



VODOTEHNIKA d.o.o. - BEOGRAD

PREDUZEĆE ZA HIDROTEHNIKU

11000 Beograd, Labska 4, tel/fax (011)2648-924,

tekući račun: 310-151976-88, NLB BANKA BEOGRAD

PDV 135302050 - PIB 101994502 - Matični broj 07456034 - Šifra delatnosti 7022

IDEJNO REŠENJE

REKONSTRUKCIJA I PROŠIRENJE POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE VODE MITROVO POLJE

3 – PROJEKAT HIDROTEHNIČKIH INSTALACIJA



Beograd, decembar 2019.



3.1. NASLOVNA STRANA

3 – PROJEKAT HIDROTEHNIČKIH INSTALACIJA

Investitor: Opština Aleksandrovac
Jaše Petrovića 26, 37230 Aleksandrovac
Korisnik JKSP „Aleksandrovac“ Aleksandrovac
10. Avgusta 46, 37230 Aleksandrovac

Objekat: PPV Mitrovo Polje, KP 911/1, 956 i 958/2 KO
Bzenice

Vrsta tehničke dokumentacije: IDR Idejno rešenje
Naziv i oznaka dela projekta: 3 – Projekat hidrotehničkih instalacija

Za građenje/izvođenje radova: rekonstrukcija i proširenje

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

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

Pečat:  **Potpis:** 

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

Lični pečat:  **Potpis:** 

Broj dela projekta: 566/3
Mesto i datum: Beograd, 20. decembar 2019. 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. Kratak prikaz postojećeg stanja
 - 1.2. Kritički osvrt na projekat rekonstrukcije i dogradnje PPV"Mitrovo Polje"
 - 1.3. Izmene i dopune urađene projektne dokumentacije i njihovo prilagođavanje novonastalim uslovima
 - 1.4. Faze i etape izgradnje
 - 1.5. Zadatak izrade nove projektne dokumentacije
 - 2. Postojeće stanje vodosnabdevanja
 - 2.1. PPV"Mitrovo Polje"
 - 2.2. Objekti postrojenja
 - 2.3. Ostali objekti u krugu postrojenja
 - 2.4. Postojeća koncepcija prečišćavanja vode na postrojenju
 - 2.5. Nedostaci koji su utvrđeni na postrojenju
 - 3. Koncepcija rešenja
 - 3.1. Kvalitet sirove vode i potreba stepen prečišćavanja
 - 3.2. Procesi prečišćavanja vode i njihova primena
 - 3.3. Osnovne postavke procesa tretmana sirove vode
 - 4. Projektni kriterijumi
 - 5. PPV Mitrovo Polje I njegove funkcionalne karakteristike
 - 5.1. Detaljan opis funkcije i rada postrojenja
 - 5.2. Analiza funkcionalnih karakteristika postojeće opreme i njene dalje upotrebljivosti
 - 5.3. Kratak opis primenjene opreme
 - 6. Cevne veze I hidrostatičko rešenje
 - 6.1. Dovod sirove vode
 - 6.2. Cevne veze unutar postrojenja
 - 6.3. Hidrantska mreža
 - 6.4. Kanalizacija
 - 7. Tretman prljavih voda postrojenja
- 3.6. Numerička dokumentacija
- 3.7. Grafička dokumentacija
 - 1. Pregledna situacija 1:10 000



1.1. Dispozicija postrojenja 1:100

3.8. Prilog 10

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 i 37/2019 – dr. zakon), 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 Rekonstrukcije i proširenja postrojenja za prečišćavanje vode Mitrovo Polje, KP 911/1, 956 i 958/2 KO Bzenica, 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.
Pečat:	Potpis:



Broj tehničke dokumentacije: 566/3

Mesto i datum: Beograd, 20. decembar 2019. godine

3.4. IZJAVA ODGOVORNOG PROJEKTANTA PROJEKTA HIDROTEHNIČKIH INSTALACIJA

Odgovorni projektant Projekta hidrotehničkih instalacija koji je deo Idejnog rešenja Rekonstrukcije i proširenja postrojenja za prečišćavanje vode Mitrovo Polje, KP 911/1, 956 i 958/2 KO Bzenica,

Ivana Đurić, dipl.građ.ing.

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 : Ivana Đurić, dipl.građ.ing.

Broj licence: 314 M752 13

Pečat: Potpis:



Ivana Đurić

Broj tehničke dokumentacije: 566/3

Mesto i datum: Beograd, 20. decembar 2019. godine



3.5. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

1. UVODNA RAZMATRANJA

1.1. Kratak prikaz postojećeg stanja

Postrojenje za prečišćavanje vode u Mitrovom polju građeno je u periodu 1980 - 1981. i od tada je u eksploataciji. Pre toga vodu za piće je Aleksandrovac dobija samo iz izvorišta. Ova voda se gravitaciono dovodila do prekidne komore koja se nalazi u krugu postrojenja. Ona je služila za dezinfekciju vode natrijum – hiperhloritom. Sada je ova komora napuštena i nema nikakvu funkciju u prečišćavanju vode.

U krugu postrojenja nalazi se trobroda hala, upravna zgrada, bunar IEBA1, dizel agregat, flokulator i magacin hemikalija.

Izrađeno postrojenje za prečišćavanje vode je kapaciteta 288m³/h ili 72 l/s čiste vode i sastoji se iz dve simetrične jedinice, svaka kapaciteta 144 m³/h. Osnovni objekti postrojenja su cevaste taložnice (konstrukcije MIN-Niš) i automatski peščani filtri (konstrukcija "Janko Lisjak" Beograd). Tu je još i komora za flokulaciju, tj. mešanje vode i flokulanata, kao i stanica za hlorisanje gasnim hlorom.

1.2. Kritički osvrt na projekat rekonstrukcije i dogradnje PPV "Mitrovo Polje"

Pošto se kvalitet sirove vode stalno pogoršava predviđena tehnologija i ugrađena oprema ne daje zadovoljavajuće rezultate u prečišćavanju sirove vode.

Iz navedenog razloga godine 2012 - 2013 je urađen projekat za rekonstrukciju i dogradnju PPV „Mitrovo Poje“ od strane preduzeća za hidrotehniku „Vodotehnika“ iz Beograda. Na osnovu detaljne analize kvaliteta sirove vode i eksperimentalnih proba na postojećem postrojenju predloženo je rešenje sa unapređenom tehnologijom i neophodnom rekonstrukcijom i dogradnjom postojećih objekata i opreme. Predloženo je sledeće rešenje:

Proces prečišćavanja sirove vode definisan je klasičnom tehnologijom: koagulacija, taloženje, filtracija i dezinfekcija. Ova tehnologija korišćena je i u dosadašnjoj praksi, međutim objekti i oprema ne obezbeđuju standardne efekte uklanjanja nepoželjnih materija iz vode za piće. Ovde se radi o povišenim sadržajima mutnoće, retko oksidabilne organske materije.

a) Koagulacija

Koagulacija ima višestruku funkciju: izdvajanje suspendovanih materija (bistrenja), vezivanje rastvorenih organskih materija (ROM) u flok i njihovo izdvajanje

sa suspenzijama, vezivanje jona metala (Fe, Mn i dr.) 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.

Iskustva sa primenom unapređene koagulacije gde su obezbeđeni visoki efekti unapređenja kvaliteta vode za piće na staroj instalaciji ovde se primenjuju na novom efikasnijem sistemu.

Projektom se definišu uslovi koagulacije optimalni za primenu nerganskog polimera Al i aktivirane SiO₂ sa opadajućim intenzitetom mešanja. Nakon brzog mešanja sa maksimalnom disipacionom energijom stupnjevito se smanjuje brzina mešanja tako da se na kraju dobija dobar flok pogodan za uklanjanje u lamelnoj taložnici. Dosadašnja iskustva definisana u jartestovima daju punu predstavu o optimiziranju efekata uklanjanja brojnih nepoželjnih konstituenata sirove vode ovim postupkom.

b) Talozenje

Za separaciju floka odabran je sistem lamelne taložnice sa visokim efektima iskorišćenja objekta. Visoko površinsko opterećenje koje se, u odnosu na klasičnu taložnicu, postiže u ovom objektu uslovljava sve frekventniju primenu ovog tipa taložnice i u našoj praksi prečišćavanja voda za piće.

Neobično je važno da se obezbedi dotok flokulisane vode u zonu taloženja, uvođenje u lamelne jedinice, bez destrukcije floka što se postiže korektno dimenzioniranim transportnim kanalima u kojima se praktično zadržava režim toka iz poslednje koagulacione jedinice, treći stene sporog mešanja.

Izdvajanje ofromljenih flokula, separacija čvrsto-tečno vrši se efikasno u lamelnom separatoru. Dotok flokulisane vode iz koagulacione jedinice obezbeđuje se dovodnim kanalima iz kojih se voda ravnomerno raspoređuje u lamelne jedinice. Sedimentacija u prostoru između ploča odvija se sa efikasnošću koja je određena geometrijom ploča: dužinom, nagibom i rasponom, što su elementi za dimenzionisanje-projektovanje taložnice, definisanje površinskog opterećenja.

Sistem podešavanja preliva omogućava podešavanje jednakog hidrauličkog opterećenja na svakoj od lamela te i jednakomernan sastav vode na izlazu.

Istaložene čestice u lamelama klize u kanal odakle zajedno sa već izdvojenim krupnijim flokulama padaju u konus za mulj koji je smešten neposredno ispod lamela.

Sa izdvajanjem krupnijih čestica u prostoru neposredno ispred lamela praktično se štiti sistem lamela od prekomernog opterećenja i služi samo za uklanjanje najfinijih flokula. Ovo je od posebnog značaja za primenu kod sistema prečišćavanja gde se u određenim intervalima, nakon intenzivnijih padavina očekuju visoka opterećenja suspendovanim materijama.

Sa efikasnom flokulacijom i naknadnom separacijom floka, kod primene unapređene koagulacije, obavezno se postižu efekti uklanjanja suspendovanih materija na nivou od 1 NTU jedinice i rezidualnog Al ispod 0.200 mg/l.

Posle separacije floka u taložnici na segmentu toka do filtera vrši se stabilizacija vode, popravka pH vrednosti do obezbeđenja ravnoteže definisane temperaturom vode i sadržajem:

Ca²⁺ jona, ukupnih soli i alkaliteta. Kako se ovde radi o kontroli pH u oblasti oko 7.0 to se doziranje Ca(OH)₂ mora regulisati precizno. Kontrola pH vrši se doziranjem 0.2 % Ca(OH)₂.

c) Recirkulacija mulja (uslovno)

Za slučaj da se na uređaju koristi Al sulfat kao koagulaciono sredstvo sa polielektrolitom ostavlja se mogućnost recirkulacije mulja iz taložnika u komoru za brzo mešanje sa zadatkom podspešenja procesa destabilizacije i flokulacije.

Recirkulacijom se zahvata oko 2 – 4 % mulja, u odnosu na količinu sirove vode, sa mogućnošću zahvatanja sa različitih visina u konusnom delu ugušćivača. Količina mulja u recirkulaciji podešava se tokom optimizacije procesa koagulacije u promenljivim stanjima sirove vode: promene mutnoće i temperatura.

Recirkulacija mulja za slučaj primene postupka unapređene koagulacije nije potrebna budući da se i bez ove intervencije koagulacija obavlja sa visokom efikasnošću.

d) Filtracija

Za uklanjanje zaostale mutnoće vode nakon faze taloženja koriste se brzi peščani filteri sa pranjem filterarske ispune po sistemu voda-vazduh čime se obezbeđuje neophodna homogenost ispune i ravnomerno opterećenje koje je garant visoke efikasnosti uklanjanja zaostale mutnoće.

Za uslove efikasne koagulacije sa Al sulfatom i polimerom uz obaveznu kontrolu pH vrednosti i efikasne separacije floka u lamelnoj taložnici na filteru treba da se obezbedi standard za NTU u opsegu 0.2 do 0.5 NTU i sadržaj rezidualnog Al ispod 0.2 mg/l.

Uklanjanje zaostalog floka na brzim peščanim filteru, kod primene unapređene koagulacije, obavezno se postižu efekti uklanjanja suspendovanih materija na nivou od 0.2 NTU jedinice i rezidualnog Al ispod 0.100 mg/l.

Budući da se na filteru ne zahteva biološka oksidacija NH₄ usvajaju se standardne brzine filtracije u opsegu 5 – 7 m/h, se opterećenju od 120 l/s iznosi:

$$A=0.12 \times 3600/5-7=86.4 - 61.70\text{m}^2$$

Obezbeđenje zadatih uslova postiže se kombinacijom rada 4 filterarska polja površina od po $15,50 \div 21,60 \text{ m}^2$.

Usvaja se standardna ispuna filtra od 1.0 m peska granulacije 0.8 - 1.2mm.

e) Dezinfekcija

Za dezinfekciju vode koristi se gasni hlor.

Shodno raspoloživim podacima o sastavu sirove vode i postojećen iskustvu vezanom za obezbeđenost standarda u odnosu na bakteriološku ispravnost vode za piće usvaja se jednokratno doziranje hlora - hlorisanje prečišćene vode u rezervoaru čiste vode. Ovim se, izbegava mogućnost generisanja povećanih sadržaja halogenorganskih materija koje bi se formirale sa supstancama koje se, u konkretnom slučaju, uklanjaju u procesu unapređene koagulacije. Ovim se niukom slučaju ne dovodi u pitanje bakteriološka ispravnost prečišćene vode niti se remeti postupak prečišćavanja koji bi se mogao dovesti u pitanje samo kod jako opterećenih sirovih voda.

Stanica za doziranje nalazi se u pogonskoj zgradi koja ima prostorije za skladište i dozir opremu, kao i uređaj za neutralizaciju hlora za slučaj havarije.

Za projektovanje se usvaja maksimalna doza hlora od 1.2 mg/l, dok je srednja doza 0.8 mg/l. Sa ovim vrednostima će se obezbediti rezidual hlora od 0.2 - 0.5 mg/l u svim tačkama cevovoda.

f) Tretman mulja

Prostor ispod jedinica lamela separatora, konusnog oblika ima namenu za koncentrovanje mulja. U procesu istaložavanja u vertikalnom stubu koncentratora vrši se dalja separacija flokula od vodene faze. Podešavanjem uslova za neutralizaciju floka obezbeđuje se efikasno ugušćivanje mulja može doseći vrednosti i oko 5 % sadržaja suve mase.

Akumuliranje mulja u koncentratoru, odnosno podizanje nivoa mulja u taložnici nameće potrebu ispuštanja koncentrovanom mulja sa dna što se realizuje automatski merno regulacionom opremom, ili ručno.

Mulj iz uređaja: koagulatora i mulj od pranja filtera odvodi se u taložnice tehnološke otpadne vode gde se mulj istaložava a dekantovana voda recirkuliše ili upućuje u vodoprijemnik.

ZAKLJUČAK:

Na osnovu predložene tehnologije usvojeno je sledeće tehničko rešenje:

- 1. Postupak prečišćavanja sirove vode je definisan klasičnim postupkom tj. tehnologijom taloženje, filtracija i dezinfekcija, koji se koristi u dosadašnjoj praksi. Pošto se voda mešala (i izvorska i rečna) mutnoća je bila u nekim snošljivim granicama. Međutim, pri jačim zamućenjima dovod rečne vode je isključivan i postrojenje je**

prerađivalo samo izvorsku vodu. Kako novom koncepcijom odvajamo izvorske od rečnih voda, potrebno je tehnologiju prilagoditi da može da preradi i dosta mutnu rečnu vodu sa znatnim organskim zagađenjima. Iz tog razloga mora se koncepcija prečišćavanja prilagoditi novonastalim uslovima. Nova tehnologija zahteva nova koagulaciona sredstva, nove uslove koagulacije i separacije floka i savremeniji način rukovanja postrojenja. Predviđa se koagulacija uz primenu neorganskog polimera Al i aktiviranje SiO₂ uz odgovarajuću brzinu mešanja. Posle brzog mešanja dolazi do stupnjevitosti smanjenja brzine mešanja tako da se dobija taloživi flok. Ova tehnologija zahteva flokulaciju u četiri stepena. Za izdvajanje floka izabran je sistem lamelnih taložnica, koji je vrlo efikasan prilagodljiv raznim mutnoćama sirove vode. Za slučaj da se na postrojenju koristi aluminijumsulfat kao koagulaciono sredstvo sa polielektrolitom predviđa se mogućnost recirkulacije mulja iz taložnika. Za uklanjanje preostale mutnoće predviđeni su brzi peščani filtri sa pranjem vodavazduh. Zadnja faza u postupku prečišćavanja je dezinfekcija sa gasnim hlorom.

2. Ceo postupak prečišćavanja je prilagođen tako da se dobija voda za piće zahtevanog kvaliteta. Sa efikasnom flokulacijom i taloženjem floka obavezno se postižu efekti uklanjanja suspendovanih materija na nivou od 1 NTU jedinice i rezidualnog Al ispod 0,200 mg/lit. Posle filtriranja obezbeđuje se standard vode za NTU u opsegu 0,20 do 0,50 NTU i sadržaj rezidualnog Al ispod 0,400 mg/lit.

3. Polazni parametri :

-količina rečne vode, koja se očekuje na PPV „Mitrovo Polje“, je od 90-100 l/s standardnog kvaliteta (vidi priložene analize vode). Ova voda prolazi kroz fazu tretmana koja podrazumeva koagulaciju, flokulaciju, taloženje, dezinfekciju i stabilizaciju čiste vode.

-Izvorska voda se očekuje na postrojenju u količini od 20-30 l/s. Ova voda može

povremeno imati opalescentnu mutnoću pa je neophodno da prođe kroz fazu filtriranja, dezinfekcije i stabilizacije. Mehanički tretman nije neophodan.

-Postrojenje treba koncipirati tako da može da preradi oko 90-100 l/s mutne vode i oko 120-130 l/s propusti kroz fazu filtriranja, dezinfekcije i stabilizacije vode.

4. Neophodne izmene i rekonstrukcije

Objekti i cevovodi na dovodu sirove vode

Sirova voda dolazi na postrojenje sa dva cevovoda i to:

- Postojeći cevovod $\varnothing 300\text{mm}$ dovodiće samo rečnu vodu sa postojećeg i novog zahvata na reci Petici, i od šahta regulacionih ventila do postojećeg šahta 1 biće zamenjena sa novom cevi.
- Predviđa se novi cevovod $\varnothing 200\text{mm}$ za dovod isključivo izvorskih voda sa izvora "Gočani" i "Vrelo". Ovaj cevovod preskače fazu mehaničkog tretmana i direktno se priključuje na filtere.
- Ukoliko bude bilo potrebe, predviđa se novi zahvat na reci Rasini koji će ovu vodu dovoditi do crpne stanice a zatim je puštati na razdelni toranj. Predviđen je PEHD cevovod $\varnothing 200\text{mm}$, kao i cevovod koji će dovoditi vodu sa izvora "prečnika $\varnothing 100\text{mm}$, voda će se dalje prepumpavati do cevi koja dovodi vodu sa izvora "Gočani" i "Vrelo".

Objekti za merenje i regulaciju dotoka rečne i izvorske vode $\varnothing 300\text{mm}$ i $\varnothing 200\text{mm}$ su postavljeni na trasi dovodnih cevovoda a u samom krugu postrojenja. Pošto imamo dva cevovoda nije bilo neophodno predvideti "bajpas".

Regulacija protoka se obavlja preko elektromotornih ventila koji su postavljeni u šahtu »regulacionog ventila«, a signale prima od merača protoka koji se nalazi u šahtu »merača protoka«.

Za smeštaj mašinske opreme predviđen je šaht dimenzija $2,00 \times 2,50 \text{ m}^2$ i visine $2,30\text{m}$. Šaht je od armiranog betona MB30 sa zaštitnim premazima sa unutrašnje strane (penetrati).

Objekti 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 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.

Ovaj objekat sačinjavaju jedinice za brzo mešanje, flokulaciju i taloženje. Jedinica za brzo mešanje je postojeći objekat, koji se rekonstruiše i prilagođava novim uslovima prečišćavanja vode. Pregradni zid se ruši i ugrađuje brzohodna mešalica snage 4kW. Kao flokulacione jedinice koriste se tri nova filtraciona bazena i dva postojeća. Prvi stepen flokulacije se obavlja u jednom vertikalnom bazenu dimenzija 2,0 x 2,0 x 5,0m³ sa vertikalnom mešalicom snage 1,5kW a drugi stepen u dve identične komore sa po dve vertikalne mešalice snage od po 0,75kW.

Treći stepen flokulacije biće postojeća komora sa horizontalnim mešačima snage 0,37kW.

Zadnji deo objekta je lamelarna taložnica koja se formira umesto postojećih cevastih taložnica. Potrebne dve lamelne taložnice.

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.

U komori za brzo mešanje se dozira aluminijum sulfat. Doziranje je automatsko na bazi protoka i mutnoće sirove vode. Regulacija preko PLC-a iz komandne prostorije gde se prati protok i mutnoća sirove vode i količina utrošenih hemikalija.

Nakon brzog mešanja (brzina obrtaja 100 – 125 o/min) voda preliva u prvu komoru flokulacije (komora I). Broj obrtaja 10 – 20 sa reduktirom. U ove komore se dozira PE i to automatski na osnovu protoka i mutnoće sirove vode (isto kao i doziranje aluminijum sulfata), s tom razlikom što će ovde biti dve dozir pumpe za svaku komoru posebno. Znači za doziranje će biti (2+1) pumpi.

Iz komore I voda odlazi u dve komore za flokulaciju II, koje su opremljene sa vertikalnim flokulacionim mešačima i brzinom obrtaja od 5 do 10 o/min. Na kraju su dva bazena za flotaciju III-eg stepena sa flokulacionom horizontalnom mešalicom brzine obrtaja 2-4 o/min.

U nastavku sirova voda ide u dve lamelne taložnice kapaciteta 2 x 45-50 l/sec. Prelivna voda se skuplja u H kanale i dalje odvodi na filtriranje.

Predviđeni radovi obuhvataju:

- **Rekonstrukciju postojeće razdelne komore u komoru za brzo mešanje. U prvoj komori (komora za brzo mešanje), se ostvaruje brzo mešanje sirove vode koja se dovodi cevovodom DN 300 sa donje strane. Zapremina komore je 3,60 m³. Vreme zadržavanja vode u komori za 90-100 l/s je 40-45 sec.**
- **Komore za flokulaciju I i II se rade kao novi objekti. Gradijent brzine u I komori se kreće od 80-120 sec. Vreme zadržavanja u ovoj komori je od 3,70 do 3,30min, a zapremina 20m³.**

Iz ove komore voda kroz otvore u dnu prolazi u komore broj III (dve komore za kapacitet po 45-50 l/s) sa drugim stepenom flokulacije (i ova komora se gradi u II-oj fazi).

Vreme zadržavanja vode u komori za 45-50 l/s je 7,40-6,70 minuta.

Gradijent brzine je 40 do 60 s-1.

Zapremina komore je 20,0 m³.

- Iz komora III voda preliva u komoru IV sa trećim stepenom flokulacije (postojeći objekat).

Vreme zadržavanja vode u komori za 45-50 l/s je 11,0-10,0 minuta.

Gradijent brzine je 10 do 30 s-1.

Zapremina komore je 29,40 m³.

Dimenzije komore u osnovi su 2,90 x 4,30 m i dubine oko 2,0m.

- Iz poslednje flokulacione komore IV voda odozdo ulazi u lamelarni taložnik.

Osnovna prednost lamelnog taložnika u odnosu na druge tipove taložnika je da se postižu visoki efekti taloženja, a površina građevinskog prostora koju taložnik zauzima je mala i iznosi oko 10 – 15 % u odnosu na površinu koju zauzima konvencionalni pravougaoni ili radijalni taložnik.

U projektovanom taložniku nalaze se dva reda lamelarnih ploča, tako da voda sa flokulama dotiče u kanale između redova lamelarnih ploča sa donje strane.

Odvod bistre vode vrši se preko prelivnih ivica (češljeva), koji su instalisani iznad dotočnih kanala a na obe strane kanala za odvod bistre vode. Čestice veće specifične težine se talože ravnomerno u kanal između redova lamela i direktno padaju u deo za ugušćivanje mulja (koncentrator) koji je smešten neposredno ispod lamelarnih ploča.

U ovom prostoru vrši se ugušćivanje čvrstih materija iz sirove vode zajedno sa reakcionim produktima hemikalija za flokulaciju, pri čemu samo čvrste materije dospevaju u prostor za ugušćivanje i jednako se raspodeljuju po celoj zapremini ugušćivača.

Iskustva iz prakse su pokazala da je za usvojeni tip lamelnog taložnika sa integrisanim ugušćivačem mulja omogućena koncentracija suve supstance u mulju na dnu ugušćivača između 2 i 10 % težinskih.

Evakuacija mulja sa dna vrši se preko cevovoda DN 100 sa leptirastim ventilima na elektro pogon. Režim otvaranja i zatvaranja ovog ventila automatski se reguliše posredstvom vremenskog programatora. U slučaju da ovaj sistem ne radi, ostavljena je mogućnost ručne manipulacije preko ručnog leptirastog ventila.

Vremenski ciklus evakuacije mulja iz taložnika određuje se na bazi iskustvenih pokazatelja iz eksploatacije postrojenja i na osnovu stepena mutnoće sirove vode.

Svi cevovodi za ispust mulja iz lamele kao i ispusti iz flokulacionih komora povezani su na zajednički odvodni cevovod DN 100 i muljnu pumpu, a sve to je

smešteno u novoj cevnoj stanici koja je postavljena između flokulatota – lamele i lagune.

Predviđena je mogućnost recirkulacije mulja pomoću muljne pumpe i odvod mulja u novoprojektovanu kanalizacionu mrežu.

Izbistrena voda prikuplja se preko jednog centralna i dva bočna kanala kojima se voda dovodi do glavnog čeonog kanala. Iz čeonog kanala cevovod DN 300 odovodi izbistrenu vodu na filtere.

Poslednje dve cevaste taložnice koje se rekonstruišu i transformišu u lamelne taložnice. Pošto postoje dve jedinice njihova rekonstrukcija biće etapno tj. jedna linija u prvoj, a druga u drugoj etapi ugradnje.

