

Idejno rješenje uređaja za pročišćavanje otpadnih voda aglomeracije Rab

Babić, Velimir

Master's thesis / Diplomski rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:692336>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-23**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)

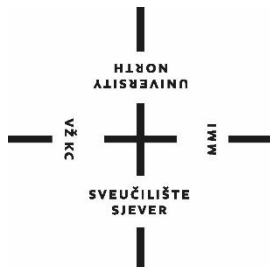


zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN**



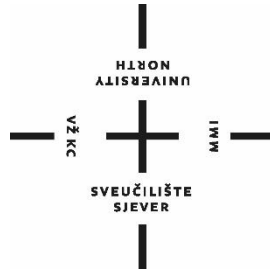
DIPLOMSKI RAD br. 79/GRD/2023

**IDEJNO RJEŠENJE UREĐAJA ZA
PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA
AGLOMERACIJE RAB**

Velimir Babić

Varaždin, lipanj 2023. godine

SVEUČILIŠTE SJEVER
SVEUČILIŠNI CENTAR VARAŽDIN
Studij Graditeljstva



DIPLOMSKI RAD br. 79/GRD/2023

**IDEJNO RJEŠENJE UREĐAJA ZA
PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA
AGLOMERACIJE RAB**

Student:
Velimir Babić, 0082031067

Mentor:
doc. dr. sc. Domagoj Nakić

Varaždin, lipanj 2023. godine

Prijava diplomskog rada

Definiranje teme diplomskog rada i povjerenstva

ODJEL Odjel za graditeljstvo

STUDIJ diplomski sveučilišni studij Graditeljstvo

PRISTUPNIK Velimir Babić

MATIČNI BROJ 0082031067

DATUM 09.03.2023.

KOLEGIJ Zaštita i pročišćavanje voda

NASLOV RADA Idejno rješenje uređaja za pročišćavanje otpadnih voda aglomeracije Rab

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU Conceptual design of the wastewater treatment plant of the Rab agglomeration

MENTOR dr. sc. Domagoj Nakić

ZVANJE docent

ČLANOVI POVJERENSTVA

1. izv.prof.dr.sc. Bojan Đurin
2. doc.dr.sc. Domagoj Nakić
3. prof.dr.sc. Božo Soldo
4. doc.dr.sc. Željko Kos
- 5.

Zadatak diplomskog rada

BROJ 79/GRD/2023

OPIS

U sklopu izrade diplomskog rada potrebno je izraditi idejno rješenje uređaja za pročišćavanje otpadnih voda aglomeracije Rab.

Uređaj je potrebno dimenzionirati temeljem dostupnih ulaznih podloga: izrađena studijska i preprojektna dokumentacija, statistički podaci, analiza potreba, relevantna zakonska regulativa i dr. Rad treba sadržavati minimalno sljedeća poglavlja:

-Sažetak

1. Uvod
2. Ulazni podaci i podloge
3. Proračun (definiranje hidrauličkog i masenog opterećenja)
4. Oblikovno-funkcionalno i tehničko rješenje
5. Aproximativni troškovnik
6. Grafički prilozi (situacija, linija vode, presjeci).

Literatura

ZADATAK URUČEN

27. 06. 2023.



POTPIS MENTORA

ZAHVALA:

Zahvaljujem se svom mentoru, doc.dr.sc. Domagoju Nakiću, na strpljenju, suradnji i pružanju savjeta za vrijeme izrade ovog diplomskog rada. Kao predavač kolegija Zaštita i pročišćavanje voda, pobudio je u meni poseban interes za ovu aktualnu i sve više prisutnu temu unutar sektora građevinarstva u Republici Hrvatskoj. Hvala i svim ostalim nastavnicima Odjela za graditeljstvo Sveučilišta Sjever, koji su mi kroz mnoge konzultacije pomogli u savladavanju svog gradiva koje je bilo potrebno kako bih pripremio ovaj diplomski rad.

Velimir Babić

SAŽETAK:

U ovom diplomskom radu izrađeno je idejno rješenje uređaja za pročišćavanje otpadnih voda aglomeracije Rab. Ulazni podaci potrebni za definiranje hidrauličkog i biološkog opterećenja preuzeti su iz *Studije izvedivosti za prijavu projekta aglomeracije Rab, za sufinanciranje iz EU fondova*. Temeljem ulaznih podataka, a sukladno važećoj zakonskoj regulativi, definiran je potreban stupanj pročišćavanja, što je u konkretnom slučaju prvi (I.) stupanj. Nadalje, izvršeni su hidraulički proračuni kojima su definirane optimalne dimenzije objekata i uređaja koji se nalaze u sklopu postrojenja za pročišćavanje. Dano je oblikovno, funkcionalno i tehničko rješenje linije vode, revizijskih okana, zgrade mehaničkog predtretmana, crpne stanice, aeriranog pjeskolova-mastolova, prethodnog taložnika, zgrade klasirera pijeska, zgrade za obradu mulja i upravne zgrade. Također, izvršena je procjena troškova izgradnje postrojenja do njegovog puštanja u rad. U grafičkim prilogima idejnom rješenju nalaze se nacrti kojima je definiran položaj postrojenja u prostoru te konstruktivno rješenje i dimenzije pojedinih objekata.

Ključne riječi: otpadne vode, aglomeracija Rab, uređaj za pročišćavanje otpadnih voda, mehanički predtretman, crpna stanica, aerirani pjeskolov-mastolov, prehodni taložnik

ABSTRACT:

In this graduate thesis, the conceptual design of the wastewater treatment plant of the Rab agglomeration was made. The input data required for defining the hydraulic and biological load are taken from the *Feasibility Study for the application of the Rab agglomeration project, for co-financing from EU funds*. Based on the input data, and in accordance with the current legislation, the required degree of purification is defined. Furthermore, hydraulic calculations were carried out that defined the optimal dimensions of the facilities and devices located within the treatment plant. A design, functional and technical solution of the water line, audit shafts, mechanical pretreatment building, pumping station, aerated grit chamber, the primary settling plant, the sand classifier building, the sludge treatment building and the administrative building were given. Also, an estimate of the cost of building the plant until its release into permanent operation was carried out. In the graphic annexes to the conceptual design, there are designs that define the position of the plant in space, and the constructive solution and dimensions of each individual object.

Keywords: wastewater, agglomeration Rab, wastewater treatment plant, mechanical pretreatment, pumping station, aerated grit chamber, primary settling tank

Popis korištenih kratica

EU	Europska unija
pH	mjera kiselosti (lužnatosti)
NN	Narodne novine
RH	Republika Hrvatska
BPK₅	petodnevna biokemijska potrošnja kisika
KPK	kemijska potrošnja kisika
ES	ekvivalent stanovnika
UPOV	uređaj za pročišćavanje otpadnih voda
Z.O.P.	zajednička oznaka projekta
k.č.br.	broj katastarske čestice
k.o.	katastarska općina
m n.m.	metara nad morem
CS	crpna stanica
APM	aerirani pjeskolov-mastolov
PT	prethodni taložnik
RO	revizijsko okno

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Općenito o otpadnim vodama.....	1
1.2. Zakonska regulativa vezana za upravljanje vodama.....	4
1.3. Tehnologije i sustavi pročišćavanja otpadnih voda.....	9
2. ULAZNI PODACI I PODLOGE ZA DIMENZIONIRANJE UPOV-a	10
2.1. Postojeći podaci i podloge.....	10
2.2. Lokacija građevine.....	11
3. PRORAČUN	14
3.1. Proračun hidrauličkog i masenog opterećenja.....	14
3.2. Određivanje potrebnog stupnja pročišćavanja.....	21
3.3. Dimenzioniranje dovodnog kanala.....	21
3.4. Dimenzioniranje crpne stanice.....	24
3.5. Dimenzioniranje aeriranog pjeskolova-mastolova.....	26
3.6. Dimenzioniranje prethodnog taložnika.....	28
4. OBLIKOVNO-FUNKCIONALNO I TEHNIČKO RJEŠENJE	32
4.1. Linija vode.....	32
4.2. Revizijska okna.....	33
4.3. Zgrada mehaničkog predtretmana.....	34
4.4. Crpna stanica.....	37
4.5. Aerirani pjeskolov-mastolov.....	38
4.6. Prehodni taložnik.....	40
4.7. Zgrada klasirera pijeska.....	42
4.8. Zgrada za obradu mulja.....	43
4.9. Upravna zgrada.....	43
5. APROKSIMATIVNI TROŠKOVNIK	45
6. LITERATURA	47
7. GRAFIČKI PRILOZI	53

1. UVOD

1.1. OPĆENITO O OTPADNIM VODAMA

Otpadne vode po definiciji su tekućine koje se sastoje od tekućeg otpada otopljenog ili emulgiranog u vodi, odnosno disperzije krutog otpada u vodi. Otpadne vode potječu iz kućanstava naselja i gradova (uključuju i organski, fekalni otpad), tvornica i industrijskih pogona ili poljoprivrednih djelatnosti. Njihovim ispuštanjem, bilo putem kanalizacije (točkasti ispusti) bilo izravnim ispiranjem tla (oborinske otpadne vode), u površinske kopnene vode (rijeke, jezera) ili more, može se onečistiti i/ili zagađati, odnosno smanjiti uporabna vrijednost vodenoga sustava (akvatorija) u koji dopijevaju [1].



Slika 1. Nekontrolirano ispuštanje nepročišćenih otpadnih voda [2]

Opasnost od zagađivanja sprječava se tehnološkim postupcima pročišćivanja otpadnih voda načinom prilagođenim njihovom sastavu. Otpadne vode iz kućanstava vrlo su raznolika sastava i sadrže velik udio organskoga (razgradljivog) otpada, za razgradnju kojega je potrebna velika količina kisika. Industrijske otpadne vode, koje su sporedni proizvod osnovnog industrijskog procesa, često sadrže kemikalije otrovne za bakterije, što onemogućuje biološku razgradnju. Otpadne vode s poljoprivrednih površina nastaju ispiranjem tla oborinama, a sadrže znatnije količine neutrošenih fosfornih i dušičnih gnojiva te nerazgrađenih herbicida i pesticida kojih je odvajanje zahtjevan postupak. Prodiranje nepročišćenih otpadnih voda u podzemlje onečišćuje podzemne vode, koje su osnovna zaliha pitke vode naselja i gradova.

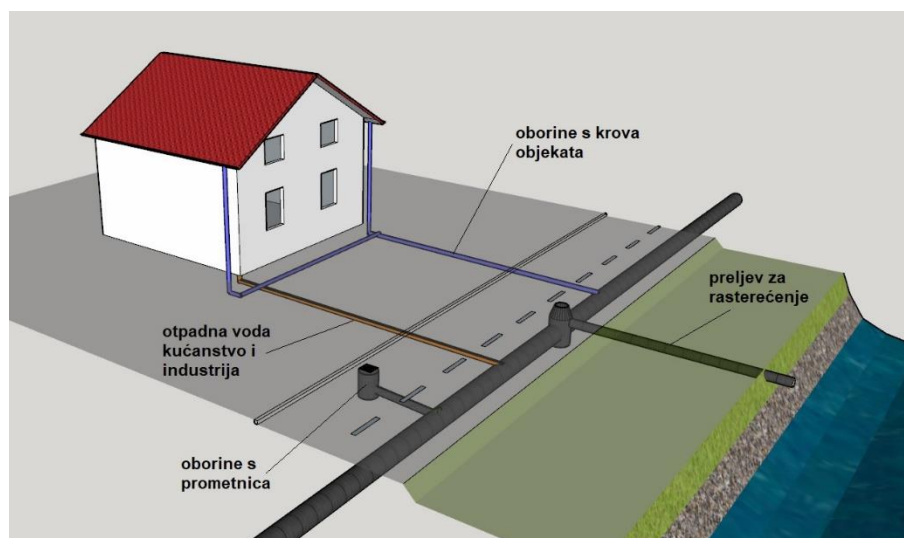
Ispuštanje otpadnih voda uređeno je nizom sanitarnih i sigurnosnih propisa i zakonskih normi, i podložno stalnom nadzoru ovlaštenih državnih organa [1].

Da bi otpadna voda uopće mogla doći do mogućnosti da se izvrši njeno pročišćavanje, potrebna je stanovita komunalna infrastruktura, odnosno sustav odvodnje. Generalno se razlikuju dva osnovna tipa sustava odvodnje: mješoviti sustav i razdjelni sustav.

Mješoviti sustav odvodnje podrazumijeva da se u istu infrastrukturu (odvodni cjevovodi) skupljaju kućanske i industrijske otpadne vode te sve oborinske vode, dok se kod razdjelnog sustava izvodi posebna infrastruktura za kućanske i industrijske otpadne vode, a posebna za oborinske vode. Primjenjivost vrste sustava ovisi o više čimbenika, a neki od njih su:

- mogućnost izgradnje "dvostruke" infrastrukture u postojećim naseljima, u odnosu na nova planski građena naselja
- specifičnost naselja u smislu omjera zastupljenosti industrije u odnosu na stanovništvo
- geografski položaj područja sa kojega se vrši odvodnja otpadnih voda
- ekonomski pokazatelji odnosno opravdanost cijene izgradnje odvojene infrastrukture

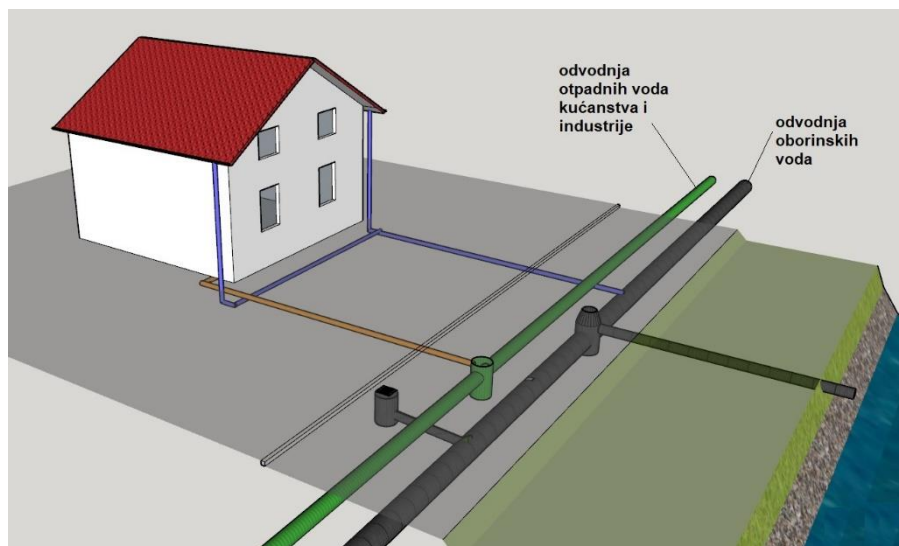
Na donjoj slici shematski je prikazan tipičan mješoviti sustav odvodnje, gdje se jednom odvodnom cijevi prikupljaju sanitarne otpadne vode iz kućanstva i objekata općenito (industrija i poljoprivreda), krovne oborinske vode s objekata, površinske oborinske vode iz okoliša oko objekata te odvodnja oborinske vode s prometnica, s preljevom za rasterećenje



Slika 2. Mješoviti sustav odvodnje

Razdjelni sustav odvodnje tehnički je složeniji obzirom da se sastoji od dvije odvodne cijevi. Kod ovog sustava razdjeljuju se oborinske vode od otpadnih voda iz kućanstava i industrije.

Prilikom dimenzioniranja uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, jedan od ulaznih parametara je upravo vrsta sustava odvodnje, obzirom da se vrijeme zadržavanja otpadne vode u pojedinim građevinama uređaja (pjeskolov-mastolov, prethodni taložnik) razlikuje za različite sustave, a o čemu će biti riječi u narednim poglavljima.

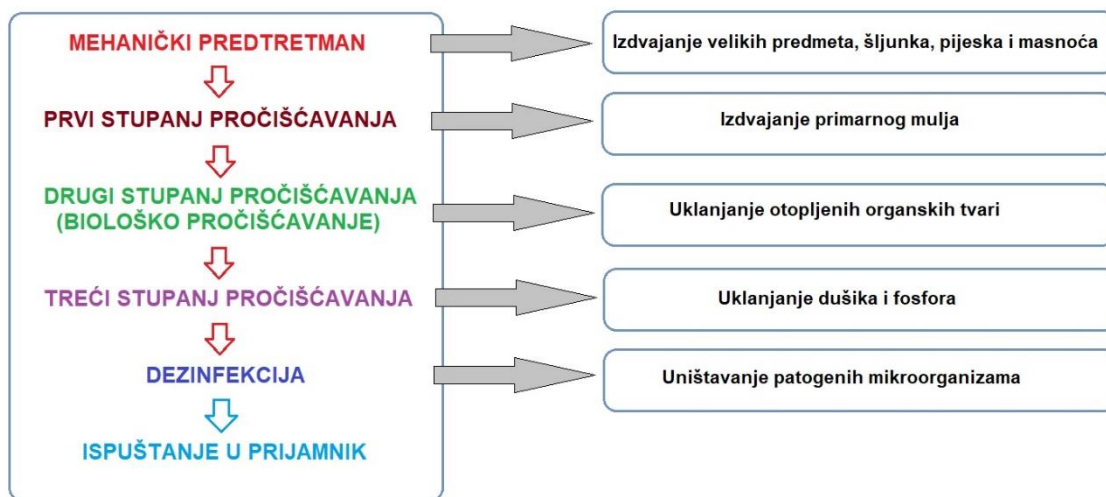


Slika 3. Razdjelni sustav odvodnje

Sustavi odvodnje dakle prikupljaju otpadnu vodu i dovode je do uređaja za pročišćavanje otpadnih voda (UPOV). Potrebno je zatim poznavati neke značajke otpadnih voda, koje su onda ulazni podaci za projektiranje postupaka pročišćavanja:

- hidrauličko opterećenje (protoci)
- ukupne količine krutih tvari u otpadnoj vodi
- sastav organskih tvari
- zastupljenost fosfora, dušika i patogenih mikroorganizama
- temperatura vode
- alkalitet i pH

Samo pročišćavanje otpadnih voda sastoji se od više različitih faza, koje unutar sebe imaju različite postupke koji zavise upravo od gore navedenih značajki. Na donjoj shemi prikazane su glavne faze pročišćavanja, s navedenim postupcima koji se primjenjuju unutar pojedine faze.



Slika 4. Opća shema pročišćavanja otpadnih voda [3]

1.2. ZAKONSKA REGULATIVA VEZANA ZA UPRAVLJANJE VODAMA

Voda nije samo komercijalan proizvod nego i opće dobro i ograničen resurs koji je potrebno zaštititi i upotrebljavati na održiv način, kako u pogledu kvalitete tako i u pogledu količine. Međutim, pritisak na taj resurs velik je zbog brojnih načina uporabe u raznim sektorima, poput poljoprivrede, industrije, turizma, prometa i energije [4].

Republika Hrvatska je pristupanjem u Europsku Uniju preuzela i obvezu da njeno zakonodavstvo ugradi i u vlastito nacionalno zakonodavstvo. Komisija Europske unije je 2012. usvojila *Plan zaštite europskih vodnih resursa*, dugoročnu strategiju čiji je cilj zajamčiti dovoljnu količinu kvalitetne vode na raspolaganju za sve legitimne uporabe, što će se postići boljom provedbom postojeće vodne politike EU-a, integracijom ciljeva vodne politike u druga politička područja te popunjavanjem praznina u sadašnjem okviru [5].

Glavna direktiva koje se odnosi na vodu i upravljanje vodama na razini Europske unije je *Okvirna direktiva o vodama*, a nju potkrepljuju sljedeće usmjerene direktive:

- Direktiva o podzemnim voda
- Direktiva o vodi za piće
- Direktiva o vodi za kupanje
- Direktiva o nitratima
- Direktiva o pročišćavanju komunalnih otpadnih voda
- Direktiva o standardima kvalitete okoliša
- Direktiva o poplavama.

Nacionalna zakonska regulativa Republike Hrvatske, kojom se uređuje pravni status voda, upravljanje kakvoćom i količinom voda, odvodnja i navodnjavanje je velikog spektra, a ovdje je nabrojan dio zakona, pravilnika i uredbi koje se odnose na pročišćavanje otpadnih voda:

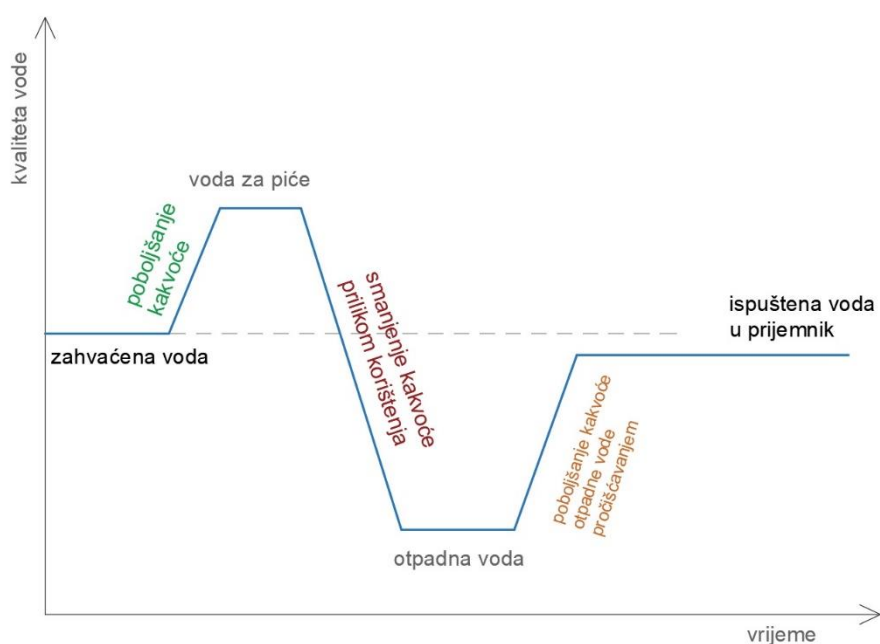
- Zakon o vodama (NN 66/19, 84/21, 47/23)
- Zakon o vodnim uslugama (NN 66/19)
- Pravilnik o posebnim uvjetima za obavljanje djelatnosti vodoistražnih radova i drugih hidrogeoloških radova, preventivne, redovne i izvanredne obrane od poplava, te upravljanja detaljnim građevinama za melioracijsku odvodnju i vodnim građevinama za navodnjavanje (NN 26/2020)
- Pravilnik o granicama područja podslivova, malih slivova i sektora (NN 97/2010)
- Pravilnik o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 26/2020)
- Pravilnik o tehničkim zahtjevima za građevine odvodnje otpadnih voda, kao i rokovima obvezne kontrole ispravnosti građevina odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda (NN 3/2011)
- Uredba o standardu kakvoće voda (NN 96/2019)
- Odluka o granici između kopnenih voda i voda mora (NN 89/2010)
- Odluka o određivanju osjetljivih područja (NN 79/2022)

Hrvatske vode su pravna osoba za upravljanje vodama u Republici Hrvatskoj, osnovane 1991. godine odlukom Vlade RH. Djelatnost Hrvatskih voda definirana je Zakonom o vodama, a odnosi se na upravljanje vodama u granicama sljedećih poslova [6]:

- izrada planskih dokumenata za upravljanje vodama
- uređenje voda i zaštita od štetnog djelovanja voda
- melioracijska odvodnja
- korištenje voda
- zaštita voda
- navodnjavanje
- upravljanje javnim vodnim dobrom
- vođenje vodne dokumentacije
- stručni poslovi
- stručni nadzor
- obračun naknada

- obračun i naplata vodnih naknada
- upravljanje posebnim projektima

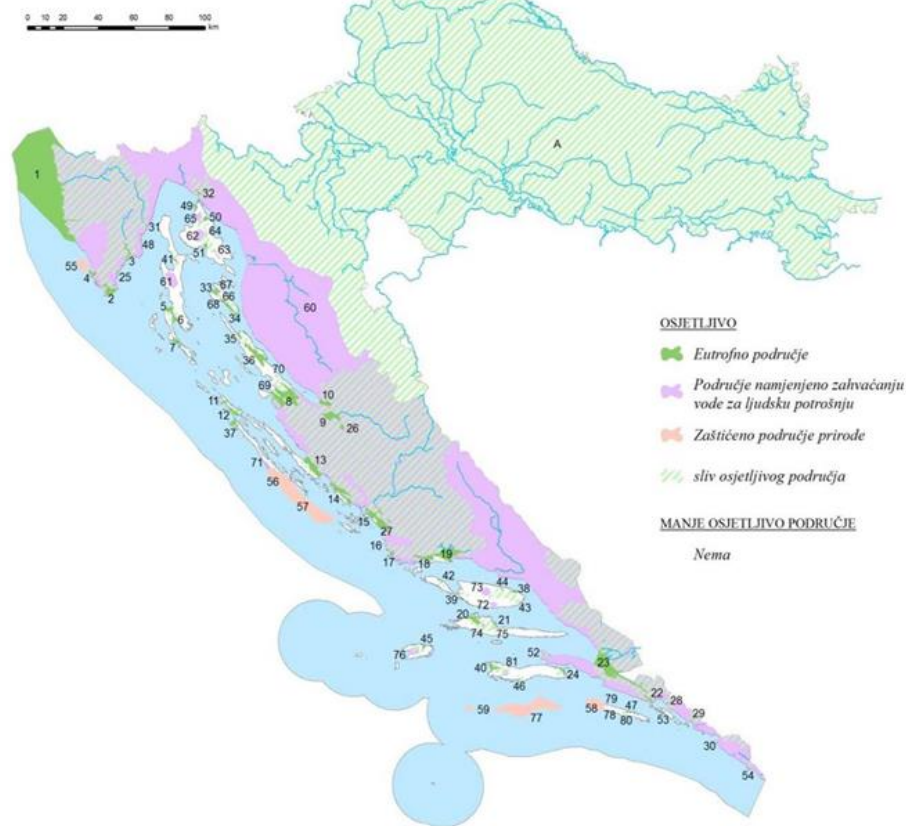
Teritorijalne ustrojstvene jedinice Hrvatskih voda nalaze se na dva vodna područja: na vodnom području rijeke Dunav i jadranskom vodnom području, koja čine šest vodnogospodarskih odjela u čijem sastavu su vodnogospodarske ispostave. Na vodnom području rijeke Dunav su ispostave za srednju i donju Savu, gornju Savu, Muru i gornju Dravu te Dunav i donju Dravu. Na jadranskom vodnom području su ispostave za sliv sjevernog Jadrana te južnog Jadrana [6].



