



VODOTEHNIKA d.o.o. – BEOGRAD

PREDUZEĆE ZA HIDROTEHNIKU

11000 Beograd, Labska 4, tel (011)2648-924, vodotecnika@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

3 – PROJEKAT HIDROTEHNIČKIH INSTALACIJA



Beograd, septembar 2022.



3.1. NASLOVNA STRANA

3 – PROJEKAT HIDROTEHNIČKIH INSTALACIJA

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: 3 – Projekat hidrotehničkih instalacija

Za građenje/izvođenje radova: rekonstrukcija i dogradnja

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

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

Potpis:

Odgovorni projektant: Ivana Đurić, dipl.građ.ing.
Broj licence: 314 M752 13

Potpis:

Broj dela projekta: 412-3
Mesto i datum: Beograd, 30. septembar 2022. godine

3.2. SADRŽAJ SVESKE 3

- 3.1. Naslovna strana sveske
- 3.2. Sadržaj sveske 3
- 3.3. Rešenje o određivanju odgovornog projektanta
- 3.4. Izjava odgovornog projektanta
- 3.5. Tekstualna dokumentacija
 - 1. Uvodna razmatranja
 - 1.1. Uvodni deo
 - 1.2. Kritički osvrt na postojeće stanje
 - 1.3. Neophodni radovi
 - 2. Postojeće stanje postrojenja
 - 3. Rešenje revitalizacije i rekonstrukcije postrojenja za prečišćavanje sirove vode u Bojniku
 - 3.1. Kvalitet sirove i prečišćene vode
 - 3.2. Rešenja revitalizacije i rekonstrukcije postrojenja
 - 3.2.1. Promene kvaliteta sirove vode
 - 3.2.2. Ugradnja lamela u taložniku
 - 3.2.3. Osposobljavanje trećeg filter polja za rad
 - 3.2.4. Opremanje pogonske laboratorije za praćenje tehnoloških postupaka prečišćavanja sirove vode
 - 3.2.5. Prevaziđen (zastareli) sistem upravljanja i praćenja rada postrojenja za prečišćavanje. Rekonstrukcija-modernizacija opreme i upravljanja na postrojenju
 - 3.2.6. Dovršavanje izgradnje lagune
 - 4. Faze prečišćavanja sa hidrotehničkog aspekta
 - 4.1. Aeracija
 - 4.2. Flokulacija
 - 4.3. Taloženje
 - 4.4. Doziranje hemikalija
 - 4.5. Merno-regulaciona oprema
 - 4.6. Filtri
 - 4.7. Taložnica za mulj sa crpnom stanicom za prljavu vodu
 - 4.8. Crpna stanica za drenažnu vodu
 - 5. Završna razmatranja i zaključak
- 3.6. Numerička dokumentacija



3.7. Grafička dokumentacija

1. Pregledne situacije

1.1. Situacija 1:250

1.2. Dispozicija 1:250

3.3.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 hidrotehničkih instalacija 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:

**Ivana Đurić, dipl.građ.ing.
br. licence 314 M752 13**

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

Potpis:

Broj tehničke dokumentacije: 412-3

Mesto i datum: Beograd, septembar 2022. godine

3.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA HIDROTEHNIČKIH INSTALACIJA

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

Ivana Đurić, dipl.građ.ing.

I Z J A V L J U J E M

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 : Ivana Đurić, dipl.građ.ing.

Broj licence: 314 M752 13

Potpis:

Broj tehničke dokumentacije: 412-3

Mesto i datum: Beograd, septembar 2022. godine



3.5. 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 6,0m, 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. Kritički 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

- Kompletna 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

- Kompletno 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 lagunu. 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 trospekcije 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. Rešenje revitalizacije I rekonstrukcije postrojenja za prečišćavanje sirove vode u Bojniku

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 upostrojjenje 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
ElektroprovodljivostuS/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	mg/l	11,16	8,46	16,02
BPK	mg/l	0,7	2,23	7,05
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: hlороформа, dihlорbrommetana, bromоформа (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. Rešenja revitalizacije I rekonstrukcije postrojenja

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.

3.2.1. Promene kvaliteta sirove vode

U akumulaciji Brestovac su se pojavile modrozelenе alge, usled čеga 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, pre svega kaskadnog aeratora i izgradnju novog flokulatora.

a) Kaskadni aerator

Uvođenjem dodatnog aerisanja sirove vode efekat aeratora će se povećati oksidacija organskih materija kiseonikom iz vazduha. Ovaj aerator (kompresor) bi trebalo da ima difuzor, koji će biti postavljen na 0,20 m od dna u komori koja se nalazi posle kaskadnog aeratora.

b) 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 200 l/s , odnosno količina navedenog vodenog rastvora iznosi 216 -576 l/h.

$$30-80 \text{ gr/1000 l} \times 200 \text{ l/s} \times 3600 \text{ s/h} = 21600-57600 \text{ gr/h} .$$

-Polielektrolit

U postupcima flokulacije se koristi više vrsta polielektrolita. 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 200 l/s iznosi 216-576 gr/h, dok količina navedenog vodenog rastvora iznosi 21,60- 172,80 l/h.

$$0,3-0,8 \text{ gr/1000 l} \times 200 \text{ l/s} \times 3600 \text{ s/h} = 216-576 \text{ gr/h} .$$

-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 200 l/s potrebna količina kreča iznosi 21600 gr/h.

$$30 \text{ gr/1000 l} \times 200 \text{ l/s} \times 3600 \text{ s/h} = 21600 \text{ gr/h} .$$

3.2.2. Ugradnja lamela u taložniku

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

3.2.3. 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 rezervno. 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.

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

Za siguran i optimalan rad postrojenja za prečišćavanje „Bojnik,, potrebno je, tokom tehnoloških postupka, redovno pratiti stanje određenih fizičko-hemijskih parametra 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** .

3.2.5. 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.

3.2.6. 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).