- U trećoj etapi se predviđa pokrivanje kompletnog objekta za flokulaciju i taloženje. Objekat je spoljnih dimenzija 6,45 x 14,30m² (dve jedinice).
- Objekat flokulatora i taložnica je iznad terena tako da je fundiran na temeljnim zidovima širine 25cm i temeljima stopama širine 65cm. Temeljne stope su ukopane oko 100cm od terena. Temeljne stope i temeljni zidovi su od armiranog betona MB30, kao i kompletan objekat, koji je iznad terena.

Filterske jedinice

Stari samoispirajući čelični filtri su pre dve godine zamenjeni prohromskim istih dimenzija.

U ovoj fazi se predviđa korišćenje ovih filtera u svema prema dosadašnjim uslovima eksploatacije kao i pranja i ispiranja navedenih filtera.

Odvod čiste vode sa oba filtera imaće odgovarajuće merače protoka sa zatvaračima. Sabirna cev se gravitaciono odvodi do rezervoara čiste vode kako je prikazano na dispoziciji.

Sanacija postojeće filterske hale

Pošto je krovna konstrukcija, odnosno pokrivač, neodgovarajuće urađena predviđeno je prepokrivanje iste sa sendvič panelima i termičkom izolacijom.

Krovna konstrukcija je metalna, rožnjače su od profila [80, rožnjače se oslanjaju na dvovodne krovne rešetke koje su takođe od metalnih profila, sa R ispunom od punog profila. Raspon je 15m. Nagibi pojaseva su pod nagibom od 10% koje se sučeljavaju u slemenu hale i čine dvovodni krov. Krovne rešetke se oslanjaju o AB grede, a AB grede o AB stubove koji su temeljeni na temeljima samcima. U konstruktivnom pogledu krovnu rešetku treba ojačati tako što se udvostučuju dve pritisnute dijagonale u sredini nosača. Sve elemente krovne rešetke treba vizuelno pregledati i sve eventualne korozije sanirati, zaštititi antikorozivnim premazima i ofarbati.

Na postojeće krovne rešetke se postavlja krovni pokrivač od termoizolacionih krovnih panela $d=10+4\text{cm}$. Obložen je pocinkovanim plastificiranim limom sa spoljne strane $d=0,5-0,75\text{mm}$ a sa spoljašnje $d=0,4-0,5\text{mm}$.

Priprema i doziranje hemikalija

Pošto je postojeća oprema za pripremu i doziranje hemikalija u vrlo primitivnom i jednom stanju predviđena je kompletna zamena i kompletiranje ove opreme i to:

- Oprema za pripremu i doziranje aluminijum sulfata
- Priprema i doziranje krečnog mleka
- Doziranje sumporne kiseline
- Priprema i doziranje PE i
- Priprema i doziranje hlora (primarno doziranje) i žavelove vode (naknadno hlorisanje)

Tretman prljavih voda

U procesu prečišćavanja vode izdvaja se izvesna količina prljavih voda koja ima povećan sadržaj mutnoće i sadržaj suspendovanih materija. Ove vode su iz koncentratora lamelnog taložnika, vode od pranja filtra, prvi filtrat.

Mulj, iz koncentratora mulja, se povremeno prepumpava kao recirkulacioni mulj a povremeno šalje na taloženje. Količina ove muljne vode, može biti oko $5-10\text{m}^3/\text{dan}$.

Količina vode od pranja filtera je oko $60-70\text{m}^3$ po jednom polju i jednom pranju.

Filteri se obično peru jednom u dva dana.

Ukupna količina prljave vode, koja istovremeno može da dođe u taložnik je:

- mulj iz taložnika 10 m^3
- voda od pranja filtera 60m^3
- prvi filtrat 5m^3

Ukupno 75m^3

Zadržavanje u taložniku se predviđa od 6,0 do 10,0 sati, nakon čega se izbistrena voda ispušta u kišnu kanalizaciju ili vraća u proces prečišćavanja.

Za tretman prljavih voda je projektovana taložnica sa dve komore (radna i rezervna zapremine po 75m^3 . Dno taložnice je u nagibu za prihvatanje taloženog mulja. Zapremina za mulj je oko $20-25\text{m}^3$. Posle određenog vremena (dva-tri meseca) mora se istaloženi mulj da izvadi i odnese na deponiju.

Izbistrena voda se ili ispušta u kišnu kanalizaciju ili prepumpava na početak procesa prečišćavanja.

Pored taložnika je zatvaračnica i crpna stanica za prepumpavanje i opsluživanje ovog objekta. Predviđene su dve pumpe kapaciteta $5,0\text{m Hm}=8,0\text{m}$ (jedna radna i jedna rezervna).

Cevne veze i zatvarači omogućavaju preusmeravanje istaložene vode ili u kanalizaciju ili na pumpe.

Projektovana je još jedna mala crpna stanica šahtnog tipa za prepumpavanje procedne vode od nataloženog mulja. Voda se usmerava na početak procesa prečišćavanja.

Rekonstrukcija i dogradnja postojećeg administrativnog objekta

Upravna zgrada ima prizemlje i sprat. Noseći elementi su stubovi i grede 25x25cm. Ispuna je blok pregradni zidovi su 12cm. Zgrada se oslanja na trakaste temelje od armiranog betona i sa jednom dužom stranom se naslanja na halu.

Konstrukcija krova upravne zgrade je od čeličnih INP18 nosača a obloga je profilisani lim (kao na hali). U III fazi se predviđa zamena limenog pokrivača i na postojeće krovne nosače se postavlja krovni pokrivač od termoizolacionih krovnih panela d=10+4cm(kao na hali).Obložen je pocinkovanim plastificiranim limom sa spoljne strane d=0,5-0,75mm a sa spoljašnje d=0,4-0,5mm.

U prizemlju se nalazi ulazni hol sa stepeništem, laboratorija sa ostavom, ostava za drva, kotlarnica, mokri čvor kao i prostorija za osoblje iz koje je omogućen ulaz u halu. Obrada poda u hodniku je teraco a u ostalim prostorijama beton i keramičke pločice.

U ovoj fazi se vrši prenamena prostorija kojom se omogućava lakši rad i boravak osoblju. Tako da laboratorija postaje biološka laboratorija, a ostava u koju se ulazilo iz laboratorije. Prostorija za skladištenje drva postaje hemijska laboratorija i omogućava se ulaz iz biološke laboratorije. Prolaz ka kotlarnici se zatvara. U prostoriji za osoblje otvaraju se vrata ka hali za vezu između hale i prizemlja upravne zgrade a sa druge strane vrata se izmeštaju do mokrog čvora. da bi se dobilo dovoljno mesta na kraju hodnika i ispod stepeništa za novu ostavu za garderobu. Mokrom čvoru se menja keramika i sanitarije i tako daje lepši i moderniji izgled.

Postojeće prostorije na spratu su hodnik sa stepeništem, dve kancelarije sa hodnikom koji ih povezuje, čajna kuhinja kao i svlačionica. U svim prostorijama je linoleum osim u hodniku sa stepeništem gde je teraco i kuhinje gde su keramičke pločice.

Radi lakše organizacije posla i prijatnijeg boravka jedna od kancelarija postaje komandna prostorija i kao takva jedna od bitnijih u fabrici iz koje se kontroliše čitava procedura prerade vode i funkcionisanje celog sistema. U svačionici se zida pregradni zid kojim će se napraviti hodnik za vezu sa halom gde se radi stepenište do kote 677,20 kako bi se ušlo direktno na platformu u hali. Zid između kuhinje i svlačionice se ruši i to postaje jedna prostorija i dobija funkciju kuhinje sa trpezarijom. Vrata se ukidaju i ostaje veza sa ostalim delom upravne zgrade samo preko vrata iz kuhinje. Na istom zidu je fiksni prozor i tako stvara veću povezanost prostorija.

U svim prostorijama se menja podna obloga i postavljaju se keramičke pločice a u laboratorijama kiselo otporne pločice. U hodnicima i na stepeništu se predviđa ugradnja granitnih podnih pločica.

Pored navedenih radova ovaj objekat se proširuje za objekat za „magacin hemikalija“ Grade se dva nivoa čije su površine 29,25m² po spratu.

Ulaz se predviđa sa prednje strane gde se ugrađuju jednodelna trokrilna vrata od AL profila sa termomostom građevinskih dimenzija 200/240. Levo od njih je teretni lift 120/120cm kojim se vrši komunikacija sa nivoom iznad. Na spratu se predviđa ugradnja jednog PVC prozora dim. 200x 140cm.

Komunikacija između hale i magacina za hemikalije je preko metalnih stepeništa i metalnog gazišta kao prilaza dozatorima koje se po potrebi može skloniti.

Kontrola procesa prečišćavanja

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

- laboratorijska kontrola sa definisanom frekvencom
- automatska kontrola sa i bez zapisa i alarmom

1. Sa inoviranjem i nabavkom sitne laboratorijske opreme:

- jar – test,
- nabavka novog pH metra i turbidimetra
- blagovremenim popunjavanjem zaliha hemikalija, hemijska laboratorija je u mogućnosti da kontroliše kvalitet sirove i prečišćene vode i daje podatke o kontroli procesa prečišćavanja.

Nekoliko osnovnih parametara kvaliteta već se sistematski kontrolišu.

Izostanak analiza Al i dr. uzrokovani neblagovremenim znavljanjem hemikalija i sitne opreme moraju se u daljim fazama rada preduprediti.

2. U cilju pouzdanog vođenja procesa i obezbeđenja podataka o stabilnosti prečišćavanja uvodi se automatska kontrola sa zapisom. Automatski se kontrolišu:

- pH vrednost (ulazna voda, voda u koagulatoru, voda na ulazu u filter i prečišćena voda),
- mutnoća (sirova voda, ulaz u filter i prečišćena voda) i
- hlor (kontrola sadržaja u prečišćenoj vodi)

Sa kontinualnim zapisom su sledeće vrednosti:

pH i mutnoća sirove i u 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.

Trafostanica i dizel agregat

Za rekonstruisano i prošireno PPV "Mitrovo Polje" neophodna je nova TS snage 250kW i novi dizel agregat snage 50kW. Ovo uslovljava i dovod visokog napona do TS.

Saobraćajnice i uređenje terena

U krugu PPV sada postoji asfaltirana saobraćajnica od postojećeg ulaza 1 do montažnog pomoćnog objekta, ali je u lošem stanju, pa se predviđa njena rekonstrukcija istom trasom, uz dodavanje novih internih saobraćajnica i platoa sa tvrdom podlogom. Predviđena je nova saobraćajnica koja će okruživati objekte postrojenja.

Predviđene su interne saobraćajnice i priključne saobraćajnice sa tvrdim kolovozom i lepezama na priključcima na spoljnu saobraćajnicu i raskrsnicama. Postojeći ulaz na PPV (ulaz 1) ostaje da se koristi, dok će se ulaz 2 koristiti samo za saobraćaj.

U krugu PPV predviđen je parking prostor za 3 putnička vozila. Na postrojenje se ulazi preko kolske i posebne pešačke kapije. Postrojenje, odnosno ulaz u postrojenje je pod stalnim fizičkim obezbeđenjem.

Saobraćajnica je obzirom na namenu, konfiguraciju terena i raspoloživi prostor projektovana za jednosmerni tok saobraćaja sa širinom kolovoza od 3,00m.

Putevi i manevarski platoi se rade na nasutoj zemljanoj podlozi na sledeći način:

- Planiranje površine na projektovanu kotu i zbijanje površina terena pneumatskim valjkom. Nasipanje tamponskog sloja od tucanika ili šljunkovitog materijala u debljini od 40 cm uz kontinualno zbijanje pneumatskim valjkom.
- Izrada nosećeg sloja od drobljenog kamenog materijala 0/31,5 mm d=20 cm,
- Izrada bitumeniziranog nosećeg sloja BNS d = 7 cm,
- Izrada habajućeg sloja od asfalt betona AsB d = 3 cm.

Priloženim koordinatama profilnih i elementarnih tačaka kao i kroz situacioni plan i plan obeležavanja dati su elementi za prenošenje podataka sa crteža na teren.

1.3. Izmene i dopune urađene projektne dokumentacije i njihovo prilagođavanje novonastalim uslovima

Za navedeno rešenje potrebne su investicije od oko 2.250.000 EURA.

Međutim, iako je projektovano rešenje prihvatila Direkcija za vode, Opština je 2018 godine obezbedila sredstva i umesto dva stara samoispirajuća filtera **ugradila nove od prohroma** istih karakteristika i konstrukcija kakvi su bili stari. Izgrađeni

samoispirajući filtri su urađeni vrlo kvalitetno. Postojeći filtri su bili propali, sa velikim brojem rupa, gde je ucurila voda, i koje je bilo vrlo teško sanirati.

Samoispirajući filtri nisu baš dobro rešenje za ovako velike kapacitete prerade vode, zbog mnogih nadostataka, koji su se pokazali u dosadašnjoj eksploataciji. Ali pošto je ovo urađeno prvobitno projektovano rešenje se mora prilagoditi novo nastaloj situaciji. U prvoj fazi rekonstrukcije i proširenja **PPV "Mitrovo Polje"** mora se ići na rešenje da se umesto otvorenih brzih peščanih filtera koriste ugrađeni samispirajući filtri. Ugradnja otvorenih filtera (betonskih ili čeličnih) ostaje za drugu fazu izgradnje tj. kada propadnu novoizgrađen samoispirajući filter (za 15 ili više godina). Kada dođe vreme za ovu izmenu razmotriće se mogućnost vrste filtera i njihovog broja.

Zbog novog Zakona o Planiranju i izgradnji, i zbog promene koncepcije rešenja rekonstrukcije i dogradnje PPV Mitrovo Polje mora se navedena projektna dokumentacija da preradi i prilagodi novo nastaloj situaciji.

Prvobitno projektovano rešenje ostaje kako je projektovano, ali što se umesto novih otvorenih brzih peščanih filtera koriste postojeći samoispirajući filtri od prokrona prečnika 7.5m. Pošto su ovo samoispirajući filtri ne treba predvideti opremu za pranje filtera kao i rezervoar vode za potrebe pranja.

Međutim, sada se predviđa izgradnja rezervoara čiste vode u krugu postrojenja zapremine oko 750m³ od čega će se jedan deo, oko 150m³ koristiti za potrebe hlorisanja. Zbog skućenog prostora rezervoar je projektovan nepravilnog oblika površine oko 150m² sa zatvaračnicom dimenzija 3,0x5,0m u dva nivoa.

1.4. Faze i etape izgradnje

I faza izgradnje obuhvata:

Prva etapa:

- Razdvajanje dovoda sirove vode sa ugradnjom merača protoka
- Rekonstrukcija razdelnog šahta u šaht za brzo mešanje
- Izgradnja komora za I i II-gi stepen flokulacije
- Rekonstrukcija postojećeg objekta (leva strana) u III-ću komoru flokulacije i lamelnu taložnicu u cevaste taložnice
- Sanacija filterske hale i
- Rezervoar čiste vode zapremine oko 750m³

Predviđene investicije oko 1.000.000 EURA.

Druga etapa:

- Rekonstrukcija i adaptacija druge jedinice postojećeg flokulatora i cevaste taložnice
- Izgradnja objekta za tretman mulja
- Kompletan oprema za pripremu i doziranje hemikalija
- Rekonstrukcija i dogradnja postojećeg administrativnog objekta
- TS i dizel agregat

Predviđena investicija oko 800.000 EURA

Treća etapa:

- Pokrivanje flokulatora i taložnika
- Ugradnja opreme za kontrolu, nadzor i automatizaciju celog sistema
- Uređenje terena sa unutrašnjim saobraćajnicama

Predviđene investicije oko 400.000 EURA.

Ukupna investicija za I fazu oko 2.200.000 EURA

II faza radova:

Izgradnja novih filtera i opreme za njihovo funkcionisanje (pranje, elektro zatvarači i ostalo).

Predviđena investicija oko 750.000 EURA.

1.5. Zadatak izrade nove projektne dokumentacije

Pošto je došlo do određenih izmena na PPV „Mitrovo Polje“ (novi samoispirajući filteri) ukazala se neophodnost prerade dokumentacije i njihovo prilagođavanje novonastaloj situaciji. Veći deo postojeće dokumentacije će se koristiti, a određeni deo se mora preraditi i prilagoditi novom Zakonu o planiranju i izgradnji.

Postupak projektovanja mora proći zakonsku proceduru sa svim fazama koje su Zakonom propisane. Naime, mora se prvo uraditi Idejno rešenje, na osnovu koga se dobijaju lokacijski uslovi. Sledeća faza je PGD sa tehničkom kontrolom i na kraju PZI. Projektna dokumentacija će se raditi tako što će se kroz Idejno rešenje obraditi sve tri etape, a za ostale faze će se raditi posebna dokumentacija (PGD i PZI) za svaku etapu posebno.

2. POSTOJEĆE STANJE

2.1. Postrojenje za prečišćavanje vode „Mitrovo Polje“

Postrojenje za prečišćavanje vode u Mitrovom polju građeno je u periodu 1980 -1981. i od tada je u eksploataciji. Pre toga vodu za piće je Aleksandrovac dobija

samo iz izvorišta. Ova voda se gravitaciono dovodila do prekidne komore koja se nalazi u krugu postrojenja. Ona je služila za dezinfekciju vode natrijum – hiperhloritom. Sada je ova komora napuštena i nema nikakvu funkciju u prečišćavanju vode.

U krugu postrojenja nalazi se trobroda hala, upravna zgrada, bunar IEBA1, dizel agregat, flokulator i magacin hemikalija.

Izrađeno postrojenje za prečišćavanje vode je kapaciteta 288m³/h ili 72 l/s čiste vode I sastoji se iz dve simetrične jedinice, svaka kapaciteta 144 m³/h. Osnovni objekti postrojenja su cevaste taložnice (konstrukcije MIN-Niš) i automatski peščani filtri (konstrukcija "Janko Lisjak" Beograd). Tu je još i komora za flokulaciju, tj. mešanje vode i flokulanata, kao i stanica za hlorisanje gasnim hlorom.

Postrojenje za prečišćavanje vode je počelo da se gradi po projektu i tehnologiji koju je dalo preduzeće "Janko Lisjak" iz Beograda još 1980. god. Daje se kratak izvod iz ovog projekta:

a) Tehnički opis

Na osnovu karakteristika sirove vode sa oba izvorišta (i izvorske i rečne) izabrana je tehnološka koncepcija postrojenja koja obezbeđuje optimalni kvalitet pitke vode uz ekonomski opravdane investicije i pogonske troškove. Oba izvorišta daju vodu koja po svom hemijskom sastavu odgovara kvalitetu pitke vode. U pogledu fizičkih i bakterioloških karakteristika ni jedan izvor ne obezbeđuje potreban kvalitet pitke vode. Imajući ovo u vidu tehnološka koncepcija postrojenja se sastoji od sledećih procesa i operacija.

- Flokulacija sa taloženjem i predhlorisanjem
- Filtracija sa završnom hlorinacijom

Doziranje hemikalija za flokulaciju, pomoćnu flokulaciju, podešavanje pH vrednosti I dezinfekciju je prvobitno projektovano automatizovano, mada se zadnjih petnaest godina vrši ručno.

b) Flokulacija sa taloženjem

Prvobitnim projektom je predviđen reaktor za flokulaciju sa taloženjem aceleratorskog tipa D=12500 mm, visine 5700 mm. Sirova voda se uvodi u centralnu zonu reaktora gde se dozira i flokulant. Putem poluotvorenog agregata voda se iz centralne zone transportuje u primarnu i sekundarnu zonu reakcije, odakle prelazi u spoljnu zonu reaktora.

Mrežom sabirnih prelivnika izbistrena voda se sakuplja i odvodi iz reaktora na dalju obradu. Dimenzionisanje prelivnika i njegovo geometrijsko rešenje su tako izvedeni da onemogućavaju pojavu horizontalne komponente brzine na površinu reaktora, te na taj način omogućava optimalne uslove rada. napred već pomenuta

poluotvorena turbinska mešalica osim transporta sirove vode vrši i recirkulaciju već izflokulisane vode i aktivnog mulja. Ovim se jako pospešuje proces flokulacije i taloženja jer se koristi efekat aktivnog mulja. Aktivni mulj izuzetno povećava kontaktnu površinu flokula i mehaničkih nečistoća u vodi, čime ubrzava i olakšava proces taloženja. Višak mulja se evakuiše iz reaktora preko automatskog elektromotornog ventila sa ugrađenim tajmerom. Kontrola nivoa mulja u reaktoru obavlja se preko sistema cevi za uzorkovanje iz svih zona reaktora. Takođe se preko njih kontroliše i visina muljnog oblaka, na osnovu čega se vrši podešavanje rada tajmera.

Po napred navedenom projektu urađen je sistem prečišćavanja ali bez reaktoraflokulatora, jer se smatralo da je voda bistra i da se ova faza tretmana može preskočiti.

Međutim, pošto se voda povremeno dosta mutila, Investitor je bio primoran da se i ovaj objekat izgradi. Umesto reaktora proizvođača "Janko Lisjak" ugrađene su cevaste taložnice proizvodnje "Min" Niš kapaciteta 60l/s.

Da bi se oformile dovoljno velike, krupne i teške flokule koje bi se pod dejstvom sile gravitacije istaložile potrebno je sporo mešanje. Ovaj režim postiže se u bazenu za flokulaciju koji je dimenzionisan u odnosu na vreme potrebno za formiranje kvalitetnih flokula.

Bazen flokulatora je od betona sa pregradom od čeličnog lima, postavljen po sredini da bi se produžio put vode i obezbedilo jednako vreme zadržavanja. U slučaju od čeličnog lima zaštićena je antikorozivnim premazima. U slučaju prekida rada flokulatora (nestanak el. energije, kvar itd.) došlo bi do istaložavanja flokula. Da bi se one uklonile predviđen je ventil za ispust mulja. Flokulisana masa se odvodi u taložnicu pri čemu se mora voditi računa da ne dođe do razbijanja već formiranih flokula. Periferna brzina peraja flokulatora takođe mora da bude tako podešena da ne dovede do rasipanja flokula.

Da bi se obezbedilo istaloženje flokulisane vode izgrađena je u taložnica koja obezbedjuje laminarni tok. Cevaste taložnice imaju tu osobinu da za relativno kratko vreme zadržavanja postižu visok stepen prečišćavanja (istaložavanja). Procesno opterećenje kao i dimenzionisanje taložnice određeno je hidrauličkim proračunom.

Na ulazu u taložnicu postavljena je predkomora za hvatanje krupnijih nečistoća (plivajućih) ukoliko dođe do njihovog prodora u sirovu vodu. Kretanje vode kroz taložnicu je skoro vertikalno, a pojava lebdećeg sloja flokula u zoni mulja ubrzava efekat (rast flokula) i olakšava njihovo istaložavanje. Odvod istaloženog mulja iz taložnice vrši se preko posebno za to uređenog ispusta. Ispuna taložnice je od profilastog aluminijuma saćastog preseka. Dimenzije otvora su tako date ($P=16 \text{ cm}^2$, $C=14,2 \text{ cm}$) da do začepljenja ne može da dođe mada mogućnost lepljenja čestica nije isključena. Izbistrena voda se sakuplja površinski u posebno za to konstruisanim olucima takvih dimenzija da ne dolazi do povećanja brzine pri površini.

Da bi se postiglo ravnomerno sakupljanje vode sa površine sabirni oluk je urađen kao preliv sa kružnim otvorima. Ostavljena je mogućnost finog doterivanja preлива u toku eksploatacije. Preliv je od čeličnog lima, debljina i dimenzija lima prema projektu.

Ventil na ispustu mulja otvara se ručno po potreb. Vreme i broj otvaranja određuje rukovaoc postrojenja. Izbistrena voda odlazi u sabirni cevovod odakle se odvodi na peščane filtre.

c) Priprema i doziranje hemikalija

Prilikom izgradnje PPV « Mitrovo Polje » projektovana je i ugrađena oprema za pripremu i doziranje hemikalija. Ova oprema se uglavnom i dalje koristi jedino su pumpe za doziranje hemikalija zamenjene novim.

Kao sredstvo za koagulaciju tj. Flokulant je predviđen $Al_2(SO_4)_3$ ili $FeCl_3$. Izbor je ostavljen korisniku i oprema je prilagođena za korišćenje ili jednog ili drugog flokulanta. Pošto je $Al_2(SO_4)_3$ bio znatno jeftiniji korisnik se odlučio za korišćenje ove hemikalije. Mogućnost izbora flokulanta predviđena je iz više razloga. Osnovni su razlozi širok dijapazon mešanja izvorske i rečne vode i klimatski uslovi na objektu. $Al_2(SO_4)_3$ je uobičajen u pripremi vode za piće ali s obzirom na promenljivu pH vrednost i tvrdoću sirove vode, kao i niske temperature u zimskim periodima omogućena je i upotreba alternativnih flokulanata tj. koagulanata.

Doziranje $Al_2(SO_4)_3$ i njegova primena

Za pripremu aluminijum sulfata su ugrađene dve čelične posude zapremine od po $V=3,5m^3$ opremljene sa po jednom vertikalnom mešalicom snage 1,1kW. Posude su od čelika dimenzija : visine 2,5m i prečnika 1,5m zaštićene sa unutrašnje strane kiselo otpornim premazima.

Sam uređaj se sastoji od dve posude za pripremu 10% rastvora $Al_2(SO_4)_3$ u količini dozvoljnoj za 8 sati rada. Posude su zapremine $3,5m^3$, opremljene elektromotornim mešalicama i iznutra zaštićene kiselo otpornim premazom. Priprema rastvora se obavlja ručno.

Dozir pumpe su tipa PROMINENT SIGMA 04350 $Q=350l/s$ i $H_{min}=4$ bara. Ugrađena je jedna radna i jedna rezervna dozir pumpa. Dozir pumpe i ceo uređaj za pripremu hemikalija je snabdevena svom potrebnom armaturom i priključcima kao i cevnim vezama. Doziranje $Al_2(SO_4)_3$ je na dovodnoj cevi sirove vode pre ulaska u zonu grubog mešanja.

