



VODOTEHNIKA d.o.o. - BEOGRAD

PREDUZEĆE ZA HIDROTEHNIKU

11000 Beograd, Labska 4, tel (011)2648-924, vodotehnika@gmail.com
tekući račun: 205-509042-33, NLB Komercijalna banka a.d. Beograd
PDV 135302050 - PIB 101994502 - Matični broj 07456034 - Šifra delatnosti 7022

IDEJNO REŠENJE

REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA OBJEKATA U OKVIRU KOMPLEKSA PPV "BOJNIK", KP.BR.500/1 U KO BOJNIK U BOJNIKU

7 – PROJEKAT TEHNOLOGIJE



Beograd, septembar 2022.



7.1. NASLOVNA STRANA

7 – PROJEKAT TEHNOLOGIJE

Investitor: Opštinska uprava Bojnik
16205 Bojnik, Trg slobode 1

Opštinska uprava opštine Doljevac
18410 Doljevac, Nikole Tesle 121

Objekat: Vodovodna mreža sa objektima za
vodosnabdevanje

Vrsta tehničke dokumentacije: IDR Idejno rešenje
Naziv i oznaka dela projekta: 7 – Projekat tehnologije

Za građenje/izvođenje radova: rekonstrukcija i dogradnja

Projektant: Preduzeće za hidrotehniku „Vodotehnika“ d.o.o.
Beograd, Labska 4

Odgovorno lice projektanta: Goran Nedić, dipl.građ.ing.

Potpis:

Odgovorni projektant: Tomislav Grozdić, dipl.ing.teh.
Broj licence: 371 9803 04

Potpis:

Broj dela projekta: 412-7
Mesto i datum: Beograd, 30. septembar 2022. godine

7.2. SADRŽAJ SVESKE 7

- 7.1. Naslovna strana sveske
- 7.2. Sadržaj sveske 7
- 7.3. Rešenje o određivanju odgovornog projektanta
- 7.4. Izjava odgovornog projektanta
- 7.5. Tekstualna dokumentacija
 - 1. Uvodna razmatranja
 - 1.1. Uvodni deo
 - 1.2. Kritički osvrt na postojeće stanje
 - 1.3. Neophodni radovi
 - 2. Postojeće stanje PPV Bojnik
 - 3. Tehnološki aspekt prečišćavanja sirove vode I principi rekonstrukcije postrojenja
 - 3.1. Kvalitet sirove i prečišćene vode
 - 3.2. Tehnološki postupak prečišćavanja vode
 - 3.2.1. Aeracija
 - 3.2.2. Doziranje hemikalija
 - 3.2.3. Koagulacija, flokulacija i taloženje
 - 3.2.4. Filtracija
 - 3.2.5. Dezinfekcija
 - 3.3. Rešenja revitalizacije i rekonstrukcije prečištača sirove vode Bojnik
 - 3.3.1. Promene kvaliteta sirove vode
 - 3.3.2. Ugradnja lamela u taložniku
 - 3.3.3. Osposobljavanje trećeg filter polja za rad
 - 3.3.4. Opremanje pogonske laboratorije
 - 3.3.5. Rekonstrukcija – modernizacija opreme
 - 3.3.6. Dovršavanje izgradnje lagune
 - 3.4. Primenjena tehnološka oprema
 - 3.4.1. Elektro mašinska oprema
 - 3.4.2. Oprema za doziranje hemikalija
 - 3.4.3. Oprema za hlorisanje
 - 3.4.4. Oprema za merenje i kontrolu
- 7.6. Grafička dokumentacija
 - 1. Situacija 1:250
 - 2. Tehnološka šema
 - 3. Šema doziranja
 - 4. Osnove
 - 4.1. Osnova na koti 297,20
 - 4.2. Osnova na koti 299,90

7.3. REŠENJE O ODREĐIVANJU ODGOVORNOG PROJEKTANTA

Na osnovu člana 128a. Zakona o planiranju i izgradnji ("Službeni glasnik 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, 145/14, 83/2018, 31/2019, 37/2019 – dr. Zakon, 9/2020 i 52/2021), i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i način vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata ("Službeni glasnik RS", br. 73/2019) kao:

ODGOVORNI PROJEKTANT

za izradu Projekta tehnologije koji je deo Idejnog rešenja „Rekonstrukcija i dogradnja objekta u okviru kompleksa PPV "Bojnik" KP. Br. 500/1 u KO Bojnik u Bojniku određuje se:

**Tomislav Grozdić, dipl.ing.teh.
br. licence 371 9803 04**

Projektant: Preduzeće za hidrotehniku „Vodotehnika“ d.o.o.
Beograd, Labska 4
Odgovorno lice/zastupnik: Goran Nedić, dipl.građ.ing.

Potpis:

Broj tehničke dokumentacije: 412-7

Mesto i datum: Beograd, septembar 2022. godine

7.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA TEHNOLOGIJE

Odgovorni projektant Projekta tehnologije koji je deo Idejnog rešenja „Rekonstrukcija i dogradnja objekta u okviru kompleksa PPV “Bojnik” KP. Br. 500/1 u KO Bojnik u Bojniku

Tomislav Grozdić, dipl.ing.teh.

IZJAVLJUJEM

1. da je projekat izrađen u skladu sa Zakonom o planiranju i izgradnji , propisima, standardima i normativima iz oblasti izgradnje objekata i pravilima struke;
2. 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 : Tomislav Grozdić, dipl.ing.teh.

Broj licence: 371 9803 04

Potpis:

Broj tehničke dokumentacije: 412-7

Mesto i datum: Beograd, septembar 2022. godine



7.5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

1. Uvodna razmatranja

1.1. Uvodni deo

Ovaj vodoprivredni sistem obuhvata sledeće celine:

- Zemljano nasutu branu „Brestovac“ sa pratećim objektima
- Objekte za odvod vode iz akumulacije do potrošača i to:
 - Za PPV „Bojnik“ i
 - Odvod vode za navodnjavanje
- Sistem za navodnjavanje površina u dolini Puste reke nizvodno od Bojnika
- Uređaj za prečišćavanje vode
- Primarni vodovodni sistem do potrošača

Osnovne karakteristike brane su:

- Kota krune brane 340,00m.n.m
- Kota temelja brane 310,5 m.n.m.
- Graševinska visina brane 30,5 m
- Kota terena u osovini brane 311,0 m.n.m.
- Dužina brane po osnovi krune 332,0 m
- Širina krune brane 7,0 m

Hidromehanička oprema se sastoji iz:

- Zahvata vode za snabdevanje na koti 327,0 i 319,0 m.n.m.
- Zahvata vode za biološki minimum na koti 322,0 m.n.m.
- Evakuacija neprikosnovenog prostora na koti 332,0 m.n.m.

Horizontalni zahvat u kuli zatvaračnice za vodosnabdevanje i aeraciju je prečnika DN508mm, debljine 7,0mm. Na cevovodu su ugrađena dva zatvarača DN500mm, jedan radni, a drugi rezervni.

Cevovod za biološki minimum je DN406mm, debljine 6,0mm, dužine 8,0m.

Izgradnja brane je bila u periodu od 1979 do 1985 godine, kada je počelo i punjenje akumulacije.

Sa ovog sistema je predviđeno vodosnabdevanje stanovništva, industrije i stoke Opštine Bojnik i Doljevac (čak i Žitorađe). Jedan deo seoskih naselja sa teritorije Opštine Leskovac je takođe priključen na ovaj regionalni sistem.

Projektna dokumentacija za vodovodni sistem je urađena u periodu od 1987 do 1992 god, a izgradnja u periodu od 1992 do 1995 godine kada je sistem pušten u pogon. PPV „Bojnik“ je izgrađen za kapacitet 100l/s (I faza) a cevovod prema Doljevcu za konačnu fazu (DN600 i DN500mm).

Ovim projektom je predviđeno da se i naselja Opštine Žitorađa povežu na ovaj sistem kao prelazno rešenje do završetka vodovodnog sistema „Selova“. Predviđena količina vode za potrebe Opštine Žitorađa u prelaznom periodu je od 50 do 60l/s.

Sistem vodosnabdevanja je u funkciji oko 20 godina, a odvodni cevovod je urađen do Doljevca.

1.2. Krizički osvrt na postojeće stanje

Prilikom obilaska postrojenja u Bojniku i razgovora sa direktorom preduzeća i glavnim tehnologom na postrojenju, konstatovani su veliki nedostaci i problemi kod same tehnologije prečišćavanja i obezbeđenja kvaliteta vode za piće.

Iako je prošlo tek 20 godina u eksploataciji veliki deo opreme je propao i nije u funkciji (izgleda da je ugrađena elektromašinska oprema lošijeg kvaliteta zbog nedostatka sredstava a deo opreme čak nije ni ugrađen).

Kvalitet sirove vode je znatno pogoršan u odnosu na početno stanje iz poradnih i tehničkih razloga (isti je dovodni cevovod sirove vode i za potrebe vodosnabdevanja i za potrebe navodnjavanja; često promene protoka podižu nataloženi mulj). Zbog nedostatka sirove vode se često koristi najniži zahvat koji delimično zahvata mulj sa dna i slično.

Nakon obilaska postrojenja i analize podataka o kvalitetu sirove vode zaključeno je sledeće:

1. Iako postrojenje radi sa znatno manjim kapacitetom od projektovanog 15-45l/s (projektovano 100l/s) u vreme podizanja taloga ne može se postići zahtevan kvalitet vode za piće.
2. Pošto nije priključen rezervoar čiste vode postrojenje menja kapacitet prerade vode više puta u toku dana, što takođe utiče na stepen prečišćavanja.
3. Pulzator radi kao gravitacioni taložnik, jer oprema za pulzacije nije u funkciji kao i sistem automatskog odmuljivanja.
4. Doziranje hemikalija se vrši ručno sa dozir pumpama sumljivog proizvođača bez ikakve kontrole.
5. Laboratorija je vrlo skromno opremljena tako da se postupak pripreme i doziranja hemikalija ne može sprovoditi kako zahtevaju pravila.
6. Jedno filtersko polje nikad nije pušteno u pogon, pa se njegova oprema koristi kao rezervni deo za ostala dva polja.
7. Pranje filtera se vrši ručno, jer kompresori i pumpe nemaju frekventnu regulaciju, pa često dolazi do odnošenja peska.

ZAKLJUČAK:

Da bi PPV „Bojnik“ prerađivalo 100l/s vode i garantovalo kvalitet vode za piće neophodno je da se uradi projekat rekonstrukcije i revitalizacije postrojenja uz primenu savremene tehnologije i opreme renomiranog proizvođača koji će garantovati sve parametre prečišćavanja. Pored toga se mora uvesti kontrola i praćenje, kao i komandovanje preko PLC-a i odgovarajućih parametara.

1.3. Neophodni radovi

Za pravilno funkcionisanje postrojenja neophodno je uraditi sledeće:

a) Osposobljavanje rada pulzatora

- Isporuka i ugradnja nove opreme za pulziranje sa automatskim radom
- Nova oprema za automatsko odmuljivanje

- Zbog efikasnijeg prečišćavanja i zbog udarnih opterećenja treba predvideti ugradnju lamela.

b) Oprema za doziranje

- Kompletan zamena opreme za doziranje koja obuhvata pripremu i doziranje, a prilagođeno izmenjenoj tehnologiji i karakteristikama sirove vode.
- Ugradnja novih merača protoka
- Automatsko doziranje hemikalija prema protoku i kvalitetu sirove vode; ugradnja automatskih merača protoka sirove vode i doziranje preko PLC-a.
- Oprema za doziranje mora biti od renomiranih proizvođača sa svim pratećim elementima (rotometrima, elektroventili i slično)

c) Izvršni organi u cevnoj galeriji

- Zamena svih ventila u cevnoj galeriji sa pneumatskog na elektro pogon
- Automatska pranja filtera
- Ugradnja novih regulacionih ventila
- Ugradnja frekventnih regulatora na duvaljkama i pumpama za pranje filtera

d) Opremanje laboratorije

- Kompletan opremanje laboratorije sa svim neophodnim meračima za automatsko praćenje kvaliteta sirove i prečišćene vode

e) Automatizacija postrojenja

- Uvođenje PLC-a za kontrolu i komandovanje svim procesima postrojenja
- Ugradnja stabilnog dizel agregata za neophodne potrebe

Procenjena vrednost radova oko 1.000.000 EURA.

2. Postojeće stanje postrojenja

Vodoprivredni sistem „Pusta reka“ obuhvata:

- Branu „Brestovac“ visine oko 30m koja formira akumulaciju zapremine 7,5 x 106m³ vode; ova akumulacija je predviđena za potrebe vodosnabdevanja i navodnjavanja ovog područja.
- Dovodni cevovod DN600mm, dužine 12-50km do PPV, koji je zajednički i za potrebe vodosnabdevanja i za potrebe navodnjavanja.
- Postrojenje za prečišćavanje vode „Bojnik“ kapaciteta 3x100l/s.
- Odvod čiste vode prema Doljevcu prečnika DN500mm (300mm) dužine oko 15km.
- Odvod vode za navodnjavanje DN500mm
-

NAPOMENA: Ovom projektnom dokumentacijom se obrađuje samo PPV „Bojnik“.

Postrojenje za prečišćavanje vode „Bojnik“ je locirano sa leve strane puta Bojnik – Doljevac na oko 1,2km od asfaltnog puta, a na kotama od 295,00m.n.m. do 302,00m.n.m. Postrojenje je izgrađeno pre dvadesetak godina i od tada je stalno u

funkciji i eksploataciji sa količinom vode od 10 do 30l/sec, mada je prvobitno izgrađeno za 100l/sec.

Prilikom izgradnje neki objekti i oprema nisu izgrađeni tako da ovo postrojenje ima problema u radu periodično u toku godine. Najveći problemi nastaju pri promenama protoka sirove vode (uključenje navodnjavanja – isti dovodni cevovod) prilikom termičkih cirkulacija (vode u akumulaciji i prilikom korišćenja donjeg zahvata vode. Ta udarna opterećenja (zagađenja) mogu biti desetostruko veća od uobičajenih što stvara velike probleme u prečišćavanju. Pošto postrojenje nije projektovano za ovako drastična opterećenja, iako radi sa manjim kapacitetom, ono se mora isključivati.

