

# ZAR JE MOGUĆE DA NE ŽELIMO NAPRED?

ZORAN MARINKOVIĆ, DIPL. ING. GRAĐ.  
» *ENERGOPROJEKT- HIDROINŽENJERING*«  
*BEOGRAD, B. MIHAILA PUPINA 12*  
EMAIL: [ZMARINKOVIC@EPHYDRO.COM](mailto:ZMARINKOVIC@EPHYDRO.COM)

Konferencija otpadne vode, komunalni čvrst otpad i  
opasan otpad, Beograd 16.06. 2021.

# ZAŠTO SE PLAŠIMO PRIMENE INOVATIVNIH REŠENJA U KOMUNALNOJ HIDROTEHNICI I SANITARNOM INŽENJERSTVU?

## Razlozi nisu tehničke prirode:

- Nedostatak razumevanja stručne i „nestručne“ javnosti za inovacije
- Nedostatak naše upornosti i pameti u dokazivanju prednosti takvih tehničkih rešenja
- Sprega interesa velikih moćnih kompanija i pojedinaca
- Odlazak velikog broja mladih i iskusnih stručnjaka iz zemlje
- Smena generacija bez blagovremene obuke novih inženjera.
- Niska tržišna cena rada inženjerskog kadra u odnosu na druge evropske i vanevropske zemlje, a posebno u odnosu na neke druge profile i usluge.
- Izuzetno malo investiranje u komunalnu infrastrukturu bez adekvatnog održavanja izgradjenih sistema



## **ŠTA SU POSLEDICE?**

Na začelju smo u svim disciplinama sanitarnog inženjerstva i zaštite životne sredine

## **Kakva je praksa u 21. veku?**

Strateške ciljeve i prioritete definišu politički subjekti.

Oslanjamo se na inostrane donatore i banke koje time uslovljavaju primenu svoje skoro uvek zastarele tehnologije i opreme

## **ŠTA TREBA?**

Finansiranje iz državnog budžeta.

Dati prednost domaćim kompanijama.

**ŠTA DOBIJAMO?:** punu uposlenost za duži vremenski period i potrebne reference za domaće i ino tržišta.



# INOVATIVNA REŠENJA U SANITARNOM INŽENJERSTVU

## Prvi primer: Efikasno rešenje prečišćavanja podzemnih voda u Vojvodini

Za snabdevanje vodom za piće stanovništva Vojvodine koriste se podzemne vode, uglavnom druge izdani, koje su bez antropogenog zagađenja. Ipak, vode ove izdani su sa značajnim sadržajima brojnih štetnih i opasnih materija prirodnog porekla: prirodne organske materije (POM) i mineralni sadržaji (Na, Fe, Mn, i dr.),  $\text{NH}_4$ , As, Br i dr.

**U navedenom setu materija kancerogene materije su (As) i neki potencijalni kancerogeni. Shodno svetskoj praksi ovakvo stanje zahteva efikasno rešavanje ovog problema. Umesto toga, kod nas se ovaj problem ignoriše.**

**Od 1975.godine do danas traju nebrojeni pokušaji međunarodnih kompanija i nekih domaćih institucija da na brojnim lokalitetima u APV nađu rešenje tretmana vode za piće.**

**Posledice konzumiranja voda sa povećanim sadržajima, posebno, As su izuzetno teške: korelacija mortaliteta stanovništva od sadržaja As u vodi za piće detaljno je proučena i dokazana. Ovo je dugo maskirano kod nas, sve dok nije Ministarstvo zdravlja u 2006.godine u Strategiji zaštite od hroničnih nezaraznih bolesti utvrdilo da je smrtnost od malignih tumora za 24% veća u APV nego u Centralnoj Srbiji. U apsolutnom iznosu radi se o 920 st./godinu.**

**BUDUĆI DA SU SADRŽAJI POM U PODZEMNIM VODAMA U APV VISOKI, NA PILOT MODELIMA U APV SE TOKOM 45.GODINA POKUŠAJA NIJE MOGAO REŠITI PROJEKTNI ZADATAK, TAB. 1. POKUŠAJ FRANCUSKE FIRME DEGREMONT 1980. I BROJNI SLIČNI POKUŠAJI (NEMAČKI WTE, POSLEDNJI GRUPA ZILIO, ITALIJA) ZA KOJE SMO UNAPRED ZNALI I NA TO UKAZIVALI ODGOVORNIM DA TAKO NE MOGU REŠITI OVAJ PROBLEM IGNORISANI SU OD LOKALNIH SAMOUPRAVA. DUGOTRAJNA PILOT ISTRAŽIVANJA SA TEŠKIM POSLEDICAMA, U APV I DALJE TRAJU! OGROMAN NOVAC I VREME SU IZGUBLJENI BEZ REŠENJA.**



**EKSPERTI INSTITUTA IZ KARLSRUEA UTVRDILI SU DA SE PRIMENOM KONVENCIONALNIH METODA NA PRIHVATLJIV NAČIN NE MOŽE REŠITI OVAJ PROBLEM. IPAK NADLEŽNI U APV I DALJE ISTRAJAVAJU NA USTALJENOJ PRAKSI!**

**U SVETU SE DUŽE VREME POKUŠAVA REŠITI PROBLEM UKLANJANJA VISOKIH SADRŽAJA POM.**

**UNAPREĐENJE EFEKATA KOAGULACIJE JE JEDAN OD POSTUPAKA NA KOJEM SE DUGO RADI, ZBOG TOGA ŠTO JE VIŠESTRUKO POVOLJNIJI (JEDNOSTAVNA KONTROLA PROCESA, VEĆI BROJ PROMENLJIVIH DAJE ŠIRE MOGUĆNOSTI ISTRAŽIVANJA, EFEKTI DOBIJENI NA JAR-TESTU REPRODUKUJU SE I NA UREĐAJU, EFIKASNO SE UKLANJAJU SADRŽAJI: DOC, As, Fe, Br, PO<sub>4</sub> I DR.**



**POTROŠNJA KOAGULANATA U PRIMERIMA DEGREMONA I EKSPERATA IZ KARLSREUEA JE IZUZETNO VISOKA, NEPODESNA I BEZ ZAHTEVANIH EFEKATA TE IH NEMA SVRHE RAZMATRATI.**

**OVA SITUACIJA SE JEDNOM MORA PREKINUTI. ZA TO POSTOJE SVI USLOVI.**

**U TABELI 1. DATI SU NAJNEPOVOLJNIJI SASTAVI PODZEMNIH VODA, ZAHTEVANI STEPEN UKLANJANJA ŠTETNIH I OPASNIH MATERIJA I EFEKTI PREČIŠĆAVANJA DOBIJENI UNAPREĐENOM KOAGULACIJOM NA JAR-TESTU.**

**U PRAKSI TRETMANA VODE ZA PIĆE DOBRO JE POZNATO DA SE EFEKTI UKLANJANJA ŠTETNIH I OPASNIH MATERIJA DOBIJENI KOAGULACIJOM NA JAR-TESTU POSTIŽU I NA UREĐAJU ZA TRETMAN VODE ZA PIĆE ISTIM POSTUPKOM.**





Tabela. 1. potreban stepen uklanjanja nepoželjnih sadržaja iz podzemne vode u Apv  
 Table 1. degree of removal of unwanted contents from groundwater to Apv

| <b>Pokazatelj sastava</b>       | <b>Sastav sirove vode</b> | <b>Standard, Sl.list Br. 42/1998</b> | <b>Potreban stepen prečišćavanja</b> |
|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Boja, mgPt/l                    | > 80                      | < 5                                  | > 95 %                               |
| Utrošak KMnO <sub>4</sub> ,mg/l | > 50                      | < 8.0                                | > 85 %                               |
| Elektroprovod.,<br>μS/cm        | > 1200                    | < 1000                               | > 20 %                               |
| Natrijum, mg/l                  | > 300                     | < 150                                | > 50 %                               |
| Amonijak, mg/l                  | > 2.00                    | < 0.1                                | > 95 %                               |
| Arsen, mg/l                     | > 0.300                   | < 0.010                              | > 97,5 %                             |
| Bor, mg/l                       | > 1.00                    | < 0.3                                | > 70 %                               |



**MANJKAVOSTI BROJNIH POKUŠAJA DA SE SA UNAPREĐENOM KOAGULACIJOM REŠI OVAJ IZUZETNO ZAHTEVAN PROBLEM, REŠENI SU SA PATENTIMA: EP 1294642 I KONAČNO SA RS 52278 B.**

KONCEPCIJSKI, PROBLEM JE REŠEN – REŠENJE JE DEFINISANO NA JAR-TESTU, POTOM I NA UREĐAJU.

