

**Investitor: DRUŠTVO ZA IZGRADNJU VODOVODNE  
I KANALIZACIONE INFRASTRUKTURE U  
OPŠTINI HERCEG NOVI**

**Objekat i lokacija: PRIOBALNI KOLEKTOR RIVIJERA  
JOŠICA –MELJINE  
PPOV MELJINE HERCEG NOVI**

**AKCIONI PLAN ZA REKONSTRUKCIJU  
POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE KOMUNALNIH  
OTPADNIH VODA I SANACIJU OBALNOG  
KOLEKTORA JOŠICE-MELJINE**

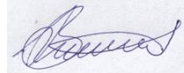



 **Voding-92** d.o.o.  
Grupa za *Implemenataciju* Projekata

Inženjering, Projektovanje & Konsalting  
Hidrotehnika & Tretman voda  
Termotehnika & Ekologija

Vele Nigrinove 16A, 11000 Beograd +381 11 283-67-67, 283-67-74, 30-47-880. E-mail: [voding92@gmail.com](mailto:voding92@gmail.com).

Beograd, februar 2023. god.

Investitor:	DRUŠTVO ZA IZGRADNJU VODOVODNE I KANALIZACIONE INFRASTRUKTURE U OPŠTINI HERCEG NOVI Herceg Novi, CRNA GORA
Objekat i lokacija:	PRIOBALNI KOLEKTOR RIVIJERA JOŠICA –MELJINE PPOV MELJINE Herceg Novi
Vrsta tehničke dokumentacije:	AKCIONI PLAN
Naziv:	AKCIONI PLAN ZA REKONSTRUKCIJU POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE KOMUNALNIH OTPADNIH VODA I SANACIJU OBALNOG KOLEKTORA JOŠICE-MELJINE
Delovi tehničke dokumentacije:	I Deo: SANACIJA OBALNOG KOLEKTORA JOŠICE-MELJINE II Deo: REKONSTRUKCIJA POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE KOMUNALNIH OTPADNIH VODA
Obrađivač:	Voding-92 d.o.o. Beograd, Ul. Vele Nigrinove 16a, Beograd
Odgovorno lice:	Vladimir Otašević, dipl.inž.grad. 
Stručni tim obrađivača:	Slobodan Arandelović, dipl.inž.tehn. Dragoljub Kos, dipl.inž.maš. Drago Đuranović, dipl.ing.maš. Jelena Kostić, dipl.ekolog, Miroslav Janjić, dipl.ing.el. Vladimir Otašević, dipl.inž.grad. 
Broj tehničke dokumentacije:	01/2023
Mesto i datum:	Beograd, februar 2023. god.

## I DEO

# SANACIJA OBALNOG KOLEKTORA JOŠICE – MELJINA (RIVIJERA)

## I DEO: SANACIJA OBALNOG KOLEKTORA JOŠICE-MELJINE

### Sadržaj:

1	UVOD .....	5
1.1	PPOV Herceg Novi .....	5
1.2	Priobalni kanalizacioni kolektor za prikupljanje otpadne vode hercegnovske obale .....	6
1.2.1	Zapadni priobalni kanalizacioni kolektor Igalo – Meljine .....	6
1.1.1.1	Istočni priobalni kanalizacioni kolektor Jošica – Meljine „Rivijera“ .....	6
1.3	Kolektor za efluent .....	8
1.4	Potisni cevovod PS Meljine kružni tok – PPOV Heceg Novi .....	8
2	ANALIZA GEOMETRIJE ISTOČNOG PRIOBALNOG KANALIZACIONOG KOLEKTORA JOŠICA MELJINE „RIVIJERA“ .....	9
2.1	PS BIJELA BRODOGRADILIŠTE .....	9
2.2	PS BIJELA ZAPAD (PS-5) .....	10
2.3	PS ĐENOVIĆI .....	11
2.4	PS KUMBOR .....	13
2.5	PS KUMBOR SEVER .....	14
2.6	PS ZMIJICE .....	15
2.7	PS ZELENIKA .....	16
2.8	PS MELJINE STARA .....	18
2.9	PS MELJINE KRUŽNI TOK .....	19
3	REZULTAT ANALIZE GEOMETRIJE ISTOČNOG PRIOBALNOG KANALIZACIONOG KOLEKTORA JOŠICA – MELJINE „RIVIJERA“ .....	21
3.1	PS BIJELA BRODOGRADILIŠTE .....	21
3.2	PS BIJELA ZAPAD .....	22
3.3	PS ĐENOVIĆI .....	22
3.4	PS KUMBOR .....	22
3.5	PS KUMBOR SEVER .....	23
3.6	PS ZMIJICE .....	23
3.7	PS ZELENIKA .....	24
3.8	PS MELJINE STARA .....	24
3.9	PS MELJINE KRUŽNI TOK .....	25
3.10	PREGLED UGROŽENIH DEONICA .....	25
4	PREGLED AKTIVNOST NA SANACIJI KOLEKTORA .....	26
4.1	Čišćenje i ispiranje .....	27
4.2	Snimanje posebnim robot kamerama .....	27
4.3	Detekcija curenja .....	28
5	PREDLOG SANACIJE UGROŽENIH DEONICA I ŠAHTOVA .....	29
5.1	Predlog sanacije ugroženih deonica .....	29
5.2	Predlog sanacije ugroženih šahtova .....	29

5.3	Procena investicione vrednosti .....	29
6	PREDLOG KONDICIONIRANJA VAZDUHA IZ VODOZAHVATA PUMPNIH STANICA DUŽ KOLEKTORA „RIVIJERA“ OD BIJELE DO MELJINA .....	31
6.1	Uvodne napomene.....	31
6.2	Fizičko hemijske karakteristike otpadnih voda kolektora.....	31
6.3	Emisija štetnih gasova iz pumpnih stanica komunalnih otpadnih voda .....	32
6.4	Tehnički opis uređaja za sakupljanje i kondicioniranje vazduha iz vodozahvata PS.....	32
6.5	Filteri na bazi granulisanog aktivnog uglja za uklanjanje neprijatnog mirisa iz vodozahvata pumpnih stanica .....	33
6.6	Zahtevana količina aktivnog uglja .....	33
6.7	Specifikacija opreme i radova uređaja za kondicioniranje vazduha .....	33
7	MERENJE PROTOKA I SALINITETA NA PUMPNIM STANICAMA .....	35
7.1	Merenje saliniteta (konduktiviteta).....	35
7.2	I VARIJANTA: Merenje protoka otpadnih voda na PS .....	36
7.3	II VARIJANTA: Merenje protoka otpadnih voda na PS .....	37
7.4	Prikupljanje i prenos signala sa 7 pumpnih stanica na SCADA sistem PPOV-a.....	38
7.5	REKAPITULACIJA:.....	39
8	IZGRADNJA BYPASS KOLEKTORA ZA INFLUENT .....	40
8.1	I VARIJANTA - IZGRADNJA BYPASS KOLEKTORA ZA INFLUENT KOD PS MELJINE KRUŽNI TOK ....	40
8.2	II VARIJANTA - IZGRADNJA BYPASS KOLEKTORA ZA INFLUENT KOD PPOV HERCEG NOVI.....	41
8.3	SPECIFIKACIJA OPREME I RADOVA ZA REALIZACIJU BY-PASS-a PO I VARIJANTI .....	42
8.4	SPECIFIKACIJA OPREME I RADOVA ZA REALIZACIJU BY-PASS-a PO II VARIJANTI .....	42
8.5	PREDNOSTI I NEDOSTACI PREDLOŽENIH VARIJANTI .....	42
8.6	ZAKLJUČAK .....	43

## 1 UVOD

PPOV Herceg Novi pokriva slivne površine hercegnovske obale sa delovima naselja Sutorina, Igalo, Topla, centar Herceg Novog, Savina, Meljine, na zapadu i "Rivijeru", tj. Zeleniku, Kumbor, Đenoviće, Baošiće, Bijelu i Jošicu na istočnoj strani opštine Herceg Novi.

Jedan od važnijih ciljeva Akcionog plana je da utvrdi uticaj povećanog saliniteta otpadnih voda na rad postrojenja, u kome je zastupljen biološki proces prečišćavanja u SBR reaktorima. Povišeni nivo saliniteta u procesu prečišćavanja otpadnih voda ima negativan uticaj na rad postrojenja PPOV Herceg Novi.

### 1.1 PPOV Herceg Novi

PPOV je izgrađeno na površini od oko 1.51ha i obuhvata sledeće objekte:

1. Fina rešetka
2. Peskolov i mastolov
3. Retenzioni bazeni i kompresorska stanica
4. SBR bazeni
5. Objekat merenja protoka na odvodu efluenta
6. Pumpe za transport viška mulja
7. Gravitacioni ugušćivač mulja
8. Objekat za dehidraciju mulja
9. Upravna zgrada
10. Stanica za koagulaciju
11. Objekat za prečišćavanje neprijatnih mirisa
12. Stanica za prijem sadržaja septičkih jama
13. Radionica/skladište
14. Objekat za UV dezinfekciju
15. Objekat za potrebe servisne vode i protivpožarnu zaštitu
16. Pumpna stanica za drenažu atmosferskih voda.

PPOV Herceg Novi je koncipirano kao postrojenje sa aktivnim muljem u Sekvencijalnom šaržnom reaktoru (SBR) sa simultanom stabilizacijom i mašinskom dehidracijom mulja.

Predviđeni nivo tretmana je tercijarni - podrazumeva uklanjanje ogranskog ugljenika i nutrijenata. Uklanjanje azota je postupkom nitrifikacije sa prethodnom denitrifikacijom, dok je uklanjanje fosfora predviđeno kao kombinovano biološko-hemijsko uz doziranje gvožđe hlorida.

Procesno posmatrano, PPOV obuhvata sledeće elemente:

1. Linija vode sa mehaničkim predtretmanom na finim rešetkama, uklanjanjem peska i plivajućih materija u aerisanom peskolovu/mastolovu, biološkim tretmanom u SBR tankovima i UV dezinfekcijom.
2. Linija mulja koja podrazumeva simultanu stabilizaciju mulja na liniji vode, gravitaciono ugušćivanje mulja, mašinsku dehidraciju na trakastim presama uz doziranje polimera i dodatni tretman mulja krečom.
3. Linija hemikalija za skladištenje i doziranje gvožđe hlorida kao sredstva za precipitaciju fosfata koji nisu uklonjeni biološkim putem.
4. Linija za uklanjanje neprijatnih mirisa iz objekta sa rešetkama, peskolova sa mastolovom, SBR sabirnog rezervoara, ugušćivača mulja i objekta za obradu mulja.
5. Pomoćni sistemi za rezervno napajanje preko dizel generatora, snabdevanje servisnom i protivpožarnom vodom, evakuaciju atmosferskih voda, osvetljenje.

Projektni parametri na osnovu kojih je izrađen Glavni projekat i dimenzionisani objekti PPOV prikazani su u tabeli:

Projektni parametri prema Glavnom projektu		
Parametar	Zima 2023	Ljeto 2023
Broj ekvivalentnih stanovnika, ES	40,100	65,300
Srednji dnevni protok, m <sup>3</sup> /dan	8,483	13,370
Maksimalni protok u suvo vreme, m <sup>3</sup> /dan	15,912	28,656
Vršni protok u vreme padavina, m <sup>3</sup> /dan	41,496	54,216
HPK, mg/L	596	615
TN, mg/L	55	56
TP, mg/L	8.9	9.3

## 1.2 Priobalni kanalizacioni kolektor za prikupljanje otpadne vode hercegnovske obale

U sistem priobalnog kanalizacionog kolektora za prikupljanje otpadne vode hercegnovske obale ulaze delovi naselja Sutorina, Igalo, Topla, centar Herceg Novog, Savina, Meljine, na zapadu i "Rivijera", tj. Zelenika, Kumbor, Đenovići, Baošići, Bijela, Jošica i Đurići na istočnoj strani opštine Herceg Novi.

### 1.2.1 Zapadni priobalni kanalizacioni kolektor Igalo – Meljine

U zapadni sistem priobalnog sanitarno fekalnog kanalizacionog kolektora ulazi: PS Igalo, PS Centar, PS Forte Mare i PS Savina i odgovarajući ulazni gravitacioni kolektori i potisni cevovodi. Otpadne vode starog kanalizacionog sistema Njivice, Igala i centar grada se ulaznim kolektorom dovode u pumpnu stanicu Forte Mare. Otpadne vode iz PS Forte Mare transportuju se u početni deo priobalnog gravitacionog kolektora (šaht HN-1330) potisnim cevovodom DN560 SDR11 PE100 PN10, dužine 100.45m. Deonica kolektora od šahta HN-1330 do PS Savina je DN700 GRP, dužine 1,079.03m. Niveleta dna kolektora je od 3.08mm do 0.06mm. Na ovoj deonici postoji 48 betonskih revizionih okana. Dubina šahti je od 1.47m do 3.68m.

Otpadne vode iz PS Savina (prepumpna pumpna stanica) prepumpavaju se u početni deo deonice kolektora od PS Savina do šahte PS Meljine kružni tok. Kolektor je DN700 GRP, dužine 1,081.34m. Niveleta dna kolektora je od 2.01mm do -0.48mm. Na ovoj deonici postoji 51 betonsko reviziono okno. Dubina šahti je od 1.45m do 6.24m.

U tabeli su prikazani izvedeni cevovodi po deonicama sa prečnikom, dužinama i priključenom broju stanovnika. Objekti kanalizacionog sistema su dimenzionisani prema predviđenom broju stanovnika i turista do 2058.godine.

Deonica	Prečnik ND	Dužina	Priključenih ekvivalentnih stanovnika (PE <sub>120/PE/d</sub> )
	(mm)	(m)	
PS Forte Mare – HN 1330 potisni cevovod	560	100.45	42,355
HN 1330 - PS Savina	700	1,079.03	
PS Savina – PS Meljine kružni tok	700	1,081.34	44.732

Trasa priobalnog kolektora Igalo-Meljine postavljena je na šetalištu. Ukupna dužina priobalnog kolektora od PS Forte Mare do PS Meljine kružni tok iznosi 2,260.52m.

#### 1.1.1. Istočni priobalni kanalizacioni kolektor Jošica – Meljine „Rivijera“

U istočni sistem priobalnog sanitarno fekalnog kanalizacionog kolektora "Rivijera" ulazi osam pumpnih stanica: PS Bijela brodogradilište, PS Bjela zapad (PS-5), PS Đenovići, PS Kumbor, PS Kumbor Sever, PS Zmijice, PS Zelenika, PS Meljine Stara i centralna PS Meljine Kružni tok i odgovarajući ulazni gravitacioni kolektori i potisni cevovodi. U nastavku teksta u uvodu, biće prikazan sažet opis Istočnog sistema sanitarno fekalne kanalizacije. U sledećim poglavljima biće prikazana detaljnija geometrija sistema.

#### 1.2.1.1 PS Bijela brodogradilište

U PS Bijela brodogradilište otpadne vode se sakupljaju iz dva gravitaciona cevna kolektora, iz pravca istoka i pravca zapada. Obalni kolektor iz pravca istoka počinje u Jošici na početku šetališta (HN-3000). Prvi dotok u kolektor su otpadne vode iz naselja Đurići. Na početku obalni gravitacioni kolektor je DN250 (PEHD korugovana SN10). Prečnik se duž toka menja u DN300 (PEHD korugovana SN10) do šahta HN-3405. U šaht HN-3405 se uliva otpadana voda iz pravca zapada. Zapadna deonica gravitacionog kolektora je prečnika DN250 (korugovana SN10). Deonica od šahte HN-3405 do ulaza u PS Bijela brodogradilište je DN400 GRP. PS Bijela brodogradilište transportuje otpadnu vodu u početnu deonicu ulaznog gravitacionog kolektora PS Bijela zapad (PS5) (šaht HN-3650). Potisni cevovod je DN250 SDR 17 PE100.

#### 1.2.1.2 PS Bijela zapad (PS-5)

U PS Bijela zapad otpadne vode se sakupljaju iz dva gravitaciona cevna kolektora, iz pravca istoka i pravca zapada. Obalni kolektor iz pravca istoka počinje od šahta HN-3650 u koji se ulivaju otpadne vode iz PS Bijela brodogradilište. Na početku kolektor je DN250 (korugovana SN10). Prečnik se duž toka menja u DN400 GRP do šahta HN-3860. Deonica od šahte HN-3860 do ulaza u PS Bijela zapad je DN500 GRP. U PS Bijela zapad se uliva i otpadana voda iz pravca zapada. Zapadna deonica gravitacionog kolektora je prečnika DN250 (PEHD korugovana SN10). PS Bijela zapad transportuje otpadnu vodu u početnu deonicu ulaznog gravitacionog kolektora PS Đenovići (šaht HN-4520). Potisni cevovod je DN400 SDR 17 PE100

#### 1.2.1.3 PS Đenovići

U PS Đenovići otpadne vode se ulivaju iz gravitacionog cevnog kolektora, iz pravca istoka. Obalni kolektor iz pravca istoka počinje od šahta HN-4520 u koji se ulivaju otpadne vode iz PS Bijela zapad (PS-5). Na početku deonice kolektor je prečnika DN500 GRP. Prečnik se duž toka menja. Deonica od šahte HN-4870 do ulaza u PS Đenovići je DN600 GRP. PS Đenovići kratkim potisnim cevovodom transportuje otpadnu vodu u početnu deonicu ulaznog gravitacionog kolektora PS Kumbor (šaht HN-5350). Potisni cevovod je DN400 SDR 17 PE100.

#### 1.2.1.4 PS Kumbor

U PS Kumbor otpadne vode se sakupljaju iz dva gravitaciona cevna kolektora, iz pravca istoka i pravca zapada. Obalni kolektor iz pravca istoka počinje od šahta HN-5350 u koji se ulivaju otpadne vode iz PS Đenovići. Deonica od šahte HN-5350 do ulaza u PS Kumbor je DN600 GRP. U PS Kumbor se uliva i otpadana voda iz pravca zapada. Početna deonica zapadnog gravitacionog kolektora je prečnika DN250 (PEHD korugovana SN10). Prečnik se duž toka menja u DN300 (PEHD korugovana SN10) od šahta HN-5770 do ulaza u PS Kumbor. PS Kumbor transportuje otpadnu vodu u početnu deonicu ulaznog gravitacionog kolektora PS Kumbor sever (šaht HN-5900). Potisni cevovod je DN500 SDR 17 PE100.

#### 1.2.1.5 PS Kumbor sever

U PS Kumbor sever otpadne vode se sakupljaju iz dva gravitaciona cevna kolektora, iz pravca istoka i pravca zapada. Obalni kolektor iz pravca istoka počinje od šahta HN-5900 u koji se ulivaju otpadne vode iz PS Kumbor. Na početku obalni gravitacioni kolektor je DN500 GRP. Prečnik se duž toka menja u DN700 GRP do šahta HN-6010. U šaht HN-6031 se uliva otpadana voda iz pravca zapada. Zapadna deonica gravitacionog kolektora je prečnika DN250 (korugovana SN10). Deonica od šahte HN-6031 do ulaza u PS Kumbor sever je DN700 GRP. PS Kumbor sever transportuje otpadnu vodu u početnu deonicu ulaznog gravitacionog kolektora PS Zmijice (šaht HN-6130). Potisni cevovod je DN500 SDR 17 PE100.

#### 1.2.1.6 PS Zmijice

U PS Zmijice otpadne vode se ulivaju iz gravitacionog cevnog kolektora, iz pravca istoka. Obalni kolektor iz pravca istoka počinje od šahta HN-6130 u koji se ulivaju otpadne vode iz PS Kumbor sever. Na početku deonice kolektor je prečnika DN500 GRP. Prečnik se duž toka menja. Deonica od šahte HN-6280 do ulaza u PS Zmijice je DN700 GRP. PS Zmijice potisnim cevovodom transportuje otpadnu vodu u početnu deonicu ulaznog gravitacionog kolektora PS Zelenika (šaht HN-6860). Potisni cevovod je DN500 SDR 17 PE100.

#### 1.2.1.7 PS Zelenika



U PS Zelenika otpadne vode se sakupljaju iz dva gravitaciona cevna kolektora, iz pravca istoka i pravca zapada. Obalni kolektor iz pravca istoka počinje od šahta HN-6860 u koji se ulivaju otpadne vode iz PS Zmijice. Početna deonica do šahta HN-7060 je kolektor DN500 GRP. Deonica od šahte HN-7060 do ulaza u PS Zelenika je DN700 GRP. U PS Zelenika uliva se i otpadana voda iz pravca zapada. Početna deonica zapadnog gravitacionog kolektora je prečnika DN250 (PEHD korugovana SN10). Od šahta HN-8260-1 do ulaza u PS Zelenika prečnik se duž toka menja u DN400 GRP. Drugi krak zapadnog gravitacionog kolektora je deonica prečnika DN250 (PEHD korugovana SN10) koji odvodi otpadnu vodu u šaht HN-8110-1. PS Zelenika potisnim cevovodom transportuje otpadnu vodu u početnu deonicu ulaznog gravitacionog kolektora PS Zelenika (šaht HN-7340). Potisni cevovod je DN630 SDR 17 PE100.

#### 1.2.1.8 PS Meljine stara

U PS Meljine stara otpadne vode se sakupljaju iz dva gravitaciona cevna kolektora, iz pravca istoka i pravca zapada. Obalni gravitacioni kolektor iz pravca istoka, od šahta HN-9000 do ulaza u PS Meljine stara je deonica prečnika DN250 (PEHD korugovana SN10). Gravitacioni kolektor iz pravca zapada, od šahta HN-9115 do ulaza u PS Meljine stara je kratka deonica prečnika DN250 (PEHD korugovana SN10). PS Meljine stara transportuje potisnim cevovodom otpadnu vodu u istočni gravitacioni dovodni kolektor PS Meljine kružni tok, u šaht HN-7480. Potisni cevovod je DN125 SDR 17 PE100.

#### 1.2.1.9 PS Meljina kružni tok

U PS Meljine kružni tok otpadne vode se sakupljaju gravitacionim cevnom kolektorom, iz pravca istoka. Gravitacioni kolektor iz pravca istoka počinje od šahta HN-7340 u koji se ulivaju otpadne vode iz PS Zelenika. Gravitacioni cevni kolektor do šahta HN-7340 do PS Meljine kružni tok je DN500 GRP. U šaht HN-7480 se ulivaju otpadne vode PS Meljine stara. Drugi krak istočnog gravitacionog kolektora je deonica prečnika DN300 GRP koji odvodi otpadnu vodu u šaht HN-7490.

Iz PS Meljine kružni tok otpadna voda se transportuje potisnim cevovodom na PPOV Herceg Novi. Potisni cevovod je DN900-SDR17-PE100 PN10.

Objekti kanalizacionog sistema su dimenzionisani prema predviđenom broju stanovnika i turista do 2058.godine. Ukupan broj priključenih ekvivalentnih stanovnika na PS Meljine kružni tok iznosi 44,463ES.

Ukupna dužina gravitacionog cevnog kolektora od Jošica do PS Meljine kružni tok iznosi 11,501.69m.

Šahtovi su plastični PEHD DN600, DN800, DN1000. Ukupan broj plastičnih šahtova je 491.

Ukupna dužina potisnih cevovoda na pumpnih stanica iznosi 3,036.08m

### 1.3 Kolektor za efluent

Prečišćena otpadna voda na PPOV-u se odvodi kolektorom za efluent u pomorski akvatoriji. Trasa kolektora za efluent je postavljena u prilaznom putu za PPOV, od izlazne konstrukcije PPOV-a do ispusne komore na plaži. Nakon što trasa prođe kružni tok Meljine, kolektor prolazi ispod potoka Nemila. Kolektor je gravitacioni cevovod GRP DN1000, ukupne dužine 1085.54m. Dubina kolektora je od 1.80m do 6.16m. Na dužini od 706.13m sa prosečnim padom od 0.89% u kolektoru se ostvaruje tečenje sa slobodnom površinom (šaht HN-10250). Od šahta HN-10250 do ispusne komore (šaht NH-Out-01) u dužini 378.87m sa prosečnim padom od 1.67% u kolektoru je tečenje pod pritiskom. Na trasi kolektora za efluent izvedena su 4 revizionna okna od prefabrikovanih betonskih elemenata. Kako bi se olakšalo uvođenje i difuzija prečišćenih otpadnih voda sa PPOV-a, izgrađen je podmorski ispust kojim se efluent ispušta u pomorski akvatoriji

### 1.4 Potisni cevovod PS Meljine kružni tok – PPOV Heceg Novi

Trasa potisnog cevovoda kojim se otpadna voda transportuje na PPOV počinje u PS Meljine kružni tok i ide paralelno sa kolektorom za efluent a završava se u prijemnoj konstrukciji PPOV-a. Potisni cevovod je polietilenski cevovod DN900-SDR17-PE100 PN10. Ukupna dužina iznosi 960.0m. Projektovani protok potisnog cevovoda je 665 l/s predstavlja maksimalni kapacitet PS Meljine-kružni tok. Na potisnom cevovodu su ugrađena tri vazdušna ventila, a kod naglih promena pravca trase, urađeni su ankerni blokovi.

## 2 ANALIZA GEOMETRIJE ISTOČNOG PRIOBALNOG KANALIZACIONOG KOLEKTORA JOŠICA MELJINE „RIVIJERA“

Infiltrirana morska voda u kanalizacioni sistem je uzrok povećanog konduktiviteta (elektroprovodljivosti) otpadnih voda. Povišeni nivo saliniteta u procesu prečišćavanja otpadnih voda čini negativan uticaj na rad postrojenja PPOV Herceg Novi. Da bi se utvrdile deonice u kojima je moguća pojava povećanog saliniteta urađena je analiza geometrije istočnog priobalnog kanalizacionog kolektora Jošica – Meljine („Rivijera“).

Analiza geometrije deonica cevnih gravitacionih kolektora i objekata (šahova) pripadajućih pumpnih stanica uređena je po deonicama istih prečnika i priključenom broju ekvivalentnih stanovnika. U okviru deonice je analiziran broj šahova čija je kota dna (KD) manja, odnosno veća od kote 0mnm i dužina dela deonice kojoj pripada odgovarajuća grupa šahova. Analizirana je minimalna i maksimalna dubina šahova (m), minimalna i maksimalna kota dna šahova (mnm) i minimalan i maksimalan pad (‰) pripadajućeg dela deonice.

U sumarnoj tabeli prikazana je ukupna dužina deonica kolektora i ukupan broj šahova čija je kota dna (KD) manja, odnosno veća od 0mnm i čija je dubina šahta manja ili veća od 3.0m.

Rezultati analize geometrije deonica cevnih gravitacionih kolektora, objekata (šahova) i potisnog cevovoda pripadajućih pumpnih stanica su prikazani tabelarno i šematski u sledećim poglavljima.

### 2.1 PS BIJELA BRODOGRADILIŠTE

ULAZ-Gravitaciona deonica

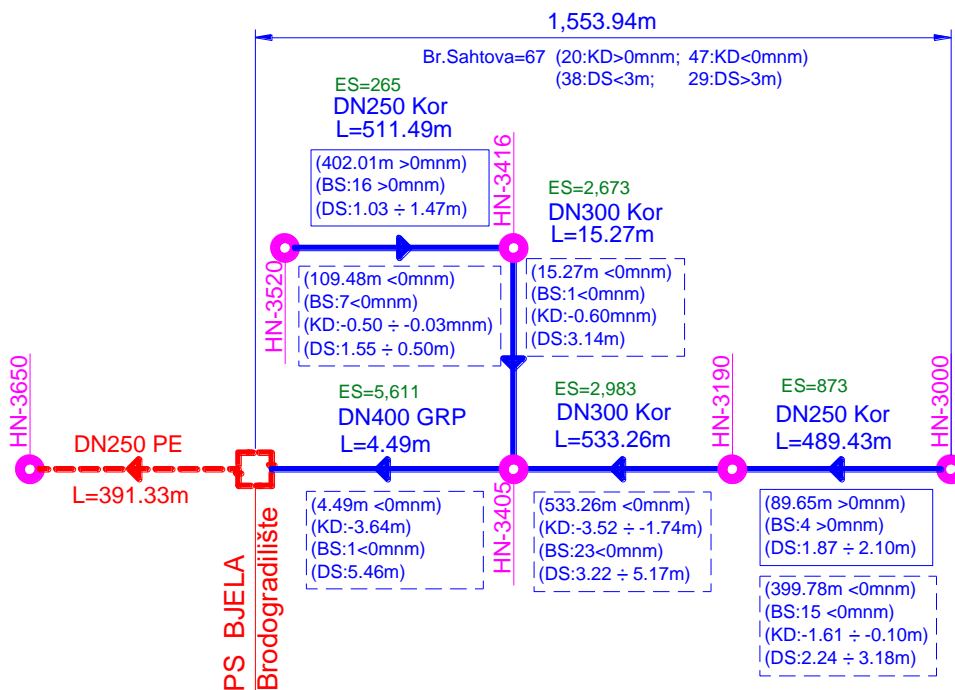
Deonica	od HN-3000 do PS (istok)						$\Sigma$	
Cevovod	DN250 Kor		DN300 Kor		DN400 Kor		$\Sigma >0mnm$	$\Sigma <0mnm$
KD Sahta	>0mnm	<0mnm	>0mnm	<0mnm	>0mnm	<0mnm		
Dužina (m)	89.65	399.78	0.00	533.26	0.00	4.49	89.65	937.53
	489.43		533.26		4.49		1,027.18	
Br.Sahova	4	15	0	23	0	1	4	39
	19		23		1		43	
ES	873		2,938		5,611			
Dub.S(m) min/max	1.87 2.10	2.24 3.18	- -	3.22 5.17	- -	5.46 5.46		
KDS(mnm) min/max	0.02 0.28	-1.61 -0.10	- -	-3.52 -1.74	- -	-3.56 -3.56		
Pad(‰) min/max	3.75 4.99	2.14 4.84	- -	1.22 5.33	- -	17.81 17.81		

Deonica	od HN-3520 do HN-3405 (zapad)						$\Sigma$	
Cevovod	DN250 Kor		DN300 Kor				$\Sigma >0mnm$	$\Sigma <0mnm$
KD Sahta	>0mnm	<0mnm	>0mnm	<0mnm	$\Sigma >0mnm$	$\Sigma <0mnm$		
Dužina (m)	402.01	109.48	0	15.27	402.01	124.75		
	511.49		15.27		526.76			
Br.Sahova	16	7	0	1	16	8		
	23		1		24			
ES	253		2,673					
Dub.S(m) min/max	1.03 1.47	1.55 3.03	- -	3.14 -				
KDS(mnm) min/max	0.11 8.72	-0.5 -0.03	- -	-0.6 -				
Pad(‰) min/max	4.34 48.47	4.57 7.15	- -	7.21 -				

$\Sigma$	$\Sigma$
KD Sahta	Dubina Sahta

	$\Sigma >0\text{mnm}$	$\Sigma <0\text{mnm}$	$\Sigma <3\text{m}$	$\Sigma >3\text{m}$
Dužina (m)	491.66	1,062.28	998.73	555.21
	1,553.94		1,553.94	
Br.Sahtova	20	47	38	29
	67		67	

IZLAZ-Potisni cevovod		
Deonica	Prečnik DN (mm)	Dužina (m)
PS Bjela Brodogradilište - HN-3650	250 SDR17 PE100	391.33



## 2.2 PS BIJELA ZAPAD (PS-5)

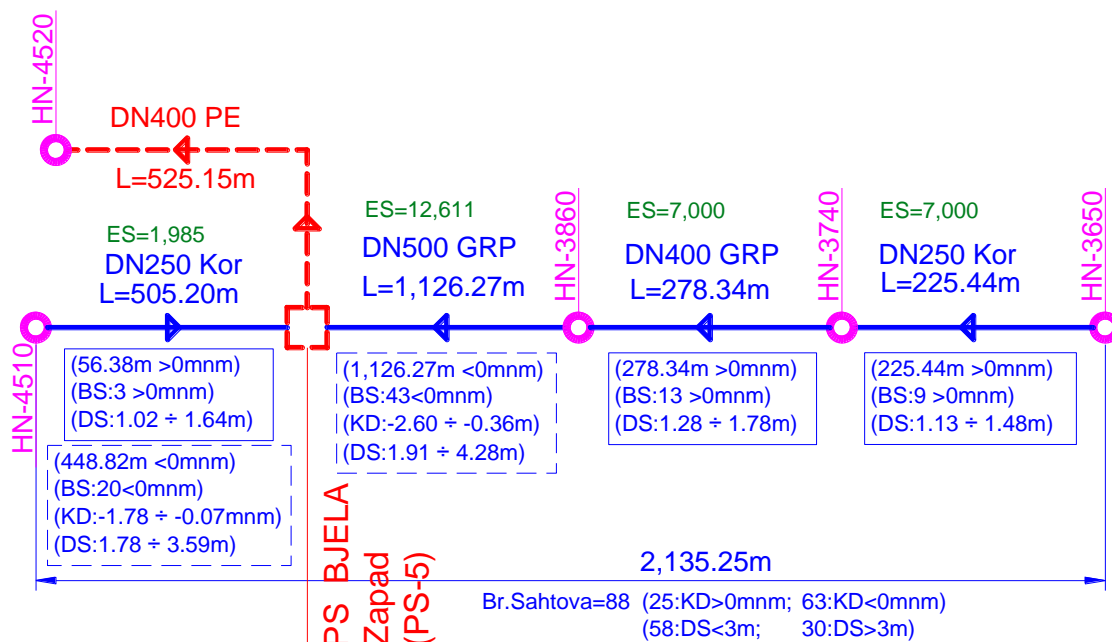
### ULAZ-Gravitaciona deonica

Deonica	od HN-3650 do PS (istok)						$\Sigma$	
Cevovod	Kor DN250		GRP DN400		GRP DN500		$\Sigma >0\text{mnm}$	$\Sigma <0\text{mnm}$
KD Sahta	>0mnm	<0mnm	>0mnm	<0mnm	>0mnm	<0mnm		
Dužina (m)	225.44	0.00	278.34	0.00	0.00	1,126.27	503.78	1,126.27
	225.44		278.34		1,126.27		1,630.05	
Br.Sahtova	9	0	13	0	0	43	22	43
	9		13		43		65	
ES	7,000		7,000		12,611			
Dub.S(m)	1.13	-	1.28	-	-	1.91		
min/max	1.48	-	1.78	-	-	4.28		
KDS(mnm)	4.28	-	0.37	-	-	-2.64		
min/max	8.40	-	3.51	-	-	-0.36		
Pad(‰)	18.05	-	2.47	-	-	1.03		
min/max	28.25	-	31.37	-	-	3.67		
Deonica	od HN-4510 do PS (zapad)							
Cevovod	Kor DN250		$\Sigma$					
KD Sahta	>0mnm	<0mnm	$\Sigma >0\text{mnm}$	$\Sigma <0\text{mnm}$				

Dužina (m)	56.38	448.82	56.38	448.82
	505.20		505.20	
Br.Sahtova	3	20	3	20
	23		23	
ES	1,985			
Dub.S(m) min/max	1.02	1.78		
	1.64	3.59		
KDS(mmm) min/max	0.01	-1.78		
	0.63	-0.07		
Pad(‰) min/max	2.97	1.49		
	3.93	7.07		

Dužina (m)	$\Sigma$		$\Sigma$	
	KD Sahta		Dubina Sahta	
	$\Sigma > 0\text{mm}$	$\Sigma < 0\text{mm}$	$\Sigma < 3\text{m}$	$\Sigma > 3\text{m}$
	560.16	1,575.09	1,377.61	757.64
Br.Sahtova	2,135.25		2,135.25	
	25	63	58	30
	88		88	

IZLAZ-Potisni cevovod		
Deonica	Prečnik DN (mm)	Dužina (m)
PS Bjela zapad - HN-4520	400 SDR17 PE100	525.15



### 2.3 PS ĐENOVIĆI

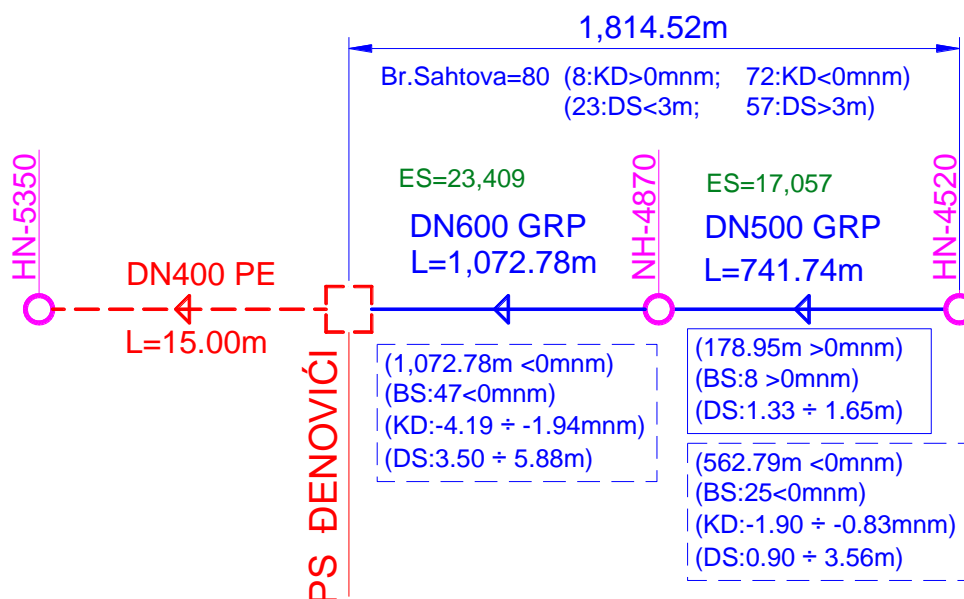
ULAZ-Gravitaciona deonica

AKCIONI PLAN ZA REKONSTRUKCIJU POSTROJENJA ZA PREČIŠČAVANJE KOMUNALNIH OTPADNIH VODA I  
SANACIJU OBALNOG KOLEKTORA JOŠICE-MELJINE

Deonica	od HN-4520 do PS (istok)					
Cevovod	GRP DN500		GRP DN600		$\Sigma$	
KD Sahta	>0mnm	<0mnm	>0mnm	<0mnm	$\Sigma$ >0mnm	$\Sigma$ <0mnm
Dužina (m)	178.95	562.79	0.00	1,072.78	178.95	1635.57
	741.74		1072.78		1814.52	
Br.Sahtova	8	25	0	47	8	72
	33		47		80	
ES	17,057		23,409			
Dub.S(m)	1.33	0.90	-	3.50		
min/max	1.65	3.56	-	5.88		
KDS(mnm)	0.01	-1.90	-	-4.19		
min/max	0.48	-0.83	-	-1.94		
Pad(‰)	1.83	0.49	-	1.08		
min/max	6.56	3.55	-	5.89		

	$\Sigma$		$\Sigma$	
	KD Sahta		Dubina Sahta	
	$\Sigma$ >0mnm	$\Sigma$ <0mnm	$\Sigma$ <3m	$\Sigma$ >3m
Dužina (m)	178.95	1,635.57	490.68	1,323.84
	1,814.52		1,814.52	
Br.Sahtova	8	72	23	57
	80		80	

IZLAZ-Potisni cevovod		
Deonica	Prečnik DN (mm)	Dužina (m)
PS Đenovići - HN-5350	400 SDR17 PE100	15.00



## 2.4 PS KUMBOR

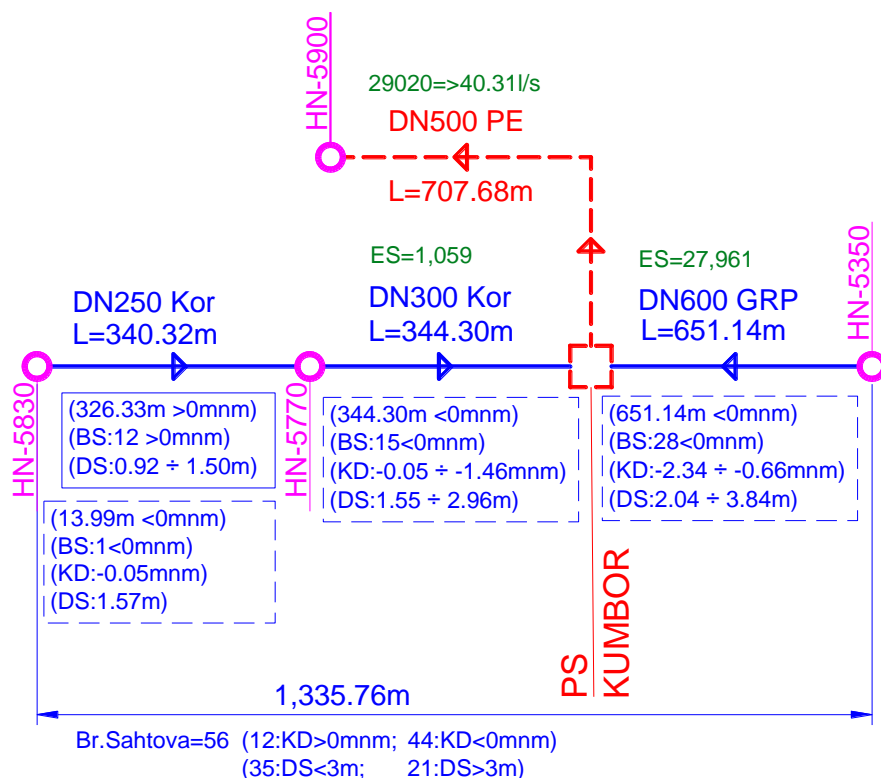
### ULAZ-Gravitaciona deonica

Deonica	od HN-5350 do PS (istok)			
Cevovod	GRP DN600		$\Sigma$	
KD Sahta	>0mm	<0mm	$\Sigma$ >0mm	$\Sigma$ <0mm
Dužina (m)	0	651.14	0.00	651.14
	651.14		651.14	
Br.Sahtova	0	28	0	28
	28		28	
ES	27,961			
Dub.S(m)	-	2.04		
min/max	-	3.72		
KDS(mnm)	-	-2.31		
min/max	-	-0.66		
Pad(‰)	-	1.21		
min/max	-	5.69		

Deonica	od HN-5830 do PS (zapad)					
Cevovod	Kor DN250		Kor DN300		$\Sigma$	
KD Sahta	>0mm	<0mm	>0mm	<0mm	$\Sigma$ >0mm	$\Sigma$ <0mm
Dužina (m)	326.33	13.99	0	344.30	326.33	358.29
	340.32		344.30		684.62	
Br.Sahtova	12	1	0	15	12	16
	13		15		28	
ES	0		1,059			
Dub.S(m)	0.92	1.57	-	1.55		
min/max	1.50		-	2.7		
KDS(mnm)	0.1	-0.05	-	-1.32		
min/max	14.83		-	-0.11		
Pad(‰)	2.78	4.29	-	2.70		
min/max	103.90		-	5.04		

	$\Sigma$		$\Sigma$	
	KD Sahta		Dubina Sahta	
	$\Sigma$ >0mm	$\Sigma$ <0mm	$\Sigma$ <3mm	$\Sigma$ >3m
Dužina (m)	326.33	1,009.43	874.63	461.13
	1,335.76		1,335.76	
Br.Sahtova	12	44	35	21
	56		56	

IZLAZ-Potisni cevovod		
Deonica	Prečnik DN (mm)	Dužina (m)
PS Kumbor - HN-5900	500 SDR17 PE100	707.68



## 2.5 PS KUMBOR SEVER

### ULAZ-Gravitaciona deonica

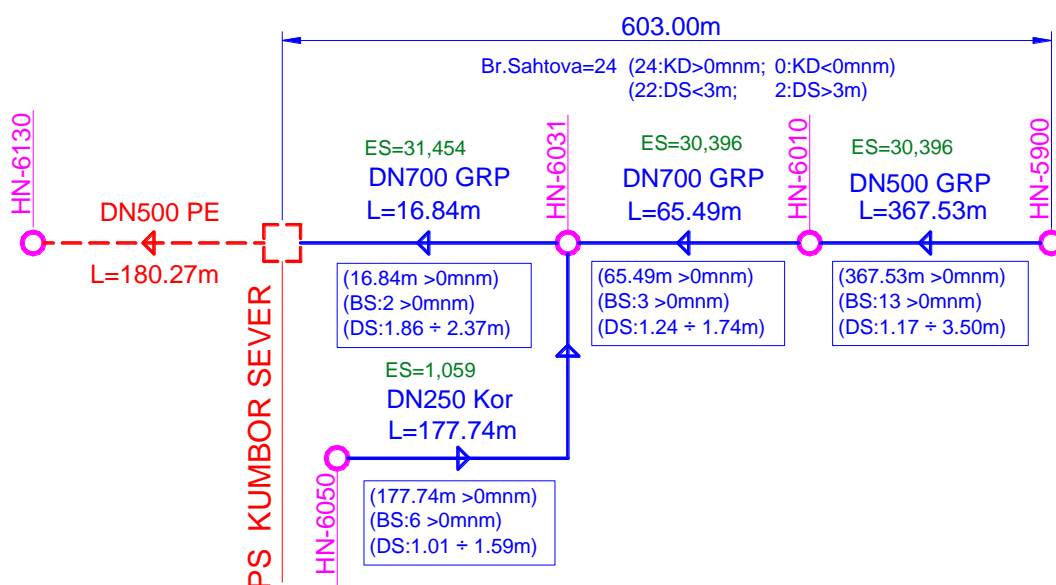
Deonica	od HN-5900 do PS (istok)							
Cevovod	GRP DN500		GRP DN700		GRP DN700		$\Sigma$	
KD Sahta	>0mnm	<0mnm	>0mnm	<0mnm	>0mnm	<0mnm	$\Sigma$ >0mnm	$\Sigma$ <0mnm
Dužina (m)	342.93	0	65.49	0	16.84	0	425.26	0.00
	342.93		65.49		16.84		425.26	
Br.Sahtova	13	0	3	0	2	0	18	0
	13		3		2		18	
ES	30,396		31,454					
Dub.S(m)	1.17	-	1.24	-	1.86	-		
min/max	3.50	-	1.74	-	2.37	-		
KDS(mnm)	7.83	-	7.08	-	6.93	-		
min/max	15.51	-	7.37	-	6.96	-		
Pad(‰)	2.76	-	3.12	-	3.62	-		
min/max	81.90	-	48.66	-	5.19	-		

Deonica	od HN-6050 do HN-6031 (zapad)			
Cevovod	Kor DN250		$\Sigma$	
KD Sahta	>0mnm	<0mnm	$\Sigma$ >0mnm	$\Sigma$ <0mnm
Dužina (m)	177.74	0	177.74	0.00
	177.74		177.74	
Br.Sahtova	6	0	6	0
	6		6	
ES	1,059			
Dub.S(m)	1.01	-		
min/max	1.59	-		
KDS(mnm)	8.17	-		
min/max	13.87	-		
Pad(‰)	7.64	-		
min/max	59.06	-		

	Σ		Σ	
	KD Sahta		Dubina Sahta	
	Σ>0mnm	Σ<0mnm	Σ<3m	Σ>3m
Dužina (m)	603.00	0.00	541.67	61.33
	603.00		603.00	
Br.Sahtova	24	0	22	2
	24		24	

IZLAZ-Potisni cevovod		
Deonica	Prečnik DN (mm)	Dužina (m)
PS Kumbor sever - HN-6130	500 SDR17 PE100	180.27



## 2.6 PS ZMIJICE

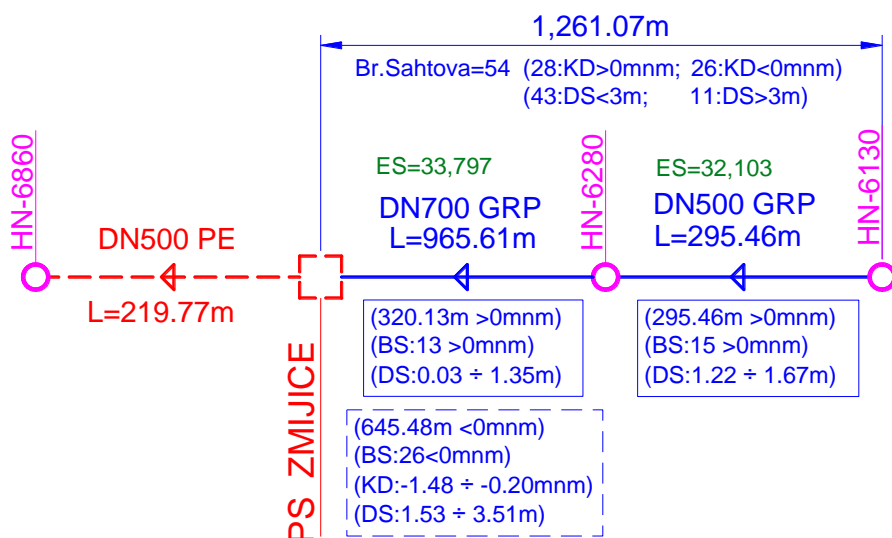
### ULAZ-Gravitaciona deonica

Deonica	od HN-6130 do PS (istok)					
Cevovod	GRP DN500		GRP DN700		Σ	
KD Sahta	>0mnm	<0mnm	>0mnm	<0mnm	Σ>0mnm	Σ<0mnm
Dužina (m)	295.46	0	320.13	645.48	615.59	645.48
	295.46		965.61		1,261.07	
Br.Sahtova	15	0	13	26	28	26
	15		39		54	
ES	32,103		33,797			
Dub.S(m)	1.22	-	1.51	1.53		
min/max	1.67	-	3.83	3.51		
KDS(mnm)	1.83	-	0.03	-1.48		
min/max	14.37	-	1.35	-0.20		
Pad(‰)	10.96	-	1.96	1.55		
min/max	64.78	-	22.72	2.59		



	$\Sigma$		$\Sigma$	
	KD Sahta		Dubina Sahta	
	$\Sigma > 0\text{mnm}$	$\Sigma < 0\text{mnm}$	$\Sigma < 3\text{m}$	$\Sigma > 3\text{m}$
Dužina (m)	615.59	645.48	1,034.33	226.74
	1,261.07		1,261.07	
Br.Sahtova	28	26	43	11
	54		54	

IZLAZ-Potisni cevovod		
Deonica	Prečnik DN (mm)	Dužina (m)
PS Zmijice - HN-6860	500 SDR17 PE100	219.77



## 2.7 PS ZELENIKA

### ULAZ-Gravitaciona deonica

Deonica	od HN-6860 do PS (istok)					
Cevovod	GRP DN500		GRP DN700		$\Sigma$	
KD Sahta	>0mnm	<0mnm	>0mnm	<0mnm	$\Sigma > 0\text{mnm}$	$\Sigma < 0\text{mnm}$
Dužina (m)	491.84	0	33.22	320.61	525.06	320.61
	491.84		353.83		845.67	
Br.Sahtova	18	0	1	13	19	13
	18		14		32	
ES	34,696		38,442			
Dub.S(m)	1.27	-	2.32	2.35		
min/max	2.64	-		5.13		
KDS(mnm)	0.61	-	0.01	-2.50		
min/max	9.87	-		-0.15		
Pad(‰)	2.26	-	4.82	1.74		
min/max	26.33	-	4.82	14.5		

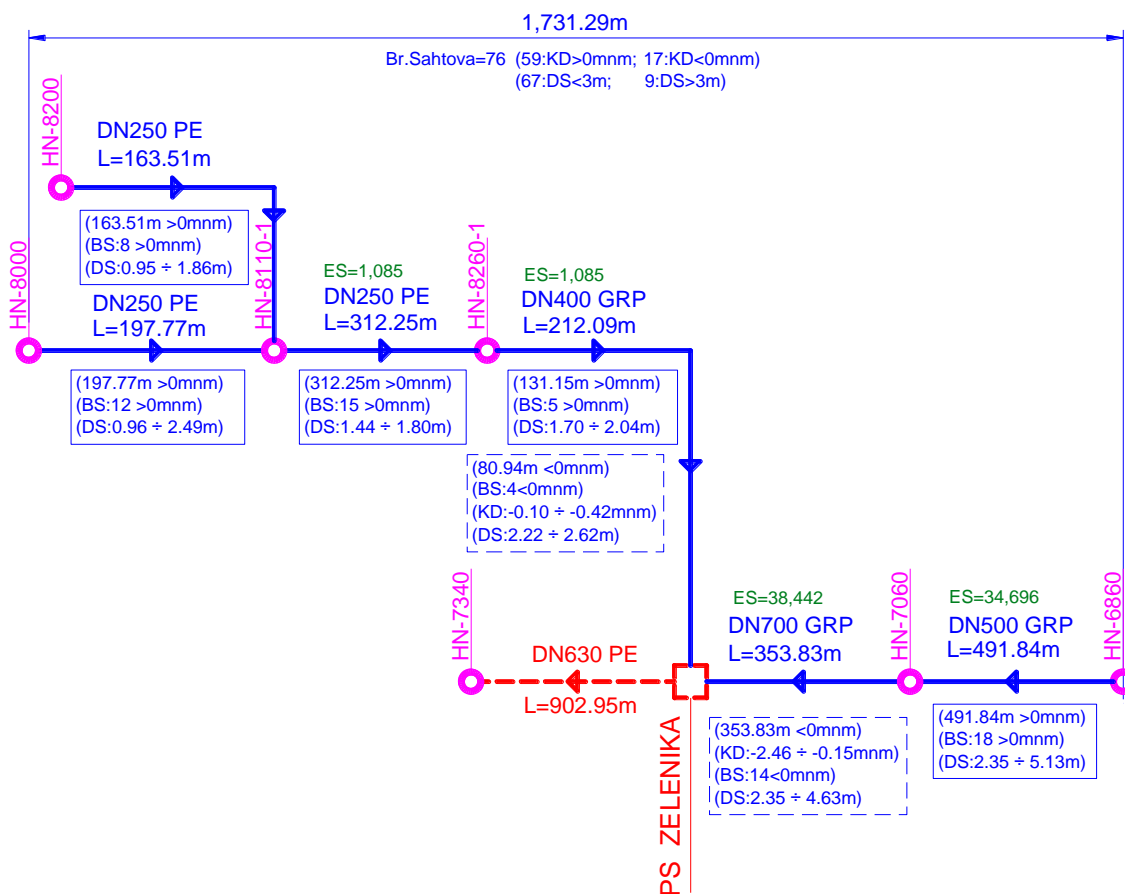
Deonica	od HN-8000 do PS (zapad)							
Cevovod	Kor DN250		Kor DN250		GRP DN400		$\Sigma$	
KD Sahta	>0mnm	<0mnm	>0mnm	<0mnm	>0mnm	<0mnm	$\Sigma > 0\text{mnm}$	$\Sigma < 0\text{mnm}$
Dužina (m)	197.77	0	312.25	0	131.15	80.94	641.17	80.94
	197.77		312.25		212.09		722.11	
Br.Sahtova	12	0	15	0	5	4	32	4

AKCIONI PLAN ZA REKONSTRUKCIJU POSTROJENJA ZA PREČIŠČAVANJE KOMUNALNIH OTPADNIH VODA I  
SANACIJU OBALNOG KOLEKTORA JOŠICE-MELJINE

	12		15		9		36
ES	1,085				0		
Dub.S(m)	0.96	-	1.44	-	1.70	2.22	
min/max	2.49	-	1.80	-	2.04	2.62	
KDS(mnm)	2.12	-	0.58	-	0.01	-0.42	
min/max	8.65	-	2.00	-	0.42	-0.10	
Pad(‰)	2.03	-	3.53	-	3.49	3.80	
min/max	147.78	-	7.49	-	5.84	8.39	
Deonica	od HN-8200 do HN-8110-1 (zapad)						
Cevovod	Kor DN250		$\Sigma$				
KD Sahta	>0mnm	<0mnm	$\Sigma$ >0mnm	$\Sigma$ <0mnm			
Dužina (m)	163.51	0	163.51	0.00			
	163.51		163.51				
Br.Sahtova	8	0	8	0			
	8		8				
Dub.S(m)	0.95	-					
min/max	1.86	-					
KDS(mnm)	2.30	-					
min/max	7.92	-					
Pad(‰)	2.87	-					
min/max	94.25	-					

	$\Sigma$		$\Sigma$	
	KD Sahta		Dubina Sahta	
	$\Sigma$ >0mnm	$\Sigma$ <0mnm	$\Sigma$ <3m	$\Sigma$ >3m
Dužina (m)	1,329.74	401.55	1,528.02	203.27
	1,731.29		1,731.29	
Br.Sahtova	59	17	67	9
	76		76	

IZLAZ-Potisni cevovod		
Deonica	Prečnik DN (mm)	Dužina (m)
PS Zelenika - HN-7340	630 SDR17 PE100	902.95



## 2.8 PS MELJINE STARA

### ULAZ-Gravitaciona deonica

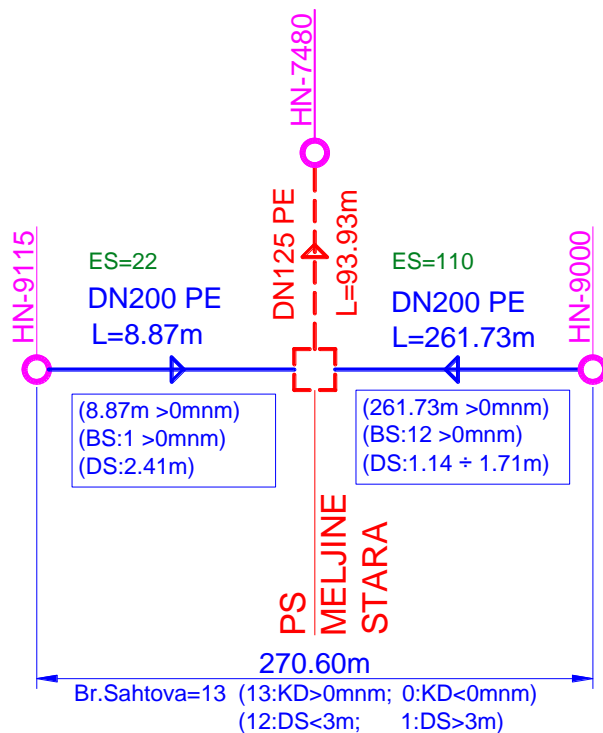
Deonica	od HN-9000 do PS Meljine Stara (istok)			
Cevovod	Kor DN200		$\Sigma$	
KD Sahta	>0mnm	<0mnm	$\Sigma >0mnm$	$\Sigma <0mnm$
Dužina (m)	261.73	0	261.73	0.00
	261.73		261.73	
Br.Sahtova	12	0	12	0
	12		12	
ES	110			
Dub.S(m)	1.14	-		
min/max	1.71	-		
KDS(mnm)	0.43	-		
min/max	3.32	-		
Pad(‰)	4.09	-		
min/max	31.96	-		

Deonica	od HN-9115 do PS Meljine Stara (zapad)			
Cevovod	Kor DN200		$\Sigma$	
KD Sahta	>0mnm	<0mnm	$\Sigma >0mnm$	$\Sigma <0mnm$
Dužina (m)	8.87	0	8.87	0.00
	8.87		8.87	
Br.Sahtova	1	0	1	0
	1		1	
ES	22			
Dub.S(m)	2.41	-		
min/max		-		

KDS(mnm) min/max	0.49	-
Pad(‰) min/max	39.44	-

	Σ		Σ	
	KD Sahta		Dubina Sahta	
	Σ>0mnm	Σ<0mnm	Σ<3m	Σ>3m
Dužina (m)	270.60	0.00	270.60	0
	270.60		270.60	
Br.Sahtova	13	0	13	0
	13		13	

IZLAZ-Potisni cevovod		
Deonica	Prečnik DN (mm)	Dužina (m)
PS Meljine stara - HN-7480	125 SDR17 PE100	93.93



## 2.9 PS MELJINE KRUŽNI TOK

### ULAZ-Gravitaciona deonica

Deonica	od HN-7340 do PS (istok)							
Cevovod	GRP DN700		GRP DN700		GRP DN700		Σ	
KD Sahta	>0mnm	<0mnm	>0mnm	<0mnm	>0mnm	<0mnm	Σ>0mnm	Σ<0mnm
Dužina (m)	349.65	0	10.57	0	372.41	37.12	732.63	37.12
	349.65		10.57		409.53		769.75	
Br.Sahtova	14	0	1	0	14	2	29	2
	14		1		16		15	
ES	44,463							
Dub.S(m) min/max	1.24	-	1.37	-	2.29	5.69	732.63	37.12
	1.88	-		-	4.36	5.75		

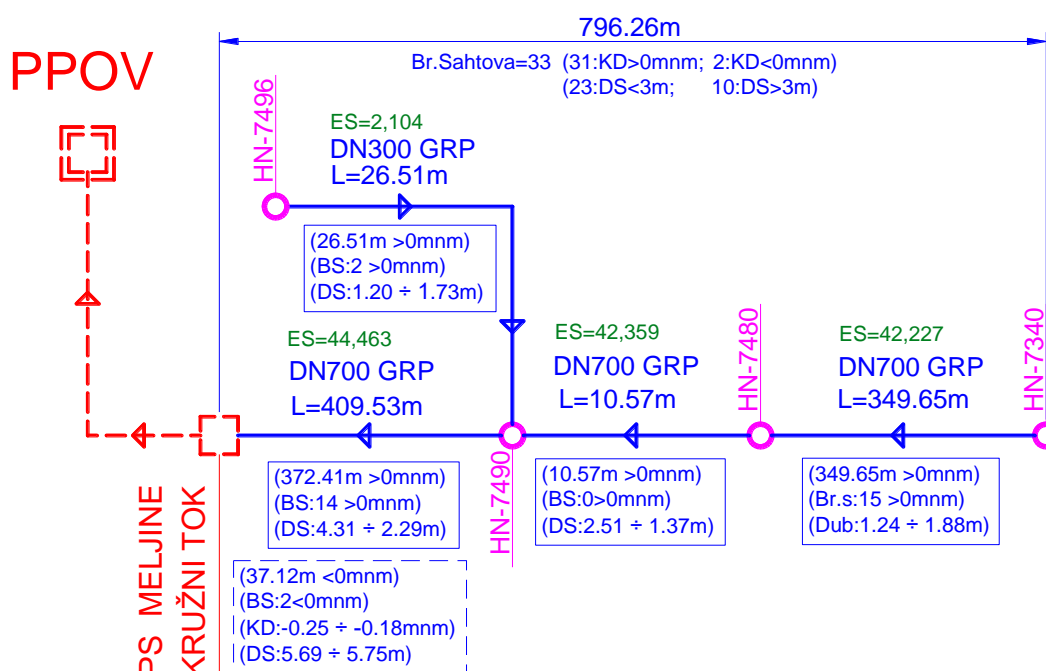
AKCIONI PLAN ZA REKONSTRUKCIJU POSTROJENJA ZA PREČIŠČAVANJE KOMUNALNIH OTPADNIH VODA I  
SANACIJU OBALNOG KOLEKTORA JOŠICE-MELJINE

KDS(mnm)	4.35	-	4.04	-	1.06	-0.25
min/max	6.63	-		-	3.42	-0.18
Pad(‰)	1.42	-	58.37	-	1.95	2.28
min/max	23.11	-		-	45.15	4.66

Deonica	od HN-7496 do NN-7490 (istok)			
Cevovod	Kor DN300		Σ	
KD Sahta	>0mnm	<0mnm	Σ>0mnm	Σ<0mnm
Dužina (m)	26.51	0	26.51	0.00
	26.51		26.51	
Br.Sahtova	2	0	2	0
	2		2	
ES	2,104			
Dub.S(m)	1.20	-		
min/max	1.73	-		
KDS(mnm)	3.60	-		
min/max	3.66	-		
Pad(‰)	2.79	-		
min/max	2.85	-		

	Σ		Σ	
	KD Sahta		Dubina Sahta	
	Σ>0mnm	Σ<0mnm	Σ<3m	Σ>3m
Dužina (m)	759.14	37.12	562.64	233.62
	796.26		796.26	
Br.Sahtova	31	2	23	10
	33		33	

IZLAZ-Potisni cevovod		
Deonica	Prečnik DN (mm)	Dužina (m)
PS Meljine kružni tok - PPOV	900 SDR17 PE100	960.00



### 3 REZULTAT ANALIZE GEOMETRIJE ISTOČNOG PRIOBALNOG KANALIZACIONOG KOLEKTORA JOŠICA – MELJINE „RIVIJERA“

Infiltrirana morska voda u kanalizacioni sistem je uzrok povećanog konduktiviteta (elektroprovodljivosti) otpadnih voda što prouzrokuje negativan uticaj na rad postrojenja PPOV.

Podzemna morska voda se infiltrira kroz oštećenja i prsline na cevima, spojevima i šahtovima, uzrokujući povećanje protoka, ispiranje sitnijih čestica tla i njihovo deponovanje u kolektorima, razblaženje otpadne vode. Infiltracija zavisi od: nivoa podzemne vode, stanja kanalizacione mreže, sleganja, prečnika kolektora i kvaliteta izvedenih radova.

Kriterijum za prikaz rezultata analize su deonice kod kojih je niveleta dna cevovoda ispod nivoa mora (KD<0mm) i dubina dna šahta veća od 3m. Granična vrednost od 3m za dubinu ugradnje plastičnih šahtova je orijentaciono određena iz uslova da kod većih dubina dolazi do povećane vrednosti opterećenja od tla i oštećenja zida i kinete šahta. Plastični šahtovi koji su ugrađeni u podzemnoj vodi bez betonske ispune u kineti koja se određuje prema sili potiska vode, mogu da budu ugrožena.

Minimalni pad se propisuju kako bi se obezbedila potrebna minimalna transportna sposobnost toka u cilju samoispiranja kanalizacije i sprečavanja istaložavanja materija u cevima. Min/Max nagib kanala, Id, se propisuje u zavisnosti od brzine

U tabeli je prikazan min. nagib (pad) deonice (Id‰).

U nastavku su prikazani rezultati analize deonica dovodnih gravitacionih kolektora pripadajućih pumpnih stanica. Izdvojene su deonice po kriterijumu dužine, minimalne kote nivelete cevovoda (min.KDS(mmm)) i maksimalne dubine ukopavanja (max.Dub.S (m)) kod kojih je moguća povećana infiltracija morske podzemne vode.

#### 3.1 PS BIJELA BRODOGRADILIŠTE

Analizirana deonica dovodnog gravitacionog kolektora je ukupne dužine 1,553.94m sa 67 šahtova. Deonica kolektora sa niveletom dna ispod nivoa mora (<0mm) je dužine 1,046.98m što predstavlja 67% dužine dovodnog kolektora. Na deonici je 47 šahtova sa kotom dna ispod nivoa mora (<0mm) što predstavlja 70% od ukupnog broja šahtova. Na deonici dužine 555.21m je 29 šahtova dubine veće od 3.0m (43%)

Ugrožena deonica sa stanovišta moguće povećane infiltracije je kolektor prečnika DN300 (PEHD korugovana) između šahtova HN-3190 i HN-3405 dužine 533.23m sa 23 šahta čija je kota dna manja od 0mm i dubina veća od 3.0m. Minimalni pad nivelete dna kolektora na deonici je 1.22‰ .

KD Sahta	< 0 mm					ΣΣ
	HN-3000	HN-3190	HN-3405	HN-3520	HN-3416	
Od	HN-3000	HN-3190	HN-3405	HN-3520	HN-3416	
Do	HN-3190	HN-3405	PS Bijela brod.	HN-3416	HN-3405	
Cevovod	DN250	DN300	DN400	DN250	DN300	
Br.Sahtova	15	23	1	7	1	47
Dužina (m)	399.78	533.23	4.49	109.48	15.27	1,046.98
ΣSah.Dub>3m	3	23	1	1	1	29
Dužina (m)	11.83	533.23	4.49	5.66	15.27	555.21
max Dub.S(m)	3.18	5.17	5.46	3.03	3.14	
min KDS(mmm)	-1.61	-3.52	-3.56	-0.5	-0.60	
min Pad(‰)	2.14	1.22	17.81	4.57	7.21	

### 3.2 PS BIJELA ZAPAD

Analizirana deonica dovodnog gravitacionog kolektora je ukupne dužine 2,135.25m sa 88 šahtova. Deonica kolektora sa niveletom dna ispod nivoa mora (<0mm) je dužine 1,533.23m što predstavlja 72% dužine dovodnog kolektora. Na deonici je 63 šahta sa kotom dna ispod nivoa mora (<0mm) što predstavlja 72% od ukupnog broja šahtova. Na deonici dužine 757.64m je 30 šahtova dubine veće od 3.0m (34%)

Ugrožena deonica sa stanovišta moguće povećane infiltracije je kolektor prečnika DN500 (PEHD korugovana) između šahta HN-3860 i PS Bijela zapad dužine 1,084.41m sa 43 šahta čija je kota dna manja od 0mm. Na deonici dužine 582.65m je 21 šaht dubine veće od 3.0m. Minimalni pad nivelete dna kolektora na deonici je 1.03‰.

Rezultati analize su prikazani u sledećoj tabeli:

KD Sahta	< 0 mnm		ΣΣ
	HN-3860	HN-4510	
Od	PS Bijela zapad	PS Bijela zapad	
Do	PS Bijela zapad	PS Bijela zapad	
Cevovod	DN500	DN250	
Br.Sahtova	43	20	63
Dužina (m)	1,084.41	448.82	1,533.23
ΣSah.Dub>3m	21	9	30
Dužina (m)	582.65	174.99	757.64
max Dub.S(m)	4.28	3.59	
min KDS(mnm)	-2.60	-1.78	
min Pad(‰)	1.03	1.49	

### 3.3 PS ĐENOVIĆI

Analizirana deonica dovodnog gravitacionog kolektora je ukupne dužine 1,814.52m sa 80 šahtova. Deonica kolektora sa niveletom dna ispod nivoa mora (<0mm) je dužine 1,635.57m što predstavlja 90% dužine dovodnog kolektora. Na deonici je 72 šahta sa kotom dna ispod nivoa mora (<0mm) što predstavlja 90% od ukupnog broja šahtova. Na deonici dužine 1,539.83m je 57 šahtova dubine veće od 3.0m (71%)

Ugrožena deonica sa stanovišta moguće povećane infiltracije je kolektor prečnika DN600 (PEHD korugovana) između šahta HN-4870 i PS Đenovići dužine 1,072.78m sa 47 šahtova čija je kota dna manja od 0mm i dubina veća od 3.0m. Minimalni pad nivelete dna kolektora na deonici je 1.08‰.

Rezultati analize su prikazani u sledećoj tabeli:

KD Sahta	< 0 mnm		ΣΣ
	HN-4520	HN-4870	
Od	HN-4860	PS Djenovici	
Do	HN-4860	PS Djenovici	
Cevovod	DN500	DN600	
Br.Sahtova	25	47	72
Dužina (m)	562.79	1,072.78	1,635.57
ΣSah.Dub>3m	10	47	57
Dužina (m)	467.05	1,072.78	1,539.83
max Dub.S(m)	3.56	5.88	
min KDS(mnm)	-1.90	-4.19	
min Pad(‰)	0.49	1.08	

### 3.4 PS KUMBOR

Analizirana deonica dovodnog gravitacionog kolektora je ukupne dužine 1,335.76m sa 56 šahtova. Deonica kolektora sa niveletom dna ispod nivoa mora (<0mm) je dužine 1,009.43m što predstavlja 76% dužine

dovodnog kolektora. Na deonici je 44 šahta sa kotom dna ispod nivoa mora (<0mm) što predstavlja 79% od ukupnog broja šahtova. Na deonici dužine 461.13m je 21 šaht dubine veće od 3.0m (38%).

Ugrožena deonica sa stanovišta moguće povećane infiltracije je kolektor prečnika DN600 (PEHD korugovana) između šahta HN-5350 i PS Kumbor dužine 651.14m sa 28 šahtova čija je kota dna manja od 0mm. Na deonici dužine 461.13m je 21 šaht dubine veće od 3.0m. Minimalni pad nivelete dna kolektora na deonici je 1.21‰.

Rezultati analize su prikazani u sledećoj tabeli:

KD Sahta	< 0 mnm			ΣΣ
	HN-5350	HN-5830	HN-5760	
Od	PS Kumbor	HN-5770	PS Kumbor	
Do	DN600	250	DN300	
Cevovod				
Br.Sahtova	28	1	15	44
Dužina (m)	651.14	13.99	344.30	1,009.43
Σ Sah.Dub>3m	21	0	0	21
Dužina (m)	461.13	0.00	0.00	461.13
max Dub.S(m)	3.72	1.57	2.70	
min KDS(mnm)	-2.31	-0.05	-1.32	
min Pad(‰)	1.21	4.29	2.70	

### 3.5 PS KUMBOR SEVER

. Analizirana deonica dovodnog gravitacionog kolektora je ukupne dužine 603.00m. Na deonici su 24 šahta. Niveleta dna kolektora na deonici je iznad nivoa mora (>0mm).

Deonica kolektora prečnika DN500 (PEHD korugovana) između šahta HN-5900 i PS Kumbor je dužine 61.33m (10%) na kojoj su 2 šahta dubine veće od 3.0m (8%).

Rezultati analize su prikazani u sledećoj tabeli:

KD Sahta	< 0 mnm		ΣΣ
	HN-5900		
Od	PS Kumbor sever		
Do	DN500		
Cevovod			
Br.Sahtova	0		0
Dužina (m)	0.00		0.00
Σ Sah.Dub>3m	2		2
Dužina (m)	61.33		61.33
max Dub.S(m)	3.50		
min KDS(mnm)	-		
min Pad(‰)	2.76		

### 3.6 PS ZMIJICE

Analizirana deonica dovodnog gravitacionog kolektora je ukupne dužine 1,261.07m. Na deonici je 54 šahta. Deonica kolektora prečnika DN700 (PEHD korugovana) između šahta HN-6280 i PS Zmijice sa niveletom dna ispod nivoa mora (<0mm) je dužine 645.48m što predstavlja 51% dužine dovodnog kolektora. Na deonici je 26 šahtova sa kotom dna ispod nivoa mora (<0mm) što predstavlja 48% od ukupnog broja. Na deonici dužine 226.74 m je 11 šahtova dubine veće od 3.0m (20%).

Rezultati analize su prikazani u sledećoj tabeli:

KD Sahta	< 0 mnm		ΣΣ
	HN-6310		
Od			



Do	PS Zmijice	
Cevovod	DN700	
Br.Sahtova	26	26
Dužina (m)	645.48	645.48
∑ Sah.Dub>3m	11	11
Dužina (m)	226.74	226.74
max Dub.S(m)	3.83	
min KDS(mnm)	-1.48	
min Pad(‰)	1.55	

### 3.7 PS ZELENIKA

Analizirana deonica dovodnog gravitacionog kolektora je ukupne dužine 1,731.29m sa 76 šahtova. Deonica kolektora sa niveletom dna ispod nivoa mora (<0mnm) je dužine 401.55m što predstavlja 23% dužine dovodnog kolektora. Na deonici je 17 šahtova sa kotom dna ispod nivoa mora (<0mnm) što predstavlja 22% od ukupnog broja šahtova. Na deonici dužine 203.27m je 9 šahtova dubine veće od 3.0m (12%)

Ugrožena deonica sa stanovišta moguće povećane infiltracije je kolektor prečnika DN700 (PEHD korugovana) između šahta HN-7060 i PS Zelenika dužine 320.61m sa 13 šahtova čija je kota dna manja od 0mnm i dubina veća od 3.0m. Minimalni pad nivelete dna kolektora na deonici je 1.74‰ .

Rezultati analize su prikazani u sledećoj tabeli:

KD Sahta	< 0 mnm		∑∑
	HN-7060	HN-270-1	
Do	PS Zelenika	PS Zelenika	
Cevovod	DN700	DN400	
Br.Sahtova	13	4	17
Dužina (m)	320.61	80.94	401.55
∑ Sah.Dub>3m	9	0	9
Dužina (m)	203.27	0.00	203.27
max Dub.S(m)	5.13	2.62	
min KDS(mnm)	-2.46	-0.42	
min Pad(‰)	1.74	3.8	

### 3.8 PS MELJINE STARA

. Analizirana deonica dovodnog gravitacionog kolektora je ukupne dužine 270.60.00m. Na deonici je 13 šahtova. Niveleta dna kolektora na deonici je iznad nivoa mora (>0mnm). Na deonici ne postoje šahtovi dubine veće od 3.0m

Rezultati analize su prikazani u sledećoj tabeli:

KD Sahta	< 0 mnm		∑∑
	HN-9000	HN-9115	
Do	PS Meljine stara	PS Meljine stara	
Cevovod	DN200	DN200	
Br.Sahtova	0	0	0
Dužina (m)	0.00	0.00	0.00
∑ Sah.Dub>3m	0	0	0
Dužina (m)	0.00	0.00	0.00
max Dub.S(m)	1.71	2.41	
min KDS(mnm)	0.43	0.49	
min Pad(‰)	4.09	1.55	

### 3.9 PS MELJINE KRUŽNI TOK

Analizirane deonice dovodnog gravitacionog kolektora su ukupne dužine 796.26m. Na deonicama je 33 šahta. Deonica kolektora prečnika DN700 (PEHD korugovana) između šahta HN-7490 i PS Meljine kružni tok sa niveletom dna ispod nivoa mora (<0mm) je dužine 37.12m što predstavlja 5% ukupne dužine dovodnih kolektora. Na deonici su 2 šahta sa kotom dna ispod nivoa mora (<0mm) što predstavlja 6% od ukupnog broja šahtova. Na deonici dužine 233.62m je 10 šahtova dubine veće od 3.0m (30%)

Minimalni pad nivelete dna kolektora na deonici je 1.95‰ .

Rezultati analize su prikazani u sledećoj tabeli:

KD Sahta	< 0 mnm	ΣΣ
Od	HN-7490	
Do	PS Meljine KT	
Cevovod	DN700	
Br.Sahtova	2	2
Dužina (m)	37.12	37.12
Σ Sah.Dub>3m	10	10
Dužina (m)	233.62	233.62
max Dub.S(m)	5.75	
min KDS(mnm)	-0.25	
min Pad(‰)	1.95	

### 3.10 PREGLED UGROŽENIH DEONICA

Pregled ugroženih deonica istočnog priobalnog kanalizacionog kolektora Jošica – Meljine („Rivijera“) sa stanovišta moguće povećane infiltracije morske podzemne vode (pojava povećanog saliniteta) prikazani su u sledećoj tabeli.

PS	Deonica			KDS < 0 mnm			Dub. Sah. >3m	
	od	do	DN	Duž. (m)	%	Br.S.	Duž. (m)	Br.S.
Bijela brod.	HN-3190	HN-3405	300	533.23	34	23	533.23	23
Bijela zapad	HN-3860	PS	500	1,084.41	51	43	582.65	21
Đenovići	HN-4870	PS	600	1,072.78	59	47	1,072.78	47
Kumbor	HN-5350	PS	600	651.14	49	28	461.13	21
Kum. sever	HN-5900	PS	500	-	-	-	61.33	2
Zmijice	HN-6310	PS	700	645.48	51	26	226.74	11
Zelenika	HN-7060	PS	700	320.61	19	13	203.27	9
Meljine star.	HN-9000	PS	200	-	-	-	-	-
Meljine KT	HN-7490	PS	700	37.12	5	2	233.62	10

Iz analize izdvajaju se deonice kod kojih je moguća povećana infiltracija morske podzemne vode:

PS	Deonica			KDS < 0 mnm			Dub. Sah. >3m	
	od	do	DN	Duž. (m)	%	Br.S.	Duž. (m)	Br.S.
Đenovići	HN-4870	PS	600	1,072.78	59	47	1,072.78	47
Bijela zapad	HN-3860	PS	500	1,084.41	51	43	582.65	21
Kumbor	HN-5350	PS	600	651.14	49	28	461.13	21
Zmijice	HN-6310	PS	700	645.48	51	26	226.74	11

#### 4 PREGLED AKTIVNOST NA SANACIJI KOLEKTORA

Dosadašnje analize obalnog kolektora Jošice-Meljine („Rivijera“), sprovedene u Akcionom planu, upućuju na visok stepen verovatnoće, da je stanje kolektora uzrok sledećih pojava:

-Povećanih količina infiltrirane morske vode u otpadnim vodama, što dovodi do povećanog hidrauličkog opterećenja PPOV-a,

-Povećanog saliniteta (konduktiviteta) otpadnih voda, što dovodi do otežanog odvijanja biološkog procesa prečišćavanja otpadnih voda na PPOV-u,

-Povećanog razblaženja otpadnih voda, što dovodi do smanjenja organskog opterećenja PPOV-a, a time i nemogućnosti obezbeđenja dovoljnih količina „hrane“ za bakterijsku populaciju koja je najodgovornija za redukciju biološkog zagađenja.

Sve ove pojave kumulativno posmatrano, negativno utiču na rad PPOV-a.

Iz toga razloga je u Akcionom planu sprovedena analiza geometrije cevovoda i uz usvajanje određenih kriterijuma (dubina ukopavanja, dubina ispod nivoa mora i sl.), izvršena kategorizacija ugroženosti kanalizacionog kolektora. Pod ovom se kategorijom „ugroženosti“, podrazumeva negativan uticaj podzemne morske vode na stanje kanalizacionog kolektora. Ovde se na prvom mestu, ima u vidu uticaj pritiska morske vode, koji dovodi do mogućih oštećenja cevovoda i šahtova, a time i do povećane infiltracije morske vode kroz ta oštećenja, u sam kanalizacioni kolektor.

Pored ove, gore sprovedene analize geometrije kolektora, Akcionim planom se predlaže monitoring kolektora Jošice-Meljine („Rivijera“), tako što bi se na pumpnim stanicama, koje se nalaze na trasi ovog kolektora, obezbedila određena merenja. Dva najneophodnija merenja na pumpnim stanicama su svakako merenje protoka i merenje saliniteta (konduktiviteta) otpadnih voda.

Ovaj predlog, pored uspostavljanja merenja protoka i saliniteta na pumpnim stanicama, predviđa prikupljanje izmerenih veličina i slanje tih podataka na SCADA sistem na PPOV-u u Meljinama.

Ovim merenjima, odnosno uspostavljenim praćenjem (monitoringom) protoka i saliniteta, moglo bi se postići sledeće:

-Ustanoviti kod kojih se deonica kolektora povremeno ili konsantno javljaju povećani protoci ili salinitet otpadnih voda. Upoređivanjem sa „ugroženim“ deonicama iz prethodne analize kolektora, koja je sprovedena u Akcionom planu, mogle bi se sa velikom sigurnošću utvrditi one deonice kolektora kod kojih se javljaju povećana infiltracija morske vode, a time i salinitet otpadnih voda. Da bi rezultati merenja bili meritorni, odnosno da bi se na osnovu njih mogli donositi ispravni zaključci, a time i odluke, neophodno bi bilo da monitoring traje od 1-3 godine,

-Prijemom i praćenjem signala (merenih veličina protoka i saliniteta) sa sedam pumpnih stanica, na SCADA sistem PPOV-a od strane dežurnih operatera na postrojenju, omogućiti kontrolisani prijem otpadnih voda, njihovu egalizaciju i prepumpavanje na SBR reaktore na biološku obradu. Ovim kontrolisanim prijmom otpadnih voda na PPOV bi se omogućilo da se te otpadne vode prečiste i ispuste u recipijent, bez ugrožavanja rada PPOV-a,

-Preventivno sprečiti dotok otpadnih voda, povećanog saliniteta (>10 gr NaCl/L) na PPOV, tako što bi se takva voda (čiji je sastav pretežno morska voda) preko by-pass-a preusmerila u odvodni kolektor efluenta. Ovim bi se sprečila inhibicija bakterijske populacije u biološkim SBR reaktorima, a time bi se sprečio i ispad PPOV-a iz rada za duži period.

