

Univerzitet u Novom Sadu
Prirodno-matematički fakultet
Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine
Udruženje za unapređenje zaštite životne sredine „Novi Sad“
Fondacija "Docent dr Milena Dalmacija"



Monitoring otpadnih voda naselja u cilju dobijanja podataka za projektovanje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda

Prof. Dr Dejan Krčmar

Novi Sad 8-10. septembar, 2021.

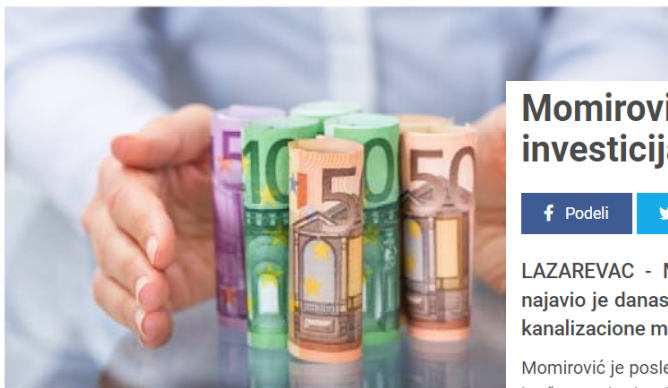


"Investicije kakvih nije bilo 40-50 godina": Tri milijarde evra za komunalnu infrastrukturu

Beograd -- Ministarka građevinarstva, saobraćaja i infrastrukture Zorana Mihajlović kaže da će u komunalnu infrastrukturu u Srbiji biti uloženo više od tri milijarde evra.

IZVOR: B92 | SREDA, 29.07.2020. | 10:55 -> 11:10

Свиђа ми се Твитуј Podeli



Momirović: Dve fabrike za preradu otpadnih voda, investicija 40 miliona evra

Podeli Tvituj Pošalji Čitaj mi A A

LAZAREVAC - Ministar građevine, saobraćaja i infrastrukture Srbije Tomislav Momirović najavio je danas u Lazarevcu izgradnju dva pogona za preradu otpadnih voda, 75 kilometara kanalizacione mreže i kružnog toka i pasarele u blizini jezera Očaga.

Momirović je posle sastanka s rukovodstvom opštine rekao da je vlada Srbije donela zaključak o izgradnji kružnog toka i najavio da će radovi početi krajem leta ili početkom jeseni, a do tada, kako je naglasio, treba završiti sve zakonske procedure oko projektovanja.

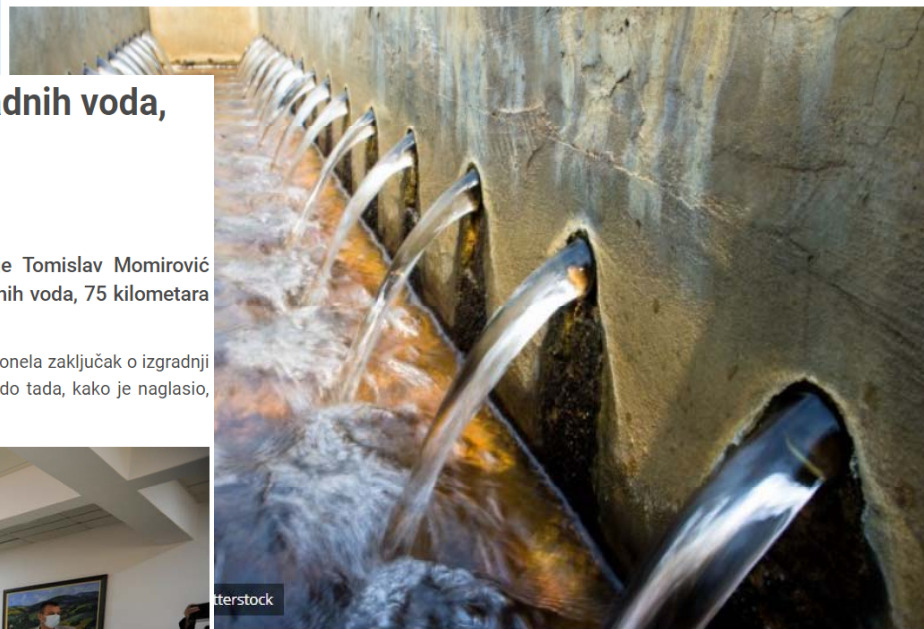


Zrenjanin čeka izgradnja prečištača otpadnih voda

Odeljenje za urbanizam Gradske uprave Zrenjanin objavilo je javni poziv za prezentaciju projekta urbanističko-arhitektonске razrade lokacije za izgradnju postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda.

IZVOR: BETA | UTORAK, 3.08.2021. | 13:47 -> 17:15

Свиђа ми се Твитуј Podeli



Kineski CRBC će graditi komunalnu infrastrukturu u 65 opština (VIDEO)



andar Vučić, Foto: Tanjug/ Sava Radovan

Srbija je sa kineskom kompanijom CRBC potpisala ugovore o projektovanju i izgradnji komunalne infrastrukture i infrastrukture za odlaganje komunalnog čvrstog otpada, ukupne vrednosti 3,2 milijarde evra.

SARADNJA

ČEN BO: Kineska preduzeća spremna za izgradnju postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u Srbiji

RSE: Kinezi bez tendera dobili posao prečišćavanja otpadnih voda u Beogradu

BIZNIS | Autor: Beta | 31. jan. 2020 11:48 > 11:55

Podeli: [f](#) [t](#) [e](#) [s](#)



Ugovorima će biti omogućeno projektovanje i izvođenje radova na izgradnji postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, kanalizacione mreže i pumpnih stanica u 65 opština i gradova, na ukupno 73 lokacije, kao i sanacija ili izgradnja regionalnih deponija na šest lokacija.

