

3- PROJEKAT HIDROTEHNIČKIH INSTALACIJA

INVESTITOR: JKP „Vodovod“ Zaječar,
Bulevar dr Zorana Đinđića 5,
19 000 Zaječar

OBJEKAT POSTROJENJE ZA PREČIŠĆAVANJE VODE
ZA PIĆE " KRALJEVICA "
K.P. 7673/3 K.O. Zaječar

VRSTA TEHNIČKE
DOKUMENTACIJE: **IDP-IDEJNI PROJEKAT**

NAZIV I OZNAKA
DELA PROJEKTA: **3- Projekat hidrotehničkih instalacija**

ZA GRAĐENJE /
IZVOĐENJE RADOVA: Nova gradnja i rekonstrukcija

PROJEKTANT: **Institut za vodoprivredu »Jaroslav Černi« a.d.**
Ulica Jaroslava Černog 80
11226 Pinosava - Beograd

ODGOVORNO LICE
PROJEKTANTA: Direktor Zavoda za vodosnabdevanje, kanalizaciju
i zaštitu voda
Dušan Đurić, dipl. građ. inž.

Pečat:



Dušan Đurić

Potpis: _____

Direktor
Instituta za vodoprivredu "Jaroslav Černi"
Prof. dr Milan Dimkić, dipl. građ. inž.

M. Dimkić

Potpis: _____

ODGOVORNI PROJEKTANT:
Lični pečat:



Bojan Obušković, dipl. građ. inž.
Broj licence: : 314 K756 11

Bojan 3

Potpis: _____

БОЈАН
ОБУШКОВИЋ
0809980710002-0809980710002
DN: cn=БОЈАН ОБУШКОВИЋ
0809980710002-0809980710002,
c=RS
Date: 2017.09.08 10:33:52 +02'00'

BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE:
MESTO I DATUM:

IDP 31/45-2016-3
Beograd, 2017.god.

1.2. Sadržaj projekta hidrotehničkih instalacija:

1.1.	Naslovna strana
1.2.	Sadržaj
1.3.	Rešenje o određivanju odgovornog projektanta
1.4.	Izjava odgovornog projektanta
1.5.	Tekstualna dokumentacija
1.6.	Numerička dokumentacija
1.7.	Grafička dokumentacija

1.3. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA

Na osnovu člana 128.Zakona o planiranju i izgradnji ("Službeniglasnik RS", br. 72/09, 81/09-ispravka, 64/10 odluka US, 24/11 i 121/12, 42/13–odluka US, 50/2013–odluka US, 98/2013–odluka US, 132/14 i 145/14)i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i način vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata ("Službeni glasnik RS", br. 23/2015. 77/2015, 58/2016 godine) kao:

ODGOVORNI PROJEKTANT

za izradu projekta hidrotehničkih instalacija koji je deo Idejnog projekta rekonstrukcije i dogradnje PPV "Kraljevica" u Zaječaru - broj katastarske parcele 7673/3 K.O Zaječar, određuje se:

Bojan Obušković, dipl.građ.inž.

Broj licence : 314 K756 11

PROJEKTANT:

Institut za vodoprivredu Jaroslav Černi«a.d.
Ulica Jaroslava Černog 80
11226 Pinosava - Beograd

ODGOVORNO LICE

PROJEKTANTA:

Direktor Instituta za vodoprivredu
"JaroslavČerni"
Prof. dr Milan Dimkić, dipl.građ.inž.

Pečat:



Potpis: _____

BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE: **IDP 31/45-2016-3**

MESTO I DATUM:

Beograd, 2017. god.

1.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA HIDROTEHNIČKIH INSTALACIJA

Odgovorni projektant projekta hidrotehničkih instalacija, koji je deo Idejnog projekta rekonstrukcije i dogradnje PPV "Kraljevica" u Zaječaru - broj katastarske parcele 7673/3 K.O Zaječar,

Bojan Obušковић, dipl.građ.inž.

IZJAVLJUJEM

1. Da je projekat u svemu u skladu sa izdatim lokacijskim uslovima
2. Da je projekat izrađen u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji, propisima, standardima i normativima iz oblasti izgradnje objekata i pravilima struke,
3. Da su pri izradi projekta poštovane sve propisane i utvrđene mere i preporuke za ispunjenje osnovnih zahteva za objekat i da je projekat izrađen u skladu sa merama i preporukama kojima se dokazuje ispunjenost osnovnih zahteva.

Odgovorni projektant : **Bojan Obušковић, dipl.građ.inž.**

Broj licence: **314 K756 11**

Pečat: Potpis:



BROJ TEHNIČKE DOKUMENTACIJE: **IDP 31/45-2016-3**

MESTO I DATUM: Beograd, 2017.god.

IDEJNI PROJEKAT REKONSTRUKCIJE I DOGRADNJE POSTROJENJA ZA PRERADU VODE "KRALJEVICA", ZAJEČAR

S A D R Ž A J:

I TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

1.	U V O D.....	4
1.1.	Postojeće stanje vodosnabdevanja.....	4
1.2.	Ciljevi rekonstrukcije.....	5
2.	POSTOJEĆE STANJE POSTROJENJA.....	6
2.1.	Regulacioni blok.....	7
2.2.	Šaht merača protoka sirove vode.....	7
2.3.	Doziranja hemikalija.....	7
2.4.	Prethodno hlorisanje.....	7
2.5.	Doziranje aktivnog uglja u prahu.....	8
2.6.	Doziranje koagulanata I raspodelna komora.....	8
2.7.	Pulzator.....	9
2.8.	Ozonizacija.....	10
2.9.	Filtracija.....	12
2.10.	Cevna galerija.....	13
2.11.	Rezervoar čiste vode.....	14
2.12.	Završno hlorisanje.....	14
2.13.	Pumpne stanice i mašinska sala.....	14
2.14.	Šaht merača protoka čiste vode.....	15
2.15.	Upravljanje, automatika i elektro instalacije.....	16
2.16.	Laboratorija.....	16
2.17.	Tretman otpadnih voda.....	16
3.	HIDRAULIČKA SLIKA POSTROJENJA.....	18
4.	BUDUĆE STANJE - REKONSTRUKCIJA POSTROJENJA.....	19
4.1.	Regulacioni blok.....	21
4.2.	Raspodelna komora - Predozonizacija.....	22
4.3.	Koagulacija i flokulacija.....	23
4.4.	Pulzator.....	25
4.5.	Ozonizacija.....	26
4.5.1.	Uvođenje ozona u vodu.....	28
4.5.2.	Sistem za destrukciju ozona (destruktori ozona).....	28
4.6.	Oprema gasifikacione stanice tečnog kiseonika.....	29
4.7.	Oprema gasifikacione stanice CO ₂	30
4.8.	Filtracija.....	31
4.9.	Cevna galerija.....	34

4.10.	Pumpna stanica za pranje filtera	34
4.11.	Pumpna stanica za potis vode u grad	35
4.12.	Taložnica – laguna	37

III NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

1.	HIDRAULIČKI PRORAČUN LINIJE VODE	41
2.	PROCENA INVESTICIJA	44

III GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

1. SITUACIJA PPV “KRALJEVICA” - POSTOJEĆE STANJE
2. SITUACIJA PPV “KRALJEVICA” – NOVOPROJEKTOVANO STANJE
3. HIDRAULIČKI PROFIL – POSTOJEĆE STANJE
4. HIDRAULIČKI PROFIL – NOVOPROJEKTOVANO STANJE
5. PODUŽNI PROFIL DOVODA SIROVE VODE NA FLOKULACIJU DN 500
6. PODUŽNI PROFIL DOVODA VODE VODE NA PULZATOR DN 700
7. PODUŽNI PROFIL KANALIZACIJE Ø 200
8. PODUŽNI PROFIL VODOVODA DN 32
- 9.1. PODUŽNI PROFIL CEVOVODA ZA GAS (CO₂) OD REZERVOARA DO FLOKULACIJE DN 32
- 9.2. PODUŽNI PROFIL CEVOVODA ZA GAS (CO₂) OD FLOKULACIJE DO REGULACIONOG ZATVARAČA DN 32
- 10.1. PODUŽNI PROFIL CEVOVODA TEČNOG KISEONIKA OD REZERVOARA DO OBJEKTA OZONIZACIJE DN 32
- 10.2. PODUŽNI PROFIL CEVOVODA TEČNOG KISEONIKA OD OBJEKTA OZONIZACIJE DO RASPODELNE KOMORE DN 32

I TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

1. UVOD

Početak rešavanja problema organizovanog vodosnabdevanja grada Zaječara datira od 1923. godine kada je David Grove A.-G.A.D.-Berlin-Šarlotenburg napravio Idejno rešenje vodosnabdevanja Zaječara koji je tada imao 10.000 stanovnika. Projekat iz 1923. god. nije realizovan, a do pravog rešenja i realizacije snabdevanja Zaječara vodom dolazi mnogo kasnije.

U cilju rešavanja vodosnabdevanja grada Zaječara i odvođenja otpadnih voda osnovana je Uprava za vodovod i kanalizaciju. Tokom narednih godina, Uprava prerasta u Preduzeće za vodovod i kanalizaciju Zaječar, koje postoji sve do 1977. godine kada se spaja sa ostalim komunalnim preduzećima u jedinstveno javno komunalno preduzeće RO „Komunalac“ Zaječar. Ovo preduzeće se rekonstruira 1990. godine, a osnivačkim aktom Skupštine opštine Zaječar osniva se Javno Komunalno Preduzeće „VODOVOD“ Zaječar kao javno komunalno preduzeće u državnoj svojini sa osnovnom delatnošću: prečišćavanje i distribucija vode i odvođenje otpadnih voda.

Početak organizovanog vodosnabdevanja u Zaječaru vezuje se za početak eksploatacije izvorišta „Beli Timok“ od 1957. godine zahvatanjem vode iz aluviona Belog Timoka. Izvorište je obezbeđivalo 70 l/s vode za piće. Intenzivnim rastom broja stanovnika i industrije raste i potreba za većom količinom vode. Zato je sedamdesetih godina realizovan projekat izvorišta „Tupižnica“, kojim se dobilo dodatnih 60 l/s pijaće vode. Korišćenjem ove vode Zaječarci su dobili 130 l/s vode za piće. Daljim razvojem grada Zaječara i privrede ponovo se pojavljuje problem nedostatka vode, pa se 1983. godine donosi odluka o gradnji sistema za vodosnabdevanje „Grlište“, a 1985. godine počinje se sa izgradnjom. Septembra 1990. godine sistem „Grlište“, na kome je završena prva faza izgradnje, počinje sa proizvodnjom vode za piće. Na ovaj način je obezbeđena dovoljna količina higijenski ispravne vode za piće za grad Zaječar. Kapacitet proizvodnje pijaće vode u JKP „Vodovod“ Zaječar bio je daleko iznad potreba potrošnje vode u gradu. Zato, od 1990. godine, a intenzivno od 2000. godine, kreće se sa izgradnjom cevovoda ka selima i distributivne mreže u seoskim naseljima.

1.1. Postojeće stanje vodosnabdevanja

Zahvatanje vode za potrebe vodosnabdevanja grada Zaječara i naselja vrši se sa tri izvorišta: „Beli Timok“, „Tupižnica“ i iz akumulacije Grlište.

Sistem zahvatanja vode na izvorištu Beli Timok čine kopani bunari sa nategama kojima se dovodi voda do sabirnog bunara. Na izvorištu je izgrađena i opremljena crpna stanica „Beli Timok“ iz koje se voda potiskuje u distributivnu vodovodnu mrežu i rezervoar „Kraljevica“. Kapacitet izvorišta varira u zavisnosti od nivoa vode u Belom Timoku i kreće se od 50 l/s u periodu niskog vodostaja na Timoku do 75 l/s pri visokom vodostaju. Kvalitet vode izvorišta je takav da se hlorisanjem vode u sabirnom bunaru postiže apsolutna ispravnost vode za piće, bez primene tehnološkog tretmana.

Od 1973. godine u radu je i Izvorište Tupižnica koje čini karstno vrelo na obodu istoimene planine. Kapacitet izvorišta je ograničen kapacitetom cevovoda i iznosi 60 l/s iako izdašnosti izvorišta sa samoizlivom varira u rasponu od 25 l/s do 2500 l/s. Voda sa ovog vrela

transportuje se gravitacionim cevovodom dužine 26 km i prečnika 300 i 350 mm, do distributivne mreže u Zaječaru i rezervoara „Kraljevica“. Voda na izvoristu je izuzetnog kvaliteta, pa se na izvoristu vrši samo blago hlorisanje bez ikakve potrebe za tretmanom.

Sistem „Grlište“ je pušten u rad 1990. godine i čine ga brana i akumulacija „Grlište“ i postrojenje za pripremu vode za piće „Kraljevica“. Realizovana je I faza koja uključuje izgradnju brane sa kotom krune 194 mnm, formiranje akumulacije zapremine 12 miliona m³ i postrojenje za tretman vode "Kraljevica" maksimalnog kapaciteta od 700 l/s sirove vode (odnosno 600 l/s prečišćene vode). Drugom fazom planirano je nadvišenje brane do kote 214 mnm, pri čemu bi se dobila akumulacija zapremine 40 miliona m³, a postrojenje bi bilo prošireno na ukupni kapacitet od 1400 l/s sirove vode (1200 l/s prečišćene vode).

Brana „Grlište“ nalazi se neposredno uzvodno od sela Grlište na Grliškoj reci koja predstavlja sistem bujičnih tokova, koji prikuplja vodu sa planina Tupižnice i Lisoča, i koja je najveća leva pritoka Belog Timoka. Na samoj brani postoje 3 vodozahvata na kotama 178.00, 183.00 i 188.00 mnn. Sirova voda za preradu se mahom crpi sa srednjeg i povremeno površinskog vodozahvata. Treći vodozahvat se ne koristi iz razloga što je blizu dna akumulacije a vodu karakteriše izrazito loš kvalitet.

