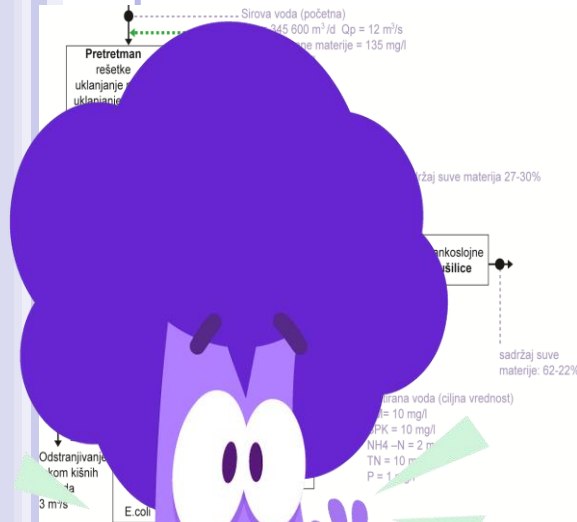


Приступ ефикасном пројектовању, изградњи и управљању постројења за пречишћавање отпадних вода





Okrugli sto: FAKTORI IZBORA TEHNOLOGIJE PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA

- ✓ План Владе Србије: у наредних пет година изградња комуналне инфраструктуре у више од 80 одсто локалних самоуправа.
- ✓ Укупно је планирана изградња 257 постројења за пречишћавања отпадних вода у 65 локалних самоуправа и изградња канализационе мреже укупне дужине преко 5 000 километара.
- ✓ На комуналну инфраструктурну мрежу пројектовано је прикључење за више од 2.400.000 становника.



SARADNJA

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

ПОСТЕПЕНО РЕШАВАЊЕ ПРОБЛЕМА: Уредбу о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање ("Сл. гласник РС", бр. 67/2011, 48/2012 и 1/2016), Члан 19



- Правно лице или предузетник који има постројења за пречишћавање отпадних вода и/или која своје отпадне воде испушта у реципијент или јавну канализацију дужно је да својПОСТЕПЕНО РЕШАВАЊЕ ПРОБЛЕМА: Уредбу о граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање ("Сл. гласник РС", бр. 67/2011, 48/2012 и 1/2016), Члан 19 -емисије усклади са граничним вредностима емисије загађујућих материја у воде прописаних овом уредбом, најкасније до 31. децембра 2025. године.
- Изузетно од става 1. овог члана, постројења за пречишћавање отпадних вода из агломерација са оптерећењем већим од 2000 еквивалент становника (ЕС) која своје комуналне отпадне воде испуштају у реципијент ускладиће своје емисије са граничним вредностима емисије загађујућих материја прописаних овом уредбом најкасније до 31. децембра 2040. године, а за комуналне отпадне воде које се испуштају из агломерација са оптерећењем мањим од 2000 еквивалент становника (ЕС) ускладиће своје граничне вредности емисије загађујућих материја у складу са планом управљања водама.

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"



Water Workshop 2017



Akcioni plan u definisanju mera i dinamike izgradnje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda

Dejan Krčmar

Novi Sad 20-22. septembar, 2017.

Пројектом су обухваћене следеће технологије за третман отпадних вода:

- ✓ Биофилм реактор са покретном подлогом (МББР);
- ✓ Мембрански биолошки реактор (МБР);
- ✓ Секвенцијални шаржни реактор (СБР);
- ✓ Конвенционални систем(ААО).

FINANSIJER:



Ministarstvo građevinarstva,
saobraćaja i infrastrukture

Број еквивалентних становника	Примењена технологија
≤ 4.000	МББР/МБР
4.000 - 100.000	СБР
≥ 100.000	ААО/СБР

REQUEST FOR PROPOSAL

Expert Report for establishing design criteria for Wastewater Treatment Plants for xy Municipalities

- ✓ Припрема стручног мишљења потребна је за утврђивање пројектних критеријума за имплементацију приоритетних инвестиционих пројеката везаних за постројења за пречишћавање отпадних вода
- ✓ Тражене активности обухватају следеће:
 - 1) Анализу постојећег канализационог система у општинама
 - 2) Мерење протока, узорковање и физичко-хемијско испитивање отпадних вода
 - 3) Анализа планираног развоја канализационог система
 - 4) Стручно мишљење, као и предложене пројектне критеријуме за ППОВ



1) Анализа постојећег канализационог система у општинама

Циљ > Прикупљање и одвођење употребљене воде до ППОВ

Анализа рада постојећег система

Идентификација проблема
(инфилтрација, преоптерећеност у условима кише и/или топљења снега)

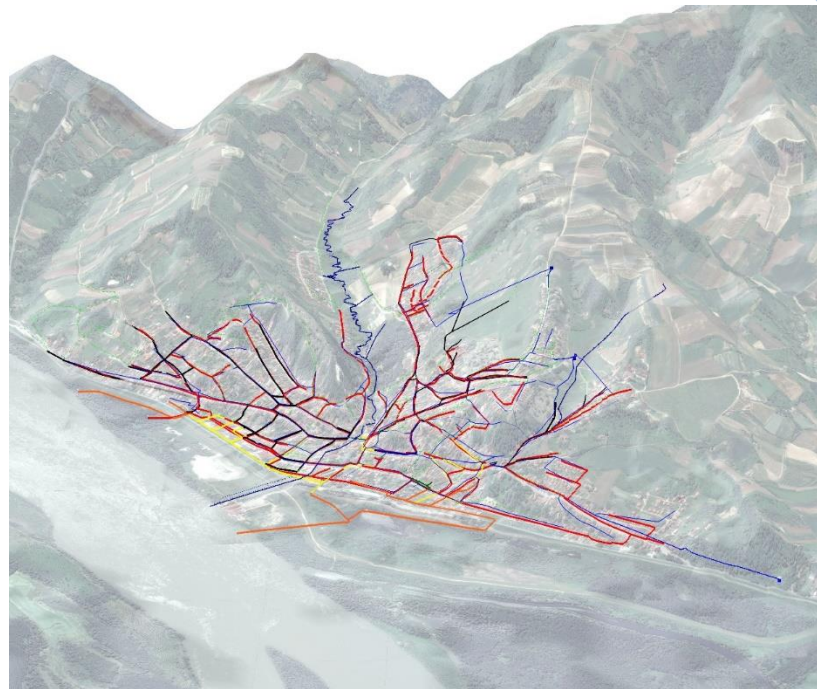
Процена могућности канализационе мреже да прихвати додатно оптерећење