S obzirom da je obalni kolektor Jošice-Meljine („Rivijera“) u eksploataciji duže od 5 godina, neizbežna je pojava i određenih kvarova na cevovodima, šahtovima i sl. Svakako da i ovi kvarovi imaju svoj doprinos povećanoj infiltraciji morske vode u otpadne vode. Svakako da je neophodno da plan sanacije obuhvati i sagledavanje najčešćih kvarova na kanalizacionoj instalaciji, koji se javljaju u praksi:

-Sleganje kanalizacione cevi.

Sleganje kanalizacione cevi se svrstava u jedan od najbrojnijih kvarova, koji se utvrđuju snimanjem kanalizacije. Sleganje kanalizacije se najčešće dešava kada je instalacija postavljena na neadekvatan način, što je posledica grešaka u izvođenju radova,

#### -Mehanička oštećenja kanalizacionih cevi

Mehanička oštećenja kanalizacionih cevi su kvarovi koji se dosta često često javljaju u praksi. Mogu biti posledica ili greške u materijalu od koga je cev izvedena, ili češće kao posledica neadekvatno izvedenih radova. Najčešći uzrok ovoj vrsti kvarova je to da izvođač nije cevi delimično zatrpao slojem zaštitnog peska, pa su oštri vrhovi krupnog kamenja probili zid cevi ili je polomili, a usled pritiska i vibracija koji se javljaju odvijanjem saobraćaja na deonicama cevovoda koji su položeni u saobraćajnicama,

#### -Nepravilno postavljena kanalizacija

Snimanjem kanalizacionih instalacija i pregledom same kanalizacione linije, često se utvrđuje da kanalizacija ne ispunjava uslove za pravilno funkcionisanje. Pogrešno postavljen pad i fitting koji nije namenjen za određen deo kanalizacije predstavljaju najčešću grešku izvođača radova,

#### -Upadanje stranog predmeta

Upadanje stranog predmeta u kanalizacione cevi je veoma česta pojava i utvrđuje se snimanjem istih. Primeri stranih predmeta su različiti, poput dasaka i granja, džakova, lopti, delova posteljine, leševa upalih životinja, kamenja, peska i nanosa koje u cevovod unosi voda kroz oštećenja na cevima, pa do šteta koji je zaostao prilikom izvođenja radova,

#### Pojava korenja

Pojava korenja je dosta često uzrok kvarova na kanalizacionoj mreži. Koren drveta lako može da dovede do oštećenja na kanalizaciji. Koren probija cev, ili prolazi kroz spoj i ulazi u cev, kako bi se drvo hranilo, uzimalo hranljive materije i tako započinjalo da raste u unutrašnjosti cevi. Svojim rastom i širenjem po preseku cevi, koren dovodi do toga da kanalizaciona instalacija vremenom postaje potpuno nefunkcionalna.

Imajući u vidu, sve ove uzroke koji utiču na loše stanje kanalizacionog obalnog kolektora Jošice-Meljina („Rivijera“), Akcionim planom se predviđa njegova sanacija.

Pre pristupanja samoj sanaciji, neophodno je napraviti plan sanacije. Preporuka je da se plan sanacije napravi po deonicama na kojima su prethodno završeni monitoring ispitivanja i ti rezultati uporedili sa „ugroženim“ deonicama iz Akcionog plana. Ako se rezultati tih istraživanja „poklope“ i time se poveća verovatnoća da je sanacija na toj deonici neophodna, pristupa se i sledećim aktivnostima:

- Čišćenje i ispiranje
- Snimanje posebnim robot kamerama
- Detekcija curenja

Nakon sprovedene defektaže i utvrđivanje stanja posmatrane deonice kolektora i pripadajućih šahtova, donosi se plan sanacije jednom od tehnološki inovativnih metoda.

### **4.1 Čišćenje i ispiranje**

Za išćenje i ispiranje kanalizacije visokim pritiskom, koriste se specijalna vozila i mašine na sopstveni pogon (tzv. woma) koje na izlazu daju pritisak i do 500 bara. Mašine mogu biti sa uređajem za reciklažu vode koji značajno smanjuje potrošnju čiste vode za potrebe čišćenja kanalizacije. Mogu se koristiti i specijalna kombinovana vozila "Canal Jet" sa dvostrukom namenom: služi za pročišćavanje kanalizacije vodenim mlazom pod visokim pritiskom i za usisavanje muljevitog sadržaja. Ove dve funkcije mogu da se vrše i pojedinačno i istovremeno. Na ovaj način omogućeno je brzo, efikasno i ekonomično čišćenje i održavanje gradske kanalizacione mreže.

Za čišćenje i ispiranje koriste se različiti tipovi mlaznica (tzv. dizni). Oblik, veličina, broj dizni, uglovi pod kojima su dizne umetnute kao i način na koji deluju samo su neke od karakteristika koje se uzimaju u obzir pri odabiru mlaznice. Za završno ispiranje unutrašnjosti cevi koriste se specijalne rotirajuće mlaznice.

### **4.2 Snimanje posebnim robot kamerama**

TV snimanje cevovoda omogućava preglede kanalizacionih cevovoda svih profila i materijala. CCTV, odnosno video inspekcijsko ispitivanje cevovoda je tehnologija koja omogućava da na precizan način ispitamo unutrašnjost i stanje cevovoda. Razlozi za inspekciju mogu biti sledeći:

- Prijem novoizgrađene instalacije

- Završetak garantnog perioda
- Rutinska inspekcija stanja
- Sumnja na greške u strukturi ili problemu u radu
- Sumnja na infiltraciju/nelegalan priključak
- Kontrola izvršenog renoviranja ili popravke
- Planiranje investicije.

Da bi se plan sanacije posmatrane deonice kolektora korektno uradio, potrebno je snimanjem kanalizacije kamerom, utvrditi sledeće:

-Priroda kvara

Saznaje se kojeg je tipa kvar na kanalizacionoj cevi, koji može biti različit od sleganja cevi, pa do upada stranih predmeta (videti prethodnu tačku),

-Mesto kvara

Sam uređaj za snimanje kanalizacionih cevi je opremljen posebnim brojačem koji odmeravanjem tačno utvrđuje koliko je kvar udaljen od mesta odakle je uređaj sa kamerom poslat na snimanje,

-Pregled stanja cevi

Snimanjem kanalizacije se postiže pregled celokupne linije kanalizacije, čime se tačno saznaje njeno stanje, jer svaka kanalizaciona cev ima svoj vek trajanja,

-Mapiranje cevi

Pomoću sonde za lokalizovanje cevi lako se može saznati tačno kuda cevi prolaze i na kojoj su dubini. Takođe se mogu otkriti skrivene šahte koje su prekrivene zemljom, šibljem ili betonom.

Inspekcija cevovoda primarne gradske fekalne i kišne kanalizacije, vrši se samohodnim traktorskim sistemima opremljenim kamerama u boji u Eex-izvedb, sa mogućnošću rotiranja glave kamere u bilo kom smeru. Ovim kamerama mogu se ispitivati cevovodi prečnika od  $\varnothing 160$  do čak preko  $\varnothing 1200\text{mm}$  i dužine od preko 200 metara. Prilikom prolaska kamere kroz cev na ekranu osim slike prikazuju se i podaci o položaju kamere, daljini na kojoj se nalazi kao i inklinacija (niveleta cevovoda). Osim inklinacije, vrši se i snimanje spojeva između cevi, merenje profila cevi kao i GPS trasiranje cevi.

Ovim vidom inspekcije može da se utvrdi dužina, uzrok i stepen oštećenja, kao i stanje zidova cevi. Takođe može da se utvrdi da li je došlo do naprsnuća, pucanja, izvlačenja ili sleganja cevi. Snimanjem možemo utvrditi:

- lokacije priključaka ili ogranaka cevi
- otkrivanje ilegalnih priključaka na kanalizaciju
- izmeriti "pad" cevovoda i eventualne promene u geometriji.

Unutrašnjost šahta se može proceniti kamerom za pregled šahta ili kamerom za zumiranje (koja se naziva i kamera na stubu). Kamere za inspekciju šahtova snimaju i vizuelno i dimenzionalno, kao što je ravno skeniranje sa detaljnim slikama zida šahta i podataka oblaka tačaka za 3D vizuelizaciju. Kamera za zumiranje koristi video kameru postavljenu na klizni stub.

### 4.3 Detekcija curenja

Praćenje protoka je metodologija merenja protoka otpadne vode u kanalizacionom sistemu tokom vremena i upoređivanje sa produkcijom komunalnih otpadnih voda koje potiču od stanovništva i uslužnih delatnosti. Ponekad, veličina i vrsta oštećenja cevovoda i šahtova uočenih video inspekcijom nije u saglasnosti sa rezultatima praćenja, odnosno merenja protoka.

U ovakvim slučajevima potreban je dalji rad na ispitivanju kako bi se identifikovala dodatna lokacija curenja (infiltracije)

Jedna od metoda je akustična ili sonarna detekcija. Ova metoda koristi senzore za otkrivanje vibracija i varijacija zvučnih talasa uzrokovanih defektima i curenjem.

Druga metoda koja predstavlja tehnološku inovaciju u ovoj oblasti je pomoću elektro scan uređaja.

Primenjuje se na svim ne-metalnim cevima. Detektuje i locira sve tipove potencijalnog curenja kako na cevima tako i na spojevima. Određuje koliko je oštećenje cevi i razlikuje oštećenje na cevima i oštećenje na spojevima.

Elektro scan cevovoda vrši se puštanjem električnog napona između elektrode fiksirane na površini (npr. metalna šipka uronjena u zemlju) i elektrode u cevi (sonde) prilikom njenog prolaska kroz cev. Na taj način se meri promena struje kroz zid cevi. Povećanje struje javlja se na mestima gde postoji oštećenje. Što je oštećenje veće to je i promena struje veća. Oštećenje u cevovodu koji propušta vodu takođe će propustiti električnu struju, čak i ako nema vidljivog curenja (infiltracije)

## 5 PREDLOG SANACIJE UGROŽENIH DEONICA I ŠAHTOVA

Da bi se smanjio priliv infiltrirane vode u kanalizacione cevovode i kolektore neophadna je sanacija ugroženih deonica i šahtova.

### 5.1 Predlog sanacije ugroženih deonica

Inovativan način sanacije gravitacionih cevovoda su metode sanacije bez iskopavanja. CIPP metoda bez iskopavanja predstavlja veliki tehnološki napredak u sanacije cevovoda i kolektora za odvođenje otpadnih voda. Primenljiva je na sve oblike i materijale oštećenih cevovoda. Ova metoda je posebno pogodna za urbane sredine, stara gradska jezgra, saobraćajnice, šetališta.

Prednosti koja ova metoda pruža su mnogostruke. Moguće je ugraditi novu cev u postojeću, u potpunosti sprečava infiltraciju i propuštanje u postojećim cevima, povećava propusnu moć i vraća mehanička svojstva i statičku nosivost postojećim cevovodima. Omogućava brzu ugradnju, nema opasnosti od oštećenja okolne podzemne i nadzemne infrastrukture (vode, struje, gasovoda, optičkih kablova i sl.). Minimalan je negativan uticaj na okolinu i radni proces. Minimalni vek trajanja cevovoda je 50 godina.

Materijal od koga se satoji CIPP cev (lajner) je poliester i vinil-ester epoxy, prečnika od DN80 do DN2000. Smolom zasićena i vakumski impregnirana CIPP cev, lajner, transportuje se na gradilište i priprema za ugradnju.

Sam postupak ugradnje CIPP cevi sastoji se od nekoliko faza. Posle čišćenje i video inspekcije oprema za sanaciju se montira na postojećem revizinom oknu. Ugradnja cevi sprovodi se specijalnim postupkom inverzije preko postojećeg revizionog okna. Ppostupak inverzije se vrši upotrbom hidrostatičkog pritiska vode ili komprimovanim vazduhom kako bi cev dobila oblik postojeće cevi. Posle završetka postupka inverzije, cev (lajner) se učvršćuje recirkulacijom tople vode ili upotrebom pare. U poslednjoj fazi specijalnim robotom u kolektoru se otvaraju postojeći bočni (sekundarni) priključci.

### 5.2 Predlog sanacije ugroženih šahtova

Sanacija ugroženih šahtova podrazumeva zamenu postojećih polietilenskih šahtova betonskim šahtovima

Terenski inspekcija treba da procene poklopac šahta, stanje rama i spoj okvira za bilo kakve strukturalne defekte ili izvore curenja.

Unutrašnjost šahta se može proceniti kamerom za pregled šahta ili kamerom za zumiranje (koja se naziva i kamera na stubu). Kamere za inspekciju šahtova snimaju i vizuelno i dimenzionalno, kao što je ravno skeniranje sa detaljnim slikama zida šahta i podataka oblaka tačaka za 3D vizuelizaciju. Kamera za zumiranje koristi video kameru postavljenu na klizni stub.

### 5.3 Procena investicione vrednosti

Sledećom specifikacijom opreme i radova, može se doći do investicionih troškova za sanaciju posmatrane deonice kanalizacionog kolektora sa pripadajućim šahtovima:

-Prikupljanje i analiza rezultata merenja protoka i saliniteta na posmatranoj deonici (analiza rezultata monitoringa) i upoređenje sa "ugroženim" deonicama iz Akcionog plana. Minimalni period monitoringa za

posmatrane deonice su do jedne godine. Ako su rezultati monitoringa nedovoljno pouzdani, monitoring se može produžiti do 3 godine,

-Izrada plana sanacije i izvođenje pripremnih radova na trasi deonice kolektora koji je izabran za sanaciju,

-Izvođenje radova na čišćenju i ispiranju deonice cevovoda koja je odabrana za sanaciju,

-Izvođenje radova na snimanju robot kamerom deonice cevovoda koja je odabrana za sanaciju,

-Izvođenje radova na detekciji kvarova na deonici kolektora na kojoj se pojavljuju curenja, a koja je odabrana za sanaciju,

-Izvođenje radova na sanaciji izabrane deonice, inovativnom CIPP metodom bez iskopavanja,

-Nabavka, isporuka i ugradnja novih betonskih šahtova i zamena postojećih plastičnih,

-Ispitivanje sanirane deonice i njeno puštanje u rad,

-Tehnički prijem izvedenih radova,

-Nepredviđeni troškovi

Procena investicionih troškova za sanaciju ugroženih deonica obalnog kolektora su dati tabelarno:

PS	$\Sigma\Sigma < 0 \text{ mm}$		UGROŽENA DEONICA	
	Dužina (m)	Cena (eur)	$\Sigma < 0 \text{ mm}$ Dužina (m)	Cena (eur)
PS BJELA BRODOGRADILIŠTE	1,046.98	516,206	533.23	266,615
PS BJELA ZAPAD	1,533.23	904,968	1,084.41	694,022
PS ĐENOVIĆI	1,635.57	1,175,498	1,072.78	815,313
PS KUMBOR	1,009.43	673,592	651.14	494,866
PS KUMBOR SEVER	-	-	-	-
PS ZMIJICE	645.48	535,748	645.48	535,748
PS ZELENUKA	401.55	313,052	320.61	266,106
PS MELJINE STARA	-	-	-	-
PS MELJINE KRUŽNI TOK	37.12	30,810	37.12	30,810
$\Sigma\Sigma$	6,309.36	4,149,873	4,344.77	3,103,481

## 6 PREDLOG KONDICIONIRANJA VAZDUHA IZ VODOZAHVATA PUMPNIH STANICA DUŽ KOLEKTORA „RIVIJERA“ OD BIJELE DO MELJINA

### 6.1 Uvodne napomene

Duž priobalnog distributivnog cevovoda Jošice – Meljina, koji je položen duž trase šetališta “Rivijera”, nalaze se sledeće prepumpne stanice:

- PS Bijela Brodogradilište,
- PS Bijela West,
- PS Đenovići,
- PS Kumbor,
- PS Kumbor North,
- PS Zmijice,
- PS Zelenika i
- PS Meljine Kružni tok.

Ovim obalnim kolektorom se sakupljaju i transportuju komunalne otpadne vode iz svih naselja duž ovog magistralnog cevovoda. U ovaj kolektor se, preko sekundarne kanalizacione mreže, sakupljaju otpadne vode u ovaj kolektor i delimično se odvođe gravitaciono, a delimično se prepumpavaju. Prepumpavanje otpadnih voda se nije moglo izbeći s obzirom na dužinu ovog priobalnog kolektora od oko 12 km.

Zadnja pumpna stanica, PS Meljine-Kružni tok, na ovoj kolektorskoj trasi, sakuplja sve otpadne vode i od pravca Igalja i od pravca Bijele. Sa ove pumpne stanice se otpadne vode prepumpavaju na PPOV Meljine-Herceg Novi, gde se prečišćavaju.

Iz vodozahvata gore navedenih pumpnih stanica, dolazi do emisije gasova neprijatnih mirisa iz otpadnih voda, koji se sadrže u vazduhu, koji se širi po okolini pumpnih stanica. Širenje neprijatnih mirisa oko prostora pumpnih stanica, a time i duž šetališta “Rivijera”, negativno utiče kako na okolne stanovnike, tako i na turiste koji posećuju Hercegovsku rivijeru tokom turističke sezone.

Iz tog razloga će se ovim Akcionim planom, definisati predlog sakupljanja i prečišćavanja vazduha, koji se širi iz vodozahvata pumpnih stanica, odnosno kondicioniranja vazduha u cilju uklanjanja neprijatnih mirisa, a pre njegovog ispuštanja u atmosferu.

### 6.2 Fizičko hemijske karakteristike otpadnih voda kolektora

Temperatura, mutnoća, boja, električna struja, provodljivost, sadržaj čvrstih materija u otpadnoj vodi, pH vrednost, alkalitet, i **mirisi** predstavljaju osnovne fizičko hemijske karakteristike otpadnih voda.

Karakteristika koja je bitna i ulazi u okvir razrešenja posmatranog problema je **miris**.

**Mirisi** u otpadnim vodama su uglavnom posledica izdvajanja gasova, koji su nastali razgradnjom prisutnih organskih materija. Karakteristična jedinjenja od kojih potiču mirisi u otpadnim vodama, nažalost uvek neprijatni, su sledeća:

- Amini ( miris na ribu),
- Amonijak (prepoznatljiv oštar miris),
- Diamini (miris trulog mesa),
- Merkantani ( jedinjenja S izuzetno neprijatnog mirisa),
- Organski sulfidi,
- Vodonik i karbonil sulfid ( H<sub>2</sub>S, COS).

Granične vrednosti štetnih gasova organskog i neorganskog porekla, iz otpadnih voda, koji doprinose neprijatnom mirisu i predstavljaju opasna zagadjenja:



- Vodonik sulfid – 2,95 ppm,
- Amonijak – 297 ppm,
- Metan – 19,8 ppm,
- Ugljenmonoksid/dioksid – 20 ppm,
- Merkantani ( metil, etil),
- Amini – 20 ppm.

### 6.3 Emisija štetnih gasova iz pumpnih stanica komunalnih otpadnih voda

Isparljive komponente, koje sa tokom otpadne vode ulaze u kolektorski sistem, transportom supstance bivaju emitovane u vazduh, koji protiče ili se dovodi u kolektorski sistem.

Vazduh se pritom dovodi ili odvodi u kolektorski sistem putem kanalizacionih otvora, otvorenih kanala, kanala sa rešetkama, otvorenim poklopcima, razvodnim kutijama, šahtovima, slivnicima i sl.

Procena protoka vazduha kroz kolektorski sistem (šahte, cevi, kanali, jame) podrazumeva procenu gubitka isparljivih frakcija u atmosferu.

Da bi se sprečilo širenje neprijatnih mirisa u vazduh, predlog ovog Akcionog plana je da se vazduh iz vodozahvata sakupi, prečisti propuštanjem kroz filter sa ispunom od aktivnog uglja i tako prečišćen ispusti u atmosferu.

### 6.4 Tehnički opis uređaja za sakupljanje i kondicioniranje vazduha iz vodozahvata PS

U prilogu se nalazi šema sakupljanja i kondicioniranja vazduha koji se emituje iz vodozahvata pumpnih stanica. Ova šema će biti osnova za tehnički opis rada uređaja, kao i podloga za definisanje investicione procene za realizaciju ovog tehničkog rešenja.

U vodozahvatu pumpne stanice (poz. 1), koji se nalazi ukopan ispod kolovoza, se nalaze potopljeni pumpni agregati (poz. 4), pomoću kojih se otpadne vode prepumpavaju kroz cevovod (poz. 3) do sledeće šahte, odakle počinje dalje slobodno, gravitaciono tečenje otpadnih voda.

Objekat pumpne stanice je građevinske konstrukcije, koji je prekriven čeličnim poklopcima. Čelični poklopci su tako postavljeni da su u ravni kolovoznog asfalta. I upravo kroz procepe (zazore) između poklopaca pumpne stanice i rubnih ivica građevinskog objekta, na koje se naslanjaju poklopci, dolazi do emisije neprijatnih mirisa u okolni vazduh.

Pumpna stanica se sastoji od komore u kojoj je ugrađena gruba rešetka (poz. 2) i komore vodozahvata u kojoj su ugrađene potopljene pumpe (poz. 4).

U obe komore će se ugraditi odsisni cevovodi (poz. 5) preko kojih će se obavljati usisavanje vazduha sa neprijatnim mirisima. Vakuum koji će obezbediti sakupljanje i transport ovog vazduha, obezbeđuje centrifugalni ventilator (poz. 7). Centrifugalni ventilator se nalazi iza filtera sa ispunom od aktivnog uglja (poz. 6), čime se obezbeđuje prolaz vazduha kroz kućište filtera, a time i filterski medijum.

Prolaskom usisanog vazduha kroz filterski sloj aktivnog uglja, dolazi do uklanjanja neprijatnih mirisa iz vazduha, tako da se prečišćen vazduh ispušta u atmosferu.

Filter i centrifugalni ventilator će se postaviti (agregirati) na zajedničkom postolju (skidu). Ceo uređaj će se kao takav postaviti u neposrednoj blizini pumpne stanice da neće praviti smetnje odvijanju saobraćaja po kolovozu, niti predstavljati bilo kakvu prepreku šetnji pešaka i turista.

Pored toga će centrifugalni ventilator biti smešten pod haubu sa zvučnom izolacijom, koja će neprijatnu buku, koja nastaje usled rada ventilatora, svesti na takvu meru, da neće predstavljati veće smetnje okolnim stanovnicima, pešacima i turistima.

Upravljanje radom centrifugalnog ventilatora, a time i procesom filtriranja vazduha, će se obavljati pomoću komandnog elektro-ormana (poz. 8). U njemu će se pored elektro-energetske opreme za pogon el. motora ventilatora, nalaziti i vremenski rele, preko koga će se ventilator automatski uključivati i isključivati prema podešenim vremenima.

Vremena će se na releu moći menjati i prilagođavati kako dnevnom rasporedu rada, tako i vremenskim uslovima.

## 6.5 Filteri na bazi granulisanog aktivnog uglja za uklanjanje neprijatnog mirisa iz vazduha koji se emituje iz vodozahvata pumpnih stanica

Eliminisanje neprijatnih mirisa, koji potiču od navedenih prisutnih organskih i neorganskih materija, u prostoru u i iznad vodozahvata za prepumpavanje otpadnih voda, vrši se prinudnim propuštanjem, pomoću radijalnog (centrifugalnog) ventilatora određenih karakteristika, otpadnog vazduha kroz filter sa granulisanim aktivnim ugljem, pri čemu se realizuje tehnološki proces prečišćavanja, istovremenom realizacijom procesa filtracije, adsorpcije i katalize.

Aktivni ugalj, koji realizuje ovaj proces prečišćavanja sa visokim učincima, proizveden je na bazi karbonizovane ljuske kokosovog oraha najviših adsorpcionih, hemijskih i fizičko-mehaničkih karakteristika, kao osnovne sirovine.

Proces prečišćavanja, uklanjanjem iz vazduha svih prisutnih organskih i neorganskih materija, na samom aktivnom uglju predpostavlja istovremenu realizaciju procesa adsorpcije i procesa katalize.

Sam aktivni ugalj, po svojoj prirodi i tehničkim karakteristikama je izvanredan adsorbent i katalizator, i pre nanošenja impregnanata. Impregnacijom, nanošenjem impregnanata na površinu aktivnog uglja, obezbeđuju se hemisorpcione i posebno katalitičke karakteristike u odnosu na uklanjanje jedinjenja S, što znači apsolutno uklanjanje prisutnih materija neorganskog porekla. Ti procesi, bazirani na procesima adsorpcije i katalize u gasnoj fazi, realizuju se vremenski za nekoliko sekundi, pri čemu mora biti strogo odpoštovana linearna brzina protoka gasa kroz sloj aktivnog uglja.

Radi se o aktivnom uglju najviših performansi u pogledu adsorpcionih, hemijskih i fizičko mehaničkih karakteristika, proizveden na bazi karbonizovane ljuske kokosovog oraha, zatim impregniran hemikalijama, tako da poseduje hemisorpciona i katalitička svojstva za uklanjanje istovremeno i materije bazičnog i kiselog karaktera i pokstalička svojstva.

## 6.6 Zahtevana količina aktivnog uglja

Imajući u vidu da je duž obalnog kolektora postavljeno 7 pumpnih stanica za prepumpavanje otpadne, kanalizacione vode, da su poznate informacije o dimenzijama vodozahvat, pri dimenzionisanju filtera i proračunu ukupno potrebne količine aktivnog uglja, predpostavljeno je aproksimativno da su vodozahvati od 50 m<sup>3</sup> do 100 m<sup>3</sup> zapremine.

Proračunom se dobija, da su dimenzije filtera sledeće:

Filter cilindričnog oblika prečnika  $\varphi$  63cm, visine 100 cm., zapremina aktivnog uglja za jedan filter cca 310 l.

Ukupna količina – zapremina aktivnog uglja je cca 2.200 l.

Aktivni ugalj je granulometrije, veličine čestica 8x14 Mesh ili 1,5-2,5 mm.

Ugradnja aktivnog uglja će se u filtersko kućište izvrši u nekoliko slojeva, čime se osim ukupnog smanjenja pada pritiska obezbeđuje i viša adsorpciona moć, odnosno duži vek rada do zamene aktivnog uglja.

Predlog je da se zamena aktivnog uglja vrši u prvoj godini rada nakon isteka 12 meseci.

## 6.7 Specifikacija opreme i radova uređaja za kondicioniranje vazduha

- Nabavka i isporuka centrifugalnog ventilatora, podpritiska od 600 mmVS i snage el. motora od P=3 KW, Kom. 1,
- Zaštitna hauba centrifugalnog ventilatora (hauba je za smanjenje buke), komplet 1,
- Nabavka i isporuka filtera sa ispunom od aktivnog uglja. Kućište filtera je izvedeno od polipropilena (PP-a). Dimenzije filtra su Ø630x1000 mm, Pozicijom je obuhvaćena i ispun od 310 L aktivnog uglja, granulacije 1,5-2,5 mm, Komplet 1,
- Cevovod DN200 i DN250 od PVC-a za sakupljanje i transport vazduha, komplet 1,

- Komandni elektro-orman za upravljanje radom uređaja za kondicioniranje vazduha. U komandnom elektro ormanu je ugrađen vremenski rele za podešavanje vremena rada uređaja (danju, noću ili prema nekim drugim vremenskim uslovima), Komplet 1,
- Montaža i ispitivanje isporučene opreme, Komplet 1,
- Puštanje u rad, paušalno,
- Nepredviđeni troškovi.

Investiciona procena za realizaciju jednog uređaja za kondicioniranje vazduha za jednu pumpnu stanicu iznosi: 16.500,00 EUR.

Za realizaciju 7 kompleta uređaja, koliko ima pumpnih stanica, potreban je iznos od 115.500,00 EUR.

## 7 MERENJE PROTOKA I SALINITETA NA PUMPNIH STANICAMA

Radi uspostavljanja monitoringa na pumpnim stanicama koje se nalaze na trasi obalnog kolektora Jošice-Meljine, predlaže se postavljanje mernih uređaja u svakoj od pumpnih stanica.

Merenje protoka i saliniteta otpadnih voda na deonicama obalnog kolektora Jošice-Meljina je neophodno iz razloga preventivnog delovanja na PPOV-u, u slučaju pojave izuzetno visokog saliniteta otpadnih voda (>10 grNaCl/L).

Drugi razlog uspostavljanja mernih mesta na pumpnim stanicama i praćenje promene protoka i saliniteta otpadnih voda, je svakako ustanovljavanje onih delova deonica obalnog kolektora, na kojima se pojavljuju pvećani protok i salinitet.

Ako se uspostavi da su ova povećanja znatna u odnosu na nominalne vrednosti protoka i saliniteta od 1-3 grNaCl/L, onda postoji velika verovatnoća, da je na toj deonici prisutna nepravilnost na obalnom kolektoru i da dolazi do znatno većeg prodora morske vode u kanalizacioni sistem otpadnih voda.

Predlog Akcionog plana je da period monitoringa, pre ustanovljavanja bilo kakvih zakonitosti, bude od 1-3 godine. U ovom periodu praćenja protoka i saliniteta otpadnih voda, moći će se formirati određeni zaključci i doneti odluke o mogućim intevencijama na pojedinim deonicama obalnog kolektora u cilju njegove sanacije i otklanjanja kvarova ili nepravilnosti u izvođenju.

Za merenje saliniteta je predloženo rešenje koje se koristi u industrijskim uslovima. To je uređaj koji koristi toroidalnu sondu, koja je namenjena za merenje konduktiviteta otpadnih voda i ostalih voda u kojima salinitet može imati visoke vrednosti. Merni signal se šalje na elektroniku uređaja koji ima displej na kutiji uređaja, tako da se izmerena vrednost konduktiviteta može očitati u lokalu. Predlog rešenja podrazumeva daljinsko slanje mernog signala na SCADA sistem, na PPOV-u u Meljinama, u cilju kontinualnog praćenja saliniteta otpadnih voda.

Za merenje protoka će se Akcionim planom predložiti dve varijante:

- I VARIJANTA: Merenje protoka otpadnih voda, tako što se specijalne sonde postavljaju sa spoljne strane potisnih cevovda pumpi i merni signal šalje na elektroniku uređaja. Merni signal se šalje na elektroniku uređaja koji ima displej na kutiji uređaja, tako da se izmerena vrednost protoka može očitati u lokalu. Predlog rešenja podrazumeva daljinsko slanje mernog signala na SCADA sistem, na PPOV-u u Meljinama, u cilju kontinualnog praćenja saliniteta otpadnih voda.
- II VARIJANTA: Merenje protoka pomoću mainstream uređaja, tako što se merna papučica stavlja na dno izlazne cevi u izlivnom šaftu potisnog cevovda pumpi. Merna papučica se preko posebnog nosača učvršćuje sa unutrašnje strane cevi. Merni signal se šalje na elektroniku uređaja. Merni signal se šalje na elektroniku uređaja koji ima displej na kutiji uređaja, tako da se izmerena vrednost protoka može očitati u lokalu. Predlog rešenja podrazumeva daljinsko slanje mernog signala na SCADA sistem, na PPOV-u u Meljinama, u cilju kontinualnog praćenja saliniteta otpadnih voda.

Na šemi u prilogu su šematski prikazana merna mesta u pumpnim stanicama, gde bi se postavile merne sonde (davači) za merenje saliniteta i merenje protoka.

### 7.1 Merenje saliniteta (konduktiviteta)

Za merenje saliniteta otpadnih voda je predviđen uređaj čija bi se merna sonda uronila u vodu i preko mernog kabela bi se merni signal slao u elektronski pretvarač. Iz elektronskog pretvarača bi se signal dalje slao na SCADA sistem PPOV-a u Meljinama.

Uređaj za merenje saliniteta se sastoji iz sledećih komponenti:

- CRONOS ConductiSense (Toroidal), Cronos Analyser, Komplet 7,
- ConductiSense Toroidal Sensor, Bundle, (0,5-2000 mS/cm), Komplet 7,
- Additional Extras, Analog Output Card, Komplet 7,
- ConductiSense Toroidal Sensor Bundle (0,5-2000 mS/cm), Komplet 7,
- Iskop i zatrpavanje kanala za polaganje kablova,
- Montaža i ispitivanje uređaja,
- Puštanje uređaja u rad,
- Nepredviđeni troškovi.

Investicioni troškovi za nabavku, isporuku, montažu i puštanje u rad, uređaja za merenje saliniteta na pumpnim stanicama, iznose: 61.900,00 EUR.

## 7.2 I VARIJANTA: Merenje protoka otpadnih voda na PS

Ova varijanta predviđa ugradnju ultrazvučnog merača protoka, gde se merne sonde postavljaju sa spoljne strane potisnog cevovoda pumpi. Ovo učvršćivanje sonde se dešava bez razaranja cevovoda. Merni signal se preko mernog kabla šalje u kutiju pretvarača mernog signala. Na dospleju ovog ormarića se merni signal može očitati u lokalu. Moguće je očitavanje protoka kontinualno, dok uređaj registruje ukupnu količinu prepumpane vode. Predviđeno je da se merni signal šalje daljinski na SCADA sistem PPOV-a u Meljinama.

Uređaj za merenje protoka se sastoji iz sledećih komponenti:

- Stationary Ultrasonic Flowmeter deltawaveCF, 2-Channel, Komplet 8,  
Country of Origin. DE  
Tehnickal specifications:  
SAC: Power supply: 90-240VAC,  
DC: Measuring paths: 2,  
HC: Integrated heat transfer measurement, Inputs: 2xPT100,  
LDF: Language pack EN/DE/FR,  
IO: Outputs: 2x4...20mA, 1x relay, 1x impulse,  
Description:  
Measuring principle: Ultrasonic transit time difference, Slampon,  
Display: QVGA (320x240), backlight,  
Interface: Mini-USB,  
Operation: softkeys,  
Material: VA Stainless steel, WxHxD, 300x260x108 mm, 4,1 Kg,  
Profecion class: IP65.
- 1 MHz ultrasonic transducers (1 pair), Komplet 16,  
Order number: XUC-FW F10 10,  
Tehnickal specifications:  
Transducer frequency: 1 MHz,  
Pipe dimensions: DN32...DN400,  
Medium temperature: -40...150°C,  
Material: PEEK/aluminum,  
Protection class: IP68  
Scope of delivery:

- 2 pcs: ultrasonic transducers,  
Incl. 2x mounting frame (1x long, 1x short) and 3x pair of high-grade steel strip,  
Incl. Coupling foil,  
Signal cable (1 pair) 10 m.
- Stationary Ultrasonic Flowmeter deltawaveCF, 1-Channel, Komplet 5,  
Country of Origin. DE  
Tehnickal specifications:  
SAC: Power supply: 90-240VAC,  
DC: Measuring paths: 1,  
HC: Integrated heat transfer measurement, Inputs: 2xPT100,  
LDF: Language pack EN/DE/FR,  
IO: Outputs: 2x4...20mA, 1x relay, 1x impulse,  
Description:  
Measuring principle: Ultrasonic transit time difference, StampOn,  
Display: QVGA (320x240), backlight,  
Interface: Mini-USB,  
Operation: softkeys,  
Material: VA Stainless steel, WxHxD, 300x260x108 mm, 4,1 Kg,  
Profecion class: IP65.
- 1 MHz ultrasonic transducers (1 pair), Komplet 5,  
Order number: XUC-FW F10 10,  
Tehnickal specifications:  
Transducer frequency: 1 MHz,  
Pipe dimensions: DN32...DN400,  
Medium temperature: -40...150°C,  
Material: PEEK/aluminum,  
Protection class: IP68  
Scope of delivery:  
2 pcs: ultrasonic transducers,  
Incl. 2x mounting frame (1x long, 1x short) and 3x pair of high-grade steel strip,  
Incl. Coupling foil,  
Signal cable (1 pair) 10 m.
- Iskop i zatrpavanje kanala za polaganje kablova,
- Nepredviđeni troškovi.

Investicioni troškovi za nabavku, isporuku, montažu i puštanje u rad, uređaja za merenje protoka po I VARIJANTI na pumpnim stanicama, iznose: 121.100,00 EUR.

### 7.3 II VARIJANTA: Merenje protoka otpadnih voda na PS

Ova varijanta predviđa ugradnju ultrazvučnog merača protoka, gde se merne sonde postavljaju sa unutrašnje strane potisnog cevovoda pumpi, a u izlivnom šahtu do koga se vrši prepumpavanje otpadnih voda iz pumpne stanice. Merna papučica se postavlja na samom izlazu iz cevi, na mestu gde se otpadna voda dovodi u sam šaht. Ovo učvršćivanje merne papučice se dešava bez razaranja cevovoda, a preko specijalnog nosača koji se ugrađuje sa unutrašnje strane cevi.

Merni signal se preko mernog kabla šalje u kutiju pretvarača mernog signala. Na dospleju ovog ormarića se merni signal može očitati u lokalu. Moguće je očitavanje protoka kontinualno, dok uređaj registruje ukupnu količinu prepumpane vode. Predviđeno je da se merni signal šalje daljinski na SCADA sistem PPOV-a u Meljinama.

Uređaj za merenje protoka se sastoji iz sledećih komponenti:

- Mainstream Fixed Flowmeter with 4:20 mA Output, Komplet 7, System Unit with flow totaliser, LCD, data logger, two opto-isolated switch outputs and three configurable 4:20 mA outputs (selectable from level, signal quality, velocity and flow rate). Communications cable, PC software, handbook and user guide. Velocity Probe Fixed with Ferrule Termination with standard 10 m cable, P/N VP002/10  
Level pressure transmitter 2 m range (10 m cable), P/N PT001.
- Iskop i zatrpavanje kanala za polaganje kablova,
- Nepredviđeni troškovi.

Investicioni troškovi za nabavku, isporuku, montažu i puštanje u rad, uređaja za merenje protoka po II VARIJANTI na pumpnim stanicama, iznose: 126.800,00 EUR.

#### 7.4 Prikupljanje i prenos signala sa 7 pumpnih stanica na SCADA sistem PPOV-a

Predlog Akcionog plana je, da se merni signali sa uređaja za merenje saliniteta i uređaja za merenje protoka, prikupe sa svih 7 pumpnih stanica na obalnom kolektoru Jošice-Meljine i pošalju na SCADA sistem PPOV-a u Meljinama.

Ovim rešenjem bi operateri na PPOV-u imali uvid u protoke i kavlitet otpadnih voda pre nego što se definitivno sa PS Kružni tok-Meljine ne prepumpaju na postrojenje na prečišćavanje. Ovo operaterima omogućava preventivno delovanje u slučaju ekstremno povećanog saliniteta (>10 gNaCl/L), kao i povećanih protoka.

- Oprema i radovi za prikupljanje i prenos signala su sledeći:  
Profinet interfejs modul sa dve kartice analognih ulaza (ukupno 8 AI) i pratećom opremom (konektori, peć kabal i postolja za module). Sitan montažni material: Licne, kleme, osigurači, din šina i sl., Komplet 1,
- Radovi na pumpnim postrojenjima:  
Montaža Interfejs modula sa karticama analognih ulaza, ožičenje modula i uspostavljanje komunikacije sa glavnim PLC-om na pumpnoj stanici. Programiranje i konfigurisanje PLC-a, priprema i slanje podataka GPRS komunikacijom na centralni sistem upravljanja, Komplet 1,
- Radovi na SCADA:  
Prikupljanje informacija o salinitetu i protocima na postrojenje za preradu otpadne vode. Obrada informacija, izrada vizuelnih prikaza na SCADA-i i adaptacija SCADA sistema, Komplet 1
- Nepredviđeni troškovi.

Investicioni troškovi za nabavku, isporuku, montažu i puštanje u rad, opreme za prikupljanje i prenos signala sa pumpnih stanica na SCADA sistem na PPOV Meljine, iznose: 54.300,00 EUR.

#### 7.5 REKAPITULACIJA:

– Merenje saliniteta.....	61.900,00 EUR
– Merenje protoka po I VARIJANTI.....	121.100,00 EUR
– Prikupljanje i slanje signala na SCADA sistem.....	54.300,00 EUR
	<hr/>
UKUPNO:	237.300,00 EUR



## 8 IZGRADNJA BYPASS KOLEKTORA ZA INFLUENT

Prioritetna aktivnost za rekonstrukciju postrojenja za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda u Meljinama-Herceg Novi i sanaciji obalnog kolektora Jošica-Meljine jeste izgradnja novog ByPass kolektora za influent. Ovi radovi su neophodni da bi se omogućila rekonstrukcija, odnosno bilo koji radovi na intervenciji (popravci) PPOV ili PS Meljine kružni tok

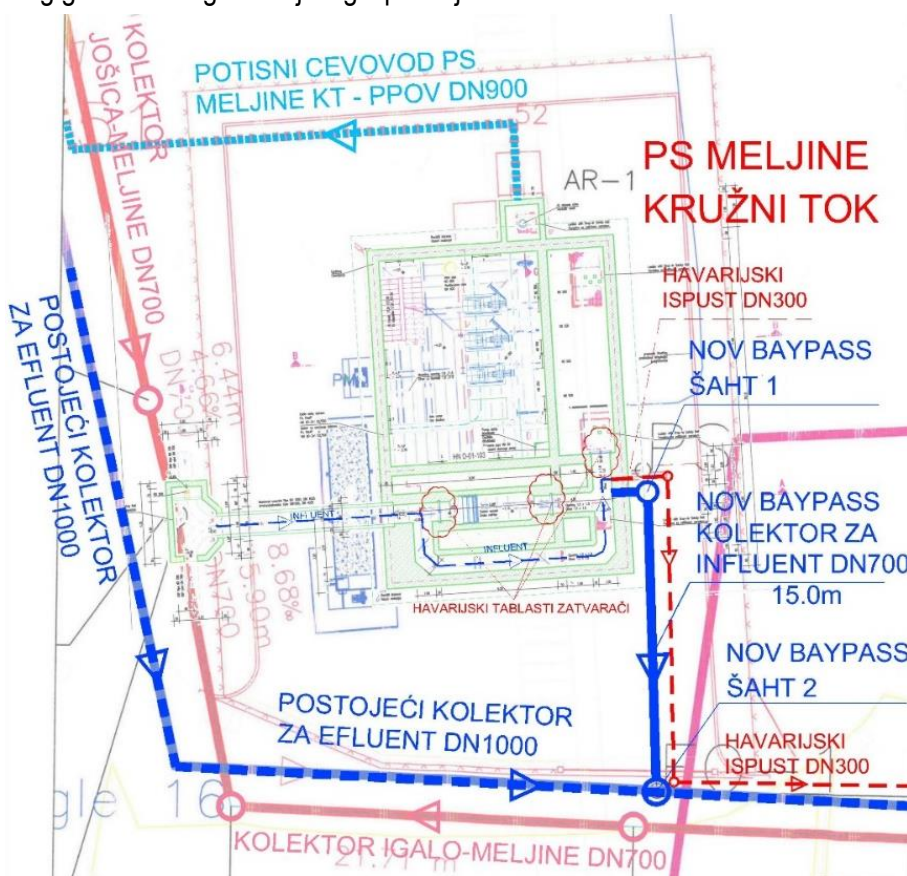
Predlaže se rešenje sa dve varijante:

- I VARIJANTA je izgradnja ByPass kolektora za influent kod PS Meljine kružni tok
- II VARIJANTA je izgradnja ByPass kolektora za influent kod PPOV Herceg Novi

### 8.1 I VARIJANTA - IZGRADNJA BYPASS KOLEKTORA ZA INFLUENT KOD PS MELJINE KRUŽNI TOK

Otpadna voda iz istočnog kanalizacionog sistema Jošica-Meljine i zapadnog kanalizacionog sistema Igalo-Meljine kolektorom DN700 se dovodi u prihvatnu komoru PS Meljine kružni tok. Iz prihvatne komore otpadne vode preko grube rešetke se uvode u crpilište PS. Iz crpilišta otpadna voda pumpama se transportuje na PPOV.

U PS ispred grube rešetke postavljen je havarijski tablasti zatvarač za slučaj ispada (havarije) PS, otpadnu vodu preusmeri u komoru iz koje se postojećim gravitacionim havarijskim ispustom (PS Meljine stara) odvodi u pomorski akvatoriji. U PS Meljine KT postoje tri havarijska tablasta zatvarača. Prečnik cevovoda postojećeg gravitacionog havarijskog ispusta je DN300.



Skica 1

Postojeći gravitacioni havarijski ispušt DN300 ne može da propusti ukupnu količinu otpadne vode koja dotiče u PS Meljine kružni tok. Iz tog razloga se predlaže rešenje koje bi omogućilo da se ukupna otpadna voda iz PS Meljine KT ispusti u postojeći kolektor za efluent DN1000.

Prečišćena otpadna voda na PPOV-u se odvodi postojećim kolektorom za efluentu pomorski akvatorij gravitacionim cevovodom GRP DN1000. Trasa postojećeg kolektora prolazi južnom stranomispod PS Meljine KT.

Predlog rešenja I varijante je izgradnja novog ByPass gravitacionog kolektora i dva revizina okna, Nov BayPass šaht1 i Nov BayPass šaht2 prikazanog na skici 1.

Ukoliko je kota izlaza novog BayPass kolektora iz komore iznad izlaza postojećeg havarijskog ispusta, komora se prvo prazni preko postojećeg ispusta. Kada se dostigne propusna sposobnost postojećeg ispusta, nivo u komori raste do kote novog ispusta kada počinje tečenje kroz novi ByPass kolektor DN700.

Ukoliko je kota izlaza novog BayPass kolektora iz komore ispod izlaza postojećeg havarijskog ispusta, komora se prazni preko novog ByPass kolektora koji propušta ukupnu količinu otpadnih voda. Prečnik novog kolektora je DN1000.

Dužinanovog ByPass kolektora je oko 15m.

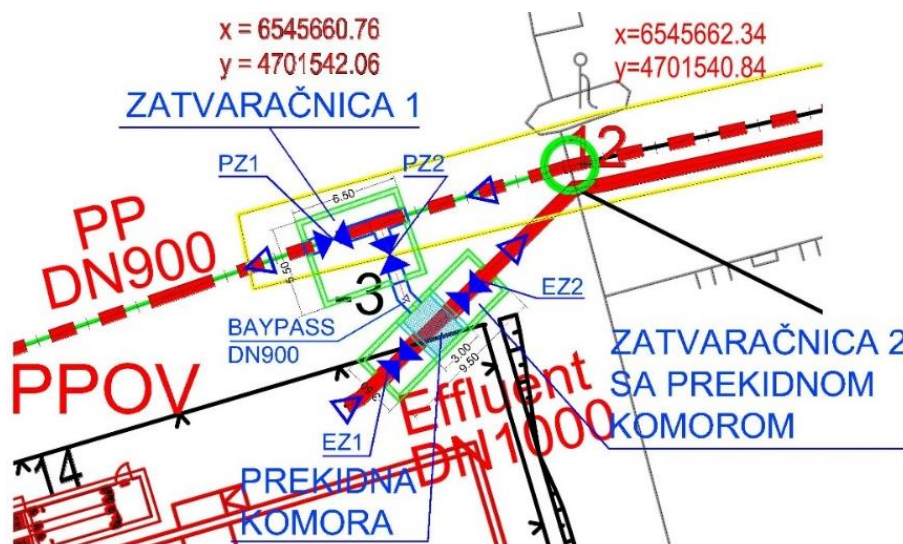
Od novogBayPass šahta 1 otpadna voda se odvodi u novi BayPass šaht 2 koji je postavljen na postojeći kolektor za efluent DN1000. Otpadna voda se gravitaciono odvodi iz komore PS Meljine KT novim ByPass kolektorom i postojećim kolektorom za efluent i podmorskim ispustom u morski akvatoriji.

Ovakvo rešenje podrazumeva da su isključene pumpe u PS Meljine KT što podrazumeva da PPOV ne radi i da nema tečenja efluenta u postojećem kolektoru.

## 8.2 II VARIJANTA - IZGRADNJA BYPASS KOLEKTORA ZA INFLUENT KOD PPOV HERCEG NOVI

Predlog rešenja II varijante je izgradnja nove zatvaračnice 1 na potisnom cevovodu PE DN900 PS Meljine KT - PPOV, novog ByPass potisnog cevovoda i nove zatvaračnice 2 sa prekidnom komorom na gravitacionom cevovodu za efluent GRP DN1000, PPOV - podmorskim ispust, na lokaciji PPOV Herceg Novi.

Na skici 2 je prikazano rešenje II varijante.



Skica 2

Rešenje II varijante podrazumeva da se ukupna otpadna voda koja dotiče u PS Meljine KT i pumpama transportuje prema PPOV, preusmeri u odvodni postojeći gravitacioni kolektor za efluent. Kolektorom i podmorskim ispustom otpadna voda ispušta se u morski akvatoriji.

Zatvaračnica 1 je armirano betonska konstrukcija spoljnih dimenzija 6.5mx5.5mx5.0m. U zatvarčnici 1 su dva ovalna zatvarača DN900. Zatvarač PZ1 se ugrađuje na potisni PE cevovod DN900 posle odvojka za ByPass. Zatvarač PZ2 ugrađuje se na potisni odvojak za ByPass cevovod DN900.

Zatvaračnica 2 sa prekidnom komorom je armirano betonska konstrukcija spoljnih dimenzija 9.5mx3.5mx5.0m. Prekidna komora je dimenzija 3.5mx3.0mx5.0m. U zatvarčnici 2 su dva ovalna zatvarača

DN1000. Zatvarač EZ1 se ugrađuje na uzvodni deo gravitacionog cevovoda GRP DN1000. Zatvarač EZ2 ugrađuje se na nizvodnu deonicu cevovod GRP DN1000.

Kada je PPOV u radu, zatvarač PZ2 je zatvoren i otpadna voda se potisnim cevovodom dovodi na postrojenje. U zatvaračnici 2 zatvarači EZ1 i EZ2 su otvoreni i efluent se kroz prekidnu komoru ispušta gravitacionim cevovodom u morski akvatoriji.

Za vreme rekonstrukcije PPOV funkcija zatvaračnice 1 je da vodu koja se transportuje prema postrojenju preusmeri u prekidnu komoru. Zatvaranjem PZ1 i otvatanjem PZ2 otpadna voda potisnim ByPass cevovodom DN900 dotiče u prekidnu komoru. Zatvaranjem zatvarača EZ1 i otvrtanjem zatvarača EZ2 otpadna voda se iz prekidne komore ispušta u gravitacioni kolektor za efluent GRP DN1000.

### 8.3 SPECIFIKACIJA OPREME I RADOVA ZA REALIZACIJU BY-PASS-a PO I VARIJANTI

Sledeća specifikacija opreme i radova (prema skici br. 1), biće osnov za određivanje investicione procene za realizaciju by-pass-a po I VARIJANTI:

- Nabavka i isporuka kanalizacionih cevi DN1000, materijal GFP ili izvedenih korugovanih kanalizacionih cevi od PE-a ili PP-a, m15,
- Iskop i zatrpavanje rova za polaganje by-pass kanalizacione cevi, orijentacionih dimenzija, dužina 15 m, širina 2 m, dubina 5 m,
- Polaganje i montaža kanalizacione cevi NO1000 u dužini oko 15 m,
- Izgradnja armirano-betonskih šahtova na trasi by-pass cevovoda, 2-3 komada,
- Ispitivanje izvedenog by-pass cevovoda i puštanje u rad,
- Nepredviđeni troškovi.

Investicioni troškovi za realizaciju by-pass-a po I VARIJANTI iznose: 98.700,00 EUR

### 8.4 SPECIFIKACIJA OPREME I RADOVA ZA REALIZACIJU BY-PASS-a PO II VARIJANTI

Sledeća specifikacija opreme i radova (prema skici br. 2), biće osnov za određivanje investicione procene za realizaciju by-pass-a po II VARIJANTI:

- Građevinski radovi na izvođenju I ZATVARAČNICE, armirano betonske konstrukcije, dimenzija (dužina x širina x dubina) = 6,5x5,5x5 m, Komplet 1,
- Građevinski radovi na izvođenju II ZATVARAČNICE, armirano betonske konstrukcije, dimenzija (dužina x širina x dubina) = 9,5x3,5x5 m, Komplet 1,
- Nabavka i isporuka ovalnih ili pljosnatih zatvarača od SL-a nazivnih dimenzija DN1000/NP16 sa elektromotornim pogonom, Komplet 4,
- Nabavka i isporuka, fittinga, prirubnica, zaptivača, vijčane robe i sl. za montažu zatvarača, Komplet 1,
- Nabavka i isporuka elektro opreme potrebne za pogon elektromotornih zatvarača,
- Montaža i ispitivanje mašinske i elektro opreme,
- Puštanje u rad izvedenog by-pass voda,
- Nepredviđeni troškovi.

Investicioni troškovi za realizaciju by-pass-a po II VARIJANTI iznose: 221.600,00 EUR

### 8.5 PREDNOSTI I NEDOSTACI PREDLOŽENIH VARIJANTI

Ovakva rešenja, I i II varijanta, bez obzira na izbor varijante, podležu hidrauličkoj, geometrijskoj i inženjerskoj proveru prilikom izrade tehničke dokumentacije, za odabranu varijantu.

Jedan od svakako najvažnijih uticaja na izbor predložene varijante, će svakako biti lokacija by-pass-a, odnosno pravni osnov za odabir lokacije. Pod ovim se podrazumevaju katastarski uslovi, uslovi vlasništva nad zemljištem i ostali urbanistički uslovi koji prate ovakvu vrstu objekata i radova. Ovo sve je potrebno imati

u vidu iz razloga jer je I VARIJANTA vezana za lokaciju PS Meljine-Kružni tok, dok je II VARIJANTA vezana za lokaciju PPOV-a.

Imajući u vidu predložena varijantna rešenja, za izvođenje by-pass voda, svakako da je potrebno navesti još i njihove osnovne prednosti i nedostatke:

I VARIJANTA: Prednosti ovog rešenja u odnosu na II Varijantu su svakako jednostavni građevinski radovi, lakša montaža cevovoda, tečenje kroz cevovod gravitaciono, cevovod nije izložen pritisku, održavanje sistema by-pass-a jeftinije i jednostavnije, niža cena za realizaciju.

II VARIJANTA: Nedostaci ovog rešenja u odnosu na I Varijantu su svakako daleko složeniji i zahtevniji građevinski radovi, daleko teža i složenija montaža cevovoda koji u svom sastavu ima teških zatvarača i dosta veznih spojeva, cevovod je pod pritiskom, potrebno je obezbediti električnu energiju za pogon zatvarača, održavanje sistema by-pass-a složeno i skupo, cena za realizaciju celog posla je znatno veća.

## 8.6 ZAKLJUČAK

Imajući u vidu sve gore navedene prednosti i nedostatke razmatranih varijantnih rešenja, za izvođenje by-pass voda, od lokacije pa do održavanja,

**Akcionim planom se predlaže realizacija po I VARIJANTI.**

## II DEO

# REKONSTRUKCIJA POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE KOMUNALNIH OTPADNIH VODA U MELJINAMA-HERCEG NOVI

## SADRŽAJ:

1. PRAVNI OSNOV ZA IZRADU AKCIONOG PLANA
2. IZDATE GRAĐEVINSKE DOZVOLE
3. PROJEKTNO-TEHNIČKA DOKUMENTACIJA I IZVEŠTAJI  
KAO PODLOGE ZA IZRADU AKCIONOG PLANA
4. LOKACIJA PPOV MELJINE-HERCEG NOVI
5. OBJEKTI PPOV-a
6. TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI OPIS RADA POSTROJENJA
7. KVALITET EFLUENTA
8. UOČENI NEDOSTACI NA PPOV-u
9. ANALIZA KVALITETA I KOLIČINA OTPADNIH VODA NA PPOV-u HERCEG NOVI
  - 9.1. Proračun srednje vrednosti protoka za zimski period 2021. godine
  - 9.2. Proračun srednje vrednosti protoka za letnji period 2021. godine
  - 9.3. Proračun srednje vrednosti protoka za zimski period 2022. godine
  - 9.4. Proračun srednje vrednosti protoka za letnji period 2022. godine
  - 9.5. Proračun srednje vrednosti BPK<sub>5</sub> za zimski period 2021. godine
  - 9.6. Proračun srednje vrednosti BPK<sub>5</sub> za letnji period 2021. godine
  - 9.7. Proračun srednje vrednosti BPK<sub>5</sub> za zimski period 2022. godine
  - 9.8. Proračun srednje vrednosti BPK<sub>5</sub> za letnji period 2022. godine
  - 9.9. Proračun organskog opterećenja PPOV-a za zimski period 2021. godine
  - 9.10. Proračun organskog opterećenja PPOV-a za letnji period 2021. godine
  - 9.11. Proračun organskog opterećenja PPOV-a za zimski period 2022. godine
  - 9.12. Proračun organskog opterećenja PPOV-a za letnji period 2022. godine
  - 9.13. Proračun srednje vrednosti HPK za zimski period 2021. godine
  - 9.14. Proračun srednje vrednosti HPK za letnji period 2021. godine
  - 9.15. Proračun srednje vrednosti HPK za zimski period 2022. godine
  - 9.16. Proračun srednje vrednosti HPK za letnji period 2022. godine
  - 9.17. Proračun hemijskog opterećenja PPOV-a za zimski period 2021. godine
  - 9.18. Proračun hemijskog opterećenja PPOV-a za letnji period 2021. godine
  - 9.19. Proračun hemijskog opterećenja PPOV-a za zimski period 2022. godine
  - 9.20. Proračun hemijskog opterećenja PPOV-a za letnji period 2022. godine
10. UTICAJ SALINITETA NA RAD PPOV-a SA BIOLOŠKIM PROCESOM  
PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA U SBR REAKTORIMA
  - 10.1. Prikaz rezultata merenja saliniteta ulaznih otpadnih voda na PPOV
  - 10.2. Kratak osvrt na istraživanja uticaja saliniteta na postrojenja, sprovedena u svetu
  - 10.3. Prikaz uticaja saliniteta na rad PPOV-a u svetlu svetskih istraživanja
  - 10.4. Uticaj saliniteta na aktivni mulj
  - 10.5. Uticaj saliniteta na rastvorljivose kiseonika
  - 10.6. Prikaz izmerenih rezultata konduktiviteta i rastvorenog kiseonika na PPOV-u
  - 10.7. Salinitet i sedimentacija
  - 10.8. Salinitet i respiometrija
  - 10.9. Rezime analize uticaja saliniteta na biološke procese u SBR reaktorima
  - 10.10. Zaključci
11. ANALIZA PRORAČUNSKIH PARAMETARA PPOV-a
  - 11.1. Broj ekvivalent stanovnika
  - 11.2. Organsko (biološko) opterećenje
  - 11.3. Prosečni dnevni protok
  - 11.4. Maksimalni dnevni protok
  - 11.5. Koncentracija organskog zagađenja pri prosečnom protoku
  - 11.6. Koncentracija organskog zagađenja pri maksimalnom protoku
  - 11.7. Specifična potrošnja vode po ES-u pri prosečnom protoku
  - 11.8. Specifična potrošnja vode po ES-u pri maksimalnom protoku

- 11.9. Umesto zaključka
12. PRORAČUNSKA PROVERA RADA SBR REAKTORA
  - 12.1. Proračunska provera za period zima 2022. godine
  - 12.2. Proračunska provera za period leto 2022. godine
  - 12.3. Proračunska provera za budući period pune turističke sezone
  - 12.4. Provera izabranog tipa aeracije
13. PREDLOG REKONSTRUKCIJE AERACIONOG SISTEMA SBR REAKTORA
  - 13.1. Predlog rekonstrukcije broja i dispozicije (položaja) kompresora-duvaljki
  - 13.2. Predlog rekonstrukcije razvodnog cevovoda komprimovanog vazduha
  - 13.3. Predlog za zamenu postojećih pečurkastih difuzora za vazduh
  - 13.4. Prva opcija: Zamena pečurkastih difuzora tip HD270 i izbor novih tip HD340
  - 13.5. Druga opcija: Zamena postojećih pečurkastih difuzora tip HD270 sa novim tipom panelnih (pločastih) aeratora
  - 13.6. Investiciona procena za PRVU OPCIJU zamene postojećih pečurkastih difuzora tip HD270 sa novim pečurkastim difuzorima tip HD340
  - 13.7. Investiciona procena za DRUGU OPCIJU zamene postojećih pečurkastih difuzora tip HD270 sa novim panelnim aeratorima tip AEROSTRIP Q4.0x0,18-EU
  - 13.8. Zaključak
14. PREDLOG ZA IZMENU NAČINA MEŠANJA OTPADNIH VODA U SBR REAKTORIMA U FAZI PRETHODNE DENITRIFIKACIJE
  - 14.1. Opis postojećeg stanja
  - 14.2. Predloženo rešenje
  - 14.3. Specifikacija mašinske opreme na jednom SBR reaktoru
15. PRORAČUNSKA PROVERA LINIJE MULJA
  - 15.1. Uvodne napomene
  - 15.2. Proračun količine viška mulja iz SBR reaktora
  - 15.3. Proračunska provera ugušćivača mulja
  - 15.4. Kriterijum površinskog opterećenja ugušćivača
  - 15.5. Kriterijum vremena zadržavanja mulja u ugušćivaču
  - 15.6. Komentar predloga IG Instituta za zamenu postojećeg ugušćivača
  - 15.7. Proračun količine ugušćenog mulja
  - 15.8. Proračun količine muljnog kolača
16. PREDLOG REKONSTRUKCIJE LINIJE MULJA
  - 16.1. Aerobna stabilizacija mulja
  - 16.2. Hemijsko kondicioniranje mulja uz doziranje krečnog mleka
  - 16.3. Proračun muljnog kolača
  - 16.4. Predlog rekonstrukcije ugušćivača mulja
  - 16.5. Predlog za rekonstrukciju mašinske opreme za dehidraciju mulja
    - 16.5.1. I VARIJANTA: Zadržavanje postojećih trakastih presa i ostale pripadajuće opreme
    - 16.5.2. II VARIJANTA: Isporuka i montaža novih trakastih filter presa
    - 16.5.3. III VARIJANTA: Zamena postojećih trakastih filter presa sa novim centrifugama
  - 16.6. Poredbena analiza predloženih varijanti
  - 16.7. Zaključak
17. PREDLOG ZA ZAVRŠETAK LINIJE ZA DOZIRANJE FERI HLORIDA
  - 17.1. Opis postojeće stanje
  - 17.2. Predlog rekonstrukcije linije za doziranje feri hlorida
  - 17.3. Specifikacija opreme i radova potrebnih za završetak i rekonstrukciju linije za doziranje feri hlorida
18. PREDLOG ZA REKONSTRUKCIJU DEKANTERA
  - 18.1. Uvod-postojeće stanje

- 18.2. Predlog rekonstrukcije postojećih dekantera
  - 18.2.1. I VARIJANTA: Izrada novih plivajućih dekantera i zamena postojećih
  - 18.2.2. II VARIJANTA: Rekonstrukcija postojećih dekantera
- 19. PREDLOG REKONSTRUKCIJE POGONSKOG SKLOPA  
TRANSLATORNOG ZGRTAČA PESKA I POVRŠINSKOG MULJA I PENE
  - 19.1. Uvodne napomene
  - 19.2. Predlog rekonstrukcije translatornog zgrtača peskolova
- 20. PREDLOG ZA IZMENU NAŠINA MEŠANJA I AERACIJE OTPADNIH  
VODA U SABIRNOM (EGALIZACIONOM) BAZENU
  - 20.1. Opis-postojeće stanje
  - 20.2. Predloženo rešenje
  - 20.3. Specifikacija mašinske opreme i radova AeroJet-a u  
sabirnom (egalizacionom) bazenu
- 21. LINIJA ZA PREČIŠČAVANJE VAZDUHA
  - 21.1. Opis-postojeće stanje
  - 21.2. Specifikacija materijala i radova potrebnih za završetak  
linije za prečišćavanje vazduha i uklanjanje neprijatnih mirisa
- 22. OSTALI POMOĆNI SISTEMI I DELOVI PPOV-a
- 23. PREDLOG ZA REKONSTRUKCIJU SISTEMA ELEKTRO-MOTORNOG  
RAZVODA I SISTEMA AUTOMATSKOG UPRAVLJANJA PPOV-a
  - 23.1. Uvod-postojeće stanje
  - 23.2. Specifikacija elektro opreme i radova sa investicionom procenom  
rekonstrukcije elektro-motornog razvoda i sistema automatskog  
upravljanja radom PPOV-a
- 24. GRAĐEVINSKI RADOVI
- 25. FAZE REALIZACIJE AKCIONOG PLANA
  - 25.1. Obrazovanje tima za rukovođenje procesom
  - 25.2. Angažovanje projektanta za izradu projektno-tehničke  
dokumentacije za rekonstrukciju PPOV-a
  - 25.3. Izbor izvođača radova
  - 25.4. Izvođenje radova na rekonstrukciji PPOV-a
  - 25.5. Stručni nadzor
  - 25.6. Tehnički prijem
  - 25.7. Ispitivanje, probni rad postrojenja, obuka zaposlenih radnika  
za rukovanje i održavanje postrojenja
  - 25.8. Atestiranje postrojenja i ishodovanje Vodne dozvole
  - 25.9. Ishodovanje Upotrebne dozvole
  - 25.10. Obezbeđenje redovnog monitoringa i izveštavanje
- 26. TERMIN PLAN
- 27. INVESTICIONI TROŠKOVI
- 28. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA
  - 1. Šema obalnog kolektora Jošice – Meljine
  - 2. Tehnološka šema prečišćavanja vazduha iz PS
  - 3. Šema mernih mesta u PS
  - 4. Dispozicija objekata PPOV-a – GENERAL LAYOUT  
Crtež br. HN-0100-GN-01
  - 5. Blok šema PPOV-a  
Crtež br. PPOV-MHN-AP-02
  - 6. Predlog rešenja za rekonstrukciju pogonskog mehanizma translatornog  
zgrtača, zamenu točkova i postavljanje šinskih staza



- Crtež br. PPOV-MHN-AP-03
7. Tehnološka šema predloga za rekonstrukciju sistema za aeraciju  
otpadnih voda u SBR reaktorima  
Crtež br. PPOV-MHN-AP-04
8. Predlog za novu konfiguraciju (položaj) kompresora-duvaljki  
u odnosu na SBR reaktore (biobazene)  
Crtež br. PPOV-MHN-AP-05
9. Tehnološka šema predloga za rekonstrukciju linije za doziranje  
feri hlorida (menja se mesto dovoda  $\text{FeCl}_3$ )  
Crtež br. PPOV-MHN-AP-06
10. Tehnološka šema predloga za rekonstrukciju linije mulja  
(ugušćivača mulja i dela dehidracije mulja)  
Crtež br. PPOV-MHN-AP-07
11. Varijantna rešenja za rekonstrukciju dekantera  
Crtež br. PPOV-MHN-AP-08
12. Termin plan za realizaciju poslovnih aktivnosti na  
Rekonstrukciji PPOV Meljine-Herceg Novi  
Crtež br. PPOV-MHN-AP-09

## 1. PRAVNI OSNOV ZA IZRADU AKCIONOG PLANA

Obaveza Investitora je da planira način, sredstva i vremenski okvir za realizaciju rekonstrukcije postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u Meljinama-Herceg Novi, kao i sanaciju obalnog kolektora Jošice-Meljine.

Ovaj zadatak je potrebno da bude baziran na formalno-pravnoj, profesionalnoj i etičkoj odgovornosti, koji će kada bude realizovan do kraja, Investitoru obezbediti da ima funkcionalno postrojenje i ispravan kolektor.

Pravni osnov u oblasti sakupljanja, transporta i prečišćavanja komunalnih otpadnih voda se nalazi u sledećim osnovnim zakonima:

► Zakon o vodama (Sl. list Republike Crne Gore br. 27/07) koji uređuje pravni status i način integrisanog upravljanja vodama, vodnim zemljištem i obalom, vodnim objektima, uslove i način obavljanja vodnih delatnosti, kao i druga pitanja od važnosti za upravljanje vodama i vodenim resursima.

► Zakon o uređenju prostora i izgradnji objekata (Sl. list Republike Crne Gore br. 51/08) koji se bavi procesom planiranja, infrastrukture, uključujući i planiranje objekata za prečišćavanje otpadnih voda i njihovog mesta u okviru kanalizacionog sistema. Ovaj zakon propisuje opšte uslove koje mora da zadovolji građevinski objekat, kao i sadržaj i vrstu dokumenta koji su potrebni za dobijanje građevinske dozvole.

► Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu (Sl. list Republike Crne Gore br. 80/05) koji opisuje proceduru procene uticaja na životnu sredinu i njen sadržaj za projekte koji mogu da utiču na zdravlje ljudi i stanje životne sredine u pogledu kvaliteta zemljišta, vode, vazduha, reljefa i kulturnog nasleđa, ili da poremete ravnotežu između njih.

► Zakon o zaštiti prirode (Sl. list Republike Crne Gore br. 51/08 i 21/09) propisuje zaštitu prirode u celini.

► Zakon o životnoj sredini (Sl. list Republike Crne Gore br. 48/08) koji uređuje sistem zaštite i razvoja životne sredine i predviđa uvođenje inspekcije i kaznenih odredbi u slučaju njegovog kršenja.

► Pravilnik o kvalitetu i sanitarno-tehničkim uslovima za ispuštanje otpadnih voda, načinu i postupku ispitivanja kvaliteta otpadnih voda i sadržaju izveštaja o utvrđenom kvalitetu otpadnih voda (Sl. list Republike Crne Gore br. 056/19).

► Uredba o klasifikaciji i kategorizaciji površinskih i podzemnih voda (Sl. list Republike Crne Gore br. 2/07) koja uređuje klasifikaciju i kategorizaciju površinskih i podzemnih voda na kopnu i u priobalnom delu Republike Crne Gore, navodeći razliku između voda koje mogu da se koriste za piće, voda za ribarstvo i uzgoj školjki i voda za kupanje. Ova uredba takođe propisuje granične vrednosti pokazatelje kvaliteta za klasifikaciju voda, kao i uslove za uzorkovanje vode i njenu analizu.

► Direktiva Evropske unije o prečišćavanju otpadnih voda iz gradova (91/271/EEC).

## 2. IZDATE GRAĐEVINSKE DOZVOLE

Investitor je u dosadašnjoj proceduri uspeo da obezbedi sledeće građevinske dozvole (rešenja za odobrenja izgradnje):

► Rešenje o odobrenju br. 02-3-361-73/2011-1 od 31.05.2012. izdato od strane opštine Herceg Novi, Sekretarijata za prostorno planiranje i izgradnju, kojim se odobrava proširenje kanalizacionog i vodovodnog sistema Hercegnovske rivijere-priobalni kolektor Jošice-Meljine, sa rekonstrukcijom postojećih i izgradnjom novih fekalnih pumpnih stanica: Bijela Brodogradilište, Bijela Zapad, Đenovići, Kumbor, Kumbor Sever, Zmijice, Zelenika, Investitora JP Vodovod i kanalizacija, a u svemu prema glavnom projektu koji je izradio D.O.O. "DAHLEM MONTENEGRO" iz Tivta.

► Rešenje o odobrenju br. 02-3-361-73/2011-2 od 14.02.2012. izdato od strane opštine Herceg Novi, Sekretarijata za prostorno planiranje i izgradnju, kojim se odobrava rekonstrukcija postojećeg priobalnog kolektora od Igala do Meljina sa pripadajućim pumpnim stanicama Forte Mare, Savina, Meljine-faze 104,105 i 106, Investitora JP Vodovod i kanalizacija, a u svemu prema glavnom projektu koji je izradio D.O.O. "DAHLEM MONTENEGRO" iz Tivta.

► Rešenje o odobrenju br. 02-3-361-73/2011-3 od 31.05.2012. izdato od strane opštine Herceg Novi, Sekretarijata za prostorno planiranje i izgradnju, kojim se odobrava izgradnja "PUMPNE STANICE MELJINE-Kružni tok" na katastarskoj parceli broj 2531/1 K.O. Topla u Meljinama I "POTISNOG CEVOVODA od PS Meljine do PPOV-a" na delovima katastarskih parcela broj 1981/1 K.O. Topla u Meljinama, broj 1981/2 K.O. Topla u Meljinama, broj 62 K.O. Podi u Meljinama, broj 374 K.O. Podi u Meljinama, broj 157/1 K.O. Podi u Meljinama, broj 2530/1 K.O. Topla u Meljinama, broj 2531/1 K.O. Topla u Meljinama, Investitora JP Vodovod i kanalizacija, a u svemu prema glavnom projektu koji je izradio D.O.O. "DAHLEM MONTENEGRO" iz Tivta.

► Rešenje o odobrenju br. 02-3-361-73/2011-4 od 31.05.2012. izdato od strane opštine Herceg Novi, Sekretarijata za prostorno planiranje i izgradnju, kojim se odobrava izgradnja KOLEKTORA ZA EFLUENT SA PODMORSKIM ISPUSTOM u Meljinama na delovima katastarskih parcela broj broj 1981/1 K.O. Topla u Meljinama, broj 1981/2 K.O. Topla u Meljinama broj 61/1 i 62/2 K.O. Podi u Meljinama, broj 374 K.O. Podi u Meljinama, broj 157/1 K.O. Podi u Meljinama, broj 2530/1 K.O. Topla u Meljinama, broj 2531/1 K.O. Topla u Meljinama, broj 2585/1 K.O. Topla u Meljinama, broj 2556 K.O. Topla u Meljinama, Investitora JP Vodovod i kanalizacija, a u svemu prema glavnom projektu koji je izradio D.O.O. "DAHLEM MONTENEGRO" iz Tivta.

► Rešenje o odobrenju br. 02-3-361-73/2011-5 od 31.05.2012. izdato od strane opštine Herceg Novi, Sekretarijata za prostorno planiranje i izgradnju, kojim se odobrava IZGRADNJA VODOVODNIH I PRIOBALNIH DISTRIBUTIVNIH CEVOVODA, Investitora JP Vodovod i kanalizacija, a u svemu prema glavnom projektu koji je izradio D.O.O. "DAHLEM MONTENEGRO" iz Tivta.

► Rešenje o odobrenju br. 02-3-361-73/2011-6 od 31.05.2012. izdato od strane opštine Herceg Novi, Sekretarijata za prostorno planiranje i izgradnju, kojim se odobrava REKONSTRUKCIJA SEKUNDARNIH KANALIZACIONIH CEVOVODA U HERCEG NOVO, Investitora JP Vodovod i kanalizacija, a u svemu prema glavnom projektu koji je izradio D.O.O. "DAHLEM MONTENEGRO" iz Tivta.

### 3. PROJEKTNO-TEHNIČKA DOKUMENTACIJA I IZVEŠTAJI KAO PODLOGE ZA IZRADU AKCIONOG PLANA

Obrađivačima Akcionog plana, su od strane Investitora, dostavljene kao podloge, projektno-tehnička dokumentacija PPOV-a i obalnog kolektora Jošice-Meljine, izveštaji po različitim tehničkim pitanjima, izveštaji različitih merenja obavljenih na PPOV-u, kao i izveštaji o kvalitetu otpadnih voda urađenih od strane ovlašćene laboratorije. Sledeće su podloge dostavljene u elektronskom obliku:

- ▶ Glavni projekat proširenja kanalizacionog i vodovodnog sistema Hercegnovske rivijere, Sveska 1: Priobalni kanalizacioni kolektor Jošica-Meljine  
“Dahlem”, 2010. godine,
- ▶ Glavni projekat proširenja kanalizacionog i vodovodnog sistema Hercegnovske rivijere, Sveska 2: Pumpna stanica “Bijela Brodogradilište”  
“Dahlem”, 2010. godine,
- ▶ Glavni projekat proširenja kanalizacionog i vodovodnog sistema Hercegnovske rivijere, Sveska 3: Pumpna stanica “Bijela Zapad”  
“Dahlem”, 2010. godine,
- ▶ Glavni projekat proširenja kanalizacionog i vodovodnog sistema Hercegnovske rivijere, Sveska 4: Pumpna stanica “Đenovići”  
“Dahlem”, 2010. godine,
- ▶ Glavni projekat proširenja kanalizacionog i vodovodnog sistema Hercegnovske rivijere, Sveska 5: Pumpna stanica “Kumbor”  
“Dahlem”, 2010. godine,
- ▶ Glavni projekat proširenja kanalizacionog i vodovodnog sistema Hercegnovske rivijere, Sveska 6: Pumpna stanica “Kumbor-Sever”  
“Dahlem”, 2010. godine,
- ▶ Glavni projekat proširenja kanalizacionog i vodovodnog sistema Hercegnovske rivijere, Sveska 7: Pumpna stanica “Zmijice”  
“Dahlem”, 2010. godine,
- ▶ Glavni projekat proširenja kanalizacionog i vodovodnog sistema Hercegnovske rivijere, Sveska 8: Pumpna stanica “Zelenika”  
“Dahlem”, 2010. godine,
- ▶ Glavni projekat proširenja kanalizacionog i vodovodnog sistema Hercegnovske rivijere, Sveska 9: Priobalni distributivni cevovodi Jošice-Kumbor  
“Dahlem”, 2010. godine,
- ▶ Glavni projekat kolektora za efluent sa podmorskim ispustom u Meljinama, Sveska 1: Kolektor za efluent sa potisnim cevovodom od PS Meljine-Kružni tok do PPOV-a  
“Dahlem”, 2010. godine,
- ▶ Glavni projekat kolektora za efluent sa podmorskim ispustom u Meljinama, Sveska 2: Ispust  
“Dahlem”, 2010. godine,
- ▶ Glavni projekat PS Meljine-Kružni tok, I Deo: Tekstualni deo  
“Dahlem”, 2010. godine,
- ▶ Glavni projekat PS Meljine-Kružni tok, II Deo: Crteži  
“Dahlem”, 2010. godine,
- ▶ Projekat rekonstrukcije sekundarnih kanalizacionih cevovoda u Herceg Novom  
“Dahlem”, 2010. godine,

- ▶ Izveštaj o stanju bezbednosti u pumpnim stanicama, urađen od strane JP Vodovod i kanalizacija, april 2021. godine,
- ▶ Izveštaji JP Vodovod i kanalizacija o intervencijama na kolektorima i otklanjanju kvarova i grešaka prouzrokovanih nekvalitetnim izvođenjem,
- ▶ Idejni projekat centralnog postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda za opštinu Herceg Novi u Meljinama “Dahlem”, 2010. godine,
- ▶ Glavni projekat: Vodosnabdevanje i odvođenje otpadnih voda na Jadranskoj obali, Faza III – Herceg Novi PPOV “Mass gintas” i Institut za građevinarstvo D.O.O. Podgorica, april 2013. godine,
- ▶ „TEHNOLOŠKI ELABORAT RADA POSTROJENJA”, Institut za građevinarstvo iz Podgorice, 2022. godine,
- ▶ Izveštaj o postojećem stanju, EWEC WATER GmbH, juni 2018. godine,
- ▶ Projektni izveštaj “Prateće mere za održivi rad postrojenja i prečišćavanje otpadnih voda za PPOV u Herceg Novom u vreme turističke sezone”, EWEC WATER GmbH, avgust 2018. godine,
- ▶ Završni izveštaj “Prateće mere za održivi rad postrojenja i prečišćavanje otpadnih voda za PPOV u Herceg Novom u vreme turističke sezone”, EWEC WATER GmbH, novembar 2018. godine,
- ▶ Popis neispravne elektro-mašinske opreme na PPOV-u, septembar 2022. Pripremljen od strane zaposlenog osoblja i ažiriran od strane “Tangente” u novembru 2022.
- ▶ Izveštaji o rezultatima merenja protoka otpadnih voda, saliniteta, rastvorenog kiseonika, temperature kompresora-duvaljki i ostalih važnih procesnih parametara, koji su sprovodili operateri na PPOV-u za 2019., 2020., 2021. i 2022. godinu,
- ▶ IZVEŠTAJI O ISPITIVANJU KVALITETA OTPADNIH VODA NA PPOV MELJINE-HERCEG NOVI ZA 2020.; INSTITUT ZA JAVNO ZDRAVLJE CRNE GORE-CENTAR ZA HIGIJENU I ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU, ul. Džona Džeksona bb, 81000 Podgorica.
- ▶ IZVEŠTAJI O ISPITIVANJU KVALITETA OTPADNIH VODA NA PPOV MELJINE-HERCEG NOVI ZA 2021.; INSTITUT ZA JAVNO ZDRAVLJE CRNE GORE-CENTAR ZA HIGIJENU I ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU, ul. Džona Džeksona bb, 81000 Podgorica.
- ▶ IZVEŠTAJI O ISPITIVANJU KVALITETA OTPADNIH VODA NA PPOV MELJINE-HERCEG NOVI ZA 2022.; INSTITUT ZA JAVNO ZDRAVLJE CRNE GORE-CENTAR ZA HIGIJENU I ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU, ul. Džona Džeksona bb, 81000 Podgorica.

#### 4. LOKACIJA PPOV MELJINE-HERCEG NOVI

Postrojenje za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda grada Herceg Novog i okolnih naselja, je izgrađeno na lokaciji koja se nalazi u severoistočno od centra grada i smešteno je u Meljinskoj kotlini. Meljinska kotlina je locirana sa severne strane obližnjeg magistralnog puta. Sa istočne strane lokacija PPOV-a se nalazi raskrsnica sa kružnim tokom, sa koje se i dolazi na postrojenje. Mali potok Nemila jednim delom ograničava lokaciju PPOV-a, dok sa druge strane ovog područja prolazi novoizgrađena saobraćajnica prema Republici Srpskoj.

Kotlina u kojoj je izgrađen PPOV je okružena pojasom zelenila koji je odvaja od gusto izgrađenih naselja sa zapadne strane, dok se sa istočne strane nalazi saobraćajnica za prilaz PPOV-u.

Parcela na kojoj je izgrađeno postrojenje se nalazi na nadmorskoj visini od 14-18 m.n.m.

#### 5. OBJEKTI PPOV-a

Objekti koji su izgrađeni u okviru PPOV-a su prikazani na priloženoj situaciji, crtež br. HN-0100-GN-01, koji je preuzet iz Glavnog projekta PPOV-a.

Brojne oznake objekata su preuzete iz navedenog crteža i pod tim oznakama će objekti biti navedeni:

1. Objekat za smeštaj finih rešetki (kom. 2) i ostale opreme predtretmana (uređaj za pranje peska) i sl.,
2. Objekat za izdvajanje peska i plivajućih masnoća (peskolov-mastolov),
3. Sabirni ili retenzioni (egalizacioni) bazen sa kompresorskom stanicom,
4. SBR reaktori za biološku obradu otpadnih voda,
5. Objekat za merenje protoka efluenta,
6. Pumpni agregati za prepumpavanje viška aktivnog mulja,
7. Gravitacioni (statički) ugušćivač mulja,
8. Objekat za mašinsku obradu (dehidrataciju) ugušćenog mulja,
9. Upravna zgrada,
10. Stanica za koagulaciju (doziranje feri hlorida),
11. Objekat za prečišćavanje vazduha i uklanjanje neprijatnih mirisa,
12. Stanica za prijem sdržaja septičkih jama,
13. Radionica/skladište,
14. Objekat za UV dezinfekciju efluenta,
15. Objekat za potrebe servisne vode i PP zaštitu,
16. Pumpna stanica za drenažu atmosferskih voda.

