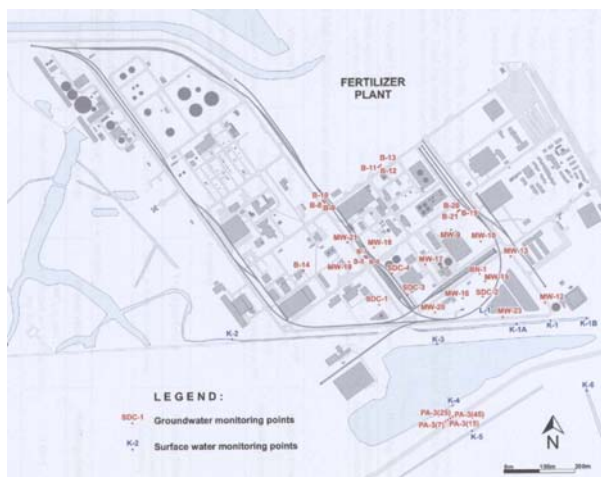
- Tokom NATO bombardovanja na našu zemlju 1999 god. grad Kragujevac bio je bombardovan nekoliko puta. Jedna od meta bila je i industrijska zona »Crvena Zastava«.
- Zajedno sa fabrikom uništena su i dva transformatora što je rezultiralo isticanju oko 3000 litara tečnosti za hlađenje – PCBs. Jedan deo ovog zagađivača prosuo se i natopio beton fabričkih hala dok je drugi deo migrirao u jame koje su u predstojećim mesecima bile poplavljene kišnicom.



WW 2007, 3-7. septembra 2007

41

Pančevo

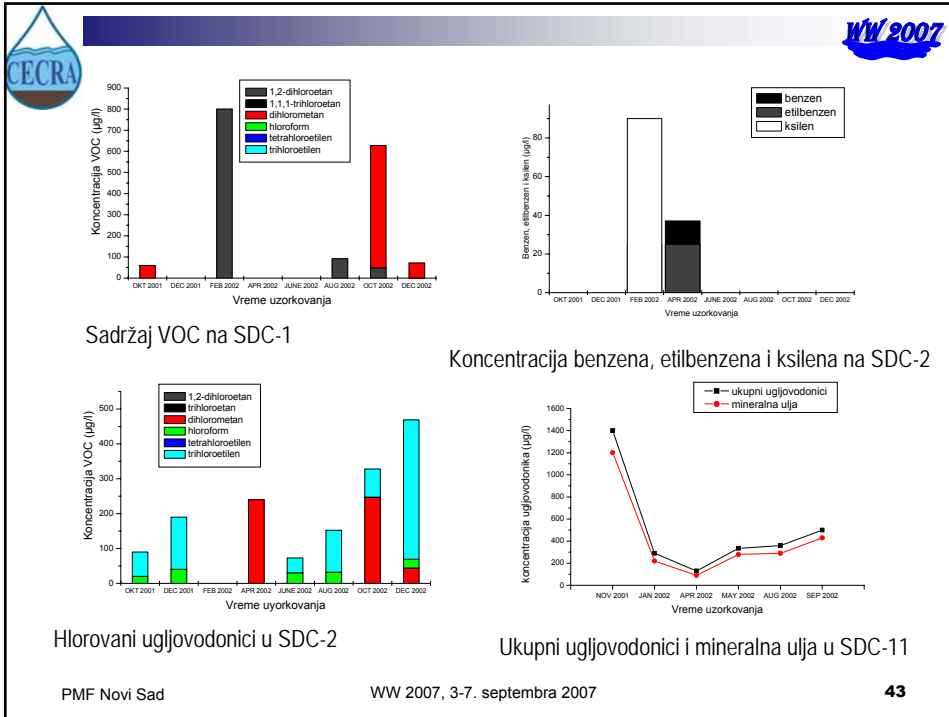


PMF Novi Sad

WW 2007, 3-7. septembra 2007



42



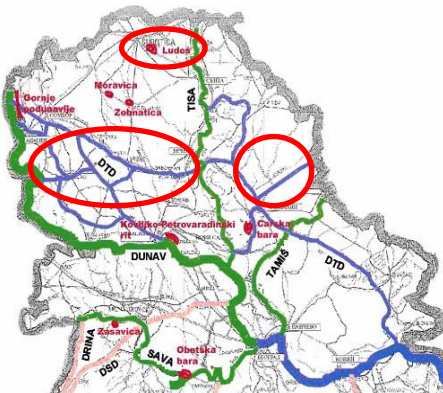
Specifični problemi vezani za Autonomnu Pokrajinu Vojvodina

