

UDK 628.335:628.24/5

Primljeno 16. 3. 2001.

Centralni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda grada Zagreba

Reinhard Schröder, Thomas Wolf, Günter Scharte, Dirk Joormann

Ključne riječi

CUPOVZ,
projekt,
infrastrukturni objekti,
otpadne vode,
pročišćavanje,
mulj

Key words

CUPOVZ,
project,
infrastructure facilities,
waste water,
treatment,
sludge

Mots clés

CUPOVZ,
projet,
installations de
l'infrastructure,
eaux usées,
épuration,
boues

Schlüsselworte:

CUPOVZ,
Projekt,
Infrastrukturobjekte,
Abwasser,
Reinigung,
Schlamm

R. Schröder, T. Wolf, G. Scharte, D. Joormann

Stručni rad

Centralni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda grada Zagreba

Opisuje se Projekt infrastrukturnih objekata za potrebe izgradnje Centralnog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda Zagreba (CUPOVZ) prema ponudi Zagrebačkih otpadnih voda (ZOV). Prikazani su objekti koji se nalaze u sastavu CUPOVZ-a ili služe njegovoj realizaciji. Opisana je tehnologija čišćenja otpadnih voda te obrade i odlaganja mulja, a ukratko i svi glavni objekti cijelog projekta. Cilj autora bio je informirati stručnu javnost o tome kako je Projekt viđen u ponudi ZOV-a.

R. Schröder, T. Wolf, G. Scharte, D. Joormann

Professional paper

Central Water Treatment Plant for the City of Zagreb

The Plan of infrastructure facilities needed for the construction of the Central Water Treatment Plant for the City of Zagreb (CUPOVZ), as based on the bid submitted by Zagrebačke otpadne vode (ZOV - Zagreb Water Treatment Company), is described. Facilities planned in the scope of the CUPOVZ project, and those enabling its realization, are presented. The water purification technology, and the method for sludge treatment and disposal, are presented, and all major facilities to be realized within the project are briefly presented. The aim of the authors is to inform the professional public about the project as presented in the ZOV's bid.

R. Schröder, T. Wolf, G. Scharte, D. Joormann

Ouvrage professionnel

Station centrale d'épuration des eaux usées de la ville de Zagreb

L'article décrit le Projet des installations de l'infrastructure pour les besoins de la construction de la Station centrale d'épuration des eaux usées de Zagreb (CUPOVZ), selon l'offre déposée par Zagrebačke otpadne vode (ZOV). On présente les installations faisant partie du système CUPOVZ et celles servant à sa réalisation. On décrit la technologie de l'épuration des eaux usées et de traitement et de stockage des boues. On donne également une présentation succincte de toutes les installations principales du projet. L'auteur se proposait d'informer le public professionnel de la conception du Projet prévue par l'offre de ZOV.

R. Schröder, T. Wolf, G. Scharte, D. Joormann

Fachbericht

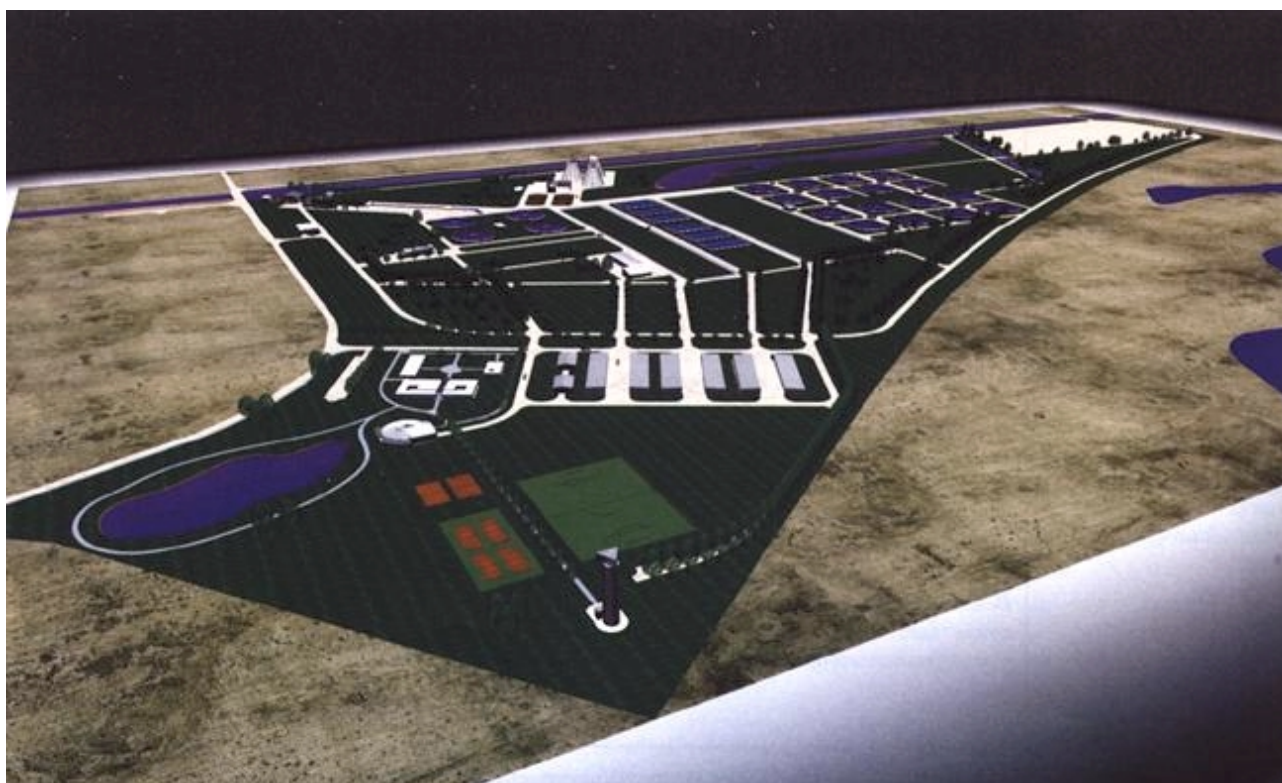
Zentrale Abwässerreinigungsanlage der Stadt Zagreb

Beschrieben ist das Projekt der Infrastruktureobjekte für die Ausbauerfordernisse der zentralen Abwässerreinigungsanlage von Zagreb (CUPOVZ) nach dem Angebot der Firma Zagrebačke otpadne vode (ZOV). Dargestellt werden Objekte die sich im CUPOVZ befinden oder deren Realisation dienen. Beschrieben ist die Technologie der Abwässerreinigung und der Schlammbearbeitung und -ablage, sowie kurz auch alle Objekte des ganzen Projekts. Des Verfassers Ziel war Informieren der Fachöffentlichkeit darüber, wie das Projekt im Angebot der Firma ZOV gesehen wurde.

Autor: Dr. sc. **Reinhard Schröder**, direktor SHW Hölter Wassertechnik GmbH; **Thomas Wolf**, dipl. ing. građ., direktor; **Günter Scharte**, dipl. ing. chem.; **Dirk Joormann**, dipl. ing. građ., Zagrebačke otpadne vode d.o.o

SADRŽAJ

1. Uvod
2. Opći tehnički opis dijelova Projekta
3. Centralni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda (CUPOVZ)
 - 3.1 Prvi stupanj čišćenja
 - 3.2 Drugi stupanj čišćenja
 - 3.3 Obrada mulja
4. Objekti uprave, pogona i servisi
5. Glavni odvodni kanal (GOK)
6. Glavni dovodni cjevovod (GDC)
7. Čulinečka cesta
8. Domovinski most
9. Zaključak



1 Uvod

U ovome se članku, koji se odnosi na Projekt izgradnje objekata Centralnog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda Zagreba (CUPOVZ), daje osnovni prikaz tehnologije čišćenja otpadnih voda.

Cilj je ovoga članka ponajprije povezati podatke i uvjete dane u Pozivu za natječaj (PZN-u) s prijedlogom tehnološkog rješenja pročišćavanja otpadnih voda Zagreba te uzajamnu povezanost prikazanih objekata.

S obzirom na to da koncesionar ZOV preuzima potpunu odgovornost za pročišćavanje otpadnih voda Zagreba na temelju Ugovora o koncesiji - (BOT) model – planirana je realizacija *monitoringa*.

Neovisno o tome što će *monitoring* postići glede potvrde dosadašnjih mjerenja i ispitivanja opterećenja otpadne vode, ZOV će nakon provedenog *monitoringa* reinterpretirati prikazane podatke iz ponude i preuzeti daljnju potpunu odgovornost za pročišćavanje otpadnih voda.

2 Opći tehnički opis dijelova Projekta

Definicija elemenata Projekta

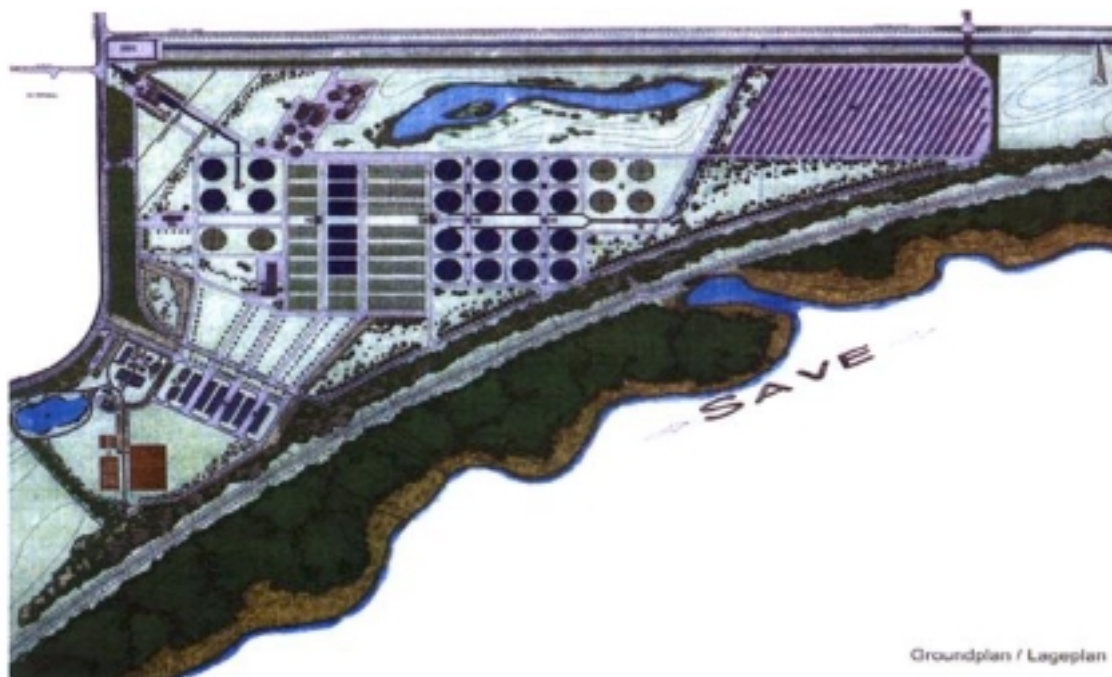
Polazeći od cjeline Projekta i od toga da je podijeljen prema određenim specifičnostima njegov je sadržaj:

- a) financiranje, projektiranje, građenje, upravljanje, održavanje, popravljanje i obnavljanje Centralnog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda Zagreba (CUPOVZ);

- b) financiranje, projektiranje, građenje, upravljanje, održavanje, popravljanje i obnavljanje upravno-pogonskih objekata;
- c) financiranje i građevinske radove pokrivanja GOK-a;
- d) financiranje, gradnja i održavanje pristupne ceste u razdoblju gradnje uređaja;
- e) financiranje i građenje glavnog dovodnog cjevovoda iz Novog Zagreba te upravljanje, održavanje i popravljanje glavnog dovodnog cjevovoda iz Novog Zagreba od crpne stanice Mičevac do CUPOVZ-a;
- f) financiranje i građenje Domovinskog mosta;
- g) prihvata i pročišćavanje otpadne vode koja dolazi u sustav javne odvodnje Zagreba do najvećeg protoka od 37.800 m³/sat (što je jednako ili odgovara 1,5 milijuna ES); i
- h) financiranje, građenje, upravljanje, održavanje i popravljanje crpne stanice Mičevac.