Dug vremenski period korišćenja lagune je učinio svoje. Laguna je „napunjena otpadom aluminijum hidroksida i isti se mora očistiti“, naveden je zaključak u delu projekta Rekonstrukcije i dogradnje lagune konstatovanog 2010. godine. U projektu je takođe navedeno da je potrebno površinu lagune pregraditi betonskim zidom debljine 15-20 cm, zaustaviti otpad od pranja filtera i isti češće čistiti (na dve godine) kroz održavanje iste. **Započetu rekonstrukciju lagune je potrebno dovršiti, u skladu sa ovom projektnom dokumentacijom.**

4.Faze prečišćavanja sa hidrotehničkog aspekta

4.1. 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.).

4.2. Flokulacija i taloženje

Flokulacija je proces koji se odvija zajedno sa koagulacijom i predstavlja sledeći korak prethodno opisanog postupka. Naime, formiranim mikroflokulama je potrebno uvećati masu da bi se procesi taloženja ubrzali, a za to se koriste sredstva za flokulaciju, koja se vezuju za mikroflokule i izazivaju njihovu aglomeraciju, tako da se dobijaju flokule značajnije mase koje se relativno brzo talože.

Hemikalije za flokulaciju (flokulanti) su polimeri sa dugačkim razgranatim lancima velike molekulske mase, koji mogu biti prirodni ili sintetički, kao i organskog ili neorganskog porekla. U konkretnom slučaju je predviđeno korišćenje polielektrolita-flokulanta poliakrilamida (sintetički, organski), koji danas ima dominantno mesto u korišćenju u tretmanima voda.

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 brzionom. 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 6,70 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 16,70 x 6,65 m, ukupne visine 11,45 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 3% 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 250 – 300 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 45 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 $120 - 80 \text{ s}^{-1}$, u drugoj flokulacionoj komori od $60 - 40 \text{ s}^{-1}$, a u trećoj od $30 - 10 \text{ s}^{-1}$. 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.

Koagulacija

Ima višestruku funkciju: izdvajanje suspendovanih materija (bistrenja), vezivanje rastvorenih organskih materija (ROM) u flok i njihovo izdvajanje sa suspenzijama, vezivanje jona metala i metaloida u flok i jednovremeno uklanjanje iz vodene faze u toku taloženja i filtracije.

Fikasnost odvijanja gornjih zadataka koagulacijom u funkciji je koagulacionih sredstava i uslova koagulacije i separacije floka koji se definišu pri projektovanju.

Jedinice za koagulaciju

Shodno prirodi procesa koagulacije usvojen je postupak koji sadrži faze: destabilizacije postojećih flokula u sirovoj vodi sa jednovremenim efikasnom mešanjem koagulanata da bi se potom u sa smanjenjem intenziteta mešanja formirale micle i oformio flok pogodan za separaciju iz vodene mase.

Koagulacija se obavlja u jedinici za koagulaciju koju čine sledeće jedinice:

- mehanički reaktor, brzo mešanje,
- prvi stepen sporog mešanja,
- drugi stepen sporog mešanja,
- treći stepen sporog mešanja.

Potreban unos mehaničke energije za destabilizaciju-neutralizaciju naboja i intiman kontakt čestica u rastvoru sa koagulacionim sredstvima definisan je srednjim gadijentom brzine:

$$G_{sr} = (\underline{\quad P \quad})^{1/2}$$

μV

P – disipaciona energija

V- zapremina reaktora

μ - viskozitet vode

Prema iskustvenim podacima kod primene Al sulfata najbolje efekte daju vrednosti Gsr od 700 do 1000 s^{-1} , sa vremenom od 10 do 30 s. Al polimer zahteva nešto niži intenzitet mešanja uz produženo vreme, reda 1 do 2 min. Ovu shemu preporučuju neki autori i za Al sulfat.

Projektni kriterijumi, za merodavni protok vode od 90 (2 x 45) l/s

Brzo mešanje

Broj komora	1
Proticaj vode kroz jednu komoru	90 l/s

Dimenzije komore

- kvadrani presek	1,20 x 1,20 = 1,44 m ²
- dubina	3,00 m
- zapremina komore	4,50 m ³

Vreme zadržavanja u komori (90 l/s)	50 s
-------------------------------------	------

Mehanička mešalica sa impelerom snage	1 kW
---------------------------------------	------

Prvi stepen flokulacije

Broj komora	2
Proticaj vode kroz desnu komoru	50 l/s

Dimenzije komore

- kvadrani presek	1.20 x 1.20 m = 1.44 m ²
- dubina	6,00 m
- zapremina komore	8.65 m ³

Vreme zadržavanja u komori (45 l/s)	3,65 min
-------------------------------------	----------

Gradijent brzine, s^{-1}

max.	120
------	-----

min. 80

Mešalica sa promenjivim brojem obrta(10-20 o/min) 0,35 kW

II stepen flokulacije

Broj komora 4

Proticaj vode kroz jednu komoru 50 l/s

Dimenzije komore

- kvadrani presek 1.35 x 1.35 m = 1.82 m²

- dubina 6.0 m

- zapremina komore 11.0 m³

Vreme zadržavanja u komori (45 l/s) 7,20 min

Gradijent brzine, s⁻¹

max. 60

min. 40

Mešalica sa promenjivim brojem obrta(5-10 o/min)

Istalisana snaga mešalice 0.37kW

III stepen flokulacije

Broj komora 2

Proticaj vode kroz jednu komoru 50 l/s

Dimenzije komore

- kvadrani presek 2,9 x 2,9 m = 8,40 m²

- dubina 6.0 m

- zapremina komore 50,50 m³

Vreme zadržavanja u komori (45 l/s) 16.80 min

Gradijent brzine, s⁻¹

max. 30

min. 20

Mešalica sa promenjivim brojem obrta postojeća (2-4 o/min)

Instalisana snaga mešalice 0.37 kW

Taloženje

Smanjenje dužine puta taloženja flokule u laminarnoj taložnici, vreme uklanjanja čestice So' u odnosu na klasičnu taložnicu (So) daje elemente za definisanje novog površinskog opterećenja, odnosno projektovanje lamelne taložnice.

