

Upravljanje postrojenjem za prečišćavanje otpadnih voda u cilju sprečavanja negativnog uticaja na životnu sredinu

Dejan Krčmar



+



○

Gde počinje upravljanje prečišćavanjem otpadnih voda?

Kontrola procesa (direktna merenja i laboratorijske analize)

- na osnovu tih rezultata **upravljanje PPOV**

Tehničke performanse i ekonomika procesa i PPOV (tehno-ekonomski aspekt)

Upravljanje na osnovu **ekološkog aspekta**

- (uticaji na okolinu samog PPOV i efluenta; potrošnja resursa)
 - obično se ocenjuje na osnovu analize životnog ciklusa (Life Cycle Analysis)
 - dopunjeno često analizom troškova i koristi (Cost-Benefit Analysis)

i na osnovu **socijalnog aspekta**

- (kao što su **mirisi, buka**, prihvatljivost PPOV za stanovništvo)

Ključni aspekti:

1. Projektovani kapacitet – ulazni parametri (protok, zagađivači, sezonske varijacije)
2. Self-monitoring (praćenje procesnih parametara u realnom vremenu)
3. Negativni uticaj na ŽS (kontrola emisija i poštovanje graničnih vrednosti emisija – GVE)
4. Tehnologije prečišćavanja i inovacije
5. Upravljanje otpadnim produktima (muljevi)
6. Samoodrživo postrojenje (ekonomija, održavanje i energetska efikasnost)
7. Interakcija sa lokalnom zajednicom



1. Projektovani kapacitet – ulazni parametri ?

✓ Količine otpadne vode?

- Proces mora da savlada projektovani opseg protoka

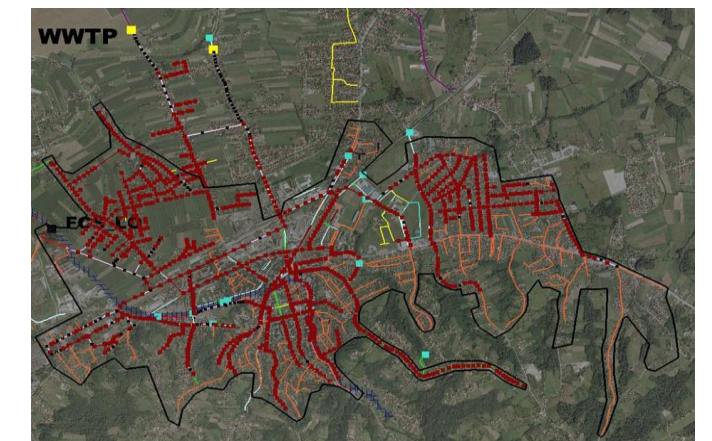
✓ Kvalitet otpadne vode?

- broj ekvivalent stanovnika:	7.000 ES
- merodavna dnevna količina vode:	1.635,00 m ³ /dan
- koncentracija BPK ₅ :	250,00 mg/l
- koncentracija ukupnih suspendovanih materija:	295,00 mg/l
- koncentracija ukupnog azota po Kjeldhalu:	47,10 mg/l
- koncentracija ukupnog fosfora:	7,70 mg/l
- dnevna količina BPK ₅ :	408,75 kg/dan
- dnevna količina ukupnih suspendovanih materija:	482,33 kg/dan
- dnevna količina azota po Kjeldhalu:	77,01 kg/dan
- dnevna količina ukupnog fosfora:	12,59 kg/dan

✓ Varijabilnost protoka i kvaliteta?

- 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)

+ Industrija ?
+ Atmosferska kanalizacija?
+ Stanje kanalizacione mreže ?
(infiltracija kroz pukotine, divlji priključci)
+ Septičke jame?



Primer:

- PPOV – projektovano za 4 naselja
- ukupni kapacitet od 9200 ES
- maksimalni hidraulički kapacitet 1725 m³/dan.

Trenutno stanje:

- priključeno **jedno naselje**
- dnevni protok oko **1700 m³**
- oscilacije protoka (decembar oko **2800 m³/dan**)
- prekoračenje GVE - organsko opterećenje je skoro konstantno manje od tipičnih vrednosti za komunalne OV

Preporuka:

- Bilo kakva rekonstrukcija PPOV nema smisla dok se ne utvrde razlozi razblaženja sirove vode i utvrde mere za otklanjanje nedostataka.
- Utvrditi i razloge odstupanja parametara sastava sirove vode od tipičnih vrednosti.



Značaj katastra otpadnih voda

UPRAVLJANJE POSTROJENJIMA ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA

Profesor dr Božo Dalmacija

Asistent mr Dejan Krčmar

Prirodno-matematički fakultet Novi Sad

Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine



Svrha katastra

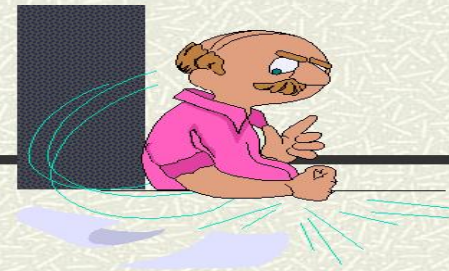
Katastar otpadnih voda i postrojenja za predtretman u industriji služi nadležnim službama da efiksano utvrdi stanje na terenu. Subjekti koji koriste ove podatke su:

- vodoprivrednoj inspekciji,
- laboratorima koje vrše kontrolu otpadnih voda,
- **preduzećima koje vrše odvođenje i prečišćavanje otpadnih voda** itd.

