

# OSNOVI UPRAVLJANJA OTPADNIM VODAMA

UNIVERZITET U NOVOM SADU  
PRIRODNO-MATEMATIČKI FAKULTET NOVI SAD,  
DEPARTMAN ZA HEMIJU, BIOHEMIJU I ZAŠTITU  
ŽIVOTNE SREDINE

JVP „VODE VOJVODINE“ NOVI SAD  
CENTAR IZVRSNOSTI ZA HEMIJU OKOLINE I  
PROCENU RIZIKA  
UDRUŽENJE ZA UNAPREĐENJE ZAŠTITE ŽIVOTNE  
SREDINE „NOVI SAD“

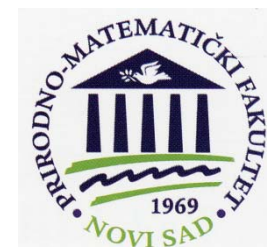


Škola za zaštitu životne sredine  
Water workshop

**KVALITET VODA**

*Novi Sad  
7-10. septembar, 2010.*

**Profesor dr Božo Dalmacija**  
**Prirodno-matematički fakultet**  
**Departman za hemiju, biohemiju i**  
**zaštitu životne sredine**  
**Novi Sad**



Holistički pristup planiranju upravljanja otpadnim vodama zahteva integrisano planiranje zasnovano na tehničkim, institucionalnim i sektorskim mogućnostima.

- 💧 **Tehnička integracija** podrazumeva primenu tehnologija u službi redukcije zagađenja koje se emituje otpadnim vodama.
- 💧 **Institucionalna integracija** znači da sve organizacije koje mogu doprineti upravljanju otpadnim vodama budu uključene u proces sa definisanim ulogama u rešavanju problema.
- 💧 **Sektorska integracija** treba da omogući povezivanje sektora u cilju definisanja najefektivnijeg puta postizanja sinergizma i balansa.

# *Smernice upravljanja gradskim otpadnim vodama*

## **1. Identifikacija problema**

- Monitoring
- Procena i identifikacija potreba za akcijom

## **2. Planiranje**

- Pregled informacija
- Identifikacija potreba i mogućnosti
- Postavljanje ciljeva i formulisanje plana
- Formalno usvajanje

## **3. Implementacija**

- Instrumenti upravljanja
- Operativno upravljanje «on-site»
- Operativno upravljanje infrastrukturom
- Ugovori između institucija
- Jačanje kapaciteta, učešće javnosti

## **4. Primena i evaluacija**

- Operativno upravljanje kvalitetom vode
- Evaluacija

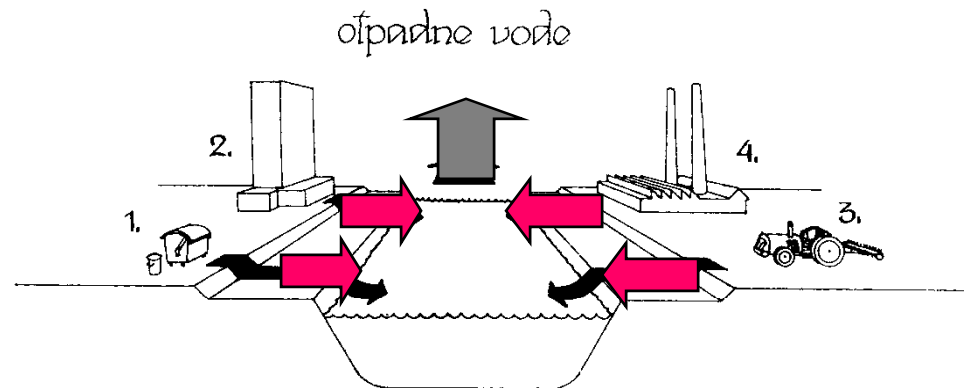
## OTPADNE VODE: DEFINICIJE, STANJE

- ❖ Ne postoji opšteprihvaćena definicija otpadne vode.
- ❖ Jedna od mogućih je i sledeća: ***Voda, onečišćena na bilo koji način tokom upotrebe predstavlja otpadnu vodu.***
- ❖ U opštem slučaju otpadna voda je onečišćena rastvorenim i nerastvornim organskim i neorganskim materijama, i mikroorganizmima.

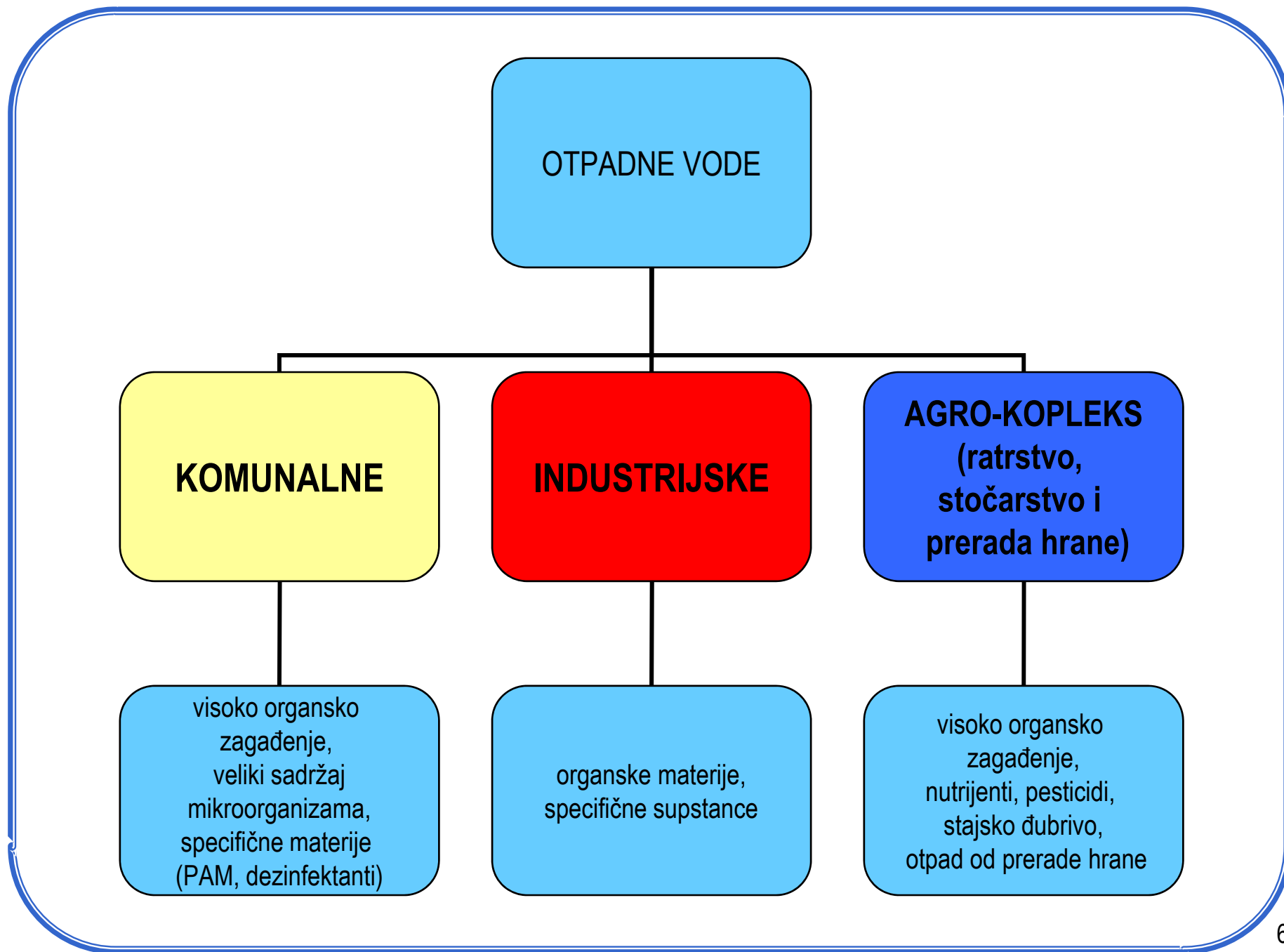


**Otpadne vode koje se kanališu i koje je potrebno prečišćavati u različitim tipskim postrojenjima, moguće je podeliti u tri grupe:**