Slika 5. Dijagram kvalitete vode od zahvaćanja do ponovnog ispuštanja u okoliš [7]

UPOV, odnosno njegove tehničko-tehnološke karakteristike, u najvećoj mjeri ovise o potrebnom stupnju pročišćavanja. Potreban stupanj pročišćavanja sanitarnih otpadnih voda definiran je *Strategijom upravljanja vodama (NN 91/08)* i *Pravilnikom o graničnim vrijednostima emisija otpadnih vodama (NN 26/20)*. Regulativom je definirano da se potrebni stupanj pročišćavanja nalazi u ovisnosti o osjetljivosti područja (kategorizaciji vodotoka) i veličini aglomeracija, odnosno kapaciteta promatranog sustava [8].

OSJETLJIVOST PODRUČJA RH



Slika 6. Kartografski prikaz osjetljivih područja RH [8]

Prema zakonskoj regulativi, u "osjetljivim" i "manje osjetljivim" područjima dopušteno je ispuštanje otpadnih voda uz postizanje odgovarajućeg stupnja pročišćavanja. Odgovarajuće pročišćavanje otpadnih voda znači obradu otpadnih voda bilo kojim procesom, koje nakon ispuštanja ne narušavaju dobro stanje voda prijemnika [8]. U prethodno spomenutom Pravilniku (NN 26/20) opisani su stupnjevi pročišćavanja:

- **prvi stupanj (I) pročišćavanja** je obrada komunalnih otpadnih voda fizikalnim i/ili kemijskim postupkom koji obuhvaća taloženje suspendiranih tvari ili druge postupke u kojima se BPK₅ ulaznih otpadnih voda smanjuje za najmanje 20% prije ispuštanja, a ukupne suspendirane tvari ulaznih otpadnih voda za najmanje 50%
- **drugi stupanj (II) pročišćavanja** je obrada komunalnih otpadnih voda postupkom koji općenito obuhvaća biološku obradu sa sekundarnim taloženjem i/ili druge

postupke kojima se ukupna suspendirana tvar ulaznih otpadnih voda smanjuje za najmanje 90% prije ispuštanja, BPK₅ se smanjuje za najmanje 70% a KPK se smanjuje za najmanje 75%.

- **treći stupanj (III) pročišćavanja** je stroža obrada komunalnih otpadnih voda postupkom kojim se uz drugi stupanj pročišćavanja postižu zahtjevi za i/ili fosfor i/ili dušik iz Tablice 2.a iz Priloga 1. Pravilnika (NN26/20), i/ili mikrobiološke pokazatelje i/ili druge onečišćujuće tvari u cilju zaštite osjetljivih područja, odnosno postizanja ciljeva zaštite voda [9].

Tablica 1. Određivanje potrebnog stupnja pročišćavanja [8]:

OSJETLJIVOST PODRUČJA	VELIČINA UREĐAJA	STUPANJ PROČIŠĆAVANJA
manje osjetljivo	do 2000 ES	najmanje I. stupanj
	od 2000 do 10000 ES	najmanje I. stupanj
	preko 10000 ES	najmanje II. stupanj
osjetljivo	do 2000 ES	najmanje I. stupanj
	od 2000 do 10000 ES	najmanje II. stupanj
	preko 10000 ES	III. stupanj

Granične vrijednosti emisija otpadnih voda koje se ispuštaju u vode ili u sustav javne odvodnje, utvrđuju se dozvoljenim koncentracijama onečišćujućih tvari i/ili opterećenjima u otpadnim vodama. Kod ispuštanja pročišćenih komunalnih otpadnih voda u vode pored koncentracija onečišćujućih tvari i/ili opterećenja u otpadnim vodama, potrebno je utvrditi i postotak smanjenja onečišćenja na uređaju za pročišćavanje otpadnih voda.

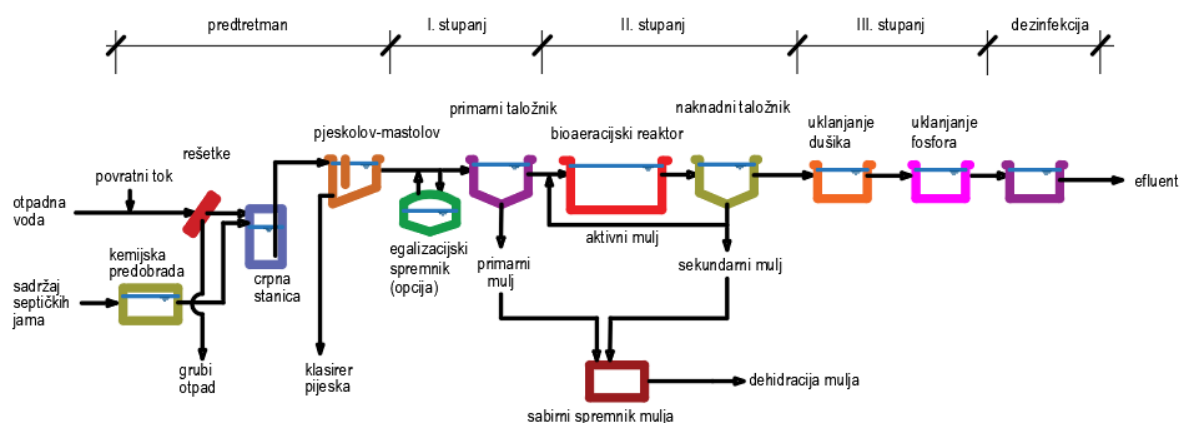
U slučaju kada uspostava sustava javne odvodnje nije opravdana, bilo stoga što ne bi proizvela nikakvu korist za okoliš ili stoga što bi značila prekomjeran trošak, koriste se individualni sustavi odvodnje ili drugi odgovarajući sustavi kojima se postiže ista razina zaštite okoliša [9].

1.3. TEHNOLOGIJE I SUSTAVI PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA

Sustavi pročišćavanja otpadnih voda, odnosno tehnologije i postupci koje se u njima primjenjuju, osnovno se mogu podijeliti prema načinu uklanjanja nepoželjnih tvari:

- *fizikalni postupci*: rešetke, uklanjanje pijeska i masnoća, miješanje, flokulacija, taloženje, flotacija, filtracija (membranski postupci)
- *kemijski postupci*: precipitacija, adsorpcija, dezinfekcija
- *biološki postupci*: aktivni mulj, biljni uređaji

Prethodno navedeni postupci javljaju se u praksi u različitim kombinacijama. Najčešće pojam *I. stupanj pročišćavanja* podrazumijeva upotrebu fizikalnih postupaka, kod *II. stupnja* upotrebljava se kombinacija fizikalnih, kemijskih i bioloških postupaka, a u *III. stupnju* se uz kombinacije koje se koriste kod II. stupnja, još koristi i dodatan biološki i kemijski dio (dodatne bakterije, dodatne kemikalije). Kada su postupci grupirani zajedno s ciljem postizanja određenog stupnja pročišćavanja, mogu se opisati *dijagramom toka procesa pročišćavanja otpadnih voda*. Na slici ispod prikazan je karakteristični dijagram toka (linija vode) koji se često upotrebljava pri projektiranju i gradnji konvencionalnih UPOV-a.



Slika 7. Dijagram toka (linija vode) UPOV-a [10]

2. ULAZNI PODACI I PODLOGE ZA DIMENZIONIRANJE UPOV-a

2.1. POSTOJEĆI PODACI I PODLOGE

Investitor *Vrelo d.o.o. za komunalne djelatnosti* iz Raba je za prijavu izgradnje vodno-komunalne infrastrukture na europske strukturne fondove dao prethodno izraditi *Studiju izvodljivosti, projektne dokumentacije i Aplikacije za prijavu projekta za aglomeracije Rab, Supetarska Draga i Lopar za sufinanciranje iz EU fondova, Z.O.P. RAB-2016, broj projekta 3311 C*, izrađena od strane WYG savjetovanje d.o.o. iz Zagreba, iz studenog 2019. godine.

Aglomeracija Rab, kao jedna od tri aglomeracije na otoku Rabu (uz aglomeracije Supetarska Draga i Lopar), studijom je predviđena za pokrivanje sustavom odvodnje otpadnih voda i njihovo pročišćavanje za naselja Banjol, Barbat, Palit i Rab.

Početna podloga za dimenzioniranje UPOV-a su podaci u broju stanovnika, preuzeti od Državnog zavoda za statistiku, što je prikazano u donjoj tablici.

Tablica 2. Stanovništvo naselja otoka Raba sa zadnjeg popisa iz 2021. godine [11]:

		Ukupno popisane osobe	Ukupan broj stanovnika
		1	2
RAB		7227	7168
	Banjol	1716	1706
	Barbat	1155	1141
	Kampor	1035	1031
	Mundanije	400	400
	Palit	1601	1582
	Rab	373	365
	Supetarska Draga	947	943

Na temelju podataka o broju stanovnika, izvršena je korekcija *Analize potrebe stanovništva, kućanstava i turističkih kapaciteta*, koja je izrađena 2019. godine (a na temelju popisa stanovništva iz 2011. godine), s tim da su kao mjerodavne uzete sljedeće godine:

2023. - početna godina, tokom koje se projektira (dimenzionira) UPOV

2028. – završna godina priključenja 90% korisnika na sustav odvodnje

2053. – krajnja godina projektiranog vijeka UPOV-a

Projekcija broja stanovnika za prethodno navedene godine uzeta je sa stopom rasta od 0,30% godišnje za urbano područje i zadovoljavajuće demografske prilike te 0,10% godišnje za manje urbano područje. Projekcija broja turističkih kapaciteta privatnog smještaja i procjena neprijavljenih kapaciteta uzeta je sa stopom rasta od 0,15% godišnje. Projekcija broja turističkih kapaciteta u privredi (hoteli i kampovi) uzeta je sa stopom rasta od 0,20% godišnje. Rezultati projekcija vidljivi su u niže navedenoj tablici.

Tablica 3. Projekcija stanovništva i turističkih kapaciteta za mjerodavne godine [12]:

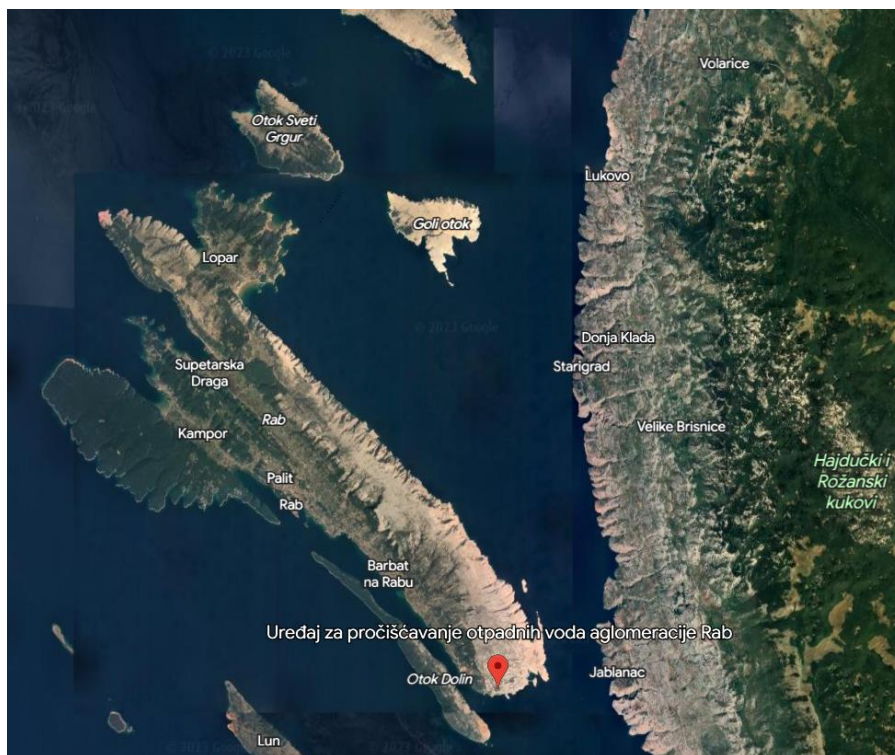
KALENDARSKA GODINA	2023.	2028.	2053.
STANOVNIŠTVO, KUĆANSTVA I TURISTIČKI KAPACITETI AGLOMERACIJE RAB			
STANOVNIŠTVO	4803	4828	4949
TURISTIČKI KAPACITETI PRIVATNOG SMJEŠTAJA I PROCJENA NEPRIJAVLJENIH KAPACITETA	3786	3815	3961
TURISTIČKI KAPACITETI SMJEŠTAJA U PRIVREDI (HOTELI I KAMPOVI)	759	766	805

Iz tablice 3 vidljivo je da stalno stanovništvo generira oko 51% opterećenja otpadnom vodom koja će dolaziti na UPOV. Kako je riječ o području s turizmom kao najvažnijom gospodarskom granom, ali sezonskog karaktera (ljetni mjeseci), hidrauličko i biološko opterećenje na UPOV je kao ulazni podatak za dimenzioniranje potrebno promatrati posebno za prosječni mjesec izvan turističke sezone, a posebno za vršno opterećenje (kolovoz).

2.2. LOKACIJA GRAĐEVINE

Izgradnja UPOV-a planirana je u naselju Barbat na otoku Rabu, koje administrativno pripada Gradu Rabu, na k.č.br. 826/48, k.o. Barbat. Vlasnik parcele je Grad Rab.

Geografski gledano, lokacija građevine je golet koja se nalazi na terenu u blagom padu prema obali, uzdignutom iznad mora, udaljenom oko 350 m od zaljeva Vašibaka, te oko 80 metara od najbliže morske obale. Nadmorska visina lokacije građevine iznosi 16 m n.m. Građevinska čestica je oblika nepravilnog peterokuta, površine 4738 m². Teren čestice pada od sjevera prema jugu, a maksimalna visinska razlika iznosi 2 m.



Slika 8. Makrolokacija građevine [13]



Slika 9. Mikrolokacija građevine [14]

Građevinska čestica na kojoj se planira gradnja, graniči sa ukupno 5 čestica:

- sjever – k.č.br. 826/47, k.o. Barbat – stanje: neizgrađeno
- jug – k.č.br. 811/8, k.o. Barbat – stanje: neizgrađeno
- zapad – k.č.br. 826/43, k.o. Barbat – stanje: neizgrađeno
- zapad – k.č.br. 826/42, k.o. Barbat – stanje: neizgrađeno
- zapad – k.č.br. 826/45, k.o. Barbat – stanje: neizgrađeno

Pristup građevinskoj čestici predviđen je preko k.č.br.826/42, u naravi ceste širine 5,0 metara, a na čestici k.č.br. 826/43 je predviđena izgradnja trafostanice za potrebu opskrbljivanja UPOV-a električnom energijom.



REPUBLIKA HRVATSKA
DRŽAVNA GEODETSKA UPRAVA
PODRUČNI URED ZA KATASTAR RIJEKA
ISPOSTAVA ZA KATASTAR NEKRETNINA
RAB

NESLUŽBENA KOPIJA

Stanje na dan: 15.06.2023. 12:49

PRIJEPIS POSJEDOVNOG LISTA

Katastarska općina: BARBAT (Mbr. 324396)

Posjedovni list: 1927

Udio	Prezime i ime odnosno tvrtka ili naziv, prebivalište odnosno sjedište upisane osobe	OIB
1/1	GRAD RAB, TRG MUNICIPIUM ARBA A.D.X.A.C. 2, RAB (VLASNIK)	09555102027

Podaci o katastarskim česticama

Zgr	Dio	Broj katastarske čestice	Adresa katastarske čestice/Način uporabe katastarske čestice/Način uporabe zgrade, naziv zgrade, kućni broj zgrade	Površina/m ²	Broj D.L.	Posebni pravni režimi	Primjedba
		826/42		703			
			GOLET	10			
			CESTA	693			
		826/43	VAŠIBAKA	30	99		
			GOLET	30			
		826/48	VAŠIBAKA	4738	99		
			GOLET	4738			
Ukupna površina katastarskih čestica				5471			

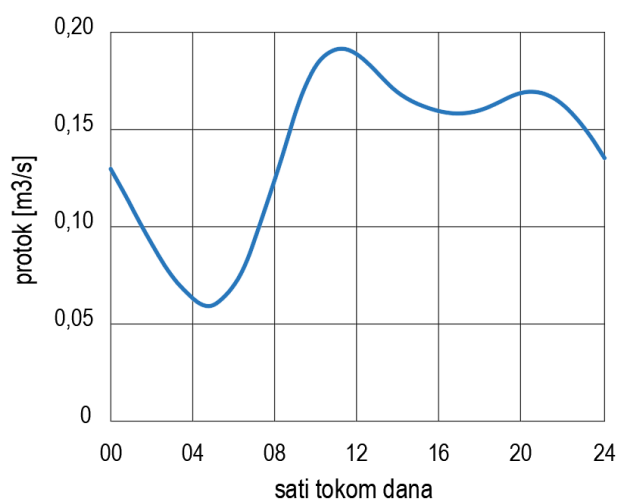
NAPOMENA: Ovaj prijepis posjedovnog lista nije dokaz o vlasništvu na katastarskim česticama upisanim u posjedovnom listu.

3. PRORAČUN

3.1. PRORAČUN HIDRAULIČKOG I MASENOG OPTEREĆENJA

Na temelju podataka iz tablice 3, koristeći njemačke smjernice ATV-DVWK-A 198E [16], izvršen je proračun hidrauličkog i masenog opterećenja i to posebno za prosječni zimski mjesec van turističke sezone i posebno za mjesec kolovoz, kada dolazi do vršnog opterećenja.

Dotok na UPOV u pravilu se sastoji od dotoka kućanskih otpadnih voda, otpadnih voda iz komercijalnog i društvenog sektora, industrijskih otpadnih voda, oborinskih voda i tuđih voda. Svaka od nabrojanih kategorija karakterizirana je vlastitim količinama i dinamikom. Za proračun mjerodavnog dotoka na koji se dimenzionira UPOV, potrebno je odrediti koeficijente neravnomjernosti za otpadne vode, oborinske dotoke na temelju prihvatljivog hidrološko-hidrauličkog modela, a tuđe vode procijeniti na temelju svih faktora koji utječu na njihovu veličinu [17].



Slika 11. Karakteristične satne promjene protoka otpadne vode [17]

Prilikom mjerenja protoka otpadnih i pročišćenih voda, često se koristi *Parshallov mjerac protoka (Parshallovo suženje)*. Na osnovi poznate geometrije suženja, može se točno izračunati protok u otvorenom kanalu. Očitanje se može vršiti preko mjerne letve instalirane na samom mjeracu, ili pomoću ultrazvučne sonde povezane s računalom.



Slika 12. Parshallovo suženje instalirano na dovodnom kanalu [18]

Prilikom proračuna hidrauličkog opterećenja UPOV-a aglomeracije Rab korišteni su sljedeći mjerodavni protoci:

Q_D – protok otpadne vode iz domaćinstava (kućanstava)

Q_{ind} – protok otpadne vode iz gospodarstva (industrije)

Q_{sep} – protok otpadne vode iz sabirnih (septičkih) jama

Q_{ww} – ukupni protok otpadne vode

Q_{inf} – tuđe vode

Q_{Dw} – sušni protok

Q_{comb} – kišni protok

Prilikom proračuna biološkog opterećenja UPOV-a aglomeracije Rab korišteni su sljedeći fizikalni i kemijski pokazatelji kakvoće otpadne vode:

BPK_5 – biološka petodnevna potrošnja kisika

KPK – kemijska potrošnja kisika

TSS – ukupna raspršena (suspendirana) tvar

TN – ukupni dušik

TP – ukupni fosfor

Fizikalne, kemijske i biološke karakteristike otpadnih voda mijenjaju se tokom dana. Točna određivanja karakteristika otpadne vode moguće je dobiti samo iz reprezentativnih uzoraka. Obično se koriste složeni uzorci sastavljeni od dijelova uzoraka sakupljenih u pravilnim vremenskim razmacima. Količina otpadne vode iz svakog uzorka trebala bi biti proporcionalna protoku u vremenu uzimanja [17].