✚ **Efikasnost prethodne obrade industrijskih otpadnih voda** je veoma bitan za pravilan rad centralnog komunalnog postrojenja.

✚ **Formiranjem katastra otpadnih voda za kanalizacioni sliv na kome se nalazi postrojenje** utvrđuje se da li postojeće postrojenje zadovoljava, ili je potrebno proširenje, novo postrojenje, ili je dovoljno uvesti prethodnu obradu instrijskih otpadnih voda.

Prikupljanje podataka



U principu potrebno je sakupljati samo one informacije u katastru koje će poslužiti za **efikasnije i ekonomičnije prečišćavanje otpadnih voda, kako sa aspekta kontrole tako i sa aspekta projektovanja uređaja za prethodnu obradu.**

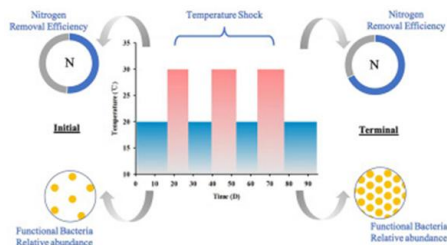
Klimatske promene – visoke temperature!

Temperatura otpadnih voda?

- opada rastvorljivost kiseonika
- utiče na metabolizam bakterija, termalni šok za mikroorganizme
- povećana isparavanja, neprijatni mirisi
- utiče na brzinu reakcija većine hemijskih i bioloških procesa

Dodatne mere:

- ✓ povećanje/poboljšanje aeracije
- ✓ ugradnja sistema za hlađenje ili kontrolisanje temperature ulazne vode
- ✓ monitoring mikrobioloških promena
- ✓ kontrola unosa hranljivih materija (N i P)



2. Self-monitoring (praćenje procesnih parametara u realnom vremenu)

- ✓ Merenje kvaliteta ulazne vode i praćenje efikasnosti prečišćavanja (ulaz/izlaz)

Tabela 7. Karakteristike ulazne/sirove otpadne vode

Parametar	Jedinica	Ulaz
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 procesu tretmana OV, kako bi se osigurao optimalan rad postrojenja (SBR – šaržno punjenje)
- ✓ Energetski monitoring (npr. aeracija, pumpanje, mešanje)
- ✓ Kontrola muljeva (praćenje količine proizvedenog mulja i kvaliteta tretiranog mulja)



IQ SensorNet 2020 3G is a modular water quality system

Улазна (сирова) вода:

- ХПК (бихроматна метода)
- БПК₅
- Суспендоване материје
- рН вредност
- Температура
- Укупан азот
- Укупан фосфор



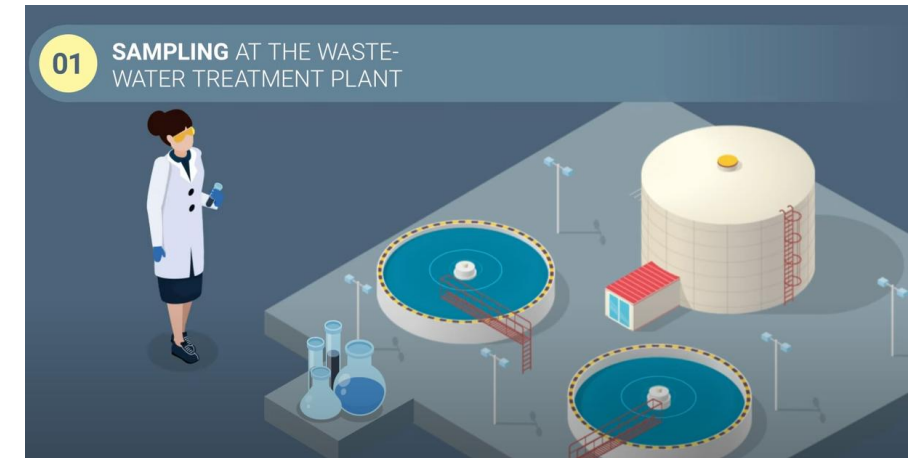
Аерациони базени:

- Суспендоване материје
- Губитак жарењем сусп. материје
- Спец. запремина муља (*Imhoff*, 30 мин.)
- Индекс муља



Збирна пречишћена отпадна вода - у водопријемник:

- ХПК (бихроматна метода)
- БПК₅
- Суспендоване материје
- рН вредност
- Температура
- Укупан азот
- Амонијачни азот
- Укупан фосфор



3. Negativni uticaj na ŽS (GVE)?

IZAZOV – KLIMATSKE PROMENE I GVE ?