- 💧 komunalne otpadne vode
- 💧 industrijske otpadne vode i
- 💧 otpadne vode agro-kompleksa



1. podzemne vode ispod smeštista
2. komunalne otpadne vode
3. slivanje sa poljoprivrednih površina
4. iz industrijskih objekata



## Komunalne i industrijske otpadne vode

### Ispuštanje u kanalizaciju (planiranje, građenje, upravljanje)

Direktiva o gradskim otpadnim vodama (91/271/EEC)  
**Ispuštanje industrijskih otpadnih voda** -tamo gde je neophodan predtretman  
IPPC Direktiva  
“ćerke” Direktive (76/464/EEC), Direktiva 2006/11/EC  
Direktiva o standardima kvaliteta životne sredine 2008/105/EC

### Tretman otpadnih voda

#### Vrednosti emisionih limita:

Direktiva o gradskim otpadnim vodama (91/271/EEC)  
**Otpadni mulj:**  
Direktiva o gradskim otpadnim vodama (91/271/EEC)  
Direktiva o otpadnom mulju (86/278/EEC)

### Ispuštanje tretiranih otpadnih voda u vodotok

#### Merenje i monitoring:

Direktiva o gradskim otpadnim vodama (91/271/EEC) (za efluente i značajno ugrožene vode)  
Ćerke Direktive (76/464/EEC), Direktiva 2006/11/EC i Direktiva 2008/105/EC

#### Postizanje standarda kvaliteta:

Direktiva koja se odnosi na vodu za kupanje itd (osetljive zone)  
Okvirna Direktiva o vodama, Direktiva 2008/105/EC

### Ispuštanje industrijskih otpadnih voda direktno u vodotok

### Tretman otpadnih voda

#### Vrednosti emisionih limita:

Direktiva o gradskim otpadnim vodama (91/271/EEC)  
(za ispuštanja iz agro-prehrambene industrije)  
IPPC Direktiva  
Ćerke Direktive (76/464/EEC), Direktiva 2006/11/EC i Direktiva 2008/105/EC

#### Otpadni mulj:

Direktiva o gradskim otpadnim vodama (91/271/EEC)  
Direktiva o otpadnom mulju (86/278/EEC)  
IPPC

### Ispuštanje tretiranih otpadnih voda u vodotok

#### Merenje i monitoring:

Direktiva koja se odnosi na vodu za kupanje (oblast namenjena za kupanje)  
Okvirna Direktiva o vodama (opšte odredbe za monitoring vodnih tela)  
Ćerke Direktive (76/464/EEC), Direktiva 2006/11/EC i Direktiva 2008/105/EC

#### Postizanje standarda kvaliteta:

Direktiva koja se odnosi na vodu za kupanje itd.(osetljive zone)  
Okvirna Direktiva o vodama, Direktiva 2008/105/EC

**Komunalne i industrijske otpadne vode**  
**(kako je to regulisano kod nas)**

**Ispuštanje u kanalizaciju**  
planiranje, građenje, upravljanje:  
Direktiva o gradskim otpadnim vodama (91/271/EEC), **Ispuštanje industrijskih otpadnih voda** - tamo gde je neophodan predtretman -?,  
**Gradska odluka o sanitarno-tehničkim sulovima ispuštanja u kanakizaviju**  
IPPC Direktiva, -? (**Zakon o integrisanom sprečavanju I kontroli zagađivanja, Sl.Glasnik RS 135/04**), **Zakon o vodama RS 30/2010**  
Ćerke Direktive (76/464/EEC), -? **Zakon o vodama (Sl. glasnik RS 30/2010), PRAVILNIK o opasnim materijama u vodama, Sl. Glasnik SRS, 31/82**

**Tretman otpadnih voda**

**Ispuštanje industrijskih otpadnih voda direktno u vodotok**  
**- ?, Zakon o vodama (Sl. glasnik RS 30/2010), Pravilnik o opasnim materijama Sl.list SFRJ, 31/82**

Uredba o kategorizaciji vodotoka, Sl.glasnik SRS, br.5/68, 03. 02. **1968.**, str. 61-64

Uredba o klasifikaciji voda međurepubličkih vodotoka, međudržavnih voda i voda obalnog mora Jugoslavije, Sl. list SFRJ, br. **6/78**

Odluka o maksimalno dopuštenim koncentracijama radionukleida i opasnih materija u međudržavnim vodama i vodama obalnog mora, Sl. list SFRJ, br. **8/78**;

Pravilnik o opasnim materijama, Sl.glasnik SRS, br.31/82, 19. 06. **1982.**, str. 1516-1518

Mere zaštite voda obezbeđuju sprečavanje ili ograničavanje unošenja u vode **opasnih, otpadnih i drugih štetnih materija**, praćenje i ispitivanje kvaliteta površinskih i podzemnih voda, kao i kvaliteta otpadnih voda i njihovo prečišćavanje, **Zakon o zaštiti životne sredine, Sl. Glasnik RS br. 135/04**

**Tretman otpadnih voda**



## PREČIŠČAVANJE

### Vrednosti emisionih limita:

Direktiva o gradskim odpadnim vodama (91/271/EEC)

### Otpadni mulj:

Direktiva o gradskim odpadnim vodama (91/271/EEC), Direktiva o otpadnom mulju (86/278/EEC)

Kod nas: Granične vrednosti emisija zagađujućih materija na mestu ispuštanja u životnu sredinu i nivo emisije zagađujućih materija u životnoj sredini utvrđuje Vlada.