## 6. TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI OPIS RADA POSTROJENJA

PPOV Meljine-Herceg Novi je postrojenje na kome su zastupljeni mehanički, fizičko-hemijski i biološki postupci prečišćavanja komunalnih otpadnih voda.

Kako se vidi iz projektno-tehničke dokumentacije PPOV je koncipirano kao postrojenje sa aktivnim muljem u sekvencijalnim šaržnim reaktorima (SBR) sa simultanom stabilizacijom i mašinskom dehidratacijom mulja.

U glavnom projektu PPOV-a se nalaze tehnološke šeme procesa prečišćavanja otpadnih voda (P&ID dijagrami).

Radi jednostavnijeg praćenja tehničko-tehnološkog opisa, u grafičkoj dokumentaciji će se priložiti blok šema PPOV-a na kojoj će se prikazati tehnološki proces prečišćavanja otpadnih voda sa svim pripadajućim procesnim linijama.

Priložena blok šema nosi tačnu oznaku i broj:

“Blok šema PPOV-a”

Crtež broj: PPOV-MHN-AP-02

Tehnološki proces prečišćavanja se uslovno može podeliti na više procesnih linija, koje su kao takve definisane na sledeći način:

1. Linija vode,
2. Linija vazduha za biološku aeraciju,
3. Linija mulja,
4. Linija hemikalija,
5. Linija za prečišćavanje vazduha i uklanjanje neprijatnih mirisa,
6. Pomoćni sistemi.

### Linija vode

Linija vode se kao procesna linija sastoji iz sledećih faza procesa prečišćavanja:

- Fino proceđivanje otpadnih voda na finim mehaničkim rešetkama, gde se izdvojeni čvrsti otpad odlaže u kontejnerima,

- Izdvajanje peska i masnoća u aerisanom peskolovu-mastolovu, koji je opremljen sa translatorskim zgrtačem mulja. Izdvojeni pesak se odvodi do klasirera peska, gde se pere i odlaže u kontejnere. Masnoće se sakupljaju u zasebnim komorama peskolova, odakle se obavlja njihova evakuacija. Aeracija otpadnih voda u peskolovu se obavlja pomoću vazduha, koji se obezbeđuje preko zasebnih kompresora-duvaljki,
- Otpadna voda se iz peskolova, gravitaciono odvodi do sabirnog (egalizacionog) bazena, gde se obavlja njena egalizacija, homogenizacija i usrednjavanje po kvalitetu. Mešanje otpadnih voda u sabirnom (egalizacionom) bazenu je predviđeno da se obavlja pomoću potopljene propelerne mešalice,
- Zahvatanje egalizovanih otpadnih voda, pomoću zasebnih pumpnih agregata i prepumpavanje u SBR reaktore na biološku obradu,
- U SBR reaktorima se obavlja biološka obrada otpadnih voda, zahvaljujući formiranom aktivnom mulju, čija bakterijska populacija obavlja redukciju organskog zagađenja iz otpadnih voda. U SBR reaktorima se obavlja sekvencijalna obrada otpadnih voda, koja se sastoji iz faze punjenja, faze prethodne denitrifikacije, faze aeracije, faze bistrenja i faze ispuštanja izbistrene vode (efluenta). Punjenje SBR reaktora se obavlja pumpama koje zahvataju egalizovanu otpadnu vodu iz sabirnog bazena i prepumpavaju u SBR bazene. U fazi denitrifikacije se obavlja mešanje otpadnih voda potopljenim mešalicama u anaerobnim uslovima. U fazi aeracije se obavlja biološka obrada nitrifikacije, gde se bakterijskoj populaciji kiseonik obezbeđuje uduvavanjem vazduha. Nakon faze aeracije, nastupa faza bistrenja, odnosno taloženja aktivnog mulja i to se dešava kada voda miruje. Po završetku bistrenja otpadnih voda, izbistrena voda se preko sistema dekantera ispušta iz SBR reaktora, koji je nakon toga spreman da započne novi ciklus,
- Izbistrena voda se odvodi u recipijent preko merača protoka i uređaja za UV dezinfekciju efluenta.

#### Linija vazduha za biološku aeraciju

Ova linija je sastavni deo linije vode, ali zbog njenog značaja za biološko prečišćavanje, zasluđuje detaljniji opis.

U kompresorskoj stanici su montirani 5 kom. kompresora-duvaljki koje svojim radom obezbeđuju vazduh, odnosno kiseonik, koji je neophodan mikro-organizmima u aktivnom mulju za normalan rast i razvoj. Komprimovani vazduh se putem cevovoda razvodi do SBR reaktora.

Neposredan unos vazduha u vodu se obavlja preko pečurkastih difuzora sa perforiranim membranama. Pečurkasti difuzori su položeni zajedno sa razvodnim cevovodom po dnu SBR reaktora. Kada kompresor-duvaljka započne sa radom, komprimovani vazduh dospeva ispod perforiranih membrana. Pritisak vazduha odiže perforirane membrane (formira se kalota-pečurka od membrane), čime se otvaraju fine pore i vazduh u finim mehurićima dospeva u vodu. Što su mehurići finiji, veća je dodirna površina između mehurića i vode, a samim tim je i transfer kiseonika iz vazduha u vodu efikasniji.

Da bi ceo sistem aeracije bio u optimalnim granicama, u SBR reaktorima je predviđeno merenje količine rastvorenog kiseonika u otpadnoj vodi. Signal se preko SCADA sistema i PLC-a usmerava na frekventne regulatore, preko kojih se vrši regulacija broja obrtaja kompresora-duvaljki. Ovom regulacijom se postiže ili povećanje ili smanjenje protoka vazduha, a time se reguliše i količina kiseonika u otpadnoj vodi.

### Linija mulja

Linija mulja se sastoji iz određenih tehnoloških faza, koje su u funkciji obrade mulja, koji je formiran prečišćavanjem otpadnih voda. Kako na ovom postrojenju nema primarnih taložnika, to znači da se u SBR reaktorima, u fazi bistrenja, formira istaloženi mulj koji je sastavljen od suspendovanih materija i aktivnog mulja. Ova mešavina primarnog mulja i aktivnog mulja se prerađuje u sledećim procesnim fazama:

- Primarni i višak aktivnog mulja se povremeno prepumpavaju iz SBR reaktora na proces ugušćivanja u statičkom ugušćivaču mulja. Ovo prepumpavanje se obavlja pomoću potopljenih muljnih pumpi, koje se nalaze u SBR reaktorima,
- Ugušćivanje mulja u gravitacionom ugušćivaču statičkog tipa. To je građevinski objekat, kružnog poprečnog preseka, opremljen sa radijalnim zgrtačem mulja sa centralnim motor-reduktorskim pogonom. Usled delovanja gravitacije dolazi do dodatnog taloženja mulja i njegovog ugušćivanja. Iznad sloja mulja se formira sloj nadmuljne vode. Nadmuljna voda se preko prelivnog kanala vraća nazad u sabirno-egalizacioni bazen, dok se ugušćeni mulj transportuje na dalju obradu. Laganim obrtanjem radijalnog zgrtača, mulj se dovodi u centralnu komoru ugušćivača. Specijalnim zavojnim ("piton") pumpama se ugušćeni mulj zahvata i transportuje na proces dehidratacije,
- Mašinska obrada ugušćenog mulja, odnosno njegova dehidratacije je predviđena da se obavlja na trakastim filter presama. Prethodno se u ugušćeni mulj dozira katjonski polielektrolit, u cilju njegove flokulacije, a time i poboljšanja filtrabilnosti. Rastvor polielektrolita se priprema u specijalnom uređaju, dok se pripremljeni rastvor PE-a, u mulj dozira u zasebnom reaktoru, koji se nalazi neposredno ispred trakaste filter prese. Rastvor polielektrolita se dozira pomoću zavojnih ("piton") pumpi. Flokulisani mulj se gravitaciono razliva u prostor između gornje i donje filter trake, gde dolazi do njegovog presovanja, izbijanja slobodne vlage i formiranja muljnog kolača. Filtrat se odvodi nazad u sabirno-egalizacioni bazen. Muljni kolač preko klizne rampe upada u pužni transporte i transportuje se do specijalnog mešnog reaktora sa dva puža,
- Sledeća faza obrade muljnog kolača je stabilizacija pomoću kreča. U gore pomenuti pužni mešač se dozira krečno brašno koje se meša sa muljem i formira homogenu muljnu masu koja se odlaže u kontejnere. Kreč koji u mulju dovodi do povišenja pH broja, sprečava pojavu i razvoj bakterija, a time se postiže stabilizacija mulja i njegova inertnost na lokaciji gde će se obavljati njegovo odlaganje. Kreč se dozira iz silosa pomoću zasebnog pužnog izuzimača.

### Linija hemikalija

Prema projektno-tehničkoj dokumentaciji linija hemikalija obuhvata doziranje feri hlorida kao koagulanta u SBR reaktore. Predviđena su dva skladišna rezervoara za feri hlorid i 8 kom. dozir pumpi, za svaki SBR reaktor po dve dozir pumpe (radna i rezervna).

### Linija za prečišćavanje vazduha i uklanjanje neprijatnih mirisa.

Na postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda se na određenim mestima javlja pojava emisije neprijatnih mirisa iz vode, koji na takav način zagađuju okolni vazduh. Objekti i mesta na kojima se pojavljuju pojačane emisije neprijatnih mirisa su podeljeni u dve grupe:

I GRUPA: U prvu grupu izvora neprijatnih mirisa su svrstani:

- Zgrada (objekat) za smeštaj mehaničkih rešetki,
- Objekat peskolova-mastolova,
- Egalizacioni bazen.



II GRUPA: U drugu grupu izvora neprijatnih mirisa su svrstani:

-Ugušćivač mulja,

-Zgrada (objekat) za mašinsku obradu (dehidrataciju) mulja.

Sa ovih mesta se putem cevovoda vazduh usisava pomoću centrifugalnih ventilatora i dovodi u stanicu za prečišćavanje vazduha i uklanjanje neprijatnih mirisa. Svako od navedenih grupa objekata pripada po jedan centrifugalni ventilator.

Faze kondicioniranja vazduha su sledeće:

- Pomoću centrifugalnih ventilator se vazduh doprema do stanice za tretman,
- Dopremljeni vazduh se prvo pere vodom na skruberu (ovlaživaču vazduha) u koji se voda doprema iz sistema servisne vode,
- Tako ovlažen i opran vazduh se provlači kroz filtersku ispunu koja se nalazi u biofilteru. Biofilter je ispunjen filterskom ispunom koja se delimično sastoji od komposta, a delimično od drvene iverice. Filterska ispunja se razastire po površini filtera po kojoj je prethodno postavljen noseći sloj kamena i krupnozrnog tucanika. Vazduh se u filter uvodi sa donje strane, strujanje vazduha se kroz filter obavlja odozdo na gore i u atmosferu se ispušta prečišćen vazduh, oslobođen neprijatnih mirisa. Filterska ispunja se vlaži sa gornje strane pomoću sprinkler sistema. Biofilter je prekriven nadstrešnicom. Drenirana voda sa sprinkler sistema se vraća u recirkulaciju. a dopunjavanje se obavlja iz sistema servisne vode.

#### Pomoćni sistemi

Pomoćni sistemi izgrađeni u okviru PPOV-a su sledeći:

-Sistem UV dezinfekcije prečišćene vode,

-PS za drenažu atmosferske vode,

-PP stanica,

-Stanica za servisnu vodu,

-Sistem za detekciju gasova u zgradi za smeštaj mehaničkih rešetki.

Zadatak sistema za UV dezinfekciju prečišćene vode je da, UV zračenjem uništi bakterije u efluentu, pre upuštanja u recipijent. Na prvom mestu su to patogeni mikroorganizmi i klice, koji su eventualno zaostali u prečišćenoj vodi.

Kapacitet UV uređaja je 3510 m<sup>3</sup>/h. Dezinfekcija se odvija u dva protočna kanala. U kanalima su postavljene 56 kom. UV lampi. Minimalna doza zračenja je 300 J/m<sup>2</sup>.

Uređaj je isporučen u kompletu sa sistemom za čišćenje, kontrolnim panelom i svom potrebnom instrumentacijom.

Pumpna stanica za drenažu atmosferskih voda je predviđena za prepumpavanje sakupljenih atmosferskih voda.

Atmosferske vode sa platoa i saobraćajnica PPOV-a, putem slivnika i šahtova sakupljaju u atmosfersku kanalizaciju. Ovom atmosferskom kanalizacijom se sakupljene atmosferske vode odvođe do drenažnog šahta. U njemu su ugrađene potopljene pumpe pomoću kojih se atmosferske vode prepumpavaju u potok Nemila.

U drenažnom šahtu su ugrađena 2 kom. pumpnih agregata (radni + rezervni).

Stanica za servisnu vodu i PP sistem za gašenje požara.

Za potrebe obezbeđenja vode za zaštitu objekata postrojenja od požara I za tehnološke potrebe, izgrađen je dvokomorni rezervoar. Svaka komora ima 75 m<sup>3</sup> korisne zapremine. Pored rezervoarskog prostora u ovom objektu se nalazi i prostorija za smeštaj buster pumpi preko kojih se vrši distribucija vode iz rezervoara za navedene potrebe.

Za opsluživanje postojeće opreme u okviru procesa prečišćavanja izgrađen je sistem za snabdevanje vodom (za potrebe tehnološkog procesa prečišćavanja na postrojenju) sa

PVC cevovodom. Sistem je opremljen hidrantima, crevima i mlaznicama za gašenje požara. Jedna buster stanica je namenjena za potrebe snabdevanja PPOV-a tehničkom vodom, a druga za gašenje požara.

Sistem za detekciju gasova u zgradi gde su smeštene rešetke za procedivanje otpadnih voda. Ovaj sistem je predviđen da se u ovom objektu detektuju povišene koncentracije amonija, sulfide i ostalih štetnih gasova, koji se emituju iz otpadnih voda.

Alarmi koji se javljaju pri povišenim koncentracijama navedenih štetnih gasova, upozoravaju zaposleno osoblje da primene zaštitne mere ili napuste zonu opasnosti, dok se stanje ne normalizuje.

## 7. KVALITET EFLUENTA

Kvalitet efluenta je definisan:

-Pravilnikom o kvalitetu i sanitarno-tehničkim uslovima za ispuštanje otpadnih voda, načinu i postupku ispitivanja kvaliteta otpadnih voda i izveštaja o utvrđenom kvalitetu otpadnih voda (Sl. list RCG br. 056/19) i

-Direktivom Evropske unije 91/271/EEC.

MDK (maksimalno dozvoljene koncentracije) vrednosti pojedinih parametara kvaliteta prečišćenih otpadnih voda (efluenta) su sledeći:

-Biološka potrošnja kiseonika (BPK<sub>5</sub>) = 25 mg/L,

-Hemijska potrošnja kiseonika (HPK) = 125 mg/L,

-Ukupne suspendovane materije (SS) = 35 mg/L,

-Ukupni azot (TN) = 15 mg/L,

-Ukupni fosfor (TP) = 2 mg/L.

Prema izveštajima o fizičko-hemijskom ispitivanju kvaliteta efluenta, urađenim u periodu 2021. i 2022. godine, od strane akreditovanih laboratorija, PPOV u većem delu godine postiže zahtevani kvalitet efluenta. U nekih 16% uzoraka je došlo do prekoračenja graničnih vrednosti parametara kvaliteta efluenta.

## 8. UOČENI NEDOSTACI NA PPOV-U

Obilaskom postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u Meljinama-Herceg Novi, boravkom na terenu u vremenu od 02.-09.11.2022. godine i uvidom u postojeće stanje na PPOV-u, upoznavanjem sa projektno-tehničkom dokumentacijom PPOV-a, stručni tim angažovan na izradi Akcionog plana, je pored toga sproveo i sledeće aktivnosti:

- Detaljno upoznavanje sa stanjem opreme na PPOV-u,
- Detaljno upoznavanje sa problemima koji se javljaju u radu PPOV-a, a kroz razgovor sa operaterima i zaposlenim osobljem,
- Detaljnim upoznavanjem sa izveštajima o dosadašnjem radu postrojenja urađenim od strane zaposlenih, kao i izveštajima urađenim od strane angažovanih kompanija i stručnih organizacija.

Rezultat ovih aktivnosti i naknadno sprovedenih analiza, može se zaključiti da su uočeni nedostaci na PPOV-u brojni i složeni i da su rezultat niza propusta kako u projektovanju i tehničkoj kontroli projektno-tehničke dokumentacije, tako i u izvođenju radova i stručnom nadzoru.

Uočeni nedostaci i problemi koji se javljaju na PPOV-u, se mogu konstatovati i sumirati kroz sledeći prikaz:

- ▶ Pojava povišenog saliniteta otpadnih voda, što je rezultat infiltracije morske vode u glavni obalni kolektor Jošice-Meljine sa pripadajućim pumpnim stanicama.
- ▶ Sistem detekcije štetnih i opasnih gasova u objektu mehaničkih rešetki nije u funkcionalnom stanju,
- ▶ Neispravan uređaj za pranje izdvojenog peska iz peskolova-mastolova,
- ▶ Otežan rad peskolova-mastolova, pa je samim tim omogućeno taloženje, ali ne i sakupljanje i evakuacija peska, dok je potpuno onemogućeno sakupljanje površinski izdvojenih masnoća i površinskog mulja,
- ▶ Vođice-nosači potopljenih pumpi za evakuaciju istaloženog peska pokriviljene, tako da je onemogućena evakuacija istaloženog peska iz peskolova-mastolova, Radna kola pumpi oštećena,
- ▶ Translatorni zgrtač mulja na peskolovu-mastolovu, zbog zakošavanja u svom podužnom kretanju je van upotrebe, a time je onemogućeno skidanje površinske masnoće i evakuacija istaloženog peska,
- ▶ Neadekvatno rešenje mešanja otpadnih voda u sabirnom (egalizacionom) bazenu,
- ▶ Neadekvatno rešenje pozicioniranja kompresora-duvaljki za obezbeđenje vazduha za SBR reaktore, koje onemogućava paralelni rad dva ili više SBR reaktora. Pored toga ovo rešenje onemogućava rad dva agregata istovremeno, jer dolazi do međusobnog "gušenja" mašina, povišenja radnih temperatura, kako komprimovanog vazduha, tako i samih agregata, što izaziva stalne kvarove u sistemu,
- ▶ Svih pet kompresora-duvaljki smešno u jednoj prostoriji iz koje se usisava vazduh tokom rada agregata, koja nema rešenu adekvatnu ventilaciju. Iz tog razloga zbog disipacije toplote od rada agregata, u prostoriji dolazi do pojave visokih temperatura vazduha. Sve ovo skupa ima negativne posledice na rad i funkcionalnost kompresora-duvaljki,
- ▶ U SBR reaktorima postavljeni neadekvatni pečurkasti difuzori za unos vazduha u otpadnu vodu,
- ▶ U SBR reaktorima je izvedeno neadekvatno rešenje mešanja otpadnih voda potopljenim mešalicama sa velikim prečnikom propelera ("banana" tip). Rezultat ovoga je stalno lomljenje krila elisa i nemogućnost mešanja otpadnih voda u fazi denitrifikacije,
- ▶ U SBR reaktorima je neadekvatno rešenje dekantera za odvođenje izbistrene vode (efluenta). Rešenje je takvo da su odvodna creva ispunjena vodom samo tokom odvođenja izbistrene vode, a prazna sve ostalo vreme. Iz razloga što su odvodna creva prazna, ona su samim tim stalno izložena pritisku vode koja je oko creva, a sve ovo izaziva kidanje creva, a samim tim i havariju celog dekantera. Pritisci su znatno veći na

većim dubinama i creva se kidaju upravo na mestima gde su povezana sa krutim odvodnim cevima, a ona su postavljena na tim većim dubinama.

Neadekvatno je i rešenje pogona dekantera, jer nema pravilno uspostavljene zavisnosti (sprege) između pogona dekantera i promene nivoa vode u SBR reaktoru, odnosno protoka izbistrene vode, pa se vremena pražnjenja SBR reaktora proizvoljno menjaju,

► U SBR reaktorima su postavljene cevni kolektori za sakupljanje površinske pene koji se u dosadašnjoj praksi nisu pokazali funkcionalni, dok je posebno problematično zakretanje cevni kolektora ručnim polugama,

► Neadekvatno rešenje mesta doziranja feri hlorida kao koagulant. Doziranje ove hemikalije se obavlja u vodu u SBR reaktorima tako što feri hlorid iz dozirne cevi direktno ističe na površinu vode. Ovo rešenje je loše sa stanovišta mešanja otpadnih voda i feri hlorida, jer se obavlja samo u lokalu, odnosno na samom mestu doziranja i uticaj hemikalije na zapreminu vode u celom SBR reaktoru je zanemarljiva. Samim tim se ni process koagulacije neće pravilno odvijati.

Dodatni problem je to, što ova linija za doziranje feri hlorida nije do kraja završena. Nisu isporučeni i montirani skladišni rezervoari, nedostaje 4 kom. dozir pumpi i kompletan razvodni cevovod nije izveden. Nedostaje sva odgovarajuća elektro-energetska i merno-regulaciona oprema (instrumentacija), kojom je potrebno da ova linija bude opremljena,

► Ugušćivač mulja predimenzionisan. Nikada nije pušten u rad, a samim tim u rad nije pušten ni radijalni zgrtač mulja sa centralnim motor-reduktorskim pogonom. Ugušćivač mulja nije pokriven krovnom prekrivkom, čime je onemogućeno sakupljanje i ventiliranje vazduha iz prostora ugušćivača,

► Linija mulja, koja podrazumeva ugušćivanje mulja, mašinsku dehidraciju ugušćenog mulja i stabilizaciju mulja dodavanjem krečnog brašna u muljni kolač, nikada nije puštena u rad, što znači da nije u funkcionalnom stanju. Trakaste filter prese za mašinsku dehidraciju (obezvodnjavanje) mulja su predimenzionisane i nisu adekvatno izabrane. Zavojne "piron" pumpe za transport ugušćenog mulja i rastvora katjonskog polielektrolita, stoje nekorišćene već duže od 5 godina i nisu u funkciji. Slično je stanje i sa ostalom opremom ove linije (uređaj za pripremu rastvora polielektrolita, pužni transporter, silos za krečno brašno, uređaj za mešanje muljnog kolača i krečnog brašna...),

► Linija za kondicioniranje vazduha i uklanjanje neprijatnih mirisa nije završena i ne nalazi se u funkcionalnom stanju,

► Pomoćni sistem za snabdevanje PPOV-a tehničkom vodom i sistem PP zaštite su izvedeni, ali nisu ispitani i nisu u funkcionalnom stanju,

► Uređaj za UV dezinfekciju efluenta je izveden, ali nije ispitan i ne nalazi se u funkcionalnom stanju,

► Postojeći generator za rezervno napajanje nije povezan i ispitan i ne nalazi se u funkcionalnom stanju,

► Nedovoljna opremljenost laboratorije za vršenje potrebnih analiza u cilju praćenja kvaliteta otpadnih voda. Posebno je izražen problem nemanja uređaja za određivanje biološke potrošnje kiseonika (BPK<sub>5</sub>), a samim tim i nemogućnost određivanja organskog zagađenja otpadnih voda,

► Veliki broj merno-regulacione opreme (uređaja instrumentacije) nije u funkcionalnom stanju. Razlozi mogu biti različiti: u napajanju, nepovezanosti mernog signala, kvar uređaja, pogrešan izbor mesta postavljanja, skidanje nekih ispravnih delova sa jednog uređaja i zamena sa neispravnim, na drugom uređaju i sl.

► Posebno su izraženi problemi sa automatskim upravljanjem sa radom PPOV-a. Upravljanje radom postrojenja operateri više obavljaju ručno preko tastature SCADA sistema, nego što se rad obavlja u automatskom režimu. Nezavršena SCADA, nezavršen softver PLC-a, nepovezanost svih tehnološko-procesnih linija sa sistemom upravljanja, nedovoljno ispitana funkcionalnost kompletnog programa, nedovoljno testiranje svih funkcija programa, zastareo hardver, sve su ovo problemi prisutni u sistemu automatskog upravljanja.

## 9. ANALIZA KVALITETA I KOLIČINA OTPADNIH VODA NA PPOV-u HERCEG NOVI

Za određivanje relevantnih vrednosti hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a, u Meljinama-Herceg Novi, korišćeni su podaci o parametrima kvaliteta ulaznih otpadnih voda na postrojenje. Ulazni podaci o kvalitetu otpadnih voda su preuzeti iz IZVEŠTAJA O ISPITIVANJU KVALITETA OTPADNIH VODA NA PPOV MELJINE-HERCEG NOVI.

Izveštaji su rađeni na osnovu laboratorijskih ispitivanja kvaliteta otpadnih voda, koja je sprovodio za račun Naručioca, INSTITUT ZA JAVNO ZDRAVLJE CRNE GORE-CENTAR ZA HIGIJENU I ZDRAVSTVENU EKOLOGIJU, ul. Džona Džeksona bb, 81000 Podgorica.

Od strane ove navedene akreditivane laboratorije, vršena su fizička, fizičko-hemijska i hemijska ispitivanja parametara kvaliteta otpadnih voda, kako na ulazu u postrojenje, tako i na izlazu iz postrojenja.

Izveštaji o ispitivanju kvaliteta otpadnih voda na PPOV Meljine-Herceg Novi, su na uvid i raspolaganje obrađivačima Akcionog plana, dostavljeni od strane „DRUŠTVA ZA IZGRADNJU VODOVODNE I KANALIZACIONE INFRASTRUKTURE U OPŠTINI HERCEG NOVI, D.O.O.“

Da bi analiza ulaznih parametara hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a bila verodostojna i relevantna, neophodno je bilo prikupiti i podatke o količinama prerađene i ispuštene vode sa PPOV-a.

Za analizu postojećih vrednosti parametara kvaliteta otpadnih voda na ulazu u postrojenje su korišćeni sledeći Izveštaji:

- Za 2020. godinu 3 Izveštaja,
- Za 2021. godinu 14 Izveštaja,
- Za 2022. godinu 18 Izveštaja.

Radi preglednosti i lakšeg i bržeg pronalaženja rezultati ispitivanja ovih gore navedenih Izveštaja, će se u narednim stranama ovog Akcionog plana prikazati tabelarno.

Da bi analiza ulaznih parametara hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a bila verodostojna i relevantna, neophodno je bilo prikupiti i podatke o količinama prerađene i ispuštene vode sa PPOV-a.

Podaci o količinama ispuštene vode sa PPOV Meljine-Herceg Novi, su dobijeni od strane preduzeća „VODOVOD I KANALIZACIJA“ D.O.O. – Herceg Novi, zaposlenog osoblja na samom PPOV-u, a za iste datume kada je vršeno uzorkovanje od strane Instituta-Centra za ekologiju iz Podgorice, u cilju utvrđivanja kvaliteta otpadnih voda.

Podaci o količinama ispuštenih voda sa postrojenja su preuzeti sa mernog uređaja na izlazu iz postrojenja, koji je u posmatranim periodima vremena bio u ispravnom stanju.

Rezultati ovih analiza će se koristiti u cilju provere ulaznih proračunskih parametara, na osnovu kojih je izvršeno dimenzionisanje PPOV-a.

To znači da će se uporediti rezultati merenja ulaznih parametara hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a koji će se koristiti u Akcionom planu, sa ulaznim parametrima iz Idejnog rešenja PPOV-a, ulaznim parametrima iz Glavnih projekata PPOV-a i ulaznim parametrima koje je koristio Institut za građevinarstvo iz Podgorice prilikom izrade Tehnološkog elaborate rada postrojenja.

Na narednim stranicama ovog Akcionog plana će se rezultati merenja, parametara kvaliteta otpadnih voda na PPOV Meljine-Heceg Novi, prikazati tabelarno.

Tako će se rezultati merenja za 2020. godinu prikazati u Tabeli br. 1.

U Tabeli br. 2 će se prikazati rezultati merenja za 2021. godinu.

U Tabeli br. 3 će se prikazati rezultati merenja za 2022. godinu.

Tabela br. 1: Rezultati merenja parametara kvaliteta otpadnih voda za 2020. godinu

DATUM UZORKOVANJA	BROJ IZVEŠTAJA	PROTOK (m <sup>3</sup> /dan)	BPK <sub>5</sub> (mg/L)	HPK (mg/L)	SS (mg/L)
26.11.2020.	OV0220/02	5.917,00	31	57	379
10.12.2020.	OV0244/02	15.848,00	47	120	25,6
24.12.2020.	OV0265/04	5.124,00	4,7	23	6,8

Oznake u tabeli su sledeće:

- Q (m<sup>3</sup>/dan) – Dnevna količina vode izmerena na izlaznom meraču protoka,
- BPK<sub>5</sub> (mg/L) – Biološka potrošnja kiseonika na ulazu u PPOV,
- HPK (mg/L) – Hemijska potrošnja kiseonika na ulazu u PPOV,
- SS (mg/L) – Sadržaj suspendovanih materija na ulazu u PPOV.

Tabela br. 2: Rezultati merenja parametara kvaliteta otpadnih voda za 2021. godinu

DATUM UZORKOVANJA	BROJ IZVEŠTAJA	PROTOK (m <sup>3</sup> /dan)	BPK <sub>5</sub> (mg/L)	HPK (mg/L)	SS (mg/L)
13.01.2021.	OV0002/04	1.604,00	<1,0	32	4,8
22.02.2021.	OV0045/02	1.235,00	40,7	44	24
10.03.2021.	OV0050/02	5.554,00	5,3	18	114,4
26.04.2021.	OV0089/05	8.386,00	54,9	144	87,4
11.05.2021.	OV0097/02	6.611,00	106,3	111	117,2
27.05.2021.	OV0113/02	6.556,00	7,3	61	8,4
08.06.2021.	OV0120/04	5.640,00	16,7	74	32,8
29.06.2021.	OV0145/02	6.931,00	62,6	149	2,8
08.07.2021.	OV0160/04	5.899,00	58,1	135	38,6
28.07.2021.	OV0174/04	7.193,00	3,2	93	112,4
25.10.2021.	OV0252/01	4.796,00	241,9	310	6
25.11.2021.	OV0280/02	4.409,00	217,25	470	21,2
08.12.2021.	OV0292/02	15.596,00	30,7	340	9,2
22.12.2021.	OV0327/01	7.914,00	48,3	130	20,4

Iz priložene tabele se vidi da je za posmatranu 2021. godinu na raspolaganju bilo 14 izveštaja o ispitivanjima kvaliteta otpadnih voda na ulazu u PPOV.

Ako se tri Izveštaja iz novembra i decembra (zimski period) 2020. godine pridodaju Izveštajima iz januara, februara i marta 2021. godine, može se smatrati da je to dovoljan broj podataka za formiranje slike o kvalitetu i količinama otpadnih voda za zimski period 2021. godine. Zajedno sa ostalim Izveštajima za letnji period 2021. godine, može se smatrati da je to dovoljan broj za formiranje slike o kvalitetu i količinama otpadnih voda za 2021. godinu (zimski i letnji period).

Tabela br. 3: Rezultati merenja parametara kvaliteta otpadnih voda za 2022. godinu

DATUM UZORKOVANJA	BROJ IZVEŠTAJA	PROTOK (m <sup>3</sup> /dan)	BPK <sub>5</sub> (mg/L)	HPK (mg/L)	SS (mg/L)
18.01.2022.	OV0007/01	11.154,00	45	110	146,2
27.01.2022.	OV0012/04	10.225,00	45,4	330	2,4
08.02.2022.	OV0022/02	6.213,00	48,3	530	29,4
22.02.2022.	OV0034/02	7.589,00	22,5	70	22
08.03.2022.	OV0043/05	6.378,00	37,8	130	12
23.03.2022.	OV0054/02	6.086,00	51,1	160	68,2
07.04.2022.	OV0064/02	9.862,00	51,6	130	6
29.04.2022.	OV0076/05	10.104,00	43,9	220	34,2
10.05.2022.	OV0080/02	14.343,00	36,8	210	8,2
15.06.2022.	OV0110/02	9.654,00	47,1	270	19
01.07.2022.	OV0139/02	9.347,00	37,8	170	20,4
08.07.2022.	OV0146/04	10.394,00	65,5	280	292,4

11.08.2022.	OV0171/04	11.897,00	18,9	150	80,4
30.08.2022.	OV0202/01	8.721,00	9,4	230	84,8
13.09.2022.	OV0217/05	7.663,00	44,7	220	86,7
29.09.2022.	OV0229/04	11.312,00	19,1	130	38,6
12.10.2022.	OV0243/05	8.386,00	63,7	130	30
07.11.2022.	OV0290/05	5.917,00	38,1	190	55,2

Sa 18 Izveštaja o kvalitetu i količinama otpadnih voda na ulazu u PPOV za 2022. godinu, može se smatrati da se raspolaže sa dovoljnim brojem podataka za formiranje realne slike postojećeg stanja o ulaznim vrednostima hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a.

Sada se na osnovu ovih izmerenih, a tabelarno prikazanih rezultata, može odgovarajućim proračunima, doći do usrednjenih stvarnih vrednosti hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a.

### 9.1. Proračun srednje vrednosti protoka za zimski period 2021. godine

Srednja vrednost dnevnih količina otpadnih voda na PPOV-u u zimskom periodu 2021. godine se izračunava na sledeći način:

$$Q_{sr}^{Z21} = \frac{5.917 + 15.848 + 5.124 + 1.604 + 1.235 + 5.554 + 4.796 + 4.409 + 15.596 + 7.914}{10} = 5.800 \frac{m^3}{dan}$$

Prosečni časovni protok za posmatrani period se izračunava:

$$q_{PR}^{Z21} = \frac{5.800}{24} = 241,66 \frac{m^3}{h}$$

### 9.2. Proračun srednje vrednosti protoka za letnji period 2021. godine

Srednja vrednost dnevnih količina otpadnih voda na PPOV-u u letnjem periodu 2021. godine se izračunava na sledeći način:

$$Q_{sr}^{L21} = \frac{8.386 + 6.611 + 6.556 + 5.640 + 6.931 + 5.899 + 7.193}{7} = 6.745 \frac{m^3}{dan}$$

Poređenjem prosečnih dnevnih količina otpadnih voda za zimski i letnji period 2021. godine, uočava se da je povećanje u letnjem periodu za 16,29% veći u odnosu na zimski period.

Prosečni časovni protok za ovaj posmatrani period se izračunava:

$$q_{PR}^{L21} = \frac{6.745}{24} = 281,04 \frac{m^3}{h}$$

### 9.3. Proračun srednje vrednosti protoka za zimski period 2022. godine

Srednja vrednost dnevnih količina otpadnih voda na PPOV-u u zimskom periodu 2022. godine se izračunava na sledeći način:

$$Q_{sr}^{Z22} = \frac{11.154 + 10.225 + 6.213 + 7.589 + 6.378 + 6.086 + 8.386 + 5.917}{8} = 7.744 \frac{m^3}{dan}$$

Prosečni časovni protok za posmatrani period se izračunava:

$$q_{PR}^{Z22} = \frac{7.744}{24} = 322,66 \frac{m^3}{h}$$

### 9.4. Proračun srednje vrednosti protoka za letnji period 2022. godine

Srednja vrednost dnevnih količina otpadnih voda na PPOV-u u letnjem periodu 2022. godine se izračunava na sledeći način:

$$Q_{sr}^{L22} = \frac{9.862 + 10.104 + 14.343 + 9.654 + 10.394 + 11.897 + 8.721 + 7.663 + 11.312}{10} = 10.330 \frac{m^3}{dan}$$

Poređenjem prosečnih dnevnih količina otpadnih voda za zimski i letnji period 2022. godine, uočava se da je povećanje u letnjem periodu za 33,39% veći u odnosu na zimski period.

Prosečni časovni protok za ovaj posmatrani period se izračunava:

$$q_{PR}^{L22} = \frac{10.330}{24} = 430,42 \frac{m^3}{h}$$

### 9.5. Proračun srednje vrednosti BPK<sub>5</sub> za zimski period 2021. godine

Srednja vrednost koncentracije biološke potrošnje kiseonika (BPK<sub>5</sub>) u otpadnim vodama na PPOV-u u zimskom periodu za 2021. godinu se izračunava na sledeći način:

$$(BPK_5)_{sr}^{Z21} = \frac{5.917 \cdot 31 + 15.848 \cdot 47 + 5.124 \cdot 4,7 + 1.604 \cdot 1 + 1.235 \cdot 40,7 + 5.554 \cdot 5,3 + 4.796 \cdot 241,9 + 4.409 \cdot 217,5 + 15.596 \cdot 30,7 + 7.914 \cdot 48,3}{5.917 + 15.848 + 5.124 + 1.604 + 1.235 + 5.554 + 4.796 + 4.409 + 15.596 + 7.914} = \frac{4.013.825}{57.997} = 69,21 \frac{mg}{L}$$

### 9.6. Proračun srednje vrednosti BPK<sub>5</sub> za letnji period 2021. godine

Srednja vrednost koncentracije biološke potrošnje kiseonika (BPK<sub>5</sub>) u otpadnim vodama na PPOV-u u letnjem periodu za 2021. godinu se izračunava na sledeći način:

$$(BPK_5)_{sr}^{L21} = \frac{8.386 \cdot 54,9 + 6.611 \cdot 106,3 + 6.556 \cdot 7,3 + 5.640 \cdot 16,7 + 6.931 \cdot 62,6 + 5.899 \cdot 56,1 + 7.193 \cdot 3,2}{8.386 + 6.611 + 6.556 + 5.640 + 6.931 + 5.899 + 7.193} = \frac{2.104.819}{47.216} = 44,58 \frac{mg}{L}$$

### 9.7. Proračun srednje vrednosti BPK<sub>5</sub> za zimski period 2022. godine

Srednja vrednost koncentracije biološke potrošnje kiseonika (BPK<sub>5</sub>) u otpadnim vodama na PPOV-u u zimskom periodu za 2022. godinu se izračunava na sledeći način:

$$(BPK_5)_{sr}^{Z22} = \frac{11.154 \cdot 45 + 10.225 \cdot 45,4 + 6.213 \cdot 48,3 + 7.589 \cdot 22,5 + 6.378 \cdot 37,8 + 6.086 \cdot 51,1 + 8.386 \cdot 63,7 + 5.917 \cdot 38,1}{11.154 + 10.225 + 6.213 + 7.589 + 6.378 + 6.086 + 8.386 + 5.917} = \frac{4.854.695}{61.948} = 78,37 \frac{mg}{L}$$

### 9.8. Proračun srednje vrednosti BPK<sub>5</sub> za letnji period 2022. godine

Srednja vrednost koncentracije biološke potrošnje kiseonika (BPK<sub>5</sub>) u otpadnim vodama na PPOV-u u letnjem periodu za 2022. godinu se izračunava na sledeći način:

$$(BPK_5)_{sr}^{L22} = \frac{9.862 \cdot 51,6 + 10.104 \cdot 43,9 + 14.343 \cdot 36,8 + 9.654 \cdot 47,1 + 9.347 \cdot 37,8 + 10.394 \cdot 65,5 + 11.897 \cdot 18,9 + 8.721 \cdot 9,4 + 7.663 \cdot 44,7 + 11.312 \cdot 19,1}{9.862 + 10.104 + 14.343 + 9.654 + 9.347 + 10.394 + 11.897 + 8.721 + 7.663 + 11.312} = \frac{3.835.561}{103.297} = 37,13 \frac{mg}{L}$$

### 9.9. Proračun organskog opterećenja PPOV-a za zimski period 2021. godine

Kada su sračunate srednje vrednosti dnevnih količina otpadnih voda u zimskom periodu 2021. godine i srednje vrednosti koncentracije organskog zagađenja u otpadnim vodama za isti taj period, može se sračunati i prosečno organsko opterećenje PPOV-a za posmatrani period, zima 2021. godine.

$$(UOO)_{Z21}^D = Q_{sr}^{Z21} \cdot (BPK_5)_{sr}^{Z21} = 5.800 \frac{m^3}{dan} \cdot 69,21 \frac{mg}{L} = 401,42 \frac{kgBPK_5}{dan}$$

U gornjoj jednačini prilikom sprovođenja proračuna, potrebno je voditi računa o jedinicama.

Kada se zna da standardno specifično organsko zagađenje, za tipične komunalne (gradske) otpadne vode po ekvivalentnom stanovniku i danu, ima vrednosti od:



$$SOO_{ES} = 60 \frac{gBPK_5}{ES, dan}$$

Može se izračunati broj ekvivalentnih stanovnika (ES), kao jedan od karakterističnih pokazatelja kapaciteta PPOV-a:

$$N_{ES}^{Z21} = \frac{(UOO)_{Z21}^D}{SOO_{ES}} = \frac{401,42 \cdot 10^3 \frac{gBPK_5}{dan}}{60 \frac{gBPK_5}{ES, dan}} = 6.690,00 ES$$

### 9.10. Proračun organskog opterećenja PPOV-a za letnji period 2021. godine

Na identičan način se sprovodi proračun i za posmatrani period leto 2021. godine.

$$(UOO)_{L21}^D = Q_{sr}^{L21} \cdot (BPK_5)_{sr}^{L21} = 6.745 \frac{m^3}{dan} \cdot 44,56 \frac{mg}{L} = 300,69 \frac{kgBPK_5}{dan}$$

Uz prethodno definisano specifično organsko zagađenje po ES-u, broj ekvivalenata se izračunava:

$$N_{ES}^{L21} = \frac{(UOO)_{L21}^D}{SOO_{ES}} = \frac{300,69 \cdot 10^3 \frac{gBPK_5}{dan}}{60 \frac{gBPK_5}{ES, dan}} = 5.012,00 ES$$

### 9.11. Proračun organskog opterećenja PPOV-a za zimski period 2022. godine

Na identičan način se sprovodi proračun i za posmatrani period zima 2022. godine.

$$(UOO)_{Z22}^D = Q_{sr}^{Z22} \cdot (BPK_5)_{sr}^{Z22} = 7.744 \frac{m^3}{dan} \cdot 78,37 \frac{mg}{L} = 606,89 \frac{kgBPK_5}{dan}$$

Uz prethodno definisano specifično organsko zagađenje po ES-u, broj ekvivalenata se izračunava:

$$N_{ES}^{Z22} = \frac{(UOO)_{Z22}^D}{SOO_{ES}} = \frac{606,89 \cdot 10^3 \frac{gBPK_5}{dan}}{60 \frac{gBPK_5}{ES, dan}} = 10.115,00 ES$$

### 9.12. Proračun organskog opterećenja PPOV-a za letnji period 2022. godine

Na identičan način se sprovodi proračun i za posmatrani period leto 2022. godine.

$$(UOO)_{L22}^D = Q_{sr}^{L22} \cdot (BPK_5)_{sr}^{L22} = 10.330 \frac{m^3}{dan} \cdot 37,13 \frac{mg}{L} = 383,55 \frac{kgBPK_5}{dan}$$

Dok se broj ekvivalenata izračunava kao u prethodnim slučajevima:

$$N_{ES}^{L22} = \frac{(UOO)_{L22}^D}{SOO_{ES}} = \frac{383,55 \cdot 10^3 \frac{gBPK_5}{dan}}{60 \frac{gBPK_5}{ES, dan}} = 6.393,00 ES$$

### 9.13. Proračun srednje vrednosti HPK za zimski period 2021. godine

Srednja vrednost koncentracije hemijske potrošnje kiseonika (HPK) u otpadnim vodama na PPOV-u u zimskom periodu za 2021. godinu se izračunava na sledeći način:

$$(HPK)_{sr}^{Z21} = \frac{5.917 \cdot 57 + 15.848 \cdot 120 + 5.124 \cdot 23 + 1.604 \cdot 32 + 1.235 \cdot 444 + 5.554 \cdot 18 + 4.796 \cdot 310 + 4.409 \cdot 470 + 15.596 \cdot 340 + 7.914 \cdot 130}{5.917 + 15.848 + 5.124 + 1.604 + 1.235 + 5.554 + 4.796 + 4.409 + 15.596 + 7.914} = \frac{12.452.971}{57.997} = 215 \frac{mg}{L}$$

#### 9.14. Proračun srednje vrednosti HPK za letnji period 2021. godine

Srednja vrednost koncentracije hemijske potrošnje kiseonika (HPK) u otpadnim vodama na PPOV-u u letnjem periodu za 2021. godinu se izračunava na sledeći način:

$$(HPK)_{sr}^{L21} = \frac{8.386 \cdot 144 + 6.611 \cdot 111 + 6.556 \cdot 61 + 5.640 \cdot 74 + 6.931 \cdot 149 + 5.899 \cdot 135 + 7.193 \cdot 93}{8.386 + 6.611 + 6.556 + 5.640 + 6.931 + 5.899 + 7.193} = \frac{5.256.714}{47.216} = 111,33 \frac{mg}{L}$$

#### 9.15. Proračun srednje vrednosti HPK za zimski period 2022. godine

Srednja vrednost koncentracije hemijske potrošnje kiseonika (HPK) u otpadnim vodama na PPOV-u u zimskom periodu za 2022. godinu se izračunava na sledeći način:

$$(HPK)_{sr}^{Z22} = \frac{11.154 \cdot 110 + 10.225 \cdot 330 + 6.213 \cdot 530 + 7.589 \cdot 70 + 6.378 \cdot 130 + 6.086 \cdot 160 + 8.386 \cdot 130 + 5.917 \cdot 190}{11.154 + 10.225 + 6.213 + 7.589 + 6.378 + 6.086 + 8.386 + 5.917} = \frac{12.442.620}{61.948} = 201 \frac{mg}{L}$$

#### 9.16. Proračun srednje vrednosti HPK za letnji period 2022. godine

Srednja vrednost koncentracije hemijske potrošnje kiseonika (HPK) u otpadnim vodama na PPOV-u u letnjem periodu za 2022. godinu se izračunava na sledeći način:

$$(HPK)_{sr}^{L22} = \frac{9.862 \cdot 130 + 10.104 \cdot 220 + 14.343 \cdot 210 + 9.654 \cdot 270 + 9.347 \cdot 170 + 10.394 \cdot 280 + 11.897 \cdot 150 + 8.721 \cdot 230 + 7.663 \cdot 220 + 11.312 \cdot 130}{9.862 + 10.104 + 14.343 + 9.654 + 9.347 + 10.394 + 11.897 + 8.721 + 7.663 + 11.312} = \frac{20.569.660}{103.297} = 199,13 \frac{mg}{L}$$

#### 9.17. Proračun hemijskog opterećenja PPOV-a za zimski period 2021. godine

Kada su sračunate srednje vrednosti dnevnih količina otpadnih voda u zimskom periodu 2021. godine i srednje vrednosti koncentracije hemijskog zagađenja u otpadnim vodama za isti taj period, može se sračunati i prosečno hemijsko opterećenje PPOV-a za posmatrani period, zima 2021. godine.

$$(UHO)_{Z21}^D = Q_{sr}^{Z21} \cdot (HPK)_{sr}^{Z21} = 5.800 \frac{m^3}{dan} \cdot 215 \frac{mg}{L} = 1247 \frac{kgHPK}{dan}$$

U gornjoj jednačini prilikom sprovođenja proračuna, potrebno je voditi računa o jedinicama.

Kada se zna da standardno specifično hemijsko zagađenje, za tipične komunalne (gradske) otpadne vode po ekvivalentnom stanovniku i danu, ima vrednosti od:

$$SHO_{ES} = 60 \frac{gHPK}{ES, dan}$$

Može se izračunati broj ekvivalentnih stanovnika (ES), kao jedan od karakterističnih pokazatelja kapaciteta PPOV-a:

$$N_{ES}^{Z21} = \frac{(UHO)_{Z21}^D}{SOO_{ES}} = \frac{1247 \cdot 10^3 \frac{gHPK}{dan}}{120 \frac{gHPK}{ES, dan}} = 10.392,00 ES$$

#### 9.18. Proračun hemijskog opterećenja PPOV-a za letnji period 2021. godine

Na identičan način se sprovodi proračun i za posmatrani period leto 2021. godine.

$$(UHO)_{L21}^D = Q_{sr}^{L21} \cdot (HPK)_{sr}^{L21} = 6.745 \frac{m^3}{dan} \cdot 119,33 \frac{mg}{L} = 751 \frac{kgHPK}{dan}$$

Uz prethodno definisano specifično hemijsko zagađenje po ES-u, broj ekvivalenata se izračunava:

$$N_{ES}^{L21} = \frac{(UHO)_{L21}^D}{SHO_{ES}} = \frac{751 \cdot 10^3 \frac{gHPK}{dan}}{120 \frac{gHPK}{ES, dan}} = 6.258,00 ES$$

### 9.19. Proračun hemijskog opterećenja PPOV-a za zimski period 2022. godine

Na identičan način se sprovodi proračun i za posmatrani period zima 2022. godine.

$$(UHO)_{Z22}^D = Q_{sr}^{Z22} \cdot (HPK)_{sr}^{Z22} = 7.744 \frac{m^3}{dan} \cdot 201 \frac{mg}{L} = 1.556,54 \frac{kgHPK}{dan}$$

Uz prethodno definisano specifično hemijsko zagađenje po ES-u, broj ekvivalenata se izračunava:

$$N_{ES}^{Z22} = \frac{(UHO)_{Z22}^D}{SHO_{ES}} = \frac{1.556,54 \cdot 10^3 \frac{gHPK}{dan}}{120 \frac{gHPK}{ES, dan}} = 12.971,00 ES$$

### 9.20. Proračun hemijskog opterećenja PPOV-a za letnji period 2022. godine

Na identičan način se sprovodi proračun i za posmatrani period leto 2022. godine.

$$(UHO)_{L22}^D = Q_{sr}^{L22} \cdot (HPK)_{sr}^{L22} = 10.330 \frac{m^3}{dan} \cdot 199,13 \frac{mg}{L} = 2.057,00 \frac{kgHPK}{dan}$$

Dok se broj ekvivalenata izračunava kao u prethodnim slučajevima:

$$N_{ES}^{L22} = \frac{(UHO)_{L22}^D}{SHO_{ES}} = \frac{2.057,00 \cdot 10^3 \frac{gHPK}{dan}}{120 \frac{gHPK}{ES, dan}} = 17.142,00 ES$$

Radi preglednosti gore sračunatih vrednosti hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a, a na bazi merenih vrednosti količina otpadnih voda i njenih merenih parametara kvaliteta, one će se dati u sledećoj tabeli.

Tabela br. 4: Prikaz proračunatih vrednosti hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a (postojeće stanje na bazi merenih rezultata)

PERIOD	2021. GODINA		2022. GODINA	
	ZIMA	LETO	ZIMA	LETO
<b>PRORAČUNATE VREDNOSTI</b>				
Q (m <sup>3</sup> /dan)	5.800,00	6.745,00	7.744,00	10.330,00
BPK <sub>5</sub> (mg/L)	69,21	44,58	78,37	37,13
HPK (mg/L)	215,00	111,33	201,00	199,13
Organsko opterećenje (KgBPK <sub>5</sub> /dan)	401,42	300,69	606,89	383,55
Hemijsko opterećenje (KgHPK/dan)	1.247,00	751,00	1.556,54	2.057,00
Specifično organsko zagađenje po ES (gBPK <sub>5</sub> /ES,dan)	60,00	60,00	60,00	60,00
Specifično hemijsko zagađenje po ES (gHPK/ES,dan)	120,00	120,00	120,00	120,00
Broj ES-a preko organskog opterećenja	6.690,00	5.012,00	10.115,00	6.393,00
Broj ES-a preko hemijskog opterećenja	10.392,00	6.258,00	12.971,00	17.142,00

Specifična potrošnja vode po ES-u (L/ES,dan)	558,12	1.079,20	597,02	602,61
--	--------	----------	--------	--------

## 10. UTICAJ SALINITETA NA RAD PPOV-a SA BIOLOŠKIM PROCESOM PREČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA U SBR REAKTORIMA

### 10.1. Prikaz rezultata merenja saliniteta ulaznih otpadnih voda na PPOV

Analizom parametara kvaliteta ulaznih otpadnih voda na PPOV Meljine-Herceg Novi, uočene su povećane koncentracije saliniteta. Povećani salinitet potiče od prisustva morske vode koja se infiltrira u kolektorski sistem „Rivijera“ na potezu od Bijele do Meljina. Ova infiltrirana morska voda se meša sa komunalnim otpadnim vodama i utiče na promenu njenog kvaliteta. U ovako razređenim komunalnim otpadnim vodama, pored povećanja sadržaja soli (natrijum hlorida), dolazi do smanjenja koncentracije organskog zagađenja (BPK<sub>5</sub>), smanjenja koncentracije hemijskog zagađenja (HPK), smanjenja koncentracije suspendovanih materija, kao i smanjenja koncentracija svih i ostalih parametara kvaliteta. I sve to utiče na promenu fizičkih, hemijskih i fizičko-hemijskih osobina otpadnih voda, koje je kao takve potrebno prečistiti na postrojenju sa biološkim procesom prečišćavanja.

Iz istih Izveštaja o kvalitetu otpadnih voda na ulazu u PPOV Meljine-Herceg Novi, preuzeti su i podaci o salinitetu, odnosno koncentracijama soli izražene u masenim jedinicama (g/L). Radi preglednosti ti podaci su prikazani tabelarno za 2020., 2021. i 2022. godinu.

Tabela br. 5: Salinitet otpadnih voda za 2020. godinu

DATUM UZORKOVANJA	BROJ IZVEŠTAJA	SALINITET (g/L)
26.11.2020.	OV0220/02	5,9
10.12.2020.	OV0244/02	5,8
24.12.2020.	OV0265/04	1,0

Tabela br. 6: Salinitet otpadnih voda za 2021. godinu

DATUM UZORKOVANJA	BROJ IZVEŠTAJA	SALINITET (g/L)
13.01.2021.	OV0002/04	0,17
22.02.2021.	OV0045/02	0,20
10.03.2021.	OV0050/02	0,15
26.04.2021.	OV0089/05	0,38
11.05.2021.	OV0097/02	0,17
27.05.2021.	OV0113/02	0,34
08.06.2021.	OV0120/04	0,38
29.06.2021.	OV0145/02	0,49
08.07.2021.	OV0160/04	0,82
28.07.2021.	OV0174/04	2,40
25.10.2021.	OV0252/01	1,80
25.11.2021.	OV0280/02	2,90
08.12.2021.	OV0292/02	3,00
22.12.2021.	OV0327/01	3,10

Tabela br. 7: Salinitet otpadnih voda za 2022. godinu

DATUM UZORKOVANJA	BROJ IZVEŠTAJA	SALINITET (g/L)
18.01.2022.	OV0007/01	1,70
27.01.2022.	OV0012/04	1,00
08.02.2022.	OV0022/02	2,50
22.02.2022.	OV0034/02	3,00
08.03.2022.	OV0043/05	0,50
23.03.2022.	OV0054/02	3,53
07.04.2022.	OV0064/02	3,10
29.04.2022.	OV0076/05	1,40
10.05.2022.	OV0080/02	1,30
15.06.2022.	OV0110/02	4,30
01.07.2022.	OV0139/02	5,30
08.07.2022.	OV0146/04	7,30
11.08.2022.	OV0171/04	8,10
30.08.2022.	OV0202/01	9,00
13.09.2022.	OV0217/05	7,20
29.09.2022.	OV0229/04	7,00
12.10.2022.	OV0243/05	2,30
07.11.2022.	OV0290/05	4,30

Iz ovih tabela se jasno vidi da je salinitet otpadnih voda jako promenljiv. Vrednosti saliniteta se menjaju kako tokom godina, tako i tokom meseci u jednoj godini.

Tako se u zimskim mesecima 2020. godine salinitet menjao od min. vrednosti od 1 g/L do max. vrednosti od 5,9 g/L. Iz ovih rezultata se vidi da se salinitet u ovom periodu kretao oko srednjih vrednosti

Većim delom posmatrane 2021. godine je salinitet bio ispod 1 g/L. U julu mesecu je dostigao vrednost od 2,4 g/L, da bi se u zimskim mesecima kretao od 1,8-3,1 g/L. Može se zaključiti da je salinitet većim delom posmatranog perioda bio ispod minimalnih vrednosti, a samo je u zimskim mesecima dostigao srednje vrednosti.

Izuzetnu visoku promenljivost je salinitet imao u posmatranom periodu 2022. godine. Koncentracije soli u ulaznoj otpadnoj vodi su se kretale od 0.5-9,0 g/L. Maksimalne vrednosti saliniteta su zabeležene tokom letnjih meseci, dok se u ostalom delu godine konduktivitet kretao oko srednjih vrednosti.

S obzirom na konstataciju da je uzrok povećanog konduktiviteta (elektroprovodljivosti) otpadnih voda, infiltrirana morska voda u kanalizacioni sistem duž obale, na potezu Bijela-Meljine, Investitor se odlučio da sprovede jednu seriju ispitivanja saliniteta otpadnih voda koje su se uzorkovale duž tog kolektora.

Ova istraživanja su sprovedena u cilju da se utvrdi u kojim deonicama se javlja povećani salinitet.

Rezultati su prikazani u Izveštajima o ispitivanju kvaliteta otpadnih voda, na osnovu laboratorijskih nalaza Instituta za javno zdravlje, Centra za higijenu i zdravstvenu ekologiju iz Podgorice.

Uzorkovanje otpadnih voda je obavljeno 03.11.2020. godine na različitim delovima kolektora "Rivijera". Rezultati ispitivanja saliniteta u uzetim uzorcima su prikazani u narednoj tabeli.

Tabela br. 8: Salinitet otpadnih voda na pojedinim deonicama kolektora "Rivijera"

DATUM UZORKOVANJA	BROJ IZVEŠTAJA	MESTO UZORKOVANJA	SALINITET (g/L)
03.11.2020.	OV0190/03	PS Meljine Kružni tok	7,0
03.11.2020.	OV0191/03	PS Meljine Kod tunela	8,5
03.11.2020.	OV0192/03	PS Zelenika	22,0
03.11.2020.	OV0193/03	Kumbor-Zmijice	12,0
03.11.2020.	OV0194/03	PS Porto Novi	11,7
03.11.2020.	OV0195/03	Kumbor-PRC	9,9
03.11.2020.	OV0196/03	Galiot Herceg Novi	10,7
03.11.2020.	OV0197/03	Žager Herceg Novi	39,3

Ovi podaci nedvosmisleno potvrđuju, da je uzrok povećanog saliniteta otpadnih voda, na ulazu u PPOV Meljine-Herceg Novi, morska voda koja je infiltracijom dospela u kolektor i pomešala se sa komunalnim otpadnim vodama.

Iz priložene tabele se vidi da su vrednosti saliniteta visoke i da se kreću u granicama od 7-12 g/L, a da su na PS Zelenika i deonici Žager-Herceg Novi izuzetno visoke (22,0 i 39,3 g/L). Ova zadnja koncentracija odgovara salinitetu čiste morske vode Jadrana.

Iz ove analize se jasno vidi, da je neophodno uspostaviti monitoring sistem praćenja saliniteta i protoka otpadnih voda na pojedinim deonicama kolektora "Rivijera" i tačno ustanoviti one deonice kod kojih se pojavljuju visoke vrednosti konduktiviteta otpadnih voda i povećani protoci ukupnih otpadnih voda na toj deonici. Ove izmerene vrednosti ukupnog protoka je potrebno posmatrati u odnosu na produkciju komunalnih otpadnih voda koje potiču od naseljenosti stanovništvom pripadajućeg područja i broj turista tokom sezone koja gostuje na tom području.

O predlogu ovog monitoring sistema će biti više reči u delu Akcionog plana koji se odnosi na predlog sanacije kanalizacionog sistema za prikupljanje komunalnih otpadnih voda i glavnog obalskog kolektora "Rivijera" (potez od Bijele do Meljina-PS Kružni tok).

Jedan od važnijih ciljeva ovog Akcionog plana je da utvrdi uticaj povećanog saliniteta otpadnih voda na rad postrojenja, na kome je zastupljen biološki proces prečišćavanja u SBR reaktorima. Povišeni nivo saliniteta u procesu prečišćavanja otpadnih voda postavljaju brojne izazove pred postrojenja za prečišćavanje.

Svakako da je važno da se utvrdi uticaj povećanog nivoa saliniteta na najvažnije faze biološkog procesa prečišćavanja kao što su: biocenoza aktivnog mulja, respirometrija, aeracija, sedimentacija (taloženje), rastvoreni kiseonik i sl.

## 10.2. Kratak osvrt na istraživanja uticaja saliniteta na postrojenja, sprovedena u svetu

Eksperimenti sprovedeni u svetu, a najviše u Sjedinjenim američkim državama, imaju za cilj da ublaže efekte povišenog saliniteta na procese aeracije i sedimentacije na prvom mestu i da daju odgovor, kako intervenisati na već izgrađenim postrojenjima, u slučaju poremećaja u njihovom radu, izazvanog visokim salinitetom.

Ova istraživanja su sprovedena u Americi u sklopu istraživanja koja se odnose na globalne klimatske promene. Ove globalne klimatske promene se odnose na stalno povećanje temperature vazduha blizu zemljine površine. Uzrok porastu temperature

vazduha su efekti staklene bašte izazvani emisijom ugljen dioksida, metana, azot dioksida i drugih antropogenih činilaca zagađenja atmosfere.

I ovaj porast temperature utiče na porast nivoa mora, tako što se svetski okean širi usled porasta temperature. Drugi uticaj porasta nivoa svetskih mora, takođe izazvan porastom globalne temperature vazduha, je otapanje lednika, odnosno gubitak kopnenog leda.

Preko 40% izgrađenih postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u Americi se nalazi na obalnim područjima. Sva ta postrojenja su izložena uticajima porasta nivoa mora, tako što se povećava infiltracija morske vode u neispravne kanalizacione sisteme za sakupljanje i odvođenje otpadnih voda.

Ova sveobuhvatna istraživanja su dokazala da su i ekstremni vremenski događaji (uragani, poplave, izuzetno jake padavine praćene olujnim vetrovima i sl.) uticali na povećanje saliniteta u otpadnim vodama koje se prečišćavaju na priobalnim područjima. Dokazano je da priliv morske vode, u kanalizacione sisteme priobalnih gradova, iznosi preko 10% nominalnih kapaciteta. Priliv se odnosi na vode koje ulaze u sistem kroz priključne tačke (šahlove, slivnike i sl.) i ima tendenciju porasta tokom padavina. Sva ova povećanja protoka završavaju na postrojenjima i imaju značajnog uticaja na njihov rad.

I infiltracija i priliv povećavaju količine vode koje dospevaju na postrojenja. Time dovode do povećanja ukupnih količina otpadnih voda koje premašuju nominalne kapacitete, čime utiču na efikasnost tretmana. Priobalni veliki gradovi u Americi su posebno izloženi visokom riziku zbog infiltracije koja je rezultat velikih plima, zatim porastu nivoa mora i uticaju okeanskih poplava, koje mogu uzrokovati da slana voda redovno ulazi u sisteme.

### **10.3. Prikaz uticaja saliniteta na rad PPOV-a u svetlu svetskih istraživanja**

Kako ni u Crnoj Gori, a ni u Srbiji, ne postoje rezultati istraživanja mogućih uticaja povećanog saliniteta otpadnih voda na rad postrojenja sa biološkom fazom prečišćavanja, to će se koristiti rezultati istraživanja sprovedenih u svetu, na prvom mestu u Sjedinjenim državama.

Od velikog broja radova, za prikaz uticaja povišenog saliniteta na rad PPOV-a Meljine-Herceg Novi, izabran je istraživački rad:

“UTICAJ SALINITETA NA POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE PRIOBALNIH  
OTPADNIH VODA”, April 2017.  
SPROVEDEN U VORČESTERSKOM POLITEHNIČKOM INSTITUTU  
POD RUKOVODSTVOM PROFESORA DR.-a DŽONA BERGENDALA

Svi nalazi u ovom istraživačkom radu su rezultat obimnih laboratorijskih istraživanja, a predlozi za otklanjanje poremećaja u radu postrojenja, izazvana povišenim salinitetom, su rezultat upravo tih ispitivanja sprovedenih u laboratorijama instituta.

Istraživanja su obavljena da bi se utvrdili uticaji povišenog saliniteta na aktivni mulj, na proces taloženja (sedimentacije), na rastvorljivost kiseonika, na respirometriju i na kraju su dati predlozi delovanja u cilju otklanjanja smetnji u radu postrojenja uzrokovana povišenim koncentracijama soli.

Ovde naglašavamo da su istraživanja obavljena i sa izuzetno visokim koncentracijama soli u vodi, koja su se kretala i do 5,25% saliniteta po težini, odnosno 52,5 g/L.

U narednom tekstu će se preneti najzanimljiviji nalazi iz navedenog istraživačkog rada, u želji da se što je moguće više razjasne negativni uticaji povišenog saliniteta, na rad postrojenja sa aktivnim muljem u želji da se spreči inhibicija sistema.

Ovde se takođe smatra za potrebnim da se visoko oceni deo "Tehnološkog elaborata rada postrojenja", koji je urađen od strane IG Instituta iz Podgorice, a koji se odnosi na poglavlja koja tretiraju uticaj povišenog saliniteta na proces sa aktivnim muljem.

Jasno i koncizno su navedeni svi negativni uticaji povišenog konduktiviteta, kako na karakteristike otpadnih voda, tako i na procese prečišćavanja otpadnih voda, navodeći rezultate istraživanja iz novije stručne i naučne literature.

Iz tog razloga je namera ovog Akcionog plana da doprinese proširenju već iznetih rezultata, koji su prezentovani u Tehnološkom elaboratu i da na taj način pospeši mogućnosti otklanjanja mogućih smetnji u radu postrojenja, uzrokovana povišenim koncentracijama soli.

#### **10.4. Uticaj saliniteta na aktivni mulj**

Povećani salinitet negativno utiče na mikroorganizme u aktivnom mulju koji su osnova bioloških procesa prečišćavanja otpadnih voda. Mikroorganizmi, odnosno bakterijska populacija, su najodgovorniji za redukciju i uklanjanje zagađenja iz otpadnih voda (organske supstance, koloidi i elementarne hranljive materije kao što su azot, fosfor, sumpor i sl.). Raznovrsnost, broj i veličina bakterijske populacije se smanjuje sa povećanjem saliniteta.

Količine rastvorenog kiseonika, koji je potreban ovim mikroorganizmima da rastu i da se razvijaju tokom odvijanja procesa, se takođe smanjuje kako se povećava salinitet unutar postrojenja. Ovo čini aktivni mulj manje efikasnim za uklanjanje i redukciju zagađujućih supstanci iz otpadnih voda.

Proces sa aktivnim muljem se definiše kao aerobni proces, koji koristi povećane koncentracije živih i mrtvih mikroorganizama (bakterija) u otpadnim vodama, u cilju razgradnje zagađujućih supstanci koje se u njoj sadrže. Ova mešavina vode i aktivnog mulja se negde u literaturi može naći i pod nazivom muljna suspenzija.

Bakterijama koje se nalaze u aktivnom mulju je potreban kiseonik za rast ćelijske mase.

Na biološkim aeracionim postrojenjima se aeracijom, kao primarnim procesom, obezbeđuje snabdevanje aktivnog mulja potrebnim kiseonikom.

Optimalan opseg rastvorenog kiseonika za normalan rast i razmnožavanje bakterijske populacije u otpadnim vodama se kreće u granicama od 2-5 mg/L.

Koncentracije ispod 2 mg/L rastvorenog kiseonika u vodi mogu dovesti do inhibicije sistema.

Intenzivno mešanje bakterijske populacije sa otpadnim vodama, uz dovođenje kiseonika, obezbeđuje da mikroorganizmi metabolišu novu biomasu. Ovo mešanje je potrebno da se temeljno obavi, pre nego se započne sa procesom dekantacije (bistrenja). U ovom procesu dolazi do razdvajanja suspendovanih čvrstih čestica aktivnog mulja od vode. Za proces dekantacije čvrsto/tečno koriste se različiti tipovi taložnika. U SBR reaktorima u kojima se obavlja proces aeracije, nakon prestanka uvođenja vazduha i mešanja muljne suspenzije, do taloženja mulja, odnosno bistrenja vode, dolazi u tom istom rezervoarskom prostoru.



Povećani nivo saliniteta u otpadnim vodama dovodi do smanjenja efikasnosti procesa sa aktivnim muljem, a u ekstremnim slučajevima može dovesti i do inhibicije sistema. To konkretno znači da su raznolikost i veličina bakterijske populacije od vitalnog značaja za proces sa aktivnim muljem i da on zbog povišenog konduktiviteta može biti ugrožen. Sva dosadašnja istraživanja, pa i ova sprovedena u Vorčesterskom politehničkom institutu, utvrdila su da koncentracija soli od 1% (10 g/L) u otpadnim vodama pogađa bakterijsku populaciju. I to onu populaciju mikroorganizama koja se smatra najodgovornijom za uklanjanje zagađujućih organskih supstanci, azota i fosfora. Takođe se za 20-30% smanjuju efekti nitrifikacije koji se odvijaju u aerobnim uslovima. Pred toga je utvrđeno da se pri istom procentu saliniteta za 70% smanjuje populacija bakterija koje su odgovorne za redukciju fosfora i njegovih jedinjenja. Drugim rečima to znači da je akumulacija fosfata u ćelijama mikroorganizama za 70% niža u odnosu na uslove bez saliniteta.

Da bi se rešio problem negativnog uticaja povišenog saliniteta na bakterijsku populaciju aktivnog mulja (opadanje populacije i raznovrsnosti unutar aktivnog mulja), određene studije su svoja istraživanja usmerile na otkrivanje određenih vrsta bakterija, koje su u stanju da rastu i da se razmnožavaju u uslovima povećanih koncentracija soli. Visok salinitet dovodi do gubitka aktivnosti ćelija u aktivnom mulju. Bakterije mogu da napreduju u vodi sa salinitetom do 2%, pre nego što dođe do ozbiljne degradacije.

Istraživanja su pokazala da je za povećanje ćelijske aktivnosti moguće koristiti halofilne bakterije. Dokazano je u ovim studijama da halofilne bakterije (halofiti) dobro napreduju u visokim koncentracijama soli u otpadnim vodama i da su u stanju da daju visoke stope uklanjanja HPK.

Istraživanja sprovedena na Vorčesterskom politehničkom institutu, koja su se odnosila na halofilne bakterije, potvrdila su nalaze sprovedene na odeljenju za patologiju Medicinskog univerziteta u Harbinu u Kini. Oni su u svojim istraživanjima pronašli bakteriju koju su nazvali HI6 i koja je okarakterisana kao blago halofilna. U stanju je da izdrži salinitet do 6% (60 gNaCl/L). Optimalni uslovi za njen rast i razvoj je salinitet od 2% (20 gNaCl/L). Zbog svoje dobre sposobnosti rasta i razvoja u uslovima visokog saliniteta i otpornosti na visoke koncentracije soli, korišćen je za uklanjanje HPK.

Dalja istraživanja su pokazala dobre rezultate redukcije BPK<sub>5</sub> i HPK u sekvencijalnim šaržnim reaktorima (SBR reaktori). Harbin Univerzitet je zajedno sa Harbin inženjeringom sproveo posmatranje jednog SBR reaktora sa zasejanom bakterijom HI6 u trajanju od 300 dana sa salinitetom koji se kretao od 0 do 3% (0-30 gNaCl/L). Rezultati sprovedenih istraživanja su pokazali da SBR može da održi dobre performanse sa salinitetom do 2% (20 gNaCl/L) i da obezbedi uklanjanje BPK<sub>5</sub> i HPK sa stopom od 95%.

Rešenja sa halofilnim bakterijama imaju svoje nedostatke. Na prvom mestu je to što nisu široko rasprostranjene i što zahtevaju period kultivacije od najmanje 10 dana. Ovo jednostavno nije praktično rešenje za postrojenja koja doživljavaju samo povremene skokove saliniteta.

Određena istraživanja rađena sa bakterijskim sojevima otpornim na visoke sadržaje soli u otpadnim vodama u kombinaciji sa MBR reaktorima (membranske tehnologije) nisu dali rezultate koji bi bili praktično primenjeni na već izgrađenim postrojenjima. Možda ova rešenja budu primenljiva na budućim velikim postrojenjima.

Istraživanja koja su išla u smislu modifikacije aktivnog mulja na različite nivoe slanosti, takođe nisu dala rezultate dovoljno praktične za primenu na izgrađenim postrojenjima.

## 10.5. Uticaj saliniteta na rastvorljivost kiseonika

Pored uticaja povišenih koncentracija soli na mikroorganizme unutar aktivnog mulja, viši nivoi saliniteta dovode do smanjenja rastvorljivosti kiseonika.

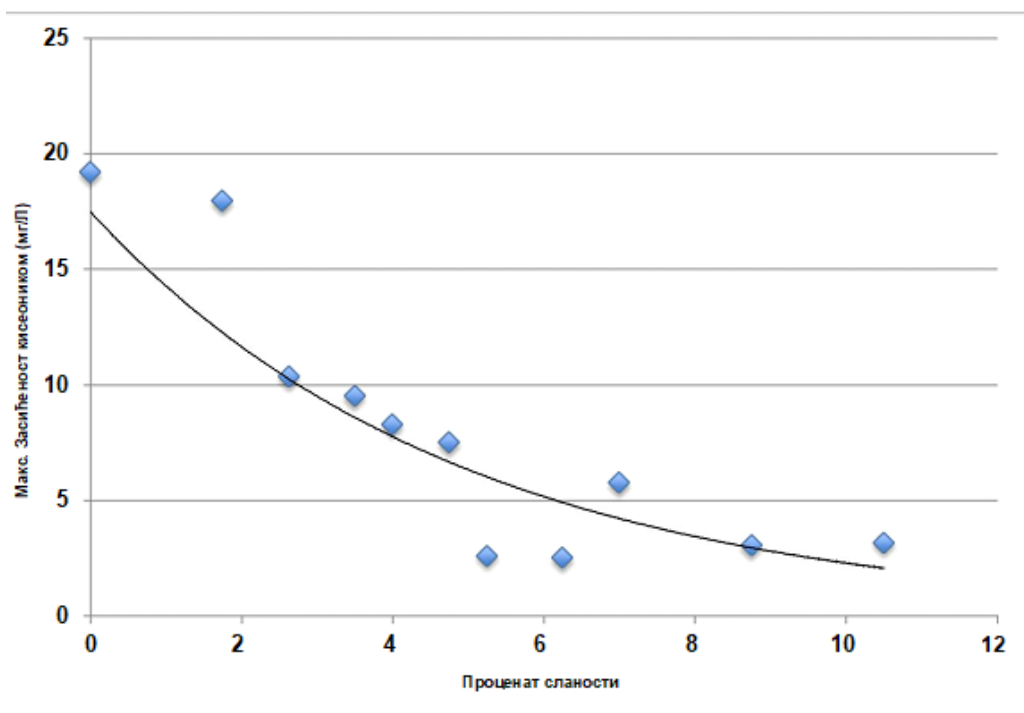
Dosadašnja istraživanja su pokazala da kako se povećava salinitet u vodi, tako opada rastvorljivost kiseonika. Istraživanja su dokazala da je rastvorljivost kiseonika u morskoj vodi 20% manja nego u slatkoj vodi pri istoj temperature i pritisku. Ako se to posmatra na molekularnom nivou, to je zbog činjenice da se voda sastoji od polarnih molekula. Kada se dodaju joni soli u vodu oni privlače molekule vode jačim silama od molekula kiseonika, što dovodi do toga da manje kiseonika može da ostane rastvoreno u vodi.

Povećani salinitet u vodi može uticati na smanjenje difuznosti kiseonika. Ovo se pripisuje uticaju soli na koeficijent aktivnosti, meru koliko rastvor odsupa od očekivanog termodinamičkog ponašanja.

Uticaj saliniteta na rastvorljivost i difuziju kiseonika, ima velikog značaja za biološke procese prečišćavanja otpadnih voda sa aktivnim muljem.

Bakterije u aktivnom mulju su aerobne, što znači da im je za rast i reprodukciju potreban kiseonik. Smanjena rastvorljivost i difuznost kiseonika utiče na smanjenje bakterijske populacije i njene stope rasta, a sa time se smanjuje i efikasnost prečišćavanja otpadnih voda, odnosno redukcija zagađujućih supstanci.

Grafik na slici br.1 prikazuje zavisnost rastvorljivosti kiseonika od sadržaja soli u vodi na temperaturi od 15-17°C.



Slika br. 1: Dijagram zasićenosti kiseonikom u zavisnosti od saliniteta

Eksperimenti su pokazali da je rastvorljivost kiseonika promenljiva i da varira u zavisnosti od temperature, pritiska i saliniteta. To govori da se rastvorljivost kiseonika prikazana na grafiku na sl. 1 odnosi samo na određeni temperaturni opseg. Pošto je rastvaranje kiseonika u vodi egzotermni process, niže temperature pomeraju ravnotežu prema formi bolje rastvorljivosti. To drugim rečima znači da je rastvorljivost kiseonika bolja u vodi niže temperature i obrnuto.

Bitno je to da su istraživanja u laboratoriji nedvosmisleno pokazala, da se rastvoreni kiseonik smanjuje kako se salinitet povećava.

Izmereno je da je rastvorljivost kiseonika u osnovnom uzorku otpadne vode bez saliniteta iznosila 19,18 mg/L. Kako se salinitet poveća na 2,63% (26,3 gNaCl/L), tako se rastvorljivost smanji na 10,33 mg/L. Ovim je dokazan i ranije objavljen podatak, da je rastvorljivost kiseonika u morskoj vodi, 20% manja od one u slatkoj vodi.

U daljim istraživanjima se pokazalo da rastvorljivost kiseonika manja od 2 mg/L u otpadnoj vodi dovodi do formiranja mrtvih zona, koje mogu podstaći anaerobne uslove. S toga se preporučuje da se projektovanje bioaeracionih reaktora bazira na sadržaju rastvorenog kiseonika od najmanje 8 mg/L.

Kad se rastvorljivost kiseonika posmatra u svetlu povišenog saliniteta, uočava se da pri 4% saliniteta (40 gNaCl/L), rastvorljivost kiseonika se kreće oko 8,28 mg/L. Ako se salinitet poveća na 4,75% (47,5 gNaCl/L), vidi se da rastvorljivost kiseonika pada na 7,49 mg/L, što je ispod kritičnog praga.

Ovi eksperimenti su pokazali da se kritičan prag saliniteta, koji može ugroziti kvalitet aeracije u bioreaktorima i smanjiti sadržaj rastvorenog kiseonika u otpadnoj vodi, kreće u granicama od 2-4% (20-40 gNaCl/L). Prema ovim istraživanjima prag saliniteta je 3,85% (38,5 gNaCl/L), što znači da otpadna voda u sebi sadrži više od 55% morske vode i da aeracioni sistem neće moći da ispuni zahteve u pogledu sadržaja rastvorenog kiseonika.

#### **10.6. Prikaz izmerenih rezultata konduktiviteta i rastvorenog kiseonika na PPOV-u**

Na PPOV-u Meljine-Herceg Novi, moguće je vršiti merenja različitih procesnih veličina, kao što su protok otpadnih voda, nivoi vode u SBR reaktorima i drugim procesnim rezervoarima, zatim protoke, temperature i pritiske komprimovanog vazduha na potisnim cevovodima kompresora-duvaljki i sl.

Ono što je za ovo poglavlje, o razmatranju uticaja saliniteta na biološki proces sa aktivnim muljem, od značaja, je svakako mogućnost merenja konduktiviteta otpadne vode na ulazu u PPOV i rastvorenog kiseonika u SBR reaktorima.

Rezultati ovih merenja su prikazani na dijagramima SCADA sistema i to za čitav period testiranja od 14-19. 03. 2022. godine.

Biće prikazani snimci SCADA sistema za sledeće ključne parametre:

- EC kriva konduktiviteta za čitav period testiranja,
- QIT kriva koncentracije kiseonika u SBR reaktorima za čitav period testiranja,
- QIT krive koncentracije kiseonika u SBR reaktorima za pojedinačne testove.

Da bi se mogle krive sa SCADA sistema pravilno čitati, navode se jedinice u kojima su merene vrednosti prikazane na dijagramima.

► Konduktivitet ili elektroprovodljivost je data u jedinicama mS/cm. Odnosi za pretvaranje mernih jedinica su sledeći:

- 1 mS/cm=1000  $\mu$ S/cm (1 mili simens po centimetru je jednak 1000 mikro simensa po centimetru,
- Za destilovanu vodu važi odnos:  
1  $\mu$ S/cm=0,5 mgNaCl/L odnosno,  
1 mS/cm=0,5 gNaCl/cm.
- Za otpadne vode sa salinitetom od 0,8 do 1,5 gNaCl/L važi odnos jedinica:  
1  $\mu$ S/cm=0,65 mgNaCl/L odnosno,

1 mS/cm=0,65 gNaCl/L.

- Za otpadne vode sa salinitetom od 3-5 gNaCl/L važi odnos jedinica:  
1  $\mu$ S/cm=0,8 mgNaCl/cm odnosno,  
1 mS/cm=0,8 gNaCl/cm.

► Rastvorljivost kiseonika je data u jedinicama mgO<sub>2</sub>/L ili samo mg/L.

Uvidom u krive koduktiviteta i rastvorenog kiseonika sa SCADA sistema će se moći uočiti zavisnost rastvorljivosti kiseonika u otpadnoj vodi od saliniteta.

Kao što je gore rečeno obuhvaćen je period testiranja od 14-19.03.2022. godine.

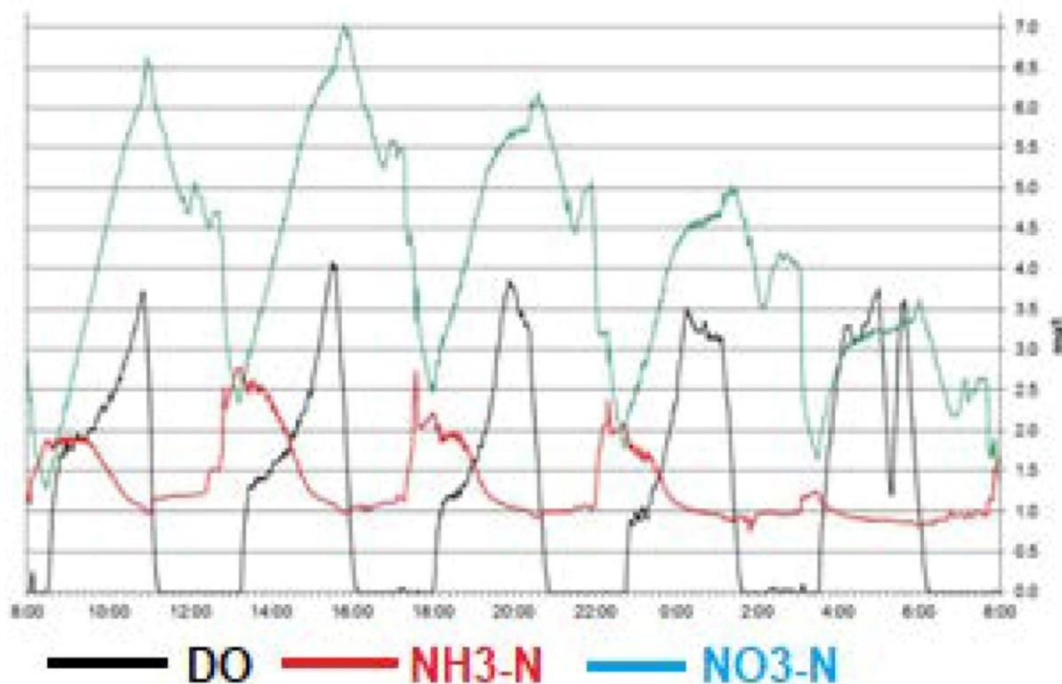
Ove krive koduktiviteta i rastvorenog kiseonika su obrađivačima Akcionog plana dostavljene od strane upravnika PPOV-a, upravo sa željom da se prouči zavisnost rastvorljivosti kiseonika od saliniteta otpadnih voda.