- Gusta mreža kanala (ukupna dužina 20000 km)
- Protok u kanalima i transportni kapacitet vode je takav da odmah dolazi do depozicije
- U vodotokove se ispušta neprečišćena ili nedovoljno prečišćena otpadna voda poreklom iz oko 300 izvora, važan difuzioni izvor zagađenja je poljoprivreda.
- Vegetacija, koja se uklanja s vremena na vreme, a koja je posledica eutrofizacije

PMF Novi Sad WW 2007, 3-7. septembra 2007 44

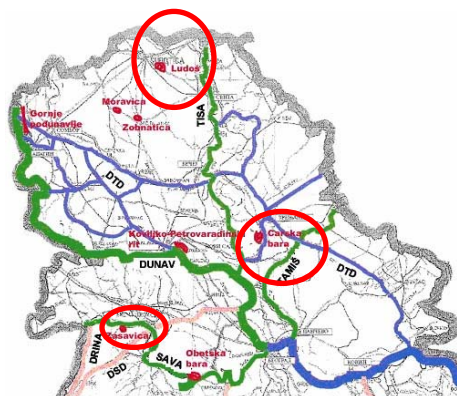
Identifikovani problemi

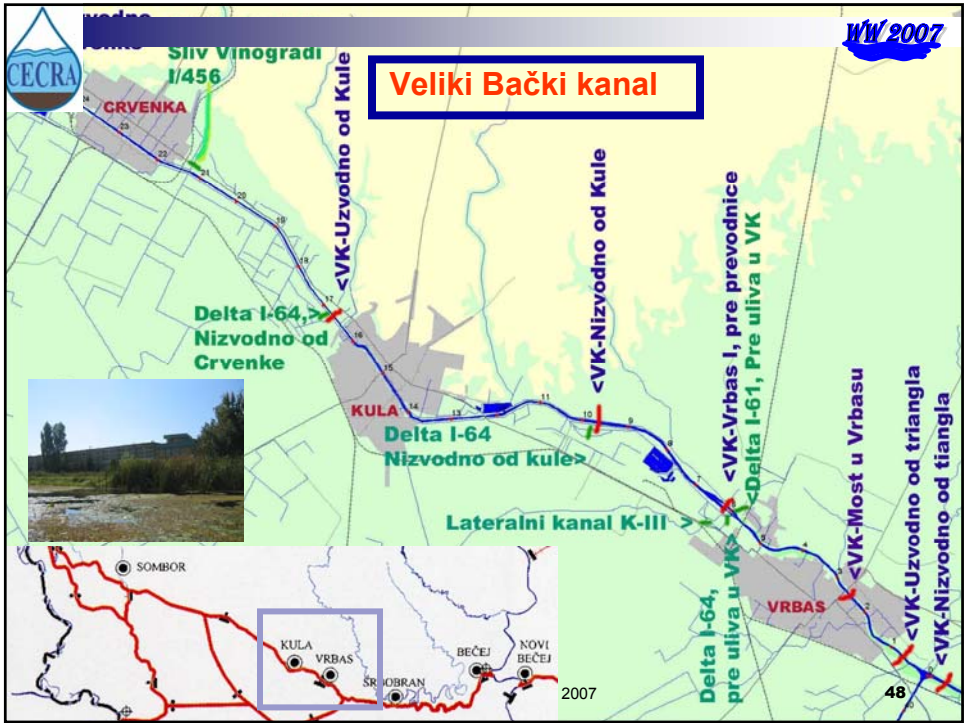
- Mineralna ulja
 - U kanalu Begej (do 253 mg/kg)
 - Kanal DTD Vrbas-Bezdan (do 748 mg/kg)
 - Jezero Ludoš (do 451 mg/kg).
- PAH
 - U kanalu Begej i
 - Tamiš
- Pesticidi i PCB
 - Najviše izraženo u kanalu Begej prevazilazi Holandske referentne vrednosti