2.1 CUPOVZ

CUPOVZ se sastoji se od niza različitih objekata koji se upotrebljavaju u tehničko-tehnološkom procesu pročišćavanja otpadnih voda i koji svi čine jednu zasebnu cjelinu. Javni je natječaj organiziran jer se predviđa izgradnja uređaja kapaciteta 1.500.000 ES (ekvivalent stanovnika). Procjenjuje se da će do 2015. godine uređaj kapaciteta 1.000.000 ES (I. faza) zadovoljiti potrebe za pročišćavanjem otpadnih voda grada Zagreba. Pročišćava-



Slika 1. Situacija CUPOVZ-a

nja otpadnih voda planira se izvesti s II. stupnjem čišćenja uz mogućnost proširenja postrojenja do III. stupnja čišćenja.

2.2 Objekti uprave i pogona

Planirani su na posebnom dijelu zemljišta te mogu biti u funkciji samog CUPOVZ-a, ali i mogući servis za druge usluge gospodarstvu ne samo Zagreba, već i drugim dijelovima zemlje.

Posebno se očekuje da CUPOVZ bude i obrazovni centar za pročišćavanje voda u Republici Hrvatskoj, pa su stoga potrebni dodatni sadržaji poput restorana, soba za sastanke, sportskih terena i sl. Parcela za upravno-pogonske objekte nalazi se na jugozapadnom dijelu lokacije CUPOVZ-a.

2.3 Pokrivanje Glavnog odvodnog kanala

Glavni odvodni kanal (GOK) osnovni je objekt koji najveći postotak otpadne i oborinske vode skuplja i vodi u rijeku Savu. Protok u GOK-u varira od 3 m³/s u sušnom do 60 m³/s i više u kišnom razdoblju.

Osnovna mu je karakteristika da je otvoren u duljini od oko 10 km. GOK-om se odvođe vode sa sliva površine 22502 ha. Ne prolazi samo kroz industrijsko područje, već i naselja Kozari bok i Kozari put te neka druga manja naseljena mjesta.

Prema Projektu, pokrivanje GOK-a duž njegove trase od Slavonske avenije do utoka potoka Bliznec u GOK, rješenje je ozbiljnog ekološkog problema prolaska otvorene kanalizacijskog sustava kroz grad. Navedeno pokrivanje dovest će do poboljšanja kakvoće okoliša u dijelu grada zvanom Žitnjak i u naseljima Kozari bok i Kozari put.

Od utoka potoka Bliznec u CUPOVZ predviđen je otvoreni presjek GOK-a, s tim da se "suhi dotoci" otpadnih voda odvođe zatvorenim objektima.

Opisanim rješenjem cijeli prostor, u duljini od oko deset km, dobit će sasvim novu urbanu i svaku drugu pozitivnu vrijednost.

2.4 Izgradnja glavnoga dovodnog cjevovoda otpadnih voda od Novog Zagreba do CUPOVZ-a

Osnovu kanalizacijske mreže Novog Zagreba čine dva međusobno paralelna skupljača smjera istok-zapad u Aleji Dubrovnik, odnosno Prvoj paralelnoj ulici, te spojni kolektor jug-sjever, položen u Sisačkoj cesti, koji sve otpadne vode skuplja i odvodi na područje Jakuševca, blizu rijeke Save.

Planom izgradnje CUPOVZ-a predviđa se protok u iznosu od "dva suha dotoka" do 1,5 m³/s voditi uz desni nasip rijeke Save do Domovinskog mosta i cjevovodima na mostu prevesti otpadne vode Novog Zagreba do uređaja.

Kod Željezničkog mosta u Mičevcu planirana je crpna stanica.

Prvi dio cjevovoda od spoja postojeće kanalizacije do crpne stanice Mičevac ima presjek za gravitacijski tok.

Za drugu dionicu predviđene su cijevi pod tlakom odnosno taj je potez pod stalnim radom crpki. Crpenje na toj dionici povećava sigurnost jer je moguća brža kontrola i intervencija pri eventualnim nezgodama. Od sredine nivele Domovinskog mosta do CUPOVZ-a tok može biti gravitacijski.

Izbor presjeka i materijala može se tijekom procesa izgradnje poboljšavati radi opće racionalizacije Projekta.

2.5 Izgradnja Čulinečke ceste od Slavonske avenije do Radničke ceste

Čulinečka cesta - produžena, nalazi se u mreži gradskih prometnica od Slavonske avenije na sjeveru do Radničke ceste, odnosno Domovinskog mosta na jugu. Njezinu izgradnju aktualizira gradnja CUPOVZ-a, i to iz više razloga. Cesta se, do samog CUPOVZ-a, mora izgraditi radi:

- izgradnje CUPOVZ-a
- dovođenja teških tereta (strojeva) na CUPOVZ
- dovoza otpadnih voda iz slivnika kanalizacijskog sustava
- dovoza otpada iz septičkih jama i
- izgradnje, odnosno rekonstrukcije GOK-a.

2.6 Izgradnja mosta preko rijeke Save (Domovinski most)

U koncepcijskom planu izgradnje Domovinski most ima u Projektu polivalentnu vrijednost, a naglašen je kao prometno - instalacijski objekt.

Projektom rješenjem prevođenja vode nuđena su i druga rješenja, prividno jeftinija, ali se u analizama pokazalo opravdanim prevesti vode Domovinskim mostom.

Prevođenjem otpadne vode Novog Zagreba preko mosta, te budućim prevođenjem pitke vode iz Črnkovca, izbjegava se, u budućnosti, višestruka izvedba sifona ispod rijeke Save. Ova činjenica, zajedno s prijašnjim prometnim planovima vezanim uz izgradnju ceste od Radničke ceste preko mosta radi priključka na autocestu, imala je odlučujuću ulogu u postizanju konsensusa za izgradnju Domovinskog mosta koji će zadovoljiti sadašnje i buduće potrebe Zagreba.

Po svom prostornom položaju, CUPOVZ i izgradnja Domovinskog mosta pružaju sliku opravdanosti povezivanja lijeve i desne obale rijeke Save, odnosno dviju cjelina jednoga grada. Prometnu i gospodarsku korist bit će moguće ocijeniti tek u budućnosti, međutim analize pokazuju da će ona biti izvanredno velika.

3 Centralni uređaj za pročišćavanje otpadnih voda (CUPOVZ)

Podaci za projektiranje te zahtjevi za ispušt iz uređaja odnose se na kapacitet predviđen za milijun ES, što je opisano u pozivu za podnošenje ponuda (tablice 1. i 2.).

Dimenzioniranje prve razvojne faze osniva se na veličini od 1,000,000 ES prema detaljnim podacima o dimenzioniranju opisanim u pozivu za podnošenje ponuda.

Dimenzioniranje kanala i cjevovoda provodi se na takav način da pogon neće biti ometan taloženjem krutina.

Tablica 1. Ulazni podaci

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Danas |
|--|-------------------|-----------|
| Potrošnja vode u kućanstvima | m ³ /d | 208,000 |
| Potrošnja vode u privredi | m ³ /d | 90,000 |
| Priključeno na kanalizaciju | stanov. | 750,000 |
| Protok otpadnih voda | m ³ /d | 238,000 |
| Ekvivalent stanovnika (ES) | - | 1,000,000 |
| BPK ₅ opterećenje | kg/d | 60,000 |
| KPK opterećenje | kg/d | 103,050 |
| TSS opterećenje | kg/d | 91,000 |
| TN opterećenje | kg/d | 13,000 |
| TP opterećenje | kg/d | 3,000 |
| (satni dotok-sušno razdoblje) Q _{th} | m ³ /h | 10,820 |
| (satni dotok-kišno razdoblje) Q _{m,h} | m ³ /h | 20,340 |

Cjelovita koncepcija uređaja uzima u obzir buduće proširivanje radi sveobuhvatnijeg pročišćavanja otpadnih voda odnosno radi uklanjanja dušika i fosfata tijekom razvoja uređaja.

Predviđeni postupak za biološko pročišćavanje, tijekom prve razvojne faze, temelji se na Direktivi EU o neosjetljivim područjima (91/271/EEC) sobzirom na uklanjanje ugljika. Također je uzeta u obzir i propisana metodologija praćenja kako je opisana u Direktivi EU.

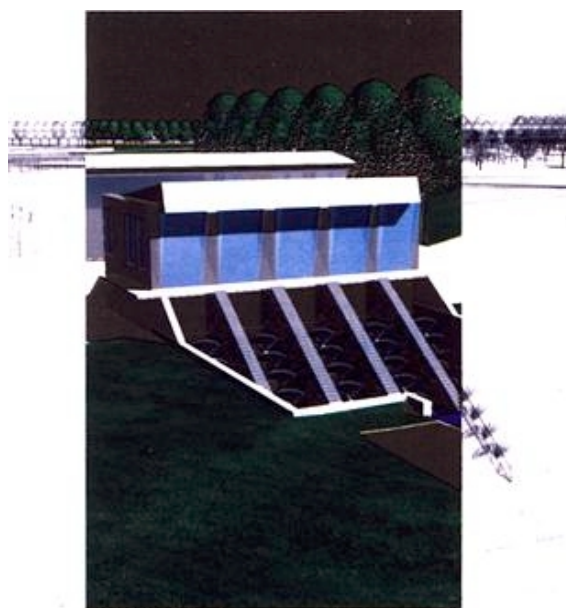
Tablica 2. Zahtjevi za uređaj za pročišćavanje otpadnih voda grada Zagreba

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|----------------------------|----------------------|------------|
| BPK ₅ kod 20°C | mg O ₂ /l | 25 |
| KPK | mg O ₂ /l | 125 |
| Ukupno raspršene tvari | mg/l | 35 |
| BPK ₅ smanjenje | % | 70 - 90 |
| KPK smanjenje | % | 75 |
| Smanjenje raspršenetvari | % | 90 |

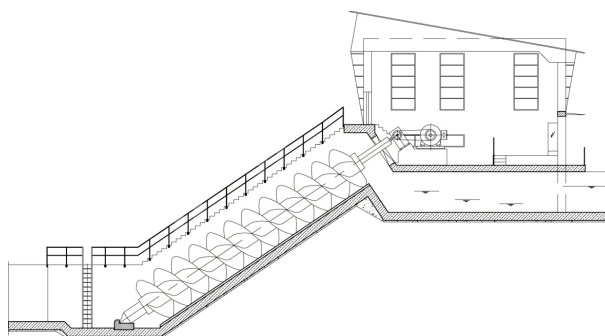
3.1 Prvi stupanj čišćenja

3.1.1 Projekt tehnološkog postupka pročišćavanja za 1,000.000 stanovnika

Otpadne vode koje dotječu na uređaj za pročišćavanje podižu se putem ulazne crpne stanice u dovodni kanal uz najveći volumen od 20.340 m³/h i zatim teku kroz čitav uređaj.



Slika 2. Ulazna crpna stanica



Slika 3. Presjek kroz crpnu stanicu

Otpadne vode iz Novog Zagreba maksimalnog volumena od 1,500 l/s ili 5,400 m³/h dotječu gravitacijskim tokom izravno u ulaznu crpnu stanicu.

Radi prijenosa neprerađenih otpadnih voda, ovaj se koncept osniva na pužnoj crpki budući da takva tehnologija prijenosa ne postiže samo visoku učinkovitost, već i najveću sigurnost rada.

Radi zaštite pužnih crpki, crpna je stanica opremljena krupnom rešetkom koja ima ulogu zaustavljanja krupnog šljunka, a može se čistiti ručno.

Pogonski sklopovi i upravljanje nalaze se u vodootpornom kućištu.

Crpke se upravljaju preko neprekidnog mjerenja razine u crpni uređaj.