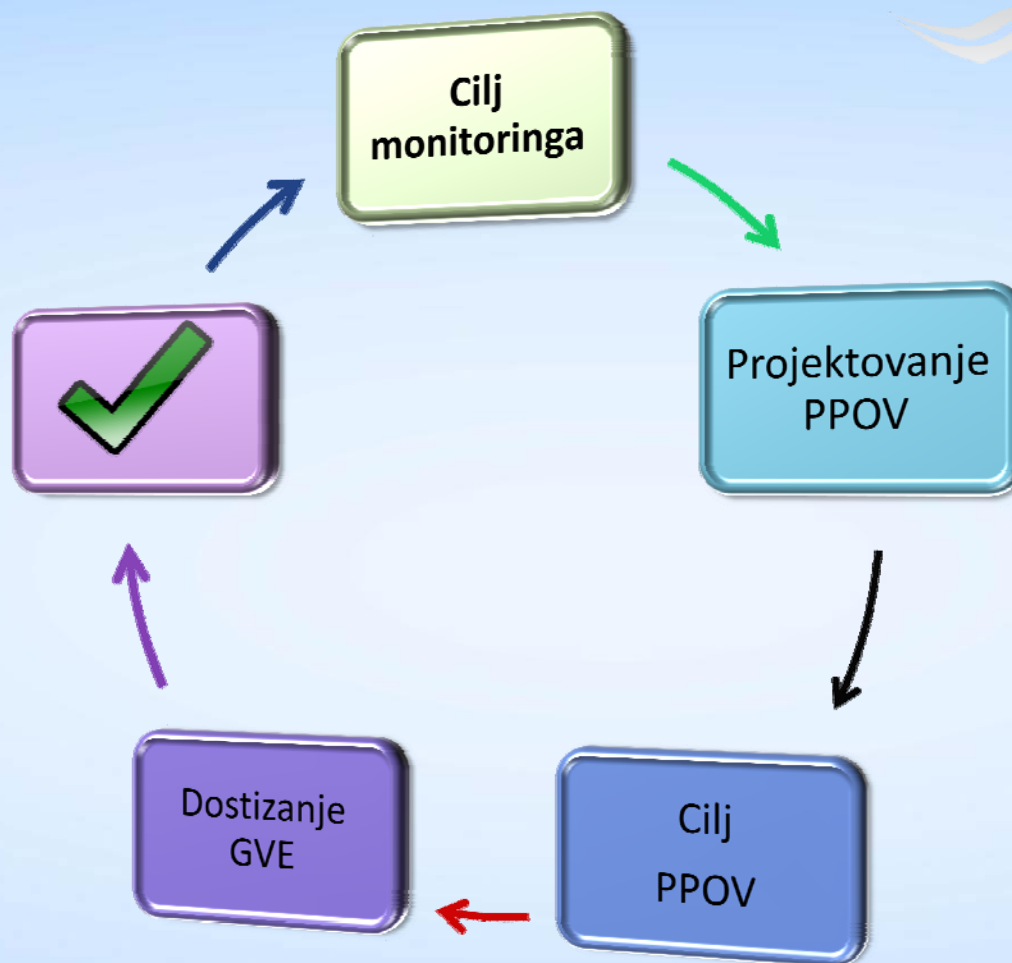
Ugovorima su predviđeni i rokovi izgradnje i oni za svaki pojedinačni projekat iznose 39 meseci za završetak svakog pojedinačnog objekta, računajući i probni rad, a od dana izdavanja prve građevinske dozvole, u bilo kojoj opštini počinje da teče apsolutni rok za završetak izgradnje u svim jedinicama lokalne samouprave i taj rok je pet godina.

Svi predviđeni radovi i izgradnja objekata biće sprovedeni u skladu sa srpskim propisima, ali i evropskim direktivama iz te oblasti, sa najvišim standardima i primenom najnovijih tehnologija.

Monitoring → Informacija

?

- Koje vrednosti
- Koji parametri
- Koji kapacitet PPOV



PARAMETRI

Pravilnik o načinu i uslovima za merenje količine i ispitivanje kvaliteta otpadnih voda i sadržini izveštaja o izvršenim merenjima („Sl.Glasnik RS“, br. 33/2016)

Uredba o GVE zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje (**“Sl. Glasnik RS”, br. 67/2011, 48/2012 i 1/2016**)

Vodni uslovi -Zabranjeno je ispuštanje bilo kakvih voda osim uslovno čistih atmosferskih voda i prečišćenih otpadnih voda koje obezbeđuju održavanje minimalno dobrog ekološkog statusa (II klasa vode) recipijenta prema Uredbi o klasifikaciji voda.

Mulj - Uredba o GVE

Granične vrednosti emisije za ostatke od prečišćavanja komunalnih otpadnih voda

Protok (minimalni, maksimalni i srednji dnevni), temperatura vazduha, temperatura vode, barometarski pritisak, boja, miris, vidljive materije, taložive materije , pH vrednost, BPK₅, HPK, sadržaj kiseonika, suvi ostatak, žareni ostatak, gubitak žarenjem, susp. materije i el.provodljivost.

BPK₅,
HPK,
Ukupne suspendovane materije,
ukupni P,
ukupni N



Olovo
Kadmijum
Hrom
Nikl
Živa
Bakar
Cink
Arsen
AOX
PCB
PCCD/F





Neophodno utvrditi kvalitet i količinu otpadnih voda

- ✓ **osnovni korak** prilikom koncipiranja tehnologije i opreme za prihvatanje, prečišćavanje i ispuštanje otpadnih voda.
- ✓ Iz protoka i konc. zagađenja → **opterećenje procesa**
 - hidrauličko **opterećenje**,
 - organsko **opterećenje**,
 - količina taloga.
- ✓ Podatke prilagoditi situaciji u regionu
- ✓ Preporuka: podatke treba uzeti prema programu za 20 godina (I stepen izgradnje za 15 g.)



Kvalitet otpadne vode?

Monitoring ili preuzeti standardne vrednosti ?



Veći deo komunalnih otpadnih voda čine upotrebljene 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.

Zemlja	BPK g/st.	Susp. materije g/st.
Francuska	60 – 80	70
Italija	60 – 70	70 - 80
Švajcarska	75	100
Kanada, SAD	80 – 100	100 - 120
Japan	64 – 84	58 - 76

Parametar	Jedinica mere	Vrednost
BPK ₅	g/ES·dan	60
HPK	g/ES·dan	120 - 150
Susp. materije	g/ES·dan	70 - 90
Ukupan azot	g/ES·dan	12 - 15
Ukupan fosfor	g/ES·dan	2,5 - 3





**Zajedničko prečišćavanje /
Industrijske otpadne vode ?**

Pokazatelj	Koncentracija (mg/l)
Ukupno čvrste materije	300 – 1200
Ukupno suspendovane materije	100 – 400
Ukupno rastvorene materije	250 – 850
BPK ₅	100 – 400
HPK	200 – 1000
Ukupan azot (N)	15 – 90
Ukupan fosfor (P)	5 – 20
pH	7 – 7,5
Hloridi	30 – 85
Sulfati	20 – 60

Problem – izgrađenost kanalizacije i septičke jame ?

Pokazatelj	Koncentracija (mg/l)
Ukupno rastvorene materije	5000 – 17000
BPK ₅	4000 – 10000
HPK	6000 – 16000
NH ₄	1500 – 5000



Količine otpadne vode?

Monitoring ili preuzeti standardne vrednosti ?



- ✓ za naselja s manje od 10 000 korisnika, 150 l
- ✓ za naselja sa 10 000-50 000 korisnika, 200 l
- ✓ za naselja sa više od 50 000 korisnika, 250-500 litara

- + Industrija ?
- + Atmosferska kanalizacija?
- + Septičke jame?