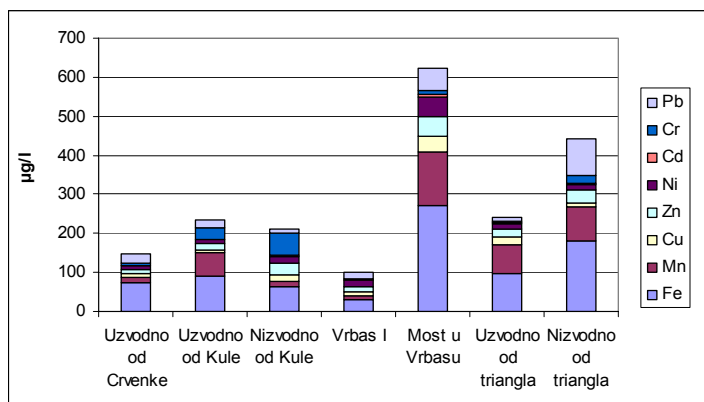
Problemi

- Visoka koncentracija metala je detektovana u većem delu vodotokova.
- Prosečne godišnje vrednosti za metale u rekama i kanalima su bile:
 - Ni 39 to 140 mg/kg,
 - Zn 170-690 mg/kg,
 - Cd 2.5 -23 mg/kg,
 - Cr 47-330 mg/kg,
 - Cu 44-360 mg/kg,
 - Pb 47-460 mg/kg,
 - Hg od 0,06-0,4 mg/kg

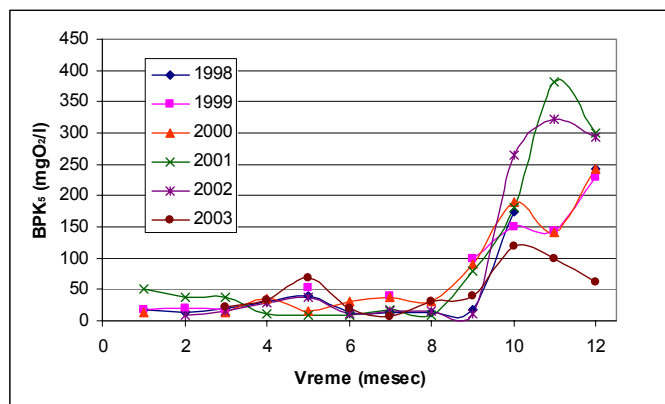


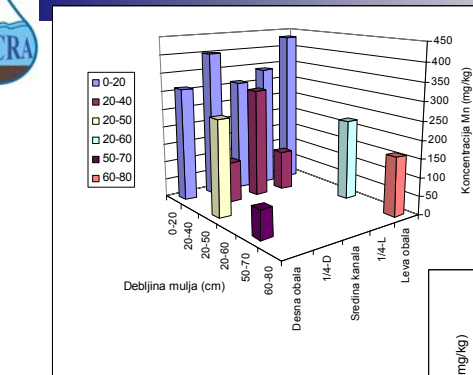


Sadržaj metala u vodi Velikog Bačkog kanala



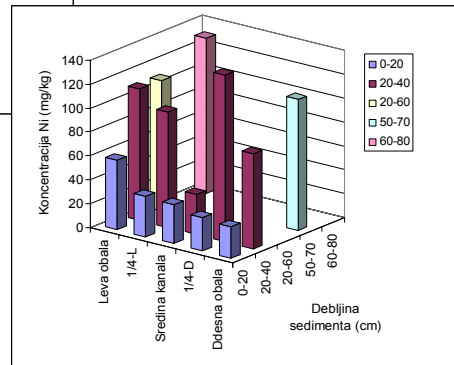
Sadržaj organskih materija u vodi Velikog Bačkog kanala na profilu Vrbas II u toku godine





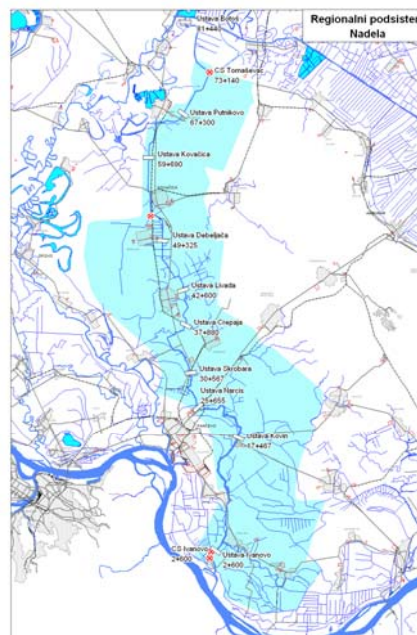
Sadržaj metala u sedimentu Velikog Bačkog kanala

Lokacija 3100 m nizvodno od ustave kod Vrbasu



Regionalni podsistem „Nadela“

- Nalazi se na prostoru koji je ograničen rekam Tamiš, Deliblatskom peščarom, rekam Dunav i magistralnim kanalom Hs DTD – „Novi Bečej – Banatska Palanka“.