Da bi se mogli porediti dijagrami sa SCADA sistema, sa sličnim dijagramima na drugim postrojenjima, na sledećoj slici se prikazuje tipičan izgled krive promene koncentracije rastvorenog kiseonika kod SBR reaktora u kome se odvijaju biološki procesi nitrifikacije/denitrifikacije.

Slično kao na PPOV-u Meljine-Herceg Novi, s tom razlikom što se na postrojenju u Meljinama u otpadnoj vodi pojavljuju povišene koncentracije soli.

Dijagram je preuzet iz "Tehnološkog elaborate rada postrojenja" koji je urađen od strane IG Instituta iz Podgorice.

U Tehnološkom elaboratu se navodi izvor: "YSI, How to control activated sludge with online sensors, 2013."



Slika br.2: Tipičan izgled promene koncentracije rastvorenog kiseonika (DO – crna linija)

Na slici br. 3 biće prikazan dijagram (kriva) koduktiviteta za čitav period testiranja na PPOV-u Meljine-Herceg Novi.



Slika br. 3: Kriva promene konduktiviteta za period testiranja

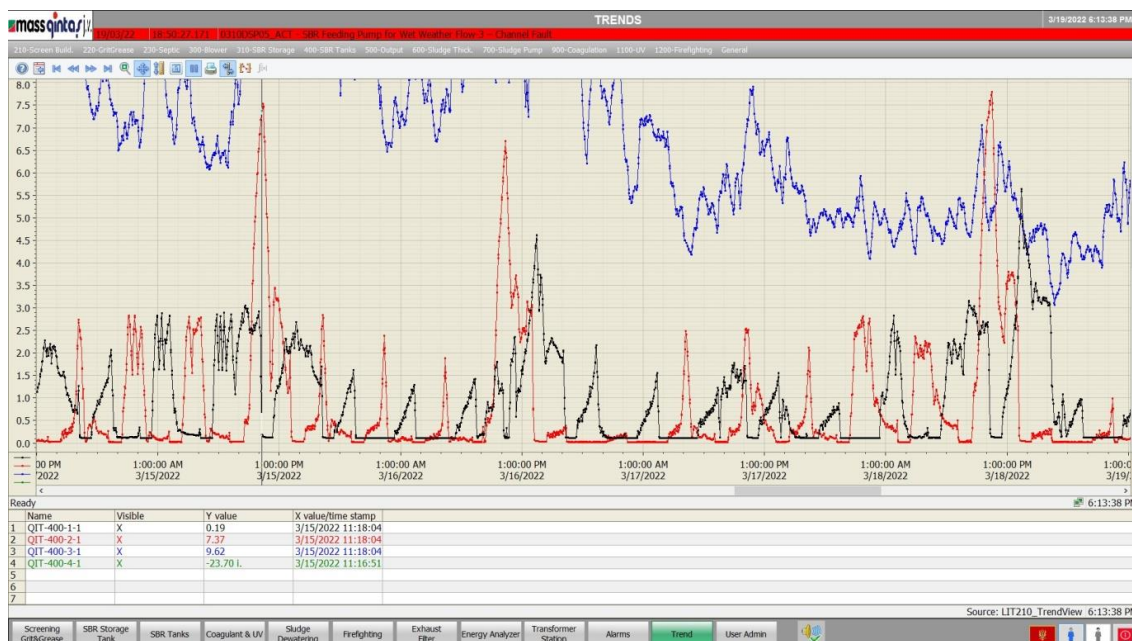
Iz dijagrama promene konduktiviteta koji je prikazan na slici br. 3 se vidi da se salinitet u periodu od 14.03. do 18.03. 2022. kretao u granicama od 2-3,8 mS/cm (1,6-3,04 gNaCl/L), odnosno od 0,16-0,30%.

Do iskakanja je došlo 19.03.2022. godine, kada se konduktivitet kretao u granicama od 0-6 mS/cm (0-4,8 gNaCl/L), odnosno od 0-0,48%.

Iz priloženog dijagrama se može zaključiti da salinitet otpadnih voda u posmatranom periodu nije bio ekstremno visok i da se kretao do 3 gNaCl/L (0,3%).

Čak je i maksimalna zabeležena vrednost od 4,8 gNaCl/L (0,48%) bila ispod kritične vrednosti od 10 gNaCl/L (1%) koja bi mogla da naruši efikasnost aktivnog mulja, kada je u pitanju redukcija zagađujućih supstanci u otpadnoj vodi.

Na sledećoj slici će se prikazati kriva koncentracije rastvorenog kiseonika za ceo posmatrani period.



Slika br.4: Dijagram promene koncentracije rastvorenog kiseonika na PPOV-u

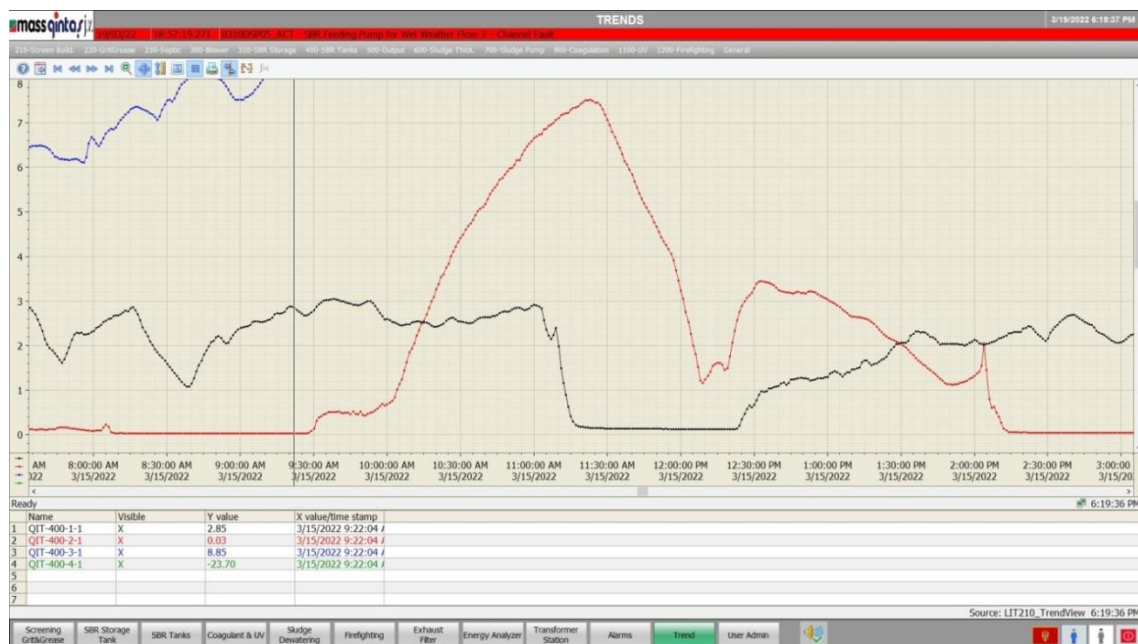
Rezultati merenja koncentracije rastvorenog kiseonika na SCADA sistemu na PPOV-u Meljine-Herceg Novi, koji su prikazani na priloženoj slici br. 4, su pokazali da postoje neznatna odstupanja u odnosu na tipične profile rastvorenog kiseonika kod SBR reaktora (Sl. br. 2).

Tipične krive koncentracije rastvorenog kiseonika (DO) u SBR reaktorima, prikazane na slici br. 2 se odnose na otpadne vode bez prisustva soli. Pod ovim uslovima se srednja vrednost rastvorenog kiseonika kretala oko 2 mg/L, dok su maksimalne koncentracije išle do 4 mg/L.

Krive koncentracije rastvorenog kiseonika (DO) u SBR reaktorima na PPOV-u Meljine, prikazane na slici br. 4 se odnose na otpadne vode sa salinitetom koji se kretao u granicama do 3 gNaCl/L (max. 4,8 gNaCl/L). Pod ovim uslovima povišenog saliniteta se srednja vrednost rastvorenog kiseonika kretala od 1-1,5 mg/L, dok su maksimalne koncentracije išle i do 8 mg/L.

Iz ovog upoređenja se može zaključiti da je koncentracija rastvorenog kiseonika na PPOV-u Meljine bila nešto niža od uobičajenih vrednosti i da uzrok tome svakako leži u povišenom salinitetu.

Takođe se može zaključiti, da iako su uslovi za rast i razvoj biocenoze aktivnog mulja, usled povišenog saliniteta otežani, bakterijska populacija prisutna u aktivnom mulju se prilagodila, tako da se biološki proces prečišćavanja otpadnih voda nesmetano odvijao. Sada će se u narednim slikama prikazati koncentracije rastvorenog kiseonika za sprovedene pojedinačne testove. Ti dijagrami se odnose na SBR reaktore koji su testirani 15.03.2022., 16.03.2022. i 18.03.2022. godine.



Sl. br. 5: Kriva rastvorenog kiseonika za pojedinačni test (15.03.2022.)

Iz dijagrama na slici br. 5 se vidi da je srednja vrednost koncentracije rastvorenog kiseonika bila oko 2 mg/L, sa pikom koji je išao na 7,5 mg/L. U tom posmatranom periodu se salinitet kretao od 2,5-3,5 mS/cm, odnosno 2-2,8 gNaCl/L (0,2-0,28%). Ovo neznatno povišenje saliniteta nije značajno uticalo na koncentraciju rastvorenog kiseonika. Može se zaključiti da se proces prečišćavanja otpadnih voda u SBR reaktoru odvijao nesmetano, jer se biocenoza aktivnog mulja prilagodila povišenom salinitetu.



Sl. br. 6: Kriva rastvorenog kiseonika za pojedinačni test (15.03.2022.)

Iz dijagrama na slici br. 6 se vidi da je srednja vrednost koncentracije rastvorenog kiseonika bila oko 1,5 mg/L, sa pikom koji je išao na 7,5 mg/L. U tom posmatranom periodu se salinitet kretao od 3-3,5 mS/cm, odnosno 2,4-2,8 gNaCl/L (0,24-0,28%). Ovo neznatno povišenje saliniteta nije značajno uticalo na koncentraciju rastvorenog kiseonika.

Može se zaključiti da se proces prečišćavanja otpadnih voda u SBR reaktoru odvijao nesmetano, jer se biocenoza aktivnog mulja prilagodila povišenom salinitetu.

Na sledećoj slici br. 7 je prikazan dijagram rastvorenog kiseonika za pojedinačni test koji se odvijao u SBR reaktoru 16.03.2022. godine.

Iz dijagrama na slici br. 7 se vidi da je u početku procesa srednja vrednost koncentracije rastvorenog kiseonika bila oko 2,5 mg/L, sa pikom koji je išao na 6,7 mg/L.

Nakon toga je srednja vrednost koncentracije rastvorenog kiseonika opala na oko 0,3 mg/L. U tom posmatranom periodu se salinitet otpadnih voda se kretao od 2-2,9 mS/cm, odnosno 1,6-2,32 gNaCl/L (0,16-0,23%). Ovo neznatno povišenje saliniteta nije značajno uticalo na koncentraciju rastvorenog kiseonika u prvom delu odvijanja procesa, da bi u drugom delu došlo do pada koncentracije rastvorenog kiseonika.

Ali i pored ovoga se može se zaključiti da se proces prečišćavanja otpadnih voda u SBR reaktoru odvijao bez većih smetnji.

To znači da se bakterijska populacija aktivnog mulja prilagodila povišenom salinitetu.



Sl. br. 7: Kriva rastvorenog kiseonika za pojedinačni test (16.03.2022.)

Na sledećoj slici br. 8 su prikazani dijagrami rastvorenog kiseonika za drugi SBR reaktor na kome se obavio pojedinačni test, takođe u istom periodu od 16.03.2022. godine.





Sl. br. 8: Kriva rastvorenog kiseonika za pojedinačni test (16.03.2022.)

Iz dijagrama na slici br. 8 se vidi da je u početku procesa srednja vrednost koncentracije rastvorenog kiseonika bila blizu 0, da bi se nakon toga srednja vrednost koncentracije rastvorenog kiseonika popela na oko 2,0 mg/L, sa pikom koji je išao na 6,7 mg/L.

Nakon toga je srednja vrednost koncentracije rastvorenog kiseonika opala na oko 0,3 mg/L. U tom posmatranom periodu se salinitet otpadnih voda se kretao od 2-2,9 mS/cm, odnosno 1,6-2,32 gNaCl/L (0,16-0,23%). Ovo neznatno povišenje saliniteta nije značajno uticalo na koncentraciju rastvorenog kiseonika u prvom delu odvijanja procesa, da bi u drugom delu došlo do pada koncentracije rastvorenog kiseonika.

Ali i pored ovoga se može zaključiti da se proces prečišćavanja otpadnih voda u SBR reaktoru odvijao bez većih smetnji.

Iz posmatranja ovih dijagrama se može zaključiti da se proces prečišćavanja otpadnih voda sa povišenim salinitetom odvija u oba SBR reaktora na približno isti način. Odnosno da povišeni salinitet otpadnih voda utiče na koncentracije rastvorenog kiseonika u oba posmatrana SBR reaktora, ali da su razlike u odstupanjima neznatne i da nemaju većih posledica na efikasnost prečišćavanja.

Na kraju će se posmatrati dijagram koncentracije rastvorenog kiseonika za pojedinačni test u jednom od SBR reaktora za period od 18.03.2022. godine. Taj dijagram je predstavljen na sledećoj slici br. 9.



Sl. br. 9: Kriva rastvorenog kiseonika za pojedinačni test (18.03.2022.)

Dijagram na slici br. 9 ne odstupa u velikoj meri u odnosu na prethodno posmatrane dijagrame koncentracije rastvorenog kiseonika na SBR reaktorima PPOV-a.

Iz dijagrama na slici br. 9 se vidi da je u početku procesa, srednja vrednost koncentracije rastvorenog kiseonika bila blizu 0, da bi se nakon toga srednja vrednost koncentracije rastvorenog kiseonika popela na oko 3,0 mg/L, sa pikom koji je išao na 8,0 mg/L.

Nakon toga je srednja vrednost koncentracije rastvorenog kiseonika opala na oko 0,3 mg/L. U tom posmatranom periodu se salinitet otpadnih voda se kretao od 2,8-4,4 mS/cm, odnosno 2,24-3,52 gNaCl/L (0,22-0,35%). Ovo izraženije povišenje saliniteta u drugom delu procesa je nešto značajnije uticalo na smanjenje koncentracije rastvorenog kiseonika za posmatrani period.

Pojedinačni test na ovom SBR reaktoru, koji je sproveden u cilju ispitivanja koncentracija rastvorenog kiseonika i odgovarajući dijagrami, ukazuju da se proces prečišćavanja otpadnih voda u SBR reaktoru odvijao bez većih smetnji, čak i u slučaju povišenog saliniteta koji je premašivao vrednost od 3,5 gNaCl/L.

Iz posmatranja ovih dijagrama se može zaključiti da se proces prečišćavanja otpadnih voda sa povišenim salinitetom, odvija u ovom SBR reaktoru na približno isti način, upoređujući ih sa krivama koncentracije rastvorenog kiseonika u odnosu na prethodno posmatrane pojedinačne testove. Odnosno da povišeni salinitet otpadnih voda utiče na koncentracije rastvorenog kiseonika u posmatranom SBR reaktoru, ali da su razlike u odstupanjima neznatne, u odnosu na ostale slučajeve pojedinačnih testova i da nemaju većih posledica na efikasnost prečišćavanja.

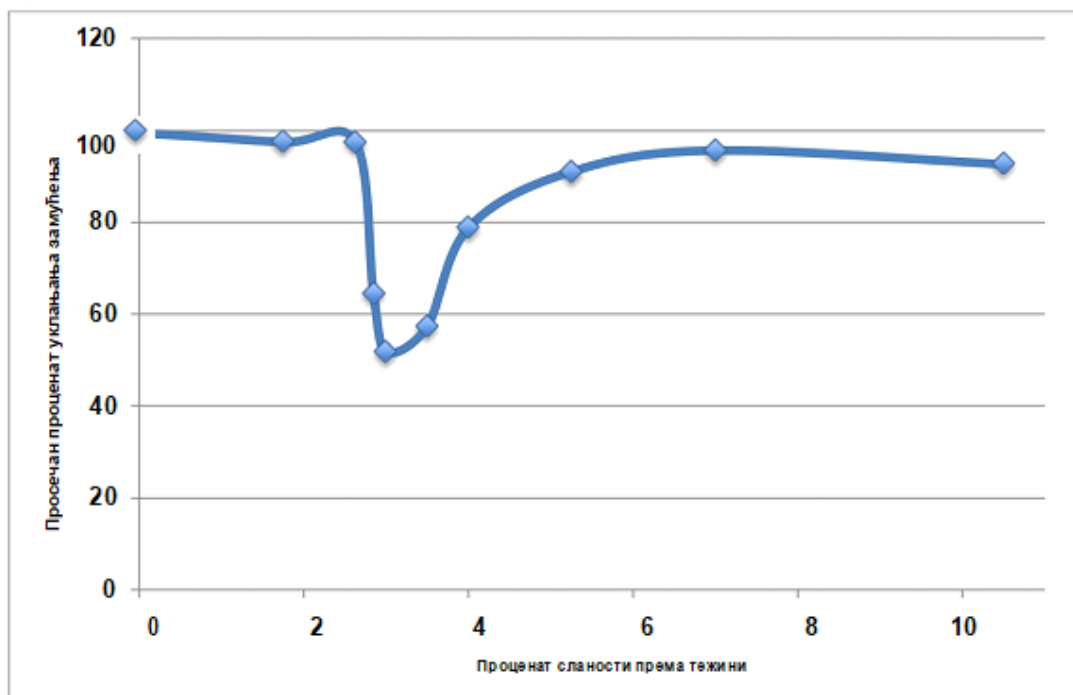
### 10.7. Salinitet i sedimentacija

Što se tiče uticaja saliniteta na sedimentaciju mišljenja u naučnim krugovima su podeljena. Neka istraživanja sugerišu da povećani salinitet otežava istaložavanje čvrstih materija u vodi. Povećani salinitet povećava gustinu vode, odnosno što je u vodi više mase soli po jedinici zapremine, rastvor je gušći. Otpadne vode veće gustine mogu predstavljati problem za odvijanje procesa sedimentacije. Ako je velika razlika između gustine vode i gustine flokula aktivnog mulja, taloženje mulja se odvija otežano, a u krajnjoj liniji, ova pojava može u potpunosti da inhibira taloženje. Ono što je apsolutno sigurno je da pri otežanim uslovima bistrenja otpadnih voda, koja su izazvana povećanom gustinom vode, velike količine suspendovanih čvrstih materija i flokula aktivnog mulja ostaju u efluentu otpadnih voda.

Na dijagramu, na sledećoj slici, su prikazani prosečni procenti uklanjanja zamućenosti, do kojih se došlo tokom sprovođenja eksperimenta sedimentacije. Tokom sprovođenja istraživačkog testa bistrenja, povećavani su procenti slanosti, pre sprovođenja početne vrednosti zamućenosti. Iz tog razloga su podaci na slici prikazani kao procenti promena od početnog do konačnog nivoa zamućenosti u uzorcima nakon sedimentacije.

Kriva prikazuje da se u početku povećanja procenta slanosti, bistrenje malo menjalo i da su efekti sedimentacije i dalje bili visoki, bez obzira što se salinitet vode povećavao.

Takav trend se održavao do 2% saliniteta, odnosno sadržaja soli u vodi do 20 gNaCl/L.



Sl. br. 10: Prosečan procenat smanjenja zamućenosti (efekata sedimentacije)

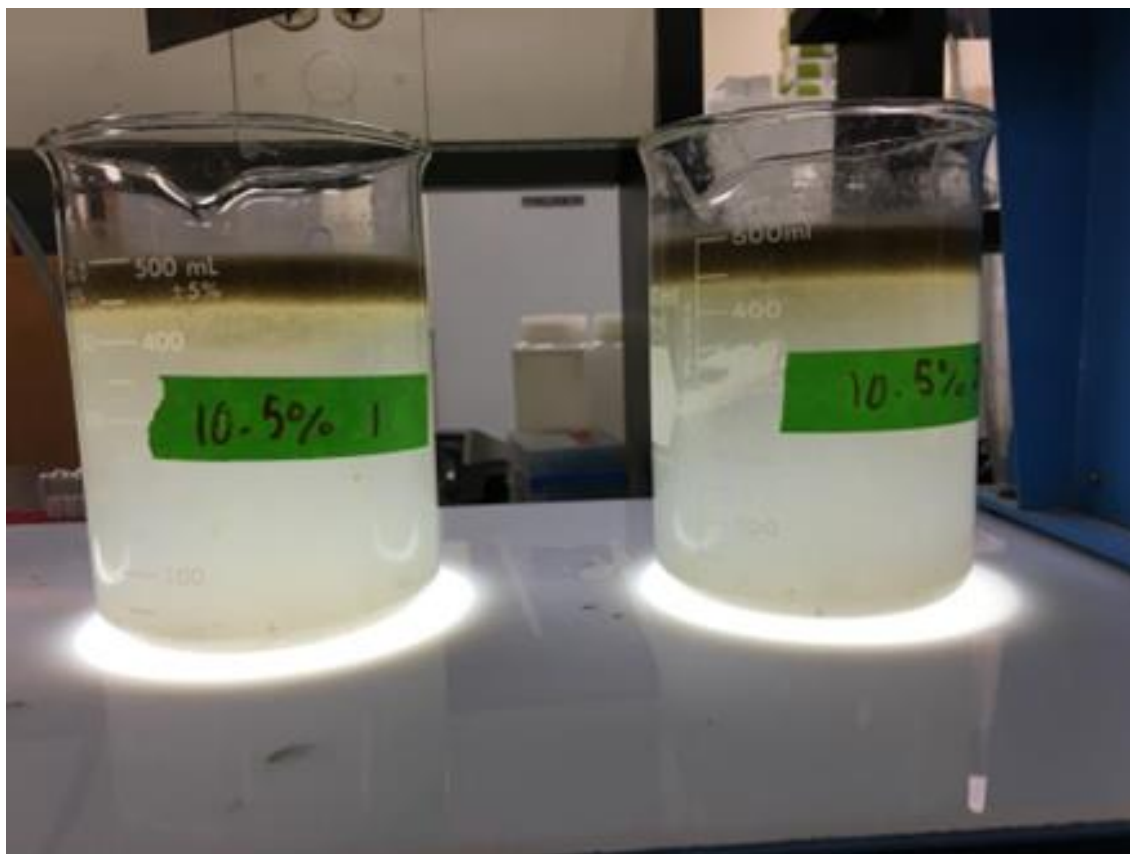
Nakon toga, sa povećanjem saliniteta u otpadnim vodama, u granicama od 2-4% (20-40 gNaCl/L), dolazi do pada efikasnosti sedimentacije. Procenat uklanjanja zamućenosti pada i do 50% pri salinitetu od 3% (30 gNaCl/L). Sa daljim porastom saliniteta otpadnih voda, počinje postepen porast procenta uklanjanja zamućenosti. Taj trend se održava sve do nekih 6% (60 gNaCl) sadržaja soli u otpadnim vodama. Procenti uklanjanja zamućenosti se povećavaju do nekih 95% i približno ostaju konsantni, bez obzira što se salinitet otpadnih voda i dalje povećava.

Za one čitaoce koji žele da se salinitet izražava kao konduktivitet i da se iskazuje u jedinicama mS/cm, preračunavanja su sledeća:

- 20 gNaCl/L=25 mS/cm,
- 40 gNaCl/L=50 mS/cm,
- 60 gNaCl/L=75 mS/cm i
- 100 gNaCl/L=125 mS/cm.

Dalje praćenje procenta uklanjanja zamućenosti sa porastom saliniteta gubi smisao, jer i samo povećanje sadržaja soli u vodi, direktno doprinosi zamućenosti uzorka.

Pored ovoga, istraživanja su pokazala da u rasponu od 5-10% saliniteta, suspendovane čvrste materije u tim uzorcima isplivavaju na površinu, što se vidi na sledećoj slici.



Sl. br. 11: Sedimentacija visokog saliniteta

Ovaj fenomen je rezultat povećanja gustine vode, dodavanjem povećanih količina soli (preko 50 gNaCl/L). U ovim uslovima saliniteta, gustina mulja formirana od čvrstih suspendovanih materija, postaje manja od gustine vode i počinje da lebdi i da isplivava na površinu vode.

Ova pojava predstavlja problem za već izgrađena postrojenja, jer su taložnici projektovani tako, da se mulj evakuiša sa dna, a ne sa površine.

Kritični prag saliniteta je dvostruk: pri procentima saliniteta od 2,63% (26,3 gNaCl/L) postoji značajno smanjenje uklanjanja zamućenosti, a pri procentima saliniteta iznad 3% (30 gNaCl/L), počinju flokule mulja da isplivavaju na površinu.

Ova istraživanja su pokazala još jednu osobinu sedimentacije pri visokim koncentracijama soli u vodi, a to je brža dekantacija vode od suspendovanih materija. Dekantacija čvrsto/tečno se odvija brže u uzorcima sa salinitetom od 7% i većim, nego u uzorcima sa nižim salinitetom.

Tokom istraživanja ove pojave, primećeno je da se u uzorcima sa salinitetom većim od 10,5% (105 gNaCl/L), dekantacija završi za nekoliko minuta. Po ponovnom mešanju i puštanju da se obavi dekantacija, ceo proces razdvajanja se završi u roku od 30 s.

Ova prednost u brzini sedimentacije, koja se odvija u suprotno smeru, se svakako neće moći koristiti na već izgrađenim postrojenjima, jer su taložnici projektovani da se mulj taloži na dno, ali je moguća primena na nekim budućim postrojenjima.

Na sledećoj slici su prikazani rezultati ispitivanja procesa sedimentacije, pri povišenom salinitetu.



Sl. br. 12: Rezultati eksperimenta sedimentacije

Kao što se na gornjoj slici vidi, pri salinitetu od 2,85% (28,5 gNaCl/L), odvajanje čvrsto/tečno se slabo odvija i deo mulja se taloži, a deo isplivava na površinu. Ono što je za ovu oblast saliniteta uočljivo jeste nedoslednost rezultata, što bi bilo teško primenljivo na rekonstrukciju postojećih postrojenja.

To znači da tipični procesi taloženja ne bi bili efikasni sa otpadnom vodom koja se sastoji od 40% morske vode.

Na nivoima saliniteta iznad 3%, razdvajanje je i dalje slabo, ali flokule u potpunosti isplivavaju na površinu vode.

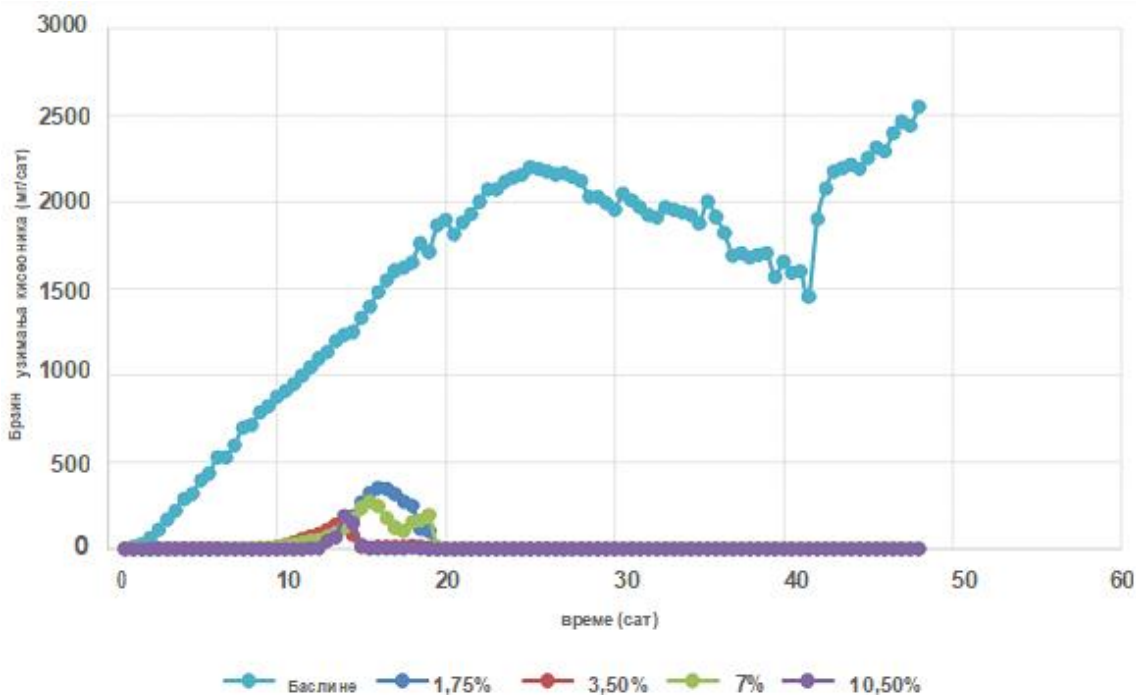
Kada se proces sedimentacije na PPOV-u Meljine-Herceg Novi, posmatra u svetlu rezultata ovih gore prikazanih istraživanja, jasno je da se na postrojenju neće javljati problem sa bistrenjem otpadnih voda u SBR reaktorima, jer maksimalne vrednosti saliniteta otpadnih voda koje dospevaju na obradu na PPOV, ne prelaze granicu od 10 gNaCl/L (1%), odnosno 12,5 mS/cm.

Maksimalna zabeležena vrednost saliniteta tokom 2020., 2021. i 2022. godine je iznosila 9,0 gNaCl/L, što je registrovano u Izveštaju od 30.08. 2022. godine.

### 10.8. Salinitet i respirometrija

Laboratorijska ispitivanja respirometrije su vršena da bi se utvrdilo uklanjanje BPK<sub>5</sub> na različitim nivoima saliniteta otpadnih voda.

Tokom tih istraživanja su se dobili podaci tokom eksperimentisanja sa respirometrijom u periodu od 48<sup>h</sup>. Ti podaci su prikazani na dijagramu na sledećoj slici.



Sl. br. 13: Brzine unosa kiseonika tokom vremena

Podaci na dijagramu na slici br. 13 predstavljaju pronađenu brzinu unosa kiseonika tokom sprovedenih laboratorijskih istraživanja koja su se odnosila na respiometriju.

Istraživanja su rađena za različite nivoe saliniteta, rezultati usrednjeni da bi se mogao dobiti grafikon prikazan na gornjoj slici.

Na slici se jasno vidi da je u uzorcima bez prisustva soli brzina unosa kiseonika najveća i da daleko nadmašuje brzine unosa kiseonika kod uzoraka sa višim koncentracijama kiseonika.

Još ranije je rečeno da bakterijska populacija u uzorcima zahteva kiseonik potreban za konzumiranje rastvorenih organskih zagađujućih supstanci, pa je stoga brzina unosa kiseonika direktan indikator rasta ćelija i uklanjanja BPK<sub>5</sub>.

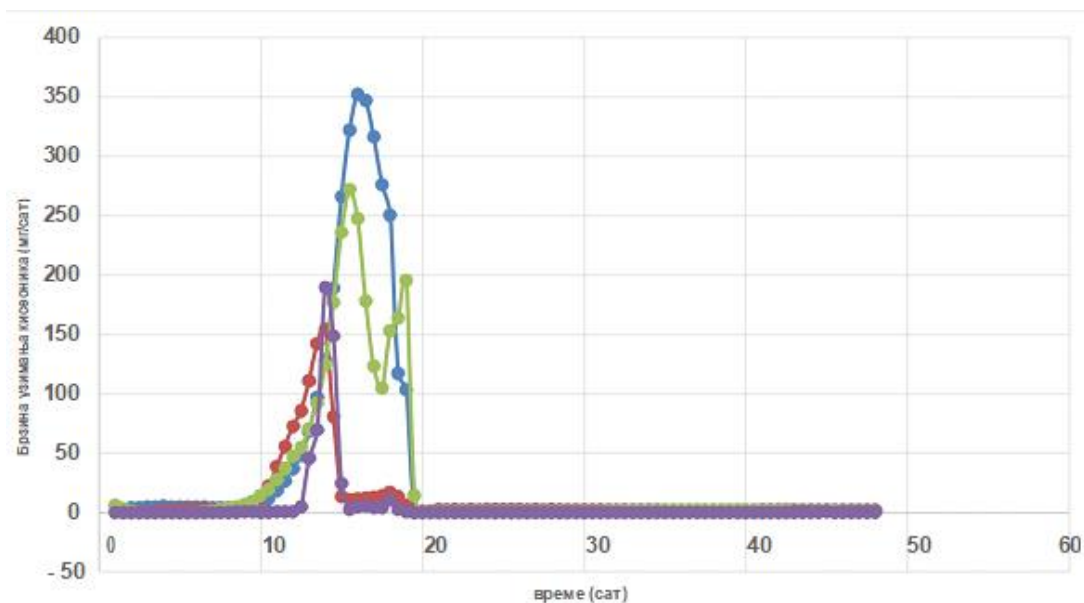
Tokom istraživanja se očekivalo da je brzina unosa kiseonika u uzorcima bez saliniteta najveća, ali kako se nivo saliniteta povećavao, brzina unosa kiseonika se smanjivala.

Kako se iz grafikona vidi, značajno smanjenje brzine unosa kiseonika je uočeno kod uzorka sa 1,75% (17,5 gNaCl/L).

Dalja istraživanja su pokazala da je aktivni mulj pretrpeo ozbiljan gubitak bioaktivnosti na nivou saliniteta od oko 2% (20 gNaCl/L).

Ovo je navelo istraživače da uzgajaju mikroorganizme pri povišenim sadržajima soli u otpadnim vodama, kako bi ih naveli da se prilagode većem salinitetu.

Na sledećoj slici su prikazane krive povećanja brzine uzimanja kiseonika, u uzorcima sa različitim nivoima saliniteta, u odnosu na vreme.



Sl. br. 14: Uvećanje krive brzina uzimanja kiseonika u uzorcima povećanog saliniteta (legenda krivih iz sl. 13 važi i za ovu sliku)

U uzorcima sa povišenim salinitetom (1,75%, 3,50%, 7% i 10,5%), brzina unosa kiseonika je počela da raste tek nakon 10-13 sati sprovođenja eksperimenta. Ovaj fenomen, poznat kao vreme kašnjenja, ukazuje na to, da je bakterijskoj populaciji bilo potrebno vreme, da se prilagodi okruženju koje ju je zadesilo povećanjem saliniteta.

Nakon faze kašnjenja bakterije su počele da troše kiseonik, što ukazuje na adaptaciju na povećanje koncentracije soli u otpadnoj vodi.

Podaci sa grafiokana pokazuju da će uzorci sa većim salinitetom doživeti značajno smanjenje brzine unosa kiseonika i povećanje vremena kašnjenja. Ovo ukazuje da povišeni salinitet negativno utiče na bakterijsku populaciju unutar aktivnog mulja, koja je presudna za uklanjanje BPK<sub>5</sub>.

Očekivanja su da će biološki procesi prečišćavanja otpadnih voda biti uveliko ugroženi pri nivoima saliniteta od 1,75% (17,5 gNaCl/L) i većoj.

Kritični prag nije tačno definisan, ali se smatra da nivoi saliniteta ispod 1% (10 gNaCl/L) neće u velikoj meri ugroziti aktivnost bakterijske populacije u aktivnom mulju, odnosno da će vreme kašnjenja biti daleko kraće i da će se mikroorganizmi brže prilagoditi uslovima sa nižim procentima saliniteta.

### 10.9. Rezime analize uticaja saliniteta na biološke procese u SBR reaktorima

Eksperimenti sprovedeni u laboratorijama Vorčesterskog politehničkog instituta su pokazali, da povećan nivo saliniteta u otpadnim vodama, značajno utiče na rastvorljivost kiseonika u aeracionim procesima, zatim na procese sa aktivnim muljem, kao i na procese sedimentacije i brzine unosa kiseonika u sistem. A većina tih procesa su zastupljeni na već izgrađenim postrojenjima.

Kritičan prag saliniteta, koji može ugroziti kvalitet aeracije u bioreaktorima i smanjiti sadržaj rastvorenog kiseonika u otpadnoj vodi, se kreće u granicama od 2-4% (20-40 gNaCl/L).

Raspon saliniteta između 2,63% i 5,24% (26,3 gNaCl/L i 52,4 gNaCl/L) je pokazalo na loše odvajanje flokula mulja i stoga procesi sedimentacije ne mogu biti dovoljno efikasni. Pri salinitetu od 5,25% (52,5 gNaCl/L) u otpadnoj vodi mulj isplivava na površinu vode. Kada aktivni mulj dođe u kontakt sa otpadnim vodama koje sadrže preko 2,63% (26,3 gNaCl/L) saliniteta potreban mu je duži period aklimatizacije za bakterijsku populaciju, dok su efekti uklanjanja BPK<sub>5</sub> smanjeni.

Saliniteti od 1,75% (17,5 gNaCl/L) i veći značajno utiču na brzine unosa kiseonika i produženje vremena kašnjenja.

### 10.10. Zaključci

Kada se rad PPOV-a Meljine-Herceg Novi, sa povišenim nivoima saliniteta otpadnih voda, posmatra u svetlu ovih gore prikazanih rezultata istraživanja, mogu se izvući sledeći zaključci:

► PPOV Meljine-Herceg Novi radi pod uslovima povišenog saliniteta otpadnih voda, koja su daleko manja od nivoa saliniteta, u odnosu na ugrožena obalna postrojenja, koja su bila predmet istraživanja u cilju iznalaženja načina, kako da se prevaziđu nastali problemi izazvani povećanim koncentracijama soli u otpadnim vodama,

► PPOV Meljine-Herceg Novi prečišćava otpadnu vodu sa nivoima saliniteta, koji su daleko niži od nivoa saliniteta, pri kojima su sprovedena laboratorijska istraživanja,

► Kritični pragovi saliniteta za pojedine procese koji su sprovedeni tokom istraživanja u laboratoriji su: 2-4% za rastvoreni kiseonik, 2,63% za sedimentaciju, 2,63% za aktivni mulj, 1,75% za brzinu unosa kiseonika, su pokazali da su se ta ispitivanja sprovedila na daleko višim nivoima saliniteta, od nivoa saliniteta otpadnih voda, koje se prerađuju na PPOV-u Meljine-Herceg Novi,

► Analizom izmerenih rezultata konduktiviteta, rastvorenog kiseonika, zatim sprovedenih oglada sedimentacije na PPOV-u Meljine-Herceg Novi, se ustanovilo da se sve faze procesa biološkog prečišćavanja odvijaju ispod 1% (10 gNaCl/L) nivoa saliniteta u otpadnim vodama,

► Izmerene vrednosti konduktiviteta na PPOV-u Meljine-Herceg Novi, su pokazali da je za trogodišnji period (2020-a, 2021-a i 2022-a godina), prosečna vrednost saliniteta iznosila 3,28 gNaCl/L, odnosno 0,32%, ili 4,1 mS/cm,

► PPOV Meljine-Herceg Novi će u većem delu godine raditi u opsegu saliniteta od 3-5 gNaCl/L, odnosno 0,3-0,5%, a to je granica saliniteta na koju se bakterijska populacija aktivnog mulja brzo adaptira, aeracija odvija nesmetano uz obezbeđenje dovoljne koncentracije rastvorenog kiseonika, uslovi za odvijanje procesa sedimentacije ostaju povoljni, a BPK<sub>5</sub> efikasno redukuje,

► Kritični prag saliniteta, za PPOV Meljine-Herceg Novi, se može usvojiti da bude 1% (10 gNaCl/L) i da se u tim uslovima obavi adaptacija aktivnog mulja, kako bi se otpadne vode tog stepena saliniteta efikasno prečišćavale,

► Adaptacija aktivnog mulja je potrebno da se odvija postupno i u slučaju pojave otpadnih voda većeg saliniteta od kritične granice, da se opterećenje SBR reaktora obavlja sa malim protocima dotoka u dužem periodu vremena, kako bi se bakterijskoj populaciji ostavilo dovoljno vremena na postepenu aklimatizaciju na novo okruženje.



## 11. ANALIZA PRORAČUNSKIH PARAMETARA PPOV-a

Projektne vrednosti hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV Meljine-Herceg Novi se ne razlikuju od Idejnog projekta koji je uradio „Dahlem“ Germany 2010. godine, odnosno Glavnih projekata koje je uradio „Mass/Gintas“-Turska 2014. godine.

Pa su tako iz Idejnog projekta preuzete sledeće vrednosti iz tabele br. 1.13 sa strane 41 i unete u tabelu br. 9 kako sledi:

Tabela br. 9: Projektovani kapaciteti za PPOV (Idejni projekat)

Projektni parametar	Jedinica	Kapacitet I Faza		Kapacitet II Faza	
		Zima	Leto	Zima	Leto
Ekvivalentni stanovnici	ES	40.100,00	65.300,00	41.600,00	69.100,00
Dnevni protok	m <sup>3</sup> /d	8.483,00	13.370,00	9.120,00	13.856,00
Prosečni protok	m <sup>3</sup> /h	353,00	557,00	379,00	577,00
Satni vršni protok	m <sup>3</sup> /h	1.729,00	2.259,00	1.814,00	2.341,00
Stepen zagađenja	Kg BPK <sub>5</sub> /dan	2.406,00	3.918,00	2.496,00	4.146,00

Podaci iz Glavnog projekta za zimski režim rada su uneti u tabelu br. 10 i iznose:

Tabela br. 10: Projektovani kapaciteti za PPOV (Glavni projekat-Zimski režim)

1.01	Proticaji za proračun		Faza 1	Faza 2
1.02	Maksimalni protok prilikom padavina	m3/d	41.496.00	43.536.00
		m3/h	1.729.00	1.814.00
1.03	Maksimalni protok pri suvom vremenu weather flow	m3/d	15.912.00	17.064.00
		m3/h	663.00	711.00
1.04	Prosječni protok pri suvom vremenu	m3/d	8.483.00	9.120.00
		m3/h	353.46	380.00
1.05	Minimalni protok	m3/d	6.744.00	7.248.00
		m3/h	281.00	302.00
2.03	BPK	kg/d	2.406.0	2.496.0

Podaci iz Glavnog projekta za letnji režim rada su uneti u tabelu br. 11 i iznose:

Tabela br. 11: Projektovani kapaciteti za PPOV (Glavni projekat-Letnji režim)

1.01	Proticaji za proračun		Faza 1	Faza 2
1.02	Maksimalni protok prilikom padavina	m3/d	54.216.00	56.184.00
		m3/h	2.259.00	2.341.00
1.03	Maksimalni protok pri suvom vremenu weather flow	m3/d	28.656.00	29.688.00
		m3/h	1.194.00	1.237.00
1.04	Prosječni protok pri suvom vremenu	m3/d	13.370.00	13.856.00
		m3/h	557.08	577.33
1.05	Minimalni protok	m3/d	9.264.00	9.600.00
		m3/h	386.00	400.00
2.03	BPK	kg/d	3.918.0	4.146.0

Tehnološki (procesni) proračuni u Idejnom i Glavnim projektima su urađeni na osnovu ovih podataka o vrednostima hidrauličkog i organskog opterećenja i na osnovu njih su dimenzionisane reakcione zapremine i izabrana hidrotehnička (mašinska) oprema.

Ono što je ovde uočljivo, je to da su ove projektovane vrednosti hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a, daleko veće od onih vrednosti koje su rezultat merenja na postrojenju tokom dosadašnjeg eksploatacionog perioda. Ti rezultati su prikazani u tabelama br. 1, 2, 3 i 4 i odlikavaju postojeće stanje na PPOV-u.

„Tehnološki elaborat rada postrojenja“ koji je uradio Institut za građevinarstvo iz Podgorice 2022. godine uvodi radi svojih proračuna nešto drugačije vrednosti hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a koji su delimično bazirani na merenim rezultatima (postojeće stanje), a delimično na korigovanoj proceni broja turista za period leto 2021.

Tako da Elaborat uvodi u razmatranje kapacitete postrojenja za period zima 2021. (dve projekcije) i leto 2021. (tri projekcije).

Ovde je potrebno konstatovati da Elaborat uvodi u razmatranje brojčane vrednosti količine vode od infiltracije, dok Idejni i Glavni projekti vode od infiltracije procenjuju procentualno od komunalnih otpadnih voda, prilikom definisanja hidrauličkog opterećenja PPOV-a.

Ono što je takođe uočljivo kod Elaborata je to, da se ne može zaključiti na osnovu čega su količine infiltrirane vode definisane, ali je iz navedenih vrednosti jasno da se one kreću od 41-51% od računskih vrednosti količina komunalnih otpadnih voda u letnjem periodu, pa do 128% od računskih količina komunalnih otpadnih voda u zimskom period.

Idejni projekat je za određivanje količina infiltrirane vode procenio da je to 30% od prosečnog dnevnog protoka komunalnih otpadnih voda pri suvom vremenu u letnjem periodu, odnosno 100% od prosečnog dnevnog protoka komunalnih otpadnih voda pri suvom vremenu u zimskom periodu.

Još jedna razlika je karakteristična između Elaborata i Idejnog, odnosno Glavnog projekta kada je u pitanju hidrauličko i organsko opterećenje PPOV-a, a to je da Elaborat ne razmatra opterećenje od industrije, dok Idejni i Glavni projekti ta opterećenja uzimaju u obzir.

Ovde se može konstatovati da se ove razlike mogu zanemariti, jer količine otpadnih voda iz industrije su samo mali deo ukupnih otpadnih voda od stanovništva i turista, da su greške beznačajne bez obzira da li su te vode uzete u obzir, ili se o njima nije vodilo računa.

Podaci o hidrauličkom i organskom opterećenju PPOV-a, koje se navode u Elaborat, su tabelarno prikazani u sledećoj tabeli br. 12:

Tabela br. 12: Podaci za tehnološki proračun PPOV-a (podaci iz Elaborata IG Instituta)

Projektni parametar	Jedinica	Zima 2021.		Leto 2021.		
		Broj ekvivalenata		Broj ekvivalenata		
		13.000,00	22.000,00	35.000,00	40.000,00	50.000,00
Računski protok	m <sup>3</sup> /dan	-	2.970,00	-	5.400,00	6.750,00
Infiltracija	m <sup>3</sup> /dan	-	3.802,00	-	2.765,00	2.765,00
Srednji protok pri suvom vremenu	m <sup>3</sup> /dan	-	6.772,00	-	8.165,00	9.515,00
Maksimalni protok pri suvom vremenu	m <sup>3</sup> /dan	-	11.496,00	-	15.293,00	15.293,00
Maksimalni računski protok	m <sup>3</sup> /dan	-	15.700,00	-	24.540,00	24.540,00

prilikom padavina						
Dnevno organsko opterećenje	Kg BPK <sub>5</sub> /dan	780,00	1.320,00	2.100,00	2.400,00	3.000,00

Ono što je ovde potrebno navesti, a što je korišćeno u definisanju hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a, su vrednosti specifične dnevne potrošnje vode po ekvivalentnom stanovniku, kao i specifično dnevno organsko zagađenje po ekvivalentnom stanovniku.

Pa su tako u Idejnom i Glavnom projektu korišćene sledeće vrednosti:

$$SPV = 200 \frac{l}{ES, dan} \text{ -specifična potrošnja vode,}$$

$$B_{ES} = 60 \frac{gBPK_5}{ES, dan} \text{ -specifično organsko zagađenje.}$$

U Elaboratu Instituta za građevinarstvo su korišćene sledeće vrednosti:

$$SPV = 135 \frac{l}{ES, dan} \text{ -specifična potrošnja vode,}$$

$$B_{ES} = 60 \frac{gBPK_5}{ES, dan} \text{ -specifično organsko zagađenje.}$$

Pored toga je u Elaboratu, količini komunalnih otpadnih voda, koje su računane preko navedene specifične potrošnje vode, pridodata i količina infiltrirane vode, bez obrazloženja na osnovu čega se ona definisala.

Radi upoređivanja vrednosti hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a koje se navode u posmatranim podlogama (priloženim projektima i elaboratu), biće napravljena uporedna tabela br. 13.

Tabela br. 13: Uporedne vrednosti hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a

Izvor (Dokument)	Period	Protok (m <sup>3</sup> /dan)	Organsko opterećenje (kg BPK <sub>5</sub> /dan)	Broj ekvivalentnih stanovnika (ES)
Idejni projekat	Zima 2023.	8.483,00	2.406,00	40.100,00
	Leto 2023.	13.370,00	3.918,00	65.300,00
	Zima 2033.	9.120,00	2.496,00	41.600,00
	Leto 2033.	13.856,00	4.146,00	69.100,00
Glavni projekat	Zima I faza	8.483,00	2.406,00	40.100,00
	Zima II faza	9.120,00	2.496,00	65.300,00
	Leto I faza	13.370,00	3.918,00	41.600,00
	Leto II faza	13.850,00	4.146,00	69.100,00
Elaborat IG-a	Zima 2021.	-	780,00	13.000,00
	Zima 2021.	6.772,00	1.320,00	22.000,00
	Leto 2021.	-	2.100,00	35.000,00
	Leto 2021.	8.165,00	2.400,00	40.000,00
	Leto 2021.	9.515,00	3.000,00	50.000,00
Akcioni plan (Postojeće stanje-rezultati dobijeni merenjem i analizama)	Zima 2021.	5.800,00	401,42	6.690,00 (10.392,00) <sup>1</sup>
	Leto 2021.	6.745,00	300,69	5.012,00 (6.258,00) <sup>1</sup>
	Zima 2022.	7.744,00	606,89	10.115,00 (12.971) <sup>1</sup>
	Leto 2022.	10.330,00	383,85	6.393,00 (17.142,00) <sup>1</sup>

1) Ove vrednosti broja ekvivalenata su sračunate na osnovu hemijskog zagađenja, izraženog kao HPK (hemijska potrošnja kiseonika).

U Akcionom planu su količine otpadnih voda i njihov kvalitet, navedeni kao rezultat merenja protoka i fizičko-hemijskih analiza.

Ta merenja su vršena tokom 2021. i 2022. godine.

Ovde se pojašnjava da je broj ekvivalentnih stanovnika u Akcionom planu preračunat na osnovu sledećih specifičnih organskih i hemijskih zagađenja:

$$B_{ES} = 60 \frac{gBPK_5}{ES, dan} \text{ -specifično organsko zagađenje.}$$

$$H_{ES} = 120 \frac{gHPK}{ES, dan} \text{ -specifično hemijsko zagađenje.}$$

Analizirajući podatke iz gornjih tabela br. 9, 10, 11, 12 i 13, a preuzetih iz:

-Idejnog projekta PPOV-a,

-Glavnog projekta PPOV-a,

o hidrauličkom i organskom opterećenju PPOV-a Meljine-Herceg Novi, a koji su korišćeni za dimenzionisanje PPOV-a, može se konstatovati sledeće:

Postrojenje za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda je dimenzionisano na osnovu "merodavnih" nominalnih projektnih parametara:

-N=65.300,00 ES-broj ekvivalentnih stanovnika,

-Q<sub>pr</sub>=13.370,00 m<sup>3</sup>/dan-prosečni dnevni protok,

-Q<sub>max</sub>=54.216,00 m<sup>3</sup>/dan-maksimalni dnevni protok,

-q<sub>pr</sub>=557,08 m<sup>3</sup>/h-prosečni časovni protok,

-q<sub>max</sub>=2.259,00 m<sup>3</sup>/h-maksimalni časovni protok,

-B<sub>u</sub>=3.918,00 kgBPK<sub>5</sub>/dan.

U Elaboratu Instituta za građevinarstvo je tehnološki proračun, na osnovu koga je vršena provera rada sistema (PPOV-a), urađen za 5 slučajeva, kao što se vidi iz gornjih tabela br. 8 i 9.

Ovde će se navesti vrednosti proračunskih parametara iz jedne od usvojenih projekcija hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a:

-N=50.000,00 ES-broj ekvivalentnih stanovnika,

-Q<sub>pr</sub>=9.515,00 m<sup>3</sup>/dan-prosečni dnevni protok,

-Q<sub>max</sub>=24.540,00 m<sup>3</sup>/dan-maksimalni dnevni protok,

-q<sub>pr</sub>=396,45 m<sup>3</sup>/h-prosečni časovni protok,

-q<sub>max</sub>=1.022,50 m<sup>3</sup>/h-maksimalni časovni protok,

-B<sub>u</sub>=3.000,00 kgBPK<sub>5</sub>/dan.

Akcioni plan će proveru rada PPOV-a bazirati isključivo na merenim podacima protoka (hidrauličko opterećenje) i parametrima kvaliteta otpadnih voda preuzetih iz Izveštaja o fizičko-hemijskim analizama otpadnih voda (organsko opterećenje).

Na osnovu izmerenih podataka vršiče se dve proračunske provere i to:

-Zimski period 2022. godine,

-Letnji period 2022. godine.

Godina 2021. se neće razmatrati jer je to godina u kojoj je vladala pandemija korona virusa i kada je bio značajno umanjen broj turista, tako da se proračunskom proverom ne bi mogla dobiti adekvatna slika rada PPOV-a.

Godina 2022. je pokazala oporavak turističke sezone i povećani broj turista, tako da je u Akcionom planu usvojeno da se proračunska provera uradi za zimski i letnji period 2022. godine, kao što je navedeno u gornjem tekstu.

S obzirom da turistička sezona u 2022. godini nije dostigla mogući maksimum, to će se u Akcionom planu izvršiti proračunska provera i za treći slučaj dostizanja pune turističke sezone, tako što će se hidrauličko i organsko opterećenje posmatrati kao linerani porast koji se dogodio u periodu 2021.-2022. godina. To znači da će se koeficijent porasta hidrauličkog i organskog opterećenja za period 2021.-2022. godinu usvojiti i kao koeficijent porasta hidrauličkog i organskog opterećenja za dostizanje pune turističke sezone.

Imajući u vidu gore prikazane podatke postojećeg stanja, kada je u pitanju hidrauličko i organsko opterećenje PPOV-a, proračunski podaci za zimski period 2022. godine su sledeći:

- N=12.971,00 ES-broj ekvivalentnih stanovnika,
- $Q_{pr}=7.744,00 \text{ m}^3/\text{dan}$ -prosečni dnevni protok,
- $Q_{max}=11.154,00 \text{ m}^3/\text{dan}$ -maksimalni dnevni protok,
- $q_{pr}=322,66 \text{ m}^3/\text{h}$ -prosečni časovni protok,
- $q_{max}=464,75 \text{ m}^3/\text{h}$ -maksimalni časovni protok,
- $B_u=606,89 \text{ kgBPK}_5/\text{dan}$ .

Ovde se napominje da je broj ekvivalenata usvojen na bazi hemijskog opterećenja, jer je veći od broja ekvivalenata računatih na bazi organskog opterećenja, što je na strani stepena sigurnosti kada je u pitanju provera rada PPOV-a.

Proračunski podaci za letnji period 2022. godine su sledeći:

- N=17.142,00 ES-broj ekvivalentnih stanovnika,
- $Q_{pr}=10.330,00 \text{ m}^3/\text{dan}$ -prosečni dnevni protok,
- $Q_{max}=14.343,00 \text{ m}^3/\text{dan}$ -maksimalni dnevni protok,
- $q_{pr}=430,42 \text{ m}^3/\text{h}$ -prosečni časovni protok,
- $q_{max}=597,62 \text{ m}^3/\text{h}$ -maksimalni časovni protok,
- $B_u=383,55 \text{ kgBPK}_5/\text{dan}$ .

Ovde se takođe napominje da je broj ekvivalenata usvojen na bazi hemijskog opterećenja, jer je veći od broja ekvivalenata računatih na bazi organskog opterećenja, što je na strani stepena sigurnosti kada je u pitanju provera rada PPOV-a.

Prosečan porast hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a za letnji period 2021.-2022. godina se proračunava (proračun nije prikazan jer je jednostavan) i iznosi 70%.

Primena ovog kriterijuma za porast broja ekvivalentnih stanovnika, odnosno broja turista u punoj turističkoj sezoni je prihvatljiva i opravdana, ali se ne može primeniti na porast hidrauličkog opterećenja. To iz razloga jer tendencija u budućnosti mora da ide ka smanjenju udela infiltrirane vode u ukupnoj količini dospele vode na PPOV, odnosno smanjenju hidrauličkog opterećenja PPOV-a. Ovo je važno i iz razloga smanjenja saliniteta otpadne vode koja se prečišćava, a što jeste rezultat infiltracije slane morske vode koja dospeva u kolektorski sistem koji je položen duž hercegnovske obale Rivijera. Predložene mere ovog Akcionog plana, koje se odnose na kolektor Rivijera, imaju za cilj monitoring glavnog kolektora i pumpnih stanica (merenje protoka i saliniteta). Ovaj predloženi monitoring bi trebalo da u narednom periodu rezultira intervencijama na kolektorskom sistemu, koje bi dovele do smanjenja infiltrirane morske vode. Time bi se u velikoj meri postiglo da se na PPOV dopremaju otpadne vode sa što većim udelom komunalnih otpadnih voda, čime bi se istovremeno smanjio salinitet influenta koji dospeva na PPOV.

Količina infiltrirane vode u Idejnom projektu je definisana na osnovu procene, što je posle u Glavnom projektu samo preuzeto. U Idejnom projektu je procenjeno da je to 30% od prosečnog dnevnog protoka komunalnih otpadnih voda pri suvom vremenu u letnjem periodu, odnosno 100% od prosečnog dnevnog protoka komunalnih otpadnih voda pri suvom vremenu u zimskom periodu.

Standardi u hidrograđevinskom projektovanju, količine infiltrirane vode u kolektorski sistem, definišu kao 10-15% u odnosu na ukupnu količinu vode. Ovde će se u Akcionom

planu smanjenje hidrauličkog opterećenja PPOV-a posmatrati tako što će se postojeći protoci umanjiti za tako definisane procenete.

Uzimajući u obzir ova gornja razmatranja, prethodno izračunati procenat porasta proračunskih parametara od 70% će se primeniti samo na povećanje broja ekvivalentata (broja turista), odnosno organskog opterećenja PPOV-a.

I ako se ovaj procenat porasta od 70% posmatra kao linearni koeficijent porasta za budući period dostizanja pune turističke sezone, uz istovremeno umanjenje hidrauličkog opterećenja zbog smanjenih količina infiltrirane morske vode, proračunski podaci za proveru sistema su sledeći:

- N=29.141,00 ES-broj ekvivalentnih stanovnika,
- $Q_{pr}=8.780,00 \text{ m}^3/\text{dan}$ -prosečni dnevni protok,
- $Q_{max}=12.909,00 \text{ m}^3/\text{dan}$ -maksimalni dnevni protok,
- $q_{pr}=365,83 \text{ m}^3/\text{h}$ -prosečni časovni protok,
- $q_{max}=537,87 \text{ m}^3/\text{h}$ -maksimalni časovni protok,
- $B_u=652,03 \text{ kgBPK}_5/\text{dan}$ .

Na osnovu ovako definisanih ulaznih podataka, o hidrauličkom i organskom opterećenju PPOV-a, a pri dostizanju pune turističke sezone, mogu se izračunati koncentracije organskog zagađenja pri prosečnim i maksimalnim protocima:

-Koncentracija organskog zagađenja pri prosečnom protoku:

$$C_1^0 = \frac{B_u}{Q_{pr}} = \frac{652,03 \cdot 10^6 \frac{\text{mgBPK}_5}{\text{dan}}}{8.780,00 \cdot 10^3 \frac{\text{l}}{\text{dan}}} = 74,26 \frac{\text{mgBPK}_5}{\text{l}}$$

-Koncentracija organskog zagađenja pri maksimalnom protoku:

$$C_2^0 = \frac{B_u}{Q_{max}} = \frac{652,03 \cdot 10^6 \frac{\text{mgBPK}_5}{\text{dan}}}{12.909,00 \cdot 10^3 \frac{\text{l}}{\text{dan}}} = 50,51 \frac{\text{mgBPK}_5}{\text{l}}$$

Iz ovih proračuna je jasno da se pri smanjenom hidrauličkom opterećenju povećala koncentracija organskog zagađenja u otpadnim vodama, imajući u vidu da je za 2022. godinu ta prosečna koncentracija prema analiziranim Izveštajima o kvalitetu otpadnih voda iznosila  $C=37,13 \text{ mg/L}$  (videti tabelu br. 4).

Povećanje koncentracije organskog zagađenja pri prosečnom protoku iznosi:

$$\Delta C_{pr} = \frac{C_1^0}{C} = \frac{74,26}{37,13} \cdot 100 = 200\%$$

Povećanje koncentracije organskog zagađenja pri maksimalnom protoku iznosi:

$$\Delta C_{max} = \frac{C_2^0}{C} = \frac{50,51}{37,13} \cdot 100 = 136\%$$

Jasno je da se redukcijom infiltrirane morske vode smanjuje stepen razblaženja ukupnih otpadnih voda, ali se smatra da je ovaj nivo organskog zagađenja i dalje nedovoljan za uspešnu ishranu bakterijske populacije u SBR reaktorima.

Iz tog razloga se u analizu uvodi još jedan značajan faktor povećanja organskog zagađenja, a bez istovremenog povećanja hidrauličkog opterećenja.

Obrazloženje je sledeće:

Posebno se naglašava da je u Akcionom planu, za period postizanja pune turističke sezone, odnosno dostizanja max. broja turista, uvedena redukcija hidrauličkog opterećenja PPOV-a u smislu umanjenja količine infiltrirane vode u odnosu na ukupnu količinu otpadnih voda koje dospevaju na postrojenje na obradu.

Ovo istovremeno znači i povećanje organskog opterećenja PPOV-a zbog povećane koncentracije organskog zagađenja. Da bi računaska provera rada sistema za ovaj period bila što verodostojnija, uvešće se dodatna korekcija organskog opterećenja PPOV-a,

odnosno smatraće se da je ekvivalentni stanovnik dostigao standardnu vrednost organskog zagađenja za komunalne otpadne vode. To znači da će se organsko opterećenje PPOV-a definisati tako što će se broj ekvivalenata pomnožiti sa standardnom vrednošću specifičnog organskog zagađenja po ekvivalentu.

To se izračunava na sledeći način:

$$B_u = N \cdot B_{ES} = 29.141,00 \text{ ES} \cdot 60 \frac{\text{gBPK}_5}{\text{ES, dan}} = 1.748,46 \frac{\text{kgBPK}_5}{\text{dan}}$$

Sada se mogu izračunati i koncentracije organskog zagađenja (izraženo kao  $\text{BPK}_5$ ) u otpadnim vodama pri prosečnom i max. protoku:

-Koncentracija organskog zagađenja pri prosečnom protoku:

$$C_1 = \frac{B_u}{Q_{pr}} = \frac{1.748,46 \cdot 10^6 \frac{\text{mgBPK}_5}{\text{dan}}}{6.780,00 \cdot 10^3 \frac{\text{l}}{\text{dan}}} = 199,14 \frac{\text{mgBPK}_5}{\text{l}}$$

-Koncentracija organskog zagađenja pri maksimalnom protoku:

$$C_2 = \frac{B_u}{Q_{max}} = \frac{1.748,46 \cdot 10^6 \frac{\text{mgBPK}_5}{\text{dan}}}{12.909,00 \cdot 10^3 \frac{\text{l}}{\text{dan}}} = 135,44 \frac{\text{mgBPK}_5}{\text{l}}$$

Kako je standardna vrednost koncentracije organskog zagađenja za komunalne otpadne vode jednaka  $300 \text{ mgBPK}_5/\text{L}$ , to se vidi da će se koncentracije organskog zagađenja u otpadnim vodama približiti standardnim vrednostima, što i jeste cilj monitoringa kolektora, odnosno smanjenja uticaja infiltracije morske vode.

Kada se posmatraju vrednosti koncentracija organskog zagađenja u otpadnim vodama, prema analizama vršenim tokom 2022. godine, gde su se kretale od  $9,4\text{-}65,5 \text{ mg/L}$  (prosečna vrednost je iznosila  $C=37,13 \text{ mg/L}$ ) jasno je da ne predstavljaju optimalne uslove za ishranu, rast i razvoj bakterijske populacije u SBR reaktorima.

Iz ovih proračuna je jasno da se pri povećanom organskom opterećenju povećala koncentracija organskog zagađenja u otpadnim vodama, imajući u vidu da je za 2022. godinu ta prosečna koncentracija prema analiziranim Izveštajima o kvalitetu otpadnih voda iznosila  $C=37,13 \text{ mg/L}$  (videti tabelu br. 4).

Ovde će se ponoviti proračun povećanja koncentracije zagađenja uzimajući u obzir rezultate dobijene iz prethodnih jednačina.

Povećanje koncentracije organskog zagađenja pri prosečnom protoku sada iznosi:

$$\Delta C_{pr}^{BS} = \frac{C_1}{C} = \frac{199,14}{37,13} \cdot 100 = 536,33\%$$

Povećanje koncentracije organskog zagađenja pri maksimalnom protoku iznosi:

$$\Delta C_{max}^{BS} = \frac{135,44}{37,13} \cdot 100 = 364,77\%$$

Ovako analizirani podaci o hidrauličkom i organskom opterećenju otpadnih voda, posmatrani kroz koncentraciju organskih zagađenja, nedvosmisleno ukazuju da je potrebno u budućem periodu eksploatacije PPOV-a preduzimati sledeće aktivnosti:

► Smanjivati količine infiltrirane morske vode i njen udeo u ukupnim količinama otpadnih voda, čime se smanjuje razređenje i salinitet, uz istovremeno povećanje koncentracije organskog zagađenja otpadnih voda. Ovo bi se postizalo preko predloženog monitoringa glavnog kolektora Rivijera i pripadajućih pumpnih stanica i realizacije aktivnosti na njegovoj sanaciji koje bi proisticale iz uočenih nedostataka na kanalizacionom sistemu,

► Povećavati broj turista tako što će se stvarati povoljni uslovi za njihovo privlačenje, što je zadatak cele opštinske zajednice Herceg Novog,

► Povećanje broja korisnika, odnosno priključenja komunalnih otpadnih voda na sanitarno-fekalnu kanalizaciju uz istovremeno pronalaženje i ukidanje priključaka atmosferskih voda na sanitarno-fekalnu kanalizaciju. Ove mere bi trebalo da budu trajni zadatak JKP-a Herceg Novi.

Sledeća uporedna tabela karakterističnih proračunskih parametara PPOV-a, daće jasan uvid u razlike koje postoje u dobijenim podlogama (Idejnom projektu, Glavnom projektu i Elaboratu IG Instituta), kao i načinu razmatranja ulaznih podataka u ovom Akcionom planu.

Tabela br. 14: Uporedne vrednosti proračunskih parametara PPOV-a

Proračunski parametri	Podloge (dokumenti)			
	Idejni projekat	Glavni projekat	Elaborat IG Instituta	Akcioni plan
Broj ekvivalenata (ES)	65.300,00	65.300,00	50.000,00	29.141,00
Organsko (biološko) opterećenje (kgBPK <sub>5</sub> /dan)	3.918,00	3.918,00	3.000,00	1.748,46
Specifično organsko zagađenje po ES-u (grBPK <sub>5</sub> /ES,dan)	60	60	60	60
Prosečni dnevni protok (m <sup>3</sup> /dan)	13.370,00	13.370,00	9.515,00	8.780,00
Max. dnevni protok (m <sup>3</sup> /dan)	54.216,00	54.216,00	24.540,00	12.909,00
Prosečni časovni protok (m <sup>3</sup> /h)	557,08	557,08	396,45	365,83
Max. časovni protok (m <sup>3</sup> /h)	2.259,00	2.259,00	1.022,50	537,87
Koncentracija organskog zagađenja pri prosečnom protoku (mg/L)	293,04	293,04	315,29	199,14
Koncentracija organskog zagađenja pri max. protoku (mg/L)	72,26	72,26	122,25	135,44
Specifična potrošnja vode po ES-u za prosečni protok (L/ES,dan)	204,75	204,75	190,30	301,29
Specifična potrošnja vode po ES-u za max. protok (L/ES,dan)	830,26	830,26	490,80	442,98

Uvidom u ovu gornju tabelu jasno se uočavaju razlike, u vrednosti proračunskih parametara hidrauličkog i organskog opterećenja, koja se koriste u proračunima u Idejnom i Glavnom projektu, proračunima u Elaboratu IG Instituta i koji će se koristiti u proračunima ovog Akcionog plana.

#### 11.1. Broj ekvivalent stanovnika

Kada je u pitanju broj ekvivalentnih stanovnika, Idejni i Glavni projekti su dimenzionisanje PPOV-a sprovedli sa vrednošću od 65.300,00 ES.



Elaborat IG Instituta je proveru rada sistema sproveo sa vrednošću od 50.000,00 ES. Akcioni plan će proveru rada PPOV-a sprovesti sa vrednošću od 29.141,00 ES. Broj ekvivalenata koji koriste Idejni i Glavni projekat je za 1,306 puta veći od broja ekvivalenata koji koristi Elaborat IG Instituta, a za 2,24 puta veći od broja ekvivalenata koji će se koristiti u Akcionom planu, dok je broj ekvivalenata koji koristi Elaborat IG Instituta za 1,72 puta veći od broja ekvivalenata koji će se koristiti u Akcionom planu.

Sa jedne strane je jasno da je dimenzionisanje PPOV-a u Meljinama-Herceg Novi izvršeno na osnovu ulaznog podatka od 65.300,00 ES-a.

Sa druge strane proračuni izvršeni u Akcionom planu, a prema merenim podacima za period 2020.-u, 2021.-u i 2022.-u godinu (postojeće stanje), pokazuju da se broj ekvivalenata kreće u granicama od 5.012,00 do 10.115 ES-a računato preko organskog zagađenja (biološka potrošnja kiseonika), odnosno od 6.258,00 do 17.142,00 ES-a računato preko hemijskog zagađenja (hemijska potrošnja kiseonika), što se jasno vidi iz tabele br. 4.

I na kraju kada se uporede brojevi ekvivalentnih stanovnika (ES-a) iz Idejnog i Glavnog projekta, sa brojevima ekvivalentnih stanovnika koji se razmatraju od strane IG Instituta i Akcionog plana, uočava se značajna razlika u korist usvojenog projektnog parametra (broj ES-a), u odnosu na razmatrane vrednosti iz Elaborata IG Instituta i Akcionog plana (videti tabelu br. 10 i komentar iz prvog pasusa iz ove podtačke).

### 11.2. Organsko (biološko) opterećenje

Kada je u pitanju organsko (biološko) opterećenje PPOV-a, Idejni i Glavni projekti su dimenzionisanje PPOV-a sprovedi sa vrednošću od 3.918,00 kgBPK<sub>5</sub>/dan.

Elaborat IG Instituta je proveru rada sistema sproveo sa vrednošću organskog opterećenja od 3.000,00 kgBPK<sub>5</sub>/dan.

Akcioni plan će proveru rada PPOV-a sprovesti sa vrednošću organskog opterećenja od 1.748,46 kgBPK<sub>5</sub>/dan.

Vrednost organskog opterećenja koji koriste Idejni i Glavni projekat je za 1,306 puta veći od vrednosti organskog opterećenja koji koristi Elaborat IG Instituta, a za 2,24 puta veći od vrednosti organskog opterećenja koji će se koristiti u Akcionom planu, dok je vrednost organskog opterećenja koji koristi Elaborat IG Instituta za 1,72 puta veći od vrednosti organskog opterećenja koji će se koristiti u Akcionom planu.

Iz dostavljenih podloga (projektna dokumentacija) je jasno da je dimenzionisanje PPOV-a u Meljinama-Herceg Novi izvršeno na osnovu ulaznog organskog (biološkog) opterećenja od 3.918,00 kgBPK<sub>5</sub>/dan.

Proračuni izvršeni u Akcionom planu, a prema merenim podacima za period 2020.-u, 2021.-u i 2022.-u godinu (postojeće stanje), pokazuju da se organsko opterećenje kreće u granicama od 300,69 do 606,89 kgBPK<sub>5</sub>/dan, što se jasno vidi iz tabele br. 4.

I na kraju kada se uporede organsko opterećenje iz Idejnog i Glavnog projekta, sa organskim opterećenjem koji se razmatraju od strane IG Instituta i Akcionog plana, uočava se značajna razlika u korist usvojenog projektnog parametra (organsko opterećenje), u odnosu na razmatrane vrednosti iz Elaborata IG Instituta i Akcionog plana (videti tabelu br. 10 i komentar iz prvog pasusa iz ove podtačke).

### 11.3. Prosečni dnevni protok

Kada je u pitanju hidrauličko opterećenje (prosečni dnevni protok) PPOV-a, Idejni i Glavni projekti su dimenzionisanje PPOV-a sprovedi sa vrednošću od 13.370,00 m<sup>3</sup>/dan.

Elaborat IG Instituta je proveru rada sistema sproveo sa vrednošću prosečnog dnevnog protoka od 9.515,00 m<sup>3</sup>/dan.

Akcioni plan će proveru rada PPOV-a sprovesti sa vrednošću prosečnog dnevnog protoka od 8.780,00 m<sup>3</sup>/dan.

Vrednost prosečnog dnevnog protoka koji koriste Idejni i Glavni projekat je za 1,405 puta veći od vrednosti prosečnog dnevnog protoka koji koristi Elaborat IG Instituta, a za 1,522 puta veći od vrednosti prosečnog dnevnog protoka koji će se koristiti u Akcionom planu, dok je vrednost prosečnog dnevnog protoka koji koristi Elaborat IG Instituta za 1,08 puta veći od vrednosti prosečnog dnevnog protoka koji će se koristiti u Akcionom planu.

Iz dostavljenih podloga (projektne dokumentacija) je jasno da je dimenzionisanje PPOV-a u Meljinama-Herceg Novi izvršeno na osnovu ulaznog hidrauličkog opterećenja (prosečni protok) od 13.370,00 m<sup>3</sup>/dan.

Proračuni izvršeni u Akcionom planu, a prema merenim podacima za period 2020.-u, 2021.-u i 2022.-u godinu (postojeće stanje), pokazuju da se hidrauličko opterećenje (prosečni protok) kreće u granicama od 5.800,00 do 10.330,00 m<sup>3</sup>/dan, što se jasno vidi iz tabele br. 4.

I na kraju kada se uporede hidrauličko opterećenje (prosečni protok) iz Idejnog i Glavnog projekta, sa hidrauličkim opterećenjem (prosečni protok) koji se razmatraju od strane IG Instituta i Akcionog plana, uočava se značajna razlika u korist usvojenog projektnog parametra (hidrauličko opterećenje-prosečni protok), u odnosu na razmatrane vrednosti iz Elaborata IG Instituta i Akcionog plana (videti tabelu br. 10 i komentar iz prvog pasusa iz ove podtačke).

#### 11.4. Maksimalni dnevni protok

Kada je u pitanju hidrauličko opterećenje (maksimalni dnevni protok) PPOV-a, Idejni i Glavni projekti su za svoje proračune koristili vrednost od 54.216,00 m<sup>3</sup>/dan.

Elaborat IG Instituta je koristio za svoje proračune vrednost maksimalnog dnevnog protoka od 24.540,00 m<sup>3</sup>/dan.

Akcioni plan će za svoje proračune koristiti vrednost maksimalnog dnevnog protoka od 12.909,00 m<sup>3</sup>/dan.

Vrednost maksimalnog dnevnog protoka koji koriste Idejni i Glavni projekat je za 2,21 puta veći od vrednosti maksimalnog dnevnog protoka koji koristi Elaborat IG Instituta, a za 4,20 puta veći od vrednosti maksimalnog dnevnog protoka koji će se koristiti u Akcionom planu, dok je vrednost maksimalnog dnevnog protoka koji koristi Elaborat IG Instituta za 1,90 puta veći od vrednosti maksimalnog dnevnog protoka koji će se koristiti u Akcionom planu.

Iz dostavljenih podloga (projektne dokumentacija) je jasno da je dimenzionisanje PPOV-a u Meljinama-Herceg Novi izvršeno na osnovu ulaznog hidrauličkog opterećenja (maksimalni protok) od 54.216,00 m<sup>3</sup>/dan.

Proračuni izvršeni u Akcionom planu, a prema merenim podacima za period 2020.-u, 2021.-u i 2022.-u godinu (postojeće stanje), pokazuju da se hidrauličko opterećenje (maksimalni protok) kreće u granicama od 14.343,00 do 15.848,00 m<sup>3</sup>/dan, što se jasno vidi iz tabela br. 1, 2 i 3.

I na kraju kada se uporede hidrauličko opterećenje (maksimalni protok) iz Idejnog i Glavnog projekta, sa hidrauličkim opterećenjem (maksimalni protok) koji se razmatraju od strane IG Instituta i Akcionog plana, uočava se izuzetno značajna razlika u korist usvojenog projektnog parametra (hidrauličko opterećenje-maksimalni protok), u odnosu na razmatrane vrednosti iz Elaborata IG Instituta i Akcionog plana (videti tabelu br. 10 i komentar iz prvog pasusa iz ove podtačke).

#### 11.5. Koncentracija organskog zagađenja pri prosečnom protoku

Kada je u pitanju koncentracija organskog zagađenja pri prosečnom protoku PPOV-a, Idejni i Glavni projekti su za svoje proračune koristili vrednost od 293,04 mg/L.

Elaborat IG Instituta je koristio za svoje proračune vrednost koncentracije organskog zagađenja pri prosečnom protoku PPOV-a od 315,29 mg/L.

Akcioni plan će za svoje proračune koristiti vrednost koncentracije organskog zagađenja pri prosečnom protoku PPOV-a od 199,14 mg/L.

Vrednost koncentracije organskog zagađenja pri prosečnom protoku koji koriste Idejni i Glavni projekat je za 0,929 puta manji od vrednosti koncentracije organskog zagađenja pri prosečnom protoku koji koristi Elaborat IG Instituta, a za 1,47 puta veći od vrednosti koncentracije organskog zagađenja pri prosečnom protoku PPOV-a koji će se koristiti u Akcionom planu, dok je vrednost koncentracije organskog zagađenja pri prosečnom protoku PPOV-a koji koristi Elaborat IG Instituta za 1,58 puta veći od vrednosti koncentracije organskog zagađenja pri prosečnom protoku PPOV-a koji će se koristiti u Akcionom planu.

Iz dostavljenih podloga (projektne dokumentacija) je jasno da je dimenzionisanje PPOV-a u Meljinama-Herceg Novi izvršeno na osnovu koncentracije organskog zagađenja pri prosečnom protoku PPOV-a od 293,04 mg/L. Standard koji je usvojen u projektnoj dokumentaciji je iznosio 300 mg/L. Ova odstupanja su rezultat neslaganja usvojenog broja ekvivalenata i hidrauličkog opterećenja u projektnoj dokumentaciji.

Proračuni izvršeni u Akcionom planu, a prema merenim podacima za period 2020.-u, 2021.-u i 2022.-u godinu (postojeće stanje), pokazuju da se koncentracija organskog zagađenja pri prosečnom protoku PPOV-a kreće u granicama od 37,13 do 78,37 mg/L, što se jasno vidi iz tabele br. 4.

I na kraju kada se uporede koncentracije organskog zagađenja pri prosečnom protoku PPOV-a iz Idejnog i Glavnog projekta, sa koncentracijama organskog zagađenja pri prosečnom protoku PPOV-a koji se razmatraju od strane IG Instituta, uočava se da nema neke veće razlike. Značajnija razlika se javlja u korist usvojene projektantske vrednosti koncentracije organskog zagađenja pri prosečnom protoku PPOV-a, u odnosu na razmatrane vrednosti iz Akcionog plana. Sličan je odnos razmatranih vrednosti koncentracije organskog zagađenja pri prosečnom protoku PPOV-a iz Elaborata IG Instituta i Akcionog plana (videti tabelu br. 10 i komentar iz prvog pasusa iz ove podtačke).

#### 11.6. Koncentracija organskog zagađenja pri maksimalnom protoku

Kada je u pitanju koncentracija organskog zagađenja pri maksimalnom protoku PPOV-a, Idejni i Glavni projekti su za svoje proračune koristili vrednost od 72,26 mg/L.

Elaborat IG Instituta je koristio za svoje proračune vrednost koncentracije organskog zagađenja pri maksimalnom protoku PPOV-a od 122,25 mg/L.

Akcioni plan će za svoje proračune koristiti vrednost koncentracije organskog zagađenja pri maksimalnom protoku PPOV-a od 135,44 mg/L.

Vrednost koncentracije organskog zagađenja pri maksimalnom protoku koji koriste Idejni i Glavni projekat je za 0,59 puta manji od vrednosti koncentracije organskog zagađenja pri maksimalnom protoku koji koristi Elaborat IG Instituta, a za 0,53 puta manji od vrednosti koncentracije organskog zagađenja pri maksimalnom protoku PPOV-a koji će se koristiti u Akcionom planu, dok je vrednost koncentracije organskog zagađenja pri maksimalnom protoku PPOV-a koji koristi Elaborat IG Instituta za 0,90 puta manji od vrednosti koncentracije organskog zagađenja pri maksimalnom protoku PPOV-a koji će se koristiti u Akcionom planu.

Iz analize koncentracije organskog zagađenja pri maksimalnom protoku iz projektne dokumentacije je jasno da je izuzetno veliko razblaženje ukupnih otpadnih voda uticalo na znatno smanjenje koncentracije organskog zagađenja u otpadnim vodama. Ista ova konstatacija važi i za koncentracije organskog zagađenja iz Elaborata IG Instituta, s tim što je u ovim razmatranjima razblaženje manje prisutno, ali je i dalje značajno.

Akcioni plan razmatra koncentracije organskog zagađenja sa najmanjim mogućim razblaženjima, odnosno maksimalnim protocima koji su bliski protocima koji su izmereni u prethodnom eksploatacionom periodu.

#### 11.7. Specifična potrošnja vode po ES-u pri prosečnom protoku

Kada je u pitanju specifična potrošnja vode po ES-u pri prosečnom protoku PPOV-a, Idejni i Glavni projekti su za svoje proračune koristili vrednost od 204,75 L/ES,dan.

Elaborat IG Instituta je koristio za svoje proračune vrednost specifične potrošnje vode po ES-u pri prosečnom protoku PPOV-a od 190,30 L/ES,dan.

Akcioni plan će za svoje proračune koristiti vrednost specifične potrošnje vode po ES-u pri prosečnom protoku PPOV-a od 301,29 mg/L.

Vrednost specifične potrošnje vode po ES-u pri prosečnom protoku PPOV-a koji koriste Idejni i Glavni projekat je za 1,07 puta veći od vrednosti specifične potrošnje vode po ES-u pri prosečnom protoku PPOV-a koji koristi Elaborat IG Instituta, a za 0,68 puta manji od vrednosti specifične potrošnje vode po ES-u pri prosečnom protoku PPOV-a koji će se koristiti u Akcionom planu, dok je vrednost specifične potrošnje vode po ES-u pri prosečnom protoku PPOV-a koji koristi Elaborat IG Instituta za 0,63 puta manji od vrednosti specifične potrošnje vode po ES-u pri prosečnom protoku PPOV-a koji će se koristiti u Akcionom planu.