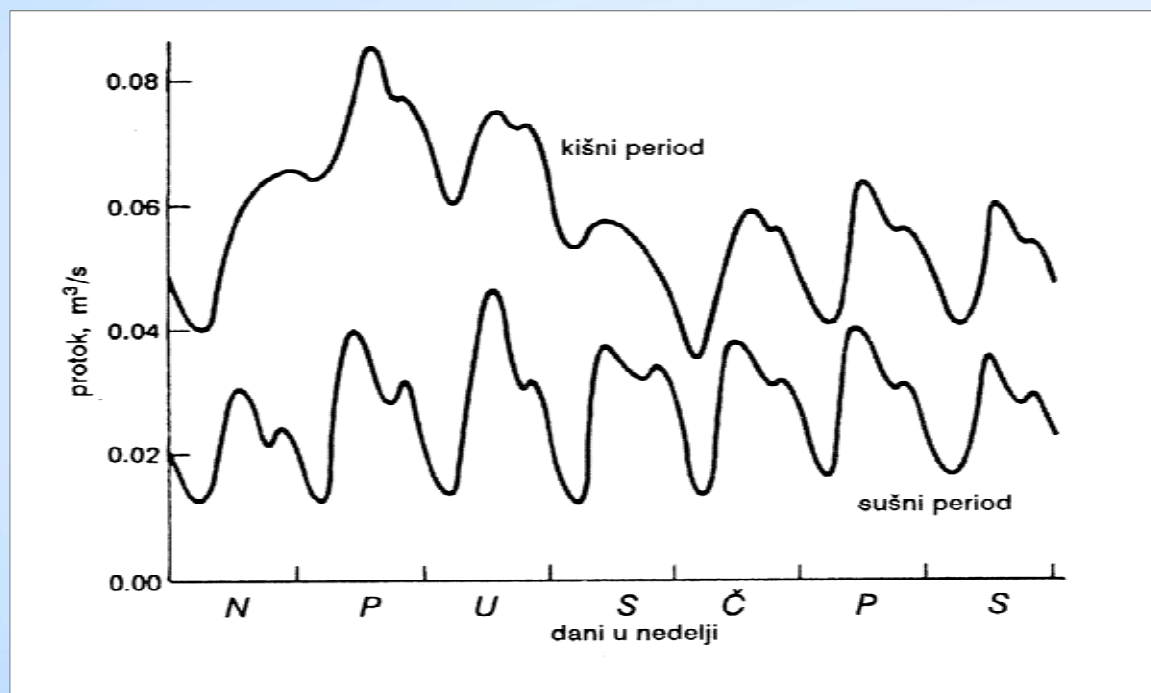


Dotok na PPOV formira se iz:

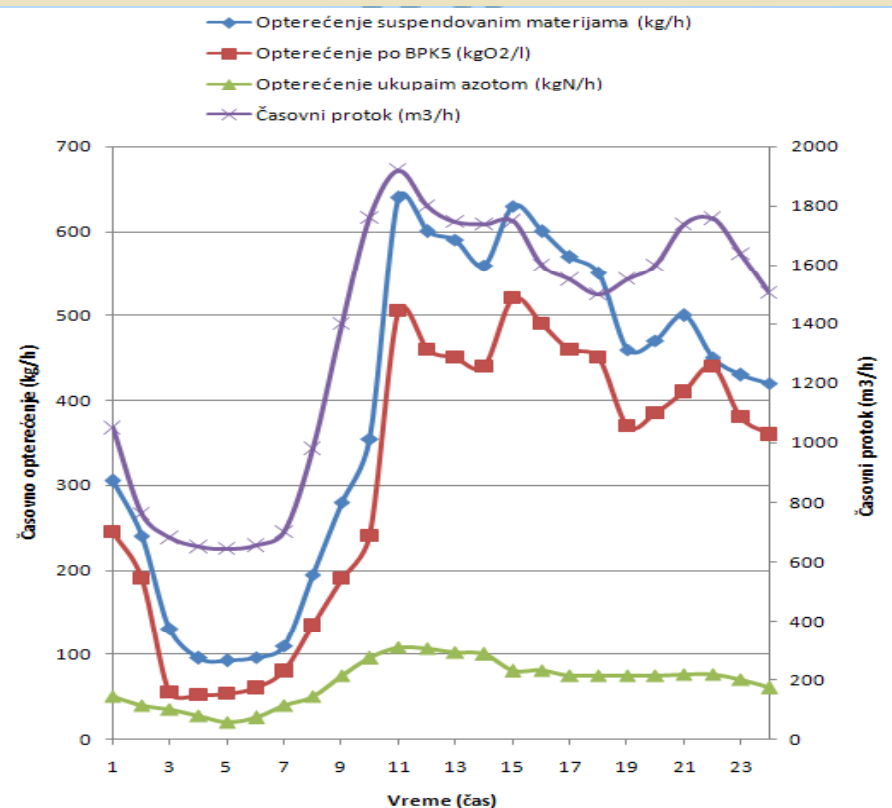
1. **Otpadnih voda iz domaćinstva** (80-90% od potrošene vode iz vodovodnog sistema) i komercijalnih, društvenih i uslužnih delatnosti,
2. Dotoka **industrijskih otpadnih voda** (ako ih ima)
3. Dela **atmosferskih voda** u mešovitim kanalizacionim sistemima,
4. **Ostale vode** (**svi neželjeni dotoci**: infiltracija kroz pukotine, divlji priključci, rupe na oknima i ostalim građevinama)



Količina i sastav komunalnih otpadnih voda pokazuje tokom dana **karakteristične varijacije**, što je **posledica ritma življenja** stanovništva. Izvesne varijacije protoka i sastava mogu se pojaviti tokom godine.

