



# CILJEVI I ASPEKTI PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA

Praktični aspekti prečišćavanja otpadnih voda - upravljanje postrojenjem  
za prečišćavanje otpadnih voda - problemi i rešenja

# Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda Kruševac

- Program vodosnabdevanja i kanalizacije u opštinama srednje veličine u Srbiji, Program III, faza 2-otpadne vode;
- Finansijska saradnja Republike Nemačke i Republike Srbije rezultirala je **Ugovorom o zajmu**.
- **Poseban ugovor o investicijama** između KFW (razvojna banka Nemačke), Republike Srbije (nadležnog Ministarstva), predstavnika grada Kruševca i predstavnika preduzeća JKP Vodovod Kruševac.
- Kreditne obaveze u iznosu od **95%** obezbeđuje Država, dok **5%** JKP Vodovod Kruševac.
- Procenjena vrednost PPOV i kolektorske mreže **23.846.000 e.**

# Period pripreme izgradnje PPOV Kruševac

- Izrada Generalnog projekta, 2007;
- Izrada Studije opravdanosti 2011;
- Idejno rešenje, (tender), **2013**;
- Izrada Studije procene uticaja na životnu sredinu, 2013;
- Sprovedena eksproprijacija zemljišta, 2013;
- Pretkvalifikacioni postupak, 2014;
- Evaluacija tenderskog postupka, 2015;
- Potpisivanje ugovora o izvođenju radova, 2016;
- Početak pripremnih radova, 2017;
- Početak izgradnje, **2018**.

# Postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda Kruševac

- Kapacitet **90.000 ES** ;
- Površina lokacije **5,1 ha**;
- Konsultant-stručni nadzor: JBG Gauff Ingenieure-**Stetec**;
- Izvođač radova: Aktor;
- Početak izgradnje 2018;
- Puštanje u rad 2020.

# PPOV Kruševac

- Za potrebe rada PPOV, revitalizovana i izgrađena je kanalizaciona mreža oko 50 km;
- Funkcionalnost postrojenja čine infrastrukturni i prateći objekti kao i procesni deo sistema;
- Hidrauličko opterećenje postrojenja:
  - Srednji dnevni protok pri suvom vremenu **245,5 l/s – 21.210 m<sup>3</sup>**;
  - Maksimalni protok pri suvom vremenu **324 l/s – 27.994 m<sup>3</sup>**;
  - Maksimalni protok pri kišnom vremenu **526 l/s – 45.447 m<sup>3</sup>**.
- Projektni period postrojenja je predviđen do 2035.g
- Prečišćavanje vode vrši se mehaničkim, biološkim i hemijskim postupkom.

# Linija vode

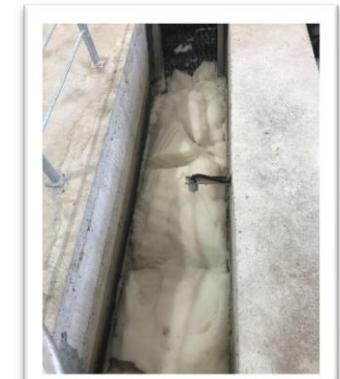
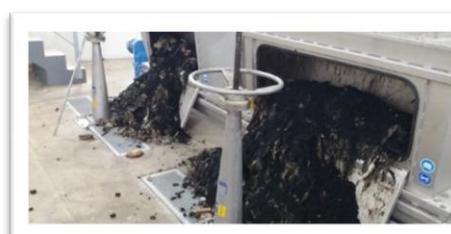
## Mehanički tretman otpadnih voda

- Veza ulaznog cevovoda sa postrojenjem, Ulazni šaht u postrojenje, preliv/obilazni vod atmosferske vode oko postrojenja;
- Pumpna stanica atmosferske vode;
- Grube rešetke;
- Ulazna pumpna stanica;
- Fine rešetke;
- Aerisani peskolov sa mastolovom;
- Ulazni merač protoka;
- Primarni taložnici.

# Mehanički tretman otpadnih voda

## Ulazna građevina

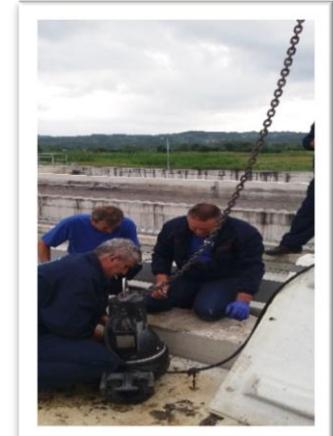
- Dve grube automatske rešetke sa svetlim otvorom veličine 20 mm;
- Dve fine rešetke svetlog otvora od 6mm;
- Klasifikator peska 4m<sup>3</sup>.