Tablica 3. Projektni podaci – ulazna crpna stanica

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|--------------------------|-------------------|-----------------------|
| Dotok mješovite vode | m ³ /h | 20,340 |
| Sušni dotok | m ³ /h | 10,820 |
| Broj crpki | - | 2 + 1 |
| Dovod po crpki | m ³ /h | 9,450 |
| Nominalni promjer | mm | 3.000 |
| Kut nagiba | ° | 34 |
| Broj okretaja u minuti | min ⁻¹ | 24 |
| Broj pokretanja | - | 3 |
| Pokretanje 2 crpke | - | pretvarač frekvencije |
| Pokretanje 1. crpke | - | konstantno |
| Geodetska visina dizanja | m | cca. 6,3 |

Planira se postavljanje pričuvne crpke za slučaj kvara. U slučaju kvara crpke, najveći volumen protoka od 20.340 m³/h može se prenijeti kroz pričuvnu crpku, Komora s rešetkom

3.1.2 Zgrada s rešetkama

Na rešetkama iz otpadnih voda uklanjaju se krupne i vlaknaste tvari radi zaštite ostalih dijelova uređaja od preranog trošenja i zastoja.

Distribucijskim kanalom neprerađene otpadne vode istovremeno se ravnomjerno usmjeravaju u tri kanala s rešetkama. Svaka pojedina rešetka predviđena je za 20% najvećega ulaznog volumena vode.

Upravljanje procesom pročišćavanja s pomoću rešetaka odvija se putem neprekinutog preključivanja razlike razine vode.

Sadržaj skupljen u rešetkama uklanja se spiralnim transporterima.

Preše za pranje ugrađene su u vijak transportera otpadaka. Voda za pranje vraća se kanalima natrag u otpadne vode iza rešetke.

Isprani i protisnuti otpaci zatim se odbacuju i prenose radi daljeg zbrinjavanja u skladu s propisima, u kontejnere na tračnicama.

Rešetke s odgovarajućim pomoćnim i kontrolnim sklopovima nalaze se u jednoj građevini kako bi se osigurala odgovarajuća zaštita od nepovoljnih vremenskih uvjeta i radi onemogućavanja emitiranja smrada.

Navedena građevina imat će dostatno prozračivanje i grijanje radi zaštite od smrzavanja.

Paralelno s tri kanala finih rešetaka planira se osigurati sigurnosni preljevni kanal s grubom rešetkom s ručnim

Tablica 4. Projektni podaci - fine rešetke

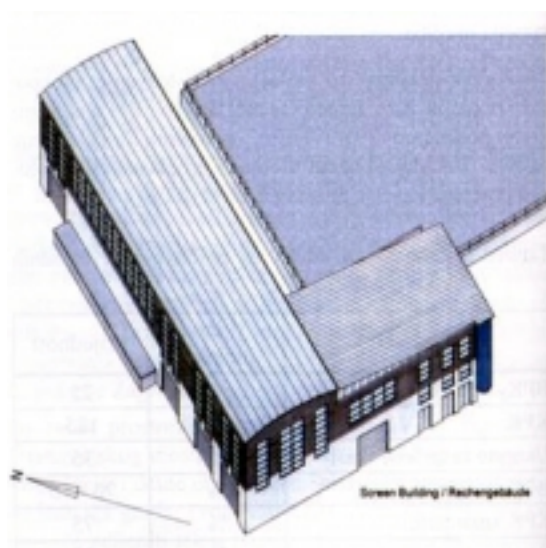
| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|--|-------------------|------------|
| Dotok mješovite vode | m ³ /h | 20,340 |
| Sušni dotok | m ³ /h | 10,820 |
| Broj linija | - | 3+1 |
| Maks. stopa protoka - Qm po liniji | % | 20 |
| Širina razmaka štapova | mm | 12 |
| Širina preljevnog kanala prije i poslije rešetanja | m | 1,50 |
| Širina rešetke | m | 2,00 |
| Kut nagiba | °- | 75 |
| Diferencijalni razmak | cm | 20 |
| Kanal sigurnosnog preljeva | - | 1 |
| Širina kanala sigurnosnog preljeva | m | 1,50 |
| Širina rešetke | m | 2.0 |
| Širina štapa | mm | 40 |
| Br. ventila za zatvar. kanala preljeva | - | 12 |
| Broj transporter materijala s rešetki | - | 4 |

čišćenjem, tako da u slučaju kvara jedne od finih rešetaka još uvijek bude moguće obraditi najveći volumen vode.

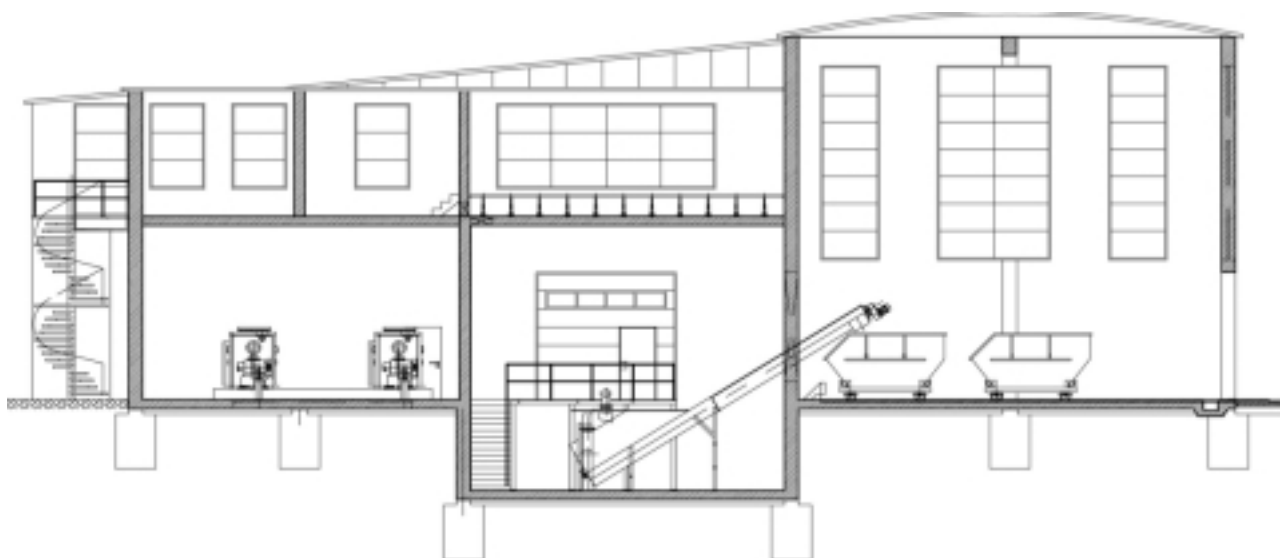
3.1.3 Pjeskolov - mastolov

Aerirane komore za pjeskolov služe za uklanjanje pijeska radi zaštite narednih jedinica na vodnom putu i procesa pročišćavanja mulja.

U komorama za isplivavanje, koje se nalaze s jedne strane, odvajaju se masti i ulja iz otpadnih voda.



Slika 4. Zgrada s rešetkama



Slika 5. Presjek kroz zgradu s rešetkama

Otpadne vode koje dotječu s rešetaka distribuiraju se u dvije aerirane dvostruke komore pješkolova te se zrakom koji se uvlači pretvaraju u cilindričnu struju. Pijesak sadržan u otpadnoj vodi odvodi se u kanal smješten na dnu pješkolova.

Pijesak se uklanja iz svakog pojedinog pješkolova s dvostrukom komorom dvostrukim usisnim zgrtačima s podvodnim motornim crpkama zaštićenima posebnom legurom protiv habanja.

Mješavina vode i pijeska usisnim se zgrtačima prenosi gravitacijskim tokom do klasifikatora za pijesak instaliranim u zgradi s rešetkom.

Ocijedeći se pijesak odlaže u kontejnere radi daljeg zbrinjavanja u skladu s propisima.

Puhala za aeraciju pješkolova, kao i potrebni upravljački sklopovi, bit će smješteni u zgradi s rešetkama.

Ulje i masti izdvojeni na površini u mastolovu povremeno se potiskuju preko štitnika u okno s prednje strane

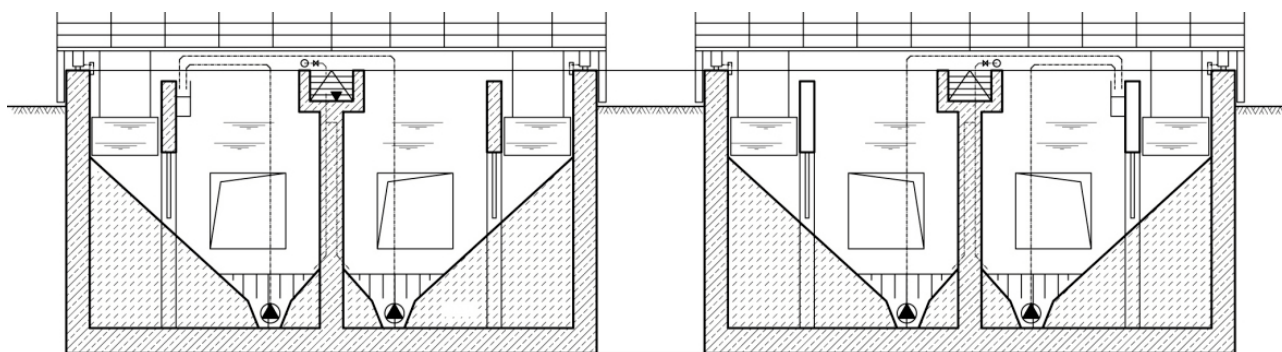
pješkolova. Suhe rotacijske stepne crpke instalirane su u svakom oknu za masti, pri čemu se masti odvođe zajedno s muljem iz prethodnog taložnika do uređaja za obradu mulja.

Anaerobna obrada masti u fazi digestije tako stvara povećani prinos plina digestora.

U tablici 5. su podaci za projektiranje pješkolova i mastolova, u tablici 6. za transport pijeska, a u tablici 7. za crpnu stanicu za mast.

Što se tiče radova na održavanju usisnih crpki, planira se da se uređaj za podizanje postavi na mostove zgrtača. Hidrauličko dimenzioniranje pješkolova s dvije komore omogućuje uklanjanje jedne komore iz radnog procesa, i to pri najvećem pritjecanju, tako da se rad i dalje može nastaviti sa samo tri jedinice u pogonu.

Navedeni koncept također uzima u obzir i zamjensku crpku za usisne zgrtače.