Iz dostavljenih podloga (projektna dokumentacija) je jasno da je dimenzionisanje PPOV-a u Meljinama-Herceg Novi izvršeno na osnovu specifične potrošnje vode po ES-u pri prosečnom protoku PPOV-a od 204,75 L/ES,dan.

Proračuni izvršeni u Akcionom planu, a prema merenim podacima za period 2020.-u, 2021.-u i 2022.-u godinu (postojeće stanje), pokazuju da se specifične potrošnje vode po ES-u pri prosečnom protoku PPOV-a kreću u granicama od 558,12 do 1079,20 L/ES,dan, što se jasno vidi iz tabele br. 4. Iz analize specifične potrošnje vode za postojeće stanje je jasno da je u pitanju veliko razblaženje otpadnih voda, a samim tim i niske koncentracije organskog zagađenja. Sve ovo rezultira malim brojem ekvivalenta, a time i visokim vrednostima specifičnih potrošnji vode po ekvivalentu.

I na kraju kada se uporede specifične potrošnje vode po ES-u pri prosečnom protoku PPOV-a iz Idejnog i Glavnog projekta, sa specifičnim potrošnjama vode po ES-u pri prosečnom protoku PPOV-a koji se razmatraju od strane IG Instituta, uočava se da nema neke veće razlike. Razlika se javlja u korist razmatrane vrednosti specifične potrošnje vode po ES-u pri prosečnom protoku PPOV-a iz Akcionog plana, u odnosu na razmatrane vrednosti iz Idejnog i Glavnog projekta. Sličan je odnos razmatranih vrednosti specifične potrošnje vode po ES-u pri prosečnom protoku PPOV-a iz Akcionog plana i Elaborata IG Instituta (videti tabelu br. 10 i komentar iz prvog pasusa iz ove podtačke).

#### 11.8. Specifična potrošnja vode po ES-u pri maksimalnom protoku

Kada je u pitanju specifična potrošnja vode po ES-u pri maksimalnom protoku PPOV-a, Idejni i Glavni projekti su za svoje proračune koristili vrednost od 830,26 L/ES,dan.

Elaborat IG Instituta je koristio za svoje proračune vrednost specifične potrošnje vode po ES-u pri maksimalnom protoku PPOV-a od 490,80 L/ES,dan.

Akcioni plan će za svoje proračune koristiti vrednost specifične potrošnje vode po ES-u pri maksimalnom protoku PPOV-a od 442,98 mg/L.

Vrednost specifične potrošnje vode po ES-u pri maksimalnom protoku PPOV-a koji koriste Idejni i Glavni projekat je za 1,69 puta veći od vrednosti specifične potrošnje vode po ES-u pri maksimalnom protoku PPOV-a koji koristi Elaborat IG Instituta, a za 1,87 puta veći od vrednosti specifične potrošnje vode po ES-u pri maksimalnom protoku PPOV-a koji će se koristiti u Akcionom planu, dok je vrednost specifične potrošnje vode po ES-u pri maksimalnom protoku PPOV-a koji koristi Elaborat IG Instituta za 1,107 puta veći od

vrednosti specifične potrošnje vode po ES-u pri maksimalnom protoku PPOV-a koji će se koristiti u Akcionom planu.

Iz dostavljenih podloga (projektna dokumentacija) je jasno da je jedan od parametara za dimenzionisanje PPOV-a u Meljinama-Herceg Novi, svakako specifična potrošnja vode po ES-u pri maksimalnom protoku od 830,26 L/ES,dan.

Kada se uporede vrednosti specifične potrošnje vode po ES-u pri maksimalnom protoku iz Idejnog i Glavnog projekta, sa vrednostima specifične potrošnje vode po ES-u pri maksimalnom protoku koji se razmatraju od strane IG Instituta i Akcionog plana, uočava se značajna razlika u korist usvojenog projektnog parametra (specifična potrošnja vode po ES-u pri maksimalnom protoku), u odnosu na razmatrane vrednosti iz Elaborata IG Instituta i Akcionog plana. Ta razlika je nešto manja u korist razmatranog parametra specifične potrošnje vode po ES-u pri maksimalnom protoku iz Elaborata IG Instituta u odnosu na razmatrani parameter specifične potrošnje vode po ES-u pri maksimalnom protoku iz Akcionog plana (videti tabelu br. 10 i komentar iz prvog pasusa iz ove podtačke).

#### 11.9. Umesto zaključaka

Imajući u vidu da je dimenzionisanje PPOV-a u Meljinama-Herceg Novi izvršeno na osnovu ulaznih podataka od 65.300,00 ES-a, 3.918,00 kgBPK<sub>5</sub>/dan (organsko opterećenje) i 2.259,00 m<sup>3</sup>/h (hidrauličko opterećenje) i da su to parametri nominalnog kapaciteta postrojenja, može se zaključiti da su kriterijumi za odabir i definisanje tih parametara u velikoj meri demantovani izmerenim vrednostima iz prethodnog eksploatacionog perioda (vrednosti parametara prema postojećem stanju).

Usvojene projekcije broja stanovnika i broja turista su usvojene bez kritičkog osvrta na stvarne i moguće tendencije rasta broja stanovnika i razvoja turizma koji svakako prati rast broja turista. Pandemija korona virusa koja je izbila početkom 2020. godine svakako je imala značajan negativan doprinos razvoju turizma i uticaj na smanjenje broja turista. Oporavak će svakako biti spor i težak, a svakako dodatno otežan ratom koji se vodi na tlu Evrope između Rusije i Ukrajine.

Za određivanje hidrauličkog opterećenja PPOV-a korišteni su kriterijumi za infiltraciju morske vode, kao da je u pitanju kolektor sagrađen u prošlom veku, a ne kolektor koji je trebalo da bude izgrađen paralelno sa PPOV-om i za koji je infiltraciju trebalo računati sa udelom morske vode od svega 10% u odnosu na ukupnu količinu otpadnih voda.

Za određivanje specifičnog protoka vode iz domaćinstava i specifičnog protoka otpadne vode od turista, korišćeni su strani standardi bez dovoljnog kritičkog osvrta na domaću zakonsku regulative i prilagođavanje stvarnom stanju na terenu.

Drugim rečima, na osnovu prethodnih analiza izmerenih parametara organskog i hidrauličkog opterećenja PPOV-a u Meljinama-Herceg Novi, se može konstatovati činjenica, da je postrojenje za prečišćavanje komunalnih otpadnih voda grada Herceg Novog i pripadajućih okolnih naselja predimenzionisano i da se postavlja pitanje kada će moći u budućnosti da radi sa projektovanim kapacitetom.

Elaborat IG Instituta je razmatrao nešto umanjene projektne parametre, ali je i dalje ostala potreba da se opravda izgradnja postrojenja tako velikog kapaciteta.

Rezultati merenja hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a u proteklom periodu su neumoljivi, pa će se proračunske provere rada postrojenja u Akcionom planu sprovesti sa vrednostima stvarnih proračunskih parametara i na osnovu toga predložiti potrebne mere rekonstrukcije.

## 12. PRORAČUNSKA PROVERA RADA SBR REAKTORA

U ovom Akcionom planu proračunska provera SBR reaktora će se izvršiti za tri razmatrana slučaja hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a. Od toga će se proračun za prva dva slučaja bazirati na merenim rezultatima tokom 2022. godine, dok će se treći slučaj proračuna bazirati na podacima pri dostizanju pune turističke sezone. Vrednosti ulaznih parametara, na osnovu kojih će se vršiti proračunska provera SBR reaktora, su radi preglednosti prikazani u sledećoj tabeli br.15.

Tabela br. 15: Ulazne vrednosti parametara na osnovu kojih se vrši proračunska provera SBR reaktora

PRORAČUNSKI PARAMETRI	RAZMATRANI PERIOD		
	ZIMA 2022.	LETO 2022.	PUNA TURISTIČKA SEZONA (BUDUĆI PERIOD)
Broj ekvivalent stanovnika (ES)	12.971,00	17.142,00	29.141,00
Prosečni dnevni protok (m <sup>3</sup> /dan)	7.744,00	10.330,00	8.780,00
Max. dnevni protok (m <sup>3</sup> /dan)	11.154,00	14.343,00	12.909,00
Prosečni časovni protok (m <sup>3</sup> /h)	322,66	430,42	365,83
Max. časovni protok (m <sup>3</sup> /h)	464,75	597,62	537,87
Organsko (biološko) opterećenje (kgBPK <sub>5</sub> /dan)	606,89	383,55	1.748,46

### 12.1. Proračunska provera za period zima 2022.

Nakon primarnog prečišćavanja otpadnih voda (fino procedivanje na rešetkama i istaložavanje peska u peskolovu), otpadna voda se podvrgava biološkoj obradi u bioaeracionim bazenima – SBR reaktorima.

Na PPOV-u u Meljinama su izvedena četiri (4) SBR reaktora, svaki dimenzija:

- Dužina reaktora: 59,8 m,
- Širina reaktora: 26,8 m,
- Dubina vode: 6 m,
- Zapremina vode: 9616 m<sup>3</sup>.

Ulazno organsko opterećenje u bioaeracioni bazen (SBR reaktor) za period zima 2022. godine iznosi:

$$- B_v = 606,89 \frac{kgBPK_5}{dan},$$

a koncentracija organskog zagađenja se izračunava:

$$- C_{Oz} = \frac{B_{BB}}{Q_{pr}} = \frac{606,89 \cdot 10^6 \frac{kgBPK_5}{dan}}{7744 \cdot 10^3 \frac{m^3}{dan}} = 78,37 \frac{mgBPK_5}{l};$$

Iz projektne dokumentacije se vidi da je za biološku obradu otpadnih voda na PPOV Meljine-Herceg Novi izabrano postrojenje sa aktivnim muljem u sekvencijalnom šaržnom reaktoru (SBR) sa simultanom stabilizacijom i mašinskom dehidratacijom mulja.

Biološki process obrade otpadnih voda u SBR reaktoru, predviđa i tercijernu obradu, t.j. uklanjanje nitrata u fazi prethodne denitrifikacije. Obe faze biološke obrade, nitrifikacija i denitrifikacija, je predviđeno da se obavljaju fazno u SBR reaktoru.

Iz projektne dokumentacije se vidi da je usvojen proces sa aktivnim muljem koji daje kvalitet izlaznog efluenta do  $25 \text{ mgBPK}_5/\text{l}$ .

Osnovni elementi koji karakterišu izabrani tip biološkog procesa, a koji će poslužiti i za proračunsku proveru SBR reaktora su:

$$- R_{VB} = 0,25 \frac{\text{kgBPK}_5}{\text{m}^3, \text{ dan}} \text{ -specifično prostorno (zapreminsko) opterećenje biobazena};$$

$$- R_{SMB} = 0,05 \frac{\text{kgBPK}_5}{\text{kgSM}} \text{ -specifično organsko opterećenje aktivnog mulja (suve materije)};$$

$$- SM_{BB} = 5,0 \frac{\text{kgSM}}{\text{m}^3} \text{ -koncentracija mulja.}$$

Izabrani tip biološke obrade obezbeđuje kvalitet efluenta (izlazna prečišćena voda) od  $\text{BPK}_5=25 \text{ mg/L}$

Efekte redukcije organskog zagađenja, nakon biološkog procesa obrade, će biti proračunati na sledeći način:

$$E_R = \frac{78,37 - 25}{78,37} = 0,681 = 68,1\%$$

Za izabrani tip biološkog procesa prečišćavanja otpadnih voda (simultana stabilizacija), indeks mulja je:

$$- I_M = 100 \frac{l}{\text{kgSM}}$$

Koncentracija povratnog mulja nakon dekantacije i taloženja u SBR bazenu, iskustveno se određuje i iznosi:

$$SM_{RM} = \frac{1200}{I_M} = \frac{1200}{100} = 12 \frac{\text{kgSM}}{\text{m}^3}$$

Za ovu koncentraciju povratnog mulja, recirkulacioni odnos se računa:

$$RO_{RM} = \frac{SM_{BB}}{SM_{RM} - SM_{BB}} = \frac{5,0 \frac{\text{kgSM}}{\text{m}^3}}{12 \frac{\text{kgSM}}{\text{m}^3} - 5,0 \frac{\text{kgSM}}{\text{m}^3}} = 0,714 = 71,4\%$$

U slučaju nižih koncentracija povratnog mulja, recirkulacioni odnos može biti veći i dostići maksimalnu vrednost od  $RO_{RM} = 1$ , odnosno 100%, što znači da je koncentracija mulja pala na  $10,0 \text{ kgSM}/\text{m}^3$ .

Iz ovoga se vidi da će se recirkulacija mulja odvijati u granicama od 71,4-100% od protoka otpadne vode i da direktno zavisi od potrebne koncentracije biomase u biobazenu, odnosno efikasnosti izbistravanja otpadne vode u SBR bazenu tokom faze dekantacije, odnosno taloženja mulja u istom tom SBR bazenu i njegovog ugušćivanja, t.j. ostvarenja koncentracije biomase u njemu.

Za proces simultane stabilizacije, odnosno proces biološke nitrifikacije, specifična produkcija viška aktivnog mulja iznosi:

$$AM_V = 0,80 \frac{kgSM}{kgBPK_5}$$

Sada se može izračunati količina viška aktivnog mulja:

$$Q_{VM}^A = \frac{606,89 \frac{kgBPK_5}{dan} \cdot 0,80 \frac{kgSM}{kgBPK_5} \cdot 0,681}{10,0 \frac{kgSM}{m^3}} = 33,806 \frac{m^3}{dan}$$

U ovoj jednačini vrednost 0,681 predstavlja stepen redukcije organskog zagađenja u biološkoj fazi procesa prečišćavanja.

Ukupna zapremina SBR reaktora (bioaeracionog bazena) se sastoji od zapremine potrebne za odvijanje procesa nitrifikacije, zapremine za skladištenje potrebne količine aktivnog mulja i zapremine potrebne za odvijanje procesa denitrifikacije.

Potrebna zapremina bioaeracionog bazena za odvijanje procesa nitrifikacije, a za gore navedeno organsko opterećenje iznosi:

$$-V_{BB}^N = \frac{B_U}{R_{VB}} = \frac{606,89}{0,25} = 2427,56m^3$$

Zahtevana starost mulja za proces simultane stabilizacije iznosi 25 dana. Za ovu vrednost starosti mulja, deo zapremine za smešataj tog mulja se izračunava:

$$-V_{BB}^{AM} = 25 \cdot Q_{VM}^A = 25 \cdot 33,806 \frac{m^3}{dan} = 845,15m^3$$

Potrebna zapremina za odvijanje procesa prethodne denitrifikacije se određuje iz odnosa potrebne zapremine za denitrifikaciju i potrebne zapremine za bioaeraciju, a u zavisnosti od tipa biološkog procesa i starosti mulja. Za proces simultane stabilizacije i starost mulja od 25 dana, taj odnos iznosi:

$$\frac{V_{BD}}{V_{BB}^N} = 0,5$$

Odavde sledi da se deo zapremine biobazena (SBR reaktora), namenjen za odvijanje procesa prethodne denitrifikacije, izračunava:

$$V_{BD} = 0,5 \cdot V_{BB}^N = 0,5 \cdot 2427,56m^3 = 1213,78m^3$$

Kako je zapremina SBR reaktora jedinstvena (kod klasičnih postrojenja bioaeracioni bazen je odvojen od bazena za denitrifikaciju), to se njegova zapremina izračunava:

$$V_{SBR} = V_{BB}^N + V_{BB}^{AM} + V_{BD} = 2427,56 + 845,15 + 1213,78 = 4486,49m^3$$

Proračunska provera, za period zima 2022. godine, je pokazala da je raspoloživa zapremina jednog SBR reaktora od 9.616,00 m<sup>3</sup> zadovoljavajuća, jer je veća od potrebne reakcione zapremine od 4.486,49 m<sup>3</sup>, pri razmatranom organskom i hidrauličkom opterećenju PPOV-a.

Ovo znači da je za razmatrane vrednosti organskog i hidrauličkog opterećenja PPOV-a, za njegov rad dovoljan jedan SBR reaktor. Pri tome je dovoljno da se obavljaju 2-3 ciklusa po tanku na dan. Takođe se može konstatovati da se pri ovim uslovima mogu prečistiti i maksimalne dnevne količine otpadnih voda od 11.154,00 m<sup>3</sup>/dan.

U slučaju pojave nepredviđenih pikova opterećenja PPOV-a, svakako se u rad može uključiti i drugi SBR reaktor (tank).



## 12.2. Proračunska provera za period leto 2022.

Nakon primarnog prečišćavanja otpadnih voda (fino procedivanje na rešetkama i istaložavanje peska u peskolovu), otpadna voda se podvrgava biološkoj obradi u bioaeracionim bazenima – SBR reaktorima.

Na PPOV-u u Meljinama su izvedena četiri (4) SBR reaktora, svaki dimenzija:

- Dužina reaktora: 59,8 m,
- Širina reaktora: 26,8 m,
- Dubina vode: 6 m,
- Zapremina vode: 9616 m<sup>3</sup>.

Ulazno organsko opterećenje u bioaeracioni bazen (SBR reaktor) za period leto 2022. godine iznosi:

$$- B_U = 383,55 \frac{kgBPK_5}{dan},$$

a koncentracija organskog zagađenja se izračunava:

$$- C_{Oz} = \frac{B_{BB}}{Q_{pr}} = \frac{383,55 \cdot 10^6 \frac{kgBPK_5}{dan}}{10330 \cdot 10^3 \frac{m^3}{dan}} = 37,13 \frac{mgBPK_5}{l};$$

Iz gornjih proračuna se jasno vidi da je hidrauličko opterećenje PPOV-a povećano, a organsko opterećenje PPOV-a smanjeno, u odnosu na period zima 2022. godine, a samim tim je i koncentracija organskog zagađenja daleko manja.

Iz projektne dokumentacije se vidi da je za biološku obradu otpadnih voda na PPOV Meljine-Herceg Novi izabrano postrojenje sa aktivnim muljem u sekvencijalnom šaržnom reaktoru (SBR) sa simultanom stabilizacijom i mašinskom dehidratacijom mulja.

Biološki process obrade otpadnih voda u SBR reaktoru, predviđa i tercijernu obradu, t.j. uklanjanje nitrata u fazi prethodne denitrifikacije. Obe faze biološke obrade, nitrifikacija i denitrifikacija, je predviđeno da se obavljaju fazno u SBR reaktoru.

Iz projektne dokumentacije se vidi da je usvojen proces sa aktivnim muljem koji daje kvalitet izlaznog efluenta do 25 mgBPK<sub>5</sub>/l.

Osnovni elementi koji karakterišu izabrani tip biološkog procesa, a koji će poslužiti i za proračunsku proveru SBR reaktora su:

$$- R_{VB} = 0,25 \frac{kgBPK_5}{m^3, dan} \text{ -specifično prostorno (zapreminsko) opterećenje biobazena};$$

$$- R_{SMB} = 0,05 \frac{kgBPK_5}{kgSM} \text{ -specifično organsko opterećenje aktivnog mulja (suve materije)};$$

$$- SM_{BB} = 5,0 \frac{kgSM}{m^3} \text{ -koncentracija mulja.}$$

Izabrani tip biološke obrade obezbeđuje kvalitet efluenta (izlazna prečišćena voda) od BPK<sub>5</sub>=25 mg/L

Efekti redukcije organskog zagađenja, nakon biološkog procesa obrade, će biti proračunati na sledeći način:

$$E_R = \frac{37,13 - 25}{37,13} = 0,326 = 32,6\%$$

Za izabrani tip biološkog procesa prečišćavanja otpadnih voda (simultana stabilizacija), indeks mulja je:

$$-I_M = 100 \frac{l}{kgSM}$$

Koncentracija povratnog mulja nakon dekantacije i taloženja u SBR bazenu, iskustveno se određuje i iznosi:

$$SM_{RM} = \frac{1200}{I_M} = \frac{1200}{100} = 12 \frac{kgSM}{m^3}$$

Za ovu koncentraciju povratnog mulja, recirkulacioni odnos se računa:

$$RO_{RM} = \frac{SM_{BB}}{SM_{RM} - SM_{BB}} = \frac{5,0 \frac{kgSM}{m^3}}{12 \frac{kgSM}{m^3} - 5,0 \frac{kgSM}{m^3}} = 0,714 = 71,4\%$$

U slučaju nižih koncentracija povratnog mulja, recirkulacioni odnos može biti veći i dostići maksimalnu vrednost od  $RO_{RM} = 1$ , odnosno 100%, što znači da je koncentracija mulja pala na  $10,0 kgSM/m^3$ .

Iz ovoga se vidi da će se recirkulacija mulja odvijati u granicama od 71,4-100% od protoka otpadne vode i da direktno zavisi od potrebne koncentracije biomase u biobazenu, odnosno efikasnosti izbistravanja otpadne vode u SBR bazenu tokom faze dekantacije, odnosno taloženja mulja u istom tom SBR bazenu i njegovog ugušćivanja, t.j. ostvarenja koncentracije biomase u njemu.

Za proces simultane stabilizacije, odnosno proces biološke nitrifikacije, specifična produkcija viška aktivnog mulja iznosi:

$$AM_V = 0,80 \frac{kgSM}{kgBPK_5}$$

Sada se može izračunati količina viška aktivnog mulja:

$$Q_{VM}^A = \frac{383,55 \frac{kgBPK_5}{dan} \cdot 0,80 \frac{kgSM}{kgBPK_5} \cdot 0,326}{10,0 \frac{kgSM}{m^3}} = 10,01 \frac{m^3}{dan}$$

U ovoj jednačini vrednost 0,326 predstavlja stepen redukcije organskog zagađenja u biološkoj fazi procesa prečišćavanja.

Ukupna zapremina SBR reaktora (bioaeracionog bazena) se sastoji od zapremine potrebne za odvijanje procesa nitrifikacije, zapremine za skladištenje potrebne količine aktivnog mulja i zapremine potrebne za odvijanje procesa denitrifikacije.

Potrebna zapremina bioaeracionog bazena za odvijanje procesa nitrifikacije, a za gore navedeno organsko opterećenje iznosi:

$$-V_{BB}^N = \frac{B_U}{R_{VB}} = \frac{383,55}{0,25} = 1534,20 m^3$$

Zahtevana starost mulja za proces simultane stabilizacije iznosi 25 dana. Za ovu vrednost starosti mulja, deo zapremine za smešataj tog mulja se izračunava:

$$-V_{BB}^{AM} = 25 \cdot Q_{VM}^A = 25 \cdot 10,01 \frac{m^3}{dan} = 250,25 m^3$$

Potrebna zapremina za odvijanje procesa prethodne denitrifikacije se određuje iz odnosa potrebne zapremine za denitrifikaciju i potrebne zapremine za bioaeraciju, a u zavisnosti od tipa biološkog procesa i starosti mulja. Za proces simultane stabilizacije i starost mulja od 25 dana, taj odnos iznosi:

$$\frac{V_{BD}}{V_{BB}^N} = 0,5$$

Odavde sledi da se deo zapremine biobazena (SBR reaktora), namenjen za odvijanje procesa prethodne denitrifikacije, izračunava:

$$V_{BD} = 0,5 \cdot V_{BB}^N = 0,5 \cdot 1534,20 m^3 = 767,10 m^3$$

Kako je zapremina SBR reaktora jedinstvena (kod klasičnih postrojenja bioaeracioni bazen je odvojen od bazena za denitrifikaciju), to se njegova zapremina izračunava:

$$V_{SBR} = V_{BB}^N + V_{BB}^{AM} + V_{BD} = 1534,20 + 250,25 + 767,10 = 2551,55 m^3$$

Proračunska provera, za period zima 2022. godine, je pokazala da je raspoloživa zapremina jednog SBR reaktora od 9.616,00 m<sup>3</sup> zadovoljavajuća, jer je veća od potrebne reakcione zapremine od 2.551,55 m<sup>3</sup>, pri razmatranom organskom i hidrauličkom opterećenju PPOV-a.

Ovo znači da je za razmatrane vrednosti organskog i hidrauličkog opterećenja PPOV-a, za njegov rad dovoljan jedan SBR reaktor. Pri tome je dovoljno da se obavljaju 2-3 ciklusa po tanku na dan. Takođe se može konstatovati da se pri ovim uslovima mogu prečistiti i maksimalne dnevne količine otpadnih voda od 14.343,00 m<sup>3</sup>/dan.

U slučaju pojave nepredviđenih pikova opterećenja PPOV-a, svakako se u rad može uključiti i drugi SBR reaktor (tank).

Ono što je zajedničko za oba ova razmatrana perioda, zima 2022. i leto 2022. godine, jeste relativno visoko hidrauličko i izuzetno nisko organsko opterećenje PPOV-a.

S obzirom na niske koncentracije organskog zagađenja (BPK<sub>5</sub>) i povećane dnevne količine otpadnih voda, vidi se jasna suprotnost u neusklađenosti postojeće reakcione zapremine SBR reaktora koja se ogleda u sledećem:

-Raspoloživa zapremina SBR reaktora je daleko veća od potrebne zapremine kada je u pitanju organsko opterećenje PPOV-a,

-Raspoloživa zapremina SBR reaktora je nešto veća od potrebne zapremine, kada je u pitanju hidrauličko opterećenje PPOV-a.

U ovakvim neusklađenim uslovima SBR reaktor otežano funkcioniše, jer je sa jedne strane izložen niskom organskom opterećenju, a sa druge strane se javlja potreba da se preradi povećana dnevna količina otpadnih voda (hidrauličko opterećenje). Ova dva suprotna zahteva, koja se javljaju u praksi i koja se postavljaju pred SBR reaktor, teško da se mogu u potpunosti uskladiti, što rezultira otežanim radom kako SBR reaktora, tako i PPOV-a u celini.

### 12.3. Proračunska provera za budući period pune turističke sezone

Proračunska provera rada SBR reaktora koja sledi, predviđa rad PPOV-a pod uslovima organskog i hidrauličkog opterećenja PPOV-a, koji bi se maksimalno približili optimalnim, mada će se to u praksi teško u celosti realizovati.

Optimalni uslovi za dimenzionisanje i rad bioloških postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, podrazumevaju ispunjenost sledećih standarda:

- $q_s=200$  L/ES,dan – specifična potrošnja vode po ekvivalentnom stanovniku na dan,
- $B_s=60$  grBPK<sub>5</sub>/ES,dan – specifično organsko zagađenje po ekvivalentu i danu,
- $OZ=300$  mgBPK<sub>5</sub>/L – koncentracija organskog zagađenja po litri otpadne vode.

Svi proračuni i sve formule za dimenzionisanje PPOV-a, baziraju na ovim ulaznim vrednostima i na projektantima je težak zadatak da dimenzionišu postrojenje, kada ima značajnih odstupanja od ovako usvojenih vrednosti.

Prethodni proračuni, sprovedeni za merene rezultate organskog i hidrauličkog opterećenja PPOV-a u Meljinama-Herceg Novi, pokazuju veliku neusklađenost baš između ova dva najvažnija ulazna parametra: dnevna količina vode i dnevna količina zagađenja.

Cilj ovog Akcionog plana je da predloženim merama za rekonstrukciju PPOV-a i predloženim merama za sanaciju obalskog kolektora "Rivijera", ove sagledane suprotnosti ublaži što je moguće više i da ulazne vrednosti organskog i hidrauličkog opterećenja PPOV-a maksimalno optimizuje, odnosno privede ih što je moguće više gore navedenim standardnim vrednostima.

Posmatrani budući period, za koji će se sprovesti proračunska provera rada SBR reaktora, trebalo bi da kroz predložena rešenja ovog Akcionog plana, ostvari sledeće promene, kada su u pitanju ulazni podaci:

- Smanji količine infiltrirane vode u kolektor "Rivijera",
- Smanji ukupne količine otpadnih voda koje dospevaju na PPOV, smanjenjem udela infiltrirane morske vode,
- Smanji razblaženje komunalnih otpadnih voda,
- Smanji salinitet otpadnih voda koje dospevaju na PPOV,
- Poveća koncentraciju organskog zagađenja komunalnih otpadnih voda,
- Poveća organsko opterećenje PPOV-a,
- Približi koncentraciju zagađenja otpadnih voda standardnoj vrednosti od 300 mg/L,
- Približi, što je moguće više, specifičnu količinu otpadne vode po ekvivalentnom stanovniku standardnoj vrednosti od 200 L/ES,dan,

Sve ove mere imaju za cilj da se u budućnosti smanji sadržaj infiltrirane morske vode u ukupnoj količini otpadnih voda koje dospevaju na PPOV, čime se otvara prostor za prirast stanovništva opštine, velikim povećanjem broja turista, povećanjem količina isključivo komunalnih otpadnih voda, povećanjem organskog zagađenja otpadnih voda, što sve skupa dovodi do optimizacije ulaznih parametara organskog i hidrauličkog opterećenja PPOV-a.

Ovim se pristupom ublažavaju uočene suprotnosti u radu SBR reaktora, maksimalno optimizuju ulazni podaci organskog i hidrauličkog opterećenja PPOV-a, a samim tim i povećava efikasnost u njihovom radu, kao i radu PPOV-a u celini.

Nakon primarnog prečišćavanja otpadnih voda (fino procedivanje na rešetkama i istaložavanje peska u peskolovu), otpadna voda se podvrgava biološkoj obradi u bioaeracionim bazenima – SBR reaktorima.

Na PPOV-u u Meljinama su izvedena četiri (4) SBR reaktora, svaki dimenzija:

- Dužina reaktora: 59,8 m,
- Širina reaktora: 26,8 m,

- Dubina vode: 6 m,
- Zapremina vode: 9616 m<sup>3</sup>.

Ulazno organsko opterećenje u bioaeracioni bazen (SBR reaktor), za posmatrani budući period, dostizanja maksimalne turističke sezone, iznosi:

$$- B_U = 1748,46 \frac{kgBPK_5}{dan},$$

a koncentracija organskog zagađenja se izračunava:

$$- C_{Oz} = \frac{B_{BB}}{Q_{pr}} = \frac{1748,46 \cdot 10^6 \frac{kgBPK_5}{dan}}{8780 \cdot 10^3 \frac{m^3}{dan}} = 199,14 \frac{mgBPK_5}{l};$$

Iz projektne dokumentacije se vidi da je za biološku obradu otpadnih voda na PPOV Meljine-Herceg Novi izabrano postrojenje sa aktivnim muljem u sekvencijalnom šaržnom reaktoru (SBR) sa simultanom stabilizacijom i mašinskom dehidratacijom mulja.

Biološki proces obrade otpadnih voda u SBR reaktoru, predviđa i tercijernu obradu, t.j. uklanjanje nitrata u fazi prethodne denitrifikacije. Obe faze biološke obrade, nitrifikacija i denitrifikacija, je predviđeno da se obavljaju fazno u SBR reaktoru.

Iz projektne dokumentacije se vidi da je usvojen proces sa aktivnim muljem koji daje kvalitet izlaznog efluenta do 25 mgBPK<sub>5</sub>/l.

Osnovni elementi koji karakterišu izabrani tip biološkog procesa, a koji će poslužiti i za proračunsku proveru SBR reaktora su:

$$- R_{VB} = 0,25 \frac{kgBPK_5}{m^3, dan} \text{ -specifično prostorno (zapreminsko) opterećenje biobazena};$$

$$- R_{SMB} = 0,05 \frac{kgBPK_5}{kgSM} \text{ -specifično organsko opterećenje aktivnog mulja (suve materije)};$$

$$- SM_{BB} = 5,0 \frac{kgSM}{m^3} \text{ -koncentracija mulja.}$$

Izabrani tip biološke obrade obezbeđuje kvalitet efluenta (izlazna prečišćena voda) od BPK<sub>5</sub>=25 mg/L

Efekti redukcije organskog zagađenja, nakon biološkog procesa obrade, će biti proračunati na sledeći način:

$$E_R = \frac{199,14 - 25}{199,14} = 0,874 = 87,4\%$$

Za izabrani tip biološkog procesa prečišćavanja otpadnih voda (simultana stabilizacija), indeks mulja je:

$$- I_M = 100 \frac{l}{kgSM}$$

Koncentracija povratnog mulja nakon dekantacije i taloženja u SBR bazenu, iskustveno se određuje i iznosi:

$$SM_{RM} = \frac{1200}{I_M} = \frac{1200}{100} = 12 \frac{kgSM}{m^3}$$

Za ovu koncentraciju povratnog mulja, recirkulacioni odnos se računa:

$$RO_{RM} = \frac{SM_{BB}}{SM_{RM} - SM_{BB}} = \frac{5,0 \frac{kgSM}{m^3}}{12 \frac{kgSM}{m^3} - 5,0 \frac{kgSM}{m^3}} = 0,714 = 71,4\%$$

U slučaju nižih koncentracija povratnog mulja, recirkulacioni odnos može biti veći i dostići maksimalnu vrednost od  $RO_{RM} = 1$ , odnosno 100%, što znači da je koncentracija mulja pala na  $10,0 kgSM/m^3$ .

Iz ovoga se vidi da će se recirkulacija mulja odvijati u granicama od 71,4-100% od protoka otpadne vode i da direktno zavisi od potrebne koncentracije biomase u biobazenu, odnosno efikasnosti izbistravanja otpadne vode u SBR bazenu tokom faze dekantacije, odnosno taloženja mulja u istom tom SBR bazenu i njegovog ugušćivanja, t.j. ostvarenja koncentracije biomase u njemu.

Za proces simultane stabilizacije, odnosno proces biološke nitrifikacije, specifična produkcija viška aktivnog mulja iznosi:

$$AM_V = 0,80 \frac{kgSM}{kgBPK_5}$$

Sada se može izračunati količina viška aktivnog mulja:

$$Q_{VM}^A = \frac{1748,46 \frac{kgBPK_5}{dan} \cdot 0,80 \frac{kgSM}{kgBPK_5} \cdot 0,874}{10,0 \frac{kgSM}{m^3}} = 122,25 \frac{m^3}{dan}$$

U ovoj jednačini vrednost 0,874 predstavlja stepen redukcije organskog zagađenja u biološkoj fazi procesa prečišćavanja.

Ukupna zapremina SBR reaktora (bioaeracionog bazena) se sastoji od zapremine potrebne za odvijanje procesa nitrifikacije, zapremine za skladištenje potrebne količine aktivnog mulja i zapremine potrebne za odvijanje procesa denitrifikacije.

Potrebna zapremina bioaeracionog bazena za odvijanje procesa nitrifikacije, a za gore navedeno organsko opterećenje iznosi:

$$-V_{BB}^N = \frac{B_U}{R_{VB}} = \frac{1748,46}{0,25} = 6993,84 m^3$$

Zahtevana starost mulja za proces simultane stabilizacije iznosi 25 dana. Za ovu vrednost starosti mulja, deo zapremine za smešataj tog mulja se izračunava:

$$-V_{BB}^{AM} = 25 \cdot Q_{VM}^A = 25 \cdot 122,25 \frac{m^3}{dan} = 3056,25 m^3$$

Potrebna zapremina za odvijanje procesa prethodne denitrifikacije se određuje iz odnosa potrebne zapremine za denitrifikaciju i potrebne zapremine za bioaeraciju, a u zavisnosti od tipa biološkog procesa i starosti mulja. Za proces simultane stabilizacije i starost mulja od 25 dana, taj odnos iznosi:

$$\frac{V_{BD}}{V_{BB}^N} = 0,5$$

Odavde sledi da se deo zapremine biobazena (SBR reaktora), namenjen za odvijanje procesa prethodne denitrifikacije, izračunava:

$$V_{BD} = 0,5 \cdot V_{BB}^N = 0,5 \cdot 6993,84 m^3 = 3496,92 m^3$$

Kako je zapremina SBR reaktora jedinstvena (kod klasičnih postrojenja bioaeracioni bazen je odvojen od bazena za denitrifikaciju), to se njegova zapremina izračunava:

$$V_{SBR} = V_{BB}^N + V_{BB}^{AM} + V_{BD} = 6993,84 + 3056,25 + 3496,92 = 13547,01 \text{ m}^3$$

Proračunska provera, za posmatrani budući period, dostizanja maksimalne turističke sezone, je pokazala da je raspoloživa zapremina jednog SBR reaktora od 9.616,00 m<sup>3</sup> nedovoljna, jer je manja od potrebne reakcione zapremine od 13.547,01 m<sup>3</sup>, pri razmatranom organskom i hidrauličkom opterećenju PPOV-a.

Ovo znači da je za razmatrane vrednosti organskog i hidrauličkog opterećenja PPOV-a, za njegov rad su potrebna dva (2) SBR reaktora. Pri tome je dovoljno da se obavljaju 3 ciklusa po tanku na dan. Takođe se može konstatovati da se pri ovim uslovima mogu prečistiti i maksimalne dnevne količine otpadnih voda od 12.909,00 m<sup>3</sup>/dan.

U slučaju pojave nepredviđenih pikova opterećenja PPOV-a, svakako se u rad može uključiti i treći SBR reaktor (tank).

Iz ovih kontrolnih proračuna se jasno vidi, da su SBR reaktori predimenzionisani, odnosno da je ceo PPOV daleko većih kapaciteta od stvarnih vrednosti organskog i hidrauličkog opterećenja.

Ovo je naročito izraženo kada je u pitanju organsko opterećenje, jer se pokazalo da su koncentracije organskog zagađenja u otpadnim vodama izuzetno niske, pa je samim tim i raspoloživa reakciona zapremina daleko veća, od potrebne za redukciju organskog zagađenja koje voda sa sobom unosi u PPOV.

Posebno su karakteristični posmatrani slučajevi za period zima 2022. godine i period leto 2022. godine. Na prvom mestu zato što se tu analiziraju slučajevi sa stvarnim vrednostima organskog i hidrauličkog opterećenja PPOV-a, odnosno vrednostima koji su dobijeni na osnovu fizičko-hemijskih analiza kvaliteta otpadnih voda i na osnovu merenja protoka. Provera rada SBR reaktora za ova dva slučaja, pokazuju izuzetno niske koncentracije organskog zagađenja, koje su daleko manje od onih koje su definisane i usvojene u projektnoj dokumentaciji. Isti je slučaj i sa količinama otpadnih voda s tom razlikom što su analize pokazale da se radi o otpadnoj vodi koja u svom sastavu ima visok procenat infiltrirane morske vode.

Rezultati kontrolnog proračuna za treći slučaj, koji predviđa da se u što skorijoj budućnosti, dostignu optimalne ulazne vrednosti organskog i hidrauličkog opterećenja PPOV-a i dalje pokazuju da su SBR reaktori predimenzionisani i da će celo postrojenje moći nesmetano da radi sa tri tanka, kada budu dostignute maksimalne vrednosti ulaznih opterećenja.

Iz tog razloga će se dalja proračunska provera sprovoditi samo za treći posmatrani slučaj.

#### 12.4. Provera izabranog tipa aeracije

Za izabrani tip biološkog procesa sa aktivnim muljem, gde je uklanjanje azota predviđeno postupkom nitrifikacije sa prethodnom denitrifikacijom, faktor transfera kiseonika iznosi:

$$OC_{load} = 2,5 \frac{\text{kgO}_2}{\text{kgBPK}_5}$$

pa je potrebna dnevna količina kiseonika za unos u SBR reaktor (bioaeracioni bazen):

$$OC_{BB} = B_U \cdot OC_{load} = 1748,46 \cdot 2,5 = 4371,15 \frac{\text{kgO}_2}{\text{dan}}$$

Prosečni časovni unos kiseonika za ukupno dnevno trajanje aeracije od 12<sup>h</sup> se izračunava:

$$OC_{12} = \frac{OC_{BB}}{12} = \frac{4371,15}{12} = 364,26 \frac{kgO_2}{h}$$

Ovde je ukupno dnevno trajanje aeracije od 12<sup>h</sup> dobijeno tako što se računalo da rade dva SBR reaktora, sa brojem ciklusa od 4 po tanku na dan i trajanju aeracije od 1,5<sup>h</sup> po jednom ciklusu.

Sada će se obaviti preračunavanje te količine kiseonika u potrebnu količinu vazduha.

To iz razloga jer mašine (kompresori-duvaljke) obezbeđuju samo vazduh.

Kako 1m<sup>3</sup> vazduha sadrži određenu količinu kiseonika od 0,3kgO<sub>2</sub>, to časovna potreba za vazduhom se preračunava:

$$q_{v12} = \frac{OC_{12}}{0,3} = \frac{364,26}{0,3} = 1214,21 \frac{m^3 \text{ vazduha}}{h};$$

Za unos vazduha (kiseonika) u SBR reaktor, projektom je definisano da će se koristiti pečurkasti difuzori vazduha. Oni su postavljeni na dnu bioaeracionog tanka. To su pečurkasti aeratori, koji imaju gumenu fino perforiranu membranu. Tek po dovođenju vazduha pod pritiskom u pečurkasti aerator, membrana se naduvava, otvori se šire i kroz njih prolazi vazduh u vidu sitnih mehurića. Iz ovoga se vidi da je u pitanju aeracija sa uduvavanjem vazduha, t.z. dubinska aeracija.

Tehničke karakteristike ugrađenih pečurkastih difuzora (aeracionih elemenata) sa gumenom membranom (difuzora za vazduh) su sledeće:

-Tip HD270

-D=268/218 mm-prečnik difuzora/prečnik perforirane membrane;

-q<sub>SD</sub>=5 Nm<sup>3</sup>/h, kom.-Usvojeni kapacitet jednog difuzora prema projektnoj dokumentaciji.

-H=6 m-dubina vode na kojoj su postavljeni pečurkasti difuzori.

Za ovaj tip difuzora i za ove uslove rada (dubina od 6 m) stepen korisnosti projektovanog tipa aeracije (stepen iskoristivosti unetog O<sub>2</sub> ili stepen transfera kiseonika) je  $\eta = 0,33$ .

Sada se može odrediti stvarna potreba za vazduhom, (što je istovremeno i kapacitet kompresora-duvaljke) i ona iznosi:

$$q_K = \frac{q_{v12}}{\eta} = \frac{1214,21}{0,33} = 3679,42 \frac{Nm^3}{h} = 61,32 \frac{Nm^3}{min}$$

Iz ove proračunske provere se vidi da je potrebna količina vazduha za rad SBR reaktora za oko 8% manja u odnosu na projektom izabranu duvaljku.

Ugrađene duvaljke su sledećih tehničkih karakteristika:

-q=4000 Nm<sup>3</sup>/h-kapacitet duvaljke,

-Δp=700 mbar-nadpritisak duvaljke,

-n<sub>D</sub>=2382 min<sup>-1</sup>-broj obrtaja duvaljke,

-P<sub>M</sub>=132 KW-snaga pogonskog el. motora duvaljke,

-n<sub>M</sub>=3000 min<sup>-1</sup>-broj obrtaja el. motora,

-Agregati su frekventno regulisani.

Kako je proračunska provera pokazala, potrebna količina vazduha za rad SBR reaktora je približno jednaka kapacitetu projektovanih duvaljki. Kada se još konstatuje da je frekventna regulacija kompresora-duvaljki vezana za sadržaj rastvorenog kiseonika, moglo bi se na prvi pogled zaključiti da je aeracioni sistem korektno koncipiran i projektovan.

Ali sledeća analiza demantuje ovakvu konstataciju.

Prema projektnoj dokumentaciji definisano je 4+1 kompresor-duvaljka, iz čega bi se moglo zaključiti da je za svaki SBR reaktor namenjena po jedna mašina i da istovremeno mogu raditi sva četiri tanka, a da je peti kompresor rezerva za bilo koji od radnih mašina. Ali nije tako. Konfiguracija potisnog cevovoda je tako izvedena da se u rad može pustiti



samo jedan agregat. Ako se u rad pusti drugi agregat (zahtev da se zbog manjka kiseonika još jedan agregat pusti u rad) dolazi do međusobnog "gušenja" ta dva agregata, što za rezultat ima nešto povećanu, ali i dalje nedovoljnu količinu vazduha (kiseonika) u SBR tanku koji je u radu.

Slična je situacija kada se u radu nalazi jedan SBR tank, a pojavi se potreba da se aktivira još jedan tank. Ovo je u praksi teško izvodljivo, jer već pomenuta konfiguracija potisnog cevovoda omogućava da se u rad može pustiti samo jedan agregat. Ako se u rad pusti drugi agregat (zahtev da se aktivira još jedan SBR tank) dolazi do međusobnog "gušenja" ta dva agregata, što za rezultat ima nedovoljnu količinu vazduha (kiseonika) u oba SBR reaktora.

Pored toga projektom je predviđeno da SBR reaktori rade pri nivou vode od 6 m, što u praksi nije čest slučaj. Daleko češće se nivoi vode kreću u granicama od 4-5,5 m. U ovim uslovima rada potopljenih pečurkastih difuzora, transfer kiseonika je daleko manji (može opasti i ispod 20%), što dovodi do manjka kiseonika. Ako se pokuša ovaj manjak nadomestiti paralelnim radom još jedne duvaljke, umesto da se dobije povećana količina vazduha (kiseonika), efekat je suprotan, iz razloga što drugi agregat "guši" radnu mašinu. Sve ovo dovodi do preopterećenja oba kompresora, rada pri povećanim otporima i povećanog zagrevanja kako vazduha, tako i samih agregata. Rezultat je nedovoljna aeracija u SBR reaktoru, brže habanje kompresora, pojava kvarova i češće ispadanje iz rada, što sve skupa rezultira redovnim problemima u eksploataciji sistema aeracije i nedovoljno efikasnim prečišćavanjem otpadnih voda.

Pored gore navedenih nedostataka postojećeg stanja aeracionog sistema SBR reaktora, svakako je potrebno pomenuti još jedan vrlo značajan nedostatak koji se tiče smeštaja kompresora-duvaljki, a ima vrlo negativne posledice na rad agregata.

Naime, svih 5 agregata je smešteno u jednu zajedničku kompresorsku stanicu. Pored toga se u toj prostoriji nalazi i zbirni magistralni cevovod komprimovanog vazduha, koji je tako izveden da se u njega priključuju potisni vodovi svih 5 agregata.

U prostoriji kompresorske stanice nije obezbeđena prinudna ventilacija, dok kompresori-duvaljke usisavaju vazduh direktno iz te prostorije.

Posledice ovakvog postojećeg stanja su povišene temperature agregata koji su u radu, povišene temperature komprimovanog vazduha, zatim cevovoda koji taj vazduh transportuje, a usled dispacije toplotne energije od agregata i cevovoda dolazi do zagrevanja vazduha u samoj prostoriji. Taj tako zagrejan vazduh usisavaju radni agregati i prilikom kompresije ga dodatno zagrevaju, tako da je povišenje temperature celog kompresorskog postrojenja konstantno.

Da bi operateri koliko-toliko ublažili ovu pojavu, velika servisna vrata na objektu kompresorske stanice drže stalno otvorena.

Ova analiza svakako mora da obuhvati, pored stepena efikasnosti transfera kiseonika i same pečurkaste difuzore.

Projektom je definisano, da je za izabrane pečurkaste difuzore tip HD270, usvojen kapacitet jednog difuzora od 5 Nm<sup>3</sup>/h, kom.

Za iste te difuzore se radni kapacitet kreće u granicama od 1,5-7 Nm<sup>3</sup>/h, kom., dok maksimalni kapacitet iznosi 10 Nm<sup>3</sup>/h, kom. u trajanju od 10-15 min.

Sada se može proveriti, projektom definisani, broj difuzora koji su ugrađeni u SBR reaktor. Kako je prethodnom proračunskom proverom utvrđeno da je potrebna količina vazduha 3679,42 Nm<sup>3</sup>/h, to se broj difuzora izračunava:

$$Z = \frac{q_K}{q_{SD}} = \frac{3679,42 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h}}}{5 \frac{\text{Nm}^3}{\text{h, kom}}} = 735,88 \text{ kom}$$

Ovaj broj difuzora je manji od projektom definisanog, koji iznosi Z<sub>P</sub>=900 kom.

Ova konstatacija je, opet na prvi pogled, na strani sigurnosti, jer jasno je, da veći broj difuzora može da obezbedi veću količinu vazduha (kiseonika).

Ali ako se stepen efikasnosti sistema aeracije, ne posmatra samo preko kapaciteta difuzora i transfera kiseonika koji iznosi 33% (određen iz dijagrama radnih karakteristika difuzora iz tehničke dokumentacije proizvođača difuzora), već se u razmatranje uzme u obzir i pokrivenost poda SBR reaktora difuzorima, dobija se znatno drugačija slika.

Aktivna površina jednog difuzora iznosi 0,037 m<sup>2</sup>. Kako je broj difuzora Z=900 kom. to je njihova ukupna aktivna površina jednaka:

$$A_U^D = 0,037 \frac{m^2}{kom} \cdot 900 kom = 33,3 m^2$$

Površina dna SBR reaktora iznosi 59,8x26,8=1602,64 m<sup>2</sup>

Iz odnosa aktivne površine ugrađenih difuzora i površine dna SBR reaktora, jasno je da je stepen pokrivenosti dna SBR reaktora 2,07%.

Ako se iz iskustva zna, da se potreban stepen pokrivenosti dna bioaeracionih bazena kreće u granicama od 5-20%, onda je jasno da je stvarni stepen pokrivenosti od 2,07% izuzetno mali. Ovako nizak stepen pokrivenosti dna reaktora svakako u velikoj meri negativno utiče na ukupni stepen efikasnosti transfera kiseonika, što se u praksi nedvosmisleno dokazalo.

Svakako da je potrebno, pored svega ostalog do sada proverenog, proveriti i potencijalno veliku mogućnost u praksi, u periodu dostizanja pune turističke sezone, uključenje u paralelni rad 2 kom. kompresora-duvaljki.

Ovo znači da je potrebno proveriti kapacitet postojećih pećurkastih difuzora za varijantu rada SBR reaktora, kada se za obezbeđenje vazduha za aeraciju uključuje i rezervni kompresor-duvaljka. Kako radni agregat obezbeđuje teorijski protok vazduha od 4000 Nm<sup>3</sup>/h, drugi rezervni agregat, spregnut u paralelni rad sa radnim agregatom, obezbeđuje dodatnih oko 75% nominalnog kapaciteta radnog agregata. To znači da će ukupna količina vazduha koja se unosi u jedan SBR reaktor iznositi oko 7000 Nm<sup>3</sup>/h.

Kako se u SBR reaktoru nalazi 900 kom. pećurkastih difuzora tip HD270, to se stvarni protok kroz jedan pećurkasti difuzor izračunava:

$$q_D^M = \frac{q_{KU}}{Z} = \frac{7000,00 \frac{Nm^3}{h}}{900 kom} = 7,77 \frac{Nm^3}{h, kom}$$

Ako se zna da nominalni kapacitet (protok) projektom definisanog i izabranog pećurkastog difuzora tip HD270 iznosi 5 Nm<sup>3</sup>/h, kom., to se vidi da je za uslove rada dva kompresora-duvaljke, pećurkasti difuzor za 55,4% izložen povećanom protoku od nominalnog. Za isti taj ugrađeni pećurkasti difuzor maksimalni dozvoljeni radni protok iznosi 7 Nm<sup>3</sup>/h, kom. To znači da je za uslove paralelnog rada 2 kompresora-duvaljke, maksimalni radni protok pećurkastih difuzora povećan za 9,91%.

Sve ovo ukazuje na otežane uslove rada pećurkastih difuzora za ovakve režime eksploatacije, što za rezultat ima brži zamor membrana, otežanu prilagodljivost pora membrane različitim protocima i kraći vek trajanja difuzora u celini.

Iz ove dodatne analize rada postojećih pećurkastih difuzora, se jasno vidi da oni nemaju široku mogućnost prilagođavanja promene protoka vazduha različitim potrebama rada SBR reaktora, odnosno različitim potrebama za kiseonikom u skladu sa hidrauličkim i organskim opterećenjem bioaeracionog bazena.

U ovoj analizi je svakako važno proveriti i energetski učinak projektovanog sistema aeracije SBR reaktora.

Iz dijagrama za određivanje energetskog učinka, za "JAGER"-ove pećurkaste difuzore, pri kapacitetu od:

$$-q_{SD} = \frac{4000 \frac{Nm^3}{h}}{900 kom.} = 4,44 \frac{Nm^3}{h, kom.}$$

određuje se energetska učinak u iznosu od:

$$\frac{OC}{P} = 4,0 \frac{kg O_2}{KWh}$$

Sada se može proveriti kolika je potrebna snaga motora kompresora-duvaljke za ovako projektovani sistem aeracije::

$$P = \frac{364,26 \frac{kg O_2}{h}}{4,0 \frac{kg O_2}{KWh}} = 91,06 KW$$

Izabrani kompresor-duvaljka ima snagu pogonskog motora od 132 KW,

Iz odnosa  $132/91,06=1,449$  je jasno da je za 44,9% izabrani kompresor-duvaljka predimenzionisan u odnosu na potrebnu snagu kompresora-duvaljke.

I da pored tolike snage motora, a zbog ostalih prethodno analiziranih faktora projektovanog sistema aeracije, nije u praksi u mogućnosti da obezbedi dovoljnu količinu vazduha (kiseonika) za nesmetano odvijanje biološkog procesa prečišćavanja otpadnih voda.

Pored svega ovoga u obzir se mora uzeti i dosadašnji rad potopljenih pećurkastih difuzora. Proteklo vreme eksploatacije je svakako uticalo da dođe do delimičnog zapušavanja pora membrana prljavštinom. Ovo je dovelo do smanjenja protoka vazduha kroz membrane, a time i do smanjenja efikasnosti pećurkastih difuzora za unos vazduha (kiseonika) u vodu. Ova činjenica još više dolazi do izražaja kada se zna da u proteklom periodu eksploatacije pećurkastih difuzora, nikada nije obavljeno njihovo čišćenje. A delimično zapušavanje pora na membranama može dovesti do porasta pritiska ispod membrana, a time i do njihovog oštećenja. Inspekcijski pregled nikada nije obavljen, tako da postoji velika verodostojnost opisanog stanja.

S obzirom na angažovanu snagu za unos kiseonika u bioaeracioni bazen (SBR tank), mogu se izračunati dva veoma važna pokazatelja efikasnosti aeracionog sistema sa dubinskom aeracijom i pećurkastim difuzorima. Ti pokazatelji su energetska gustina i potrošnja električne energije po jedinici razgrađenog organskog zagađenja ( $BPK_5$ ).

Energetska gustina iznosi:

$$E_g = \frac{132 KW}{9000 m^3} = 0,0146 \frac{KW}{m^3} = 14,6 \frac{W}{m^3}$$

Ovde je uzeta instalisana snaga kompresora, dok je  $9000 m^3$  projektovana količina otpadne vode u biobazenu (SBR reaktoru).

Ako se zna da se preporučena gustina energije, za bioaeracione bazene kreće u granicama od  $15-20 W/m^3$ , vidi se da je gustina energije koju obezbeđuje izabrana duvaljka ispod donje preporučene vrednosti.

Potrošnja električne energije pri radu kompresora-duvaljke (jedne) i dnevnom unosu kiseonika iznosi:

$$-E_s = \frac{4371,15 \frac{kgO_2}{dan}}{4 \frac{kgO_2}{KWh}} = 1092,78 \frac{KWh}{dan}$$

Sada se može izračunati učinak aeracionog sistema, odnosno količina razgrađenog organskog opterećenja, izraženog kao biološka potrošnja kiseonika ( $BPK_5$ ) po jedinici utrošene električne energije, koristeći već izračunate vrednosti redukovanog zagađenja i utrošene električne energije.

Ta vrednost iznosi:

$$-ROZ_E = \frac{1748,46 \frac{kgBPK_5}{dan} \cdot 0,874}{1092,78 \frac{KWh}{dan}} = 1,39 \frac{kgBPK_5}{KWh}$$

Iskustveno-teorijski pokazatelji, učinka aeracije za dubinsku aeraciju sa finim mehurićima, se kreću u preporučenim granicama od 1,5-1,7 kgBPK<sub>5</sub>/KWh.

Iz gornjeg proračuna se jasno vidi da je projektovani učinak aeracije ispod donje preporučene vrednosti.

Kod projektovanja i izbora aeracionog sistema na postrojenjima sa aktivnim muljem moraju se uzeti u obzir sva tehnološka, tehnička i ekonomska stanovišta. Gornja analiza svih ovih tehnološko-tehničkih i energetsko-ekonomskih pokazatelja, pa i ovog na kraju pokazatelja učinka aeracije, pokazuje da se projektovani aeracioni sistem za SBR reaktore, ne nalazi u preporučenim i optimalnim granicama.

### 13. PREDLOG REKONSTRUKCIJE AERACIONOG SISTEMA SBR REAKTORA

Iz prethodne analize rada SBR reaktora za različite radne uslove, kao i analize rada aeracionog sistema SBR reaktora, se jasno vidi da se projektovano stanje PPOV-a u velikoj meri razlikuje od stvarnih (realnih) uslova. Odnosno da je PPOV u postojećim uslovima rada, delimično u mogućnosti da odgovori zahtevima, koji mu se postavljaju kada je u pitanju prečišćavanje otpadnih voda.

Imajući u vidu sve analizirane nedostatke aeracionog sistema SBR reaktora, ovaj Akcioni plan sadrži predlog rešenja, koja bi za cilj imala dovođenje PPOV-a u stanje da se mogu u paralelnom radu koristiti sva 4 SBR reaktora, odnosno da sva 4 SBR reaktora rade istovremeno, ako se za tim ukaže potreba.

Od toga bi 3 SBR reaktora radili paralelno u slučaju pojave maksimalnih hidrauličkih i organskih opterećenja PPOV-a.

Četvrti SBR reaktor bi se koristio za završnu stabilizaciju viška aktivnog mulja koji bi se izdvajao iz 3 radna SBR reaktora.

Drugim rečima, što se tiče rada SBR reaktora, ovim Akcionim planom se predlažu sledeći radni režimi:

► Rad samo jednog SBR reaktora za opterećenja koja odgovaraju kapacitetima od 10.000,00 do 15.000,00 ES-a,

► Istovremeni (paralelni) rad 2 SBR reaktora za opterećenja koja odgovaraju kapacitetima od 15.000,00 do 25.000,00 ES-a,

► Istovremeni (paralelni) rad 3 SBR reaktora za opterećenja koja odgovaraju kapacitetima od 25.000,00 do 35.000,00 ES-a.

► Režim rada za opterećenja koja odgovaraju kapacitetima preko 35.000,00 ES-a se ne očekuju, ali ako se ipak u praksi pojave, moguće je sa linije mulja prebaciti četvrti SBR reaktor na liniju vode, u kom bi slučaju angažovanost reakcionih zapremina PPOV-a bila 100%-tna, kada je u pitanju obrada otpadnih voda. To drugim rečima znači da se predlogom rekonstrukcije aeracionog sistema SBR reaktora omogućava istovremeni (paralelni) rad sva 4 SBR reaktora.

Mada se ovde navodi da Akcioni plan, u velikom stepenu verovatnoće, isključuje potrebu angažovanja i četvrtog SBR reaktora za obradu otpadnih voda.

U skladu sa ovako definisanim radnim režimima SBR reaktora, Akcioni plan predlaže rekonstrukciju aeracionog sistema SBR reaktora, koja se odnosi kako na broj i dispoziciju kompresora-duvaljki, zatim na razvodni cevovod komprimovanog vazduha, tako i na same pečurkaste difuzore.

Naravno da ove izmene u radnim režimima kompresora-duvaljki, moraju da prate i odgovarajuće promene u načinu upravljanja, odnosno promene u SCADA sistemu.

#### 13.1. Predlog rekonstrukcije broja i dispozicije (položaja) kompresora-duvaljki

Predlog rekonstrukcije aeracionog sistema SBR reaktora, koji se odnosi na kompresore-duvaljke podrazumevaju sledeće izmene:

► Svakom SBR reaktoru se dodeljuje po jedan nezevisan kompresor-duvaljka,

► Za prva 2 SBR reaktora (SBR1 i SBR2), gde svakom pripada po jedna radna duvaljka-kompresor, dodeliti i treći agregat, koji bi bio rezerva za prvi, odnosno drugi agregat.

► Za druga 2 SBR reaktora (SBR3 i SBR4), gde svakom pripada po jedna radna duvaljka-kompresor, dodeliti i treći agregat, koji bi bio rezerva za treći, odnosno četvrti agregat.

► Ovaj predlog rekonstrukcije u domenu kompresora-duvaljki, podrazumeva broj od 4 kom. radnih agregata i 2 kom. rezervnih agregata, odnosno formaciju (4+2) kompresora-duvaljki. Ovo znači da je za PPOV potrebno obezbediti ukupno 6 kom. kompresora-duvaljki.

Ovakav predlog rekonstrukcije broja i položaja kompresora-duvaljki se može videti iz priloženih crteža:

- Šema sistema aeracije sa nezavisnim radom svakog SBR reaktora pojedinačno i paralelnim radom 2 ili 3 SBR reaktora istovremeno, Crtež br. PPOV-MHN-AP-04,
- Skica dispozicije, odnosno položaja kompresora-duvaljki u odnosu na objekat SBR reaktora, Crtež br. PPOV-MHN-AP-05.

Što se tiče predloga za izmenu položaja (dispozicije) kompresora-duvaljki, Akcioni plan se rukovodio opravdanim zahtevom da položaj pripadajućeg kompresora-duvaljke bude što bliže odgovarajućem SBR reaktoru (videti priloženi crtež br. PPOV-MHN-AP-05).

Ovakav zahtev je opravdan iz više razloga:

-Moguće je u I fazi rekonstrukcije PPOV-a zadržati 4 postojeća (ispravna) agregata i izmestiti ih iz kompresorske stanice i montirati u neposrednoj blizini SBR reaktora, tako da se svakom SBR reaktoru dodeli po jedan postojeći agregat.

U tom slučaju bi se u I fazi nabavke opreme nabavila samo 2 kom. novih kompresora-duvaljki od nekog od evropskih proizvođača, koji bi bili rezerva za radne agregate dodeljene SBR reaktorima u rasporedu 2+2 agregata.

U kasnijim fazama nabavke opreme za PPOV, biće moguće zameniti postojeće agregate (4 kom.) novim kompresorima-duvaljkama.

Peti, postojeći kompresor-duvaljku, otpisati iz razloga što je kao mašinski sklop formiran od više američkih i evropskih proizvođača (kombinacija turskog isporučioaca) nemoguće servisirati i popraviti tako da se dovede u funkcionalno stanje.

- Kraći cevovod od kompresora-duvaljke do SBR reaktora,
- Manji gubici na trenje strujanja vazduha kroz cevovod, a time i manji pad pritiska komprimovanog vazduha,
- Niže opterećenje kompresora-duvaljke, a samim tim i lakši uslovi rada agregata kako pojedinačno, tako i u paru (radni+rezervni),
- Niže temperature komprimovanog vazduha,
- Daleko manji broj kvarova i ispadanja iz rada,
- Duži vek eksploatacije kompresora-duvaljki,
- Niži troškovi održavanja kompresora-duvaljki, a time i aeracionog sistema SBR reaktora u celini,
- Niži troškovi rekonstrukcije,
- Viši stepen korisnosti ukupnog sistema aeracije.

### **13.2. Predlog rekonstrukcije razvodnog cevovoda komprimovanog vazduha**

Postojeća konfiguracija potisnog cevovoda za razvod komprimovanog vazduha od kompresora-duvaljki, do SBR reaktora je takva, da u kompresorskoj stanici postoji zajednički, zbirni cevovod, u koji su priključeni potisni cevovodi svih 5 agregata. Tek po izlasku iz kompresorske stanice ovaj zajednički zbirni cevovod se račva prema SBR reaktorima. Ubodi pojedinačnih potisnih cevovoda kompresora-duvaljki u zajednički, zbirni cevovod, su pod uglom od 90°. Ovakva konfiguracija cevovoda onemogućava paralelni (istovremeni) rad dva agregata, jer zbog pomenutog načina priključenja na zajednički cevovod, jedan agregat "guši" drugi, uz istovremeno preopterećenje obe mašine i pojavu izuzetno visokih temperatura kako komprimovanog vazduha, tako i samog cevovoda.

I upravo ova nemogućnost paralelnog (istovremenog) rada dva ili više agregata, onemogućava i puštanje u paralelni (istovremeni) rad dva ili više SBR reaktora.

Ova činjenica je jedna od najvažnijih nedostataka PPOV-a, koje proizilaze iz analize rada SBR reaktora, jer konstatuje da se na PPOV-u nalaze izgrađeni SBR reaktori, ali se ne mogu pustiti u paralelni (istovremeni) rad, već se mogu pustiti da rade samo jedan po jedan bioreakcioni bazen. To drugim rečima znači da operateri na raspolaganju imaju

izgrađene SBR reaktore na PPOV-u, ali mogu koristiti samo jedan tank, a nikako dva istovremeno.

Prethodni predlog rekonstrukcije broja i dispozicije (položaja) kompresora-duvaljki upravo ima za cilj da omogući istovremeni rad sva četiri agregata, a time i istovremeni rad sva četiri SBR reaktora.

Predlog rekonstrukcije potisnog cevovoda komprimovanog vazduha, je potrebno da prati predložene izmene u broju kompresora-duvaljki i predloženoj izmeni njihovog položaja u odnosu na građevinske objekte SBR reaktora.

Kako je u gornjem opisu navedeno, kod svih 5 kompresora-duvaljki, njihovi potisni cevovodi su priključeni na jedan zajednički, zbirni cevovod, koji se nalazi u kompresorskoj stanici zajedno sa agregatima. Od ovog zbirnog cevovoda se račvaju četiri pojedinačna cevovoda prema SBR reaktorima. Pri čemu svakom od jednog SBR reaktora pripada po jedan magistralni potisni cevovod, koji se račva tek kraj samih SBR reaktora. Ovo račvanje magistralnih cevovoda kraj SBR reaktora se izvodi radi formiranja razvodnog cevovoda prema pečurkastim difuzorima.

Ovakva konfiguracija postojećeg cevovoda komprimovanog vazduha, omogućava realizaciju predloga rekonstrukcije istog prema ovom Akcionom planu.

Predlog rekonstrukcije cevovoda komprimovanog vazduha, podrazumeva da se magistralni cevovod prema svakom od SBR reaktora, raskine u delu pre račvanja prema sekundarnom cevovodu koji razvodi vazduh prema pečurkastim difuzorima.

Raskidanje podrazumeva da se deo magistralnog cevovoda prema jednom od SBR reaktora, zajedno sa kompletnim sekundarnim cevovodom prema pečurkastim difuzorima, razdvoji od dela dovodnog magistralnog cevovoda, koji je položen od zajedničkog zbirnog cevovoda, pa do posmatranog SBR reaktora.

Na mestu raskida bi se izgradio temelj na koji bi se postavio pripadajući kompresor-duvaljka i njegov potisni cevovod se povezao na ostatak magistralnog cevovoda prema SBR reaktoru, a time i na kompletnu sekundarnu cevnu mrežu prema pečurkastim difuzorima. Ako se posmatra kako bi se izvela rekonstrukcija kompresora-duvaljke KD1 i cevovoda za vazduh za aeracioni tank SBR1, rekonstrukcija kompresora-duvaljke KD2 i cevovoda za vazduh za aeracioni tank SBR2 bi se izvela kao slika u ogledalu.

Rezervni agregat RKD1/2 za kompresore-duvaljke I KD1 I KD2 bi se postavio na istoj strani jednog ili drugog radnog kompresora-duvaljke I njegov potisni cevovod priključio na potisne cevovode radnih agregata.

Da bi ovaj tehnički opis bio dovoljno jasan, potrebno je pogledati priložene, a prethodno pomenute crteže: šema sistema aeracije i skica dispozicije agregata.

Ovakav predlog rekonstrukcije cevovoda komprimovanog vazduha ima određene prednosti u odnosu na projektovano, odnosno izvedeno stanje:

-Svaki cevovod koji povezuje jedan SBR reaktor sa pripadajućim jednim radnim kompresorom-duvaljkom je zaseban i kao takav omogućava odvojen rad samo tog jednog SBR reaktora,

-Cevovodi koji su na isti način povezali ostale SBR reaktore sa pripadajućim agregatima omogućavaju paralelni (istovremeni) rad dva SBR reaktora, paralelni (istovremeni) rad tri SBR reaktora i u krajnjem slučaju, ako se za tim ukaže potreba i paralelni (istovremeni) rad sva četiri SBR reaktora,

-Cevovodi rezervnih agregata se tako povezuju na cevovode radnih mašina (videti priloženu šemu), da mogu paralelno (istovremeno) raditi sa jednim, odnosno drugim radnim kompresorom-duvaljkom, što je u direktnoj vezi sa onim SBR reaktorom, koji zahteva uključenje rezervnog agregata,

-Cevovodi su daleko kraći, što za rezultat ima daleko manje gubitke na trenje, odnosno manje padove pritiska u sistemu,

-Održavnije cevovoda ovakve konfiguracije je jednostavnije, troškovi održavanja niži.

### 13.3. Predlog za zamenu postojećih pećurkastih difuzora za vazduh

U tački Akcionog plana "Provera izabranog tipa aeracije", urađena je detaljna analiza rada postojećih pećurkastih difuzora zajedno sa proračunskom proverom. Svi kriterijumi za ocenu postojećeg stanja ugrađenih pećurkastih difuzora: nominalni protok, maksimalni radni protok, stepen pokrivenosti dna SBR reaktora i sl. ukazuju da je potrebno izvršiti njihovu zamenu.

Predlog za izmenu postojećih pećurkastih difuzora, koji sadrži ovaj Akcioni plan, predviđa dve opcije rešenja:

-Prva opcija podrazumeva zamenu postojećih pećurkastih difuzora novim difuzorima istog tipa, samo većeg kapaciteta. To su pećurkasti difuzori tip HD340 "Jager". U ovoj varijanti rešenja bi se zadržao postojeći broj difuzora od 900 komada, kao i kompletan razvodni cevovod komprimovanog vazduha, položen po dnu SBR reaktora,

-Druga opcija podrazumeva zamenu postojećih pećurkastih difuzora, novim tipom panelnih-pločastih aeratora tipa "Aerostrip". Ova varijanta zamene postojećih aeracionih elemenata, novim tipom aeracionih elemenata podrazumeva i kompletnu zamenu razvodnog cevovoda komprimovanog vazduha po dnu SBR reaktora.

Obe predložene opcije, odnosno oba varijantna rešenja, će biti obrazložena i pomoću odgovarajućih proračuna.

### 13.4. Prva opcija: Zamena pećurkastih difuzora tip HD270 i izbor novih tip HD340

Prva varijanta izmene pećurkastih difuzora podrazumeva izbor istog tipa aeracionih elemenata, samo većeg kapaciteta.

Tehničke karakteristike novo-predloženih pećurkastih difuzora (aeracionih elemenata) sa silikonskom membranom (difuzora za vazduh) su sledeće:

-Tip HD340

-D=346/295 mm-prečnik difuzora/prečnik perforirane membrane,

- $q_{SD}=2-10 \text{ Nm}^3/\text{h, kom.}$ - raspon standardnog protoka (kapaciteta),

- $q_N=7 \text{ Nm}^3/\text{h, kom.}$ -Usvojeni nominalni kapacitet jednog novo-predloženog difuzora,

-H=6 m-dubina vode na kojoj su postavljeni pećurkasti difuzori.

Pod istim uslovima hidrauličkog i organskog opterećenja, potrebna dnevna količina kiseonika za unos u SBR reaktor (bioaeracioni bazen) ostaje ista:

$$OC_{BB} = 4371,15 \frac{\text{kgO}_2}{\text{dan}}$$

S obzirom da su zamenjeni postojeći pećurkasti difuzori, difuzorima istog tipa samo većeg kapaciteta, može se prosečni časovni unos kiseonika za ukupno dnevno trajanje aeracije od 8<sup>h</sup> izračunati:

$$OC_8 = \frac{OC_{BB}}{8} = \frac{4371,15}{8} = 546,39 \frac{\text{kgO}_2}{\text{h}}$$

Ovde je sada ukupno dnevno trajanje aeracije od 8<sup>h</sup> promenjeno i dobijeno tako što se računalo da rade dva SBR reaktora, sa brojem ciklusa od 4 po tanku na dan i trajanju aeracije od 1<sup>h</sup> po jednom ciklusu. Ovde se vreme aeracije moglo smanjiti iz razloga povećanog kapaciteta novo-izabranih pećurkastih aeratora.

Sada će se obaviti preračunavanje te količine kiseonika u potrebnu količinu vazduha.

To iz razloga jer mašine (kompresori-duvaljke) obezbeđuju samo vazduh.

Kako 1m<sup>3</sup> vazduha sadrži određenu količinu kiseonika od 0,3kgO<sub>2</sub>, to časovna potreba za vazduhom se preračunava:



$$q_{v8} = \frac{OC_8}{0,3} = \frac{546,39}{0,3} = 1821,30 \frac{m^3 \text{ vazduha}}{h};$$

Za novo-izabrani tip pečurkastog difuzora i za ove uslove rada (dubina od 6 m) stepen korisnosti ovog dubinskog tipa aeracije (stepen iskoristivosti unetog O<sub>2</sub> ili stepen transfera kiseonika) je  $\eta = 0,42$ .

Sada se može odrediti stvarna potreba za vazduhom, (što je istovremeno i kapacitet kompresora-duvaljke) i ona iznosi:

$$q_K = \frac{q_{v8}}{\eta} = \frac{1821,30}{0,42} = 4336,44 \frac{Nm^3}{h} = 72,27 \frac{Nm^3}{min}$$

Sada se na osnovu ovih podataka mogu izabrati novi kompresori-duvaljke sledećih tehničkih karakteristika:

- GM 90 S – G5 “Aerzener”-Tip kompresora-duvaljke,
- q=4589 Nm<sup>3</sup>/h-kapacitet duvaljke,
- Δp=700 mbar-nadpritisak duvaljke,
- n<sub>D</sub>=2230 min<sup>-1</sup>-broj obrtaja duvaljke,
- P<sub>D</sub>=120 KW-snaga na vratiliu duvaljke,
- P<sub>M</sub>=160 KW-snaga pogonskog el. motora duvaljke,
- n<sub>M</sub>=1485 min<sup>-1</sup>-broj obrtaja el. motora,
- Agregati će se frekventno regulisati u zavisnosti od sadržaja rastvorenog kiseonika u otpadnoj vodi.

Kako ova varijanta zamene pečurkastih difuzora, podrazumeva zadržavanje istog razvodnog cevovoda komprimovanog vazduha i istog broja aeracionih elemenata od Z=900 komada, to se sada može proveriti stvarni protok kroz novo-izabrane pečurkaste difuzore:

$$q_{SD} = \frac{q_K}{Z} = \frac{4589,00 \frac{Nm^3}{h}}{900 \text{ kom.}} = 5,098 \frac{Nm^3}{h, \text{kom.}}$$

Iz ovoga se jasno vidi, da će se stvarni protok novo-izabranih pečurkastih difuzora nalaziti na sredini standardnih protoka za izabrane difuzore (2-10 Nm<sup>3</sup>/h, kom.), odnosno da će biti veoma blizu nominalne vrednosti.

Sada se može odrediti i stepen pokrivenosti dna SBR reaktora difuzorima.

Aktivna površina jednog novo-izabranog difuzora iznosi 0,067 m<sup>2</sup>. Kako je broj difuzora Z=900 kom. ostao isti, to je njihova ukupna aktivna površina jednaka:

$$A_V^D = 0,067 \frac{m^2}{kom.} \cdot 900 \text{ kom.} = 60,3m^2$$

Površina dna SBR reaktora iznosi 1602,64 m<sup>2</sup>

Iz odnosa aktivne površine ugrađenih difuzora i površine dna SBR reaktora, jasno je da je stepen pokrivenosti dna SBR reaktora 3,76% i da se primakao minimalno preporučenoj vrednosti od 4%.

Ovako povećan stepen pokrivenosti dna reaktora, svakako pozitivno utiče na ukupni stepen efikasnosti transfera kiseonika, koji se odvija u bioaeracionom tanku.

Sada kada se zna da će se u praksi obavezno pojavljivati mogućnost paralelnog rada 2 kompresora-duvaljki po jednom SBR reaktoru, može se proveriti kapacitet novo-izabranih pečurkastih difuzora i za ove radne uslove.

Kako radni agregat obezbeđuje protok vazduha od 4589 Nm<sup>3</sup>/h, drugi rezervni agregat, spregnut u paralelni rad sa radnim agregatom, obezbeđuje dodatnih oko 75% nominalnog kapaciteta radnog agregata. To znači da će ukupna količina vazduha koja se unosi u jedan SBR reaktor iznositi oko 8030,75 Nm<sup>3</sup>/h.

Kako je u SBR reaktoru zadržan isti broj od 900 kom. pečurkastih difuzora tip HD340, to se stvarni protok kroz jedan pečurkasti difuzor izračunava:

$$q_D^M = \frac{q_{KV}}{Z} = \frac{8030,75 \frac{Nm^3}{h}}{900 kom} = 8,92 \frac{Nm^3}{h, kom}$$

Iz ovoga je jasno da će protok vazduha, kroz novo-izabrane pečurkaste difuzore, biti u granicama standardnih preporučenih vrednosti (od 2-10 Nm<sup>3</sup>/h, kom.) i pod ovim otežanim uslovima rada, odnosno povećanim protocima vazduha pri radu dva agregata istovremeno.

Sada će se moći proveriti i energetski učinak sistema aeracije SBR reaktora, prema predloženoj izmeni pečurkastih difuzora.

Iz dijagrama za određivanje energetskog učinka, za "JAGER"-ove pečurkaste difuzore, pri kapacitetu od:

$$-q_{SD} = \frac{4589,00 \frac{Nm^3}{h}}{900 kom} = 5,098 \frac{Nm^3}{h, kom}$$

određuje se energetski učinak u iznosu od:

$$\frac{OC}{P} = 4,45 \frac{kg O_2}{KWh}$$

Sada se može proveriti da li je snaga motora izabranih kompresora-duvaljki za ovako korigovani sistem aeracije, približno jednaka potrebnoj.

Na osnovu gore definisanog energetskog učinka, potrebna snaga motora kompresora-duvaljke, za sistem aeracije prema ovoj predloženoj varijanti, se izračunava:

$$P = \frac{546,39 \frac{kg O_2}{h}}{4,45 \frac{kg O_2}{KWh}} = 122,78 KW$$

Izabrani kompresor-duvaljka ima snagu pogonskog el. motora od 160 KW, odnosno snagu na vratilu duvaljke od 120 KW. Iz odnosa 160/122,78=1,30 je jasno da je kompresor-duvaljka dobro izabran, jer se taj gubitak od 30% u snazi agregata troši u kaišnom stepenu prenosa, kao konstrukcionom rešenju prenosa snage između el. motora i same duvaljke. To drugim rečima znači, da je mehanički stepen korisnosti samog agregata  $\eta = 0,75$  (75%), dok ukupni stepen korisnosti (mekanički+električni) iznosi oko  $\eta_u = 0,70$ .

I na kraju će se moći proveriti i sledeći pokazatelji: energetska gustina i potrošnja električne energije po jedinici razgrađenog organskog zagađenja ( $BPK_5$ ).

Energetska gustina iznosi:

$$E_g = \frac{160 KW}{9000 m^3} = 0,0177 \frac{KW}{m^3} = 17,7 \frac{W}{m^3}$$

Ovde je uzeta instalisana snaga kompresora, dok je 9000 m<sup>3</sup> količina otpadne vode u biobazenu (SBR reaktoru).

Ako se zna da se preporučena gustina energije, za bioaeracione bazene kreće u granicama od 15-20 W/m<sup>3</sup>, vidi se da je gustina energije koju obezbeđuje izabrana duvaljka u granicama preporučene vrednosti.

Potrošnja električne energije pri radu jednog kompresora-duvaljke i dnevnom unosu kiseonika iznosi:

$$-E_s = \frac{4371,15 \frac{kg O_2}{dan}}{4,45 \frac{kg O_2}{KWh}} = 982,28 \frac{KWh}{dan}$$

Sada se može izračunati učinak aeracionog sistema, odnosno količina razgrađenog organskog opterećenja, izraženog kao biološka potrošnja kiseonika ( $BPK_5$ ) po jedinici utrošene električne energije, koristeći već izračunate vrednosti redukovanog zagađenja i utrošene električne energije.

Ta vrednost iznosi:

$$-ROZ_E = \frac{1748,46 \frac{kg BPK_5}{dan} \cdot 0,874}{982,28 \frac{KWh}{dan}} = 1,55 \frac{kg BPK_5}{KWh}$$

Iskustveno-teorijski pokazatelji, učinka aeracije za dubinsku aeraciju sa finim mehurićima, se kreću u preporučenim granicama od 1,5-1,7 kgBPK<sub>5</sub>/KWh.

Iz gornjeg proračuna se jasno vidi, da je učinak aeracije u granicama preporučenih vrednosti, a za predloženu varijantu zamene postojećih pećurkastih difuzora, istim difuzorima samo većeg kapaciteta.

Gornje kontrolne provere, svih ovih tehnološko-tehničkih i energetske-ekonomskih pokazatelja kvaliteta aeracije, pokazuju da je predlog za zamenu postojećih pećurkastih difuzora opravdan i da je to optimalno rešenje.

### **13.5. Druga opcija: Zamena postojećih pećurkastih difuzora tip HD270 sa novim tipom panelnih (pločastih) aeratora**

Za unos vazduha (kiseonika) u bioaeracione bazene, odnosno SBR reaktore, ova varijanta podrazumeva zamenu postojećih pećurkastih difuzora sa savremenim, novorazvijenim aeracionim panelima. Ovi panelni (pločasti) aeratori se postavljaju po dnu SBR reaktora. To su panelni aeratori, koji imaju specijalnu membranu, perforiranu laserom. Tek po dovođenju vazduha pod pritiskom u panel, membrana se naduvava, otvori se šire i kroz njih prolazi vazduh u vidu veoma finih, sitnih mehurića.

Za drugu varijantu zamene pećurkastih difuzora, aeracionim elementima ovog tipa, uticale su tehničke karakteristike, koje su daleko povoljnije, u odnosu na ostale tipove aeracionih sistema.

Ti faktori su sledeći:

- Energetski učinak sistema,
- Stepen iskorišćenja unetog kiseonika,
- Stepen pokrivenosti dna aeracionog tanka panelnim aeratorima,
- Energetska gustina, t.j. specifična energija po jedinici organskog opterećenja i još čitav niz prednosti, koje ima predloženi tip aeracionog sistema izveden sa panelnim aeratorima.

U gornjem tekstu je izvršen proračun potrebne dnevne, odnosno časovne količine kiseonika. Pored toga je obavljeno i potrebno preračunavanje te količine kiseonika u potrebnu količinu vazduha, koja iznosi:

$$q_{V8} = 1821,30 \frac{m^3 \text{ vazduha}}{h};$$

Za novo-predloženi tip panelnih (pločastih) aeratora i za iste uslove rada kao u prvoj varijanti (dubina vode od 6 m) stepen korisnosti ovog dubinskog tipa aeracije (stepen iskoristivosti unetog O<sub>2</sub> ili stepen transfera kiseonika) je  $\eta = 0,45$ .

Sada se može odrediti stvarna potreba za vazduhom, (što je istovremeno i kapacitet kompresora-duvaljke) i ona iznosi:

$$q_K = \frac{q_{V8}}{\eta} = \frac{1821,30}{0,45} = 4047,33 \frac{Nm^3}{h} = 67,45 \frac{Nm^3}{min}$$

Sada se na osnovu ovih podataka mogu zadržati novi kompresori-duvaljke izabrani u prvoj varijanti zamene postojećih pećurkastih difuzora.