Broj ekvivalent stanovnika (ES) je pokazatelj biološkog opterećenja i definira jednog prosječnog stanovnika. Tokom jednoga dana, jedan stanovnik, odnosno 1 ES proizvede sljedeću količinu biološkog opterećenja:

- 60 g BPK₅/d
- 120 g KPK/d
- 70 g TSS/d
- 11 g TN/d
- 1,8 TS/d

Rezultati proračuna dani su u narednim tablicama (tablica 4 do tablica 15).

Tablica 4. Rezultati proračuna dotoka na UPOV van turističke sezone:

AGLOMERACIJA RAB - OPTEREĆENJE UREĐAJA U PROSJEČNOM MJESECU IZVAN TURISTIČKE SEZONE (zima)				5031 ES		
KALENDARSKA GODINA				2023.	2028.	2053.
DOTOK NA UPOV IZVAN TURISTIČKE SEZONE		m ³ /mj				
KOLIČINE OTPADNE VODE KUĆANSTVA U PROSJEČNOM MJESECU IZVAN SEZONE - SPOJENE NA SUSTAV ODVODNJE				8.391	13.757	14.106
KOLIČINE OTPADNE VODE PRIVREDA U PROSJEČNOM MJESECU IZVAN SEZONE - SPOJENE NA SUSTAV ODVODNJE				1.145	1.562	1.642
MJESEČNE KOLIČINE OTPADNE VODE				9.536	15.319	15.748
DNEVNE KOLIČINE OTPADNE VODE				318	511	525

Tablica 5. Rezultati proračuna hidrauličkog opterećenja otpadnim vodama iz kućanstava i gospodarskih subjekata van turističke sezone:

HIDRAULIČKO OPTEREĆENJE UPOV - a				2023.	2028.	2053.
OPTEREĆENJE UPOV - a OTPADNIM VODAMA IZ			ES	2.746	4.360	4.470
KUĆANSTVA						
	broj dana u mjesecu	30	$Q_{D,dM}$ (m^3/mj)	8.391	13.757	14.106
KOLIČINE OTPADNE VODE IZ KUĆANSTVA						
	sati dnevno	12	$Q_{D,dM}$ (m^3/d)	280	459	470
			$Q_{D,dM}$ (l/s)	3	5	5
			$Q_{D,h,max}$ (m^3/h)	23	38	39
			$Q_{D,h,max}$ (l/s)	6	11	11
	f	0,5	$Q_{inf,D,a}$ (m^3/mj)	4.196	6.879	7.053
INFILTRACIJA NA KOLIČINE OTPADNE VODE IZ KUĆANSTVA						
	sati dnevno	24	$Q_{inf,D,d}$ (m^3/d)	140	229	235
			$Q_{inf,D,h}$ (m^3/h)	6	10	10
			$Q_{inf,D,h}$ (l/s)	2	3	3
KUĆANSTVA SUŠNI PROTOK						
			$Q_{DW,D,d,M}$ (m^3/d)	420	688	705
			$Q_{DW,D,h,max}$ (m^3/h)	29	48	49
			$Q_{DW,D,h,max}$ (l/s)	8	13	14
	f	2,0	$Q_{comb,D,d,M}$ (m^3/d)	420	688	705
KUĆANSTVA KIŠNI PROTOK						
			$Q_{comb,D,h,max}$ (m^3/h)	31	52	53
			$Q_{comb,D,h,max}$ (l/s)	9	14	15
HIDRAULIČKO OPTEREĆENJE UPOV - a				2023.	2028.	2053.
OPTEREĆENJE UPOV - a OTPADNIM VODAMA IZ			ES	159	217	233
GOSPODARSKIH SUBJEKATA						
	Turisti		ES	0	0	5
	Ostala privreda		ES	159	217	228
Dopušteno opterećenje (BPK5 / mg/l)			250			
	broj dana u mjesecu	30	$Q_{ind,aM}$ (m^3/mj)	1.145	1.562	1.642
	Potrošnja od turističke djelatnosti		$Q_{ind,aM}$ (m^3/mj)	0	0	0
	Potrošnja od neturističke djelatnosti		$Q_{ind,aM}$ (m^3/mj)	1.145	1.562	1.642
KOLIČINE OTPADNE VODE IZ GOSPODARSKIH SUBJEKATA						
	sati dnevno	12	$Q_{ind,dM}$ (m^3/d)	38	52	55
			$Q_{ind,dM}$ (l/s)	0	1	1
			$Q_{ind,h,max}$ (m^3/h)	3	4	5
			$Q_{ind,h,max}$ (l/s)	1	1	1
	f	0,5	$Q_{inf,ind,a}$ (m^3/mj)	343	781	821
INFILTRACIJA NA KOLIČINE OTP. VODE IZ GOSP. SUBJEKATA						
	sati dnevno	24	$Q_{inf,ind,d}$ (m^3/d)	19	26	27
			$Q_{inf,ind,h}$ (m^3/h)	1	1	1
			$Q_{inf,ind,h}$ (l/s)	0	0	0
GOSPODARSKI SUBJEKTI SUŠNI PROTOK						
			$Q_{DW,ind,d,M}$ (m^3/d)	57	78	82
			$Q_{DW,ind,h,max}$ (m^3/h)	4	5	6
			$Q_{DW,ind,h,max}$ (l/s)	1	2	2
	f	2,0	$Q_{comb,ind,d,M}$ (m^3/d)	57	78	82
GOSPODARSKI SUBJEKTI KIŠNI PROTOK						
			$Q_{comb,ind,h,max}$ (m^3/h)	4	6	6
			$Q_{comb,ind,h,max}$ (l/s)	1	2	2

Tablica 6. Rezultati proračuna hidrauličkog opterećenja otpadnim vodama iz sabirnih jama van turističke sezone i ukupnog hidrauličkog opterećenja van turističke sezone:

HIDRAULIČKO OPTEREĆENJE UPOV - a		2023.	2028.	2053.	
OPTEREĆENJE UPOV - a OTPADNIM VODAMA IZ SABIRNIH JAMA		ES	1.558	328	328
BROJ SVIH KUĆANSTAVA NA PODRUČJU OBUHVATA	br.		3.795	3.795	3.795
BROJ KUĆANSTAVA PRIKLJUČENIH NA SUSTAV JAVNE ODVODNJE	br.		2.126	3.444	3.444
BROJ KUĆANSTAVA NA SABIRNIM JAMAMA	br.		1.669	352	352
Prosječna vrijednost BPK5	5.000 mg/l				
1ES	60 g/dan				
Prosječni volumen septičke jame koja se prazni	5 m ³				
Godišnji broj dana u kojem se prazni septika	250				
Dnevni broj obrađenih septičkih jama po vozilu	2				
sati dnevno	8				
POTREBAN BROJ VOZILA	br.		4	1	1
UK. GODIŠNJI VOLUMEN SEPT. JAMA KOJE JE POTREBNO PRAZNI	$Q_{sep,aM}$ (m ³ /god)		8.345	1.758	1.758
UK. MJESEČNI VOLUMEN SEPT. JAMA KOJE JE POTREBNO PRAZNI	$Q_{sep,aM}$ (m ³ /mj)		695	146	146
UKUPNE DNEVNE KOLIČINE PRAŽNENJA	$Q_{sep,dM}$ (m ³ /d)		33	7	7
	$Q_{sep,dM}$ (l/s)		0	0	0
MAKSIMALNE SATNE KOLIČINE PRAŽNENJA	$Q_{sep,h,max}$ (m ³ /h)		4	1	1
	$Q_{sep,h,max}$ (l/s)		1	0	0
UKUPNO HIDRAULIČKO OPTEREĆENJE					
	$Q_{WW,aM}$ (m ³ /mj)		10.231	15.466	15.894
	$Q_{WW,dM}$ (m ³ /d)		351	518	532
	$Q_{WW,dM}$ (l/s)		4	6	6
	$Q_{WW,h,max}$ (m ³ /h)		31	43	45
	$Q_{WW,h,max}$ (l/s)		9	12	12
	$Q_{inf,a}$ (m ³ /mj)		2.861	7.660	7.874
	$Q_{inf,d}$ (m ³ /d)		159	255	262
	$Q_{inf,h}$ (m ³ /h)		7	11	11
	$Q_{inf,h}$ (l/s)		2	3	3
	$Q_{DW,d,M}$ (m ³ /d)		510	773	794
	$Q_{DW,h,max}$ (m ³ /h)		37	54	56
Maksimalni sušni protok	$Q_{W,h,max}$ (l/s)		10	15	15
	$Q_{comb,d,M}$ (m ³ /d)		510	773	794
	$Q_{comb,h,max}$ (m ³ /h)		40	58	60
Maksimalni satni kišni protok	$Q_{comb,h,max}$ (l/s)		11	16	17

Tablica 7. Rezultati proračuna ukupnog biološkog opterećenja van turističke sezone:

BIOLOŠKO OPTEREĆENJE UPOV-a RAB		2023.	2028.	2053.	
		ES	4.463	4.905	5.031
Biološko opterećenje - maseno opterećenje influenta					
KPK	kg/d		543	599	615
BPK5	kg/d		268	294	302
Suspendirane tvari	kg/d		304	342	351
Ukupni dušik	kg/d		44	53	54
Ukupni fosfor	kg/d		9	9	9
Biološko opterećenje - koncentracija influenta					
KPK	mg/l		1.064	775	774
BPK5	mg/l		600	439	380
Suspendirane tvari	mg/l		680	442	442
Ukupni dušik	mg/l		98	69	79
Ukupni fosfor	mg/l		19	12	11
Razlika punog opterećenja i stvarnog opterećenja (ES)			568	126	0
Udio stvarnog opterećenja u odnosu na punog opterećenje UPOV-a (%)			89%	97%	100%

Tablica 8. Rezultati proračuna dotoka na UPOV kod vršnog opterećenja:

AGLOMERACIJA RAB - OPTEREĆENJE UREĐAJA U 8. MJESECU (vršno opterećenje)				9.420		
KALENDARSKA GODINA				2023.	2028.	2053.
DOTOK NA UPOV U 8. MJESECU				m ³ /mj		
KOLIČINE OTPADNE VODE KUĆANSTVA U 8. MJESECU				32.552	60.218	62.986
KOLIČINE OTPADNE VODE PRIVREDA U 8. MJESECU				37.628	57.026	59.947
MJESEČNE KOLIČINE OTPADNE VODE				70.180	117.244	122.933
DNEVNE KOLIČINE OTPADNE VODE				2.264	3.782	3.966

Tablica 9. Rezultati proračuna hidrauličkog opterećenja otpadnim vodama iz kućanstva i gospodarskih subjekata, kod vršnog opterećenja:

HIDRAULIČKO OPTEREĆENJE UPOV - a				2023.	2028.	2053.	
OPTEREĆENJE UPOV - a OTPADNIM VODAMA IZ				ES	4.811	7.823	8.066
KUĆANSTVA				Q _{D,dM} (m ³ /mj)	32.552	60.218	62.986
broj dana u mjesecu	31	Q _{D,dM} (m ³ /d)		1.050	1.943	2.032	
KOLIČINE OTPADNE VODE IZ KUĆANSTVA				Q _{D,dM} (l/s)	12	22	24
sati dnevno	16	Q _{D,h,max} (m ³ /h)		66	121	127	
		Q _{D,h,max} (l/s)		18	34	35	
f	0,5	Q _{inf,D,a} (m ³ /mj)		4.196	6.879	7.053	
INFILTRACIJA NA KOLIČINE OTPADNE VODE IZ KUĆANSTVA				Q _{inf,D,d} (m ³ /d)	140	229	235
sati dnevno	24	Q _{inf,D,h} (m ³ /h)		6	10	10	
		Q _{inf,D,h} (l/s)		2	3	2	
KUĆANSTVA SUŠNI PROTOK				Q _{DW,D,d,M} (m ³ /d)	1.190	2.172	2.267
		Q _{DW,D,h,max} (m ³ /h)		71	131	137	
		Q _{DW,D,h,max} (l/s)		20	36	37	
f	2,0	Q _{comb,D,d,M} (m ³ /d)		1.344	2.469	2.579	
KUĆANSTVA KIŠNI PROTOK				Q _{comb,D,h,max} (m ³ /h)	82	151	158
		Q _{comb,D,h,max} (l/s)		23	42	44	
OPTEREĆENJE UPOV - a OTPADNIM VODAMA IZ				ES	615	976	1.026
GOSPODARSKIH SUBJEKATA				Turisti	461	766	805
Ostala privreda				ES	154	210	221
Dopušteno opterećenje (BPK5 / mg/l)				250			
broj dana u mjesecu	31	Q _{ind,aM} (m ³ /mj)		37.628	57.026	59.947	
Potrošnja od turističke djelatnosti				Q _{ind,aM} (m ³ /mj)	36.483	55.464	58.305
Potrošnja od neturističke djelatnosti				Q _{ind,aM} (m ³ /mj)	1.145	1.562	1.642
		Q _{ind,dM} (m ³ /d)		1.214	1.840	1.934	
KOLIČINE OTPADNE VODE IZ GOSPODARSKIH SUBJEKATA				Q _{ind,dM} (l/s)	14	21	22
sati dnevno	16	Q _{ind,h,max} (m ³ /h)		76	115	121	
		Q _{ind,h,max} (l/s)		21	32	34	
f	0,5	Q _{inf,ind,a} (m ³ /mj)		343	781	821	
INFILTRACIJA NA KOLIČINE OTPADNE VODE IZ GOSP. SUBJEKATA				Q _{inf,ind,d} (m ³ /d)	19	26	27
sati dnevno	24	Q _{inf,ind,h} (m ³ /h)		1	1	1	
		Q _{inf,ind,h} (l/s)		0	0	0	
GOSPODARSKI SUBJEKTI SUŠNI PROTOK				Q _{DW,ind,d,M} (m ³ /d)	1.233	1.866	1.961
		Q _{DW,ind,h,max} (m ³ /h)		77	116	122	
		Q _{DW,ind,h,max} (l/s)		21	32	34	
f	2,0	Q _{comb,ind,d,M} (m ³ /d)		1.468	2.223	2.337	
GOSPODARSKI SUBJEKTI KIŠNI PROTOK				Q _{comb,ind,h,max} (m ³ /h)	92	139	146
		Q _{comb,ind,h,max} (l/s)		25	39	40	

Tablica 10. Rezultati proračuna hidrauličkog opterećenja otpadnim vodama iz sabirnih jama i ukupnog hidrauličkog opterećenja kod vršnog opterećenja:

HIDRAULIČKO OPTEREĆENJE UPOV - a OTPADNIM VODAMA IZ SABIRNIH JAMA				2023.	2028.	2053.
ES				1.558	328	328
BROJ SVIH KUĆANSTAVA NA PODRUČJU OBUHVATA	br.			3.795	3.795	3.795
BROJ KUĆANSTAVA PRIKLJUČENIH NA SUSTAV JAVNE ODVODNJE	br.			2.126	3.444	3.444
BROJ KUĆANSTAVA NA SABIRNIM JAMAMA	br.			1.669	352	352
Prosječna vrijednost BPK5	5.000 mg/l					
1ES	60 g/dan					
Prosječni volumen septičke jame koja se prazni	5 m ³					
Godišnji broj dana u kojem se prazni septika	250					
Dnevni broj obrađenih septičkih jama po vozilu	2					
sati dnevno	8					
POTREBAN BROJ VOZILA	br.			4	1	1
UK. GODIŠNJI VOL. SEPT. JAMA KOJE JE POTREBNO PRAZNITI	$Q_{sep,aM}$ (m ³ /god)			8.345	1.758	1.758
UK. MJESEČNI VOL. SEPT. JAMA KOJE JE POTREBNO PRAZNITI	$Q_{sep,aM}$ (m ³ /mj)			695	146	146
UKUPNE DNEVNE KOLIČINE PRAŽNENJA	$Q_{sep,dM}$ (m ³ /d)			33	7	7
	$Q_{sep,dM}$ (l/s)			0	0	0
MAKSIMALNE SATNE KOLIČINE PRAŽNENJA	$Q_{sep,h,max}$ (m ³ /h)			4	1	1
	$Q_{sep,h,max}$ (l/s)			1	0	0
UKUPNO HIDRAULIČKO OPTEREĆENJE						
	$Q_{WW,aM}$ (m ³ /mj)			70.875	117.390	123.079
	$Q_{WW,dM}$ (m ³ /d)			2.297	3.789	3.973
	$Q_{WW,dM}$ (l/s)			27	44	46
	$Q_{WW,h,max}$ (m ³ /h)			146	237	249
	$Q_{WW,h,max}$ (l/s)			40	66	69
	$Q_{inf,a}$ (m ³ /mj)			2.861	7.660	7.874
	$Q_{inf,d}$ (m ³ /d)			159	255	262
	$Q_{inf,h}$ (m ³ /h)			7	11	11
	$Q_{inf,h}$ (l/s)			2	3	2
	$Q_{DW,d,M}$ (m ³ /d)			2.393	3.942	4.130
	$Q_{DW,h,max}$ (m ³ /h)			152	244	255
Maksimalni sušni protok	$Q_{w,h,max}$ (l/s)			42	68	71
	$Q_{comb,d,M}$ (m ³ /d)			2.845	4.699	4.923
	$Q_{comb,h,max}$ (m ³ /h)			178	291	305
Maksimalni satni kišni protok	$Q_{comb,h,max}$ (l/s)			50	82	86

Tablica 11. Rezultati proračuna ukupnog biološkog opterećenja otpadnim vodama kod vršnog opterećenja:

BIOLOŠKO OPTEREĆENJE UPOV - a				2023.	2028.	2053.
ES				6.983	9.127	9.420
Biološko opterećenje - maseno opterećenje influenta						
KPK	kg/d			845	1.105	1.141
BPK5	kg/d			419	548	565
Suspendirane tvari	kg/d			480	637	658
Ukupni dušik	kg/d			72	99	103
Ukupni fosfor	kg/d			13	17	17
Biološko opterećenje - koncentracija influenta						
KPK	mg/l			353	280	276
BPK5	mg/l			175	139	137
Suspendirane tvari	mg/l			201	162	159
Ukupni dušik	mg/l			30	25	25
Ukupni fosfor	mg/l			6	4	4
Razlika punog opterećenja i stvarnog opterećenja (ES)				2.425	281	0
Udio stvarnog opterećenja u odnosu na punog opterećenje UPOV-a (%)				74%	97%	100%

3.2. ODREĐIVANJE POTREBNOG STUPNJA PROČIŠĆAVANJA

Proračunom hidrauličkog i masenog opterećenja, dobiveno je mjerodavno biološko opterećenje UPOV-a koje iznosi **9.420 ES**. Temeljem *Odluke o određivanju osjetljivih područja (NN 79/2022)*, područje na kojem se predviđa izgradnja UPOV-a, zajedno sa previđenim podmorskim ispustom, svrstano je u manje osjetljiva područja. Temeljem *Pravilnika o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 26/2020)* za manje osjetljivo područje, veličine aglomeracije 2.000-10.000 ES, utvrđuje se kao odgovarajući, najmanje prvi (I.) stupanj pročišćavanja. Prvi stupanj pročišćavanja je obrada komunalnih otpadnih voda fizikalnim i/ili kemijskim postupkom koji obuhvaća taloženje suspendiranih tvari ili druge postupke u kojima se BPK₅ ulaznih otpadnih voda smanjuje za najmanje 20% prije ispuštanja, a ukupne suspendirane tvari ulaznih otpadnih voda za najmanje 50% [9].

U daljnjim poglavljima će biti izvršen proračun (dimenzioniranje) glavnih elemenata (objekata) UPOV-a prvog (I.) stupnja pročišćavanja:

- dovodni kanal
- crpna stanica
- aerirani pjeskolov-mastolov
- primarni taložnik

3.3. DIMENZIONIRANJE DOVODNOG KANALA

Dovodni kanal je prvi objekt u sklopu UPOV-a, u kojega ulazi otpadna voda iz sustava odvodnje. Predviđen je da se izvede od armiranog betona, pravokutnog poprečnog presjeka. Kanali spadaju u skupinu hidraulički dugačkih (linijskih) objekata s dominantnim utjecajem trenja. U inženjerskoj praksi se tečenje u otvorenim koritima promatra obzirom na promjenu oblika vodnog lica i promjenu parametara toka (npr. brzine, dubine, ...) u vremenu [19]. Za računanje protoka se preporuča korištenje Manningove jednadžbe i Manningovog koeficijenta hrapavosti [20]:

$$Q = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot A \cdot \sqrt{I}$$

gdje je:

- A – površina protjecajnog presjeka (m²)
- n – Manningov koeficijent hrapavosti
- R – hidraulički radijus
- I – hidraulički gradijent

Manningov koeficijent hrapavosti ovisi o vrsti stijenke kanala, odnosno vrsti materijala od kojega je stijenka izvedena.

Tablica 12. Vrijednosti Manningovog koeficijenta hrapavosti [20]

Kategorija	VRSTA STIJENKI	n	Ks=1/n
I	Osobito glatke površine - emajlirane ili glazirane	0,009	111
II	Vrlo dobro blanžane daske, dobro sastavljene; najbolja zaglađena cementna žbuka	0,010	100
III	Najbolja cementna žbuka; cijevi od lijevanog željeza; dobro sastavljene željezne cijevi	0,011	90,9
IV	Vodovodne cijevi u normalnim okolnostima, bez veće inkrustacije; vrlo čiste cijevi za otpadnu vodu i vrlo dobar beton	0,012	83,3
V	Drvena obloga dobro obrađena; dobra obloga od opeke; cijevi za otpadnu vodu; ponešto nečiste vodovodne cijevi	0,013	76,9
VI	Zaprljane cijevi; betonirani kanali u osrednjem stanju	0,014	71,4
VII	Srednje dobra obloga od opeke; tarac od klesanog kamena u srednjem stanju; dosta zaprljane cijevi za otpadnu vodu	0,015	66,7
VIII	Dobar tarac od lomljenog kamena; stara obloga od kamena; relativno grub beton	0,017	58,8
IX	Kanali pokriveni debelim stabilnim slojem mulja; kanali u zbijenom sitnom šljunku s neprekinutim tankim slojem mulja	0,018	55,6
X	Srednje dobar tarac od lomljena kamena; tarac od oblutka; kanali usječeni u kamenu, pokriveni tankim muljem	0,020	50,0
XI	Kanali u zbijenoj glini, lesu, šljunku i zemlji, pokriveni isprekidano tankim slojem mulja; veliki zemljani kanali u dobrom stanju	0,022	44,4
XII	Veliki zemljani kanali srednje održavanosti; rijeke (čisto pravolinijsko korito bez urušavanja obala)	0,025	40,0
XIII	Zemljani veliki kanali u nešto slabijem stanju i mali kanali u srednjem stanju	0,027	36,4
XIV	Zemljani kanali u slabom stanju (šaš, oblutice ili šljunak na dnu) ili prilično zaraski travom i s odronjavanjem obala	0,030	33,3
XV	Kanali s nepravilnim profilom, prilično zatrpani kamenom ili obrasli; rijeke u relativno dobrom stanju, s nešto kamena ili šaši	0,035	28,6
XVI	Kanali u veoma lošem stanju; rijeke s većom količinom kamena i šaši, vijugavim koritima i pojavom plićaka	$\geq 0,040$	≤ 25

Proračun je proveden iterativnim postupkom, na način da je pretpostavljena visina vode u kanalu, na temelju koje je tražena visina vode koja ima protok jednak ulaznom protoku.