🏠 • Vesti • Društvo • Presušio Ibar?! Zastrašujući i snimci sa srpske reke, ljudi gledaju sa tugom i nevericom

IBAR PRESUŠIO?! Zastrašujući i snimci sa srpske reke, ljudi gledaju sa tugom i nevericom (VIDEO)

Nažalost, svedoci smo ekološke katastrofe koja je pogodila naš region, a koja je duboko rastužila sve ljubitelje prirode, ribolovce i nadamo se, sve građane Tutina, Novog Pazara i Rožaja. Reka Ibar, jedna od najznačajnijih reka u ovom delu Balkana, presušila je. Ova



Alarmantno u Topoli: "Ovo ne pamtimo"

Alarmantno stanje usled loših hidroloških uslova nastupilo je na teritoriji opštine Topola, a na par lokacija nizvodno u mestu Božurnja i Žabare došlo je do potpunog presušivanja rečnog korita reke Jasenice.

Revizija postojećih GVE !

PRIMER: UKUPNO OPTEREĆENJE NADELE U SLUČAJU IZLIVANJA PREČIŠĆENIH OTPADNIH VODA NASELJA I INDUSTRIJE

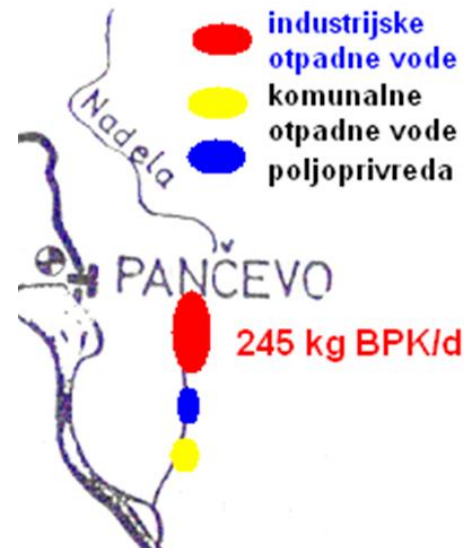
NASELJA	Kapacitet l/s	HPK kg/dan	BPK ₅ kg/dan	Suspendovane materije kg/dan	Ukupni N kg/dan	Ukupni P kg/dan
Uzdin	7.7	79	16	22	9.4	1.3
Putnikovo	0.7	7.2	1.4	2.0	0.8	0.1
Kovačica	23.1	237	47	66	28	3.8
Pašina	19.7	202	40	56	24	3.2
Debeljača	17.4	178	36	50	21	2.9
Crepaja	15.5	159	32	44	19	2.5
Banatsko Novo Selo	24.3	249	50	70	30	4.0
Kačarevo	25.2	258	52	72	31	4.1
Dolovo	21.6	221	44	62	27	3.5
Starčevo	25.2	258	52	72	31	4.1
Omoljica	20.6	211	42	59	25	3.4
Ivanovo	3.3	34	6.8	9.5	4.1	0.5
Banatski Brestovac	10.8	111	22	31	13	1.8
Postojeća industrija bez farmi	27	292	58	82	35	4.7
UKUPNO	242.1	2498	510	702	310	93

¹ Limit 200 kgO₂/dan



PRIMER:

Nadela



- 1 zagađivač direktno + 1 preko sekundarne mreže
- Skrobara u Pančevu
- vodotok prima i otpadne vode naseljenih mesta i sa farmi

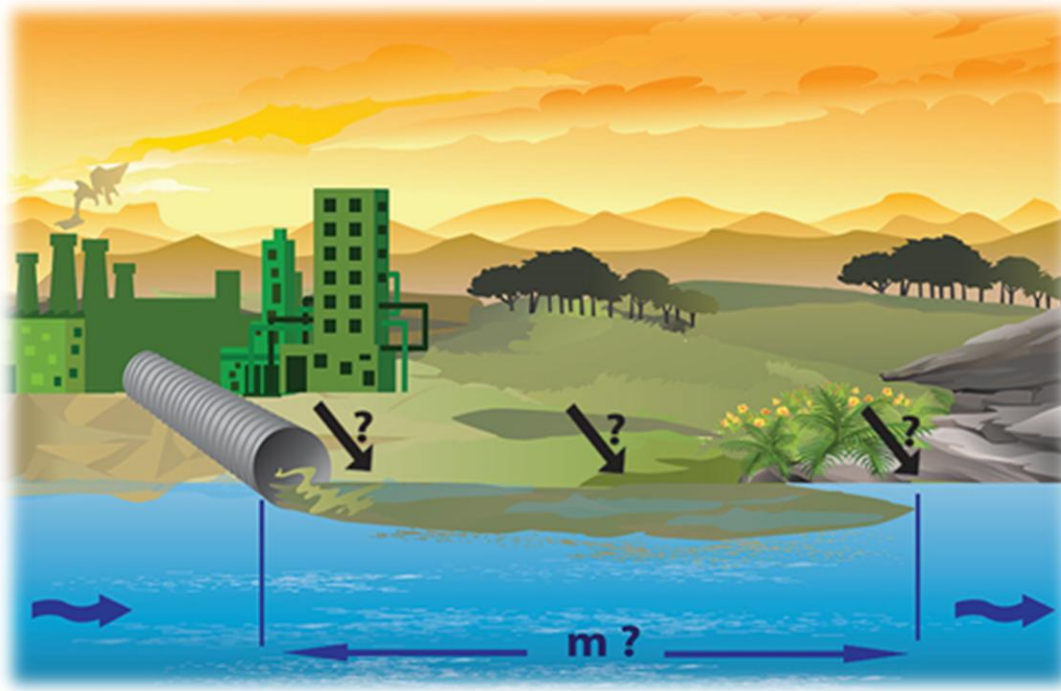
¹ - pod uslovom da se na vodotoku uspostavi protok od 0.5 m³/s, isti se **može opteretiti sa 200 kgO₂/dan**