Kvalitet sedimenta u Nadeli

- Parametri kvaliteta:
 - Nutrijenti
 - Teški metali
 - Organske materije (HPK, BPK₅, mineralna ulja)
- Za sediment su korišćene kanadske preporuke.
 - **Niža vrednost** (ISQGs) - privremena preporuka - iznad kojih je moguć uticaj na akvatične organizme.
 - **Viša vrednost** (PEL) - iznad koje je empirijski verovatan uticaj.
 - Kanadske preporuke nisu definisane za nikal. Njegova koncentracija je poređena sa holandskim preporukama.

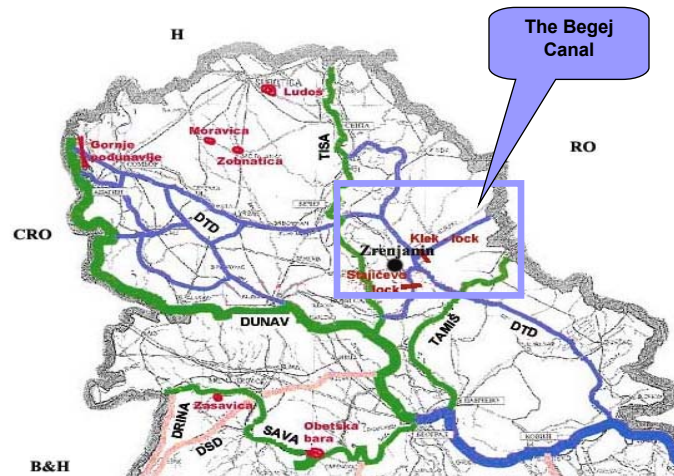
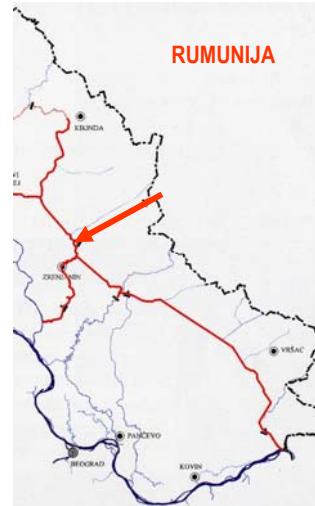


Prekogranični uticaj

- Banatski vodotoci (Primer Begeja)
- Tisa



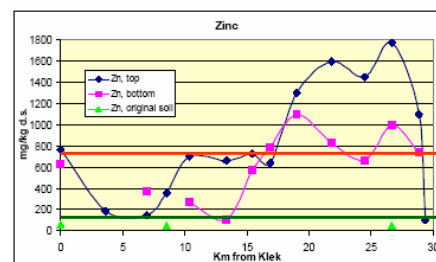
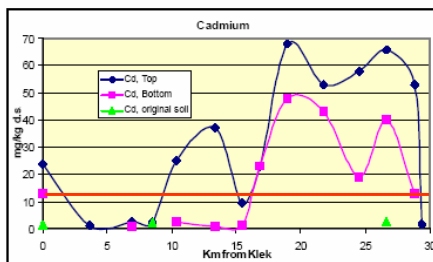
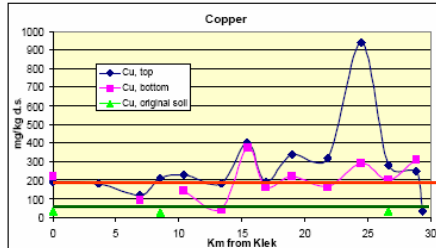
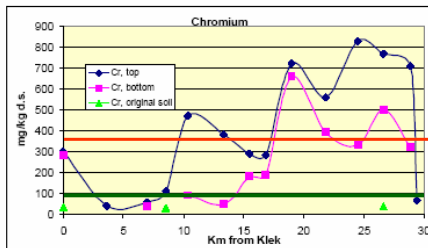
PMF Novi Sad WW 2007, 3-7. septembra 2007