Меродавно хидрауличко оптерећење зависе од типа канализационог система:

Општи – једна мрежа - употребљена вода + кишни отицај

Сепарациони – две одвојене мреже: једна за употребљене воде и једна за кишни отицај

Хибридни (делимично сепарациони) канализациони системи - Нпр. стари центар града је општа канализација, а периферија је сепарациони систем или постоје погрешно повезани колектори

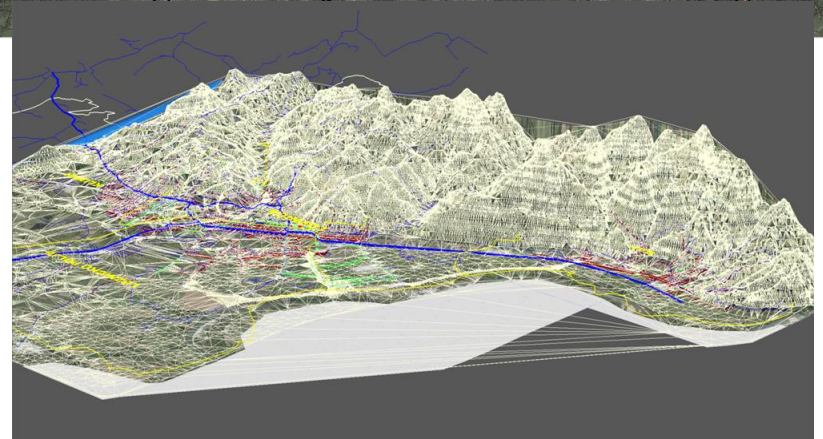
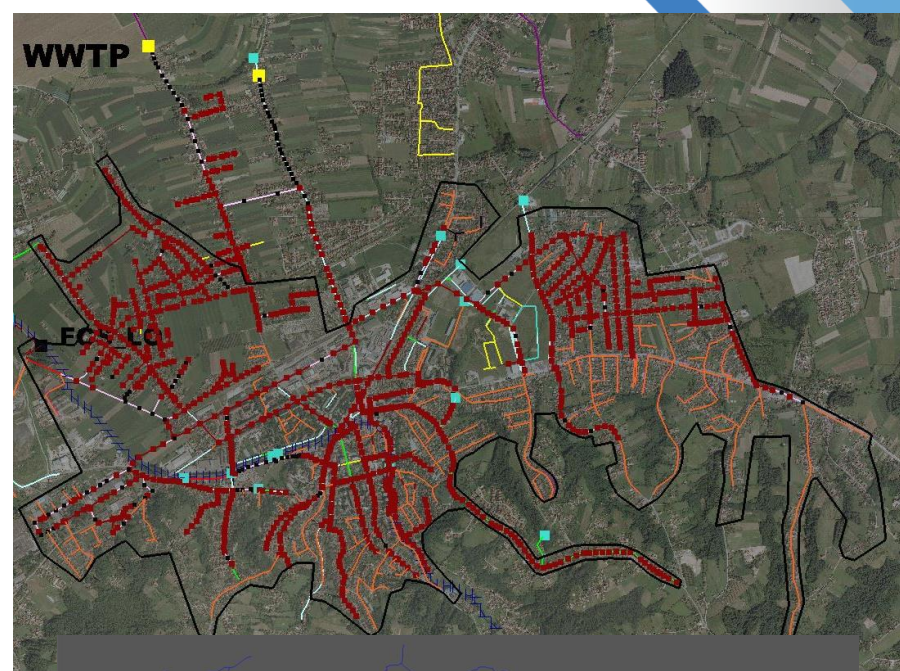


Постојеће стање – мрежа и објекти

Прикупљање података о канализационој мрежи (Подаци о објектима: црпне станице, изливи, преливи).

Додатна геодетска снимања канализационе мреже - обухват снимања на основу прелиминарно сагледавања постојеће канализационе мреже

- Захтеван посао – временски и у погледу потребног ангажовања људи, потребна добра организација
- Јасно дефинисана форма и обим снимања
- Потребна асистенција ЈКП – контрола саобраћаја



Меродаван доток у канализациону мрежу:



Доток у сувом периоду (ДВФ)

Домаћинства, јавне институције (школе, болнице), комерцијални садржаји, индустрија, туризам

Доток се рачуна на основу фактурисане потрошње воде (очитане са водомера) за кориснике обухваћене канализационим системом

Индивидуални бунари (индустрија) (?)

Инфилтрација : подземна вода, цурење из водовода (?)



Доток у кишном периоду (ВВФ)

Који део кишног отицаја завршава канализационој мрежи?

Ако је систем планиран као сепарациони, али је без изграђене кишне канализације, систем ради као преоптерећен општи
Квалитативни показатељи – на основу информација од ЈКП о местима изливања и раду црпних станица у кишном периоду
ВВФ је готово немогуће реално проценити без мерења


Индустрија

- Дефинисати типове отпадних вода које настају и начин њиховог каналисања
- ПРИМЕР : Отпадне воде које настају у фабрици XY су:
- технолошке отпадне воде (отпадне воде су раздвојене у два тока: воде оптерећене сумпорном киселином и отпадне воде оптерећене оловом),
- расхладне воде (део расхладних вода је у затвореном, а део у отвореном систему),
- атмосферске отпадне воде са манипулативних површина (потенцијално загађене - оптерећене оловом),
- атмосферске воде условно чисте са кровних површина,
- санитарне отпадне воде (одводе се у водонепропусне септичке јаме).

Сепаратни тип канализације који није у потпуности раздвојен, јер се технолошке отпадне воде оптерећене оловом у једном делу мешају са атмосферским водама са манипулативних површина које су такође оптерећене оловом.



2) Мерење протока, узорковање и физичко-хемијско испитивање отпадних вода

- ✓ *основни корак приликом конципирања технологије и опреме за прихватање, пречишћавање и испуштање отпадних вода.*
- ✓ Из протока и конц. загађења  оптерећење процеса
 - хидрауличко оптерећење,
 - органско оптерећење,
 - количина талога.
- ✓ Податке прилагодити ситуацији у региону
- ✓ Препорука : податке треба узети према програму за 20 година (И степен изградње за 15 г.)
- ✓



Количине отпадне воде? Мониторинг или преузети стандардне вредности ?