1.2. Ciljevi rekonstrukcije

Postrojenje za prečišćavanje vode "Kraljevica" u Zaječaru je u funkciji od 1990. godine i izgrađeno je za bruto kapacitet 700 l/s, odnosno 600 l/s prečišćene vode. Sirova voda se zahvata iz obližnje akumulacije Grlište i cevovodom prečnika DN 900 u dužini od oko 12 km dovodi do postrojenja. Na slivnom području akumulacije najviše su zastupljene obradive površine, zatim šume, pašnjaci i livade, što ukazuje na prisutnu potencijalnu opasnost od erozije. Takođe, potencijalna stalna opasnost za kvalitet vode u akumulaciji su i četiri seoska naselja locirana u slivnom području, sa nerešenim pitanjem odlaganja tečnog i čvrstog otpada. Akumulacija je plitka, od svega 3 – 4m u njenom gornjem delu do oko 20 metara kod brane. Količina vode u akumulaciji zavisi od dotoka vode, potrošnje vode i vremenskih prilika i u velikoj meri utiče na stanje i kvalitet vode u akumulaciji, a samim tim i na tehnološki tretman.

Nakon 25 godina uspešnog funkcionisanja, usled zastarelosti opreme kao i promena kvaliteta sirove vode usled procesa starenja akumulacije neophodno je pristupiti rekonstrukciji i inoviranju postojećeg tehnološkog procesa prerade vode, uz uvođenje novih i savremenijih tehnologija kao i odgovarajuće savremene opreme, kako bi kvalitet vode na izlazu iz postrojenja i u budućnosti u potpunosti zadovoljavao zakonske propise i za uslove najnepovoljnijeg kvaliteta ulazne sirove vode.

Originalnim projektom je predviđeno da se kapacitet postrojenja može proširiti za dodatnih 700 l/s, ali za tim u bliskoj budućnosti neće biti potrebe, tako da ovom rekonstrukcijom nije obuhvaćeno i povećanje kapaciteta postrojenja već on ostaje 350 l/s.

Ovde je izuzetno važno napomenuti da se mora voditi računa o tome da se građevinski i svi drugi radovi na postrojenju moraju odvijati tako da postrojenje normalno funkcioniše, odnosno da potrošači ne ostanu bez vode. Svi prekidi u radu moraju biti tačno isplanirani da traju kratko vreme. Radove treba izvoditi u vremenskom periodu godine kada potrebe za vodom nisu maksimalne.

2. POSTOJEĆE STANJE POSTROJENJA

Sirova voda zahvaćena iz akumulacije „Grlište“ transportuje se do postrojenja za preradu vode „Kraljevica“ cevovodom dužine 12 592 m, od čeličnih cevi prečnika DN 1000. Cevovod je dimenzionisan za potrebe I faze tj. za protok sirove vode od 700 l/s.

Tehnološki tretman postrojenja za prečišćavanje vode „Kraljevica“ sadrži sledeće tehnološke operacije:

1. Predhodno hlorisanje
2. Doziranje aktivnog uglja u prahu
3. Koagulacija i flokulacija
4. Taloženje
5. Ozonizacija
6. Filtriranje
7. Završno hlorisanje

Objekti na postrojenju:

- regulacioni blok
- šaht merača protoka
- raspodelna komora
- taložnica (pulzator)
- ozonski blok
- peščani filtri
- rezervoar čiste vode



Sl.2.1. Upravna zgrada na postrojenju „Kraljevica“

2.1. Regulacioni blok

Prvi objekat na postrojenju je regulacioni blok koji se sastoji od dve grane DN 800 na kojima je postavljen:

- regulacioni leptirasti zatvarač DN 800 na elektromotorni pogon
- dva leptirasta zatvarača DN 800 na ručni pogon
- montažno demontažni komad DN 800.



Slika 2.2. Regulacioni blok

2.2. Šaht merača protoka sirove vode

Drugi objekat na postrojenju šaht merača protoka u kome je smešten elektromagnetni merač DN 1000 na cevovodu sirove vode DN 1000. Elektromagnetni merač protoka se redovno servisira i nije potrebna njegova zamena jer nema problema u radu.

2.3. Doziranja hemikalija

Glavnim projektom koji je izradio Institut za vodosnabdevanje “Jaroslav Černi” 1986.god. predviđena je se sirovj vodi u cilju poboljšanja kvaliteta i optimizacije procesa tretmana doziraju sledeće hemikalije: hlor za prethodno hlorisanje, koagulant aluminijum sulfat, krečno mleko ili sumporna kiselina za korekciju pH vrednosti, aktivni silicijum-dioksid kao flokulant i aktivni ugalj u prahu. Pre distribucije, predviđeno je da se finalna voda fluoriše i hlorige. Od nekih projektom predviđenih hemikalija se odustalo ili nije bilo potrebe za njihovim doziranjem. U postojećem stanju vrši se doziranje hlora, flokulanta i koagulanta i povremeno, po potrebi akutivnog uglja u prahu.

2.4. Prethodno hlorisanje

Predhodno hlorisanje vrši se u cevovodu sirove vode, ispred dodavanjem hlora u sirovu vodu, čime se obezbeđuje primarna dezinfekcija vode na samom ulazu u postrojenje. Prethodno hlorisanje ima zadatak da se izvrši potpunija i sigurnija dezinfekcija vode, da se

spreči ili umanjuje razmnožavanje algi u postrojenju kao i da se po potrebi izvrši oksidacija organskih materija, gvožđa i mangana.

2.5. Doziranje aktivnog uglja u prahu

Glavnom projektom doziranje aktivnog uglja u prahu predviđeno je da se vrši povremeno, po potrebi u šahtu ispred raspodelne komore. Doziranje bi se vršilo u cilju adsorpcije pojedinih nepoželjnih sastojaka iz vode i njihovog potpunijeg uklanjanja, kao što su: miris, boja, pesticidi, deterdženti, fenoli, organske materije i drugi mikropolutanti. Doziranjem ispred taložnice-pulzatora omogućava se dugo zadržavanje i vreme kontakta vode i aktivnog uglja u oblaku mulja i visok stepen iskorišćenja njegove apsorpcione moći.

U postojećem stanju doziranje aktivnog uglja u prahu vrši se u drugom šahtu ispred raspodelne komore.

2.6. Doziranje koagulanata I raspodelna komora

Postojeći proces bistrenja počinje dodavanjem aluminijum-sulfata direktno u cevovod i polielektorlita u raspodelnu komoru, da bi se pokrenuo proces koagulacije, odnosno flokulacije, kako bi se koloidne nečistoće prevele u taložni oblik formiranjem flokula i njihovim povezivanjem u krupnije agregate.

Cevovodom DN 1000 voda se dovodi u umirujuću komoru u kojoj se vrši raspodela vode i doziranje polielektrolita. Doziranje polielektrolita se vrši u prelivni mlaz na ulazu u odvodnu cev ka odgovarajućem taložniku.



Slika 2.3. Raspodelna komora I doziranje polielektrolita u umirujućoj komori

U raspodelnoj komori postoje tri celine – komore:

- Dovodna komora dimenzija 3.15 x 7.5 m dubine 3 m u koju ulazi dovodna cev DN 1000. Komora je podeljena perforiranom betonskom pločom na dva dela kako bi se zadržale eventualne krupne nečistoće koje mogu doći dovodnim cevovodom
- Prelivna komora dimenzija 0.8 x 7.5 m koja se aktivira u slučaju dotoka veće količine vode od potrebne.
- Odvodna komora dimenzija 1.3 x 3.6 m koja je podeljena na dve odvodne komore prema svakom taložniku. Betonska prelivna ivica za odvod vode je na koti 166.18 mm. Na komorama za odvod vode postavljene su cevi DN 600.

Objekat je u dobrom stanju i prema odabiru budućeg tehnološkog procesa moguća je njegova rekonstrukcija.

2.7. Pulzator

Iz raspodelne komore voda se direktno upušta u dve jedinice za taloženje - pulzatora koje su dimenzionisane svaka na kapacitet od 350 l/s sa vertikalnim strujanjem i oblakom mulja.

Tehničke karakteristike ovih jedinica su:

- dimenzije: dužina ~ 25 m
širina ~ 15,6 m
dubina - dno - otvori na cevima 4,3 m

Voda se dovodi u zvona cevovodom DN 600 dimenzija 2.6 x 2.6 m odakle kroz kanal dimenzija 2.9 x 0.6 m dužine 11 m u cevovode DN 300. Na kanal je priključeno 12 perforiranih cevovoda DN 300 kroz koje voda dolazi u pulzator i na taj način obezbeđena je ravnomerna raspodela vode u pulzatoru po celom dnu. Na cevovodu DN 300 postavljeni su usmerivači vode kako se ne bi remetio formirani oblak mulja u pulzatoru.



Slika 2.4. Pulzator

U središnjem delu pulzatora nalazi se “zvono” koje služi da se obavi flokulacija i obezbedi održavanje oblaka mulja u suspenziji. Iznad “zvona” se nalazi oprema za stvaranje vakuuma u “zvonu” i za povremeno, ritmičko puštanje vazduha u “zvono” čime se formiraju pulzacije

a na ovaj način se održava mulj u oblaku. Višak mulja se preliva u koncentrator mulja i povremeno, automatski ispušta u kanalizaciju sistemom cevi DN 200.

Izbistrena voda se sakuplja sistemom cevi sa otvorima sa gornje strane DN 200 koje se ulivaju u sabirne kanale. Svaki pultazor ima četiri bloka cevi i dva središnja sabirna kanala koji se ulivaju u glavni sabirni kanal postavljen spolja duž zida taložnika kojim se voda odvodi ka objektu za ozonizaciju.

Analizirajući ovu tehnološku celinu, zaključeno je da bi se proces bistrenja poboljšao obezbeđivanjem prostora za odvijanje procesa koagulacije i flokulacije pre upuštanja u taložnice. Proces koagulacije i flokulacije odvija se u samoj taložnici, što znatno umanjuje njenu efikasnost, odnosno dolazi do iznošenja čestica (flokula) sa taložnice.

Da bi se prevazišli problemi koji sad postoje na pulzatoru neophodno je izgraditi jedinicu za odvijanje procesa koagulacije i flokulacije pre upuštanja vode na taložnicu.

2.8. Ozonizacija

Posle taložnice voda betonskim kanalom širine 1.4 m odvodi na objekat za ozonizaciju. Objekat za ozonizaciju čine dve odvojene linije od kojih je u funkciji samo jedna linija za ozonizaciju. Objekat se sastoji od:

- mašinske sale u kojoj je smeštena oprema
- rezervoara u kome su komore za uvođenje ozona i proces ozonizacije.

U mašinskoj sali smeštena su

- dva generatora ozona kapaciteta po 5.0 kg/O₃/h od kojih je jedan radni a drugi rezervni
- destruktor ozona
- kompresori za pneumatski pogon.

Oprema za ozonizaciju je ugrađena 1980 godine i samim tim zastarela i dotrajala. Generatori ozona ozon proizvode iz vazduha tako da od opreme uz generatore ozona postoje visokopritisni kompresori, sušaći vazduha. U mašinskoj sali postoje još dva mesta predviđena za ugradnju generatora ozona za drugu fazu. Destruktor ozona je takođe zastareo i dotrajao.



Slika 2.5. Generatori ozona



Slika 2.6. Destruktor ozona



Slika 2.7. Visokopritisni kompresor

Na osnovu iznetih činjenica može se konstatovati da je neophodna zamena postojeće opreme za ozonizaciju.

2.9. Filtracija

Nakon ozonizacije ozonirana voda se kanalom širine 1.4 m odvodi na gravitacione filtere. Postojeći filteri su peščani gravitacioni filteri sa duplim dnom. Radom filtera može se upravljati iz komandno kontrolnog centra samog postrojenja ili sa pulta pored filterskog polja.

Karakteristike postojeća filterske jedinice su sledeće:

- dimenzije polja: 12,6×5 m
- broj polja: 8 kom.
- površina: 63 m² (504 m²)
- brzina filtracije
 - kapacitet 350 l/s 3.6 m/h
 - kapacitet 400 l/s 2.8 m/h
- visina ispune:
 - kvarcni pesak 1.2 m
 - nadsloj vode 0,6 m
- pranje filtera: vazduh + voda



Slika 2.8. Peščani filteri

Voda se na peščane filtere dovodi na jedno centralno mesto i zbog toga nastaje niz problema u radu filtera:

- dovod vode remeti površinu filterske ispune, naročito nakon pranja filtera,
- nejednaka raspodela vode po filterskim poljima pa samim tim nejednako opterećenje filterskih polja.



Slika 2.9. Dovod vode na peščane filtre

2.10. Cevna galerija

Cevna galerija se nalazi pored peščanih filtera a ispod cevne galerije je rezervoar čiste vode. Sve cevi u cevnoj galeriji su od čelika, a zatvarači međuprirubnički leptirasti zatvarači na pneumatski pogon.

U cevnoj galeriji postavljene su cevi za:

- dovod vode za pranje filtera DN 400
- dovod vazduha za pranje filtera DN 200
- odvod čiste vode DN 250



Slika 2.10. Cevna galerija

Cevovod za odvod čiste vode DN 250 priključen je na cevovodu DN 400 za dovod vode za pranje i direktno se ubada u rezervoar čiste vode.

Sve cevi i zatvarači su stari preko dvadeset godina i dosta su dotrajali i korodirali tako da potrebna njihova zamena kao i zamena svih cevovoda.

Voda od pranja filtera se betonskim kanalima odvodi sa suprotne strane cevne galerije u betonski kanal otpadne vode odakle se voda odvodi u taložnicu za tretman vode od pranja filtera.

2.11. Rezervoar čiste vode

Na postrojenju je izgrađen rezervoar čiste vode zapremine 3000 m³. Iz rezervoara voda se zahvata i potiskuje u distributivnu mrežu i rezervoar „Kraljevica“. Kapacitet crpne stanice prečišćene vode na postrojenju je 450 l/s.