Забрањено је у мелиорационог канала Румско гранични 2 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 воде и роковима за њихово достизање задовољавају прописане вредности. Концентрације штетних и опасних материја у ефлуенту морају бити у складу са Уредбом о граничним вредностима приоритетних и приоритетних хазардних супстанци које загађују површинске воде и роковима за њихово достизање;



BPK₅ ≠ 25 mgO₂/l
BPK₅ = 10 mgO₂/l

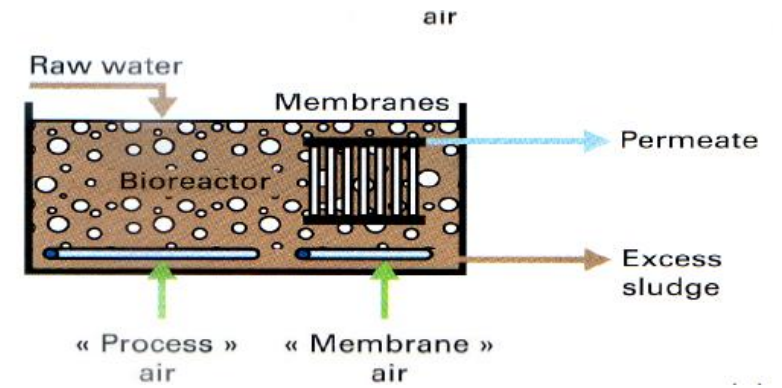
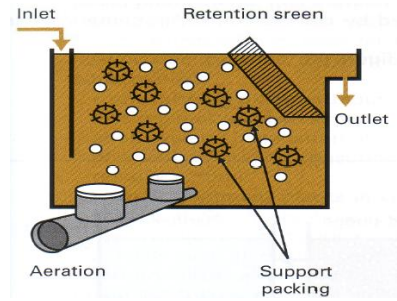
Ukupni P ≠ 2mg/l
Ukupni P = 1 mg/l



Dodatni tretman (npr. tercijarni tretman) –
veći troškovi?!

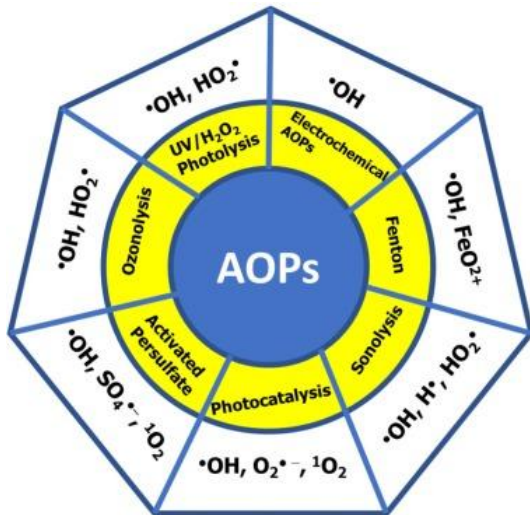
4. Tehnologije prečiščavanja i inovacije

- ✓ MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor)
- ✓ Membranski bioreaktori (MBR)
- ✓ Napredne oksidacione tehnologije (AOP)



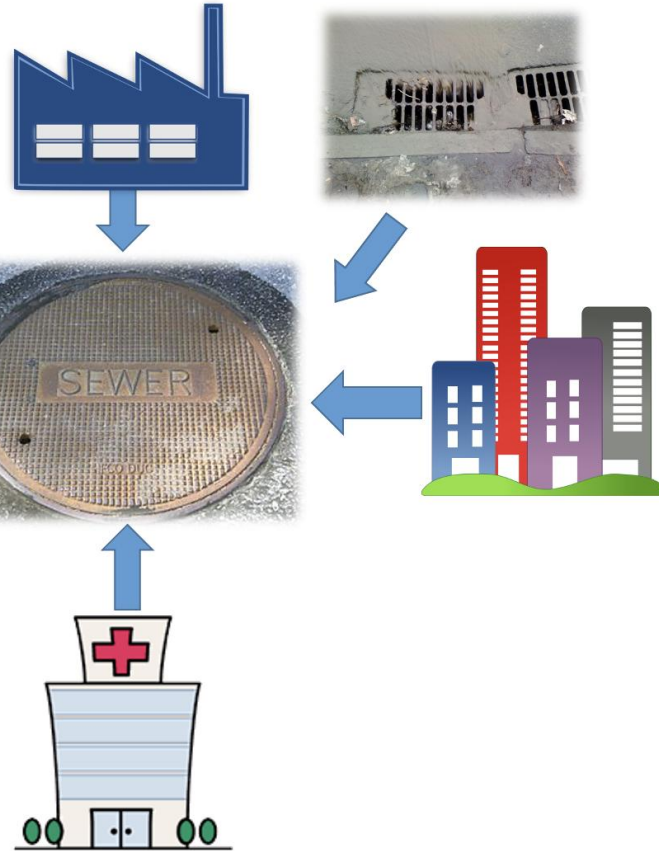
MABR IFAS rešenja (Integrirani aktivni mulj sa fiksnim filmom) - omogućava povećanje kapaciteta za prečiščavanje komunalnih i industrijskih otpadnih voda