Slika 6. Poprečni presjek kroz pješkolov - mastolov

Tablica 5. Projektni podaci - pjeskolov - mastolov

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|--|---------------------------------|----------------------|
| Pjeskolov | | |
| Broj jedinica dvostrukih komora | - | 2 |
| Broj pjeskolova, ukupno | - | 4 |
| Dotok mješovite vode | m ³ /h | 5,085 |
| Suhi dotok | m ³ /h | 2,705 |
| Vrijeme zadržavanja pri dotoku mješovite vode | min | 10.4 |
| Vrijeme zadržavanja pri suhom dotoku | min | 19.6 |
| Volumen po komori | m ³ | 882 |
| Širina po pjeskolovu | m | 4.0 |
| Dubina | m | 5.0 |
| Površina poprečnog presjeka – pjeskolova | m ² | 17.6 |
| Duljina pjeskolova | m | 50.0 |
| Duljina/širina | - | 1:12.5 |
| Spec. potrebe za zrakom | Nm ³ /m ³ | 0.5 - 1.0 |
| Potrebe za zrakom - ukupno | Nm ³ /h | 3,530 |
| Broj puhalu u pjeskolovu | - | 2 |
| Volumen zraka po puhalu | Nm ³ /h | 1,765 |
| Razlika u tlaku Δp | mbar | 600 |
| Vrsta puhalu | - | rotirajući kompresor |
| Stupanj separacije i generiranja pijeska | - | - |
| Stupanj separacije za prihvatanje mješovite vode | - | - |
| Za klasificiranje 0.12 - 0.16 mm | % | >89 |
| Za klasificiranje 0.16 - 0.20 mm | % | >97 |
| Stupanj separacije suhog dotoka | | |
| Za klasificiranje 0.12 - 0.16 mm | % | 100 |
| Za klasificiranje 0.16 - 0.20 mm | % | 100 |
| Spec. generiranje pijeska | l/(st.a) | 8.0 |
| Generiranje pijeska | m ³ /a | 8,000 |
| | m ³ /d | 21.0 |
| Generirane masti | | |
| Širina po komori za skidanje masti | m | 2.0 |
| Duljina po komori za skidanje masti | m | 47.0 |
| Površina po komori za skidanje masti | m ² | 94 |
| Površinsko opterećenje na Qt | m/h | 28.8 |

Tablica 6. Projektni podaci - transport pijeska usisavanjem

| Parametar | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|--|-------------------|--------------------------------------|
| Broj transportnih crpki za pijesak, ukupno | - | 4+1 |
| Vrsta crpke | - | potopljeni motor s pojačanim rotorom |
| Protok po crpki | m ³ /h | 50 |
| Visina dizanja po crpki, cca. | m | 6.0 |
| Snaga motora po crpki | kW | 4.0 |
| Proizvođač, i sl. | - | KSB Amavex |
| Klasifikatori za pijesak | | |
| Broj klasifikatora za pijesak | jedinica | 2 |
| Kapacitet po jedinici, max. | m ³ /h | 126 |
| Snaga pogona po jedinici | kW | 0,75 |
| Proizvođač, i sl. | - | Spaans WS 280 |

Tablica 7. Projektni podaci - crpna stanica za mast

| Parametar | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|-------------------------------|-------------------|-----------------|
| Broj crpki | - | 4 |
| Vrsta crpke | - | rotirajući klip |
| Vrsta instaliranja | - | suha |
| Protok po crpki | m ³ /h | 30 |
| Visina dizanja po crpki, cca. | bar | 6 |
| Snaga motora po crpki | kW | 12.5 |
| Proizvođač, i sl. | - | Vogelsang V 136 |

3.1.4 Mjerač protoka

S pomoću mjerenja volumena između pjeskolova i prethodnog taloženja, provodi se mjerenje i registriranje pritjecanja na uređaj te se na taj način obavlja upravljanje povratnog mulja iz naknadnih taložnika.

Planira se da mjerenje volumena dotoka treba provesti kao mjerenje induktivnog kapaciteta volumena u potpuno punoj cijevi (sifonu) u oknu. Točka mjerenja nalazi se između pjeskolova i prethodnog taložnika. Na taj se način dotok na uređaj mjeri bez utjecaja povratnih voda.

Postupak mjerenja volumena dotoka uvelike se provodi bez održavanja i bez zastoja. Elektronika mjernog uređaja ima slobodan pristup tako da se baždarenje provodi bez ikakvih problema.

Tablica 8. Projektni podaci – induktivno mjerenje volumena dotoka

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|---------------------------------|-----------------|------------|
| Broj mjerenja | - | 1 |
| Promjer (DN) | mm | 2,000 |
| Preciznost mjerenja, odstupanja | % | ± 0.5 |

3.1.5 Prethodni taložnici

Prethodni taložnici služe za taloženje teškog, ponajprije organskog sadržaja otpadnih voda koji se odvaja iz otpadnih voda kao takozvani primarni mulj i odvodi na obradu mulja.

Rezultat redukcije organskog sadržaja jest odgovarajuće olakšavanje naknadnog biološkog pročišćavanja otpadnih voda.

Nakon mjerenja volumena, otpadna voda koja dotječe iz pjeskolova distribuirana se preko distribucijskog okna u dva prethodna taložnika te se ravnomjerno raspoređuje po površini spremnika.

Uklanjanje primarnog mulja obavlja se neprekidno rotacijskim zgričaćem s temeljnom zaštitom u središnjem lijevku za mulj.

Uklanjanje primarnog mulja za obradu obavlja se automatski s pomoću crpne stanice za primarni mulj sa suho instaliranim rotacijskim stapnim crpkama.

Plivajući mulj koji se formira na površini taložnika odvaja se kanalom za skidanje, odnosno obiranje. Plivajući mulj koji je uklonjen s površine taložnika prenosi se gravitacijskim cjevovodom u taložnu crpku u dovodnoj crpnoj stanici te se na kraju uklanja iz sustava putem fine rešetke.

Otpadne vode podvrgnute prethodnom taloženju odvede se preko istjecajnog preljeva u kanal kojim se odvede u okno za raspodjelu u biološke spremnike.

Učinkovitost uklanjanja kod postupka prethodnog taloženja osniva se na odabranom vremenu zadržavanja ≥ 1.5 h u uvjetima suhog dotoka u skladu s ATV radnim listom A 131:

BPK₅: 33 %; KPK: 33 %; Raspršene tvari₀: 57 %

Na taj način smanjuju se opterećenja otpadom pri istjecanju iz prethodnog taložnika.

Tijekom radova na održavanju moguće je svaki od dva taložnika pojedinačno isključiti iz rada s pomoću zatvaranja zapornice u centralnom objektu za distribuciju.

Tablica 9. Projektni podaci - prethodno taloženje

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|---|---------------------|------------|
| Broj taložnika | | 2 |
| Suhi dotok po taložniku | m ³ /h | 5,410 |
| Odabrano vrijeme zadržavanja na Q _t | h | 1.45 |
| Potrebni volumeni | m ³ | 15,700 |
| Volumeni po taložniku uključujući fiksnu opremu (DIN 19552) | cca. m ³ | 7,850 |
| Promjer po taložniku (unutrašnji) | m | 50.0 |
| Dubina vode (DIN 19552) (cca.) | m | 4.0 |
| Duljina jedne strane – preljev ispusta | m | 151 |
| Opterećenje preljeva pri suhom dotoku | m ³ /m·h | 35.8 |
| Odabrani nagib (gradijent) dna | - | 1:15 |
| Broj crpki za plutajući mulj po sakupljaču | | 1 |
| Protok po crpki za plutajući mulj | m ³ /h | 10 |
| Visina dizanja po crpki za plutajući mulj (cca.) | m | 5 |

3.2 Drugi stupanj čišćenja - biološka obrada

3.2.1 Aerirani spremnici

U aeriranim spremnicima dolazi do mikrobiološke razgradnje organskih ugljikovih spojeva u aerobnom okruženju čime završava značajna faza procesa pročišćavanja otpadnih voda.

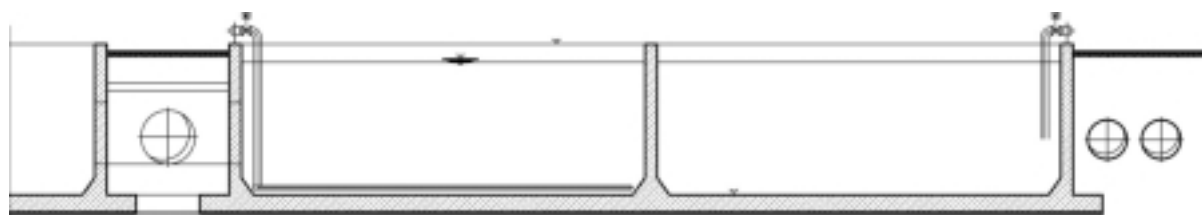
Opisani koncept uključuje realizaciju faze aeracije u kojoj se jamči traženi učinak pročišćavanja.

Izvedba biološke faze osniva se u biti na ATV smjernicama. Opterećenje biološkog mulja predviđeno je $B_{DM} = 0,3 \text{ kg}/(\text{kg} \cdot \text{d})$ na osnovi odgovarajućega referentnog uređaja s usporedivom razinom dovoda.

Indeks mulja od 100 ml/g određen za Zagreb tako uključuje dostatnu sigurnosnu razliku. Navedeni podatak osniva se na priložima radnom listu ATV 131.

Predlaže se uporaba 8 aeriranih spremnika koji bi radili u paraleli i uz ukupni volumen od 40,000 m³. Spremnici su opterećeni preko objekta za distribuciju u kojem se otpadne vode miješaju s povratnim muljem i istovremeno distribuiraju u pojedinačne spremnike. Pragovi distributora su hidraulički odvojeni.

Kisik potreban za razgradnju organske tvari dovodi se u spremnike preko obuhvatnog, fino dovedenog stlačivanja s aeratorima s gumenom membranom kojima se ostvaruje optimalni dovod kisika u spremnike s pomoću izabrane dubine protoka zraka od 5,2 m u spremnicima.



Slika 7. Poprečni presjek kroz aerirani spremnik

Tablica 10. Projektni podaci – aerirani spremnici

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|--------------------------------------|---------------------------|------------|
| Potrebni volumen aeriranog spremnika | m ³ | 40,000 |
| Sadržaj suhe tvari | kg ST/m ³ | 3.3 |
| Opterećenje muljem | kg/(kg · d) | 0.3 |
| Prostorno opterećenje | kg/(m ³ · d) | 1.0 |
| Broj jedinica – spremnika | - | 8 |
| Volumeni po spremniku | m ³ | 5,000 |
| Dubina vode, odabrana | m | 5.5 |
| Širina spremnika, odabrana | m | 16.5 |
| Duljina spremnika, odabrana | m | 55.0 |
| Spec. stvaranje viška mulja | kg ST/kg BPK ₅ | 1.11 |
| Starost mulja | d | 3.0 |

Svaki od osam spremnika može se u bilo koje vrijeme isključiti iz procesa rada i isprazniti radi provjere i održavanja.

3.2.2 Stanica s puhalom i sustav aeracije

Planirani sustav aeracije jamči dovod potrebnog kisika za razgradnju ugljikovih spojeva pri optimalnoj potrošnji energije.

Potrebni dovod kisika u aerirane spremnike osigurava se fino aeriranim stlačivanjem s pomoću aeratora s gumnom membranom.

U području aeriranih spremnika predviđa se stanica za aeraciju s turbokompresorom kroz koju se potreban volumen zraka stavlja na raspolaganje najkraćim mogućim dovodnim putem. Stanica za aeraciju bit će opremljena vanjskim uređajem za usis zraka s filtrom za zaštitu od nepovoljnih vremenskih uvjeta i zvučno-izoliranim oknom za usis zraka te posebnim prozračivanjem i ventilacijom.

Kontrola dovoda zraka obavlja se sondama za mjerenje kisika u aeriranim spremnicima. Potreban zrak dovodi se u pojedinačne spremnike odgovarajućim podešavanjima *mix* zasuna.

U tablici 11. su projektni podaci za ventilacijsku stanicu i sustav aeracije, u tablici 12. procesni podaci za aeracijsku stanicu, a u tablici 13. projektni podaci za sustav ventilacije.