Za usvojene dimenzije ploča visinu $L = 2.58$ m, normalno rastojanje $w = 0.080$ m i debljinu ploče $t = 0.0007$ m i nagib od 55° dobija se za vreme 95 %-nog uklanjanja čestica, koje se kao merodavno usvaja za projektovanje, kako sledi:

$$So' = So \frac{w}{L + t} = 0,0607So$$

$$H \cos 62^\circ + w$$

Za 95 %-nu efikasnost uklanjanja čestica iz rastvora u horizontalnoj taložnici ima se

$$So' = 0.25 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}, \text{ odakle je}$$

$$So = 4.1 \times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}, \text{ odnosno}$$

Površina lamelne taložnice:

$$0.09$$

$$A = \frac{Q}{So} = \frac{0.09}{4.1 \times 10^{-3}} = 21,85 \text{ m}^2.$$

$$So = 4.1 \times 10^{-3}$$

4.4. 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 suспенzije 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.

4.5. Merno – regulaciona oprema

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.

4.6. Filtri

Filtriranje je proces kojim se iz vode mogu ukloniti fine suspendirane i koloidne materije kao i znatan broj bakterija.

Voda dovedena na filter ispunjava pore filterskog medija, ostavljajući u njima ili na zrnima filtra nečistoće koje nosi. To oslobađanje od nečistoća rezultat je niza mehanizama fizičkog i hemijskog karaktera, koji skupa čini proces filtriranja. Prolaskom vode kroz filter odnosno kroz poroznu sredinu, koja može da bude sastavljena od različitih materijala kao što je na primer pesak, šljunak, lomljeni kamen, ugalj antracit, staklo, keramika i slično, poboljšava se fizički, hemijski i bakteriološki kvalitet vode. Pri tome sav materijal filtra mora da ostane nepromenjen u fizičkom i hemijskom pogledu.

U svom toku kroz filtersku ispunu odozgo na dole voda prvo prolazi kroz finije slojeve peska, a zatim kroz sve grublje ostavljajući pretežan deo materija koje nosi na samoj površini ili u najgornjem delu filterske ispune, čime najveći deo filterske ispune ostaje neiskorišten. Drugim rečima kapacitet brzog filtra za prijem nečistoća iz vode ograničen je na najgornji tanki sloj filtra. Zbog finoće zrna peska u tom sloju on se relativno brzo zamenjuje, pružajući otpor kretanju vode kroz filtersko telo. Pre nego što taj otpor postane suviše velik filter se mora isključiti iz rada i oprati.

Kao sistem za raspodelu vode na dnu filtra predlaže se plastična cediljka sa šlicevima zašrafljena u cevi ulivene u međupodne ploče od betona. One se montiraju na ploču cca 80cm iznad dna bazena. Prostor ispod međupoda pruža dobru hidrauličku raspodelu prilikom filtriranja i teranja vode unazad. U tom slučaju je moguća i inspekcija međupoda sa donje strane.

Cediljke se postavljaju 40 do 60 komada po 1m². Iznad drenažnog dna postavlja se sloj filterskog šljunka debljine oko 20-30cm sa raznim granulacijama, što će se dati u tehničkoj specifikaciji.

Za rad ovog postrojenja predviđena je izrada modificiranog „Akvazar“ filtra koji imaju sledeće osobenosti:

- Karakteristika svih filtera je peščana ispuna jednolične granulacije koja ostaje homogena posle simultnog pranja sa vazduhom i vodom bez širenja filterske ispune. Ovi filtri imaju brzinu filtriranja od 5-8 (ili čak i 10)
- Filteri „Akvazar“ odgovaraju na 3 osnovna zahteva:

- visoko kvalitetan filtrat
- maksimalan period rada sa malim troškovima (ređi ciklus pranja)
- pranje na bazi tri fluida: komprimovanog vazduha, filtrirane i sirove vode, čime se dobija max efikasnost za minimalan gubitak visine i utrošak elektroenergije.

Bilo koji filter da se primeni, velike brzine filtracije sa zadovoljavajućim efektima moguće je postići samo ako se filterski medijum zamuljuje u dubini, tj. ako je filterska ispuna po celoj visini.

Kod klasičnih filtera nečistoća uglavnom ostaje na površinskom sloju (oko 5cm), dok je ostala ispuna ne aktivna, i u prečišćavanju učestvuje sa 5 do 10%.

Prilikom pranja dolazi do ekspanzije filterskog peska i prodiranja dela muljaju unutrašnjost peska. Te pojave su eksperimentalno dokazane.

Na ovaj način potrebna je znatno veća količina vode za pranje filtera da bi se čestice zagađenja iz najnižih slojeva isprale.

Kod „Akvazur“ filtera, zbog usvojene granulacije ispune, njene homogenosti po dubini i načina pranja, dolazi do ravnomernog opterećenja filterske ispune skoro po jednoj visini. Prilikom pranja ne ide se na bubrenje peska čime se sprečava padanje nečistoće i bočni tok vode vrlo brzo i efikasno evakuiše nečistoću. Ako se pranje sprovodi bez širenja filterske ispune izbegava se hidrauličko gradiranje iste i postiže se potpuna homogenost sloja.

Po sredini filtera je dupli kanal koji ima dvostruku ulogu:

- donji zatvoreni deo služi kao sabirnik čiste vode pri pranju filtera.
- gornji deo je kanal za evakuaciju vode od pranja filtera

Preko ove komore vrši se sakupljanje čiste vode i pranje filtera. Iznad duplog dna se postavlja najpre drenažni sloj od granulisanog šljunka, a zatim filterski pesak homogene granulacije.

Pošto se filter pere bez ekspanzije ispune, veličina zrna nije izabrana sa tendencijom ograničenja protoka vode za pranje zbog ekonomije, kako je često slučaj kod filtera sa ekspanzijom ispune. Na drugoj strani veličina čestica je izabrana prema prirodi vode koja se filtrira, tretmanu, primeni specifičnih aditiva ili polielektrolita i zahteva kvalitet filtrata.