Priprema i doziranje $NaCO_3$

Ovaj uređaj je u potpunosti identičan sa uređajem za pripremu i doziranje $Al_2(SO_4)_3$ s tom razlikom što je ovde predviđena i ugradnja samo jedne posude od

3,5m³. Glavna namena ovog uređaja je podešavanje pH vrednosti flokulisane vode. Kao sredstvo za podešavanje pH vrednosti se primenjuje natrijum karbonat, koji se doprema na postrojenje u džakovima. Dozir pumpe su ugrađene « Jastrebac », tip D0204, Q=0-6 l/min i H=10 bara.

Ugrađene su dve pumpe : jedna radna i jedna rezervna (vidi foto dokumentaciju).

Priprema i doziranje PE

Posude za pripremu polielektrolita je kvadratnog oblika zapremine V=1,0m³ sa dve dozir pumpe montiran na gornjem pilepcu ove posude. Dozir pumpe su proizvođača PROMINENT tip CONA 0412, Q=12 l/h i H_{min}=4 bara. Pomoćni flokulant – polielektrolit je sredstvo koje pospešuje flokulaciju stvarajući flokule većih dimenzija i težine. Izuzetno je opravdana njegova primena na niskim temperaturama.

d) Filtracija

Filtriranje flokulisanje i istaloženje vode obavlja se u dva automatska gravitaciona filtra specijalne izvedbe. Ove izvedbe filtera svojom konstrukcijom omogućavaju potpuno automatski rad bez ijednog regulacionog elementa ili bilo kakve armature.

Filter je podeljen u tri horizontalne sekcije. Srednja sekcija je filtrirajuća i u njoj je smešten kvarcni peska strogo definisane granulacije. Donja sekcija služi za povezivanje filterske sekcije i gornje sekcije koja sadrži dodatnu količinu vode za pranje filtera.

Filtraciona sekcija je podeljena u tri zone. Svaka od ovih zona se posebno snabdeva vodom koja se filtrira i opremljena je mamutskom crpkom za pranje filtracionog peska.

Voda dolazi sa konstantnim energetske potencijalom prolazi kroz filtrirajući sloj peska I preko donje sekcije puni gornju sekciju koja služi kao rezervoar vode za pranje filtera. Kada se sekcija napuni čista voda odlazi ka potrošačima. U toku rada filtera usled zaprljanja filtracione mase raste njen otpor a sa njim i nivo vode u mamutskoj crpki. Kada otpor filtra dostigne određenu granicu automatski se aktivira specijalan ejektorski sistem koji stvori vakum u kolenu mamutske crpke i omogućiti njeno aktiviranje. Aktivirana mamutska crpka ima približno 6 puta veći kapacitet od dotoka vode u zonu koja se pere. Sada se kao voda za pranje koristi i voda iz rezervoara, kao i voda koja se filtrira kroz preostale dve zone filtracione sekcije. Na donjoj slici je prikazan samo principijelan rad jedne zone. Voda od pranja filtra odlazi u kanalizaciju. Kada se utroši određena (potrebna) količina vode za pranje u sekciji preko cevi za odzračivanje prekine se rad mamutske pumpe i počinje ponovo proces filtracije. U stvari, do momenta dok se ponovo ne napuni sekcija to je proces ponovnog formiranja filtracionog sloja i njegovo završno ispiranje pa tek onda ispran filter šalje vodu potrošačima.

Vreme trajanja pranja jedne filtarske zone je od 8-10 min. Čim se dopuni sekcija, vodom za pranje, aktivira se pranje druge filtracione zone a nakon nje i treće. Sa međuperiodima dopunjavanja sekcija ukupno trajanje pranja i ispiranja kompletnog filtra traje od 60-90 min.

Konstrukcija filtra je takva onemogućava istovremeno pranje dve filtracione zone, a takođe i oba filtra su međusobno hidraulički povezana tako da ne mogu oba istovremeno da se peru. Jedan mora da je uvek u radu.

e) Dezinfekcija vode

Prilikom izgradnje PPV "Mitrovo polje" ugrađena je oprema za automatsko hlorisanje

vode. Međutim, zbog neadekvatnog rukovanja, ova oprema je uglavnom propala pa je u toku 1998 godine većim delom zamenjena.

Doziranje hlora je predviđeno preko impulsnog merača protoka sirove vode. Ova oprema je puštena u pogon i nakon par godina prebačena na ručno doziranje hlora, jer je merač protoka otkazao, jer je montiran u vlažnom šahtu.

Opremu za doziranje hlora čini sledeća oprema:

- vakumski gasni aparat proizvođača "ADVANCE" kapaciteta do 1000 gr/h i po dva komada, jedan radni a jedan rezervni.
- sabirnik za po dve boce sa hlorom i sa po dva fleksibilna creva
- jedan preklopnik (proizvođača "ADVANCE") za pune i prazne boce
- injektor za gasni hlor (proizvođača "ADVANCE") kapaciteta 1000 gr/h
- ugrađena su dva rotometra istog proizvođača kapaciteta po 1000 gr/h
- prateća oprema: dva grejača za sabirnu granu i trafo za rad grejača, elektro motorni ventil, sonde i drugo
- analizator hlora je ostao prvobitno ugrađen, ali je servisiran i osposobljen za rad, kao i detektor sa sondom

Opšti utisak je da je navedena oprema u dobrom stanju i obavlja hlorisanje na zadovoljavajući način. Hlorisanje je ručno uz konstantno praćenje rezidualnog hlora u sopstvenoj laboratoriji.

Za prvu fazu rekonstrukcije postojeća opremu za hlorisanje ostaje u viđenom a za II fazu

se planira zamena kompletne opreme i uvođenje automatike na bazi rezidualnog hlora.

Pored toga se planira i ugradnja opreme za neutralizaciju hlora jer sistem tuševa nije sigurno rešenje.

U hlornoj stanici ugrađene su pumpe za podizanje pritiska za rad injektora.

2.2. Objekti postrojenja

Flokulator sa lamelarnim taložnikom izveden je kao objekat koji ima dve linije. Na dovodu vode nalazi se komora za umirenje pritiska. Iz nje se cevima voda dovodi u flokulator. Postojeći sistem prečišćavanja ima II stepena flokulacije. Komore flokulatora su odvojene čeličnim zidom. Postojeća taložnica je kapaciteta 74 l/s. Ova taložnica je armirano-betonski objekat koji se sastoji od dve linije za taloženje. Na dovodu vode nalazi se komora za umirenje pritiska. Iz ove komore se voda uvodi preko dve cevi u svaku liniju. Na početku taloženja su dve komore sa horizontalnim mešalicama; iz ovih komora voda prolazi u cevastu taložnicu. Čeličnim kanalima se voda odvodi iz cevaste taložnice u sabirni kanal, i iz njega u čeonu kanal. Iz čeonog kanala voda dolazi na filtere sabirnim cevovodm Č 323.

Hala u kojoj se vrši filtracija vode i priprema hemikalija je izvedena kao konstrukcija na AB nosećim stubovima i horizontalnim ukrućenjem protiv vetra. Sastoji se iz tri dela: centralni deo koji je najviši, i bočni koji su spušteni. Zidovi su od bloka d=25 cm, i visine su 1,9 m iznad koji se nalazi zastakljeni deo visine 3,6 m. Ovaj deo je izveden od bravarskih prozora koji su u devastiranom stanju između kojih se nalaze stakleni U profili kao svetli otvori. Iznad ovoga su noseće grede visine 1m, koje se oslanjaju na stubove i nose krovnu konstrukciju. Noseća krovna konstrukcija je od rešetkastih nosača na koji su postavljeni profilisni limovi.

Hala je loše izolovana sa velikim površinama koje su zastakljene. Ovo dovodi do toga da se u slučaju niskih temperatura dešava da se procesna voda u hali zamrzne. Osim toga podovi kao i zidovi su znatno oštećeni i loše održavani. Usled stalnog prisustva vlage čelični cevovodi su korodirali.

Filtriranje flokulisane i istaložene vode obavlja se u dva automatska gravitaciona peščanom filtru (AGPF), konstrukcije "Janko Lisjak" Beograd. Ova konstrukcija omogućava automatski rad bez ijednog regulacionog elementa. Ukupna površina filtera $2 \times 43 = 86 \text{ m}^2$.

Upravno pogonska zgrada ima prizemlje i sprat. Ova konstrukcija je izvedena kao nezavisni objekat sa sopstvenim trakastim temeljima koji se naslanja na halu. Noseću konstrukciju čine stubovi 25x25 cm, koji su ispunjeni blokom. U zgradi se nalazi laboratorija, kancelarije za osoblje, prostorije za boravak radnika, mokri čvor. Funkcionalno ona je takođe nezavisna celina i jedini prolaz iz upravne zgrade u halu je u prizemlju u sobi za dežurnog.

2.3. Ostali objekti u krugu postrojenja

Ostali objekti u krugu postrojenja su:

- Objekat za smeštanje boca sa hlorom, u čijem sklopu je i magacin za hemikalije.

Objekat je:

- Bunar IEBA1 kapaciteta 2,5 l/s. Njega čini bunarska kućica u kojoj se nalazi bunarska pumpa i merač protoka.
- Dizel agregat
- Šahtovi na dovodu sirove vode i na potisu prečišćene vode

2.4. Postojeća koncepcija prečišćavanja vode na postrojenju

Na postrojenju za prečišćavanje dolazi voda sa 2 izvora i reke Vranjuše. Zahvaćena voda sa izvorišta i reke, dovodi se AC cevovodom DN 300 do postojećeg šahta merača protoka. Ovaj šaht se sastoji od dve komore. U jednu je smešten sam merač, dok se u drugoj nalazi transmitter. Merni instrument je često u kvaru i ne daje pouzdane podatke.

Odavde voda odlazi u šaht za ispuštanje viška vode u reku. Ovde se nalazi ventil DN 250 koji u trenutku kada dolazi višak vode nego što postrojenje prerađuje se ispušta u reku.

Iz ovog šahta voda ide u razdelni šaht. U razdelnom šahtu se ukupna količina dovedene vode deli na dve grane: jednu koja ide na taložnicu i drugu koja se uvodi u halu direktno na čelični filter.

Za granu I koja ide na komoru za umirenje pritiska je vezano trenutno doziranje hemikalija:

- Al_2SO_4 za flokulaciju
- Na_2CO_3 za porpravljanje pH vrednosti
- Polielektrolit za koagulaciju

Kompletno doziranje vrši se u šahtu na grani I koja ide na komoru za umirenje pritiska.

Iz nje idu dve cevi DN 250 koje uvode vodu u komore sa mešalicama. Instalirane su po dve horizontalne mešalice na svakoj liniji (ukupno taložnica ima dve linije).

Sa taložnice voda se sakuplja u sabirnu cev Č 323, na koti 680,62 i ulazi u halu. Grana II vode koja ide iz razdelnog šahta Č 323 se vertikalno vodi uz zid hale pored nosćeg stuba i zatim ide paralelno ispor cevi sa taložnice na koti 679,55. Obe sabirne cevi se granaju između filtera na po dve cevi Č 220, tako da se sirova voda raspoređuje ravnomerno na oba filtera. U hali se nalaze dva čelična filtera kružne osnove prečnika 7,0 m, površine 43,0 m². Svaki filter je podeljen na tri komore. kapacitet jednog filtera je 74 l/s. Filterska ispuna je od kvarcnog peska, granulacije 0,7 – 5 mm. Debljina filterskog sloja je 60 cm. Filtri su samoispirajući i ceo proces kretanja vode kroz postrojenje je gravitacioni. Na oba filtera je simetrično urađen odvod filtrirane vode u Č 323. Na cevi se nalaze zatvarač i merač protoka, s tim što je samo jedan od ova dva merača protoka u funkciji i to je ujedno i jedini merač protoka na postrojenju koji je u funkciji. Količina prerađene vode se procenjuje na osnovu rezultata na ovom meraču protoka.

Između filtera se nalazi rezervoar čiste vode osnove 3,0 x 3,0 m , visine 2,75 m. zapremina rezervoara je 24,75 m³. Odvod vode je postavljen visoko, pod samu ploču rezervoara, tako da rezervoar ne obezbeđuje nikakvu rezervu vode. Iz rezervoara se voda odvodi cevovodm Ø300 u šaht merača protoka, koji nikada nije postavljen. Iz ovog šahta se vezuje na novoprojektovani cevovod Ø400.

2.5. Nedostaci koji su utvrđeni na postrojenju u pogledu instalacija i tehnologije prečišćavanja

Analiza kvaliteta sirove vode

Tokom eksploatacije postrojenja za prečišćavanje vode za piće u Mitrovom Polju sve vreme se prati kvalitet sirove i prečišćebe vode. Naravno, ovo se realizuje sa raspoloživom opremom te je to ograničeno na skroman broj osnovnih parametara sastava vode. Stoga je za potrebe ove analize vezane za unapređenje prečišćavanja, količine i kvaliteta vode za piće sa ovog postrojenja izvršen jedan set dopunskih analiza. U jednokratnom uzorkovanju sirovih voda površinskih tokova i izvora koji su uključeni u postojeće kao i planirano zahvatanje analiziran je širi spektar parametara kvaliteta koji odgovara proširenoj, odnosno velikoj analizi kod analize kvaliteta vode reke Rasine na lokaciji postrojenja.

Tabela I-1. REZULTATI HEMIJSKE ANALIZE, ZZZ Kruševac, 2007/08

PARAMETAR	VRELO I	REKA RASINA	SEOČANSKI POTOK	VRANJUŠA
	Dobijena vrednost			
pH vrednost	7,42	7,78	7,59	7,75
oksidabilnost	3,8	4,4	3,8	4,7
elektrolitička provodljivost	206,0	188,7	83,3	69,5
amonijak	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02

hloridi	6,0	10,4	2,4	4,0
nitriti	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
nitrat	2,8	4,0	4,1	3,8
gvožđe	0,05	0,14	0,08	0,05
mangan	<0,01	0,02	<0,01	<0,01
bikarbonati	195,2	122,0	61,0	54,9
kiseonik	7,69	7,28	11,58	11,35

Iz postojećih i novih, kompletnijih analiza sirovih voda zaključuje se da se ovde radi o izvorima sa veoma malim antropogenim uticajem, ali i povoljnim prirodnim faktorima za formiranje prirodnih voda sa malim organskim opterećenjem. Iz priloženih analiza (Prilog 1.) evidentno je da se površinski tokovi sa veoma malom mineralizacijom reda tri puta manjom od izvorskih voda. Ovaj podatak je od interesa kako za prečišćavanje ova dva tipa sirovih voda tako i za obezbeđenje stabilnosti sastava i uticaja prečišćene vode na elemente sistema.

Iako sa značajnim brojem podataka osnovnih parametara kvaliteta ipak se ne može imati pouzdana informacija o maksimalnim opterećenjima suspendovanim materijama, mutnoćom, te u vezi sa tim je i pitanje projektovanja i izvođenja. Ovo se posebno odnosi na problem mućenja Vrela 1, budući da je usvojena varijanta isključivanja tretmana vode vrela kroz faze koagulacije i separacije floka u taložnici što daje neke ekonomske prednosti, ali ostavlja i mogućnost nepoželjnih iznenađenja. Shodno tome u nastavku radova na unapređenju radova na unapređenju vodosnabdevanja na ovom sistemu potrebno je intenzivirati prikupljanje podataka o stanju i promenama sastava prirodnih voda postojećih i planiranih vodozahvata.

Sa problematikom istraživanja stanja i promena sastava sirovih voda tesno je vezan i problem prečišćavanja posebno faze koagulacije i separacije floka budući da je ovo osnovna, najvažnija, faza ukupnog prečišćavanja na klasičnim sistemima. Konstantovano je da ovaj proces nije pod odgovarajućom kontrolom, odnosno da se u postojećim uslovima opremljenosti na postrojenju i ne može raditi na optimizaciji procesa koagulacije. Kako je neophodno obezbediti kontinualno vođenje procesa efikasne koagulacije koji treba da obezbedi i uslove efikasne separacije floka u taložnici to se ovi procesi moraju blagovremeno definisati u laboratorijskim uslovima. Budući da se ovde radi o sirovim vodama male jonske jačine a sa tim i otežanom kontrolom pH ovo je jako osetljiv segment ukupnog procesa koagulacije i separacije floka, ali i obezbeđenja povoljnog rezidualnog Al u vodi za piće.

Shodno ovim činjenicama jednovremeno sa intenziviranjem kontrole sastava sirovih voda fenomenu koagulacije mora se posvetiti posebna pažnja. Za efikasno vođenje ovog procesa u nastavku je neophodno obezbediti odgovarajuću opremu. Na

postrojenju postoji stari tip jar testa koji ne može poslužiti ovoj nameni, pa se kao prvi zadatak postavlja nabavka jar test aparature na kojoj se mogu modelirati uslovi mešanja na uređaju. Jednovremeno se mora obezbediti analitička kontrola procesa, merenje mutnoće, pH, koncentracije rastvorenog Al. Kad se utvrde uslovi optimalne koagulacije u karakterističnim stanjima sirovih voda: doze koagulanata, pH vrednost, uslovi mešanja, formiranje i karakteristike floka posebno taložljivost i na kraju efekti prečišćavanja u laboratorijskim uslovima može se bezbedno voditi i proces prečišćavanja na postrojenju.

Prečišćavanje vode

Slobodnim padom na postrojenje se dovodi oko 70 l/s sirove vode, od čega je oko 40 l/s površinska voda a 30 l/s voda iz tri vrela.

Prečišćavanje sirove vode (zbirne vode vrela i tokova) obavlja se na postrojenju koje uključuje faze: predhlorisanja, koagulacije sa taloženjem, filtracije i hlorisanja.

U dovodnu cev, u šahtu ispred koagulatora, dozira se jednovremeno: aktivni hlor, Na_2CO_3 i koagulanti (rastvor Al sulfata i plielektrolita). U cevovodu koji se završava u cilindričnom tornju prečnika 1.4 m, visine 1.5 m, zapremine oko 2.3 m³ sa hidrauličkim skokom od 1m, što bi trebalo da ima funkciju brzog mešanja. Sa ovog objekta u dva paralelna toka raspodeljuje se voda u jedinicu za flokulaciju.

Koagulacija i taloženje vrši se u dvema jedinicama, sa paralelnim tokovima i istovetnim uslovima rada.

Proces koagulacije odvija se sa Al sulfatom i polielektrolitom uz kontrolu (podešavanje) pH koja se vrši sa Na_2CO_3 . Na ulaznoj građevini, tornju, obezbeđen je hidraulički skok a u nastavku je obezbeđeno sporo mešanje (uniformno mešanje u celom koagulatoru). Flokulacija u uslovima sporog mešanja je u ravnomernom režimu u komorama ukupne zapremine od 58 m³, što daje za vreme sporog mešanja oko 14 minuta za postojeće uslove prečišćavanja sirove vode.

Sve hemikalije: dezificijens, kontrola pH i koagulanti, rastvori: hipohlorita, Na karbonata, Al-sulfata i polielektrolita se uvode u cevovod ispred ulazne građevine, tornja. Ovim je obezbeđeno dobro mešanje sirove vode sa dezinficiensom i sredstvima za koagulaciju, ali nisu obezbeđeni i optimalni uslovi za koagulaciju. Hidraulički skok sa oko 14 min. sporog mešanja ne obezbeđuju uslove za koagulaciju ni za uslove doziranja koagulanata i kontrole pH vrednosti. Ovo je ustanovljeno i u višegodišnjoj praksi prečišćavanja na ovom sistemu.

Iz koagulatora voda se uvodi u taložnik sa saćem koje treba da obezbedi efikasnije uklanjanje suspenzija. Vreme taloženja, za protok od 70 l/s, je 30 min. Ovo vreme bi trebalo biti dovoljno za efikasno taloženje floka. Problem je u činjenici da se flok ne formira u koagulatoru, a potom ni u taložnici u uslovima malih mutnoća kada se celokupno opterećenje upućuje na filtre.

Iz taložnika voda se uvodi u dva samispirajuća peščana filtra prečnika 7.5m, sa visinom ispune od 0.8m sa peskom granulacije 0.8 – 1.1mm. Brzina filtracije je 2.5m/h.

Imajući u vidu uslove neefikasne koagulacije a sa ovim i slabe efekte taložnika velika količina suspenzije koja se stvara u zoni filtracije, kontaktna filtracija, u uslovima neefikasnog pranja formira u filtru kokile koje u nastavku limitiraju efekte filtracije.

Dezinfekcija vode vrši se gasnim hlorom. Kapacitet ove jedinice pokriva eventualno

povećane zahteve sa proširenjem kapaciteta postrojenja.

Efikasnost prečišćavanja i kvalitet vode za piće

Imajući u vidu stanje cele instalacije, opremljenost sa merno regulacionom opremom te kontrolnom i opremom za laboratorijsko podešavanje uslova prečišćavanja, posebno faze koagulacije, može se konstantovati da se na ovakvom postrojenju ne može obezbediti pouzdano vođenje procesa prečišćavanja. U ovoj fazi stanje kvaliteta voda izvorišta je određeno uglavnom povoljnim prirodnim faktorom: odsustvo štetnih i opasnih kao i rastvorenih organskih materija te i postojeći sistem prečišćavanja uglavnom obezbeđuje standard kvaliteta vode za piće.

Shodno raspoloživim podacima laboratorijskih merenja kao limitirajući parameter prečišćavanja sirove vode javlja se mutnoća, samo povremeno. Shodno ograničenim podacima analiza konstantuju se povremena prekoračenja standarda za mutnoću, čak i u uslovima relativno niskih ulaznih mutnoća. Kako je frekvencija ovih pojava uglavnom vezana za period niskih temperatura to se ova pojava može vezati za otežane uslove koagulacije sa Al sulfatom pri niskim temperaturama.

Problem koagulacije sirovih voda manje mutnoće sa Al sulfatom, posebno pri niskim temperaturama ustanovljen je na velikom broju sistema. Ova pojava ima višestruke efekte na kvalitet vode. Pojava povećane mutnoće samo je znak da koagulacija nije efikasno obavljena pa je i taloženje i filtracija u nastavku neefikasno, a kao najnepovoljniji rezultat istog je povećan sadržaj rezidualnog Al u vodi za piće, odlaganje suspenzija duž cevovoda a sa ovim vezani problemi potrošnje hlora i/ili razvoja biokulture u cevovodu. Shodno bogatom svetskom, ali i našem iskustvu posebno vezano za stanje kvaliteta vode na Kopaoniku, može se ukazati na prekoračenje standarda za Al u slučajevima koagulacije sirove vode za slučaj sadržaja mutnoće iznad 1 NTU i niske temperature.

Neefikasnost koagulacije konstantovana je na postrojenju, posebno za uslove malih mutnoća, te je za ta sztanja na postrojenju ustaljena praksa isključivanja doziranja koagulanata a sa tim i kontrole pH. Pitanje predhlorisanja ovde je otvoreno budući da nema raspoloživih podataka o kontroli sadržaja halogenorganika. U principu predhlorisanje se izbegava zbog generisanja THM i srodnih halogenorganika.

Naravno da nema podataka o ovim, inače deficitarnim analizama kod nas, te se decidno ne može insistirati na isključenju ovog procesa.

Eventualna kontrola nepovoljnih procesa na koagulatoru, razvoj algi na ovom delu instalacije, svakako je manje problematična nego generisanje halogenorganika. Pitanje kontrole sadržaja rastvorene organske materije, utrošak KMnO_4 , bar prema raspoloživim podacima laboratorijskih merenja nije izraženo. Ipak se mora imati u vidu podatak da je u nekim, istina veoma retkim merenjima, konstantovan utrošak KMnO_4 iznad 100 mg/l, i da se isti veoma efikasno uklanja iz sirove vode. Imajući u vidu raspoloživu tehnologiju, sa vema skromnim efektima koagulacije kao jedinog procesa kojim se može ukloniti rastvorena organska materija ovakav podatak može se prihvatiti kao validan samo za slučaj da je oksidabilna organska materija situirana u finim suspenzijama. Kako je ova pojava vezana za pojavu većih mutnoća, znači spiranje raspadnutog ličća, to se ova pojava mora vezati za te uslove. Ovo se mora imati u vidu kod vođenja procesa na postrojenju, odnosno obezbeđenju frekventnijeg ispuštanja mulja.

Podatak da je sadržaj rezidualnog hlora na mernom mestu na postrojenju od oko 0.8 do oko 1.00 mg/l ukazuje na relativno visoku potrošnju hlora u vodi za piće. Budući da postoji faza predhlorisanja te iako se radi o dugom cevovodu, ovo ukazuje na značajan sadržaj zaostale organske materije ili značajnu potrošnju sa depozitom unutar mreže. Bilo o kom od fenomena da je reč ovo je indikator potrebnog napređenja prečišćavanja vode za piće.

Prema podacima prikupljenim na postrojenju i uvidom na licu mesta konstantuje se da se doziranje sredstava za koagulaciju vrši samo u slučaju kada je povećana mutnoća sirove vode i da se ista ne može uspešno ukloniti na postojećim filterima. Pored toga, konstantuje se da je doza koagulanta i u uslovima povećanih mutnoća niska te je i potrošnja sredstava za koagulaciju, bar kako se dobija iz podataka o potrošnji tokom dužeg vremenskog perioda.

Relativno niska doza Al sulfata, problematična kontrola pH, neobezbeđeni uslovi mešanja u fazi brzog mešanja i flokulacije ne obezbeđuju efikasnu koagulaciju ni za uslove visokih mutnoća pa je i izdvajanje mulja u, inače nepovoljnim uslovima taloženja, neefikasno što se iskazuje u povećanim mutnoćama prečišćene vode.

Karakteristike, nedostaci, samoispirajućih filtera dobro su poznate u praksi prečišćavanja sirovih voda kod nas. Neefiksano pranje vodom bez razbijanja konzistentnih aglomerata peska sa muljem u filtru ima za posledicu formiranje favorizovanih tokova vode u filtru te i neefiksane filtracije. Ovaj problem efikasno se rešava sa zamenom ovih filtera sa standardnim peščanim filterima sa pranjem uz primenu komprimovanog vazduha u fazi rastresanja, fluidizacije, filtarske ispune. Shodno uočenim problemima unapređenje prečišćavanja sirove vode može se postići samo unapređenjem obe faze prečišćavanja: koagulacije sa taloženjem i filtracije.