2.12. Završno hlorisanje

Završno hlorisanje predstavlja završni tretman u okviru tehnološkog procesa prečišćavanja vode za piće. Završna dezinfekcija hlorom, koja se obavlja u bazenu čiste vode, obezbeđuje uništavanje eventualno preostalih mikroorganizama i potreban rezidual hlora za transport u distributivnu mrežu.

2.13. Pumpne stanice i mašinska sala

U mašinskoj sali postavljene su:

- pumpe za pranje filtera
- kompresori za pranje filtera
- visokopritisni kompresori za pogon pneumatskih zatvarača
- pumpe za potis vode u grad
- pumpe za kućni vodovod.

Za pranje filtera instalirane su tri centrifugalne pumpe SCP 200-315 Jastrebac Niš karakteristika:

- $Q = 20 - 111 \text{ l/s}$
- $H = 32 - 25 \text{ m}$
- $P = 75 \text{ kW}$

Za pranje filtera instalirana su dva niskopritisna kompresora proizvodnje FAGRAM 774-1

- $Q = 66 \text{ m}^3/\text{min}$
- $p = 0.5 \text{ bar}$
- $P = 90 \text{ kW}$

Za pogon pneumatskih zatvarača instalirana su dva visokopritisna kompresora proizvodnje AtlasCopco snage $P = 11 \text{ kW}$.



Slika 2.11. Mašinska sala

Da bi se obezbedilo bolje pranje filtera potrebno je povećati brzine pranja filtera pa je potrebna zamena postojećih pumpi i kompresora za pranje a samim tim i potisne instalacije.

2.14. Šaht merača protoka čiste vode

U šahtu merača protoka čiste vode smešten je elektromagnetni merač DN 1000 na cevovodu čiste vode DN 1000. Elektromagnetni merač protoka se redovno servisira i nije potrebna njegova zamena jer nema problema u radu.



Slika 2.12. Šaht merača protoka finalne vode

2.15. Upravljanje, automatika i elektro instalacije

Na postrojenju je postavljen sistem za nadzor i upravljanje postrojenjem. Nove objekte i opremu je potrebno inkorporirati u postojeći sistem. Sagledaće se i potrebna zamene i osavremenjevanje postojeće merno regulacione opreme.

2.16. Laboratorija

U okviru rekonstrukcije postrojenja, potrebno je obnoviti i osavremeniti opremu u laboratoriji. U tom smislu treba planirati opremu za uzorkovanje, merenje određenih parametara "in situ" na akumulaciji, zatim opremu za fizičko-hemijska, biološka i mikrobiološka ispitivanja.

2.17. Tretman otpadnih voda

Tokom rada postrojenja nastaje određena količina prljave, zamuljene vode (od taloženja flokula i pranja filtera), koju je neophodno tretirati radi daljeg ispuštanja u recipijent. U skladu sa tim za prečišćavanje otpadnih voda predviđene su lagune u koje se dovodi mulj iz lamelarnog taložnika i otpadne vode od pranja peščanih filtera.



Slika 2.13. Izgled obrasle rastinjem lagune i dovodnog kanala na mestu tablaste ustave

Prema Glavnom projektu postrojenja za prečišćavanje vode – „Tretman tehnoloških voda, tehnološka i kišna kanalizacija na postrojenju za prečišćavanje“ predviđena je izgradnja tri polja dimenzija 75 x 25 m sa visinom vode od 1,3 m. Nagib kosina sa vodene strane usvojen je da bude 1:1,5. Predviđeno je da se kosine lagune oblože betonskim pločama dimenzija 0.5 x 0.5 m debljine 5 cm koje se postavljaju na sloju šljunka od 7 cm. Projektovano vreme zadržavanja vode u jednoj laguni je 3 meseca. Pristupni put oko laguna prema projektu je širine 3.5 m kako bi se obezbedio pristup mehanizaciji za čišćenje i održavanje.

Izvedeno stanje se razlikuje od projektovanog i izgrađene su tri taložnice dimenzija 60 x 20 m dubine od 1,5 m. Zapremina jedne lagune je 1800m³. Tehnološke otpadne vode se sa postrojenja do laguna dovode cevovodom DN 500 dužine 1000m.

Procenjena količina ispuštenih otpadnih voda iznosi oko 3 l/s (102 000 m³/god). Kvalitet otpadnih voda koje se upuštaju u Lubničku reku kontroliše Zavod za javno zdravlje Timok iz Zaječara i institut za javno zdravlje Niš.

Sanitarno fekalne otpadne vode sa lokacije PPV „Kraljevica“ se odводе u septičku jamu koja se prazni od strane PP „Čistoća“ iz Zaječara.

Nakon obilaska terena uočeno je da je usled dugogodišnje upotrebe i neblagovremenog čišćenje taložnica došlo do zapunjavanja taložnica i obrastanja bujnim rastinjem trave i šiblja. Dovodni kanali su takođe obrasli travom tako da je njihova prohodnost znatno smanjena. Obilaskom terena utvrđeno je da ne postoji ni jedna tablasta ustava na taložnicama.

3. HIDRAULIČKA SLIKA POSTROJENJA

Nakon pregledane postojeće tehničke dokumentacije pristupilo se snimanju nivoa vode i preliva na izgrađenim objektima. Snimanja nivoa vode za proticaj na postrojenju od 350 l/s izvršena su na:

- raspodelnoj komori preliv 166.18 mm,
- pulzatoru odvodne cevi 165.43 mm,
- filtrima kota vode 164.63 mm.
- filtrima kota preliva vode od pranja 164.95 mm.

Analizirajući u hidrauličkom smislu predloženo tehničko rešenje za rekonstrukciju postojećeg postrojenja i zadržavanje kapaciteta postrojenja od 350 l/s, upravo iza raspodelne komore predviđeni je novi objekti za koagulaciju i flokulaciju. Ovo je moguće uraditi jer hidraulička rezerva postoji u raspodelnoj komori podizanjem nivoa vode u odvodnoj komori.

Hidraulički proračun je prikazan je u delu II NUMERIČKA DOKUMENTACIJA, poglavlje 1 – hidraulički proračun.

4. BUDUĆE STANJE - REKONSTRUKCIJA POSTROJENJA

Danas, nakon skoro 30 godina funkcionisanja, usled zastarelosti opreme kao i promena kvaliteta sirove vode usled procesa starenja akumulacije postoje roblemi u procesu prečišćavanja vode na PPV „Kraljevica“. Neophodno je pristupiti rekonstrukciji i inoviranju postojećeg tehnološkog procesa prerade vode, uz uvođenje novih i savremenijih tehnologija opreme, kako bi kvalitet vode na izlazu iz postrojenja u potpunosti zadovoljavao zakonske propise (MDK), i za uslove najnepovoljnijeg kvaliteta ulazne sirove vode.

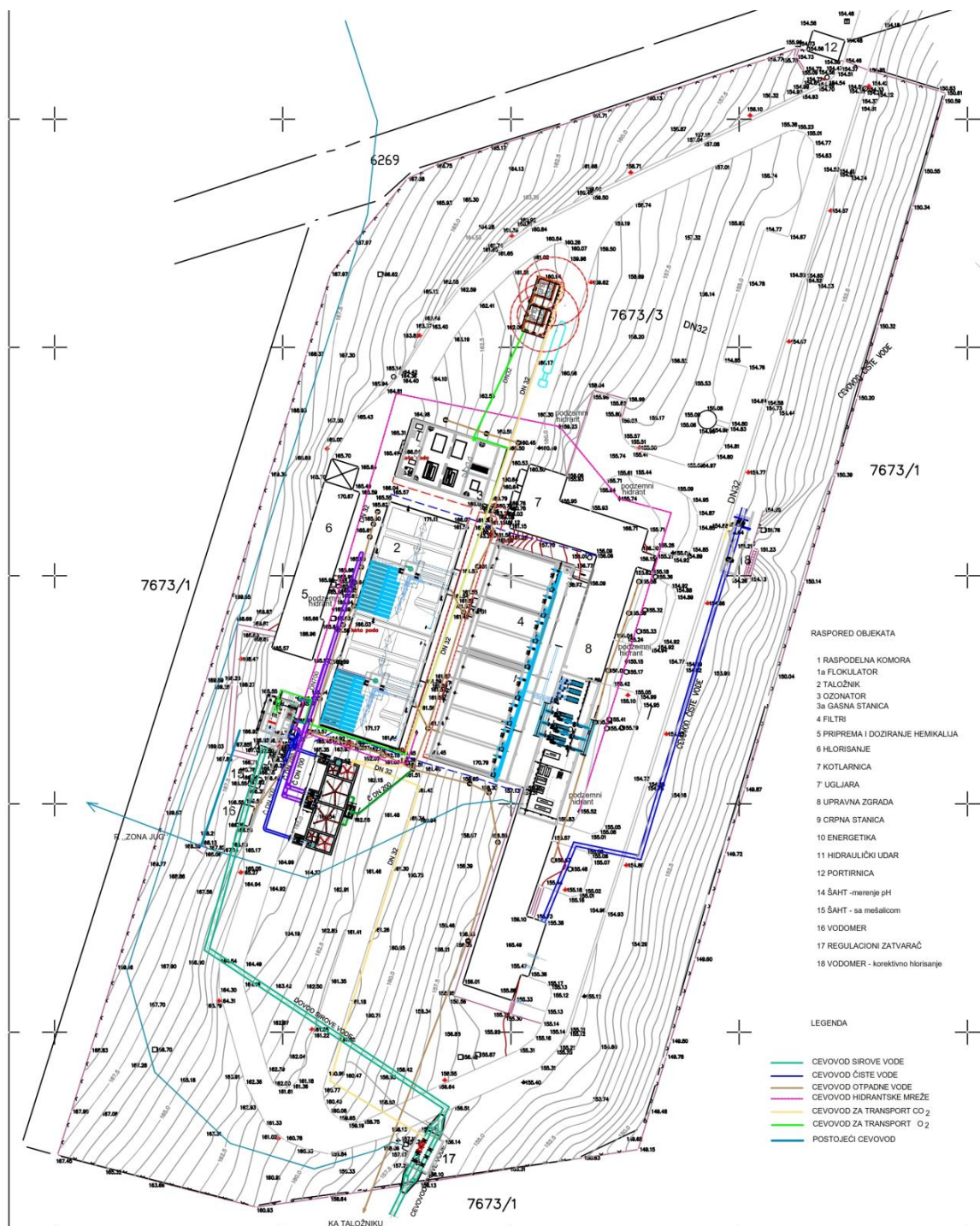
Predloženo rešenje se bazira na minimalnoj izgradnji novih tehnoloških jedinica i rekonstrukciji postojećih objekata tako da daju maksimalni kapacitet i kvalitet izlazne vode. Idejnim projektom analiziran je rad postojećeg postrojenja, uočeni su nedostaci i dat predlog mera koje treba preduzeti, tako da se postrojenje osavremeni u tehnološkom smislu.

Postojeći tehnološki proces prerade vode za piće na postrojenju bio je predviđen za uklanjanje boje, mutnoće, gvožđa i mangana. Imajući u vidu trend pogoršanja kvaliteta u akumulaciji Grlište, pojave cvetane algi, nalaze razdela Pyrrophyta- Ceratium hirundinella i alge iz razdela Cyanobacteria, mikrobiološki kvalitet i sezonske promene u kvalitetu vode a konsultujući i literaturne podatke i iskustva drugih postrojenja predložena je optimalna varijanta tehnološkog postupka prerade vode koja obezbeđuje poštovanje kriterijuma kvaliteta zadatih u Pravilniku o higijenskoj ispravnosti vode za piće.

Razmatrane su dve varijante tehnološkog postupka

(boldovan tekst predstavlja novo projektovane objekte):

- **Korekcija pH vrednosti**
- **Predoksidacija: ozon**
- Doziranje aktivnog uglja u prahu
- Umirujuća komora koja se rekonstruiše u objekat za predozonizaciju
- **Koagulacija / Flokulacija** / - objekat sa komorom za brzo mešanje(koagulaciju) i tri komore za flokulaciju
- Pulzatot -Taloženje revitalizacija objekta
- Ozonizacija –rekonstrukcija i postavljanje nove opreme za ozonizaciju
- Filtracija na dvoslojnim filtrima (pesak + antracit)-rekonstrukcija
- **Dezinfekcija UV dezinfekcija i završno hlorisanje sa natrijum hipohloritom proizvedenim na mestu potrošnje**



Slika 4.1. Situacija postrojenja

U postojećem stanju, u cilju unapređenja procesa prečišćavanja na postrojenju, na brani akumulacije Grlšte uveden je proces predokisadiacije/predezinfekcije hlordioksidom na cevovodu sirove vode.

Predviđenim procesom, voda sa brane se dovodi do regulacionog bloka gde je predviđeno po potrebi doziranje ugljen dioksida (CO₂) u cilju korekcije pH vrednosti. Nakon regulacionog bloka voda se dovodi u raspodelnu komoru koja treba da obezbedi prihvatanje vode sa brane i raspodelu vode na dve linije za koagulaciju i flokulaciju. U njoj će se u budućem tehnološkom procesu vršiti predozonizacija.

Iz raspodelne komore, nakon predozonacije, voda se odvodi na nov objekat za koagulaciju i flokulaciju gde je predviđeno doziranje koagulant Al-sulfata u komoru za brzo mešanje. Doziranje flokulanta poliektrolita vrši se u prvoj komori za flokulaciju. Proces flokulacije se odvija u tri komore gde su smeštene mešalice a nakon toga voda odlazi na taloženje u pulzatoru.

Nakon taloženja voda se odvodi na ozonizaciju. Predviđena je ugradnja novih generatora ozona i rekonstrukcije komora za ozonizaciju.

Filterska stanica je treći objekat u tehnološkom nizu postrojenja i sastoji se od

- filterske sale sa 8 filterskih polja,
- cevne galerije.