Pesak treba da ispunjava sledeće uslove:

- efektivna veličina 0,80 – 1,00mm sa mogućnosti šireg raspona 0,5 – 1,50mm
- koeficijent jednakomernosti generalno 1,2 – 1,6

- mala drobljivost i gubitak težine (obično manje od 2% posle 24 sata u 20%-noj HCl. Ove karakteristike garantuju održavanje ispune u optimalnim uslovima za dugi period i filtrat visokog kvaliteta kod drugih filtracionih ciklusa.
- debljina peska varira između 0,80 – 1,5m brzine između 7 i 20 m/h. To se još dalje povećava za veće brzine.

Iznad peska je vodeni sloj visine od 1,00 do 1,20cm. Pri radu filtera dolazna voda preliiva preko raspodelnog kanala i ravnomerno se raspoređuje po celoj dužini filtra. U fazi pranja nivo vode pada do prelivne ivice kanala za odvod prljave vode. Nivo vode u raspodelnom kanalu pada ispod prelivne ivice, a dolazna voda sada izlazi kroz otvore na dnu kanala i usmerava nečistoću prema kanalu.

Usvaja se dvoslojna filterska ispuna od filtracionog materijala prečnika od 0,8-1,5 mm.

U filterskim jedinicama biće ugrađen noseći sloj visine 25cm u frakcijama od 2,0-8,0 mm, i kvarcni pesak frakcije od 0.8 - 1.5 mm visine 1.00 m sa koeficijentom uniformnosti zrna 1.35.

Dubina vode nad filtrom je usvojena 1,05 m dok se prelivna ivica kanala za odvođenje vode od pranja nalazi na 0,35 m od filterskog peska.

Predviđen je rad filtera sa konstantnom brzinom filtracije i nivom vode nad filterima koji se održava pomoću pneumatske opreme za regulaciju rada filterskih jedinica.

Korišćenjem izraza za određivanje potrebne visine filtracionog materijala u tabeli, sračunate su minimalne visine filtracionog materijala za različite prečnike zrna peska i brzine filtracije.

Uz uslov da je:

$$n = 0.67$$

$$\rho_d = 50 \text{ kg/m}^3 \text{ (gustina sa 98\% vode)}$$

$$p_0 = 0.38,$$

$$v = 1.31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{sec, pri temperaturi } t = 10^\circ\text{C,}$$

$$c_0 = 0.5 \text{ gr/m}^3$$

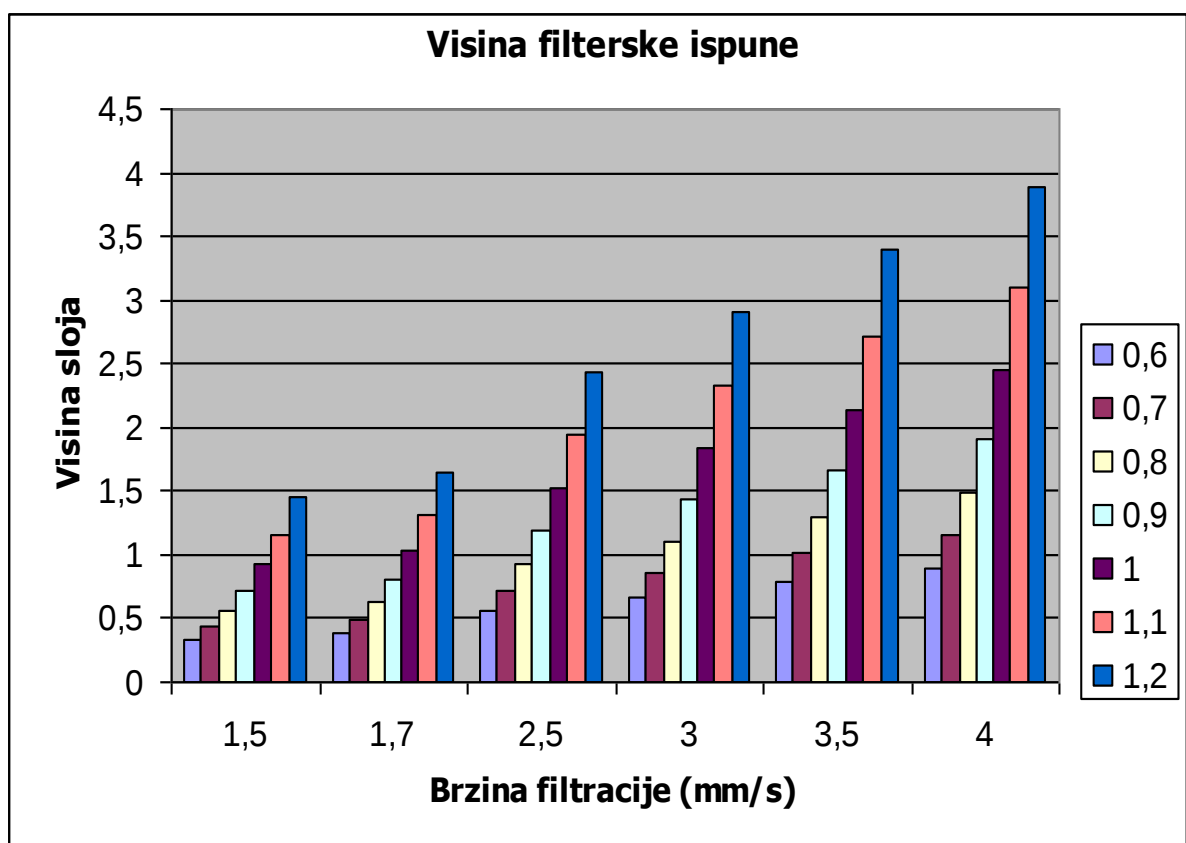
$$T_q = 10^5 \text{ s;}$$

Uz korišćenje gornjih izraza za λ_0 i α dobija se jednačina pomoću koje se može dobiti potrebna visina filterske ispune.

Visina filterske ispune (m)

Prečnik zrna d_0 (mm)	Brzina filtracije vode v (mm/s)					
	1.50	1.70	2.50	3.00	3.50	4.00
0.60	0.34	0.38	0.56	0.67	0.79	0.90
0.70	0.43	0.49	0.72	0.86	1.01	1.15
0.80	0.56	0.63	0.93	1.11	1.30	1.48
0.90	0.72	0.81	1.19	1.43	1.67	1.91
1.00	0.92	1.04	1.53	1.83	2.14	2.45
1.10	1.16	1.32	1.94	2.33	2.71	3.10
1.20	1.46	1.65	2.43	2.91	3.40	3.88

Dobijeni rezultati o potrebnoj minimalnoj visini filterske ispune za različite prečnike zrna filterskog materijala i različite brzine filtracije vode prikazani su i grafički na dijagramu broj 1.