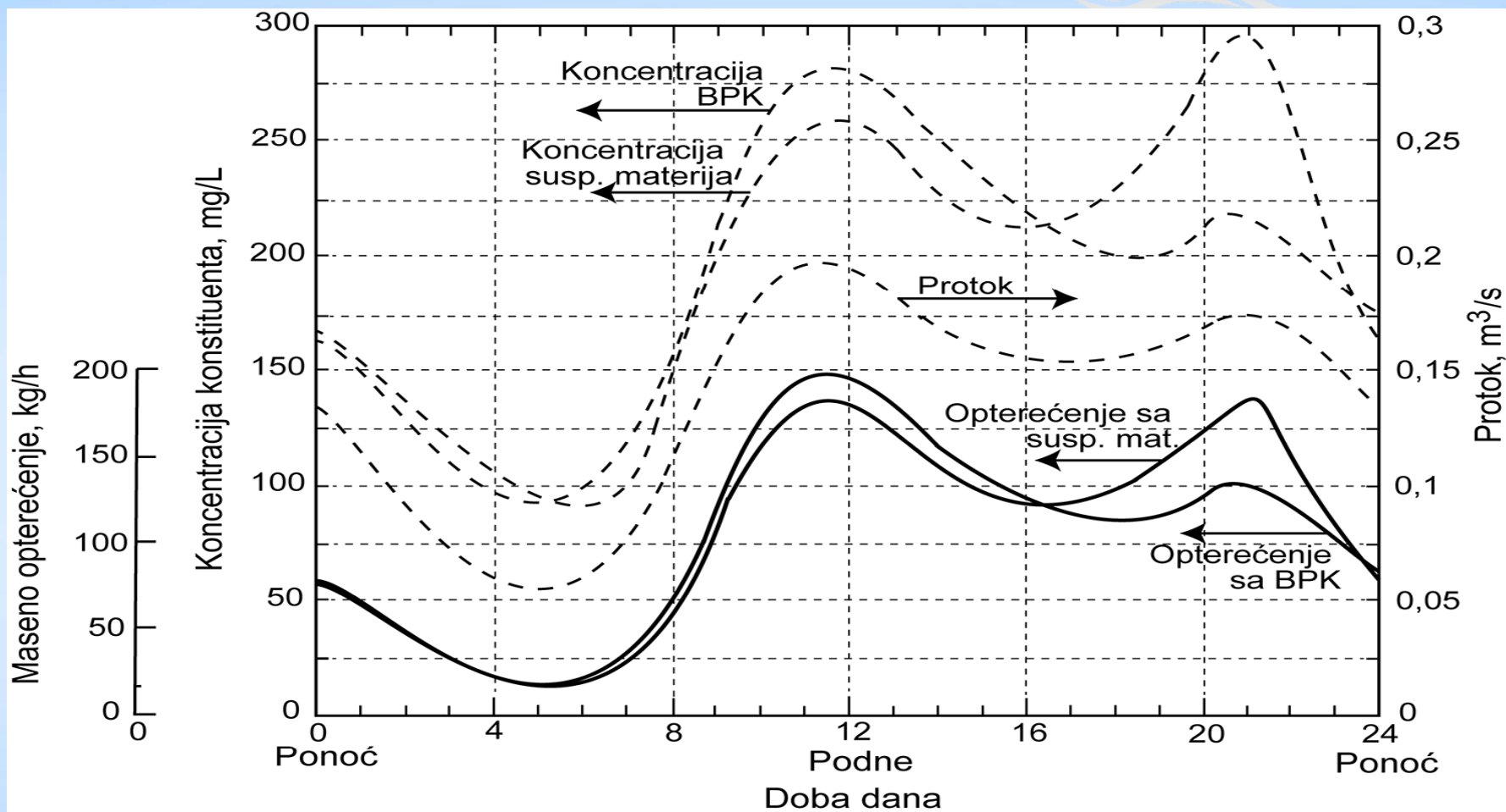


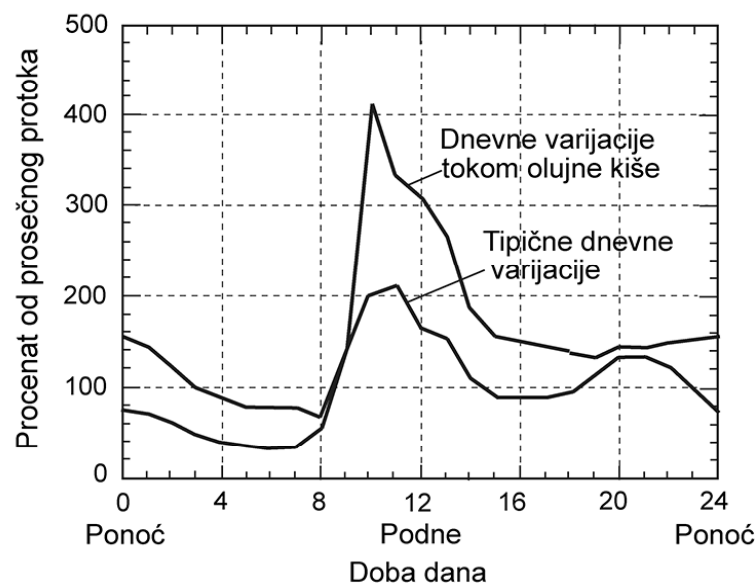
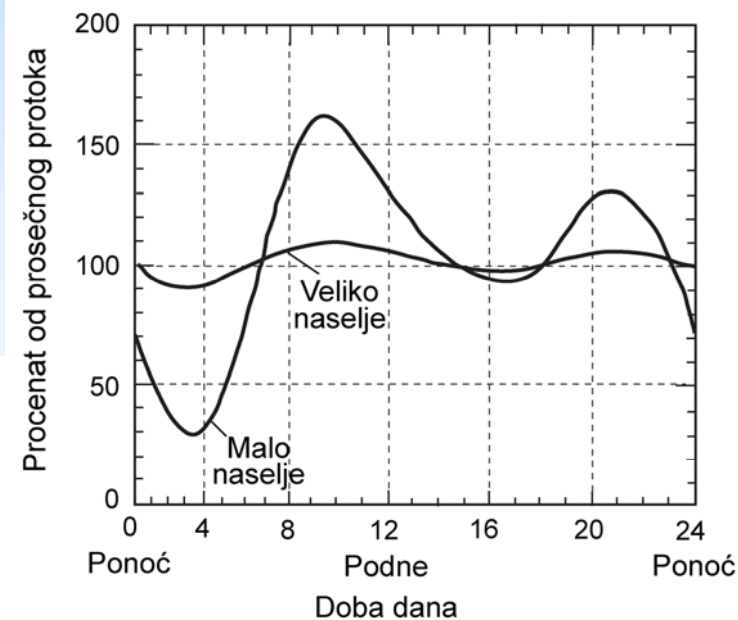
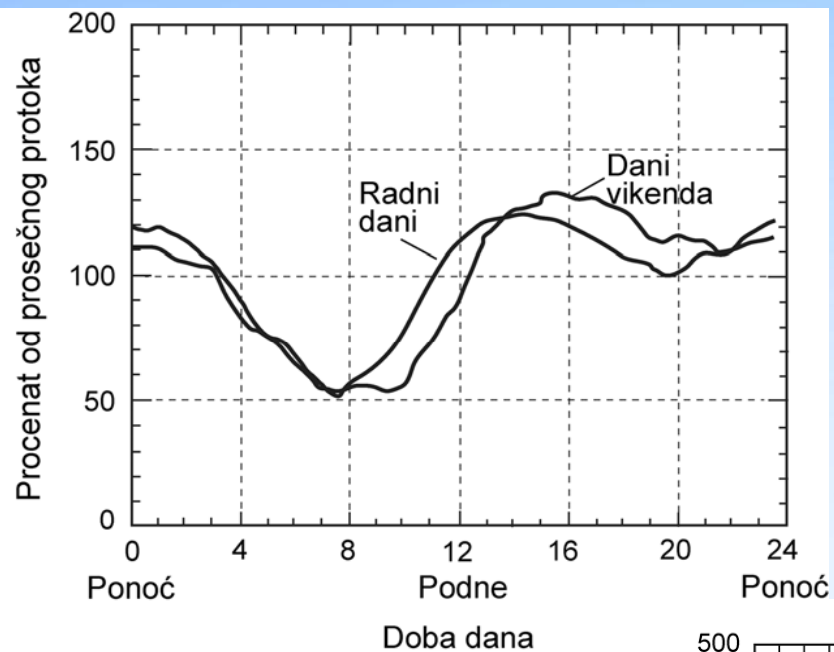
Dnevna fluktuacija zagađenja i protoka