Postojeći peščani filteri će se rekonstituisati u smislu:

- zamene filterske ispune sa filterskom ispunom od peska i antracita.
- ugradnjom prelivnih korita za dovod vode na filtere
- predviđena je rekonstrukcija cevne galerije

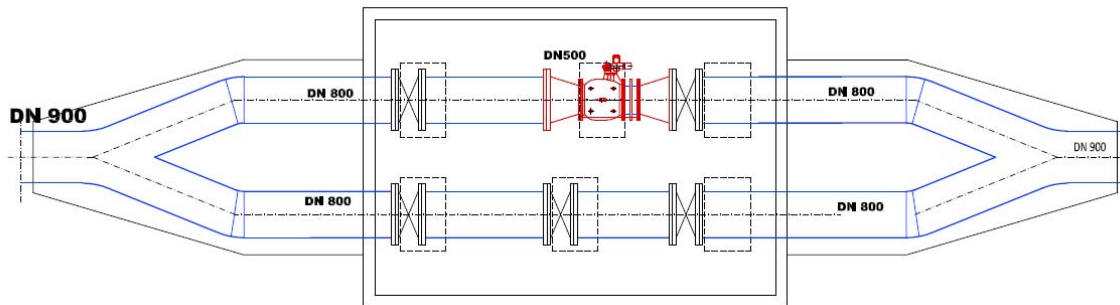
Pranje ispune filtera obavlja se vodom i vazduhom a postojeće pumpe za pranje filtera ne zadovoljavaju potreban kapacitet pumpi za pranje filtera pa je predviđena zamena postojećih pumpi i cevovoda za dovod vode za pranje filtera.

U okviru rekonstrukcije postrojenja takođe je predviđena i je zamena pumpi za potis vode u grad novim centrifugalnim pumpama.

4.1. Regulacioni blok

U okviru regulacionog bloka na jednoj regulacionoj grani predviđena je ugradnja klipoprstenastog zatvarača i to između postojeća dva leptirasta zatvarača DN 800 na ručni pogon:

- klipoprstenasti zatvarač DN 500
- montažno demontažni komad DN 500
- potrebni redukcion i FF komadi.



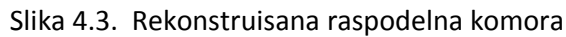
Slika 4.2. Osnova regulacionog bloka

4.2. Raspodelna komora - Predozonizacija

Uvođenjem procesa predozonizacije predviđena je rekonstrukcija raspodelne komore u kojoj će se osim raspodele vode na dve linije za koagulaciju i flokulaciju vršiti i predozonizacija.

U raspodelnoj komori postoje tri celine – komore:

- Dovodna komora dimenzija 3.15 x 7.5 m dubine 3 m u koju ulazi dovodna cev DN 900 biće komora u kojoj se vrši predozonizacija. Komora je podeljena preforiranom betonskom pločom na dva dela. Ova betonska ploča će se iskoristiti za usmeravanje toka vode i na nju se pričvršćuje lim od nerđajućeg čelika SS 316. Cev za dovod vode DN 900 se skraćuje kako bi se obezbedio prostor za postavljanje perforirane pregrade za zadržavanje krupnih nečistoća i nakon toga prelivne pregrade širine 1.7 m. Pregradom se omogućava da voda preliva odozgo u komoru za unos ozona dimenzija 1.7 x 3.6 m u kojoj su postavljeni difuzori ozona (u dva reda po 4 difuzora). Iz ove komore voda ispod pregrade koja je postavljena na betonskom zidu samo u dužini od 3.6 m prolazi u komoru za reakciju iz koje preliva u dve odvodne komore ka objektu koagulacije i flokulacije. Pregrada u prvom delu komore u dužini od 3.6 m je postavljena od vrha do dna komore kako bi se sprečilo strujanje vode. Na ovaj način vreme predozonizacije je 2.3 min za protok od 350 l/s.
- Prelivna komora dimenzija 0.8 x 7.5 m koja se aktivira u slučaju dotoka veće količine vode od potrebne ostaje u funkciji i u budućem rešenju.
- Odvodna komora dimenzija 1.3 x 7.5 m podeljena je na četiri odvodne komore od čega su trenutno aktivne dve. Betonska prelivna ivica za odvod vode je na koti 166.18 mm. Na komorama za odvod vode postavljene su cevi DN 600. Predviđeno je da se trenutno aktivne komore u budućem rešenju stave van funkcije a da se aktiviraju komore koje sada nisu u funkciji. Prelivna ivica omogućava potreban hidraulički skok za iznošenje off ozona.



Potrebna količina ozona za predozonizaciju dovodi se iz objekta ozonizacije u kome su smešteni generatori ozona dimenzionisani za potrebnu količinu ozona za predozonizaciju i glavnu ozonizaciju.

4.3. Koagulacija i flokulacija

Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi"

Da bi se ovo sprečilo, neophodno je izgraditi jedinicu za odvijanje procesa koagulacije i flokulacije pre upuštanja na taložnicu, ili izgraditi kompletno novu liniju za bistrjenje sa koagulacijom, flokulacijom i taložnikom.

Ovim projektom predviđena je:

- izgradnja novog objekta za odvijanje procesa koagulacije i flokulacije na prostoru pored raspodelne komore i objekta pulzatora
- revitalizacija postojećeg pulzatora.

Novi objekat koagulacije i flokulacije predviđen je sa dve nezavisne linije kapaciteta po max. 175 l/s. Svaka linija ima komoru za brzo mešanje i po tri komore koje su opremljene odgovarajućim mešalicama za lagano mešanje po celoj površini i dubini komore. Karakteristike komora su:

- broj komora u liniji 4
- zapremina komora : brzo mešanje 0.9 x 1.2 x 5 m zapremine 5.4 m³;
prva 2.2 x 2.2 x 5 m zapremine 24.2 m³
druga 3.4 x 3.4 x 5 m zapremine 57.8 m³
treća 5.9 x 5.9 x 5 m zapremine 174.1 m³
- vreme kontakta..... brzo mešanje 0.5 min,
prva komora 2.3 min.
druga komora 5.5 min
treća komora 16.6 min

U samom objektu predviđeno je postaviti uređaj za pripremu i doziranje polielektrolita.

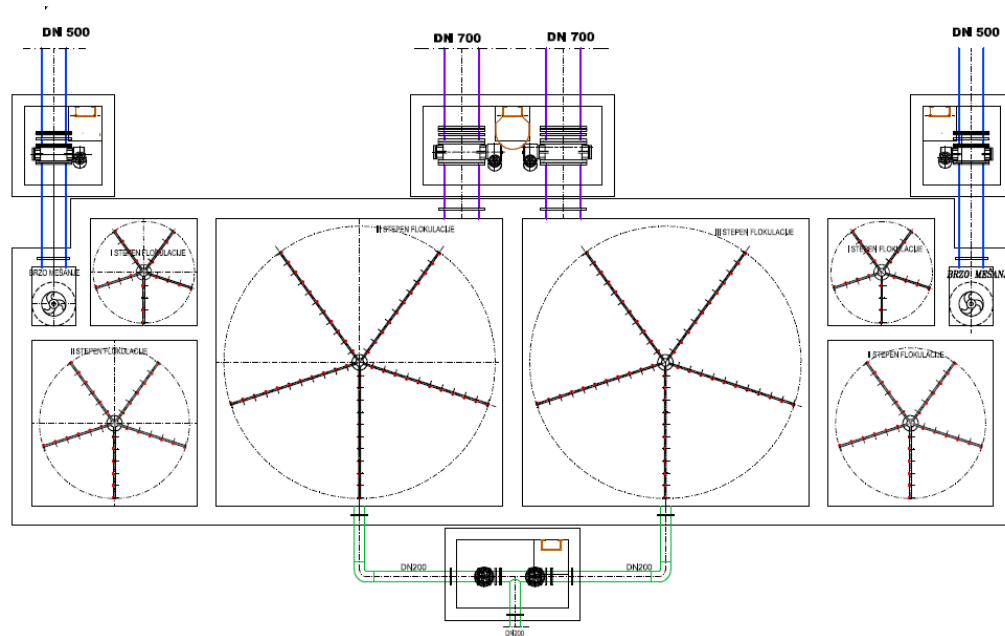
Cevi za dovod vode na objekat za flokulaciju su čelične DN 500 od Č 0361 sa dekvatnom AKZ zaštitom. Ispred objekta je predviđena izgradnja šahtova za dovod vode u kome će se postaviti leptirasti zatvarač DN 500 PN10 na elektromotorni pogon i montažno-demontažni komada DN 500 PN 10. Brzina vode za protok od 175 l/s je 0.9 m/s.

Cevi za odvod vode na pulzator su čelične DN 700 od Č 0361 sa dekvatnom AKZ zaštitom. Ispred objekta za flokulaciju je predviđena izgradnja šahtova u kome će se postaviti leptirasti zatvarač DN 700 PN10 na elektromotorni pogon i montažno-demontažni komada DN 700 PN 10. Brzina vode za protok od 175 l/s je 0.45 m/s kako bi se očuvale formirane flokule koje će se istaložiti na pulzatoru (preporuka je da brzina bude manja od 0.5 m/s)

Za ispušt i pražnjenje komora za flokulaciju predviđen je cevovod Ø 200. Predviđena je ugradnja cevi od PVC-a ili druge plastične cevi. Dužina cevovoda iznosi 16.8 m.

Ojekat flokulacije će se snabdevati vodom putem novoizgrađene vodovodne mreže prečnika DN 32, dužine 40 m. Predviđeni materijal je polietilen. Priključak na postojeću mrežu je u šahti ispred objekta za pripremu i doziranje hemikalija. Detaljnija razrada kao i razvod instalacije po samom objektu je u višim fazama projektovanja.

Predviđeni su odvodi vode u zidu kao i na podu objekta za flokulaciju, koji će biti povezani na cevovod Ø 200. Detaljnija razrada kao i razvod instalacije po samom objektu je u višim fazama projektovanja.



Slika 4.4. Objekti flokulacije

4.4. Pulzator

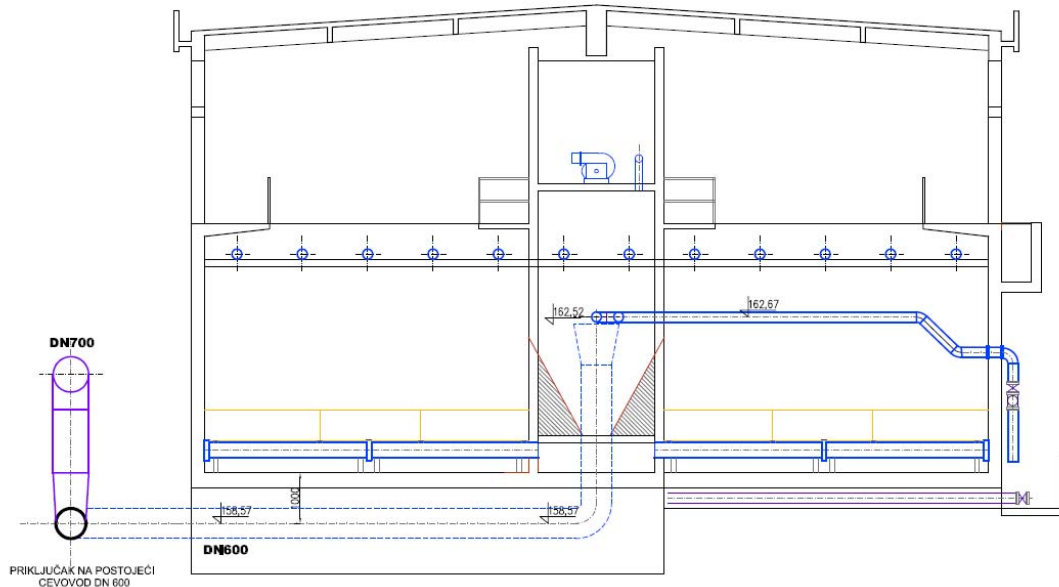
Nakon koagulacije I flokulacije voda se dovodi na dve jedinice za taloženje - pulzator koje su dimenzionisane svaka na kapacitet od 350 l/s sa vertikalnim strujanjem i oblakom mulja.

U okviru rekonstrukcije postrojenja prvidviđena je zamena cevi za dovod vode na pulzator postavljanjem dva cevovoda DN 700 sa objekta flokulacije. Da bi se izbegli opsežni građevinski radovi u pulzatoru predviđeno je da se ispred pulzatora nove cevi priključe na postojeće dovode DN 600 koji ispod temelja objekta ulaze u zvono pulzatora dimenzija 2.6 x 2.6 m. Iz zvona kroz kanal dimenzija 2.9 x 0.6 m dužine 11 m ulaze u perforirane cevovode DN 300 i na taj način obezbeđena je ravnomerna raspodela vode u pulzatoru po celom dnu. Na cevovodu DN 300 postavljeni su usmerivači vode kako se ne bi remetio formirani oblak mulja u pulzatoru. U okviru rekonstrukcije nije predviđena zamena ovih cevovoda već samo njihova inspekcija i eventualna reparacija.

U središnjem delu pulzatora nalazi se "zvono" koje služi da se obavi flokulacija i obezbedi održavanje oblaka mulja u suspenziji. Iznad "zvona" se nalazi oprema za stvaranje vakuuma u "zvonu" i za povremeno, ritmičko puštanje vazduha u "zvono" čime se formiraju pulzacije a na ovaj način se održava mulj u oblaku. Ovaj sistem nema problema u radu. Višak mulja se preliva u koncentrador mulja i povremeno, automatski ispušta u kanalizaciju sistemom cevi DN 200. Predviđena je zamena postojećih cevi za odvod mulja sa novim od nerđajućeg čelika

SS 304 kao I zamena zatvarača za ispuštanje mulja postavljanjem novih na pneumatski pogon kako bi se omogućila automatizacija procesa.

Izbistrena voda se sakuplja sistemom cevi sa otvorima sa gornje strane DN 150 koje se ulivaju u sabirne kanale koji se ulivaju u glavni sabirni kanal postavljen spolja duž zida taložnika kojim se voda odvodi ka objektu za ozonizaciju. Predviđena je inspekcija i reparacija ovih cevi za odvod izbistrene vode.



