



Faktori za izbor procesa prečišćavanja otpadnih voda

Dr Dejan Krčmar

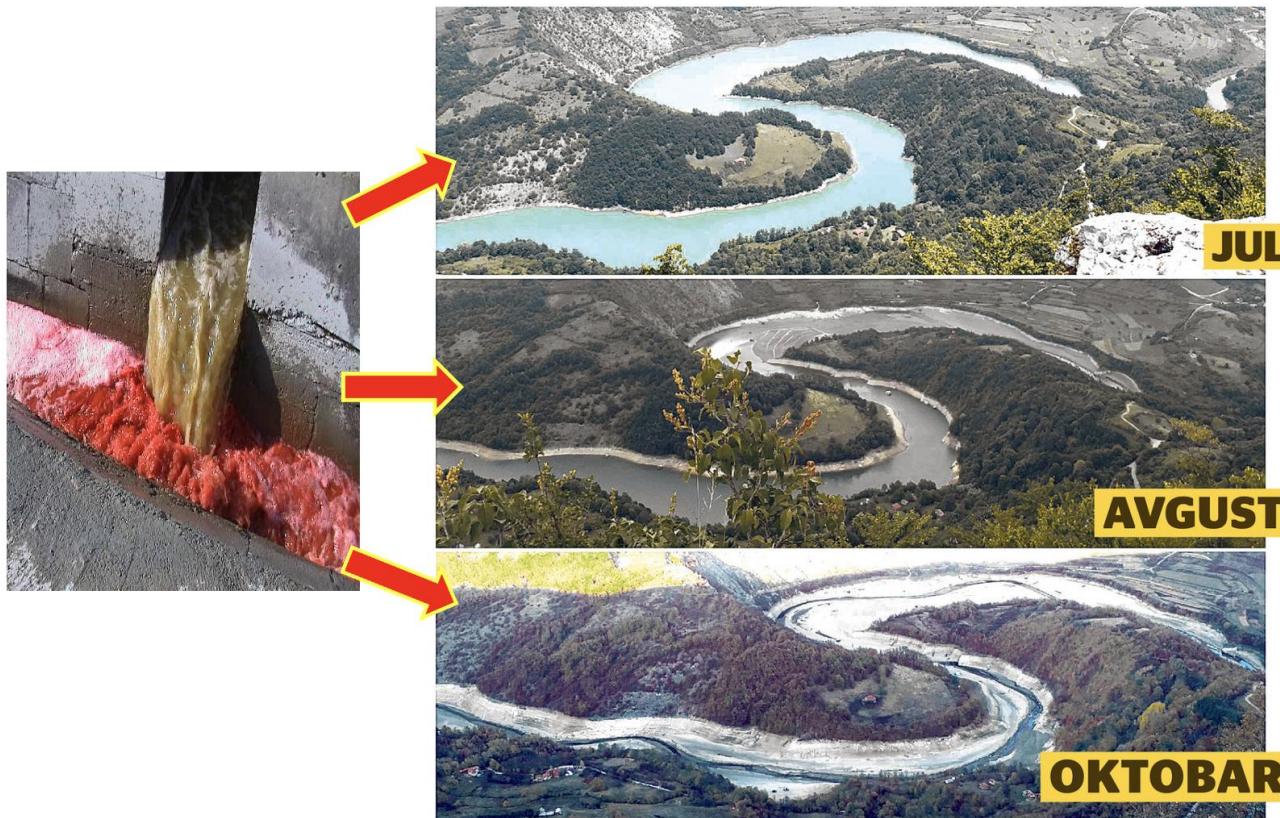
Izbor tehnološkog procesa (tehnologije) prečišćavanja otpadnih voda zasniva se na **detaljnoj analizi** svih bitnih faktora koji moraju da se uzmu u obzir prilikom ocene i izbora pojedinačnih procesa i postupaka prečišćavanja, odnosno **koji su uslovljeni**:

- ✓ Karakteristikama sirove otpadne vode (**količina i kvalitet**)
- ✓ Zahtevima u pogledu stepena prečišćenosti otpadnog toka (**Granične Vrednosti Emisije - GVE**)
 - Kanalizacija tj. tretman na zajedničkom prečistaču – „gradski prečistač“.
 - Vodotok koji je uslovлен karakteristikama životne sredine – ekološki potencijal.
 - Mogućnost ponovne upotrebe (recirkulacija u tehnološki proces, pranje, navodnjavanje i sl.).
- ✓ Postojećom i anticipiranom pravnom regulativom problematike otpadnih voda.



5. Забрањено је испуштање било каквих вода осим условно чистих атмосферских вода и комплетно пречишћених отпадних вода које обезбеђују одржавање минимално доброг еколошког статуса, тј. II класе вода водопријемника у складу са Уредбом о граничним вредностима загађујућих материја у површинским и подземним водама и седименту и роковима за њихово достизање и које по Уредби о граничним вредностима емисије загађујућих материја у водама и роковима за њихово достизање задовољавају прописане вредности. Концентрације штетних и опасних материја у ефленту морају бити у складу са Уредбом о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних

IZAZOV – KLIMATSKE PROMENE I GVE ?



Dodatni tretman (npr. tercijarni tretman) – **veći troškovi za industriju?**

Cilj: unapređenje kvaliteta tretirane vode u cilju ispunjenja standarda kvaliteta izlaznog efluenta i kvaliteta recipijenta

$BPK_5 \neq 25 \text{ mgO}_2/\text{l}$

$BPK_5 = 10 \text{ mgO}_2/\text{l}$

$\text{Ukupni P} \neq 2\text{mg/l}$

$\text{Ukupni P} = 1 \text{ mg/l}$



Cilj

- Dostići zadate **GVE**
- Napravi najbolji mogući izbor između alternativnih procesa i postupaka prečišćavanja
- Definisati optimalne parametre tehnološkog procesa (tehnološke parametre) prečišćavanja otpadnih voda
- Izdjeljovati dobijanje dozvola sa što manje ulaganja
- Što manje problema sa nadležnim organima i inspekcijama
- Ključ u ruke – „**najeftinija ponuda**“ ?