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

Dnevne varijacije opterećenja



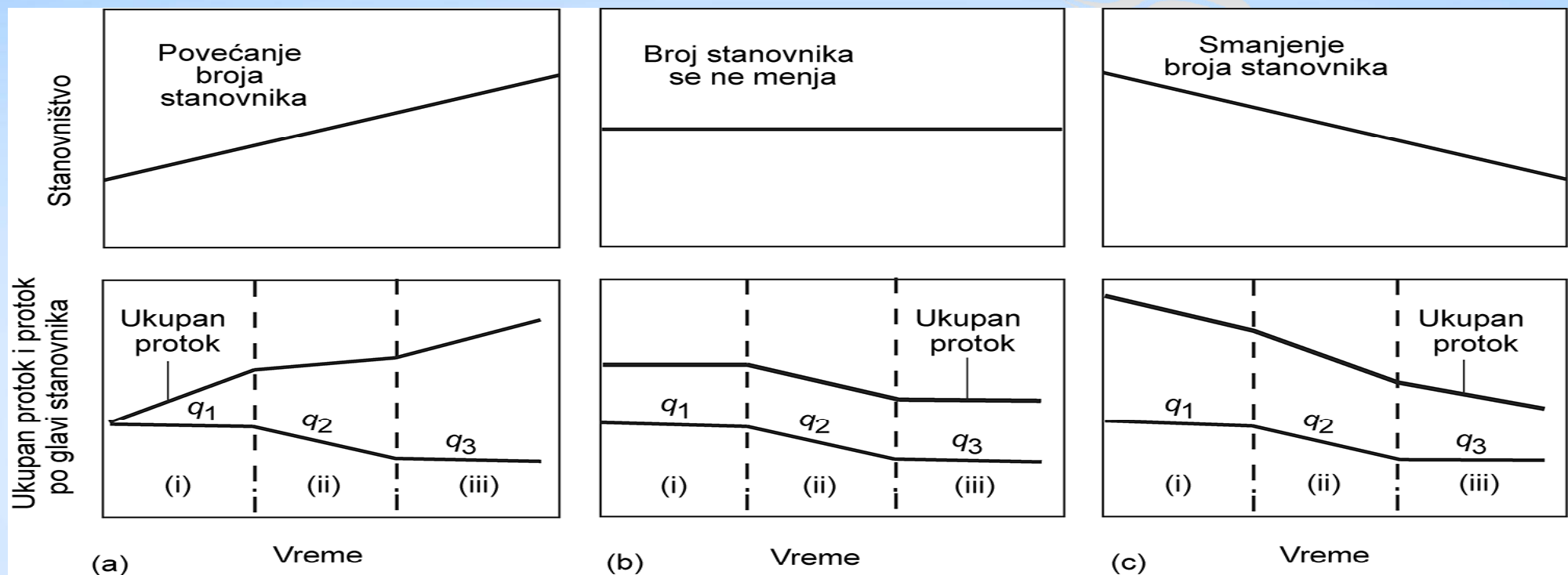


Varijabilnost protoka

- ✓ Uticaj varijabilnosti protoka **industrijskih otpadnih voda** (naročito za mala naselja)
 - Karakter industrije (kontinualni ili šaržni proizvodni procesi)
- ✓ **Sezonske varijacije** protoka, **primer naselja** sa: razvijenim turizmom, brojnim školama, sezonskom industrijom
- ✓ Uticaj **tipa kanalizacione mreže** (zajednička, separata), uticaj **stanja mreže** (infiltracija-eksfiltracija, uliv)



Dugotrajne varijacije protoka



q = Protok otpadne vode po glavi stanovnika

(i) Pre 1992. godine

(ii) Smanjenje potrošnje vode, ne zna se kraj ovog perioda

(iii) Maksimalno smanjenje potrošnje vode



ZAKLJUČAK:

da bi se dobio traženi kvalitet prečišćene otpadne vode proces prečišćavanja mora se koncipirati i izvesti

- u odnosu na konkretnu otpadnu vodu,
- u odnosu na kvalitet sirove otpadne vode,



prema tome projektovanje i izvođenje PPOV

samo na osnovu iskustva iz rada sličnih postrojenja, i/ili na osnovu dostupnih podataka iz literature, **ne garantuje** da će se u tehničkom, a pogotovo u ekonomskom pogledu, postići optimalni rezultati



- ✓ **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



Zajednička ili odvojena obrada otpadnih voda, predstavlja **pitanje**, na koje je **teško unapred odgovoriti**, **bez prethodnih analiza**



Industrijske otpadne vode - monitoring

Informacije - na osnovu podataka iz **katastra zagađivača** životne sredine (sektor otpadne vode) - Integralni katastar zagađivača

Prikupljanje podataka:

- ✓ identifikacioni podaci o zagađivaču
- ✓ podaci o proizvodnji
- ✓ podaci o otpadnoj vodi i načinu utvrđivanja količine i kvaliteta otpadnih voda
- ✓ podaci o postrojenju za predtretman otpadnih voda



Osnovni **ulazni podaci** za projektovanje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda



Parametri otpadnih voda :

- ✓ Protok (srednji, max, min – dnevni; max/min – satni)
- ✓ Ukupne suspendovane materije
- ✓ Sastav organskih materija
- ✓ Azot
- ✓ Fosfor
- ✓ Patogeni organizmi
- ✓ Temperatura
- ✓ pH
- ✓ Alkalitet
- ✓ Ostalo - zavisi od tipa otpadne vode (metali, hloridi, sulfati...)