Prilikom obilaska postrojenja za prečišćavanje sirove vode u Bojniku i razgovora sa direktorom preduzeća i glavnim tehnologom na postrojenju, konstatovani su nedostaci i problemi u vezi postizanja zahtevanog kvaliteta vode za piće. Tokom dugotrajne eksploatacije opreme postrojenja, veliki deo nje je propao i nije u funkciji. Tako se, umesto poluautomatskog rada postrojenja, danas rad svodi na isključivo ručno upravljanje opremom.

Konstatovano je takođe, da je kvalitet sirove vode zahvaćene sa akumulacije Brestovac pogoršan u odnosu na početno stanje. Akumulacija je u eksploataciji više decenija. U sirovoj vodi je, između ostalog, zapažena povećana koncentracija gvožđa, zatim prisustvo algi u letnjem periodu, što sve utiče na pogoršanje organoleptičkih svojstava vode. Tokom godina višegodišnje eksploatacije akumulacije, povećava se prisustvo organske materije u sirovoj vodi, koja se teško uklanja predviđenim postupkom prečišćavanja.

Treba istaći činjenicu da se dovodni cevovod sirove vode koristi istovremeno i za potrebe vodosnabdevanja i za potrebe navodnjavanja. Zbog čestih promena u količinama zahvaćene vode, podiže se nataloženi mulj iz akumulacije, koji zatim dospeva u cevovod. Ovo se naročito dešava u letnjim mesecima, kada se vrši intenzivno navodnjavanje poljoprivrednih površina. U tom slučaju se, zbog nedostatka potrebnih količina sirove vode, koristi najniži vodozahvat koji, osim vode, delimično zahvata mulj sa dna akumulacije.

Postrojenje za prečišćavanje vode radi sa znatno manjim kapacitetom od projektovanog oko 20 l/s-povremeno sa 50 l/s (u toku letnjih meseci). Projektovani kapacitet postrojenja u I fazi izgradnje iznosi 100 l/s.

Jedan od problema lošeg funkcionisanja postrojenja leži u činjenici što pulzator radi kao gravitacioni taložnik, odnosno oprema za pulzaciju nije u funkciji već od prvih godina rada postrojenja, vidi sl.2. U sklopu tog sistema za taloženje bi trebalo da se vrši i automatsko odmuljavanje, koje takođe ne radi, nego se mulj ručno ispušta iz taložnika.



Sl.1. Pulzator

Doziranje hemikalija se radi **ručno** uz pomoć dozir pumpi bez kontrole protoka, sl. 2.



Sl. 2. Pumpe za doziranje hemikalija i rezevoari

Pogonska laboratorija je skromno opremljena opremom (spektrofotometar, vage i dr.), koju nije moguće više servisirati, jer je garantovani radni vek rezervnih delova istekao, a aparati su stari desetak i više godina, sl. 3.



Sl. 3. Pogonska laboratorija

Jedno filter polje nije nikada pušteno u rad i njegova oprema se koristi kao rezervni deo za ostala dva filter polja, sl. 4.



Sl. 4. Tri filter polja

Pranje filter polja se vrši **ručno**, jer kompresori i pumpe nemaju frekventnu regulaciju, pa često dolazi do odnošenja peska iz filtera.

U prostoru predviđenom za dezinfekciju vode hlorom montirani su detektori i tuševi za neutralizaciju hlora u akcidentnoj situaciji. Detektori hlora uključuju svetlosni i zvučni alarm, vidi sl.5.



Sl.5. Boca sa hlorom za dezinfekciju vode

Mulj nastao tokom tehnološkog postupka prečišćavanja sirove vode se odlaže u lagunju. Izgradnja lagune nije još dovršena prema projektu (projekat iz Rekonstrukcije PPV Bojnik, projekat uradio „Voding,, iz Beograda 2010. godine), vidi sl.6.



Sl.6. Laguna

Da bi postrojenje za prečišćavanje vode „BOJNIK,, pravilno funkcionisalo i prerađivalo 200 l/s vode sa garantovanim kvalitetom vode za piće, neophodno je da se izvrši njegova rekonstrukcija i revitalizacija uz primenu savremene opreme renomiranog proizvođača, sl.7. Za praćenje i kontrolu tehnoloških procesa treba predvideti korišćenje programabilnih logičkih kontrolera (*PLC*-od engleske reči Programmable Logic Controller).



Sl.7. Kontrolni centar

Na osnovu detaljne trospekije zaključeno je sledeće:

1. Sve ugrožene površine objekta, koji su u dodiru sa vodom, moraju se sanirati i ponovo premazati zaštitnim premazima na bazi penetrata
2. Potojeća bravarija je propala i mora se zameniti novom od PVC materijala.
3. Unutrašnje galerije treba obložiti odgovarajućim keramičkim pločicama, kao i određene prostorije u administrativno pogonskom objektu.
4. Oprema cevnih galerija je propala i u velikoj meri zarđala, pa je treba u potpunosti zameniti novim cevima, fazonskim komadima i armaturom.
5. Sve leptiraste zatvarače treba zameniti i ugraditi elektro pogon (izbaciti pneumatiku)
6. Pumpe za pranje filtera zameniti, kao i duvaljke za pranje filtera.
7. Oprema za pripremu i doziranje hemikalija je u velikoj meri neupotrebljiva i treba je zameniti.
8. Isto važi i za hlorisanje vode
9. Elektro-komandnu opremu treba isto zameniti, jer sada radi na principu „štapa i kanapa“
10. Postojeća laboratorija je dosta primitivna i treba je kompletirati i usavršiti.

3. Tehnološki aspekt prečišćavanja sirove vode I principi rekonstrukcije postrojenja

3.1. Kvalitet sirove i prečišćene vode

Akumulacija Brestovac je u funkciji od 1998. godine . U Tabeli 1. su prikazani uporedni rezultati ispitivanog kvaliteta sirove vode, uzorkovane iz akumulacije i na ulazu upostrojenje za prečišćavanje vode (posle transporta kroz cevovod).

Tabela 1. Rezultati fizičko-hemijske analize vode

Zavod za zaštitu zdravlja Srbije „Dr M.Jovanović Batut,,

lab.br.	566	4	559
oznaka uzorka i poreklo	Jezero Brestovac dubina 12m	Jezerska voda na postrojenju	Jezero Brestovac
datum uzorkovanja	07.12.1994.	07.12.1994.	26.03.1998.
Temperatura vode ° S	8,0	13	4
Temperatura vazduha ° S	8,0	1	6
Mutnoća NTU	1,5 Si skala	0,4 Si skala	4,6
Miris	bez	Bez	-
Ukus	-	-	-
pH vrednost	7,9	9,5	7,1
Elektroprovodljivost S/cm	-	151	182
Amonijak, NH ₄ mg/l	0,04	0,04	0,34
Nitriti, NO ₂ mg/l	0,001	0,001	0,00
Nitrati, NO ₃ mg/l	0,46	0,26	0,38
Hloridi, Cl ⁻ mg/l	1,0	1,0	6,0
Utrošak KMnO ₄ mg/l	19,84	12,4	24
Suvi ostatak mg/l	161	117	108
Ukupno gvožđe, Fe mg/l	0,80	0,002	0,805
Mangan, Mn mg/l	0,0264	0,002	0,023
Arsen, As mg/l	0,0064	0,0046	-
Bakar, Cu mg/l	0,006	0,002	0,025
Cink, Zn mg/l	0,036	0,002	0,000
Kadmijum, Cd mg/l	0,001	0,0005	0,000
Olovo, Pb mg/l	0,003	0,005	0,000

Hrom, Cr	mg/l	0,001	0,0002	0,000
Živa, Hg	mg/l	0,0002	-	-
Deterdženti	mg/l	0,01	0,01	0,000
Isparljivi fenoli	mg/l	-	0,001	-
Ugljovodonici miner.porekla	mg/l	0,005	0,005	-
Rastvoreni kiseonik O ₂		11,16	8,46	16,02
mg/l				
BPK		0,7	2,23	7,05
mg/l				
Nikl, Ni	mg/l	0,008	0,002	-

Na akumulaciji je primećeno prisustvo modrozelenih algi u letnjim mesecima, zbog čega je izvršena kvalitativna i kvantitativna analiza na fitoplankton i zooplankton vode iz akumulacije, kao i vode posle prečišćavanja. Na taj način je određena abundanca fitoplanktona u navedenim uzorcima vode. Na osnovu uporednog prikaza rezultata analiza, urađenih u 2014. i 2016. godini (prilog 1), može da se konstatuje da je „akumulacija treće klase ekološkog sastava“, imajući u vidu Pravilnik o parametrima ekološkog i hemijskog statusa površinskih voda i parametra hemijskog i kvantitativnog statusa podzemnih voda (Sl. glasnik RS br 74/2011.). Akumulacija pokazuje srednji nivo rizika, počinje eutrofikacija i sadrži modrozeleni alge. U najvećem broju su zastupljene cijanobakterije, koje zahvaljujući malom prečniku (od 1 um) nisu zastupljene u biomasi ali su po broju ćelija najbrojnije.

U svim prikazanim rezultatima ispitivanog kvaliteta vode iz akumulacije se može izvesti zaključak da kvalitet vode odgovara prvoj, povremeno i drugoj klasi, te da se sirova voda iz akumulacije posle odgovarajućeg postupka prečišćavanja može nesmetano koristiti kao voda za piće.

Posle obavljenog postupka prečišćavanja sirove vode na postrojenju, ispitivan je kvalitet prečišćene vode. Mesečno ispitivanje kvaliteta prečišćene vode je vršeno tokom čitave 2018.godine. U prilogu 1. su prikazani samo rezultati ispitivanog kvaliteta vode, vršenih tokom: marta, maja, juna, avgusta, septembra, i oktobra te godine.

Razmatranjem dobijenih podataka, zapaža se značajno povećanje koncentracije gvožđa u sirovoj vodi koje iznosi 950 ug/dm³ u maju, zatim u martu i junu 2018. godine. Sirova voda je tehnološkim postupkom prečišćena i koncentracija gvožđa u prečišćenoj vodi je svedena na koncentraciju od 0,02 mg/ dm³.

Daljim uvidom u podatke dobijene analiziranjem prečišćene vode je zapaženo prisustvo određene količine: hloroforma, dihlorbrommetana, bromoforma (Prilog voda uzorkovana 23.10.2014. godine i 20.10. 2016. godine, Zavod za javno zdravlje „Dr M. Jovanović Batut“), dok prisustvo tih hemijskih jedinjenja nije konstatovano u sirovoj vodi, vidi Tabelu 1. i Prilogu .

3.2. Tehnološki postupak prečišćavanja vode

Za obavljanje procesa prečišćavanja sirove vode iz akumulacije Brestovac su, na postrojenju za prečišćavanje vode, predviđeni sledeći tehnološki postupci:

- aeracija,
- priprema i doziranje hemikalija,
- koagulacija, flokulacija i taloženje,
- filtracija,
- dezinfekcija (hlorisanje) i fluorisanje vode.

3.2.1. Aeracija

Postupak aeracije (obogaćivanja vode kiseonikom iz vazduha) se na postrojenju obavlja u kaskadnom aeratoru. Zbog oksidacije i taloženja organskih materija iz vode postupak utiče na popravljjanje fizičko-hemijskih karakteristika sirove vode (miris, ukus i dr.).

3.2.2. Doziranje hemikalija

Posle pripreme hemikalija, vrši se njihovo doziranje u tehnološkim procesima koagulacije, flokulacije i taloženja. Predviđeno je korišćenje sledećih hemikalija:

- aluminijumsulfat,
- polielektrolit i
- kreč

ALUMINIJUMSULFAT $Al_2(SO_4)_3 \times 18 H_2O$

Aluminijumsulfat se koristi kao sredstvo za koagulaciju i koristi se u obliku 10% vodenog rastvora. Za pripremu i doziranje ovog rastvora je predviđena kiselo-otporna oprema i obloga bazena, zbog velike agresivnosti rastvora. Hemikalija se dozira na mestu ulaska sirove vode u kaskadni aerator, a doze se kreću u 30-80 gr/m³.

POLIELEKTROLIT

Postoji više vrsta poliektrolita, koji se koriste u postupcima flokulacije. U konkretnom slučaju je predviđeno korišćenje sintetičkog poliakrilamida kao vodenog rastvora koncentracije 0,1-0,3%, koji će se dozirati u komori posle kaskadnog aeratora u količini od 0,3-0,8 gr/m³.

KREČ

Kreč služi kao pomoćni koagulant, koji treba da omogući potpunu disocijaciju aluminijumsulfata vezujući jone vodonika. Dozira se u obliku homogene suспензије kao krečno mleko u dozi od 30 gr/m³.

Doziranje kalijum permanganata i aktivnog uglja

Zbog udarnih zagađenja predviđa se povremeno doziranje kalijum permanganata i aktivnog uglja.

3.2.3.Koagulacija, flokulacija i taloženje

Koagulacija

Dispergovani sistemi, kao što su površinske vode, zavisno od hidroloških i atmosferskih uslova, morfoloških karakteristika terena i slično, sadrže čestice različitih dimenzija, koje imaju različite brzine taloženja. Čestice dimenzija iznad 0,01mm se talože relativno brzo, pa za njihovo uklanjanje nisu potrebne intervencije. Međutim, kod čestica manjih dimenzija vreme potrebno za njihovo prirodno taloženje može biti izuzetno dugo, pa zahteva izgradnju taložnika ogromnih gabarita. Zato se koristi proces koji izaziva destabilizaciju ovakvih sistema, stvaranjem čestica većih dimenzija i mase, čime se drastično povećava brzina taloženja. Za ove namene se najčešće koristi aluminijumsulfat.

Proces koagulacije se svodi na vezivanje trovalentnih jona aluminijuma, velike jonske mase i pozitivnog naelektrisanja, za negativno naelektrisane koloidne čestice u sirovoj vodi, pri čemu se formiraju gotovo neutralne čestice veće mase koje se mnogo brže talože.