Uredba o kategorizaciji vodotoka, Sl.glasnik SRS, br.5/68, 03. 02. 1968., str. 61-64

Uredba o klasifikaciji voda međurepubličkih vodotoka, međudržavnih voda i voda obalnog mora Jugoslavije, Sl. list SFRJ, br. 6/78

Odluka o maksimalno dopuštenim koncentracijama radionukleida i opasnih materija u međudržavnim vodama i vodama obalnog mora, Sl. list SFRJ, br. 8/78;

Pravilnik o opasnim materijama, Sl.glasnik SRS, br.31/82, 19. 06. 1982., str. 1516-1518

Ispuštanje tretiranih otpadnih voda u vodotok

### Vrednosti emisionih limita:

Direktiva o gradskim odpadnim vodama (91/271/EEC)

(za ispuštanja iz agro-prehrambene industrije)

IPPC Direktiva

Čerke Direktive (76/464/EEC) i Direktiva 2008/105/EC

### Otpadni mulj:

Direktiva o gradskim odpadnim vodama (91/271/EEC)

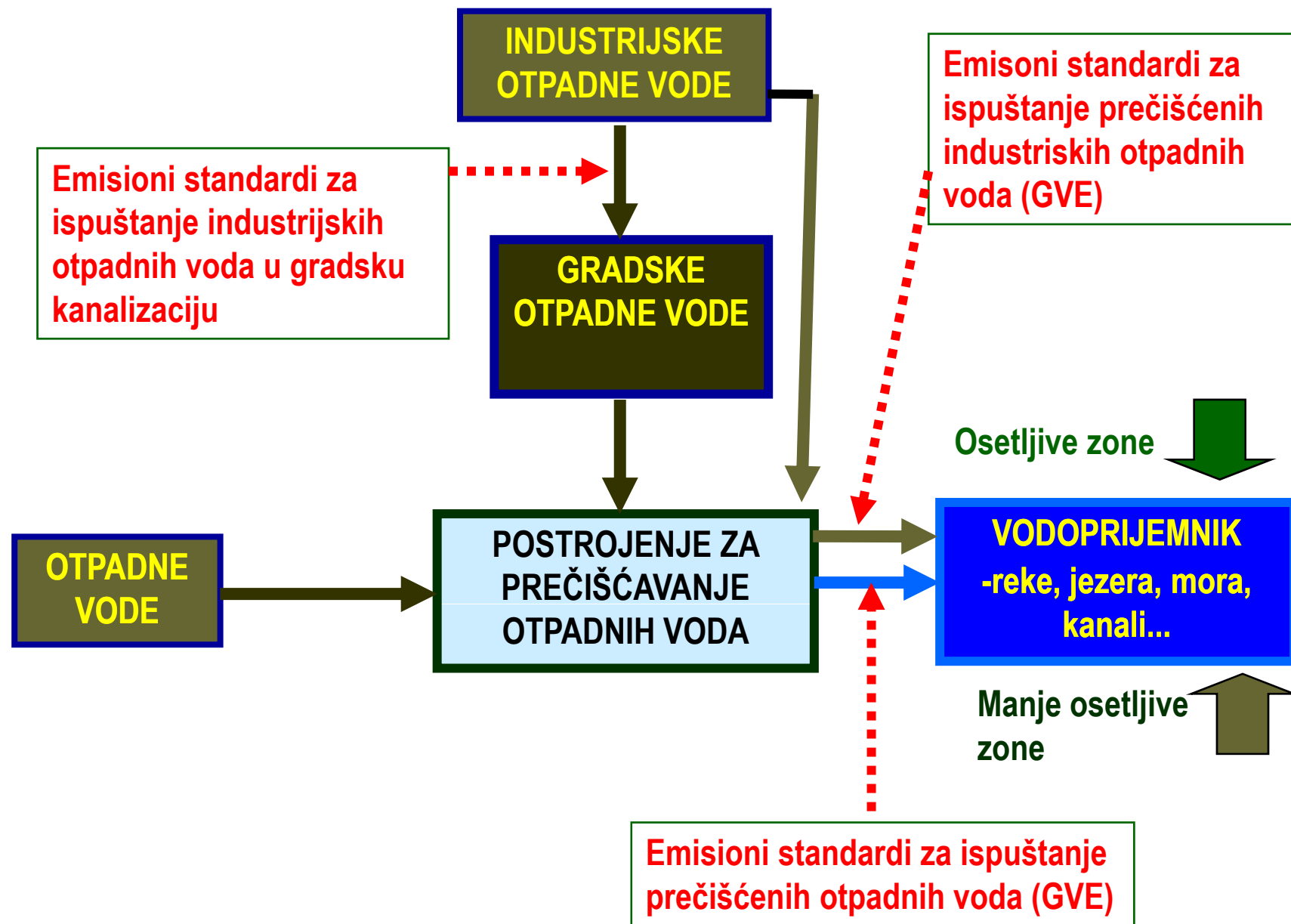
Direktiva o otpadnom mulju (86/278/EEC)

IPPC

Kod nas: Granične vrednosti emisija zagađujućih materija na mestu ispuštanja u životnu sredinu i nivo emisije zagađujućih materija u životnoj sredini utvrđuje Vlada – za sada nisu još donete.

Ispuštanje tretiranih otpadnih voda u vodotok

# ŠEMA UPRAVLJANJA OTPADNIM VODAMA



## KOMUNALNE OTPADNE VODE

Veći deo komunalnih otpadnih voda čine upotrebijene vode iz domaćinstava.

Za njih je karakterističan konstantan sastav u jednom regionu u dužem periodu, kao rezultat životnog standarda i načina življenja stanovništva.

Njihova količina i opterećenje zagađujućim materijama može se izraziti putem normativa, tj. standardnim vrednostima po stanovniku.