# Mehanički tretman otpadnih voda

## Aerisani peskolov sa mastolovom

- U peskolovima se izdvajaju krupnije zrnaste čestice pravilnog oblika koje se brzo talože – pesak i šljunak;
- Supstancije koje plivaju na vodi – masti i ulja, odstranjuju se postupkom flotacije ( isplivavanje uz pomoć mehurića vazduha) u specijalizovano konstruisanim mastolovima;
- Pesak se prepumpava u klasifikator peska i odlaže van PPOV.



# Uklanjanje neprijatnih mirisa

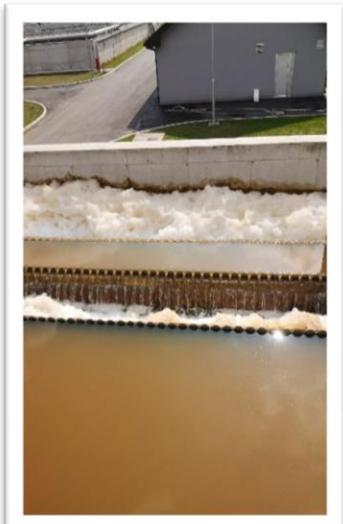
- Sistemom je pokriven objekat ulazne građevine, kao i peskolov s mastolovom;
- Vodonik peroksid i natrijum hidroksid;
- Neprijatni mirisi (vodonik sulfid i drugi gasovi...).



# Mehanički tretman otpadnih voda

## Primarni taložnik

- Čestice koje se sporije talože ( suspendovane čestice), odvajaju se u primarnim taložnicima;
- Vodena faza preliva preko rubova, a talog se zgrtačima usmerava na dalju obradu. Talog izdvojen u ovoj fazi prečišćavanja se naziva primarni mulj;
- U procesu primarnog taloženja se iz otpadne vode uklanja oko 50% ukupnih suspendovanih materija i oko 30% biorazgradivog organskog zagadjenja;
- Dimenzije taložnika su (24×7)m sa dubinom vode od 3,5 m do perifernog zida;
- Ukupna zapremina oba taložnika je  $1.176 \text{ m}^3$  što obezbeđuje vreme zadržavanja od 1h.



# Linija vode, biološko-hemijski tretman otpadnih voda

## Sekundarno prečišćavanje

- Anaerobna zona: za biološko uklanjanje fosfora;
- Anoksična (denitrifikaciona) zona za redukciju nitrata od azota;
- Kombinovana aeraciono-anoksična zona: zona za uklanjanje organskog ugljenika i azota u procesu nitrifikacije i denitrifikacije;
- Aeraciona (nitrifikaciona) zona: zona za oksidaciju azota, podeljena u tri dela;
- Recirkulacija aktivnog mulja iz aeracionog dela bazena do anoksi zone (u zimskim uslovima anaerobne zone biološkog bazena);
- Recirkulacija aktivnog mulja iz finalnih taložnika do raspodelne komore biološkog bazena;
- Hemijska precipitacija fosfora doziranjem ferihlorida.



# RTC – real time control

- Razdvajanje aeracionih zona obezbeđuje radnu fleksibilnost, a izbor kontrolisane aeracije pomoću rtc (Real time control), omogućava umerenu potrošnju energije za četiri radne duvaljke koje prilikom unošenja ambijentnog vazduha koriste za potrebe procesa oksidacije;
- Kontrola protoka vazduha se vrši na osnovu povratne informacije o koncentraciji rastvorenog kiseonika u nitrifikacionim zonama bioreaktora;
- Ukupna zapremina biološkog bazena iznosi 11.520 m<sup>3</sup> sa dubinom vode od 6m u svakoj zoni. U toku biološke obrade nastaje stabilizovani mulj, koji se iz vode odstranjuje u sekundarnim taložnicima;
- RTC optimizacija troškova (30% uštede električne energije), pošto su duvaljke najveći potrošači električne energije na postrojenju.