- poboljšava taloženje mulja i stvara manje otpadnih bio čvrstih materija, smanjujući na taj način operative troškove odnosno troškove uklanjanja nečistoća sa lokacije.

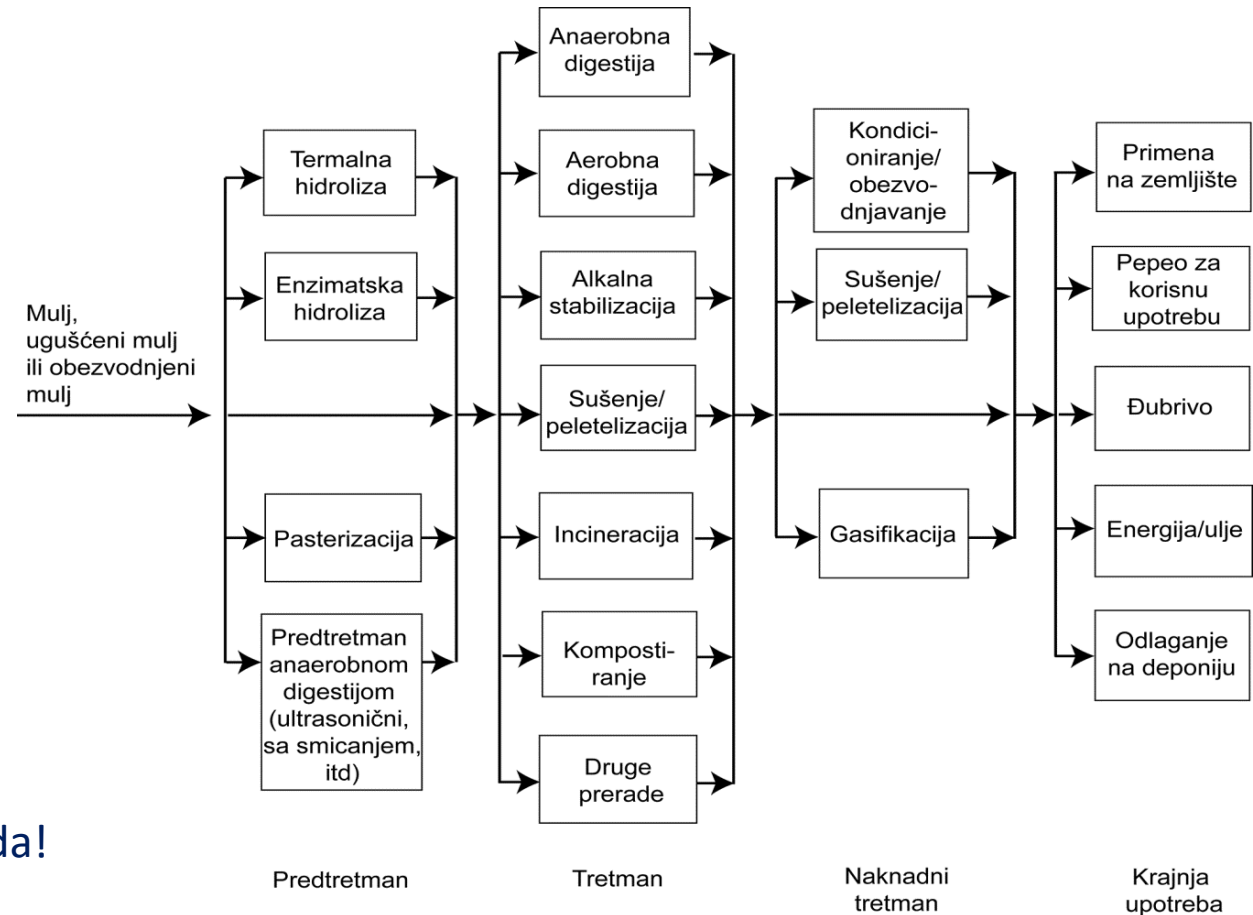


5. Upravljanje otpadnim produktima (muljevi)

Karakteristike i mogućnost obrade muljeva zavise od tipa otpadnih voda i vrste postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda.



Izračunavanje i donošenje zaključka da li toksične materije u otpadnoj vodi otežavaju obradu i zbrinjavanje nastalog mulja na postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda



Upravljanje i kontrola mulja počinje od kontrole otpadnih voda!