Slika 4.5. Objekti pulzatora

4.5. Ozonizacija

Postojeći blok za ozonizaciju kapacitativno se ne koristi u punoj meri i planira se da revitalizacija linije za ozonizaciju koja nije u funkciji. Dve linije za ozonizaciju i građevinski su u dobrom stanju, tako da se uz manju rekonstrukciju mogu koristiti u punoj meri.

Oprema za ozonizaciju je zastarela i dotrajala tako da se predviđa:

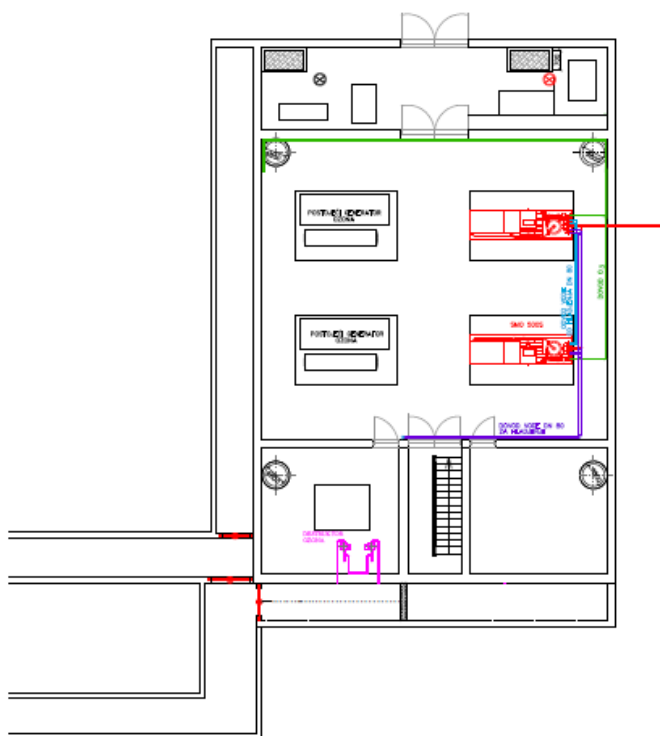
- nabavka nove opreme za proizvodnju ozona – generatori ozona
- nabavka nove opreme za destrukciju ozona
- nova oprema za unos ozona u vodu – difuzori ozona
- i odgovarajuća opremu za merenje koncentracije ozona, kako u vodi, tako i u okolnoj sredini sa alarmnim uređajima radi zaštite ljudstva.

Predviđa se postavljanje dva ozon generatora koji bi proizvodili ozon iz tečnog kiseonika jer je oprema za proizvodnju ozona iz vazduha znatno složenija i skuplja od opreme za proizvodnju ozona i tečnog kiseonika. Oprema za proizvodnju ozona iz tečnog kiseonika je savremenija i efikasnija sa većom koncentracijama ozona u izlaznom gasu do 14%,

pouzdanija u radu (praktično bez kvarova), manji godišnji troškovi u proizvodnji i održavanju (približno kao i znatno manji inicijalni trošak).

Osnovne karakteristike ozonskog bloka (komora za ozonizaciju) i opreme su:

- broj linija za ozonizaciju: 2 paralelne linije po 175 l/s
- broj komora po liniji: 2
- dubina vode: 4,85 m
- zapremina po liniji: $\sim 370 \text{ m}^3$
- kontaktno vreme 35 min
- maksimalna doza ozona u vodi za predozonizaciju i glavnu ozonizaciju 3 gr/m^3
- potrebna doza ozona u vodi za predozonizaciju i glavnu ozonizaciju 1.5 gr/m^3
- maksimalna količina ozona $\text{GO}_3 = 0.35 \times 3600 \times 3.0 \text{ gr/m}^3 = 3.78 \text{ kgO}_3/\text{h}$
- potrebna količina ozona $\text{GO}_3 = 0.35 \times 3600 \times 1.5 \text{ gr/m}^3 = 1.89 \text{ kgO}_3/\text{h}$
- temperatura vode za hlađenje $T = 15 \text{ C}$



Slika 4.6. Objekti ozonizacije

U mašinskoj sali predviđena je instalacija dva katalitička destruktora ozona (katalitički sa pregrevanjem).

Da bi se proizvodnja ozona normalno obavljala potrebno je generatorima ozona obezbediti i vodu za hladjenje obzirom da se oni tokom svog rada dosta greju. Voda za hladjenje ozona poredviđena je da se obezbedi pumpama koje vodu potiskuju za kućni vodovod.

Na ovaj način obezbeđuje se dovoljna količina ozona, kao i kontaktno vreme za odvijanje neophodnih procesa oksidacije organske materije pre procesa filtracije, uz sve neophodne mere upozorenja i bezbednosti.

Voda se na objekat ozonizacije dovodi kanalima na kojima su postavljene tablaste ustave pomoću kojih se voda usmerava ka objektu ozonizacije ili na peščane filtere. Predviđena je zamena tabli na ustavama ali nije i zamena okvira, jer bi to zahtevalo razbijanje betona kanala. Table su predviđene od nerđajućeg čelika SS 304.

4.5.1. Uvođenje ozona u vodu

Ozon proizveden na ozon generatoru se nezavisnim sistemom cevovoda od nerđajućeg čelika uvodi u komore za ozonizaciju vode. Postoje dve nezavisne komore za unos ozona u vodu iz razloga veće pouzdanosti rada sistema. U slučaju ispadanja iz funkcije jedne linije za ozonizaciju kapaciteta 175 l/s druga linija se može opteretiti i sa 350 l/s tako da se snabdevanje potrošača nije ugroženo.

U dnu prve komore u svakoj od dve linije za unos ozona u vodu pravi se raspodelni lateralni sistem sa cevima od nerđajućeg čelika koje pokrivaju celu površinu komora i na koje se šrafe difuzori ozona.

Prva komora svake linije služi za unos visoke koncentracije ozona pri samom dnu kako bi se omogućio što duži kontakt mehurića ozona sa vodom. Druga komora služi da se postigne neophodno vreme kontakta za reakciju ozona u vodi. Da bi se ovi procesi uspešno obavili potrebno je da dubina vode u komorama ne bude manja od 5 metara.

Svi materijali koji dolaze u kontakt sa ozonom moraju biti od nerđajućeg čelika ili specijalnih materijala izuzetno otpornih na koroziju.

4.5.2. Sistem za destrukciju ozona (destruktori ozona)

Iako se procesom ozonizacije teži da se sav ozon iskoristi tako što će odreagovati sa vodom u komorama za ozonizaciju ipak uvek određena količina gasa dospe u atmosferu iznad vode. Kako je ozon kao gas u većoj koncentraciji opasan za čovekovu okolinu to se zakonskom regulativom zabranjuje ispuštanje ovog gasa u atmosferu. Za tu svrhu koristi se posebna oprema koja obavlja destrukciju (uništavanje) nerastvorenog gasa ozona. Uglavnom se primenjuju dve vrste destruktora: katalitički i termalni. Izabran je katalitički destruktor koji je jeftiniji i lakši za manipulaciju.

Nerastvoreni ozonirani gas se usisava iz prostora iznad ozonizacionih komora i vodi na destrukciju do katalitičkog destruktora tako da koncentracija ozona u gasu koji se ispušta u atmosferu ne sme biti veća od 0,1 ppm. Vazдушna struja povučena iz reakcionih komora

ulazi u ozon destruktor preko ventilatora do zone za dogrevanje gde se off-gas dogрева do temperature 15-20°C iznad ulazne temperature. Sa tom temperaturom gasna struja se usmerava ka zoni katalitičkog reaktora, gde se ozon katalitički uništava. Kondenzat koji se tom prilikom stvara skuplja se na dnu destruktora i može biti vraćen nazad u komore za ozonizaciju ili upušten u kanalizaciju.

Tehničke karakteristike destruktora su (ili sličnih karakteristika):

- | | |
|-----------------|------------------------------|
| • broj jedinica | jedna radna+jedna rezervna |
| • tip | katalitički sa predgrevanjem |
| • predgrevanje | električno |
| • protok gasa | do 43 Nm ³ /h |

4.6. Oprema gasifikacione stanice tečnog kiseonika

Gasifikaciona stanica tečnog kiseonika (GSTO₂) se predviđa kao primarni izvor centralnog snabdevanja kiseonikom. GSTO₂ se sastoji od vertikalnog stabilnog rezervoara za skladištenje tečnog kiseonika, kapaciteta 10 m³, opremljenog svom potrebnom opremom i armaturom, atmosferskog isparivača nominalnog kapaciteta 100 Nm³/h i spojnih cevovoda.

Magistralni cevovod, materijal nerđajući čelik, kojim se gasoviti kiseonik iz GSTO₂ odvodi na potrebnom pritisku do generatora ozona. Radni pritisak u magistralnom cevovodu iznosi 2 do 4 bara iznad radnog pritiska ozongeneratora. Fina regulacija pritiska do radnog obavlja se neposredno ispred generatora. Dovod gasovitog kiseonika od gasifikacione stanice TO₂ do objekta ozonizacije predviđen je od bešavnih cevi od nerđajućeg čelika SS 304 DN 32. Dužina cevovoda iznosi oko 27 m.

Raspored opreme i cevovoda unutar gasifikacione stanice određen je tehnološkim procesom, kao i lokacijom susednih objekata i pristupnog puta za prilaz transportnog vozila za dovoz tečnog kiseonika. GSTO₂ je orijentisana tako da je prednja strana rezervoara sa priključkom za punjenje okrenuta ka pristupnom putu.

Lokacija gasifikacione stanice izabrana je vodeći računa o dozvoljenim rastojanjima od drugih značajnih objekata, raspoloživom prostoru, prilaznim putevima i blizini objekata u kojima se koristi kiseonika, a sve u skladu sa važećim propisima za postavljanje stabilnih sudova za tečne atmosferske gasove.

Lokacija gasifikacione stanice tečnog kiseonika predviđena je na slobodnom prostoru pored objekta za ozonizaciju. Lokacija GSTO₂ obuhvata prostor dimenzija 6,0 x 5,5 m ograđen žičanom ogradom na stubovima visine 2,5 m.

Oko stanice u delu pristupnog puta levo i desno 7.5 m od ose priključka za punjenje kao i na celoj širini pristupnog puta ne smeju se nalaziti materijali organskog porekla i druge gorive supstance. Taj deo puta mora biti izgrađen od betona. Pored toga, u zaštitnoj zoni pretakališta (7.5 m od priključka za pretakanje) treba ukloniti sav zapaljivi materijal i materijal organskog porekla koji mogu izazvati požar. Deo internog puta koji se nalazi u ovom prostoru, mora se izgraditi od betona ili nekog drugog negorivog materijala. Dužina prave deonice pristupnog puta iznosi 18 m, mereno od priključka za punjenje. Na tom delu

se za vreme pretaknja mora sprečiti prilaz drugim vozilima. Nakon završetka punjenja rezervoara, automobil cisterna napušta pretakalište kretanjem unazad.

4.7. Oprema gasifikacione stanice CO₂

Za potrebe snižavanja pH vrednosti koristi se tečni ugljendioksid, koji se cevovodom iz rezervoara transportuje do objekta flokulacije i dalje do objekta – šahta regulacionog zatvarača gde se vrši injektiranje. Za njegovu pripremu predviđena je gasifikacija u isparivaču, kao i stanica za redukciju pritiska i regulaciju protoka. Osnovni elementi instalacije za neutralizaciju vode su: stanica tečnog ugljendioksida i oprema za gasifikaciju, panel za kontinualno doziranje CO₂ i oprema za injektiranje.

Predložena tačka ubrizgavanja CO₂ je u šahtu, kroz koji prolazi cevovod sirove vode gde bi se CO₂ ubrizgavao direktno u cevovod sirove vode DN 800. Ubrizgavanje ugljendioksida se vrši sa odgovarajućim nad pritiskom neophodnim za normalno mešanje (rastvaranje) CO₂. Na određenom mestu (u regulacionom šahtu) ubrizgava se gasoviti ugljendioksid preko difuzora u tačno određenoj količini prema parametrima sirove vode. Ugljendioksid se injektira direktno u cevovod sirove vode, kroz dva porozna difuzora u obliku sveća raspoređena na dve tačke po obimu cevovoda. Pritisak ugljendioksida je za min. 1 bar iznad pritiska vode, što osigurava dobro raspršavanje gasa u vodu.

Gasifikaciona stanica CO₂ se sastoji od:

- Vertikalni, stabilni vakuum izolovani rezervoar za skladištenje tečnog ugljendioksida kapaciteta cca 10 m³, najvećeg radnog pritiska 18 bar, sa svom potrebnom zapornom, sigurnosnom, kontrolnom i regulacionom armaturom.
- Isparivač tečnog ugljendioksida - U okviru rezervoara se nalazi i dodatni isparivač za dizanje pritiska održavanje pritiska u skladišnom rezervoaru pri maksimalnoj potrošnji, kapaciteta 4,5 kW, električni isparivač TCO₂ sa vodenim kupatilom, za prevođenje tečnog CO₂ u gasovitu fazu nakon izlaska iz rezervoara, snage elektrogrejača 18 kW, nominalnog kapaciteta 180 kg/h CO₂, zaporna, sigurnosna, merno-regulaciona oprema i cevovodi.
- Spojni cevovodi i amatura. Cevovodi su izrađeni od bešavnih cevi od nerđajućeg čelika kvaliteta Č.4580 ili sličnog

Dovod CO₂ od gasifikacione stanice do objekta flokulacije i dalje ka regulacionom zatvaraču predviđen je od bešavnih cevi od nerđajućeg čelika SS 304 DN 32. Dužina cevovoda iznosi oko 232 m.

Raspored opreme i cevovoda unutar gasifikacione stanice određen je tehnološkim procesom, kao i lokacijom susednih objekata i pristupnog puta za prilaz transportnog vozila za dovoz CO₂. Gasifikaciona stanica CO₂ je orijentisana tako da je prednja strana rezervoara sa priključkom za punjenje okrenuta ka pristupnom putu.