# Finalni (sekundarni) taložnici

- Dva betonska bazena, radijalnog oblika, svaki prečnika 32 m, sa dubinom vode od 4.3 m;
- Taložnici su opremljeni zgrtačem sa rotirajućim mostom, kao i sistemima za uklanjanje istaloženog mulja i pene (plutajućih nečistoća);
- Deo sekundarnog mulja se vraća u aeracione bazene, gde mikroorganizmi nastavljaju da se razmnožavaju i razgradjuju organsku materiju;
- Recipijent: Zapadna Morava;
- Izdvojene plutajuće materije sa površine pumpama se transportuju do rezervoara za ugušćeni mulj.



# Linija mulja

Uguščivanje primarnog mulja;

Uguščivanje viška mulja;

Tank za odlaganje ugušćenog mulja;

Doziranje 40% ferihlorida;

Anaerobna digestija;

Uguščivanje mulja nakon digestije;

Obezvodnjavanje (dehidratacija) mulja;

Pumpna stanica za supernatant;

Solarno sušenje mulja;

Skladište obezvodnjjenog i suvog mulja.

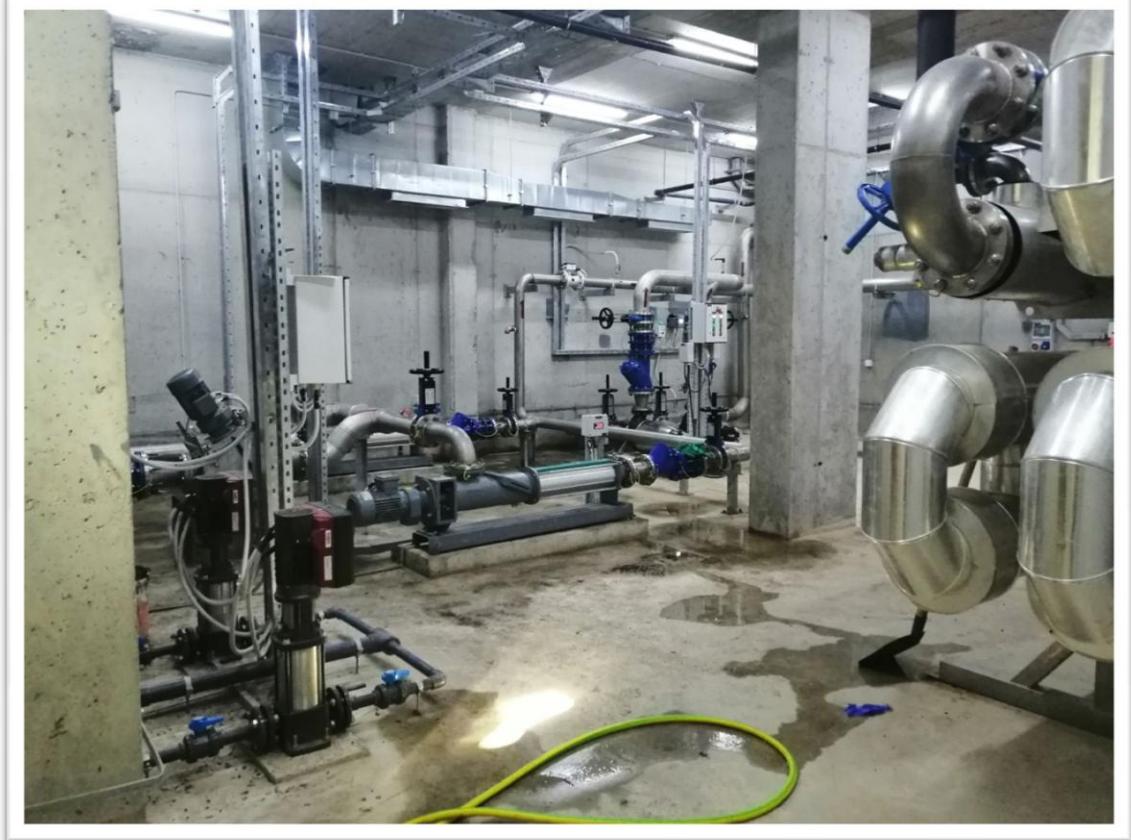
## Pumpna stanica za recirkulaciju (povrat) mulja i odvodjenje viška mulja

- Mulj koji je nataložen na dnu finalnih taložnika se transportuje do pumpne stanice **povratnog i viška mulja**;
- Mulj se recirkuliše u raspodelnu (distribucionu) komoru, ispred bazena sa aktivnim muljem;
- Prosečni kapacitet recirkulacije mulja se vrši sa recirkulacionim odnosom 1.0 u odnosu na maksimalni protok, tako da se **80%** povratnog mulja vraća u proces;
- Višak mulja (**20%**) odlazi na rotaciono ugušćivanje sa katjonskim poliakrilamidom, zatim u tank ugušćenog mulja.