WW 2007

Koncentracija metala u sedimentu



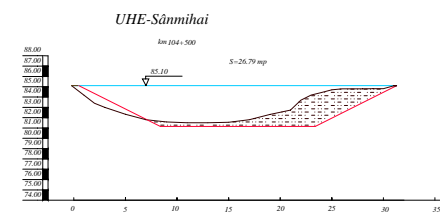
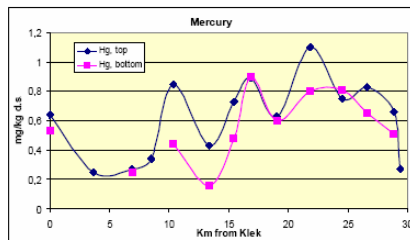
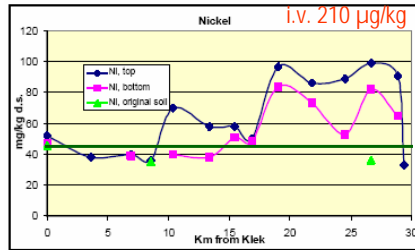
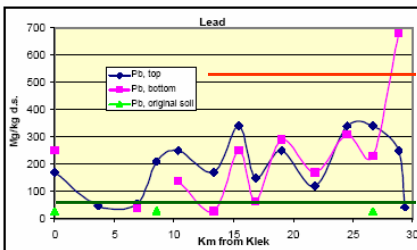
PMF Novi Sad

WW 2007, 3-7. septembra 2007

57



WW 2007

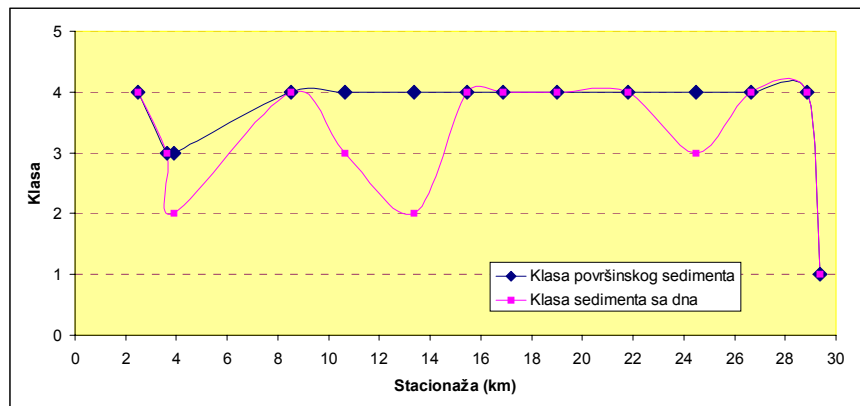


PMF Novi Sad

WW 2007, 3-7. septembra 2007

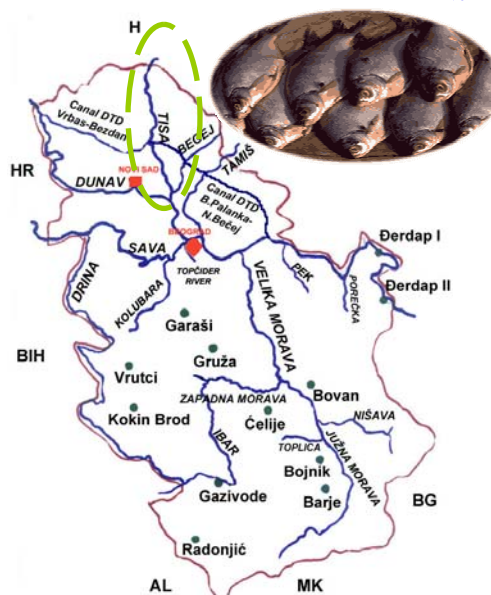
58

Rezultati klasifikacije sedimenta Kanala Begej na osnovu holandskih standarda



Reka Tisa

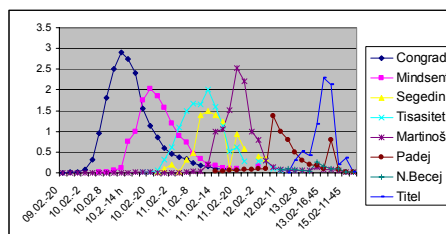
- Detektovano zagađenje metalima (Zn, Pb, Cr, Cd).
- Poređenjem rezultata sa Kanadskim PEL vrednostima zaključeno je da ne postoji značajno zagađenje organskim polutantima (npr. PAH, PCB, pesticidi).
- Detektovan je prekogranični transport nutrijenata



Izlivanje velikih količina cijanida i toksičnih metala u Tisu iz rudnika zlata u Rumuniji



Ekološka katastrofa na Tisi



PMF Novi Sad

WW 2007, 3-7. septembra 2007

61

Akumulacija u Srbiji

Kako je kod nas zagađenost reka značajna može se očekivati i da su akumulacije koje od njih nastaju takođe ugrožene.