Cena gore opisane opreme za biološko prečišćavanje otpadnih voda iznosi:

Dozirna stanica za flokulant (reaktor+dozirna pumpa) 1 kom	2.270,00 €
Dozirna stanica za koagulant (reaktor+dozirna pumpa) 1 kom	2.270,00 €
Dozirna stanica za korekciju pH (reaktor+dozirna pumpa) 1 kom	2.270,00 €
Cevni flotator 1 kom	11.840,00 €
Vrecasti filter sa 5 glava 2kom	14.450,00 €
SBR uređaj kapaciteta 200 ES 1 kpl	26.770,00 €

U K U P N O 59.870,00 EURA bez PDV-a

REDNI BROJ	NAZIV OPREME	KOLIČINA (KOM)	JEDINIČNA CENA (EUR)	UKUPNO (EUR)
1.	Domino EW-ICSEP	1	115.000,00	105.000,00
	UKUPNO ZA PLAĆANJE	-	-	105.000,00

NAPOMENA : U slučaju da se sistemu dodaju opcije za UV zracenje, ozoniranje, i dodatno filtriranje kroz aktivni ugalj sa automatskim hlorisanjem, radi efikasnog uklanjanja mirisa, na cenu treba dodati još 12.000 EUR-a.

4.Cena

- Navedenu opremu možemo ponuditi za iznos od: **166.000,00 EUR**

Cena je izražena bez PDV-a.

Isporuka opreme 3 meseca.

U cenu je uključeno: Kompletne linije za tehnološku i sanitarnu otpadnu vodu

Faktori u izboru procesa prečišćavanja – brojni, neophodno preispitivanje i dopuna



Primenljivost procesa

Primenljiv opseg protoka (nastanka) otpadnih voda

Primenljive varijacije protoka

Karakteristike sirove otpadne vode,

Inhibirajući konstituenti i oni na koje se ne deluje

Klimatske prilike

Dimenzionisanje procesa na osnovu kinetike reakcija ili kriterijuma opterećenja procesa

Dimenzionisanje procesa na osnovu brzina prenosa

mase ili kriterijuma opterećenja procesa

Performanse procesa

Otpadni tokovi procesa

Obrada mulja nastalog u procesu prečišćavanja otpadnih voda

Ograničavajući faktori okoline (ekološki potencijal životne sredine)

Potrebe za hemikalijama

Potrebe za energijom

Potrebe za ostalim resursima

Potrebe za radnom snagom

Potrebe vezane za rad i održavanje postrojenja

Pomoćni procesi

Pouzdanost

Složenost

Kompatibilnost

Adaptibilnost

Ekonomski analiza životnog veka postrojenja

Raspoloživost zemljišta itd.



Primenljivost procesa je po važnosti iznad svih, jer se radi o osnovnom koncipiranju tehnologije prečišćavanja, i ukoliko se tu pogreši, ceo dalji proces projektovanja, konstrukcije, i rada takvog postrojenja ne može da dā najbolje efekte

Primenljivost procesa se ocenjuje na osnovu:

- ✓ prethodnih iskustava,
- ✓ podataka o izgrađenim postrojenjima,
- ✓ podataka iz stručne literature (stručni časopisi, priručnici za praksu, priručnici za projektovanje), i
- ✓ na osnovu ispitivanja na poluindustrijskom postrojenju (tzv. Pilotu, prethode laboratorijska istraživanja)



Projektom su obuhvaćene sledeće tehnologije za tretman otpadnih voda:

- ✓ Biofilm reaktor sa pokretnom podlogom (MBBR);
- ✓ Membranski biološki reaktor (MBR);
- ✓ Sekvencijalni šaržni reaktor (SBR);
- ✓ Konvencionalni sistem(AAO).

FINANSIJER:
 Ministerstvo građevinarstva,
saobraćaja i infrastrukture

Trenutno imamo dva upita za Pilot postrojenja
tj. realizaciju projekata



Broj ekvivalentnih stanovnika	Primjenjena tehnologija
≤ 4.000	MBBR/MBR
4.000 - 100.000	SBR
≥ 100.000	AAO/SBR

Primenljiv opseg protoka (nastanka) otpadnih voda



Proces mora da savlada **očekivani
opseg protoka**

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?
- + Stanje kanalizacione mreže ?
(infiltracija kroz pukotine, divlji priključci)
- + Septičke jame?