Lokacija gasifikacione stanice izabrana je vodeći računa o dozvoljenim rastojanjima od drugih značajnih objekata, raspoloživom prostoru, prilaznim putevima i blizini objekata u

kojima se koristi kiseonika, a sve u skladu sa važećim propisima za postavljanje stabilnih sudova za tečne atmosferske gasove.

Lokacija gasifikacione stanice CO₂ predviđena je na slobodnom prostoru pored objekta za ozonizaciju. Lokacija obuhvata prostor dimenzija 6,0 x 5,5 m ograđen žičanom ogradom na stubovima visine 2,5 m.

4.8. Filtracija

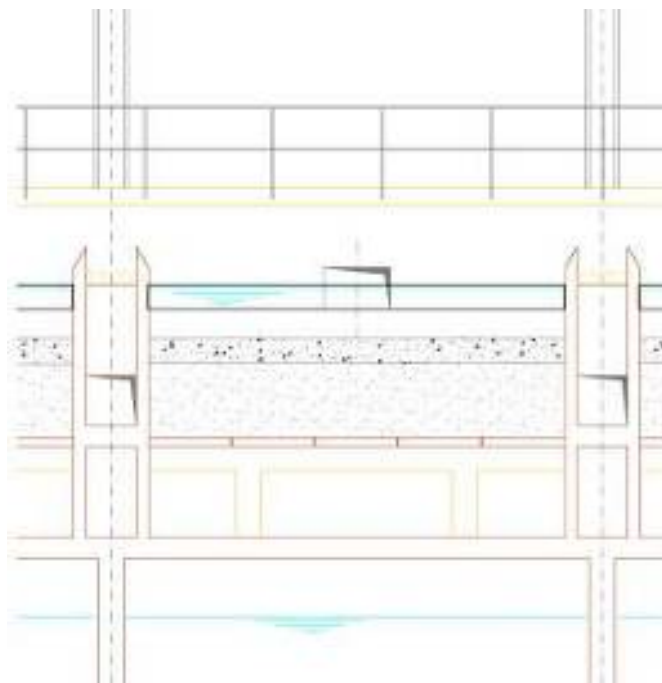
Nakon ozonizacije voda se odvodi na gravitacione filtere. Ukupno ima 8 filterskih polja površine 12,6×5 metara. Postojeći filtri su peščani gravitacioni filtri na koje se voda upušta na jedno centralno mesto, remeteći površinu filterske ispune, naročito nakon pranja filtera.

Sagledavajući probleme u radu postojećih peščanih filtera predviđena je rekonstrukcija u smislu:

- zamene filterske ispune sa filterskom ispunom od peska i antracita.
- ugradnjom prelivnih korita za dovod vode na filtere
- predviđena je rekonstrukcija cevne galerije

Osnovni zahvat na poboljšanju kvaliteta izlazne vode nakon filtera je da se umesto jednoslojnih filtra ispuna zameni dvoslojnim filterom, čiju ispunu bi činio kvarcni pesak i antracit. Uvođenjem antracita u proces filtracije poboljšava se ekonomičnost filtracije usled povećanja brzine filtracije smanjenjem otpora filtra i produženja ciklusa rada filtra. U praksi je potvrđena visoka efikasnost uklanjanja mangana i amonijačnog azota.

Ovim radovima bi se iskoristio raspoloživi hidraulički nivo vode između ozonskog bloka i filtera, i mogućio potreban prostor (visinu) za formiranje dvoslojnih filtera i potrebnog radnog nadsloja vode nad filterom.



Slika 4.7. Poprečni presek kroz filter sa ugrađenim prelivnim koritom na dovodu vode

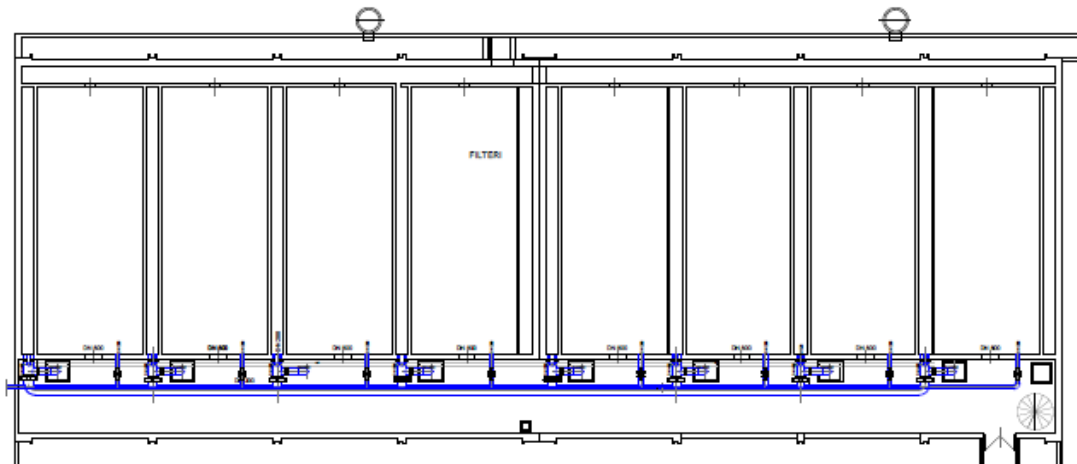
Predviđena je zamena filtarskih dizni na betonskim pločama duplog dna filtera. Prilikom izvođenja ovih radova potrebno je ispitati stanje betonskih ploča duplog filterskog dna, kao i njihovu horizontalnost i krutost, i u zavisnosti od toga preduzeti određene mere na dovođenju do potrebnog nivoa kvaliteta i tačnosti.

Predviđena je rekonstrukcija dovoda sirove vode na filtre ugradnjom kanala duž filterskog polja tako da se voda na filtere dovodi preko kanala po celoj dužini filtera te se ne remeti filtarska ispuna pri dovodu vode. Takođe se na ovaj način omogućava ravnomeran dotok vode na svako od 8 filterskih polja, čime se omogućava ravnomeran rad i opterećenje svih filterskih polja. Na dovodu vode predviđena je ugradnja tablastih ustava na pneumatski pogon 800x500 koje se nabušuju na zid filtera.

Glavne projektovane karakteristike filterskih jedinica su sledeće:

- protok: 350 l/s
- dimenzije polja: 12,6×5 m
- broj polja: 8 kom.
- površina: 63 m² (504 m²)
- visina ispune:
 - šljunak 0,1 m
 - pesak 0,8 m
 - antracit 0,3 m
 - nadsloj vode 0,7 m

- ispuna:
 - kvarcni pesak: $C_{unif} \sim 1,4$
 $d_{sr} \sim 1-1,2 \text{ mm}$
 - antracit: tip hidrociit
 $d_{sr} \sim 1,4-2,6 \text{ mm}$
- pranje filtera: vazduh + voda



Slika 4.8. Osnova pešćanih filtera sa cevnom galerijom

Radom filtera može se upravljati iz komandno kontrolnog centra samog postrojenja ili sa pultova, gde bi se postojeći zamenili novim i savremenim.

Takođe treba predvideti mogućnost da se pored automatskog rada filtra omogući i ručno pranje filtera, uz direktan uvid rukovaoca o načinu i kvalitetu pranja svakog pojedinačnog filtera.

U filterskoj prostoriji treba obezbediti ventilaciju vazduha i zaštitu filterskih polja od direktnog uticaja sunčevih zraka svetlosti.

Pranje filtera je vodom i vazduhom u režimu:

- rastresanje vazduhom (oko 10 s)
- pranje vodom i vazduhom (5 min)
- pranje samo vodom - ispiranje (10 min)

Da bi se obezbedilo dobro pranje filtera potrebno je obezbediti brzinu pranja od 26 m/h što daje potrebnu količinu vode za pranje filtera od 456 l/s. Za pranje filtera vodom i vazduhom potrebna brzina vode je 13 m/h odnosno količina vode od 228 l/s.

Potrebna brzina vazduha za rastresanje filterske ispune je 50 m/h tako da je potreban protok vazduha 52.3 m³/min.

4.9. Cevna galerija

U cevnoj galeriji mora se izvršiti zamena cevovoda za dovod vode za pranje jer je postojeći prečnik DN 400 a potreban prečnik cevovoda za pranje filtera je DN 500. Potrebna količina vode za pranje filtera je 456 l/s tako da je brzina u cevovodu DN 500 2.3 m/s.

Takođe je predviđena zamena cevovoda

- dovod vazduha za pranje filtera DN 200
- odvod čiste vode DN 250

Svi novi cevovodi u cevnoj galeriji predviđeni su od nerđajućeg čelika SS 304.

Na cevovodima je predviđena zamena postojećih zatvarača sa novim međuprirubničkim leptirastim zatvaračima na pneumatski pogon.

Ove radove u cevnoj galeriji treba izvoditi parcijalno, filter po filter kako se ne bi remetio rad postrojenja, a kada to nije moguće, izvršiti sve potrebne prethodne radove tako da zaustavljanje postrojenja bude što kraće.

4.10. Pumpna stanica za pranje filtera

Pumpe i kompresori za pranje filtera vodom i vazduhom smešteni su u mašinskoj sali na postrojenju.

Za pranje filtera vazduhom u pumpnoj stanici instalirana su dva niskopritisna kompresora proizvodnje FAGRAM 774-1 karakteristika:

- $Q = 66 \text{ m}^3/\text{min}$
- $p = 0.5 \text{ bar}$
- $P = 90 \text{ kW}$

Potreban protok vazduha za pranje filtera je $52.3 \text{ m}^3/\text{min}$. Postojeći kompresori zadovoljavaju kapacitetom ali predviđena je instalacija novih istog protoka.

Za pranje filtera u mašinskoj sali instalirane su tri centrifugalne pumpe SCP 200-315 Jastrebac Niš karakteristika:

- $Q = 20 - 111 \text{ l/s}$
- $H = 32 - 25 \text{ m}$
- $P = 75 \text{ kW}$

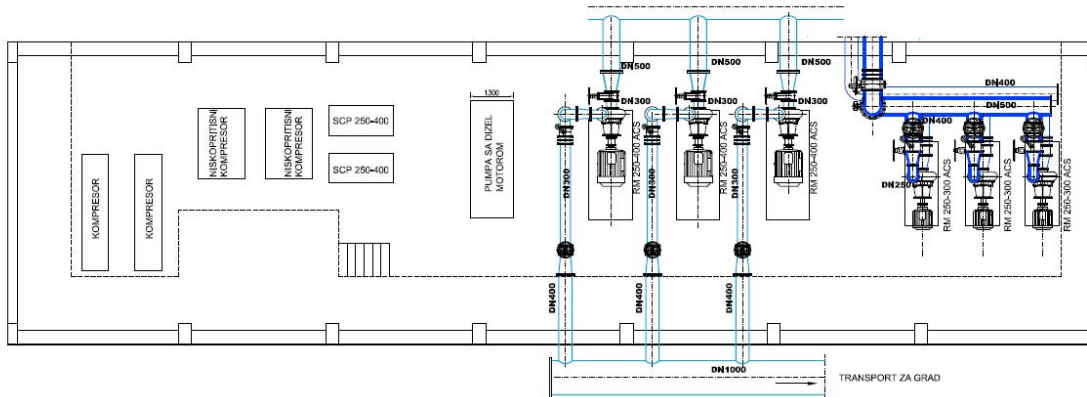
Da bi se obezbedilo dobro pranje filtera potrebno je obezbediti brzinu pranja od 26 m/h što daje potrebnu količinu vode za pranje filtera od 456 l/s. Za pranje filtera vodom i vazduhom potrebna brzina vode je 13 m/h odnosno količina vode od 228 l/s.

Postojeće pumpe za pranje filtera ne mogu da obezbede potrebnu količinu vode za pranje tako da je predviđena instalacija dve nove centrifugalne pumpe RM 250-300 proizvodnje KSB ili slično karakteristika:

- $Q = 228 \text{ l/s}$

- $H = 9 \text{ m}$
- $P = 30 \text{ kW}$

Predviđene pumpe su manje instalisane snage od postojećih.



Slika 4.9. Osnova mašinske sale

Regulacija protoka pumpe ostvaruje se primenom frekventnog regulatora kojim se promenom broja obrtaja motora reguliše protok pumpe a u zavisnosti od potrebnog protoka za pranje filtera.

Na usisu svake pumpe predviđen je : ručni leptirasti zatvarač DN 400 NP 10, montažno demontažna prirubnica DN 400 NP 10

Na potisu svake pumpe nalazi se: povratna klapna DN 400 NP 10 , montažno demontažna prirubnica DN 400 NP 10, ručni leptirasti zatvarač DN 400 NP10

Sabirni cevovod pumpi je DN 500 i na njemu je predviđena ugradnja elektromagnetnog merača protoka i presečnog zatvarača DN 500. Signal sa merača protoka se vodu u KKC.

Reglacija rada leptirastih zatvarača na elektromotorni pogon i startovanje pumpi moguće je daljinski iz KKC-a ili ručno na licu mesta.

Za pogon pneumatskih zatvarača instalirana su dva visokopritisna kompresora proizvodnje AtlasCopco snage $P = 11 \text{ kW}$. Visokopritisni kompresori su novi i nije predviđena njihova zamena.

4.11. Pumpna stanica za potis vode u grad

Pumpe za potis vode u grad potiskuju vodu u distributivnu mrežu i u rezervoar »Kraljevicu« u koji stiže voda sa još dva izvorišta »Beli Timok« i »Tupžica«.

Za potis vode u grad u mašinskoj sali instalirane su tri pumpe SCP 250-400 Jastrebac Niš karakteristika:

- $Q = 300 \text{ l/s}$
- $H = 45 \text{ m}$

- $P = 160 \text{ kW}$

Na usisu svake pumpe postavljen je : pljosnati zasun DN 300 NP 10, montažno demontažna prirubnica DN 300 NP 10.