Flokulacija

Flokulacija je proces stvaranja flokula-grupa čestica, koji se odvija posle koagulacije, a koji ima za cilj bolje taloženje. Zadatak flokulacije je da izvrši ukрупnjavanje, aglomerisanje gotovo neutralnih čestica, kako bi se pospešilo njihovo taloženje, odnosno izdvajanje čestica iz vode. Doziranje hemikalija za flokulaciju se vrši ubrzo posle dodatka hemikalije za koagulaciju.

Hemikalije za flokulaciju (flokulanti) su polimeri sa velikom molekulskom težinom, koji mogu biti prirodni ili sintetički, a koji mogu biti organskog ili

neorganskog porekla. U konkretnom slučaju odvijanja procesa flokulacije se koristi sintetički, organski polimer- poliakrilamid.

Taloženje-taložnik tipa „Pulzator,,

Taloženje je fizičko-hemijski proces u kome dolazi do odvajanja tečne od čvrste faze, odnosno izdvajanja izbistrene vode od postojećih nečistoća, koje se uklanjaju u obliku mulja.

Proces taloženja u konkretnom slučaju se odvija u taložniku, koji se sastoji od: jedne betonske posude sa ravnim dnom, zvana sa strane i koncentratora mulja, koji su raspoređeni po sredini duž celog taložnika. U donjem delu taložnika se nalazi razgranat sistem perforiranih cevi kroz koje se preko zvona pulzatora neprekidno dovodi voda. U gornjem delu taložnika postoji sistem kanala za sakupljanje izbistrene vode, koji čine perforirane poliesterske cevi, koje ravnomerno sakupljaju izbistrenu vodu sa cele površine taložnika.

Koncentratori mulja, koji su raspoređeni po sredini taložnika, skupljaju otežali flokulisani mulj, koji se kao višak programirano ispušta iz koncentratora.

Proces taloženja, odnosno bistrenja vode se obavlja na taj način što se sirova voda dovodi u zvono „pulzatora,, odakle odlazi u donji sistem perforiranih cevi. Sirova voda se, uz dodatak odgovarajućih hemikalija, pomoću ventilatora, koji radi kao vakum-pumpa, podiže do unapred određene visine u zvonu. Tada se naglo uspostavlja veza sa atmosferom, otvaranjem ventila, usled čega dolazi do stropoštavanja vodenog stuba do donjeg nivoa u zvonu. Visina dizanja vodenog stuba u zvonu se određuje zavisno od kvaliteta sirove vode i stanja muljnog oblaka u taložniku. Pražnjenje zvona pulzatora je znatno brže od njegovog punjenja, tako da se pražnjenje obavi za 5-15 sekundi, a punjenje za 30-40 sekundi. Brzina pražnjenja i punjenja (pulzacija) zvona, kao i visina njegovog punjenja se može regulisati, dok ventilator, koji radi kao vakum-pumpa, neprekidno isisava vazduh iz zvona. Ventil, pomoću koga se vrši otvaranje i zatvaranje veze sa atmosferom je povezan sa nivo-sondama, smeštenim u zvonu.

Pražnjenje zvona mora biti dovoljno brzo da bi se sprečilo taloženje mulja, ali ne preterano brzo, kako se ne bi izazvalo razbijanje muljnog oblaka i iznošenje flokula u zonu bistrenja. Intezitetom pulzacija se utiče na koncentraciju mulja, koja se drži u određenim granicama, dok višak mulja odlazi u koncentratore, čije pražnjenja ne izaziva promene koncentracije mulja u muljnom obliku. Prednost „Pulzatora,, u odnosu na druge tipove taložnika se sastoji u tome što nema sistema za mehanički tretman mulja. Na taj način se izbegava razbijanje već formiranih flokula. U „Pulzatoru,, je svako mešanje blago, a iznad dna su postavljeni umirivači

toka, koji sprečavaju svaku turbulenciju. Taložnik tipa „Pulzator,, uspešno amortizuje promene u kvalitetu sirove vode i ne utiče na promene kvaliteta prečišćene vode.

„Pulzator,, radi potpuno automatizano prema podešenim vrednostima. Čišćenje „Pulzatora,, se obavlja jednom do dva puta godišnje potpunim pražnjenjem i pranjem vodom, pri čemu se obavlja i kompletan pregled taložnika.

Kapacitet „Pulzatora,, se povećava ubacivanjem posebnih ploča, postavljenih pod određenim uglom, u zoni dekantacije, što je predviđeno realizacijom druge faze izgradnje postrojenja.

3.2.4. Filtracija

Filtracija vode se obavlja kroz brze gravitacione, peščane filtre. Filtriranje predstavlja završnu obradu, koja je neophodna kod voda koje su namenjene za ljudsku upotrebu. U procesu filtracije se iz vode uklanjaju fine suspendovane i koloidne materije, kao i znatan broj bakterija i mikroorganizama.

Za obavljanje filtracije na postrojenju u Bojniku je odabran brzi gravitacioni, peščani filter tipa „Aquazur V,, sa brzinom filtracije 5,86 m³/h. Filter se sastoji od tri filterske jedinice, pojedinačne površine od 22,5 m². Filterska ispuna je od kvarcnog peska homogene granulacije od 0,8-1,5 mm.

Voda u filter dolazi prelivnim kanalima, koji su potopljeni i ravnomerno raspoređeni po površini filtera. Ona zatim prolazi kroz filtersku (peščanu) ispunu, u čijim porama ostaju nečistoće i preko dizni (cediljki) dospeva u duplo dno filtera, odakle otiče u rezervoar čiste vode. Dizne su montirane u betonsku ploču, koja nosi filtersku ispunu.

Količina vode, koja se filtrira, se reguliše automatski pomoću regulacionog zatvarača. On održava konstantan nivo vode u filteru iznad peščane ispune. Tokom rada filtera dolazi do začepeljivanja filterske peščane ispune, što povećava otpor proticanju vode, tako da se regulacioni zatvarač sve više otvara da bi održao konstantan nivo vode u filteru. Kada dođe do maksimalnog otvaranja regulacionog zatvarača, filter se isključuje iz rada, te je potrebno da se izvrši proces pranja filterske ispune. Pranje filtera se obavlja vazduhom i vodom. Sam proces traje oko 10 minuta, posle čega je filter ponovo spreman za rad.

Komandovanje zatvaračima na filterima se vrši ručno preko komandnog pulta iz komandne prostorije. Pogon zatvarača se vrši pneumatski. Svaki zatvarač se može nezavisno otvoriti ili zatvoriti pritiskom na taster sa komandnog pulta (otvoreno-zatvoreno).

3.2.5. Dezinfekcija (hlorisanje) i fluorisanje vode

Prečišćena voda se, pre distribucije potrošačima, podvrgava dezinfekciji. Dezinfekcija se najčešće, pa i u ovom slučaju, vrši gasovitim hlorom. Tom prilikom dolazi uglavnom do reakcije oksidacije i supstitucije. Hlor lako oksidiše: alkohole, aldehide, aminokiseline, deluje na neke komponente koje izazivaju obojenost vode, kao i na razne neorganske materije. Dezinfekcija vode se obavlja na ulasku vode u rezervoar čiste vode. Doza hlora se kreće od 1,0-2,0 gr/m³, a obezbeđeno je i neophodno vreme spoja vode i hlora duže od 30 min.

Hlor se čuva u bocama, smeštenim u posebnoj prostoriji, dok se aparati za hlorisanje nalaze u drugoj prostoriji, s obzirom na to da je hlor veoma reaktivan i toksičan (jedan od najačih bojnih otrova).

Prostorije su snabdevene detektorima, koji alarmiraju prisustvo hlora u prostoriji (curenje hlora u vazduh).

Hlor uništava bakteriološko i biološko zagađenje vode za piće, tako da ona postaje pogodna za ljudsku upotrebu (voda za piće ima određen zakonski tretman kao životna namirnica).

U konkretnom slučaju prečišćavanja sirove vode u Bojniku je predviđeno, da se osim hlorisanja vode obavlja i njeno, fluorisanje. Međutim, fluorisanje prečišćene vode nije do sada sprovedeno u praksi.

3.3. Rešenja revitalizacije I rekonstrukcije prečištača sirove vode Bojnik

U cilju ispunjenja projektnog zadataka, kojim se zahteva postizanje kapaciteta postrojenja od 100 l/s, potrebno je imati u vidu sledeće:

- promene u kvalitetu sirove vode,
- potrebu za efikasnijim taloženjem (ugradnja lamela u taložniku),
- osposobljavanje za rad trećeg filter polja,
- potreba nabavke nedostajeće laboratorijske opreme za praćenje tehnološkog procesa,
- potreba uspostavljanja savremenijeg sistema upravljanja i praćenja rada postrojenja za prečišćavanje,
- završetak izgradnje lagune prema projektu iz 2010. godine.

3.3.1. Promene kvaliteta sirove vode

U akumulaciji Brestovac su se pojavile modrozelenne alge, usled čega se konstantno povećava njena eutrofikacija akumulacije. To utiče na povećanje mutnoće vode i povećanje sadržaja organskih materija. Da bi se kvalitet sirove vode popravio, ili bar zadržao na ovom nivou, potrebno je uložiti napor u cilju revitalizacije akumulacije i to putem:

- postavljanja plutajućih aeratora u akumulaciji,
- kontrole prisutnih ribljih vrsta u akumulaciji,
- primenom drugih, opšte prihvaćenih metoda za poboljšanje kvaliteta vode u akumulaciji.

Na postrojenju je potrebno izvršiti dogradnju odgovarajuće opreme, i izgradnju novog flokulatora.

a) Kaskadni aerator

- b)** Da bi se poboljšao efekat aeracije predviđa se ugradnja novog kompresora za prinudnu aeraciju, umesto mešalice, koja nije dala rezultate. predviđa se ugradnja novog merača protoka i zamena cevni veza i elektro opreme

c) Flokulator

Da bi se omogućilo kvalitetno prečišćavanje povećane količine sirove vode (200 l/s) koja dolazi na postrojenje, potrebno je predvideti izgradnju novog flokulatora, dimenzija 6x6m i dubine 4m. Flokulacija se obavlja uz primenu istih hemikalija kao do sada, odnosno uz :

-Aluminijumsulfat $Al_2(SO_4)_3 \times 18 H_2O$

Aluminijumsulfat se koristi kao sredstvo za koagulaciju i koristi se u obliku 10% vodenog rastvora. Za pripremu i doziranje ovog rastvora je predviđena kiselo-otporna oprema i obloga bazena, zbog velike agresivnosti rastvora. Hemikalija se dozira na mestu ulaska sirove vode u kaskadni aerator, a doze se kreću u 30-80 gr/m³.

Potrebna količina aluminijumsulfata je 21600-57600 gr/h za prečišćavanje sirove vode sa protokom od 100 l/s , odnosno količina navedenog vodenog rastvora iznosi 108 -288 l/h.

$$30-80 \text{ gr/1000 l} \times 100 \text{ l/s} \times 3600 \text{ s/h} = 10800-28800 \text{ gr/h} .$$

-Polielektrolit

U postupcima flokulacije se koristi više vrsta poliektrolita. U konkretnom slučaju je predviđeno korišćenje sintetičkog poliakrilamida kao vodenog rastvora

koncentracije 0,1-0,3%, koji će se dozirati u komori posle kaskadnog aeratora u količini od 0,3-0,8 gr/m³.

Potrebna količina polielektrolita za prečišćavanje sirove vode, protoka 100 l/s iznosi 108-288 gr/h, dok količina navedenog vodenog rastvora iznosi 10,8- 86,900 l/h.

$$0,3-0,8 \text{ gr/1000 l} \times 100 \text{ l/s} \times 3600 \text{ s/h} = 108-278 \text{ gr/h} .$$

-Kreč

Kreč služi kao pomoćni koagulant i kao podešavač pH sirove vode, koji treba da omogući potpunu disocijaciju aluminijumsulfata. Dozira se u obliku homogene suспенzije kao krečno mleko u dozi od 30 gr/m³. U slučajevima, kada je potrebno izvršiti podešavanje pH vrednosti sirove vode i obezbediti uslove za odvijanje hemijskih procesa prečišćavanja, kreč će se takođe koristiti.

Za prečišćavanje (koagulaciju) sirove vode, protoka 100 l/s potrebna količina kreča iznosi 10800 gr/h.

$$30 \text{ gr/1000 l} \times 100 \text{ l/s} \times 3600 \text{ s/h} = 10,800 \text{ gr/h} .$$

3.3.2. Ugradnja lamela u taložniku

Opravkom „Pulzatora,, i ugradnjom lamela u taložniku poboljšava se prečišćavanje sirove vode.

3.3.3. Osposobljavanje trećeg filter polja za rad

Za kvalitetno odvijanje procesa filtracije je, tokom rekonstrukcije postrojenja za prečišćavanje sirove vode u Bojniku, potrebno osposobiti za rad i treće filter polje. Do sada ovo polje nije bilo uključeno u rad, nego se koristilo kao rezervoar. Ovo je bilo moguće iz razloga što je kapacitet postrojenja bio 100 l/s. Sa povećanjem kapaciteta rada postrojenja, uključivanje trećeg filtracionog polja je neophodno.

3.3.4. Opremanje pogonske laboratorije za praćenje tehnoloških postupaka prečišćavanja sirove vode

Za siguran i optimalan rad postrojenja za prečišćavanje „Bojnik,, potrebno je, tokom tehnoloških postupaka, redovno pratiti stanje određenih fizičko-hemijskih parametara kvaliteta vode. Na taj način bi se moglo pravovremeno intervenirati u procesima prečišćavanja i unaprediti vođenje tehnoloških postupaka, a takođe smanjiti neracionalno trošenje hemikalija. U poglavlju 7. je data **specifikacija potrebnih uređaja i opreme sa njihovim predračunom** .

3.3.5. Prevaziđen (zastareli) sistem upravljanja i praćenja rada postrojenja za prečišćavanje. **Rekonstrukcija-modernizacija opreme i upravljanja na postrojenju**

Postojeća oprema je amortizovana.

Većina komponenti sklopne i komandne opreme, kao i merno regulacione opreme je zastarela i više se ne proizvodi po tipu i ugradnim merama, što znatno otežava intervencije prilikom održavanja pogonske spremnosti opreme.