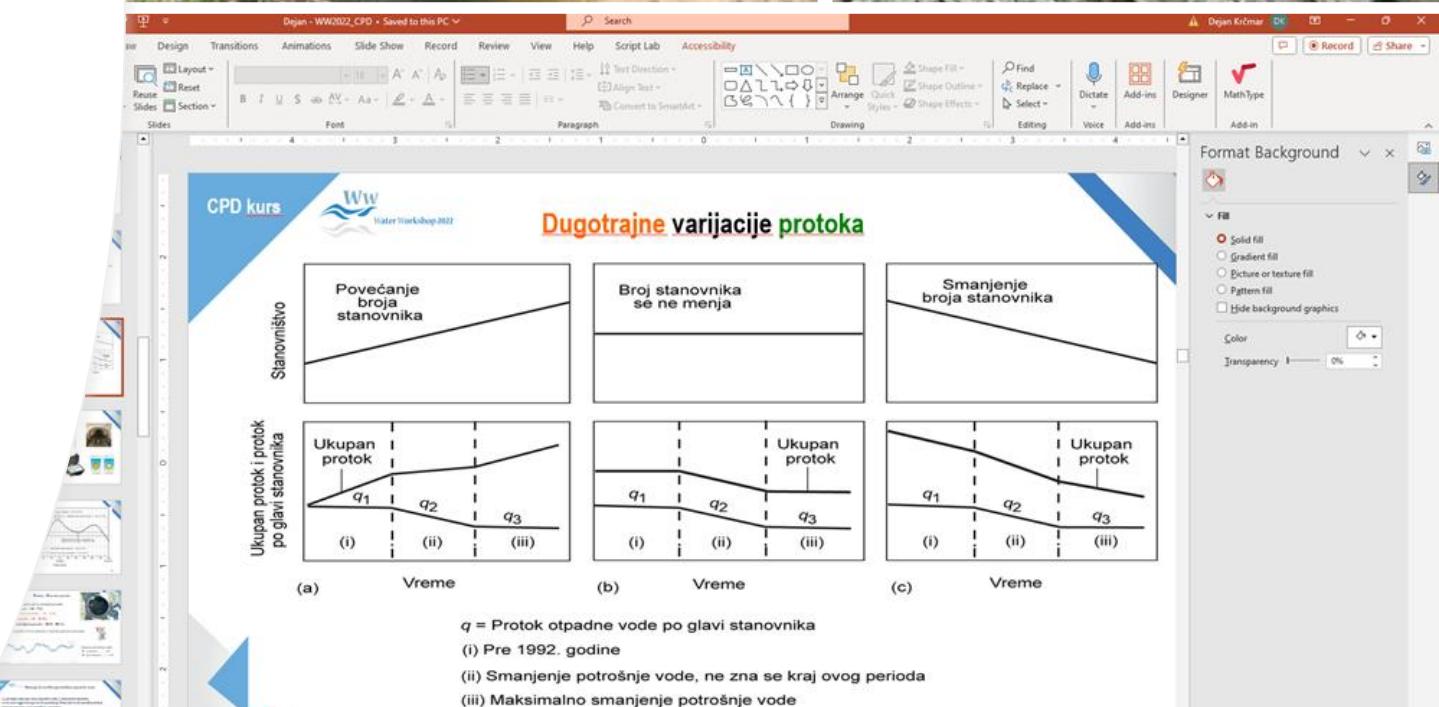
- ✓ Monitoring **osnovni korak** prilikom koncipiranja tehnologije i opreme za prihvatanje, prečišćavanje i ispuštanje otpadnih voda.
- ✓ Iz protoka i konc. zagađenja → **opterećenje procesa**
 - hidrauličko opterećenje,
 - organsko opterećenje,
 - količina taloga.



Dugotrajne varijacije protoka

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, separatna), uticaj stanja mreže (infiltracija-eksfiltracija, uliv)