**BIRAZGRADLJIVE  
ORGANSKE MATERIJE**

**AZOTNA I FOSFORNA  
JEDINJENJA**

**KOMUNALNE OTPADNE VODE**

**MIKROORGANIZMI**

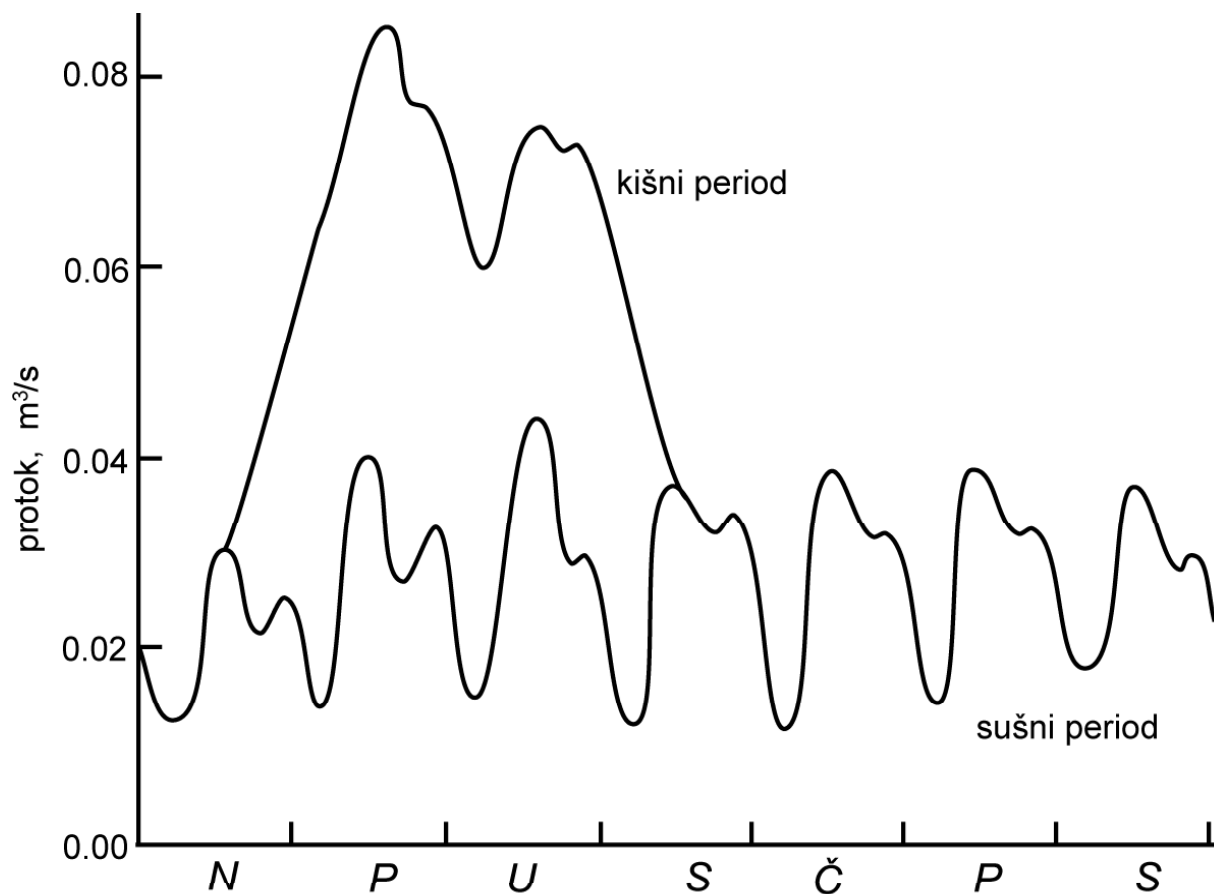
**MASNOĆE  
DETERDŽENTI**

## Zagađenje po ES komunalnih otpadnih voda

Parametar	Jedinica mere	Vrednost
BPK <sub>5</sub>	<i>g/ES·dan</i>	60
HPK	<i>g/ES·dan</i>	120 - 150
Suspendovane materije	<i>g/ES·dan</i>	70 - 90
Ukupan azot	<i>g/ES·dan</i>	12 - 15
Ukupan fosfor	<i>g/ES·dan</i>	2,5 - 3

- Količina otpadne vode nastala po stanovniku dnevno u principu raste sa veličinom naselja, kao i sa promenom načina življenja.
- Ove količine takođe variraju i od nivoa razvoja i odnosa stanovništva prema racionalnoj upotrebi vode za piće.
- U ruralnim centrima je to ispod 150 l/stanovniku dnevno,
- U gradskim područjima produkcija otpadne vode dostiže 200 l/stanovniku dnevno, za gradove sa nekoliko desetina hiljada stanovnika.
- **U većim gradovima u kanalizaciju često dospeva i voda malih potoka i dreniranja visokih podzemnih voda.**

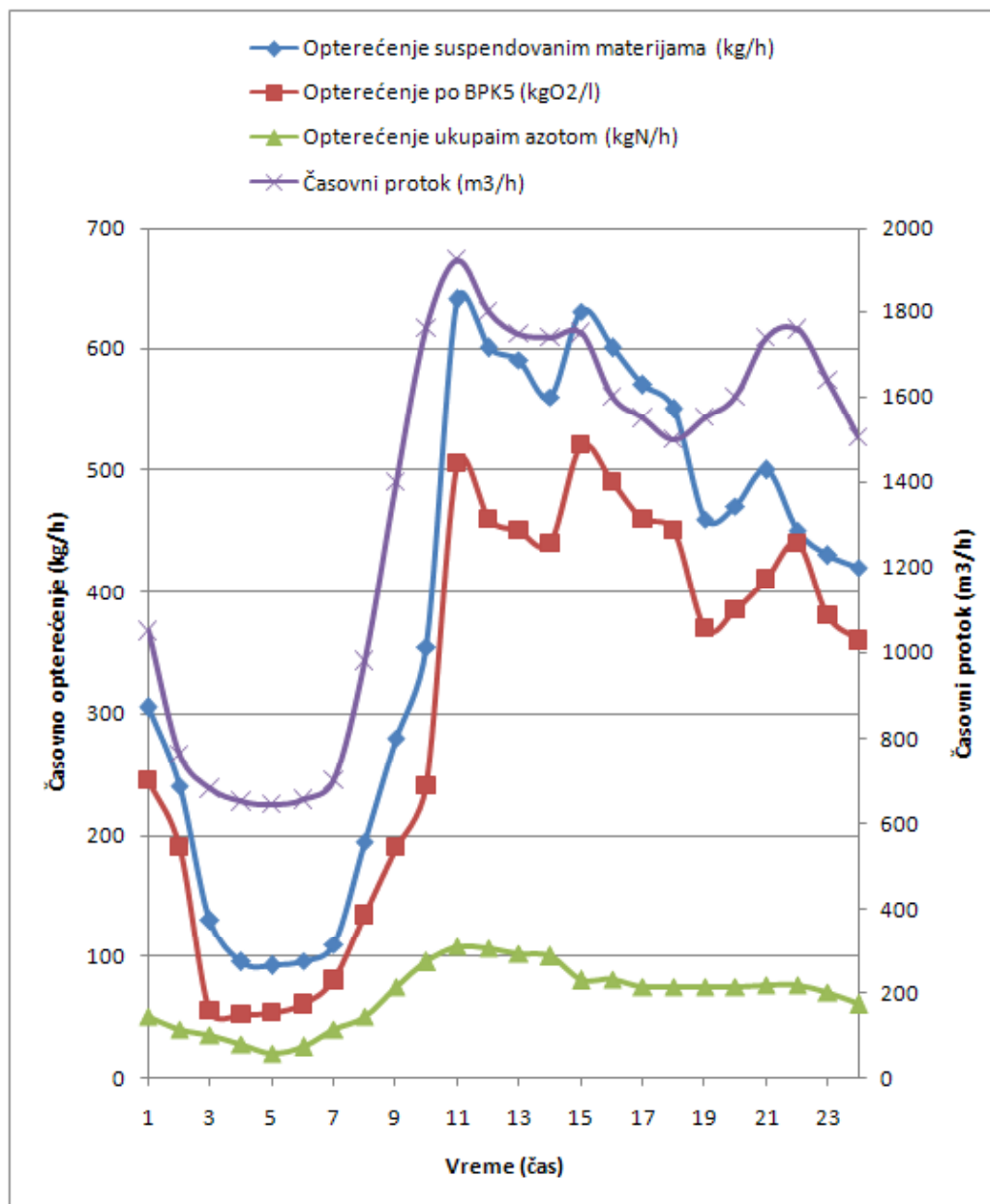
## Uobičajne dnevne i nedeljne varijacije protoka komunalne otpadne vode



## Dnevna fluktuacija otpadne vode u naselju

Dnevna fluktuacija zagađenja  
i protoka

Opterećenje	Max/min
Protok	2,98
Suspendovane materije	6,96
BPK <sub>5</sub>	9,71
Ukpni azot	5,40



## Osobine komunalnih odpadnih voda (Degremont, 2007)

Parametar	Opseg varijacije	Taloživa frakcija (%)
pH	7,5-8,5	
Suvi ekstrakt, mg/l	500-1500	10
Ukupne suspendovane materije, mg/l	150-500	50-70
BPK <sub>5</sub> , mgO <sub>2</sub> /l	100-400	25-40
HPK, mgO <sub>2</sub> /l	300-1000	25-40
TOC, mg/l	100-300	
Ukupni azot, mgN/l	30-100	8-12
NH <sub>4</sub> -N, mgN/l	20-80	0
NO <sub>2</sub> -N, mgN/l	<1	0
NO <sub>3</sub> -N, mgN/l	<1	0
Deterdženti, mg/l	6 – 13	0
Ukupni fosfor, mgP/l	4 – 18	10 – 20
Lipidi, mg/l	50 – 120	8 – 20