5. Upravljanje otpadnim produktima

Reciklaža nusproizvoda

- ✓ Biogas -izvor energije unutar postrojenja ili za spoljašnje potrebe.
- ✓ Reciklaža materijala kao što su N I P može doprineti cirkularnoj ekonomiji.

Smanjenje čvrstog otpada

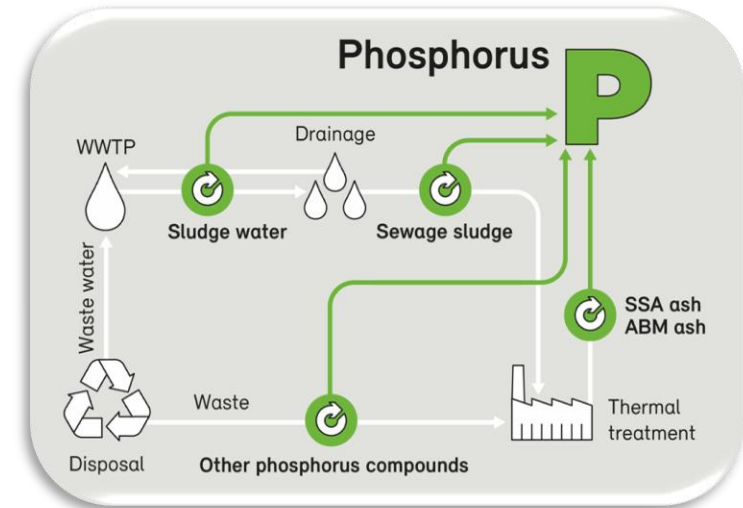
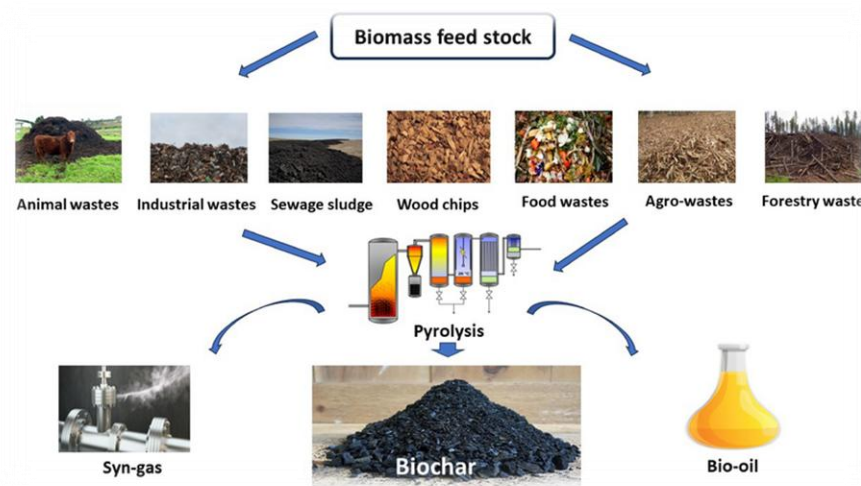
- ✓ Optimizacija procesa prečišćavanja može smanjiti količinu čvrstih ostataka.
- ✓ Npr., efikasnost primarnog tretmana, smanjuje opterećenje postrojenja i količinu otpadnih materija koje treba dalje tretirati.

Tretman gasova

- ✓ Emisije gasova, posebno metana moraju se adekvatno kontrolisati (sagorevanje ili izvor energije).
- ✓ Tretman isparenja i neprijatnih mirisa.

Zelene tehnologije za otpadne materijale

- ✓ Metode za smanjenje otpada - kompostiranje organskog otpada, ili pretvaranja otpada u korisne proizvode (biomaterijal ili bioenergiju).



6. Samoodrživo postrojenje (ekonomija, održavanje i energetska efikasnost)

Ekonomija:

- Efikasno korišćenje **resursa** (**hemikalije** za prečišćavanje ili **energije**)
- Implementacija **povrata energije** npr. korišćenje biogasa za proizvodnju električne energije i grejanje postrojenja.
- **Automatizacija procesa**, **nivo obučenosti zaposlenih** i optimizacija radnih sati zaposlenih (da li postrojenje može samostalno da radi?).

Održavanje:

- Proaktivno i preventivno održavanje ključnih komponenti postrojenja - smanjuje rizik od kvara i skupih popravki (npr. pumpi, mešalica, membrana, difuzera i sl.)
Primer: Uvođenje softvera za praćenje stanja i performansi mašina uz automatsko obaveštavanje o potrebi za servisom.