# Sabirni tank ugušćenog mulja

- Ukupna količina primarno ugušćenog mulja je  $45 \text{ m}^3/\text{d}$ , dok je količina ugušćenog viška mulja  $65 \text{ m}^3/\text{d}$ , što daje ukupnu količinu mulja od  $110 \text{ m}^3/\text{d}$ ;
- Vreme zadržavanja mulja je **12 h**, s obzirom da protok mulja nije konstantan tokom dana, usvojena zapremina sabirnog tanka je  $125 \text{ m}^3$ ;
- Tank je opremljen potopnom mešalicom kako bi se mulj održao u suspenziji.



# Anaerobna digestija

- Proces anaerobnog prečišćavanja zasniva se na metanskom vrenju organskog zagajenja otpadnih voda, gde se organski materijal prevodi u smešu gasova ( metan i ugljen - dioksid);
- Anaerobni postupak podnosi veća organska opterećenja i veću koncentraciju zagadjenja od aerobnog;
- Upotreba mikroorganizama u odsustvu kiseonika naziva se anaerobna digestija. U anaerobnim digestorima mikroorganizmi razlažu primarni i sekundarni mulj, uz oslobadjanje metana;
- Zapremina digestora je **2400 m<sup>3</sup>**, prečnika 15 m, a okvašena unutrašnja visina je 13,6 m;
- Iz sabirnog tanka ugušćenog mulja, napojne pumpe digestora transportuju ugušćeni mulj u anaerobni digesto;
- Oprema digestora obezbedjuje celokupno mešanje u tanku i stabilnu radnu temperaturu od najmanje **37°C**;
- Vreme zadržavanja u digestoru je najmanje 20 dana, a smanjenje organske materije 50%;
- Metan se koristi kao gorivo za zagrevanje i/ili proizvodnju električne energije;
- Mulj iz digestora se prebacuje u ugušćivač digestovanog mulja, koji omogućuje da se koncentracija digestovanog mulja poveća, nakon čega odlazi na obezvodnjavanje.



# Obezvodnjavanje mulja

- Da bi se obezbedio visok sadržaj suve materije dodaje se flokulant, katjonski poliakrilamid u obliku emulzije, čime se postiže minimalna koncentracija obezvodnjjenog mulja od 22% S.M.;
- Postoje dve linije trakastih presa koje rade u radnom režimu (1+1) 16 h/d, односно 7d/ned;
- Centrat (procedna voda) iz prese se sakuplja u tanku supernatanta;
- Za sakupljanje obezvodnjjenog mulja ( muljnog kolača) koristi se specijalizovano vozilo bobket.



# Solarno sušenje mulja

- Pet linija za sušenje;
- Kapacitet 984 m<sup>3</sup>;
- Period zadržavanja do 100 dana;
- Sadržaj suve materije od 60% do 95 % .



# Linija biogasa

- Proizvodnja biogasa u reaktoru;
- Prečišćavanje biogasa;
- Skladištenje biogasa;
- Korišćenje biogasa za proizvodnju toplotne i električne energije.



# CHP jedinica– gasni generator

- Nus produkt truljenja organske materije u digestorima je biogas koji ima visoku energetsku vrednost, zbog visokog sadržaja metana (50-70%) i kao takav se koristi za proizvodnju električne i toplotne energije na postrojenju, kao gorivo za rad chp jedinice ( kogeneracija/gasni generatori);
- Usvojeni kapacitet jedinice je 851 kW ( ulazna snaga). Izlazna snaga chp je 413 kW (termičke snage) odnosno 330 kW (električne snage);
- Dualnog je tipa, napajanje se vrši proizvedenim biogasom i tečnim naftnim gasom;
- Sekundarna gasna rampa je tečni propan gas;
- Pre odvodjenja biogasa u rezervoar za skladištenje, prečišćava se od vlage i nečistoća i iz njega se odstranjuje vodonik – sulfid u cilju smanjenja korozije opreme koja je u kontaktu sa biogasom;
- Linija prečišćavanja biogasa sastoji se od: šljunčanog filtera, hvatača kondenzata, keramičkog filtera i duvaljki za biogas;
- Dnevna proizvodnja biogasa je oko 2200 Nm<sup>3</sup>/d.