Na potisu svake pumpe nalazi se: povratna klapna DN 300 NP 10 , montažno demontažna prirubnica DN 300 NP 10, pljosnati zasun DN 300 NP10.



Slika 4.10. Mašinska sala – pumpe za potis u grad

Da bi se uskladio kapacitet pumpne stanice sa kapacitetom postrojenja i potrebama u gradu predviđena je zamena pumpi za potis vode u grad. U okviru ove projektne dokumentacije predviđena je zamena postojećih pumpi istim pumpama samo manjeg kapaciteta- protoka. Proračun distributivne mreže nije predmet projektne dokumentacije.

Postojeće pumpe za potis vode u grad predviđeno je da se zamene sa tri nove pumpe karakteristika:

- $Q = 170 - 200 \text{ l/s}$
- $H = 48 - 45 \text{ m}$
- $P = 132 \text{ kW}$

Predviđene pumpe su manje instalisane snage od postojećih.

Regulacija protoka pumpe ostvaruje se primenom frekventnog regulatora kojim se promenom broja obrtaja motora reguliše protok pumpe. Svaka pumpa ima svoj frekventni regulator.

Na usisu svake pumpe predviđen je :

- pljosnati zasun DN 300 NP 10,
- montažno demontažna prirubnica DN 300 NP 10

Na potisu svake pumpe nalazi se:

- povratna klapna DN 300 NP 10 ,
- montažno demontažna priрубnica DN 300 NP 10,
- pljosnati zasun DN 300 NP10

Sabirni cevovod pumpi je DN 1000 i na njemu je postavljen merač protoka koji je u funkciji i nije predviđena njegova zamena. Signal sa merača protoka se vodu u KKC.

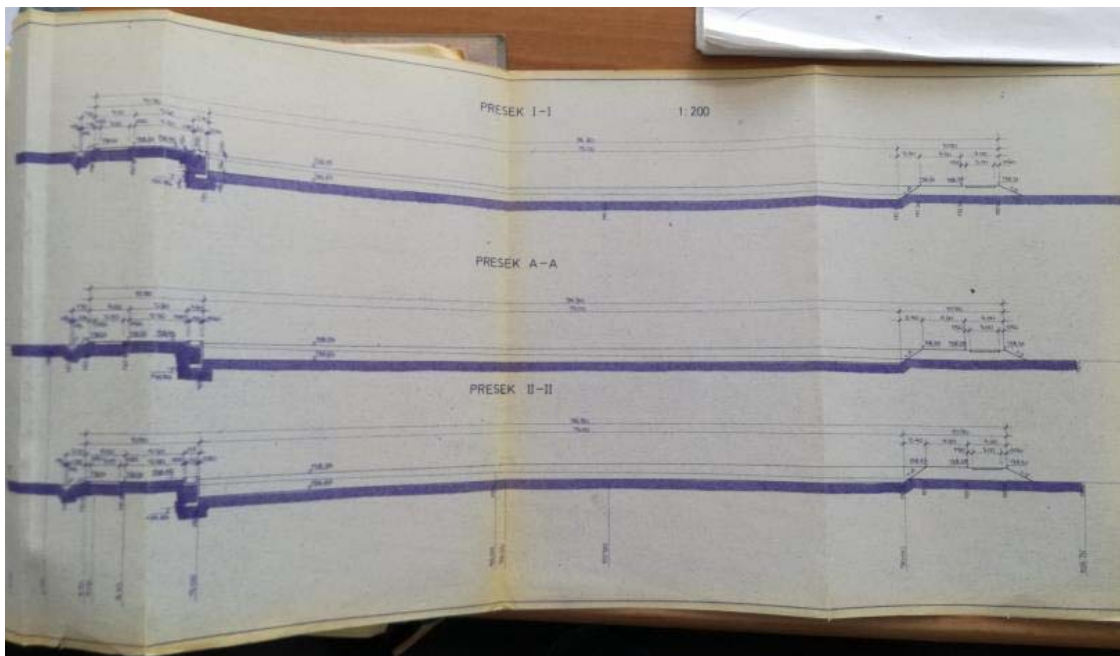
Na postrojenju postavljene su protivudarne posude koje su dimenzionisane za kapacitet postrojenja od 700 l/s tako da će one biti i u funkciji za kapacitet postrojenja od 350 l/s.

4.12. Taložnica – laguna

Na postrojenju Kraljevica tokom rada postrojenja nastaje određena količina prljave, zamuljene vode (od taloženja flokula i pranja filtera), koju je neophodno tretirati radi daljeg ispuštanja u recipijent. Za ove potrebe izgrađene su tri lagune koje se nalaze van parcele na kojoj je postrojenje.

U lagune se dovodi mulj iz lamelarnog taložnika i otpadne vode od pranja filtera gde se odvija njihovo mehaničko i biološko prečišćavanje.

Prema Glavnom projektu postrojenja za prečišćavanje vode – „Tretman tehnoloških voda, tehnološka i kišna kanalizacija na postrojenju za prečišćavanje“ predviđena je izgradnja tri polja dimenzija 75 x 25 m sa visinom vode od 1,3m (Slika 5.21).



Slika 4.11. Poprečni presek kroz lagune (Glavni projekat, 1986 god. Institut za vodoprivredu Jaroslav Černi)

Nagib kosina sa vodene strane usvojen je da bude 1:1,5. Predviđeno je da se kosine lagune oblože betonskim pločama dimenzija 0.5 x 0.5 m debljine 5 cm koje se postavljaju na sloju šljunka od 7 cm. Projektovano vreme zadržavanja vode u jednoj laguni je 3 meseca. Pristupni put oko laguna prema projektu je širine 3.5 m kako bi se obezbedio pristup mehanizaciji za čišćenje i održavanje.



Slika 4.12. Izgled obrasle rastinjem lagune i dovodnog kanala na mestu tablaste ustave

Tehnološke otpadne vode se sa postrojenja do laguna dovode cevovodom DN 500 dužine oko 1200m. Procenjena količina ispuštenih otpadnih voda iznosi oko 3 l/s (102 000 m³/god).

Kvalitet otpadnih voda koje se upuštaju u Lubničku reku kontroliše Zavod za javno zdravlje Timok iz Zaječara i institut za javno zdravlje Niš.

Sanitarne fekalne otpadne vode sa lokacije PPV „Kraljevica“ se odводе u septičku jamu koja se prazni od strane PP „Čistoća“ iz Zaječara.

Obilaskom terena uočeno je da je usled dugogodišnje upotrebe i neblagovremenog čišćenja taložnica došlo do njihovog zapunjavanja i obrastanja bujnim rastinjem trave i šiblja. Dovodni kanali su takođe obrasli travom tako da je njihova prohodnost znatno smanjena. Takođe, prilikom obilaska terena utvrđeno je da ne postoji ni jedna tablasta ustava na taložnicama. Postojeće lagune i u ovakvom stanju su u upotrebi u okviru procesa prerade vode na postrojenju.

Lagune imaju upotrebnu dozvolu Rešenjem Komiteta za komunalno-stambene poslove i urbanizam i zaštitu čovekove sredine o6.br.351-76/90 od 13.09.1990.godine. S obzirom da su lagune locirane na drugoj parceli one nisu predmet ovog projekta ali je u narednom periodu potrebno sagledati njihovo stanje i dati predlog rekonstrukcije. Istaloženi i osušeni mulj iz laguna potrebno je bezbedno odložiti na lokaciju koju odredi nadležni sanitarni organ.



Bojan Z

II NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

1. HIDRAULIČKI PRORAČUN LINIJE VODE

Snimanja nivoa vode za proticaj na postrojenju od 350 l/s izvršena su na:

- raspodelnoj komori preliv 166.18 mm,
- pulzatoru odvodne cevi 165.43 mm,
- filtrima kota vode 164.63 mm.
- filtrima kota preliva vode od pranja 164.95 mm.

Analizirajući u hidrauličkom smislu predloženo tehničko rešenje za rekonstrukciju postojećeg postrojenja i zadržavanje kapaciteta postrojenja od 350 l/s, upravo iza raspodelne komore predviđeni je novi objekti za koagulaciju i flokulaciju. Ovo je moguće uraditi jer hidraulička rezerva postoji u raspodelnoj komori podizanjem nivoa vode u odvodnoj komori.

Hidraulički proračun je sproveden za uslove maksimalnog protoka vode od 350 l/s, uz poštovanje zahteva da se voda u okviru postrojenja transportuje gravitacijom, i da su nivoi vode u objektima postrojenja međusobno zavisni.

Hidraulički gubici na cevima određeni su jednačinom:

$$\Delta h = \left(\sum \xi + \lambda \frac{L}{D} \right) \frac{v^2}{2g}$$

gde su: Δh - hidraulički gubici na deonici cevi, $\sum \xi$ - suma koeficijenata lokalnih gubitaka, λ - koeficijent trenja, L - dužina cevi, D - unutrašnji prečnik cevi, v - srednja profilna brzina.

Koeficijenti lokalnih gubitaka usvojeni su prema podacima iz literature, a koeficijent trenja određen je prema jednačini:

$$\lambda = 0.115 \left(\frac{k}{D} + \frac{60}{Re} \right)^{0.25}$$

gde su: k - apsolutna hrapavost cevi (usvojena je vrednost 0.3 mm za sve cevi), Re - Reynoldsov broj:

$$Re = \frac{vD}{\nu}$$

pri čemu je ν - kinematski koeficijent viskoznosti vode (usvojena je vrednost koja odgovara temperaturi vode od 10 °C, $\nu = 1.31 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$).

Prelivanje preko preliva računato je jednačinom:

$$Q = m L \sqrt{2g H_p^3}$$

gde su: Q - protok vode, m - koeficijent prelivanja, L - dužina prelivne ivice, H_p - visina prelivnog mlaza.

HIDRAULICKI GUBICI

Visina prelivnog mlaza u raspodelnoj komori

- Kota zida preliva u umirujućoj komori 166.18 mnm
- Protok 350 l/s
- Koeficijent prelivanja 0.45
- Dužina prelivne ivice 2.0 m

Visina prelivnog mlaza $H_p = 0.12$ m

Kota vode u dovodnoj komori 166.18 + 0.12 = 166.30 mnm

Kota vode u dovodnoj komori 166.30 mnm

Hidraulički gubici od raspodelne komore – predozonizacije do objekta flokulacije

Hidraulički gubici kroz cev DN 500:

Protok $Q = 175$ l/s

Linijski gubici:

- dužina cevi $L = 50$ m
- koeficijent trenja $\lambda = 0.019$
- brzina $v = 0.891$ m/s

Lokalni gubici:

- izlaz $\xi_{izl} = 1.0$
- kolena 2 kom $\xi_{kol} = 0.4$
- zatvarač +MDK $\xi_{zat} = 0.5$
- ulaz $\xi_{ul} = 0.5$

$$\Sigma \xi = 2.4$$

Ukupni hidraulički gubici kroz cev DN 500: $\Delta h_1 = 0.136$ m

Usvojen hidraulički gubitak kroz cev DN 500 $\Delta h_1 = 0.2$ m

Hidraulički gubici od flokulacije do pulzatora

Hidraulički gubici kroz cev DN 700:

Protok $Q = 175 \text{ l/s}$

Linijski gubici:

- dužina cevi $L = 60 \text{ m}$
- koeficijent trenja $\lambda = 0.018$
- brzina $v = 0.455 \text{ m/s}$

Lokalni gubici:

- izlaz $\xi_{\text{izl}} = 1.0$
- kolena 4 kom $\xi_{\text{kol}} = 0.8$
- zatvarač +MDK $\xi_{\text{zat}} = 0.5$
- ulaz $\xi_{\text{ul}} = 0.5$

$$\Sigma \xi = 2.8$$

Ukupni hidraulički gubici kroz cev DN 700: $\Delta h_2 = 0.046 \text{ m}$

Usvojen hidraulički gubitak kroz cev DN 700 $\Delta h_2 = 0.1 \text{ m}$

Kota odvodne cevi u pulzatoru 165.43 mnm

Kota vode u objektu za koagulaciju i flokulaciju $165.43 + 0.1 = 165.53 \text{ mnm}$

Kota vode u odvodnoj komori raspodelne komore $165.53 + 0.2 = 165.73 \text{ mnm}$

Kota vode u dovodnoj komori raspodelne komore 166.30 mnm

Ostavljena je hidraulička rezerva



Bojan Z.