## U anaerobnim uslovima u kanalizacionoj mreži nastaju sulfidi od sulfata.

Važnu ulogu u produkciji sulfida u kanalizacionoj mreži imaju sledeći faktori:

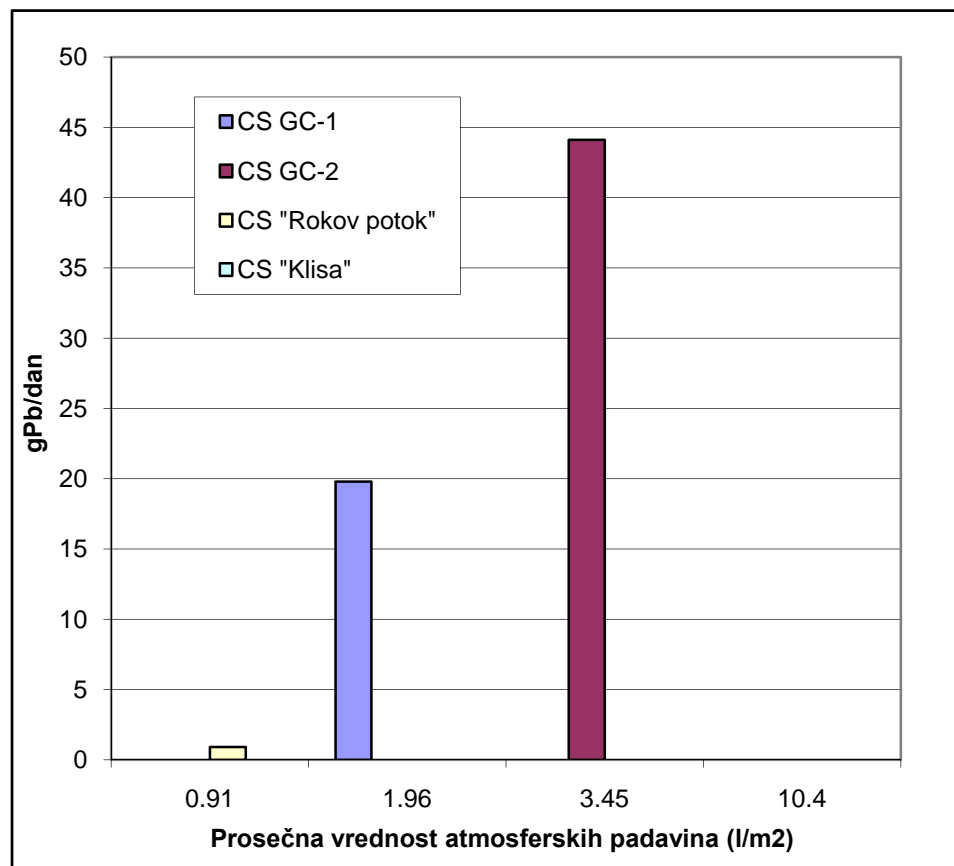
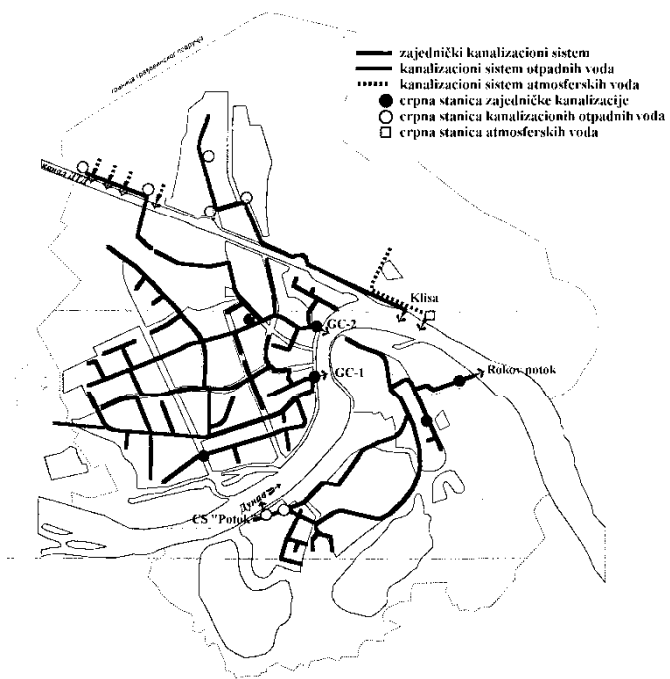
- temperatura: ispod  $15^{\circ}\text{C}$  retko se nađu vrednosti  $\text{S}^{2-}$  iznad 2-3 mg/l;
- sadržaj  $\text{SO}_4^{2-}$  u otpadnoj vodi;
- koncentracija zagađenja: veći sadržaj organskih materija, brži su anaerobni procesi koji snabdevaju sumpor redukujuće bakterije sa hranom;
- vreme boravka otpadne vode u kanalizacionom sistemu, pa stoga i dužina mreže i brzina protoka kroz mrežu.

Atmosferske padavine u kombinovanim kanalizacionim sistemima ili čak u separatnim mogu uticati na značajno povećanje količine zagađenja u komunalnim otpadnim vodama.

*PRIMER: Procentualni odnos opterećenja vode metalima u Njujorškom zalivu*

Metali	Direktno u zaliv		Obalna zona				
	Voda iz brodova	Atmosferska voda	Otpadne vode		Izlivi		
			Komunalna	Industrijska	Prosek	Gradska	Podzemna
Cd	82	2	5	0,6	5	5	<1
Cr	50	1	22	0,8	10	16	<1
Cu	51	3	11	9	10	16	<1
Fe	79	3	5	0,5	6	6	<1
Hg	9	-	71	2	13	5	
Pb	44	9	19	3	6	19	<1
Un	29	18	8	2	21	22	<1