Postojeće rešenje daljinskih komandi i signalizacije ne dozvoljava mogućnost nadogradnje sistema i dovođenje na nivo modernog načina upravljanja i rukovanja sa PLC, pa zbog toga zahteva nabavku nove opreme.

3.3.6. Dovršavanje izgradnje lagune

U procesu prečišćavanja vode za piće se, pri pranju filtera, stvara otpadna voda. Takva otpadna voda se odvodi sistemom cevoda do lagune, gde se vrši odlaganje otpada (taloga aluminijum hidroksida), a odatle do recipijenta (projekat Rekonstrukcija i revitalizacija PPV "Bojnik" urađen od strane firme "Voding" iz Beograda, 2010. godine).

Međutim, novim tehničko-tehnološkim rešenjem je predviđeno da se izgradi nova taložnica za istalozavanje tehnoloških otpadnih voda sa dve komore i crpnom stanicom. Nakon istalozavanja voda će se vraćati na početak procesa prečišćavanja. Predviđena je recirkulacija vode.

Postojeća laguna će se rekonstruisati u dve komore koje će biti obložene vodonepropusnom folijom koja će sprečiti infiltraciju u podzemlje. Ovo je detaljno obrađeno kroz 3-Projekat hidrotehničkih instalacija.

3.4. Primenjena tehnološka oprema

3.4.1. Elektro mašinska oprema

Objekat za flokulaciju i taloženje

Ovaj proces je neophodan radi obezbeđenja uslova za bistrenje vode u manjim objektima. U njemu se posredstvom doziranja pozitivno naelektrisanih trovalentnih jona Al, Ca itd, vrši destabilizacija naelektrisanja koloidnih čestica koje pod odgovarajućim uslovima formiraju krupnije aglomerate i talože većom brzinom. Dodatkom flokulacionih sredstava mogu se poboljšati taložne karakteristike čestica, a time i efekti bistrjenja. Proces zavisi od niza faktora fizičke i hemijske prirode (uslovi

mešanja, odnosno kvantum mehaničke energije koji se saopštava vodenoj masi, vreme odvijanja procesa, sastav vode, nivo naelektrisanja čestica u vodi, doza agenasa koji vrše razelektrisanje, pH sredine, temperatura vode, itd. Zavisno od promena u vodi (sezonski ili atmosferski) menja se i optimalna kombinacija pomenutih faktora kojom se postižu najbolji efekti. Stoga je jedno od najbitnijih pitanja u procesu kondicioniranja vode poznavanje ovih promena za dati tip vode, i stalni rad na definisanju optimalnih uslova na samoj instalaciji za prečišćavanje.

Ovo je novoprojektovani objekat.

U jednom objektu imamo procese koagulacije i flokulacije i taloženja.

Objekat je pravougaonog preseka dimenzija 6,65 x 66,70 m.

Prvi deo objekta je flokulator u kome se obavlja koagulacija i flokulacija sa doziranjem hemikalija i njihovim mešanjem.

Projektovane su flokulacione komore sa vertikalnim mešalicama i ukupnim vremenom zadržavanja od 48 minuta.

Jedinica za koagulaciju i flokulaciju obuhvata novi građevinski objekat sa instalisanim mešalicama, zatvaračima i cevnim vezama. Osnovna uloga ove jedinice je priprema vode za proces taloženja u novom lamelarnom taložniku. Objekat je u osnovi dimenzija 6,70 x 6,65 m, ukupne visine 6,45 m.

Prednost ovog objekta nad sličnim koji su projektovani kod nas, je u tome, što se u njemu obavlja pored koagulacije i flokulacije, i taloženje suspendovanih materija, a to znači da su flokulator i lamelarni taložnik jedan isti objekat.

Objekat za koagulaciju i flokulaciju sadrži suvi i mokri deo, i podeljen je na deset komora. Prva komora je zatvaračnica (suvi deo) kroz koju prolazi dovodni cevovod DN 400. U dovodnom cevovodu se vrši injektiranje rastvora 1% sumporne kiseline i Al polimera (kompleksnih aluminijumovih soli).

Mokri deo se sastoji od devet komora u kojima su instalisane flokulacione mešalice. U prvoj centralnoj komori imamo brzu mešalicu sa brojem obrtaja od 100 – 150 o/min, i tu se dozira Al_2SO_4 . Nakon brzog i intenzivnog mešanja ovih hemikalija, voda preliva u dve komore 1,20 x 1,20 m, gde se uz pomoć spore mešalice obavlja I stepen flokulacije.

Inače ceo flokulator je podeljen na dve jedinice po 50 l/s.

Faza flokulacije sastoji se iz tri stepena. Prvi stepen flokulacije čini prethodno opisana komora 120 x 120 cm opremljena vertikalnom mešalicom sa promenljivim brojem obrtaja 6-12 o/min.

Iz ovih komora voda odozdo ulazi u veće komore 1,35 x 1,35 m u kojima se vrši II stepen flokulacije pomoću sporijih mešalica sa varijatorom broja obrtaja opsega od 2-6 o/min, a zatim preliva u komoru 2,90 x 2,90 m sa najsporijim mešanjem (0,5 – 2 o/min), u kojima se obavlja proces III stepena flokulacije. Iz ove komore voda odozdo ulazi u lamelarni taložnik.

U komorama su vertikalne mešalice koje obezbeđuju formiranje kompaktnih, ravnomernih i gustih flokula koje se odvođe na taloženje.

U predloženom sistemu flokulacije se ostvaruje kontrolisan unos energije pomoću vertikalnih mešalica sa promenljivim brojem obrtaja. Gradijent brzine može se menjati u prvoj flokulacionoj komori od 120 - 80 s^{-1} , u drugoj flokulacionoj komori od 60 - 40 s^{-1} , a u trećoj od 30 - 10 s^{-1} . Mešalice se sastoje iz pogonskog dela

elektromotora sa varijatorom i zupčastim prenosnikom, osovine od čelika i lopatice od tvrdog polipropilena.

Za potrebe pražnjenja mokrih komora u zatvaračnici flokulatora predviđeni su cevovodi DN 100 preko kojih se voda i mulj ispuštaju u kanalizaciju.

Objekat je pokriven radi zaštite motora i prateće opreme i obezbeđenja adekvatnih radnih uslova.

Lamelarnim taložnik raspodeljuje ujednačenim strujanjem vodu ravnomerno na sve lamele po celoj površini taložnika, tako da izdvoji čvrste čestice iz vode, i izdvojeni mulj usmeri ka dnu taložnika gde se odvija proces ugušćivanja.

Lamelarnim taložnikom se postižu visoki efekti taloženja, građevinska površina prostora koju zauzima je mala i zbog toga je u prednosti u odnosu na konvencionalni pravougaoni ili radijalni taložnik.

U projektovanom lamelarnom taložniku predviđena su tri reda lamelarnih ploča, dva unutrašnja raspodeljivača vode i dva krajnja raspodeljivača vode koji uvedenu vodu iz flokulacionih komora raspodeljuju prema lamelarnim pločama.

Voda vertikalno struji između lamelarnih ploča gde se vrši razdvajanje čvrstih čestica iz vode, izbistrena voda se preliva preko nazubljenih prelivnih limova u H – kanale koji izbistrenu vodu sprovode u sabirni kanal.

Lamelarne ploče su postavljene na nosače pod uglom od 55° koji omogućava efikasno klizanje izdvojenog mulja iz vode i isti usmeravaju u donji prostor taložnika neposredno ispod donjeg nivoa lamela gde se vrši ugušćivanje i taloženje čvrstih materija.

Sekcije nosača lamelarnih ploča su čvrsto ankerisani čeličnim anker vijcima na spoljne stranice H – kanala.

Lamelarni taložnik je projektovan za kapacitet od 100 l/s i sa ostvarenom odgovarajućom koagulacijom i flokulacijom njegov efekat je zadovoljavajući.

Lamelarne ploče su projektovane na međusobnom rastojanju od 80 mm.

U jednom polju imamo 75 lamelarnih ploča što daje ukupnu dužinu polja od 6,0 m sa lamelarnim pločama (horizontalna projekcija).

Za ovaj projekat se usvajaju lamelarne ploče sledećih dimenzija:
0,7 x 1220 x 2660 mm.

Ukupan broj lamelarnih ploča je 230.

Projektovana je veza ovog objekta kroz pasarelu širine 2,0 m na koti 426,75 sa filter stanicom, čime je omogućena komunikacija osoblja i praćenje rada na oba objekta.

3.4.2. Oprema za doziranje hemikalija

U procesu prečišćavanja vode primenjuje se doziranje određenih hemikalija za koagulaciju i flokulaciju kako je to detaljno obrazloženo u tehnološkom delu. Predviđeno je doziranje aluminijum sulfata, polielektrolita, krečnog mleka za stabilizaciju čiste vode, kalijum permanganata i aktivnog uglja.

a) Doziranje KmnO_4 i aktivnog uglja.

Za napred predviđena doziranja predviđaju se dva posebne linije sa sledećom opremom.

Za doziranje predviđene su dve (1+1) dozir pumpe kapaciteta od 4,0 do 10 l/h i pritisak od 6 do 10 bara sa ručnom regulacijom hoda klipa.

Predviđena je dozir pumpa KM252-12, klipno membranska proizvođača „GRUNDFOS – ADDUA“ (Nemačka) snage 0,11kW i brojem impulsa od 30 do 100 imp/min (80-100%) sa podešavanjem preko frekventnog regulatora i doziranje automatsko preko pH metra, koji čini sastavni deo ovog sistema. pH metar je postavljen u šahtu za brzo mešanje a njegovi signali se prenose do komandnog ormana u prostoriji za doziranje koji impulse šalju frekventnom dozatoru ove pumpe.

Za pripremu hemikalija koristiće se postojeće posude za PE zapremine $V=500\text{lit}$.

Sastavni deo ove opreme je i cevni mešač proizvođača WALLACE TIERNAU (Nemačka) koji ima zadatak da koncentrovano sumpornu kiselinu izmeša u odnosu 1:100. Kapacitet mešača 500 l/h.

b) Doziranje aluminijum sulfata

Posle korigovanog pH, a u slučaju pojave povećane mutnoće, u vodu se vrši doziranje pripremljenog rastvora koagulacionog sredstva. Kao koagulant izabran je aluminijum sulfat oktadeka hidrat, odn aluminijum sulfat sa 18 molekula kristalne vode ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$). Udeo suve supstance u njemu (bezvodne soli) je svega 51 %, dok ostalo otpada na kristalnu vodu ($18\text{H}_2\text{O}$). Aluminijum sulfat se nabavlja i skladišti na postrojenju u obliku granula, pakovanih u vreće od po 30 kg. Suvom supstancom se ručno puni hoper suvog dozatora koji ubacuje određenu količinu supstance rezervoar za pripremu rastvora. Koncentracija pripremljenog rastvora je 10 % i kao takav se bez naknadnog razblaženja dozira. Svaki od bazena za pripremu rastvora aluminijum sulfata je opremljen mešalicom, meračem nivoa, prelivnim i drenažnim cevnim priključkom, kako bi bili max. efikasni u pripremi i doziranju rastvora koagulanta. Bazeni su izrađeni od betona, koji je sa unutrašnje strane zaštićen specijalnim premazom otpornim na $\text{pH}=2$, koliko 10 %-tni rastvor može da ima.

Bazen je opremljen mehaničkom mešalicom sa elektro pogonom koji obezbeđuje dovoljno veliku turbulenciju za efikasno i brzo mešanje koagulanata i vode. Ova faza prečišćavanja je od ključnog značaja jer efikasna koagulacija znači i efikasno uklanjanje mutnoće iz vode.

Za doziranje se usvajaju dve dozir pumpe (jedna radna i jedna rezervna) svaka kapaciteta po 300 l/h.

Dozir pumpe rade proporcionalno signalu sa merača protoka sirove vode i izmerene mutnoće sirove vode, dok se podešavanje želje doze hemikalija može odvijati i neposredno na samoj pumpi.

Aluminijum sulfat u granulama se dozira u komoru za pripremu rastvora, preko tkz. suvog dozatora, koji se sastoji od pužnog dozatora koji rotira fiksnom brzinom određeno vreme. Servisna voda se, takođe, dozira u komoru pri čemu se meri njen trenutni protok (preko *in-line* merača protoka na dovodu servisne vode). Mereći protok i vreme doziranja obe supstance, izračunava se unos svake od ovih materija u kg/h. Upoređivanjem oba protoka, obezbeđuje se njihov odnos koji odgovara setovanoj koncentraciji (10 %). Veličina kojom se upravlja je vreme rada suvog dozatora (u sekundama), za fiksni rad doziranja servisne vode (broj sekundi rada suvog dozatora se menja na svakih 10 sekundi kontinualnog doziranja servisne vode).

Mešalica sa elektrmotornim pogonom vrši ubrzano rastvaranje suve supstance. Ona radi sve vreme dok traje priprema i doziranje rastvora iz komore (isključuje se samo kada nivo rastvora padne na minimalni nivo).