Tablica 11. Projektni podaci – ventilacijska stanica i sustav aeracije

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|--|--|------------|
| Potreba za kisikom i zrakom | | |
| Temperatura otpadne vode, maks. | °C | 20 |
| Koncentracija kisika u aeriranim spremnicima | mg O ₂ /l | 2.0 |
| Starost mulja na 20 °C | d | 3,16 |
| Vršni faktor za ugljikove spojeve | - | 1.3 |
| OD _C | kg O ₂ /kg BPK ₅ | 0.974 |
| Količina ugljikovih spojeva | Kg BPK ₅ /d | 40,200 |
| OD | kg O ₂ /d | 39,200 |
| OD _{vršni} | kg O ₂ /d | 65,320 |
| Transferna vrijednost kisika α | - | 0.6 |
| OD _{vršni} čista voda | kg O ₂ /d | 108,900 |
| OD _{vršni} čista voda | kg O ₂ /h | 4,530 |
| Spec. O ₂ unos | g O ₂ /Nm ³ · m | 17 |
| Dubina ventilacije | cca. m | 5.2 |
| Maksx. volumen zraka po satu | Nm ³ /h | 51,300 |
| Prosječni volumen zraka po satu | Nm ³ /h | 39,500 |

Tablica 12. Procesni podaci – aeracijska stanica

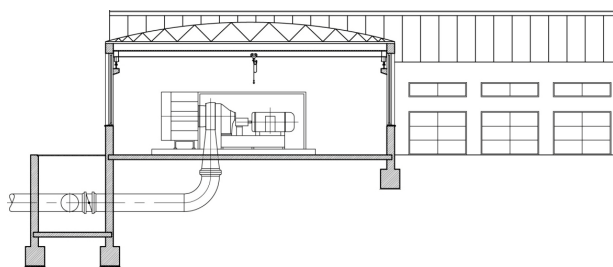
| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|---|--------------------|---------------|
| Broj turbo ventilatora | | 2 |
| Razlika tlaka Δp (cca.) | mbar | 600 |
| Maksimalni kapacitet zraka po ventilatoru | Nm ³ /h | 25,650 |
| Raspon kapaciteta po ventilatoru | Nm ³ /h | 15,000-25,650 |
| Opći raspon kapaciteta | - | 1:3.5 |
| Max. usisna temperatura | °C | 35 |
| Max. usisni volumen po ventilatoru | m ³ /h | 28,900 |
| Snaga motora po ventilatoru | kW | |

Tablica 13. Projektni podaci – sustav ventilacije

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|---|------------------------|-----------------------------|
| Temperatura, zrak na tlačnoj strani, maks. | °C | 110 |
| Tlak u glavnom zračnom cjevovodu | mbar | 1,600 |
| Maks. volumen protoka na tlačnoj strani | m ³ /h | 45,500 |
| Pros. volumen protoka na tlačnoj strani | m/s | 35,100 |
| Maks. brzina zraka na tlačnoj strani | m/s | 10 |
| Pros. brzina zraka na tlačnoj strani | m/s | oko 7.5 |
| Poprečni presjek ili kanal u ventilacijskoj stanici | m ² | oko 1.2 |
| Dimenzije glavnog zračnog kanala u ventilacijskoj stanici | mm | 1,100x1,100 |
| Promjer glavnog zračnog cjevovoda do aeriranih spremnika 1+2 i 5+6 (DN) | mm | 900 |
| Promjer glavnog zračnog cjevovoda do aeriranih spremnika 3+4 i 7+8 (DN) | mm | 750 |
| Promjer dovodne cijevi po aeriranom spremniku (DN) | mm | 400 |
| Broj ustava po aeriranom spremniku | | 2 |
| Promjer po ustavi (DN) | mm | 250 |
| Broj otvora ventila za podešavanje | - | 16 |
| Aeracijski elementi | - | aerator s gumenom membranom |
| Maks. ispust zraka iz aeratora | Nm ³ /(m·h) | 10.0 |
| Potrebna duljina aeratora | m | 5,120 |
| Broj aeratora duljine L = 1,000 mm | - | 5,120 |
| Broj aeratora po spremniku | - | 640 |
| Min. ispust zraka iz aeratora | Nm ³ /(h) | 2.0 |

Radi zahtjeva za kisikom na osnovi temperature otpadne vode od 20°C i vanjske temperature zraka od 35°C te vrijednosti prijenosa kisika $\alpha = 0,6$ u stanicama za aeraciju postoji dostatan dodatni kapacitet.

Zbog toga nikakvi radovi na održavanju na jednom od turbo aeratora neće imati nikakve nepovoljne učinke na rad uređaja za aeraciju.



Slika 8. Poprečni presjek stanice za aeraciju

3.2.3 Naknadno taloženje

Mješavina mulja iz aeriranih spremnika odvaja se s pomoću taloženja iz pročišćene otpadne vode u naknadnim taložnicima.

Pročišćena otpadna voda prenosi se preljevnim pragovima u izlaz uređaja za pročišćivanje.

Biloški mulj na dnu naknadnih taložnika neprekinuto se provodi crpkom za povratni mulj u biloški proces gdje se dio viška mulja izvlači iz sustava.

U svrhu naknadnog taloženja pročišćene otpadne vode, predviđeno je ukupno 8 kružnih spremnika promjera 50 m i dubine (2/3 staze protoka) od oko 4.2 m (slika 9.).

Projekt je predviđen u skladu s ATV radnim listom A 131.

Za svaka 3 aerirana spremnika predviđena su 4 naknadna taložnika. Ravnomjerna distribucija istjecanja iz aeriranog spremnika u naknadne taložnike obavlja se s pomoću kružnih distributora s hidrauličkim odvajanjem čime se jamči optimalna distribucija u pojedinačne spremnike.

Mulj s dna uklanja se zgrtačem sa zaštitom, što u usporedbi s uklanjanjem s pomoću usisa ima prednosti ne samo u tehničkom smislu, nego također jamči i veću sigurnost rada.

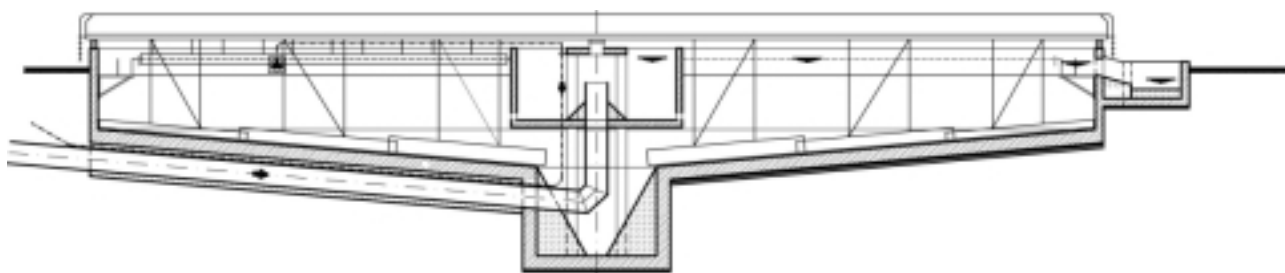
Mulj s dna iz pojedinačnih naknadnih taložnika uklanja se s pomoću okna s visinski prilagodljivim preljevnim pragovima i kontrolom dubine (eko), tako da se jednaka količina povratnog mulja provodi natrag iz svakog pojedinog spremnika.

Izlaz iz spremnika predviđen je u obliku dvostranoga, nazupčanog (skalop) preljevnog kanala izrađenog od nehrđajućeg čelika. Čišćenje kanala provodi se, prema potrebi, napravama za čišćenje kanala koje su sastavni dio ovog uređaja.

Pred izlazom spremnika predviđena je podvodna pregača, tako da plivajući mulj ne može prijeći u izlaz uređaja za pročišćivanje.

Uklanjanje plivajućeg mulja jamči se zahvaljujući kanalima za skidanje koji su postavljeni u mostu zgrtača.

Plivajući se mulj prenosi radi pročišćavanja, odnosno obrade zajedno s viškom mulja.



Slika 9. Presjek taložnika

Tablica 14. Projektni podaci - taložnici

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|---------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| Broj taložnika | | 8 |
| Dotok mješovite vode po taložniku | m ³ /h | 2,542 |
| Suhi dotok po taložniku | m ³ /h | 1,353 |
| Indeks mulja, odabran | ml/g | 100 |
| TS _{BB} | kg/m ³ | 3.3 |
| Unutrašnji promjer po taložniku | m | 50.0 |
| Efektivna površina | m ² | 1,905 |
| Površinsko opterećenje Q _m | m/h | 1.33 |
| Površinsko opterećenje Q _t | m/h | 0.71 |
| Opterećenje krutinama | l/(m ² · h) | ≤ 450 |
| Promjer srednjeg ulaznog okna | m | 8.0 |
| Dubina vode na rubu | m | 3.6 |
| Dubina na 2/3 staze protoka | m | 4.2 |
| Nagib (gradijent) dna | - | 1 : 10 |
| Omjer povrata vode | - | 0.69 |
| Sadržaj krute tvari, povratni mulj | kg/m ³ | 8.82 |
| Vrsta odstranjivanja mulja | - | zgrtač sa zaštitom |
| Opterećenje praga na Q _m | m ³ /(h · m) | 8.6 |

Svaki od 8 naknadnih taložnika može se isključiti iz procesa rada radi pojedinačnog održavanja, tako da nema nepovoljnih učinaka na postupak pročišćavanja.

3.2.4 Crpna stanica za povratni mulj i uklanjanje viška mulja

Povratni biološki mulj odvodi se natrag iz naknadnog taložnika u aerirane spremnike upravo preko crpne stanice za povratni mulj.

Dio te mase biološkog mulja ispušta se u crpnu stanicu za povratni mulj kao višak mulja i odvodi se na obradu mulja.

Povratni mulj prenosi se iz naknadnih taložnika u spremnik s crpkom preko sifonskih cijevi.

S pomoću dvije podvodne motorne cijevne crpke s kućištem povratni se mulj odvodi u okno, a iz njega sifonskom cijevi teče u okno za distribuciju prema aeriranim spremnicima.

Učinak crpke podešen je na neprekidnu visoku razinu vode spremnika s crpkom (stalna kontrola razine vode). Višak mulja uklanja se podvodnom motornom crpkom i odvodi s pomoću cijevi u proces mehaničkog odvodnjavanja.

Tablica 15. Projektni podaci - crpna stanica za povratni mulj

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|---|-------------------|---|
| Omjer povratnog toka projektirane crpke | % | 100 % v. Q _{t,h} |
| Maks. volumen povratnog mulja | m ³ /h | 10.820 |
| Broj crpki za povratni mulj | | 2+1 |
| Vrsta crpke | - | potopljena motorna crpka s cijevi u oknu |
| Kapacitet po crpki | m ³ /h | cca. 5,015 |
| Kontrola | - | 2 crpke s pretvaračem frekvencije 1 crpka Q = const. |
| Visina dizanja po crpki | m | 6.5 |
| Snaga motora po crpki | kW | 65 |
| Broj crpki za višak mulja | - | 1+1 |
| Vrsta crpke | - | potopljeni motor |
| Kapacitet po crpki | m ³ /h | 150-400 |
| Kontrola | - | pretvarač frekvencije |

Uređajem za podizanje crpke se lako mogu izvući iz okana s vodovima radi održavanja i servisiranja.

Postavljen je ekvivalentni rezervni uređaj u svrhu održavanja i servisiranja crpki za povratni i prekomjerni mulj.

3.2.5 Mjerenje protoka istjecanja

Mjerenje volumena istjecanja služi ne samo za tekuće evidentiranje i ukupni prikaz ukupnog istjecanja iz uređaja za pročišćavanje, već i za upravljanje automatskim uređajima za uzimanje uzoraka.

Magnetsko-induktivno mjerenje istjecanja postavljeno je u sifonu u oknu.

Naprave za mjerenje volumena naprijed odnosno natrag izabrane su za postizavanje visoke razine točnosti mjerenja.

Tijekom protoka visoke vode iz GOK-a mjerna oprema također može mjeriti volumen vode koja dotječe u crpnu stanicu za visoku vodu tako da nije potrebna dodatna oprema za mjerenje na izlazu uređaja za pričišćavanje.

Tablica 16. Projektni podaci - mjerenje volumena na izlazu

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednosti |
|-------------------------------|-----------------|----------------------|
| Broj mjernih jedinica | kom. | 1 |
| Postupak mjerenja | - | magnetsko-induktivno |
| Promjer (DN) | mm | 2000 |
| Točnost mjerenja, ograničenje | % | ± 0.5 |

Predviđena magnetsko-induktivna oprema za mjerenje volumena radi bez prekida.

Zbog izuzetne pristupačnosti točke mjerenja, baždarenje elektronske opreme i mjernog pretvarača može se izvesti bez problema.

3.2.6 Protočna crpna stanica/Crpna stanica visoke vode

Uređaj za pročišćavanje izveden je hidraulički, tako da je moguće slobodno otjecanje u GOK pri najvećem volumenu otpadne vode od 20.340 m³/h do visine vode GOK-a od 104.8 m. U slučaju da razina vode nastavi rasti, otjecanje iz pročišćivača prekida se zahvaljujući automatskom uređaju za mjerenje razine, a otpadna voda crpi se u GOK preko crpne stanice za visoku vodu.

Crpna stanica za visoku vodu predlaže se u vezi s mjerenjem izlaza na utoku GOK-a tako da se, uz normalne razine istjecanja iz uređaja i s jednom glavnom crpkom, obuhvati ukupni volumen otpadne vode.