Tehničke karakteristike novo-izabranih kompresora-duvalji će se ovde samo prepisati:

- GM 90 S – G5 "Aerzener"-Tip kompresora-duvaljke,
- q=4589 Nm<sup>3</sup>/h-kapacitet duvaljke,
- Δp=700 mbar-nadpritisak duvaljke,
- n<sub>D</sub>=2230 min<sup>-1</sup>-broj obrtaja duvaljke,
- P<sub>D</sub>=120 KW-snaga na vratiliu duvaljke,
- P<sub>M</sub>=160 KW-snaga pogonskog el. motora duvaljke,
- n<sub>M</sub>=1485 min<sup>-1</sup>-broj obrtaja el. motora,
- Agregati će se frekventno regulisati u zavisnosti od sadržaja rastvorenog kiseonika u otpadnoj vodi.

Za unos vazduha (kiseonika) u otpadnu vodu u SBR reaktorima, se bira panelni (pločasti) aerator AQUACONSULT tip Q4,0-EU-18 AEROSTRIP™, koji je dimenzija (dužina x širina), L x b=4000 x 180 mm, aktivne površine 0,70 m<sup>2</sup> i kapaciteta unosa vazduha 15 ÷ 60 Nm<sup>3</sup>/h,m<sup>2</sup>, odnosno 11 ÷ 42 Nm<sup>3</sup>/h,kom

Za dalji proračun se usvaja srednja vrednost unosa vazduha, odnosno kapaciteta panelnog aerator od 30 Nm<sup>3</sup>/h,kom.

Sada se može izračunati potreban broj aeracionih panela:

$$Z = \frac{q_K}{q_{NP}} = \frac{4589,00 \frac{Nm^3}{h}}{30 \frac{Nm^3}{h, kom}} = 152,96 kom$$

Usvaja se broj panelnih (pločastih) aerator, koji bi se ugradili na dno SBR reaktora od:  
Z=160 kom.

Na osnovu ovako definisanog broja panelnih aeratora, može odrediti i stepen pokrivenosti dna SBR reaktora panelima.

Aktivna površina jednog novo-definisanog panelnog aeratora iznosi 0,7 m<sup>2</sup>. Kako je broj panela Z=160 komada, to je njihova ukupna aktivna površina jednaka:

$$A_U^p = 0,7 \frac{m^2}{kom} \cdot 160 kom = 112,0 m^2$$

Površina dna SBR reaktora iznosi 1602,64 m<sup>2</sup>

Iz odnosa aktivne površine ugrađenih panelnih aeratora i površine dna SBR reaktora, jasno je da je stepen pokrivenosti dna SBR reaktora 6,98% i da se nalazi u granicama preporučenih vrednosti od 5-20%.

Ovako povećan stepen pokrivenosti dna reaktora, svakako pozitivno utiče na ukupni stepen efikasnosti transfera kiseonika, koji se odvija u bioaeracionom tanku.

Sada kada se zna da će se u praksi obavezno pojavljivati mogućnost paralelnog rada 2 kompresora-duvaljki po jednom SBR reaktoru, može se proveriti kapacitet novo-izabranih panelnih aeratora i za ove radne uslove.

Kako radni agregat obezbeđuje protok vazduha od 4589 Nm<sup>3</sup>/h, drugi rezervni agregat, spregnut u paralelni rad sa radnim agregatom, obezbeđuje dodatnih oko 75% nominalnog kapaciteta radnog agregata. To znači da će ukupna količina vazduha koja se unosi u jedan SBR reaktor iznositi oko 8030,75 Nm<sup>3</sup>/h.

Kako je u SBR reaktoru definisana ugradnja 160 komada panelnih aeratora, to se stvarni protok kroz jedan panel izračunava:

$$q_P^M = \frac{q_{KU}}{Z} = \frac{8030,75 \frac{Nm^3}{h}}{160 kom} = 50,19 \frac{Nm^3}{h, kom}$$

Maksimalno dozvoljeni protok kroz izabrani pločasti (panelni) aerator je 84 Nm<sup>3</sup>/h, kom. Iz gornjeg proračuna je jasno da će stvarni protok vazduha od 50,19 Nm<sup>3</sup>/h, kom., pri paralelnom radu 2 agregata, kroz novo-izabrane panelne aeratore, biti manji od maksimalno dozvoljenog.

Sada će se moći proveriti i energetski učinak sistema aeracije SBR reaktora, prema predloženoj izmeni postojećih pećurkastih difuzora sa novo-izabranim panelnim aeratorima.

Iz dijagrama za određivanje energetskog učinka, za "AQUACONSULT"-ove panelne aeratore, pri kapacitetu od:

$$-q_{SP} = \frac{4589,00 \frac{Nm^3}{h}}{160 kom} = 28,68 \frac{Nm^3}{h, kom}$$

određuje se energetski učinak u iznosu od:

$$\frac{OC}{P} = 4,5 \frac{kg O_2}{KWh}$$

Sada se može proveriti da li je snaga motora izabranih kompresora-duvaljki za ovako korigovani sistem aeracije, približno jednaka potrebnoj.

Na osnovu gore definisanog energetskog učinka, potrebna snaga motora kompresora-duvaljke, za sistem aeracije prema ovoj predloženoj varijanti, se izračunava:

$$P = \frac{546,39 \frac{kg O_2}{h}}{4,5 \frac{kg O_2}{KWh}} = 121,42 KW$$

Komentar ovog rezultata je identičan komentaru koji se odnosio na rezultat dobijen u proračunima za prvu varijantu zamene postojećih pećurkastih difuzora, novo-izabranim aeracionim elementima istog tipa, samo većeg kapaciteta i ovde se neće ponavljati.

Proračun energetske gustine je identičan kao i za prvu varijantu zamene postojećih pećurkastih difuzora, novo-izabranim aeracionim elementima istog tipa, samo većeg kapaciteta i ovde se neće ponavljati.

Potrošnja električne energije pri radu jednog kompresora-duvaljke i dnevnom unosu kiseonika iznosi:

$$-E_s = \frac{4371,15 \frac{kg O_2}{dan}}{4,5 \frac{kg O_2}{KWh}} = 971,36 \frac{KWh}{dan}$$

Sada se može izračunati učinak aeracionog sistema sa ugrađenim panelnim aeratorima, odnosno količina razgrađenog organskog opterećenja, izraženog kao biološka potrošnja kiseonika ( $BPK_5$ ) po jedinici utrošene električne energije, koristeći već izračunate vrednosti redukovano zagađenja i utrošene električne energije.

Ta vrednost iznosi:

$$-ROZ_E = \frac{1748,46 \frac{kg BPK_5}{dan} \cdot 0,874}{971,36 \frac{KWh}{dan}} = 1,80 \frac{kg BPK_5}{KWh}$$

Iskustveno-teorijski pokazatelji, učinka aeracije za dubinsku aeraciju sa finim mehurićima, se kreću u preporučenim granicama od 1,5-1,7 kgBPK<sub>5</sub>/KWh.

Iz gornjeg proračuna se jasno vidi, da je učinak aeracije veći od maksimalno preporučene vrednosti, a za predloženu varijantu zamene postojećih pećurkastih difuzora, panelnim (pećurkastim) aeratorima.

Gornje kontrolne provere, svih ovih tehnološko-tehničkih i energetske-ekonomskih pokazatelja kvaliteta aeracije, pokazuju da je predlog za zamenu postojećih pećurkastih difuzora panelnim aeratorima, najbolje tehničko rešenje.

Ono što je važno za obe varijante jeste, da se unos vazduha (kiseonika) u SBR reaktore može automatski regulisati, zahvaljujući mernoj sondi koja meri količinu rastvorenog kiseonika u otpadnoj vodi i signal šalje u upravljački kontroler (PLC). Iz njega ide komanda na kompresore-duvaljke gde se regulacija potrebne količine vazduha (kiseonika) vrši preko promene broja obrtaja pogonskog el. motora (frekventna regulacija). Ovom regulacijom se postiže uvek optimalan unos kiseonika, najmanja potrošnja energije, maksimalan transfer kiseonika, a time i maksimalno iskorišćenje celog sistema aeracije.

Ovde se napominje da postojeća SCADA predviđa ovu automatizaciju, ali je rekonstrukcijom PPOV-a potrebno zameniti neispravne merne uređaje za merenje rastvorenog kiseonika i upravljački sistem dovesti u funkcionalno stanje.

### **13.6. Investiciona procena za PRVU OPCIJU zamene postojećih pećurkastih difuzora tip HD270 sa novim pećurkastim difuzorima tip HD340**

Sledeća specifikacija opreme i radova, za PRVU OPCIJU zamene postojećih pećurkastih difuzora, biće osnov za određivanje investicione procene potrebnih sredstava za realizaciju poslova koji se tiču rekonstrukcije aeracionog sistema SBR reaktora.

-Nabavka i isporuka novih kompresora-duvaljki tip GM 90S-G5 „AERZENER“, kapaciteta od  $Q=4.477 \text{ Nm}^3/\text{h}$  ( $q=82,1 \text{ m}^3/\text{min.}$ ), diferencijalnog pritiska  $\Delta p=700 \text{ mbar}$ , snage na spojnicu  $P_1=120 \text{ KW}$ , snage el. motora  $P_M=160 \text{ KW}$ , Komplet 4+2,

-Nabavka i isporuka novih pećurkastih difuzora tip JetFlex HD 340 „Jager“ sa pripadajućim veznim sedlom, Komplet 4000,

- Nabavka i isporuka elektro motornih ventila DN200 za vazduh, Kom. 8,
- Nabavka i isporuka novih merača rastvorenog kiseonika u SBR reaktorima, Komplet 4,
- Demontaža postojeće opreme, kompresora-duvaljki i pećurkastih difuzora, Komplet 1,
- Montaža i ispitivanje nove mašinske i elektro opreme, Komplet 1,
- Puštanje u rad novog sistema aeracije SBR reaktora, Komplet 1,
- Nepredviđeni troškovi.

Investicioni troškovi za realizaciju PRVE OPCIJE rekonstrukcije aeracionog sistema SBR reaktora, iznosi za sva 4 SBR reaktora: 952.500,00 EUR.

### **13.7. Investiciona procena za DRUGU OPCIJU zamene postojećih pećurkastih difuzora tip HD270 sa novim panelnim aeratorima tip AEROSTRIP Q4.0x0,18-EU**

Sledeća specifikacija opreme i radova, za DRUGU OPCIJU zamene postojećih pećurkastih difuzora, biće osnov za određivanje investicione procene potrebnih sredstava za realizaciju poslova koji se tiču rekonstrukcije aeracionog sistema SBR reaktora.

- Nabavka i isporuka novih kompresora-duvaljki tip GM 90S-G5 „AERZENER“, kapaciteta od  $Q=4.477 \text{ Nm}^3/\text{h}$  ( $q=82,1 \text{ m}^3/\text{min.}$ ), diferencijalnog pritiska  $\Delta p=700 \text{ mbar}$ , snage na spojnici  $P_1=120 \text{ KW}$ , snage el. motora  $P_M=160 \text{ KW}$ , Komplet 4+2,
- Nabavka i isporuka novih panelnih (pločastih) aeratora tip AeroStrip Q 4.0 x 0,18 – EU „AQUACONSULT“, Komplet 700,
- Nabavka i isporuka novog kompletnog cevovoda za razvod vazduha u SBR reaktorima, materijal Inox, Komplet 1,
- Nabavka i isporuka elektro motornih ventila DN200 za vazduh, Kom. 8,
- Nabavka i isporuka novih merača rastvorenog kiseonika u SBR reaktorima, Komplet 4,
- Demontaža postojeće opreme, kompresora-duvaljki, razvodnog cevovoda za vazduh i pećurkastih difuzora, Komplet 1,
- Montaža i ispitivanje nove mašinske i elektro opreme, Komplet 1,
- Puštanje u rad novog sistema aeracije SBR reaktora, Komplet 1,
- Nepredviđeni troškovi.

Investicioni troškovi za realizaciju DRUGE OPCIJE rekonstrukcije aeracionog sistema SBR reaktora, iznosi za sva 4 SBR reaktora: 1.206.600,00 EUR.

### **13.8. Zaključak:**

Imajući u vidu tehno-ekonomske kriterijume analizirane u prethodnim poglavljima, za obe opcije, predlog Akcionog plana je da se rekonstrukcija aeracionog sistema za SBR reaktore realizuje po PRVOJ OPCIJI.

## 14. PREDLOG ZA IZMENU NAČINA MEŠANJA OTPADNIH VODA U SBR REAKTORIMA U FAZI PRETHODNE DENITRIFIKACIJE

### 14.1. Opis postojećeg stanja

U SBR reaktorima se u jednoj od faza biološkog procesa prečišćavanja otpadnih voda, predviđa i odvijanje procesa denitrifikacije u anaerobnim uslovima. Denitrifikacija je proces mikrobiološke redukcije nitrata preko nitrita u azot gas. Denitrifikaciju sprovode fakultativno anaerobne bakterije koje su u velikom broju prisutne u aktivnom mulju. U anoksičnoj sredini anaerobni mikroorganizmi osiguravaju uklanjanje azota tako što koriste kiseonik vezan u molekulima nitrata. Taj molekularno vezani kiseonik, anaerobne bakterije koriste za disanje, a oslobođeni azot se u vidu mehurića ispušta iz bazena u atmosferu. Potpuno mešanje sadržaja bazena je omogućeno upotrebom potopljenih miksera koji u najvećoj mogućoj meri omogućavaju homogenizaciju suspenzije vode i aktivnog mulja, a time i efikasno odvijanje procesa denitrifikacije tokom anoksičnog biološkog procesa u SBR reaktorima.

Za mešanje otpadnih voda u SBR reaktorima u fazi denitrifikacije se koriste spori potopljeni mikseri (agitator) banana tip.

Izbor ovih miksera je zasnovan na projektno zahtevanoj brzini u blizini dna bazena od 0,3 m/s, zatim obliku bazena, konfiguraciji miksera, sadržaju čvrstih materija u otpadnim vodama i viskozitetu sredine.

Dimenzije SBR reaktora su: 59,8 x 26,8 m. Dubina vode 6 m. Zapremina vode 9616 m<sup>3</sup>.

Za ove dimenzije SBR reaktora, potreban potisak iznosi 8976 N.

Izbor miksera je izvršen od strane dobavljača na zasnovanom korišćenju softvera za izbor.

Na osnovu svega ovoga su, u svakom od SBR reaktora montirana po 2 kom. miksera, sledećih tehničkih karakteristika:

- Tip miksera: SR 4460 50 Hz, "Flygt"
- Broj miksera po jednom SBR reaktoru: 2 kom.,
- Snaga el. motora: 5,7 KW,
- Prečnik propelera: 2500 mm,
- Broj elisa u propeleru: 2 kom.,
- Broj obrtaja: 47 min.<sup>-1</sup>,
- Materijal kućišta: GG25,
- Materijal propelera: poliuretana,
- Potisak jednog miksera: 3986 N,
- Potisak dva miksera: 7972 N,

Prilikom izbora miksera bi trebalo voditi računa o sledećim uslovima:

-Položaj miksera po visini bazena ne bi trebalo da bude preniska, da bi se izbegao direktan uticaj mlaza na instalaciju pećurkastih aeracionih difuzora postavljenih po dnu SBR reaktora,

-Donji nivo vode u SBR reaktoru (nakon dekantacije izbistrene vode i rane faze punjenja) ne bi trebalo da bude bliže od 860 mm od gornjeg vrha propelera, kako bi se izbeglo stvaranje vrtloga.

Prioritet softvera po kome su izabrani mikseri u SBR reaktorima je bila potrošnja energije, jer je sa većim prečnikom miksera odnos snaga/potisak veći, a samim tim je potrošnja energije niža.

Definisana min. visina nivoa vode iznad propelera je 760 mm.



I sada je jasno da su se u praksi upravo pojavili problemi u vezi sa dva gore navedena uslova, jer izabrani mikseri imaju prečnik propelera  $\varnothing 2500$  mm (što znači da je prioritet bio niža potrošnja energije) i visina min. nivoa vode iznad propelera je 760 mm, što je manje od zahtevanih 860 mm.

Kada se analiziraju gore navedeni podaci iz projektne dokumentacije, nedvosmisleno je jasno da su mikseri radili u uslovima u kojima dolazi do stvaranja vrtloga, što je i uzrokovalo da dolazi do loma elisa na propelerima.

#### 14.2. Predloženo rešenje

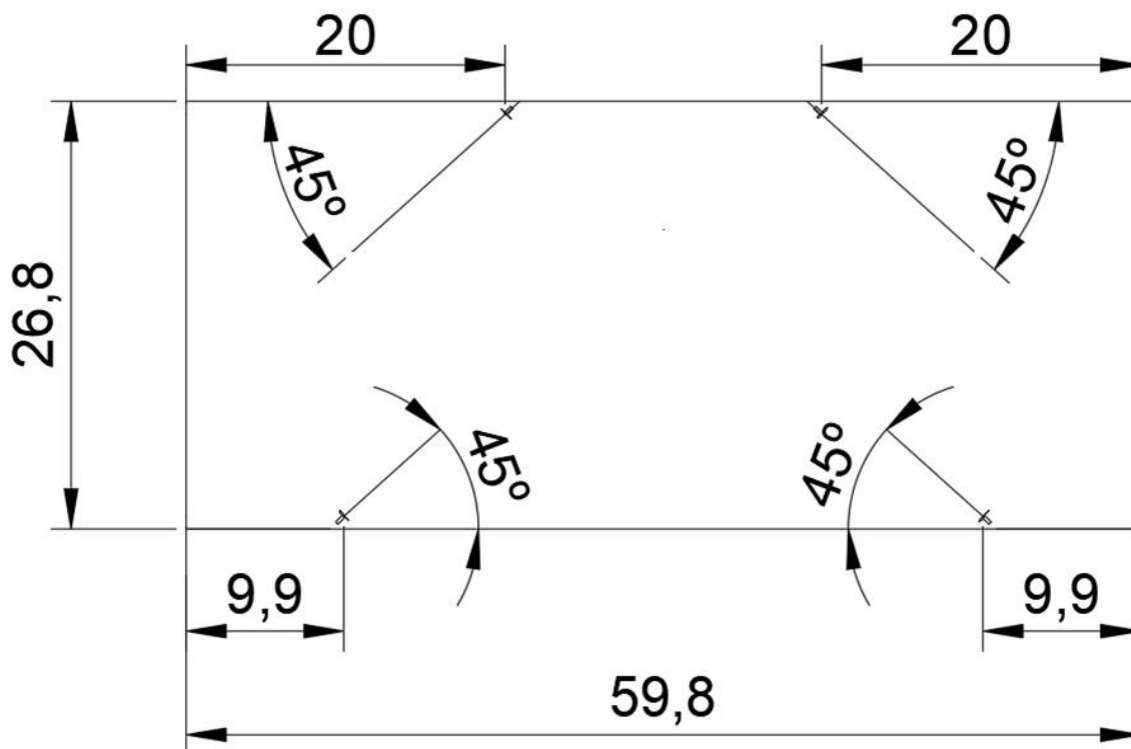
U predloženom rešenju se vodilo računa o tome da se radi o biološkom procesu denitrifikacije, kao i o optimalnom odnosu:

- potisak/snaga,
  - prečnik miksera/potrošnja energije,
- kao i optimalnoj konfiguraciji miksera u SBR reaktoru imajući u vidu njegov oblik i dimenzije:
- Dužina reaktora: 59,8 m,
  - Širina reaktora: 26,8 m,
  - Dubina vode: 6 m,
  - Zapremina vode: 9616 m<sup>3</sup>.

Takođe se vodilo računa o zahtevanoj brzini pri dnu bazena i stanju sredine:

- Brzina fluksa: 0,27 m/s,
- Viskozitet: 3 mPas,
- Gustina: 999 kg/m<sup>3</sup>,
- Sadržaj čvrstih materija: ~0,8%.

Kada se sve ovo ima u vidu, predložena konfiguracija miksera u SBR reaktorima bi bila kako je prikazano na sledećoj slici:

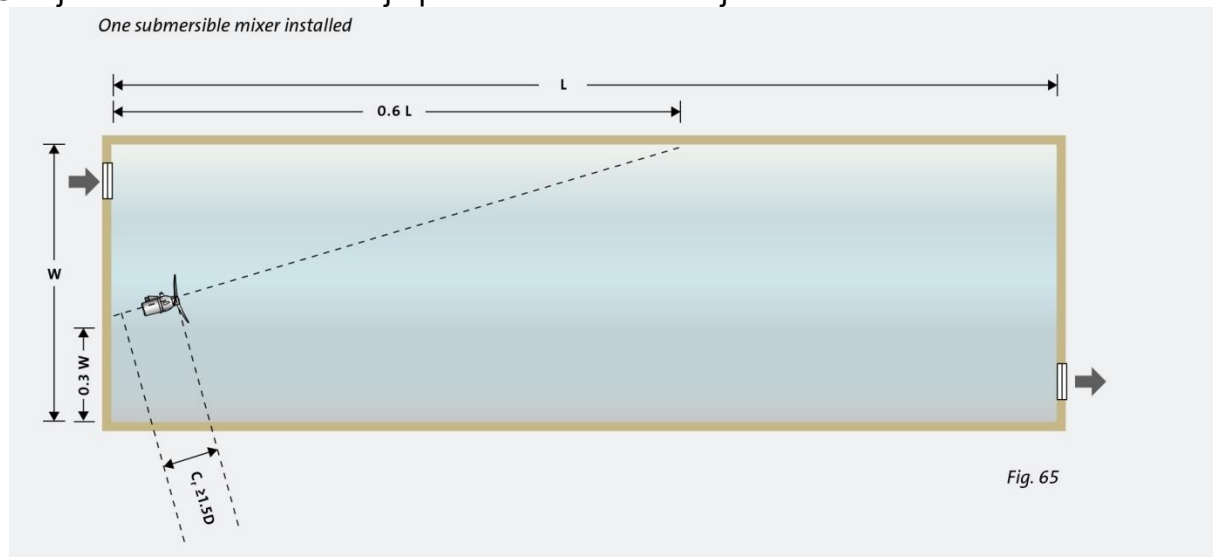


Slika br. 15: Predložena konfiguracija miksera u SBR reaktoru

Jasno se vidi da su predložena 4 kom. miksera po jednom SBR reaktoru i da im je položaj takav, da se obezbeđuje efikasno mešanje vode uz optimalan prečnik propelera i snage

miksera i da se vodilo računa o zahtevanoj brzini pri dnu bazena i min. nivou vode iznad propelera.

Udaljenost miksera od zida je prikazana na sledećoj slici:



Slika br. 16: Udaljenost miksera od zida bazena

Kako je za izabrani mikser, prečnik propelera  $D=860$  mm, to se udaljenost miksera od zida izračunava, prema preporuci sa slike br.16, kao  $C=1,5 \times 860=1290$  mm.

Usvaja se udaljenost miksera od zida bazena:

$C=1300$  mm.

Tehničke karakteristike izabranih miksera:

- Tip miksera: SMG.70.86.263.5.1B "Grundfos".
- Broj miksera po jednom SBR reaktoru: 4 kom.,
- Snaga el. motora: 7,7 KW,
- Napajanje (napon struje): 3x400 V, 50 Hz,
- Prečnik propelera: 860 mm,
- Broj elisa u propeleru: 2 kom.,
- Broj obrtaja propelera: 263 min.<sup>-1</sup>,
- Materijal kućišta: AISI EN-GJL-250,
- Materijal propelera: 1.4301,
- Potisak jednog miksera: 2260 N,
- Potisak četiri miksera: 9040 N,
- Masa miksera: 163 kg,
- Dužina kabla: 10 m,
- Senzor za detekciju vode u ulju.

Uz mikser je predviđena i sledeća oprema:

- Čelična vođica: kutijasti profil 100x100x3 mm, 6 m, AISI 304,
- Donji oslonac 100, komplet, AISI 304,
- Gornji oslonac 100, komplet, AISI 304,
- Klizač miksera: 100x100, AISI 304,
- Kran za spuštanje/izvlačenje miksera: 250 kg, AISI 304,
- Čelična sajla  $\varnothing 6$  mm: 15 m, AISI 316,
- Oslonac obrtnog kрана: 250/500 kg, AISI 304,
- Ostali sitan prateći pribor.

### 14.3. Specifikacija mašinske opreme po jednom SBR reaktoru

1. Mikser tip: SMG.70.86.263.5.1B "Grundfos".....	Kom. 4
2. Čelična vođica: kutijasti profil 100x100x3 mm, 6 m, AISI 304.....	Kom. 8
3. Spojni komad 100x100x3, AISI 304.....	Kom. 4
4. Donji oslonac 100, komplet, AISI 304.....	Kom. 4
5. Blokator donjeg oslonca 100, AISI 304.....	Kom. 4
6. Gornji oslonac 100, komplet, AISI 304.....	Kom. 4
7. Obrtni klizač miksera AMG.55-110: 100x100, AISI 304.....	Kom. 4
8. Kran za spuštanje/izvlačenje miksera: 250 kg, AISI 304.....	Kom. 4
9. Čelična sajla Ø 6 mm: 15 m, AISI 316.....	Kom. 4
10. Oslonac obrtnog kрана: 250/500 kg, AISI 304.....	Kom. 4
11. Vezice za pričvršćivanje kabla D20.....	Kom. 24
12. Držač kabla.....	Kom. 4
13. Srednji oslonac, komplet, AISI 304.....	Kom. 4
14. Relej senzora ALR-20/A/230V.....	Kom. 4

---

Investiciona procena za nabavku, isporuku, montažu i puštanje u rad: 82.130,00 EUR

Investiciona procena za 4 SBR reaktora: 4x82.130,00 EUR=.....328.520,00 EUR

## 15. PRORAČUNSKA PROVERA LINIJE MULJA

### 15.1. Uvodne napomene

U okviru PPOV-a Meljine-Herceg Novi, postoji i linija mulja na kojoj je predviđena obrada mulja koji se izdvaja iz vode, u procesu prečišćavanja otpadnih voda.

Mulj nastaje u SBR reaktorima u fazi biološke obrade otpadnih voda. Mulj koji nastaje u SBR reaktorima se sastoji od primarnog mulja i viška aktivnog mulja koji je delimično stabilizovan. Taj mulj nastaje u fazi bistrenja vode i istaložavanja mulja u SBR reaktoru, a nakon završene faze aeracije. Kao muljna suspenzija se evakuše iz SBR reaktora pomoću potopljenih muljnih pumpi i odvodi na dalju obradu.

Linija mulja obuhvata tri osnovne faze obrade mulja:

- ▶ Proces ugušćivanja primarnog i viška aktivnog mulja u gravitacionom ugušćivaču, statičkog tipa, koji je opremljen zgrtačem mulja sa centralnim pogonom,
- ▶ Proces mašinske obrade ugušćenog mulja, koji obuhvata dehidrataciju (obezvodnjavanje) ugušćenog mulja, na trakastoj filter presi uz doziranje flokulanta-polielektrolita,
- ▶ Proces stabilizacije muljnog kolača uz doziranje krečnog brašna. Cilj ove stabilizacije je stvaranje uslova u mulju nepodesnih za opstanak i razvoj mikroorganizama i upotreba toplote u cilju dezinfekcije i sterilizacije mulja,
- ▶ Povrat nadmuljne vode iz ugušćivača mulja i filtrata sa trakaste filter prese nazad u prihvatno-egalizacioni rezervoar. Tečenje nadmuljne vode i filtrate je gravitaciono.

Ovde je na prvom mestu potrebno izneti nekoliko važnih činjenica, kada je u pitanju linija mulja, koja je sastavni deo PPOV-a Meljine-Herceg Novi:

- Objekti linije mulja: ugušćivač mulja i zgrada za smeštaj opreme za mašinsku dehidrataciju mulja su izgrađeni.
- Mašinska oprema predviđena za dehidrataciju (obezvodnjavanje) mulja, koja obuhvata 2 kom. trakastih filter presa (svaka širine trake 2 m) isporučena i montirana.
- Uređaj za pripremu rastvora polielektrolita isporučen i montiran.
- Reaktori za flokulaciju ugušćenog mulja, koje se postavljaju ispred trakastih presa isporučeni i montirani.
- Zavojne (piton) pumpe (kom. 3) za transport ugušćenog mulja od ugušćivača do posude za flokulaciju, isporučene i montirane.
- Zavojne (piton) pumpe (kom. 2) za transport rastvora polielektrolita isporučene i montirane (jedna u rasklopljenom stanju).
- Silos za krečno brašno isporučen i montiran.
- Zavojni (pužni) transporter za transport muljnog kolača isporučeni i montirani.
- Zavojni (pužni) transporter za doziranje krečnog brašna iz silosa u mešni reaktor, isporučen i montiran.
- Mešni reaktor, uređaj sa zavojnicama, u kome se obavlja mešanje muljnog kolača sa trakastih filter presa sa krečnim brašnom, u cilju stabilizacije muljnog kolača isporučen i montiran.
- Kontejneri za prihvat muljnog kolača isporučeni i postavljeni na predviđenu lokaciju.
- Merno-regulaciona oprema (instrumentacija) isporučena i montirana. Neki merni uređaji i pripadajući delovi su demontirani i uklonjeni.
- Komandni elektro-orman sa energetsom i upravljačkom opremom u čijem je sastavu i PLC (programabilni kontroler) isporučen i montiran.

Ono što je ovde važno naglasiti je svakako činjenica da mašinska i elektro oprema sa linije mulja nikada nije ispitana i puštena u rad.

Projektna dokumentacija PPOV-a Meljine-Herceg Novi, liniju mulja razmatra kao zasebnu tehnološku celinu. Sa stanovišta projektovanja je to prihvatljivo, ali je liniju mulja neophodno posmatrati u svetlu ulaznih podataka o hidrauličkom i organskom opterećenju PPOV-a, odnosno posmatrati je kao jedinstvenu tehnološku celinu sa linijom vode. Jer se mulj javlja kao sporedni produkt procesa prečišćavanja otpadnih voda i njegova količina direktno zavisi od kvaliteta i količina otpadnih voda.

Kako se u prethodnim tačkama ovog Akcionog plana i proračunske provere na liniji vode (Analiza ulaznih parametara, Analiza rada SBR reaktora, Analiza aeracionog sistema i sl.), ustanovilo da su objekti i oprema na liniji vode predimenzionisani, neophodno je izvršiti i proračunsku proveru linije mulja.

Proračunskom proverom linije mulja, na prvom mestu, je neophodno proveriti količine mulja koje se produkuju u procesu prečišćavanja otpadnih voda. Istovremeno te količine mulja će biti osnov za odabir nove opreme za mašinsku dehidraciju (obezvodnjavanje) mulja. Količine mulja koje su proračunima dobijene u Idejnom i Glavnom projektu, kao i u Tehnološkom elaboratu IG Instituta, se neće uzimati u obzir iz razloga jer nisu u skladu sa stvarnim stanjem na terenu.

S obzirom da su objekti i oprema linije mulja definisani u skladu sa količinama mulja koje su određene u Idejnom i Glavnom projektu, jasno je da su predimenzionisani i da se njihova funkcionalnost dovodi u sumnju. Ova konstatacija je izneta i u Tehnološkom elaboratu o radu postrojenja, urađenom od strane IG Instituta iz Podgorice, gde je navedeno da su ugušćivač mulja i trakaste prese predimenzionisani.

Kada se ovome doda i činjenica da je oprema na liniji mulja isporučena i montirana pre 6 godina i da nikada nije puštena u rad, jasno je da je na liniji mulja neophodno obaviti detaljnu rekonstrukciju.

Da bi se mogao definisati predlog rekonstrukcije linije mulja, neophodno je da se izvrši proračun produkcije mulja za tri razmatrana slučaja hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a. Od toga će se proračun za prva dva slučaja bazirati na merenim rezultatima tokom 2022. godine, dok će se treći slučaj proračuna bazirati na podacima pri dostizanju pune turističke sezone.

Vrednosti ulaznih parametara, na osnovu kojih će se vršiti proračun produkcije mulja, će se preuzimati iz tabele br.15.

## 15.2. Proračun količine viška mulja iz SBR reaktora

Višak mulja koji je potrebno prepumpavati iz SBR reaktora, čine primarni mulj i deo viška aktivnog mulja. Deo viška aktivnog mulja može biti delom u stabilizovanom stanju, a delom može biti i u aktivnom stanju.

Za izabrani tip biološkog procesa prečišćavanja komunalnih otpadnih voda, specifične količine primarnog i viška aktivnog mulja iznose 79 gSM/ES,dan.

Sada se može izračunati masa suve materije mulja, odnosno količina mulja za razmatrane slučajeve:

Zimski period 2022. godine

$$M_M^{Z22} = 12.971 ES \cdot 0,079 \frac{kgSM}{ES, dan} = 1.024,71 \frac{kgSM}{dan}$$

Ako se zna da se očekivane koncentracije suve materije u višku mulja, koji se prepumpava na dalji process obrade, kreću u granicama od 0,5-1,5% (usvaja se 1%), mogu se izračunati zapremine evakuisanog mulja iz SBR reaktora.

$$V_M^{Z22} = \frac{1.024,71}{0,01} = 102,4 \frac{m^3}{dan}$$

Letnji period 2022. godine

$$M_M^{L22} = 17.142 ES \cdot 0,079 \frac{kgSM}{ES, dan} = 1.354,22 \frac{kgSM}{dan}$$

Zapremina tog mulja iznosi:

$$V_M^{L22} = \frac{1.354,22}{0,01} = 135,42 \frac{m^3}{dan}$$

Budući period pune turističke sezone

$$M_M^{BS} = 29.141 ES \cdot 0,079 \frac{kgSM}{ES, dan} = 2.302,14 \frac{kgSM}{dan}$$

Zapremina tog mulja iznosi:

$$V_M^{BS} = \frac{2.302,14}{0,01} = 230,21 \frac{m^3}{dan}$$

### 15.3. Proračunska provera ugušćivača mulja

Na PPOV-u postoji izgrađen objekat ugušćivača mulja. To je građevinski objekat, kružnog poprečnog preseka, koji je namenjen ugušćivanju mulja, koji se izdvaja iz SBR reaktora. Procesom ugušćivanja mulja se postiže povećanje procenta suve materije u ugušćenom mulju, a time i smanjenje zapremine mulja koji se dalje odvodi na proces dehidratacije (obezvodnjavanja) na trakastoj filter presi.

Njegove dimenzije su sledeće:

- D=21 m – prečnik cilindričnog dela ugušćivača,
- H=5,5 m – visina cilindričnog dela ugušćivača,
- A=346,18 m<sup>2</sup> – Aktivna površina ugušćivača,
- V<sub>1</sub>=1.731,00 m<sup>3</sup> – zapremina cilindričnog dela ugušćivača,
- V<sub>U</sub>=1.900,00 m<sup>3</sup> – ukupna zapremina ugušćivača.

Ugušćivač mulja je opremljen sa zgrtačem mulja sa centralnim motor-reduktorskim pogonom, snage pogonskog motora od 0,25 KW.

Pored toga je opremljen obodnim prelivnim kanalom za odvođenje nadmuljne vode.

Ugušćeni mulj se pumpama transportuje na dalji proces mašinske dehidratacije (obezvodnjavanja) na trakastim filter presama.

Proračunska provera postojećeg ugušćivača mulja će se sprovesti za dva kriterijuma na osnovu kojih se inače procenjuje ispravnost projektnog rešenja ugušćivanja mulja.

To su kriterijumi:

- Površinskog opterećenja suvom materijom mulja gravitacionog ugušćivača i
- Vreme zadržavanja mulja u ugušćivaču.

### 15.4. Kriterijum površinskog opterećenja ugušćivača

Sada se može izračunati površinsko opterećenje, gravitacionog ugušćivača, suvom materijom mulja za posmatrane vremenske periode:

Zimski period 2022. godine

$$(POU)^{Z22} = \frac{M_M^{Z22}}{A_U} = \frac{1.024,71 \frac{kgSM}{dan}}{346,18 m^2} = 2,96 \frac{kgSM}{m^2, dan}$$

Letnji period 2022. godine

$$(POU)^{L22} = \frac{M_M^{L22}}{A_U} = \frac{1.354,22 \frac{kgSM}{dan}}{346,18m^2} = 3,91 \frac{kgSM}{m^2, dan}$$

Budući period pune turističke sezone

$$(POU)^{BS} = \frac{M_M^{BS}}{A_U} = \frac{2.302,14 \frac{kgSM}{dan}}{346,18m^2} = 6,65 \frac{kgSM}{m^2, dan}$$

Preporučene vrednosti površinskog opterećenja gravitacionih ugušćivača, suvom materijom mulja, za ugušćivanje primarnog i viška aktivnog mulja, kreće u granicama od 40-80 kgSM/m<sup>2</sup>,dan.

Kada se proračunate vrednosti površinskog opterećenja uporede sa preporučenim vrednostima, očigledno je da je postojeći ugušćivač višestruko predimenzionisan.

**15.5. Kriterijum vremena zadržavanja mulja u ugušćivaču**

Da je postojeći gravitacioni ugušćivač predimenzionisan, pokazaće se preko još jednog važnog kriterijuma za ocenu ispravnosti projektovane linije mulja.

To je vreme zadržavanja mulja u gravitacionom ugušćivaču. Dobija se tako što se zapremina ugušćivača dovede u odnos sa dnevnom produkcijom mulja. Pa tako za posmatrane vremenske periode, ta vremena se izračunavaju:

Zimski period 2022. godine

$$T_Z^{Z22} = \frac{V_U}{V_M^{Z22}} = \frac{1.900m^3}{102,4 \frac{m^3}{dan}} = 18,5dan$$

Letnji period 2022. godine

$$T_Z^{L22} = \frac{V_U}{V_M^{L22}} = \frac{1.900m^3}{135,42 \frac{m^3}{dan}} = 14,03dan$$

Budući period pune turističke sezone

$$T_Z^{BS} = \frac{V_U}{V_M^{BS}} = \frac{1.900m^3}{230,21 \frac{m^3}{dan}} = 8,25dan$$

Podaci iz literature, kao i iskustva na izvedenim postrojenjima za obradu mulja procesom ugušćivanja, upućuju na preporučene vrednosti vremena zadržavanja mulja u ugušćivačima od 1 do max. 3 dana.

Iz poređenja sračunatih vremena zadržavanja mulja u postojećem ugušćivaču, sa preporučenim vremenima zadržavanja, je očigledno da je postojeći ugušćivač predimenzionisan više puta.

Radi preglednosti gore sračunatih proračunskih parametara linije mulja, oni će biti prikazani u sledećoj tabeli.

Tabela br. 16: Parametri proračunske provere linije mulja

PRORAČUNSKI PARAMETRI	RAZMATRANI PERIOD		
	ZIMA 2022.	LETO 2022.	PUNA TURISTIČKA SEZONA (BUDUĆI PERIOD)
Broj ekvivalent stanovnika (ES)	12.971,00	17.142,00	29.141,00
Dnevna količina mulja (m <sup>3</sup> /dan)	102,4	135,42	230,21
Sadržaj suve materije u mulju (%)	1	1	1
Dnevna količina suve materije mulja (kgSM/dan)	1.024,71	1,354,22	2.302,14
Prečnik ugušćivača (m)	21	21	21
Površina ugušćivača (m <sup>2</sup> )	346,18	346,18	346,18
Površinsko opterećenje ugušćivača (kgSM/m <sup>2</sup> , dan)	2,96	3,91	6,65
Vreme zadržavanja mulja u ugušćivaču (dan)	18,5	14,03	8,25

### 15.6. Komentar predloga IG Instituta za zamenu postojećeg ugušćivača

Predlog IG Instituta, u dokumentu "Tehnološki elaborat rada postrojenja", kada su u pitanju predlozi za izmene na liniji mulja, jeste da se postojeći ugušćivač, zameni objektom manjih dimenzija.

Novi objekat bi bio sledećih dimenzija:

- D=15,5 m – prečnik ugušćivača,
- A=188,59 m<sup>2</sup> – površina ugušćivača,
- V=755 m<sup>3</sup> – zapremina ugušćivača.

U Elaboratu, na 15. strani "proračun linije mulja" se vidi da se razmatraju kapaciteti PPOV-a od 13.000,00 ES, 22.000,00 ES, 35.000 ES, 40.000 ES i 50.000,00 ES.

Pri tome su količine mulja za gore navedene kapacitete PPOV-a izračunate i imaju vrednosti od: 762 kgSM/dan, 1.290 kgSM/dan, 2.043 kgSM/dan, 2.334 kgSM/dan i 2.918 kgSM/dan.

Sa iste, gore naveden strane proračuna, se vidi da usvojeno površinsko opterećenje ugušćivača od 50 kgSM/m<sup>2</sup>, dan dobro izabrano.

Dobijeni proračunski rezultati su dobri, kada je u pitanju: prečnik ugušćivača, jer se kreće u granicama od D=4,4-8,6 m što je u skladu sa količinom mulja i usvojenim površinskim opterećenjem.

U prethodnim komentarima Akcionog plana, kada su u pitanju hidrauličko i organsko opterećenje PPOV-a, koje je obrađivano u Tehnološkom alaboratu IG Instituta, se konstatovalo da su obrađivači Thnološkog elaborate i dalje ostali pod velikim uticajem ulaznih podataka iz Idejnog i Glavnog projekta PPOV-a.

To drugim rečima znači, da iako je očigledno, da je PPOV znatno predimenzionisan u poređenju sa stvarnim vrednostima hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a, obrađivači Tehnološkog elaborate su stidljivo smanjili opterećenja za svega 24% i ostali i dalje u proračunskim područjima koja su predimenzionisana. Valjda u želji da pred Investitorom opravdaju već izgrađene predimenzionisane objekte PPOV-a.

Isto se ponavlja i kada je u pitanju proračun i izbor novog ugušćivača.



Proračun tačno kaže da je potreban i dovoljan ugušćivač mulja prečnika 7 m za kapacitet PPOV-a od 35.000,00 ES. jer će se opterećenja od 40.000,00 ES retko pojavljivati i u tom slučaju će ugušćivač moći obraditi dodatne količine mulja sa preopterećenjem od 8,75%, dok će se opterećenja od 50.000,00 ES pojavljivati jednom u 50 ili 100 godina.

I umesto da usvoje ugušćivač prečnika od 7 m, usvajaju ugušćivač prečnika od 15,5 m iako je jasno da je i on predimenzionisan. To se jasno vidi iz njihovog proračuna, jer se stvarno površinsko opterećenje kreće od 4-15,5 kgSM/m<sup>2</sup>,dan što je daleko ispod usvojene vrednosti od 50 kgSM/m<sup>2</sup>,dan.

Vreme zadržavanja se kreće od 1,81-6,93 dana i to tako što je vreme zadržavanja duže pri manjim opterećenjima, odnosno kraće pri većim opterećenjima. Dobro vreme zadržavanja od 1,81 dan i 2,36 dana je dobro kada su u pitanju kapaciteti od 40.000,00 i 50.000,00 ES koji će se retko ili nikad pojavljivati u praksi, a za kapacitete koji su realni (od 13.000,00 do 35.000,00 ES), vreme zadržavanja se kreće od 6,93 do 2,59 dana, što nikako nije preporučljivo sa stanovišta koja su navedena u Tehnološkom elaboratu.

Navedeni razlozi su sledeći:

- Suviše veliko vreme zadržavanja mulja u ovom objektu bi dovelo do formiranja anaerobnih uslova,
- Sniženje pH vrednosti,
- Emisija neprijatnih mirisa,
- Otežana dehidracija.

Iako ovi razlozi deluju opravdano, obrađivači Tehnološkog elaborata usvajaju prečnik ugušćivača od 15,5 m, čime i dalje ostaju u proračunskim područjima koja su predimenzionisana i kada je u pitanju proces ugušćivanja mulja.

### **15.7. Proračun količine ugušćenog mulja**

Iz projektne dokumentacije se vidi, da sadržaj suve materije mulja, koji se prepumpava iz SBR reaktora u ugušćivač na proces ugušćivanja, iznosi 0,7%. Akcioni plan je s obzirom na pretpostavljene uslove povećanja koncentracija BPK<sub>5</sub> u ulaznoj otpadnoj vodi, usvojio za svoje proračunske provere sadržaj sume materije u mulju od 1%.

U gravitacionom ugušćivaču je mulj izložen uticaju hidrostatičkog pritiska, usled čega dolazi do njegovog taloženja i ugušćivanja. Proces ugušćivanja u osnovi obezbeđuje smanjenje zapremine mulja, čime se smanjuje količina mulja koja se dalje odvodi na proces mašinske obrade.

Na ovom PPOV-u je proces mašinske obrade ugušćenog mulja predviđen da se odvija na trakastim filter presama. Mašinska obrada ugušćenog mulja, predviđa dalji proces smanjenja zapremine mulja, odnosno proces dehidracije ili obezvodnjavanja pod uticajem različitih sila pritiska, koje se obezbeđuju pomoću različitih tipova mašinskih uređaja (presa, filtera i sl.).

Iz projektne dokumentacije (Idejni i Glavni projekat PPOV-a) je preuzet zahtev da se u ugušćivaču obezbedi sadržaj suve materije u ugušćenom mulju od 3%. Ovaj zahtev je u svom Tehnološkom elaboratu preuzeo i IG Institut iz Podgorice, s tim što dozvoljava da za povećane kapacitete bude i 2,5%.

Za rad trakaste filter prese se preporučeni sadržaj suve materije u ugušćenom, neobrađenom mulju, kreće u granicama od 3-6% za primarni i višak aktivnog mulja.

Vidi se da je projektovana vrednost sadržaja suve materije na donjoj granici (u Tehnološkom elaboratu i ispod donje granice) preporučenih vrednosti, što dovodi u sumnju efikasan rad trakaste filter prese.

Iz tog razloga će Akcioni plan u predlogu rekonstrukcije linije mulja, sadržavati i mere koje će imati za cilj povećanje sadržaja suve materije u mulju pre obade dehidracije, ali će o tome biti više reči u narednim poglavljima ovog Akcionog plana.

Sada će se proračuni količina ugušćenog mulja izračunati na osnovu gore definisanih ulaznih parametara o sadržaju suve materije u mulju.

U Akcionom planu je nešto korigovan sadržaj suve materije u mulju i usvojen je 1,0%, a nakon ugušćivanja iznosi 3% (vrednost zadržana iz projektne dokumentacije I Tehnološkog eleborata).

Za razmatrane periode, količine ugušćenog mulja se računaju:

Zimski period 2022. godine

$$V_{UM}^{Z22} = \frac{V_M^{Z22} \cdot 1,0}{3} = \frac{102,4 \cdot 1,0}{3} = 34,13 \frac{m^3}{dan}$$

Letnji period 2022. godine

$$V_{UM}^{L22} = \frac{V_M^{L22} \cdot 1,0}{3} = \frac{135,4 \cdot 1,0}{3} = 45,13 \frac{m^3}{dan}$$

Budući period pune turističke sezone

$$V_{UM}^{BS} = \frac{V_M^{BS} \cdot 1,0}{3} = \frac{230,21 \cdot 1,0}{3} = 76,74 \frac{m^3}{dan}$$

Radi preglednosti, sračunate vrednosti će se prikazati i tabelarno, u sledećoj tabeli.

Tabela br. 17: Količine ugušćenog mulja

PRORAČUNSKI PARAMETRI	RAZMATRANI PERIOD		
	ZIMA 2022.	LETO 2022.	PUNA TURISTIČKA SEZONA (BUDUĆI PERIOD)
Broj ekvivalent stanovnika (ES)	12.971,00	17.142,00	29.141,00
Dnevna količina mulja pre ugušćivanja (m <sup>3</sup> /dan)	102,4	135,42	230,21
Sadržaj suve materije u ugušćenom mulju (%)	3	3	3
Dnevna količina mulja posle ugušćivanja (m <sup>3</sup> /dan)	34,13	45,13	76,14
Kapacitet instalirane trakaste filter prese (m <sup>3</sup> /h)	20-25	20-25	20-25
Broj instaliranih trakastih filter presa na PPOV-u (kom.)	2	2	2
Broj radnih sati trakaste filter prese na obradi mulja (h)	1,48	1,96	3,31

Kako kapacitet trakaste filter prese, koja je predviđena projektnom dokumentacijom i kao takva je isporučena i montirana na PPOV-u, iznosi od 20-25 m<sup>3</sup>/h, to je jasno da je višestruko predimenzionisana.

Pod normalnim opterećenjima PPOV-a bi ta presa radila 1-2 sata dnevno, a pri maksimalnim opterećenjima PPOV-a bi radila oko 3-4 sata dnevno.

Na postrojenju su montirane 2 trakaste prese.

Iz ove analize je jasno, da je instalirana trakasta filter presa, predviđena za dehidraciju (obezvodnjavanje) ugušćenog mulja, daleko većeg kapaciteta od potrebe koja proizilazi iz količina mulja koje je potrebno obraditi.

### 15.8. Proračun količine muljnog kolača

Muljni kolač (muljna pogača) je dobijeni mulj nakon mašinske dehidracije (obezvodnjavanja) ugušćenog mulja na trakastoj filter presi.

To je mulj kome je sada u velikoj meri smanjena zapremina, odnosno povećan sadržaj suve materije u mulju.

U projektnoj dokumentaciji i Tehnološkom elaboratu IG Instituta se proračun količina muljnog kolača zasniva na usvojenom sadržaju suve materije od 23% u finalnom proizvodu koji silazi sa trake trakaste filter prese.

Ovde se napominje da se u proračunu mase muljnog kolača neće uzimati u obzir količina krečnog brašna, koja se dozira u muljni kolač radi stabilizacije mulja. U obzir će se uzeti procenjena gustina muljnog kolača, koja kao takva obuhvata i masu krečnog brašna koja se sadrži u muljnom kolaču i samim tim povećava masu muljnog kolača.

Po istom proporcionalnom principu, će se sada izračunati količine muljnog kolača, kao finalnog produkta mašinske obrade mulja na trakastoj filter presi.

Za posmatrane periode, te količine su sledeće:

#### Zimski period 2022. godine

$$V_{MK}^{Z22} = \frac{V_{UM}^{Z22} \cdot 3,0}{23} = \frac{34,13 \cdot 3,0}{23} = 4,45 \frac{m^3}{dan}$$

Ako se zna da je gustina muljnog kolača oko 1,3 t/m<sup>3</sup>, masa muljnog kolača se izračunava:

$$M_{MK}^{Z22} = \rho \cdot V_{MK}^{Z22} = 1,3 \frac{t}{m^3} \cdot 4,45 \frac{m^3}{dan} = 5,78 \frac{t}{dan}$$

#### Letnji period 2022. godine

$$V_{MK}^{L22} = \frac{V_{UM}^{L22} \cdot 3,0}{23} = \frac{45,13 \cdot 3,0}{23} = 5,88 \frac{m^3}{dan}$$

Masa muljnog kolača se izračunava:

$$M_{MK}^{L22} = \rho \cdot V_{MK}^{L22} = 1,3 \frac{t}{m^3} \cdot 5,88 \frac{m^3}{dan} = 7,64 \frac{t}{dan}$$

#### Budući period pune turističke sezone

$$V_{MK}^{BS} = \frac{V_{UM}^{BS} \cdot 3,0}{23} = \frac{76,14 \cdot 3,0}{23} = 9,93 \frac{m^3}{dan}$$

Masa muljnog kolača se izračunava:

$$M_{MK}^{BS} = \rho \cdot V_{MK}^{BS} = 1,3 \frac{t}{m^3} \cdot 9,93 \frac{m^3}{dan} = 12,91 \frac{t}{dan}$$

Radi lakše preglednosti i ove proračunske vrednosti količina muljnog kolača, biće predstavljene tabelarno u sledećoj tabeli:

Tabela br. 18: Količine muljnog kolača

PRORAČUNSKI PARAMETRI	RAZMATRANI PERIOD		
	ZIMA 2022.	LETO 2022.	PUNA TURISTIČKA SEZONA (BUDUĆI PERIOD)
Broj ekvivalent stanovnika (ES)	12.971,00	17.142,00	29.141,00
Dnevna količina mulja posle ugušćivanja (m <sup>3</sup> /dan)	34,13	45,13	76,14
Sadržaj suve materije u muljnom kolaču (%)	23	23	23
Dnevna količina muljnog kolača (m <sup>3</sup> /dan)	4,45	5,88	9,93
Gustina muljnog kolača (t/m <sup>3</sup> )	1,3	1,3	1,3
Masa muljnog kolača (t/dan)	5,78	7,64	12,91

## 16. PREDLOG REKONSTRUKCIJE LINIJE MULJA

Imajući u vidu sve uočene nedostatke linije mulja, predlog rekonstrukcije će obuhvatiti sledeće:

- ▶ Uvođenje faze stabilizacije mulja, koja bi se odvijala u jednom od četiri SBR reaktora.
- ▶ Uvođenje faze hemijskog kondicioniranja (pripreme) mulja uz doziranje krečnog mleka, a pre faze ugušćivanja mulja. Predlog podrazumeva projektovanje, isporuku i montažu opreme za pripremu i doziranje krečnog mleka, opreme za hemijsko kondicioniranje mulja i cevovoda za dopremu pripremljenog krečnog mleka u potisni cevovod mulja, neposredno pre dovoda u ugušćivač mulja,
- ▶ Predlog rekonstrukcije ugušćivača mulja, kojom bi se obezbedilo zadržavanje mulja u objektu ugušćivača od 1 do maksimum 3 dana,
- ▶ Predlog rekonstrukcije mašinske opreme za dehidraciju (obezvodnjavanje) ugušćenog mulja. Ovaj predlog će se u Akcionom planu obraditi u 3 varijante:
  - I Varijanta: Zadržavanje postojećih trakastih presa, njihova sanacija, kao i sanacija ostale postojeće mašinske opreme, ispitivanje i puštanje u rad,
  - II Varijanta: Isporuka i montaža novih trakastih presa, prepravka i prilagođavanje dela postojeće mašinske opreme novonastalim uslovima, kao i zamena ostale mašinske i elektro opreme u cilju dovođenja linije mulja u funkcionalno stanje,
  - III Varijanta: Zamena postojećih trakastih presa novim centrifugama, prepravka i prilagođavanje dela postojeće mašinske opreme obezvodnjavanj ugušćenog mulja na centrifugama, kao i zamena ostale mašinske i elektro opreme u cilju dovođenja linije mulja u funkcionalno stanje.

Akcionni plan će nakon tehno-ekonomske analize varijanti iz trećeg predloga i odmeravanja prednosti za i protiv svakog od varijantnih rešenja, predložiti optimalnu varijantu.

Predlog rekonstrukcije linije mulja se može pratiti sa priložene tehnološke šeme, crtež br. PPOV-MHN-AP-07.

### 16.1. Aerobna stabilizacija mulja

Predlog za uvođenje ove faze obrade mulja proističe iz činjenice, da se u fazi biološke obrade otpadnih voda, nije do kraja obavila stabilizacija mulja. U prilog ovoj konstataciji ide i činjenica da se na postrojenju dešava pojava neprijatnih mirisa.

U delu Akcionog plana, koji se odnosio na liniju vode, ustanovljeno je da će se u normalnim uslovima hidrauličkog i organskog opterećenja PPOV-a, koristiti dva SBR reaktora (od ukupno 4 koliko ih ima izgrađenih). Pod uslovima maksimalnih hidrauličkih i organskih opterećenja PPOV-a bi se koristio i treći SBR reaktor.

Iz tog razloga je predlog da se stabilizacija mulja obavlja u četvrtom SBR reaktoru, s obzirom da ima svu potrebnu aeracionu opremu, kao i opremu za mešanje mulja, neophodnu za kvalitetno obavljanje procesa stabilizacije.

Najvažniji zadatak procesa stabilizacije mulja je da njegovi sastojci ne budu više podložni razgradnji i da nisu štetni po ljude i životnu sredinu. Pored toga stabilizacijom se postiže i olakšano izdvajanje vode iz njega u procesu mašinske dehidracije. Stabilizacija mulja ima pozitivne efekte i na smanjenje zapremine mulja.

Redukcija broja patogenih organizama, uklanjanje neprijatnih mirisa i sprečavanje nekontrolisanog truljenja mulja su svakako važni razlozi za obavljanje procesa stabilizacije mulja.

Uobičajeno je da se na postrojenjima sa SBR tehnologijom, iz SBR reakcionih bazena primarni i višak aktivnog mulja prepumpava u rezervoar za aerobnu stabilizaciju mulja.

Kako na PPOV-u Meljine-Herceg Novi postoji četvrti SBR reaktor, to mu se ovim predlogom dodjeljuje uloga rezervoara za stabilizaciju mulja.

Četvrti SBR reaktor, odnosno sada rezervoar za aerobnu stabilizaciju mulja je opremljen sistemom za mehaničko mešanje i sistemom za aeraciju. Sistem za unošenje vazduha se sastoji od nezavisne duvaljke-kompresora, zatim od mreže cevovoda za komprimovani vazduh i pečurkastih difuzora. Cevovodna mreža sa aeracionim difuzorima je razvedena i položena po dnu rezervoara.

Predviđeno vreme zadržavanja mulja u četvrtom SBR reaktoru, odnosno rezervoaru za stabilizaciju mulja je oko 15 dana.

Ovaj predlog u potpunosti koristi sve ugrađene muljne pumpe u SBR reaktorima. Rekonstrukcija bi obuhvatila samo potisne cevovode, koji bi iz tri SBR reaktora preusmerili transport mulja u četvrti SBR reaktor na stabilizaciju mulja. Muljne pumpe iz četvrtog SBR reaktora bi stabilizovani mulj transportovali u ugušćivač mulja i u ovom slučaju rekonstrukcija cevovoda nije neophodna.

## 16.2. Hemijsko kondicioniranje mulja uz doziranje krečnog mleka

Kako se može iz prethodnih proračunskih provera videti, količine ugušćenog mulja su se bazirale na sadržaju suve materije od 3% u ugušćenom mulju. Tehnološki elaborat IG Instituta je svoje proračune kod maksimalnih opterećenja PPOV-a bazirao na sadržaju suve materije od 2,5% u ugušćenom mulju.

Predlog za uvođenje procesa hemijskog kondicioniranja mulja, pre faze ugušćivanja, uz doziranje krečnog mleka ima prvenstveno sledeće ciljeve:

- Da se poveća procenat suve materije u ugušćenom mulju,
- Da se smanji zapremina ugušćenog mulja koji se transportuje na dalju obradu mašinskog obezvodnjavanja,
- Poboljša filtrabilnost ugušćenog mulja, a samim tim poboljša i proces dehidracije (obezvodnjavanje) mulja.

Hemijskim kondicioniranjem mulja, koji se doprema u ugušćivač mulja iz SBR reaktora, uz doziranje krečnog mleka, se može povećati sadržaj suve materije do 5% u ugušćenom mulju. Mulj iz SBR reaktora se sastoji od primarnog i viška aktivnog mulja.

Sada se za razmatrane periode, količine ugušćenog mulja izračunavaju:

### Zimski period 2022. godine

$$V_{UM}^{Z22} = \frac{V_M^{Z22} \cdot 1,0}{5} = \frac{102,4 \cdot 1,0}{5} = 20,48 \frac{m^3}{dan}$$

### Letnji period 2022. godine

$$V_{UM}^{L22} = \frac{V_M^{L22} \cdot 1,0}{5} = \frac{135,4 \cdot 1,0}{5} = 27,08 \frac{m^3}{dan}$$

### Budući period pune turističke sezone

$$V_{UM}^{BS} = \frac{V_M^{BS} \cdot 1,0}{5} = \frac{230,21 \cdot 1,0}{5} = 46,04 \frac{m^3}{dan}$$

Radi preglednosti, sračunate vrednosti će se prikazati i tabelarno, u sledećoj tabeli.

Tabela br. 19: Količine ugušćenog mulja prema predlogu rekonstrukcije linije mulja

PRORAČUNSKI PARAMETRI	RAZMATRANI PERIOD		
	ZIMA 2022.	LETO 2022.	PUNA TURISTIČKA SEZONA (BUDUĆI PERIOD)
Broj ekvivalent stanovnika (ES)	12.971,00	17.142,00	29.141,00
Dnevna količina mulja pre ugušćivanja (m <sup>3</sup> /dan)	102,4	135,42	230,21
Sadržaj suve materije u ugušćenom mulju (%)	5	5	5
Dnevna količina mulja posle ugušćivanja (m <sup>3</sup> /dan)	20,48	27,08	46,04

Na osnovu ovih količina ugušćenog mulja, izvrši će se odabir novih trakastih presa, ili novih centrifuga, prema II, odnosno III varijanti izbora mašinske opreme za obezvodnjavanje ugušćenog mulja.

#### *Priprema i doziranje krečnog mleka*

Način pripreme i doziranja krečnog mleka je prikazana u priloženoj tehnološkoj šemi, crtež br. PPOV-MHN-AP-07, a opis će se dati u skladu sa unetim pozicijama pojedine opreme. Pri tome se naglašava da je pozicionirana samo nova oprema, koja prati ovaj predlog hemijskog kondicioniranja mulja.

Krečno mleko se dozira istovremeno kada se obavlja i prepumpavanje mulja iz jednog od tri SBR reaktora u kojima se obavlja proces prečišćavanja otpadnih voda. Pri tome se mulj transportuje kroz cevni mešač (poz. 8) u kome se obavlja njegovo mešanje sa krečnim mlekom. Ovaj cevni mešač je istovremeno i hemijski reaktor u kome se zajedno sa mešanjem mulja i krečnog mleka, obavlja i koagulacija mulja. Za ovaj proces će se koristiti cevni mešač, hemijski reaktor sa oscilujućim tokom fluida. Ovaj tip reaktora omogućava da se spore reakcije, koje se uobičajeno odigravaju u šaržnim sistemima, odvijaju kontinualno, što dovodi do značajnih investicionih i operativnih ušteta i bolje kontrole toka reakcije.

Mešanje fluida, u ovom slučaju otpadnih voda i suspenzije krečnog mleka, u ovom reaktoru se ostvaruje postavljanjem odgovarajućih pregrada u cevi, čime se izazivaju kontrolisani ciklični vrtlozi. Takvo mešanje se najčešće ostvaruje u dugim cevima u kojima su ugrađene pregrade (raspoređene duž cevi), a tečnost i višefazni fluid aksijalno osciluje. Oscilatorno proticanje fluida kroz set pregrada podstiče formiranje vrtloga, a samim tim i efikasno radijalno mešanje.

Pregrade se najčešće izvode u obliku prstena sa otvorom u sredini i postavljaju se na međusobnom, tačno određenom rastojanju.

Ovim predlogom rekonstrukcije linije mulja, se predviđa postavljanje cevnog mešača na betonskom mostu ugušćivača mulja, u neposrednoj blizini dopreme mulja unutar deflektora mulja.

U ovom se procesu hemijskog kondicioniranja mulja obavlja doziranje 5%-og krečnog mleka. Krečno mleko se priprema u uređaju za njegovu pripremu (poz. 3). To je čelični rezervoar, zapremine 10 m<sup>3</sup>, opremljen turbinskom mešalicom. Pripremanje krečnog

mleka se obavlja tako što se, u napunjen rezervoar (poz. 3) čistom vodom, iz postojećeg silosa dozira krečno brašno pomoću pužnog transportera (poz. 2). Pri tome se otvara dozirni ventil (poz. 1) sa pneumatskim aktuatorom. Proces pripreme krečnog mleka se odvija uz neprekidan rad mešalice u reaktoru (poz. 3). Koncentracija od 5% se postiže tako što se u 10.000 L čiste vode izdozira 500 kg krečnog brašna.

Transport i doziranje krečnog mleka se obavlja pomoću centrifugalne pumpe (poz. 4), kojih ima 2 kom. radni i rezervni agregat.

Ova pumpa je istovremeno i recirkulaciona pumpa, jer sve vreme obavlja recirkulaciju krečnog mleka, tako što ga zahvata iz rezervoara (poz. 3), transportuje kroz cevovod (poz. 9) i vraća nazad u rezervoar (poz. 3). Ova se recirkulacija obavlja u cilju sprečavanja začepljenja cevovoda, kroz koji se transportuje krečno mleko.

Kada je potrebno doziraje krečnog mleka u cevni mešač (poz. 8), zatvara se automatski recirkulacioni pneumatski ventil (poz. 7) na recirkulacionom cevovodu, a automatski se otvara pneumatski ventil (poz. 6) na potisnom cevovodu prema cevnom mešaču ili hemijskom reaktoru (poz. 8). Ovim se krečno mleko preusmerava prema cevnom mešaču (poz. 8).

Rezervoar (poz. 3) za pripremu krečnog mleka je opremljen mešalicom, koja svojim radom omogućava kvalitetno pripremanje krečnog mleka. Pored toga je rezervoar (poz. 3) opremljen i nivometrom, koji recirkulacionu pumpu (poz. 4) štiti od rada na "suvo".

U momentu kada se završi prepumpavanje mulja iz jednog od tri SBR reaktora, odnosno dotokom mulja u cevni mešač, pneumatski ventil (poz. 6) na potisnom cevovodu prema cevnom mešaču (poz. 8) se automatski zatvara, a otvara se automatski pneumatski ventil (poz. 7) na recirkulacionom cevovodu i krečno mleko se preusmerava u recirkulaciju. Recirkulaciona pumpa (poz. 4) ostaje uključena.

Za hemijsko kondicioniranje mulja pomoću kreča, preporučuju se doze kreča od 3-5% na suhu materiju mulja. Ako se usvoji doza kreča od 5%, njegova dnevna potrošnja bi se kretala od 30,47-69,06 kg, zavisno od posmatranog perioda i količine suve materije mulja koja se produkuje u tom periodu.

Predviđeno je da se reaktoru priprema 5%-ni rastvor krečnog mleka i pod tim uslovima bi se trošilo od 614,8 do 1381,20 L/dan.

Naravno da su ovo samo preporučene vrednosti. Biće potrebno da se određenim istraživanjima u laboratoriji ispita proces koagulacije mulja i definišu tačne količine krečnog mleka koje će se dozirati u mulj.

#### *Specifikacija opreme za pripremu i doziranje krečnog mleka*

Sledeća specifikacija opreme i radova, za pripremu i doziranje krečnog mleka, biće osnov za određivanje investicione procene uvođenja hemijskog kondicioniranja mulja, a pre faze ugušćivanja.

-Nabavka i isporuka reaktora za rastvaranje krečnog brašna i pripremu krečnog mleka. Uređaj je dimenzija Ø2300x2500 mm, zapremine  $V=10 \text{ m}^3$ , izveden od polipropilena (PP-a). Opremljen je turbinskom mešalicom sa motor-reduktorskim pogonom, snage el. motora  $P=3 \text{ KW}$  i broja obrtaja  $n=150 \text{ min.}^{-1}$ , Komplet 1,

-Nabavka i isporuka dozirnog ventila DN100 sa aktuatorom za dopremu krečnog brašna u reaktor, Kom. 1,



- Nabavka i isporuka zavojnog (pužnog) transporterera za transport krečnog brašna od silosa do reaktora, prečnika puža D=300 mm, dužine transporterera L=6000 mm, broja obrtaja puža n=23 min.<sup>-1</sup> i snage el. motora P=2,2 KW. Materijal za izradu pužnog transporterera AISI 304L, Komplet 1,
  - Nabavka i isporuka centrifugalne pumpe za recirkulaciju i doziranje krečnog mleka. Pumpa je vertikalnog izvođenja, kapaciteta 30-35 m<sup>3</sup>/h, napora H=35-40 mVS, snage el. motora P=5,5 KW, materijal kućišta AISI 316, materijal radnog kola AISI 316, Komplet 2,
  - Nabavka i isporuka cevovodne armature DN50, PN10, od PVC-a, Komplet 1,
  - Nabavka i isporuka dozirnog ventila DN50, PN10, sa aktuatorom od PVC-a, sa prekidačima krajnjih položaja, Kom. 1,
  - Nabavka i isporuka recirkulacionog ventila DN50, PN10, sa aktuatorom od PVC-a, sa prekidačima krajnjih položaja, Kom. 1,
  - Nabavka i isporuka cevovoda DN50 od PVC-a sa fittingom, Komplet 1,
  - Nabavka i isporuka cevnog mešača (flokulatora) od polietilena (PE-a), odnosno hemijskog reaktora oscilujućeg tipa, DN150x2000 mm, Kom. 1,
  - Nabavka i isporuka nivo prekidača, ugrađenog u reaktorsku posudu za krečno mleko, za zaštitu recirkulacione pumpe od rada na „suvo“, Kom. 1,
  - Montaža i ispitivanje ugrađene mašinske i elektro opreme, Komplet 1,
  - Puštanje u rad komplet mašinske i elektro opreme za pripremu i doziranje krečnog mleka, Komplet 1,
  - Nepredviđeni troškovi.
- Investicioni troškovi za realizaciju opreme potrebne za hemijsko kondicioniranje mulja iznose: 54.000,00 EUR.

### 16.3. Proračun muljnog kolača

Nakon hemijskog kondicioniranja mulja i ugušćivanja na gravitacionom ugušćivaču, očekivani procenat suve materije u ugušćenom mulju iznosi oko 5%.

Nakon mašinske dehidracije ugušćenog mulja, sadržaj suve materije u muljnom kolaču bi trebalo da iznosi oko 25%. Ovaj stepen suvoće muljnog kolača se očekuje, s obzirom da se doziranjem krečnog mleka poboljšala filtrabilnost mulja.

Sada se izračunavaju količina muljnog kolača, nakon mašinske dehidracije (obezvodnjavanja) ugušćenog mulja, a za posmatrane periode:

#### Zimski period 2022. godine

$$V_{MKH}^{Z22} = \frac{V_{UMH}^{Z22} \cdot 5,0}{25} = \frac{20,48 \cdot 5,0}{25} = 4,10 \frac{m^3}{dan}$$

Ako se zna da je gustina muljnog kolača oko 1,3 t/m<sup>3</sup>, masa muljnog kolača se izračunava:

$$M_{MKH}^{Z22} = \rho \cdot V_{MKH}^{Z22} = 1,3 \frac{t}{m^3} \cdot 4,10 \frac{m^3}{dan} = 5,33 \frac{t}{dan}$$

#### Letnji period 2022. godine

$$V_{MKH}^{L22} = \frac{V_{UMH}^{L22} \cdot 5,0}{25} = \frac{27,08 \cdot 5,0}{25} = 5,42 \frac{m^3}{dan}$$

Masa muljnog kolača se izračunava:

$$M_{MKH}^{L22} = \rho \cdot V_{MKH}^{L22} = 1,3 \frac{t}{m^3} \cdot 5,42 \frac{m^3}{dan} = 7,05 \frac{t}{dan}$$

**Budući period pune turističke sezone**

$$V_{MKH}^{BS} = \frac{V_{UMH}^{BS} \cdot 5,0}{25} = \frac{46,04 \cdot 5,0}{25} = 9,21 \frac{m^3}{dan}$$

Masa muljnog kolača se izračunava:

$$M_{MKH}^{BS} = \rho \cdot V_{MKH}^S = 1,3 \frac{t}{m^3} \cdot 9,21 \frac{m^3}{dan} = 11,97 \frac{t}{dan}$$

Ove proračunske vrednosti količina muljnog kolača, biće predstavljene u sledećoj tabeli:

Tabela br. 20: Količine muljnog kolača nakon hemijskog kondicioniranja mulja

PRORAČUNSKI PARAMETRI	RAZMATRANI PERIOD		
	ZIMA 2022.	LETO 2022.	PUNA TURISTIČKA SEZONA (BUDUĆI PERIOD)
Broj ekvivalent stanovnika (ES)	12.971,00	17.142,00	29.141,00
Dnevna količina mulja posle ugušćivanja (m <sup>3</sup> /dan)	20,48	27,06	46,04
Sadržaj suve materije u muljnom kolaču (%)	23	23	23
Dnevna količina muljnog kolača (m <sup>3</sup> /dan)	4,10	5,42	9,21
Gustina muljnog kolača (t/m <sup>3</sup> )	1,3	1,3	1,3
Masa muljnog kolača (t/dan)	5,33	7,05	11,97

Proračunski podaci o količinama mulja iz tabele br. 20 biće korišćeni za izbor mašinske opreme (trakaste filter prese i centrifuge) za njegovu dehidraciju (obezvodnjavanje).

#### **16.4. Predlog rekonstrukcije ugušćivača mulja**

Sve prethodne analize i proračunske provere su pokazale da je ugušćivač mulja predimenzionisan. Iz tog razloga ovaj Akcioni plan sadrži predlog rekonstrukcije ovog objekta.

Rekonstrukcija ne predviđa građevinske radove i objekat kao već izgrađena građevinska konstrukcija se neće dirati.

Rakonstrukcija će obuhvatiti samo mašinsku i elektro opremu, koja će se rekonstrukcijom izabrati i prilagoditi stvarnim opterećenjima ugušćivača mulja sa suvom materijom mulja. Idejno rešenje rekonstrukcije ugušćivača mulja je prikazano na istoj tehnološkoj šemi na kojoj je prikazana i priprema i doziranje krečnog mleka, crtež br. PPOV-MHN-AP-07.

Uz ovu tehnološku šemu i kratak tehnički opis koji sledi, biće razjašnjeno idejno rešenje rekonstrukcije ugušćivača mulja.

Da bi se smanjila zapremina postojećeg ugušćivača mulja (poz. 10), odnosno smanjila visina obodne prelivne ivice za prelivanje nadmuljne vode, u ugušćivač mulja će se ugraditi novi prelivni rezervoar (poz. 12). Taj rezervoar će se ugraditi uz sam deflektor (poz. 15) i to sa njegove spoljne strane. Prelivni rezervoar bi se postavio na novu visinu preliva, koja će se definisati na osnovu opterećenja ugušćivača mulja. Pored toga na deflektoru će se ugraditi klizne vodice, tako da će se preko njih prelivni rezervoar (poz. 12) moći podizanjem ili spuštanjem postaviti na tačno željenu visinu. Podizanje ili spuštanje prelivnog rezervoara će se obavljati preko ručne dizalice (poz. 16).

U prelivni rezervoar će se ugraditi potopljena pumpa (poz. 13), koja će preko potisnog fleksibilnog creva (poz. 14), sakupljenu nadmuljnu vodu, prepumpavati u postojeći obodni kanal ugušćivača mulja.

U prelivni rezervoar će se ugraditi i nivo-prekidač koji će automatski uključivati pumpu na max. nivou vode u rezervoaru. Na min. nivou će taj isti nivo-prekidač pumpu isključivati iz rada, čime je istovremeno i štiti od rada na "suvo".

Da bi se zgrtač mulja (poz. 11) mogao nesmetano kretati, biće potrebno izvršiti i njegovu rekonstrukciju. Ona podrazumeva uklanjanje jednog broja vertikalnih štapova koji su bliži vertikalnoj osi ugušćivača, tako da zgrtač može da se kreće po krugu i ne zakačine prelivni rezervoar (poz. 12).

Kako je u prethodnoj proračunskoj proveri sračunato, maksimalne količine mulja koje se mogu očekivati u punoj turističkoj sezoni, iznose oko 230,21 m<sup>3</sup>/dan. Te količine mulja će se prepumpavati iz SBR reaktora u ugušćivač mulja, na proces ugušćivanja.

Takođe je u prethodnim poglavljima analize rada linije mulja, izrečena preporuka o vremenu zadržavanja mulja u ugušćivaču mulja. Vreme zadržavanja po toj preporuci je iznosilo od 1-3 dana. Ovde će se vreme zadržavanja usvojiti do max. 3 dana i na osnovu toga izračunati potrebna zapremina ugušćivača mulja.

$$V_{UM}^P = T \cdot V_M^{BS} = 3 \text{ dan} \cdot 230,21 \frac{\text{m}^3}{\text{dan}} = 690,63 \text{ m}^3$$

Postojeći ugušćivač ima aktivnu površinu od A=346,18 m<sup>2</sup>. Maksimalna visina cilindričnog dela ugušćivača mulja, koja će biti okvašena prepumpanom količinom mulja se izračunava:

$$H_p = \frac{V_{UM}^P}{A} = \frac{690,63}{346,18} = 1,99 \text{ m}$$

Može se usvojiti visina od 2 m, što znači da je na toj visini potrebno postaviti prelivni rezervoar za prihvatanje nadmuljne vode.

Ova će se visina moći prilagođavati različitim hidrauličkim opterećenjima ugušćivača mulja, jer će se prelivna ivica rezervoara uvek moći postaviti na potrebnu visinu nadmuljne vode, koja odgovara najboljim efektima ugušćivanja.

Potrebno je da predlog rekonstrukcije ugušćivača mulja, pored gore predviđenog načina smanjenja zapremine za ugušćivanje mulja, obuhvati i izvođenje prekrivke ugušćivača.

Projektnom dokumentacijom je predviđeno da se iz ugušćivača sakuplja vazduh i odvodi na liniju za kondicioniranje vazduha, a pre ispusta u atmosferu. Da bi se ovo moglo obavljati, ugušćivač mulja je potrebno da bude prekriven odgovarajućom prekrivkom. Ova prekrivka sa jedne strane sprečava emisiju neprijatnih mirisa u atmosferu, a sa druge strane omogućava usisavanje vazduha iz unutrašnjeg prostora ugušćivača.

Akcionim planom je predviđeno da se izvede lagana noseća konstrukcija, koja bi nosila prekrivne ploče izvedene od leksana.

Ovde bi se za izradu prekrivke koristio materijal leksan u obliku polikarbonatnih ploča sa unutrašnjom ćelijskom strukturom. Leksan ploče se odlikuju velikom čvrstoćom i žilavošću. Imaju veliku otpornost na udarce i visoka naprezanja. Otporne su na UV zračenje i različite uticaje klimatskih spoljnih faktora. Otporne su na agresivno dejstvo hemikalija, kiselina i baza, kao i zasoljenog aerosola. Imaju osobinu da pri velikim temperaturnim promenama ne menjaju fizičko-mehanička svojstva.

#### *Specifikacija opreme i radova za rekonstrukciju ugušćivača mulja*

Sledeća specifikacija opreme i radova, za rekonstrukciju ugušćivača mulja, biće osnov za određivanje investicione procene potrebnih sredstava za realizaciju poslova koji se tiču ugušćivača mulja i privođenju nameni ovog dela linije mulja.

- Nabavka i isporuka prelivnog rezervoara za prihvatanje nadmuljne vode. Rezervoar je izveden od materijala AISI 304L sa nazubljenom obodnom ivicom. Dimenzije rezervoara su  $\varnothing 2000 \times 700$ , zapremine  $V=2,5 \text{ m}^3$ , Kom. 1,
  - Nabavka i isporuka potopljene pumpe, kapaciteta  $q=20-30 \text{ m}^3/\text{h}$ , napora  $H=10-15 \text{ mVS}$  i snage el. motora  $P=2,2 \text{ KW}$ , Kom. 1+1 (magacinska rezerva),
  - Nabavka i isporuka fleksibilnog potisnog orebrenog creva DN80, Komplet 1,
  - Nabavka i isporuka stubnog krana nosivosti  $M=250 \text{ kg}$ , sa obrtnim uležištenjem, ručnim mehanizmom za dizanje tereta i čekirkom za namotavanje sajle. Kran je u funkciji dizanja i spuštanja prelivne posude i njeno dovođenje u željenu poziciju. Materijal za izradu krana i ležišta AISI 304, Komplet 1,
  - Nabavka, izrada i isporuka vođične konstrukcije za vertikalno vođenje prelivne posude. Materijal za izradu vođičnog mehanizma AISI 304, Komplet 1,
  - Nabavka i isporuka nivometra sa max. i min. nivo prekidačima, za automatizaciju rada pumpe za prepumpavanje nadmuljne vode u obodni kanal ugušćivača mulja, kao i zaštitu pumpe od rada na „suvo“. Komplet 1,
  - Rekonstrukcija zgrtača mulja u ugušćivaču mulja, u cilju uklanjanja vertikalnih i horizontalnih štapova, čime će se omogućiti nesmetano kretanje grtalice i sprečiti njeno zakačinjanje za prelivnu posudu. Paušalno,
  - Montaža i ispitivanje isporučene mašinske i elektro opreme, Komplet 1,
  - Izrada, isporuka i montaža prekrivke za ugušćivač mulja. Prekrivka će biti izvedena od lagane čelične podkonstrukcije sa polčama od leksana debljine od oko 16 mm. Okvirna površina prekrivke iznosi oko  $350 \text{ m}^2$ ,
  - Nepredviđeni troškovi.
- Investicioni troškovi za realizaciju opreme i radova u funkciji rekonstrukcije ugušćivača mulja, zajedno sa prekrivkom ugušćivača, iznose: 44.000,00 EUR.

#### **16.5. Predlog za rekonstrukciju mašinske opreme za dehidraciju ugušćenog mulja**

Kao što je na početku ovog poglavlja rečeno, predlog rekonstrukcije mašinske opreme za dehidraciju (obezvodnjavanje) ugušćenog mulja, biće obrađeno u tri varijante:

- I Varijanta: Zadržavanje postojećih trakastih presa, njihova sanacija, kao i sanacija ostale postojeće mašinske opreme, ispitivanje i puštanje u rad,
- II Varijanta: Isporuka i montaža novih trakastih presa, prepravka i prilagođavanje dela postojeće mašinske opreme novonastalim uslovima, kao i zamena ostale mašinske i elektro opreme u cilju dovođenja linije mulja u funkcionalno stanje,
- III Varijanta: Zamena postojećih trakastih presa novim centrifugama, prepravka i prilagođavanje dela postojeće mašinske opreme obezvodnjavanj ugušćenog mulja na centrifugama, kao i zamena ostale mašinske i elektro opreme u cilju dovođenja linije mulja u funkcionalno stanje.

##### **16.5.1. I VARIJANTA: Zadržavanje postojećih trakastih presa i ostale pripadajuće opreme**

Postojeću mašinsku i elektro opremu, isporučenu i montiranu na liniji za dehidraciju mulja sačinjavaju:

- Trakasta filter presa, kom. 2,
- Uređaj za pripremu rastvora polielektrolita, kom. 1,
- Reaktori za flokulaciju ugušćenog mulja sa mečšalicama, kom. 2,
- Zavojne (piton) pumpe za transport ugušćenog mulja, kom. 3,
- Zavojne (piton) pumpe za transport rastvora polielektrolita, kom. 2,
- Silos za krečno brašno, kom. 1,
- Zavojni (pužni) transporteri za transport muljnog kolača, kom. 3,

- Zavojni (pužni) transporter za transport i doziranje krečnog brašna iz silosa u mešni reaktor, kom. 1,
  - Mešni reaktor, uređaj sa zavojnicama, u kome se obavlja mešanje muljnog kolača sa krečnim brašnom, kom. 1,
  - Kontejneri za prihvatanje muljnog kolača, kom. 2,
  - Merno-regulaciona oprema (instrumentacija) na liniji mulja, komplet 1,
  - Komandni elektro-orman sa energetsom opremom i PLC-om.
- Ovde se napominje da ova oprema nikada nije ispitana do kraja i puštena u rad.

Sada će se navesti tehničke karakteristike najvažnije postojeće mašinske opreme.