Za doziranje aluminijum sulfata predviđena je sledeća oprema:

Suvi dozator aluminijum sulfata

Tip	TD 423
Kapacitet	5-500 kg/h
Zapremina hopera	50 l
Nasipna težina granula aluminijumove soli	~1,0 kg/m ³
Materijal	Nerđajući čelik (AISI 304)
Instalisana snaga	370 W (sa FR)
Elektro napajanje	230 V, 50 Hz, 1 ph
Dimenzije (L x W x H)	800 x 460 x 400 mm
Težina	28 kg
Proizvođač	Grundfos-Alldos, Nemačka

Komada	1
--------	---

Mešalica u bazenu za pripremu/doziranje

Tip	Mešalica sa fiksnom tačkom rotacije, jednim mešajućim organom i elektro pogonom sa varijatorom
Dimenzije mešajućeg organa (D x H)	420 x 1.550 mm

Materijal	nerđajući čelik (AISI 316)
Instalisana snaga	1.5 kW
Elektro napajanje	400 V, 50 Hz
Broj obrtaja elektro motora	1.400 min ⁻¹
Broj obrtaja mešajućeg organa	250 min ⁻¹
Zaštita	IP 55
Tip mešajućeg organa	propeler sa tri lopatice
Opseg radnih temperatura	0 ... + 50 °C
Proizvođač	Grundfos-Allidos, Nemačka
Komada	2
Dozir pumpa	
Tip	BL N 25, zavojna
Kapacitet, nominalni	259 l/h
Kapacitet, max.	320 l/h (na 50 Hz)
Pritisak	2 bar
Opseg frekventne regulacije	30-100 %
Opseg brzina na mehaničkom varijatoru	1:6
Instalisana snaga	0,75 kW
Elektro napajanje	230 V, 50 Hz, 1 ph
Način doziranja	proporcionalano izmerenom protoku sirove vode, podešavanje preko FR
Podešavanje doze	na mehaničkom varijatoru
Dimenzije (L x W x H)	1.230 x 350 x 450 mm
Zaštita	IP 65 (prema IEC 529)
Proizvođač	Seepex, Nemačka
Komada	2

Statički mešač za rastvor aluminijum sulfata ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$)

Tip	StaFlo 30 (cevni, pod pritiskom)
Funkcija	mešanje rastvora $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ sa servisnom vodom (razblaženje)
Kapacitet nominalni	20 m ³ /h
max.	30 m ³ /h
Vrsta priključka	prirubnički spoj
Prečnik mešača	DN 100
Radni pritisak, max.	10 bar
Pad nominalni	30 cm V.S.
pritisaka,	
max.	43 cm V.S.
Materijal	nerđajući čelik (AISI 304/316)
Proizvođač	StatiFlo ili sl.
Komada	1

Merač protoka doziranog rastvora aluminijum sulfata ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$)

Tip E+H elektromagnetni	
Komada	1

c) Doziranje polielektrolita (flokulacija)

Posle koagulacije u komori sa brzim mešanjem, kao pomoćno sredstvo za postizanje krupnijih (a time i lakše taložnih flokula) koristi se rastvor flokulanta. Kao koagulant koristi se neki od na tržištu dostupnih anjonskih polielektrolita. Nabavlja se i skladišti na postrojenju u obliku sitnih granula, pakovanih u vreće od po 25 kg. Suva supstanca se ručno ubacuje u hoper automatske jedinice za pripremu i doziranje rastvora polielektrolita. Zapremina hopera je 50 l i dovoljna je da primi dnevnu količinu suve supstance. Koncentracija pripremljenog rastvora može da se kreće u širokom opsegu od 0,05-0,5 %, a najčešće se koristi 0,3 %-tni rastvor. Pripremljeni rastvor se primenjuje uz naknadno razblaženje (obično na max. 0,2 %-tni rastvor, čija je mešljivost sa vodom dobra a primena efikasna, tj. doze su min. za efekat flokulacije koje pružaju). Jedinica za pripremu rastvora se sastoji iz tri komore kroz koje rastvor sukcesivno prolazi odstojavajući tako dovoljno vremena da se

odigra tkz. zrenje polielektrolita (max. 60 minuta). Tek tada je rastvor spreman za doziranje. Svaka od komora u jedinici za pripremu je opremljena sopstvenom mešalicom sa elektro pogonom, kako bi rastvaranje i zrenje bili max. efikasni. Jedinica je izrađena od plastike, tako da nije potrebno dodatno je antikorozijski štiti.

Pripremljeni rastvor se posle naknadnog mešanja dozir pumpom transportuje do prve flokulacione komore (komore sa sporim mešanjem) u koju se vrši doziranje i njegovo umešavanje sa vodom. Komora je opremljena mehaničkom mešalicom sa elektro pogonom koja obezbeđuje dovoljnu turbulenciju za efikasno i brzo mešanje flokulanta i vode (važno je da mešalica ne unosi previše energije u vodu, jer bi tada došlo do razbijanja već obrazovanih flokula). Ova faza prečišćavanja je takođe od ključnog značaja, jer efikasna flokulacija (uz efikasnu koagulaciju) znači i efikasno uklanjanje mutnoće iz vode.

Priprema:

Usvojena je trokomorna jedinica za pripremu najmanjeg kapaciteta iz date serije POLYDOS 412-1000. Njen nominalni kapacitet je 1.000 l/h rastvora koji može da ima koncentracije od 0,05-0,5 %, odn. 0,5-5 g/l. Ovo daje opseg kapaciteta od 500-5.000 g/h. Priprema će imati veliku rezervu u kapacitetu. Ceo paket se sastoji iz: jedinice za pripremu, skida sa dozir pumpama i jedinice za razblaživanje.

Proizvođač sve prethodno obrađene opreme je firma *Grundfos Alldos*, Nemačka

Jedinica za pripremu rastvora

Tip	Polydos 412, kompaktna
Način pripreme	mešanje suvog PE i servisne vode
Kapacitet, hidraulički	1.000 l/h
Kapacitet suvog dozatora, nominalni	324 g/h
Kapacitet suvog dozatora, max.	5 kgPE/h
Opseg radnih koncentracija	0,05-0,5 % mas.
Nominalna koncentracija rastvora	0,2 % mas.
Zapremina svih komora	1 m ³
Zapremina jedne komore	340 l
Ukupno vreme zadržavanja u jedinici	60 min.
Vreme potrebno za zrenje PE	45-60 min.
Broj mešalica	3
Dimenzije, dužina	2.150 mm

širina	1.150 mm
visina	1.250 mm
Uključenje/isključenje jedinice	prema LA i HA nivou jedinici
Reproduktivnost	greška u pripremi rastv. <2 % p.s.
Instalisana snaga	3,0 kW
Elektro napajanje	230 V, 50 Hz
Podešavanje hoda klipa	ručno na skali od 0-100 %
Materijal komora	PVC
Materijal zaptivnih elemenata	EPDM
Zaštita	IP 65 (prema IEC 529)
Max. dozvoljena rel. vlažnost vazduha	80 %
Opseg radnih temperatura	0 ... + 45 °C
Nivo buke	< 70 dB(A)
Težina	270 kg
Proizvođač	Grundfos-Alldos, Nemačka

Komada	1
--------	---

Dozir pumpa rastvora PE

Tip	KM 252-24, klipno-membranska
Kapacitet, nominalni	48 l/h
Kapacitet, max.	50 l/h (na 50 Hz)
Pritisak	10 bar
Tačnost doziranja	-5 ... +10 % pri max. hodu klipa
Instalisana snaga	0,18 kW
Broj impulsa (radni opseg)	30-100 imp/min (30-100 %)
Elektro napajanje	230 V, 50 Hz, 1 ph
Način doziranja	proporcionalano izmerenom protoku sirove vode, podešavanje preko FR
Podešavanje hoda klipa	ručno na skali od 0-100 %

Materijal membrane	polipropilen (PPE)
Materijal zaptivnih elemenata	EPDM
Zaštita	IP 65 (prema IEC 529)
Max. dozvoljena rel. vlažnost vazduha	92 %
Opseg radnih temperatura	-10 ... + 45 °C
Proizvođač	Grundfos-Alldos, Nemačka

Komada	3
--------	---

Jedinica za naknadno razblaživanje rastvora PE

Tip	PDD 550-110
Kapacitet, max.	2500 l/h
Pritisak	6 bar
Elektro napajanje	230 V, 50 Hz, 1 ph
Materijal	PVC-U
Dimenzije (L x H)	1.000 x 1.000 mm
Proizvođač	Grundfos-Alldos, Nemačka

Komada	3
--------	---

d) Doziranje kreča – korekcija pH izbistrene vode

Posle kompletnog bistrenja, a pre filtracije, predviđeno je doziranje baznog sredstva za korigovanje pH vrenosti vode naviše i/ili i zbog snižavanja korozivnosti prečišćene vode, a u cilju zaštite distribucione mreže. Kao bazno sredstvo izabran je kalcijum hidroksid, ili gašeni kreč ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Kreč se nabavlja i skladišti na postrojenju u obliku granula, pakovanih u vreće od po 30 kg. Suvom supstancom se ručno puni hoper suvog dozatora koji ubacuje određenu količinu supstance u rezervoar za pripremu suspenzije. Koncentracija pripremljenog rastvora je 2 % i u stvari radi se o suspenziji, obzirom da je pravi rastvor kalcijum hidroksida max. koncentracije 0,2 %, a da je sva preostala suva supstanca prisutna u obliku suspenzije. Ova 2 %-tna suspenzija se mora razblažiti naknadno pre nego što se dozira u vodu, na 1 %. Svaki od bazena za pripremu suspenzije kreča je opremljen mešalicom, meračem nivoa, prelivnim i derenažnim cevnom priključkom, kako bi bili max. efikasni pripremi i doziranju supstance. Bazeni su izrađeni od betona, koji je sa unutrašnje strane zaštićen specijalnim premazom otpornim na visoke pH vrednosti.

Pripremljena suspenzija se posle razblaživanja transportuje dozir pumpom do kanala iza bistrinja u koji se vrši doziranje i njegovo umešavanje sa vodom. Radi boljeg mešanja vode i suspenzije, preporučuje se doziranje i umešavanje u manjoj komori (praktično proširenje kanala). Potrebna zapremina ove komore za umešavanje suspenzije je 0,3 m³. Komora je opremljena mehaničkom mešalicom sa elektro pogonom koja obezbeđuje dovoljno veliku turbulenciju za efikasno i brzo mešanje suspenzije kreča i vode.

Za pripremu suspenzije kreča predviđena su dva betonska bazena zapremine po 5m³, što znači da će se priprema vršiti u jednom dok će se doziranje vršiti u drugom. Sistem pripreme je šaržni. Bazeni su opremljeni brzohodnim mešalicama a doziranje se vrši preko dozir pumpi kapaciteta 800 l/h. Doziranje je automatsko na osnovu pH vrednosti iz pH merača, slično doziranju sumporne kiseline.

Oprema za doziranje kreča

Suvi dozator kreča

Tip	TD 423
Kapacitet, opseg	5-500 kg/h
Kapacitet, nominalni	13 kg/h
Zapremina hopera	50 l
Nasipna težina suvog kalcijum hidroksida	~1,0 kg/m ³
Materijal	nerđajući čelik (AISI 304)
Instalisana snaga	370 W (sa FR)
Elektro napajanje	230 V, 50 Hz, 1 ph
Dimenzije (L x W x H)	800 x 460 x 400 mm
Težina	28 kg
Proizvođač	Grundfos-Allidos, Nemačka

Komada	1
--------	---

Mešalica u bazenu za pripremu/doziranje

Tip	Mešalica sa fiksnom tačkom rotacije, jednim mešajućim organom i elektro pogonom sa varijatorom
-----	--

Dimenzije mešajućeg organa (D x H)	420 x 1.550 mm
Materijal	nerđajući čelik (AISI 316)
Instalisana snaga	3.0 kW
Elektro napajanje	400 V, 50 Hz
Broj obrtaja elektro motora	1.400 min ⁻¹
Broj obrtaja mešajućeg organa	250 min ⁻¹
Zaštita	IP 55
Tip mešajućeg organa	propeler sa tri lopatice
Opseg radnih temperatura	0 ... + 50 °C
Proizvođač	Grundfos-Alldos, Nemačka

Komada	2
Dozir pumpa	

Tip	BL N 75, zavojna
Kapacitet, nominalni	648 l/h
Kapacitet, max.	800 l/h (na 50 Hz)
Pritisak	2 bar
Opseg frekventne regulacije	30-100 %
Opseg brzina na mehaničkom varijatoru	1:6
Instalisana snaga	1,1 kW
Elektro napajanje	230 V, 50 Hz, 1 ph
Način doziranja	proporcionalano izmerenom protoku sirove vode, preko FR
Podešavanje doze	na mehaničkom varijatoru
Dimenzije (L x W x H)	1.230 x 350 x 450 mm
Zaštita	IP 65 (prema IEC 529)
Max. dozvoljena rel. vlažnost vazduha	92 %
Proizvođač	Seepex, Nemačka

Komada	2
--------	---

Statički mešač za suspenziju kreča

Tip	StaFlo 50 (cevni, pod pritiskom)
Funkcija	mešanje suspenzije kreča sa servisnom vodom (n)
Kapacitet, nominalni	36 m ³ /h
max.	50 m ³ /h
Vrsta priključka	prirubnički spoj
Prečnik mešača	DN 100
Radni pritisak, max.	10 bar
Pad, nominalni pritiska,	25 cm V.S.
max.	32 cm V.S.
Materijal	nerđajući čelik (AISI 304/316)
Proizvođač	StatiFlo ili sl.
Komada	1

Merač protoka dozirane suspenzije kreča (Ca(OH)₂)

Tip	rotametar, plastični sa plastičnom čigrom
Opseg radnih protoka	0-1.000 l/h
Materijal	PVC
Proizvođač	Grundfos-Alldos, Nemačka
Komada	1

3.4.3. Oprema za hlorisanje

Mesto doziranja, doze i rezerve hlora. Predviđeno je kontinualno automatsko doziranje hlora proporcionalno protoku vode na ulazu u rezervoar prečišćene vode. Takođe, pored automatskog, predviđena je i mogućnost ručnog doziranja, ukoliko automatsko doziranje otkáže.

Maksimalni protok vode sa tretmana na Postrojenju ka rezervoaru prečišćene vode iznosi 100 l/s. Max. potreban protok hlora je 324 g/h. Usvajaju se ukupno 2 dozatora hlora – hlorinatora, koji rade u režimu 1+1, kapaciteta 500 g/h svaki. Radni

hlorinator doziraju hlor na ulazu u rezervoar prečišćene vode, dok je drugi rezervni i može da radi umesto njega.

Za usisavanje gasnog hlora u ejektor potrebno je cevovodom sa ventilom za redukovanje pritiska, dovesti vodu iz potisnog cevovoda DN 300, sa nadpritiskom od min. 2,5 bara. Pošto se ovo ne može obezbediti hidrostatički (tj. visina stuba vode u rezervoar nije dovoljna), predviđena je ugradnja odgovarajućeg hidropres uređaja koji vodom povišenog pritiska sanbdeva i druge potrošače: jedinicu za pripremu suspenzije kreča, roto-sito, laboratorija i sanitarne čvorove u zgradi. Obzirom na nivo pouzdanosti rada, predviđena je jedna buster jedinica (1+0).