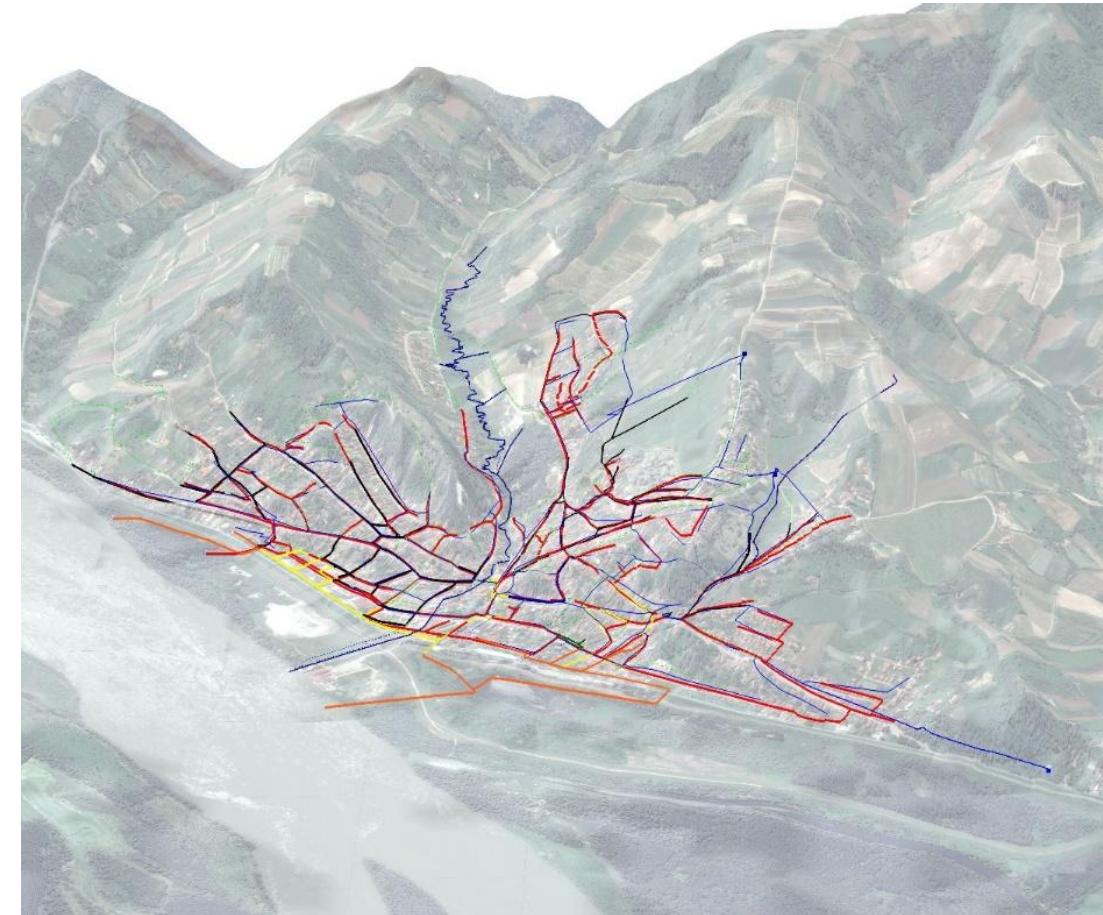


Analiza postojećeg kanalizacionog sistema u opštinama

Cilj > Prikupljanje i odvođenje upotrebljene vode do PPOV

Analiza rada postojećeg sistema

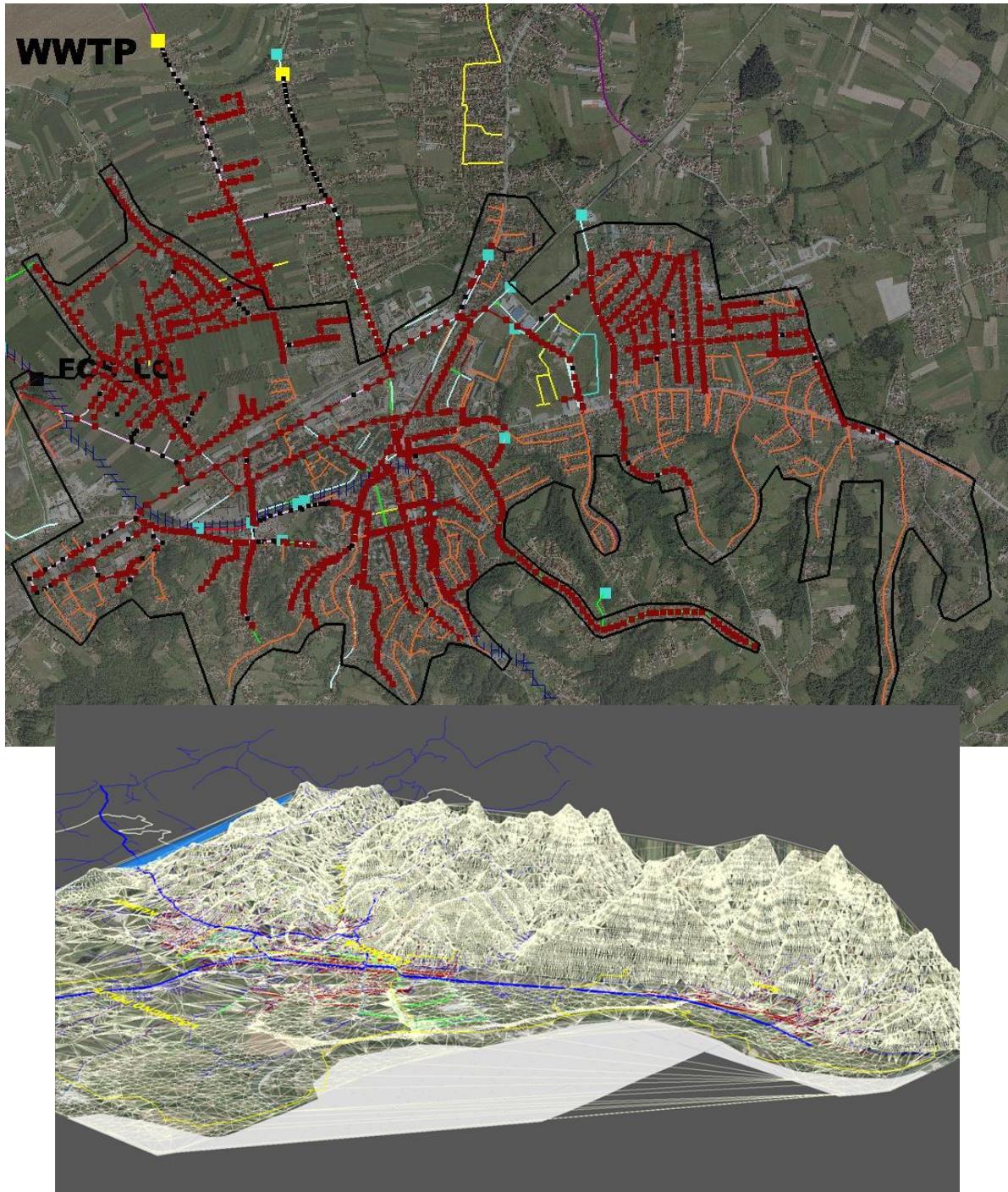
- Identifikacija problema (infiltracija, preopterećenost u uslovima kiše i/ili topljenja snega)
- Procena mogućnosti kanalizacione mreže da prihvati dodatno opterećenje
- Merodavno hidrauličko opterećenje zavise od tipa kanalizacionog sistema:
 - ✓ **Opšti – jedna mreža** - upotrebljena voda + kišni oticaj
 - ✓ **Separacioni** – dve odvojene mreže: jedna za upotrebljene vode i jedna za kišni oticaj
 - ✓ **Hibridni** (delimično separacioni) kanalizacioni sistemi - Npr. stari centar grada je opšta kanalizacija, a periferija je separacioni sistem ili postoji pogrešno povezani kolektori



Prof. Miloš Stanić
Univerzitet Beograd Građevinski fakultet

Postojeće stanje – mreža i objekti

- Prikupljanje podataka o kanalizacionoj mreži (Podaci o objektima: crne stanice, izlivи, prelivи).
- Dodatna geodetska snimanja kanalizacione mreže - obuhvat snimanja na osnovu preliminarno sagledavanja postojeće kanalizacione mreže
- Zahtevan posao – vremenski i u pogledu potrebnog angažovanja ljudi, potrebna dobra organizacija
- Jasno definisana forma i obim snimanja
- Potrebna asistencija JKP – kontrola saobraćaja



Hidrauličko opterećenje

Merodavan dotok u kanizacionu mrežu:



Dotok u suvom periodu (DWF)

- Domaćinstva, javne institucije (škole, bolnice), komercijalni sadržaji, industrija, turizam
- Dotok se računa na osnovu fakturisane potrošnje vode (očitane sa vodomera) za korisnike obuhvaćene kanizacionim sistemom
- Individualni bunari (industrija) (?)
- Infiltracija: podzemna voda, curenje iz vodovoda (?)



Dotok u kišnom periodu (WWF)

- Koji deo kišnog oticaja završava u kanizacionoj mreži?
- Ako je sistem planiran kao separacioni, ali je bez izgrađene kišne kanalizacije, sistem radi kao preopterećen opšti
- Kvalitativni pokazatelji – na osnovu informacija od JKP o mestima izlivanja i radu crnih stanica u kišnom periodu
- WWF je gotovo nemoguće realno proceniti bez merenja



Industrija - Primer prerade povrća

U proizvodnom pogonu vrši se postupak prerade:

➤ graška (sezonski : 4.6. - 7.7.)

U sezoni prerade graška koja traje oko 30 dana procenjeno je da količina otpadne vode iznosi **190 m³ dnevno**.