PMF Novi Sad

WW 2007, 3-7. septembra 2007

62



WW 2007



Rezultati analiza voda akumulacija ukazuju da je stanje površinskog sloja vode zadovoljavajuće.

Kod većina akumulacija došlo je do pogoršanja kvaliteta vode u donjim slojevima akumulacija. Vrednosti BPK₅ i HPK gotovo kod svih akumulacija su povišene u donjim slojevima, a takođe dolazi i do smanjenja rastvorenog kiseonika kako se ide prema dnu.

Kod nekih akumulacija koncentracija rastvorenog kiseonika se približava vrednosti biološkog minimuma (Ćelije, Grošnica), a negde je ispod njega (Bovan, Gračanka).



WW 2007

U svim akumulacijama u donjim slojevima i pri dnu su detektovane povećane koncentracije metala i opasnih materija (VOS).

- U akumulaciji **Gruža** na svim mernim tačkama ustanovljene su visoke koncentracije gvožđa i mangana, a na pojedinim mestima detektovana je **živa i olovo**.
- U akumulaciji **Ćelije** detektovano je gvožđe, **bakar, mangan i hrom**
- Pri dnu **Vrutce** detektovano je **gvožđe, mangan, nikl i živa**, a kod akumulacije **Vlasina** **gvožđe, mangan i olovo**.
- U akumulacijama **Grošnica, Batlava i Bovan** detektovane su povišene koncentracije gvožđa i mangana, a u akumulaciji **Zavoj** pri dnu detektovano je **olovo i kadmijum** i kod akumulacije **Gazivode** **živa**.
- **Akumulacija Gračanka** sadrži **arsen, gvožđe i mangan** u povišenim koncentracijama od dozvoljenih



WW 2007

Đerdapska akumulacija

- Na profilu ulaska do Đerdapskog jezera ima **oko 17 miliona tona suspendovanog materijala**, od toga:
 - **oko 41% je donešeno Dunavom,**
 - **26% Tisaom,**
 - **21% Savom i**
 - **12% Moravom.**
- Procenjeno je da će u periodu od **1972-2000, na prostor Đerdapa ušlo ukupno oko 490 miliona tona suspendovanog materijala**, od kojih će 82 miliona tona preći preko brane.



PMF Novi Sad

WW 2007, 3-7. septembra 2007

65



WW 2007

Đerdapska akumulacija

- Poremećeni uzorci sedimenta pre prethodnog frakcionisanja, uzorci su **sadržali više od 80% fine frakcije < 63 µm.**
- **Naftni ugljovodonici** su bili prisutni u širokom opsegu od 3,6 do 662,7 mg/kg, i na pojedinim lokacijama njihova koncentracija je bila 200 mg/kg.
- **Vrednosti za PAH** su se kretale od <0,01 do 3,57 mg/kg. Analiza je pokazala da se najčešće pojavljivao fluoranten i fenantren. PCB su bili u opsegu od <0,01 do 0,774 mg/kg.
- Što se tiče metala, **zink** (129-824 mg/kg), **kadmijum** (0,69-4,03 mg/kg) i **nikal** (34,3-141 mg/kg) su **detektovani u koncentraciji većeoj od one detektovane u Dunavskom basenu.**

PMF Novi Sad

WW 2007, 3-7. septembra 2007

66

Pri analizi podataka o kvalitetu rečnih voda i sedimenta u Srbiji utvrđeno je:



- Da nema **sistematske kontrole kvaliteta sedimenta**
- Uredba o kategorizaciji vodotoka je zastrela
- **Ne postoji regulativa o kvalitetu sedimenta**
- Potrebno je preći sa “korisničkog” pristupa na “ekosistemski”.
- Ne postoje granične vrednosti emisije