Na temelju dosadašnjih inženjerskih iskustava, poželjna je stvarna brzina vode u kanalu od oko 1 m/s, a minimalna brzina od 0,4 m/s uvjetovana je taloženjem čestica na dnu kanala i njihovom skupljanju prije grube rešetke.

Tablica 13. Iterativni postupak određivanja visine vodenog stupca u dovodnom kanalu:

PRORAČUN DOVODNOG KANALA - vršno opterećenje (8.mjesec)							
ulazni podaci za proračun							
Q = Q _{comb,h,max} = 86 l/s = 0,086 m ³ /s (mjerodavni protok)							
I = 5 ‰ (uzdužni nagib kanala)							
b = 0,50 m (širina kanala)							
n = 0,015 (koeficijent hrapavosti)							
h	b	I	A	O	R	n	Q
visina kanala [m]	širina kanala [m]	nagib kanala [‰]	površina poprečnog presjeka kanala [m ²]	omočeni obod kanala [m]	hidraulički radijus [m]	koeficijent hrapavosti [-]	protok [m ³]
0,30	0,40	0,005	0,12	1	0,120	0,015	0,138
0,20	0,40	0,005	0,08	0,8	0,100	0,015	0,081
0,25	0,40	0,005	0,1	0,9	0,111	0,015	0,109
0,22	0,40	0,005	0,088	0,84	0,105	0,015	0,092
0,21	0,40	0,005	0,084	0,82	0,102	0,015	0,087
0,208	0,40	0,005	0,0832	0,816	0,102	0,015	0,086
odabrani profil kanala: b x h = 0,40 m x 0,25 m							
provjera stvarne brzine vode u kanalu:			$v = \frac{Q_{stv}}{A_{stv}}$	1,029	m/s	zadovoljava	
PRORAČUN DOVODNOG KANALA - prosječni mjesec van turističke sezone (zima)							
ulazni podaci za proračun							
Q = Q _{comb,h,max} = 17 l/s = 0,017 m ³ /s (mjerodavni protok)							
I = 5 ‰ (uzdužni nagib kanala)							
b = 0,50 m (širina kanala)							
n = 0,015 (koeficijent hrapavosti)							
h	b	I	A	O	R	n	Q
visina kanala [m]	širina kanala [m]	nagib kanala [‰]	površina poprečnog presjeka kanala [m ²]	omočeni obod kanala [m]	hidraulički radijus [m]	koeficijent hrapavosti [-]	protok [m ³]
0,20	0,40	0,005	0,08	0,8	0,100	0,015	0,081
0,10	0,40	0,005	0,04	0,6	0,067	0,015	0,031
0,05	0,40	0,005	0,02	0,5	0,040	0,015	0,011
0,06	0,40	0,005	0,024	0,52	0,046	0,015	0,015
0,066	0,40	0,005	0,0264	0,532	0,050	0,015	0,017
odabrani profil kanala: b x h = 0,40 m x 0,10 m							
provjera stvarne brzine vode u kanalu:			$v = \frac{Q_{stv}}{A_{stv}}$	0,637	m/s	zadovoljava	
Stvarna brzina vode u dovodnom kanalu je u prosječnom mjesecu van turističke sezone veća od minimalne (v _{min} =0,4 m/s).							
USVOJENE DIMENZIJE DOVODNOG KANALA: b x h = 0,40 m x 0,25 m							

3.4. DIMENZIONIRANJE CRPNE STANICE

Crpna stanica je drugi u nizu objekt na liniji vode, a svrha joj je da otpadnu vodu nakon prolaska kroz mehanički predtretman (grube i fine rešetke), podigne na razinu potrebnu za daljnju obradu u nizvodnim objektima UPOV-a, u konkretnom slučaju pjeskolovu-mastolovu. Postoji više vrsti izvedbi crpnih stanica, a koje se razlikuju ovisno o crpkama koje se u njih ugrađuju (pužne ili centrifugalne) te ovisno o samoj izvedbi crpke (mokra ili suha izvedba). U sljedećoj tablici prikazan je proračun crpne stanice.

Tablica 14. Postupak proračuna crpne stanice:

PRORAČUN CRPNE STANICE			
<u>ulazni podaci za proračun</u>			
Q _{mj} =	86	l/s	(mjerodavni dotok u crpnu stanicu)
broj pumpi: 1 radna + 1 rezervna			
n (broj paljenja pumpe na sat)	5		(svakih 12 min)
<u>korisni volumen crpne stanice</u>			
$V_{cs} = 0,9 \frac{Q_{mj}}{n} =$	15,48	m ³	
<u>odabrane dimenzije crpne stanice</u>			
B	širina CS	2,50	m
L	dužina CS	3,10	m
H	visina CS	2,00	m
<u>stvarni volumen crpne stanice</u> V _{cs,stv}		15,50	m ³ > V _{cs}

Odabrana je centrifugalna potopna samočišćea crpka koja će se izvesti u suhoj izvedbi, što znači da ista neće biti ugrađena u sam crpni bazen veću u posebnu prostoriju koja se nalazi u sklopu crpne stanice. Svrha suhe izvedbe crpke je lakši pristup, održavanje, kontrola rada i detektiranja eventualnih kvarova i curenja na spojevima cijevnog razvoda. Specifikacije odabrane crpke:

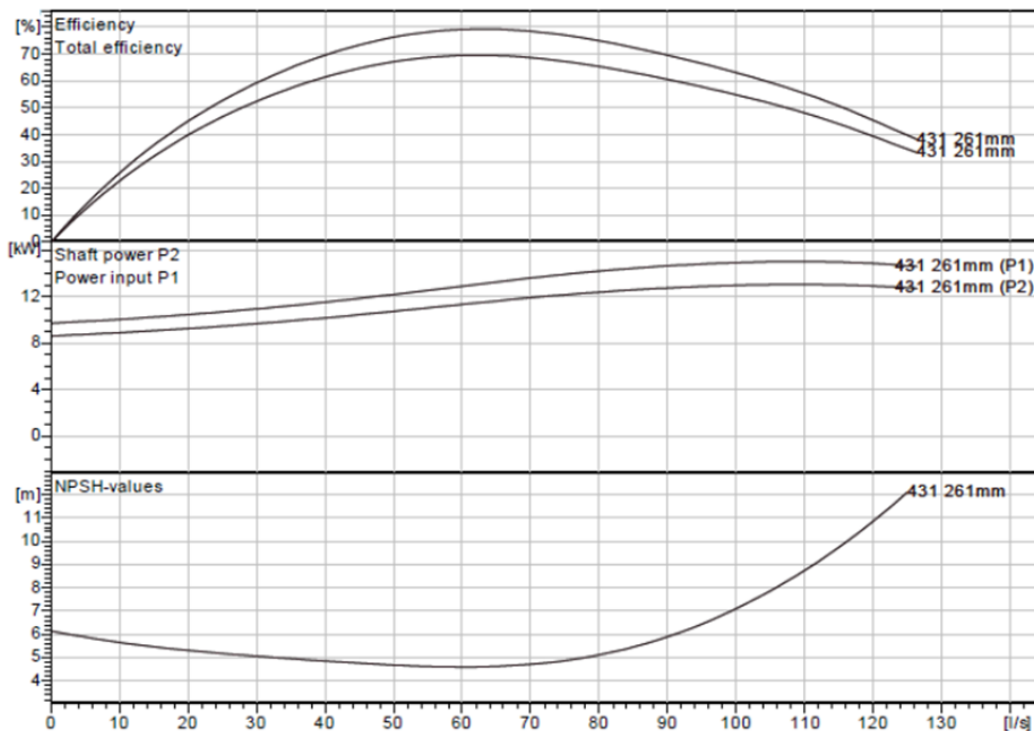
- proizvođač: FLYGT
- model: N-series
- tip: 3153 MT
- vrsta: centrifugalna potopna samočišćea

- protok: maksimalno 125 l/s
- izlaz: 150 mm
- instalirana snaga: 7,5-15 kW
- napon: 400 V / 50 Hz
- minimalna dubina potapanja: 113 mm



Slika 13. Centrifugalna crpka Flygt N-3153 MT [21]

Iz sljedećih dijagrama vidljivo je da odabrana crpka za mjerodavni protok od 86 l/s ima maksimalnu visinu dizanja vode do 6 metara, uz učinkovitost od 60% kod instalirane snage 12 kW.



Slika 14. Radni dijagrami odabrane crpke [21]

3.5. DIMENZIONIRANJE AERIRANOG PJESKOLOVA - MASTOLOVA

Svrha pjeskolova-mastolova, kao trećeg objekta u liniji vode je uklanjanje pijeska i masnoća. Daljnji objekti u prostrojenju za pročišćavanje otpadnih voda opremljeni su velikom količinom elektrostrojarske opreme te je potrebno spriječiti sakupljanje pijeska u njoj, kako ne bi došlo do pretjeranog trošenja i kvarova. Uz to, u pjeskolovu-mastolovu se uklanjaju teško razgradive masti i ulja, čime se pospješuje prijenos kisika.

Prema ATV-DVWK-A 198E smjernicama za projektiranje, potrebno je prilikom dimenzioniranja poštivati sljedeće uvjete, kako bi APM imao maksimalnu funkcionalnost u smislu odvajanja pijeska i masti:

1. Vrijeme zadržavanja u APM

6 - 10 minuta u mješovitom sustavu

10 – 20 minuta u razdjelnom sustavu

2. Poprečni presjek APM

1 – 7 m²

3. Minimalna duljina APM

8,0 metara

4. Omjer širine i duljine APM

$B : L \leq 1 : 10$

5. Omjer širine i visine APM

$B : H = 0,8 - 0,9$

6. Širina mastolova

$B_m = 0,2 B$

7. Maksimalna brzina vode

0,1 m/s

Postupak proračuna je iterativan, povećava se duljina APM i/ili omjer širine i visine, sve dok se ne dobiju optimalne dimenzije i zadovolji uvjet maksimalne brzine.

U sljedećoj tablici je prikazan proračun aeriranog pjeskolova-mastolova.

Tablica 15. Postupak proračuna aeriranog pjeskolova-mastolova:

PRORAČUN AERIRANOG PJSKOLOVA-MASTOLOVA - vršno opterećenje (8.mjesec)								
ulazni podaci za proračun								
Qmj =	0,086	m3/s	(mjerodavni dotok u APM)					
n =	3		(broj operativnih linija)					
tip sustava odvodnje	razdjelni							
t =	10	min	(vrijeme zadržavanja)					
uvjeti za dimenzioniranje								
vrijeme zadržavanja - razdjelni sustav - t			10-20 min					
poprečni presjek B x H			1 - 7 m2					
minimalna dužina Lmin			8,0 m					
omjer širine i duljine B/L			<0,1					
omjer širine i visine B/H			0,8 - 0,9					
širina mastolova Bm			0,2 B					
maksimalna brzina vode vmax			0,1 m/s					
potrebni volumen jedne linije - $V_{potr,1} = \frac{Q_{mj}}{n} \cdot t =$								
			17,20	m3				
potrebni volumen jedne linije $V_{potr,1}$ [m3]	odabrana dužina [m]	širina B [m]	visina H [m]	omjer B/H	poprečni presjek BxH [m2]	brzina vode [m/s]	širina mastolova Bm [m]	zadovoljenje svih kriterija
proračun na temelju omjera B/L = 0,1								
17,20	8,00	0,80	2,69	0,298	2,15	0,013	0,16	NE
17,20	9,00	0,90	2,12	0,424	1,91	0,157	0,18	NE
17,20	10,00	1,00	1,72	0,581	1,72	0,017	0,20	NE
17,20	11,00	1,10	1,42	0,774	1,56	0,192	0,22	NE
17,20	11,30	1,13	1,35	0,839	1,52	0,019	0,23	DA
odabrane dimenzije APM								
širina B	1,20	m						
visina H	1,40	m						
dužina L	11,30	m						
širina mastolova Bm	0,25	m						
stvarni volumen linije - $V_{stv,1}$	18,98	m3	>	$V_{potr,1}$	zadovoljava			
stvarna brzina vode - v_{stv}	0,017	m/s	<	v_{max}	zadovoljava			

Obzirom da su proračunom u vršnom opterećenju dobivene tri operativne linije, provjereno je i zadovoljenje uvjeta u periodu van turističke sezone, kada su mjerodavni protoci daleko manji.

Na temelju proračuna i provjere zadovoljenja uvjeta, utvrđuje se sljedeći režim rada operativnih linija APM:

n = 3 za vršno opterećenje (8. mjesec)

n = 2 za prijelazno razdoblje (turistička predsezona i postsezona)

n = 1 za zimski period

Tablica 16. Provjera zadovoljenja uvjeta van turističke sezone:

provjera zadovoljenja uvjeta za prosječni mjesec van turističke sezone (zima)					
ulazni podaci za proračun					
	$Q_{mj} =$	0,017	m ³ /s	(mjerodavni dotok u APM)	
	$n =$	1		(broj operativnih linija)	
vrijeme zadržavanja vode u APM					
	$V_{stv,1} = \frac{Q_{mj}}{n} \cdot t \rightarrow t = \frac{V \cdot n}{Q_{mj}}$				
	$t =$	18,61	min	< $t_{max} = 20$ min	ZADOVOLJAVA
ODABRANE DIMENZIJE APM: B x H x L = 1,20 m x 1,40 m x 11,30 m , n = 3					

3.6. DIMENZIONIRANJE PRETHODNOG TALOŽNIKA

Prethodni taložnik je posljednji objekt u liniji vode kod UPOV-a I. stupnja pročišćavanja. Iz otpadne vode se, zadržavanjem u taložniku, uklanja primarni mulj. Istaloženi mulj na dnu taložnika se prikuplja, zgušnjava, izdvaja i odvodi na daljnju obradu. Uz izdvajanje mulja, skuplja se i izdvaja površinska pjena. Prema konstrukcijskoj izvedbi, osnovna podjela prethodnih taložnika je na pravokutne i okrugle.

Zakonskom regulativom definirano je da se postupkom taloženja kod UPOV-a I. stupnja iz otpadne vode mora ukloniti minimalno 50% ukupnih raspršenih tvari (TSS) i minimalno 20% razgradive organske tvari (BPK₅).

Na temelju rezultata proračuna pjeskolova-mastolova, izabran je pravokutni tip taložnika. Obzirom da taložnik također zahtijeva više operativnih linija, predviđaju se manji troškovi izgradnje taložnika i opremanje elektrostrojarskom opremom za odabrani tip. Okrugli tip taložnika najviše se koristi kod UPOV-a velikog kapaciteta, što ovdje nije slučaj.

Prema ATV-DVWK-A 198E smjernicama za projektiranje, potrebno je prilikom dimenzioniranja poštivati sljedeće uvjete, kako bi PT imao maksimalnu funkcionalnost u smislu uklanjanja TSS i BPK₅:

1. Brzina toka kroz PT za maksimalni satni protok

2,5 - 5,0 m/h

2. Brzina toka kroz PT za srednji dnevni protok

1,25 -2,00 m/h

3. Minimalna dubina PT

2,0 metra

4. Omjer širine i duljine PT

$B : L = 1 : 3 - 1 : 6$

5. Maksimalna brzina ispiranja čestica

0,028 m/s

Postupak proračuna je iterativan te se na više načina može doći do optimalnih dimenzija PT. Ovdje je kao početni parametar odabran omjer širine i duljine te su na temelju njega iteracijama dobivene ostale dimenzije.

Novim smjericama proračunu se pristupa na način da se kao mjerodavni protok uzima maksimalni satni, što je razlika na prije korišteni srednji dnevni protok.

Isto kao i kod pjeskolova-mastolova, potrebno je provjeriti zadovoljenje uvjeta u periodu van turističke sezone, kada su mjerodavni protoci daleko manji. Također je izvršena provjera zadovoljenja uvjeta za srednji dnevni protok za vršno opterećenje.

Na temelju proračuna i provjere zadovoljenja uvjeta, utvrđuje se sljedeći režim rada operativnih linija APM:

$n = 3$ za vršno opterećenje (8. mjesec)

$n = 2$ za prijelazno razdoblje (turistička predsezona i post sezona)

$n = 1$ za zimski period

U narednim tablicama je prikazan postupak proračuna i postupak provjere zadovoljenja uvjeta.

Tablica 17. Postupak proračuna prethodnog taložnika:

PRORAČUN PRETHODNOG TALOŽNIKA - vršno opterećenje (8.mjesec)

ulazni podaci za proračun

Q_{mj} (Q_{max,h}) =	0,086	m ³ /s	(mjerodavni dotok u PT)
tip sustava odvodnje	razdjelni		
t =	1,5	h	(vrijeme zadržavanja)
n =	3		(broj operativnih linija)

uvjeti za dimenzioniranje

brzina protoka kroz taložnik za Q _{max,h}	2,50 - 5,00 m/h	
brzina protoka kroz taložnik za Q _{sr,dn}	1,25 - 2,00 m/h	
minimalna dubina H _{min}	2,0 m	
omjer širine i duljine B : L	1 : 3 - 1 : 6	(0,333 - 0,166)
maksimalna brzina ispiranja čestica v _{max}	0,028 m/s	

potrebni volumen PT - $V_{potr} = Q_{max,h} \cdot t = 464,40$ m³

potrebni volumen jedne linije - $V_{potr,1} = \frac{V_{potr}}{n} = 154,80$ m³

odabrane dimenzije PT

širina	B	3,20	m		
dužina	L	12,80	m	omjer B : L	
				0,25	(0,166 - 0,333)

uzdužna površina jedne linije $A_{uzd,1stv} = 40,96$ m²

- iz uvjeta $V_{potr,1} = A_{uzd} \cdot H \rightarrow H = \frac{V_{potr,1}}{A_{uzd}} = 3,78$ m
3,80 odabrano

stvarni volumen linije - $V_{stv,1} = 155,65$ m³ > $V_{potr,1}$ zadovoljava

stvarna brzina protoka - $v_{0,stv} = 2,52$ m/h zadovoljava

stv. brzina ispiranja čestica - $v_{max} = 0,0024$ m/s < v_{max} zadovoljava

ODABRANE DIMENZIJE PRETHODNOG TALOŽNIKA: B x H x L = 3,20 m x 3,80 m x 12,80 m, n = 3

Tablica 18. Provjera zadovoljenja uvjeta van turističke sezone:

provjera vremena zadržavanja vode u PT za prosječni mjesec van turističke sezone (zima)					
ulazni podaci za proračun					
	Q_{mj} =	0,017	m ³ /s	(mjerodavni dotok u PT)	
	n =	1		(broj operativnih linija)	
	V_{stv,1} =	155,65	m ³	(stvarni volumen linije)	
vrijeme zadržavanja vode u PT					
	$V_{stv,1} = \frac{Q_{mj}}{n} \cdot t \rightarrow t = \frac{V \cdot n}{Q_{mj}}$				
	t =	2,51	h		
provjera ispunjenja uvjeta za srednji dnevni protok Q _{s, dn} za vršno opterećenje					
ulazni podaci za proračun					
	Q_{mj} (Q_{s, dn}) =	0,046	m ³ /s	(mjerodavni dotok u PT)	
	tip sustava odvodnje	razdjelni			
	t =	1,5	h	(vrijeme zadržavanja)	
	n =	3		(broj operativnih linija)	
stvarna brzina protoka - v_{0, stv}			1,35	m/h	zadovoljava
stv. brzina ispiranja čestica - v_{max}			0,0013	m/s < v _{max}	zadovoljava
vrijeme zadržavanja vode u PT					
	$V_{stv,1} = \frac{Q_{mj}}{n} \cdot t \rightarrow t = \frac{V \cdot n}{Q_{mj}}$				
	t =	2,82	h		

4. OBLIKOVNO-FUNKCIONALNO I TEHNIČKO RJEŠENJE

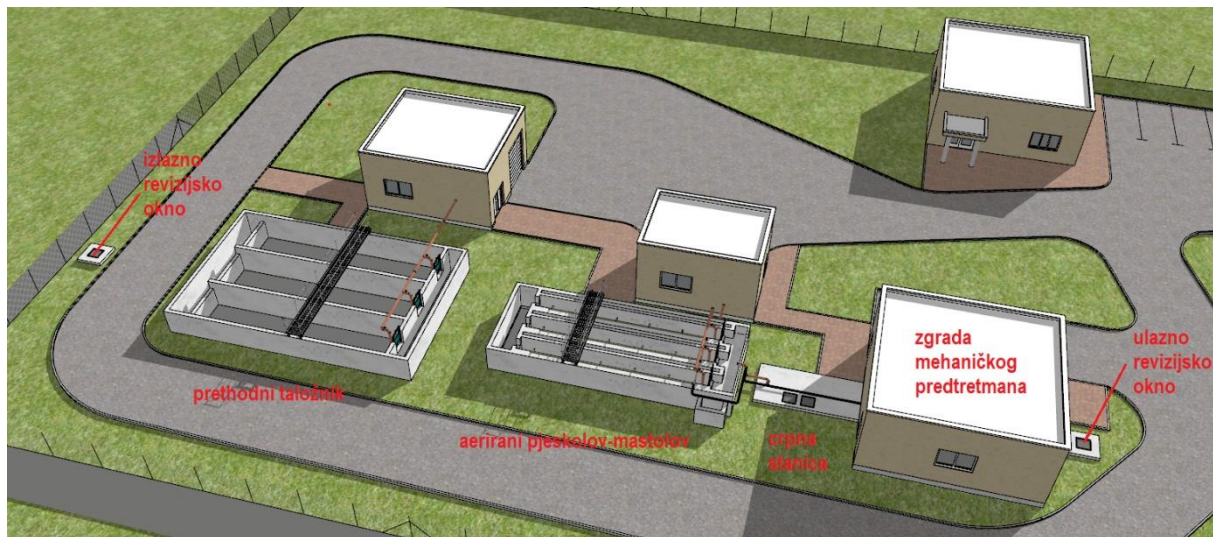
4.1. LINIJA VODE

Linija vode je pojam koji se koristi kod uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, a podrazumijeva sve građevine postrojenja kroz koje prolazi otpadna voda, od svog ulaska u postrojenje pa sve do izlaza iz postrojenja (ispusta). Složenost linije vode direktno ovisi o traženom stupnju pročišćavanja, što znači da za različite stupnjeve pročišćavanja postoje različiti tipovi i broj pojedinih građevina.

UPOV prvog (I.) stupnja pročišćavanja najčešće se sastoji od sljedećih građevina koje se nalaze na liniji vode:

- ulazno revizijsko okno
- dovodni kanal
- grube rešetke
- fine rešetke
- crpna stanica
- pjeskolov-mastolov
- prethodni taložnik
- izlazno revizijsko okno

Duljina linije najčešće je uvjetovana veličinom čestice na kojoj se planira gradnja UPOV-a, pa su tako moguće razne podvarijante izvedbi. Predmetni UPOV kao podvarijantu ima zgradu mehaničkog predtretmana, unutar koje se nalazi dovodni kanal, gruba rešetka i fina rešetka. Detaljne dimenzije linije vode i građevina od kojih se predmetni UPOV sastoji vidljive su u grafičkim priložima u nastavku.