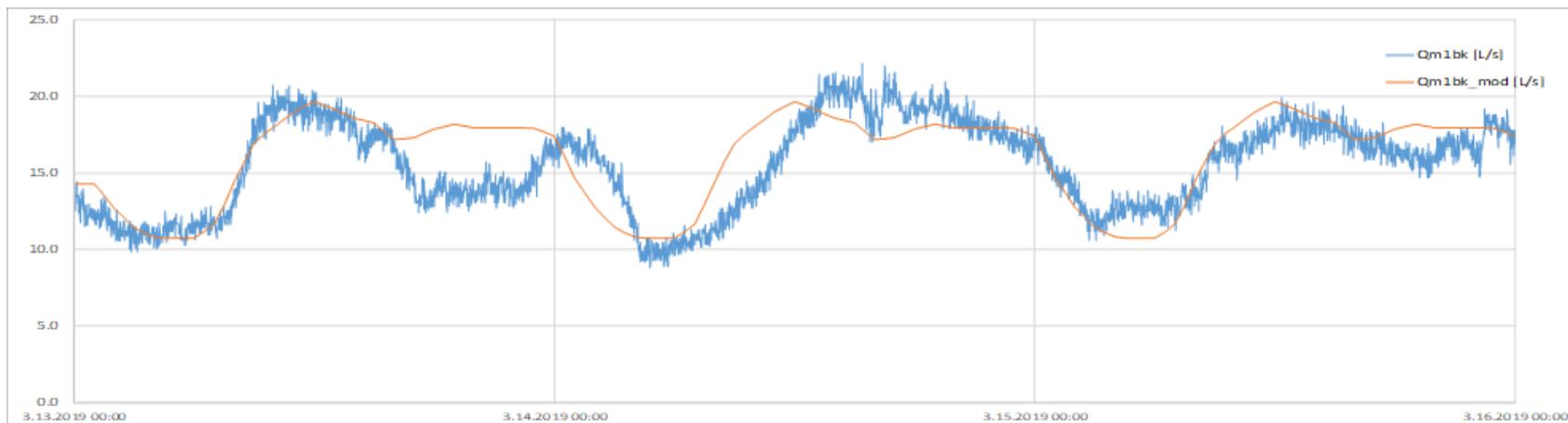
➤ kukuruza šećerca (sezonski : 1.8. - 10.9.)

U sezoni prerade kukuruza šećerca koja traje i do 70 dana procenjeno je da količina otpadne vode iznosi **290 m³ dnevno**.

➤ paprika (sezonski : 1.9. - 10.10.)

➤ karfiola i brokolija (sezonski : 15.10. - 30.11.)

Tokom cele godine vrši se priprema i isporuka gotovih proizvoda.



Ukupna potrošnja vode:
➤ u sezoni :..... m³
➤ van sezone:.....m³

Industrija

- Definisati tipove otpadnih voda koje nastaju i način njihovog kanalisanja

PRIMER: Otpadne vode koje nastaju u fabriци XY su:

- ✓ tehnološke otpadne vode (otpadne vode su razdvojene u dva toka: vode opterećene sumpornom kiselinom i otpadne vode opterećene olovom),
- ✓ rashladne vode (deo rashladnih voda je u zatvorenom, a deo u otvorenom sistemu),
- ✓ atmosferske otpadne vode sa manipulativnih površina (potencijalno zagađene - opterećene olovom),
- ✓ atmosferske vode uslovno čiste sa krovnih površina,
- ✓ sanitарне otpadne vode (odvode se u vodonepropusne septičke jame).

Separatni tip kanalizacije koji nije u potpunosti razdvojen, jer se tehnološke otpadne vode opterećene olovom u jednom delu mešaju sa atmosferskim vodama sa manipulativnih površina koje su takođe opterećene olovom.



Vrste protoka neophodnih za projektovanje:

Srednji dnevni

Q_{sr}

Sr. god. volumen otpadnih voda/365, m³/dan

Maksimalni dnevni

Q_{max}

$$Q_{max} = k_d \cdot Q_{sr} \quad k_d = \frac{Q_{max}}{Q_{sr}} \quad k_d = 1,5 \text{ (obično)}$$

Minimalni dnevni

Q_{min}

$$Q_{min} = k_{dm} \cdot Q_{sr}$$

m³/h

m³/s

l/s

Maksimalni satni

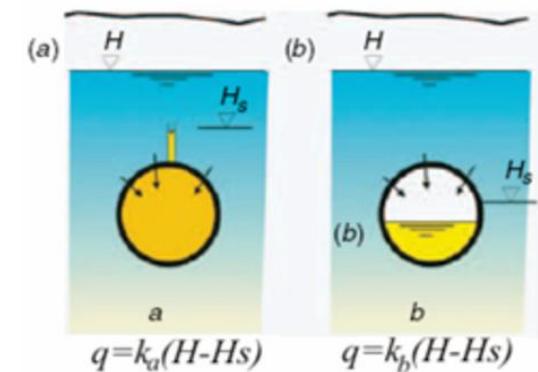
$Q_{max,h}$

$$Q_{max,h} = Q_{max} \cdot k_h \quad k_h = 1,2 \dots 3$$

Minimalni satni

$Q_{min,h}$

$$Q_{min,h} = Q_{min} \cdot k_{h,min}$$



PRIMERI



**PPOV u Vrbasu - trebao da bude pušten u pogon 2012.
godine**

Investicija: cca 20 M €

Projektovana količina: 30 000 m³/dan

Angažovani kapacitet: 9 870 m³/dan

**...da privolimo lokalne industrije koje rade da se priključe
na kolektor kako bismo povećali njegov kapacitet...**

Upravljanje nad postrojenjem ?

Dozvole (upotrebljiva, vodna) ?

Tretman mulja?

**Industrija – prehrambena (mesna) industrija
Investicija: cca 1.6 M €**

Projektovana količina: 1750 m³/dan

Angažovani kapacitet: cca 1000 m³/dan

**Projektovane vrednosti parametara u PPOV su: HPK: 1500
mgO₂/l, BPK5: 1000 mgO₂/l, masti i ulja: 350 mg/l, ukupni
azot: 46 mg/l, ukupni fosfor: 6,5 mg/l, SM: 450 mg/l.**

Promene u proizvodnom pogonu ?!

3 SBR reaktora, DAF sa doziranjem hemikalija

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.