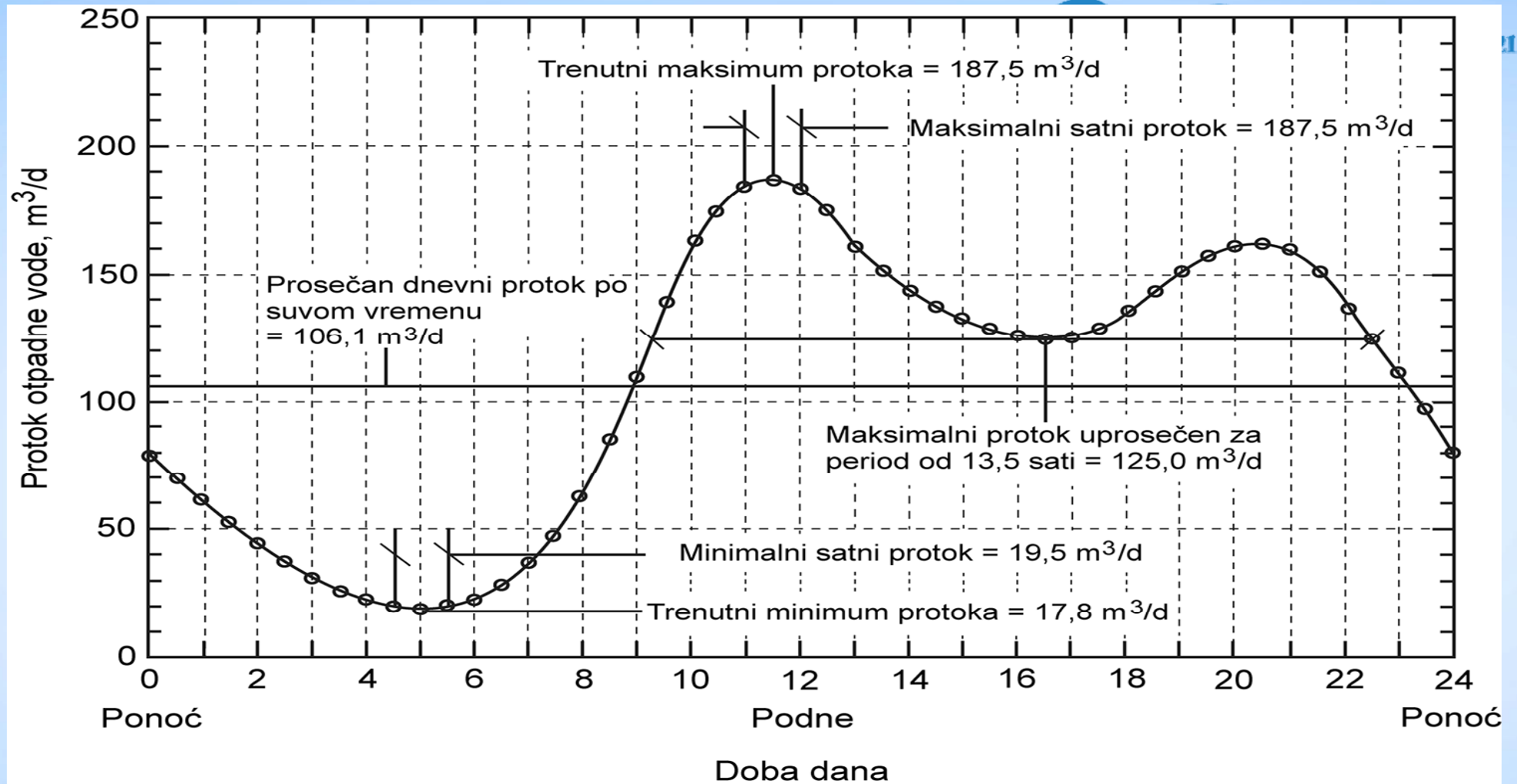


1. Protoci

Srednji dnevni	Q_{sr}	Sr. god. volumen odpadnih voda/365, m ³ /dan
Maksimalni dnevni	Q_{max}	$Q_{max} = k_d \cdot Q_{sr}$ $k_d = \frac{Q_{max}}{Q_{sr}}$ $k_d = 1,5$ (obično)
Minimalni dnevni	Q_{min}	$Q_{min} = k_{dm} \cdot Q_{sr}$
Maksimalni satni	$Q_{max,h}$	$Q_{max,h} = Q_{max} \cdot k_h$ $k_h = 1,2...3$
Minimalni satni	$Q_{min,h}$	$Q_{min,h} = Q_{min} \cdot k_{h,min}$

m³/h
m³/s
l/s





Merenje ili utvrđivanje količine otpadnih voda



- ✓ na principu merenja nivoa otpadnih voda u otvorenim tokovima
- ✓ na osnovu registrovanja brzine proticanja fluida (brzinski merači protoka)
- ✓ merenje pomoću suda određene zapremine



ili:

- Ako terenska merenja protoka otpadnih voda nisu moguća i pravi podaci o protoku otpadnih voda nisu dostupni, **koriste se podaci o vodosnabdevanju** kao pomoćno sredstvo za procenjivanje protoka otpadnih voda.
- Ako podaci o vodosnabdevanju **nisu dostupni korisni su različiti podaci iz ustanova i opreme za vodosnabdevanje** koji mogu obezbediti procenu protoka otpadne vode.

Oko 60 do 85% potrošene vode po građanu postaje otpadna voda



Važnost dobre karakterizacije otpadne vode



Ulazni parametri :

BPK ₅:	.....	(mg/l)
HPK:	.....	(mg/l)
Suspendovana materija:	.....	(mg/l)
pH:	.....	
Ulja i masti:	.....	(mg/l)
N _{TOTAL}:	.....	(mg/l)
N-NH ₄	.....	(mg/l)
P _{TOTAL}:	.....	(mg/l)
Nitrati:	.....	(mg/l)
Nitriti:	.....	(mg/l)
Cl ⁻ :		(mg/l)
Deterdženti:	.....	(mg/l)



- ✓ Dobra komunikacija između svih učesnika monitoringa koji su odgovorni za različite faze procesa
- ✓ “planer” uzorkovanja i analitičar moraju da optimizuju celokupnu proceduru merenja (uključujući i uzorkovanje)



Poznavanja **bitnih parametara zagađenja** otpadne vode za **određeni proces** prečišćavanja

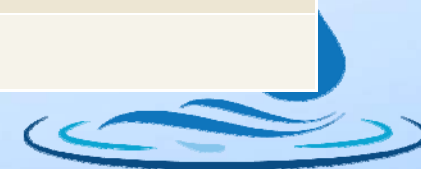
➤ **Primer** **biološkog** prečišćavanja sa aktivnim muljem

BOD	BPK (biohemijska potrošnja kiseonika)
COD	HPK (hemijska potrošnja kiseonika)
N	(Ukupni) azot
P	(Ukupni) fosfor

BOD	BPK (biohemijska potrošnja kiseonika)
BOD	Ukupni 5-to dnevni BPK
sBOD	Rastvoreni 5-to dnevni BPK
UBOD	Ukupni, konačni BPK



COD	HPK (hemijska potrošnja kiseonika)
TCOD	Ukupni HPK
bCOD	Biorazgradljivi HPK
pCOD	HPK dispergovanih čestica
sCOD	HPK rastvorenih materija
nbCOD	Bionerazgradljivi HPK
rbCOD	Lako, brzo, biorazgradljiv HPK
bsCOD	HPK biorazgradljivih rastvorenih materija
b_{COL}COD	HPK biorazgradljivih koloidno dispergovanih materija
sbCOD	Sporo biorazgradljiv HPK
bpCOD	HPK biorazgradljivih dispergovanih materija
nbpCOD	HPK bionerazgradljivih dispergovanih materija
nbsCOD	HPK bionerazgradljivih rastvorenih materija