Stabilnost prečišćene vode

Prema podacima, hemijskim analizama, sirovih voda kao i prečišćene vode može se konstantovati da se radi o mekim vodama. Mala mineralizacija, posebno sirovih voda vodotokova, sa izrazito niskom tvrdoćom od posebnog je značaja kako za proces koagulacije i ukupnog prečišćavanja sirove vode, kao i obezbeđenje stabilnosti, nekorodivnosti prečišćene vode što je uslov koji je poželjno ispuniti ukoliko se želi imati povoljno stanje u distributivnom sistemu. Ovaj kao, i isključenje pojava odlaganja mutnoće, uslovi su potencijalnih problema u distributivnom sistemu. Shodno tome ovde se ukazuje potreba razmatranja i ovog problema.

Hemijske analize prečišćene vode ukazuju na izraženu nestabilnost vode za piće budući da se konstantuje značajno niža pH vrednost od ravnoteže određene pokazateljima sastava vode: temperaturom, alkalitetom, sadržajem Ca^{2+} jona i ukupnom mineralizacijom. Obezbeđenje stabilnosti zahteva povećanje pH, dakle dozitanjem većih sadržaja Na karbonata, što nije povoljno ni racionalno. Obezbeđenje stabilnosti vode, na racionalan i poželjan način postiže se zamenom Na_2CO_3 sa $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Ovim se postiže povećanje, inače deficitarnog Ca^{2+} jona u vodi za piće i jednovremeno niža ravnotežna pH vrednost.

3. KONCEPCIJA REŠENJA

3.1. Kvalitet sirove vode i potreban stepen prečišćavanja

Kod postrojenja za prečišćavanje vode za vodosnabdevanje naselja i industrije, koja su izgrađena pre 20-30 godina, shodno normama kvaliteta vode za piće iz tog perioda, zahtevani stepen prečišćavanja vode za piće on je znatno manji budući da su MDK za mutnoću, boju kao i utrošak KMnO_4 bile znatno iznad postojećih standarda.

U skladu sa normama iz tog perioda, sa rešenjem koje je sadržalo faze koagulacije sa taloženjem i filtracijom na pesku i naknadnom dezinfekcijom bio je obezbeđen standard kvaliteta vode za piće. Koagulacija se izvodi sa Al sulfatom uz kontrolu pH vrednosti sa Na_2CO_3 .

Sa inoviranjem standarda, poslednjih godina, uvećani su zahtevi u domenu zahtevanog stepena uklanjanja organske materije, posebno huminskih materija. Da bi se ovo postiglo doziraju su sve veće količine Al sulfata čime se smanjuje pH vrednost ispod dozvoljenih granica.

Podešavanje pH zahtevano sa standardom vode za piće, ali i zahtevima samog procesa koagulacije vrši je uglavno sa krečnim mlekom. Optimizacija pH obezbeđuje najbolje efekte koagulacije kao i minimalni sadržaj rezidualnog Al u prečišćenoj vodi. Po separaciji floka u taložnici najčešće je potrebna nova kontrola pH sa ciljem

obezbeđenja ravnotežne vrednosti za konkretne uslove hemijskog sastava prečišćene vode. Ovo podešavanje od posebnog je značaja za meke vode tipa površinskih voda koje se prečišćavaju na ovom uređaju.

Imajući u vidu razmatranja kvaliteta vode i zakonsku regulativu iz domena vode za piće, generalnom postavkom procesa kondicioniranja vode treba obezbediti mogućnost za:

1. Uklanjanje iz vode supstanci koje prouzrokuju mutnoću, do propisanog nivoa;
 2. Redukovanje sadržaja organskih supstanci koje povećavaju utrošak KMnO_4 , prouzrokuju obojenje, miris i loš ukus vode, ali na način kojim se neće prouzrokovati formiranje supstanci štetnih po zdravlje stanovništva.
 3. Dezinfekciju vode do postizanja njene bakteriološke ispravnosti
 4. Dostizanje propisanog sadržaja rezidualnog hlora pri isporuci vode korisnicima;
 5. Stabilizacija vode radi zaštite transportnih voda za sirovu i prečišćanu vodu
- Pored obrade vode mora se predvideti i obrada mulja koji će se proizvoditi na instalaciji

kako isti ne bi prouzrokovao promene kvaliteta u recipijentu.

Tehnološko rešenje kojim se mogu dostići ovi zahtevi mora obuhvatati sledeće procese:

- koagulaciju – flokulaciju – taloženje
- filtraciju
- dezinfekciju
- stabilizaciju čiste vode

PPV „Mitrovo Polje“ je već više od dvadeset godina u eksploataciji i u tom celom periodu se prati kvalitet sirove vode. Zavod za zdravstvenu zaštitu iz Kruševca svakog meseca uzima uzorke kako sirove tako i prečišćene vode, dok sopstvena laboratorija na postrojenju svakodnevno prati promene kvaliteta sirove vode. Za vodosnabdevanje se koriste dve vrste sirove vode i to:

- rečna voda iz reke Vranšice, Petice i Rasine i
- izvorska voda iz izvora „Gočani“ i „Vrelo“

Ove vode se sada dovode zajedničkim cevovodom $\varnothing 300\text{mm}$ na postrojenje i prolaze kroz iste faze tretmana. Međutim, kada se rečna voda Vranuše dosta zamuti, ona se isključuje iz sistema i koristi se samo izvorska voda. Iz tog razloga je predviđeno da se rečna voda izdvoji od izvorske i da se ove vode dovode na postrojenje sa dva nezavisna cevovoda. Rečna voda mora prolaziti kroz sve faze prečišćavanja (flokulacija, taloženje, filtriranje i dezinfekcija) a izvorska samo kroz filtriranje i dezinfekciju. Rečna voda je standardnog kvaliteta sa povećanom mutnoćom i eventualno povećanim sadržajem organskog zagađenja ali bez sadržaja jona teških metala. Za ovu vodu je potreban standardan klasičan postupak prečišćavanja.

Zaključak:

- količina rečne vode, koja se očekuje na PPV „Mitrovo Polje“, je od 90-100 l/s standardnog kvaliteta (vidi priložene analize vode). Ova voda prolazi kroz fazu tretmana

koja podrazumeva koagulaciju, flokulaciju, taloženje, dezinfekciju i stabilizaciju čiste vode.

- Izvorska voda se očekuje na postrojenju u količini od 20-30 l/s. Ova voda može povremeno imati opalescentnu mutnoću pa je neophodno da prođe kroz fazu filtriranja,

dezinfekcije i stabilizacije. Mehanički tretman nije neophodan.

- Postrojenje treba koncipirati tako da može da preradi oko 90-100 l/s mutne vode i oko

120-130 l/s propusti kroz fazu filtriranja, dezinfekcije i stabilizacije vode.

3.2. PROCESI PREČIŠĆAVANJA VODE I NJIHOVA PRIMENA

Napred izneta razmatranja nužno uslovljavaju da se projektuje postrojenje koje će moći da prečišćava vode različitog kvaliteta. To znači, da se moraju predvideti sve faze prerade vode bez obzira što u pojedinim periodima neće biti uključene u sistem prečišćavanja.

Kako još sada ne možemo tačno da prognoziramo budući kvalitet vode, postupak

prečišćavanja mora se definisati na osnovu svih parametara koji se mogu javiti, odnosno, koje očekujemo u kasnijoj fazi eksploatacije. Ti parametri su: varijabilna zamućenost i boja vode,

organske materije, plankton, gvožđe, mangan, soli amonijaka i drugo.

Dosadašnjim ispitivanjima kvaliteta vode definisani su parametri koji moraju biti uzeti u obzir pri postavljanju tehnološkog rešenja. Izmenom načina zahvata vode svaki od ovih parametara menjaće svoju težinu sa aspekta kondicioniranja vode. Tako će mutnoća koja u uslovima zahvata vode iz karstnih vrela imaće dominantan značaj za postavljanje procesa tretmana vode.

Imajući u vidu napred rečeno i realnu pretpostavku da je izgradnja akumulacije daleka perspektiva, proces prečišćavanja mora se prilagoditi takvom pretpostavljenom kvalitetu vode. Pri tome se ne smeju zaboraviti specifičnosti zahvatanja vode iz karstnog vrela kada je bistra voda u najdužem periodu godine.

Razmišljajući na ovaj način mogu se postaviti konture tehnološkog procesa, sa odgovarajućim varijantama pojedinih procesa za koje će se proširenja samog sistema treba opredeliti u daljim fazama.

Kako su već u ovoj fazi iskazani problemi u vezi obezbeđenja standarda kvaliteta vode za piće u uslovima jako kvalitetnih izvorišta za savremene uslove to se u nastavku mora računati sa značajnijim unapređenjem efikasnosti i pouzdanosti prečišćavanja sirove vode na ovom postrojenju.

Zahtevi Investitora da se obezbedi rešenje uz angažovanje minimalnih sredstava nameću potrebu racionalizacije u svim domenima. No ovom zahtevu suprotno je stanje određenosti, definisanosti, podloga o kvalitetu sirovih voda koje nisu sistematski praćene.

Intervencije vezane za unapređenje uslova prečišćavanja, posebno faze koagulacije, mogu se realizovati shodno tehničkim kriterijumima koji se predviđaju za ovo tehničko rešenje. Kako je faza koagulacije najvažniji segment prečišćavanja, posebno u domenu uklanjanja mutnoće i rastvorenih organskih materija, u uslovima klasičnog sistema to je ovo rešenje tim značajnije. Kontrola pH, u domenu 6.5 – 7.0, u fazi koagulacije obezbeđuje stvaranje floka sa monimalnim sadržajem rastvorenog Al. U toku završne obrade, posle taloženja, zahteva se povećanje pH do obezbeđenja ravnotežne vrednosti u granicama 7.5 – 8.0.

S obzirom da su sirove vode, posebno mutne vode, bez detektovanih organskih mikrozagađivača ali ipak sa povećanim organskim opterećenjem neophodno je u nastavku obezbediti uslove za unapređenje procesa prečišćavanja. Prema postojećem stanju tehnike u ovoj oblasti ovo se može obezbediti sa unapređenom koagulacijom. Pre svega sirove vode ne sadrže materije koje bi davale neprijatan miris i ukus vode, potom nema antropogenog zagađenja posebno ne sa opasnim materijama. Efikasna koagulacija, posebno unapređena koagulacija sa neorganskim polimerima Al i SiO₂ garant su za pouzdano uklanjanje mutnoće, rastvorenih organskih materija prirodnog porekla kao i jona viševalentnih metala.

Zaključak

a) Prečišćavanje sirove vode se može realizovati na dva načina i to:

- primenom klasičnih koagulanata (flokulanata) kao što su aluminijum sulfat, polielektrolit, krečno mleka i sumporna kiselina.
- unapređenom koagulacijom sa korišćenjem koagulacije sa polimerima Al i Si, pH kontrolom optimalnom za koagulaciju i separaciju floka i naknadnom pH kontrolom i korekcijom preko sumporne kiseline ili krečnog mleka.

b) Predlaže se klasičan postupak uz mogućnost prelaska na „unapređeni postupak“ u kasnijoj fazi ako se ukaže potreba za tim.

3.3. OSNOVNE POSTAVKE PROCESA TRETMANA SIROVE VODE

Proces prečišćavanja sirove vode definisan je klasičnom tehnologijom: koagulacija, taloženje, filtracija i dezinfekcija. Ova tehnologija korišćena je i u dosadašnjoj praksi, međutim objekti i oprema ne obezbeđuju standardne efekte uklanjanja nepoželjnih materija iz vode za piće. Ovde se radi o povišenim sadržajima mutnoće, retko oksidabilne organske materije.

a) Koagulacija

Koagulacija ima višestruku funkciju: izdvajanje suspendovanih materija (bistrenja), vezivanje rastvorenih organskih materija (ROM) u flok i njihovo izdvajanje sa suspenzijama, vezivanje jona metala (Fe, Mn i dr.) 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.

Iskustva sa primenom unapređene koagulacije gde su obezbeđeni visoki efekti unapređenja kvaliteta vode za piće na staroj instalaciji ovde se primenjuju na novom efikasnijem sistemu.

Projektom se definišu uslovi koagulacije optimalni za primenu nerganskog polimera Al I aktivirane SiO₂ sa opadajućim intenzitetom mešanja. Nakon brzog mešanja sa maksimalnom disipacionom energijom stupnjevito se smanjuje brzina mešanja tako da se na kraju dobija dobar flok pogodan za uklanjanje u lamelnoj taložnici. Dosadašnja iskustva definisana u jartestovima daju punu predstavu o optimiziranju efekata uklanjanja brojnih nepoželjnih konstituenata sirove vode ovim postupkom.

b) Talozenje

Za separaciju floka odabran je sistem lamelne taložnice sa visokim efektima iskorišćenja objekta. Visoko površinsko opterećenje koje se, u odnosu na klasičnu taložnicu, postiže u ovom objektu uslovljava sve frekventniju primenu ovog tipa taložnice i u našoj praksi prečišćavanja voda za piće.

Neobično je važno da se obezbedi dotok flokulisane vode u zonu taloženja, uvođenje u lamelne jedinice, bez destrukcije floka što se postiže korektno dimenzioniranim transportnim kanalima u kojima se praktično zadržava režim toka iz poslednje koagulacione jedinice, treći stene sporog mešanja.

Izdvajanje ofromljenih flokula, separacija čvrsto-tečno vrši se efikasno u lamelnom separatoru. Dotok flokulisane vode iz koagulacione jedinice obezbeđuje se dovodnim kanalima iz kojih se voda ravnomerno raspoređuje u lamelne jedinice. Sedimentacija u prostoru između ploča odvija se sa efikasnošću koja je određena geometrijom ploča: dužinom, nagibom i rasponom, što su elementi za dimenzionisanje-projektovanje taložnice, definisanje površinskog opterećenja.

Sistem podešavanja preliva omogućava podešavanje jednakog hidrauličkog opterećenja na svakoj od lamela te i jednakomerni sastav vode na izlazu.

Istaložene čestice u lamelama klize u kanal odakle zajedno sa već izdvojenim krupnijim flokulama padaju u konus za mulj koji je smešten neposredno ispod lamela.

Sa izdvajanjem krupnijih čestica u prostoru neposredno ispred lamela praktično se štiti sistem lamela od prekomernog opterećenja i služi samo za uklanjanje najfinijih flokula. Ovo je od posebnog značaja za primenu kod sistema prečišćavanja gde se u određenim intervalima, nakon intenzivnijih padavina očekuju visoka opterećenja suspendovanim materijama.

Sa efikasnom flokulacijom i naknadnom separacijom floka, kod primene unapređene koagulacije, obavezno se postižu efekti uklanjanja suspendovanih materija na nivou od 1 NTU jedinice i rezidualnog Al ispod 0.200 mg/l.

Posle separacije floka u taložnici na segmentu toka do filtera vrši se stabilizacija vode, popravka pH vrednosti do obezbeđenja ravnoteže definisane temperaturom vode i sadržajem: Ca^{2+} jona, ukupnih soli i alkaliteta. Kako se ovde radi o kontroli pH u oblasti oko 7.0 to se doziranje $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mora regulisati precizno. Kontrola pH vrši se doziranjem 0.2 % $\text{Ca}(\text{OH})_2$.

c) Recirkulacija mulja (uslovno)

Za slučaj da se na uređaju koristi Al sulfat kao koagulaciono sredstvo sa polielektrolitom ostavlja se mogućnost recirkulacije mulja iz taložnika u komoru za brzo mešanje sa zadatkom podspešenja procesa destabilizacije i flokulacije. Recirkulacijom se zahvata oko 2 – 4 % mulja, u odnosu na količinu sirove vode, sa mogućnošću zahvatanja sa različitih visina u konusnom delu ugušćivača. Količina mulja u recirkulaciji podešava se tokom optimizacije procesa koagulacije u promenljivim stanjima sirove vode: promene mutnoće i temperatura.

Recirkulacija mulja za slučaj primene postupka unapređene koagulacije nije potrebna budući da se i bez ove intervencije koagulacija obavlja sa visokom efikasnošću.

d) Filtracija

Za uklanjanje zaostale mutnoće vode nakon faze taloženja koriste se brzi peščani filteri sa pranjem filterne ispune po sistemu voda-vazduh čime se obezbeđuje neophodna homogenost ispune i ravnomerno opterećenje koje je garant visoke efikasnosti uklanjanja zaostale mutnoće.

Za uslove efikasne koagulacije sa Al sulfatom i polimerom uz obaveznu kontrolu pH vrednosti i efikasne separacije floka u lamelnoj taložnici na filteru treba da se obezbedi standard za NTU u opsegu 0.2 do 0.5 NTU i sadržaj rezidualnog Al ispod 0.2 mg/l.

Uklanjanje zaostalog floka na brzim peščanim filteru, kod primene unapređene koagulacije, obavezno se postižu efekti uklanjanja suspendovanih materija na nivou od 0.2 NTU jedinice i rezidualnog Al ispod 0.100 mg/l.

Budući da se na filteru ne zahteva biološka oksidacija NH_4 usvajaju se standardne brzine filtracije u opsegu 5 – 7 m/h, se opterećenju od 120 l/s iznosi:

$$A=0.12 \times 3600/5-7=86.4 - 61.70\text{m}^2$$

Obezbeđenje zadatih uslova postiže se kombinacijom rada 4 filtarska polja površina od

po $15,50 \div 21,60 \text{ m}^2$.

Usvaja se standardna ispuna filtra od 1.0 m peska granulacije 0.8 - 1.2mm.

e) Dezinfekcija

Za dezinfekciju vode koristi se gasni hlor.

Shodno raspoloživim podacima o sastavu sirove vode i postojećen iskustvu vezanom za obezbeđenje standarda u odnosu na bakteriološku ispravnost vode za piće usvaja se jednokratno doziranje hlora - hlorisanje prečišćene vode u rezervoaru čiste vode.

Ovim se, izbegava mogućnost generisanja povećanih sadržaja halogenorganskih materija koje bi se formirale sa supstancama koje se, u konkretnom slučaju, uklanjaju u procesu unapređene koagulacije. Ovim se niukom slučaju ne dovodi u pitanje bakteriološka ispravnost prečišćene vode niti se remeti postupak prečišćavanja koji bi se mogao dovesti u pitanje samo kod jako opterećenih sirovih voda.

Stanica za doziranje nalazi se u pogonskoj zgradi koja ima prostorije za skladište i dozir opremu, kao i uređaj za neutralizaciju hlora za slučaj havarije.

Za projektovanje se usvaja maksimalna doza hlora od 1.2 mg/l, dok je srednja doza 0.8 mg/l. Sa ovim vrednostima će se obezbediti rezidual hlora od 0.2 - 0.5 mg/l u svim tačkama cevovoda.

f) Tretman mulja

Prostor ispod jedinica lamela separatora, konusnog oblika ima namenu za koncentrovanje mulja. U procesu istaložavanja u vertikalnom stubu koncentratora vrši se dalja separacija flokula od vodene faze. Podešavanjem uslova za neutralizaciju floka obezbeđuje se efikasno ugušćivanje mulja može doseći vrednosti i oko 5 % sadržaja suve mase.

Akumuliranje mulja u koncentratoru, odnosno podizanje nivoa mulja u taložnici nameće potrebu ispuštanja koncentrovanom mulja sa dna što se realizuje automatski merno regulacionom opremom, ili ručno.

Mulj iz uređaja: koagulatora i mulj od pranja filtera odvodi se u taložnice tehnološke otpadne vode gde se mulj istaložava a dekantovana voda recirkuliše ili upućuje u vodoprijemnik.

g) Garantovani parametri

Ceo postupak prečišćavanja je prilagođen tako da se dobija voda za piće zahtevanog kvaliteta. Sa efikasnom flokulacijom i taloženjem floka obavezno se

postizu efekti uklanjanja suspendovanih materija na nivou od 1 NTU jedinice i rezidualnog Al ispod 0,200 mg/lit.

Posle filtriranja obezbeđuje se standard vode za NTU u opsegu 0,20 do 0,50 NTU i sadržaj rezidualnog Al ispod 0,400 mg/lit.

4. PROJEKTNI KRITERIJUMI

a) 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 istovremeno 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 istovremenim 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 gradijentom brzine:

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

μV

P – disipaciona energija

V- zapremina reaktora

μ - viskozitet vode

Prema iskustvenim podacima kod primene Al sulfata najbolje efekte daju vrednosti G_{sr} 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 - 100 l/s.

Brzo mešanje

Broj komora 1

Proticaj vode kroz jednu komoru 90 - 100 l/s

Dimenzije komore

- kružni presek $1,6 \times 3,14/4 = 2,00 \text{ m}^2$
- dubina 1,75 m
- zapremina komore 3,60 m³

Vreme zadržavanja u komori (90-100 l/s) 40-45 sec

Mehanička mešalica sa impelerom snage 4,0 kW

Mešalica sa promenljivim brojem obrtaja $100 \div 125 \text{ o/min}$

Prvi stepen flokulacije

Broj komora 1

Proticaj vode kroz komoru 90 - 100 l/s

Dimenzije komore

- kvadrani presek $2 \times 2 \text{ m} = 4 \text{ m}^2$
- dubina 5,0 - 5,5 m
- zapremina komore oko 20,0 m³

Vreme zadržavanja u komori (90-100 l/s) 3,70 – 3,30 min

Gradijent brzine, s-1

max. 120

min. 80

Mešalica sa promenljivim brojem obrta(10 – 20 o/min)

Snaga motora 1,5 kW

II stepen flokulacije

Broj komora 2

Proticaj vode kroz jednu komoru 45-50 l/s

Dimenzije komore

- kvadrani presek $2 \times 2 \text{ m} = 4 \text{ m}^2$
- dubina 5,0-5,5 m
- zapremina komore oko 20,0 m³

Vreme zadržavanja u komori (45-50 l/s) $7,40 \div 6,70 \text{ min}$

Gradijent brzine, s-1

max. 60

min. 40

Mešalica sa promenljivim brojem obrta(5 – 10 o/min)

Snaga mešalice 0,75 kW

III stepen flokulacije

Broj komora 2

Proticaj vode kroz jednu komoru 45-50 l/s

Dimenzije komore

- kvadrani presek $2,80 \times 4,5 \text{ m} = 12,80 \text{ m}^2$
- dubina 2,2 m
- zapremina komore 26,0 m³

Vreme zadržavanja u komori (50 l/s) 10-11 min

Gradijent brzine, s-1

max. 30

min. 10

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

Snaga motora 0,37 kW

b) 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 $w = 0.065$ 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:

$$So' = \frac{So \cdot w + t}{H \cos 62^\circ + w} = 0,0607 So$$

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

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:

$$A = Q = 0.09 - 0,10 = 21,85 - 24,40 \text{ m}^2.$$

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

c) Filtracija

Projektovani su brzi peščani filtri sa brzinom filtracije 5 - 7 m/h.

Za konačni kapacitet od 120 l/s projektuju se četiri polja površine 17,5 m².

Za koagulisanu vodu sa uklonjenim flokulama u lamelnoj taložnici usvaja jednoslojni filter se ispunom od peska granulacije 0.8 - 1.5 mm, visine 0.9 - 1.0 m. sa slojem šljunka granulacije 4 - 8 mm. visine 20 cm na dnu.

d) Sredstva za koagulaciju, priprema i doziranje

Aluminijum sulfat, $Al_2(SO_4)_3 \times 18H_2O$, osnovni koagulant

Aluminijum sulfat je u upotrebi na sličnim postrojenjima. Brojni nedostaci u primeni ovog u sklopu klasične sheme koagulacije već su istaknuti. No kako se isti i sada koristi ostavlja se mogućnost primene i dalje, sve do ustanovljenja potrebe za unapređenjem procesa koagulacije bilo kao rezultat nedovoljnog uklanjanja mutnoće, odnosno rastvorenih organskih materija, ili zbog pojave povišenih sadržaja rezidualnog Al.

Čvrsti aluminijumsulfat se doprema u plastičnim vrećama od po 50 kg. Skladišti se u magacinskoj prostoriji odakle se ručno ubacuje u rezervoare za spravljanje rastvora, zapremine 2 x 4,0m³.

Kako za sada ne postoje relevantna ispitivanja, jar testovi, za određivanje optimalnih doza koagulanata, usvajaju se iskustveni podaci za opseg očekivanih promena sastava sirove vode. Kako se sada u uslovima malovođa, pri minimalnim mutnoćama, ne dozira koagulant to se ovaj podatak može uzeti za merodavnu vrednost, u takvim uslovima, samo uslovno odnosno do validnog određivanja doze tokom eksploatacije a po ustanovljenju laboratorijskih uslova da se ovaj proces validno definiše.

Za aluminijumsulfat usvaja se srednja doza od 25 mg/l, i maksimalna doza od 80 mg/l.

Za doziranje aluminijumsulfat se priprema u obliku 10 %-nog rastvora.

Rastvor

aluminijum sulfata spravlja se, sada, u postojećim rekonstruisanim rezervoarima od 4,0 m³.

Doziranje aluminijumsulfata se vrši u reakcionoj komori brzog mešanja u zoni maksimalne turbulencije neposredno ispred propelerne mešalice.

Dozir pumpa (1 + 1) je kapaciteta 0 - 300 l/h.

Priprema rastvora Al sulfata i rezervoarski prostor

Prema podacima laboratorijskih ispitivanja kvaliteta sirovih voda sadržaj suspendovanih materija u površinskim tokovima, iako u funkciji proticaja, ne pokazuje visoke ekstreme. Shodno tome maksimalne doze koagulanata biće korišćene retko i, verovatno, sa kraćim periodom trajanja. Za maksimalno opterećenje pri proticaju od 100 l/s uz obezbeđenje dvanaestočasovnog rada potreban je rezervoarski prostor od 4 m³.

Kreč

Završno podešavanje pH vode je obavezno. Bilo da se koristi unapređena ili klasična koagulacija iste se realizuju u slabo kiseloj pH oblasti. Doziranjem Ca(OH)₂ koje je neophodno kako za obezbeđenje zadate pH vrednosti vode za piće tako i za predupređenje korozije cevovoda vrši se u izbistrenu vodu nakon faze taloženja.

Krečno mleko sa 2% Ca(OH)₂ koristi se za popravku pH vrednosti. Za maksimalne potrošnje Al sulfata pri kojima se snižava pH vrednost neutralizacijom alkaliteta ceni se potrebna popravka na nivou 0.75 mg.ekv./l, odnosno 30 mg/l Ca(OH)₂. Prosečna potrošnja Ca(OH)₂ iznosi 0.20 mg.ekv/l (10 mg/l).