- ✓ за насеља с мање од 10 000 корисника, 150 л
- ✓ за насеља са 10 000-50 000 корисника, 200 л
- ✓ за насеља са више од 50 000 корисника, 250-500 литара

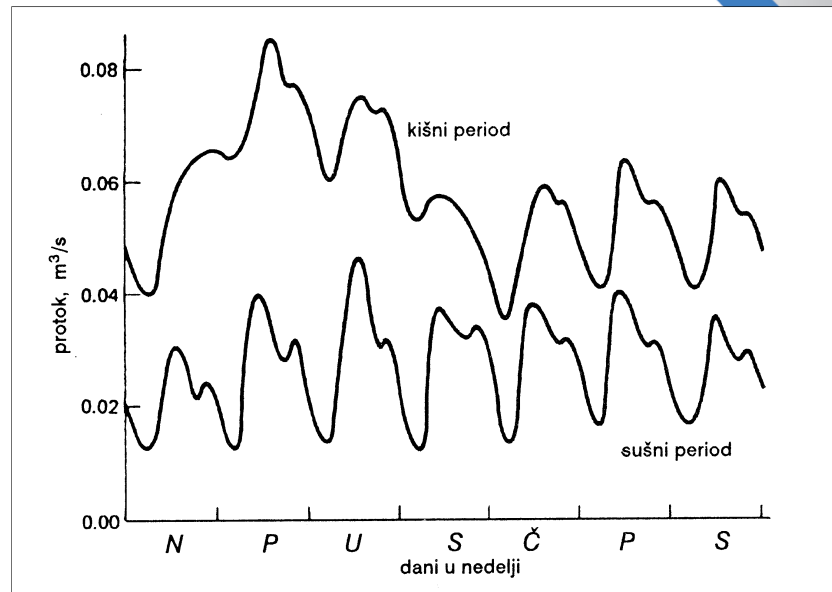
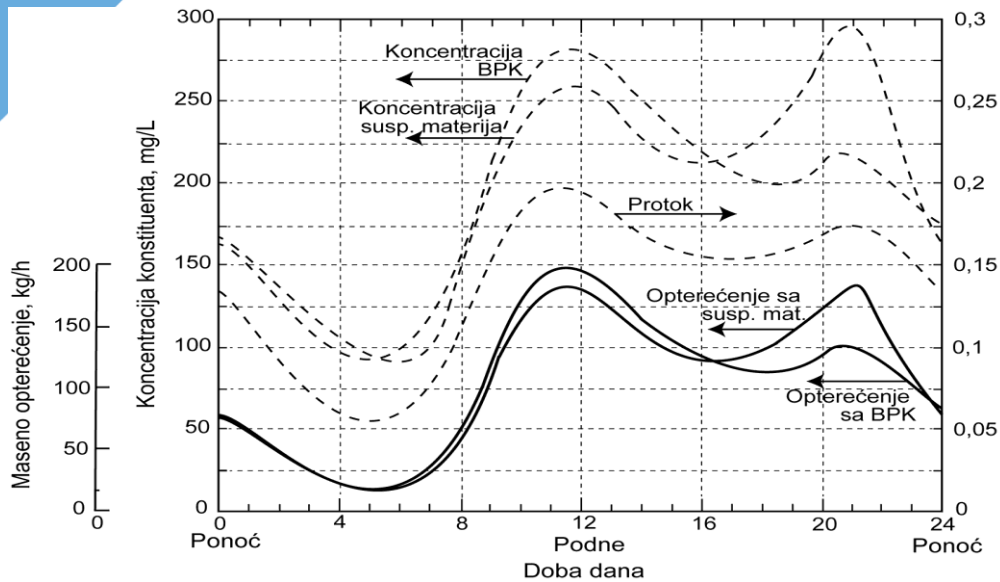
+ Индустија ?
+ Атмосферска канализација?
+ Септичке јаме?



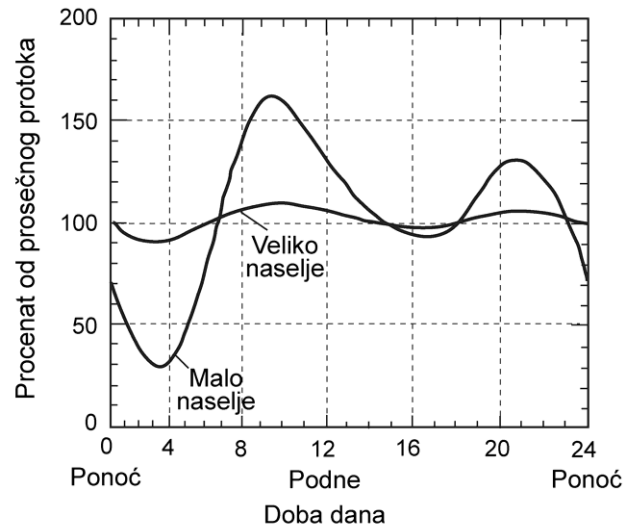
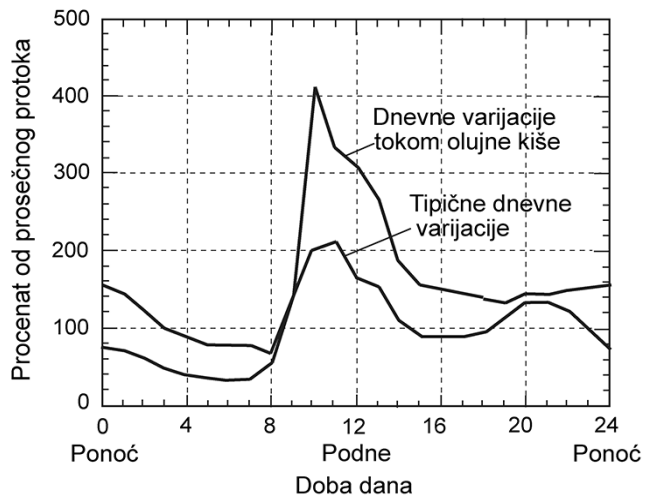
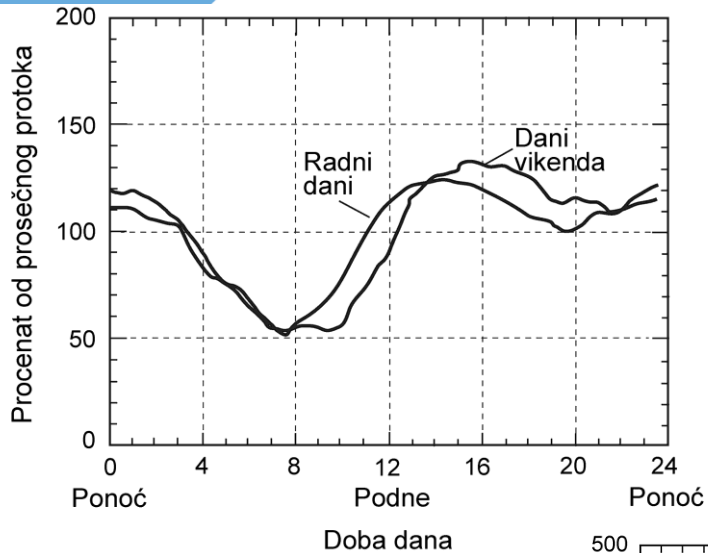
Доток на ППОВ формира се из:

- ✓ Отпадних вода из домаћинства (80-90% од потрошене воде из водоводног система) и комерцијалних, друштвених и услужних делатности,
- ✓ Дотока индустријских отпадних вода (ако их има)
- ✓ Дела атмосферских вода у мешовитим канализационим системима,
- ✓ Остале воде (сви нежељени дотоци: инфилтрација кроз пукотине, дивљи прикључци, рупе на окнима и осталим грађевинама)

Дневне варијације оптерећења



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



Варијабилност протока

Утицај варијабилности протока индустријских отпадних вода (нарочито за мала насеља)

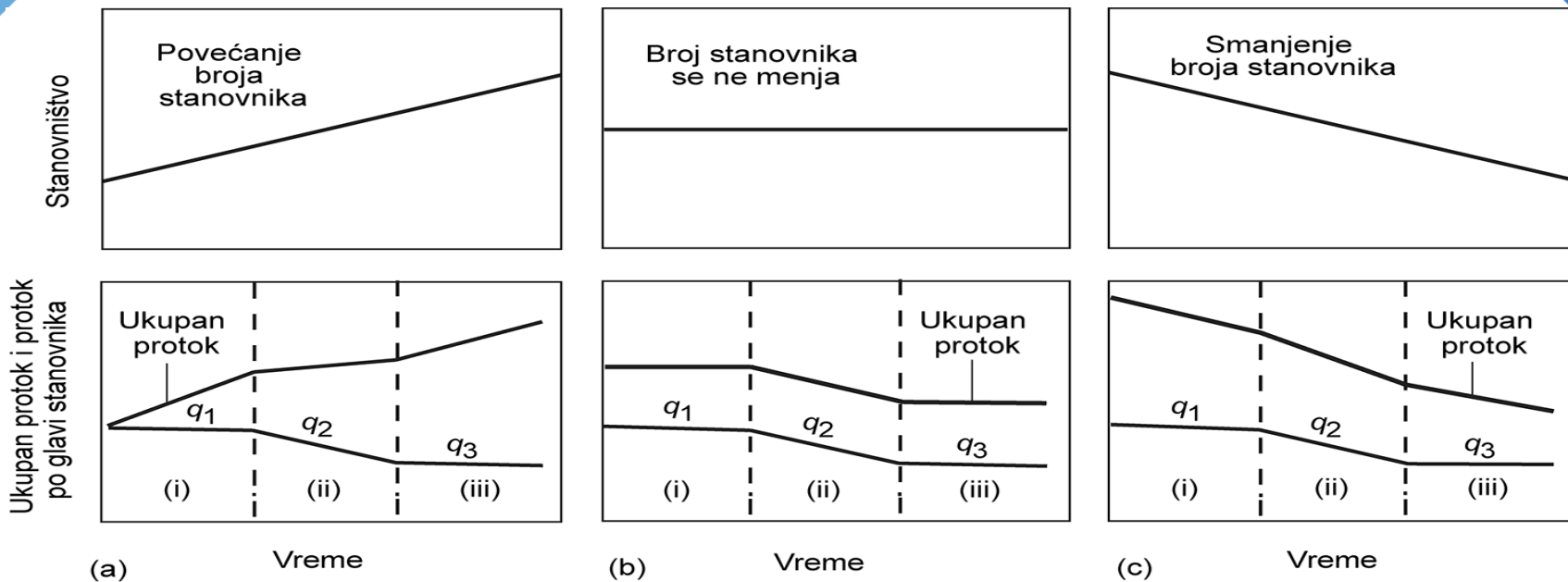
Карактер индустрије (континуални или шаржни производни процеси)

Сезонске варијације протока, пример насеља са: развијеним туризмом, бројним школама, сезонском индустријом....

Утицај типа канализационе мреже (заједничка, сепаратна), утицај стања мреже (инфилтрација-ексфилтрација, улив)



Дуготрајне варијације протока



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

1. Protoci

Srednji dnevni Q_{sr} Sr. god. volumen otpadnih voda/365, m³/dan

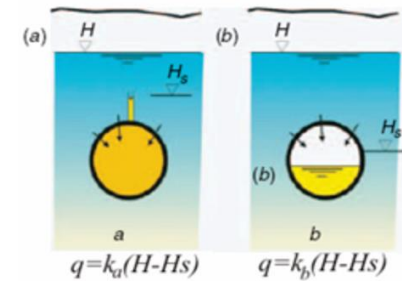
Maksimalni dnevni Q_{max} $Q_{max} = k_d \cdot Q_{sr}$ $k_d = \frac{Q_{max}}{Q_{sr}}$ $k_d = 1,5$ (obično)