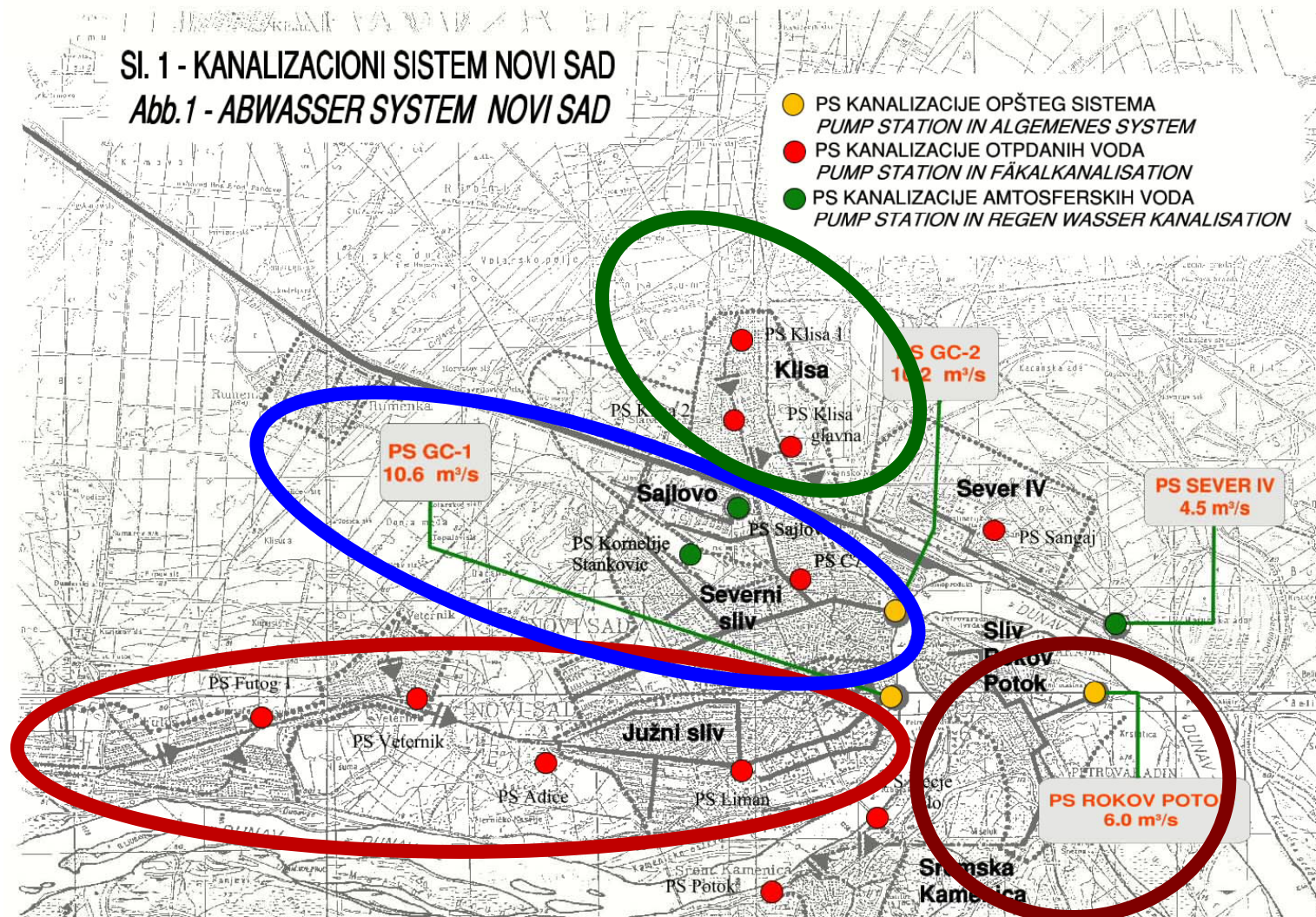
## Povećanje opterećenja olovom otpadnih voda grada Novog Sada pri atmosferskim padavinama

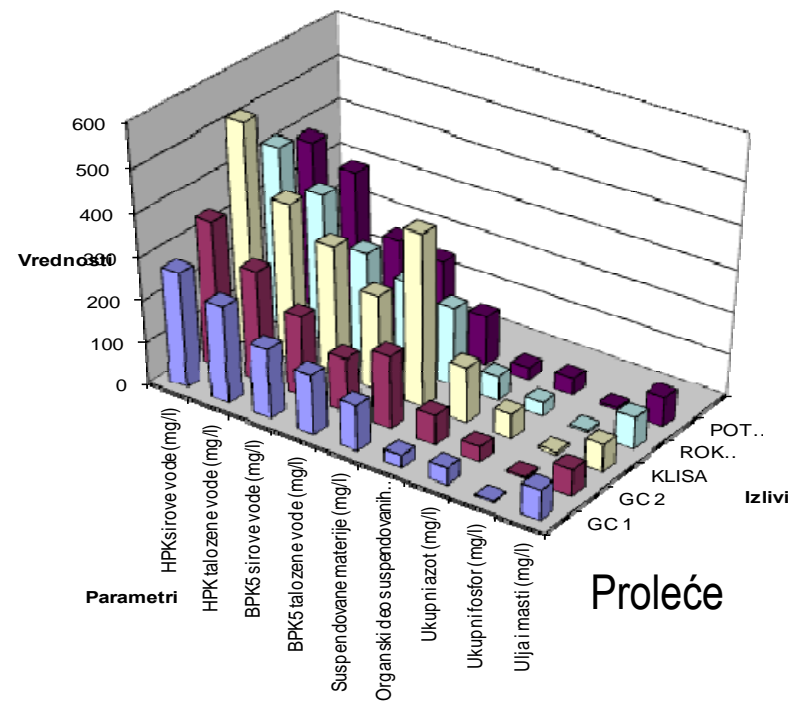
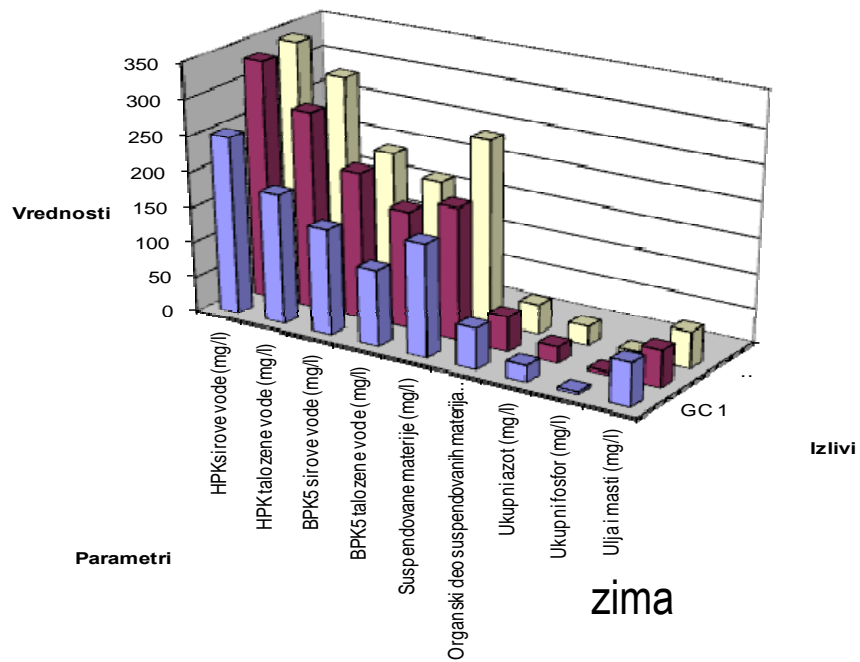
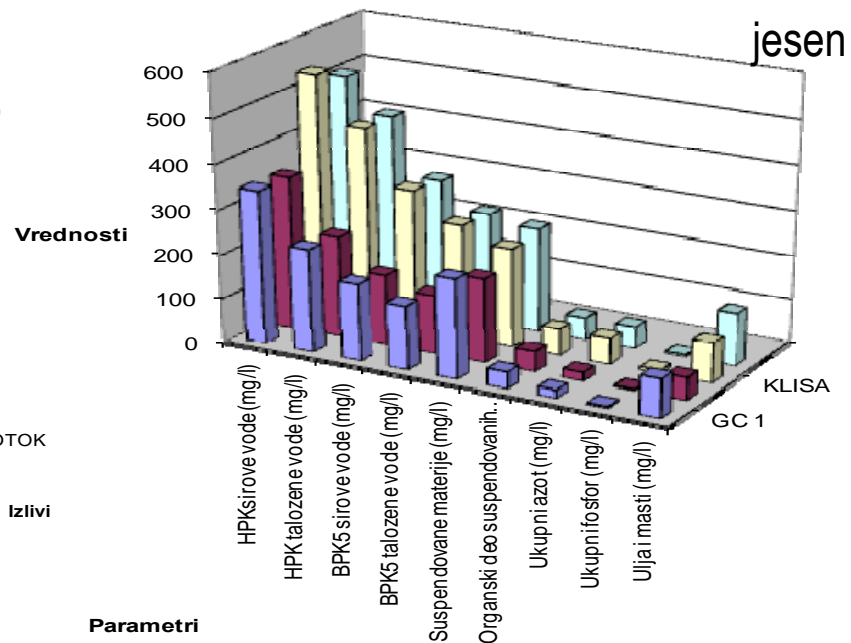
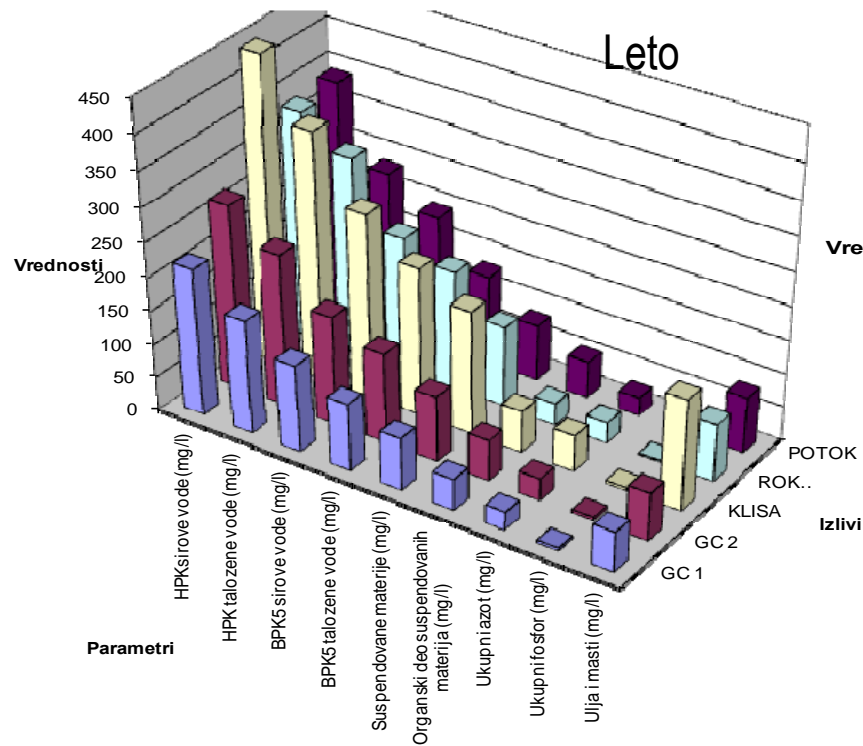