Slika 15. Linija vode UPOV-a aglomeracije Rab

4.2. REVIZIJSKA OKNA

Revizijsko okno je jednostavna hidrotehnička građevina čija je osnovna namjena omogućiti kontrolu funkcionalnosti, u ovom slučaju dolazne cijevi iz sustava odvodnje, odnosno odlazne cijevi prema ispustu, mjerenje protoka i uzimanje uzoraka za kontrolu kvalitete ulazne i izlazne otpadne vode, odnosno influenta i efluenta.



Slika 16. Primjer revizijskog okna [22]

Predviđena je izvedba ulaznog i izlaznog revizijskog okna od armiranog betona, koja se sastoje od temeljne ploče $d=25$ cm i zidova $d=25$ cm. Revizijska okna je potrebno opremiti čeličnim stupaljkaма sukladno *Pravilniku o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 105/2020)* te lijevano željeznim poklopcem u izvedbi koja sprječava širenje mirisa i nosivosti C250. Na dnu okna izvodi se kineta od zaglađenog nearmiranog betona, nagiba 2% u smjeru tečenja vode. Priključak cijevi (DN 300) na okno izvodi se ugradnjom tipskih spojnicā (kao KGF) koje osiguravaju vodonepropusnost.



Slika 17. KGF spojnicā [23]

ČETVRTASTI POKLOPAC		poklopac sa četvrtastim okvirom	
naziv proizvoda		Nosivost u kN	
kan. poklopac 300x300		D400	
kan. poklopac 400x400		A15	
kan. poklopac 400x400		B125	
kan. poklopac 500x500		A 15	
kan. poklopac 500x500		B 125	
kan. poklopac 500x500		C 250	
kan. poklopac 600x400		B 125	
kan. poklopac 600x600		A 15	
kan. poklopac 600x600		B 125	
kan. poklopac 600x600		C 250	
kan. poklopac 600x600		D 400	
kan. poklopac 600x600 na ključ		A 15	
kan. poklopac 600x600 na ključ		C 250 ¹	
kan. poklopac 600x600 s gumom		A15 ²	



Slika 18. Poklopac revizijskog okna [24]

4.3. ZGRADA MEHANIČKOG PREDTRETMANA

Zgrada mehaničkog predtretmana predviđena je vanjskih dimenzija 10,00 m x 10,00 m, katnosti suteran + prizemlje. Izvedba od armiranog betona, debljine zidova $d=25$ cm, debljine temeljne ploče $d=25$ cm i debljine krovne ploče $d=20$ cm. U suteranu se nalazi dovodni kanal i automatska gruba i fina rešetka. U prizemlju se nalaze kontejneri za grubi otpad i kompresorska stanica.

Dovodni kanal je predviđen u izvedbi od armiranog betona, pravokutnog poprečnog presjeka, svijetle širine 0,40 m i svijetle visine 0,50 m. Dno kanala se izvodi u uzdužnom nagibu 0,5% u smjeru tečenja vode. Na početku i na kraju kanala ugrađuje se automatska pločasta zapornica.



Slika 19. Automatska pločasta zapornica [25]

Automatska gruba rešetka se ugrađuje u dovodni kanal i zadaća joj je odvojiti od otpadne vode razni kruti otpad veličine veće od 50 mm (kao npr. plastični predmeti, komadi drva, kamenje, boce i dr.). Gruba rešetka se postavlja u kanal, te bočno i na dnu kanala kruto učvršćuje. Donji dio uređaja koji je potopljen u kanalu, sadrži rešetku s lamelama razmaka 50 mm te par gonjenih lančanika. Radi usmjeravanja vodenog toka, s prednje strane uronjenog dijela uređaja postavljeni su gumeni usmjerivači. Na gornjem dijelu uređaja na pogonsku osovinu smješten je pogonski par lančanika s pogonskim elektromotorom s reduktorom. Na stražnjoj strani uređaja postavljena je izlazna hauba-ispust kroz koji sakupljeni materijal izlazi van i pada u kontejner komunalnog otpada. Lančanici rotacijom pogone lanac na kojem je zglobno postavljen jedan ili više češljeva. Rotacijom lančanika češalj s lancem, kada je u putanji prema gore, putuje uzduž šipki rešetke te podiže nakupljeni kruti otpad do brisača češlja smještenog na vrhu uređaja. Strugač skida prikupljeni materijal s češlja, te isti ispada van kroz ispust. Nakon završenog ciklusa putovanja češlja, češalj se zaustavlja na početnom položaju sve do sljedećeg automatskog starta.



Slika 20. Automatska gruba rešetka [26]

Automatska fina rešetka smještena je u dovodnom kanalu, iza grube rešetke. Otvor sita na bubnju je podesiv i može odvajati otpad veličine 1-6 mm. Uređaj ima više funkcija: sakuplja, transportira i u zoni prešanja cijedi vodu iz sakupljenog otpada. Na unutarnjoj strani rotirajućeg bubnja struja otpadne vode nanosi kruti otpad koji se zadržava na lamelama bubnja s njegove unutarnje strane. Rotacijom bubanj podiže otpad na svoju gornju stranu. Na gornjoj strani, odmah iznad bubnja postavljena je sprejna letva s mlaznicama. Sprejna letva je preko elektromagnetskog ventila priključena na dovod čiste vode. Vodeni mlaz iz mlaznica skida nakupljeni krupni otpad i odbacuje ga prema sredini bubnja u otvoreno korito smješteno na donjem kraju spirale. Spirala transportira otpad do zone cijedenja-prešanja, gdje nakon izdvajanja vode, otpad kroz ispušt biva izbačen iz uređaja, obično u komunalni spremnik za kruti otpad. Na zonu prešanja izvana se preko elektromagnetskog ventila dovodi čista voda koja ispire talog nastao presanjem materijala. Tako isprani talog se onda odvodi crijevom i ispušta natrag na ulaznu stranu uređaja.



Slika 21. Automatska fina rotacijska rešetka [27]

Kompresorska stanica se nalazi u odvojenoj prostoriji od prostorije s dovodnim kanalom i rešetkama. Sastoji se od kompresorskog bloka, električnog motora i kruga rashladne tekućine i zraka. Svrha joj je stlačivanje zraka i njegovo distribuiranje putem tlačnih cjevovoda u aerirani pjeskolov-mastolov gdje se vrši aeracija otpadne vode. Toplina koja nastaje tijekom kompresije ispušta se u okolinu putem rashladnog ulja iz hladnjaka fluida s ventilatorom pogonskog motora. Rashladno ulje potom se čisti u filtru tekućine.



Slika 22. Kompresorska stanica [28]

4.4. CRPNA STANICA

Crpna stanica je samostalna građevina, a na liniji vode je u konkretnom slučaju predviđena neposredno iza zgrade mehaničkog predtretmana, a prije aeriranog pjeskolova-mastolova. Izvodi se od armiranog betona, debljine temeljne ploče $d=25$ cm, debljine zidova $d=25$ cm i debljine gornje ploče $d=20$ cm. Sastoji se od dvije zasebne prostorije, crpnog bazena i strojarnice. U crpnom bazenu se nalaze usisne cijevi pumpi, a pumpe su smještene u strojarnici. Kao i kod revizijskih okana, svaka prostorija crpne stanice opremljena je čeličnim penjalicama sukladno *Pravilniku u zaštiti na radu za mjesta rada (NN 105/2020)* te lijevano željeznim poklopcem u izvedbi koja sprječava širenje mirisa i nosivosti C250.

Uloga crpne stanice je otpadnu vodu koja dolazi putem dovodnog kanala u crpni bazen, podići na razinu ulazne komore aeriranog pjeskolova-mastolova, odnosno svladati visinsku razliku od 5,10 m. Na slici 19 vidljiva je crpna stanica s crpkama instaliranim u strojarnici (suha izvedba).



Slika 23. Strojarnica crpne stanice [29]

4.5. AERIRANI PJESKOLOV-MASTOLOV

Aerirani pjeskolov-mastolov je građevina na liniji vode koja se sastoji od ulaznog bazena, tri operativne linije, izlaznog bazena, spremnika za sakupljanje ulja i masti te spremnika za ispumpani pijesak. Izvodi se od armiranog betona, debljine temeljne ploče $d=25$ cm, debljine zidova $d=25$ cm i debljine pregradnog zida mastolova $d=20$ cm.

Ulazni bazen je opremljen dovodnom cijevi iz crpne stanice i automatskim pločastim zapornicama.



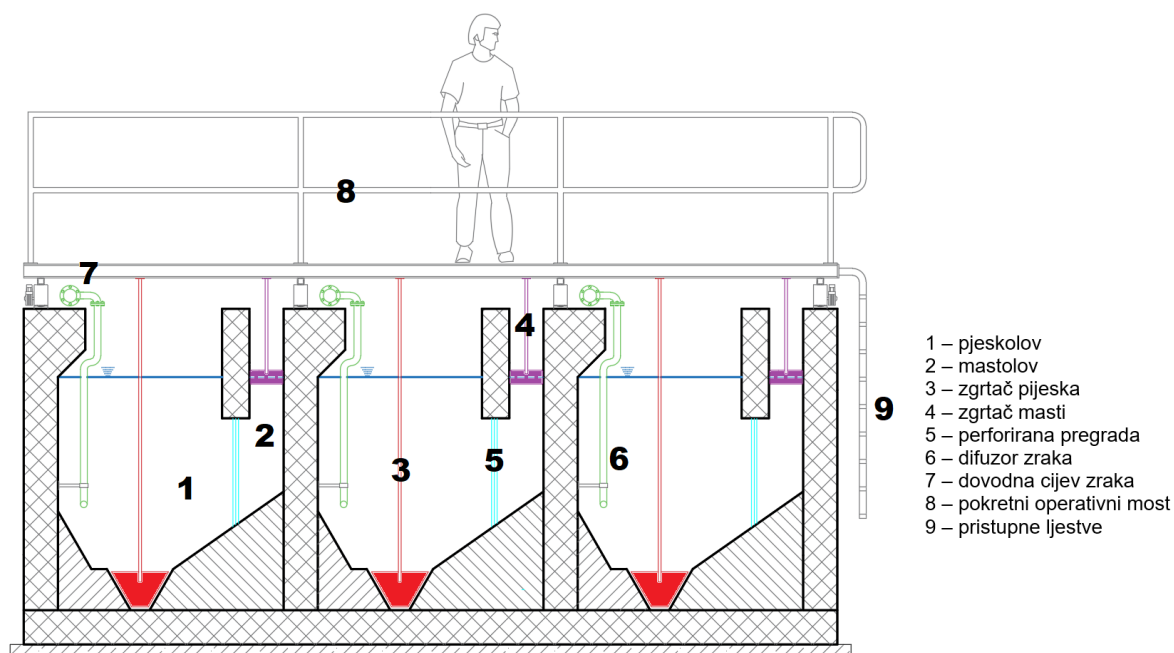
Slika 24. Ulazni bazen s vertikalnim pločastim zapornicama [30]

Operativne linije su najstroženiji dio pjeskolova-mastolova i po pitanju građevinske konstrukcije i količine i vrste elektrostrojarske opreme. U armiranobetonskoj konstrukciji linije izvodi se uzdužno i poprečno profiliranje od nearmiranog betona, čime se pijesak koji se taloži na dnu linije, pomoću zgrtača skuplja u najniži dio linije, odakle se pomoću crpki izvlači u spremnik za pijesak.

Svaka linija je kombinacijom pune i perforirane pregrade odvojena na pjeskolov i mastolov. Za potrebe aeracije otpadne vode ugrađen je cijevni razvod sa difuzorima, koji se opskrbljuje stlačenim zrakom iz kompresorske stanice. Pokretni operativni most opremljen je zgrtačem pijeska, zgrtačem masti, zaštitnom ogradom i pristupnim ljestvama. Otpadna voda nakon određenog vremena zadržavanja slobodnim tečenjem odlazi u izlazni bazen.

Ulja i masti se pomoću zgrtača guraju do kraja mastolova gdje se kroz vertikalni slivnik slijevaju u spremnik za sakupljanje ulja i masti.

U poprečnom presjeku na slici 21 vidljivi su karakteristični elementi aeriranog pjeskolova-mastolova.



Slika 25. Poprečni presjek aeriranog pjeskolova-mastolova predviđenog u sklopu UPOV-a Rab

Ovisno o hidrauličkom opterećenju UPOV-a tokom godine, pojedine linije stavljaju se van pogona. Primjerice, za vrijeme vršnog opterećenja (turistička sezona, 8. mjesec) su sve tri linije u pogonu. U zimskom periodu radi samo jedna linija, a u prijelaznom razdoblju je moguće optimizirati rad uređaja i tako da rade dvije linije.



Slika 26. Aerirani pjeskolov-mastolov u izgradnji [31]

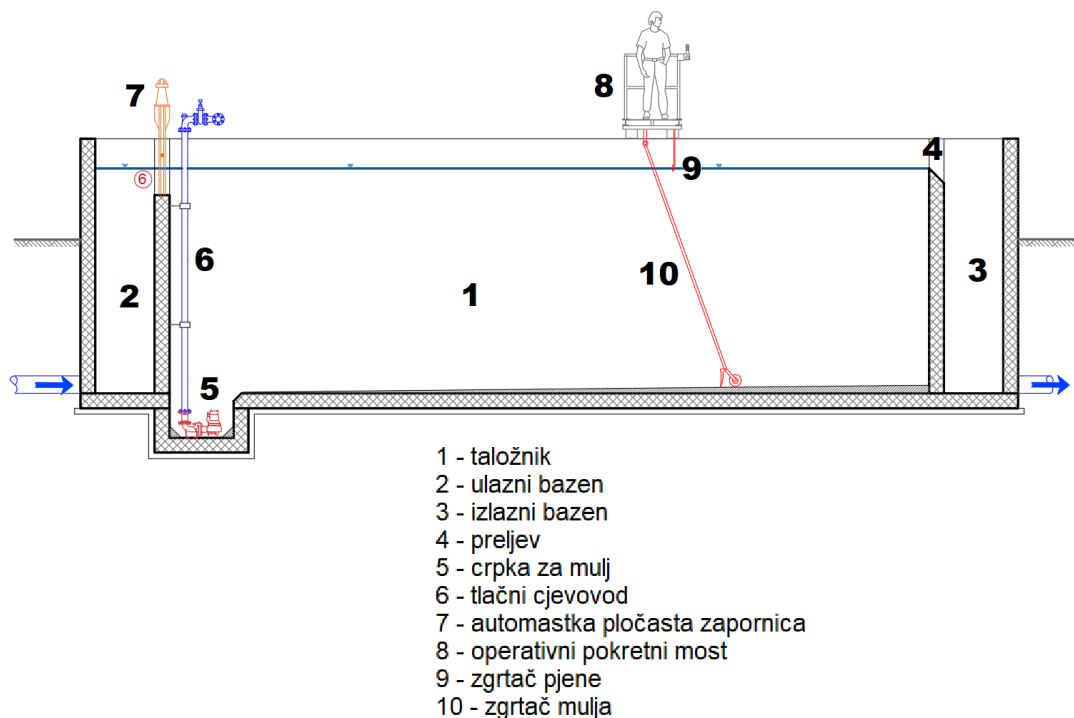
4.6. PRETHODNI TALOŽNIK

Prethodni taložnik je zadnja građevina predviđena na liniji vode u sklopu UPOV-a Rab s prvim (I.) stupnjem pročišćavanja, a sastoji se od ulaznog bazena, tri operativne linije i izlaznog bazena. Izvodi se od armiranog betona, debljine temeljne ploče $d=25$ cm i debljine zidova $d=25$ cm.

Ulazni bazen je opremljen dovodnom cijevi iz aeriranog pjeskolova-mastolova i automatskim pločastim zapornicama.

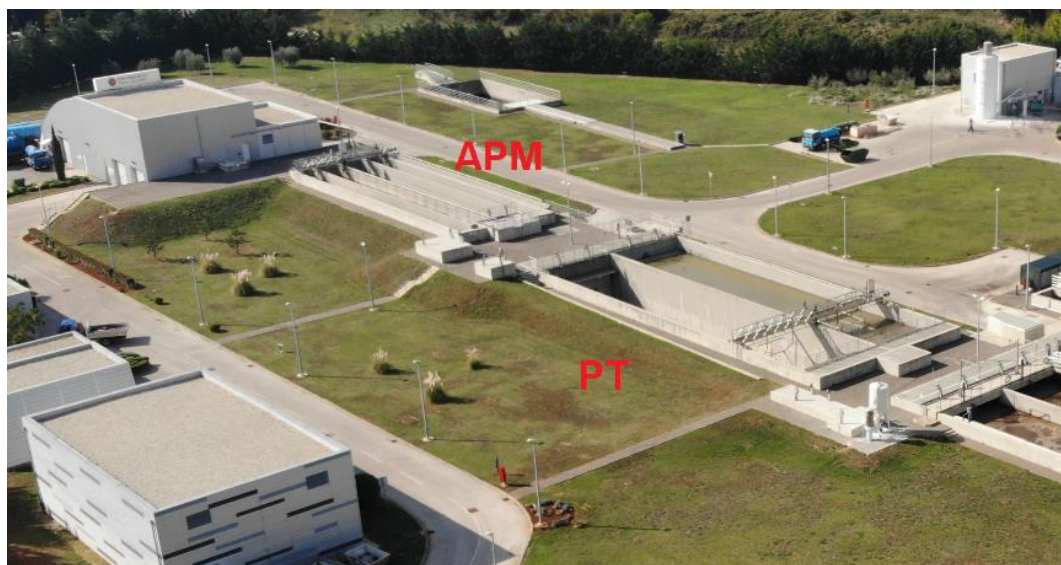
Operativne linije su opremljene pokretnim mostom koji na sebi ima ugrađene zgrtače mulja i zgrtače pjene. U armiranobetonskoj konstrukciji operativnih linija izvodi se uzdužno profiliranje od nearmiranog betona, čime se mulj koji se taloži na dnu linije, pomoću zgrtača skuplja u najniži dio linije, odakle se pomoću crpki izvlači i odvodi u zgradu za obradu mulja. Na kraju svake pojedine linije se nalazi preljev preko kojega voda ulazi u izlazni bazen i dalje prema ispustu UPOV-a. Kao i kod aeriranog pjeskolova-mastolova, za različite režime hidrauličkog opterećenja tokom godine,

pojedine linije se stavljaju u pogon. Karakteristični elementi taložnika prikazani su na slici 23.



Slika 27. Uzdužni presjek prethodnog taložnika predviđenog u sklopu UPOV-a Rab

Aerirani pjeskolov-mastolov i taložnik se međusobno visinski pozicioniraju na način da voda koja prolazi proces pročišćavanja, teče sa slobodnim vodnim licem te po principu zakona spojenih posuda. Kod spojenih posuda, razina tekućina iste vrste nalaze se u istoj horizontalnoj ravnini.



Slika 28. Pozicija pjeskolova-mastolova i prethodnog taložnika na liniji vode [32]

4.7. ZGRADA KLASIRERA PIJESKA

Zgrada klasirera pijeska predviđena je kao prizemna građevina vanjskih dimenzija 7,50 m x 5,50 m. Izvedba od armiranog betona, debljine zidova $d=25$ cm, debljine temeljne ploče $d=25$ cm i debljine krovne ploče $d=20$ cm. Opremljena je klasirerom pijeska i kontejnerima za isprani pijesak.

U klasireru je predviđena separacija i ocjeđivanje pijeska. Mješavina pijeska i vode ulazi u vrtložnu komoru pomoću crpke koja crpi mješavinu iz spremnika koji se nalazi na aeriranom pjeskolovu-mastolovu. U vrtložnoj komori se generira rotacijsko strujanje. Automatski unos zraka se odvija pomoću cijevi postavljene centralno iznad vrtložne komore. Pužnica za izdvajanje pijeska transportira čisti pijesak uzlazno gdje se gravitacijski ocjeđuje prije izbacivanja u kontejner.



Slika 29. Klasirer pijeska [33]

4.8. ZGRADA ZA OBRADU MULJA

Zgrada za obradu mulja predviđena je kao prizemna građevina vanjskih dimenzija 9,00 m x 8,00 m. Izvedba od armiranog betona, debljine zidova $d=25$ cm, debljine temeljne ploče $d=25$ cm i debljine krovne ploče $d=20$ cm. Zgrada je opremljena pužnim dehidratorom mulja.

Mulj predstavlja glavni nusproizvod procesa pročišćavanja otpadnih voda, sadrži netopljive tvari (1 do 5%) i u najvećem dijelu vodu (95 do 99%). Dehidracija mulja se koristi u svrhu smanjenja vlažnosti mulja koji nastaje u UPOV-u, s ciljem dobivanja mulja smanjenog volumena koji je kao takav pogodniji za daljnje zbrinjavanje.

Pužni dehidrator dolazi s integriranim spremnikom za flokulaciju mulja. Pripremljeni mulj iz spremnika prelazi na dio s pužnicom koja je opremljena statičkim i pomičnim prstenovima. U prvom dijelu dehidratora dolazi do zgušnjavanja mulja, dok u drugom dijelu dolazi do dehidracije. Voda iz djela zgušnjavanja mulja se vraća na početak procesa pročišćavanja vode. Dehidrirani mulj nakon toga odlazi na daljnje zbrinjavanje ili daljnju obradu [34].



Slika 30. Pužni dehidrator mulja [35]

4.9. UPRAVNA ZGRADA

Upravna zgrada predviđena je kao prizemna građevina vanjskih dimenzija 10,50 m x 10,50 m. Izvedba od armiranog betona, debljine zidova $d=25$ cm, debljine temeljne ploče $d=25$ cm i debljine krovne ploče $d=20$ cm. U zgradi je predviđen uredski prostor, čajna kuhinja, sanitarni čvorovi, garderoba i laboratorij za obradu uzoraka otpadne vode.

U laboratoriju se vrše pogonske analize za potrebe upravljanja tehnologijom pročišćavanja otpadne vode. Laboratorij se sastoji od fizikalno-kemijskog dijela, mikrobiološkog dijela i vagaone te pomoćnih prostorija (praonice i prostorije s ventilacijom za smještaj kemikalija). Svaki radni dan vrši se uzorkovanje i analiza sirove otpadne vode, pročišćene otpadne vode, aktivnog mulja te dehidriranog mulja. Analize obuhvaćaju obradu trenutnih i kompozitnih uzoraka vode i mulja. Mikroskopska analiza mulja obuhvaća pregled svježih preparata mulja te procjenu stanja u sistemu na osnovu izgleda flokula i sastava mikroorganizama [36].



Slika 31. Oprema laboratorija UPOV-a [37]

5. APROKSIMATIVNI TROŠKOVNIK

Procjena troškova izgradnje temeljena je na postojećim već izgrađenim postrojenjima sličnog kapaciteta, uz određeno povećanje obzirom na lokaciju otoka i činjenicu da se sav potreban materijal i oprema može dopremiti isključivo trajektnom vezom s kopnom te uzimajući u obzir trenutno stanje na tržištu i kretanje cijena građevinskih materijala te opreme i radova.