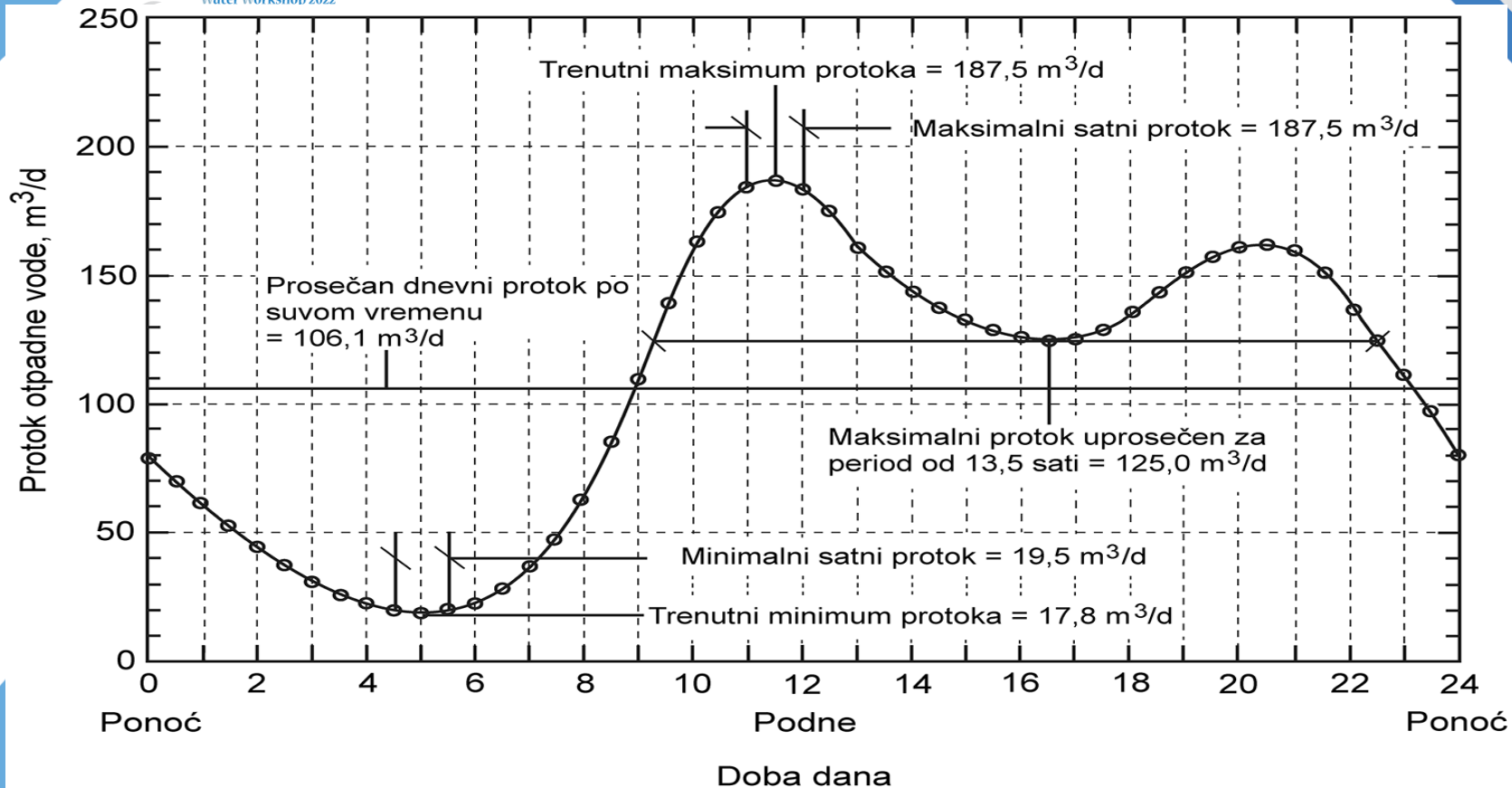
Minimalni dnevni Q_{min} $Q_{min} = k_{dm} \cdot Q_{sr}$

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

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

m³/h
m³/s
l/s





Пример : Прерада поврћа



У производном погону врши се поступак прераде:
грашка (сезонски : 4.6. - 7.7.)

кукуруза шећерца (сезонски : 1.8. - 10.9.)

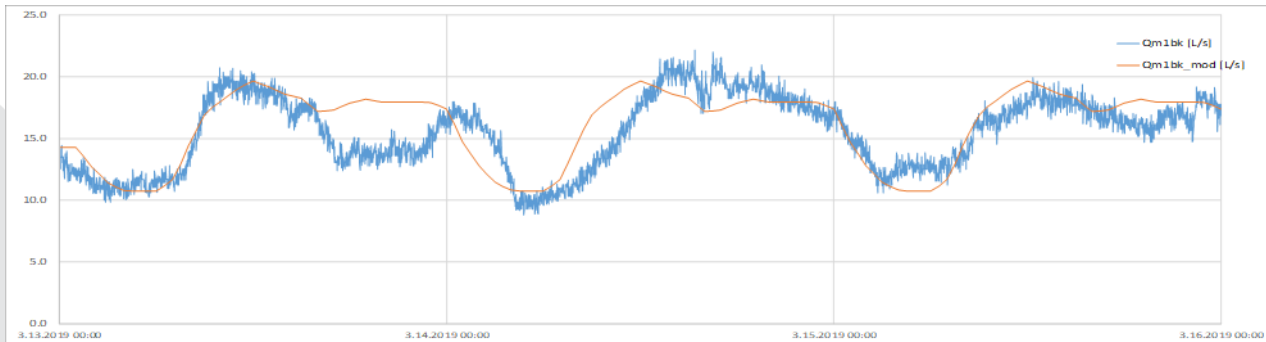
паприка (сезонски : 1.9. - 10.10.)

карфиола и броколија (сезонски : 15.10. - 30.11.)

Током целе године врши се припрема и испорука готових производа.



Укупна потрошња воде:
у сезони :..... м³
ван сезоне:..... м³



Мерење или утврђивање количине отпадних вода

- ✓ на принципу мерења нивоа отпадних вода у отвореним токовима
- ✓ на основу регистровања брзине протицања флуида (брзински мерачи протока)
- ✓ мерење помоћу суда одређене запремине
- ✓ или:
- ✓ Ако теренска мерења протока отпадних вода нису могућа и прави подаци о протоку отпадних вода нису доступни, користе се подаци о водоснабдевању као помоћно средство за процењивање протока отпадних вода.
- ✓ Ако подаци о водоснабдевању нису доступни корисни су различити подаци из установа и опреме за водоснабдевање који могу обезбедити процену протока отпадне воде.