## Kvalitet komunalnih otpadnih voda u jednom naselju zavisi od:

- Načina življenja stanovništva i njihovog životnog standarda.
- Načina odvođenja otpadnih voda, tj. da li je sistem separatan ili zajednički sa atmosferskom kanalizacijom.
- Obima i vrste industrije koja se nalazi u naselju, tj. ako se industrijske otpadne vode kanališu zajedno sa komunalnim, od stepena u kojem je urađen predtretman industrijskih otpadnih voda.

# Primer: Otpadne vode Novog Sada





## Uticaj industrijskih otpadnih voda

- Udeo industrijskih otpadnih voda u gradskim otpadnim vodama stalno se povećava; **prerada mešavine ovih voda je često.**
- Gradske otpadne vode su mešavina industrijskih i komunalnih otpadnih voda**
- Ekonomičnija nego odvojena prerada, ali **ako u otpacima ima još toksičnih materija ili bioloških inhibitora, neophodno je izvršiti prethodnu preradu u samoj fabrici.**



- Količine industrijskih otpadnih voda i uticaj koji one vrše na gradski efluent mogu se proceniti **upoređivanjem osobina gradskog efluenta koji sadrži industrijske otpadne vode s osobinama efluenta u kojem ovih voda nema.**
- Pri tome se uzimaju u obzir sledeći kriterijumi:
  - Biodegradabilnost
  - Prisustvo amonijaka
  - Uticaj pH
  - Redoks potencijal
  - Toksičnost



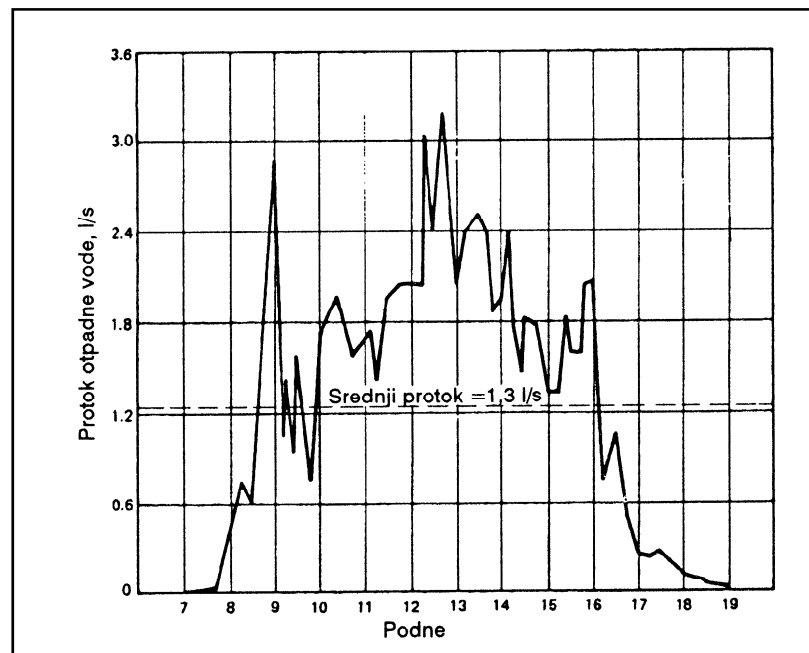


## Toksičnost industrijskih otpadnih voda

- Ako u vodi ima teških metala  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{6+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ , makar i u malim količinama (na primer 0,1 mg/l), delovanje bakterija može da bude potpuno onemogućeno.
- Sulfidi, u koncentraciji od 25 mg/l, potpuno zaustavljaju biološke procese u neaklimatizovanom aktivnom mulju.
  - Adaptiranje u trajanju od nekoliko dana povećava stepen tolerancije i do 100 mg/l.
- Postoji veliki broj toksičnih materija; njihovo izlivanje u kanalizacionu mrežu, a pogotovo njihovo izlivanje u prirodnu sredinu je zakonom zabranjeno (cijanidi, hidroksilna ciklična jedinjenja, itd. . . .).
- I neke farmaceutske materije mogu štetno da deluju na razvoj bakterija (antibiotici, itd. . . .).

# Industrijske otpadne vode

Za razliku od komunalnih otpadnih voda, čiji je sastav uglavnom poznat, karakterizacija i prečišćavanje otpadnih voda iz različitih industrijskih pogona retko trpi uopštavanje i tipiziranje.