Uobičajeno je da se skladište hlora definiše max. za period od 30 dana rada Postrojenja pri nominalnom kapacitetu, tako da bi za protok vode od maksimalno 90 l/s i za maksimalnu usvojenu dozu hlora od 1,0 g/m³, rezerva hlora u skladištu iznosila približno 233 kg.

Usvojene su ukupno 6 boca po 40 l, odnosno neto 50 kg svaka, što ukupno čini rezervu od 300 kg hlora.

Oprema za hlorisanje. Za pripremu i doziranje hlora odabrana je oprema koja omogućava da se, izuzev u prostoriji sa bocama (skladište hlora), hlor nalazi na pritisku nižem od atmosferskog (u najvećem delu linije je pod vakuumom). Rastvor hlora u vodi (u ejektoru) pravi se na samom mestu injektiranja. Prisustvo vakuuma u instalaciji se obezbeđuje radom ejektora (prolaskom servisne vode kroz njega, obezbeđuje podpritisak koji se stvara na samom izlasku iz venturi cevi, stvara vakuum koji iz instalacije usisava pare hlora i meša ih sa vodom, tj. obrazuje rastvor hlora u vodi).

U slučaju gubitka vakuuma u sistemu (prouzrokovano isključenjem dovoda servisne vode, usled oštećenja instalacije), dolazi do pada vakuuma i slabljenja njegovog intenziteta, a samim tim do zatvaranja ulaznog ventila i zaustavljanja procesa hlorisanja. Injektor je konstruisan sa nepovratnim ventilom, kako bi sprečio ulaz vode u vakuum instalaciju.

Odabrani sistem je veoma bezbedan, jer u slučaju prekida cevovoda sa gasnim hlorom, dolazi do trenutnog prekida dovoda hlora iz boca. Osim toga, štedi se na hloru, jer se boce praktično potpuno prazne (do pritiska u bocama od 0,5 bara).

Oprema funkcioniše i instalirana je prema sledećem rasporedu:

a) Magacin hlora. Boce sa tečnim hlorom, hlorinatori i vakuum preklopnikom nalaze se u skladistu hlora. Njihovo unošenje u skladište se obavlja ručno, a iste se osiguravaju od pada čeličnim zaštitnim lancima. Neposredno pre ulaska u magacin hlora, potrebno je uključiti ventilator (redovna ventilacija).

Osim boca, u skladištu hlora su smeštena dva sabirna voda za hlor sa po jednim vakuum regulatorom. Ulogu regulacije protoka u odabranoj opremi igra rotametar RD05 kapaciteta 500 g/l, sa priključkom za vakuum crevo Φ 10/7,5 mm. Pošto su predviđene dve paralelne linije za doziranje (boca, hlorinator), obe linije objedinjuje vakuum-preklopnik koji obezbeđuje da u radu bude samo jedna od linija. Kada se potroši hlor u jednoj boci (tj. pritisak u njemu padne ispod 0,5 bar), vrši se prebacivanje preko automatskog vakuum preklopnika na liniju sa drugom bocom. U međuvremenu se prazna boca zameni punom i pripremi za rad. Na ovaj način, ne dolazi do prekida u hlorisanju.

U cilju obezbeđenja optimalne temperature za dovoljno intenzivno isparavanje tečnog hlora (ne niže od + 5 °C) u skladištu hlora je predviđena ugradnja grejnog tela potrebne snage sa termostatom.

b) Prostorija sa dozatorima (rotametrima). Rotametarske jedinice opremljene automatskim dozir ventilima i ejektorskom jedinicom instalirane su u prostoriji sa dozatorima. Posle automatskog vakuum-preklopnika zajedničkim sabirnim vodom hlor se preko rotametra-dozatora odvodi u ejektorsku jedinicu, gde se sa servisnom vodom pravi rastvor i neposredno uz ejektor preko injektorske jedinice – dozira u cevovod filtrirane vode na ulazu u rezervoar prečišćene vode. Rad dozatora, kao i doziranje hlora na celoj liniji je automatizovan.

Analizator rezidualnog hlora sa pratećom opremom smešten je u prostoriji sa vakuum regulatorima.

Uzimanje uzoraka se vrši iz potisnog cevovoda (koji je na dovoljnoj udaljenosti (20 prečnika) od mesta doziranja-uboda injektorske cevi) i odgovarajućim vodom povezan je sa analizatorom. U cilju dostupnosti, samo mesto uzorkovanja iz potisnog cevovoda smešteno je u posebnom šahtu van pogonske zgrade.

Sama injektorska jedinica se montirana neposredno iza preliva na ulazu u rezervoar prečišćene vode.

Ukupno vreme odziva sistema za doziranje hlora je max. 1 min. (putovanje hlora od rotametarske jedinice - dozatora do ejektora – manje od nekoliko sekundi, rastvora hlora od ejektora do mesta uzorkovanja – oko 0,5 min, a uzorka od mesta uboda do analizatora – manje od 0,5 min). Uzima se da je elektro-komuniciranje trenutno.

Funkcionisanje opreme za hlorisanje. Oprema za hlor obuhvata boce za skladištenje hlora u tečnom stanju, hlorinator, automatski vakuum preklopnik, ejektor sa injektorskom jedinicom, detektor hlora u vazduhu i analizator rezidualnog hlora u vodi.

a) Boca za hlor. Hlor se može skladištiti u tečnom stanju u većim i manjim čeličnim bocama, a kod većih kapaciteta i u kontejnerima. Za potrebe postrojenja u Brusu, izabrane su tkz. manje boce kapaciteta 40 l, odnosno neto sadržaja od 50 kg tečnog hlora. Ispitni pritisak boca je 22 bar. Prečnika su 229 mm, visine približno 1.700 mm i zauzimaju relativno mali prostor, tj. skladište hlora može da bude skromnih dimenzija. Boce su obijene zelenom bojom (RAL 6010 zelena) kako to propisi nalažu.

Predviđeno je skladištenje ukupno 4 boce, od kojih su dve boce povezane u dve linije, od kojih je jedna radna, a druga rezervna, dok su preostale dve boce u rezervi i mogu zameniti ispražnjenu bocu na liniji koja nije u radu. Hlor se u bocama nalazi u dvofaznom sistemu: u donjem delu boce se nalazi tečna faza, dok se pare hlora koje se oslobađaju isparavanjem tečne faze, evakušu preko tkz. ventila za hlor (izrađenog od bronzе otporne na dejstvo hlora), preko fleksibilne veze odvođe u hlorinator.



Boce su preko sabirnog voda vezani za hlorinatore, tj. svaka radna boca je povezana sa jednim hlorinatorom.

b) Hlorinator (tipa HD02)

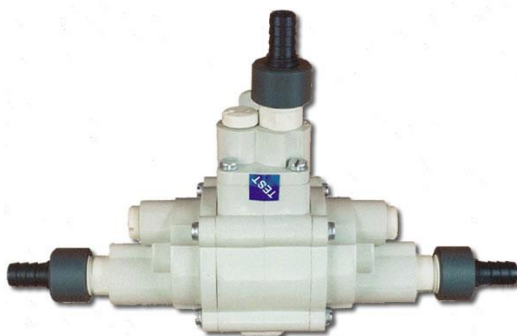
Zadatak hlorinatora je da obezbedi sniženje pritiska sa nadpritiska koji vlada u bocama do podpritiska (vakuuma) sa kojim se radi u sistemu. Opremljen je dozir ventilom čija je kontaktna površina sa hlorom izrađena od srebra, pokazivača (indikatora) protoka gasa, pokazivača stanja radne boce prema pritisku na koji dolazi hlorni gas iz nje (puna-prazna).

Kompaktna je i minimalnih dimenzija: 180 x 180 x 175 mm i mase 2,1 kg. Montira se na zid prostorije.



c) Automatski vakuum preklopnik (tipa VP-4)

Obezbeđuje prebacivanje napajanja hlora rotametra – dozatora kontinualno, prebacivanjem napajanja sa istrošene na punu liniju (odn. bocu).



d) Dozator hlora (rotametar RD05)

Dozator hlora, odn. rotametar sa dozir ventilom ima ulogu regulacije protoka hlornog gasa prema ulaznoj regulacionoj veličini (protok prečišćene vode ili izmereni rezidual). Dozator obuhvata: kontrolor doze, diferencijalni regulator pritiska, merač protoka gasa i ručni ventil. Sastavni deo dozatora čini i elektromotorni pogon ventila.

Protok hlora se meri preko odgovarajućeg rotametra i kontroliše se automatski preko posebnog elektromotornog ventila, a zbog potrebe za odgovarajućim pritiskom, predviđen je i diferencijalni regulator pritiska. Merač protoka i elektromotorni ventil su smešteni na nosećoj ploči dozatora.

Dozator je sledećih dimenzija: 52 x 52 x 185 mm i mase svega 255 g. Montira se na zid prostorije.



e) Ejektor sa injektorom (I-4)

Zadatak ejektora je da obezbedi mešanje gasnog hlora i vode da bi tako napravljen rastvor mogao da se ubrizga preko injektora u usisni cevovod. Gasni hlor pod vakuumom biva usisan u ejektoru pomoću servisne vode koja u njega ulazi na pritisku od 2 - 3 bara. Napajanje vodom se obezbeđuje iz Rezervoara vode za pranje, upotrebom posebnog buster pumpnog agregata (hidropres uređaja), koji saopštava dovoljan nadpritisak za normalan rad ejektorske jedinice. Predviđeno je automatsko kontinualno doziranje.



f) Detektor hlora u vazduhu (DH2003 KPL)

Detektor hlora se nalazi u prostoriji sa bocama i njegov zadatak je da pojavu hlora u vazduhu odmah alarmira zvučnim signalom, kao i signalom u kontrolnom centru, čim se dostigne max. dozvoljena vrednost koncentracije hlora u vazduhu radnih prostorija (1 ppm, odn. 3 mg/m³), a isključuje se po njegovom snižavanju na praga osetljivosti detektora. Merni opseg uređaja je 0-25 ppm, a vreme odziva je 50 sekundi. Merene veličine se prikazuju na LED displeju u ppm ili mg/m³ vazduha. Sastavni deo uređaja je i mikroprocesorski uređaj, pomoću koga je moguće podešavanje dva nezavisna alarmna nivoa (sa zvučnim-svetlosnim alarmima).

Sonda detektora je ugrađena u magacinu hlora, a transponder u prostoriji za neutralizaciju.



g) Analizator rezidualnog hlora u vodi (AC420)

Zadatak analizatora hlora je da kontroliše koncentraciju rezidualnog hlora u vodi i da šalje odgovarajući signal do uređaja za regulaciju i kontrolu.

Merno područje obuhvata opseg od 0 do 20 mg/l.

Hemikalije potrebne za rad analizatora:

- a) Natrijum acetate, CH_3COONa (puferski rastvor za održavanje pH vrednosti u opsegu od 4,0 do 4,5);
- b) Potrebna rezerva hemikalije za nesmetan rad je najmanje 15 dana.



h) Upravljanje procesom doziranja – kontroler za doziranje hlora AU2004

Predviđeno je automatsko doziranje hlora na osnovu protoka prečišćene vode u potisnom cevovodu i vrednosti izmerenog reziduala hlora, tj. **UPRAVLJANJE PO PROTOKU I REZIDUALU**. Glavno doziranje se viši prema protoku vode, dok se korekcija (ako je potrebna) vrši prema izmerenom rezidualu hlora, na izlazu iz rezervoara. Izlazni merni signal (0-20 mA) se šalje do regulatora koji dobijenu vrednost upoređuje sa zadatom, a koji je povezan sa položajem elektromotornog ventila na dozatoru, čime se obezbeđuje negativna povratna sprega.

Funkcija upravljanja celokupnim procesom doziranja i neutralizacije objedinjena je u mikroprocesorskom uređaju za automatsko doziranje hlora AU2004. Uređaj objedinjuje funkcije analizatora rezidualnog hlora, detektora hlora u vazduhu (preko njega u opreme za neutralizaciju) i opreme za doziranje hlora.

Na kontroleru je moguće izabrati opciju za upravljanje po protoku i rezidualu. Opremljen je grafičkim displejem 6" ("touch screen"), preko koga se prati prikaz stanja i komandovanje, tj. promena zadatih operativnih parametara. Integralni deo kontrolera je PLC koji se može povezati sa računarom u komandnoj sobi. Obezbeđeno je da u kontroler dolaze:

- signal sa merača protoka prečišćene vode (4-20 mA),
- signal sa sonde analizatora rezidualnog hlora (AC420) i
- signal sa sonde detektora hlora u vazduhu (HS-25),



Mere zaštite na radu. Pristup opremi za hlorisanje i neutralizaciju (odnosi se na opremu u sve tri prostorije) treba omogućiti isključivo stručnom, ovlašćenom osoblju. Posebne mere zaštite pri rukovanju čine:

- boce (i pune i prazne) transportuju se isključivo sa zaštitnom kapom na ventilu,
- potrebno je onemogućiti direktno toplotni i/ili sunčevo zračenje, kao i plamen,
- uskladištene boce (i radne i rezervne) moraju biti obezbeđene zaštitnim lancem,
- onemogućiti prisustvo izvora vlage u prostorijama,
- ne koristiti mast za čišćenje ventila i sklopova i
- temperatura vazduha u magacinu hlora ne sme da pređe 43 °C (postoji opasnost od eksplozije).

Zaštita ovlašćenog podrazumeva korišćenje opreme lične zaštite, koja obuhvata: gumene rukavice, zaštitne naočare, gumene čizme i kecelju.

Više o opasnostima i zaštiti na radu videti u poglavlju 7. *Zaštita na radu*.

Status. Projektom je predviđeno opremanje hlorne stanice, koja obezbeđuje doziranje hlora za oba mesta doziranja i za nominalni kapacitet od 500 g/h, odnosno za max. protok prečišćene vode od 90 l/s.

Neutralizacija hlora

Funkcija. U slučaju pojave nekontrolisanog isticanja para hlora iz neke od boca, vazduh zagađen hlorom se ventilatorom evakuše iz magacina hlora i uvodi u jedinicu za neutralizaciju, u kojoj dolazi do hemijskog vezivanja hlora, čime on prestaje da bude opasnost po prisutne ljude i opremu na Postrojenju.