Око 60 до 85% потрошене воде по грађану постаје отпадна вода



ПРИМЕР:

- ✓ Мерење протока треба вршити континуално током периода који није краћи од 10 дана, са аквизиционим интервалом до 2 минута. Користити на сваком мерном месту по један мерач протока који има сопствено напајање и резервну батерију, што је довољно да се омогуће континуирана мерења 24 часа дневно.
- ✓ Мерења током сувог периода
- ✓ Мерења протока треба да обухвате најмање 10 дана без кише (од којих најмање 2 дана викенда), под претпоставком да пре мерења није било падавина најмање 48 сати.
- ✓ Мерења током кишног периода
- ✓ Мерења вршити тако да обухвате најмање једну кишу са интензитетом више од 5mm, у минималном трајању од 5 мин. Трајање протицаја током кишног периода мора бити онолика колико је потребно да би се обухватио целокупан период трајања кишне епизоде.



Квалитет отпадне воде? Мониторинг или преузети стандардне вредности ?



Већи део комуналних отпадних вода чине употребљене воде из домаћинства. За њих је карактеристичан константан састав у једном региону у дужем периоду, као резултат животног стандарда и начина живљења становништва. Њихова количина и оптерећење загађујућим материјама може се изразити путем норматива, тј. стандардним вредностима по становнику.



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

Просечне вредности BPK₅ за отпадне воде из Референце Документ он Бест Аваилабле Тецхниџес ин тхе Фоод, Дринк анд Милк Индустрис, за прераду броколија и карфиола су мање од 500 mgO₂/л, за грашак до 3000 mgO₂/л, а за кукуруз шећерац и преко 5000 mgO₂/л.

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

Проблем – изграђеност канализације и септичке јаме ?

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



Заједничко пречишћавање / Индустијске отпадне воде?

Ко је одговоран, ко одговара за улазне параметре отпадне воде на ППОВ ?!

ЗАКЉУЧАК:

да би се добио тражени квалитет пречишћене отпадне воде процес пречишћавања мора се конципирати и извести

у односу на конкретну отпадну воду,

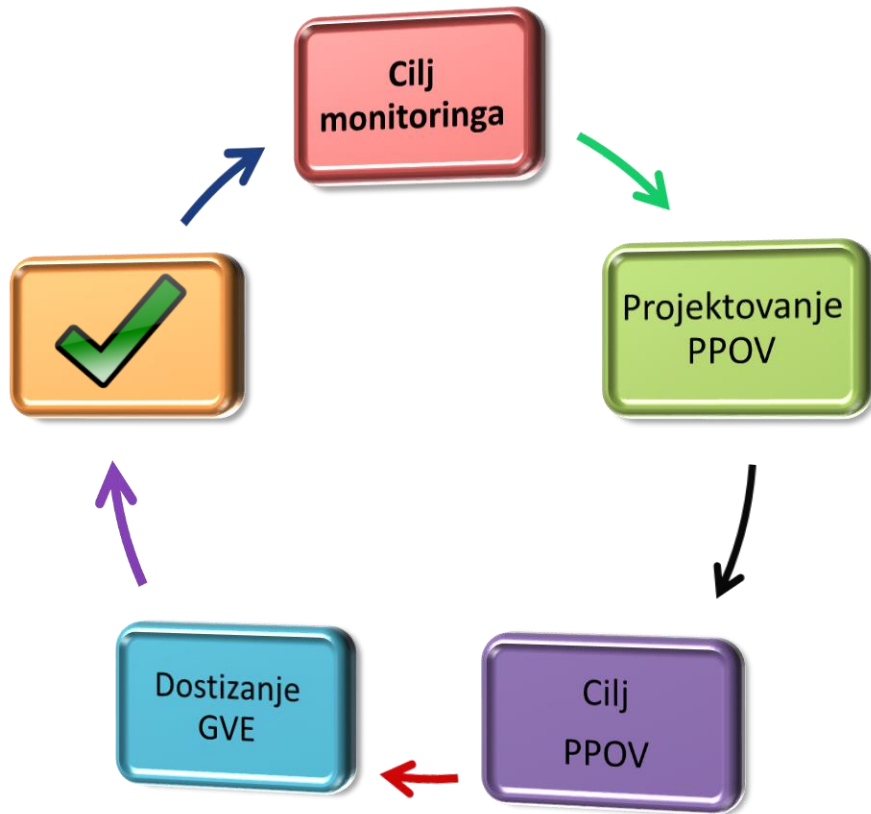
у односу на квалитет сирове отпадне воде,



према томе пројектовање и извођење ППОВ само на основу искуства из рада сличних постројења, и/или на основу доступних података из литературе, не гарантује да ће се у техничком, а поготово у економском погледу, постићи оптимални резултати

Мониторинг → Информација

?
Које вредности
Који параметри
Који капацитет
ППОВ



ПАРАМЕТРИ

<p>Правилник о начину и условима за мерење количине и испитивање квалитета отпадних вода и садржини извештаја о извршеним мерењима („Сл.Гласник РС“, бр. 33/2016)</p>	<p>Уредба о ГВЕ загађујућих материја у воде и роковима за њихово достизање (“Сл. Гласник РС”, бр. 67/2011, 48/2012 и 1/2016)</p>	<p>Водни услови -Забрањено је испуштање било каквих вода осим условно чистих атмосферских вода и пречишћених отпадних вода које обезбеђују одржавање минимално доброг еколошког статуса (II класа воде) реципијента према Уредби о класификацији вода.</p>	<p>Муљ - Уредба о ГВЕ Граничне вредности емисије за остатке од пречишћавања комуналних отпадних вода</p>
<p>Проток (минимални, максимални и средњи дневни), температура ваздуха, температура воде, барометарски притисак, боја, мирис, видљиве материје, таложиве материје, pH вредност, ВРК5, ХПК, садржај кисеоника, суви остатак, жарени остатак, губитак жарењем, сусп. материје и ел.проводљивост.</p>	<p>ВРК5, ХПК, Укупне суспендоване материје, укупни П, укупни Н</p>	<p>Члан 98 Пречишћавање отпадних вода до нивоа који одговара ГВЕ или до нивоа којим се не нарушавају стандарди квалитета животне средине реципијента, у складу са прописима којима се уређују ГВ загађујућих материја у површинским водама, граничне вредности приоритетних, хазардних и других заг. супстанци и прописом којим се уређују ГВЕ загађујућих материја у воде, узимајући строжији критеријум од</p>	<p>Олово Кадмијум Хром Никл Жива Бакар Цинк Арсен АОХ РСВ ПЦЦД/Ф</p>



Третман отпадних вода



Додатни третман (нпр. терцијарни третман) – већи трошкови?