Krečno mleko spravlja se u čeličnim rezervoarima, zapremine 2 x 4,0 m³.

Usvaja se dozir pumpa (1 + 1) od 0 - 800 l/h

Priprema 2 %-nog rastvora kreča vrši se u rezervoarima (1 + 1) zapremine 4,5 m³ sa propelernom mešalicom, koje obezbeđuju dvanaestočasovnu recenziju.

Korekcija pH vrednosti posle filtriranja na 7,5-7,6 koja je određena ravnotežom pH vrši se sa 0,2% Ca(OH)_2 .

Ceni se potreba za bazom za iskazani opseg pH vrednosti u uslovima niske jonske jačine na nivou od 0,008 gr OH jona, odnosno 0,017 gr $\text{Ca(OH)}_2/\text{m}^3$.

Kako je doza u najvećem funkcija ulaznog pH, koje može varirati, to se za maksimalnu vrednost usvaja doza od 50 l/h.

Usvaja se dozir pumpa (1+1) od 0-100l/h.

Rastvor 0,2%-ni Ca(OH)_2 spravlja se u rezervoarima (1+1) sa propelernom mešalicom, a korišćenjem krečnog mleka iz primarnog doziranja.

Pomoćni koagulant – Polielektrolit

Kao pomoćni koagulant se koristi poliakril amid kao 02 %-ni rastvor. Kako je doziranje Al sulfata povremeno tako se i pomoćni koagulant dozira samo povremeno. Da bi se obezbedio kontinualan rad postrojenja sa stabilnim sastavom vode koja se upućuje na filter neophodno je uspostaviti režim kontinualnog rada, sa podešavanjem uslova koagulacije promenom doza koagulanata u skladu sa promanama sastava sirove vode.

Dodatak PE u fazi koagulacije omogućava poboljšanje osobina floka što treba da obzbedi bolje taloženje. Kako se nemaju iskustveni podaci o optimalnoj potrebi pomoćnog koagulant koriste se literaturni podaci zavisnosti doze koagulant i sadržaja suspendovanih materija te se usvajaju vrednosti: za maksimalno opterećenje sirove vode 0.8-1,0 mg/l a za prosečni sadržaj suspenzija 0.2 mg/l polielektrolita.

0.2 %-ni rastvor poliakrilamida spravlja se u kontejnerima od 3x1,0 m³.

Za doziranje se koristi dozir pumpa kapaciteta 0 – 50 l/h.

e) Dezinfekcija vode

Dezinfekcija prečišćene vode vrši se gasnim hlorom. Shodno usvojenoj srednjoj dozi od 0.8 mg/l i maksimalnoj od 1.2 mg/l, što za slučaj primene konvencionalne koagulacije može biti uvećano za oko 10 - 20 % zbog nižih efekata prečišćavanja daje potrebu za gasnim hlorom od $1.2 \text{ g/m}^3 \times 0.12 \text{ m}^3/\text{s} \times 3600 \text{ s} = 518 \text{ g/h}$.

Budući da je već nabavljena i ugrađena oprema za dezinfekciju vode gasnim hlorom kapaciteta 1000 g/h evidentno je da je pitanje dezinfekcije i za konačnu fazu proizvodnje vode za piće na ovom postrojenju već rešeno.

Koristi se postojeće skladište sa pripadajućim instalacijama za neutralizaciju havarijski oslobođenog hlora, koja mora uvek biti u funkcionalnom stanju.

Oprema za dezinfekciju vode sa potpunom automatskom regulacijom prema protoku REGULACIJA NA OSNOVI SIGNALA PROTOKA - Voda koju treba hlorirati

struji kroz uređaj za merenje protoka koji daje linearni izlazni signal od 4 do 20 mA ili 1 do 5 V.

Signal se prenosi do dozirnog uređaja gde se upoređuje sa položajem linearno regulisanog automatskog ventila za hlor. Položaj ventila stalno se registruje potencijometrom sa povratnim napajanjem koji daje signal uređaju za doziranje protoka, upoređujući ga sa ulaznim signalom strujanja. Ako se pojavi neuravnoteženo stanje signala, tada se ventil vraća u položaj dok se ne pojavi saglašavanje električnih signala koje prouzrokuje linearno povećanje ili smanjenje protoka hlora.

AUTOMATSKA REGULACIJA DOZIRANJA – Automatski sistem za regulaciju doziranja sastoji se od četvero glavnih sastavnih delova. To su analizator, regulator ostatka i regulator za automatsko doziranje. Svrha ovog sistema je da meri ostatak hlora i da reguliše automatsko doziranje. Ako postoji razlika između zahtevane količine hlornog reziduala i realne vrednosti, tada se automatski regulacijski ventil prilagođava promeni dozirane količine hlora tako da automatski podešava potencijometar za regulisanje doziranja koji deluje na osnovu motornog pogona. Automatski sistem za regulaciju doziranja deluje na automatskom regulacionom ventilu u vezi sa signalom protoka koji dolazi iz sistema za električno doziranje i obezbeđuje na taj način regulaciju kružnog sklopa ovog uređaja.

f) Kontrola procesa prečišćavanja

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

- laboratorijska kontrola sa definisanom frekvencom
- automatska kontrola sa i bez zapisa i alarmom

1. Sa inoviranjem i nabavkom sitne laboratorijske opreme:

- jar – test,
- nabavka novog pH metra i turbidimetra
- blagovremenim popunjavanjem zaliha hemikalija, hemijska laboratorija je u mogućnosti da kontroliše kvalitet sirove i prečišćene vode i daje podatke o kontroli procesa prečišćavanja.

Nekoliko osnovnih parametara kvaliteta već se sistematski kontrolišu.

Izostanak analiza Al i dr. uzrokovani neblagovremenim znavljanjem hemikalija i sitne opreme moraju se u daljim fazama rada preduprediti.

2. U cilju pouzdanog vođenja procesa i obezbeđenja podataka o stabilnosti prečišćavanja uvodi se automatska kontrola sa zapisom. Automatski se kontrolišu:

- pH vrednost (ulazna voda, voda u koagulatoru, voda na ulazu u filter i prečišćena voda),
- mutnoća (sirova voda, ulaz u filter i prečišćena voda) i
- hlor (kontrola sadržaja u prečišćenoj vodi)

Sa kontinualnim zapisom su sledeće vrednosti:

- pH i mutnoća sirove i u 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.

5. PPV „MITROVO POLJE“ I NJEGOVE FUNKCIONALNE KARAKTERISTIKE

5.1. Detaljan opis funkcije i rada postrojenja

Na dispoziciji je prikazan raspored svih objekata i cevovoda na PPV „Mitrovo Polje“. Oni su prilagođeni funkcionalnoj nameni i povezani cevnim vezama i saobraćajnicama. Ukupna površina pod objektima obuhvata 450m², pod saobraćajnicama, platoima i stazama 650m² a preostalih 1100m² su zelene površine.

Prvi objekat na postrojenju su šahtovi za smeštaj opreme za regulaciju dotoka vode i merenje protoka sirove vode. Ovi objekti su odvojeni zbog njihove namene.

Objekti za flokulaciju, taloženje, filtriranje i pogonski objekat su međusobno spojeni, sa većim brojem manipulativnih ulaza.

Poseban objekat su uređaji za tretman prljavih voda (taložnice) i fekalnih voda (vodonepropusna septička jama).

Trafo stanica i dizel agregat su takođe posebni objekti.

a) Regulacija i merenje dotoka sirove vode

Sirova voda dolazi na postrojenje sa dva cevovoda i to:

- Dovod rečne vode sa zahvata na reci Vranuši i zahvata na reci Petici
- Dovod izvorske vode sa izvora „Gočani“ i izvora „Vrelo“

Cevovod rečne vode je prečnika Ø300 i on dovodi od 90 do 100 l/sec rečne sirove vode. Drugi cevovod (novoprojektovan) je prečnika Ø200mm i on dovodi izvorsku vodu u količini oko 30 l/s.

I na jednom i na drugom cevovodu je predviđeno merenje i regulacija dotoka vode preko elektromagnetnog merača protoka i elektro motornog zatvarača. Signali sa merača protoka i elektromagnetnog zatvarača su odvedeni u komandni centar. Iz komandnog centra se vrši regulacija dotoka vode i za jedan i za drugi cevovod. Uloga ovih zatvarača je da regulišu dotok, bilo sirove bilo izvorske vode, prema potrošnji vode u Aleksandrovcu i njegovim usputnim potrošačima. Predviđa se ručna regulacija iz komandne prostorije preko tastera ili slično uz praćenje promene protoka preko merača, čiji su pokazni instrumenti, takođe, u komandnoj prostoriji.

Na osnovu iskustva rukovaoc će proveriti ili otvoriti regulacioni zatvarač i pratiti nivo vode u rezervoaru čiste vode. U kasnijoj fazi će se ovaj proces automatizovati što znači da će PLC komandovati stepenom otvorenosti regulacionog zatvarača, a na osnovu merenja nivoa vode u rezervoaru čiste vode preko kontinualnog merača nivoa vode.

Na dovodnoj cevi se dozira $H_2(SO_4)_3$ i to automatski na osnovu pH metra. U šahu merača protoka se ugrađuje mala pumpa koja sirovu vodu dovodi u laboratoriju gde je kompletan monitoring kvaliteta vode. Meri se kontinualno pH vrednosti, mutnoća i temperatura sirove dolazne vode. Kontinualni merač pH vrednosti je preko kompjutera povezan sa dozir pumpom za $H_2(SO_4)_3$ koja dozira 1% rastvora sumporne kiseline u cevovod pre ulaska u komoru za brzo mešanje.

b) 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.

Ovaj objekat sačinjavaju jedinice za brzo mešanje, flokulaciju i taloženje. Jedinica za brzo mešanje je postojeći objekat, koji se rekonstruiše i prilagođava novim uslovima prečišćavanja vode. Pregradni zid se ruši i ugrađuje brzohodna mešalica snage 4kW. Kao flokulacione jedinice koriste se tri nova filtraciona bazena i dva postojeća. Prvi stepen flokulacije se obavlja u jednom vertikalnom bazenu dimenzija $2,0 \times 2,0 \times 5,0m^3$ sa vertikalnom mešalicom snage 1,5kW a drugi stepen u dve identične komore sa po dve vertikalne mešalice snage od po 0,75kW. Treći stepen flokulacije biće postojeća komora sa horizontalnim mešačima snage 0,37kW.

Zadnji deo objekta je lamelarna taložnica koja se formira umesto postojećih cevastih taložnica. Potrebne dve lamelne taložnice.

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.

U komori za brzo mešanje se dozira aluminijum sulfat. Doziranje je automatsko na bazi protoka i mutnoće sirove vode. Regulacija preko PLC-a iz komandne prostorije gde se prati protok i mutnoća sirove vode i količina utrošenih hemikalija.

Nakon brzog mešanja (brzina obrtaja 100 – 125 o/min) voda preliva u prvu komoru flokulacije (komora I). Broj obrtaja 10 – 20 sa reduktirom. U ove komore se dozira PE i to automatski na osnovu protoka i mutnoće sirove vode (isto kao i doziranje aluminijum sulfata), s tom razlikom što će ovde biti dve dozir pumpe za svaku komoru posebno. Znači za doziranje će biti (2+1) pumpi.

Iz komore I voda odlazi u dve komore za flokulaciju II, koje su opremljene sa vertikalnim flokulacionim mešačima i brzinom obrtaja od 5 do 10 o/min. Na kraju su dva bazena za flotaciju III-eg stepena sa flokulacionom horizontalnom mešalicom brzine obrtaja 2-4 o/min.

U nastavku sirova voda ide u dve lamelne taložnice kapaciteta 2 x 45-50 l/sec. Prelivna voda se skuplja u H kanale i dalje odvodi na filtriranje.

Faza flokulacije sastoji se iz tri stepena. Prvi stepen flokulacije čini prethodno opisana komora 200 x 200 cm opremljena vertikalnom mešalicom sa promenljivim brojem obrtaja 10-20 o/min.

Iz ovih komora voda odozdo ulazi u dve komore 2,00 x 2,00 m u kojima se vrši II stepen flokulacije pomoću sporijih mešalica sa varijatorom broja obrtaja opsega od 5-10o/min , a zatim preliva u komoru 2,80 x 4,50 m sa najsporijim mešanjem (2-4 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 – 20 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

Ø 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 taližniku predviđena su dva reda lamelarnih ploča, jedan unutrašnji raspodeljivač 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 45-50 l/s i sa ostvarenom odgovarajućom koagulacijom i flokulacijom njegov efekat je zadovoljavajući.

Lamelna taložnica ima dva koncentratora mulja u obliku obrnute kupe zapremine po $10,0\text{m}^3$ svaki. U ove koncentratore se taloži mulj i nivo muljne zaveses stalno raste tj. Diže se. Kad nivo mulja dođe do neke granice (oko 2,0m od dna) dolazi do automatskog odmuljivanja. Svaki koncentrator ima svoju odvodnu cev u cevnu galeriju prečnika $\varnothing 100\text{mm}$ koja ima ručni i elektro zatvarač. Sve ove cevi se ulivaju u sabirnu odvodnu cev istog prečnika ($\varnothing 100\text{mm}$). Znači u lamelni taložnikse ugrađuje svetlosni merač nivoa mulja, koji automatski otvara obadva, ili sukcesivno, jedan po jedan odvod iz koncentratora mulja, i omogućava gravitaciono odvođenje mulja u crpnu stanicu.

Izliv cevi za odmuljivanje na koti 973.30 m.n.m. Ova visinska razlika omogućava slobodno isticanje mulja u količini od 10 do 20 lit/sec (u zavisnosti da li su svi zatvarači tj. Ispusti otvoreni). Da li će odmuljivanje biti istovremeno iz obadva koncentratora, ili sukcesivno iz svakog, odrediće se u toku eksploatacije postrojenja. Kroz hidraulički proračun je detaljno analizirana ova pojava i zaključeno sledeće:

- a) Moguće je odmuljivanje dva koncentratora istovremeno sa protokom od oko 24,0 – 25,0 l/s, kada je vreme pražnjenja od 12 do 15 minuta (ukupna zapremina za odmuljivanje oko 15 – 20m^3). Programiranje vremena trajanja odmuljivanja i ciklus uključenja biće preko računara uz mogućnost i ručnog delovanja. Period odmuljivanja biće određen u toku eksploatacije.
- b) Moguće se smanjiti protok mulja preko regulacionog zatvarača, čime se vreme pražnjenja produžuje. Za slučaj da regulacioni zatvarač bude otvoren samo 25% količina mulja se smanjuje na oko 14-15 l/s a vreme pražnjenja produžuje na oko 25 minuta.

- c) Za slučaj odmuljivanja sukcesivno jednog po jednog koncentratora mulja količina protoka mulja biće oko 18 l/s i pražnjenje oko četiri minuta svakog koncentratora. Za slučaj da se regulacioni zatvarač pritvoren za 75% količina mulja se smanjuje na oko 12 l/s, a vreme pražnjenja produžuje na oko sedam minuta.
- d) Predloženo je da se način odmuljavanja, količina mulja i vreme odmuljavanja u toku eksploatacije prilagode uslovima režima transporta vode. Pošto se ceo proces odvija preko računara svaka mogućnost je realna. Bitno je da rukovodilac prati proces i sistem prilagođava uslovima eksploatacije i kvalitetu sirove vode.

U pojedinim periodima godine, što je znatno duže, mora se vršiti recirkulacija mulja iz lamelnog taložnika na početak procesa prečišćavanja zbog boljih efekata bistrenja. Naime, kada je mutnoća manja od 10-15 Ntu, treba dodavati mulj da bi proces bio efikasniji. Iz tog razloga je predviđena muljna pumpa u cevnoj galeriji koja mulj iz koncentratora prepumpava u komoru za brzo mešanje.

Za regulaciju mulja se koristi isti sistem odmuljivanja s tim što se elektro zatvarača na gravitacionom odvodu prema šahtu, zatvara a svi elektro zatvarači na cevima za odmuljivanje otvaraju. Pumpa se uključuje u rad i mulj prebacuje u komoru za brzo mešanje. Za ovaj rad odabrana je pumpa slična proizvođaču Abs tip AFP0841 50Hz. Navedena pumpa može da recirkuliše od 6,0 do 12,0 l/s muljne vode. Pumpa radi automatski u zavisnosti od mutnoće sirove vode. Kad mutnoća pređe 20-30 NTU pumpa se automatski isključuje, zatvaraju elektro zatvarači na cevima za odmuljivanje a otvara elektro zatvarači na gravitacionom odvodu. Kad nivo mulja u koncentratoru dođe na odgovarajući nivo uključuje se odmuljivanje kako je opisano.

Istaložavanje voda iz lamelnog taložnika se izliva u sabirni kanal a odavde odlazi na filtre cevovodom $\varnothing 500\text{mm}$. Sa ovog cevovoda ima četiri ogranka $\varnothing 250\text{mm}$ za svaki filter posebno. Voda se izliva u prihvatni kanal a zatim raspoređuje na dva kosa distributora vode. Nakon filtriranja prečišćena voda se preko zajedničkih sabirnih cevi $\varnothing 250$ odvodi u rezervoare ispod filtera. Pre dolaska na filtere uzima se uzorak vode, meri pH i vrši korekcija preko sistema za doziranje kreča. Ovo doziranje je automatsko preko pH metra.

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
- 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=125cm).

c) Merač protoka čiste vode

Iz rezervoara ide odvodna cev prečnika $\varnothing 250$ sa kompenzacionom posudom koja garantuje potopljenost merača protoka a ujedno obezbeđuje zapreminu za hlorisanje. Signali sa merača protoka su odvedene u komandni centar gde se vrši njihovo očitavanje i memorisanje.

d) Tretman prljavih voda

Prhljava voda od pranja filtera i odmuljivanja lamelnih taložnika se odvodi na njihovo izbistravanje. Za to su predviđena dva taložnika zapremine od po 100m^3 . Nakon bistrenja nadsloj izbistrene vode se vraća na početak procesa tj. U bazen za brzo mešanje a mulj ostaje u taložniku. Za ovo je predviđena muljna pumpa kapaciteta 10 l/s i visina dizanja oko $10,0\text{m}$. Jedan bazen služi da istaložava prhljavu vodu a drugi za prihvatanje novih prljavih voda. Za slučaj da ne treba ovu vodu vraćati u proces ona se može ispustiti u kišnu kanalizaciju. Rukovanje ovim pumpama je iz komandne prostorije kao i praćenje nivoa vode u taložnicama (kontinualni merač nivoa).

5.2. Analiza funkcionalnih karakteristika postojeće opreme i njene dalje upotrebljivosti

Na šahtu merača protoka na dovodnom cevovodu na postrojenje nalazi se merač protoka koji nije u funkciji. Merač protoka je na bazi merenja razlike u pritiscima i treb da bude zamenjen novim, elektromagnetnim meračem sa transponderom, koji će davati podatke o protoku u KKC.

Iz razdelnog šahtu se odvaja voda koja ide u brzi mešać i u bajpas . sa brzog mešaća voda ide u komore za flokulaciju gde su ugrađene po dve horizontalne mešalice na svakoj liniji. Mešalice su na istoj osovinu sa istim brojem obrtaja. Motori za svaku liniju su snage 1 kW . Potrebno je ugraditi varijatore na obe mešalice da bi se obezbedio različita brzina okretanja mešalica.

Pored silosa za pripremanje hemikalija nalaze se dozir pumpe.

- 2 pumpe za Na_2CO_3 , $N=2 \times 0,4\text{ kW}$. Ove pumpe su dotrajale i nisu za dalju upotrebu. U novom tehnološkom postupku prečišćavanja će biti izbačen Na_2CO_3 i zamenjen sa $\text{Ca}(\text{OH})_2$

- 2 pumpe za Al_2SO_4 , $N=2 \times 0,12\text{ kW}$ kapacitet $350\text{--}420\text{ l/h}$

- 2 pumpe za polielektrolit , $N=2 \times 0,1\text{ kW}$ kapacitet $120\text{--}144\text{ l/h}$

Ove pumpe su relativno održavane i uz servisiranje i remont bi mogle da se upotrebe i za dalje. Oprema za hlorisanje je zamenjena 2006. godine i u ovom trenutku je u dobrom stanju.

Nezavisno od opreme za postrojenje u hali se nalazi oprema koja vodu iz postojećeg rezervoara prepumpava za snabdevanje vodom objekata Ministarstva unutrašnjih poslova u Mitrovom polju, nastavnog centra i hotela. Nju čine:

- 2 pumpe 2x3 kW za potrebe hotela
- 2x2,2 kw + 1,1 kw za potrebe nastavnog centra

Ova oprema će tokom rekonstrukcije biti zadržana, a u konačnoj fazi će se voda iz novog rezervoara prepumpavati u novi rezervar od 100 m³ za potrebe ovih objekata.

5.3. Kratak opis primenjene opreme

a) Merenje protoka

Na PPV "Mitrovo polje" predviđena su tri merača protoka i to:

- Merač protoka sirove vode i to dovodu rečne vode. Merač protoka je prečnika Ø300mm. Predviđa se servisiranje postojećeg merača ili zamena novim. Merač mora imati transponder koji će podatke da šalje u komandni centar.

- Merač protoka na novoprojektovanom cevovodu izvorske vode prečnika Ø200mm. I ovaj merač mora da bude sa transponderom za snimanje podataka u komandnom centru.

- Na odvodu čiste vode je urađen novi merač protoka prečnika Ø300mm. Signali idu u komandni centar ali merač ne radi jer cev nije napunjena vodom. Treba ovaj problem da se reši i isti servisira.

b) Oprema za flokulaciju

Za prvi i drugi stepen flokulacije predviđena je ugradnja vertikalnih mešalica sa odgovarajućim perajama i to:

- Za prvi stepen flokulacije snage 1.5 kW i to komada 1
- Za drugi stepen flokulacije snage 0,75kW i to 2 komada.

Ove mešalice biće od prohroma sa standardnim motorom.

Treći stepen flokulacije je opremljen sa horizontalnim mešalicama i drvenim perajama. Potrebno je servisiranje horizontalne osovine, zamena peraja i ugradnja reduktora na svakom motoru. Po jedan motor opslužuje komore III-eg stepena flokulacije, snaga motora mešalice je 0,37kW.

c) Cevasta taložnica

Cevasta taložnica služi da ujednačenim strujanjem raspodeli vodu ravnomerno na sve lamele po celoj površini taložnika, da izdvoji čvrste čestice iz vode, izdvojeni mulj da usmeri ka dnu taložnika gde se odvija proces ugušćivanja.

Cevastim taložnicama 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 dva reda lamelarnih ploča, jedan unutrašnji raspodeljivač vode i dva krajnja raspodeljivača vode koji uvedenu vodu iz komora raspodeljuju prema lamelarnim pločama.

Voda vertikalno struji izmedju lamelarnih ploča gde se vrši razdvajanje čvrstih čestica iz vode, izbistrena voda se preliva preko nazubljenih prelivnih limova u H-kanale 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.

Raspoređivači vode se izrađuju savijanjem lima pod uglom 55° , širina raspodeljivača jednaka širini kanala. Vijcima su povezani za sekcije nosača lamela, a čeonu se priрубnicama vezuju se za betonsku konstrukciju.

Svi otvori u zoni raspodele vode na mestima nastavaka sekcija nosača u širini lajsni flahova i na krajevima moraju biti zatvoreni sa limovima, kako ne bi došlo do remećenja toka i nekontrolisanog uvođenja vode na lamelu što može izazvati tzv. probijanje lamele i isplivavanje mulja na prelive.

Prelivni limovi su testerasto nazubljeni na jednu stranu lamelarnih ploča, dok je zadnji deo iza lamela neozubljen — ravan.

Prelivni limovi se postavljaju sa unutrašnje strane iznad gornje ivice H-kanala, a pričvršćuju se za beton sa anker vijcima od nerđajućeg čelika uz postavljanje zaptivača izmedju prelivnog lima i betona. Na prelivnim limovima su na odredjenim rastojanjima predviđeni šlicevi-prerezi radi regulacije i podešavanja nivoa prema potrebi kapaciteta lamelarnog taložnika.

Svi elementi i oprema lamelarnog taložnika treba da budu izrađeni od hladno valjanih Austenitnih kiselootpornih čeličnih limova kvaliteta po JUS-u Č. 4574 koji odgovaraju standardu AISI 316 L. Navedeni čelik zbog postojanosti najviše je zastupljen u primeni kod prehrambene industrije, farmaceutske industrije, na tretmanima vode za piće i u sredinama jako kiselog karaktera.

Svi elementi su sa glatkim površinama i obradjenim ivicama, izuzev lamelarnih ploča. Lamelarne ploče su male debljine (0,7 mm), radi poboljšane krutosti smanjenja elastičnosti prilikom valjanja, površine su reljefno obradjene, tako da oblik

reljefa šare može imati izgled izduženog romba, pravougaonika ili elipse u pravilnom međusobnom rasporedu po celoj površini sa obe strane, što lameli povećava presek debljine do 1mm i čvrstoću do 60⁰/o. Standardno se proizvodi u kvalitetu materijala AISI 3041 i AISI 316.

Standardna širina table je 1000 mm 1250 mm, a maksimalna dužina table je 8000 mm. Ovakva vrsta limova ima posebnu oznaku u zavisnosti od proizvođača lima, I ista se obavezno navodi pored oznake za kvalitet materijala kod porudžbine materijala.

Lamelarne ploče su na krajevima povijene za 180⁰ i na taj način su ojačane da ne bi došlo do pojave ugiba. Na gornjem kraju lamelne ploče tačkastim zavarivanjem su spojeni držači lamela.

Nosači lamelarnih ploča su zavareni pod uglom od 55⁰ za horizontalne lajsne —flahove koje se anker vijcima od nerđajućeg čelika pričvršćuju na spoljne stranice Hkanala na projektovanu kotu. Radi lakšeg transporta i montaže nosači lamelarnih ploča

se izrađuju po sekcijama odredjenih dužina.