**EFIKASNO UKLANJANJA POM IZ SIROVIH VODA POSTIŽE SE UNAPREĐENOM KOAGULACIJOM SA NEORGANSKIM POLIMERIMA AL I  $\text{SiO}_2$** , DAKLE DOBRO POZNATIM KOAGULANTIMA KOJI SU VEOMA DUGO U PRIMENI TRETMANA VODE ZA PIĆE. ZA RAZLIKU OD CITIRANIH POKUŠAJA OVDE, IMAMO IZUZETNO ZNAČAJAN, EFEKAT SMANJENJA POTROŠNJE KOAGULANTA UZ ISTOVREMENO POVEĆANJE EFIKASNOSTI UKLANJANJA UTROŠKA  $\text{KMnO}_4$ , PRIMER TRETMANA SIROVE VODE JEZERA NA DIVČIBARAMA I DR.



## **ULOGA PILOT MODELA U PROJEKTOVANJU I IZGRADNJI UREĐAJA ZA TRETMAN VODE ZA PIĆE**

Zahtevi koji se postavljaju u rešavanju postavljenog zadatka su:

- **dokazivanje postupka tretmana vode za piće, na pilot modelu, sa obezbeđenjem zadanog standarda kvaliteta,**
- **dobijanje parametara za projektovanje,**
- **izbor i optimizacija postupaka tretmana vode i dr.**

**Izgradnja pilot modela bazira se na predhodno definisanom postupku tretmana vode za piće.**

Pilot model ima sve elemente za realizaciju svih procesa koji se testiraju i koji se imaju i na postrojenju.



**POSTUPAK PREČIŠĆAVANJA KOJI SE TESTIRA NA PILOT MODELU MORA BITI DEFINISAN.**

**REŠENJE SE VIŠE NE TRAŽI. EFIKASNO UKLANJANJE ŠTETNIH I OPASNIH MATERIJA NA PILOT MODELU MORA SE DOKAZATI U DANU PRIMENE REŠENJA.**

ZA DEFINISANJE POSTUPKA TRETMANA VODE ZA PIĆE MOŽE SE KORISTITI PATENTNO REŠENJE RS 52278B, TAB. 2.

UNAPREĐENOM KOAGULACIJOM, REŠENJE RS 52278B, UKLANJAJU SE: BOJA, POM, AS, BR, PO<sub>4</sub>, JONI METALA IZUZEV: NA, B KOJI SE UKLANJAJU JONSKOM IZMENOM U SLUČAJU VISOKIH SADRŽAJA.

NH<sub>4</sub> SE, U NAJVEĆEM BROJU SLUČAJEVA, UKLANJA BIOLOŠKI NA PEŠČANOM FILTRU.



Tabela. 2. **RASPOLOŽIVO REŠENJE- JAR-TEST, RS 52278B**  
 EFIKASNO PREČIŠČAVANJE PODZEMNIH VODA IZVORIŠTA  
 ZA VODOSNABDEVANJE U APV NA LABORATORIJSKOM MODELU  
 Table 2. Available solution – JAR-TEST, RS 52278B

|                    | KMnO <sub>4</sub> , mg/l |            | Boja, mgPt/l |            | Uv-ext., 1/cm |            | As, mg/l |            |
|--------------------|--------------------------|------------|--------------|------------|---------------|------------|----------|------------|
|                    | sirova                   | preč.<br>% | sirova       | preč.<br>% | sirova        | preč.<br>% | sirova   | preč.<br>% |
| Kikinda,<br>(b)    | 26.00                    | 6.6075     | 46           | 4,96       | 0.260         | 0.08567    | 0.009    | 0.00189    |
| Zrenjanin<br>, (b) | 52.00                    | 7.5086     | 96           | 5,96       | 0.510         | 0.05090    | 0.103    | 0.00694    |

**LABORATORIJSKA ISPITIVANJA OVOG TIPA REALIZOVANA SU DUGI NIZ GODINA NA VEĆEM BROJU SISTEMA ZA VODOSNABDEVANJE U SRBIJI: AKUMULACIJA NA DIVČIBARAMA, KOPAONIK, AKUMULACIJE ZA VODOSNABDEVANJE KRAGUJEVCA, ARANĐELOVCA I DR. NA SVIM SISTEMIMA UTVRĐENA SU VISOKA UNAPREĐENJA EFEKATA PREČIŠĆAVANJA PRIRODNIH VODA, SA VISOKIM EFEKTIMA UKLANJANJA POM, UTROŠKA KMNO<sub>4</sub>, SVE U SKLADU SA SMANJENJEM POTROŠNJE AL I OGRANIČENOG SADRŽAJA AL U PREČIŠĆENOJ VODI NA NIVO ISPOD 0.050 MG/L.**

Tabela 3. Efekti prečišćavanja vode jezera na Divčibarama, juli 2006.g. rešenje EP 1294642  
 Table 3. Effects of Water Purification on Lake Divcibare, July 2006 EP 1294642 solution

|  | <b>Boja,<br/>mgPt/l</b> | <b>KMnO<sub>4</sub>,<br/>mg/l</b> | <b>UOC,<br/>mg/l</b> | <b>Uv-abs,<br/>1/cm</b> | <b>Al, mg/l</b> |
|--|-------------------------|-----------------------------------|----------------------|-------------------------|-----------------|
| <b>Sirova voda</b>   | > 100                   | 46.8                              | 10.9                 | 0.394                   | < 0.050         |
| <b>Prečišćena,<br/>Divčibare</b>                           | 60                      | 33.6                              | 8.9                  | 0.295                   | <b>0.300</b>    |
| <b>Jar-test Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub></b> | 45                      | 22.4                              | 6.5                  | 0.200                   | > 0.300         |
| <b>Jar-test EP<br/>1294642</b>                             | < 5                     | <b>6.50</b>                       | <b>1.9</b>           | <b>0.039</b>            | < 0.050         |



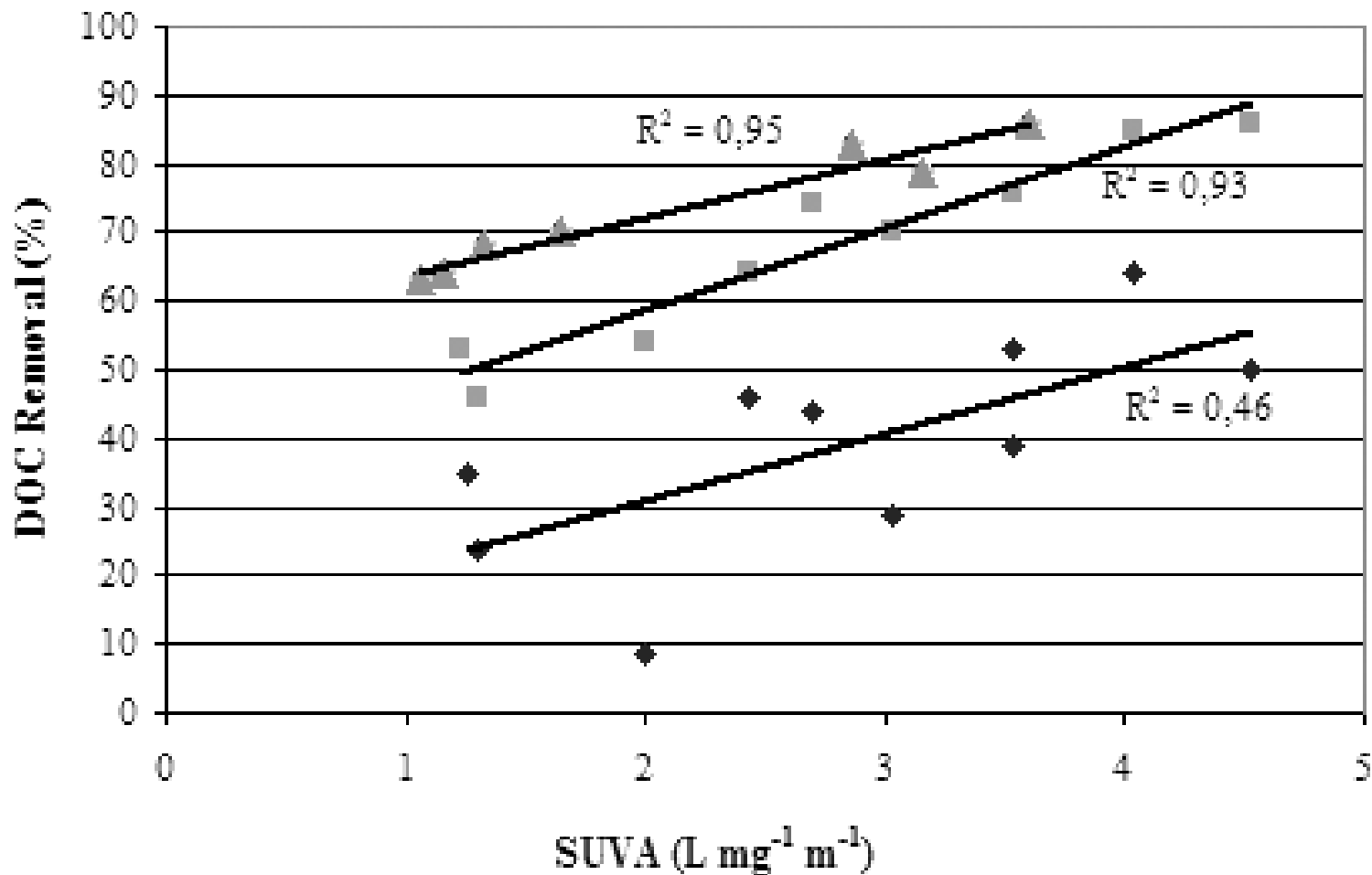
**OPSEŽNIM ISTRAŽIVANJIMA UKLANJANJA POM (UTROŠAK KMNO<sub>4</sub>, DOC, BOJA) UTVRĐENO JE DA SU EFEKTI UKLANJANJA POM VEĆI I OD DVOSTEPENOG PREČIŠĆAVANJA: JONSKA IZMENA (MIEX®) + KOAGULACIJA, KOJI U POSTOJEĆOJ PRAKSI IMAJU NAJVEĆE DOMETE.**