Циљ : унапређење квалитета третиране воде у циљу испуњења стандарда квалитета излазног ефлуента и квалитета реципијента

BPK5 \neq 25 mgO₂/l
BPK5 = 10 mgO₂/l

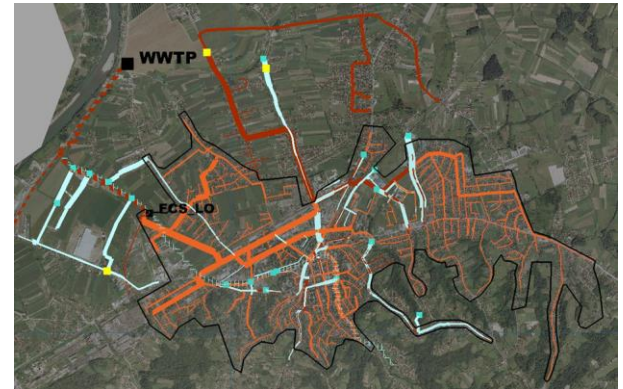
Ukupni P \neq 2mg/l
Ukupni P = 1 mg/l



3) Анализа планираног развоја канализационог система

Извршити анализу планираног развоја канализационог система, са нарочитим освртом на:

- Границе будућих услужних подручја (које јасно приказују планиране фазе),
- Пораст у броју корисника (прикључака и становника) по категоријама,
- Планирани степен прикључености по области/месној заједници у оквиру општине,
- Планирану прикљученост (број нових прикључених становника),
- Планирану динамику развоја индустријских потрошача ради процене будућих хидрауличких и органских оптерећења.



4 . Дефинисање пројектних критеријума за ППОВ:

Parametar	Jedinica	Faza 1	Faza 2
1 Srednji dnevni protok otpadnih voda pri suvom vremenu koji će doticati na PPOV	m ³ /dan		
2 Maksimalni dnevni protok pri suvom vremenu	m ³ / dan		
3 Maksimalni časovni protok pri suvom vremenu	m ³ /h		
4 Maksimalni časovni protok pri vlažnom vremenu	m ³ /h		
5 Minimalni časovni protok pri suvom vremenu	m ³ /h		
6 Biološka potrošnja kiseonika BPK ₅	mg/l		
7 Hemijska potrošnja kiseonika HPK	mg/l		
8 Ukupne suspendovane materije TSS	mg/l		
9 Ukupan azot (azot po Kjeldalu) TKN (naročito za PPOV veća od 10.000 ES)	mg/l		
10 Ukupan fosfor (naročito za PPOV veća od 10.000 ES)	mg/l		
11 Maksimalna temperatura otpadne vode	°C		
12 Minimalna temperatura otpadne vode	°C		
13 Broj ekvivalentnih stanovnika	EC		

Предлог укључује оквирни обим посла и буџет узимајући у обзир и даљу припрему документације (студије, пројекти, планска документа), неопходна за имплементацију !

Да ли имамо податке ?

Какве податке имамо?

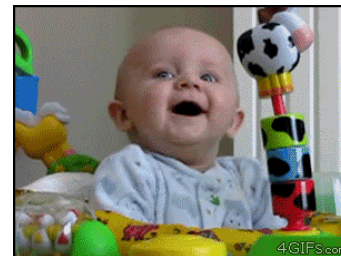
Катастар загађивача?



Да ли ћемо радити по стандардним вредностима и којим?

Мониторинг!
Који тип мониторинга?

Имамо ли довољно времена?

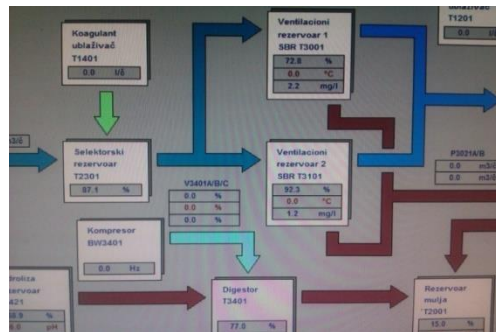




УПРАВЉАЊЕ ПРОЦЕСОМ РАДА ППОВ

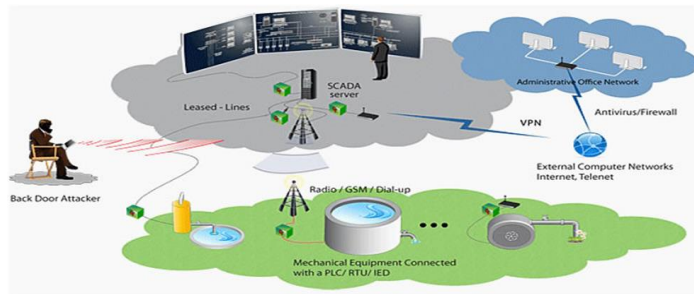
- ✓ Тачни и актуелни подаци, управљачке одлуке, подешавања и резултати су потребни за ефикасно управљање процесом рада постројења.
- ✓ Организовано и ваљано узорковање, мерење, и прикупљање података омогућују компетентно доношење одлука у процесу контроле процеса и његовог подешавања.
- ✓ За одређивање одговора од стране процеса на промене у оперативној контроли, моду рада и решавању проблема, и развијању трендова, стална мерења и праћење параметара су неопходни.

✓ Врло је важно да је оператер обучен да препозна и направи разлику између нормалних и неуобичајених услова рада како би ваљано утицао својим одлукама на рад процеса.



- ✓ Контрола процеса захтева рутинска мерења на дневном или чешћем нивоу за компетентно одређивање статуса процеса на основу тако прикупљених података.
- ✓ Статус процеса се константно мења због промена у количини долазне воде, распореду чврсте материје, карактеристике отпадних материја и повремених проблема у раду саме опреме.

Нпр . ефикасност процеса са активним муљем се обично мери праћењем квалитета секундарног ефлуента у погледу укупне количине суспендоване материје (ТСС), органских (ВРК5, ХПК, ТОЦ) и осталих тражених параметара као што је праћење амонијака за постројења која захтевају нитрификацију.