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

Prosečne **vrednosti BPK₅** za otpadne vode iz Reference Document on Best Available Techniques in the Food, Drink and Milk Industries, za preradu brokolija i karfiola su manje od 500 mgO₂/l, za grašak do 3000 mgO₂/l, a za kukuruz šećerac i preko 5000 mgO₂/l.

Karakteristike sirove otpadne vode utiču na:

- izbor tipa procesa koji će biti korišćeni (na primer: hemijski ili biološki), i
- zahteve koji moraju biti ispunjeni za njihov odgovarajući rad



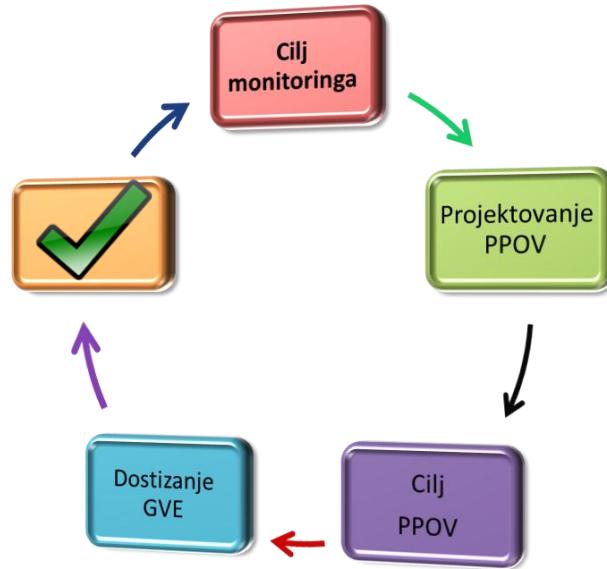
- Utvrditi da li postoje konstituenti otpadne vode koji mogu delovati inhibitorno na proces prečišćavanja
- Utvrditi da li postoje konstituenti na koje proces prečišćavanja ne deluje



✓ 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

PARAMETRI

<p>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)</p>	<p>Uredba o GVE zagađujućih materija u vode i rokovima za njihovo dostizanje (“Sl. Glasnik RS”, br. 67/2011, 48/2012 i 1/2016)</p>	<p>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.</p>	<p>Mulj - Uredba o GVE Granične vrednosti emisije za ostatke od prečišćavanja komunalnih otpadnih voda</p>
<p>Protok (minimalni, maksimalni i srednji dnevni), temperatura vazduha, temperatura vode, barometarski pritisak, boja, miris, vidljive materije, taložive materije , pH vrednost, BPK_5, HPK, sadržaj kiseonika, suvi ostatak, žareni ostatak, gubitak žarenjem, susp. materije i el.provodljivost.</p>	<p>BPK_5, HPK, Ukupne suspendovane materije, ukupni P, ukupni N</p>	<p>Član 98 Prečišćavanje otpadnih voda vrši se do nivoa koji odgovara GVE ili do nivoa kojim se ne narušavaju standardi kvaliteta životne sredine recipijenta, u skladu sa propisima kojima se uređuju GV zagađujućih materija u površinskim i podzemnim vodama, granične vrednosti prioritetnih, hazardnih i drugih zagađujućih supstanci i propisom kojim se uređuju GVE zagađujućih materija u vode, uzimajući strožiji kriterijum od ova dva</p>	<p>Oovo Kadmijum Hrom Nikl Živa Bakar Cink Arsen AOX PCB PCCD/F</p> 



PRIMER:



Postrojenje je projektovano za prosečni dotok otpadnih voda od 25.000 m³/dan

na osnovu operativnih podataka JKP, posebno onih koji se tiču merenja protoka, u velikoj meri postojeći sistem funkcioniše **kao „kvazi-separatni“ ili „kombinovani“**, gde zнатне količine izlivenih atmosferskih voda prodiru i pune sanitarni kanalizacioni sistem. Iako je projektovana kao odvojen sistem, mreža izgleda dobro podnosi dodatni protok ????

- Koje vrednosti
- Koji parametri
- Koji kapacitet PPOV

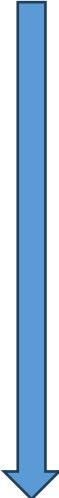
Tabela 7. Karakteristike ulazne/sirove otpadne vode

Parametar	Jedinica	Uzaz
BPK ₅	mg/l	500
Ukupne suspendovane čestice	mg/l	450
HPK	mg/l	1000
Ukupni azot (TN)	mg/l	40
Ukupni fosfor (P)	mg/l	8
Masti, ulje, & pesak (FOG)	mg/l	50
Alkalitet, kao CaCO ₃	mg/l	min 200
Temperatura vode	°C	12-37
pH vrednost	-	6 – 9

Zajedničko prečišćavanje /
Industrijske otpadne vode?

Ko je odgovoran, ko
odgovara za ulazne
parametre otpadne
vode na PPOV ?!