Lamelarni taložnik je projektovan za kapacitet od 2 x 45 l/s sa ostvarenom odgovarajućom koagulacijom i flokulacijom njegov efekat je zadovoljavajući.

Lamelarne ploče su projektovane na međusobnom rastojanju od 80 mm.

U jednom polju imamo 69 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: 0,7x1000x2000mm. Ukupan broj lamelarnih ploča je 138 (za jednu jedinicu lamelnog taložnika).

Crpna stanica za mulj

Iz lamelnog taložnika i flokulatora su predviđeni ispusti mulja koji će se u slučaju potrebe sistemom zatvarača ispustiti u crpnu stanicu, i odatle prepumpati na početak procesa u brzi mešač. Istaložena voda iz lagune će biti vraćena u proces prečišćavanja ukoliko nedostaje voda iz izvorišta. Dovod iz taložnice je gravitacioni DN 250.

Crpna stanica ima dvostruku namenu. Jedna je recirkulacija mulja iz lamele i flokulatora, i njegovo vraćanje na početak prečišćavanja tj. u brzi mešač. Druga namena je dovod vode sa reke Rasine. Kada se voda iz reke rasine bude zahvatala, ona će gravitaciono biti dovedena do do crpne stanice. Pošto je predviđena maksimalna količina od Q=30 l/s sa ove reke, ovo je bio kriterijum za izbor pumpi.

Izabrane su tri potopljene muljne pumpe slične tipu ABS, AS 0641 D 50 Hz sledećih karakteristika:

Q=14,5 l/s

H=16,2 m

broj obrtaja: 2835 obr/min

N=2,72 ~ 3,0kW

U slučaju maksimalnog dotoka rečne vode radiće sve tri pumpe, a u ostalim slučajevima radiće 2 +1 rezervna.

Priprema i 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 razblažene sumporne kiseline, aluminijum sulfata, polielektrolita i krečnog mleka za stabilizaciju čiste vode.

a) Doziranje sumporne kiseline

Za korekciju pH vrednosti odabrana je sumporna kiselina (H_2SO_4). Kiselina se dozira u obliku razblaženog 1 %-tnog rastvora u cevovod kojim se sirova voda dovodi do bistrjenja (ispred komore sa brzim mešanjem). Sumporna kiselina se nabavlja kao 96 %-tna i takva se skladišti u rezervoaru. Prednost skladištenja ove praktično koncentrovane kiseline je u tome što je njena korozivnost manja u odnosu na onu koju ima kao razblažena kiselina. Dozir pumpa je transportuje kroz potisni vod koji kiselinom snabdeva cevni (statički) mešač. U mešaču dolazi do razblaživanja kiseline servisnom vodom do 1 %-tnog rastvora, koji se injektira u sirovu vodu. Mešljivost razblažene kiseline i sirove vode ne predstavlja problem.

Usvajaju se dve dozir pumpe, koje rade u režimu 1 radna i 1 rezervna, svaka kapaciteta 0-10 l/h.

Usvaja se jedan rezervoar korisne zapremine od 1 m³. Rezervoar se nalazi u zaštitnoj betonskoj kadi površinski zaštićenoj od korozionog dejstva kiseline koja bi mogla eventualno da se izlije, korisne zapremine 1,35 m³. Unutrašnje dimenzije zaštitne kade su 1,5 x 1,5 m (u osnovi) i 0,6 m (dubine).

Rezervoar za skupljanje i doziranje H_2SO_4 je cilindričnog oblika prečnika 800 mm i visine 2000 mm u vertikalnoj izvedbi od crnog čelika sa specijalnom površinom zaštitom od polimernog premaza. Na ovom rezervoaru ima revizioni otvor DN500, priključak za punjenje DN32, priključak za pražnjenje DN25, priključak za desikator DN25 i vodokazno staklo. Radionički crteži dati su u Izvođačkom projektu. Pored ovog opremu čini desikator sa postoljem zapremine oko 0,03 m³ od crnog čelika i istom zaštitom kao i rezervoar. On se montira na priključni rezervoar.

Za doziranje sumporne kiseline 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 0,11 kW 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 šahu za brzo mešanje a njegovi signali se prenose do komandnog ormana u prostoriji za doziranje koji impulse šalju frekventnom dozatoru ove pumpe.

Sastavni deo ove opreme je i cevni mešač proizvođača WALLACE TIERNAU (Nemačka) koji ima zadatak da koncentrovanu 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 čelika, koji je sa unutrašnje strane zaštićen specijalnim premazom otpornim na 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 elektrimotornim 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).

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 odstojuvajući 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.

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 (Ca(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 bistenja 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 čelična bazena zapremine po 4,0m³, 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.

e) II-gi stepen korekcije pH

Za pripremu krečne vode predviđena su dva čelična rezervoara zapremine po 1,0m³, što znači da se priprema vrši u jednom dok se doziranje vrši u drugom.

Bazeni su opremljeni brzohodnim mešalicama a doziranje se vrši preko dozir pumpi membransko-klipnih kapaciteta do 100 l/h. doziranje je automatsko na osnovu pH vrednosti iz pH maraca, slično doziranju u I-om stepenu.

f) Hlorisanje i neutralizacija

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 120 l/s. Max. potreban protok hlora je 432 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 120 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 313 kg hlora.

6. CEVNE VEZE I HIDROSTATIČKO REŠENJE

6.1. Dovod sirove vode

Sirova voda dolazi na postrojenje sa dva cevovoda i to:

- Postojeći cevovod ø300mm dovodiće samo rečnu vodu sa postojećeg i novog zahvata na reci Petici, i od šahta regulacionih ventila do postojećeg šahta 1 biće zamenjena sa novom cevi.
- Predviđa se novi cevovod ø200mm za dovod isključivo izvorskih voda sa izvora "Gočani" i "Vrelo". Ovaj cevovod preskače fazu mehaničkog tretmana i direktno se priključuje na filtere.
- Ukoliko bude bilo potrebe, predviđa se novi zahvat na reci Rasini koji će ovu vodu dovoditi do crpne stanice a zatim je puštati na razdelni toranj. Predviđen je PEHD cevovod ø200mm, kao i cevovod koji će dovoditi vodu sa izvora "prečnika ø100mm, voda će se dalje prepumpavati do cevi koja dovodi vodu sa izvora "Gočani" i "Vrelo".

Objekti za merenje i regulaciju dotoka rečne i izvorske vode ø300mm i ø200mm su postavljeni na trasi dovodnih cevovoda a u samom krugu postrojenja. Pošto imamo dva cevovoda nije bilo neophodno predvideti "bajpas".

Regulacija protoka se obavlja preko elektromotornih ventila koji su postavljeni u šahtu »regulacionog ventila«, a signale prima od merača protoka koji se nalazi u šahtu »merača protoka«.

Za smeštaj mašinske opreme predviđen je šaht dimenzija 2,00 x 2,50 m² i visine 2,30m. Šaht je od armiranog betona MB30 sa zaštitnim premazima sa unutrašnje strane (penetrati).

Za unos opreme je predviđen otvor sa poklopcem dimenzija 130x85cm. Sa unutrašnje strane šahta nalaze se penjalice za silazak u šaht.

Merači protoka na oba cevovoda su postavljena u šahtu 1. Pošto na dovodu sirove vode sada postoji merač protoka predviđa se ugradnja tj. zamena ovog merača sa meračem protoka čiste vode ø300mm.

6.2. Cevne veze unutar postrojenja

Kako je već opisano postoje dva cevovoda koji dovode sirovu vodu:

- Iz rečnih zahvata DN300mm koji odvodi vodu na mehanički tretman tj. na flokulaciju i taloženje i
- Dovod izvorske vode DN200mm, koji odvodi vodu direktno na filter

NAPOMENA: U sklopu mehaničkog tretmana je predviđena mogućnost recirkulacije mulja, zbog poboljšanja bistrjenja vode i povraćaj taložene vode (lagune) u šaht za brzo mešanje.

Prelivna voda cevovodom DN300mm ide u prihvatnu komoru samoispirajućih filtera. U istu komoru dolazi i izvorska voda cevovodom DN200mm. Pošto ima dva filtera ovi cevovodi se račvaju prema filteru I i filteru II.

Prečišćena tj. filtrirana voda izlazi na oko 2,0-2,5m od dna filtera, cevovodom DN200mm sa meračem protoka i zatvaračem.

Nakon spajanja u zajednički cevovod DN300mm prečišćena voda ide u rezervoar čiste vode. Ova cev se izliva u rezervoar preko ventila sa plovkom, a predhodno se vrši primarno hlorisanje gasnim hlorom. Donji deo rezervoara (dubine oko 1,0m) služi za hlorisanje, a gornji deo (oko 4,0m) kao pogonska rezerva. Odvod čiste vode iz rezervoara je postavljen na 100cm od dna. On je prečnika DN300mm sa meračem protoka DN250mm i zatvaračem. Ovaj cevovod se vezuje na postojeći odvodni cevovod kod portirnice. Pre priključenja u šahtu A, se odvaja priključak za interni vodovod DN100mm koji odvodi vodu u postojeći mali rezervoar između filtera. Iz ovog rezervoara se uzima voda za interni vodovod za odmaralište "Mitrovo Polje" i milicijski centar u Mitrovom Polju. Voda se izliva u ovaj mali rezervoar preko ventila sa plovkom (DN100mm).

Na interni vodovod je vezana i hidrantska mreža sa požarnim hidrantima.

6.3. Hidrantska mreža

Predviđena je hidrantska mreža od PEHD100 cevi prečnika Ø110/96,8 PN10 bar, sa hidrantima DN80. Ovi hidranti se koriste za eventualno gašenje požara, ispiranje objekata i zalivanje zelenila. Snabdevanje vodom biće preko internog sistema hidropres koji će u kasnijoj fazi služiti za potiskivanje vode u rezervoar R5. U slučaju potrebe za većom količinom vode predviđeno je povezivanje hidropres uređaja za miliciju na hidrantsku mrežu, ta veza je predviđena u šahtu vš2. Ukupna dužina hidrantske mreže je 150 m.

Hidranti su nadzemni, locirani uz interne saobraćajnice u krugu PPV, na lokacijama kojima su obezbeđene protivpožarne i ostale potrebe. Ukupno je predviđeno 6 hidranata.

Na hidrantskoj mreži predviđena su 2 vodovodna šahta:

- vš1 i vš2 unutrašnjih dimenzija 200 x 140 cm

Šahtovi su tipski od AB MB30 V6, čiste visine 180 cm, sa grlom 60 x 60 cm, visine 40 cm. Dno i zidovi šahta su debljine 20 cm, a gornja ploča 15 cm. Otvor za silazak pokriven je bravarskim poklopcem 60 x 60 cm, a za silazak su predviđene penjalice pričvršćene na zid šahta.

6.4. Kanalizacija

U sklopu postrojenja postoje objekti koji imaju posadu i sanitarne čvorove. To je upravno pogonski objekat. Na postojećoj kanalizacionoj mreži će se izvršiti pregled i zameniti delovi koji su dotrajali ili nisu u funikciji. Postojeća fekalna kanalizaciona mreža se izliva u septičku jamu. Fekalna voda će se izlivati u postojeći kanalizacioni šaht.

Kanalizacija je predviđena od PEHD100 cevi prečnika Ø110/96,8 PN10 bar.

7. TRETMAN PR LJAVIH VODA SA POSTROJENJA

Prljave vode sa postrojenja se skupljaju i odvođe u lagunu za njihovo izbistravanje. Ove vode potiču iz flokulacije, lamelnih taložnica i od pranja filtera. Sve ove prljave vode se dovode u lagunu i to cevovodom DN100mm iz flokulatora i lamelne taložnice i DN300mm od pranja filtera.

Laguna – taložnica

Laguna će se graditi u II fazi.

Lagune je objekat koji se sastoji od dve komore za taloženje i zatvaračnice. Služi za prihvatanje tehnoloških otpadnih voda. Istaloženi mulj se skuplja u najnižem delu taložnika dok se izbistrena voda prelijeva i odvodi u recipijent ili vraća u proces.

Komore za taloženje su armirano betonske građevine čija je debljina spoljnog zida $d=25\text{cm}$, pregradnog zida $d=20\text{cm}$, a dna $d=30\text{cm}$, i svi elementi se izvode od armiranog betona MB30, marke vodonepropustljivosti V6, dok se kosina u prihvatnom kanalu izvodi od nearmiranog betona MB15.

Lagune su gabarita $10,50 \times 8,50\text{m}^2$ i dubine 2,40m.

Unutrašnjost zidova komore za taloženje koja je u dodiru sa vodom premazuju vodonepropusnim penetratima za pitke vode, u svemu prema uputstvima proizvođača i važećim tehničkim uslovima za ovu vrstu radova. Spoljašnje zidove, koji su iznad terena, omalterisati.

Zadnji deo lagune je zatvaračnica dimenzija $7,00 \times 1,50\text{m}^2$ i visine 3,0m. U ovom delu biće smeštene cevne veze i armature.

Kod zatvaračnice predviđeno je zidanje zidova giter blokovima $d=25\text{cm}$ u podužnom malteru razmere 1:3:9 u visini ispod prozora 1,10m po čitavoj dužini objekta i u delu

iznad komore za taloženje 0,77m. Unutrašnjižost zidova zatvaračnice se farba disperzivnom bojom uz predhodnu obradu obradu zidova u svemu prema važećim propisima za ovu vrstu radova. Takođe se predviđa i farbanje plafonskih površina poludisperzivnom bojom uz predhodnu obradu.

Krovna konstrukcija zatvaračnice je od čamove građe (prost krov), a predviđeno je letvisanje krova letvicama 3/5cm na razmaku potrebnom za pokrivanje falcovanim crepom.

Kota krova zatvaračnice je 677,24, dok je dno na koti 672,83

Kota taložnika je promenljiva zbog predviđenog pada, tako je kota dna blizu zatvaračnice 673,12, dok je kod druge komore 672,35. Zidovi komore zidaju se do kote 675,15.

Crpna stanica za recirkulaciju

Iz lamelarnog taložnika i flokulatora su predviđeni ispusti mulja koji će se u slučaju potrebe sistemom zatvarača ispustiti u crpnu stanicu, i odatle prepumpati na početak procesa u brzi mešač. Istaložena voda iz lagune će biti vraćena u proces prečišćavanja ukoliko nedostaje voda iz izvorišta. Dovod iz taložnice je gravitacioni DN 250.

Crpna stanica ima dvostruku namenu. Jedna je recirkulacija mulja iz lamele i flokulatora, i njegovo vraćanje na početak prečišćavanja tj. u brzi mešač. Druga namena je dovod vode sa reke Rasine. Kada se voda iz reke Rasine bude zahvatala, ona će gravitaciono biti dovedena do crpne stanice. Pošto je predviđena maksimalna količina od $Q=30$ l/s sa ove reke, ovo je bio kriterijum za izbor pumpi. Crpna stanica je objekat unutrašnjih dimenzija 2,0 x 2,0 x 4,10m od armiranog betona MB30, marke vodonepropustljivosti V6. Debljina zidova je 20cm, donje ploče 25cm, a gornje 10cm u koju se ugrađuju poklopci (dva komada) dimenzija 100 x 180cm i 60 x 70cm. Detalji poklopca datim na crtežu 3.4. Betoniranje se vrši u potrebnoj oplati, uz odgovarajuće vibriranje betona. Unutar objekta predviđena je kosina koja se izvodi od nearmiranog betona MB15.

Unutrašnji zidovi crpne stanice premazuju se sa penetratom za pitke vode u svemu prema uputstvu proizvođača i važećim tehničkim uslovima. Spoljašnje zidove omalterisati.

Kota dna crpne stanice je 676,57.

Rekonstrukcija unutrašnje kanalizacije

Iz tehnoloških razloga, postojeća kanalizacija u filterskoj zgradi mora da pretrpi određene izmene i rekonstrukcije. U prvoj fazi zadržavamo postojeću kanalizaciju za prljave vode ali se mora uraditi novi šaht (šaht C) a postojeći da

razruši. Sama ova promena uslovljava da se deo kanalizacije iz hlornog odeljenja mora izmestiti i priključiti na novi šaht. Ovi radovi su mali ali su neophodni.

Sastavila:

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



Ivana Đurić



3.6. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

OBJEKAT	karakteristike		NAMENA
PPV Mitrovo Polje	izdašnost	120 l/s	Prečišćavanje vode

podaci o lokaciji:	ukupna površina parcele:	2865 m ²
	površina zemljišta pod objektima/zauzetost:	postojeće stanje: 697 m ² novoprojektovano stanje: 874 m ²
	kapacitet:	postojeće stanje: 72 l/s novoprojektovano stanje: 120 l/s
flokulator sa lamelnom taložnicom	faza izgradnje	postojeći objekat, rekonstrukcija i adaptacija u I, II i III etapi
	spratnost	P
	gabarit	22,05 x 9,65 m visina 9,55 m
	Ovi objekti služe za koagulaciju i taloženje. Koagulacija ima višestruku funkciju:izdvajanje suspendovanih materija (bistrenja), vezivanje rastvorenih organskih materija (ROM) u flok i njihovo izdvajanje sa suspenzijama, vezivanje jona metala (Fe, Mn i dr.) i metaloida u flok i jednovremeno uklanjanje iz vodene faze u toku taloženja i filtracije. Za separaciju floka odabran je sistem lamelne taložnice sa visokim efektima iskorišćenja objekta. Postojeći objekat ima samo komoru za brzo mešanje, dve flokulatorske jedinice i dve cevaste taložnice. Predviđeno je poboljšanje tehnologije kroz revitalizaciju opreme i dodavanje novih komora za flokulaciju "Postojeće komore za umirenje pritiska i za doziranje hemikalija" koristiće se kao komora za brzo mešanje. Objekti za flokulaciju i taloženje se moraju pokriti jednom zaštitnom halom. Ovaj objekat „nova zaštitna hala“ biće oko svih objekata za flokulaciju i taloženje i imaće dve galerijske etaže i zaštitni pokrivač preko navedenih objekata.	
	faza izgradnje	postojeći objekat, rekonstrukcija i adaptacija u I, II i III etapi
	spratnost	P
mašinska hala	faza izgradnje	postojeći objekat, rekonstrukcija i adaptacija u I, II i III etapi
	spratnost	P

	gabarit	22,80 x 15,15 m visina 10,90 m
	U ovoj hali se vrši filtracija vode i priprema hemikalija. Zbog promene tehnologije prečišćavanja vode unutrašnji deo objekta se pregrađuje tj. menja se njegova namena površina. Na mestima, gde su čelični filtri, rade se betonski brzi filtri i to dve jedinice sa po dva filtra. U delu hale, gde je sada montirana oprema za pripremu i doziranje hemikalija, ostaje ista namena samo sa proširenjem opreme za doziranje. Hlorno odeljenje zadržava svoj položaj.	
upravno pogonska zgrada	faza izgradnje	postojeći objekat, rekonstrukcija i adaptacija u II i III etapi
	spratnost	P+1
	gabarit	19,15 x 5,50 m visina 6,40 m
	Upravna zgrada ima prizemlje i sprat. U prizemlju se nalazi ulazni hol sa stepeništem, laboratorija sa ostavom, ostava za drva, kotlarnica, mokri čvor kao i prostorija za osoblje iz koje je omogućen ulaz u halu.	
laguna - taložnica	faza izgradnje	II etapa
	dve komore za taloženje	10,50 x 8,50 m dubina 2,40 m
	zatvaračnica	6,64 x 1,50 m dubina 3,20 m
	Lagune je objekat koji se sastoji od dve komore za taloženje i zatvaračnice. Služi za prihvatanje tehnoloških otpadnih voda. Istaloženi mulj se skuplja u najnižem delu taložnika dok se izbistrena voda preliva i odvodi u recipijent ili vraća u proces.	
crpna stanica za recirkulaciju mulja	faza izgradnje	II etapa
	gabarit	2,40 x 2,40 m dubina 4,10 m
	Crpna stanica ima dvostruku namenu. Jedna je recirkulacija mulja iz lamele i flokulatora, i njegovo vraćanje na početak prečišćavanja tj. u brzi mešač. Druga namena je dovod vode sa reke Rasine.	
magacin za hemikalije	faza izgradnje	II etapa
	spratnost	P+1
	gabarit	5,25 x 6,10 m visina 5,55 m
	Služi za smeštaj hemikalija koje se koriste u procesu prečišćavanja.	
Septička jama	faza izgradnje	III etapa
	gabarit	Ø200 L=5,35M, V=6m3

Rezervoar čiste vode	Faza projekta	I etapa-novoprojektovano
	zapremina	
	gabarit	Komora nepravilnog oblika 12,20mx13,10m
		Zatvaračnica 3,20mx3,0m
	Namena objekta je izravnjanje neravnomernosti potrošnje vode, obezbeđenje rezervne zapremine vode u slučaju nepredviđenih prekida u snabdevanju vode, obezbeđenje rezervnih količina vode za gašenje požara	

Sastavila:

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



Ivana Đurić



3.7. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA



3.8. PRILOG 10

I SADRŽAJ IDEJNOG REŠENJA ZA OBJEKTE ZA KOJE SE PRIBAVLJAJU VODNI USLOVI

Naziv, vrsta i namena objekta

1. NAZIV OBJEKTA

Rekonstrukcija i proširenje postrojenja za prečišćavanje vode u Mitrovom Polju koje je u sklopu vodovodnog sistema Aleksandrovcia i njegovih prigradskih naselja – Željinski vodovodni sistem.

2. VRSTA OBJEKTA

Građevinski objekat sa nadzemnim i podzemnim objektima, hidromašinskom i elektromašinskom opremom i neophodnim radovima na uređenju terena.

3. NAMENA OBJEKTA

Ovaj objekat je namenjen za prečišćavanje rešne i izvorske vode sa izvorišta predviđenih za vodosnabdevanje ovog regiona.

Postrojenje za prečišćavanje vode u Mitrovom polju građeno je u periodu 1980 -1981. i od tada je u eksploataciji. Pre toga vodu za piće je Aleksandrovac dobija samo iz izvorišta. Ova voda se gravitaciono dovodila do prekidne komore koja se nalazi u krugu postrojenja. Ona je služila za dezinfekciju vode natrijum – hiperhloritom. Sada je ova komora napuštena i nema nikakvu funkciju u prečišćavanju vode.

U krugu postrojenja nalazi se trobroda hala, upravna zgrada, bunar IEBA1, dizel agregat, flokulator i magacin hemikalija.

Izrađeno postrojenje za prečišćavanje vode je kapaciteta 288m³/h ili 72 l/s čiste vode i sastoji se iz dve simetrične jedinice, svaka kapaciteta 144 m³/h. Osnovni objekti postrojenja su cevaste taložnice (konstrukcije MIN-Niš) i automatski peščani filtri (konstrukcija "Janko Lisjak" Beograd). Tu je još i komora za flokulaciju, tj. mešanje vode i flokulanata, kao i stanica za hlorisanje gasnim hlorom.

Pošto se kvalitet sirove vode stalno pogoršava predviđena tehnologija i ugrađena oprema ne daje zadovoljavajuće rezultate u prečišćavanju sirove vode.

Iz navedenog razloga godine 2012 je urađen projekat za rekonstrukciju i dogradnju PPV „Mitrovo Poje“ od strane preduzeća za hidrotehniku „Vodotehnika“ iz Beograda. Na osnovu detaljne analize kvaliteta sirove vode i eksperimentalnih proba na postojećem postrojenju predloženo je rešenje sa unapređenom tehnologijom i neophodnom rekonstrukcijom i dogradnjom postojećih objekata i opreme.

Međutim, Investitor je pre dve godine zamenio postojeća dva samoispirajuća filtera novim prokromskim, što je uslovalo preprojektovanje navedene dokumentacije i prilagođavanje novonastaloj situaciji.

Osnovna namena ovog objekta je rekonstrukcija i proširenje postojećeg objekta za prečišćavanje vode u cilju povećanja kapaciteta od 72 do 120l/s i ugradnju nove opreme u svemu prema zahtevima savremene tehnologije.

Opis načina zahvata vode sa planiranim količinama

Godine 2003 urađena je „Studija o raspoloživim količinama vode za vodosnabdevanje Aleksandrovca i njegove okoline u sklopu Željinskog vodovoda“ od strane preduzeća „Vodotehnika“ iz Beograda. Kroz ovu studiju su obrađene raspoložive količine vode sa postojećih i budućih perspektivnih izvorišta, na osnovu kojih su dobijeni Vodni uslovi.

Pošto se sada traže lokacijski uslovi za rekonstrukciju i dogradnju PPV „Mitrovo Polje“, koja predviđaju i nove vodne uslove, za navedenu dokumentaciju, ovde dajemo kratak izvod iz navedene dokumentacije, koja se odnosi isključivo na količine raspoložive vode.

Navedena studija ima sledeća poglavlja:

- **Elaborat o istraživanjima podzemnih voda u Mitrovom Polju u cilju proširenja izvorišta vodosnabdevanja**
- **Izveštaj o geofizičkim istraživanjima za izgradnju novog izvorišta podzemnih voda i**
- **Hidrološke proračune – procena malih voda Petnjice, Vranjuše, Rogavske reke i Rasine, koji je uradio Republički hidrometeorološki zavod Srbije godine 2001.**

Na osnovu prethodnih merenja i proračuna zaključeno je sledeće:

1. **Ukupan kapacitet postojećih izvorišta Željinskog vodovoda su:**
 - **Glavno vrelo je "Vrelo I" koje se nalazi u zoni kristalastih škriljaca na levoj obali Rogovske reke i njegova izdašnost varira od 10 do 30 l/s.**
 - **U blizini ovog vrela je kaptiran manji izvor "Vrelo II", na desnoj strani Rogovske reke, čija maksimalna izdašnost iznosi oko 1,50 l/s, što je zanemarljivo za vodosnabdevanje. Ova voda je uključena u "Vrelo I"**
 - **Treći izvor je u zaseoku Gočani, oko 1,50 km od "Vrela I" (Rogavsko vrelo), sa izdašnošću 5,0-15,0 l/s.**
 - **Dopuna vode za vodosnabdevanje stanovništva i industrije Aleksandrovca i njegove okoline se vrši iz vodozahvata na reci Vranjuši i to u količini od 30 do 40 l/s (max 50 l/s).**
2. **Može se zaključiti da postojeće količine vode se kreću u granicama između 45,0 i 95,0 l/s, od čega je izvorska voda 15-45 l/s, a rečna od 30 do 50 l/s. postojeći vodovod je u eksploataciji već više od 20 godina i nikad do sada količina sirove vode nije pala ispod 80-90 l/s, bez obzira što su računске vrednosti manje od ove.**
3. **Kao potencijalna izvorišta su analizirana:**
 - a) **podzemna izdan tj. Rezerve vode u krečnjacima**
 - b) **rečni tokovi koji nisu zahvaćeni postojećim kapacitetima**

Podzemna izdan je detaljno analizirana i zaključak je da se iz postojećeg novoizgrađenog bunara IEBA-1 može dobiti samo oko 2-3 l/s jako kvalitetne vode; iz postojećeg bunara kod bazena za kupanje oko 5-6 l/s i iz izvora kod Ribnjaka oko 7-15 l/s. Pored ovog je zaključeno da sa ovog područja može dobiti još podzemne vode ali uz prethodno sprovedene detaljne istražne radove. Pošto se voda iz bunara kod bazena koristi za potrebe bazena a deo vode sa izvora kod Ribnjaka za potrebe Ribnjaka. Možemo zaključiti da se sa ovih izvorišta može dobiti 10-20 l/s ali uz

dodatne istražne radove. U ovoj analizi zadržaćemo se na minimalnu količinu vode od 10 l/s i to 3,0 l/s iz bunara IEBA-1 i oko 7,0 l/s sa izvora Ribnjak.