Crpna se stanica sastoji od sabirnog spremnika s crpkom u kojem su instalirane dvije podvodne motorne cijevne crpke s kućištem i jedna ekvivalentna rezervna crpka.

U slučaju da se prekorači automatski izmjerena razina vode u spremniku s crpkom od 104.8 m, trenutno pražnjenje uređaja se blokira i uključuje se crpka za visoku vodu.

Sadržaj ispušten iz uređaja prenosi se crpkama u okno u kojem je osiguran hidrostatski predtlak za slobodno istjecanje u GOK.

Tablica 17. Projektni podaci - crpna stanica za visoku vodu

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|---------------------------------------|-------------------|--|
| Maks. ispušt, uređaj za pročišćavanje | m ³ /h | 20,340 |
| Broj crpki | kom. | 2+1 |
| Protok po crpki | m ³ /h | 12,600 |
| Visina dizanja po crpki | cca. m | 4.0 |
| Kontrola crpke | - | 2 jedinice s pretvaračem frekvencije 1 jedinica Q= constant |
| Proizvođač, i sl. | - | KSB-Amacan |

Ekvivalentna rezervna crpka instalirana je radi održavanja i servisiranja.

3.2.7 Obrada mulja iz septičkih jama

Stanica za prihvatanje mulja iz septičkih jama predviđena je za primanje i izvođenje mehaničkog pročišćavanja septičkog mulja dovedenog na uređaj iz slivnog područja.

Obrada septičkog mulja provodi se odgovarajućim doziranjem u dotok na uređaj za pročišćavanje.

Septički mulj predviđen je za obradu u stanici za prihvatanje s ugrađenom rešetkom za prosijavanje i odvajanje pijeska.

Kako bi se osiguralo dovođenje isključivo odobrenog septičkog mulja, predlaže se identifikacijski sustav s pomoću magnetske kartice.

Pri evidenciji volumena, na mjestu ulaza provodi se automatska provjera pH vrijednosti.

Dovedeni se mulj zatim smješta u privremeno spremište u stanici za prihvatanje u dva spremnika ukupnog volumena od 600 m³ te se mjeri odvodnim vodom s električnim zasunima slično dotoku na uređaj.

Prema podacima ATV, izračunano je da će količina septičkog mulja stanovnika koji nisu priključeni na kanalizaciju biti između 0.3 – 2.0 m³/(st.god.).

Prosječnu količinu septičkog mulja ATV procjenjuje na 1.0 m³/(st.god.).

Prema podacima ATV, podložno usporedivim izlaznim rezultatima, dotok na uređaj može obraditi oko 200 m³ na 100.000 ES septičkog mulja svakoga dana, što znači da se svakodnevni volumen septičkog mulja od 600 m³ može lako dovesti u uređaj za pročišćavanje.

Kapacitet koji uređaj za pročišćavanje može prihvatiti značajno je viši. Dimenzioniranje je provedeno na osnovi spoznaja da se približno 20% populacije Zagreba ne može priključiti na kanalizaciju.

Pretpostavljeni volumen od 600 m³ septičkog mulja svaki dan odgovara približno oko 300.000 stanovnika septički mulj kojih se može spremati u kućnim zahodskim jamama.

Tablica 18. Projektni podaci – stanica za prihvrat septičkog mulja

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|---|-------------------|-----------------|
| Broj stanica za prihvrat | | 1 |
| Maks. protok | m ³ /h | 166 |
| Broj crpki za punjenje, kontejneri za uskladištavanje | - | 2 |
| Vrsta crpke | - | rotirajući klip |
| Stopa protoka po crpki za punjenje | m ³ /h | 80 |
| Radni tlak po crpki za punjenje | bar | 1.0 |
| Broj kontejnera za uskladištavanje | - | 2 |
| Volumen po kontejneru za uskladištavanje | m ³ | 300 |
| Ukupni volumen kontejnera za uskladištavanje | m ³ | 600 |

U slučaju kvara ili radova na održavanju na stanici za prihvrat septičkog mulja, dovod se kontroliranim načinom prekida ili mjeri izravno skretanjem u ulaz postrojenja za izvanredne slučajeve.

3.3 Obrada mulja

3.3.1 Općenito

Dok se dimenzioniranje dotoka na uređaj provodi u skladu s ulaznim osobinama T₈₅, treba provesti dimenzioniranje objekata za obradu mulja za prosječnu količinu generiranog mulja.

Iz našeg iskustva odnos između prijavnih opterećenja T₈₅ i prosječnog prijavnog opterećenja uređaja jest omjer od oko 1,2, što znači da se obrada mulja treba predvidjeti za ulaznu veličinu od 833,000 ES.

Prosječno opterećenje pri dimenziniranju tada je povećano približno 10% kako bi se u obzir uzeli volumeni dodatnog mulja zbog prijema kišnice i opterećenja unutarnjeg postrojenja.

Projekt obrade mulja osniva se na sedmodnevnom radu uz svakodnevni rad od 24 h/d.



Slika 10. Objekti za obradu mulja

Kod standardnog se rada planira odvojeni proces ispusta za primarni mulj i višak mulja. Odvođenje primarnog mulja izvodi se u preliminarnim zgušnjivačima, a odvođenje viška mulja teče preliminarnim strojevima za odvod.

Nakon zgušnjavanja, s pomoću centrifuga provodi se digestija mulja i naknadno odvodnjavanje stabiliziranog mulja.

Izračunano je da ukupni (pon.-ned.) volumen generiranog mulja iznosi 88,270 kg st./d₇.

Tablica 19. Projektni podaci – obrade mulja

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednosti |
|-------------------------------------|--------------------------------|-------------|
| Dnevna količina primarnog mulja | kg/d ₇ | 47,570 |
| Količina suhe tvari primarnog mulja | kg/m ³ | 40 |
| Dnevni obujam primarnog mulja | m ³ /d ₇ | 1,189 |
| Dnevna količina viška mulja | kg/d ₇ | 40,700 |
| Sadržaj suhe tvari viška mulja | kg/m ³ | 8.8 |
| Dnevni obujam viška mulja | m ³ /d ₇ | 4,627 |

3.3.2 Mehaničko prethodno zgušnjavanje viška mulja

Mehaničko prethodno zgušnjavanje viška mulja služi za smanjivanje volumena generiranog viška mulja.

Smanjivanje volumena stvara značajno smanjivanje potražnje za grijanje i digestiju, ali i stabilniji proces digestije.

Mehaničko prethodno odvodnjavanje viška mulja obavlja se tijekom 24-satnog razdoblja. Tijekom tog procesa višak mulja reducira se krutom tvari od oko 0.88% (usporediti s projektom za naknadno taloženje) na krutu tvar od 6.5%.

Jedinice za odvodnjavanje nalaze se u zgradi za odvodnjavanje mulja u području s postrojenjem za digestiju.

Višak mulja odvučen iz crpne stanice za povratni mulj ispušta se u okna koja se naslanjaju na zgradu za odvodnjavanje i odatle preko samousisnih crpki u strojeve za ispušt. Filtrat uglavnom bez krutih tvari koji se generira u procesu odvodnjavanja odvodi se gravitacijskom linijom u prethodne taložnike.

Radi poboljšanja odvodnjavanja mulja, provodi se postupak kondicioniranja s polielektrolitima. Jedinice za odvodnjavanje s niskom potrošnjom energije također se planiraju za navedeni postupak.

Tablica 20. Projektni podaci – mehaničko prethodno odvodnjavanje

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|--|--------------------------------|-------------|
| Svakodnevni višak mulja generiran u dotoku | kg ST/d ₇ | 40,700 |
| Svalpdnevni volumen viška mulja u dotoku | m ³ /d ₇ | 4,627 |
| Kruta tvar u dotoku | kg/m ³ | 8.8 |
| Vrijeme rada svakoga dana | h/d | 24 |
| Broj jedinica za odvodnjavanje viška mulja | - | 3+1 |
| Maks. protok po jedinici | m ³ /h | 110 |
| Maks. protok krute tvari po jedinici | kg ST/h | 910 |
| Stopa razdvajanja ST | % | ≥ 99 |
| Kruta tvar u ispustu | kg/m ³ | 65 |
| Volumen mulja u ispustu | m ³ /d ₇ | 627 |
| Generirani filtrat vode | m ³ /d ₇ | 4,000 |
| Snaga po stroju | kW | 6 |
| Ukupna ulazna snaga | kW | 24 |
| Broj crpki za sirovi mulj | - | 3+1 |
| Protok po crpki za sirovi mulj | m ³ /h | 110 |
| Radni tlak po crpki za sirovi mulj | bar | approx. 1.0 |
| Broj crpki za zgusnuti mulj | kom. | 3+1 |
| Protok po crpki za zgusnuti mulj | m ³ /h | 15 |
| Radni tlak po crpki za zgusnuti mulj | bar | approx. 4.0 |

Tablica 21. Projektni podaci – stanica za doziranje flokulanata

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|--|--------------------|------------|
| Spec. potreba za flokulantima | kg/t _{RS} | 5.0 |
| Ulazni volumen krute tvari | t/d | 40.70 |
| Potrebna za flokulantima | kg/d | 203 |
| Volumen flokulanata 0.1 % | m ³ /d | 203 |
| Broj stanica za doziranje | jedinica | 1 |
| Broj crpki za doziranje | jedinica | 3+1 |
| Kapacitet po crpki za doziranje | m ³ /h | 0-1.0 |
| Ulazna snaga po stanici za doziranje, ukupno | kW | 2 |

U svrhu provođenja radova na održavanju i servisiranju jedne jedinice za odvodnjavanje, instaliran je ekvivalentni rezervni stroj.

3.3.3 Prihvat primarnog mulja i predzgušnjavanje mulja

Preliminarno zgušnjavanje primarnog mulja služi za smanjivanje volumena mulja, tako da je potrebno grijanje značajno manje u postrojenju za digestiju i potreba je manja prostorija za digestiju.

Za preliminarno zgušnjavanje primarnog mulja predlažu se dva preliminarna zgušnjivača s mješalicama koji rade neprekidno.

Opterećivanje zgušnjivača provodi se crpnom stanicom za primarni mulj za područje oko procesa prethodnog taloženja, sa suho instaliranim pozitivnim istisnim crpkama.

Generirana muljna voda kanalima se provodi gravitacijskom linijom do prihvata prethodnih taložnika.

Zgusnuti primarni mulj odvodi se suho instaliranim pozitivnim istisnim crpkama u postupak za digestiju mulja.

Tablica 22. Projektni podaci - zgušnjavanje primarnog mulja

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|---|--------------------------------|-----------------|
| Primarni mulj u dotoku | kg ST/d ₇ | 47,570 |
| Volumen primarnog mulja u dotoku | m ³ /d ₇ | 1,190 |
| Odabrano vrijeme zadržavanja, približno | d | 2.9 |
| Volumen preth. zgušnjavanja, odabran | m ³ | 3,420 |
| Kruta tvar u dotoku | kg/m ³ | 40.0 |
| Kruta tvar u ispustu | kg/m ³ | 65.0 |
| Ukupan volumen mulja u ispustu | m ³ /d ₇ | 735 |
| Broj preliminarnih zgušnjivača | - | 2 |
| Volumen po zgušnjivaču | m ³ | 1,710 |
| Promjer po zgušnjivaču | m | 22.0 |
| Razina punjenja po zgušnjivaču | m | 4.4 |
| Broj mješalica | - | 2 |
| Generirana muljna voda | m ³ /d ₇ | 455 |
| Broj crpki za punjenje, prel. zgušnjivači | - | 2+1 |
| Vrsta crpke – crpke za punjenje | - | rotirajući klip |
| Protok po crpki | m ³ /h | približno 50 |
| Radni tlak po crpki | bar | oko 5.0 |
| Broj mješalica | - | 2+1 |
| Stopa protoka, maceratori | m ³ /h | cca. 25 |
| Broj crpki za odvodnjavanje | - | 2+1 na rezervi |
| Vrsta crpke – crpke za odvodnjavanje | - | rotirajući klip |
| Radni tlak po crpki | bar | oko 5.0 |
| Protok po crpki | m ³ /h | približno 40 |

Sve radove na održavanju tehničke opreme na preliminarnim zgušnjivačima moguće je izvesti a da se ne isključuju iz rada. Za svaku od crpki za opterećivanje, odnosno odvod, koncept predviđa rezervnu jedinicu.