Nitrogen	Azot
TKN	Ukupan azot po Kjeldahl-u – TKN
bTKN	Biorazgradljivi TKN
sTKN	Rastvorljivi (u filtratu) TKN
ON	Organski azot
NH₄-N	Amonijačni azot
bON	Biorazgradljivi ON
nbON	Bionerazgradljivi ON
pON	ON u dispergovanim materijama
bpON	Biorazgradljivi ON u dispergovanim materijama
nbpON	Bionerazgradljivi ON u dispergovanim materijama
sON	ON u rastvorenim materijama
bsON	Biorazgradljivi ON u rastvorenim materijama
nbsON	Bionerazgradljivi ON u rastvorenim materijama



Phosphorus	Fosfor
TP	Ukupan fosfor
PO ₄	Ortofosfati
bpP	Biorazgradljivi fosfor u dispergovanim materijama
nbpP	Bionerazgradljivi fosfor u dispergovanim materijama
bsP	Biorazgradljivi fosfor u rastvorenim materijama
nbsP	Bionerazgradljivi fosfor u rastvorenim materijama

- **Novi zagađivači** (farmakološke supstance, preparati za negu tela, droge, nanomaterijali)
 - i njihovi **produkti transformacije (PT)** tokom prečišćavanja



✓ **Ispravno uzorkovanje** predstavlja osnovu za dobijanje tačnih i pouzdanih podataka



- Da bi uzorak bio reprezentativan potrebno je da na kanalizacionom odvodu otpadnih voda postoji **šah** tako izgrađen da **omogućuje merenje protoka i uzorkovanje otpadnih voda**, tj. uzimanje kompozitnog uzorka proporcionalnog protoku.



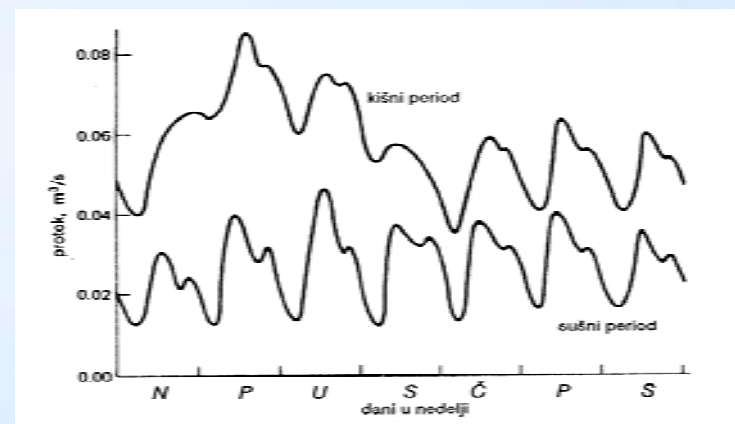
Prema Pravilniku o načinu i uslovima za merenje količine i ispitivanje kvaliteta otpadnih voda i sadržini izveštaja o izvršenim merenjima, (Sl.Glasnik RS 33/2016); prilog 2, poglavlje 1 - mesto uzorkovanja otpadnih voda, prilagoditi šah za merenje količine i kvaliteta otpadnih voda (na ulazu i izlazu sa postrojenja)



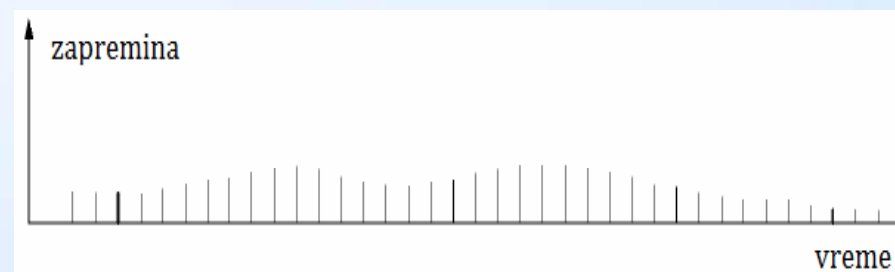
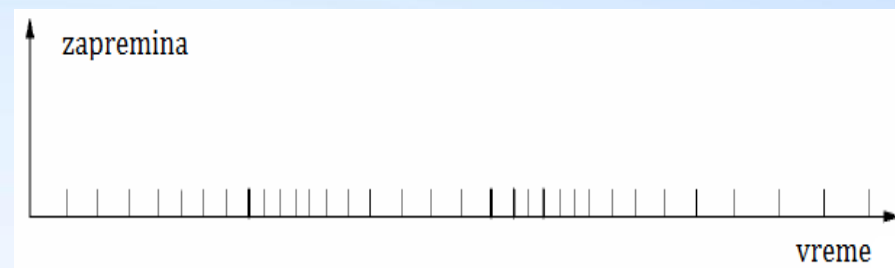
Dinamika uzorkovanja i tip uzorka



- Sastav otpadnih voda se menja u vremenu i prostoru,
- **Automatsko uzorkovanje** i analiziranje komponenti koje nas interesuju
24h (? Dana)
- Lokacija uzorkovanja, vreme i vremenski period se moraju pažljivo odabrati.
- Varijacije u kvalitetu koje je potrebno sagledati:
 - Varijacije tokom 24 h
 - Varijacije tokom dana u nedelji
 - Varijacije između nedelja
 - Varijacije između meseci i godišnjih doba
 - Trendovi

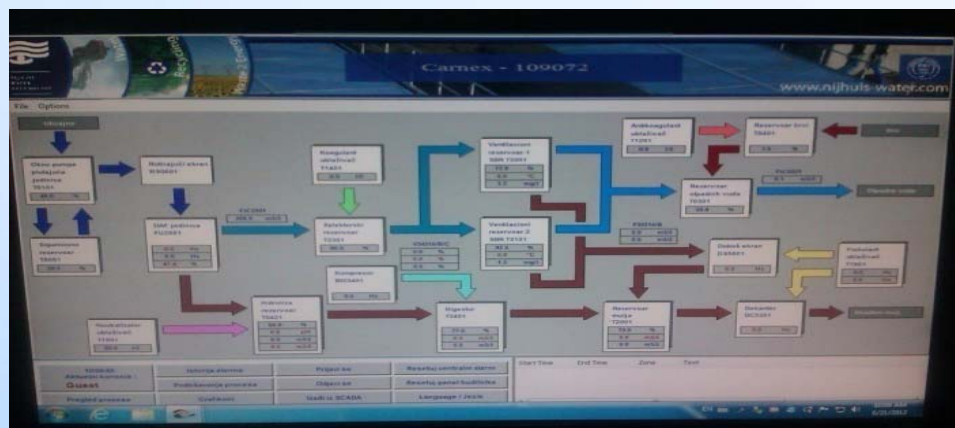


- **24-časovni** kompozitni uzorak **proporcionalan vremenu** u slučaju konstantnog protoka **ili proporcionalan protoku** u slučaju kada zapremina ispuštenih otpadnih voda značajno varira tokom vremena uzorkovanja.
- Ako je uzorak proporcionalan vremenu, vreme između pojedinačnih uzimanja jednakih količina uzoraka ne sme biti duže od 60min.