# PPOV proizvodnja električne energije 2022.год.

PREGLED POTROŠNJE I PROIZVODNJE ELEKTRIČNE ENERGIJE NA PPOV ZA				
Mesec	Utrošena električna energija		Gas generator	
	Novčana sredstva (din.)	Udeo PPOV (%)	Ostvaren rad (radni sat)	Utrošak ulja (lit.)
Januar	1,153,797	38	339	29
Februar	979,499	44	350	29
Mart	1,183,583	43	383	29
April	934,235	58	520	45
Maj	1,327,812	38	355	30
Jun	964,320	48	415	33
Jul	1,545,947	39	371	26
Avgust	1,411,280	39	348	26
Septembar	1,518,282	28	254	17
Oktobar	1,368,444	45	389	27
Novembar	1,078,351	58	481	35
Decembar	1,810,290	33	298	21
Ukupno	<b>15,275,840</b>	<b>43</b>	<b>4,503</b>	<b>348</b>

# Analizatorska stanica

- Temperatura - T ( ° C);
- Ph vrednost ( / );
- Elektroprovodljivost -  $\chi$  (  $\mu\text{S}/\text{cm}$  );
- UV<sub>254</sub> – ekstinkcija ( Abs/m );
- TSS – Ukupne suspendovane materije ( mg/l );
- COD – Hemijska potrošnja kiseonika;
- Protok – (  $\text{m}^3/\text{s}$  );
- Nivo – (mm);
- Brzina – (m/s).



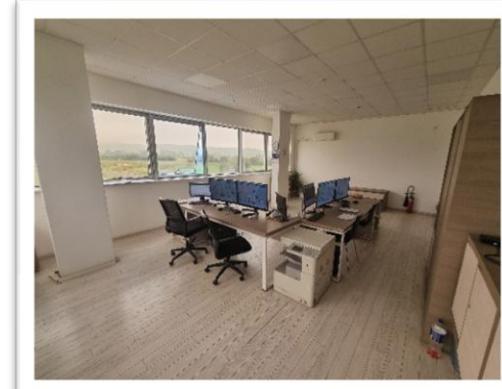
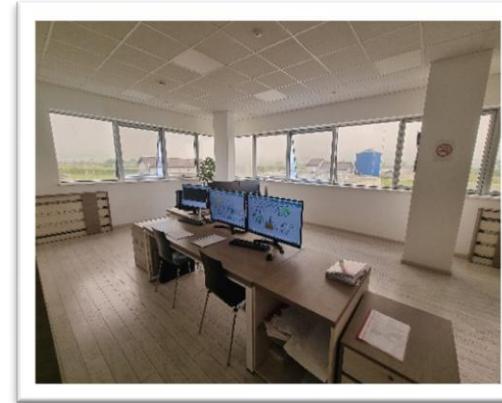
# Laboratorijski monitoring

- Hach Lange;
- Na liniji vode 5.260 fizičko hemijskih analiza u 2022. godini;
- Na liniji mulja 4.873 fizičko hemijskih analiza u 2022. godini.



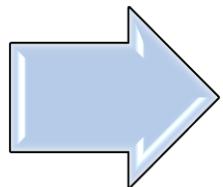
# Upravljanje

- Scada-WinCC OA;
- Redovni obilasci;
- KBB.



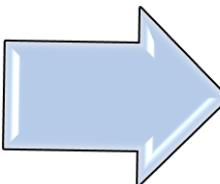
# Rezultati rada

U periodu od  
1.01.2020 do  
01.03.2023.god.



Ukupni protok  
influenta:  
20.021.770 m<sup>3</sup>

Ukupni protok  
efluenta:  
21.096.204 m<sup>3</sup>



**U 2022.godini**

**Ukupni protok influenta: 6.088.910m<sup>3</sup>;**

**Ukupni protok efluenta: 6.560.110 m<sup>3</sup>;**

• Obezvodnjeni mulj: 680 t;

• Solarno osušeni mulj: 330 t ;

• Proizvedeni biogas: 705.710 Nm<sup>3</sup>;

• Proizvodnja električne energije: 1.005.800 KWh.

# HVALA NA PAŽNJI.