Rad. Kada koncentracija hlora u vazduhu premaši max. dozvoljenu vrednost u radnim prostorijama (1 ppm, odn. 3 mg/m³), što registruje detektor hlora u vazduhu, uključuje se ventilator i transportuje zagađeni vazduh u jedinicu za neutralizaciju. Jedinica se sastoji iz rezervoara sa rastvorom za neutralizaciju u koji su instalirani potopljeni difuzori i cevovodom za odvođenje prečišćenog vazduha u atmosferu. Zagađeni vazduh ventilator ubacuje kroz cevni razvod u difuzore, u kojim se formiraju mehurići malih prečnika (1-2 mm) da pri njihovom prolasku kroz rastvor dolazi do dovoljno intenzivnog međufaznog prelaska hlora iz gasne u tečnu fazu (rastvor) u kome se hemijski vezuje. Uklonjeni hlor, posle reakcije u vodenoj fazi, stabilizovan je u obliku hloridnog jona (Cl⁻) i ne predstavlja dalju opasnost po okolinu. Pri izlasku iz rastvora, mehurići gasa oslobođeni hlora, sakupljaju se iznad površine rastvora i evakušu u atmosferu kroz odgovarajući odvod. Uključenje i isključenje jedinice se vrši preko detektora, odn. dostizanje jedne od dve alarmne koncentracije hlora u vazduhu (max. – uključuje, a min. – isključuje).

Obzirom da je gasni hlor teži od vazduha ($3,2 \text{ kg/m}^3$, odnosno oko 2,7 puta na normalnim uslovima pritiska i temperature), sonda detektora hlora kao i usisni cevovod ventilatora su montirani u donjem delu magacina hlora (na max. 200-300 mm od poda prostorije).

Opisana jedinica za neutralizaciju radi u automatskom režimu, što znači da za normalan rad jedinice nije potrebno ljudsko prisustvo.

Rezervoar za neutralizaciju. Potrebno je da rezervoar bude dovoljne zapremine da obezbedi uskladištenje rastvora za neutralizaciju hlora max. količine od 50 kg, odn. max. kapaciteta jedne boce. Računato je da brzina isticanja neće biti veća od 100 kg/h , odnosno celokupno punjenje boce neće isteći za manje vreme od 30 minuta.

U cilju sigurnosti, usvojena je jedinica za neutralizaciju kapaciteta 100 kg hlora, što znači da su odgovarajuće količine rastvorenih hemikalija: $87 \text{ kg Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ i 140 kg NaOH .

Potrebne količine tiosulfata i hidroksida treba rastvoriti tako da je rastvor NaOH ograničen na 350 g/l , odn. 28 %-tni rastvor, kako bi se izbegla kristalizacija rastvora na niskim temperaturama.

Usvojena je jedinica prvog većeg kapaciteta od potrebnog, tj. efektivne zapremine rezervoara od 750 l, odnosno ukupne 850 l.

Detektor. Usvojen je detektor hlora u vazduhu DH2003 KPL. U prethodnom poglavlju je već opisan.

Ugradnja jedinice za neutralizaciju. U prostoriji za neutralizaciju hlora nalaze se: rezervoar za neutralizaciju sa rastvorom NaOH i $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ sa difuzorskim jedinicama, ventilator i recirkulaciona pumpa. Recirkulaciona pumpa se periodično uključuje tokom neutralizacije. Na poklopcu rezervoara je montiran visokopritisni ventilator, dok se recirkulaciona pumpa nalazi pored rezervoara. Dimenzije jedinice su: 1.320 mm u prečniku (rezervoar) i visine 1.650 mm (visina rezervoara je 1.000 mm).

Iskorišćeni rastvor se ispušta u odvod vode od pranja. Pri ispuštanju zbog izuzetno visokih koncentracija hlorida i sulfata, potrebno je rastvor prethodno razblažiti i to približno 1:330 računato na hloride, odn. 1:180 računato na sulfate. Kao potrebno razblaženje usvaja se 1:330, tj. sadržaj 750 l iskorišćenog rastvora treba razblažiti u ukupno 250 m^3 vode.



Projektom je predviđena ugradnja jedne kompaktne paketne jedinice za neutralizaciju kapaciteta 100 kg hlora sa svim prethodno opisanim delovima.

Proizvođač sve prethodno obrađene opreme je firma *Aqua Interma*, Beograd.

Dodatno (sekundarno) hlorisanje

Predviđeno je dopunsko hlorisanje vode na odvodu vode iz rezervoara $V=2 \times 500 \text{ m}^3$ i to „žavelovom vodom“. Doziranje je automatsko na osnovu sadržaja rezidualnog hlora.

3.4.4. Oprema za merenje i kontrolu

Za vođenje procesa prečišćavanja i obezbeđenje standarda kvaliteta vode za piće realizuju se dva stepena kontrole:

- a) Automatska kontrola određenih parametara sa upisivanjem istih i neophodnim alarmom
- b) Laboratorijska kontrola sa određenom frekvencijom merenja

Automatska kontrola: U cilju pouzdanog procesa prečišćavanja i obezbeđenja podataka o stabilnosti prečišćavanja uvodi se automatska kontrola sa zapisivanjem podataka. Automatski se kontrolišu sledeće vrednosti:

- pH vrednost ulazne (sirove) vode, vode u brzom mešaču flokulatora, vode na ulazu u filter i prečišćene vode
- mutnoća sirove vode, na ulazu u filtre i prečišćene vode
- temperatura sirove i prečišćene vode

- rezidualni hlor u prečišćenoj vodi

Sa kontinualnim zapisom su sledeće vrednosti:

- pH i mutnoća sirove i prečišćene vode i
- koncentracija hlora u prečišćenoj vodi

Zvučnim signalom se upozorava u slučaju prekoračenja zadatih vrednosti za pH vrednost, mutnoću i sadržaj hlora u prečišćenoj vodi.

Podešavanje doza hemikalija sa zadatkom obezbeđenja optimalnih uslova prečišćavanja vrši se regulacijom doza na bazi iskustvenih podataka, odnosno laboratorijskih eksperimenata sa detekcijom ispitivanih efekata.

Laboratorijska kontrola: za normalno funkcionisanje postrojenja za prečišćavanje vode neophodne su povremene i stalne analize određenih parametara koje se zatim ručno unose u zapisnike (... testovi, vreme taloženja, efekti hemikalija i slično). Za ovo je potrebna oprema koja je detaljno specifikacirana u Izvođačkom projektu, kao i uputstva za rad i rukovanje.

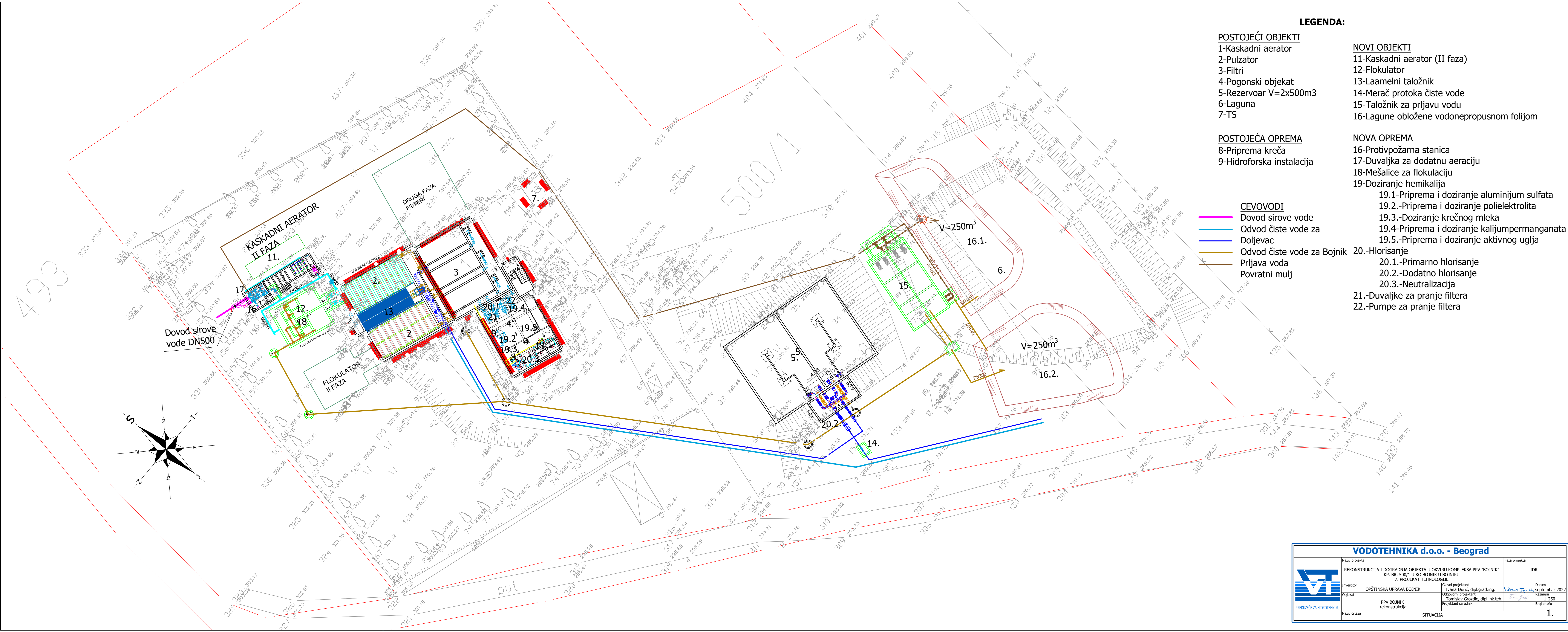
Sastavio:

Tomislav Grozdić, dipl.ing.teh.

Br. Licence: 371 9803 04



7.6. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA



LEGENDA:

POSTOJEĆI OBJEKTI

- 1-Kaskadni aerator
- 2-Pulzator
- 3-Filtri
- 4-Pogonski objekat
- 5-Rezervoar V=2x500m3
- 6-Laguna
- 7-TS

NOVI OBJEKTI

- 11-Kaskadni aerator (II faza)
- 12-Flokulator
- 13-Laamelni taložnik
- 14-Merač protoka čiste vode
- 15-Taložnik za prljavu vodu
- 16-Lagune obložene vodonepropusnom folijom

POSTOJEĆA OPREMA

- 8-Priprema kreča
- 9-Hidrofora instalacija

NOVA OPREMA

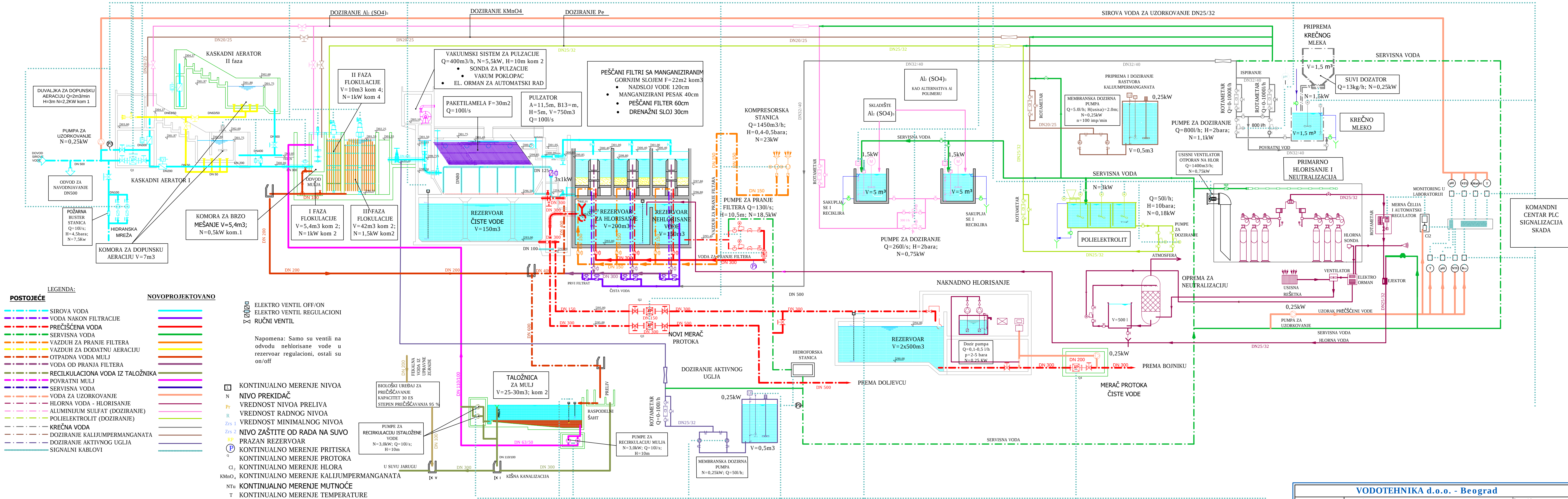
- 16-Protivpožarna stanica
- 17-Duvaljka za dodatnu aeraciju
- 18-Mešalice za flokulaciju
- 19-Doziranje hemikalija
 - 19.1-Priprema i doziranje aluminijum sulfata
 - 19.2-Priprema i doziranje polielektrolita
 - 19.3-Doziranje krečnog mleka
 - 19.4-Priprema i doziranje kalijumpermanganata
 - 19.5-Priprema i doziranje aktivnog uglja
- 20-Hlorisanje
 - 20.1-Primarno hlorisanje
 - 20.2-Dodatno hlorisanje
 - 20.3-Neutralizacija
- 21-Duvaljke za pranje filtera
- 22-Pumpe za pranje filtera

CEVOVODI

- Dovod sirove vode
- Odvod čiste vode za
- Doljevac
- Odvod čiste vode za Bojnik
- Prijava voda
- Povratni mulj

VODOTEHNIKA d.o.o. - Beograd

Naziv projekta		Faza projekta	
REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA OBJEKTA U OKVIRU KOMPLEKSA PPV "BOJNIK"		IDR	
KP. BR. 500/1 U KO BOJNIK U BOJNIKU			
7. PROJEKAT TEHNOLOGIJE			
Investitor	OPŠTINSKA UPRAVA BOJNIK	Glavni projektant	Ivana Đurić, dipl.građ.ing.
Objekat	PPV BOJNIK	Odgovorni projektant	Tomislav Grozdnić, dipl.inž.teh.
	- rekonstrukcija -	Projektant saradnik	
Naziv crteža	SITUACIJA		
			datum septembar 2022
			Razmera 1:250
			Broj crteža 1.