2. PROCENA INVESTICIJA

broj poz.	VODOVODNA MREŽA	Količina	Jedinica	jed. cena (din)	Ukupno (din)
1.	Pre početka radova izvršiti geodetsko snimanje trase kao i svih drugih objekata. Plaća se po m' kompletno snimljene trase.	m'	41.00	110.00	4,510.00
2.	Prosecanje i rušenje postojećih betonskih površina na trasi cevovoda. Prosecanje vršiti u predviđenoj širini iskopa uvećanoj za 10%. Obračun po m ² porušene površine.	m ²	14.50	1,200.00	17,400.00
3.	Vraćanje površina u ranije stanje. Jediničnom cenom obuhvaćena je nabavka potrebne količine materijala i izrada prosečenih površina istih ili boljih karakteristika od postojećih. Obračun po m ² postavljene površine.	m ²	14.50	6,000.00	87,000.00
4.	Iskop rova za polaganje cevi na vodovodnoj mreži, sa pravilnim odsecanjem ivica rova i izbacivanjem zemlje van rova dubina iskopa 1 m. Širina rova je iznosi 0.5 m. Na deonicama gde se trasa ukršta sa postojećim instalacijama iskop vršiti ručno. Obračun po m ³ iskopa	m ³	20.00	600.00	12,000.00
5.	Po završetku planiranja dna rova potrebno je ubaciti pesak ispod cevi u sloju debljine 10 cm i poravnati ga po nivelet i oko cevovoda. Obračun po m ³ ubačenog peska	m ³	2.00	2,400.00	4,800.00
6.	Nabavka, transport i ugradnja vodovodnih cevi DN 32 od polietilena sa svim fazonskim komadima (ili nekih drugih plastičnih cevi), u svemu prema detaljima iz projekta. Obračun po m' ugrađenih cevi	m'	41.00	400.00	16,400.00
7.	Zatrpavanje rova na delu trase zemljanim materijalom iz iskopa u slojevima od 20 cm sa potrebnim nabijanjem vodeći računa da ne dođe do oštećenja spojeva i cevi. Obračun po m ³ ubačene zemlje.	m ³	20.00	1,000.00	20,000.00
				UKUPNO	162,110.00

broj poz.	KANALIZACIONA MREŽA	Količina	Jedinica	jed. cena (din)	Ukupno (din)
1.	Pre početka radova izvršiti geodetsko snimanje trase kao i svih drugih objekata. Plaća se po m' kompletno snimljene trase.	m'	16.80	110.00	1,848.00
2.	Prosecanje i rušenje postojećih betonskih površina na trasi cevovoda. Prosecanje vršiti u predviđenoj širini iskopa uvećanoj za 10%. Obračun po m ² poružene površine.	m ²	7.15	1,200.00	8,580.00
3.	Vraćanje površina u ranije stanje. Jediničnom cenom obuhvaćena je nabavka potrebne količine materijala i izrada prosečenih površina istih ili boljih karakteristika od postojećih. Obračun po m ² postavljene površine.	m ²	7.15	6,000.00	42,900.00
4.	Iskop rova za polaganje kanalizacionih cevi sa pravilnim odsecanjim ivica rova i izbacivanjem zemlje van rova. Na deonicama gde se trasa ukršta sa postojećim instalacijama iskop vršiti ručno. Obračun po m ³ iskopa	m ³	29.00	600.00	17,400.00
5.	Ručno planiranje dna rova, dno rova isplanirano sa padom datim u projektu. Obračun po m ² isplaniranog dna rova.	m ²	16.80	60.00	1,008.00
6.	Razastiranje i planiranje peska za izradu posteljice sa zbijanjem. Debljina posteljice 10 cm ispod dna cevi i 10 cm iznad temena cevi, pesak oko cevi zbijati ručno. Posle postavljanja cevi na posteljicu i izvršenog ispitivanja vododrživosti, izvršiti zatrpavanje spojeva. Obračun po m ³ gotovog posla za sav rad i materijal.	m ³	5.90	2,400.00	14,160.00
7.	Zatrpavanje rova šljunkom ili peskom ispod saobraćajnica. Zatrpavanje vršiti u slojevima od 30 cm, uz nabijanje. Nabijanje vršiti do stepena zbijenosti od 95% po Proktoru. U cenu zatrpavanja uračunati nasuti materijal i atesti ovlašćenje laboratorije za ispitivanje zbijenosti nasutog materijala. Obračun po m ³ gotovog posla za sav rad i materijal.	m ³	6.40	2,500.00	16,000.00
8.	Nabavka, transport i ugradnja kanalizacionih cevi Ø 200 od PVC-a (ili nekih drugih plastičnih cevi), u svemu prema detaljima iz projekta.	m'	16.80	2,000.00	33,600.00
9.	Zatrpavanje rova na delu trase zemljanim materijalom iz iskopa u slojevima od 20 cm sa potrebnim nabijanjem vodeći računa da ne dođe do oštećenja spojeva i cevi. Obračun po m ³ ubačene zemlje.	m ³	15.90	1,000.00	15,900.00
				UKUPNO	151,396.00

broj poz.	CEVOVOD TEČNOG KISEONIKA	Količina	Jedinica	jed. cena (din)	Ukupno (din)
1.	Pre početka radova izvršiti geodetsko snimanje trase kao i svih drugih objekata. Plaća se po m' kompletno snimljene trase.	m'	144.00	110.00	15,840.00
2.	Prosecanje i rušenje postojećih betonskih površina na trasi cevovoda. Prosecanje vršiti u predviđenoj širini iskopa uvećanoj za 10%. Obračun po m ² porušene površine.	m ²	48.00	1,200.00	57,600.00
3.	Vraćanje površina u ranije stanje. Jediničnom cenom obuhvaćena je nabavka potrebne količine materijala i izrada prosečenih površina istih ili boljih karakteristika od postojećih. Obračun po m ² postavljene površine.	m ²	48.00	6,000.00	288,000.00
4.	Iskop rova za polaganje cevi sa pravilnim odsecanjem ivica rova i izbacivanjem zemlje van rova, dubina iskopa 0.6 m. Širina rova je iznosi 0.5 m. Na deonicama gde se trasa ukršta sa postojećim instalacijama iskop vršiti ručno. Obračun po m ³ iskopa	m ³	43.20	600.00	25,920.00
5.	Po završetku planiranja dna rova potrebno je ubaciti pesak ispod cevi u sloju debljine 10 cm i poravnati ga po nivelet i oko cevovoda. Obračun po m ³ ubačenog peska	m ³	7.20	2,400.00	17,280.00
6.	Nabavka, transport, i montaža bešavne cevi od nerđajućeg čelika SS 304 (Č4580) DN 32. Obračun po m' montirane cevi.	m'	144.00	2,400.00	345,600.00
7.	Zatrpavanje rova na delu trase zemljanim materijalom iz iskopa u slojevima od 20 cm sa potrebnim nabijanjem vodeći računa da ne dođe do oštećenja spojeva i cevi. Obračun po m ³ ubačene zemlje.	m ³	43.20	1,000.00	43,200.00
				UKUPNO	793,440.00

broj poz.	CEVOVOD CO2	Količina	Jedinica	jed. cena (din)	Ukupno (din)
1.	Pre početka radova izvršiti geodetsko snimanje trase kao i svih drugih objekata. Plaća se po m' kompletno snimljene trase.	m'	232.00	110.00	25,520.00
2.	Iskop rova za polaganje cevi sa pravilnim odsecanjim ivica rova i izbacivanjem zemlje van rova, dubina iskopa 0.6 m. Širina rova je iznosi 0.5 m. Na deonicama gde se trasa ukršta sa postojećim instalacijama iskop vršiti ručno. Obračun po m ³ iskopa	m3	48.00	600.00	28,800.00
3.	Po završetku planiranja dna rova potrebno je ubaciti pesak ispod cevi u sloju debljine 10 cm i poravnati ga po nivelet i oko cevovoda. Obračun po m ³ ubačenog peska	m3	8.00	2,400.00	19,200.00
4.	Nabavka, transport, i montaža bešavne cevi od nerđajućeg čelika SS 304 (Č4580) DN 32. Obračun po m' montirane cevi.	m'	232.00	2,400.00	556,800.00
5.	Zatrpavanje rova na delu trase zemljanim materijalom iz iskopa u slojevima od 20 cm sa potrebnim nabijanjem vodeći računa da ne dođe do oštećenja spojeva i cevi. Obračun po m ³ ubačene zemlje.	m3	48.00	1,000.00	48,000.00
				UKUPNO	678,320.00

na delu trase ispod objekta taložnice - pulzatora i ozonskog bloka cevovod se vodi u istom rovu sa cevovodom za ozon

broj poz.	CEVNE VEZE OD RASPODELNE KOMORE DO FLOKULACIJE	Količina	Jedinica	jed. cena (din)	Ukupno (din)
1.	Pre početka radova izvršiti geodetsko snimanje trase kao i svih drugih objekata. Plaća se po m' kompletno snimljene trase.	m'	38.00	110.00	4,180.00
2.	Prosecanje i rušenje postojećih betonskih površina na trasi cevovoda. Prosecanje vršiti u predviđenoj širini iskopa uvećanoj za 10%. Obračun po m ² porušene površine.	m ²	45.00	1,200.00	54,000.00
3.	Vraćanje površina u ranije stanje. Jediničnom cenom obuhvaćena je nabavka potrebne količine materijala i izrada prosečenih površina istih ili boljih karakteristika od postojećih. Obračun po m ² postavljene površine.	m ²	45.00	6,000.00	270,000.00
4.	Iskop rova za polaganje cevi sa pravilnim odsecanjim ivica rova i izbacivanjem zemlje van rova. Na deonicama gde se trasa ukršta sa postojećim instalacijama iskop vršiti ručno. Obračun po m ³ iskopa	m ³	76.00	600.00	45,600.00
5.	Po završetku planiranja dna rova potrebno je ubaciti pesak ispod cevi u sloju debljine 10 cm i poravnati ga po nivelet i oko cevovoda 20 cm. Obračun po m ³ ubačenog peska	m ³	10.90	2,400.00	26,160.00
6.	Nabavka transport i montaža čeličnih cevovoda od: raspodelne komore do objekta flokulacije. Tehnički uslovi za izradu i isporuku cevi prema važećem standardu JUS C.B5.240 (Čelične cevi sa šavom). Za izradu cevi koristiće se čelik Č.0361. Cevi se spajaju varenjem. DN 500 d = 6.3 mm G = 78.2 kg/m	m'	38.00	18,800.00 0	714,400.00
7.	Zatrpavanje rova na delu trase zemljanim materijalom iz iskopa u slojevima od 20 cm sa potrebnim nabijanjem vodeći računa da ne dođe do oštećenja spojeva i cevi. Obračun po m ³ ubačene zemlje.	m ³	60.00	1,000.00	60,000.00
				UKUPNO	1,174,340.00

broj poz.	CEVNE VEZE OD FLOKULACIJE DO TALOŽNICE - PULZATORA	Količina	Jedinica	jed. cena (din)	Ukupno (din)
1.	Pre početka radova izvršiti geodetsko snimanje trase kao i svih drugih objekata. Plaća se po m' kompletno snimljene trase.	m'	65.30	110.00	7,183.00
2.	Prosecanje i rušenje postojećih betonskih površina na trasi cevovoda. Prosecanje vršiti u predviđenoj širini iskopa uvećanoj za 10%. Obračun po m ² poružene površine.	m2	81.00	1,200.00	97,200.00
3.	Vraćanje površina u ranije stanje. Jediničnom cenom obuhvaćena je nabavka potrebne količine materijala i izrada prosečenih površina istih ili boljih karakteristika od postojećih. Obračun po m ² postavljene površine.	m2	81.00	6,000.00	486,000.00
4.	Ručni iskop rova za izradu cevovoda sa pravilnim odsecanjem ivica rova i izbacivanjem zemlje van rova. Cela trasa cevovoda je u ručnom iskopu zbog skućenog prostora terena. Obračun po m ³ iskopa	m3	295.40	1,800.00	531,720.00
5.	Podgrađivanje iskopa. Cenom je obuhvaćeno postavljanje i demontaža oplata. Obračun se vrši po m2 podgrađenih površina, za sav rad i materijal.	m2	60.00	850.00	51,000.00
6.	Po završetku planiranja dna rova potrebno je ubaciti pesak ispod cevi u sloju debljine 10 cm i poravnati ga po nivelet i oko cevovoda 20 cm. Obračun po m ³ ubačenog peska	m3	28.30	2,400.00	67,920.00
7.	Nabavka transport i montaža čeličnih cevovoda od: objekta flokulacije do objekta taložnice gde se spajaju na postojeće cevi. Tehnički uslovi za izradu i isporuku cevi prema važećem standardu JUS C.B5.240 (Čelične cevi sa šavom). Za izradu cevi koristiće se čelik Č.0361. Cevi se spajaju varenjem. DN 700 d = 7.1 mm G = 124 kg/m	m'	98.30	29,800.00	2,929,340.00
8.	Zatrpavanje rova na delu trase zemljanim materijalom iz iskopa u slojevima od 20 cm sa potrebnim nabijanjem vodeći računa da ne dođe do oštećenja spojeva i cevi. Obračun po m ³ ubačene zemlje.	m3	234.40	1,000.00	234,400.00
				UKUPNO	4,404,763.00

REKAPITULACIJA CENA

	OBJEKAT	cena (din)	cena (eur)
1.	VODOVODNA MREŽA	162,110.00	1,329.00
2.	KANALIZACIONA MREŽA	151,396.00	1,241.00
3.	CEVOVOD TEČNOG KISEONIKA	793,440.00	6,504.00
4.	CEVOVOD CO2	678,320.00	5,560.00
5.	CEVNE VEZE OD RASPODELNE KOMORE DO FLOKULACIJE	1,174,340.00	9,626.00
6.	CEVNE VEZE OD FLOKULACIJE DO TALOŽNICE - PULZATORA	4,404,763.00	36,105.00
	UKUPNO HIDROTEHNIČKI RADOVI	7,364,369.00	60,365.00



Boj Z

III GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

GRAFIČKA DOKUMENTACIJA:

1. SITUACIJA PPV “KRALJEVICA” - POSTOJEĆE STANJE
2. SITUACIJA PPV “KRALJEVICA” – NOVOPROJEKTOVANO STANJE
3. HIDRAULIČKI PROFIL – POSTOJEĆE STANJE
4. HIDRAULIČKI PROFIL – NOVOPROJEKTOVANO STANJE
5. PODUŽNI PROFIL DOVODA SIROVE VODE NA FLOKULACIJU DN 500
6. PODUŽNI PROFIL DOVODA VODE VODE NA PULZATOR DN 700
7. PODUŽNI PROFIL KANALIZACIJE Ø 200
8. PODUŽNI PROFIL VODOVODA DN 32
- 9.1. PODUŽNI PROFIL CEVOVODA ZA GAS (CO₂) OD REZERVOARA DO FLOKULACIJE DN 32
- 9.2. PODUŽNI PROFIL CEVOVODA ZA GAS (CO₂) OD FLOKULACIJE DO REGULACIONOG ZATVARAČA DN 32
- 10.1. PODUŽNI PROFIL CEVOVODA TEČNOG KISEONIKA OD REZERVOARA DO OBJEKTA OZONIZACIJE DN 32
- 10.2. PODUŽNI PROFIL CEVOVODA TEČNOG KISEONIKA OD OBJEKTA OZONIZACIJE DO RASPODELNE KOMORE DN 32