3.3.4 Digestija mulja

Digestija mulja ima ulogu stabiliziranja primarnog mulja i viška mulja generiranog na temperaturi od približno 35°C u anaerobnom okruženju na onaj stupanj na kojem se ispušteni mulj pretvara u higijenski bezopasno stanje.

Tijekom postupka digestije oko polovica organske tvari u potpunosti se pretvara u vodu, ugljikov dioksid i plin metan koji se reciklira za stvaranje energije.

Planirano postrojenje za digestiju sastoji se od dva jajolika čelična spremnika ukupnog volumena od oko 17,680 m³. U tehnološkom smislu predlaže se potpuno kombinirana radna metoda radi intenziviranja postupaka digestije. Kako bi se osiguralo učinkovito, sigurno i ekonomski isplativo miješanje digestora, planirani su mikseri za digerirani mulj za oba digestora.

Tablica 23. Projektni podaci - digestori

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|---|--------------------------------|------------------------------|
| Mulj generiran u dotoku | kg/d ₇ | 88,270 |
| Org. mulj generiran u dotoku na 70 % početnog gubitka | kg/d ₇ | 61,790 |
| Mineralni mulj generiran u dotoku | kg/d ₇ | 26,480 |
| Ukupan volumen mulja u dotoku | m ³ /d ₇ | 1,360 |
| Odabrano vrijeme zadržavanja u prostoriji s digestorima | d | otprilike 13 |
| Potrebni volumen prostorije s digestorima | m ³ | približno 17.680 |
| Broj digestora | | 2 |
| Volumen po digestoru | m ³ | oko 8.840 |
| Organsko prostorno opterećenje | kg o TS/m ³ ·d | 3.5 |
| Struktura organskog udjela u mulju | % | oko 50 |
| Mineralni mulj generiran u ispustu | kg/d ₇ | 26,180 |
| Org. mulj generiran u ispustu | kg/d ₇ | 30,900 |
| Ukupan mulj generiran u ispustu | kg/d ₇ | 57,080 |
| Ukupan volumen mulja u ispustu | m ³ /d ₇ | 1,360 |
| Kruta tvar u ispustu | kg/m ³ | 42 |
| Vrsta miješanja u digestorima | - | Mješalica digestiranog mulja |
| Temperatura u digestorima | °C | 35 |

Grijanje tornjeva za digestiju postiže se susjednim izmjenjivačem topline kroz koji se novi mulj koji dolazi zajedno s recirkuliranim dijelom digestiranog mulja zagrijava na temperaturu od oko 35°C. Plin digestora koji nastaje tijekom digestije rabi se za proizvodnju interne energije s pomoću energana s kombiniranim ciklusom.

Tablica 24. Projektni podaci- crpke za grijani mulj i izmjenjivači topline

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|---|-------------------|-----------------|
| Omjer povrata biološkog /miješanog mulja | - | otprilike 4:1 |
| Volumen novog mulja, ukupno | m ³ /h | 57 |
| Volumen zagrijanog mulja, ukupno | m ³ /h | 228 |
| Broj crpki za grijanje mulja | - | 2+1 |
| Vrsta crpke | - | rotirajući klip |
| Protok po crpki | m ³ /h | 120 |
| Radni tlak po crpki | bar | oko 1 |
| Promjer agitacijskih cijevi (DN) | mm | 200 |
| Broj inokulacijskih mješalica | - | 3 |
| Promjer dovodnih cijevi i odvodnih cijevi (DN) | mm | 200 |
| Broj izmjenjivača topline (trofazni) | - | 1 |
| Proizvedena toplina, izmjenjivači topline | kW | 4,400 |
| Broj izmjenjivača topline za zagrijavanje mulja | - | 2 |
| Proizvedena toplina po izmjenjivaču topline za zagrijavanje mulja | KW | 100 |

Radovi na održavanju mehaničke opreme mogu se izvesti bez isključivanja prostorije s digestorima. Za agitaciju grijanog mulja predviđena je ekvivalentna rezervna crpka.

3.3.5 Naknadni zgušnjivač mulja

Predviđeni naknadni zgušnjivači ne služe samo za smanjivanje volumena digestiranog mulja nastalog u fazi digestije, već i kao skladišni spremnik za odvodnjavanje naknadno digestiranog mulja.

Dva sekundarna zgušnjivača s mješalicama predviđena su za zgušnjavanje digestiranog mulja prije naknadne odvodnje, a radit će kontinuirano.

Opterećivanje zgušnjivača provodi se s pomoću hidrostatskog predtlaka u prostorijama s digestorima.

Generirana muljna voda odvodi se gravitacijskom linijom do postupka prethodnog taloženja.

Zgusnuti i digerirani mulj zatim se odvodi pozitivnim istisnim crpkama izravno u postupak za odvodnjavanje digestiranog mulja.

Tablica 25. Projektni podaci - naknadni zgušnjivači

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|--|--------------------------------|------------|
| Volumen digestiranog mulja u dotoku | m ³ /d ₇ | 1,360 |
| Odabrano vrijeme zadržavanja | d | 2.4 |
| Volumen naknadnog zgušnjivača, odabran | m ³ | 3,340 |
| Kruta tvar u dotoku | kg/m ³ | 42.0 |
| Kruta tvar u ispustu | kg/m ³ | 50.0 |
| Ukupni volumen mulja u ispustu | m ³ /d ₇ | 1,150 |
| Broj naknadnih zgušnjivača | - | 2 |
| Volumen po zgušnjivaču | m ³ | 1,670 |
| Razina punjenja po zgušnjivaču | m | 4.4 |
| Promjer | m | 22.0 |
| Broj mješalica | - | 2 |
| Generirana muljna voda | m ³ /d ₇ | 210 |

Tehnička oprema naknadnih zgušnjivača održava se i servisira bez odvodnjavanja.

3.3.6 Odvodnjavanje i kondicioniranje digestiranog mulja

Odvodnjavanje digestiranog mulja služi za značajno smanjivanje volumena mulja iz naknadnih zgušnjivača, čime se omogućuje konačno zbrinjavanje ili odlaganje u zemljane nasipe.

Predviđeni postupak odvodnje digestiranog mulja postiže se centrifugama s kondicioniranjem polimera, smještenima zajedno sa strojevima za preliminarnu odvodnju viška mulja u središnjoj zgradi za odvodnju mulja.

Zgrada će imati modul s biofiltrima za obradu izbacivanog zraka.

Jedinica je instalirana na gornjoj razini zgrade što znači da se procijeđeni mulj može spremirati u odgovarajuće spremnike bez pomoći ikakvih dodatnih transportnih uređaja.

Radi postizavanja, prema potrebi, dodatnog povećanja sadržaja krute tvari u ispustu iz strojeva, projekt u obzir uzima i sekundarno kondicioniranje s pomoću dodavanja vapna.

Generirani koncentrat se gravitacijskom linijom usmjerava do ulaza u prethodni taložnik.



Slika 11. Zgrada za odvodnjavanje i kondicioniranje mulja

Tablica 26. Projektni podaci – odvodnjavanje digestiranog mulja

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|-------------------------------------|--------------------------------|---------------|
| Dnevni rad | h/d | 24 |
| Broj centrifuga | - | 2+1 |
| Ukupni volumen mulja u dotoku | m ³ /d ₇ | 1,150 |
| Ukupan volumen krute tvari u dotoku | kg/d ₇ | 57,080 |
| Max. protok po stroju | m ³ /h | 30 |
| Max. protok krute tvari po stroju | kg ST/h | 1,200 |
| Snaga po stroju | kW | oko 80 |
| Snaga, ukupno | kW | 240 |
| Sadržaj krute tvari u ispustu | kg/m ³ | ≥ 300 |
| Volumen mulja u ispustu | m ³ /d ₇ | približno 190 |
| Nastali koncentrat | m ³ /d ₇ | 960 |
| Broj crpki za punjenje | - | 2+1 |
| Protok po crpki | m ³ /h | 12-30 |
| Radni tlak po crpki | bar | otprilike 2.0 |

Tablica 27. Projektni podaci – stanica za doziranje flokulanta

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|--|--------------------|------------|
| Spec. potreba za flokulantima | kg/t _{TS} | 6.0 |
| Ulazni volumen krute tvari | t/d | 57,08 |
| Potreba za flokulantima | kg/d | 342 |
| Volumen flokulanata 0.1 % | m ³ /d | 342 |
| Broj stanica za doziranje | - | 1 |
| Broj crpki za doziranje | - | 2+1 |
| Protok po crpki za doziranje | m ³ /h | 0-3,0 |
| Ulazna snaga po stanici za doziranje, ukupno | kW | 6,5 |

www.3d-architect.com
www.3d-architect.com

Radi izvođenja radova na održavanju i servisiranju, planira se ekvivalentna zamjenska centrifuga s potrebnim paralelnim uređajima.

3.3.7 Uporaba bioplina

Bioplin koji se generira tijekom postupka digestije mulja, s volumenom od oko 65% metana, transportira se za elektrotoplinosko recikliranje s pomoću energane kombiniranog ciklusa radi osiguravanja dijela energije potrebne za uređaj za pročišćavanje.

Osim recikliranja bioplina, modul energane kombiniranog ciklusa također osigurava i recikliranje prirodnog plina, što znači da se potrebna energija može generirati i u slučaju nestanka struje.

Bioplin koji se generira, transportira se iz plinskih hvatača u tornjevima za digestiju preko plinovodnog sustava s plinskim filterima do jedinice za skladištenje nestlačenih plinova koja stvara potrebni tamponski volumen između generiranog plina i reciklirajućeg plina pomoću energane s kombiniranim ciklusom.

Bioplin se zatim transportira do energane kombiniranog ciklusa. Plin se reciklira uz pomoć minimalnog opterećenja tijekom kojeg se jednake količine električne energije i topline vraćaju radi postupaka u energani.

Električna energija dovodi se u pogonsku mrežu uređaja za pročišćavanje. Generirana toplinska energija transportira se sustavom rashladne vode stroja u središnji distributor topline radi zagrijavanja prostorije s digestorima i zgrada.

Čitava energana kombiniranog ciklusa s jedinicama za upravljanje i sklopkama, kao i lateralni kanalni kompresori, nalazi se u odvojenoj prostoriji u zgradi za obradu mulja.

Predviđa se uporaba hladionika vodom (izmjenjivač topline) kao hladionika za izvanredne situacije.

Tablica 28. Projektni podaci - generiranje bioplina/
/usklađivanje/desumporizacija

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|-------------------------------------|--------------------------------|----------------|
| Spec. generirani plin, odabrano | l/(st. · d) | 20.0 |
| Generirani plin | m ³ /d ₇ | 20,000 |
| Broj jedinica za usklađivanje plina | - | 1 |
| Vrsta jedinica za usklađivanje | - | nekomprimirana |
| Volumen jedinica za usklađivanje | m ³ | 1.000 |
| Radni tlak (cca.) | mbar | 1.200 |
| Vrijeme usklađivanja, ukupni | h | 1 |
| Broj plinskih baklji | - | 1 |

Tablica 29. Projektni podaci – energana kombiniranog ciklusa

| Pokazatelj | Mjerna jedinica | Vrijednost |
|---|--------------------|---------------------|
| Energetski sadržaj, biološki plin | kWh/d | 105,600 |
| Spec. energetski sadržaj biološkog plina, približno | kWh/m ³ | 6.4 |
| Broj modula energane kombiniranog ciklusa | - | 2 |
| Proizvođač, i sl. | - | Caterpillar 3516 TA |
| Snaga goriva, stroj | kW | 2796 |
| Potrošnja plina pri punom opterećenju | m ³ /h | 437 |
| Snaga generatora pri punom opterećenju | kW | 1043 |
| Term. efektivna snaga pri punom opterećenju | kW | 1350 |
| Term. djelotvornost | % | 48.3 |
| Elektr. djelotvornost | % | 37.3 |
| Potrebni tlak zraka | mbar | 20-100 |
| Broj hladnjaka za slučaj nužde | - | 1 |
| Broj lateralnih kanalskih kompresora | - | 2 |
| Maks. kapacitet po lat. kanal. kompres (cca.) | m ³ /h | 500 |

Tijekom radova na održavanju modula energane kombiniranog ciklusa, svaki nerekicirajući bioplin nakratko izgara.