**POVEĆANJE EFEKATA UKLANJANJA DOC REŠENJEM RS 52278B U ODNOSU NA NAJBOLJE TEHNIKE POSEBNO JE IZRAŽENO KOD TRETMANA PRIRODNIH VODA SA MANJIM SADRŽAJEM HUMINSKIH MATERIJA, DIJAGRAM 3.**



**DIJAGRAM 3. POREĐENJE EFIKASNOSTI UKLANJANJA ROC OD SUVA  
VREDNOSTI: 1. (R<sup>2</sup>= 0.46) KONVENCIONALNA KOAGULACIJA; 2. (R<sup>2</sup>= 0.93)  
MIEX® + KONVENCIONALNA KOAGULACIJA (SINGER AND BILYK, 2002;  
DRIKAS ET. AL. 2003); 3. (R<sup>2</sup>= 0.95) UNAPREĐENA KOAGULACIJA (PERIŠIĆ,  
2006)**

**DIAGRAM 3. COMPARISON OF ROC REMOVAL EFFICIENCY FROM SUVA  
VALUES**





**UTVRĐENI SU VISOKI EFEKTI UKLANJANJA ARSENA IZ PRIRODNIH VODA, REŠENJEM RS 52278B, KOJE SE KORISTE ZA SNABDEVANJE VODOM NASELJA RUDNIK NA RUDNIKU I DELA PODZEMNIH VODA KOJE SE KORISTE ZA VODOSNABDEVANJE TOPOLE.**

- Podaci o efikasnosti uklanjanja As iz podzemnih voda izvorišta Zrenjanin, tab.2 ispunjavaju u potpunosti zadato projektno rešenje.
- U laboratorijskim testovima uklanjanja As koncentracije 0.194 mg/L iz jednog izvora na Rudniku sadržaj As u prečišćenoj vodi redukovan je na vrednost  $< 0.004$  mg/L što je pouzdan podatak da se  $As^{5+}$  uklanja sa efikasnošću iznad 97.5%.
- U testovima uklanjanja ukupnog As iz podzemne vode izvorišta Novog Bečeja, gde su sadržaji  $As^{3+}$  i  $As^{5+}$ , prema podacima Instituta iz Karlsruhea, po 0.100 mg/L, u slučaju da se ne vrši oksidacija  $As^{3+}$  ima se uklanjanje ukupnog As na nivou od oko 80 % da bi se tek posle oksidacije izvršilo uklanjanje ukupnog As sa 98 % efikasnošću.



**TABELA 4. REZULTATI KONTROLE SADRŽAJA AS (MG/L) U SIROVOJ I PREČIŠĆENOJ VODI, NA PILOT MODELU, IZVORIŠTA NA RUDNIKU**  
**TABLE 4. RESULTS OF CONTROL OF AS (MG / L) CONTENT IN RAW AND PURIFIED WATER, ON A PILOT MODEL, AT THE WATER SOURCE RUDNIK**

| Datum kontrole    | Spektar.IRC, Čačak |                       | Zavod za javno zdravlje Čačak |                       | Institut za javno zdravlje R.Srbije 'M.J.Batut' ,Bgd. |                       |
|-------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------------|---|-----------------------|
|                   | Sirova voda, mg/l  | Prečišćena voda, mg/l | Sirova voda, mg/l             | Prečišćena voda, mg/l | Sirova voda, mg/l                                     | Prečišćena voda, mg/l |
| <b>04.08.2009</b> | 0.0754             | 0.0055                | -                             | -                     | -   | -                     |
| <b>05.08.2009</b> | 0.092              | 0.0064                | -                             | -                     | 0.073   | <b>&lt;0.004</b>      |
| <b>06.08.2009</b> | 0.077              | 0.004                 | 0.05                          | 0.002                 | -   | -                     |
| <b>07.08.2009</b> | <b>0.074</b>       | <b>0.0044</b>         | -                             | -                     | <b>0.068</b>  | <b>&lt;0.004</b>      |



- **Bili smo u prilici da zbog urgentnosti obezbeđenja higijenski ispravne vode za piće na postrojenju Lebane primenimo rešenje EP 1294642, bez testiranja na pilot modelu, i kao rezultat imali smo u danu primene, ispravnu vodu za piće što je potvrdio nadležni zavod u Leskovcu.**



## **DRUGI PRIMER: SUBTERRA METODA DEFERIZACIJE I DEMANGANIZACIJE PODZEMNE VODE**

- **SUBTERRA je jedinstvena metoda koja je nastala u Švedskoj, a zatim se razvijala u Nemačkoj i SAD-u.**

**Metoda zahteva tri preduslova za primenu:**

- **specifične hidrogeološke uslove podzemne sredine,**
- **specifičnu konstrukciju bunara,**
- **primenu strogo definisanog programa rada bunara sa periodima prestanka crpenja vode.**

**Režim eksploatacije izvorišta se ogleda u tome da vodozahvatni objekti imaju dvojaku ulogu, jer naizmenično bivaju korišćeni za crpenje i nalivanje. Rad izvorišta je koncipiran da objekti rade po grupama, što podrazumeva periode crpenja, periode nalivanja, kao i "odmora", odnosno prestanka rada bunara.**



- U podzemnu vodu se uduvava kiseonik iz vazduha.
- Ne koriste se polimeri niti bilo koji koagulanti, nema filtracije na peščanim filtrima.
- Nema opreme za aeraciju vode.
- Dimenzije instalacije su neuporedivo manje u odnosu na klasična postrojenja ovog tipa.
- Eksploatacioni troškovi su takodje višestruko manji.
- Metoda „Subterra“ se zasniva na taloženju gvožđa i mangana u vidu oksida pod uticajem promene oksido-redukcionog potencijala (Eh).
- Oksidi gvožđa i mangana se talože u zoni van uticaja depresionog levka, čime se postiže izuzetno dug eksploatacioni vek (prema autorima metode preko 100 godina).



- **Metoda je primenjena na jedinstvenoj instalaciji u bivšoj SFRJ sredinom 1985. (izvorište Ribare za vodosnabdevanje Jagodine i okoline kapaciteta 260 l/s i na pilot instalaciji u Kovinu 1987.). Instalacija u Jagodini i dalje radi sa zahtevanim kvalitetom vode za piće.**



## PRIMENA

- **Metoda se može primeniti u Srbiji i na većem broju naselja u Vojvodini gde je prvenstveno prisutan povećan sadržaj gvožđa i mangana.**
- **Neverovatno je da osim u Jagodini ova tehnologija nije zaživela.**



## TREĆI PRIMER: PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA MEBRANSKOM FILTRACIJOM NOVIJE GENERACIJE LEAP<sub>MBR</sub>

- **LEAP<sub>mbr</sub> postrojenja mlađje generacije (od 2011.) sa novom aeracionom tehnologijom značajno smanjuju neto protok vazduha u membrani i smanjuju opremu u odnosu na prethodnu generaciju, sa jedne strane, a sa druge omogućavaju veći dotok sirove vode, smanjuju radnu dubinu i širinu bazena, sa poboljšanom tehnologijom čišćenja vazduhom.**