Troškovi izgradnje u smislu izvođenja građevinskih radova podrazumijevaju:

- dobavu, transport, privremeno skladištenje i ugradnju svog potrebnog materijala, sve potrebne opreme te sve osnovne i pomoćne radnje i Transporte na gradilištu, razne pomoćne konstrukcije i skele (fasadne, prijenosne), radne podove, te njihovu izradu, montažu i demontažu
- troškove osiguranja uskladištenog materijala, sve do ugradbe ili primopredaje istog, čišćenje i uređenje gradilišta nakon izvršenih radova, te svu potrebnu zaštitu građevine od nepovoljnih vremenskih uvjeta za vrijeme izvođenja radova
- geodetske radove (elaborat iskolčenja, iskolčenje građevina, objekata, okoliša, svih instalacija, kontrola tijekom građenja, te snimak instalacija za upis u katastar

Specifičan trošak koji se pojavljuje kod ovakve vrste građevine je *probni rad*. Zakonskom regulativom definirano je da za određene građevine (u koje spadaju i UPOV-i) postoji potreba ispitivanja ispunjenja temeljnih zahtjeva za građevinu pokusnim (probnim) radom, a na temelju kojega se onda izdaje uporabna dozvola, ili privremena uporabna dozvola.

Pokusni rad, temeljni zahtjevi koji se ispituju, vrijeme trajanja pokusnog rada i mjere osiguranja za vrijeme trajanja pokusnog rada moraju biti predviđeni i obrazloženi glavnim projektom, a vrijeme trajanja pokusnog rada ne može biti duže od godine dana.

U narednoj tablici prikazani su svi gore spomenuti troškovi. Obzirom da je parcela na kojoj je formirana građevinska čestica za izgradnju UPOV-a prethodno bila u vlasništvu Republike Hrvatske, a koja je onda vlasništvo prenijela na Grad Rab, trošak kupnje zemljišta nije uzet u obzir.

Tablica 19. Procjena troškova izgradnje UPOV

1. IMOVINSKO PRAVNI ODNOSI	33.000,00 €
Troškovi rješavanja imovinsko-pravnih odnosa između vlasnika zemljišta i vlasnika infrastrukturne građevine, prava služnosti i pristupnog puta.	
2. IZGRADNJA PRISTUPNOG PUTA	115.000,00 €
Troškovi građevinskih radova na izgradnji pristupnog puta sa asfaltnim kolničkim zastorom, od glavne prometnice do UPOV-a.	
3. IZRADA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE	275.000,00 €
Troškovi izrade kompletne projektne dokumentacije potrebne za izdavanje lokacijske i građevinske dozvole.	
4. GRAĐEVINSKO-OBRTNIČKI RADOVI	3.200.000,00 €
Troškovi svih građevinskih i obrtničkih radova potrebnih za izgradnju kompletnog postrojenja UPOV-a sa svim pratećim objektima, ograđivanjem parcele i uređenjem okoliša.	
5. ELEKTROSTROJARSKA OPREMA	1.375.000,00 €
Troškovi svih elektroinstalaterskih i strojarskih radova, uključujući mjernu opremu i opremanje pratećih objekata.	
6. STRUČNI NADZOR NAD GRADNJOM	66.000,00 €
Troškovi usluge stručnog nadzora, koordinatora 2 i voditelja projekta.	
7. PRIKLJUČENJE ENERGENATA	90.000,00 €
Troškovi priključenja postrojenja UPOV-a na vodoopskrbnu mrežu i mrežu električne energije., uključivo izgradnju trafostanice.	
8. PROBNI RAD	132.000,00 €
Troškovi probnog rada postrojenja u trajanju od godinu dana.	
SVEUKUPNI TROŠKOVI IZGRADNJE	5.286.000,00 €

6. LITERATURA

- [1] Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2021.
<<http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=45899>>. Pristupljeno 10. svibnja 2023.
- [2] 2001-05. Znanje.org. <<https://www.znanje.org/i/i10/10iv01/10iv0111/komunalne.htm>>.
Pristupljeno 10. svibnja 2023.
- [3] Nakić D. (2022.-2023.): Nastavni materijali sa predavanja iz kolegija Zaštita i pročišćavanje voda na studiju graditeljstva Sveučilište Sjever, Varaždin.
<https://moodle.srce.hr/20222023/pluginfile.php/7602951/mod_resource/content/1/2.%20Predavanje%20ZiPV.pdf>. Pristupljeno 11. svibnja 2023.
- [4] 2022. Hrvatske vode. <<https://voda.hr/hr/osnovne-informacije>>.
Pristupljeno 11. svibnja 2023.
- [5] Kurrer C. (2022.): <<https://www.europarl.europa.eu/factsheets/hr/sheet/74/zastita-voda-i-upravljanje-njima>>. Pristupljeno 11. svibnja 2023.
- [6] 2022. Hrvatske vode. <<https://voda.hr/hr/ustrojstvo>>. Pristupljeno 11. svibnja 2023.
- [7] Nakić D. (2022.-2023.): Nastavni materijali sa predavanja iz kolegija Zaštita i pročišćavanje voda na studiju graditeljstva Sveučilište Sjever, Varaždin.
<https://moodle.srce.hr/20222023/pluginfile.php/7602950/mod_resource/content/1/1.%20Predavanje%20ZiPV.pdf>. Pristupljeno 16. svibnja 2023.
- [8] Vouk D. (2018.): <<https://webgradnja.hr/clanci/prociscavanje-otpadnih-voda-pravne-okosnice-i-zakonodavni-okviri/293>>. Pristupljeno 16. svibnja 2023.
- [9] 2023. Narodne novine d.d. <https://narodnenovine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2020_03_26_62.html>. Pristupljeno 16. svibnja 2023.
- [10] Metcalf & Eddy (2014.):, Wastewater engineering-fifth edition, McGraw-Hill Education, New York
- [11] 2023. Državni zavod za statistiku. <<https://dzs.gov.hr/naslovna-blokovi/u-fokusu/popis-2021/88>>. Pristupljeno 20. ožujka 2023.
- [12] Izrada studije izvodljivosti, projektne dokumentacije i Aplikacije za prijavu projekta za

- aglomeracije Rab, Supetarska Draga i Lopar za sufinanciranje iz EU fondova, WYG savjetovanje d.o.o., Zagreb, 2019.
- [13] 2023. Google. <<https://earth.google.com/web/>>. Pristupljeno 19. svibnja 2023.
- [14] 2023. Državna geodetska uprava. <<https://geoportal.dgu.hr/>>. Pristupljeno 19. svibnja 2023.
- [15] 2014.-2023. Ministarstvo pravosuđa i uprave te Državna geodetska uprava. <<https://oss.uredjenazemlja.hr/oss/public/reports/possessionsheet-extract/>>. Pristupljeno 20. svibnja 2023.
- [16] 2023. Scribd Inc. <<https://www.scribd.com/doc/53548281/atv-dvwk-a-198-e>>. Pristupljeno 21. ožujka 2023.
- [17] Nastupić F. (2008): <https://www.academia.edu/28436280/Analiza_protoka_otpadne_vode>. Pristupljeno 21. svibnja 2023.
- [18] 2023. Openchannelflow. <<https://www.openchannelflow.com/blog/fiberglass-parshall-flumes-at-wastewater-plants>>. Pristupljeno 22. svibnja 2023.
- [19] 2023. Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. <https://www.grad.hr/_download/repository/PREDAVANJA_1/PREDAVANJA/h02-tecenje_u_otvorenim_koritima.pdf>. Pristupljeno 1. travnja
- [20] 2023. Građevinski fakultet Sveučilišta u Zagrebu. <https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/V01-Nejednoliko_tecenje.pdf>. Pristupljeno 1. travnja 2023.
- [21] 2023. Xylem. <<https://www.xylem.com/en-us/brands/flygt/flygt-products/n-3153/>>. Pristupljeno 2. travnja 2023.
- [22] 2023. Nbw Neustadter Betonwerk GmbH. <https://nbw-betonwerk.de/?page_id=685>. Pristupljeno 24. svibnja 2023.
- [23] 2021. Unijaplast. <<https://unijaplast.com/proizvod/uvodnik-kgf-2/>>. Pristupljeno 24. svibnja 2023.
- [24] 2023. Vodoskok d.d. <<https://www.vodoskok.hr/prodajni-program/sustavi-odvodnje-otpadnih-i-oborinskih-voda/poklopci/>>. Pristupljeno 24. svibnja 2023.
- [25] 2023. Tehnomehanika d.o.o. <<http://www.tehnomehanika.hr/zapornice.asp>>.

- Pristupljeno 27. svibnja 2023.
- [26] 2023. Yixing Bowee Environmental Protection Equipment Co., Ltd.
<<http://bowewater.com/html/Wastewater%20Screenings/333>>. Pristupljeno 27. svibnja 2023.
- [27] 2023. Teko d.o.o. <<http://www.teko.com.hr/hr/proizvodi/pregled-po-kategorijama-proizvoda/fineresetke.html>>. Pristupljeno 27. svibnja 2023.
- [28] 2023. Kaeser Kompresoren. <<https://hr.kaeser.com/download.ashx?id=tcm:79-5919>>. Pristupljeno 30. svibnja 2023.
- [29] 2023. South Pacific Industrial Ltd. <<https://spi.co.nz/PROJECTS/InstrumentationElectrical/TabId/11273/ArtMID/410>>. pristupljeno 30. svibnja 2023.
- [30] Seckler Ferreira Filho S. (2022.): <<https://www.youtube.com/watch?v=JCQuaBVtt1A>>. Pristupljeno 30 svibnja 2023.
- [31] 2023. KSD Kanal-Schacht-Dienstleistungen GmbH. <<https://www.ksd-koethen.de/leistungsprofil/betonsanierung-in-annaburg/>>. Pristupljeno 31. svibnja 2023.
- [32] 2023. Odvodnja d.o.o. Zadar. <<https://www.odvodnja.hr/odvodupovc.html>>. Pristupljeno 31. svibnja 2023.
- [33] 2023. Loveco d.o.o. <<http://loveco.hr/category/proizvodi/huber-technology/odvajanje-i-obrada-pijeska/klasirer-pijeska/>>. Pristupljeno 31. svibnja 2023.
- [34] 2023. ATT & AT Ltd. <<https://www.attat.eu/product-details/dehidracija-mulja/>>. Pristupljeno 04. lipnja 2023.
- [35] 2016. Nirtech. <<https://nirtech.in/syssludgedewatering.html>>. Pristupljeno 04. lipnja 2023.
- [36] 2023. Odvodnja d.o.o. Zadar. <<https://www.odvodnja.hr/odvodupovc.html>>. Pristupljeno 05. lipnja 2023.
- [37] 2023. Government Websites by CivicPlus. <<https://www.bing.com/images/search>>. Pristupljeno 05. lipnja 2023.

POPIS SLIKA

Slika 1. Nekontrolirano ispuštanje otpadnih voda

Slika 2. Mješoviti sustav odvodnje

Slika 3. Razdjelni sustav odvodnje

Slika 4. Opća shema pročišćavanja otpadnih voda

Slika 5. Dijagram kvalitete vode od zahvaćanja do ponovnog ispuštanja u okoliš

Slika 6. Kartografski prikaz osjetljivih područja RH

Slika 7. Dijagram toka UPOV-a

Slika 8. Makrolokacija građevine

Slika 9. Mikrolokacija građevine

Slika 10. Prijepis posjedovnog lista

Slika 11. Karakteristične satne promjene protoka otpadne vode

Slika 12. Parshallovo suženje instalirano na dovodnom kanalu

Slika 13. Centrifugalna crpka Flygt N-3153 MT

Slika 14. Radni dijagrami odabrane crpke

Slika 15. Linija vode UPOV-a aglomeracije Rab

Slika 16. Primjer revizijskog okna

Slika 17. KGF spojnica

Slika 18. Poklopac za revizijsko okno

Slika 19. Automatska pločasta zapornica

Slika 20. Automatska gruba rešetka

Slika 21. Automatska fina rotacijska rešetka

Slika 22. Kompresorska stanica

Slika 23. Strojarnica crpne stanice

Slika 24. Ulazni bazen sa zapornicama

Slika 25. Poprečni presjek aeriranog pjeskolova-mastolova

Slika 26. Aerirani pjeskolov-mastolov u izgradnji

Slika 27. Uzdužni presjek prethodnog taložnika

Slika 28. Pozicija pjeskolova-mastolova i prethodnog taložnika na liniji vode

Slika 29. Klasirer pijeska

Slika 30. Pužni dehidrator mulja

Slika 31. Oprema laboratorija UPOV-a

POPIS TABLICA

Tablica 1. Određivanje potrebnog stupnja pročišćavanja

Tablica 2. Stanovništvo naselja otoka Raba sa zadnjeg popisa iz 2021. godine

Tablica 3. Projekcija stanovništva i turističkih kapaciteta za mjerodavne godine

Tablica 4. Rezultati proračuna dotoka na UPOV van turističke sezone

Tablica 5. Rezultati proračuna hidrauličkog opterećenja otpadnim vodama iz
kućanstava i gospodarskih subjekata van turističke sezone

Tablica 6. Rezultati proračuna hidrauličkog opterećenja otpadnim vodama iz
sabirnih jama van turističke sezone i ukupnog hidrauličkog opterećenje

Tablica 7. Rezultati proračuna ukupnog biološkog opterećenja van turističke sezone

Tablica 8. Rezultati proračuna dotoka na UPOV kod vršnog opterećenja

Tablica 9. Rezultati proračuna hidrauličkog opterećenja otpadnim vodama iz
kućanstava i gospodarskih subjekata kod vršnog opterećenja

Tablica 10. Rezultati proračuna hidrauličkog opterećenja otpadnim vodama iz
sabirnih jama kod vršnog opterećenja i ukupnog hidrauličkog opterećenja

Tablica 11. Rezultati proračuna ukupnog biološkog opterećenja otpadnim vodama
kod vršnog opterećenja

Tablica 12. Vrijednosti Manningovog koeficijenta hrapavosti

Tablica 13. Iterativni postupak određivanja visine vodenog stupca u dovodnom
kanalu

Tablica 14. Postupak proračuna crpne stanice

Tablica 15. Postupak proračuna aeriranog pjeskolova-mastolova

Tablica 16. Provjera zadovoljenja uvjeta van turističke sezone

Tablica 17. Postupak proračuna prethodnog taložnika

Tablica 18. Provjera zadovoljenja uvjeta van turističke sezone

Tablica 19. Procjena troškova izgradnje UPOV

7. GRAFIČKI PRILOZI

Izvod iz katastarskog plana	list 0
Situacija	list 1
Uzdužni presjek - linija vode	list 2
Revizijska okna	list 3
Zgrada mehaničkog predtretmana	list 4
Crpna stanica	list 5
Aerirani pjeskolov-mastolov	list 6
Prethodni taložnik	list 7
Zgrada za obradu mulja	list 8
Zgrada za klasirer pijeska	list 9
Upravna zgrada	list 10
3D vizualizacija UPOV-a.....	list 11



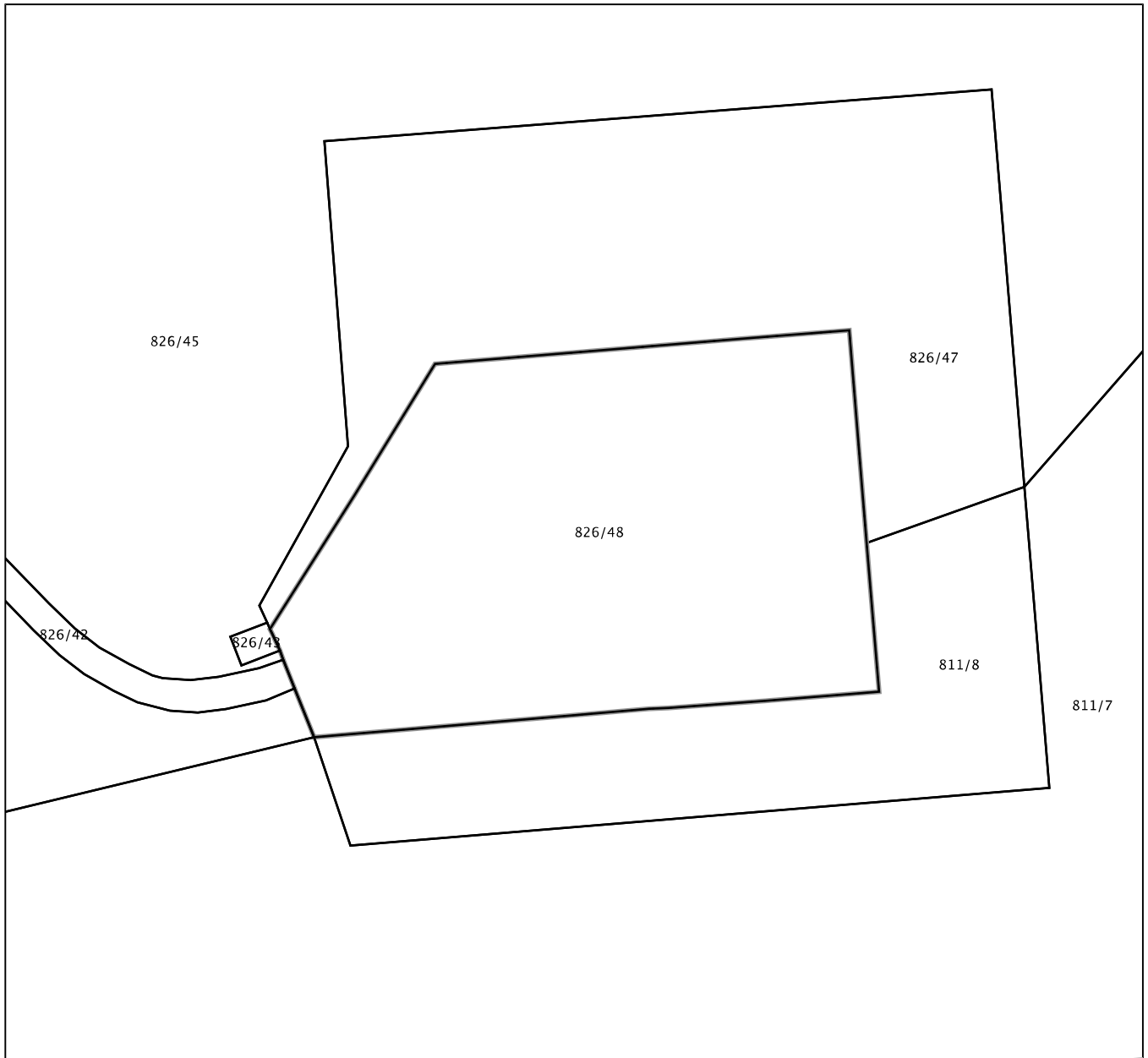
REPUBLIKA HRVATSKA
DRŽAVNA GEODETSKA UPRAVA
PODRUČNI URED ZA KATASTAR RIJEKA
ISPOSTAVA ZA KATASTAR NEKRETNINA RAB

NESLUŽBENA KOPIJA
K.o. BARBAT
k.č.br.: 826/48

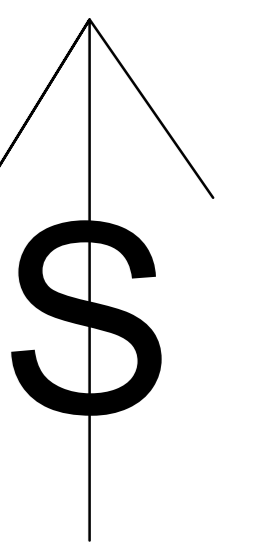
Stanje na dan: 13.04.2023.

IZVOD IZ KATASTARSKOG PLANA

Mjerilo 1:1000
Izvorno mjerilo 1:2904



826/47



826/47

826/45

DOVOD PREMA UREĐAJU

PRETHODNI TALOŽNIK

KOMPRESORSKA STANICA

AERIRANI PJSKOLOV-MASTOLOV

CRPNA STANICA

DOVODNI KANAL

RO 1

RO 2

ODVOD PREMA ISPUSTU

826/47

GRUBA REŠETKA

FINA REŠETKA

KLASIRER PIJESKA

16.00

ZGRADA ZA OBRADU MULJA

811/8

826/45

TRAFOSTANICA

826/42

UPRAVNA ZGRADA

826/48

826/43

826/45

granica parcele

811/8

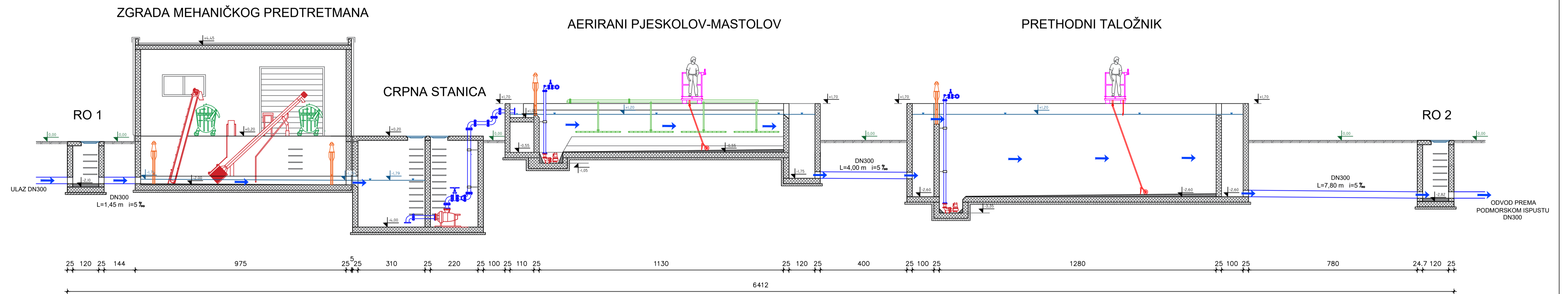
811/8

811/7

NAPOMENA: RELATIVNA KOTA ±0.00 ODGOVARA APSOLUTNOJ NADMORSKOJ VISINI +16.00 m n.m.