Postojeća trakasta filter presa je sledećih tehničkih karakteristika:

- Tip BP2000 "MASS",
- Ukupna širina trake: 2200 mm,
- Efektivna širina trake: 2000 mm,
- Kapacitet prese: 20-25 m<sup>3</sup>/h,
- Zahtev za vazduhom: 120 L/min.; 6-8 bar,
- Zahtev za vodom za pranje: 20 m<sup>3</sup>/h; 5,5 bar,
- Brzina trake: 1,2-4 m/min.,
- Sadržaj suve materije na izlazu: 25%,
- Materijal ramske konstrukcije prese: Galvanizirani čelik,
- Materijal trake: Poliester,
- Materijal skrepera trake: Polietilen,
- Kutija pranja sa mlaznicama: AISI 304,
- Snaga pogonskog motora: 0,75 KW,
- Broj obrtaja pogonskog valjka: 7,5 min.<sup>-1</sup>,
- Zatezanje trake: Pneumatsko,
- Podešavanje trake: Pneumatsko.

Tehničke karakteristike mešalice u flokulatoru mulja:

- Tip pogona: motor-reduktorski,
- Snaga motora: P=0,12 KW,
- Broj obrtaja: n=1335/13 min.<sup>-1</sup>,

Tehničke karakteristike uređaja za pripremu polielektrolita:

- Tip uređaja: trokomorni PMU8000 "MASS",
- Kapacitet: 8000 L/h,
- Dimenzije: 1500x2750x2330 mm,
- Dozator praškastog PE-a: Pužni; P=0,12 KW; n=27 min.<sup>-1</sup>,
- Mešalice u komorama: Kom. 3; tip turbinski; P=0,75 KW; n=92 min.<sup>-1</sup>.

Sledeći su radovi i aktivnosti, koje je neophodno da obuhvati investiciona procena za I VARIJANTU rekonstrukcije mašinske i elektro opreme za dehidraciju mulja:

- Reparacija i servis postojećih trakastih presa, kom. 2,
- Pregled i servisiranje postojećih reaktora sa mešalicama za flokulaciju mulja, kom. 2,
- Pregled i servisiranje uređaja za pripremu polielektrolita, kom. 1,
- Reparacija i servis postojećih mono pumpi za transport mulja, kom. 3,
- Reparacija i servis postojećih mono pumpi za transport rastvora polielektrolita, kom. 2,
- Ispitivanje i servis postojećeg silosa za krečno brašno, kom. 1,
- Ispitivanje i servis postojećih zavojnih transportera, kom. 3,
- Nabavka, isporuka i montaža kompresora, kom. 2,

- Ispitivanje i servis postojećeg mešnog reaktora za mešanje muljnog kolača i krečnog brašna, kom. 1
  - Nabavka, isporuka i montaža merno-regulacione opreme (instrumentacije), koja podrazumeva merače protoka mulja, merače protoka rastvora polielektrolita, merače nivoa, merače pritiska i sl., komplet 1,
  - Ispitivanje i reparacija postojećeg elektro-komandnog ormana, komplet 1,
  - Puštanje u rad komplet mašinske i elektro opreme za dehidraciju mulja, Komplet 1,
  - Nepredviđeni troškovi.
- Investicioni troškovi za realizaciju I VARIJANTE iznose: 124.100,00 EUR.

#### **16.5.2. II VARIJANTA: Isporuka i montaža novih trakastih filter presa**

Predlog rekonstrukcije dela linije mulja, koja obuhvata mašinsku i elektro opremu za dehidraciju mulja, po ovoj II VARIJANTI, predviđa zamenu postojećih trakastih filter presa, sa novim trakastim filter presama.

Osnov za izbor nove trakaste filter prese, su količine mulja dobijene u prethodnim proračunima, koje se nalaze u tabeli br. 20.

Te količine su sledeće:

- Za period zima 2022.: 20,48 m<sup>3</sup>/dan,
- Za period leto 2022.: 27,08 m<sup>3</sup>/dan,
- Za budući period: 46,04 m<sup>3</sup>/dan.

Za ove dnevne količine mulja koje je potrebno dehidratisati i radno vreme od 3-8<sup>h</sup>/dan, u jednoj smeni, bira se trakasta filter presa kapaciteta od 6 m<sup>3</sup>/h.

To znači da će trakasta filter presa, odabranog kapaciteta, raditi u jednoj smeni, gde će moći da obradi od 20-50 m<sup>3</sup> ugušćenog mulja. U slučaju potrebe za obradom većih količina mulja, moći će produžiti rad u dve smene.

Kako ova varijanta predviđa i rezervnu trakastu filter presu istog kapaciteta, to znači da bi se u slučaju potrebe za dehidracijom povećanih količina mulja, mogle u rad pustiti obe prese paralelno, čime bi se udvostručila količina prerađenog mulja.

Tehničke karakteristike izabrane trakaste filter prese:

- Tip EDOM 1200 "SFERASOL",
- Efektivna širina trake: 1200 mm,
- Kapacitet prese: 6-10 m<sup>3</sup>/h,
- Zahtev za vodom za pranje: 8 m<sup>3</sup>/h; 6,0 bar,
- Brzina trake: 1,1-5,7 m/min.,
- Sadržaj suve materije na izlazu: 25%,
- Materijal ramske konstrukcije prese: Galvanizirani čelik,
- Materijal trake: Poliester,
- Materijal skrepera trake: Polietilen,
- Kutija pranja sa mlaznicama: AISI 304,
- Snaga pogonskog motora: 1,1 KW,
- Broj obrtaja pogonskog valjka: 10-50 min.<sup>-1</sup>,
- Zatezanje trake: Pneumatsko,
- Podešavanje trake: Pneumatsko,
- Predviđeno 2 kom. trakastih filter presa: radna + rezervna.

Uz trakastu filter presu se isporučuje cilindrični reaktor za flokulaciju mulja.

Tehničke karakteristike tog uređaja su sledeće:

- Tip CRV 700 "SFERASOL"
- Prečnik reaktora: 700 mm,
- .Visina reaktora: 1500 mm,
- Materijal za izradu reaktora: Pocinkovani čelik,

- Snaga el. motora mešalice: 0,75 KW,
- Predviđeno je 2 kom. reaktora: Svaka od presa je opremljena sa po jednim reaktorm.

Sastavni deo opreme za mašinsku dehidraciju mulja je svakako i uređaj za pripremu polielektrolita.

Tehničke karakteristike tog uređaja su sledeće:

- Tip BTB 1200 "SFERASOL",
- Ukupna zapremina uređaja: 1200 L,
- Broj komora: 3 komore, svaka od 400 L zapremine,
- Zapremina koša za praškasti polielektrolit: 50 L,
- Kapacitet uređaja: 1700 L/h rastvora PE-a od 0,1-0,2%,
- Priključak za vodu: 2000 L/h, 3 bar,
- Snaga el. motora pužnog dodavača praškastog PE-a: 0,12 KW,
- Snaga el. motora mešalica u komorama: 0,37 KW,
- Broj uređaja: 1 kom. za obe prese.

Ponudom kompanije "SFERASOL" ITALY, je pored gore navedene opreme, obuhvaćena i isporuka ostale prateće mašinske i elektro opreme: Pumpa za pranje trake, dozir pumpe za doziranje pripremljenog rastvora polielektrolita (PE-a), kompresor za vazduh i komandni elektro-orman za upravljanje i automatsko vođenje procesa dehidracije. Ponudom je posebno obrađena reparacija i servis postojećih zavojnih "piron" pumpi za transport mulja.

Tehničke karakteristike pumpe za pranje trake:

- Tip NMD 25/190 "CALPEDA",
- Kapacitet: 8 m<sup>3</sup>/h,
- Visina dizanja: 6 bar,
- Snaga el. motora pumpe: 3 KW,
- Broj komada: 2 komada, svakoj presi po jedna pumpa.

Tehničke karakteristike dozir pumpi za rastvor PE-a:

- Tip: R45 "NOVA ROTORS",
- Pritisak: 2 bar,
- Snaga el. motora pumpe: 0,55 KW,
- Broj komada: 2 komada; radna + rezervna.

Komandni elektro-orman, šemiran od strane kompanije "Sferasol", je predviđen za automatsko vođenje procesa filtriranja ugušćenog mulja. Izveden je od nerđajućeg čelika AISI 304 u zaštiti IP55. U njemu je smeštena sva potrebna elektro-energetska i upravljačka oprema. Na vratima elektro ormana je predviđen touch panel.

Rekonstrukcija dela linije za dehidraciju mulja, po II VARIJANTI, obuhvata demontažu dela postojeće opreme, nabavku i isporuku sledeće mašinske i elektro opreme i radova:

- Demontaža dela postojeće opreme, Paušalno,
- Nabavka i isporuka nove trakaste filter prese tip EDOM 1200 "Sferasol" S.r.l. kapaciteta 6 m<sup>3</sup>/h, Kom. 2,
- Nabavka i isporuka reaktora za flokulaciju mulja tip CVR "Sferasol" S.r.l. Kom. 2,
- Nabavka i isporuka pumpe za pranje trake, tip NMD 25/190, 8 m<sup>3</sup>/h, 6 bar, Kom. 2.
- Kompresor za vazduh sa rezervoarom komprimovanog vazduha od 24 L, kapaciteta 207 L/min., 8 bar, 1,5 KW, Kom. 2,
- Nabavka i isporuka uređaja za pripremu rastvora katjonskog polielektrolita, sa tri komore, tip BTB "Sferasol" S.r.l., Kom. 1,
- Nabavka i isporuka mono pumpe za doziranje rastvora PE-a, tip R45 "Nova Rotors", 0,55 KW, 2 bar, Kom. 2,

- Nabavka delova i reparacija postojećih mono pumpu za transport mulja, Kom. 3,
  - Ispitivanje i servis postojećeg silosa za krečno brašno, Kom. 1,
  - Ispitivanje i servis postojećih zavojnih transporterata, Kom. 3,
  - Ispitivanje i servis postojećeg mešnog reaktora za mešanje muljnog kolača i krečnog brašna, Kom. 1
  - Nabavka i isporuka merno-regulacione opreme (instrumentacije), koja podrazumeva merače protoka mulja, merače protoka rastvora polielektrolita, merače nivoa, merače pritiska i sl., Komplet 1,
  - Nabavka i isporuka novog elektro-komandnog ormana, sa elektro-energetskom i upravljačkom opremom, Komplet 1,
  - Montaža i ispitivanje isporučene mašinske i elektro opreme, Komplet 1,
  - Puštanje u rad komplet mašinske i elektro opreme za dehidraciju mulja, Komplet 1,
  - Nepredviđeni troškovi.
- Investicioni troškovi za realizaciju II VARIJANTE iznose: 220.000,00 EUR.

### **16.5.3. III VARIJANTA: Zamena postojećih trakastih filter presa novim centrifugama**

Predlog rekonstrukcije dela linije mulja, koja obuhvata mašinsku i elektro opremu za dehidraciju mulja, po ovoj III VARIJANTI, predviđa zamenu postojećih trakastih filter presa, sa novim centrifugama-dekanterima.

Osnov za izbor novih centrifuga (dekantera), su količine mulja dobijene u prethodnim proračunima, koje se nalaze u tabeli br. 20.

Te količine su sledeće:

- Za period zima 2022.: 20,48 m<sup>3</sup>/dan,
- Za period leto 2022.: 27,08 m<sup>3</sup>/dan,
- Za budući period: 46,04 m<sup>3</sup>/dan.

Za ove dnevne količine mulja koje je potrebno dehidratisati i radno vreme od 3-8<sup>h</sup>/dan, u jednoj smeni, bira se centrifuga (decanter) kapaciteta od 7,5 m<sup>3</sup>/h.

To znači da će centrifuga, odabranog kapaciteta, raditi u jednoj smeni, gde će moći da obradi od 20-50 m<sup>3</sup> ugušćenog mulja. U slučaju potrebe za obradom većih količina mulja, moći će produžiti rad u dve smene.

Kako i ova III varijanta predviđa rezervnu centrifugu istog kapaciteta kao i radna, to znači da bi se u slučaju potrebe za dehidracijom povećanih količina mulja, mogle u rad pustiti obe centrifuge paralelno, čime bi se udvostručila količina prerađenog mulja.

Tehničke karakteristike izabrane centrifuge su sledeće:

- Tip Dekanter D3LR20 "ANDRITZ",
- Kapacitet: 7,5 m<sup>3</sup>/h,
- Prečnik rotora: 340 mm,
- Glavni pogon sa frekventnom regulacijom: 22 KW,
- Pomoćni pogon: 7,5 KW,
- Broj obrtaja max./nom.: 4000/3700 min.<sup>-1</sup>,
- Sadržaj suve materije na izlazu: 25%,
- Materijal rotora i spirale: SS 316,
- Materijal kućišta: Ugljenični čelik, epoxy zaštita,
- Materijal poklopca kućišta: Fiberglas,
- Dimenzije centrifuge: 3023x970x1296 mm,
- Masa centrifuge: 1699 kg,
- Broj centrifuga: kom. 2, radna + rezervna.



Sastavni deo centrifuge (dekantera) je i cevni mešač (hemijski reaktor) za flokulaciju ugušćenog mulja uz doziranje rastvora katjonskog polielektrolita. Uz centrifuge se isporučuju i zavojni (pužni) transporteri za transport muljnog kolača ispod centrifuge.

Njegove tehničke karakteristike su:

- Prečnik puža: Ø260 mm,
- Dužina transportera: L=3000 mm,
- Snaga pogonskog el. motora: P=0,55 KW,
- Materijal: AISI 304L,
- Broj pužnih transportera: Kom. 2, svakoj centrifugi po jedan.

Sastavni deo opreme za mašinsku dehidraciju mulja je svakako i uređaj za pripremu polielektrolita.

Tehničke karakteristike tog uređaja su sledeće:

- Tip ATF 1000 "ProMinent",
- Ukupna zapremina uređaja: 1000 L,
- Broj komora: 3 komore, svaka od 333 L zapremine,
- Zapremina koša za praškasti polielektrolit: 50 L,
- Kapacitet uređaja: 1500 L/h rastvora PE-a od 0,1-0,2%,
- Priključak za vodu: 2000 L/h, 3-5 bar,
- Snaga el. motora pužnog dodavača praškastog PE-a: 0,18 KW,
- Snaga el. motora mešalica u komorama: 0,55 KW,
- Broj uređaja: 1 kom. za obe centrifuge.

Tehničke karakteristike dozir pumpi za rastvor PE-a:

- Tip: NEMO "Netzsch",
- Kapacitet: 110-630 L/h,
- Pritisak: 2 bar,
- Snaga el. motora pumpe: 0,37 KW,
- Broj komada: 2 komada; radna + rezervna.

Tehničke karakteristike zavojnih pumpi za transport mulja:

- Tip: NEMO "Netzsch",
- Kapacitet: 2,5-12 m<sup>3</sup>/h,
- Pritisak: 2 bar,
- Snaga el. motora pumpe: 2,2 KW,
- Broj komada: 3

MCC komandni elektro-orman, šemiran od strane kompanije "ANDRITZ", je predviđen za automatsko vođenje procesa filtriranja ugušćenog mulja pomoću centrifuga. Izveden je od nerđajućeg čelika AISI 304 u zaštiti IP55, dimenzija 2100x1200x600 mm. U njemu je smeštena sva potrebna elektro-energetska i upravljačka oprema sa programabilnim kontrolerom (PLC-om). Na vratima elektro ormara je predviđen touch panel.

Rekonstrukcija dela linije za dehidraciju mulja, po III VARIJANTI, obuhvata demontažu dela postojeće opreme, nabavku i isporuku sledeće mašinske i elektro opreme i radova:

- Demontaža dela postojeće opreme, paušalno,
- Nabavka i isporuka nove centrifuge (dekantera) tip D3L R20 "Andritz", kapaciteta 7,5 m<sup>3</sup>/h, Kom. 2,
- Nabavka i isporuka hemiskog reaktora (cevnog mešača), Kom. 2,
- Nabavka i isporuka zavojnog (pužnog) transportera za transport muljnog kolača Ø260, snage el. motora 0,55 KW, AISI 304L, Kom. 2,

- Nabavka i isporuka uređaja za pripremu rastvora katjonskog polielektrolita, sa tri komore, tip ATF1000 "ProMinent", Kom. 1,
  - Nabavka i isporuka mono pumpe za doziranje rastvora PE-a, tip Nemo "Netsch", kapaciteta 110-630 L/h, snage el. motora 0,37 KW, 2 bar, Kom. 2,
  - Nabavka i isporuka mono pumpe za transport mulja, tip Nemo "Netsch", kapaciteta 2,5-12 m<sup>3</sup>/h, snage el. motora 2,2 KW, 2 bar, Kom. 3,
  - Ispitivanje i servis postojećeg silosa za krečno brašno, Kom. 1,
  - Ispitivanje i servis postojećih zavojnih transportera, Kom. 3,
  - Ispitivanje i servis postojećeg mešnog reaktora za mešanje muljnog kolača i krečnog brašna, Kom. 1
  - Nabavka i isporuka merno-regulacione opreme (instrumentacije), koja podrazumeva merače protoka mulja, merače protoka rastvora polielektrolita, merače nivoa, merače pritiska i sl., Komplet 1,
  - Nabavka i isporuka novog elektro-komandnog ormana, sa elektro-energetskom i upravljačkom opremom, Komplet 1,
  - Montaža i ispitivanje isporučene mašinske i elektro opreme, Komplet 1,
  - Puštanje u rad komplet mašinske i elektro opreme za dehidraciju mulja, Komplet 1,
  - Nepredviđeni troškovi.
- Investicioni troškovi za realizaciju III VARIJANTE iznose: 351.600,00 EUR.

### **16.6. Poredbena analiza predloženih varijanti**

Sve tri predložene varijante za rekonstrukciju dela linije za dehidraciju ugušćenog mulja, imaju svoje prednosti i nedostatke.

#### **I Varijanta**

Ova varijanta ima priličan broj nedostataka koji su uočeni pregledom tehničke dokumentacije postojećih trakastih filter presa i uvidom na licu mesta.

Jedan od svakako najvažnijih nedostataka je taj da su postojeće trakaste prese predimenzionisane. To bi u praksi izazivalo veliki broj problema u smislu pokretanja tako velikog sistema, koji bi se odmah nakon toga morao isključivati iz pogona. Velika je nesrazmera u kapacitetu opreme i produkciji mulja, što nikako ne doprinosi optimalnom radu sistema.

Postojeća trakasta filter presa nema sigurnosnu zaštitu, što je obaveza za ovu vrstu opreme još od 1990. godine.

Sa stanovišta uvođenja ove norme u zemljama EU, postojeća trakasta filter presa je neprihvatljiva.

Postojeća trakasta filter presa ima pogon samo donje trake. Verovatno da je pretpostavka isporučioaca, da će gornja traka pratiti donju. Ali kada se mašina napuni muljem (prostor između dve trake), vrlo je verovatno da će doći do proklizavanja 153d a pod tim uslovima presa neće moći raditi.

To znači da veći deo mulja neće pratiti donju traku, čime se onemogućava kontinualno presovanje mulja između dve trake.

Ovakvo rešenje se ne može naći ni kod jednog drugog proizvođača ovih vrsta presa.

U tehničkoj dokumentaciji stoji da je snaga el. motora 0,75 KW. Svi proizvođači trakastih filter presa, širine trake od 2000 mm (2 m), koriste snagu od 2,2 KW. Postavlja se pitanje kako će presa moći da radi.

Ovo su tehnička zapažanja koja su možda i uzrok njihovog nestanka sa tržišta.

Sve ovo navodi na predlog da se od realizacije I VARIJANTE odustane, iako je ona u investicionom smislu najpovoljnija.

II i III Varijanta

Prednosti i nedostaci ove dve varijante će se dati tabelarno radi lakše preglednosti.

Tabela br. 21: Komparacija trakaste filter prese i centrifuge (dekantera)

<b>VRSTA MAŠINE ZA FILTRIRANJE MULJA</b>	<b>TRAKASTA FILTER PRESA</b>	<b>CENTRIFUGALNA PRESA (DEKANTER)</b>
Mulj niske koncentracije	Uslovno	Delimično
Zauljeni mulj	Ne	Uslovno
Ugušćivanje mulja	Potrebno	Potrebno
Hemijsko kondicioniranje mulja	Preporučuje se	Preporučuje se
Buka i vibracije	Visoki	Visoki
Količina vode za ispiranje	Visoka	Niska
Potrošnja energije	Srednja	Visoka
24-oro časovni rad	Nije preporučljiv	Uslovno
Održavanje	Teško	Srednje
Potreban prostor	Veliki	Srednji
Sadržaj suve materije u muljnom kolaču (%)	25	25
Reaktor za flokulaciju mulja	Potreban	Potreban
Prisustvo operatera tokom rada	Stalno tokom celog rada	Povremeno
Investiciona procena (EUR)	220.000,00	351.600,00

### 16.7. Zaključak:

Imajući u vidu gore prikazane prednosti i nedostatke II i III varijante, predlog Akcionog plana je da se rekonstrukcija dela linije mulja, koja se odnosi na mašinsku dehidraciju ugušćenog mulja realizuje po III VARIJANTI.

## 17. PREDLOG ZA ZAVRŠETAK LINIJE ZA DOZIRANJE FERI HLORIDA

### 17.1. Opis-postojeće stanje

Projektom dokumentacijom PPOV-a Meljine-Herceg Novi, za koagulaciju otpadnih voda je predviđeno doziranje feri hlorida. Doziranje feri hlorida je bilo predviđeno da se obavlja direktno u SBR reaktore.

Za skladištenje feri hlorida, kao koagulanta, su predviđena dva skladišna rezervoara, zapremine od 20 m<sup>3</sup> svaki.

Za doziranje feri hlorida su bile predviđene dozir pumpe (kom. 8), za svaki SBR reaktor po jedna radna i jedna rezervna.

Za smeštaj skladišnih rezervoara za feri hlorid je predviđena izgradnja platoa sa tankvanom, kao i zaseban objekat-kućica za smeštaj dozirne opreme i cevovodne armature.

Od svega što je projektom dokumentacijom predviđeno, izvedeni su samo građevinski radovi, odnosno izgrađen je plato za smeštaj skladišnih rezervoara sa tankvanom i kućica za smeštaj dozir pumpi.

Od opreme su isporučene samo 4 kom. dozir pumpi.

Ovo znači da linija za doziranje feri hlorida nikada nije bila završena.

### 17.2. Predlog rekonstrukcije linije za doziranje feri hlorida

Osnovna manjkavost projektnog rešenja za doziranje feri hlorida u otpadnu vodu je bilo mesto doziranja. Ono je bilo predviđeno da se obavlja direktno u SBR reaktorima u tri tačke, a preko cevovoda koji je bio položen dužom stranom SBR reaktora. Ovakvo doziranje feri hlorida nije obezbeđivalo dobro mešanje koagulanta i otpadne vode po celoj zapremini vode u SBR reaktorima. Mešanje bi se odvijalo u lokalnoj zapremini vode, neposredno oko tačke u kojoj se obavlja direktno doziranje feri hlorida. Ovakvim načinom se nikada ne bi mogla obezbediti homogenizacija otpadnih voda i koagulanta, a samim tim se ne bi mogao ni kvalitetno obaviti proces koagulacije. Kako proces koagulacije ima direktnog uticaja na kvalitet taloženja aktivnog mulja, samim tim i efekti na kvalitet efluenta su svakako zanemarljivi.

Iz tog razloga se Akcionim planom predlaže promena mesta doziranja feri hlorida. To mesto bi bilo potisni cevovod otpadnih voda preko koga se obavlja prepumpavanje egalizovanih otpadnih voda iz egalizacionog bazena u SBR reaktor. Mesto uboda cevi za dovod feri hlorida bi bio u potisni cevovod otpadnih voda, neposredno iza pumpnog agregata. Uključivanje dozir pumpe za transport feri hlorida bi se automatski obavljalo pri uključivanju pumpe za punjenje SBR reaktora. Na ovakav način bi se doziranje obavljalo sve vreme pretakanja otpadnih voda u SBR reaktor. Mešanjem otpadnih voda i koagulanta u cevovodu tokom transporta do SBR reaktora, kao i mešanje koje bi se obavljalo tokom punjenja SBR reaktora u samom biobazenu, bi svakako obezbedilo daleko kvalitetniju homogenizaciju po celoj reakcionoj zapremini. Pored toga ova promena mesta doziranja obezbeđuje i dovoljno retenciono vreme, potrebno da se obavi reakcija koagulacije, a samim tim kvalitetno obavi i taloženje ativnog mulja u fazi mirovanja, odnosno bistenja otpadnih voda.

Tehnološka šema, crtež br. PPOV-MHN-AP-06 u grafičkom prilogu jasno pokazuje predviđeno mesto za doziranje feri hlorida.

### 17.3. Specifikacija opreme i radova potrebnih za završetak i rekonstrukciju linije za doziranje feri hlorida

Sledeća specifikacija opreme i radova, za rekonstrukciju i završetak linije feri hlorida, biće osnov za određivanje potrebnih sredstava za realizaciju ovog dela PPOV-a.

-Nabavka i isporuka skladišnog rezervoara od PE-a za feri hlorid, dimenzija Ø2500x4100+400 (prečnik x visina + visina konusa). Rezervoar je izveden od

polietilenskih (PE) ploča debljine  $s=12$  mm, sa odgovarajućim ojačanjima i potrebnim priključcima, Kom. 2,

-Izrada i isporuka čelične platforme, širine 2500 mm sa merdevinama za penjanje i zaštitnom ogradom visine 1000 mm, Komplet 1,

-Nabavka i isporuka cevovodne armature, ručni kuglasti ventili NO20 (D25) od PVC-a sa teflon zaptivkom za povezivanje dozir pumpi sa skladišnim rezervoarima i formiranje usisno-potisne instalacije za doziranje feri hlorida, Komplet 1,

-Nabavka i isporuka kuglastih ventila od PVC-a sa aktuatorom, dimenzija NO20 (D25) sa teflon zaptivkom, Kom. 16,

-Nabavka i isporuka PVC cevi nazivnog prečnika NO20 (D25) i nazivnog pritiska NP16 za povezivanje dozir pumpi i skladišnih rezervoara, kao i dozir pumpi sa mestom doziranja feri hlorida, Orjentaciono oko 500 m,

-Nabavka i isporuka dijafragma dozir pumpi za doziranje feri hlorida, tip Memdos LB80 „Jesco“, protoka  $q=0-90$  L/h, pritiska  $p=5$  bar i snage el. motora  $P=0,12$  KW, Kom. 4,

-Nabavka i isporuka PVC fittinga (kolena, nastavci, mufovi sa i bez navoja, „T“ komadi, kose račve, redukcije i sl.), Komplet 1,

-Nabavka i isporuka potrošnog materijala, potrebnog za montažu opreme i cevovoda (PVC lepak, PVC cliner, tiplovi, obujmice, ogrlice, materijal za vešanje, čelični nosači i profili za formiranje konstrukcije za nošenje cevovoda i sl.), Komplet 1,

-Nabavka i isporuka ultra-zvučnih merača nivoa u skladišnim rezervoarima u cilju kontrole količine hemikalije i zaštitu dozir pumpi od rada na „suvo“, Komplet 2,

-Montažni radovi koji obuhvataju ugradnju skladišnih rezervoara, platforme, dozir pumpi, povezivanje dozir pumpi i montažu cevovoda, Komplet 1,

-Ispitivanje ugrađene mašinske i elektro opreme, Komplet 1,

-Puštanje u rad komplet ugrađene mašinske i elektro opreme, Komplet 1,

-Nepredviđeni troškovi.

Investicioni troškovi za realizaciju opreme i radova potrebnih za rekonstrukciju i završetak linije za doziranje feri hlorida, iznose: 99.600,00 EUR.

## 18. PREDLOG ZA REKONSTRUKCIJU DEKANTERA

### 18.1. Uvod-postojeće stanje

Svaki od 4 SBR reaktora koja su sastavu PPOV-a u Meljinama-Herceg Novi, imaju izvedena po 4 kompleta dekantera, ukupno 16 kompleta. Dekantri su deo opreme SBR reaktora preko kojih se obavlja dekantacija i odvođenje izbistrene vode od istaloženog mulja, a nakon završene faze taloženja.

Dekanteri su stalno locirani na površini vode i zahvaljujući pontonima i auma pogonima se kreću u skladu sa promenom visine vode u SBR reaktoru.

Tokom faze mirovanja vode u SBR reaktoru, dolazi do istaložavanja suspendovanih materija i formiranih flokula aktivnog mulja, odnosno izbistravanja vode. Proces taloženja je završni proces, nakon koga dolazi do ispuštanja izbistrene vode iz SBR reaktora. Ovo ispuštanje izbistrene vode se upravo i odvija preko dekantera.

Dekanteri se kreću na dole zajedno sa spuštanjem nivoa vode u SBR reaktorima, sve dok se ne završi ispuštanje izbistrene, odnosno prečišćene vode. Nakon toga, kako počinje punjenje SBR reaktora svežom otpadnom vodom, počinje da raste nivo vode u SBR reaktoru, a time i podizanje dekantera. Ovaj se ciklus ponavlja kako se ponavlja ciklus prečišćavanja otpadnih voda u SBR reaktorima.

Osnovna oprema postojećih dekantera (jedan komplet):

- Ponton, Kom. 1,
- Kolektor, Kom. 1
- Fleksibilna creva Ø200 od poliuretana, kom. 6,
- Auma pogon, Kom. 1,
- Noseće šipke, Komplet 1,
- Držači, Komplet 1,
- Prekidač, Kom. 1.

Na postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda, odnosno SBR reaktorima, je ugrađeno ukupno 16 kompleta dekantera.

Pregledom postojeće tehničke dokumentacije dekantera i uvidom u stanje na licu mesta, uočeni su veliki problemi u radu dekantera.

Konstruktivno rešenje postojećih dekantera za šaržnu dekantaciju izbistrene vode iz SBR reaktora, pokazalo je niz manjkavosti. Konstruktor je do postojećeg rešenja, došao kombinacijom poznatih rešenja, ali nije predvideo da fleksibilne odvodne cevi mogu funkcionisati dobro samo ako su 100% zapunjene vodom, kako u radnom stanju, tako i za vreme mirovanja.

U protivnom dolazi do velikih naprezanja pri početku i kraju pražnjenja, što izaziva pucanje fleksibilnih creva i česta zamena. Uzrok ovome su veliki pritisci vode na creva, jer su prazna, dok se ti pritisci ne bi javljali kad bi creva bila zapunjena.

### 16.2. Predlog rekonstrukcije postojećih dekantera

Predlog rekonstrukcije postojećih dekantera će se u ovom Akcionom planu obraditi u dve varijante:

I VARIJANTA: Izrada novih plivajućih dekantera i zamena postojećih,

II VARIJANTA: Rekonstrukcija postojećih dekantera,

#### 18.2.1. I VARIJANTA: Izrada novih plivajućih dekantera i zamena postojećih

Za tehnički opis, ove varijante rešenja, će poslužiti proloženi crtež: Varijantna rešenja rekonstrukcije, br. PPOV-MHN-AP-08 na kome se vidi princip rada plivajućeg dekantera. Kod ovog rešenja je plivajuća konstrukcija dekantera sve vreme na površini vode u svim fazama procesa:

- Punjenje – dekanter se kreće na gore,

- Aeracija – dekanter stoji,
- Bistrenje – dekanter stoji.
- Dekantacija:

U fazi dekantacije otvara se ventil sa elektromotornim pogonom (EMV). Voda ističe jer se kugla P2 podiže uvis. Trajanje dekantacije se vodi preko EMV (moguće je vremenski ili preko nivo sonde). Kada se završila faza dekantacije, odnosno završilo isticanje izbistrene vode, zatvara se ventil sa elektromotornim pogonom (EMV). Kugla P2 pada i zatvara daljnji prodor vode u fleksibilnu cev.

Fleksibilna cev je uvek puna vode i nalazi se u vodi. Prodor prljave vode je u svim fazama procesa sprečen, odnosno onemogućeno je ulaženje otpadne vode u fleksibilno crevo tokom svih ostalih faza.

Brzina isticanja, odnosno propisano vreme dekantacije se definiše preko regulacionog ventila (RV), što znači da se vreme dekantacije može postaviti da bude npr. 3<sup>h</sup> jer se regulisala mala A(cm<sup>2</sup>) i obrnuto.

Novi plivajući dekanteri bi bili dimenzija 2000x2000 sa ugradnjom ručnog regulacionog ventila, kao i ventila on/of sa elektromotornim pogonom

#### *Specifikacija opreme i radova za izradu novih plivajućih dekantera i zamenu postojećih*

Sledeća specifikacija opreme i radova, za izradu novih plivajućih dekantera i zamenu postojećih, biće osnov za određivanje investicione procene potrebnih sredstava za realizaciju poslova koji se tiču dekantera.

- Nabavka i isporuka plivajućeg dekantera dimenzija 2000x2000 mm, AISI 304, sa plivajućim pontonima, podešljivim levkom, kugla ventilom, vođičnim sajlama, Komplet 1,
- Nabavka i isporuka ručnog regulacionog ventila, Kom. 1,
- Nabavka i isporuka ventila sa elektromotornim pogonom on/of, Kom. 1,
- Montaža i ispitivanje isporučene mašinske opreme, Komplet 1,
- Podešavanje dekantera i puštanje u rad, Komplet 1,
- Nepredviđeni troškovi.

Investicioni troškovi za realizaciju opreme i radova, koji se odnose na izradu novih plivajućih dekantera i zamenu postojećih, iznose za jedan komplet: 34.000,00 EUR.

Za 16 kompleta, investiciona procena iznosi: 544.000,00 EUR.

#### **18.2.2. II VARIJANTA: Rekonstrukcija postojećih dekantera**

Ova varijanta podrazumeva rešenje koje bi zadržalo postojeće dekantere, uz rekonstrukciju koja bi dovela do toga da fleksibilna creva budu sve vreme zapunjena vodom (videti priloženi crtež br. PPOV-MHN-AP-08).

Budući da postojeći dekanteri imaju pogonska vitla auma pogona, njih je potrebno upravljački povezati sa novougrađenim ventilom sa elektromotornim pogonom. Ovaj ventil bi se ugradio na izlaznom cevovodu i on bi bio regulacioni ventil. To znači kada se izreguliše optimalni protok, to će biti pozicija ventila "otvoreno", a kada se završi proces ventil ide u zatvaranje.

Kada ventil sa elektromotornim pogonom dođe u poziciju "zatvoreno", diže se dekanter preko vitla auma pogona u poziciju tik iznad vode.

Na ovaj način fleksibilna creva su uvek puna vode i zanemarljivo iznad površine vode.

#### *Specifikacija opreme i radova za rekonstrukciju postojećih dekantera*

Sledeća specifikacija opreme i radova, za rekonstrukciju postojećih dekantera, biće osnov za određivanje investicione procene potrebnih sredstava za realizaciju poslova koji se tiču dekantera.

- Servis konstrukcije postojećih dekantera, Komplet 1,
- Nabavka i isporuka regulacionog ventila sa elektromotornim pogonom, Kom. 1,
- Montaža i ispitivanje isporučene mašinske opreme, Komplet 1,

-Podešavanje dekantera i puštanje u rad, Komplet 1,  
-Nepredviđeni troškovi.

Investicioni troškovi za realizaciju opreme i radova, koji se odnose na rekonstrukciju postojećih dekantera, iznose za jedan komplet: 25.800,00 EUR.

Za 16 kompleta, investiciona procena iznosi: 412.800,00 EUR.

Akcionim planom se predlaže realizacija radova na rekonstrukciji postojećih dekantera po II VARIJANTI.



## 19. PREDLOG REKONSTRUKCIJE POGONSKOG SKLOPA TRANSLATORNOG ZGRTAČA PESKA I POVRŠINSKOG MULJA I PENE

### 19.1. Uvodne napomene

U predtretmanu komunalnih otpadnih voda, na PPOV-u Meljine-Herceg Novi, predviđeno je izdvajanje peska i masnoća na peskolovu-mastolovu. To je građevinski dvokomorni objekat, koji je opremljen sa pokretnim mostom kao čeličnom konstrukcijom. Most se kreće translatorno po dužim stranama peskolova, tako što se točkovima oslanja po kruni betonske konstrukcije. Peskolov je aerisan i pomoću uvedenog vazduha se obezbeđuje potiskivanje lebdećih masnoća na površinu vode i formiranje površinskog sloja masnoće. Ova masnoća se gornjim grtalicama skida sa površine vode i odvodi u komoru za prihvatanje površinskog mulja.

Istovremeno se, podužnim kretanjem mosta translatornog zgrtača površinskog mulja, obezbeđuje i evakuacija istaloženog peska iz aerisanog peskolova. To je omogućeno time što su na mostnoj konstrukciji ugrađene 2 kom. potopljenih pumpi, koje se kreću zajedno sa mostom duž taložnog kanala i na taj način isumpavaju suspenziju peska i vode i transportuju u podužno korito. Ovim podužnim koritom se suspenzija peska i vode odvodi na dalji tretman na uređaju za pranje i klasiranje peska.

Pogon mosta je izveden sa jednim motor-reduktorom, čija izlazna vratila prenose snagu na levi desni pogonski sklop točkova. Obodna obloga točkova je tvrda guma i točkovi se kreću direktno po betonskoj kruni peskolova. Za korekciju podužnog kretanja mosta su predviđeni horizontalno postavljeni točkovi, koji u slučaju zakošenja mosta dodiruju unutrašnje površine peskolova. U trenutku dodira peskolova sa unutrašnje strane, levih ili desnih horizontalnih točkova, konstrukcija mosta se ispravlja i nastavlja da se kreće u pravcu podužne ose peskolova.

Kada translatorni zgrtač u svom podužnom kretanju, dođe u krajnji položaj peskolova, mikro-prekidač mu promeni smer kretanja i mostna konstrukcija počinje da se kreće prema startnoj poziciji, odnosno u suprotnom smeru.

Uvidom na licu mesta, uočeno je da je podužnim kretanjem zgrtača u dosadašnjoj eksploataciji, došlo do čitavog niza oštećenja. Oštećenja su prisutna kako na betonskoj konstrukciji peskolova, tako i na mašinskoj konstrukciji mosta zgrtača.

Do ovih oštećenja je došlo usled velikih zakošenja mosta zgrtača i pojave velikih opterećenja kako na betonske površine, tako i na pojedine delove opreme montirane na mostu.

U betonske površine sa unutrašnjih bočnih strana peskolova su urezani duboki kanali od kretanja horizontalnih točkova. Ovo samo upućuje na zaključak da se pri kretanju mosta dešavaju zakošenja i da horizontalni točkovi trpe velike bočne pritiske u cilju korigovanja kretanja mosta. Te sile pritiska su tolike da su točkovi urezali kanal u betonu.

Urezani kanali su vidljivi i na levom i na desnom bočnom zidu peskolova.

Pored toga su na mostu pokrивljene obe vođice koje služe za vođenje potopljenih pumpi, pomoću kojih se iz peskolova evakuše istaloženi pesak. Iskrivljenje ovih vođica je izazvano nekim otporima na koje je most naišao u svom kretanju.

Svi ovi nedostaci su doveli do toga, da se translatorni zgrtač vrlo retko, ili nikako pušta u rad, što je dovelo do toga da je peskolov zapunjen i peskom i površinskom masnoćom. Praktično služi kao protočna komora.

Peskolov je zbog sprečavanja širenja neprijatnih mirisa, izveden kao zatvorena komora, odnosno pokriven je sa gornjom betonskom pločom. Predviđeno je da se iz komora peskolova izvlači vazduh i odvodi na kondicioniranje pre ispuštanja u atmosferu.

U toj gornjoj ploči su ostavljeni podužni procepi kroz koje su se kretale vođice koje nose potopljene pumpe i koje se kreću zajedno sa mostom. Ovi procepi su pokriveni plastičnim pokrivačima, koje su se usled starosti i uticaja sunčevog zračenja u velikoj meri izlomile. Komadi ove plastike su dospеле u radna kola pumpi i oštetile ih, tako da je ceo peskolov sa opremom u stanju izuzetno otežane mogućnosti za korišćenje.

### **19.2. Predlog rekonstrukcije translatornog zgrtača peskolova**

Iz ovih jasno vidljivih i gore opisanih oštećenja, očito je da translatorni zgrtač ima dosta nedostataka, s obzirom na veličinu konstrukcije i dimenzije pojedinih elemenata.

Pored toga se uzrok ovakvim oštećenjima može tražiti i u kontaktu pogonskih točkova mosta i betonskih površina po koji se ovi točkovi okreću.

Svakako da do zakošenja u kretanju mosta, može doći usled različitih kvaliteta betonskih površina po kojima se kreću pogonski točkovi. Različiti koeficijenti trenja izazivaju različite otpore kretanju leve i desne strane mosta, što dovodi do njegovog zakretanja na levu ili desnu stranu.

Izuzetno tanko vratilo, za tako dugačku i tešku konstrukciju mosta, koje prenosi snagu od motor-reduktora na pogonske točkove, trpi pojačane napone uvijanja. I pri tome ti naponi nisu jednaki u levoj i desnoj strani vratila, što dovodi do „kašnjenja“ u kretanju jedne strane mosta. I to je dodatni uzrok zakošavanju mosta koje se svakako superponira sa prethodnim uticajem.

Kako je napred rečeno, peskolov je dvokomorni. To znači da svaka komora ima svoj zasebni podužni kanal u kome se sakuplja istaloženi pesak i mulj. Kroz tu suspenziju se kreću potopljene pumpe, kako se kreće most zgrtača, da bi taj istaloženi pesak i mulj ispumpale u podužno korito. Svakako da je otpor kretanju pumpi različit u levom, odnosno desnom kanalu, što dodatno utiče na zakošavanje mosta.

Naravno da je sada, kada je peskolov potopljen vodom i muljem, teško tačno ustanoviti koji je uzrok zakošavanju mosta preovlađujući, ili su uticaji ravnomerno raspodeljeni. To se svakako moglo ustanoviti ispitivanjem rada na „suvo“ i u čistoj vodi. Tim ispitivanjem, kao i kontrolisanjem geometrije mosta, odnosno kontrolisanjem podužnog pravca i pravca dijagonala, bi se tačno ustanovile greške, koje bi se otklonile pre definitivnog puštanja aerisanog peskolova u redovnu eksploataciju.

Ovi mogući uzroci zakošavanju podužnog kretanja mosta zgrtača, su navedeni da bi se mogao definisati predlog rekonstrukcije translatornog zgrtača peskolova.

Osnovna zamisao rekonstrukcije je postavljanje šinske staze duž krune peskolova i zamena postojećih točkova, novim tipom, koji bi bili adekvatni pogonu po šinama.

Takođe se predviđa i zamena pogonskog motor-reduktora sa ugradnjom vratila većeg prečnika, s obzirom na dužinu i težinu mostne konstrukcije translatornog zgrtača.

Da bi predlog rekonstrukcije bio dovoljno jasan, uz ovaj tehnički opis se prilaže i crtež br. PPOV-MHN-AP-03, na kome je grafički prikazano predloženo rešenje.

Predlog rekonstrukcije bi se sastojao iz sledećih radnih aktivnosti:

-Angažovanje auto dizalice i podizanje konstrukcije iznad gornje ploče peskolova na visinu od približno 1 m i oslanjanje na unapred pripremljene oslonce („klocne“),

- Demontaža postojećih točkova, kontrola podužnog pravca i pravca dijagonala i ugradnja novoizrađenih točkova,
- Kontrola postojećeg reduktora, koja podrazumeva da li ispravno dimenzionisan i izabran. To se na prvom mestu odnosi na broj obrtaja (brzinu kretanja mosta) i vrednost obrtnog momenta. U slučaju da se pokaže da tu postoji greška, izvršiće se zamena sa novim adekvatno izabranim reduktorom,
- Izrada i ugradnja novih vratila pravilno dimenzionisanih (verovatno debelozide cevi prečnika Ø108 mm),
- Demontaža postojećih i izrada i montaža novih bočnih točkova. Prethodno prekontrolisati bočno vođenje,
- Izrada i ugradnja novih šinskih staza od čeličnih profila (kvadratnog ili pravougaonog poprečnog preseka). Šinske staze bi se postavile sa obe podužne strane peskolova i to po kruni bočnih zidova. Obavezna kontrola saosnosti leve i desne šinske staze,
- Za razliku u visinama, koje su izazvane postavljanjem šinskih staza, podesiti sajle i zgrtače,
- Vratiti kompletnu konstrukciju na novougrađene činske staze i proveriti kretanje i rad tako izvedenog translatornog zgrtača,
- Rekonstrukcijom su obuhvaćeni nabavka, isporuka i montaža novih sajli, remont i montaža potopljenih pumpi sa obaveznom zamenom mehaničkog zaptivača i eventualnom zamenom radnih kola ako se ispostavi da su oštećena,
- Pregledom opreme na predtretmanu otpadnih voda, ustanovljeno je da u funkciji nije ni uređaj za pranje peska.

Iz tog razloga je u sklopu rekonstrukcije translatornog zgrtača peskolova, predviđena i sanacija i popravka postojećeg uređaja za pranje peska (klaser peska). Na ovom uređaju je potrebno izvršiti pregled i popravku puža ako je manje oštećen. U slučaju da je havarisan, zamena je obavezna. Pored toga je potrebno izvršiti pregled i servis dva osnovna agregata i to nasadni motor reduktor za pokretanje puža i motor reduktor mešalice.

-Nepredviđeni troškovi.

Investiciona procena za nabavku, isporuku i motažu dela opreme, koja je obuhvaćena rekonstrukcijom translatornog zgrtača i klasera peska i ispitivanje i puštanje u rad ovih uređaja, iznosi 42.600,00 EUR.

## 20. PREDLOG ZA IZMENU NAČINA MEŠANJA I AERACIJE OTPADNIH VODA U EGALIZACIONOM BAZENU

### 20.1. Opis postojećeg stanja

Prema projektnoj dokumentaciji, mešanje vode u sabirnom (egalizacionom) bazenu je predviđeno da se obavlja pomoću potopljenog miksera. Potreba za mešanjem vode u sabirnom (egalizacionom) bazenu je dvojaka:

- Homogenizacija i egalizacija otpadnih voda u cilju postizanja ujednačenog kvaliteta različitih otpadnih tokova, a pre prepumpavanja na biološku obradu u SBR reaktorima,
- Sprečavanje taloženja suspendovanih materija i formiranje istaloženih naslaga mulja po dnu bazena.

Za mešanje otpadnih voda u sabirnom (egalizacionom) bazenu je izabran potopljeni mikser, koji je postavljen u jedno od temena sabirnog (egalizacionog) bazena.

Tehničke karakteristike ugrađenog potopljenog miksera su sledeće:

- Tip miksera: SR 4650 SF 50 Hz, "Flygt"
- Broj miksera u sabirnom bazenu: 1 kom.,
- Snaga el. motora: 5,7 KW,
- Prečnik propelera: 580 mm,
- Broj elisa u propeleru: 2 kom.,
- Broj obrtaja: 475 min.<sup>-1</sup>,
- Materijal kućišta: ASTM 304,
- Materijal propelera: ASTM 304,
- Komplet sa lancem i vođicama,
- Priključni kabl dužine: 10 m.

Sabirni (egalizacioni) bazen, u kome je ugrađen potopljeni mikser je sledećih dimenzija:

- Dužina: L=20 m,
- Širina: B=15 m,
- Visina: H=3,7 m,
- Bruto zapremina: V=1110 m<sup>3</sup>,
- Maks. nivo vode: 3,5 m.

Uvidom na licu mesta, uočeno je da ovo postojeće rešenje mešanja vode u sabirnom (egalizacionom) bazenu, ima dosta nedostataka. Ugradnjom samo jednog miksera nisu postignuti takvi efekti mešanja otpadnih voda u sabirnom bazenu, koje bi obezbedili kvalitetnu homogenizaciju i usrednjavanje otpadnih voda po kvalitetu.

Pored toga, mešalica je postavljena u jednom od temena sabirnog bazena, tako da se uticaj mlaza strujanja odvija duž dijagonale bazena. U delovima sabirnog bazena koji su najudaljeniji od ose mlaza, na levoj i desnoj strani se formiraju džepovi u kojima nema uticaja mlaza. U ovim džepovima dolazi do taloženja suspendovanih materija i formiranja istaloženih naslaga mulja po dnu bazena.

Jedan od značajnijih nedostataka ovog rešenja je i potpuno odsustvo provetravanja otpadnih voda unošenjem svežeg vazduha, odnosno kiseonika. S obzirom na vreme zadržavanja otpadnih voda u sabirnom rezervoaru, dolazi do potrošnje rastvorenog kiseonika u otpadnoj vodi, što se negativno odražava na biološki proces obrade u SBR reaktorima.

### 20.2. Predloženo rešenje

Imajući u vidu gore navedene konstatacije, koje se odnose na postojeći način mešanja otpadnih voda u sabirnom (egalizacionom) bazenu, Akcionim planom se predlaže promena načina mešanja.

Predlog rekonstrukcije načina mešanja otpadnih voda u sabirnom (egalizacionom) bazenu, podrazumeva zamenu postojećeg propelernog potopljenog miksera sa potopljenim aeratorima sa Venturi efektom, t.z. "AeroJet".

Na sledećoj slici su prikazani AeroJet uređaji.



Slika br. 17: AeroJet uređaji: Slobodno stojeći i auto spojka

U pitanju je rešenje dobijeno spajanjem čeličnog ejektora sa potopljenom pumpom. Ovim AeroJet sistemom aeracije se postiže veoma kvalitetno mešanje otpadnih voda, uz obezbeđenje provetravanja i unošenja vazduha, odnosno kiseonika.

AeroJet je veoma praktično rešenje za mešanje i provetravanje otpadnih voda, kojim se u velikoj meri izbegavaju i problemi sa pojavom neprijatnih mirisa i nedostatkom rastvorenog kiseonika u biološkim procesima prerade.

AeroJet uređaj je jednostavan za montažu, rukovanje i održavanje. Ne zahteva nikakve uređaje za obezbeđenje vazduha, cevi za razvod vazduha i difuzore za njegovu distribuciju u vodu.

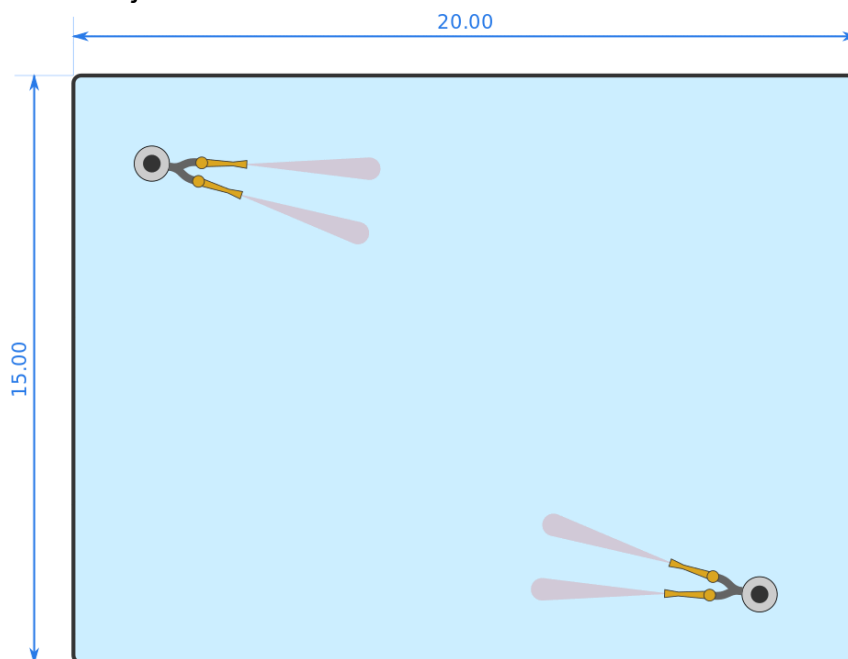
Instalacija AeroJet-a je potopljena u vodu. Ovo znači da je potopljena i pumpa i ejektor koji obezbeđuju formiranje struje (mlaza) vode i vazduha. Ovo rešenje smanjuje buku i sprečava pojavu površinskog aerosola.

Formiranje mlaza koji obavlja mešanje i aeraciju otpadnih voda u egalizacionom bazenu se obavlja na sledeći način: Ispred potopljene pumpe je ugrađen ejektor koji na sebi ima usisnu cev za vazduh. Ejektor je položen horizontalno, dok ova usisna cev zauzima vertikalni položaj i nalazi se iznad površine vode. Kada startuje potopljena pumpa sa radom, dolazi do potiskivanja vode kroz ejektor. Tada u ejektoru dolazi do formiranja vakuuma, koji dovodi do usisavanja vazduha kroz vertikalnu usisnu cev. Na ovaj način se u ejektor direktno usisava vazduh iz atmosfere i na njegovom se potisu formira mlaz koji je mešavina vode i vazduha.

Predviđeno je da se u egalizacioni bazen postave 2 kom. AeroJet-ova sa po 2 kom. potopljenih pumpi i ejektora, što znači da svaki AeroJet ima radni i rezervni agregat, odnosno ejektor.

Pozicioniranje AeroJet-a u egalizacionom rezervoaru je važno u cilju izbegavanja taloženja i potrebe za ravnomernom distribucijom vazduha (kiseonika). Ako je mešanje otpadne vode homogeno u celom rezervoaru, kiseonik će takođe biti ravnomerno distribuiran. Da bi se izbeglo taloženje mora se postići ravnomeran protok sa dobro definisanom cirkulacijom i ravnomernom raspodelom sila smicanja i brzina. Važno je da mlaz AeroJet-a ne udara u zidove egalizacionog rezervoara. Ti sudari bi izazivali gubitke u prenosu kiseonika, neželjene hidrauličke gubitke ili reflektujuće talase, što bi neminovno rezultiralo neuravnoteženim uslovima oko AeroJet-aa sa naknadnim gubitkom efikasnosti. Pozicioniranje višestrukih AeroJet-ova u egalizacionom bazenu je potrebno tako izvesti da se mlazne struje ne smeju presretati ili sudarati.

Za gore navedene dimenzije egalizacionog bazena, predlog pozicioniranja AeroJet-ova je prikazan na sledećoj slici.



Slika br. 18: Predložena konfiguracija AeroJet-ova u egalizacionom bazenu

Sa slike se jasno vidi da su predložena dva AeroJet-a, svaki sa po dva ejektora i dve potopljene pumpe. Izbor AeroJet-ova je izvršen na osnovu dimenzija egalizacionog bazena, dubine vode, zapremine vode u bazenu, zahtevane snage mešanja, potrebne količine kiseonika i sl.

Tehničke karakteristike izabranog AeroJet uređaja su:

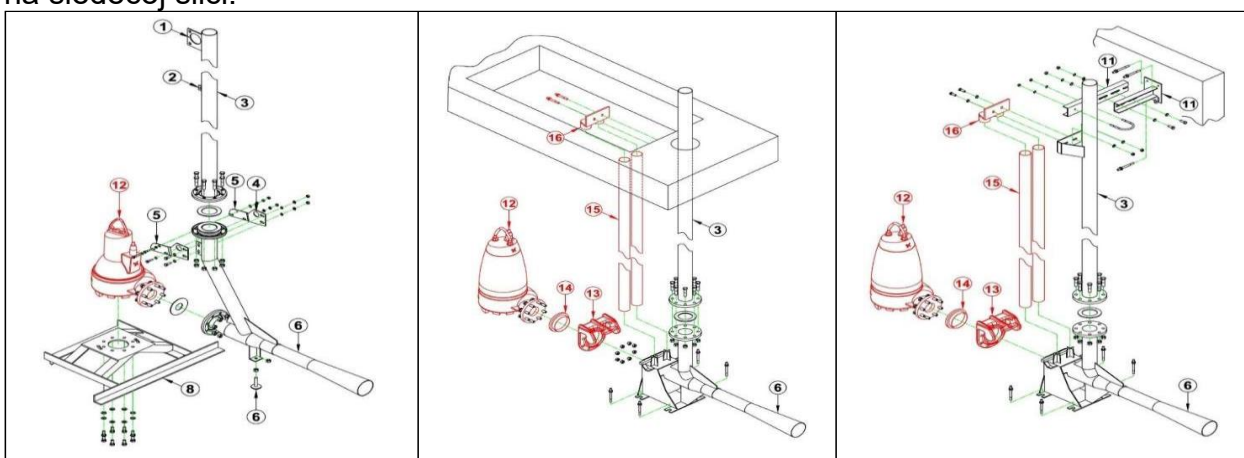
- Tip AeroJet AJ.270.200.ACO.50.304.SE/SL1 Grundfos,
- Ejector tip: 90150LF,
- Potopljena pumpa: SE1.110.200.4,
- Protok pumpe:  $q_P=107,60$  L/s,
- Visina dizanja:  $H=13,83$  mVS,
- Snaga el. motora:  $P_1=22,7$  kW,
- Snaga na vratilu pumpe:  $P_2=20$  kW,
- Hidraulička snaga:  $P_H=18,42$  KW,
- Broj obrtaja pumpe:  $n=1478$  min.<sup>-1</sup>
- Dubina vode: 3,5 m,
- Protok vazduha:  $q_v=107,44$  L/s,
- Potreba za kiseonikom (SOTR): 50,32 Kg O<sub>2</sub>/h,
- Energetski učinak kiseonika (SAE): 1,20 KgO<sub>2</sub>/KWh,
- Specifična snaga (energija mešanja): 33,19 W/m<sup>3</sup>,

- Materijal kućišta pumpe: Liveno gvožđe,
- Materijal radnog kola: Liveno gvožđe,
- Materijal AeroJet uređaja: AISI 304,
- Masa AeroJet-a: M=400 Kg,
- Broj AeroJet uređaja po bazenu: Kom. 2,
- Broj ejektora po AeroJet uređaju: Kom. 2.

Da bi se olakšalo pozicioniranje aeratora, kao i manipulacija tokom eksploatacionog perioda, preporučuje se da se koristi uređaj za podizanje sa odgovarajućim kapacitetom podizanja, u ovom slučaju je potrebna nosivost dizalice 500 kg.

Iz tog razloga se uz ejektore je predviđena i isporuka obrtne stubne dizalice sa 2 kom. obrtnih uležištenja.

Izvođenje AeroJet uređaja je moguća u tri različite verzije instalacije. One su prikazane na sledećoj slici:



Slika br. 19: Vrste izvođenja instalacije AeroJet-ova u bazenima

1. Samostojeća izvedba [FS] spuštена na dno bez spajanja na zidove rezervoara i bez priključka na dno (prikaz na prvom delu slike br. 19).
  2. Rešenje za automatsko spajanje [ACC] za zatvorene rezervoare pričvršćeno na dno i montirano u krovne otvore (prikaz na srednjem delu slike br. 19),
  3. Rešenje za automatsko spajanje preko auto spojki [ACO] za otvorene rezervoare pričvršćene na dno i spojeno na zid rezervoara (prikaz na trećem delu slike br. 19).
- U ovom Akcionom planu se predlaže rešenje za montažu AeroJet uređaja u egalizacionom bazenu sa automatskim spojnica (ACO).

### 20.3. Specifikacija mašinske opreme AeroJet-a u sabirnom (egalizacionom) bazenu

1. Potopljena pumpa tip SE1.110.200.4 "Grundfos".....	Kom. 4
2. Automatska spojnica (kuplung).....	Kom. 4
3. Ejektor tip 90150 LF.....	Kom. 4
4. Ulazna cev za vazduh.....	Kom. 4
5. Vođične cevi DN80 za vođenje pumpi.....	Kom. 8
6. Gornji nosač za fiksiranje vođica.....	Kom. 4
7. Nosač ulazne cevi za vazduh.....	Kom. 4
8. Obrtni kran za spuštanje/izvlačenje pumpe 500 kg.....	Kom. 1
9. Čelična sajla Ø 6 mm, 15 m.....	Kom. 1
10. Oslonac obrtnog kрана, 500 kg.....	Kom. 2

Investiciona procena za nabavku, isporuku, montažu i puštanje u rad: 162.200,00 EUR

## 21. LINIJA ZA PREČIŠĆAVANJE VAZDUHA

### 21.1. Opis-postojeće stanje

Prema projektno-tehničkoj dokumentaciji PPOV-a Meljine-Herceg Novi, linija za prečišćavanje vazduha ima za cilj uklanjanje neprijatnih mirisa, koji se emituju iz pojedinih objekata postrojenja.

Prethodno je izvršeno grupisanje pojedinih izvora neprijatnih mirisa u dve grupe:

I GRUPA: U prvu grupu izvora neprijatnih mirisa su svrstani:

- Zgrada (objekat) za smeštaj mehaničkih rešetki,
- Objekat peskolova-mastolova,
- Egalizacioni bazen.

II GRUPA: U drugu grupu izvora neprijatnih mirisa su svrstani:

- Ugušćivač mulja,
- Zgrada (objekat) za mašinsku obradu (dehidraciju) mulja.

Pri tome su plastične prekrivke nad peskolovom-mastolovom pokidane i uklonjene, tako da je otežano izvlačenje vazduha iz tog objekta.

Na objektu ugušćivača mulja nije nikada izvedena potrebna prekrivka koja bi omogućila nesmetano ventiliranje vazduha iz prostora iznad nadmuljne vode.

Prekrivke iznad peskolova-mastolova, egalizacionog bazena i ugušćivača mulja su predviđene da bi se mogla obavljati ventilacija, sakupljanje i odvođenje vazduha na liniju za njegovo kondicioniranje i prečišćavanje.

Linija za prečišćavanje vazduha se sastoji od sledećih objekata i opreme:

- I Radijalni ventilator, kapaciteta 5000 m<sup>3</sup>/h, pritiska 1000 Pa za sakupljanje vazduha iz I grupe objekata iz kojih dolazi do emisije neprijatnih mirisa, Kom. 1,
- II Radijalni ventilator, kapaciteta 5000 m<sup>3</sup>/h, pritiska 1000 Pa za sakupljanje vazduha iz II grupe objekata iz kojih dolazi do emisije neprijatnih mirisa, Kom. 1,
- Instalacija od usisnih i potisnih cevi za transport vazduha, Komplet 1,
- Grubi prečistač-skruber ili ovlaživač vazduha, uređaj za pranje i ovlaživanje vazduha u čijem se sastavu nalazi u pumpa za vodu, Komplet 1,
- Biofilter, građevinski objekat u kome je predviđeno da se obavlja filtriranje vazduha kroz sloj bio-ispune. Objekat biofiltera je nadkriven odgovarajućom nadstrešnicom i opremljen je sprinkler sistemom za ovlaživanje bio-ispune. U samom biofiltru se nalazi samo noseći sloj od kamena iznad koga se postavlja bio-ispuna, Komplet 1.

Ono što je važno da se konstatuje ovim Akcionim planom, je to da linija za prečišćavanje vazduha nije završena i nikada nije puštena u rad.

Bio-ispuna nije isporučena i nije izvršeno zapunjavanje biofiltera filterskim medijumom.

Prema projektnoj dokumentaciji biofiltersku ispunu je potrebno da sačinjavaju 35% kompost i 65% drvena iverica.

Dimenzije biofiltera su 9x8 m i površina od 72 m<sup>2</sup>. Ukupna visina biofiltera iznosi 2,25 m, od čega je za noseći sloj predviđeno 0,75 m, dok je za filtersku ispunu predviđena visina od 1,2 m. Ukupna zapremina bio-ispune je oko 90 m<sup>3</sup>.

### 21.2. Specifikacija materijala i radova potrebnih za završetak linije za prečišćavanje vazduha i uklanjanja neprijatnih mirisa

Sledeća specifikacija materijala i radova, za završetak linije za prečišćavanje vazduha, biće osnov za određivanje investicione procene za realizaciju ovog dela PPOV-a.

- Nabavka i isporuka krupno-zrnog peska, granulacije 3-5 mm za nasipanje u biofilter preko nasutog sloja kamena i formiranje nosećeg sloja bio-ispune, Ukupno 25 m<sup>3</sup>,
- Nabavka i isporuka komposta kao dela bio-ispune, Ukupno 35 m<sup>3</sup>,



- Nabavka i isporuka drvene iverice (preporučuje se da iverica bude od borovog ili bukovog drveta), kao dela bio-ispune, Ukupno 55 m<sup>3</sup>,
- Servis i ispitivanje radijalnih ventilatora, Kom. 2,
- Servis i ispitivanje grubog prečistača vazduha i pripadajuće pumpe, Komplet 1,
- Servis i ispitivanje sprinkler sistema za vlaženje bio-ispune, Komplet 1,
- Pregled, ispitivanje i servis sistema usisno-potisnog cevovoda za vazduha i vodu, kao i pripadajuće cevovodne armature, Komplet 1,
- Razastiranje nosećeg sloja i sloja filterskog medijuma i formiranje bio filterske ispune biofiltra, Komplet 1,
- Puštanje u rad linije za prečišćavanje vazduha, Komplet 1,
- Nepredviđeni troškovi.

Investicioni troškovi za nabavku materijala i izvođenje radova potrebnih za završetak linije za prečišćavanje vazduha, iznose: 23.400,00 EUR.

## 22. OSTALI POMOĆNI SISTEMI I DELOVI PPOV-a

Uvidom u stanje postojeće opreme i ostalih pomoćnih sistema na PPOV-u u Meljinama-Herceg Novi, uočeno je sledeće:

- Većina tih pomoćnih sistema je izgrađena, oprema isporučena i montirana, ali nikada nije ispitana i puštena u rad,
- Neki delovi opreme nisu isporučeni,
- Neki delovi opreme u neispravnom stanju,
- Neki delovi opreme demontirani ili oštećeni.

Radi se o sledećim sistemima:

- Sistem UV dezinfekcije prečišćene vode,
- PS za drenažu atmosferske vode,
- PP stanica,
- Stanica za servisnu vodu,
- Sistem za detekciju gasova u zgradi za smeštaj mehaničkih rešetki.

Kao posebna stavka će se ovde uneti i deo nedostajuće laboratorijske opreme. Na prvom mestu je to neophodan uređaj za određivanje biološke potrebe za kiseonikom (BPK<sub>5</sub>).

Ovde će se uvrstiti i razmotriti i mehanička rešetka na PS Meljine-Kružni tok, koja je neispravna i već duže vremena nije u funkciji.

Pumpna stanica Meljine-Kružni tok je poslednji objekat, u kome se sakupljaju sve otpadne vode Herceg Novog i ostalih okolnih naselja i odavde prepumpavaju na prečišćavanje na PPOV-u.

Iako ne pripada krugu PPOV-a, ova rešetka koja je u sastavu opreme PS Meljine-Kružni tok, je od velikog značaja za rad PPOV-a. Može se zaključiti da ova rešetka pripada sistemu predtretmana otpadnih voda PPOV-a, jer je predviđeno da iz otpadnih voda, izdvaja krupni zagađujući materijal, koji putem kolektora dospevaju u prihvatni rezervoar pumpne stanice. Ova rešetka u velikoj meri rasterećuje rad mehaničkih rešetki na samom PPOV-u i zbog toga je važno da ona bude u funkciji.

Sledeća okvirna specifikacija opreme i radova će poslužiti za definisanje investicione procene, odnosno potrebnih sredstava da bi se ovi sistemi doveli u funkciju.

Akcionim planom se predviđa da se svi ovi sistemi povežu na SCADA sistem PPOV-a.

-Sistem UV dezinfekcije

Pregled. Čišćenje, ispitivanje, eventualno servisiranje, popravka i zamena oštećenih delova, Puštanje u rad, Komplet 1,

-PP stanica

Pregled, kompletiranje, eventualni servis i popravka, ispitivanje i puštanje u rad, Komplet 1,

-Stanica servisne vode

Pregled, kompletiranje, ispitivanje i puštanje u rad, Komplet 1,

-Sistem za detekciju gasova u objektu mehaničkih rešetki

Pregled, nabavka, isporuka i montaža nedostajuće opreme, ispitivanje i puštanje u rad, Komplet 1,

-Nabavka i isporuka uređaja za merenje biološke potrošnje kiseonika (BPK<sub>5</sub>), tip BD 600, sastavni deo je i uređaj za termotestiranje, tip TC 135 S bez koga uređaj za određivanje BPK<sub>5</sub> ne može da radi, Komplet 1,

-Mehanička rešetka u PS Meljine-Kružni tok

Pregled, servis i zamena oštećenih delova, ispitivanje i puštanje u rad, Komplet 1.

Investiciona procena opreme i radova, potrebnih za dovođenje ovih pomoćnih sistema

PPOV-a u funkcionalno stanje, iznosi: 82.600,00 EUR.

## 23. PREDLOG ZA REKONSTRUKCIJU SISTEMA ELEKTRO-MOTORNOG RAZVODA I SISTEMA AUTOMATSKOG UPRAVLJANJA PPOV-a

### 23.1. Uvod-postojeće stanje

Uvidom u postojeće stanje elektro-energetskog sistema (sistema elektro-motornog razvoda), kao i sistema za automatsko upravljanje radom postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda u Meljinama-Herceg Novi, konstatovano je da veliki deo sistema ili nije završen, ili nije u funkciji ili je neispravan. Ostale su nepovezane čitave linije kao što su linija mulja, linija za tretman vazduha, linija za doziranje feri hlorida, generator za rezervno napajanje i sl. Nisu pušteni u rad centrala za dojavu požara, UV dezinfekcija, sistem PP zaštite sa rezervoarima za vodu i buster pumpama i sl.

Veliki broj merno-regulacione opreme (instrumentacija) nije u funkciji (ili nije povezana i ispitana, ili je neispravna).

Mnogi delovi SCADA sistema i PLC programa nisu završeni ili nisu u funkciji.

Poseban je problem u hardverskom delu upravljačkog sistema, gde je konstatovano da je u velikoj meri upravljačka oprema zastarela, što stvara potencijalno velike probleme u održavanju, servisiranju i proširenju.

O svemu ovome je potrebno voditi računa, kada se zna da je u tehnološko-mašinskom delu predložen čitav niz rekonstrukcija. Ove rekonstrukcije obuhvataju velike promene kako u tehnološkim procesima, tako i u mašinskoj opremi (uvođenje nove opreme ili zamena postojeće opreme). Sve ove promene izazivaju i promene u energetskom delu sistema (novi motori), instrumentaciji (novi merno-regulacioni uređaji) i softverskom delu (novi tehnološki procesi).

Prema tome, neizbežno je da elektro-motorni razvod, SCADA i PLC pretrpe ozbiljne izmene ili čak zamenu postojeće opreme savremenim ekvivalentima.

### 23.2. Specifikacija elektro opreme i radova sa investicionom procenom rekonstrukcije elektro-motornog razvoda i sistema automatskog upravljanja sa radom PPOV-a

Ovde je neophodno da se navede da će prethodno biti potrebno obaviti detaljan uvid u postojeće stanje opreme i izraditi Izveštaj sa popisom pregledane opreme i stanjem opreme u funkcionalnom smislu.

Predmet ovog pregleda, odnosno predmet Projekta defektaže, bi na prvom mestu bila sledeća oprema:

1. PLC: Simatic S7-300 CPU 315-2DP/PN sa četiri interfejs modula Simatic ET2005, IM151-1 na Profibus DP. Ispitalo bi se stanje ispravnosti PLC-a, eventualno prisustvo alarmnih stanja, svetlosne indikacije, mogućnost pristupa instaliranom softveru, upoređenje programa sa projektom i namenom, komunikacija sa HMI, SCADA, organima u polju itd. Signali po dokumentaciji: DI=416, DO=152, AL=88, AO=24=> Ukupno: 680 signala,

2. Komandovanje: WinCC SCADA, tri Simatic Touch panela, lokalno/daljinski, pregled poruka i alarma na ekranu, razgovor sa operaterima,

3. MCC: Preko 100 el. motora 3ph, snage od 0,1 do 132 KW za pogon pumpi, pužnih transporetra, ventilator, mešača, ustava, zgrtača, podmazivanja, doziranja itd. Deo se napaja preko frekventnih regulatora (FR).

-Testiranje motora I FR: startovanje i rad, promena smera, upravljanje lokalno/daljinski, signalizacija i merenje (alarmi temperature,...gde ima), obeležavanje,

4. Instrumentacija: pritisak, temperatura, nivo, protok, mutnoća, rastvoreni kiseonik, pH. Defektaža instrumentacije podrazumeva:

-Vizuelni pregled ugradnog mesta, načina montaže, kompletnosti merne opreme,

- Ukoliko merna oprema ima svrhu lokalne indikacije, za defektažu se mora demontirati I odneti u ispitnu laboratoriju na pregled,
  - Provera da li je merno mesto ožičeno, ako je merenje priključeno na upravljački sistem,
  - Provera da li je merno mesto pravilno ožičeno, skidanjem poklopca na priključnoj kutiji,
  - Provera da li je transmitter napojen proverom napona na priključnim klemama u skladu sa projektom,
  - Provera izlaznog signala transitera I eventualna provera povezanosti komunikacije,
  - Ukoliko je transmitter povezan na sistem upravljanja komunikacijom, bez rada Sistema upravljanja nije moguća provera funkcije komunikacije,
  - Ukoliko je transmitter sa HART izlaznim signalom, provera ispravnosti I provera podešenosti se obavlja preko HART modema i PC računara sa odgovarajućim softverom,
5. Aktuatori leptir ventila: elektro-pneumatski, dvostrukog dejstva, 12 kom.  
Svu navedenu opremu je potrebno ispitati u ručnom režimu rada, koji se zadaje sa SCADA ili lokalno.

Posebno se napominje da je postojeća hardverska konfiguracija PLC zastarela (AO moduli se više ne proizvode, ove godine se prestaje sa proizvodnjom procesora (CPU), koristi se stara ProfiBus komunikacija itd. Takođe je verovatno instalirana stara varijanta SCADA . Pitanje je u kom stanju je PC (radna stanica).

Kada je u pitanju hardverska konfiguracija, ovim Akcionim planom se predlaže zamena iste sa savremenom ekvivalentnom Siemens opremom i Profinet komunikacijom umesto Profibus. Ovim se postiže povećanje pouzdanosti u radu, olakšava održavanje i servisiranje opreme i u velikoj meri omogućava buduće proširenje.

Imajući u vidu sve gore navedeno, sledeća specifikacija elektro opreme i radova, biće osnov za određivanje investicione procene potrebnih sredstava za realizaciju poslova koji se tiču rekonstrukcije kompletnog elektro-energetskog i upravljačkog dela PPOV-a.

- ▶ Nabavka i isporuka nove elektro-energetske opreme za nove potrošače u polju (novi el. motori, novi uređaji i sl.) i šemiranje ormana, Komplet 1,
- ▶ Nabavka i isporuka novih elektro-energetskih i signalnih kablova, Komplet 1,
- ▶ Nabavka i isporuka regalica, zaštitnih cevi za kablove i ostalog sitnog montažnog materijala, Komplet 1,
- ▶ Nabavka i isporuka nove instrumentacije (merno-regulacione opreme) i zamena neispravne opreme. Ovom pozicijom je obuhvaćena oprema, za koju je konstatovano da je neispravna, u proteklom eksploatacionom periodu, Komplet 1,
- ▶ Nabavka i isporuka nove hardverske konfiguracije:
  - PLC Siemens baziran na S7-1500 I SIMATIC ET 200, sa odgovarajućim brojem DI, DO i AO kartica (može se poslati konfiguracija po potrebi), Komplet 1,
  - SCADA Siemens, WinCC system software V7.5 SP2, RC 2048 (2048 Power Tags), runtime/configuration software, 2 Floating License sa instalacijom i Simatic WinCC/Redundancy, Option for WinCC V7.5 SP2, Runtime software, single license for 2 installations, Komplet 1,
  - Touch paneli, 3 komada, Simatic HMI TP1200 Comfort, touch operation, 12" widescreen TFT display, a6 milion colors, PROFINET interface, Komplet 1,
  - Računari, 2 komada sa Windows operativnim sistemom, bez MS Office i bez monitora, Komplet 1,
  - Profinet komunikacija umesto Profibus, Komplet 1,
  - ▶ Izrada projekta defektaže postojeće opreme,
  - ▶ Programiranje PLC-a, SCADA i 3 panela od početka, prema novim tehnološkim zahtevima. Provera rada postrojenja sa novim softwerom, Komplet 1,
  - ▶ Montaža i ispitivanje komplet elektro opreme, Komplet 1,
  - ▶ Povezivanje i ispitivanje postojećeg generatora za rezervno napajanje,
  - ▶ Puštanje sistema u rad,

► Nepredviđeni troškovi.

Investicioni troškovi za realizaciju elektro opreme i radova, potrebnih za rekonstrukciju sistema elektro-motornog razvoda i sistema za automatsko upravljanje radom postrojenja, iznose: 455.000,00 EUR.

## 24. GRAĐEVINSKI RADOVI

Predlog za realizaciju poslova, na rekonstrukciji PPOV-a Meljine-Herceg Novi, koji obrađuje ovaj Akcioni plan, obuhvata i neophodne građevinske radove. Oni nisu velikog obima i sveobuhvata, ali se ipak pojavljuju u izvesnoj meri. Odnose se prvenstveno na izradu novih temelja za postavljanje novih kompresora-duvaljki, kao i iskopa kanala za polaganje novih cevovoda i elektro i signalnih kablova.

Specifikacija građevinskih radova koja sledi će poslužiti za investicionu procenu, odnosno definisanje potrebnih sredstava za njihovu realizaciju.

► Izrada temelja za postavljanje novih kompresora-duvaljki. Temelji su armirano-betonskog izvođenja, približnih dimenzija 2,5x2,2x0,5 m i obuhvataju radove iskopa, šalovanja, armiranja, betoniranja i odvoženja viška zemlje na lokaciju koju odredi Investitor, Komplet 6,

► Iskop i zatrpavanje kanala za polaganje cevovoda i kablova. Ovi radovi obuhvataju sledeće aktivnosti:

- Sečenje asfalta,
- Razbijanje betonske podloge,
- Iskop zemlje,
- Zatrpavanje slojem peska, tucanika i nabijanje,
- Izrada betonske podloge i asfaltiranje,
- Odvoženje viška zemlje na lokaciju koju odredi Investitor.

Akcionim planom je predviđeno izvođenje sledećih kanala:

- Kanali za polaganje cevovoda za transport i recirkulaciju krečnog mleka, m 100,
- Kanali za polaganje cevovoda za transport feri hlorida, m120,
- Kanali za polaganje cevovoda za transport komprimovanog vazduha, m30,
- Kanali za polaganje elektro-energetskih i signalnih kablova, m 230.

Investiciona procena za izvođenje građevinskih radova u okviru rekonstrukcije PPOV-a iznosi: 69.000,00 EUR.

## 25. FAZE REALIZACIJE AKCIONOG PLANA

U faze realizacije Akcionog plana spadaju sve potrebne aktivnosti, koje je neophodno sprovesti, da bi se ispoštovala procedura rekonstrukcije postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, a time na kraju i ostvario cilj Akcionog plana, a to je dobijanje funkcionalnog PPOV-a.

Imajući u vidu da je postrojenje u nadležnosti lokalne samouprave i šire društvene zajednice, izvesno je da jasan cilj i dobro pripremljene prethodne informacije u velikom procentu mogu da ubrzaju postupak i realizaciju ciljeva.

Za realizaciju Akcionog plana, neophodni su sledeći koraci:

- Obrazovanje tima za rukovođenje procesom,
- Izrada Projektnog zadatka za rekonstrukciju PPOV-a,
- Sprovođenje procedure javne nabavke za odabir projektanta za izradu projektno-tehničke dokumentacije za rekonstrukciju PPOV-a,
- Izrada projektno-tehničke dokumentacije za rekonstrukciju PPOV-a,
- Sprovođenje procedure javne nabavke za odabir vršioca tehničke kontrole projektno-tehničke dokumentacije za rekonstrukciju PPOV-a,
- Tehnička kontrola projektno-tehničke dokumentacije,
- Prijava radova po postojećem rešenju za odobrenje gradnje,
- Sprovođenje procedure javne nabavke za odabir izvođača radova za rekonstrukciju PPOV-a,
- Sprovođenje procedure javne nabavke za odabir stručnog nadzora nad sprovođenjem radova na rekonstrukciji PPOV-a,
- Rekonstrukcija PPOV-a,
- Tehnički prijem izvedenih radova,
- Puštanje PPOV-a u rad, probni rad i obuka osoblja (operatera) koje će biti zaposleno na PPOV-u i zaduženo za održavanje rada postrojenja i rukovođenjem postrojenja,
- Atestiranje PPOV-a i ishodovanje vodne dozvole,
- Ishodovanje upotrebne dozvole,
- Funkcionalno postrojenje sa obezbeđenim monitoringom i izveštavanjem nadležnog organa o efikasnosti rada postrojenja.

Od velike je važnosti da se procedura realizacije Akcionog plana sprovodi u zakonskim okvirima i da se svaki navedeni korak što pažljivije isplanira od strane tima za rukovođenje procesom.

Ovde je važno naglasiti da je ceo posao multidisciplinarnog karaktera i da ne postoje jasne i egzaktne granice između pojedinih, gore navedenih faza (koraka). Svakako da postoje određena preklapanja između koraka, a obaveza je tima za rukovođenje procesom, da to koordinira na optimalan način.

U narednih nekoliko stranice će se dati kraće smernice za neke od najvažnijih koraka u realizaciji Akcionog plana.

### **25.1. Obrazovanje tima za rukovođenje procesom**

Obaveza je Investitora da organizuje proces planiranja i rekonstrukcije postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, tako da se podele zadaci i obaveze unutar tima, kako bi se dobili najbrži i najsvrsishodniji rezultati. Kod ovako velikih postrojenja, kakvo je

postrojenje u Meljinama, tim za rukovođenje procesom bi trebalo da bude sastavljen od tehnologa i grupe inženjera koji su najbolje upoznati sa funkcionisanjem PPOV-a i problemima koji se javljaju u njegovom radu. Timu bi svakako bilo potrebno pridodati pravnika i ekonomistu u cilju optimalnog praćenja realizacije ugovora i finansija.

Ako Investitor nema sopstvenih kapaciteta za vođenje ovako složenog procesa, može da sačini tim od eksternih konsultanata, posebno angažovane firme/agencije ili različitih pojedinaca odgovarajuće struke, ali je važno da u timu obavezno bude predstavnik Investitora, koji će da organizuje i vodi ceo proces.

Dobri odnosi u timu, zasnovani na međusobnom poverenju i dobro uspostavljenim pravilima saradnje umnogome će da ubrzaju procedure i ukupan proces.

### **25.2. Angažovanje projektanta za izradu projektno-tehničke dokumentacije za rekonstrukciju PPOV-a**

Izradu projektno-tehničke dokumentacije za rekonstrukciju ovakve vrste objekata može da vrši privredno društvo, odnosno drugo pravno lice ili preduzetnik (ili više njih za posebne stručne oblasti), koja su upisana u odgovarajući registar privrednih subjekata i koja poseduju rešenje o ispunjenosti uslova za projektovanje za tu vrst objekata, odnosno delova objekata, u skladu sa zakonom, koje određuje Investitor.

Kroz proceduru javne nabavke Investitor vrši odabir projektanta, koji je nakon potpisivanja ugovora, obavezan da uradi sve potrebne delove projektno-tehničke dokumentacije: Tehnološki projekat, Projekat konstrukcije, Projekat mašinskih instalacija, Projekat hidrotehničkih instalacija, Projekat elektroenergetskih instalacija, Projekat upravljanja (instrumentacije) sa softverskim programom i ostale projekte potrebne za rekonstrukciju PPOV-a.

Tehničku kontrolu projektno-tehničke dokumentacije vrši projektna organizacija, koja je potrebno da ispunjava iste uslove kao i projektantska kuća angažovana na izradi projekata.

Investitor može sam da obezbedi vršioca tehničke kontrole, a može to da obezbedi i projektant uz dogovor i saglasnost Investitora i na osnovu ovlašćenja dobijenog od strane Investitora.