Dijagram broj 1: Potrebna visina filterske ispune

U projektu procesne linije usvojen je efektivni prečnik $d_{ef} = 0.8$ mm sa granulacijom peska od 0.70 do 1.50 mm i koeficijentom uniformnosti od 1.35. Na osnovu dijagrama broj 1. i podataka u tabeli broj 1. pri brzini filtracije od 1,5 mm/s potrebna minimalna visina filterskog sloja je 0,56 m. Ako se uzme u obzir koeficijent sigurnosti i rezerva za eventualne gubitke peska tokom eksploatacije usvojena je visina ugrađenog filtracionog materijala od 1.00 m.

Filtrovanje vode se obavlja kroz plastične perforirane cediljke »Nopol« sledećih karakteristika:

- broj perforacija 20
- dužina otvora 12 mm
- širina otvora 0,4 mm

Po jednom filterskom polju ima ukupno 720 komada cediljki.

i) Opterećenje filtera

Postrojenje će raditi sa 3 filterska polja. Projektovana količina vode koja dolazi na filtre, tako da svaka jedinica prima po 30-35 l/s.

$$V = Q/F = 0,030-0,035 / 17,12 = 6,30 - 6,70 \text{ m/h}.$$

j) Hidrauličke karakteristike filtera

Voda pripremljena za filtriranje dolazi na filterska polja protokom $Q = 30-35$ l/s po jedinici. Za pranje koje traje 8 – 10 minuta sa preporukom da se za pranje filtra ide sa protokom $21,6 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2 = 6 \text{ l/s}/\text{m}^2$ imamo:

Zapreminski prostor potreban za pranje filtera je

$$V = 125 \times 10 \times 60 = 75 \text{ m}^3$$

Koristiće se deo zapreminskog prostora u rezervoaru čiste vode ispod prvog filtera, pa je stvarna zapremina za pranje filtera

$$V = 4 \times 5,25 \times 3,50 = 73,50 \text{ m}^3 \text{ što zadovoljava.}$$

Potrebna količina vazduha za pranje filtera je $Q = 20 \text{ m}^3/\text{min} = 60 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}^2$

$$Q = 60 \times 20,79 = 1247 \text{ m}^3/\text{h}$$

Prečnik cevi za vazduh:

$$V_{\text{dozvoljeno}} = 15 - 20 \text{ m/s}$$

$$F = 1247 / 20 \cdot 3600 = 0,0173 \text{ m}^2$$

Usvojen je prečnik cevovoda DN 150 mm.

Dimenzionisanje cediljki:

Za prihvatanje filtrirane vode koristeće se plastične perforirane cediljke proizvod « Mepol » Vrbas ili slične i to tip koji odgovara za kombinaciju pranja vodom i vazduhom.

Osnovne karakteristike cediljki su:

- broj perforacija 20
- dužina otvora 12 mm
- širina otvora 0,4 mm

Broj cediljki na filterskoj površini mora da zadovolji odnos prema formuli:

$$\frac{B \cdot a \cdot b \cdot r}{F} = 0,004$$

F

gde je: B – broj cediljki

a – dužina otvora

b - širina otvora

r - broj otvora

F - površina

$$B = 0,004 \cdot F / a \cdot b \cdot r = 0,004 \cdot 1 \text{ m}^2 / 0,012 \cdot 0,0004 \cdot 20 = 41,6 \text{ kom/m}^2$$

$$= 42 \text{ kom/m}^2$$

Cediljke se ugrađuju u montažnim pločama duplog dna.

I) Rezervoar čiste vode

Ispod filtera je rezervoar čiste vode površine $F=95\text{m}^2$ i zapremine oko 285m^3 . Rezervoar je podeljen pregradnim zidom na dve nezavisne celine i to:

- rezervoar ispod prvog polja zapremine $V=32 \times 2,3=75,0\text{m}^3$, koji je predviđen za pranje filtera. Ova voda nije hlorisana. Kota preliva na pregradnom zidu 975.60mm.
- rezervoar ispod ostala dva filtra ukupne zapremine oko 210m^3 . Jedan deo ove zgrade od 80m^3 je predviđen za kontaktno vreme hlora i vode ($H=125\text{cm}$).

4.7. Taložnica za mulj sa crpnom stanicom za prljavu vodu

Taložnica je projektovana kao armirano betonska građevina koja se sastoji iz dela za taloženje i zatvaračnice. Služi za prihvatanje tehnoloških otpadnih voda. Istaloženi mulj se sakuplja u najnižem delu taložnika dok se izbistrena voda vraća na početak procesa novoprojektovanom crpnom stanicom.

Tehnološke vode koje se dovode u taložnik:

Voda od pranja filtera

Pere se jedno filter polje na dan. Količina vode za pranje filterskog polja je 15 m³/m²/h.

Za jedno filtersko polje površine 17,12 m² dobija se:

$$Q = 15 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{h} \times 17,12 \text{ m}^2 = 256 \text{ m}^3/\text{h} \approx 70 \text{ l/s}$$

Vreme pranja: 15 minuta

$$V = 70 \text{ l/s} \times 15 \text{ min} \times 60 \text{ s} = 63-65 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Ispust iz flokulatora i lamelarnog taložnika se usvaja oko 10m³/dan

U tehnološku kanalizaciju se ulivaju i dva slivnika sa platoa za istovar hemikalija. Ova količina otpadnih voda je oko 5m³.

Kao merodavna za dimenzionisanje uzeta je maksimalna količina vode koja se može ispustiti je 75-80 m³/dan.

S obzirom da se na dan pere jedno filtersko polje (maksimum dva), i da je vreme zadržavanja vode u laguni 8-12h, moguće je nesmetano obaviti proces izbistravanja ovih voda i njihovo vraćanje na početak procesa prečišćavanja.