**Kombinovano postrojenje modularnog tipa ima sledeće prednosti u odnosu na dosadašnje MBR instalacije:**

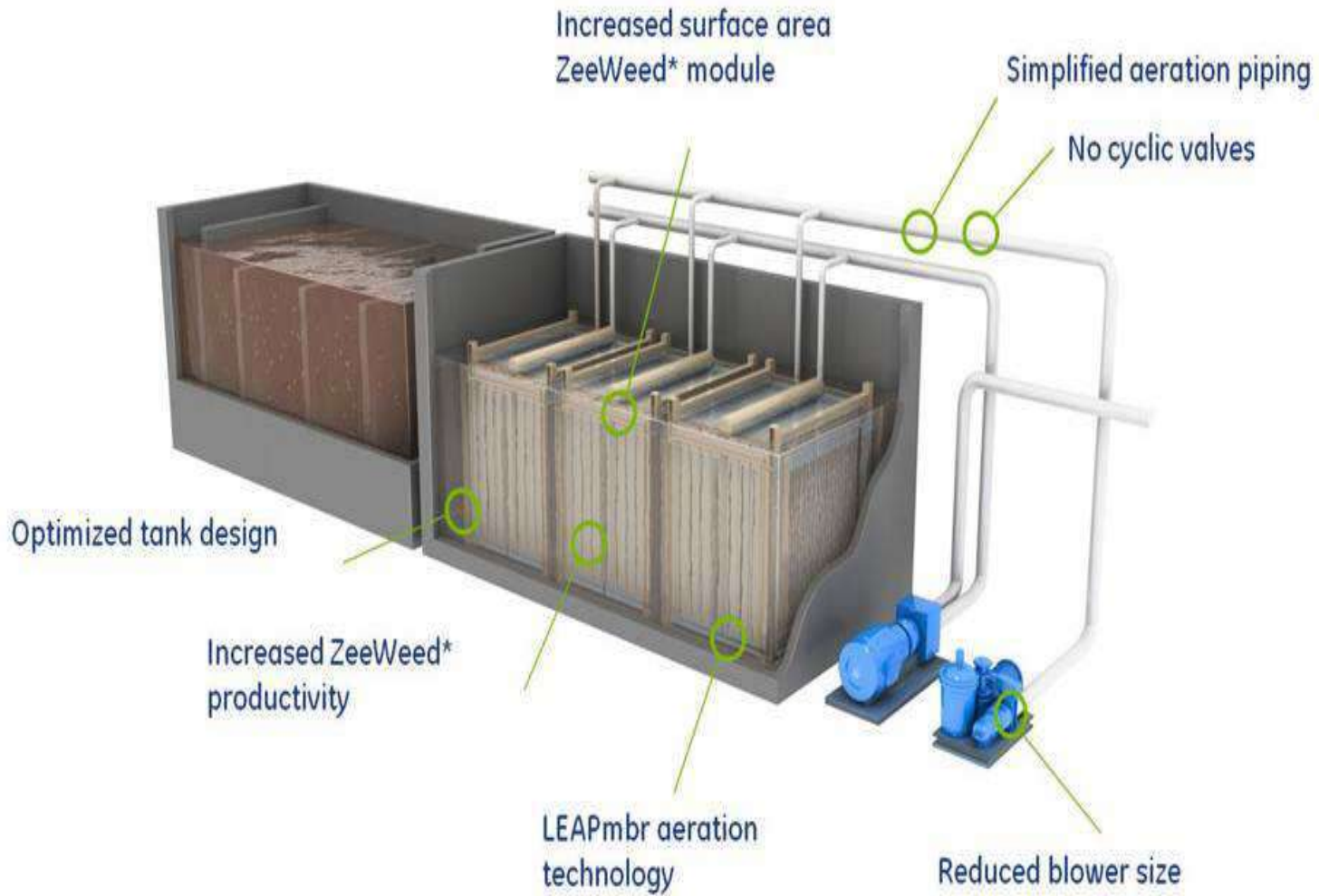
- Efekti prečišćavanja: 50-70% TSS i 25-40% BOD**
- Smanjenje troškova primarnog tretmana za 20-40% integrišući separaciju, zgušnjavanje i dehidrataciju**
- LEAP primary system je sposoban da isuši vlažni mulj do 20-30% suve materije uz uštedu od 25% troškova primarnog tretmana i odvoza mulja**
- Povećava produktivnost postrojenja za 15%**
- Smanjuje površinu postrojenja za 20% (u odnosu na konvencionalna postrojenja do 10 puta)**
- Smanjuje opremu za aeraciju membrane za 50%**
- Modularna dispozicija i oprema uz mogućnost jednostavnog povećanja kapaciteta bez zamene opreme prve faze**



- **Smanjuje preko 30% energetske troškove**
- **Smanjuje potrošnju hemikalija za pranje membrana za 25%**
- **Poboljšava denitrifikaciju usled smanjene količine rastvorenog kiseonika u anoksionoj zoni.**

**PRIMENA: širom Evrope, Severna i Južna Amerika, Azija, Afrika, ALI NE U SRBIJI!**





## ČETVRTI PRIMER: ANAEROBNI TRETMAN OTPADNIH VODA SA KONTINUIRANOM BIOFILTRACIJOM AUTOR I VLASNIK PATENTNOG REŠENJA WO 01/38236A1, WIPO GENEVA , JOTI POPOVSKI, SKOPLJE.

- Princip kontinuirane biološke filtracije sa vrlo malim vremenom zadržavanja
- **Nema utroška električne energije**
- **Izuzetno mala produkcija taloga i mulja**
- Prečišćena voda i talog mogu da se koriste za navodnjavanje poljoprivrednih kultura i zelenih površina
- **Nema pojave neprijatnih mirisa**, insekata ili infekcija,
- Izgradnja je brza i jeftina (nema primene betona, samo za temeljnu podlogu)
- Nema potrebe održavanja i kvalifikovanog personala
- Ne remeti se izgled okoline.



Koristi se sledeća oprema:

- **Anaerobni taložnik** sa produženim vremenom zadržavanja plivajućih materija;
- **Primarni biofiltri** koji imaju ulogu hidrofilizacije i za primarno raspadanje organskih materija;
- **Sekundarni i tercijarni biofiltri** koji vrše raspadanje organske materije do nivoa biogasa (CH<sub>4</sub>,CO<sub>2</sub>,N<sub>2</sub>)



# KRAJNI PARAMETRI PREČIŠĆENE VODE KREĆU SE U OVIM OKVIRIMA:

## *Fizičko-hemiski parametri :*

|   | MDK     |
|---|---------|
| ○ BPK5-----6 - 15 mg / l                  | 25 mg/l |
| ○ HPK-----6 - 15 mg / l                   | 90 mg/l |
| ○ Suspendovane materije-----5 - 15 mg / l | 30 mg/l |
| ○ Nitriti-----Nema                        | -       |
| ○ Nitrati-----Nema                        | -       |
| ○ Amonium-----1 mg / l                    | -       |
| ○ Fosfati-----1,5 mg / l                  | -       |
| ○ pH-----7,0 - 7,2                        | 6,5-8,5 |
| ○ Miris-----Nema                          | -       |
| ○ Boja ----- Nema                         | -       |
| ○   |         |

## *Mikrobiološki parametri :*

|   |         |
|---|---------|
| ○ Ukupan broj bakterija u 1 ml / 37 °C----- | 650     |
| ○ Ukupni koliformni (MPN) u 1 l-----        | 240 000 |



## Nusproizvodi postrojenja:

### 1. Biogas

Biogas ima isti kvalitativan sadržaj kao onaj koji se dobija u prirodi. Kvantitativni sadržaj varira u zavisnosti od sadržaja vode i to:

CH<sub>4</sub>-----87%

CO<sub>2</sub>-----8 - 10 %

N<sub>2</sub>----- 3 - 5 %

O<sub>2</sub> ----- tragovi

Vlažnost----- varira



## **2. Stabilizirani talog**

Stepen stabilnosti taloga iznosi oko 88% ( nakon 40 dana anaerobnosti), tako da je isti pogodan za đubrenje poljoprivrednih površina.

### **PRIMENA:**

**Na HE “PIVA” Crna Gora, projektovana su i izvedena tri uređaja kapaciteta 100, 10 i 5 ES na izuzetno teškim i nepristupačnim lokacijama i uz poštovanje visokog izlaznog kvaliteta efluenta (2012. i 2013. g. Energoprojekt-Hidroinženjering).**





- Prvi u svetu uređaj je izveden 1998. kapaciteta 150 ES, Skoplje, a zatim su usledile izgradnje uređaja u više gradova u Makedoniji, Hrvatskoj, Crnoj Gori, Češkoj, Uzbekistanu, u Srbiji jedan od 20 ES investitor Akson company, Dubai, jedan na Antarktiku( $-40^{\circ}\text{C}$ ), , itd.

Tehnologija se može primeniti u Srbiji za postrojenja do 10.000 ES, a za veće kapacitete treba obezbediti specijalna vozila za transport kontejnera.



## PETI PRIMER: PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA PRIMENOM BIOREAKTORA KOJA ČINI KOMBINACIJA KORENJA AKVATIČNIH BILJAKA I SINTETIČKOG KORENA METABOLIC NETWORK REACTOR (MNR) TECHNOLOGY

Fiksni biofilm se formira na kombinaciji korenja akvatičnih biljaka i sintetičkog korena.