Примена сензора за ин-ситу мерења процесних параметара је све чешћа појава у постројењима за третман отпадних вода - нарочито је то случај за осетљивије системе биолошког третмана.



Управљање градским ППОВ

Заједничка или одвојена обрада отпадних вода, представља питање, на које је тешко унапред одговорити, без претходних анализа



Индустријске отпадне воде - мониторинг

Информације - на основу података из катастра загађивача животне средине (сектор отпадне воде) - Интегрални катастар загађивача



Прикупљање података:

- ✓ идентификациони подаци о загађивачу
- ✓ подаци о производњи
- ✓ подаци о отпадној води и начину утврђивања количине и квалитета отпадних вода
- ✓ подаци о постројењу за претретман отпадних вода

- ✓ Poznavanja bitnih parametara загађења отпадне воде за одређени процес пречишћавања
 Пример биолошког пречишћавања са активним муљем

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
PO₄	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

- Нови загаđivачи (фармаколошке supstance, preparati za negu tela, droge, nanomaterijali)
- и њихови продукти трансформације (ПТ) током пречишћавања

Предуслови за одржавање постројења

Инвестициони трошкови



- Обезбеђење финансијских средстава за оперативне трошкове
- Обезбеђење стручног кадра за вођење процеса у постројењу

Оперативни трошкови

- ✓ Трошкови енергије
- ✓ Трошкови одржавања опреме
- ✓ Трошкови интерних лабораторијских анализа
- ✓ Трошкови управљања муљем
- ✓ Трошкови за личне приходке запослених

За 257 постројења потребно је најмање 280 стручњака из области ЗЖС ?

Пример третмана индустријских отпадних вода прехранбеној индустрији (СБР):

Количина воде: $\approx 1100 \text{ m}^3/\text{дан}$
Експлатациони трошкови: $\approx 82\,000 \text{ ЕУР}/\text{год}$
Врста трошка:
Ел. енергија – 44%
Утрошак хемикалија – 19%
Трошкови радне снаге – 14%
Трошкови сервисирања – 8%
Отпад (вишак муља) – 15%

Ко ће све ово да плати?



- ✓ **Повећање цене воде и третмана отпадних вода**

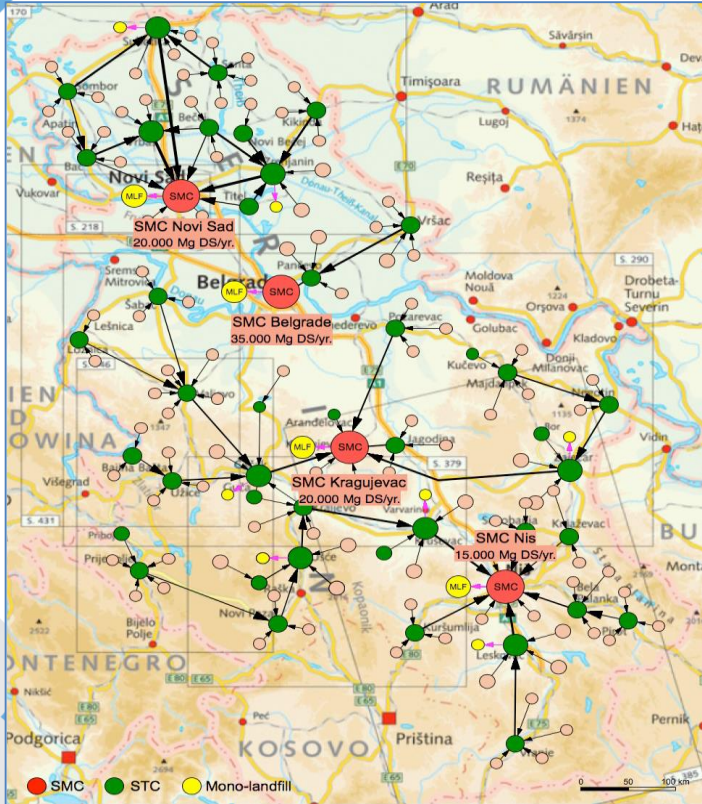


Да ли имамо сопствене капацитете за реализацију ових пројеката?



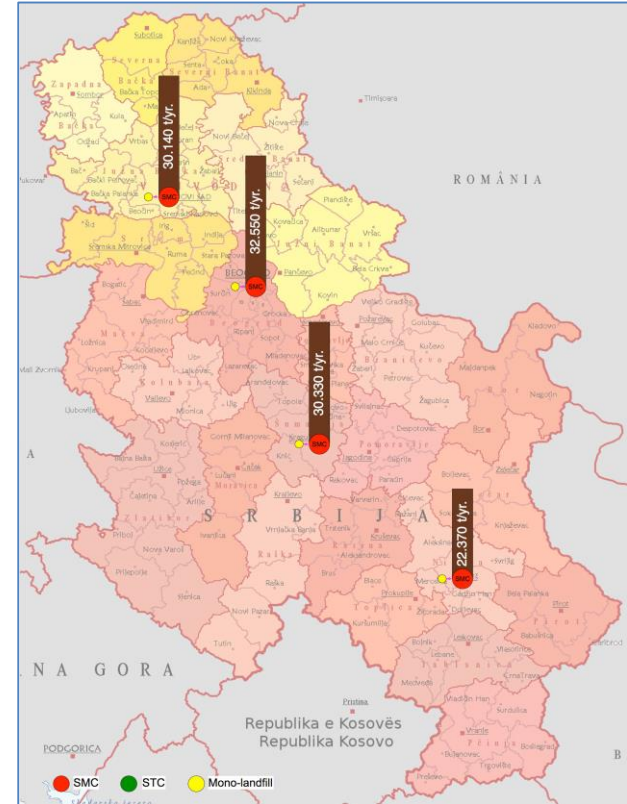
Проблем муља са ППОВ?

Предложени регионални Центри за управљање муљем у Србији



- подручје града Београда
- Аутономна Покрајина Војводина
- Шумадија и западна Србија
- Јужна и Источна Србија

ПРИМЕР ???:
13.008 кг/дан -
Одлагање на
локацији за
депоновање у
складу са
законском
регулативом и
без утицаја на
ЖС



Процена укупне производње муља по регионима

Управљање и одржавање?





SAVE THE EARTH