Usvojeni gabariti taložnice su 12,5 m x 3,0 m. Maksimalna dubina vode u laguni je 3,0 m, radni nivo vode je 2,0 m. Maksimalna zapremina je 80 m³ za taložni deo i oko 20m³ za mulj.

U sklopu taložnika je crpna stanica za prepumpavanje istaloženih voda na početak procesa prečišćavanja. Ovaj objekat je dimenzija 2,0 x 4,0m² u podzemnom delu gde su smeštene pumpe i zatvarači i nadzemni deo dimenzija 2,0 x 4,0m² i visine 2,80m.

4.8. Crpna stanica za drenažnu vodu i povratnu vodu

Pored taložnika je crpna stanica šahtnog tipa dimenzija 1,50 x 1,50m² gde su smeštene potopljene pumpe za drenažnu vodu.

Ove pumpe imaju dvojaku ulogu:

- Da ispumpaju drenažnu vodu iz jedne taložnice u drugu pre isušivanja nataloženog mulja i njihovog odnošenja i
- Da prepumpa vodu iz lagune 1 i lagune 2 u novoprojektovane taložnike pri havariskom ispuštanju otpadnih voda.

4.9. Laguna

Sada se sve tehnološke otpadne vode ispuštaju u postojeću lagunu, zapremine oko 500m³, koja drenira ovu vodu u podzemlje nakon filtracije ili je preko sigurnosnog preliva odvodi u bezimenu jarugu kod aerodroma. Ova laguna ostaje kao rezerva za prihvatanje tehnoloških voda u slučaju havarija.

Predviđa se da se postojeća laguna rekonstruiše i koristi za prihvatanje tehnoloških otpadnih voda u slučaju neke havarije ili ekcidenta. Laguna će se podeliti u dve manje lagune koje će se obložiti vodonepropusnim folijama (da bi se sprečilo prodiranje vode u podzemlje).

Laguna 1 će služiti da prihvati prečišćene vode iz navedene dve taložnice za slučaj da postoji neki problem u sistemu prepumpavanja izbistrenih voda na početak procesa prečišćavanja.

Laguna 2 će služiti za prihvatanje neprečišćenih tehnoloških voda za slučaj neke havarije na taložnicama.

Crpna stanica za drenažne vode služiće i za prepumpavanje ovih voda na taložnice. Nije predviđeno nikakvo ispuštanje tehnoloških otpadnih voda u prirodni vodotok ili jarugu. Međutim, korisnici ovog vodovodnog sistema, su pre 7-8 godina izgradili sigurnosni preliv iz postojeće lagune, koji je cevovodom DN300mm i dužine oko 400m, odveden do bezimene suve jaruge kod aerodroma. Ovoj cevovod se retko koristi jer u postojećim uslovima tehnološke vode se dreniraju u podzemlje.

Novoprojektovanim rešenjem se predviđa recirkulacija svih tehnoloških voda (nakon taloženja) na početak procesa prečišćavanja. Postojeće lagune će se obložiti vodonepropusnim folijama i služiće za vreme havarija za privremeno prihvatanje ovih voda. Ne predviđa se nikakvo ispuštanje prečišćenih voda u bilo kakav recipijent.

Fekalne otpadne vode se posebnom kanalizacijom odvede u vodonepropusnu septičku jamu koja se povremeno prazni, a sadržaj odnosi ili na deponiju ili se razastire po poljoprivrednom zemljištu kao kvalitetno prirodno đubrivo.

Kišne vode, se sa platoa za istovar hemikalija odvođe prirodnim površinama jer one ne zagađuju prirodnu okolinu. Kišne vode sa navedenog platoa se uključuju na kanalizaciju za tehnološke otpadne vode i prolaze kroz proces prečišćavanja.

5.Završna razmatranja I zaključak

Na osnovu projektnog zadatka i zahteva Investitora predložena je rekonstrukcija postojećeg postrojenja za prečišćavanje vode iz akumulacije Brestovac Uz uslov da ovo postrojenje može prečišćavati sirovu vodu kapaciteta 100l/s bez obzira na kvalitet sirove vode, koja se znatno pogoršala u zadnjih pet-šest godina. Svi objekti postrojenja su dimenzionisani da navedenu količinu vode mogu da private i raspodele na sve faze tretmana ove vode. Detaljana provera hidrauličkih karakteristika dace se kroz sledeće faze projektovanja.

Dovod sirove vode od akumulacije do potrošača je izrađen prečnika DN500mm i on služi i za potrebe navodnjavanja i potrebe vodosnabdevanja. Ovakvo rešenje nije dobro za rad postrojenja, jer promena hidrauličkog režima izaziva trenutne promene kvaliteta sirove vode, koje postrojenje ne može da prihvati i preradi. To je i jedan od uzroka rekonstrukcije postrojenja i prilagođavanje udarnim opterećenjima.

Na ovaj cevovod je priključen i protiv požarna vodovodna mreža. Međutim, pri korišćenju voda za navodnjavanje pritisak znatno opada tako da ova mreža nema zadovoljavajući pritisak za požarne potrebe. Radi sigurnosti, predviđamo ugradnju buster pumpe za protiv požarne potrebe, u zatvorenom delu kaskadnog aeratora. Ove pumpe će se uključivati kad pritisak na dovodu vode padne ispod 3,5 bara.

Predviđa se ugradnja kompresora za prinudnu aeraciju u zadnjoj komori kaskadnog aerator.

Od kaskadnog aerator sirova voda ide:

- Ili direktno na pulzator ili
- Na flokulator

U zavisnosti od kvaliteta sirove vode usmeravaće se ova voda.

U centralnom delu pulzatora se ugrađuju lamele i formira lamelni taložnik, koji je vrlo efikasan za skidanje udarnih mutnoća i zagađenja. Lamelni taložnik se formira u samom pulzatoru, a evakuacija mulja će biti ista kao i kod postojećeg pulzatora.