Karakteristike sintetičkog korenog sistema:

- Podržava veliku količinu biomase koja se hvata za nosače sa mnogo većim brojem i širim spektrom i bogatijim DNK mikroorganizama nego kod klasičnog postrojenja,
- Posедуje izvanredne karakteristike transfera mase (stabilan alfa faktor) u svim uslovima u odnosu na sve ostale reaktore (AS, CAS, SBR, MBR, MBBR i sl.), ovaj parametar ostaje konstantan pri povećanju koncentracije suspendovane materije, te zahteva mnogo manju količinu vazduha i manji utrošak energije za aeraciju,
- Biomasa je zdrava i brzo i efikasno razgradjuje organske materije iz otpadne vode,



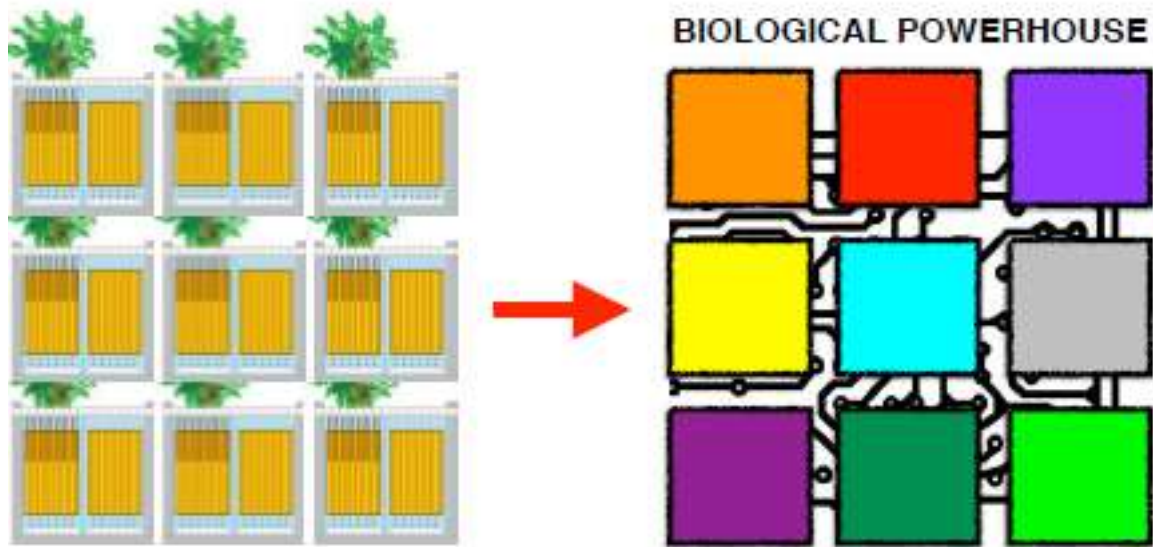
- Nosači podržavaju veliku količinu fiksne biomase po jedinici zapremine, mnogo manju zapreminu aeracionog bazena, jeftinije prečišćavanje.
- Reaktor može da funkcioniše u uslovima značajnog smanjenja suspendovane biomase, te dostiže stabilnost u radu i tokom povremenih razblaživanja vode, za vreme pljuskova. Kod opšte kanalizacije, oporavak sistema nakon prolaska talasa razblažene vode traje oko sat vremena za razliku od CAS i SBR sistema gde traje nedeljama.
- Kontrola i vođenje procesa prečišćavanja, odstranjivanje i obrada mulja je automatizovana, softverski se omogućava dinamička rekonfiguracija procesa, smanjuje se broj operatera, znatno se smanjuju operativni troškovi. Jedan operater za manje sisteme kontroliše rad više postrojenja i nekoliko susednih sistema.



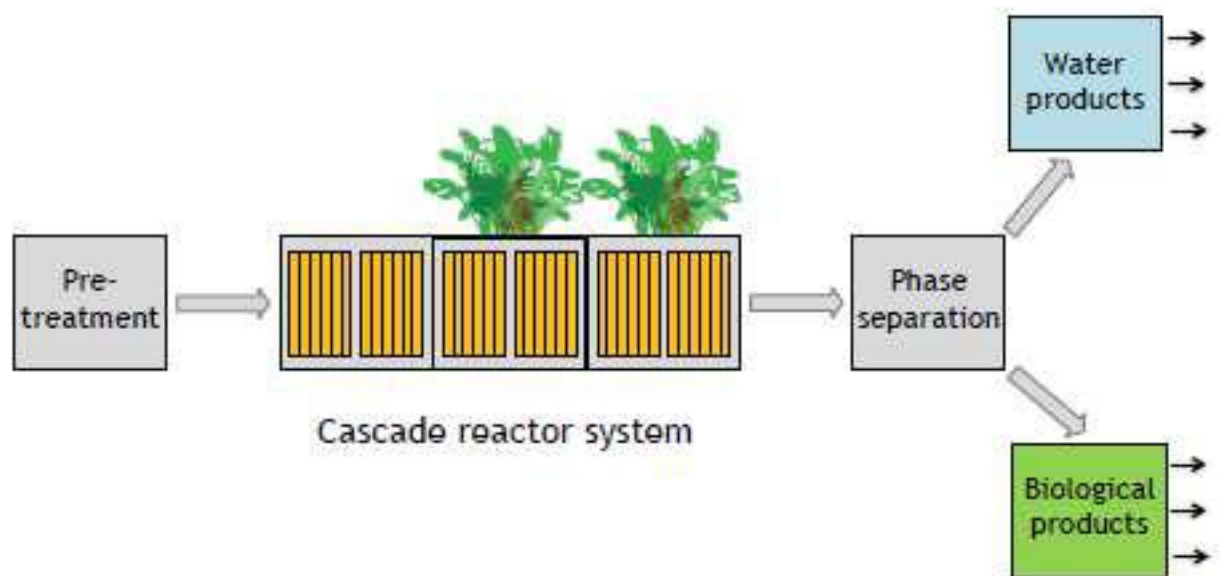
# MNR POSTROJENJE



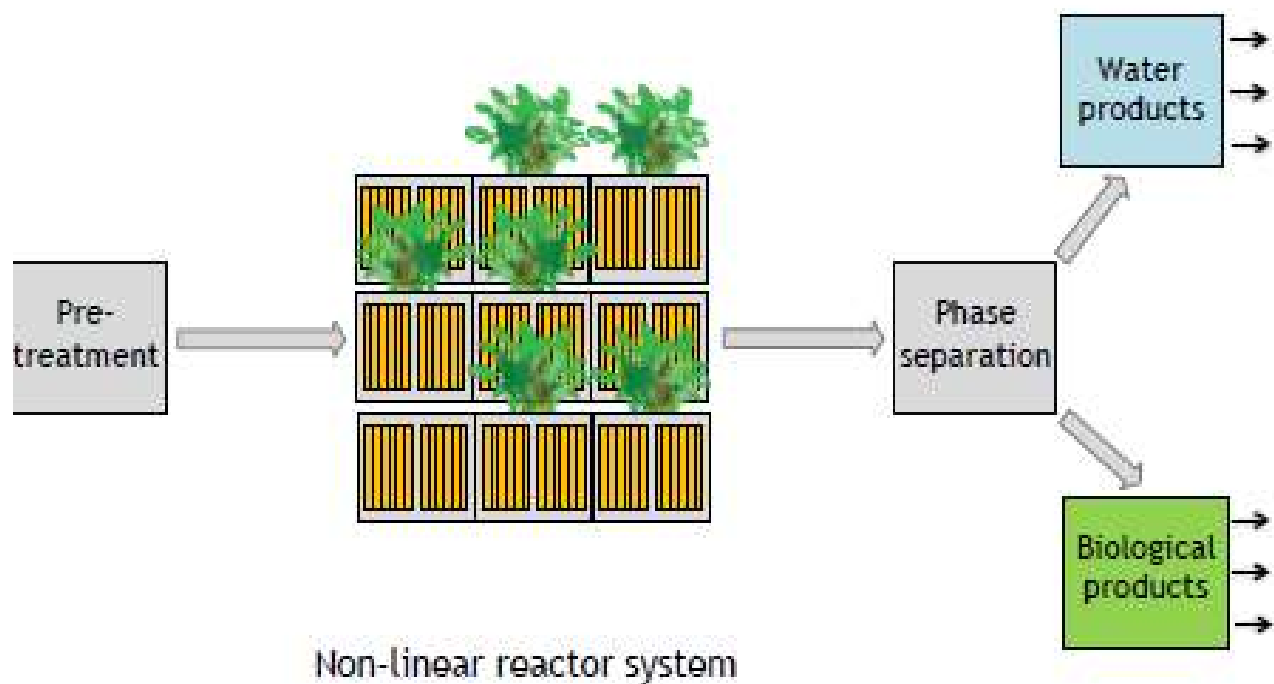
**SVAKI REAKTOR MOŽE BITI RAZLIČIT SA RAZLIČITIM SPECIJALIZOVANIM EKOSISTEMOM KOJI MOŽE DA KOMUNICIRA SA SVAKIM I DA DELI POSTAVLJENE ZADATKE, SLIKA: REAKTORSKA MREŽA**