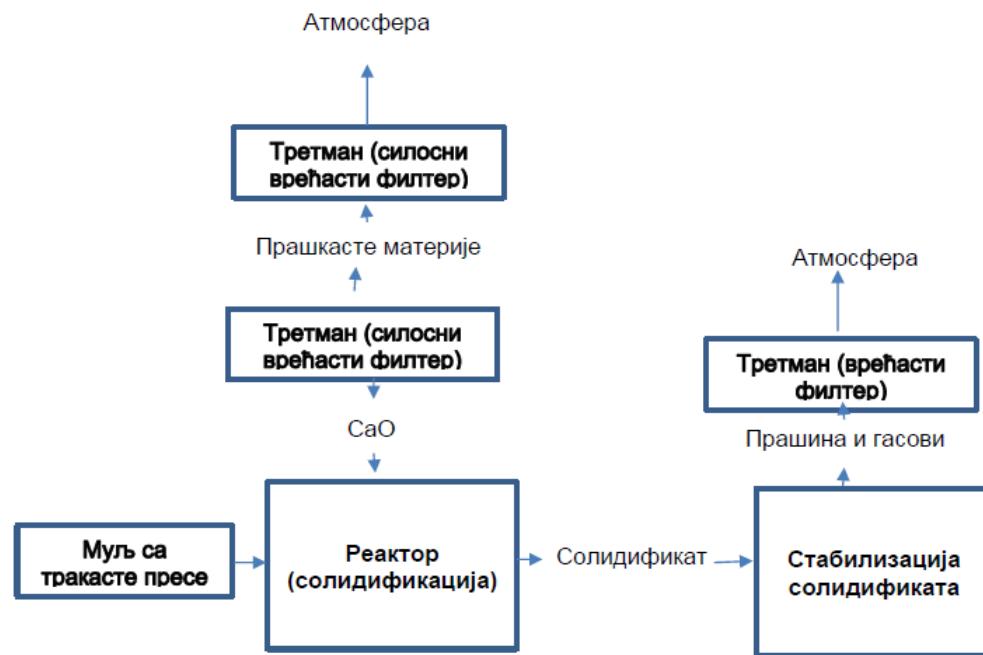
U trenutku izrade tehničke dokumentacije, kao opcija za odlaganje mulja i drugog generisanog otpada koji nema upotrebnu vrednost, predviđeno je odlaganje mulja na deponiju (odnosno na **помоћну територију**) ili da se obezvodnjeni mulj predaje ovlašćenom operateru za upravljanje otpadom na dalje postupanje.



Nakon odvajanja ulja u **остатак течног отпада** koji odlazi na tretman u mobilno postrojenje koje je projektovano prema "DOMINO" sistemu kompanije XL- Australija, u cilju postizanja maksimalne efikasnosti rada istog i reaktivnosti hemijskih sredstava u osnovnom medijumu (koagulanata, flokulanta, kiselina i baza), u slučaju potrebe **додаваће се одређени проценат воде**. U tu svrhu koristiće se voda iz vodovodne mreže ili **техничка вода** kako bi se postigao preporučeni sadržaj vode **у influentiји од око 80%**. Jezgro Mobilnog postrojenja je domino Indukovani Ciklonski Separator (**ICSEP**).

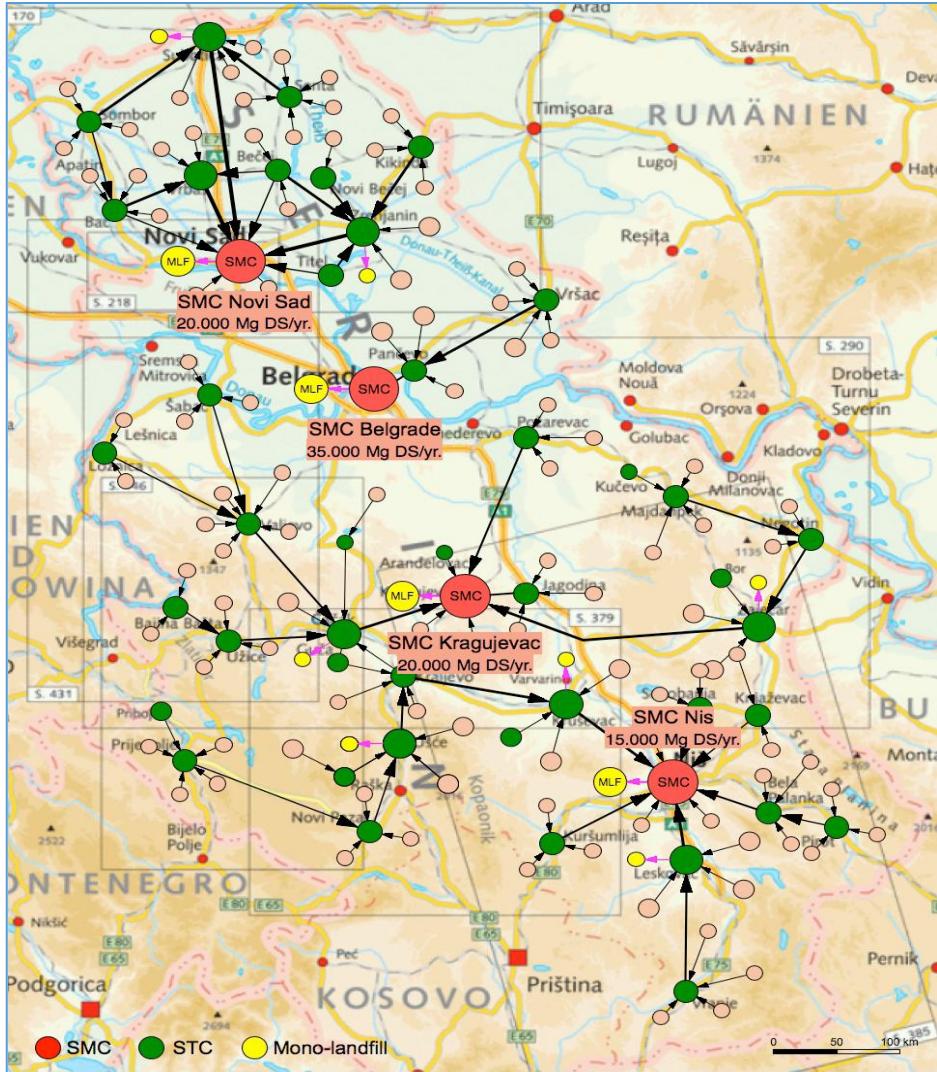
3.2.4.3. Opis tretmana mulja u mobilnom postrojenju

Nakon obezvodnjavanja, proces stabilizacije mulja, koji u tom trenutku sadrži oko 20% suve materije, se vrši na mobilnom postrojenju, koje proces stabilizacije sprovodi na mestu nastanka odnosno generisanja mulja iz postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda. Proces stabilizacije vrši operater koji poseduje sve dozvole u skladu sa nacionalnim pravnim okvirom, na lokaciji postrojenja i kao takav, čini jedinstvenu celinu (sa postrojenjem).