Istaložena voda ide na brze pešćane filtre. Postojeći filtri ostaju i dalje u funkciji uz određene rekonstrukcije:

- Zamena drenažnog sloja
- Zamena filterskog peska
- Zamena skoro svih cevi u cevnoj galeriji novim duktilnim ili prokronskim cevima istog prečnika
- Zamena zatvarača i druge armature sa elektro pogonom

- Osposobljavanje i aktiviranje prvog filterskog polja
Ispod filtera su rezervoari čiste vode i to:
- Jedan za ne hlorisanu vodu, koji se koristi za pranje filtera i
- Jedan za hlorisanje
Iz rezervoara hlorisane vode čista voda se odvodi u dva pravca:
- Prema potrošačima u Opštini Doljevac i
- Prema rezervoaru ("Bojnik") za potrebe Bojnika i njegovih prigradskih naselja
Hlorisanje je dvojako:
- Primarno u rezervoaru ispod filtera i
- Naknadno (sekundarno) u rezervoaru "Bojnik" i to "žavelovom vodom"
Interni vodovod ostaje prema postojećem režimu.

Sve prljave vode sa postrojenja (sem fekalnih) se odводе na taloženje u novoprojektovane taložnice. Zapremine $2 \times 80 \text{ m}^3$. Nakon istaložavanja voda se vraća u process prečišćavanja tj. naknadni aerator, a taloženi pesak se povremeno izvlači iz taložnice i odvodi na deponiju.

Postojeća laguna će se prilagoditi novoprojektovanom režimu i služiće kao rezerva za prihvrat prečišćenih voda ako se ta voda ne vraća u proces, za slučaj nekog ekcidenta.

NAPOMENA:

- **Kroz projekat za građevinsku dozvolu će se izvršiti svi hidraulički proračuni i proveriti postojećih cevni veza kao i dimenzije postojećih objekata**
- **Svi proračuni i dimenzionisanje opreme će se detaljno proveriti kroz sledeće faze projektovanja**

Kroz izradu Izvođačkog projekta neophodno je da se da dinamika izvođenja radova sa aspekta obezbeđenja vode za vodosnabdevanje bez prekida rada proizvodnje vode.

Sastavila:

Ivana Đurić, dipl.građ.ing.

Br. licence: 314 M752 13



3.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

PPV Bojnik :	ukupna površina parcele:	10448 m ²
	ograđeni deo parcele:	7392,76 m ²
	površina zemljišta pod objektima:	940,14 m ²
	spratnost:	Po+Pr+2
	broj funkcionalnih jedinica:	7
	druge karakteristike objekta:	Namena objekta je snabdevanje vodom za piće stanovnika opštine Bojnik I Doljevac. U objektu su smešteni hidromašinska i elektro oprema.

Cevovodi u krugu postrojenja

Postojeći cevovodi		
Odvod vode za Doljevac	Č DN500	101,05m
Odvod vode za Bojnik	Č DN300	115,98m
Prljava voda	Č DN300	102,85m
Fekalna kanalizacija	Č DN200	42,10m
Odvod na pulzator	Č DN200	7,50m



Novoprojektovani cevovodi		
Odvod na flokulator	LG DN300	15,10m
Prljava voda iz flokulatora	LG DN200	43,65m
Povratna izbistrena voda i povratni mulj	LG DN100	151,75m

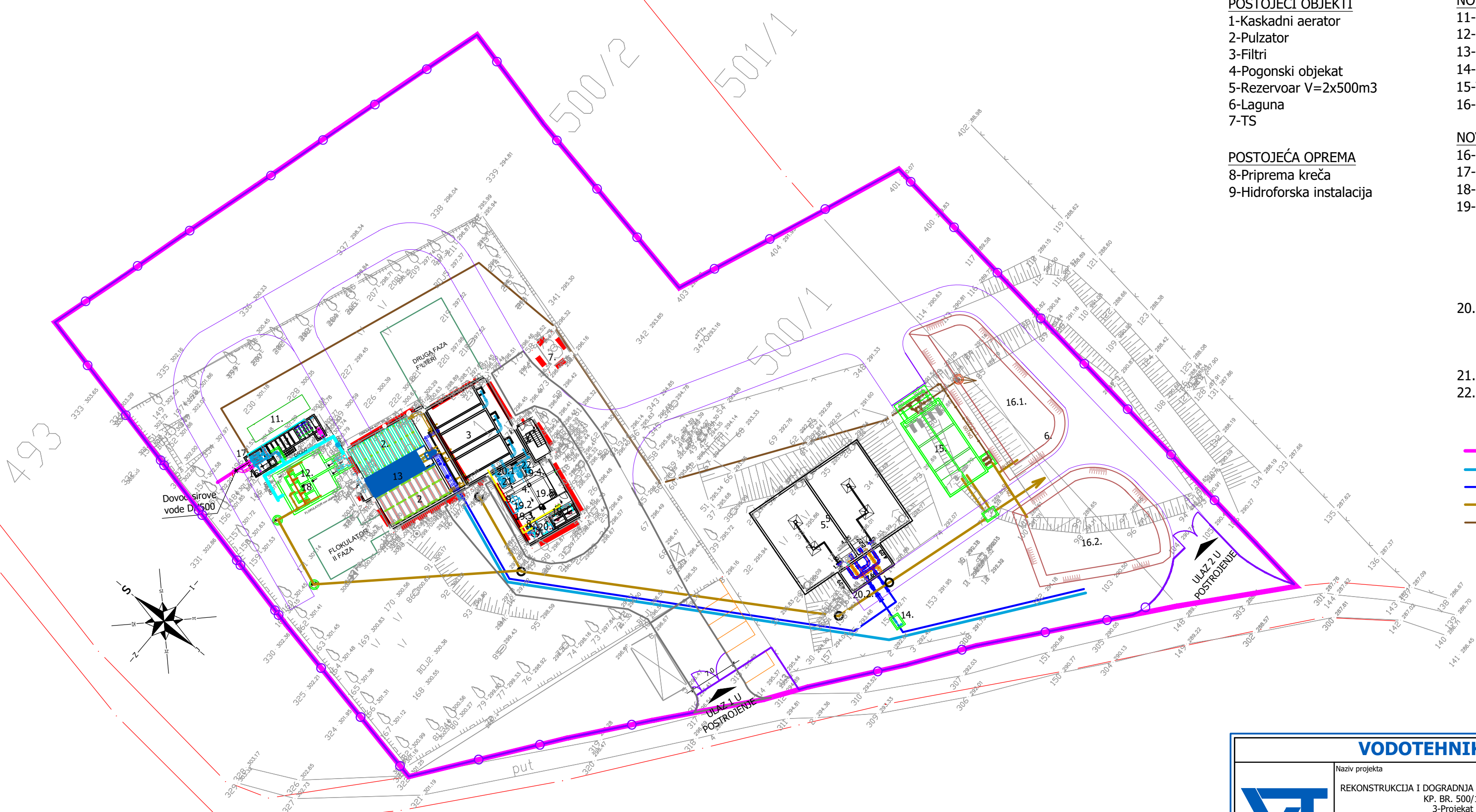
Sastavila:

Ivana Đurić, dipl.građ.ing.
Br. licence: 314 M752 13

Ivana Đurić



3.7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA



LEGENDA:

POSTOJEĆI OBJEKTI

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

POSTOJEĆA OPREMA

- 8-Priprema kreča
- 9-Hidroforska instalacija

NOVI OBJEKTI

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

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

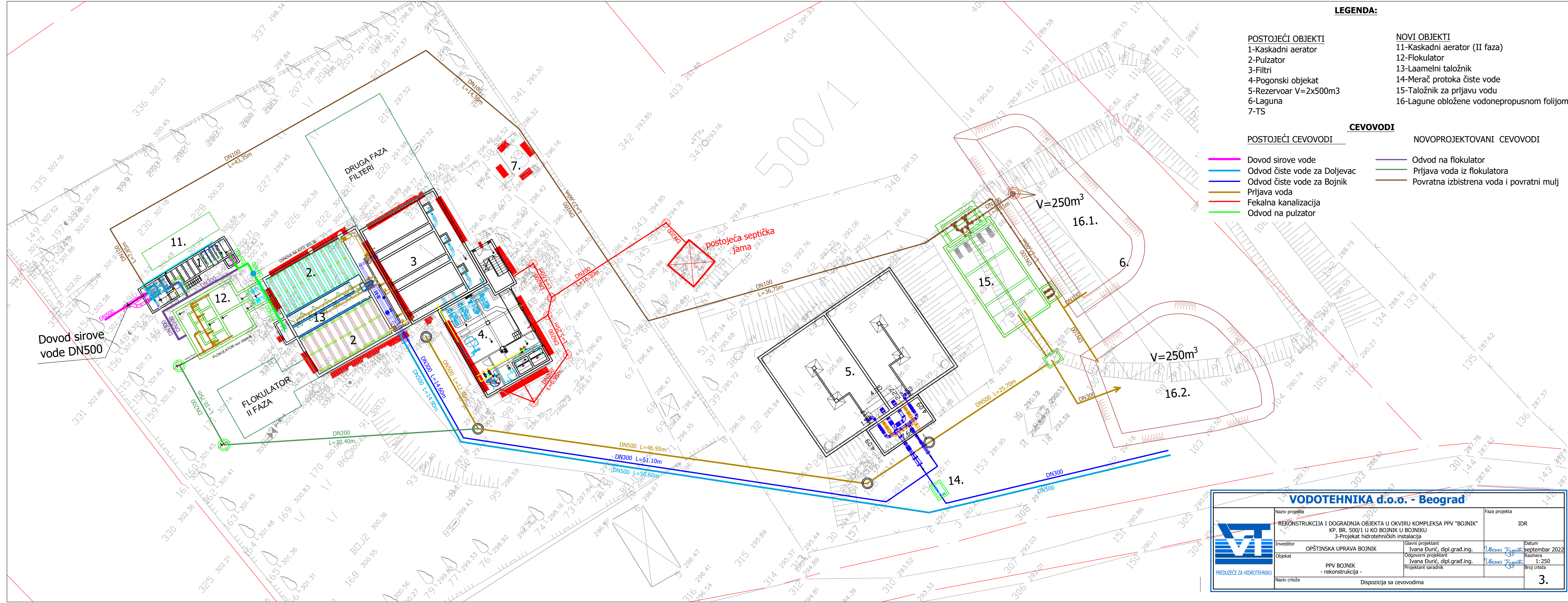
- Dovod sirove vode
- Odvod čiste vode za Doljevac
- Odvod čiste vode za Bojnik
- Prljava voda
- Povratni mulj

VODOTEHNIKA d.o.o. - Beograd



PREDUZEĆE ZA HIDROTEHNIKU

Naziv projekta		Faza projekta	
REKONSTRUKCIJA I DOGRADNJA OBJEKTA U OKVIRU KOMPLEKSA PPV "BOJNIK"		IDR	
KP. BR. 500/1 U KO BOJNIK U BOJNIKU			
3-Projekat hidrotehničkih instalacija			
Investitor	OPŠTINSKA UPRAVA BOJNIK	Glavni projektant	Ivana Đurić, dipl.građ.ing.
Objekat	PPV BOJNIK - rekonstrukcija -	Odgovorni projektant	Ivana Đurić, dipl.građ.ing.
		Projektant saradnik	
Naziv crteža		SITUACIJA	
		Datum	septembar 2022
		Razmera	1:500
		Broj crteža	1.



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
- Priljava voda
- Fekalna kanalizacija
- Odvod na pulzator

NOVOPROJEKTOVANI CEVOVODI

- Odvod na flokulator
- Priljava voda iz flokulatora
- Povratna izbistrena voda i 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			
3-Projekat hidrotehničkih instalacija			
Investitor	OPŠTINSKA UPRAVA BOJNIK	Glavni projektant	Ivana Đurić, dipl.građ.ing.
Objekat	PPV BOJNIK	Odgovorni projektant	Ivana Đurić, dipl.građ.ing.
	- rekonstrukcija -	Projektant saradnik	
Naziv crteža		Dispozicija sa cevovodima	
		Datum	
		septembar 2022	
		Razmera	
		1:250	
		Broj crteža	
		3.	