# KASKADNI MULTIREAKTORSKI SISTEM OMOGUĆAVA MAKSIMALNU EFIKASNOST POSTROJENJA

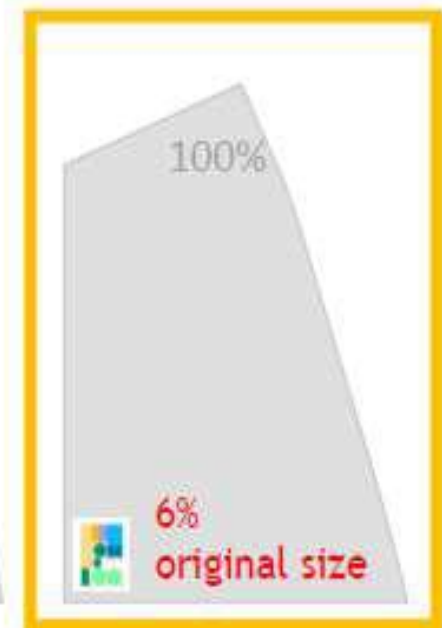
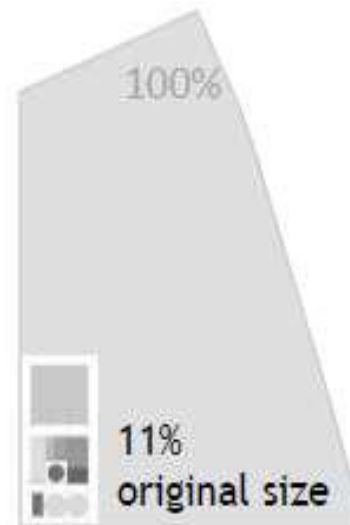
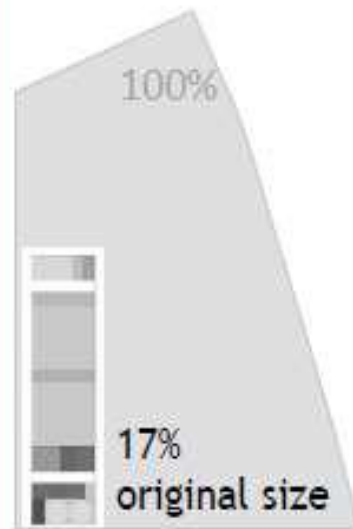
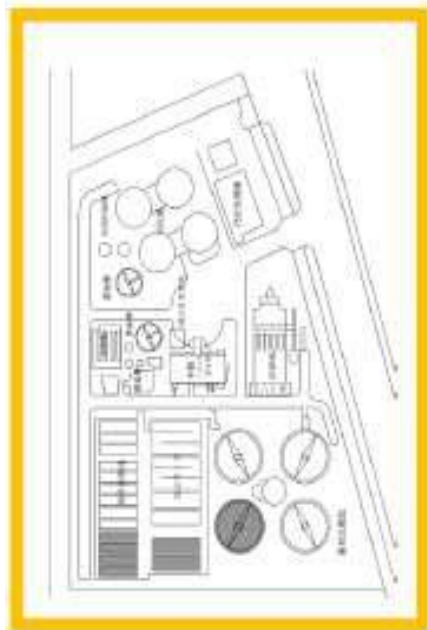


# NELINEARNI REAKTORSKI SISTEM – REAKTOR MATRIX OMOGUĆAVA MAKSIMALNU FLEKSIBILNOST



**UŠTEDA ZA POTREBE OTKUPA ZEMLJIŠTA U OSAKI, JAPAN IZNOSILA JE OD 10-12 MILIONA EURA.**

**SMANJENJE POVRŠINE NA SAMO 6% POVRŠINE POSTOJEĆEG KLASIČNOG POSTROJENJA!**





## KOMBINACIJA PPOV SA CENTRALIZOVANIM I DECENTRALIZOVANIM REŠENJIMA



- Malo PPOV 500 m<sup>3</sup>/dan 1500-3000 ES 300m<sup>2</sup>
- Srednje PPOV 5000 m<sup>3</sup>/dan 15000-30000 ES 1000m<sup>2</sup>
- Veliko PPOV 50.000 m<sup>3</sup>/dan 150.000-300.000 ES 6500m<sup>2</sup>



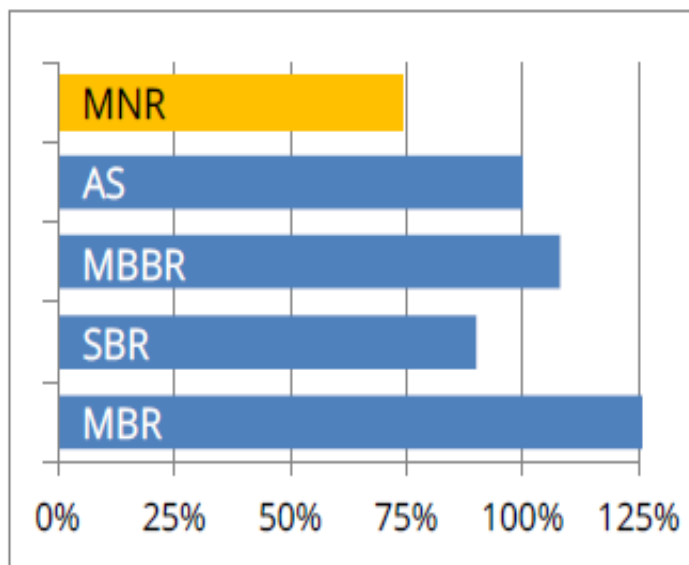
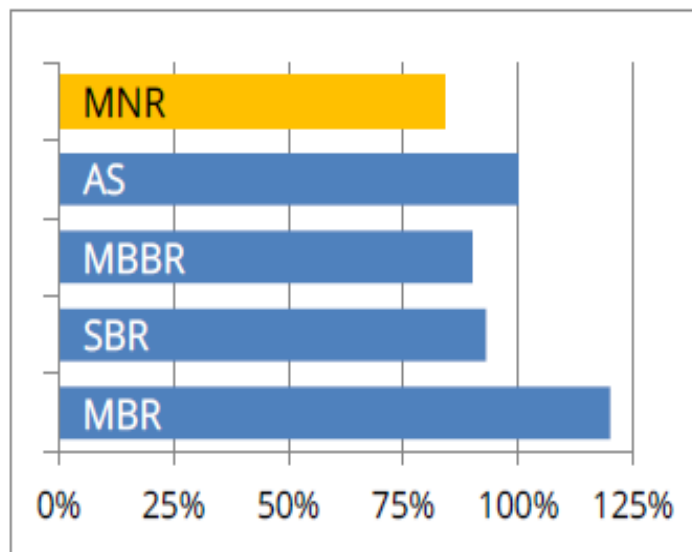
**Rezime:** MNR Tehnologija ima sledeće prednosti u odnosu na konvencionalnu:

- - jeftinija za izgradnju – CAPEX 30-35%
- - niži troškovi eksploatacije – OPEX 25-35%
- - proizvodi manje mulja 25-35%
- - postrojenja zauzimaju manje gradskog zemljišta 60-95%
- - ne smrde i mogu da se decentralizuju po gradu čime se drastično smanjuje cena infrastrukture dovoda vode do postrojenja.



## KOMPARATIVNE PREDNOSTI OVE TEHNOLOGIJE U ODNOSU NA KONVENCIONALNE (AS I SBR) I NAPREDNE (MBR I MBBR)

- Tipični CAPEX za postrojenje 50.000 m<sup>3</sup>/dan sa visokim stepenom redukcije nutrijenata
- Tipični OPEX za postrojenje 50.000 m<sup>3</sup>/dan sa visokim stepenom redukcije nutrijenata



## ŠESTI PRIMER: DUPLEX TEHNOLOGIJA- KOMBINOVANI TRETMAN OTPADNIH VODA I ČVRSTOG OTPADA

- Korišćenjem frakcije organskog čvrstog otpada kao ko-substrata (duplex-tehnologija) energetska nezavisnost je moguća za postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda preko 10.000 ES.

Organska frakcija iz čvrstog otpada je ko-fermentovana zajedno sa viškom mulja sa postrojenja za tretman otpadnih voda.

Čvrst otpad mora biti tretiran (sortiran, kondicioniran) pre nego što se organska frakcija uvede u digestor, koji je integrisan u kompaktno postrojenje za tretman otpadnih voda. Tip sortirne tehnologije zavisi od načina sakupljanja čvrstog otpada i mora biti prilagodjen lokalnim uslovima.



- Kondicioniranje organske frakcije podrazumeva sledeće tretmane: uklanjanje mineralne komponente (manji komadi stakla, kamen, metal) i peruće komponente ( plastika i drugo) u pulperu i mešanje sa anaerobnim muljem u pred-grejačima.