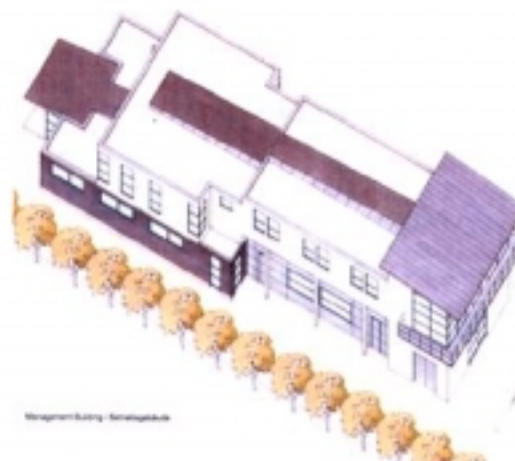
Biološki mulj odlaže se na odlagalištima mulja na lokaciji objekta na razdoblje od dvije godine nakon prvog puštanja u rad uređaja za pročišćavanje.

4 Objekti uprave, pogona i servisa

Planiraju se objekti posebno za servise koji mogu služiti CUPOVZ-u, ali koji se također mogu rabiti za druge komercijalne djelatnosti u Zagrebu i u okolici.



Slika 12. Objekti uprave, pogona i servisa



Slika 13. Upravna zgrada

Očekuje se da će CUPOVZ predstavljati edukacijski poligon za pročišćavanje otpadnih voda u Hrvatskoj, tako da će također biti potrebna i izgradnja dodatnih objekata, odnosno restorana, namjenskih dvorana, sportskih terena i sl.

Objekti uključuju:

- upravno-pogonsku zgradu
- zgradu s uredima i dispanzerom
- društvene prostorije
- restoran
- garažu i natkriveni prostor za kamione
- radionicu za održavanje

voga slivnog područja grada Zagreba, lijeva obala, završava u zidanom presjeku približno 8 m širine i 6 m visine. Planirani radovi na razvoju i pokrivanje GOK-a trebaju početi upravo na toj lokaciji.

- Kombinirana kanalizacija vodi se u zatvorenom dijelu od betona u ukupnoj dužini od 1,728 m do preljevne građevine. Preljevna građevina planira se za koordinate u kilometrima 4+830, a postavit će se u dužini od 57 m. Na tom mjestu višak vode će se odvojiti od velikog oborinskog toka. Na početku kišnog razdoblja relativno prljava kišnica, takozvana prva bujica, dostiže uređaj za pročišćavanje. S nastavkom većih oborina, relativno čista kišnica skreće se u otvoreno područje Blizneca i glavnog preljavnog kanala. Na koordinatama km 4+830 višak kišnice zajedno s tokom iz Blizneca odvodi se otvorenim dijelom do uređaja za pročišćavanje. Odvodna voda koja se skuplja na sjevernoj strani Blizneca skreće se u posebni kanalizacijski kanal. Relativno čista kišnica vodi se u preljavni kanal Bliznec.
- Posljednja obvezatna točka za razvoj GOK-a jest mjesto dotoka za uređaj za pročišćavanje na lokaciji uređaja za pročišćavanje. Nalazi se na koordinatama km 1+669.

Iza uređaja za pročišćavanje, otpadne vode u preljavnom kanalu Bliznec teku zajedno s pročišćenom vodom koja istječe iz uređaja za pročišćavanje. I dalje će se rabiti sadašnja konstrukcija za prihvatanje, odnosno dotok u Savu. Svi volumeni vode iz slivnog područja lijevo od Save u budućnosti se nastavljaju prazniti na navedenoj lokaciji. Osim toga, tu će biti i sve otpadne vode koje su pročišćene u uređaju za pročišćavanje što će se također voditi preko GOK-a kao prihvatna voda u smjeru Save. To će u budućnosti također utjecati na volumene otpadnih voda s desne obale Save.

5.3 Pokrivanje glavnog odvodnog kanala (GOK)

Kao što je već opisano, ukupni ispust iz kombinirane kanalizacije iz Zagreba lijevo od Save odvodit će se u dužini od 1,728 m, i to u zatvorenom betonskom dijelu. Nakon odvajanja 2 Qt prljavog ispusta, samo će se prljava otpadna voda odvoditi dalje u zatvorenom dijelu.

6 Glavni odvodni cjevovod (GOC)

6.1. Kanalizacijski sustav na desnoj obali

Na desnoj će obali rijeke Save u budućnosti (od 2010. do 2015.) postojati dvostruko suho odvodnjavanje od 1,5 m³/s. Nakon skretanja kišnice u postojeću preljavnu građevinu za kišnicu u području pokraj priključka na kanalizaciju Zagreba (koordinate kilometra 9+930), otpadne će se vode odvoditi posebnim dijelom koji će se proizvesti od betona i zatim gravitacijom do crpne stanice

(koordinate km 6+000). U ovom području rabit će se posebni dio kao kanalizacijska brana. Na točki B izgradit će se crpna stanica s uzvodnom odvodnjom. Otpadne vode crpit će se tlačnim vodom do stražnje strane mosta kanalizacijskim kanalom nominalne širine od DN 1000. Iza mosta odvodni će se kanal proširiti do dimenzije DN 1400 i otpadne vode će tada padati niz nagib sve do mjesta priključka na uređaj za pročišćavanje. Na području oko mosta, tlačni vod otpadne vode objesit će se na most koji treba izgraditi. U svim drugim područjima izgradit će se dio s najmanjim preklapanjem od 1 m iznad vrha kanalizacijskog kanala.

6.2. Procjedna voda s odlagališta

Razvoj industrijske zone i dotok procjedne vode iz odlagališta zahtijeva izgradnju gravitacijskog priključka na glavni kanalizacijski kanal, što će se graditi u području koordinata u km 8+833. Priključak mora biti izveden tako da blokada u glavnom kanalizacijskom kanalu ne uzrokuje prodiranje vode u područja koja će se razvijati.

Procjedna voda iz odlagališta mora se unaprijed obraditi u dovoljnoj mjeri tako da nema negativnog utjecaja na materijale koji se rabe ni na stabilnost postupka uređaja za pročišćavanje otpadnih voda.

6.3 Zaštićeno područje za pitku vodu

U zaštićenom području za pitku vodu nije dozvoljeno prodiranje bilo kojih otpadnih voda iz transportnog sustava ni njihov trajniji utjecaj na podzemne vode. Tlačni vod se proizvodi za nominalni pritisak od 10 bara i ispituje se za pritisak od 15 bara. U radnim uvjetima bit će stvarni pritisak od približno 2 bara. Radi dodatnog povećanja sigurnosti rada, u zaštićenom području pitke vode između točaka B i C tlačni vod bit će položen u zatvorenom kanalu u dužini od 2,900 m. U slučaju neočekivanog prodiranja, otpadne vode koje su prodrle sabiraju se u zatvorenom kanalu i zatim se vraćaju u sustav odmah nakon popravka.

6.4 Opis trase

Trasa ide propisanim putem prikazanim na nacrtu. Sava se prelazi cjevovodom koji se pričvršćuje na novi most. Nagnuti cjevovod završava obilazeći ulaznu crpnu stanicu u prihvatnom žlijebu do fine rešetke na uređaju za pročišćavanje.

6.5 Obvezatne točke izgradnje

Jedina obvezatna točka izgradnje na trasi jest priključak na postojeći kanalizacijski sustav Zagreba. Osim toga, postavit će se preljavna konstrukcija prije zaštićenog područja za pitku vodu radi smanjivanja priključnog tlačnog voda na minimum. Sve ostale točke odnose se

na planirani uređaj za pročišćavanje i most koje treba izgraditi.

6.6 Koncept za cjevovod

Cjevovod je projektiran na način da se najveći protok kombinirane vode od 1.5 m³/s odvodi u uređaj za pročišćavanje. U slučaju većeg volumena miješane vode, dio se može odvesti u Savu postojećim odvodnim cjevovodom u sustavu Zagreba. Dodatni odvod instalirat će se ispred crpne stanice. Preostali dio viška volumena miješane vode može se navedenim odvodom usmjeriti u Savu.

6.7 Crpne stanice

Objekt crpne stanice izgradit će se tako da vanjske podzemne vode ne mogu doprijeti u crpne stanice. Svaka crpna stanica opremit će se podvodnim motornim crpkama. Svaka crpka je predviđena za dotok od 0.5 m³/s. Rad crpki je izmjeničan. Prednost takvog rada sastoji se u tome što sve crpke imaju gotovo jednako vrijeme rada pa se u isto vrijeme mogu provesti radovi na održavanju. U slučaju kiše, tri crpke koje rade u paraleli prenose generirane otpadne vode. U tom je slučaju na raspolaganju stoji 25 posto rezerve.

Crpne stanice priključene su kablom za prijenos podataka na uređaj za pročišćavanje. Na taj način prekidi se odmah javljaju osoblju pa se eventualni popravak može odmah i obaviti.

7 Čulinečka cesta

Čulinečka cesta ima veliku općinsku i lokalnu važnost jer povezuje južni, jugoistočni i sjeveroistočni dio grada te istovremeno omogućuje kvalitetan prilaz okolnim radnim, komunalnim i drugim objektima, Centralnom uređaju za pročišćavanje otpadnih voda grada Zagreba i INA terminalu.

Radnička cesta je mjesto priključka planirane prometnice gdje ulazi u sustav gradskih prometnica. Predmet projekta su prilazne rampe za Domovinski most na Radničkoj cesti.

8 Domovinski most

IZVORI

[1] Ponudbena dokumentacija

[2] Prijava na natječaj

Most se nalazi u industrijskoj zoni Zagreba, na rubu grada. U bližoj budućnosti bit će to prometna veza na jugoistoku grada od zagrebačke zračne luke do Velike Gorice, Turopolja i Siska. Predstavljat će produžetak Radničke ceste koja je definirana kao A-cesta, odnosno točnije, od raskršća Radničke ceste i ulice Petruševac-Žitnjak do sjecišta Radničke ceste i lokalne ulice na desnoj obali Save u području Košnica. Osim lokalnog i pješćakog prometa, namjerava preuzeti i biciklistički promet preko mosta kao i, u budućnosti, tramvajska pruga koja se planira izvesti od Kvaternikova trga do Žitnjačke ulice.

Glavni je razlog za izgradnju ovog mosta u potrebi stvaranja važnih gradskih instalacija preko rijeke Save. Osim toga, to je i prijenos kanalizacijskih cijevi iz crpne stanice Mičevac, glavnog vodnog kanala koji prolazi istočno od Radničke ceste kapaciteta od 1,5 m³/s i cijevi za pitku vodu kapaciteta 3,5 m³/s.

Detaljno o Domovinskom mostu može se naći u [1].

9 Zaključak

Projekt infrastrukturnih objekata za potrebe izgradnje centralnog uređaja za pročišćavanje otpadnih voda grada Zagreba koncipiran je, po mišljenju zajmodavaca (KfW i EBRD), na polivalentnoj tehničkoj i ekološkoj vrijednosti.

Vrijednost ukupnog projekta odnosno njegova korist očiti su, a posebno će se moći valorizirati nakon završetka izgradnje.

Dosada stečena iskustva u tehnologiji pročišćavanja otpadnih voda ne samo što će se primijeniti na uređaj Zagreb, nego zasigurno i nastojati poboljšati, što je u osnovi i cilj formiranog konzorcija.