LEGENDA:
POSTOJEĆE

- SIROVA VODA
- VODA NAKON FILTRACIJE
- PREČIŠĆENA VODA
- SERVISNA VODA
- VAZDUH ZA PRANJE FILTERA
- VAZDUH ZA DODATNU AERACIJU
- OTPADNA VODA MULJ
- VODA OD PRANJA FILTERA
- RECIRKULACIONA VODA IZ TALOŽNIKA
- POVRATNI MULJ
- SERVISNA VODA
- VODA ZA UZORKOVANJE
- HLORNA VODA - HLORISANJE
- ALUMINIJUM SULFAT (DOZIRANJE)
- POLIELEKTROLIT (DOZIRANJE)
- KREČNA VODA
- DOZIRANJE KALIJUMPERMANGANATA
- DOZIRANJE AKTIVNOG UGLJA
- SIGNALNI KABLOVI

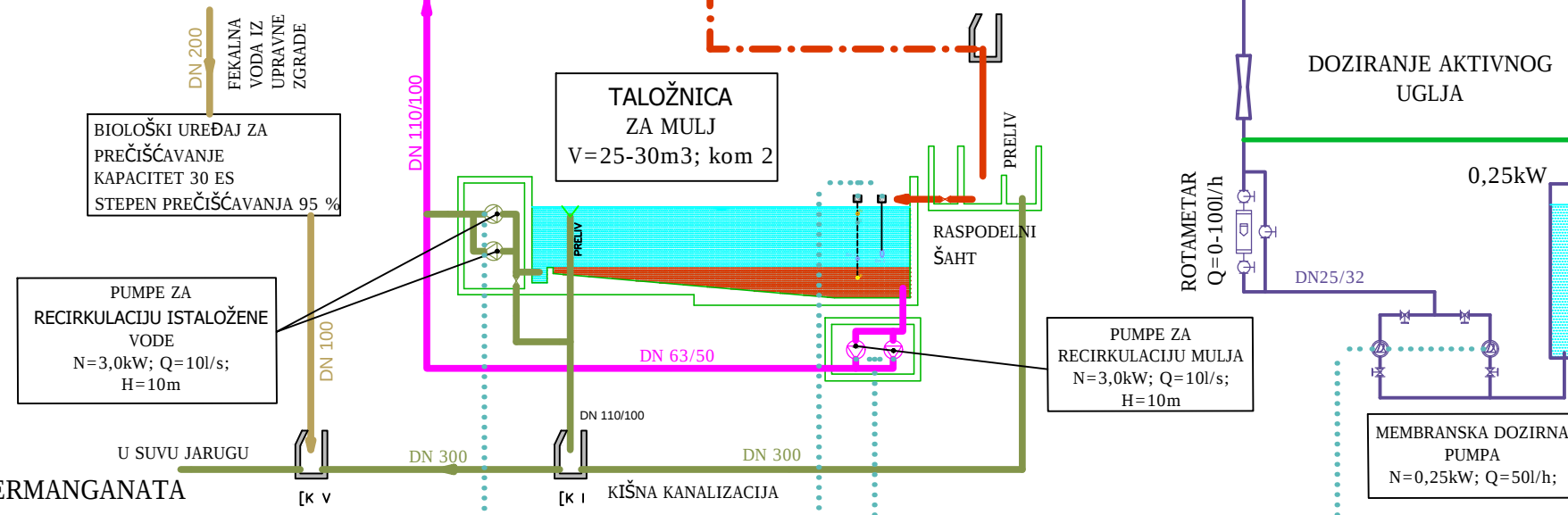
NOVOPROJEKTOVANO

- SIROVA VODA
- VODA NAKON FILTRACIJE
- PREČIŠĆENA VODA
- SERVISNA VODA
- VAZDUH ZA PRANJE FILTERA
- VAZDUH ZA DODATNU AERACIJU
- OTPADNA VODA MULJ
- VODA OD PRANJA FILTERA
- RECIRKULACIONA VODA IZ TALOŽNIKA
- POVRATNI MULJ
- SERVISNA VODA
- VODA ZA UZORKOVANJE
- HLORNA VODA - HLORISANJE
- ALUMINIJUM SULFAT (DOZIRANJE)
- POLIELEKTROLIT (DOZIRANJE)
- KREČNA VODA
- DOZIRANJE KALIJUMPERMANGANATA
- DOZIRANJE AKTIVNOG UGLJA
- SIGNALNI KABLOVI

ELEKTRO VENTIL OFF/ON
ELEKTRO VENTIL REGULACIONI
RUČNI VENTIL

Napomena: Samo su ventili na odvodu nehlorisane vode u rezervoar regulacioni, ostali su on/off

- KONTINUALNO MERENJE NIVOA
- N NIVO PREKIDAČ
- Pr VREDNOST NIVOA PRELIVA
- R VREDNOST RADNOG NIVOA
- Zrs 1 VREDNOST MINIMALNOG NIVOA
- Zrs 2 NIVO ZAŠTITE OD RADA NA SUVO
- Pr PRAZAN REZERVOAR
- P KONTINUALNO MERENJE PRITISKA
- q KONTINUALNO MERENJE HLORA
- KmMnO₄ KONTINUALNO MERENJE KALIJUMPERMANGANATA
- NTu KONTINUALNO MERENJE MUTNOĆE
- T KONTINUALNO MERENJE TEMPERATURE
- pH KONTINUALNO MERENJE pH



VODOTEHNIKA d.o.o. - Beograd					
Naziv projekta		Rekonstrukcija i dogradnja objekta u okviru kompleksa PPV "BOJNIK"			Faza projekta
Investitor		OPŠTINSKA UPRAVA BOJNIK			IDR
Objekat		PPV BOJNIK - rekonstrukcija -			
Naziv crteža		TEHNOLOŠKA ŠEMA			
Glavni projektant		Ivana Đurić, dipl.ing.			Datum
Odgovorni projektant		Tomislav Gvozdić, dipl.inž.teh.			1. septembar 2022
Projektant saradnik					Razmera
					1:1
					Broj creža
					2.

LEGENDA:

POSTOJEĆI OBJEKTI

- 1-Kaskadni aerator
2-Pulzator
3-Filtri
4-Pogonski objekat
5-Rezervoar V=2x500m3
6-Laguna
7-TS

NOVI OBJEKTI

- 11-Kaskadni aerator (II faza)
12-Flokulator
13-Laamelni taložnik
14-Merač protoka čiste vode
15-Taložnik za prljavu vodu
16-Lagune obložene vodonepropusnom folijom

CEVOVODI

POSTOJEĆI CEVOVODI

- Dovod sirove vode
Odvod čiste vode za Doljevac
Odvod čiste vode za Bojnik
Prljava voda
Fekalna kanalizacija
Odvod na pulzator

NOVOPROJEKTOVANI CEVOVODI

- Odvod na flokulator
Prljava voda iz flokulatora
Povratna izbistrena voda i povratni mulj

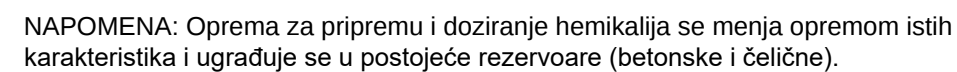
LEGENDA DOZIRANJE HEMIKALIJA:

- HLORNA VODA - HLORISANJE
ALUMINIJUM SULFAT (DOZIRANJE)
POLIELEKTROLIT (DOZIRANJE)
KREČNA VODA
DOZIRANJE KALIJUMPERMANGANATA
DOZIRANJE AKTIVNOG UGLJA



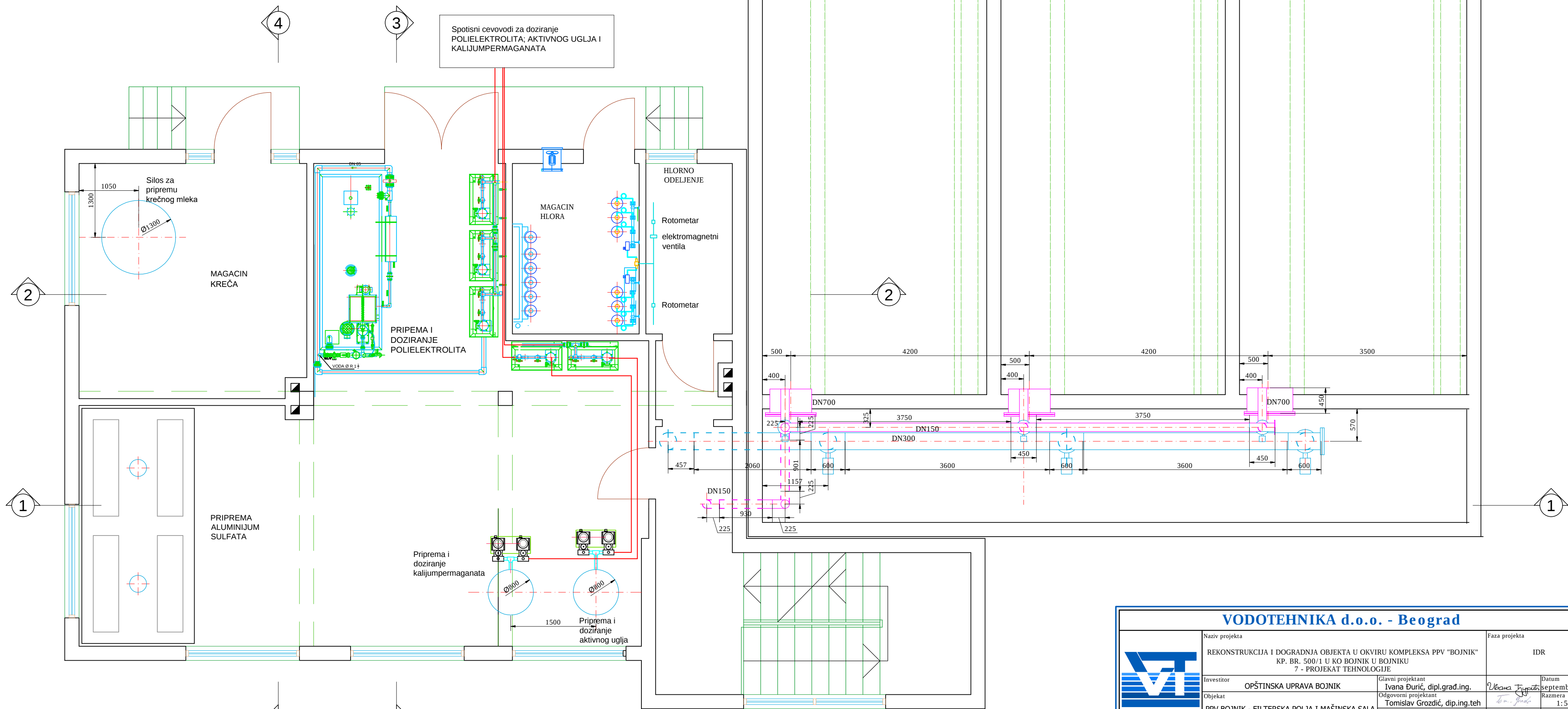
VODOTEHNIKA d.o.o. - Beograd					
	Naziv projekta		Faza projekta		
	REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA OBJEKTA U OKVIRU KOMPLEKSA PPV "BOJNIK"		IDR		
	KP-BR: 500/1 U KO BOJNIK U BOJNIKU				
	7-Projekt tehnologije				
Investitor	OPŠTINSKA UPRAVA BOJNIK		Glavni projektant	Ivana Đurić, dipl.građ.ing.	Datum
			Odgovorni projektant	Tomislav Grozdić, dipl.inž.teh.	septembar 2022
	PPV BOJNIK		Projektant saradnik		Razmera
- rekonstrukcija -					1:/
Naziv crteža		ŠEMA DOZIRANJA			Broj crteža
					3.

Spotisni cevovodi za doziranje
ALUMINIJUMSULFATA
I KREČNOG MLEKA

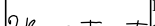


VODOTEHNIKA d.o.o. - Beograd			
 PREDUZEĆE ZA HIDROTEHNIKU	Naziv projekta REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA OBJEKTA U OKVIRU KOMPLEKSA PPV "BOJNIK" KP. BR. 500/1 U KO BOJNIK U BOJNIKU 7 - PROJEKAT TEHNOLOGIJE		Faza projekta IDR
	Investitor OPŠTINSKA UPRAVA BOJNIK	Glavni projektant Ivana Đurić, dipl.građ.ing.	Datum 15. septembar 2023.
	Objekat PPV BOJNIK - FILTERSKA POLJA I MAŠINSKA SALA - rekonstrukcija-	Odgovorni projektant Tomislav Grozdić, dip.ing.teh Projektant saradnik	Razmera 1:50 Broj crteža
	Naziv crteža OSNOVA NA KOTI 297.20- NOVOPROJEKTOVANO REŠENJE		4.1

OSNOVA NA KOTI 299,90



NAPOMENA: Oprema za pripremu i doziranje hemikalija se menja opremom istih karakteristika i ugrađuje se u postojeće rezervoare (betonske i čelične).

VODOTEHNIKA d.o.o. - Beograd				
 PREDUZEĆE ZA HIDROTEHNIKU	Naziv projekta		Faza projekta	
	REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA OBJEKTA U OKVIRU KOMPLEKSA PPV "BOJNIK" KP. BR. 500/1 U KO BOJNIK U BOJNIKU 7 - PROJEKAT TEHNOLOGIJE		IDR	
	Investitor	Glavni projektant		Datum
	OPŠTINSKA UPRAVA BOJNIK	Ivana Đurić, dipl.građ.ing.		septembar 2022
	Objekat	Odgovorni projektant		Razmera
	PPV BOJNIK - FILTERSKA POLJA I MAŠINSKA SALA - rekonstrukcija-	Tomislav Grozdić, dip.ing.teh		1:50
Naziv crteža	Projektant saradnik	Broj crteža	4.2	
OSNOVA NA KOTTI 299.90- NOVOPROJEKTOVANO REŠENJE				