- Proizveden gas se mora tretirati:

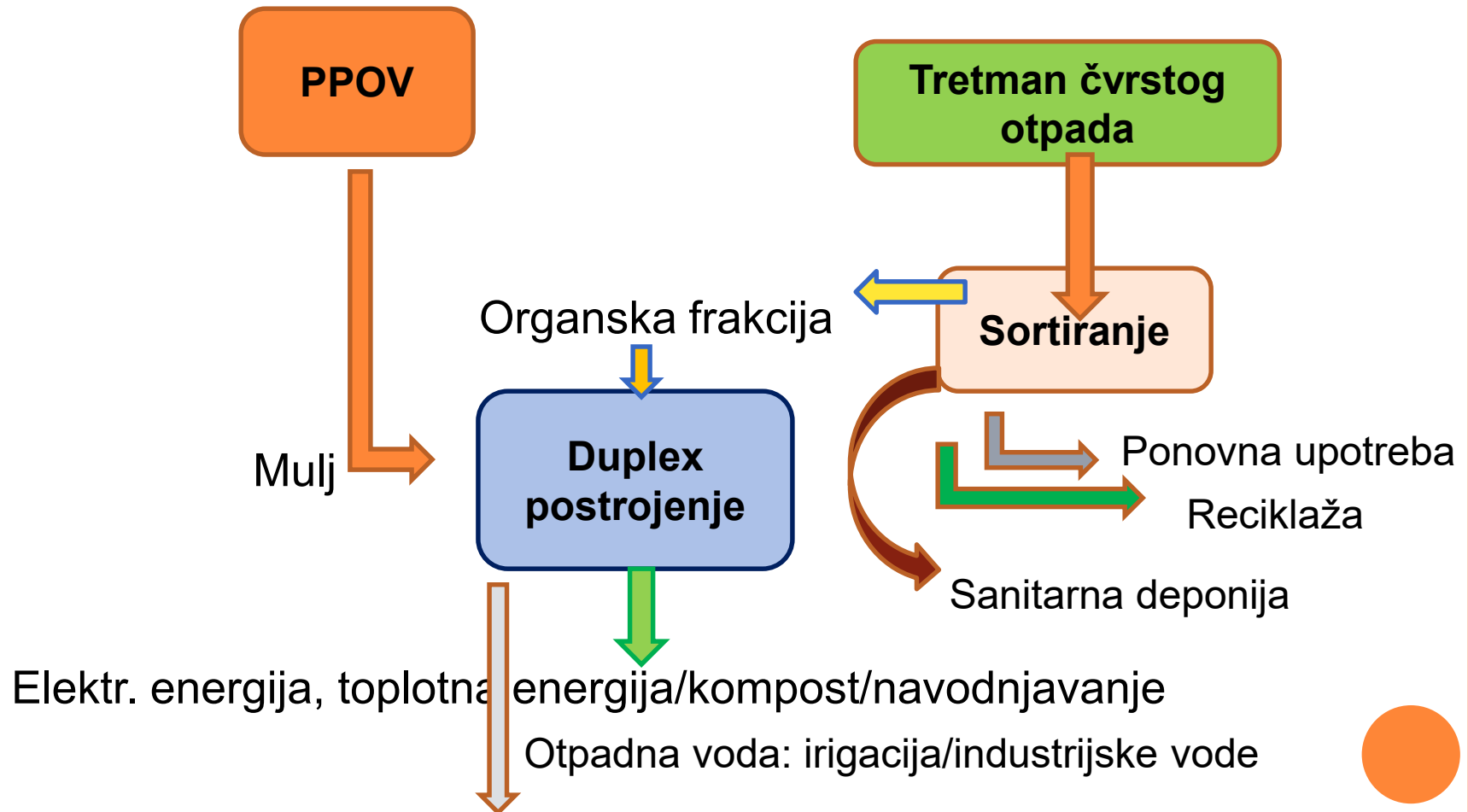
sušenje, uklanjanje sulfata, uklanjanje silikata, pre upotrebe u CHP uređajima. Proizvedena električna energija se može upotrebiti za potrebe procesa tretmana i /ili može da se preda javnoj mreži.

Toplota se može upotrebiti za procese, za zagrevanje zgrada i za dalje grejanje ili hladjenje postrojenja.

Ostatak mulja se može kompostirati zajedno sa zelenim otpadom iz opštine.



# ŠEMA DUPLEX POSTROJENJA



## PREDNOSTI DUPLEX TEHNOLOGIJE:

- Kompaktna tehnologija sa malim zahtevanim prostorom,
- Ko-fermentacija organskog čvrstog otpada,
- Rešenje problema organskog otpada,
- Veća specifična produkcija biogasa,
- Manje elektro i mašinske opreme,
- Manji troškovi održavanja,
- Visok nivo proseca i dugotrajnost
- Potpuna pokrivenost zahteva za elektr. energijom postrojenja



# MOGUĆNOST PRIMENE DUPLEX – TEHNOLOGIJE U SRBIJI

- Uzevši u obzir da u Srbiji ima samo 26 naselja sa statusom grada (više od 100.000 stanovnika, Zakon o teritorijalnoj organizaciji Republike Srbije 2016.), jasno je da je primena DUPLEX tehnologije veoma moguća i poželjna jer istovremeno rešava na istoj lokaciji tretman otpadnih voda i tretman organskog čvrstog otpada.





# AKTIVNOSTI KOJE TREBA DA SPROVEDE LOKALNA SAMOUPRAVA:

- Odrediti/izabrati lokaciju za postrojenje otpadnih voda, odnosno tretman organskog čvrstog otpada, koja će zadovoljiti svojom površinom potrebe procesa, objekata i instalacija.
- Dovedi sabirni kolektor do lokacije i izvršiti na istoj ili drugoj lokaciji separaciju komunalnog otpada sa izdvajanjem organske frakcije.
- Pripremiti priključnu infrastrukturu: pristupne saobraćajnice, dovod električne energije, dovod pitke/tehničke vode.



## SEDMI PRIMER: PROCES TERMALNE HIDROLIZE U TRETMANU MULJA THP PROCES SA EKSPLOZIJOM PARE

- THP je poboljšana anaerobna digestija komunalnog i industrijskog mulja upotrebom pare visokog pritiska. Primenjuje se u novim i postojećim postrojenjima radi smanjenja količine finalnog otpada, povećava kapacitet digestora, daje energetski efikasniju zatvorenu pasterizaciju, povećava proizvodnju biogasa, daje biomasu/djubrivo visokog kvaliteta.
- THP elimiše problem mirisa koji je prisutan u tretmanu organskih materija. Krajnji proizvod (digestat) je pasterizovana biomasa (pogača) oslobođena patogena koja se može primeniti direktno na zemljištu, kompostirati ili sušiti.



- THP pogoni se mogu kombinovati sa pogonima za kogeneraciju, koji proizvode „zelenu“ električnu energiju i obezbeđuju vrelu paru za proces termalne hidrolize.
- Proizvedeni biogas se može prečistiti za upotrebu kao gorivo u vozilima ili kao zamena za prirodni gas.
- Proces termalne hidrolize razbija ćelijsku strukturu organske materije i rastvara prirodan oblik ćelijskih polimera u smesu laku za digestiju za unos u anaerobni digestor.
- Povećava se biorazgradljivost mulja i biootpada i na taj način se dobija više biogasa.
- Napredna digestija (sa THP) može povećati kapacitet postojećih spalionica i smanjiti operativni trošak spaljivanja.



# ZAŠTO THP?

Veći  
Kapacitet  
digestora

Konvencionalno



Cambi THP



- 2-3 puta povećan kapacitet digestora
- po m3 zapremine digestora
- 3,5 m3 biogasa/danu
- opterećenje do 6 kg VS/danu

Energetski efikasnija  
zatvorena  
pasterizacija

Konvencionalno



Cambi THP



- Sva para se reciklira - za zagrevanje mulja do 102°C
- Sirovina sa visokim sadržajem suve materije (16-17% SM)

Povećana proiz-  
vodnja  
biogasa

Konvencionalno



Cambi THP



- 30-100% više biogasa nego sa konvencionalnom tehnologijom

Biomasa / đubrivo  
visokog  
kvaliteta

Konvencionalno



Cambi THP



- 50% redukcija mase posle odvođenja vode
- Reciklaža resursa
- A klasa / 100% uništavanje patogena

THP SISTEM U DAVYHULME[ UK'] SMANJUJE EMISIJU GASOVA STAKLENE BAŠTE ZA 8% - EKVIVALENT UKLANJANJU 270,000 AUTOMOBILA SA PUTEVA ZA 30 GODINA." (MARCH-APRIL 2009, WORLDWATER).

- THP postrojenja su ekonomski opravdana za obradu mulja iz većih gradova preko 150.000 stanovnika.
- primenljiva za najveće gradove u Srbiji i za buduće regionalne centre koji bi primali otpadni mulj sa nekoliko manjih postrojenja.



## OSMI PRIMER: INOVACIJE NA DEPONIJAMA KOMUNALNOG ČVRSTOG OTPADA

### ❖ **Ejektorski sistemi u tretmanu procednih voda**

Princip korišćenja snage pumpi u tretmanu otpadnih/procednih voda uduvavanjem vazduha/kiseonika na potisnom cevovodu putem ejektorskih sistema je veoma efikasan i jeftin način za aeraciju laguna i bazena za sakupljanje procednih voda. Nisu potrebni kompresori i duvaljke. Ovaj sistem prvi put je primenjen na prvoj sanitarnoj deponiji u bivšoj SRJ aprila 2000. u Novom Pazaru, kao i na drugim projektima autora iz ove oblasti.