Rečni tokovi, koji formiraju reku Rasinu su detaljno analizirani i dobijeni su sledeći rezultati:

1. Rasina	74-104 l/s
2. Rogavska reka	19-27 l/s
3. Vranjuša	15-21 l/s
4. Petnjica	11-15 l/s

Reka Vranjuša je zahvaćena i odvod sirove vode može da garantuje do 50 l/s.

Deo vode Rogavska reke (oko 10 l/s) se može preusmeriti u ponor koji je u direktnoj vezi sa Rogovskim vrelom. Na ovaj način se može kapacitet "Vrela II" povećati na 10-45 l/s tj. za 5-10 l/s preko zahvaćenih količina vode.

Iz Rasine se može uzeti 30-40 l/s rečne vode direktno iz reke ili preko drena postavljenog u reci.

Bilans novih količina vode je:

a) podzemna voda	10 l/s
b) površinski tokovi	
- Rogavska reka	5-10 l/s
- Petnjica	10-20 l/s
- Rasina	30-40 l/s
Ukupno:	45-70 l/s

Ako se ovome dodaju postojeće zahvaćene vode u količini od 45-95 l/s mozemo da zaključimo:

Minimalne raspoložive količine vode za vodosnabdevanje su 90-100 l/s,a objekte dimenzionišemo na 120 l/s. Kao rezervno izvoriste se može uzeti rečni tok Zagrze sa oko 20 l/s sirove vode.

Na ovom vodotoku, kod Mitrovog polja, je minimalan protok od 15 l/s (HMZ Srbije).

BILANS ZAHVAĆENIH VODA

a)Postojeći zahvati:

1. Vrelo I	10,0 do 30,0 l/s
2. Vrelo "Gočani"	5,0 do 15,0 l/s
3. Zahvat na reci Vranjuši	30,0 do 50,0 l/s
Ukupno	45,0 do 95,0 l/s

b) Novi zahvati:

1. Podzemne vode	5,0 do 10,0 l/s
2. Rogavska reka - ponor	5-10 l/s
3. Rasina	30,0 do 40,0 l/s
4. Reka Petnjica	10,0 do 20,0 l/s
Ukupno	50,0 do 80,0 l/s

c) Rezervno izvoriste

1. Reka Zagrza	20,0 l/s
-----------------------	-----------------

Može se zaključiti da izvorišta na području Mitrovog polja mogu obezbediti u 95% vremenskog perioda količinu sirove vode od 120,0 l/s i više, a samo izuzetno (u ekstremnim slučajevima) do 100 l/s. Sva izvorišta biće stalna dok će zahvati na reci Rasini biti povremenog karaktera i služiće za dopunu sistema kad ostala izvorišta budu u minimumu.

ZAKLJUČAK:

1. U toku 1994.god. urađen je projekat vodozahvata na Strmičkom potoku i njegovo uključanje u postojeći sistem dovoda sirove vode. Dokumentacija je urađena od strane RO "Prokuplje projekt" iz Prokuplja. Na Strmičkom potoku postoji "ponor" koji je udaljen oko 800 m od izvora "Vrelo I" i koji je u direktnoj vezi sa ovim izvorom. Ovo je eksperimentalno dokazao "Geozavod" iz Beograda. Uzvodno od "ponora" projektovana je brana u samom koritu reke, visine oko 2,5 m sa zadatkom da rečnu vodu jednim delom usmeri u navedenu komoru. Na ovaj način se može povećati kapacitet izvora "Vrelo I" za 5-10 l/s. Međutim, meštani sela Rogavčina ne dozvoljavaju da se ova usmeri u ponor, pa ostaje na opštini da reši ovaj spor. Naravno ne sme se odustati od ove količine vode za vodosnabdevanje naselja.

Znači, količina vode na izvoru "Vrelo I" se povećava za dodatnih 10 l/s tako da je njena minimalna izdašnost $Q_{min}=20$ l/s.

2. Uključenjem bunara IEBA-1 i dela izvora kod Ribnjaka dobija se dodatnih još 10 l/s.
3. Reka Rasina ima znatne količine vode koje su procenjene na profilu "Mitrovo polje".

$$Q_{sr}=754 \text{ l/s}$$

$$Q_{30 \text{ dana } 80\%}=104 \text{ l/s}$$

$$Q_{30 \text{ dana } 95\%}=74 \text{ l/s}$$

Znači, od vodotoka se može uzeti 30 do 40 l/s rečne vode, bez posledica na biološki minimum koji se mora obezbediti. Pošto voda ide na prečišćavanje ona se može zahvatati direktno iz reke ili preko drena što dalje faze projektovanja treba da definišu. Kvalitet vode je isti kao i na zahvatu "Vranjuša", jer je slivno područje slično po vegetaciji i ostalim karakteristikama.

4. Kao rezervno izvorište se predlaže reka Zagrža sa zahvatanjem dodatnih 15-20 l/s ako se u toku eksploatacije ukaže potreba za dodatnom vodom.
5. U toku 2012 godine urađen je "Elaborat o rezervama podzemnih voda izvorišta Mitrovo Polje" od strane preduzeća "Izdan"d.o.o. iz Beograda. Rezerve podzemnih voda su odobrene od strane nadležnog Ministarstva.

Prema ovoj Studiji reserve podzemnih izvorskih voda su:

- "Veliko Vrelo" 23,9 l/s
- "Gočani" 8,1 l/s
- "Izvor Ribnjak" 10,0 l/s
- Bunar IEB-1 1,0 l/s

Ukupno 43,0l/s

“Izvor Ribnjak” se koristi za potrebe Ribnjaka i on je u vlasništvu privrednog subjekta in a njega ne treba računati u ovoj fazi eksploatacije podzemnih voda. Raspoložive količine podzemnih voda su minimalno $Q=33,0l/s$.

6. Količine vode koje će dolaziti na PPV Mitrovo Polje su:

Izvorišta podzemne vode:

- Postojeći zahvati 15-45l/s
- Izvor Ribnjak 5-10l/s
- Ukupno 20-55l/s**

Površinske vode:

- Zahvat Vranjuša 30-50l/s
- Zahvat Petnica 10-20l/s
- Reka Rasina 30-40l/s
- Ukupno 70-110l/s**
- Sve ukupno 90-165l/s.**

7. Za dimenzionisanje PPV Mitrovo Polje usvajamo:

- Izvorska voda 30l/s
- Rečna voda 90l/s
- Ukupno 120l/s**

NAPOMENA:

Ovom projektnom dokumentacijom se ne obrađuju novi zahvati na proširenju izvorišta već samo rekonstrukcija i proširenje PPV Mitrovo Polje na kapacitet od 120l/s.

Podatak o kvalitetu zahvaćene vode (rezultati ispitivanja vode)

Tokom eksploatacije postrojenja za prečišćavanje vode za piće u Mitrovom Polju sve vreme se prati kvalitet sirove i prečišćene vode. Naravno, ovo se realizuje sa raspoloživom opremom te je to ograničeno na skroman broj osnovnih parametara sastava vode. Stoga je za potrebe ove analize vezane za unapređenje prečišćavanja, količine i kvaliteta vode za piće sa ovog postrojenja izvršen jedan set dopunskih analiza. U jednokratnom uzorkovanju sirovih voda površinskih tokova i izvora koji su uključeni u postojeće kao i planirano zahvatanje analiziran je širi spektar parametara kvaliteta koji odgovara proširenoj, odnosno velikoj analizi kod analize kvaliteta vode reke Rasine na lokaciji postrojenja.

Iz postojećih i novih, kompletnijih analiza sirovih voda zaključuje se da se ovde radi o izvorištima sa veoma malim antropogenim uticajem, ali i povoljnim prirodnim faktorima za formiranje prirodnih voda sa malim organskim opterećenjem. Iz Elaborata o istraživanjima podzemnih i izvorskih voda u Mitrovom Polju evidentno je da se površinski tokovi sa veoma malom mineralizacijom reda tri puta manjom od izvorskih voda. Ovaj podatak je od interesa kako za prečišćavanje ova dva tipa

sirovih voda tako i za obezbeđenje stabilnosti sastava i uticaja prečišćene vode na elemente sistema.

Iako sa značajnim brojem podataka osnovnih parametara kvaliteta ipak se ne može imati pouzdana informacija o maksimalnim opterećenjima suspendovanim materijama, mutnoćom, te u vezi sa tim je i pitanje projektovanja i izvođenja. Ovo se posebno odnosi na problem mućenja Vrela 1, budući da je usvojena varijanta isključivanja tretmana vode vrela kroz faze koagulacije i separacije floka u taložnici što daje neke ekonomske prednosti, ali ostavlja i mogućnost nepoželjnih iznenađenja. Shodno tome u nastavku radova na unapređenju radova na unapređenju vodosnadbavanja na ovom sistemu potrebno je intenzivirati prikupljanje podataka o stanju i promenama sastava prirodnih voda postojećih i planiranih vodozahvata.

Sa problematikom istraživanja stanja i promena sastava sirovih voda tesno je vezan i problem prečišćavanja posebno faze koagulacije i separacije floka budući da je ovo osnovna, najvažnija, faza ukupnog prečišćavanja na klasičnim sistemima. Konstantovano je da ovaj proces nije pod odgovarajućom kontrolom, odnosno da se u postojećim uslovima opremljenosti na postrojenju i ne može raditi na optimizaciji procesa koagulacije. Kako je neophodno obezbediti kontinualno vođenje procesa efikasne koagulacije koji treba da obezbedi i uslove efikasne separacije floka u taložnici to se ovi procesi moraju blagovremeno definisati u laboratorijskim uslovima. Budući da se ovde radi o sirovim vodama male jonske jačine a sa tim i otežanom kontrolom pH ovo je jako osetljiv segment ukupnog procesa koagulacije i separacije floka, ali i obezbeđenja povoljnog rezidualnog Al u vodi za piće.

Shodno ovim činjenicama jednovremeno sa intenziviranjem kontrole sastava sirovih voda fenomenu koagulacije mora se posvetiti posebna pažnja. Za efikasno vođenje ovog procesa u nastavku je neophodno obezbediti odgovarajuću opremu. Na postrojenju postoji stari tip jar testa koji ne može poslužiti ovoj nameni, pa se kao prvi zadatak postavlja nabavka jar test aparature na kojoj se mogu modelirati uslovi mešanja na uređaju. Jednovremeno se mora obezbediti analitička kontrola procesa, merenje mutnoće, pH, koncentracije rastvorenog Al. Kad se utvrde uslovi optimalne koagulacije u karakterističnim stanjima sirovih voda: doze koagulanata, pH vrednost, uslovi mešanja, formiranje i karakteristike floka posebno taložljivost i na kraju efekti prečišćavanja u laboratorijskim uslovima može se bezbedno voditi i proces prečišćavanja na postrojenju.

Za potrebe snabdevanja vodom Aleksandrovca i njegove okoline potrebno je obezbediti ko 120-150 l/s pitke vode. Iz sistema Čelije sada se obezbeđuje oko 35 l/s vode, što znači da se iz "Željinskog vodovoda" mora obezbediti preostalih 85-120 l/s vode. Ovo rešenje se sada pojavljuje kao "Prelazno rešenje" i ono zahteva određenja studijska razmatranja celog sistema. Razmatraja su sledeći problemi:

- a) Obezbediti dodatnu količinu sirove vode u blizini postojećih zahvata
- b) Uraditi rekonstrukciju i dogradnju postrojenja za povećani kapacitet od oko 120 l/s vode

- c) Uraditi određene intervencije na gravitacionom odvodu $\phi 300$ mm za Aleksandrovac radi povećanja protoka vode.
- d) Uraditi detaljnu analizu distributivnog sistema sa predlogom rešenja.

Proširenje izvorišta obuhvata: Zahvatanje vode sa potoka Petnjica u količini od 10 do 20 l/s; usmeravanje Rogovske reke u "ponor" čime se dobija dodatnih 10 l/s; zahvatanje vode iz Rasine u količini od 30 do 40 l/s; i uključanje podzemne vode u bunar IEBA-1 sa 4,0 l/s i dela izvorske vode (oko 6 l/s) sa izvora kod Ribnjaka. Rezervno izvorište je sa oko 15-20 l/s.

Rekonstrukcija i dogradnja postrojenja za prečišćavanje obuhvata: proširenje postojeće cevaste taložnice za još 60 l/s. Predviđen je lamelasti taložnik sa istosmernim strujanjem.

- Rekonstrukcija filtera obuhvata izradu novog dovodnog cevovoda od taložnika do filtera, zamenu cevi i peska u filteru i dogradnje sabirnog bazena čiste vode
- Ugradnju opreme za doziranje hemikalija
- Komandni centar
- Laboratorijska oprema

Radovi na gravitacionom odvodu $\phi 300$ za Aleksandrovac treba da obezbede povećanje propusne moći cevovoda na 120 l/s vode. U ovoj fazi je predviđena hitna izgradnja crpne stanice CS1, izgradnja prekidne komore PK1 i zamena dela potisnog cevovoda kod crpne stanice, a u kasnijoj fazi i zamena dela gravitacionog cevovoda. Projektna dokumentacija za ove radove je u fazi izrade.

Distributivni sistem Aleksandrovcva obuhvata sanaciju postojećeg rezervoara Radevac izgradnju novog rezervoara za visoku zonu (Vukov do) i nekoliko obilaznih cevovoda za pojačanje dotoka vode u centralne zone naselja i novo izgrađenih perifernih naselja.

NAPOMENA: Pošto se ovom projektnom dokumentacijom obrađuje samo PPV Mitrovo Polje daje se poseban osvrt na rekonstrukciju i proširenje ovog postrojenja.

Podatak o načinu vodosnabdevanja

PPV "Mitrovo polje", koje je sada u eksploataciji je dimenzionisano i može da preradi sirovu vodu od 50 do 80 l/s u zavisnosti od mutnoće i drugog zagađenja u reci. Pri većim mutnoćama rečne vode zahvat na reci Vranjuši se isključuje i koristi samo izvorska voda.

Prema Generalnom projektu vodosnabdevanja Opštine Aleksandrovac i mnogim drugim studijama vezanim za vodosnabdevanje usvojeno je rešenje da se ovo postrojenje rekonstruiše i dogradi da može da prerađuje oko 120 l/s sirove vode, koliko je potrebno za vodosnabdevanje navedenih potrošača u narednih pet godina.

Postojeći sistem prečišćavanja vode je baziran na sirovoj vodi relativno dobrog kvaliteta, što uslovljava da postrojenje ne može da preradi sirovu vodu veće mutnoće i organskog zagađenja. Znači, rekonstrukcija i dogradnja postrojenja obuhvata

povećanje kapaciteta prerade vode sa 60-70 l/s na 120 l/s i poboljšanje tehnologije prečišćavanja u cilju dobijanja kvalitetne vode za piće.

Kako je već rečeno na postrojenje dolaze dve kvalitetne sirove vode: izvorska i rečna, sa dva cevovoda (Ø300mm rečna voda i Ø200mm izvorska voda).

Usvojena koncepcija i tehnologija prečišćavanja vode uslovljava određena proširenja, dogradnje i rekonstrukcije postojećih objekata.

Izvorska voda, koja dolazi posebnim cevovodom Ø200mm (novoprojektovani cevovod), odlazi direktno na filtriranje i dezinfekciju.

Rečna voda, koja dolazi postojećim cevovodom Ø300mm, ide na kompletan tretman koji obuhvata koagulaciju, flokulaciju, doziranje hemikalija i taloženje vode (mehanički tretman), filtriranje i dezinfekciju čiste vode. Sirova voda dolazi u komoru za brzo mešanje (postojeći objekat) gde se vrši doziranje hemikalija (koagulant). Nakon toga voda ide u I i II stepen flokulacije (novoprojektovani objekti) a zatim u III stepen flokulacije (postojeći objekat). Nakon ove pripreme voda ide na taloženje. Postojeći cevasti taložnik se rekonstruiše "lamela taložnik" čime se povećava kapacitet od 60 na 90 l/s. Predviđena je, eventualno, i recirkulacija mulja.

Izbistrena voda zatim odlazi na filtraciju. Umesto postojećih čeličnih filtera, koji su dotrajali i imaju slabe efekte bistrenja vode, se grade novi brzi betonski filteri. Oni će se izgraditi na mesto postojećih čeličnih samoispirajućih filtera. Predviđene su četiri filterske jedinice u paru po po dve sa rezervoarom čiste vode ispod njih. Filteri će biti površine 20m² svaki, i svaki će bistrirati oko 30 l/s. U zavisnosti od količine sirove vode, da li je rečna ili izvorska, filteri će biti primenjivani. Kod normalnog rada (60 l/s izvorska i 60 l/s rečne vode) biće za svaku vodu uključeno po dva filtera, a za slučaj korišćenja rečne vode od 90 l/s za rečnu vodu će se koristiti tri filtera, a za izvorsku samo jedan.

Nakon bistrenja vrši se dezinfekcija vode gasnim hlorom u rezervoaru jedne jedinice. filtera (dva filtera). Ostali rezervoarski prostor biće nehlorisana voda koja se koristi za pranje filtera.

Pranje filtera biće sa vodom i vazduhom. Prljava voda iz "lamelnog taložnika" i od pranja filtera se usmerava na taložnice (novoprojektovani objekat) gde se prljava voda, nakon taloženja, vraća u proces (u brzi mešač), a mulj odvodi na deponiju. Za ovaj slučaj je projektovana i crpna stanica sa muljnim pumpama, koja ima namenu, pored prepumpavanja prelivne vode, i za eventualnu recirkulaciju mulja i za prepumpavanje rečne vode Rasine u sistem prečišćavanja. Prepumpavanje vode reke Rasine se predviđa samo u izuzetno ekstremnim slučajevima kada nema dovoljno vode na ostalim izvorštima.

Na odvodu čiste vode je projektovan i merač protoka čiste vode Ø300mm, a za otpadne vode septička vodonepropusna jama koja će se povremeno prazniti sa za to namenjenim cisternama..

Prostorija, gde su smešteni čelični filteri, se rekonstruiše i prilagođava novom postupku prečišćavanja.

Administrativno pogonska zgrada se delimično adaptira novim uslovima. Formiraju se prostorije za laboratoriju, komandni centar, trpezarija i slično.

Nakon tretmana na PPV "Mitrovo polje" voda se gravitacionim cevovodom uglavnom prečnika DN300 mm i ukupne dužine oko 19 km transportuje do distribucionog rezervoara u Aleksandrovcu zvanog "Kaludjerka", s'tim što je obezbedjeno priključenje na vodovodni sistem i usputnih seoskih naselja.

Karakteristike infrastrukture (vrsta, prečnik, dužina...), detaljniji opis objekata koji su u funkciji predmetne infrastrukture i predlog tehničkih rešenja za postavljanje infrastrukture na vodnom zemljištu;

Detaljan opis je dat u Tekstualnoj dokumentaciji ovog projekta.

Grafički prilozi: preglednu kartu, situacioni prikaz svih postojećih i planiranih objekata (sa legendom), sa pratećom infrastrukturom (naročito vodovoda i kanalizacije) ili objekata i infrastrukture koja je predmet zahteva, a nalaziće u zoni vodnih objekata i vodotokova (vodozahvati, ulivne i izlivne građevine, produktovodi, TT i optički kablovi, elektrovodovi i sl.), u odgovarajućoj razmeri, na katastarskoj podlozi i dr.

Ovi prilozi su dati u Grafičkoj dokumentaciji ovog projekta.

ETAPE IZGRADNJE

1. Prva etapa izgradnje

a) Razdvajanje sirove vode sa ugradnjom merača protoka

Dovod sirove vode

Sirova voda dolazi na postrojenje sa dva cevovoda i to:

- Postojeći cevovod $\varnothing 300\text{mm}$ dovodiće samo rečnu vodu sa postojećeg i novog zahvata na reci Petici, i od šahta regulacionih ventila do postojećeg šahta 1 biće zamenjena sa novom cevi.
- Predviđa se novi cevovod $\varnothing 200\text{mm}$ za dovod isključivo izvorskih voda sa izvora "Goleš" i "Vrelo". Ovaj cevovod preskače fazu mehaničkog tretmana i direktno se priključuje na filtere.
- Ukoliko bude bilo potrebe, predviđa se novi zahvat na reci Rasini koji će ovu vodu dovoditi do crpne stanice a zatim je puštati na razdelni toranj. Predviđen je PEHD cevovod $\varnothing 200\text{mm}$, kao i cevovod koji će dovoditi vodu sa izvora "prečnika $\varnothing 100\text{mm}$, voda će se dalje prepumpavati do cevi koja dovodi vodu sa izvora "Goleš" i "Vrelo".

Objekti za merenje i regulaciju dotoka rečne i izvorske vode $\varnothing 300\text{mm}$ i $\varnothing 200\text{mm}$ su postavljeni na trasi dovodnih cevovoda a u samom krugu postrojenja. Pošto imamo dva cevovoda nije bilo neophodno predvideti "bajpas".

Regulacija protoka se obavlja preko elektromotornih ventila koji su postavljeni u šahtu »regulacionog ventila«, a signale prima od merača protoka koji se nalazi u šahtu »merača protoka«.

b) Rekonstrukcija razdelnog šahta u šaht za brzo mešanje **Rekonstrukcija komore za brzo mešanje**

U ovoj fazi izgradnje se predviđa rekonstrukcija komore za brzo mešanje. Pošto zapremina komore ne zadovoljava potrebe za predloženo tehnološko rešenje predviđamo da se razruši unutrašnji pregradni zid i ugradi nova komora od čeličnog prokromskog lima veće zapremine. Ovaj deo je obrađen kroz mašinski projekat. U ovoj fazi se predviđa i ojačanje vertikalnog stuba ovog bazena sa betoniranjem zaštitnog sloja oko postojećeg stuba debljine 20cm. on će armaturom biti povezan sa postojećim objektom.

c) Izgradnja komora za I i II-gi stepen flokulacije

Pre početka izgradnje novog objekta, predviđenog za bazene za flokulaciju, vrši se rušenje postojećeg stepeništa, sa stepenicama od armiranog betona. Ovi bazeni se kriste za I i II stepen flokulacije, dok je III stepen predviđen na mestu postojećeg objekta predviđenog za flokulaciju.

Projektom su definisana tri bazena, dimenzija 2,0 x 2,0 i dubine 5,5m. U srednjem bazenu nalaze se odgovarajući mešači za I stepen flokulacije, dok se u druga dva nalaze odgovarajući mešači za II stepen flokulacije.

Ovi bazeni biće od armiranog betona MB30, čiji su spoljašnji zidovi debljine $d=30\text{cm}$, a unutrašnji $d=25\text{cm}$ i izvode se do visine od 5,5m i to sve u odgovarajućoj oplati.

Sa unutrašnje strane zidovi se premazuju penetratom za pitke vode, u svemu prema uputstvu proizvođača i važećim tehničkim uslovima za ovu vrstu radova.

Sa spoljsne strane bazeni će biti obloženi keramičkim pločicama prve klase.

Prilikom betoniranja posebno treba voditi računa o ugradnji prodora cevi.

d) Rekonstrukcija postojećeg objekta (desna strana) u III-ći stepen flokulacije i lamelnu taložnicu

Pošto se predviđa kompletna rekonstrukcija postojećeg objekta "flokulator i taložnica" u lamelnu taložnicu predviđeni su radovi koji će se realizovati kroz I-vu i II-gu fazu izgradnje. U prvoj etapi se rekonstruiše samo jedna polovina ovog objekta (desna jedinica) i prilagođava ugradnja lamella i prelivnih kanala. Prva komora ovog objekta je flokulator sa sporom horizontalnom flokulatorskom mešalicom.

Kako je ovaj objekat više od 20 godina u eksploataciji površine betona koje su u dodiru sa vodom su dosta propale i sa oštećenjima (odgoljena armature). Predviđa se demontaža postojeće flokulatorske mešalice i sanacija zidova ove komore.

Nakon sanacije zidovi se premazuju penetratima u dva sloja u svemu prema uputstvima proizvođača penetrate.

Iz taložnice se takođe vode ugrađeni cevasti moduli i prelivni kanali, nakon čega se vrši sanacija zidova i dna bazena. Kao zaštitni sloj biće penetrati sa pripremnim i završnim slojem. Sanacija podrazumeva i odgovarajuće radove na sabirnim kanalima izbistrene vode.

Jedinica za koagulaciju i flokulaciju obuhvata prvi deo objekta sa instalisanim mešalicama, zatvaračima i cevnom vezama. Osnovna uloga ove jedinice je priprema vode za proces taloženja u lamelarnom taložniku.

Usvojen je postupak unapređene koagulacije koji sadrži faze destabilizacije postojećih flokula u sirovoj vodi sa jednovremenim efikasnim mešanjem koagulanata da bi se potom uz smanjeni intenzitet mešanja formirale micle i oformio flok pogodan za separaciju iz vodene mase.