Količina vode: ≈ 1100 m³/dan
Eksploatacioni troškovi: ≈ 82 000 EUR
Vrsta troška:

El. energija – 44%
Utrošak hemikalija – 19%
Troškovi radne snage – 14%
Troškovi servisiranja – 8%
Otpad (višak mulja) – 15%

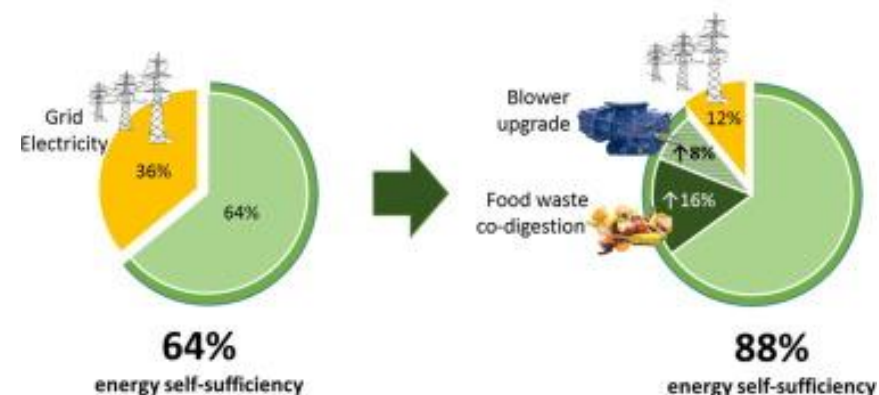


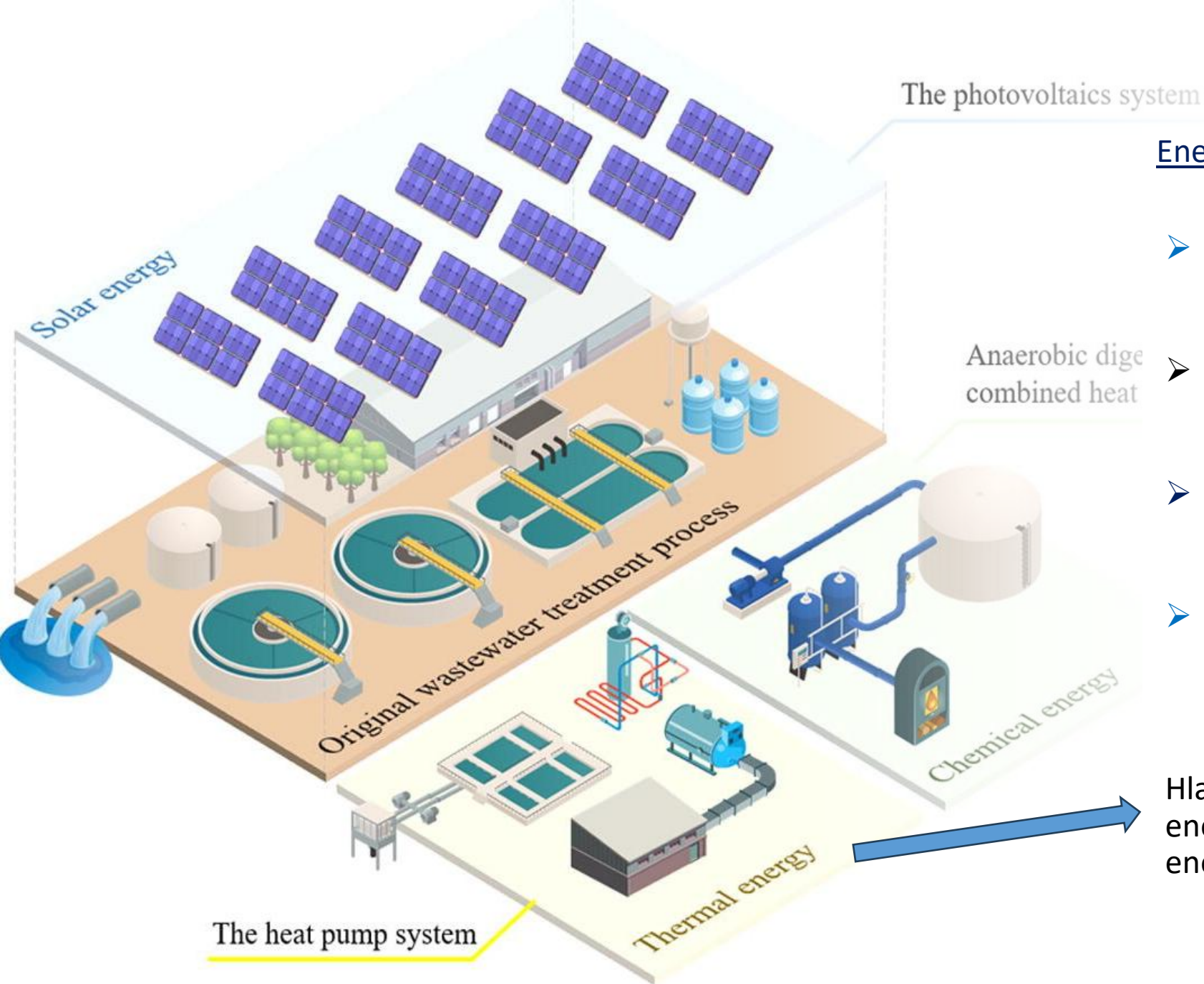
Applied Energy
Volume 242, 15 May 2019, Pages 797-808



Successful strategies for increasing energy self-sufficiency at Grüneck wastewater treatment plant in Germany by food waste co-digestion and improved aeration

Improved WWTP energy self-sufficiency





Energetska efikasnost:

- Optimizacija potrošnje energije korišćenjem energetski efikasnih pumpi, motora i druge opreme
- Korišćenje obnovljivih izvora energije kao što su solarni paneli, vetrogeneratori ili biogas
- Smanjenje gubitaka energije u procesu kroz bolju izolaciju i kontrolu temperature u postrojenju.
- Korišćenjem toplote prečišćene otpadne vode putem toplotnih pumpi, za zagrevanje PPOV i okolnih zgrada

Hlađenjem 1 m³ efluenta za 1⁰C dobija se energija ekvivalentna 0,26 kWh električne energije)

7. Interakcija sa lokalnom zajednicom

Ključan aspekt komunikacija i saradnja sa ljudima i organizacijama u okolini.