- ❖ **Geokompozitni materijali za drenažu procednih voda i deponijskog gasa iz završnih pokrivnih slojeva i slojeva za oblaganje dna i kosina deponije**
- Geokompozitni drenažni proizvodi se koriste na velikim površinama i kosinama za odvodnjavanje ispod pokrivnih slojeva i zemljišta radi zamene slojeva drenažnog šljunka.
- Ovi proizvodi sadrže polimerno drenažno jezgro sa geotekstilima laminiranim sa jedne ili obe strane.
- **Glavna osobina takvih drenažnih kompozita je njihov kapacitet protoka.**
- Ako je kapacitet nedovoljan povećani hidraulički pritisak može izazvati saturaciju pokrivnog zemljišta i kompromitovati stabilnost kosine, uz redukciju faktora sigurnosti do 50%.
- Ovakvi geokompoziti imaju široku primenu u aplikacijama za deponije i pokriveni su zemljom. Geokompozitni materijali se mogu upotrebiti i za evakuaciju gasa iz tela deponije ispod završnog „capping“ sloja. Na lokacijama sa nedostatkom prirodnih drenažnih materijala, geokompozit je pravo rešenje (primer beogradska deponija u Vinči).



- ❖ **Geokompozitni materijali za drenažu podzemne vode ispod dna deponije**
- Na lokacijama sa visokim nivoom podzemne vode geokompozit se koristi kao **sekundarni drenažni sistem - dodatno osiguranje** ako se desi da nivo podzemne vode u nekim situacijama dodje do geomembrane.
- Geokompozitni sloj drenaže treba da se sastoji od jedinstvenog HDPE drenažnog jezgra koje je umetnuto između dva sloja geotekstila.
- **Drenažno jezgro treba da bude sposobno da prihvati vodu samo sa jedne strane.**
- Strana koja je naslonjena na geomembranu treba da bude ravna i nepropusna.
- Drenažna jezgra koja su propusna sa obe strane nisu dozvoljena. Geotekstil na vodopropusnoj strani treba da bude UV stabilan na izlaganje suncu od minimalno 12 meseci.
- **Drenažni geokompozit treba da ima jednak kapacitet protoka u oba pravca.** (primer deponija „Kalenić“ kolubarski okrug).





- ❖ **Drenažne cevi sa dvojakom funkcijom: dreniranje procednih voda i evakuacija čistih atmosferskih voda sa dna deponije**
- Da bismo smanjili troškove tretmana procednih voda, treba smanjiti njihovu količinu, a jedan od načina je evakuisati površinske vode sa uzvodnih kasete koje nisu u radu (planirane za sledeće faze) van površina radnih kasete.

Kako?

- Drenažne cevi sa dvojakom funkcijom: dreniranje procednih voda i evakuacija čistih atmosferskih voda sa dna deponije i otvorenim privremenim kanalima na granici radne zone i kasete koje nisu u radu.
- Manipulacijom izliva drenažnih cevi u sabirne kolektore procednih/atmosferskih voda to je moguće postići. (primer beogradska deponija u Vinči).



## ❖ **Geosintetičke erozije zaštite na kanalima i kosinama deponije**

- Na slivovima sa velikim padovima preko 10% , odnosno na deonicama gde su brzine tečenja veće od 1,5 m/s ne mogu se primeniti zemljani kanali.
- U tu svrhu treba predvideti zemljane kanale sa oblogom od geosintetičke erozije zaštite za brzine od 1.5 – 3 m/s, a za brzine od 3m/s – 5 m/s predvideti betonske kanale ili zemljane kanale sa zatravljenom oblogom od geosintetičke erozije zaštite.
- Prekrivka za zaštitu zemljanih kanala od erozije treba da se sastoji od fleksibilne trodimenzionalne strukture zapetljanih i pričvršćenih polipropilenskih vlakana ojačanim polipropilenskom mrežom. (primer beogradska deponija u Vinči).



# ZAŠTO NE IDEMO NAPRED?

1) Komunalna hidrotehnika, snabdevanje vodom za piće, otpadne vode, zaštita voda, upravljanje otpadom **jesu marginalizovane u odnosu na druge infrastrukturne (saobraćajna infrastruktura) i građevinske objekte (turistički centri, tržišni centri, sportski centri, itd.)**, a to je preduslov za normalan razvoj svih ostalih delatnosti. Ovo predstavlja „nonsens“ u odnosu na potrebe i neophodnost opstanka ljudskog roda.

2) **Nedostatak kvalitetnih stručnjaka**, dug i naporan proces permanentnog učenja i osposobljavanja.

3) **Niska tržišna cena rada i usluga inženjerskog kadra** u odnosu na druge evropske i vanevropske zemlje, a posebno u odnosu na neke druge profile i usluge. Stručni ljudi ne nalaze više smisao svoje profesije jer svaki napor da se javnosti dokažu optimalna i ispravna tehnička rešenja biva osujećen.

4) **Izuzetno malo investiranje u komunalnu infrastrukturu bez adekvatnog održavanja izgrađenih sistema.**



- 5) **Streteške ciljeve i prioritete definišu politički subjekti.**
- 6) **Izuzetno agresivno delovanje ino kompanija na srpskom tržištu** sa besplatnim crpenjem znanja i informacija od domaće stručne javnosti.
- 7) **Oslanjamo se na inostrane donatore i banke** koje time uslovljavaju primenu svoje skoro uvek zastarele tehnologije i opreme, umesto da se **finansiranje obezbedi iz državnog budžeta i time da prednost domaćim kompanijama.** Na ovaj način bi domaće firme obezbedile punu uposlenost za duži vremenski period i stekle potrebne reference za ino tržišta.
- 8) **Najvažniji i gotovo jedini kriterijumi za izbor projektanta/izvodjača radova jeste cena što rezultuje katastrofalne posledice za investitora i društvo.**
- 9) **Ne primenjuje se komparativna analiza prilikom izbora tehničkih rešenja i tehnologija** sa troškovima izgradnje (capex) i operacionim troškovima (opex), odnosno troškovima za vreme životnog veka sistema (LCC- Life Cycle Cost), što bi trebalo da bude jedan od ključnih kriterijuma za izbor koncepta sistema i tehnologije.



- **Šta je posledica svega?** Buduće generacije će ispaštati i biće nas sve manje i manje. Da li ćemo uopšte opstati?
- **ŠTA MORAMO URADITI?**
- Strateške ciljeve u upravljanju vodama i otpadom treba prepustiti stručnjacima. Jednom i zauvek slediti tako usvojena dokumenta u prostornim planovima i budućoj tehničkoj dokumentaciji bez obzira na političke promene.
- Na ključna rukovodeća mesta u institucijama, stručnim organizacijama i preduzećima postaviti časne, najstručnije i najiskusnije ljude sa zaradama koje će dostići napredne zemlje u okruženju (Madjarska, Slovenija, Rumunija, Hrvatska).



- Obezbediti što je moguće više finansiranja iz državnog budžeta bez uvođenja inostranih donatora.
- Primeniti komparativnu analizu još u fazi pisanja projektnih zadataka sa značajnijim uvođenjem inovativnih tehnologija i rešenja bez straha od neuspeha. Tako izabran put vodi samo brzom, efikasnom i ekonomski opravdanom dostizanju cilja.
- Omogućiti međudržavnu saradnju domaćih stručnjaka sa eminentnim inostranim stručnjacima i našim stručnjacima iz dijaspore.
- Formirati fond za finansiranje edukacije domaćih stručnjaka i organizaciju seminara i stručnih putovanja u zemlji i inostranstvu.



- **Značajno povećati investicije u sektor voda i zaštite životne sredine.** To mora biti imperativ državne politike.
- Poslednjih tridesetak godina ulaganja u sektor voda su značajno smanjena (oko 300-350 miliona evra/god.), što je višestruko niže od potrebnog obima za unapređenje stanja u ovom sektoru (**na godišnjem nivou ulaganje u razvoj zahteva oko 450 miliona €, a tekuće poslovanje oko 550 do 600 miliona €**).
- **Cena komunalnih usluga vodosnabdevanja i kanaliziranja naselja (za stanovništvo u proseku oko 0,6 €/m<sup>3</sup>) značajno je niža od ekonomske cene vode i usluga (oko 1,3 €/m<sup>3</sup>, bez PDV-a).**
- Sprečiti nenamensko korišćenje sredstva iz vodnih naknada izvan sektora voda kao i ekoloških taksi.
- Poslovima iz oblasti voda bave se, pored matičnog, i druga ministarstva, a **stepen koordinacije i saradnje pri planiranju, realizaciji i finansiranju infrastrukturnih projekata nije zadovoljavajući.** To se mora promeniti (**jedno ministarstvo samo za vode**).



- **Značajno treba ojačati kapacitet Republičke direkcije za vode** jer je nedovoljan da odgovori svim obavezama propisanim Zakonom o vodama i drugim zakonima.
- **Podstaći inicijative lokalne samouprave da se obezbedi projektna dokumentacija za realizaciju investicionih aktivnosti.**
- **Skratiti faze planiranja, pripreme i realizacije investicionih projekata** koje zahtevaju sprovođenje brojnih procedura i obezbeđenje velikog broja dokumenata, što ima za posledicu značajno produženje vremena za realizaciju projekata.
- **Neophodna je veća uključenost naučno-istraživačkih organizacija u poslove od posebnog značaja za upravljanje vodama.**





**AKO BISMO DEO OD OVIH PREDLOGA  
URADILI, IMALI BISMO ŠANSU ZA BOLJE  
SUTRA**

**HVALA NA PAŽNJI!**