Jedinicu za koagulaciju čine:

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

Ovaj deo objekta je podeljen na dve simetrične polovine kapaciteta po 45-50 l/s kako bi se omogućio fazno izvođenje radova.

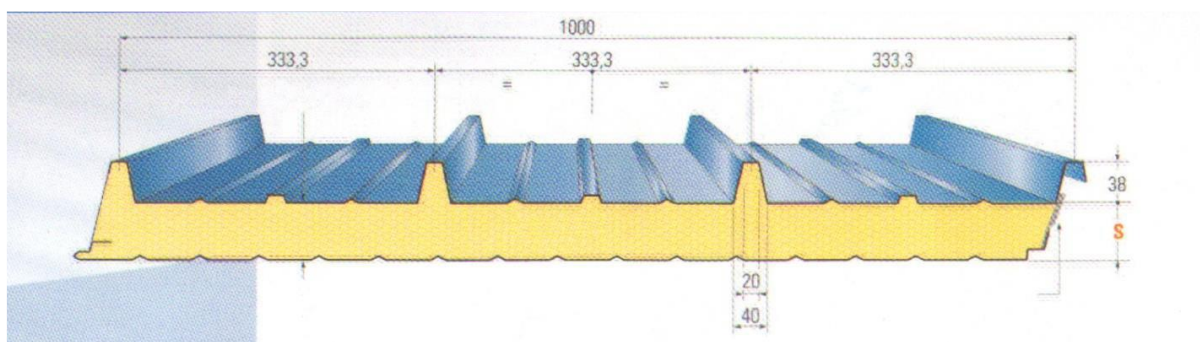
e) Sanacija filterske hale

U ovoj etapi najveći deo rekonstrukcije se odnosi na fasadne i krovopokrivačke radove. Postojeći prozori kao i staklene prizme između njih se uklanjaju. Na mestima postojećih prozorskih otvora predviđena su nova između fasadnih panela.

Pošto je krovna konstrukcija, odnosno pokrivač, neodgovarajuće urađena predviđeno je prepokrivanje iste sa sendvič panelima i termičkom izolacijom.

Krovna konstrukcija je metalna, rožnjače su od profila [80, rožnjače se oslanjaju na dvovodne krovne rešetke koje su takođe od metalnih profila, sa R ispunom od punog profila. Raspon je 15m. Nagibi pojaseva su pod nagibom od 10% koje se sučeljavaju u slemenu hale i čine dvovodni krov. Krovne rešetke se oslanjaju o AB grede, a AB grede o AB stubove koji su temeljeni na temeljima samcima. U konstruktivnom pogledu krovnu rešetku treba ojačati tako što se udvostučuju dve pritisnute dijagonale u sredini nosača. Sve elemente krovne rešetke treba vizuelno pregledati i sve eventualne korozije sanirati, zaštititi antikorozivnim premazima i ofarbati.

Na postojeće krovne rešetke se postavlja krovni pokrivač od termoizolacionih krovnih panela d=10+4cm. Obložen je pocinkovanim plastificiranim limom sa spoljne strane d=0,5-0,75mm a sa spoljašnje d=0,4-0,5mm.



f) Rezervoar čiste vode

Pošto na PPV "Mitrovo Polje" nema rezervoara čiste vode, mi smo predvideli da se još u prvoj etapi izgradi ovaj objekat, jer je on neophodan za pravilno funkcionisanje rada postrojenja.

Pošto je prostor postrojenja dosta skučen, a nema mogućnosti njegovog proširenja, isprojektovani smo rezervoar nepravilnog oblika površine oko 150m² i

dubine 8,0m ($V=750\text{m}^3$). Veći rezervoar nije bilo moguće predvideti na ovom prostoru. Ispred rezervoara biće zatvaračnica dimenzija $3,0 \times 5,0\text{m}^2$ koja će biti spojena sa filterskom halom toplom vezom. Rezervoar je armirano betonski objekat sa debljinom zidova 30cm. Sa dva noseća stuba unutar komore. Pošto nema mogućnosti da se ovaj objekat zatrpa (on je polu ukopan) zidovi će biti termički izolovan sa zaštitom oblatom od opeke. Gornja ploča će biti pokrivena zemljom debljine oko 80cm.

2. Druga etapa izgradnje

a) Rekonstrukcija i adaptacija druge jedinice postojećeg flokulatora i cevaste taložnice

Detaljan opis ovih radova je dat u prethodnom poglavlju.

b) Izgradnja objekta za tretman mulja Laguna – taložnica

Lagune je objekat koji se sastoji od dve komore za taloženje i zatvaračnice. Služi za prihvatanje tehnoloških otpadnih voda. Istaloženi mulj se skuplja u najnižem delu taložnika dok se izbistrena voda preliva i odvodi u recipijent ili vraća u proces. Komore za taloženje su armirano betonske građevine čija je debljina spoljnog zida $d=25\text{cm}$, pregradnog zida $d=20\text{cm}$, a dna $d=30\text{cm}$, i svi elementi se izводе od armiranog betona MB30, marke vodonepropustljivosti V6, dok se kosina u prihvatnom kanalu izводи od nearmiranog betona MB15.

Lagune su gabarita $10,50 \times 8,50\text{m}^2$ i dubine 2,40m.

Iz lamelnarnog taložnika i flokulatora su predviđeni ispusti mulja koji će se u slučaju potrebe sistemom zatvarača ispustiti u crpnu stanicu, i odatle prepumpati na početak procesa u brzi mešač. Istaložena voda iz lagune će biti vraćena u proces prečišćavanja ukoliko nedostaje voda iz izvorišta. Dovod iz taložnice je gravitacioni DN 250.

c) Rekonstrukcija i dogradnja postojećeg administrativnog objekta

Upravna zgrada ima prizemlje i sprat. Noseći elementi su stubovi i grede $25 \times 25\text{cm}$. Ispuna je blok pregradni zidovi su 12cm. Zgrada se oslanja na trakaste temelje od armiranog betona i sa jednom dužom stranom se naslanja na halu.

Konstrukcija krova upravne zgrade je od čeličnih INP18 nosača a obloga je profilisani lim (kao na hali). U III fazi se predviđa zamena limenog pokrivača i na postojeće krovne nosače se postavlja krovni pokrivač od termoizolacionih krovnih panela $d=10+4\text{cm}$ (kao na hali). Obložen je pocinkovanim plastificiranim limom sa spoljne strane $d=0,5-0,75\text{mm}$ a sa spoljašnje $d=0,4-0,5\text{mm}$.

U prizemlju se nalazi ulazni hol sa stepeništem, laboratorija sa ostavom, ostava za drva, kotlarnica, mokri čvor kao i prostorija za osoblje iz koje je omogućen ulaz u halu. Obrada poda u hodniku je teraco a u ostalim prostorijama beton i keramičke pločice.

U ovoj fazi se vrši prenamena prostorija kojom se omogućava lakši rad i boravak osoblju. Tako da laboratorija postaje biološka laboratorija, a ostava u koju se ulazilo iz laboratorije. Prostorija za skladištenje drva postaje hemijska laboratorija i

omogućava se ulaz iz biološke laboratorije. Prolaz ka kotlarnici se zatvara. U prostoriji za osoblje otvaraju se vrata ka hali za vezu između hale i prizemlja upravne zgrade a sa druge strane vrata se izmeštaju do mokrog čvora. da bi se dobilo dovoljno mesta na kraju hodnika i ispod stepeništa za novu ostavu za garderobu. Mokrom čvoru se menja keramika i sanitarije i tako daje lepši i moderniji izgled.

Postojeće prostorije na spratu su hodnik sa stepeništem, dve kancelarije sa hodnikom koji ih povezuje, čajna kuhinja kao i svlačionica. U svim prostorijama je linoleum osim u hodniku sa stepeništem gde je teraco i kuhinje gde su keramičke pločice.

Radi lakše organizacije posla i prijatnijeg boravka jedna od kancelarija postaje komandna prostorija i kao takva jedna od bitnijih u fabrici iz koje se kontroliše čitava procedura prerade vode i funkcionisanje celog sistema. U svlačionici se zida pregradni zid kojim će se napraviti hodnik za vezu sa halom gde se radi stepenište do kote 677,20 kako bi se ušlo direktno na platformu u hali. Zid između kuhinje i svlačionice se ruši i to postaje jedna prostorija i dobija funkciju kuhinje sa trpezarijom. Vrata se ukidaju i ostaje veza sa ostalim delom upravne zgrade samo preko vrata iz kuhinje. Na istom zidu je fiksni prozor i tako stvara veću povezanost prostorija.

U svim prostorijama se menja podna obloga i postavljaju se keramičke pločice a u laboratorijama kiselo otporne pločice. U hodnicima i na stepeništu se predviđa ugradnja granitnih podnih pločica.

d) TS i dizel agregat

U ovoj etapi je predviđena izgradnja nove TS (250kW) i sanacija postojećeg objekta za dizel agregat sa zamenom istog.

3. Treća etapa izgradnje

a) Pokrivanje flokulatora i taložnika

Pošto se PPV „Mitrovo Polje“ nalazi na nadmorskoj visini preko 650,0 m.n.m. ispod planine Željin, objekti za flokulaciju i taloženje se moraju pokriti jednom pogonskom halom. Ovaj objekat „nova pogonska hala“ biće oko svih objekata za flokulaciju i taloženje i imaće dve galerske etaže i zaštitni pokrivač preko navedenih objekata. Zidovi ovog objekta biće na oko 1,50m od postojećih bazena. Ceo objekat biće ramovska konstrukcija sa pregradnim zidovima od opeke, a gornji deo čelična konstrukcija pokrivena sendvič panelima debljine 80cm, slično kao i postojeći pogonski objekat. U ovoj fazi izgradnje se predviđa izgradnja samo zidova hale bez pokrivanja.

b) Uređenje terena sa unutrašnjim saobraćajnicama

Hidrantska mreža

Predviđena je hidrantska mreža od PEHD100 cevi prečnika Ø110/96,8 PN10 bar, sa hidrantima DN80. Ovi hidranti se koriste za eventualno gašenje požara, ispiranje objekata i zalivanje zelenila. Snabdevanje vodom biće preko internog sistema hidropres koji će u kasnijoj fazi služiti za potiskivanje vode u rezervoar R5. U slučaju potrebe za većom količinom vode predviđeno je povezivanje hidropres

uređaja za miliciju na hidrantsku mrežu, ta veza je predviđena u šahtu vš2. Ukupna dužina hidrantske mreže je 150 m.

Hidranti su nadzemni, locirani uz interne saobraćajnice u krugu PPV, na lokacijama kojima su Obezbeđene protivpožarne i ostale potrebe. Ukupno je predviđeno 6 hidranata.

Na hidrantskoj mreži predviđena su 2 vodovodna šahta:

- vš1 i vš2 unutrašnjih dimenzija 200 x 140 cm

Šahtovi su tipski od AB MB30 V6, čiste visine 180 cm, sa grlom 60 x 60 cm, visine 40 cm. Dno i zidovi šahta su debljine 20 cm, a gornja ploča 15 cm.

Otvor za silazak pokriven je bravarskim poklopcem 60 x 60 cm, a za silazak su previđene penjalice pričvršćene na zid šahta.

Kanalizacija

U sklopu postrojenja postoje objekti koji imaju posadu i sanitarne čvorove. To je upravno pogonski objekat. Na postojećoj kanalizacionoj mreži će se izvršiti pregled i zameniti delovi koji su dotrajali ili nisu u funkciji. Postojeća fekalna kanalizaciona mreža se izliva u septičku jamu.

Kanalizacija je predviđena od PEHD100 cevi prečnika Ø110/96,8 PN10 bar.

Unutrašnje saobraćajnice

Lokacija PPV nalazi se neposredno uz lokalni put Mitrovo Polje - Rogavčevina. U krugu PPV sada postoji asfaltirana saobraćajnica od postojećeg ulaza 1 do montažnog pomoćnog objekta, ali je u lošem stanju, pa se predviđa njena rekonstrukcija istom trasom, uz dodavanje novih internih saobraćajnica i platoa sa tvrdom podlogom. Predviđena je nova saobraćajnica koja će okruživati objekte postrojenja.

Predviđene su interne saobraćajnice i priključne saobraćajnice sa tvrdim kolovozom i lepezama na priključcima na spoljnu saobraćajnicu i raskrsnicama. Postojeći ulaz na PPV (ulaz 1) ostaje da se koristi, dok će se ulaz 2 koristiti samo za saobraćaj.

U krugu PPV predviđen je parking prostor za 3 putnička vozila. Na postrojenje se ulazi preko kolske i posebne pešačke kapije. Postrojenje, odnosno ulaz u postrojenje je pod stalnim fizičkim obezbeđenjem.

Saobraćajnica je obzirom na namenu, konfiguraciju terena i raspoloživi prostor projektovana za jednosmerni tok saobraćaja sa širinom kolovoza od 3,00m.

Putevi i manevarski platoi se rade na nasutoj zemljanoj podlozi na sledeći način:

- Planiranje površine na projektovanu kotu i zbijanje površina terena pneumatskim valjkom. Nasipanje tamponskog sloja od tucanika ili šljunkovitog materijala u debljini od 40 cm uz kontinualno zbijanje pneumatskim valjkom.
- Izrada nosećeg sloja od drobljenog kamenog materijala 0/31,5 mm d=20 cm,
- Izrada bitumeniziranog nosećeg sloja BNS d = 7 cm,
- Izrada habajućeg sloja od asfalt betona AsB d = 3 cm.

Priloženim koordinatama profilnih i elementarnih tačaka kao i kroz situacioni plan i plan obeležavanja dati su elementi za prenošenje podataka sa crteža na teren.

Nivelaciono rešenje

Nivelaciono rešenje je uslovljeno visinskom razlikom početne tačke na postojećem putu i kota koje treba dostići zbog saobraćajnog opsluživanja objekata. Najviša kota saobraćajnice je 674.,0 i pada na dve strane, ka ulazu 1 gde je kota 673,25 i ka ulazu 2 na koti 673,80.

Vertikalni prelomi nivelete su zaobljeni propisanim vertikalnim krivinama.

Odvodnjavanje

Atmosferske vode, sa objekta postrojenja, puta, saobraćajnica, platoa i prostora prihvataju se kanalima i rigolama i podužnim projektovanim padovima odvođe van platoa nivelacije.

Jedan deo vode se odvodi rigolama do kišnog kanala, širine 0,30 m sa kanalskom rešetkom preko zbog prelaska vozila preko njega, i dalje do postojećeg šahta, a drugi deo vode se odvodi rigolama do novoprojektovanog šahta i dalje se voda izliva u reku. Izlivna glava se radi od armiranog betona marke MB30. Odvodna cev DN300 je ubetonirana u zid izlivne glave.

Na mestima ulivanja vode iz rigole u kišni kanal potrebno je oblikovati kanal.

Ograda i kapija

Postrojenje je ograđeno četvorougaoom pocinkovanom pletenom žicom b=2.5mm sa otvorom okca od 50mm visine 1.5m na stubovima od čeličnih cevi $\varnothing 3''$ koji su ubetonirani u tlo na svaka 2m. Stubovi su na vrhu zavareni, minimizirani i obojeni, postavljeni na razmaku od oko 2.5 m, zaliveni u beton oko 50cm. Stubove na uglovima pričvrstiti kosim podupiračima. Po vrhu i po dnu pletene žice, kao i dijagonalno od stuba do stuba, postaviti i zategnuti glatku žicu debljine 3.6 mm. Na 20cm iznad pletene žice postaviti 3 reda bodljikave žice.

Predviđene su tri kapije. Dve na glavnom ulazu i to jedna kolska i jedna pešačka, i jedna kolskana ulazu 2. Kapija je od čeličnih profila, flahova i limova u boji po želji investitora.

Sastavila:

Ivana Đurić, dipl.ing.građ.

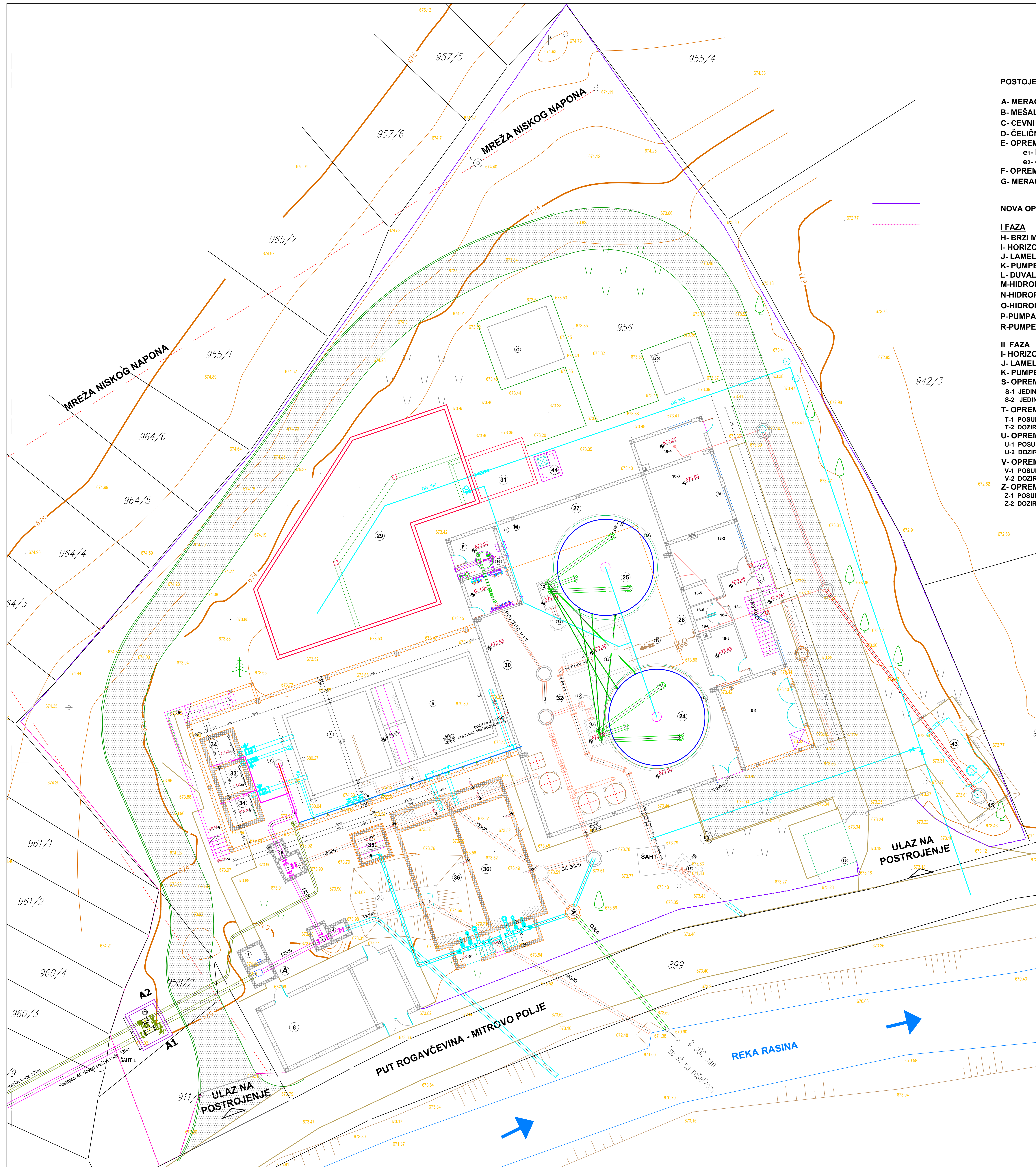
Br.licence:

Ivana Đurić





VODOTEHNIKA d.o.o. - Beograd					
	Naziv projekta		Faza projekta		
	REKONSTRUKCIJA I PROŠIRENJE POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE VODE MITROVO POLJE 3- Projekat hidrotehničkih instalacija		IDR		
	Investitor	Opština Aleksandrovac	Glavni projektant	Ivana Đurić, dipl.građ.ing.	Datum decembar 2019
	Objekat	PPV "Mitrovo polje"	Odgovorni projektant	Ivana Đurić, dipl.građ.ing.	Razmera 1:10 000
	Naziv crteža		Projektant saradnik Gordana Popeski, ing.arh.	Broj crteža	1.



POSTOJEĆA OPREMA:

- A- MERAČ PROTOKA SIROVE VODE
- B- MEŠALICE ZA FLOKULACIJU
- C- CEVNI MODULI (RUŠI SE)
- D- ČELIČNI SAMOISPRAJUĆI FILTRI (RUŠI SE)
- E- OPREMA ZA DOZIRANJE (MENJA SE)
 - e1- bazeni za pripremu hemikalija
 - e2- dozir pumpe
- F- OPREMA ZA DOZIRANJE HLORA (MENJA SE)
- G- MERAČ PROTOKA ČISTE VODE

NOVA OPREMA:

I FAZA

- H- BRZI MEŠAČ
- I- HORIZONTALNA FLOKULACIONA MESALICA
- J- LAMELE OD PROHROMA
- K- PUMPE ZA PRANJE FILTERA
- L- DUVALJKE ZA PRANJE FILTERA
- M-HIDROPRES UREĐAJ
- N-HIDROPRES ZA MILICIJU (IZMEŠTA SE)
- O-HIDROFOR ZA INTERNI VODOVOD (IZMEŠTA SE)
- P-PUMPA ZA INTERNI VODOVOD (IZMEŠTA SE)
- R-PUMPE ZA HOTEL (IZMEŠTA SE)

II FAZA

- I- HORIZONTALNA FLOKULACIONA MESALICA
- J- LAMELE OD PROHROMA
- K- PUMPE ZA PRANJE FILTERA
- S- OPREMA ZA DOZIRANJE POLIELEKTROLITA
 - S-1 JEDINICA ZA PRIPREMU RASTVORA POLIELEKTROLITA
 - S-2 JEDINICA ZA DOZIRANJE POLIELEKTROLITA
- T- OPREMA ZA DOZIRANJE KREČNE VODE
 - T-1 POSUDA ZA PRIPREMU KREČNE VODE
 - T-2 DOZIR PUMPE
- U- OPREMA ZA DOZIRANJE Al₂(SO₄)₃
 - U-1 POSUDA ZA PRIPREMU
 - U-2 DOZIR PUMPE
- V- OPREMA ZA DOZIRANJE KREČNOG MLEKA
 - V-1 POSUDA ZA PRIPREMU
 - V-2 DOZIR PUMPE
- Z- OPREMA ZA DOZIRANJE H₂SO₄
 - Z-1 POSUDA ZA PRIPREMU
 - Z-2 DOZIR PUMPE

POSTOJEĆI OBJEKTI:

- 1. ŠAHT MERAČA PROTOKA SIROVE VODE
- 2. RAZDELNI ŠAHT 1
- 3. ZATVARAČNICA
- 4. RAZDELNI ŠAHT 2
- 5. ŠAHT ZA DOZIRANJE HEMIKALIJA
- 6. SKLADIŠTE HLORA
- 7. BAZEN ZA BRZO MEŠANJE
- 8. KOMORE ZA FLOKULACIJU
- 9. CEVASTA TALOŽNICA
- 10. PRIHVATNI ŠAHTOVI ZA OTPADNE VODE (RUŠI SE)
- 11. FILTERSKA HALA
- 12. PRELIVNO ISPUŠNI ŠAHTOVI (RUŠI SE)
- 13. PRIHVATNI ŠAHTOVI ZA PRILJAVU VODU (RUŠI SE)
- 14. REZERVOAR ZA INTERNI VODOVOD
- 15. POSTOLJA ZA ČELIČNE FILTERE
- 16. PROSTORIJE ZA HLORISANJE
- 17. ŠAHT MERAČA PROTOKA ČISTE VODE (RUŠI SE)
- 18. ADMINISTRATIVNO POGONSKA ZGRADA
 - 18-1 ULAZ SA STEPENIŠTEM
 - 18-2 LABORATORIJA
 - 18-3 OSTAVA ZA DRVA
 - 18-4 KOTLARNICA
 - 18-5 OSTAVA
 - 18-6 WC
 - 18-7 PREDPROSTOR
 - 18-8 PROSTOR ZA OSOBLJE
 - 18-9 MAGACIN ZA HEMIKALIJE
 - 18-10 HODNIK
 - 18-11 PROSTORIJA ZA OSOBLJE
 - 18-12 KOMANDNA PROSTORIJA
 - 18-13 HODNIK
 - 18-14 KUHINJA
 - 18-15 TRPEZARIJA
 - 18-16 PROLAZ ZA HALU
 - 18-17 MAGACIN
- 19. PORTIRNICA
- 20. BUNAR
- 21. DIZEL AGREGAT
- 22. MONTAŽNI POMOĆNI OBJEKAT
- 23. PRELIVNA KOMORA (RUŠI SE)

NOVI OBJEKTI:

- 24. FILTER
- 25. FILTER
- 26. BRZI PEŠČANI FILTRI
- 27. KOMPRESORSKA STANICA
- 28. MAŠINSKA SALA
- 29. REZERVOAR V=750m³
- 30. ŠAHT C
- 31. ZATVARAČNICA
- 32. TRAFOSTANICA
- 33. FLOKULATORI I
- 34. FLOKULATORI II
- 35. CRPNA STANICA ZA RECIRKULACIJU MULJA
- 36. LAGUNA
- 37. ZAŠTITNA KADA ZA H₂SO₄
- 38. ŠAHT E
- 39. OBJEKAT MEHANIČKOG TRETMANA
- 40. MAGACIN ZA HEMIKALIJE
- 41. STEPENIŠTE
- 42. ŠAHT G
- 43. VODONEPROPUSNA SEPTIČKA JAMA V=6m³
- 44. VŠ
- 45. MERAČ PROTOKA

LEGENDA:

- OBJEKTI
- Postojeći objekti
 - I etapa
 - II etapa
 - III etapa

CEVOVODI I OPREMA

- Postojeći cevovodi
- Postojeći dovod sirove vode
- Prijava i tehnološka voda
- Fekalne otpadne vode
- Interni vodovod
- Prečišćena voda
- I faza cevovodi
 - Cevovodi
 - Prijava voda
 - Pripremi radovi
 - Objekat, cevovod koji se ukida
 - Objekat koji se ruši
- II faza cevovodi
 - Cevovodi
- III faza cevovodi
 - Cevovodi