**PROCESNE OTPADNE VODE**

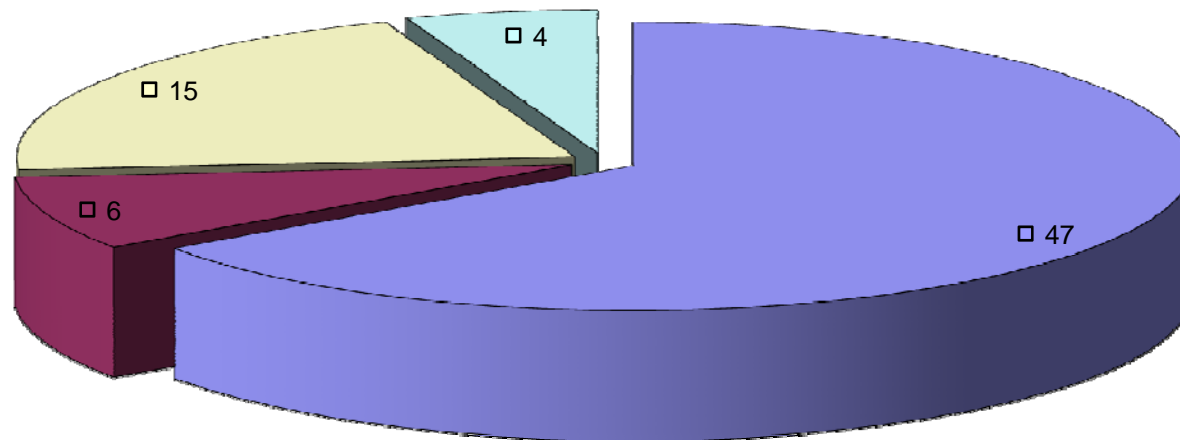
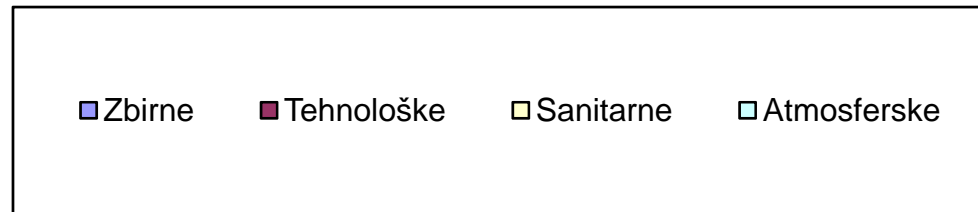
**RASHLADNE**

**INDUSTRIJSKE OTPADNE VODE**







**OTPADNA VODA OD ČIŠĆENJA  
OPREME I POSTROJENJA**

**SANITARNE OTPADNE  
VODE**

## PRIMER: Vrste izliva industrijskih otpadnih voda u gradsku kanalizaciju Novog Sada



## KARAKTERISTIKA OTPADNIH VODA PO GRANAMA INDUSTRIJE JE SLEDEĆA

<p style="text-align: center;"><b>Hemijsku, naftna i petrohemijska industrija</b></p> 	<p>Velika potrošnja vode. Voda se troši za tehnološke svrhe, napajanje kotlova i rashlađivanje. Sastav otpadnih voda zavisi od vrste sirovina, proizvoda i od tehnološkog postupka. Specifični parametri zagađenja ove grane su: <b>temperatura, pH, suspendovane materije, organske materije, azot, fosfor, nitrati, sulfati, kalijum, kalcijum, fluoridi, arsen, nikl, hrom, hloridi, olovo, cink, bakar, fenoli, ugljovodonici, cijanidi, titan, silikati, merkaptani, sulfidi, ulja, masti itd.</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>Prehrambena industrija</b></p> 	<p>U toj grani se voda troši za transport sirovina, izluživanje korisnih sastojaka, termičku obradu gotovih proizvoda, rashlađivanje, čišćenje opreme i prostorija. Najznačajnije industrije koje se svrstavaju u ovu granu su: šećerane, pivare, mlekare, fabrike za preradu voća i povrća, industrija vrenja, mesna industrija i industrija konditorskih proizvoda. Karakteristični parametri zagađenja ove grane su: <b>taložive materije, suspendovane materije, organske materije, azot, fosfor, ulje, masnoća, hloridi i temperatura.</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>Industrija papira</b></p> 	<p>Uloga vode u ovoj industriji je tako velika da se često smatra kao "<i>druga sirovina</i>" pored biljnih tkiva. Voda služi pre svega kod izluživanja sirovina, a zatim kod stvaranja pulpe za presovanje papira. Karakteristični parametri zagađenja ove grane su: <b>pH, suspendovane materije, organske materije, boje, teški metali, sulfidi, fenoli, azot i fosfor</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>Kožarska i tekstilna industrija</b></p> 	<p>Voda se troši za pripremu sirovine i za doradu proizvoda. Karakteristični parametri zagađenja ove grane su: <b>temperatura, pH, taložive materije, suspendovane materije, boje, rastvorne neorganske materije, organske materije, hrom, sulfidi, fenoli, ulja, masnoća.</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>Metaloprerađivačka industrija</b></p> 	<p>Voda se troši za rashlađivanje i u procesu termičke obrade i površinske zaštite metala. Količina otpadnih voda ove grane je relativno mala, ali je zagađenje specifično i veliko. <b>Karakteristični parametri su: pH, ulje, masnoća, hrom, olovo, cink, kadmijum i fenol.</b></p>
<p style="text-align: center;"><b>Otpadne vode stočarstva</b></p> 	<p>Otpadne vode potiču prvenstveno sa stočnih farmi sa tečnim izđubrivanjem. Količina i sastav tečnog stajnjaka na jednoj farmi zavisi od više faktora, kao što su brojno stanje, tehnologija ishrane, način izđubrivanja i sl. Sa tog aspekta u Jugoslaviji vlada veliko šarenilo. Glavna karakteristika tečnog stajnjaka <b>je visoko organsko zagađenje</b>. Pri tome znatan deo prisutnih organskih materija se nalazi u taložnom suspendovanom obliku. Posebna karakteristika ovih otpadnih voda je <b>visok sadržaj amonijaka</b> usled čega imaju izražen alkalni karakter.</p>

# Štetne materije u industrijskim otpadnim vodama

- Toksični joni metala, koji negativno utiču na biološku razgradnju organskih materija.
- Kiseline i baze, koje izazivaju koroziju vodova, objekata, opreme, utiču na proces taloženja, usporavaju ili zaustavljaju biološke procese, prouzrokuju miris i intenzivnu boju.
- Zapaljive materije, koje dovode do požara i eksplozije.
- Masnoće, začepjavaju otvore, vodove i crpke, preopterećuju digestore.
- Otrovnii gasovi, opasni su za osoblje na sistemu za prečišćavanje.
- Deterdženti, izazivaju penu kod aeracije.
- Vlasknaste materije, začepjavaju otvore, opterećuju digestore, remete redovno funkcionisanje crpki.
- Kamenčići i pesak, začepjavaju vodove, talože se u objektima, izazivaju abraziju crpki, remete funkcionisanje rešetki i sita
- Fenol i ostale toksične materije.

**Izbor polutanata u otpadnoj vodi koji treba ukloniti i potreban nivo njegovog uklanjanja se rešava za svaki slučaj posebno. Pri tome se moraju uzeti u obzir:**

- uslovi okoline,
- primeniti odgovarajuća naučna saznanja,
- voditi računa o iskustvima iz prakse i
- voditi računa o zakonskoj regulativi koja se odnosi na normiranje maksimalno dozvoljenih koncentracija (GVE) zagađujućih materija pojedinih efluenata
  - efluenata koji se ispuštaju u javnu kanalizaciju ili
  - u vodoprijemnik.





**HVALA NA PAŽNJI !**