Direktna merenja

- ✓ **Kontinualne monitoring tehnike** imaju prednost u odnosu na **periodične monitoring tehnike**.
- ✓ **Automatizovane procedure** za merenja na **licu mesta (on-site)** koje omogućavaju **in-situ i on-line** merenje.
- ✓ **Veći broj podataka** koji olakšavaju statističku obradu i mogu istaknuti periode drugačijih operativnih uslova.
- ✓ **Nedostaci:** troškovi, moraju da se kalibrišu redovno sa referentnim standardnim metodama, one ne mogu biti od velike koristi za veoma stabilne procese, tačnost **on-line** analizatora procesa može biti manja od diskontinualnih laboratorijskih analiza.



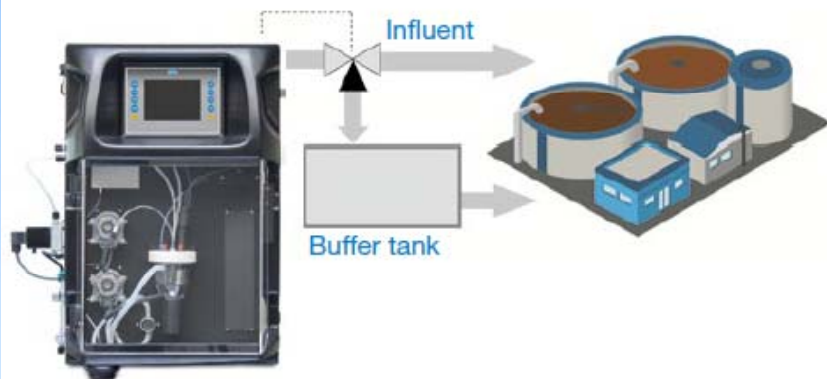
IQ SensorNet 2020 3G is a modular water quality system



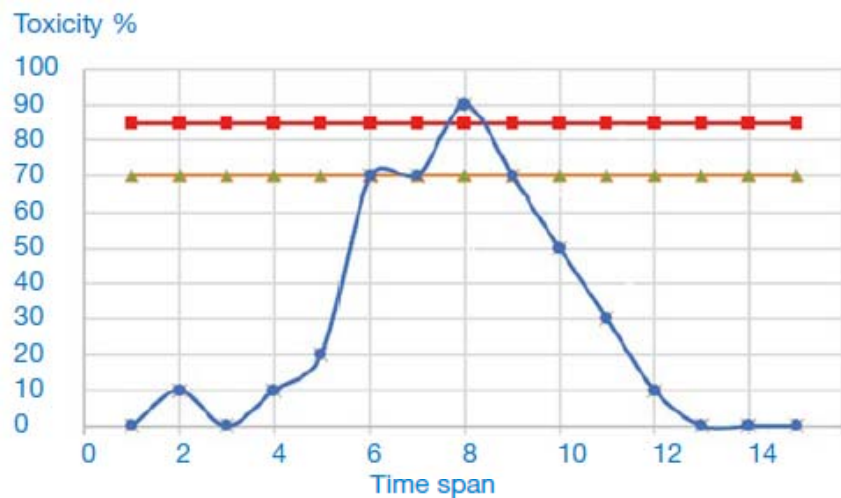
The system is capable of measuring:

- Dissolved oxygen (optical or electrochemical)
- pH
- ORP
- Conductivity
- Temperature
- Turbidity - ultrasonic cleaning
- TSS (total suspended solids) - ultrasonic cleaning
- Ammonium
- Nitrate*
- Potassium
- COD (chemical oxygen demand) - ultrasonic cleaning
- TOC (total organic carbon) - ultrasonic cleaning
- DOC (dissolved organic carbon share of TOC) - ultrasonic cleaning
- SAC (spectral absorption coefficient) - ultrasonic cleaning
- BOD (biochemical oxygen demand) - ultrasonic cleaning





Toxicity analysis results help decide whether to divert the influent into an emergency buffer tank.



In this example, the alarm level is at 70%, the action level at 85%. Alarm values can be programmed in the analyzer or the SCADA system.

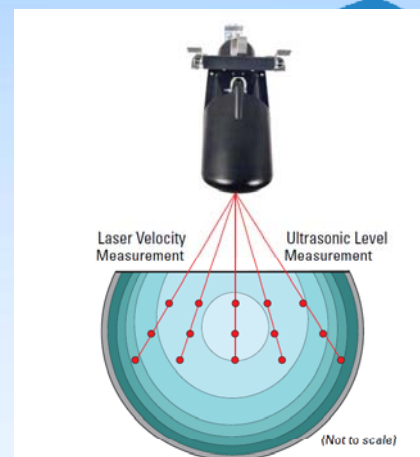


Figure 2: Multi-point/Multi-depth velocity method

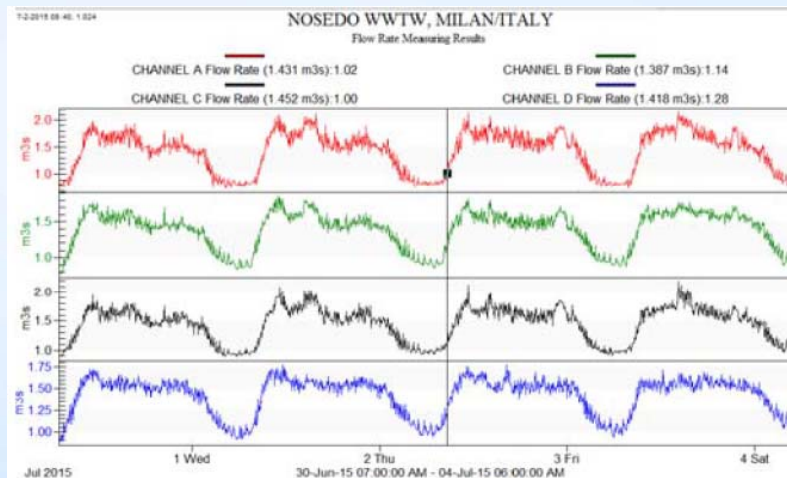


Figure 3: Flow Rate Measuring Results for four inlet channels in dry weather conditions





Water Workshop 2021

Da li imamo podatke ?

Kakve podatke imamo?

Katastar zagađivača?



Da li ćemo raditi po standardnim vrednostima i kojim?

*Monitoring!
Koji tip monitoringa?*

**Imamo li dovoljno
vremena?**



The end to this journey might be the end itself.



Hvala na pažnji