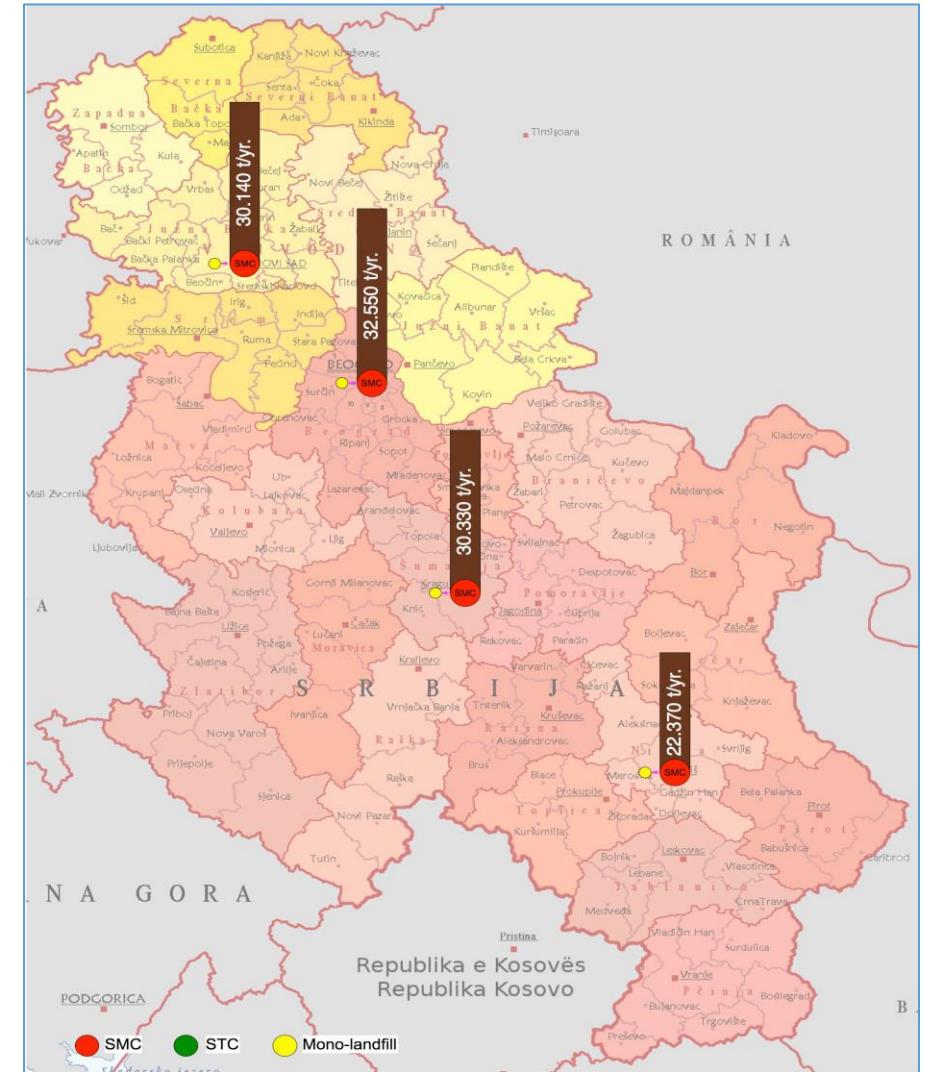
Problem mulja sa PPOV?

Predloženi regionalni Centri za upravljanje muljem u Srbiji



- područje grada Beograda
- Autonomna Pokrajina Vojvodina
- Šumadija i zapadna Srbija
- Južna i Istočna Srbija

PRIMER ???:
13.008 kg/dan -
Odlaganje na
lokaciji za
deponovanje u
skladu sa
zakonskom
regulativom i bez
uticaja na ŽS



Procena ukupne proizvodnje mulja po regionima

Ograničavajući faktori okoline

- preovlađujući vetrovi i pravci duvanja vetra,
- blizina stambenih objekata
- raspoloživost zemljišta



PRIMERI:

Univerzitet u Novom Sadu
Prirodno-matematički fakultet
Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine

KONTROLA MIRISA NA POSTROJENJU ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA

Profesor dr Božo Dalmacija
Docent dr Dejan Krčmar

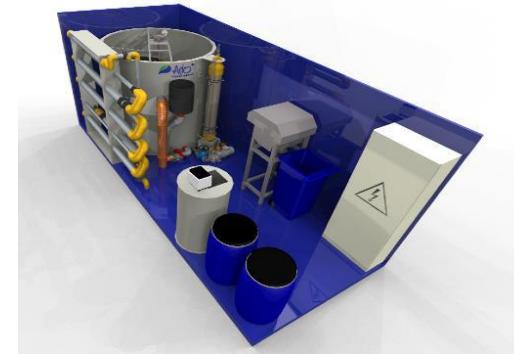


Pogled ka lokaciji Gorjani sa železničkog nasipa, stambeni objekti su vidljivi severno od lokacije



Mikrolokacija fabrike sa predloženim prostorom za postavljanje mobilnog postrojenja (kontejnerski tip) u prostoru iza magacina ambalaže, koje raspolaže sa površinom od **24 m² (8 x 3 m).**

Maksimalna dnevna količina otpadnih voda $Q_{SV} = 30 \text{ m}^3/\text{dan}$
Organsko opterećenje (BPK_5) = 60,6 kg BPK_5/dan



Potrebe za hemikalijama

Potrebe za energijom

Potrebe za radnom snagom

Količina vode: $\approx 1100 \text{ m}^3/\text{dan}$

Eksplatacioni troškovi: $\approx 82\,000 \text{ EUR}$

Vrsta troška:

El. energija – 44%

Utrošak hemikalija – 19%

Troškovi radne snage – 14%

Troškovi servisiranja – 8%

Otpad (višak mulja) – 15%



✓ Povećanje cene vode i tretmana otpadnih voda



Da li imamo podatke?

Katastar zagadivača?

*Monitoring!
Koji tip monitoringa?*



Kakve podatke imamo?

*Da li ćemo raditi po standardnim
vrednostima i kojim?*

**Imamo li dovoljno
vremena?**





SAVE THE EARTH

Svet je opasno mesto za
život, ne zbog ljudi koji
su zli, već zbog dobrih
ljudi koji ništa ne
preuzimaju.

Albert Ajnštajn