Problemi:

Percepcija zagađenja i zdravstveni rizici

- ✓ Zabrinutost za zdravlje
- ✓ Negativan imidž postrojenja

Nedostatak Transparentnosti


- ✓ Nedostatak informacija
- ✓ Nejasna komunikacija

Uticaj na sredinu i životnu sredinu

- ✓ Strah od nesreća ili curenja
- ✓ Negativan uticaj na prirodne resurse

Neprijatni mirisi i buka

Smanjenje vrednosti nekretnina



Efikasnost naplate ?

Povećani troškovi održivosti i održavanja ?

Kako prevazići ove probleme?

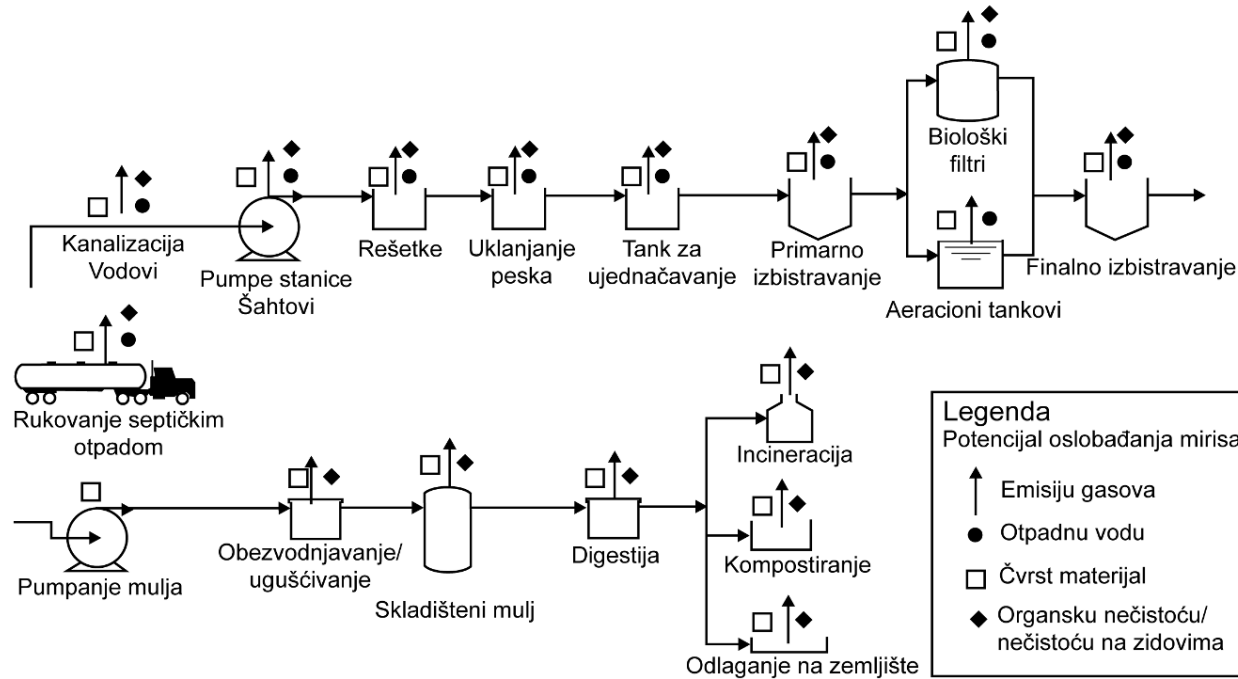
- **Transparentnost** i redovno informisanje zajednice o radu postrojenja.
- **Edukacija** stanovništva o značaju PPOV-a za životnu sredinu.
Npr. smanjenje korišćenja sveže vode korišćenjem prečišćene otpadne vode
- **Saradnja sa lokalnim vlastima** i uključivanje zajednice u proces donošenja odluka.
- **Tehničke inovacije** za smanjenje neprijatnih mirisa i emisija.



Kako kontrolisati miris?

Stvaranje mirisa u PPOV – praktično u svim fazama **sakupljanja**, **tretmana** i **odlaganja** otpadnih voda.

Najviše supstanci koje proizvode mirise nalazi se u **komunalnim vodama** i u **uklonjenoj čvrstoj materiji** koja potiče od anaerobne biološke aktivnosti.



Water Workshop 2024



WW2024, 18-20. septembar 2024.

Dvadeseti WATER WORKSHOP 2024



Obrazovne radionice i
seminari





*Ako pratimo prirodu kao
vođu, nikad nećemo
zalutati.*

Ciceron