Izveštaj tehničke kontrole je sastavni deo projektno-tehničke dokumentacije.

### **25.3. Izbor izvođača radova**

Nakon izrade projektno-tehničke dokumentacije i izrade tendera, Investitor kroz procedure javne nabavke vrši odabir izvođača radova.

Investitor još tokom izrade projektno-tehničke dokumentacije, može da vrši pripreme oko izbora izvođača radova, kompaniju ili kompanije koje će izvoditi radove na rekonstrukciji postrojenja. Prateći dinamiku realizacije definisanih faza u Akcionom planu, Investitor može da se priprema za fazu izvođenja rekonstrukcije razmatrajući tržište i potencijalne kompanije koje bi bile u mogućnosti da izvode radove.

Faza izvođenja radova rekonstrukcije je finansijski i organizaciono zahtevnija od projektovanja, te su temeljne pripreme neophodne.

Praksa vrlo često pokazuje da Investitor, još u fazi projektovanja, razmatra potencijalne buduće izvođače radova, kako bi mogao da sazna njihove mogućnosti.

Prilikom odabira izvođača radova Investitor naročito mora da vodi računa ko može da vrši izvođenje radova rekonstrukcije i postarati se da angažuje pravno lice ili preduzetnika koji, između ostalog, ima zaposlene, odnosno radno angažovane licencirane izvođače radova upisane u registar licenciranih izvođača u skladu sa zakonom, ima odgovarajuće stručne rezultate, poseduje rešenje o ispunjenosti uslova za građenje odgovarajuće vrste objekata, odnosno izvođenje odgovarajuće vrste radova na tim objektima i da je upisan u odgovarajući registar za građenje odgovarajuće vrste objekata, odnosno izvođenje odgovarajućih radova na tim objektima.



#### **25.4. Izvođenje radova na rekonstrukciji PPOV-a**

Najzahtevnija i najskuplja faza je sama faza izvođenja radova rekonstrukcije PPOV-a. Ova faza ne mora da bude komplikovana ukoliko se ceo proces pravilno planira.

Prijava radova na rekonstrukciji PPOV-a se nadležnom organu dostavlja u formi koju nadležni organ zahteva. Nadležni organ bez odlaganja potvrđuje prijavu radova, odnosno donosi Potvrdu o prijavi radova u kojoj se navodi datum početka izvođenja radova i datum završetka radova.

Formalno nakon dobijanja Potvrde može se otpočeti sa radovima na terenu. Postoji mogućnost da objekat PPOV-a koji je predmet rekonstrukcije, nakon prijave radova obiđe i građevinski inspektor.

Investitor, tokom izvođenja radova na rekonstrukciji PPOV-a, ima dodatno i obavezu da obezbedi stručni nadzor u toku izvođenja radova.

#### **25.5. Stručni nadzor**

Stručni nadzor obuhvata kontrolu da li se izvođenje radova na rekonstrukciji izvodi u skladu sa tehničko-projektnej dokumentaciji po kojoj je izvršena prijava radova. Pored toga stručni nadzor obuhvata i sledeće aktivnosti:

- Kontrolu i proveru izvođenja svih vrsta radova i primenu propisa, standarda i tehničkih normativa, uključujući standard pristupačnosti;
- Kontrolu i overu količina izvedenih radova;
- Proveru da li postoje dokazi o kvalitetu građevinskih proizvoda, opreme, delova opreme i materijala koji se ugrađuju;
- Davanju uputstva izvođaču radova;
- Saradnju sa projektantom radi obezbeđenja detalja tehnoloških, tehničkih i organizacionih rešenja za izvođenje radova i
- Rešavanje drugih pitanja koja se pojave u toku izvođenja radova.

Primeri radi, pored projektanta (građevinar, mašinar, tehnolog, električar i drugi koji su učestvovali u izradi projektne-tehničke dokumentacije) prilikom izvođenja radova, potrebno je angažovanje stručnog tima istog obrazovnog profila sa odgovarajućim licencama koji će vršiti nadzor. Zakon propisuje da stručni nadzor može da vrši lice koje ispunjava uslove propisane zakonom za odgovornog projektanta ili odgovornog izvođača radova.

Samo izvođenje radova na rekonstrukciji PPOV-a, nakon što je izabran izvođač radova, odnosno izvođači radova, je finansijski najzahtevniji deo procesa.

Eventualno, izvođač može da menja neke detalje uz saglasnost nadzora i evidenciju u građevinskom dnevniku. Veće izmene podrazumevaju i saglasnost projektanta.

Određene izmene u izvođenju, naspram projektnih rešenja mogu se evidentirati kroz građevinski dnevnik i ne zahtevaju nužnu promenu projekta.

#### **25.6. Tehnički prijem**

Investitor formira nezavisni stručni tim za tehnički prijem izvedenih radova na rekonstrukciji PPOV-a. Tim stručnjaka koji sačinjavaju Komosiju za tehnički prijem je istih profila kao i tim projektanata i izvođača radova.

Tehnički prijem obavlja Komisija koja po završenom pregledu kako projektne-tehničke dokumentacije, građevinskih dnevnika, građevinskih knjiga, atesta o ugrađenoj opremi i materijalima, uputstvima za rukovanje i održavanje, projektu izvedenog stanja, tako i po završenom pregledu izvedenih radova na terenu, sačinjava zapisnik.

Ako je bilo primedbi, izvođač radova dobija rok u kome je potrebno da primedbe budu otklonjene.

Po otklanjanju primedbi (Komisija za tehnički prijem u ponovljenom pregledu se usredsređuje na to, da li su primedbe otklonjene), sačinjava se novi zapisnik gde se konstatuje da su primedbe otklonjene.

Uz zapisnik Komisije za tehnički prijem, podnosi se zahtev za izdavanje upotrebne dozvole.

### **25.7. Probni rad postrojenja i obuka zaposlenih radnika za rukovanje i održavanje postrojenja**

Izvođač radova po obavljenom tehničkom prijemu i odobrenju Komisije za tehnički prijem, ulazi u probni rad postrojenja.

Kada se radi o podobnosti objekta za upotrebu, moraju se vršiti prethodna ispitivanja i provera uređaja, postrojenja, stabilnosti ili bezbednosti objekata ili druga ispitivanja.

Kod postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, se to u inženjerskom žargonu naziva "ispitivanje na suvo".

Kada su u pitanju postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, što je predviđeno i tehničkom dokumentacijom, Komisija za tehnički pregled, odnosno preduzeće ili drugo pravno lice kome je povereno vršenje tehničkog pregleda, odobrava puštanje postrojenja u probni rad, pod uslovom da utvrdi da su za to ispunjeni uslovi, i o tome bez odlaganja obavesti nadležni organ. Probni rad može trajati najduže godinu dana, o čemu odlučuje Komisija za tehnički pregled.

Obaveza Investitora je da prati rezultate probnog rada.

Komisija za tehnički pregled, odnosno preduzeće ili drugo pravno lice kome je povereno vršenje tehničkog prijema, u toku probnog rada postrojenja proverava ispunjenost uslova za izdavanje upotrebne dozvole i izveštaj o tome dostavlja Investitoru.

Tokom probnog rada postrojenja. Istovremeno se može obaviti i obuka zaposlenih radnika za rukovanje i održavanje postrojenja.

Obuka zaposlenih počinje sa probnim radom postrojenja. Uloga tehnologa koji razume proces je od ključne važnosti za obuku zaposlenih koji rade na održavanju postrojenja. Naravno da se ovim ne umanjuje ni uloga inženjera ostalih struka (mašinar, električar, automatičar...), jer kroz probni rad je neophodno da se zaposleno osoblje upozna kako sa mašinskom, tako i sa elektro-upravljačkom opremom. Rad sa SCADA sistemom i upravljanje postrojenjem preko PLC-a i softverskog programa je bez obuke nezamislivo. To podrazumeva obuku za rad postrojenja kako u automatskom režimu, tako i daljinsko upravljanje preko tastature SCAD sistema.

Adekvatno održavanje je neophodnost rada svakog postrojenja, pa i postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda.

Proces projektovanja i izgradnje postrojenja može da traje i nekoliko godina, ali dobijanjem upotrebne dozvole postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda zapravo tek počinje svoj život.

Adekvatno obučeni tim koji se stara o radu postrojenja je preduslov za njegov funkcionalni rad.

Zaposleni na postrojenju moraju poznavati tehnološki proces, moraju imati jasne instrukcije za postupanje u različitim situacijama (smanjen ili povećan protok vode koja dolazi na postrojenje, ekstremno smanjenje ili povećanje određenih parametara u kvalitetu neprečišćene vode, povećan salinitet, nestanak električnog napajanja i sl.) s obzirom da postrojenje predstavlja složeni mehanizam različitih procesa međusobno zavisnih komponenti.

Pre početka probnog rada postrojenja i obuke radnika, izvođač radova je dužan da uradi Uputstva za rukovanje i održavanje. Ovim pisanim procedurama potrebno je definisati hijerarhiju obaveza i odgovornosti, ali i jasan sled postupanja u svim očekivanim

situacijama. Radnici koji će biti određeni za rad i održavanje postrojenja je neophodno da se prethodno dobro upoznaju sa projektno-tehničkom dokumentacijom, kao i Uputstvima za rukovanje i održavanje. Poželjno je, ako je to moguće, da se prethodno upoznaju i sa radom na nekom sličnom postrojenju.

Radnici koji rade na održavanju postrojenja moraju imati jasne smernice za moguća odstupanja od očekivanog rada.

### **25.8. Atestiranje PPOV-a i ishodovanje Vodne dozvole**

Atestiranje PPOV-a i ishodovanje Vodne dozvole se može sprovesti paralelno sa probnim radom postrojenja i sprovođenjem obuke zaposlenih radnika.

Procedura za dobijanje Vodne dozvole se odvija sa paralelnim procesom sa sprovođenjem procedure za objekat za prečišćavanje otpadnih voda, ali se ne sprovodi zajedno, odnosno objedinjeno.

Tokom probnog rada postrojenja, a nakon postizanja optimalnih tehnoloških uslova za prečišćavanje otpadnih voda i postizanje projektovanih parametara kvaliteta efluenta, obavlja se atestiranje postrojenja. Atestiranje postrojenja je neophodno izvršiti da bi se dobila Vodna dozvola za ispuštanje efluenta u vodoprijemnik (recipijent).

Atestiranje podrazumeva seriju od minimum tri uzorkovanja otpadnih voda u vremenskom razmaku od 7-10 dana. Uzorkovanje se obavlja na ulazu u postrojenje i na izlazu sa postrojenja. Rade se kompletne fizičko-hemijske analize uzetih uzoraka i utvrđuju potrebni parametric kvaliteta otpadnih voda. Izračunavaju se stepeni redukcije pojedinih parametara kvaliteta otpadnih voda. Takođe se izlazni parametri kvaliteta efluenta upoređuju sa MDK vrednostima propisanim za recipijent i utvrđuju eventualna odstupanja. Svaki kontrolisani parametar kvaliteta efluenta mora da bude manji ili jednak MDK propisanoj vrednosti.

Atestiranje radi sertifikovana i ovlašćena laboratorija, koja Investitoru izdaje Izveštaje o ispitivanju kvaliteta otpadnih voda (ulaz/izlaz) i pozitivan Atest o radu postrojenja.

Nakon toga se podnosi zahtev nadležnom organu za izdavanje vodnih akata uz popunjavanje određenih obrazaca i podnošenje Atesta o radu postrojenja. Moguće je da u proceduri izdavanja Vodne dozvole, nadležni organ od podnosioca zahteva, zatraži još neku dokumentaciju u cilju sagledavanja kompletnosti zahteva.

Ako je zahtev potpun i ako su ispunjeni svi potrebni uslovi, nadležni organ Investitoru izdaje Vodnu dozvolu. Vodna dozvola se ne izdaje na neograničeno vreme, već je oročena na rok koji se može kretati od 1-5 godina.

Određivanje roka zavisi od niza kriterijuma koje nadležni organ procenjuje pri određivanju perioda u kome važi izdata Vodna dozvola.

### **25.9. Ishodovanje upotrebne dozvole**

Po isteku probnog rada postrojenja, obezbeđenju Atesta o radu postrojenja, ishodovanju Vodne dozvole i nakon Izveštaja za tehnički pregled, podnosi se zahtev za izdavanje Upotrebne dozvole. Postupak za izdavanje Upotrebne dozvole pokreće se podnošenjem zahteva nadležnom organu.

Ako su ispunjeni formalni uslovi iz pravilnika, nadležni organ donosi rešenje o Upotrebnoj dozvoli u rku koji je definisan zakonom.

U roku od 24 sata od dana pravosnažnosti Upotrebne dozvole, nadležni organ po službenoj dužnosti dostavlja organu nadležnom za poslove državnog premera I katastra:

- Upotrebnu dozvolu,
- Elaborat geodetskih radova za izvedeni objekat I posebne delove objekta,
- Elaborat geodetskih radova za podzemne instalacije.

#### **25.10. Obezbeđenje redovnog monitoringa i izveštavanje**

Zakonom o vodama utvrđena je obaveza merenja količine ispuštene vode u recipijent i ispitivanja kvaliteta otpadnih voda. Investitor je dužan da preko postavljenog uređaja za merenje, kontinuirano meri količine otpadnih voda, da ispituje parametre kvaliteta otpadnih voda i njihov uticaj na recipijent. Takođe je dužan da Izveštaje o izvršenim merenjima čuva najmanje pet godina i da iste dostavlja nadležnim institucijama.

Investitor koji ima funkcionalno postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda. ima obavezu izveštavanja nadležnog organa koji je izdao Vodnu dozvolu, o radu postrojenja.

Neophodno je sprovesti monitoring rada postrojenja u skladu sa zakonom.

Ovo podrazumeva da je neophodno obavljati uzorkovanje otpadnih voda i sprovesti fizičko-hemijske analiza parametara kvaliteta (ulaz/izlaz) u vremenskom periodu koji je propisan zakonom. Uzorkovanje i analize otpadnih voda sprovodi akreditovana laboratorija.

Izveštaji o merenim količinama ispuštenog efluenta i o parametrima kvaliteta otpadnih voda se obavezno dostavljaju nadležnom organu. Parametri kvaliteta neprečišćenih i prečišćenih otpadnih voda daju sliku efikasnosti rad postrojenja, moraju se pratiti zbog održavanja postrojenja i zbog utvrđenih obaveza izveštavanja nadležnog organa.

## 26. TERMIN PLAN ZA REALIZACIJU REKONSTRUKCIJE PPOV-a

Termin plan za realizaciju radova na rekonstrukciji PPOV-a, sadrži vremenske okvire u kojima se planira realizacija pojedinih faza (aktivnosti) u sprovođenju celokupne procedure.

Termin plan je radi preglednosti prikazan u grafičkom obliku (gantogram). Taj crtež je priložen u grafičkom delu Akcionog plana pod nazivom:

“Termin plan za realizaciju poslovnih aktivnosti na rekonstrukciji PPOV Meljine-Herceg Novi”, Crtež br. PPOV-MHN-AP-09.

U termin plan su unete sledeće aktivnosti:

- Projektovanje (izrada projektno-tehničke dokumentacije),
- Nabavka, izrada i isporuka opreme,
- Građevinski radovi,
- Montaža mašinske i elektro opreme,
- Tehnički prijem,
- Ispitivanje, puštanje postrojenja u rad, probni rad i obuka osoblja,
- Atestiranje PPOV-a i ishodovanje Vodne dozvole,
- Ishodovanje Upotrebne dozvole.

Ukupni rok za završetak radova na rekonstrukciji PPOV-a je procenjen na oko 16 meseci. Pri tome su najduži rokovi za isporuku kompresora-duvaljki i mešalica (AeroJet-ova), kao i pojedine upravljačke opreme. Rokovi su definisani na osnovu rokova koje su obrađivači Akcionog plana dobijali kroz ponude potencijalnih isporučilaca opreme.

## 27. INVESTICIONI TROŠKOVI ZA REKONSTRUKCIJU PPOV-a MELJINE-HERCEG NOVI REKAPITULACIJA

1. Rekonstrukcija translatornog zgrtača peska i mulja u peskolovu-mastolovu.....	42.600,00 EUR
2. Mešanje otpadnih voda u sabirnom (egalizacionom) bazenu.....	162.200,00 EUR
3. Mešanje otpadnih voda u SBR reaktorima.....	328.520,00 EUR
4. Rekonstrukcija aeracionog sistema u SBR reaktorima.....	952.500,00 EUR
5. Rekonstrukcija dekantera u SBR reaktorima.....	412.800,00 EUR
6. Završetak linije za doziranje feri hlorida.....	99.600,00 EUR
7. Rekonstrukcija linije mulja -Linija za pripremu krečnog mleka.....	54.000,00 EUR
-Rekonstrukcija ugušćivača mulja.....	44.000,00 EUR
-Rekonstrukcija postrojenja za mašinsku dehidraciju (obezvodnjavanje) mulja.....	351.600,00 EUR
8. Linija za prečišćavanje vazduha.....	23.400,00 EUR
9. Ostali pomoćni sistemi.....	82.600,00 EUR
10. Elektro deo.....	455.000,00 EUR
11. Građevinski radovi.....	69.000,00 EUR
12. Inženjering usluge koje obuhvataju izradu projektno-tehničke dokumentacije za rekonstrukciju PPOV-a, tehničku kontrolu projektno-tehničke dokumentacije i stručni nadzor tokom izvođenja radova rekonstrukcije PPOV-a.....	297.000,00 EUR

---

**UKUPNO: 3.374.820,00 EUR**

## 28. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

1. Šema obalnog kolektora Jošice – Meljine
2. Tehnološka šema prečišćavanja vazduha iz PS
3. Šema mernih mesta u PS
4. Dispozicija objekata PPOV-a – GENERAL LAYOUT  
Crtež br. HN-0100-GN-01
5. Blok šema PPOV-a  
Crtež br. PPOV-MHN-AP-02
6. Predlog rešenja za rekonstrukciju pogonskog mehanizma translatornog zgrtača, zamenu točkova i postavljanje šinskih staza  
Crtež br. PPOV-MHN-AP-03
7. Tehnološka šema predloga za rekonstrukciju sistema za aeraciju otpadnih voda u SBR reaktorima  
Crtež br. PPOV-MHN-AP-04
8. Predlog za novu konfiguraciju (položaj) kompresora-duvaljki u odnosu na SBR reaktore (biobazene)  
Crtež br. PPOV-MHN-AP-05
9. Tehnološka šema predloga za rekonstrukciju linije za doziranje feri hlorida (menja se mesto dovoda  $\text{FeCl}_3$ )  
Crtež br. PPOV-MHN-AP-06
10. Tehnološka šema predloga za rekonstrukciju linije mulja (ugušivača mulja i dela dehidracije mulja)  
Crtež br. PPOV-MHN-AP-07
11. Varijantna rešenja za rekonstrukciju dekantera  
Crtež br. PPOV-MHN-AP-08
12. Termin plan za realizaciju poslovnih aktivnosti na Rekonstrukciji PPOV Meljine-Herceg Novi  
Crtež br. PPOV-MHN-AP-09

## 29. LITERATURA:

1. Tehnika prečišćavanja voda,  
„Degremont“, Građevinska knjiga, Beograd, 1976.
2. Dr. Dejan Ljubisavljević, Mr. Aleksandar Đukić, Mr. Branislav Babić  
Prečišćavanje otpadnih voda, Građevinski fakultet  
Univerziteta u Beogradu, Beograd, 2004.
3. Istraživačko razvojni centar za termotehniku i nuklearnu tehniku  
Odeljenje za tretman otpadnih voda  
Studija postupaka prečišćavanja otpadnih voda u svetlu literarnih podataka  
„Energoinvest“ - „Iten“, Sarajevo, 1968.
4. Istraživačko razvojni centar za termotehniku i nuklearnu tehniku  
Odeljenje za tretman otpadnih voda  
Prilaženje problemu tretmana otpadnih voda – Metodologija rada  
„Energoinvest“ - „Iten“, Sarajevo, 1968.
5. Dr. Luka Knežić, Dr. N. Blagojević, Dr. M. Mitrović  
Obrada otpadnih voda, I deo, Mehanički i fizičko-hemijski postupci  
Savez hemičara i tehnologa Srbije, Beograd, 1980.
6. Dr. Luka Knežić, Dr. N. Blagojević, Dr. J. Baras, I. Brković Popović, M. Popović  
Obrada otpadnih voda, II deo, Biološka obrada  
Savez hemičara i tehnologa Srbije, Beograd, 1980.
7. Dr. M. Bogner, Miodrag Stanojević  
O vodama, „Eta“, Beograd, 2006.
8. M. Hammer,  
Tehnologija obrade prirodnih i otpadnih voda, Moskva, 1979.
9. N. Pokirnica i saradnici  
Vodič za prečišćavanje otpadnih voda, „Naled“, Beograd, 2021.
10. Profesor John A. Bergedahl i saradnici  
Uticaj saliniteta na postrojenja za prečišćavanje priobalnihj otpadnih voda  
Worcester polytechnic institute, Worcester, 2017.
11. Božo Dalmacija, Jasmina Agbaba, Srđan Rončević  
Tehnologije zaštite voda  
Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine  
Prirodno matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, 2020.
12. „Erasmus“ + Programme of the European Union  
Biološki procesi prečišćavanja otpadnih voda, 2019.
13. Grupa autora  
Upravljanje postrojenjima za prečišćavanje otpadnih voda  
Departman za hemiju, biohemiju i zaštitu životne sredine  
Prirodno matematički fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, 2021.
14. Ugrina Marina  
Obrada otpadne vode iz konzerviranja ribe-učinak slanosti na aktivnost adaptiranog  
aktivnog mulja  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Sveučilište u Zagrebu, 2020.
15. S.V. Jakovljević, J.A. Karelin, J.M. Laskov, J.V. Voronov

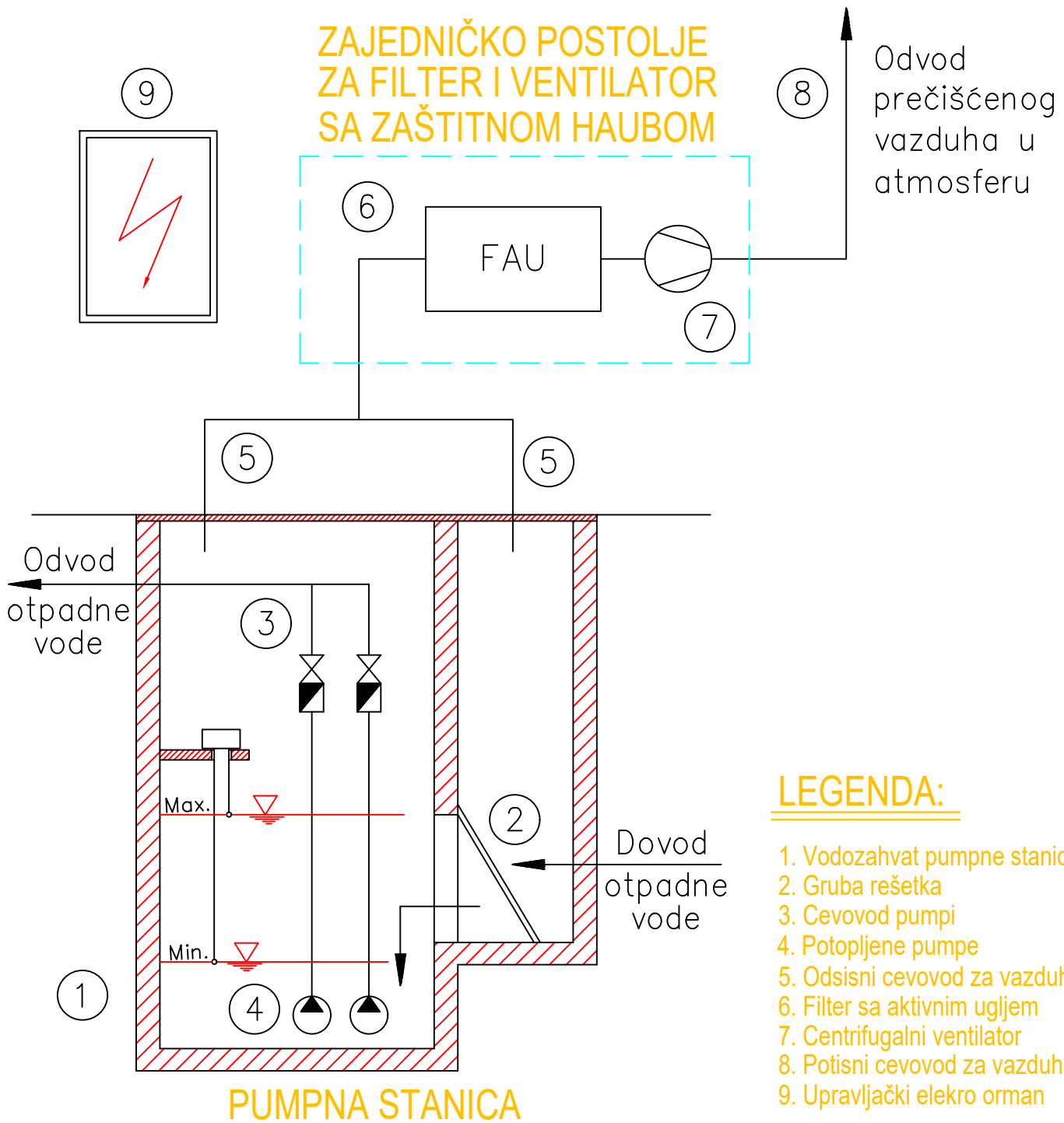


Prečišćavanje industrijskih i komunalnih otpadnih voda  
„Strojizdat“, Moskva, 2018.

16. M. Bogner, M. Stanojević, L. Livo  
Prečišćavanje i filtriranje gasova i tečnosti  
„Eta“, Beograd, 2006.
17. Harold E. Babbit, James J. Doland, John L. Cleasby  
Water supply engineering  
University of Illionis, New York, San Francisko, 2017.
18. Ivan Bučevac  
Održavanje mašina i opreme  
„Procesna tehnika“, Smeits, Beograd, 2016.
19. M. Bogner, A. Petrović  
Procena usluga u inveasticionoj izgradnji  
„Procesna tehnika“, Smeits, Beograd, 2006.



# ZAJEDNIČKO POSTOLJE ZA FILTER I VENTILATOR SA ZAŠTITNOM HAUBOM



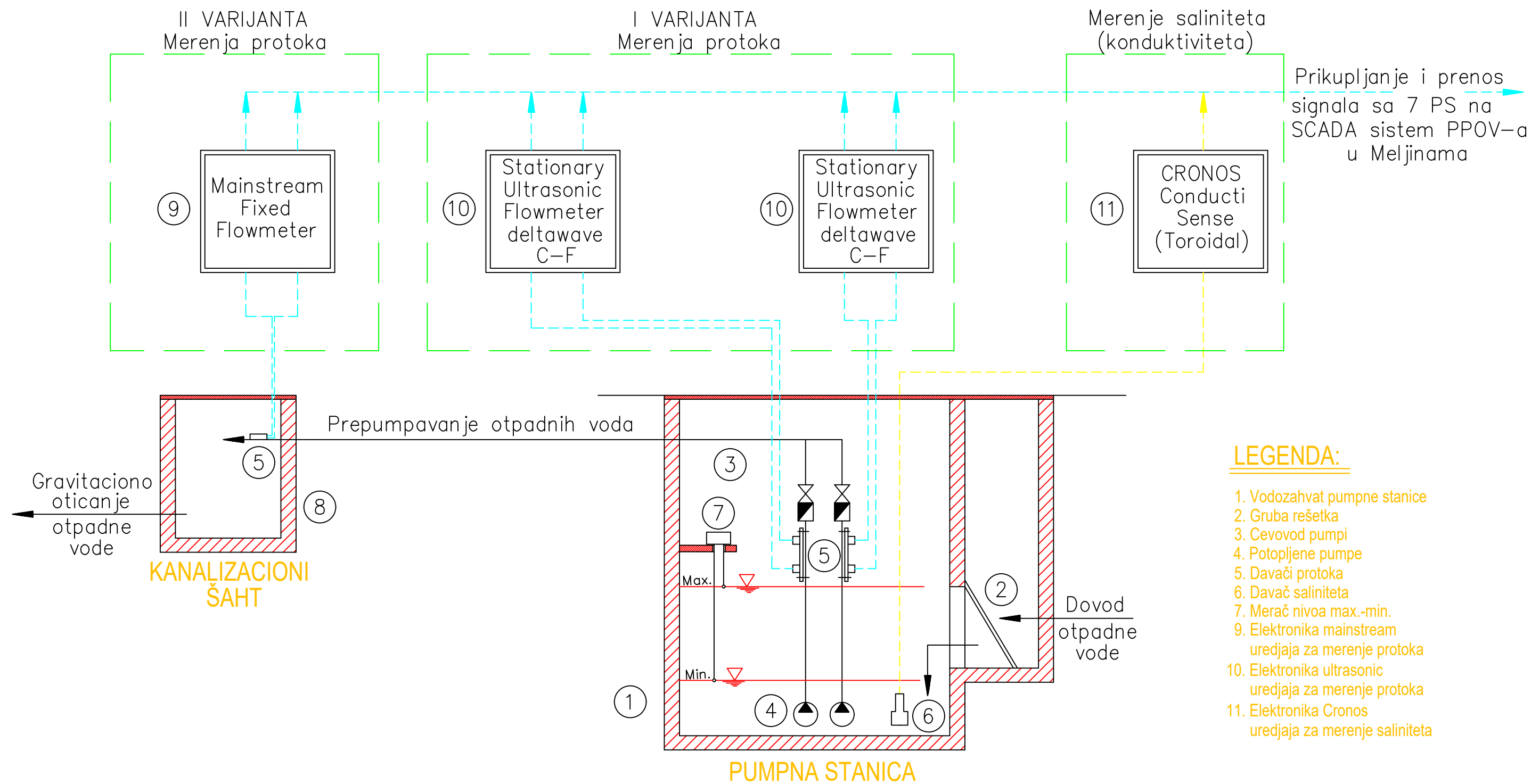
## LEGENDA:

1. Vodozahvat pumpne stanice
2. Gruba rešetka
3. Cevovod pumpi
4. Potopljene pumpe
5. Odsisni cevovod za vazduh
6. Filter sa aktivnim ugljem
7. Centrifugalni ventilator
8. Potisni cevovod za vazduha
9. Upravljački elektro orman

REV.	Opis revizije	Datum	Crtao	Overio
------	---------------	-------	-------	--------

”VODING-92” d.o.o.  
Ul. Vele Nigrinove br. 16a; 11000 Beograd

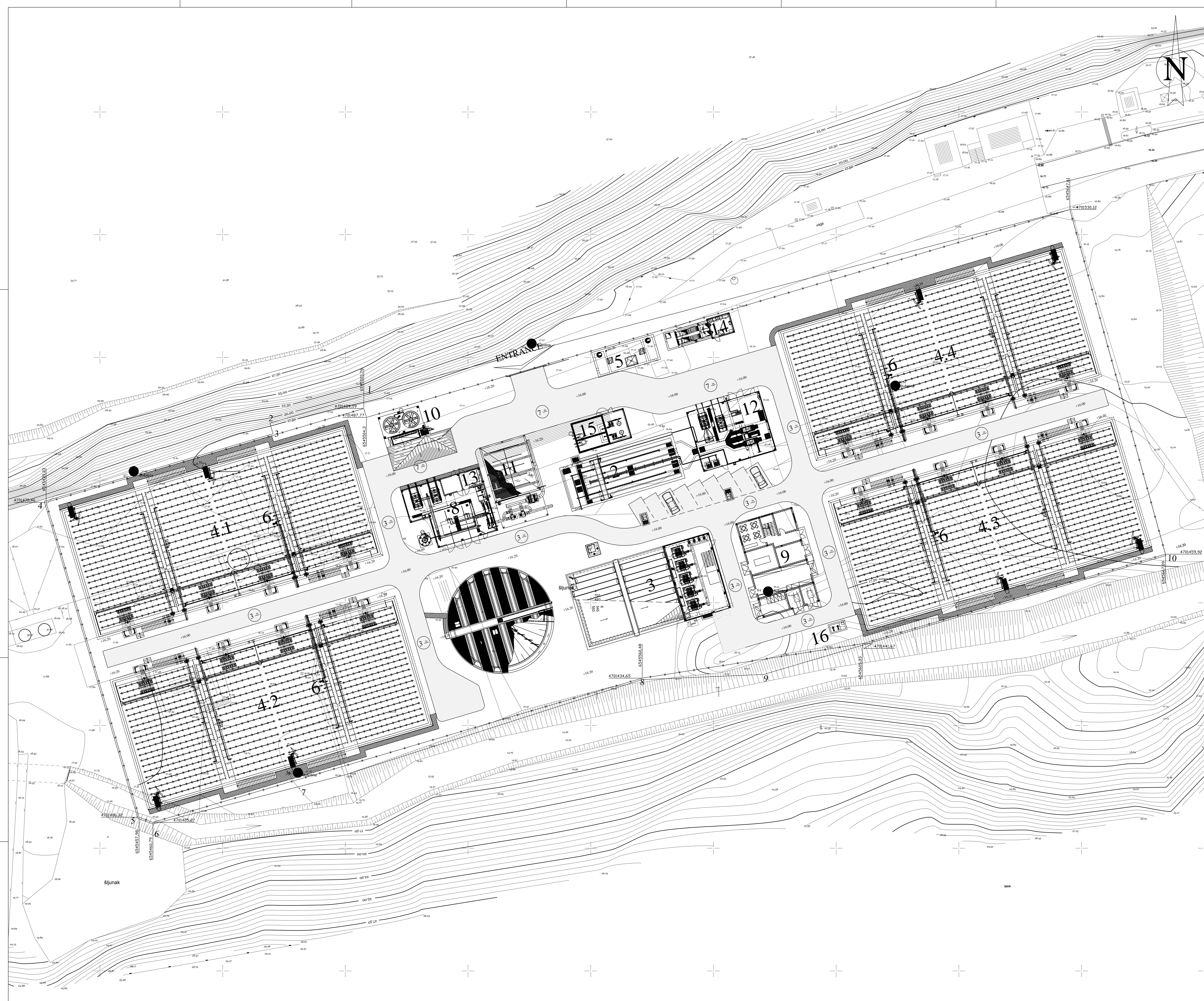
Datum	Ime i prezime	Paraf	Investitor
Odg.projektant	12.2022. D.Kos, d.i.m.		DRUŠTVO ZA IZGRADNJU VODOVODNE I KANALIZACIONE INFRASTRUKTURE U OPŠTINI HERCEG NOVI Kompleks / Objekat / Mesto gradnje POSTROJENJE ZA PREČIŠĆAVANJE KOMUNALNIH OTPADNIH VODA MELJINE – HERCEG NOVI
Projektant	12.2022. S.Arandjelović,d.i.t.		
Obradio	12.2022. D.Kos, d.i.m.		
Crtao	12.2022. D.Kos, d.i.m.		
Kontrola	12.2022. V.Otašević, d.i.g.		
Razmera	Naziv crteža	Projekat	Rev.
---	TEHNOLOŠKA ŠEMA UREDJAJA ZA PREČIŠĆAVANJE VAZDUHA IZ VODOZAHVATA PUMPNIH STANICA	AKCIONI PLAN	0
		Crtež broj	List
		OKJM-MHN-AP-01.	---



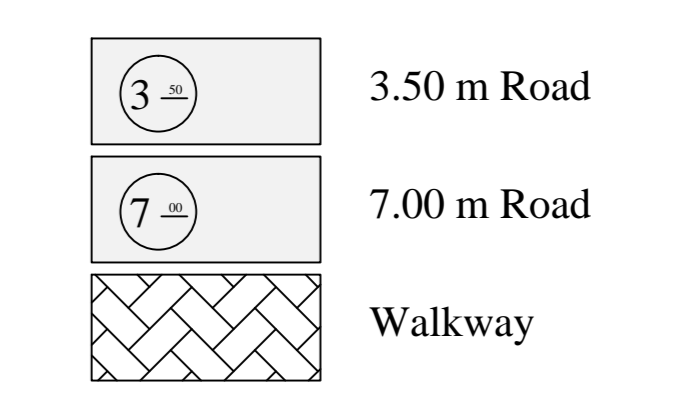
**LEGENDA:**

1. Vodozahvat pumpne stanice
2. Gruba rešetka
3. Cevovod pumpi
4. Potopljene pumpe
5. Davači protoka
6. Davač saliniteta
7. Merač nivoa max.-min.
9. Elektronika mainstream uređaja za merenje protoka
10. Elektronika ultrasonic uređaja za merenje protoka
11. Elektronika Cronos uređaja za merenje saliniteta

REV.	Opis revizije	Datum	Crtao	Overio
<p>”VODING-92” d.o.o.            Ul. Vele Nigrinove br. 16a; 11000 Beograd</p>				
Odg.projektant	12.2022. D.Kos, d.i.m.	Investitor DRUŠTVO ZA IZGRADNJU VODOVODNE I KANALIZACIONE INFRASTRUKTURE U OPŠTINI HERCEG NOVI		
Projektant	12.2022. S.Arandjelović,d.i.t.	Kompleks / Objekat / Mesto gradnje		
Obradio	12.2022. D.Kos, d.i.m.	POSTROJENJE ZA PREČIŠĆAVANJE KOMUNALNIH OTPADNIH VODA MELJINE – HERCEG NOVI		
Crtao	12.2022. D.Kos, d.i.m.			
Kontrola	12.2022. V.Otašević, d.i.g.			
Razmera	Naziv crteža	Projekat	Rev.	
---	ŠEMATSKI PRIKAZ MERNIH MESTA U PUMPNIM STANICAMA ZA MERENJE PROTOKA I SALINITETA OTPADNIH VODA	AKCIONI PLAN		
		Crtež broj	List	
		OKJM-MHN-AP-02	---	



- 1- FINE SCREEN
- 2- GRIT AND GREASE CHAMBER
- 3- STORAGE TANK AND BLOWER STATION
- 4- SBR
- 5- OUTLET FLOW MEASUREMENT
- 6- EXCESS SLUDGE PUMPS
- 7- SLUDGE THICKENER
- 8- SLUDGE DEWATERING
- 9- OPERATION BUILDING AND WORKSHOP
- 10- COAGULANT STATION
- 11- EXHAUST FILTER
- 12- SEPTAGE STATION
- 13- CONTROL ROOM, STORAGE BUILDING
- 14- UV DISINFECTION
- 15- WASHWATER AND FIREFIGHTING
- 16- STORMWATER DRAINAGE PUMPING STATION



REV. NO.	DATE	DESCRIPTION	DES. PROJ.	CHK. NAC.	APP. PROJ.	ODOB.
4	29.04.2014	Location of Sludge Thickener changed				
3	04.03.2012	Location of UV and flow measurement chamber changed; Shaft before Outlet Flow Measurement removed; Shaft for air flow measurement from Blower added				
2	02.11.2012	Location of UV and flow measurement chamber changed; Service entrance added				
1	23.10.2012	Drawing number corrected according to DGS System; Location of coagulant station, outlet flow measurement chamber; UV disinfection changed; Road design revised, car park added; Distance between blower station and operation building extended				

REV. NO.	DATE	DESCRIPTION	DES. PROJ.	CHK. NAC.	APP. PROJ.	ODOB.
4	29.04.2014	Location of Sludge Thickener changed				
3	04.03.2012	Location of UV and flow measurement chamber changed; Shaft before Outlet Flow Measurement removed; Shaft for air flow measurement from Blower added				
2	02.11.2012	Location of UV and flow measurement chamber changed; Service entrance added				
1	23.10.2012	Drawing number corrected according to DGS System; Location of coagulant station, outlet flow measurement chamber; UV disinfection changed; Road design revised, car park added; Distance between blower station and operation building extended				



PROJECT NAME:  
**"Water Supply and Sanitation Adriatic Coast, Phase III – Herceg Novi WWTP"**  
 Vodopsnabdjevanje i tretman otpadnih voda Jadranske obale, Faza III- Herceg Novi PPOV

APPROVED BY:  
 CONTRACTOR: **DOD - DRUŠTVO ZA IZGRADNJU VODOVODNE I KANALIZACIONE INFRASTRUKTURE U OPŠTINI HERCEG NOVI**  
 ODOBRENO OD: **EVOLUCIJSKI RASPOJAS**

APPROVED BY:  
 ENGINEER / REVIEW COMMITTEE: **DAHLĚM**  
 ODOBRENO OD: **PROJEKCIJSKI IZVRŠIOCI I REVIZIJSKA KOMISIJA**

EMPLOYER / POSLODAVAC:  
**DOD - DRUŠTVO ZA IZGRADNJU VODOVODNE I KANALIZACIONE INFRASTRUKTURE U OPŠTINI HERCEG NOVI**

PROJECT NUMBER:  
**02-1471/12**

STATUS:  
 For Approval / Za odobrenje  
 Working Drawing / Radni Crtež  
 AS-BUILT / Izvedeno Stanje

ENGINEER / REVIEW COMMITTEE:  
 RUKOVODILAC IZGRADNJE / REVIZIJSKA KOMISIJA: **DAHLĚM**

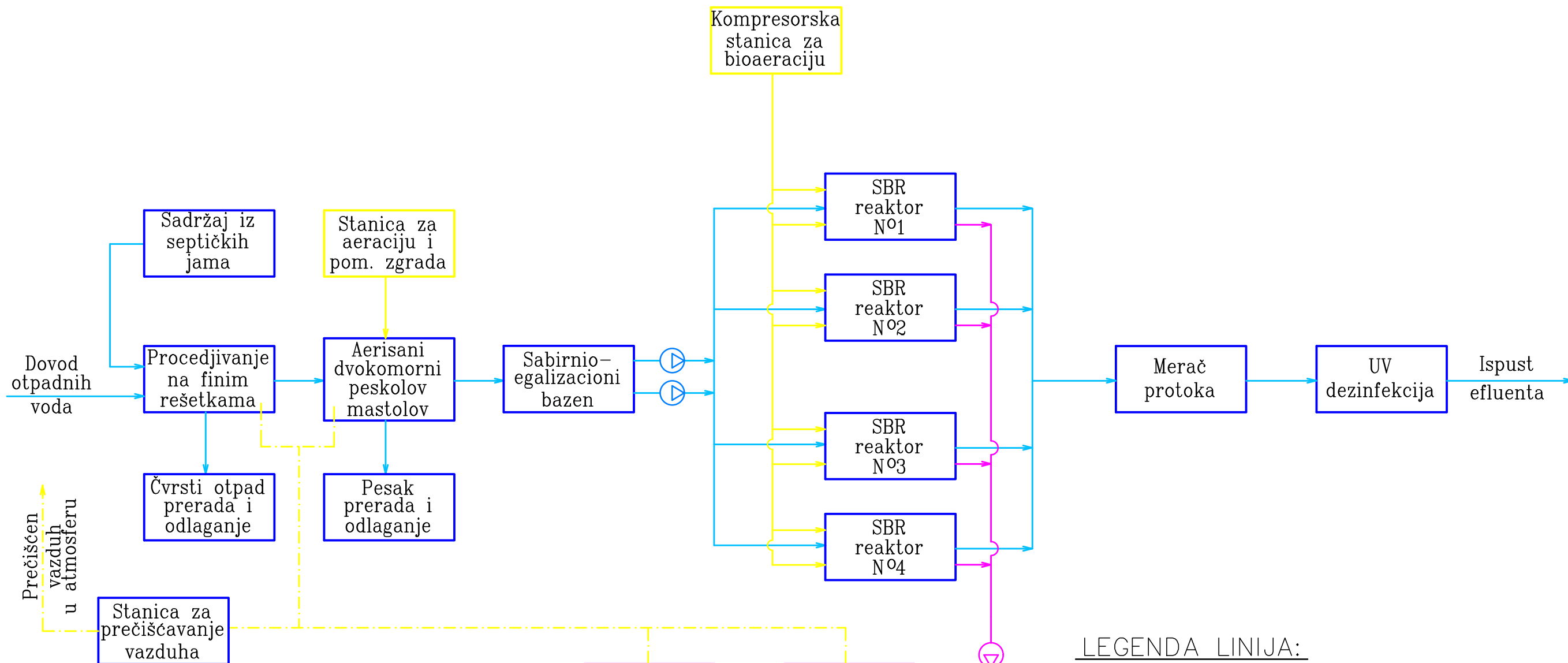
PROJECT EXECUTION AGENCY:  
 AGENCIJA ZA IMPLEMENTACIJU PROJEKTA: **voda.com**

CONTRACTOR / DESIGNER:  
 IZVOĐAČ RADOVA / PROJEKTANT: **massjinta.jv**

DESIGNER:  
 PROJEKTANT: **INSTITUT ZA GRAĐEVINARSTVO D.O.O. POGOORICA**

Chief of the Project / Direktor projekta: **M. Ihan Demir** (SIGN: POTPS)  
 Responsible Designer / Odgovorni projektant: **prof. dr. Goran Sekulic** (SIGN: POTPS)  
 Designer / Projektant: **Mirko Nenezic dipl.ing.mst** (SIGN: POTPS)  
 Designer / Projektant: **Omer Ozkan** (SIGN: POTPS)

Design type: **DETAILED DESIGN - HERCEG NOVI WASTEWATER TREATMENT PLANT**  
 Vrsta projekta: **GLAVNI PROJEKAT - POSTROJENJE ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA HERCEG NOVOG**  
 Design part: **GENERAL PART OF THE PROJECT**  
 Dio projekta: **GLAVNO DIO PROJEKTA**  
 Drawing: **GENERAL LAYOUT**  
 Crtež: **GLAVNO PROJEKT**  
 Drawing No.: **HN-0100-GN-01**  
 Broj crteža:  
 Date: **MARCH 2014**  
 Datum:  
 Scale: **1/250**  
 Mjerštoka:  
 REV. NO.: **4**  
 REV. BROJ:



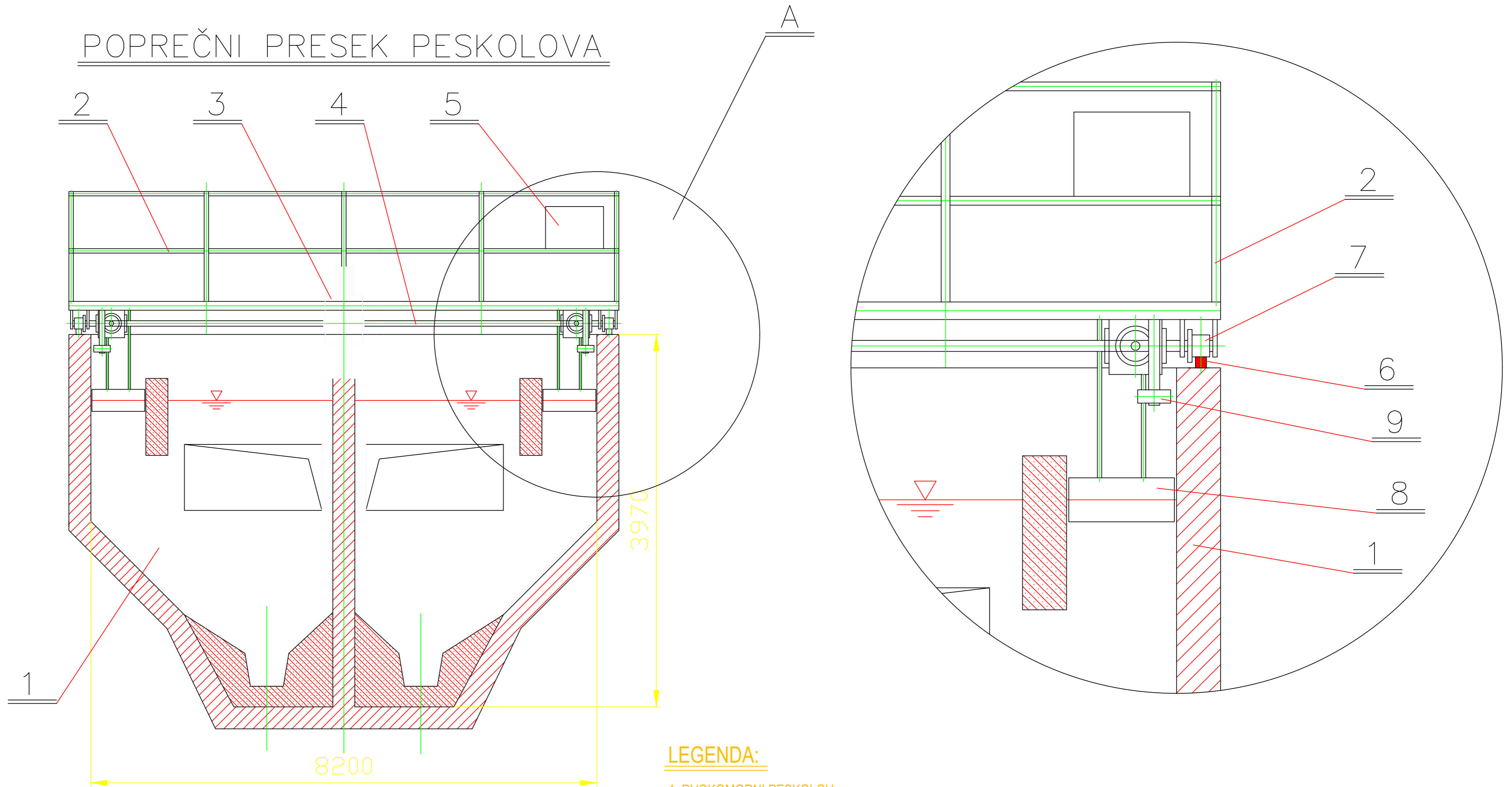
LEGENDA LINIJA:

- Linija vode
- Linija mulja
- Linija hemikalija
- Linija vazduha za bioeraciju
- - - Linija prečišćavanje vazduha

REV.	Opis revizije	Datum	Crtao	Overio	
<b>"VODING-92" d.o.o.</b> Ul. Vele Nigrinove br. 16a; 11000 Beograd					
Odg.projektant	12.2022.	D.Kos, d.i.m.		Investitor <b>DRUŠTVO ZA IZGRADNJU VODOVODNE I KANALIZACIONE INFRASTRUKTURE U OPŠTINI HERCEG NOVI</b>	
Projektant	12.2022.	S.Arandjelović,d.i.t.		<b>Kompleks / Objekat / Mesto gradnje</b> <b>POSTROJENJE ZA PREČIŠĆAVANJE KOMUNALNIH OTPADNIH VODA MELJINE – HERCEG NOVI</b>	
Obradio	12.2022.	D.Kos, d.i.m.			
Crtao	12.2022.	D.Kos, d.i.m.			
Kontrola	12.2022.	V.Otašević, d.i.g.			
Razmera	Naziv crteža <b>BLOK ŠEMA</b>			Projekat <b>AKCIONI PLAN</b>	Rev. <b>0</b>
---	<b>PROCESA PREČIŠĆAVANJA KOMUNALNIH OTPADNIH VODA NA PPOV MELJINE-HERCEG NOVI</b>			Crtež broj <b>PPOV-MHN-AP-02</b>	List ---

DETALJ "A"

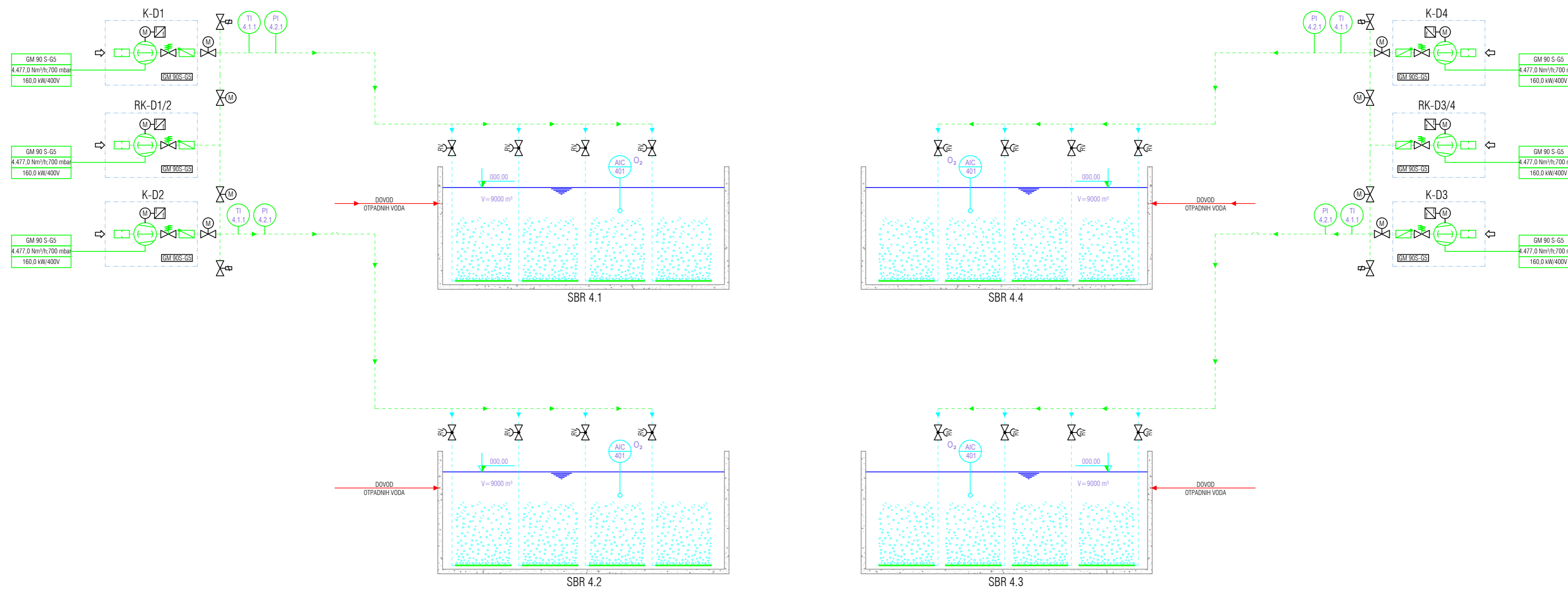
POPREČNI PRESEK PESKOLOVA



LEGENDA:

1. DVOKOMORNI PESKOLOV
2. TRANSLATORNI ZGRTAČ PESKA I MULJA
3. MOTOR-REDUKTORSKI POGON
4. TRANSLATORNOG ZGRTAČA (MOSTNE KONSTRUKCIJE)
5. ČELIČNO POGONSKO VRATILO ZA PRENOS SNAGE SA MOTOR-REDUKTORA NA TOČKOVE
6. ŠINA-KVADRATNI ČELIČNI PROFIL
7. POGONSKI TOČAK (TOČAK RUDARSKOG VAGONETA)
8. GORNJA GRITALICA ZA ZGRTRANJE POVRŠINSKI IZDVOJENOG MULJA I PENE
9. BOČNI TOČKOVI

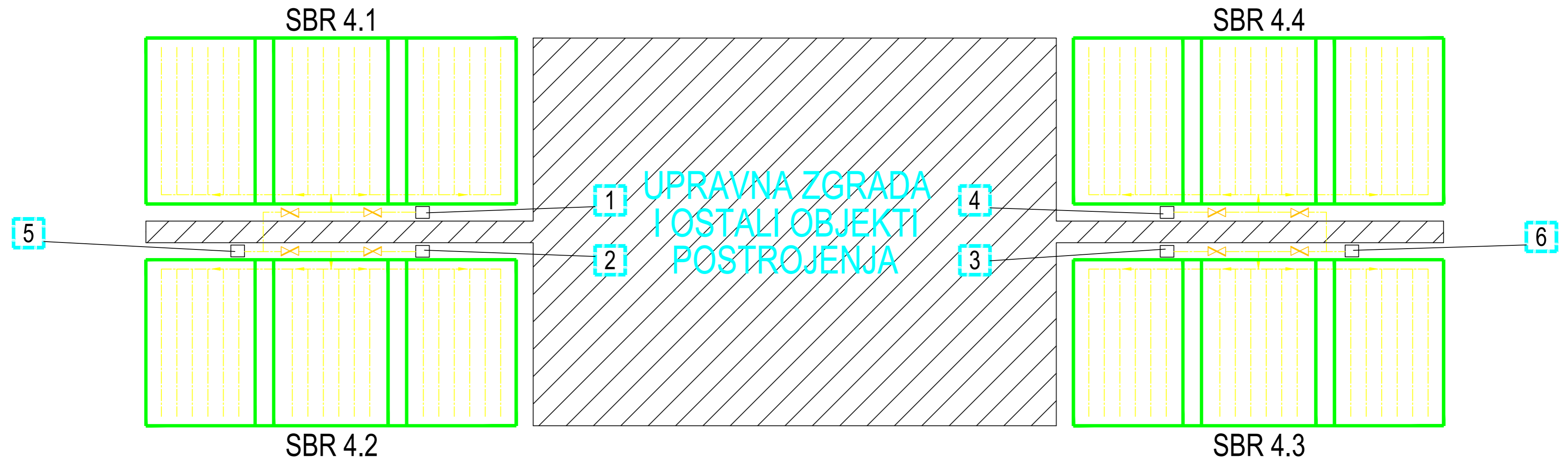
REV.	Opis revizije	Datum	Crtao	Overio
<p>"VODING-92" d.o.o.                  Ul. Vele Nigrinove br. 16a; 11000 Beograd</p>				
Odg.projektant	12.2022.	D.Kos, d.i.m.	Paraf	Investitor DRUŠTVO ZA IZGRADNJU VODOVODNE I KANALIZACIONE INFRASTRUKTURE U OPŠTINI HERCEG NOVI
Projektant	12.2022.	S.Arandjelović, d.i.t.		Kompleks / Objekt / Mesto gradnje
Obradio	12.2022.	D.Kos, d.i.m.		POSTROJENJE ZA PREČIŠĆAVANJE KOMUNALNIH OTPADNIH VODA
Crtao	12.2022.	D.Kos, d.i.m.		MELJINE - HERCEG NOVI
Kontrola	12.2022.	V.Otašević, d.i.g.		
Razmera	Naziv crteža PREDLOG REŠENJA ZA REKONSTRUKCIJU POGONSKOG MEHANIZMA TRANSLATORNOG ZGRTAČA, ZAMENU TOČKOVA I POSTAVLJANJE ŠINSKIH STAZA		Projekt AKCIONI PLAN	Rev.
1:25			Crtež broj PPOV-MHN-AP-03	List



REV.	Opis revizije	Datum	Crtao	Overio
	<b>”VODING-92” d.o.o.</b> Ul. Vele Nigrinove br. 16a; 11000 Beograd			
Odg.projektant	Datum	Ime i prezime	Paraf	Investitor
Projektant	12.2022.	D.Kos, d.i.m.		DRUŠTVO ZA IZGRADNJU VODOVODNE I KANALIZACIONE INFRASTRUKTURE U OPŠTINI HERCEG NOVI
Obradio	12.2022.	S.Arandjelović, d.i.t.		Kompleks / Objekt / Mesto gradnje
Crtao	12.2022.	D.Kos, d.i.m.		POSTROJENJE ZA PREČIŠĆAVANJE KOMUNALNIH OTPADNIH VODA MELJINE – HERCEG NOVI
Kontrola	12.2022.	V.Otašević, d.i.g.		
Razmera	Naziv crteža	Projekt	AKCIONI PLAN	Rev. $\Delta$
---	TEHNOLOŠKA ŠEMA PREDLOGA ZA REKONSTRUKCIJU SISTEMA ZA AERACIJU OTPADNIH VODA U SBR REAKTORIMA	Crtež broj	PPOV-MHN-AP-04	List



# DISPOZICIJA PPOV MELJINE-HERCEG NOVI



## LEGENDA:

1. Radni kompresor-duvaljka za biobazen SBR 4.1
2. Radni kompresor-duvaljka za biobazen SBR 4.2
3. Radni kompresor-duvaljka za biobazen SBR 4.3
4. Radni kompresor-duvaljka za biobazen SBR 4.4
5. Rezervni kompresor-duvaljka za reaktore SBR 4.1 i SBR 4.2
6. Rezervni kompresor-duvaljka za reaktore SBR 4.3 i SBR 4.4

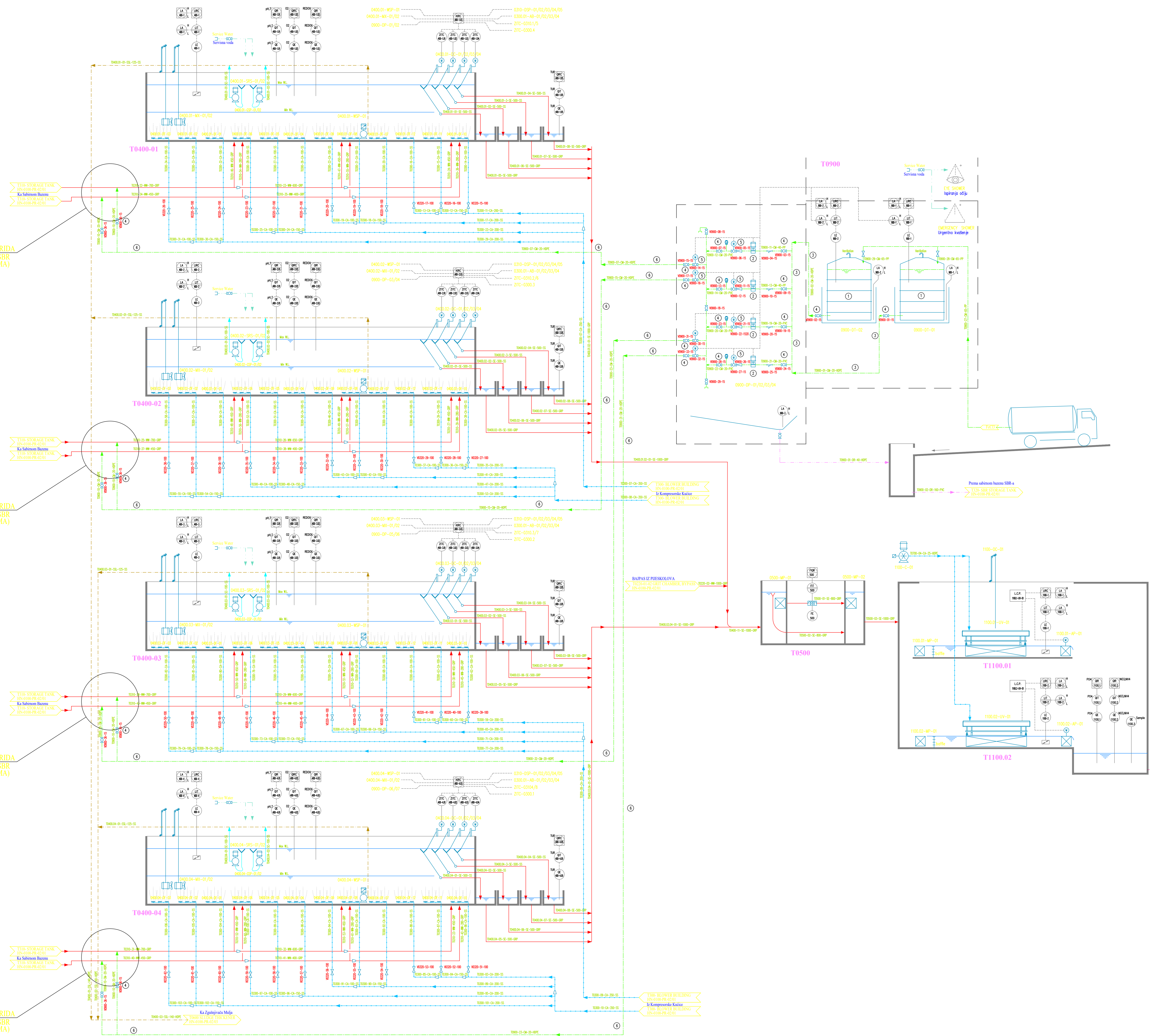
REV.	Opis revizije	Datum	Crtao	Overio
	"VODING-92" d.o.o. Ul. Vele Nigrinove br. 16a; 11000 Beograd			
Odg.projektant	12.2022.	D.Kos, d.i.m.		Investitor DRUŠTVO ZA IZGRADNJU VODOVODNE I KANALIZACIONE INFRASTRUKTURE U OPŠTINI HERCEG NOVI
Projektant	12.2022.	S.Arandjelović,d.i.t.		Kompleks / Objekt / Mesto gradnje POSTROJENJE ZA PREČIŠĆAVANJE KOMUNALNIH OTPADNIH VODA MELJINE – HERCEG NOVI
Obradio	12.2022.	D.Kos, d.i.m.		
Crtao	12.2022.	D.Kos, d.i.m.		
Kontrola	12.2022.	V.Otašević, d.i.g.		
Razmera	Naziv crteža	Projekt		Rev.
1:50	PREDLOG ZA NOVU KONFIGURACIJU, (POLOŽAJ) KOMPRESORA-DUVALJKI U ODNOSU NA SBR REAKTORE (BIOBAZENE)	AKCIONI PLAN		△
		Crtež broj PPOV-MHN-AP-05		List ---

MESTO DOZIRANJA FERILORIDA  
POTISNI CEVOVOD PREMA SBR  
REAKTORIMA (BIOBAZENIMA)

MESTO DOZIRANJA FERILORIDA  
POTISNI CEVOVOD PREMA SBR  
REAKTORIMA (BIOBAZENIMA)

MESTO DOZIRANJA FERILORIDA  
POTISNI CEVOVOD PREMA SBR  
REAKTORIMA (BIOBAZENIMA)

MESTO DOZIRANJA FERILORIDA  
POTISNI CEVOVOD PREMA SBR  
REAKTORIMA (BIOBAZENIMA)

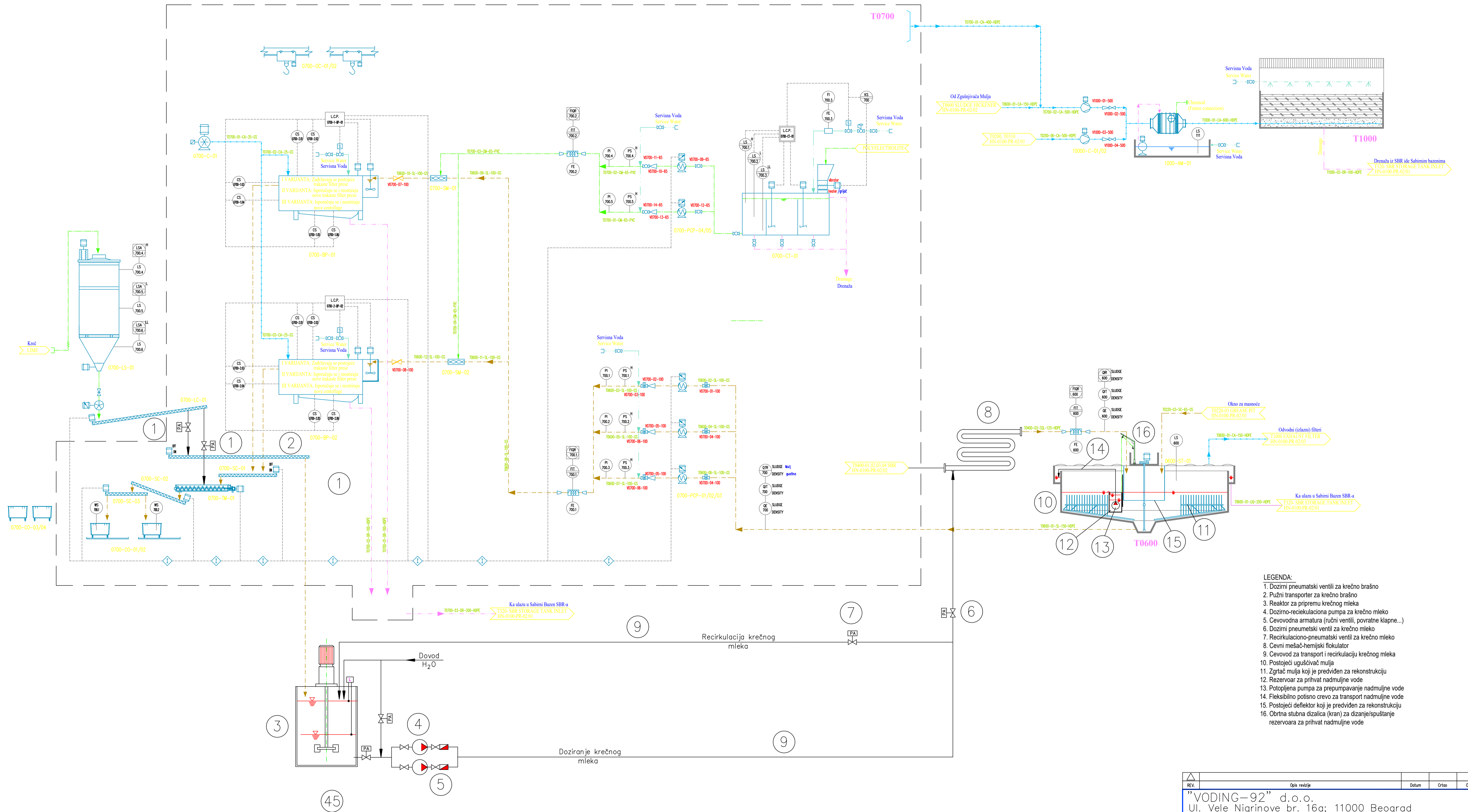


- LEGENDA:
1. Rezervoari za ferilorida
  2. Dozirne pumpe za ferilorida
  3. Usisni cevovodi
  4. Ručni kuglasti ventili
  5. Kuglasti ventili sa motoriziranim aktuatorom
  6. Potisni cevovod

REV.	Opis revizije	Datum	Crtao	Ovao
1	PROJEKAT			
2	PROJEKAT			
3	PROJEKAT			
4	PROJEKAT			
5	PROJEKAT			
6	PROJEKAT			
7	PROJEKAT			
8	PROJEKAT			
9	PROJEKAT			
10	PROJEKAT			

**TEHNOLOŠKA ŠEMA**  
 PREDLOGA ZA REKONSTRUKCIJU LINIJE ZA DOZIRANJE  
 FERILORIDA (MENA SE MESTO DOVOZA FeCl<sub>3</sub>)

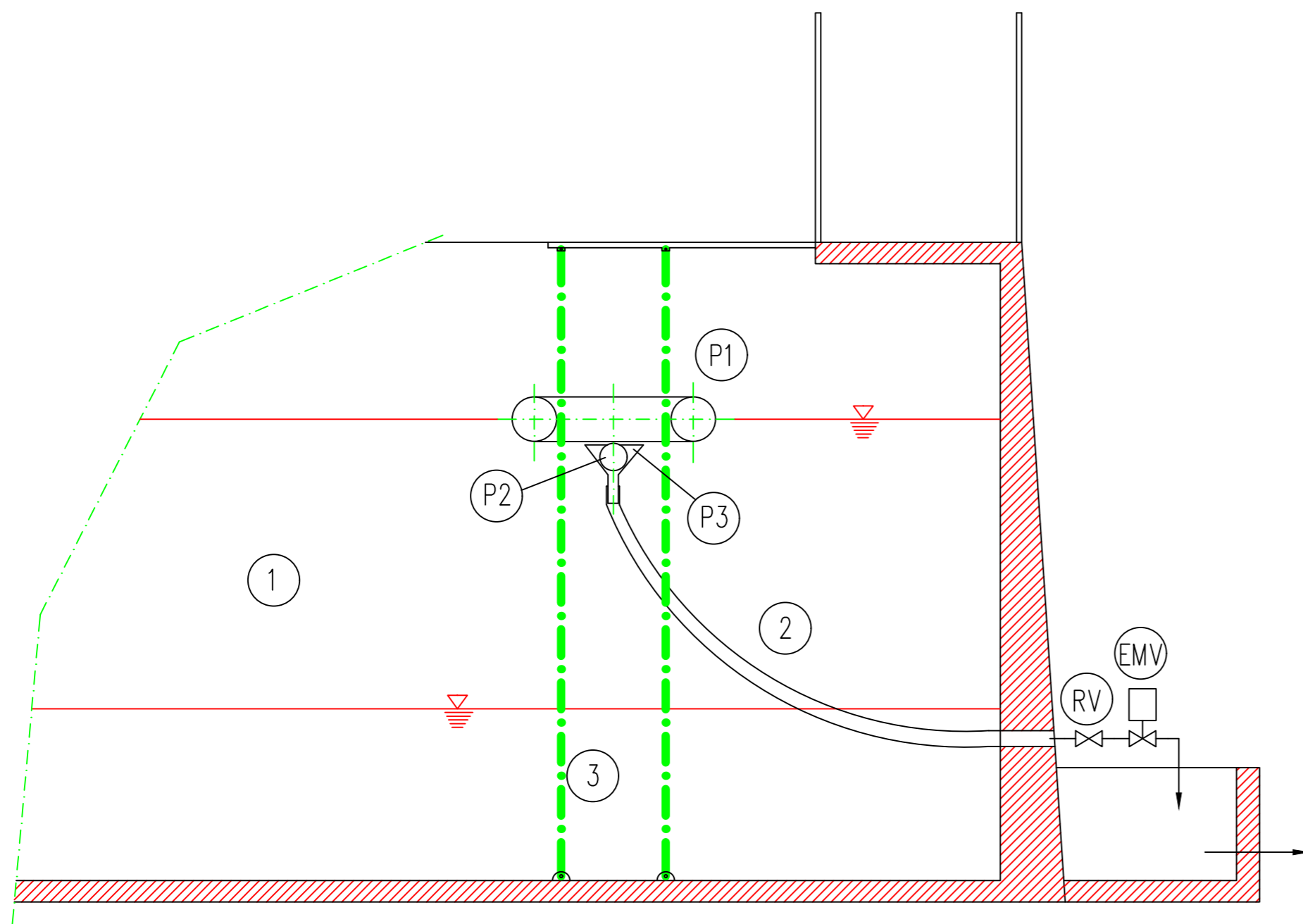
Projekat: AKOIN PLAN  
 Članak: ---  
 LSK: ---



- LEGENDA:**
1. Dozimni pneumatski ventili za krečno brašno
  2. Pužni transporter za krečno brašno
  3. Reaktor za pripremu krečnog mleka
  4. Dozimo-reciklaciona pumpa za krečno mleko
  5. Cevodna armatura (ručni ventili, povratne klapne...)
  6. Dozimni pneumatski ventili za krečno mleko
  7. Recirkulaciono-pneumatski ventili za krečno mleko
  8. Cevni mešać-hemijski flokulator
  9. Cevovod za transport i recirkulaciju krečnog mleka
  10. Postojeći ugušivač mulja
  11. Zgrtač mulja koji je predviđen za rekonstrukciju
  12. Rezervoar za prihvatanje nadmudne vode
  13. Potopljena pumpa za prepuštanje nadmudne vode
  14. Fleksibilno potisno crevo za transport nadmudne vode
  15. Postojeći deflektor koji je predviđen za rekonstrukciju
  16. Obrtna stubna dizalica (kran) za dizanje/spuštanje rezervoara za prihvatanje nadmudne vode

REV	Opis revizije			Datum	Crtao	Ovrio
1	"VODING-92" d.o.o. Ul. Vele Nigrinove br. 16a; 11000 Beograd					
Osprojekant	12.2022	D.Kos., d.l.m.	Paraf	Investitor	DRUŠTVO ZA IZGRADNJU VODOVODNE I KANALIZACIONE INFRASTRUKTURE U OPŠTINI HERCEG NOVI	
Projekant	12.2022	S.Aronđelović,d.l.t.		Kompleks / Objekt / Mesto gradnje	POSTROJENJE ZA PREČIŠĆAVANJE KOMUNALNIH OTPADNIH VODA	
Obroda	12.2022	D.Kos., d.l.m.			MELJINE – HERCEG NOVI	
Crtao	12.2022	D.Kos., d.l.m.				
Kontrola	12.2022	V.Otošević, d.i.g.				
Dimenzija	Naziv crteža: <b>TEHNOLOŠKA ŠEMA</b> PREDLOGA ZA REKONSTRUKCIJU LINIJE MULJA (UGUŠIVAČA MULJA I DELA DEHIDRATACIJE MULJA)			Projekat	AKCIJNI PLAN	Rev. 1
				Crtež broj	PPOV-MHN-AP-07	

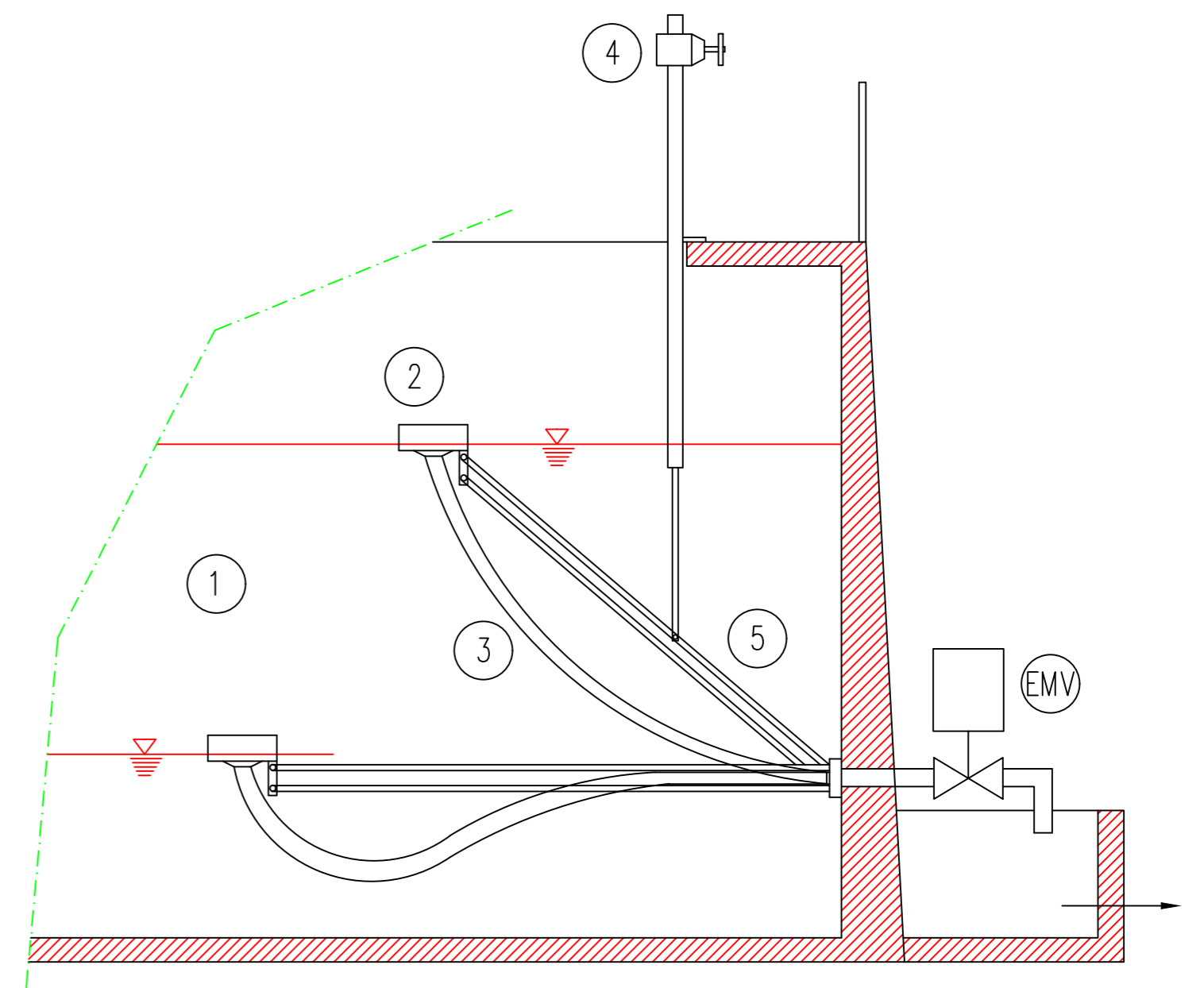
# I VARIJANTA



## LEGENDA:

- 1. SBR reaktor
- 2. Fleksibilna cev
- 3. Sajle za vodjenje
- P1– Plivajuća konstrukcija
- P2– Kugla ventil
- P3– Podešljivi levak
- RV– Regulacioni ventil
- EMV– Elektromotorni ventil

# II VARIJANTA



## LEGENDA:

- 1. SBR reaktor
- 2. Plivajući ponton
- 3. Fleksibilna creva
- 4. Auma pogon
- 5. Noseće šipke
- EMV– Elektromotorni ventil

REV.	Opis revizije	Datum	Crtao	Overio
"VODING-92" d.o.o. Ul. Vele Nigrinove br. 16a; 11000 Beograd				
Odg.projektant	12.2022. D.Kos, d.i.m.	Paraf	Investitor	DRUŠTVO ZA IZGRADNJU VODOVODNE I KANALIZACIONE INFRASTRUKTURE U OPŠTINI HERCEG NOVI
Projektant	12.2022. S.Arandjelović,d.i.t.		Kompleks / Objekt / Mesto gradnje	POSTROJENJE ZA PREČIŠĆAVANJE KOMUNALNIH OTPADNIH VODA MELJINE – HERCEG NOVI
Obradio	12.2022. D.Kos, d.i.m.			
Crtao	12.2022. D.Kos, d.i.m.			
Kontrola	12.2022. V.Otašević, d.i.g.			
Razmera	Naziv crteža	Projekt	AKSIONI PLAN	Rev.
---	VARIJANTNA REŠENJA ZA REKONSTRUKCIJU DEKANTERA	Crtež broj	POV-MHN-AP-08	List

REDNI BROJ	AKTIVNOST	VREME REALIZACIJE AKTIVNOSTI U MESECIMA															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Izrada projektno-tehničke dokumentacije	█															
2	Nabavka mašinske i elektro opreme			█													
3	Gradjevinski radovi									█							
4	Montaža mašinske i elektro opreme									█							
5	Tehnički prijem												█				
6	Ispitivanje, puštanje u rad, probni rad i obuka osoblja												█				
7	Ishodovanje vodne dozvole													█			
8	Ishodovanje upotrebne dozvole																█

△	Opis revizije	Datum	Crtao	Overio
REV.				
"VODING-92" d.o.o. Ul. Vele Nigrinove br. 16a; 11000 Beograd				
Odg.projektant	Datum	Ime i prezime	Paraf	Investitor
12.2022.	D.Kos, d.i.m.			DRUŠTVO ZA IZGRADNJU VODOVODNE I KANALIZACIONE INFRASTRUKTURE U OPŠTINI HERCEG NOVI
Projektant	Datum	Ime i prezime	Paraf	Kompleks / Objekat / Mesto gradnje
12.2022.	S.Arandjelović,d.i.t.			POSTROJENJE ZA PREČIŠĆAVANJE KOMUNALNIH OTPADNIH VODA MELJINE – HERCEG NOVI
Obradio	Datum	Ime i prezime	Paraf	
12.2022.	D.Kos, d.i.m.			
Crtao	Datum	Ime i prezime	Paraf	
12.2022.	D.Kos, d.i.m.			
Kontrola	Datum	Ime i prezime	Paraf	
12.2022.	V.Otašević, d.i.g.			
Razmera	Naziv crteža			Projekat
---	TERMIN PLAN ZA REALIZACIJU POSLOVNIH AKTIVNOSTI NA REKONSTRUKCIJI PPOV MELJINE-HERCEG NOVI			AKCIONI PLAN
	Crtež broj			Rev. △
	PPOV-MHN-AP-08			List
				---