	SVEUČILIŠTE SJEVER, Trg dr. Žarka Dolinara 1				
	KOLEGIJ	ZAŠTITA I PROCJENJIVANJE VODA			
	VRSTA PROJEKTA	DIPLOMSKI RAD - DEJINI PROJEKT UPOV-a I AGLOMERACIJE RAB			
	MENTOR	dr.sc. DOMAGOJ NAKIĆ			
	AUTOR	VELIMIR BABIĆ univ.baoo.ing.aedf.			
SADRŽAJ:	DATUM	06.2023	MJERILO	M 1:100	
				LIST:	1

UZDUŽNI PRESJEK - LINIJA VODE MJ 1:100



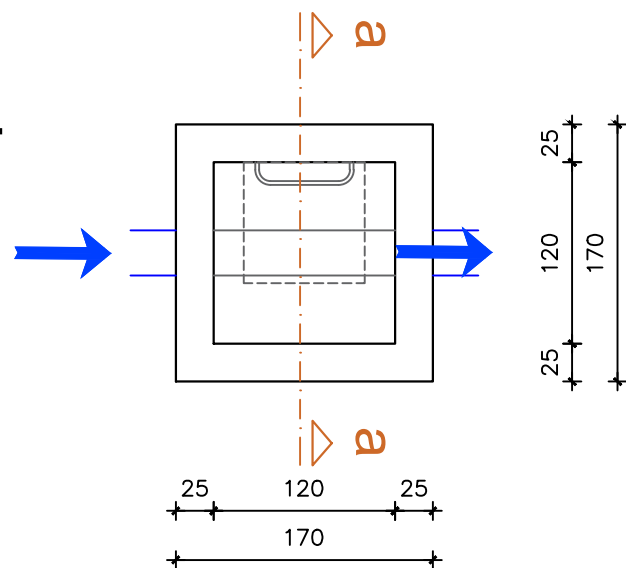
NAPOMENA: RELATIVNA KOTA $\pm 0,00$ ODGOVARA APSOLUTNOJ NADMORSKOJ VISINI $+16,00\text{ m n.m.}$

	SVEUČILIŠTE SJEVER, Trg dr. Žarka Dolinara 1		
	KOLEGIJ:	ZAŠTITA I PROČIŠĆAVANJE VODA	
	VRSTA PROJEKTA:	DIPLOMSKI RAD - IDEJNI PROJEKT UPOV-a AGLOMERACIJE RAB	
	MENTOR:	dr.sc. DOMAGOJ NAKIĆ	
AUTOR:	VELIMIR BABIĆ univ.ba.cc.ing.aedif.		
DATUM:	06.2023.	MJERILO:	M 1:100
SADRŽAJ:	UZDUŽNI PRESJEK - LINIJA VODE		LIST: 2

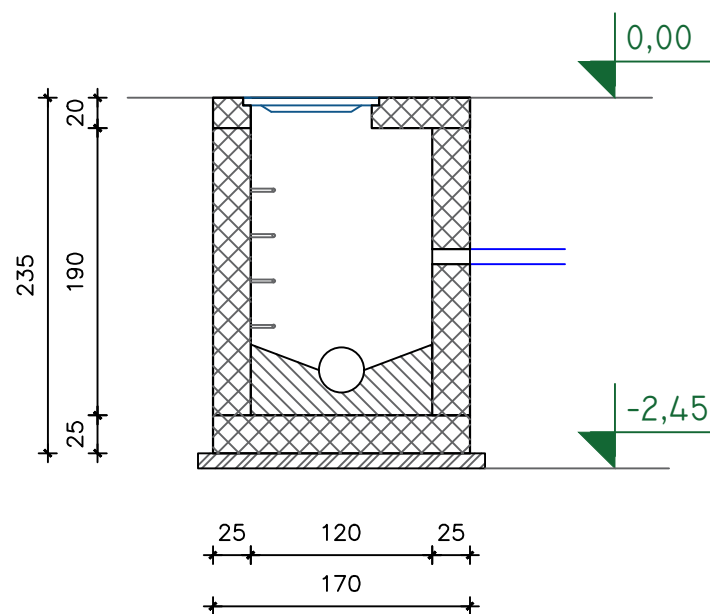
REVIZIJSKA OKNA MJ 1:50

RO-1

TLOCRT

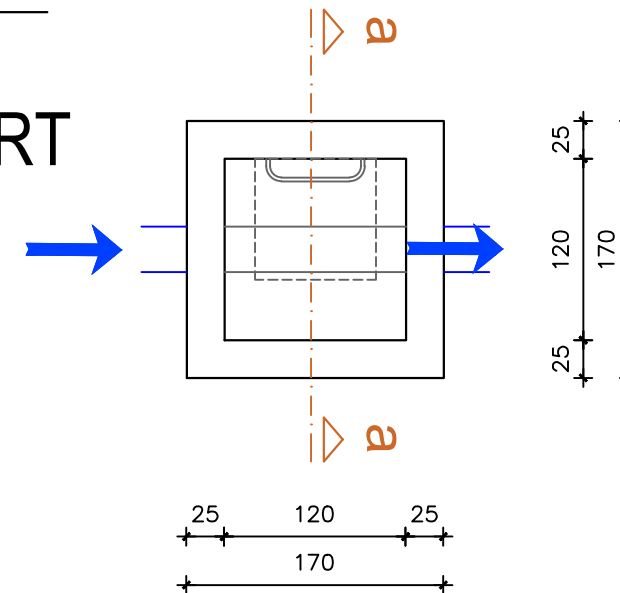


PRESJEK a-a

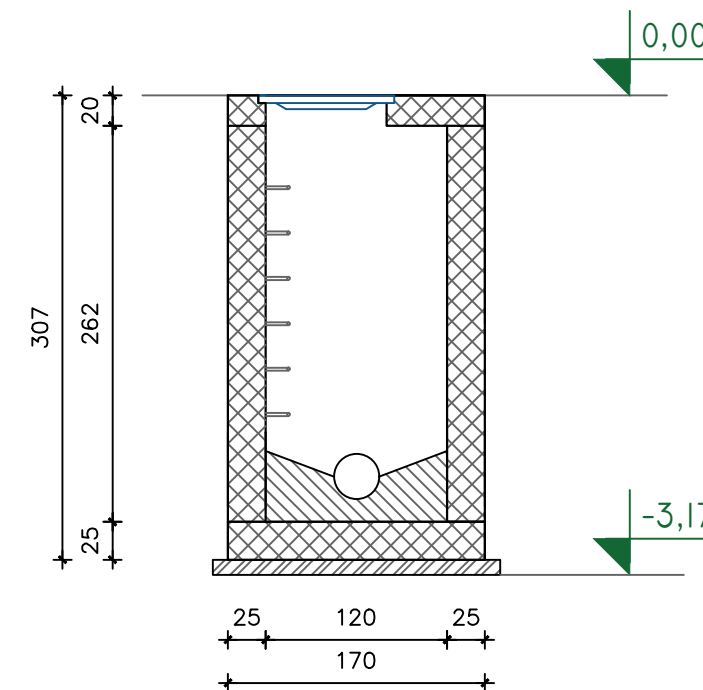


RO-2

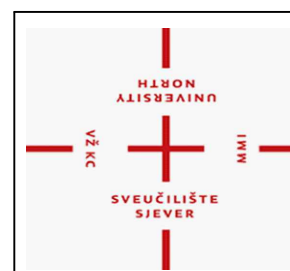
TLOCRT



PRESJEK a-a



NAPOMENA: RELATIVNA KOTA ±0.00 ODGOVARA APSOLUTNOJ NADMORSKOJ VISINI +16.00 m n.m.



SVEUČILIŠTE SJEVER, Trg dr. Žarka Dolinara 1

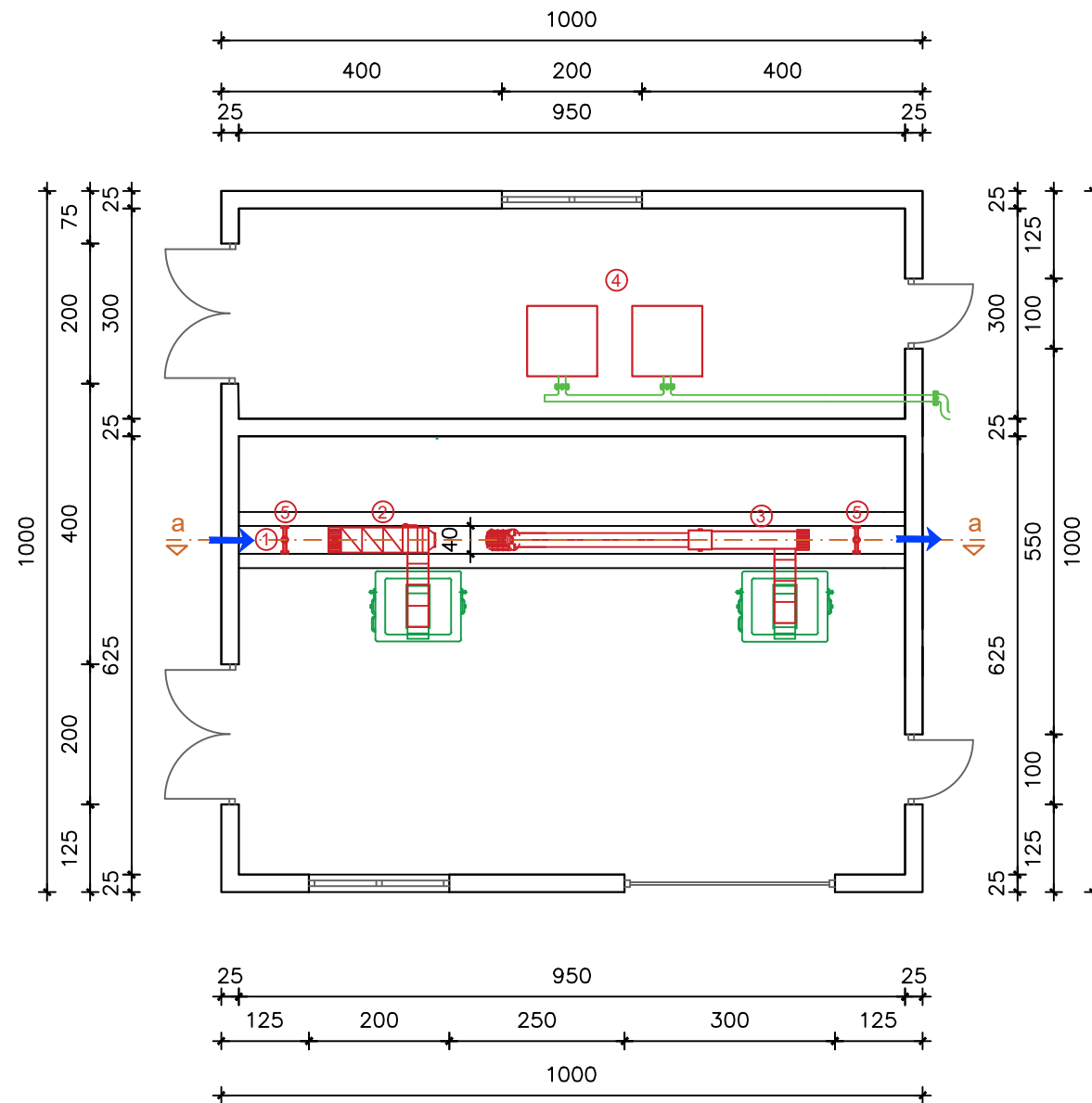
KOLEGIJ:	ZAŠTITA I PROČIŠĆAVANJE VODA
VRSTA PROJEKTA:	DIPLOMSKI RAD - IDEJNI PROJEKT UPOV-a AGLOMERACIJE RAB
MENTOR:	dr.sc. DOMAGOJ NAKIČ
AUTOR:	VELIMIR BABIĆ univ.bacc.ing.aedif.
DATUM:	06.2023.

SADRŽAJ: REVIZIJSKA OKNA

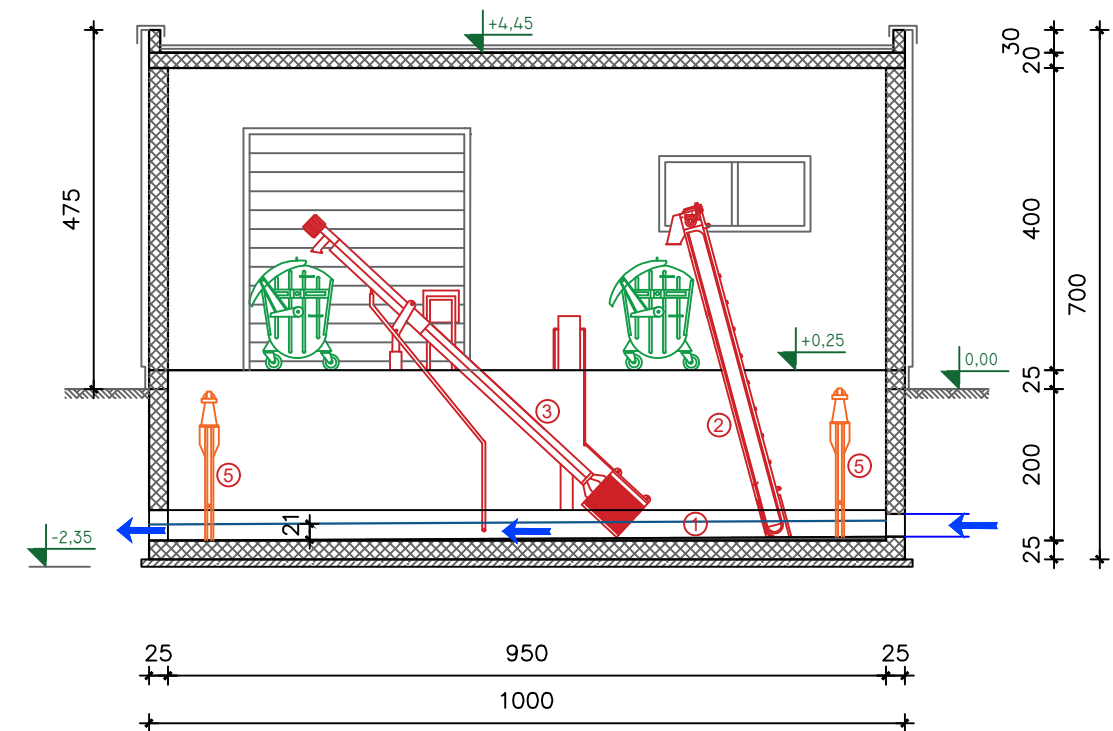
LIST: 3

ZGRADA MEHANIČKOG PREDTRETMANA MJ 1:100

TLOCRT



PRESJEK a-a



LEGENDA:

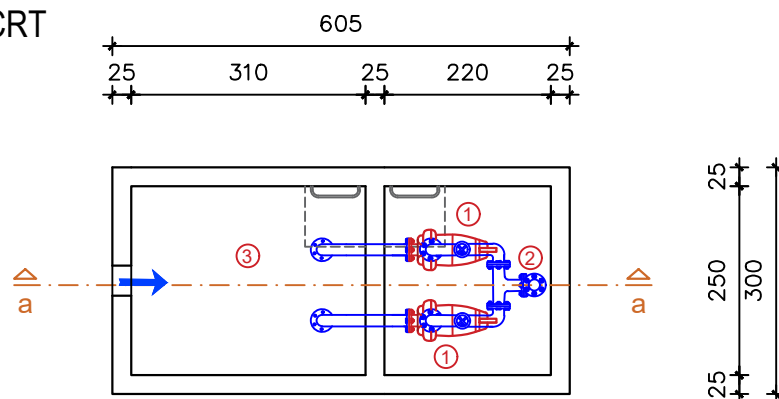
1. ULAZNI KANAL
2. AUTOMATSKA GRUBA REŠETKA
3. AUTOMATSKA FINA REŠETKA
4. KOMPRESORSKA STANICA
5. AUTOMATSKA PLOČASTA ZAPORNICA

NAPOMENA: RELATIVNA KOTA ±0.00 ODGOVARA APSOLUTNOJ NADMORSKOJ VISINI +16.00 m n.m.

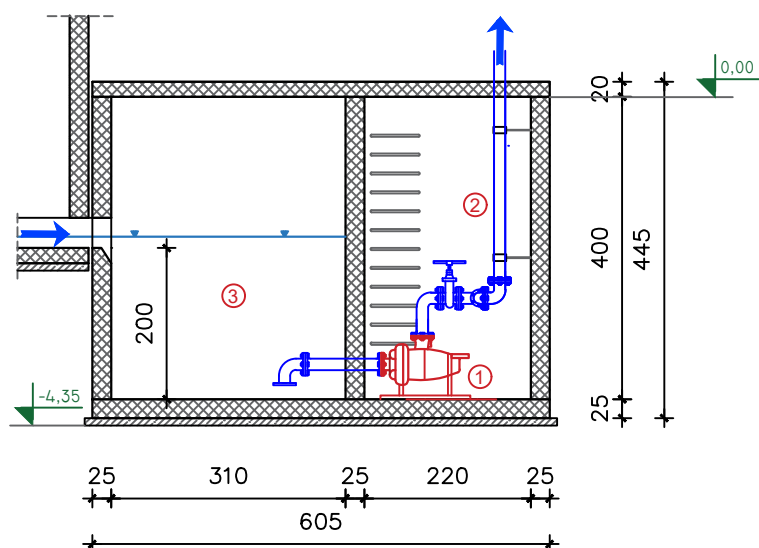
	SVEUČILIŠTE SJEVER, Trg dr. Žarka Dolinara 1		
	KOLEGIJ:	ZAŠTITA I PROČIŠĆAVANJE VODA	
	VRSTA PROJEKTA:	DIPLOMSKI RAD - IDEJNI PROJEKT UPOV-a AGLOMERACIJE RAB	
	MENTOR:	dr.sc. DOMAGOJ NAKIČ	
	AUTOR:	VELIMIR BABIĆ univ.bacc.ing.aedif.	
DATUM:	06.2023.	MJERILO:	M 1:100
SADRŽAJ: ZGRADA MEHANIČKOG PREDTRETMANA			LIST: 4

CRPNA STANICA MJ 1:100

TLOCRT



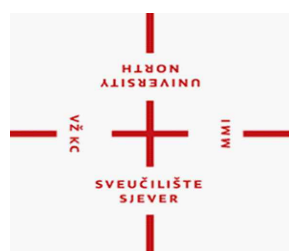
PRESJEK a-a



LEGENDA:

1. CENTRIFUGALNA PUMPA
2. TLAČNI CJEVOVOD
3. CRPNI BAZEN

NAPOMENA: RELATIVNA KOTA ±0.00 ODGOVARA APSOLUTNOJ NADMORSKOJ VISINI +16.00 m n.m.



SVEUČILIŠTE SJEVER, Trg dr. Žarka Dolinara 1

KOLEGIJ:

ZAŠTITA I PROČIŠĆAVANJE VODA

VRSTA PROJEKTA:

DIPLOMSKI RAD - IDEJNI PROJEKT UPOV-a AGLOMERACIJE RAB

MENTOR:

dr.sc. DOMAGOJ NAKIĆ

AUTOR:

VELIMIR BABIĆ univ.bacc.ing.aedif.

DATUM:

06.2023.

MJERILO:

M 1:100

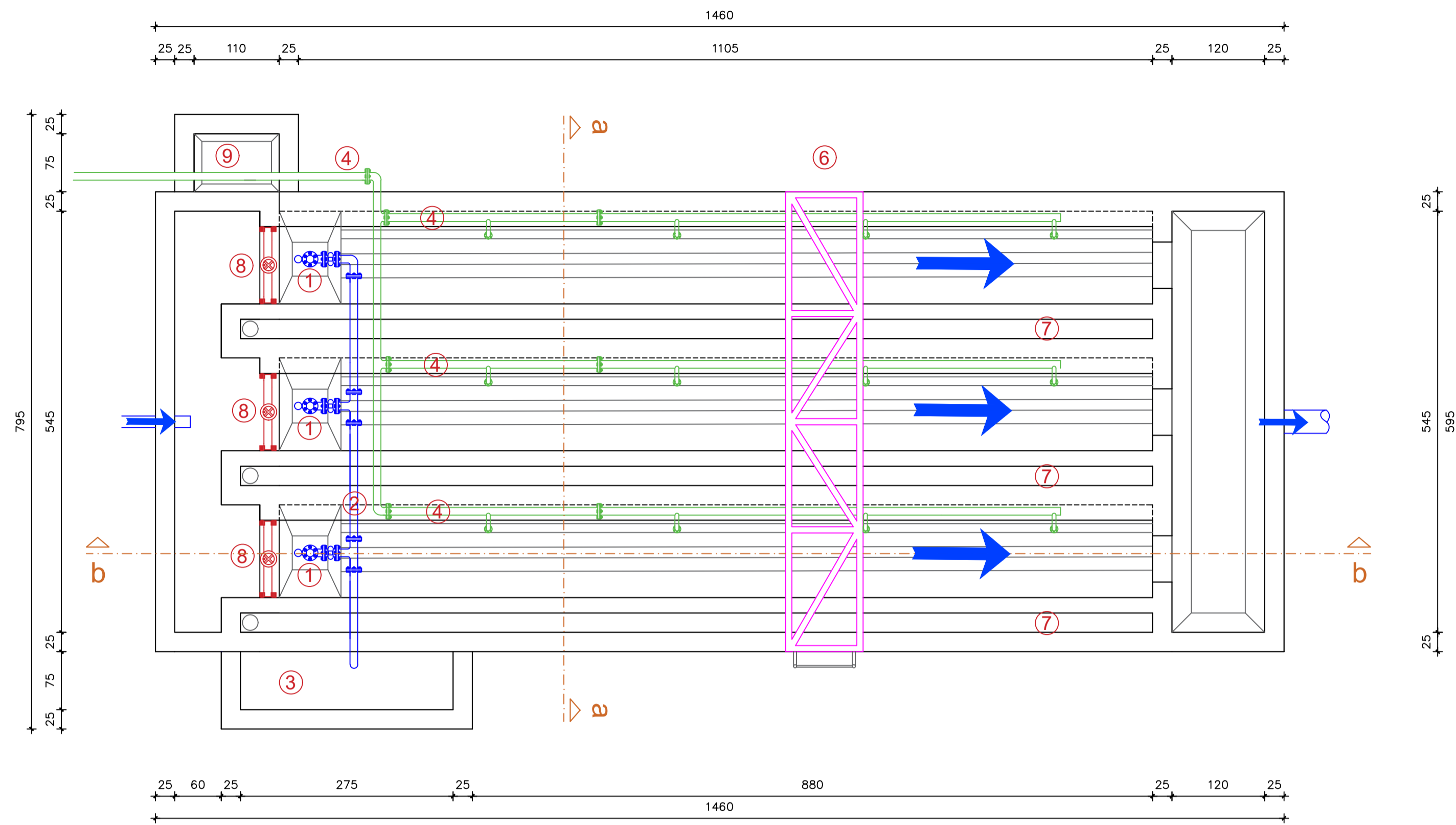
SADRŽAJ:

CRPNA STANICA

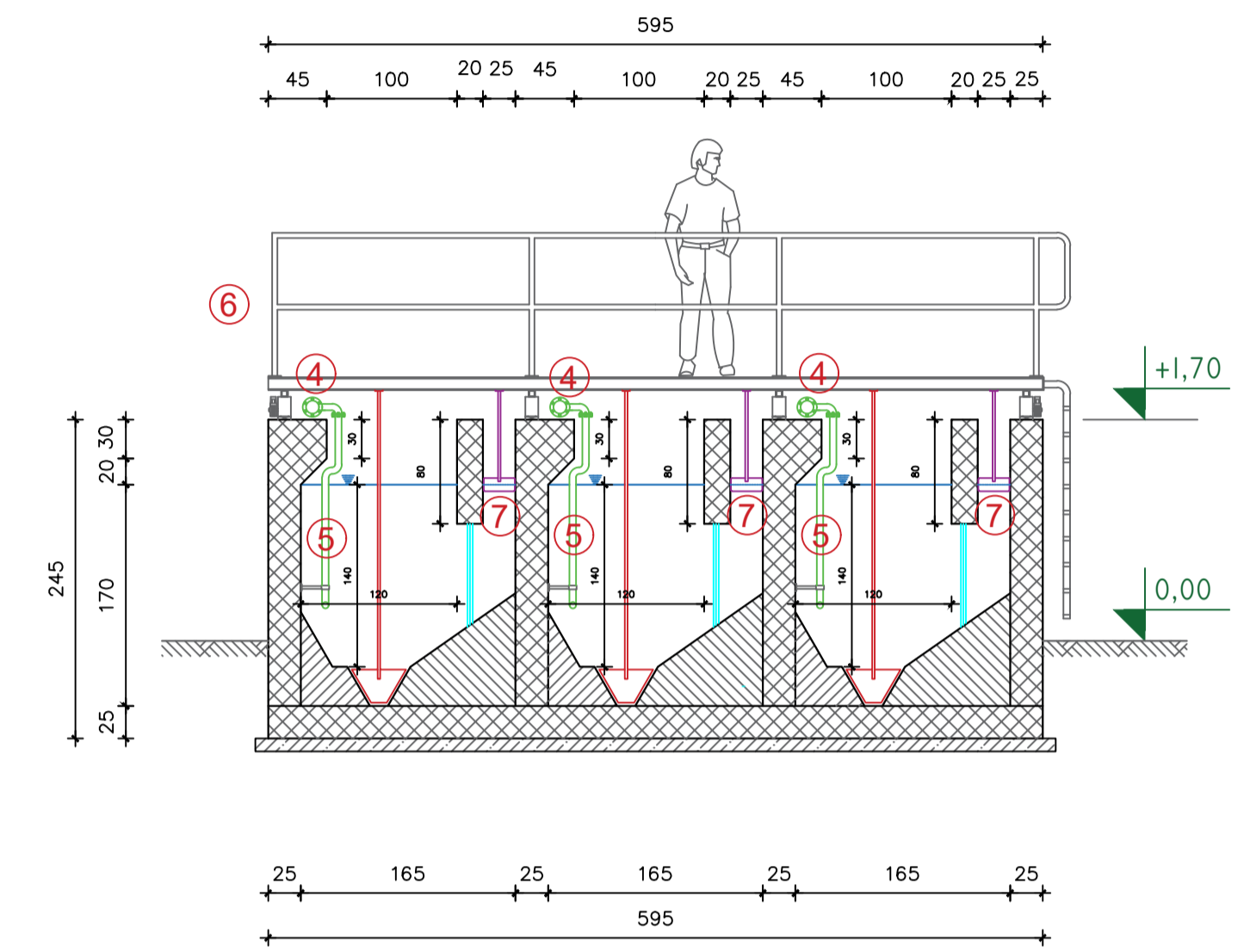
LIST:

5

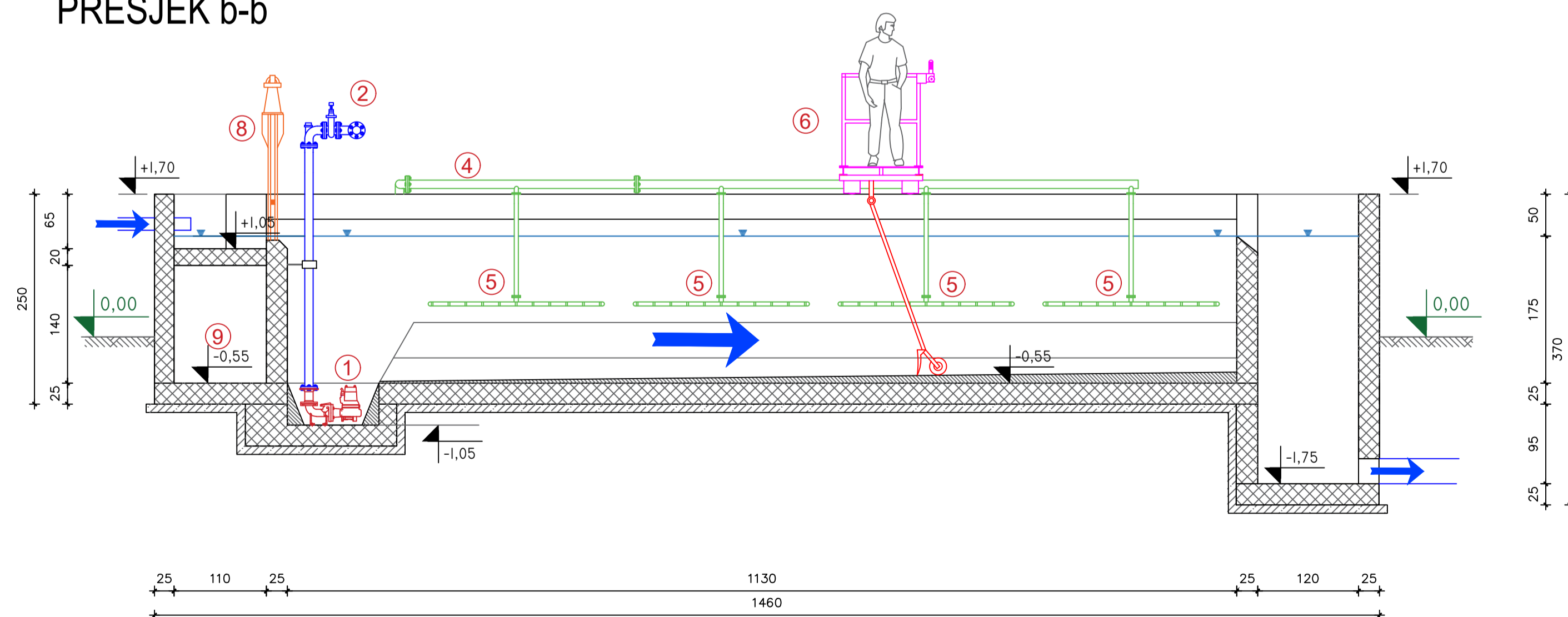
TLOCRT



PRESJEK a-a



PRESJEK b-b



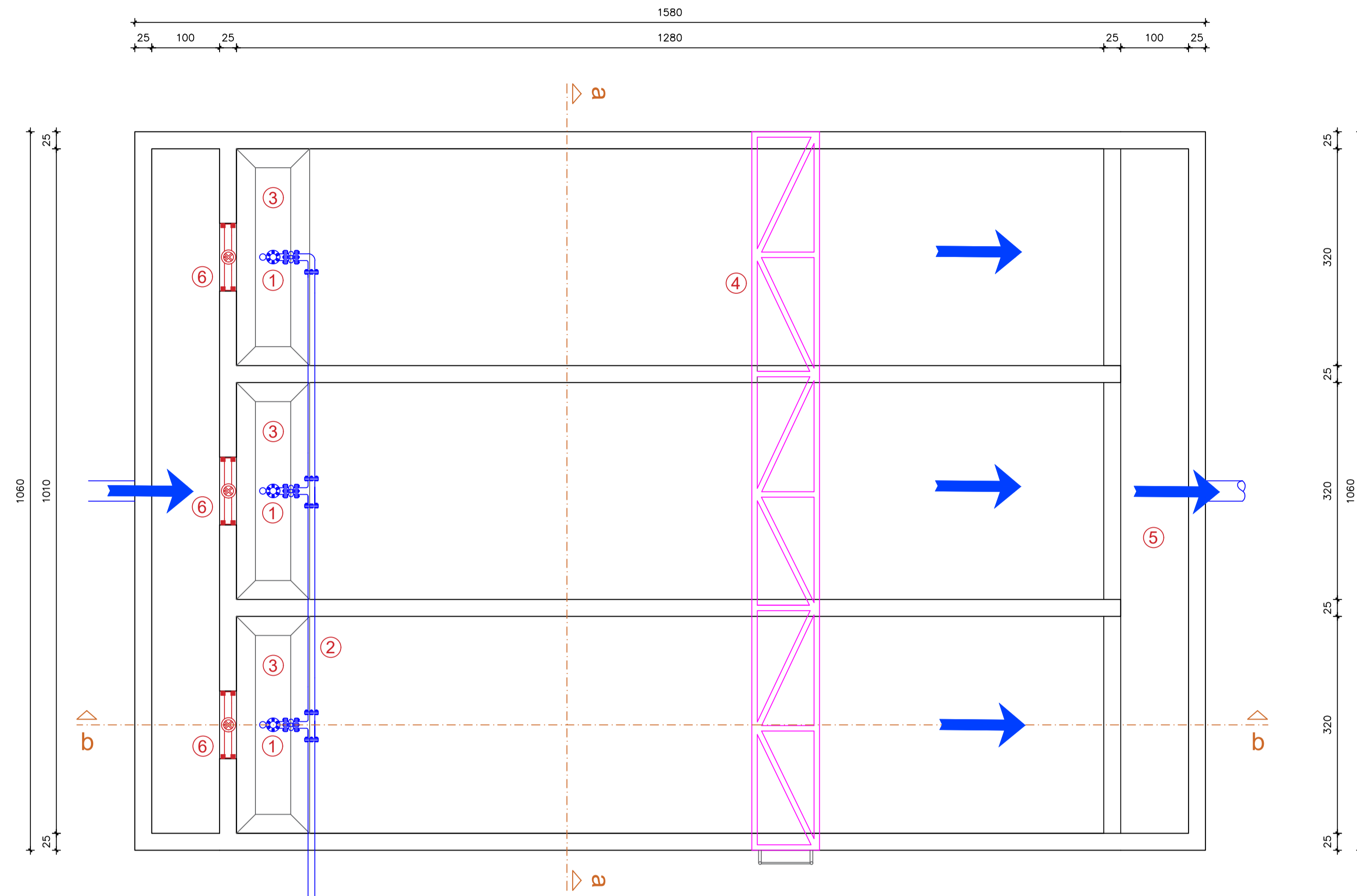
LEGENDA:

1. PUMPA ZA PIJESAK
2. TLAČNI CJEVOVOD ZA ISTALOŽENI PIJESAK
3. KANAL ZA ISPUMPANI PIJESAK
4. TLAČNI CJEVOVOD ZA DOVOD ZRAKA
5. CIJEVNI DIFUZOR
6. POKRETNI MOST SA ZGRTAČEM PIJESKA ZGRTAČEM MASTI
7. KANAL ZA PRIKUPLJANJE MASTI
8. AUTOMATSKA PLOČASTA ZAPORNICA
9. PROSTOR ZA SAKUPLJANJE MASTI

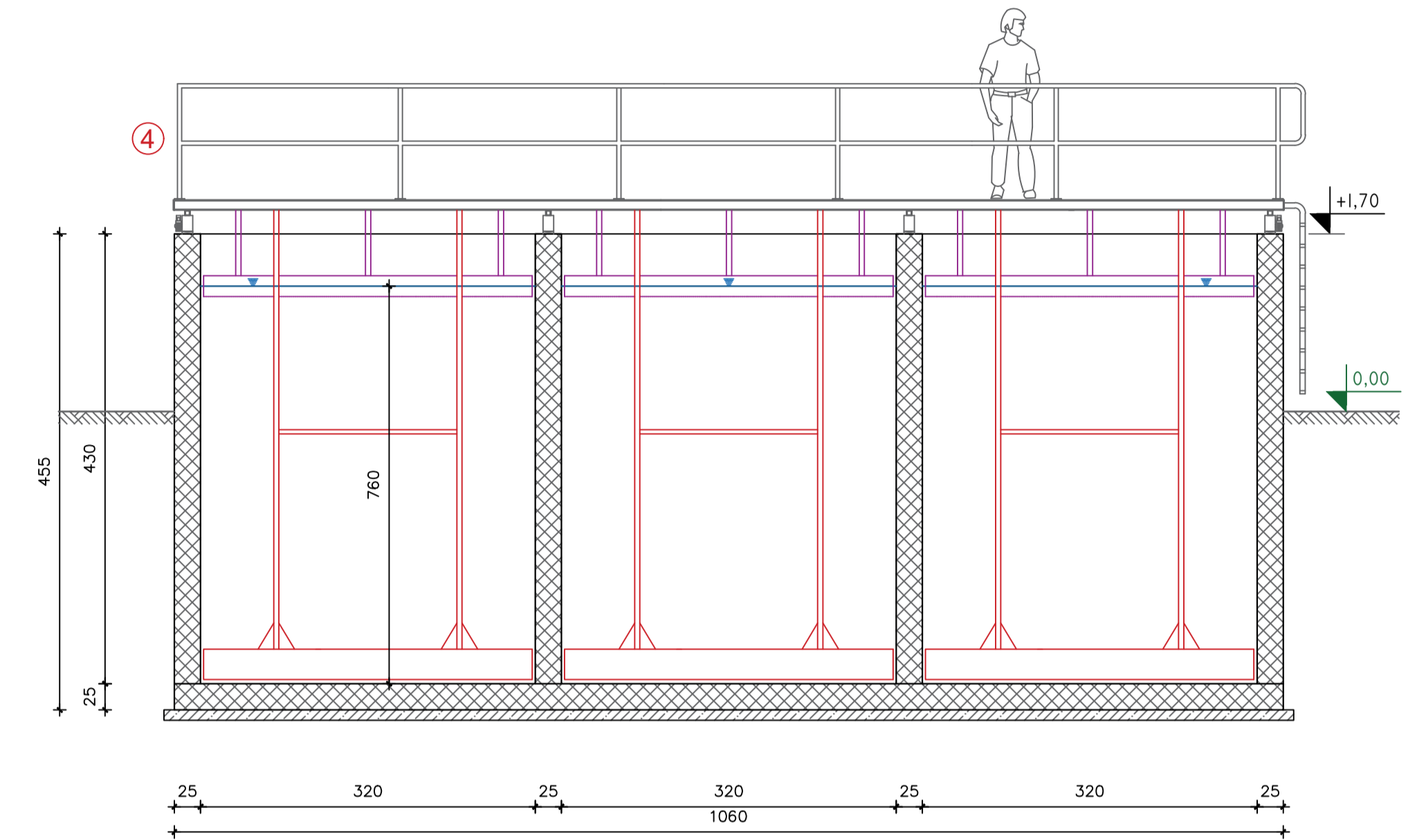
NAPOMENA: RELATIVNA KOTA ±0.00 ODGOVARA APSOLUTNOJ NADMORSKOJ VISINI +16.00 m n.m.

	SVEUČILIŠTE SJEVER, Trg dr. Žarka Dolinara 1		
	KOLEGIJ:	ZAŠTITA I PROČIŠĆAVANJE VODA	
	VRSTA PROJEKTA:	DIPLOMSKI RAD - IDEJNI PROJEKT UPOV-a AGLOMERACIJE RAB	
	MENTOR:	dr.sc. DOMAGOJ NAKIĆ	
	AUTOR:	VELIMIR BABIĆ univ.bacc.ing.aedif.	
DATUM:	06.2023.	MJERILO:	M 1:50
SADRŽAJ:	AERIRANI PJSKOLOV - MASTOLOV		LIST: 6

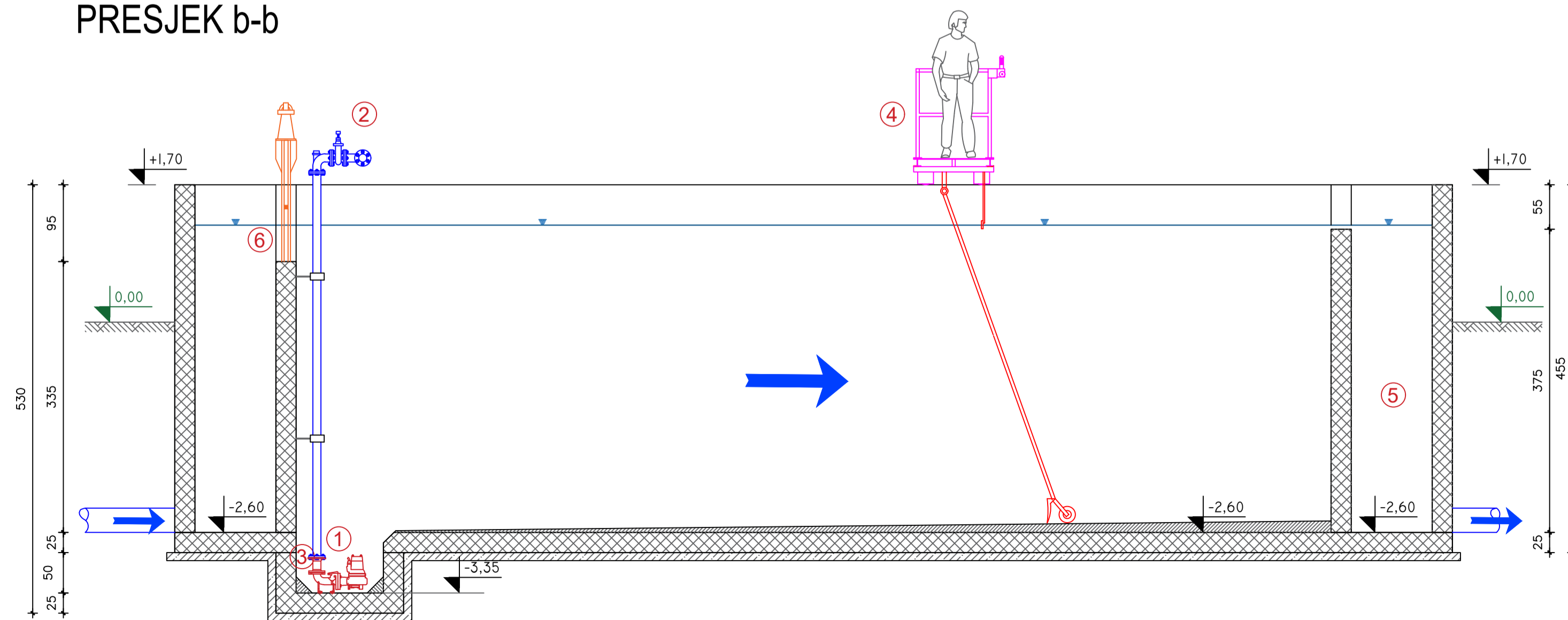
TLOCRT



PRESJEK a-a



PRESJEK b-b



LEGENDA:

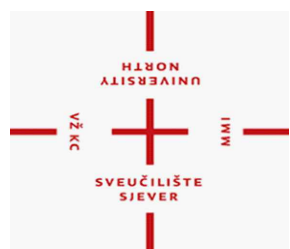
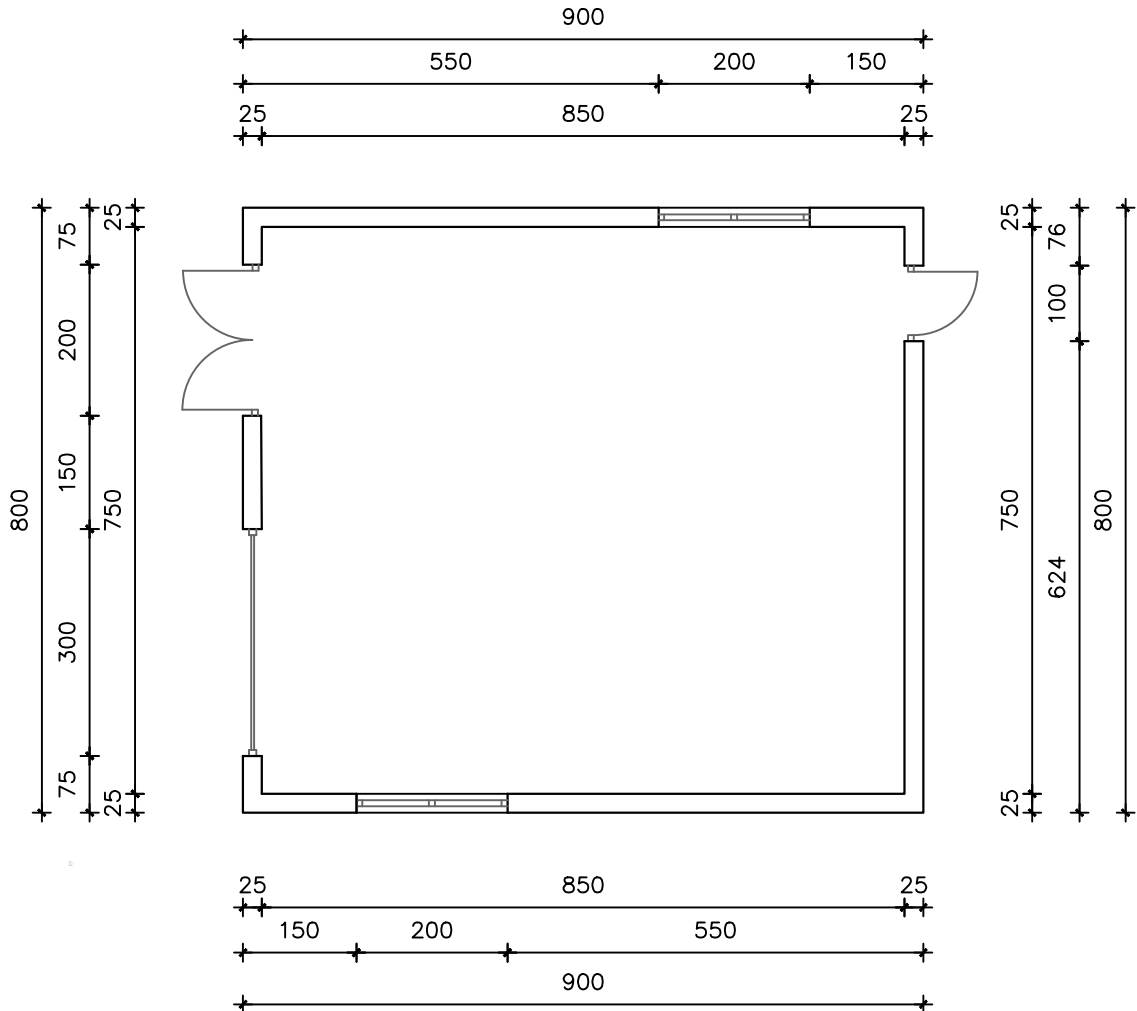
1. PUMPA ZA PRIMARNI MULJ
2. TLAČNI CJEVOD ZA ODVOD MULJA
3. PROSTOR ZA SAKUPLJANJE MULJA
4. POKRETNI MOST SA ZGRTAČEM MULJA I PJENE
5. IZLAZNO PRELJEVNO KORITO
6. AUTOMATSKA PLOČASTA ZAPORNICA

NAPOMENA: RELATIVNA KOTA ±0.00 ODGOVARA APSOLUTNOJ NADMORSKOJ VISINI +16.00 m n.m.

	SVEUČILIŠTE SJEVER, Trg dr. Žarka Dolinara 1		
	KOLEGIJ:	ZAŠTITA I PROČIŠĆAVANJE VODA	
	VRSTA PROJEKTA:	DIPLOMSKI RAD - IDEJNI PROJEKT UPOV-a AGLOMERACIJE RAB	
	MENTOR:	dr.sc. DOMAGOJ NAKIĆ	
	AUTOR:	VELIMIR BABIĆ univ.bacc.ing.aedif.	
DATUM:	06.2023.	MJERILO:	M 1:50
SADRŽAJ:	PRETHODNI TALOŽNIK	LIST:	7

ZGRADA ZA OBRADU MULJA MJ 1:100

TLOCRT



SVEUČILIŠTE SJEVER, Trg dr. Žarka Dolinara 1

KOLEGIJ:

ZAŠTITA I PROČIŠĆAVANJE VODA

VRSTA PROJEKTA:

DIPLOMSKI RAD - IDEJNI PROJEKT UPOV-a AGLOMERACIJE RAB

MENTOR:

dr.sc. DOMAGOJ NAKIĆ

AUTOR:

VELIMIR BABIĆ univ.bacc.ing.aedif.

DATUM:

06.2023.

MJERILO:

M 1:100

SADRŽAJ:

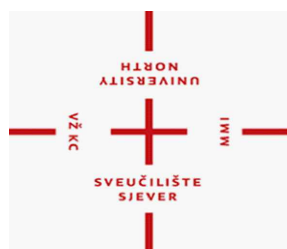
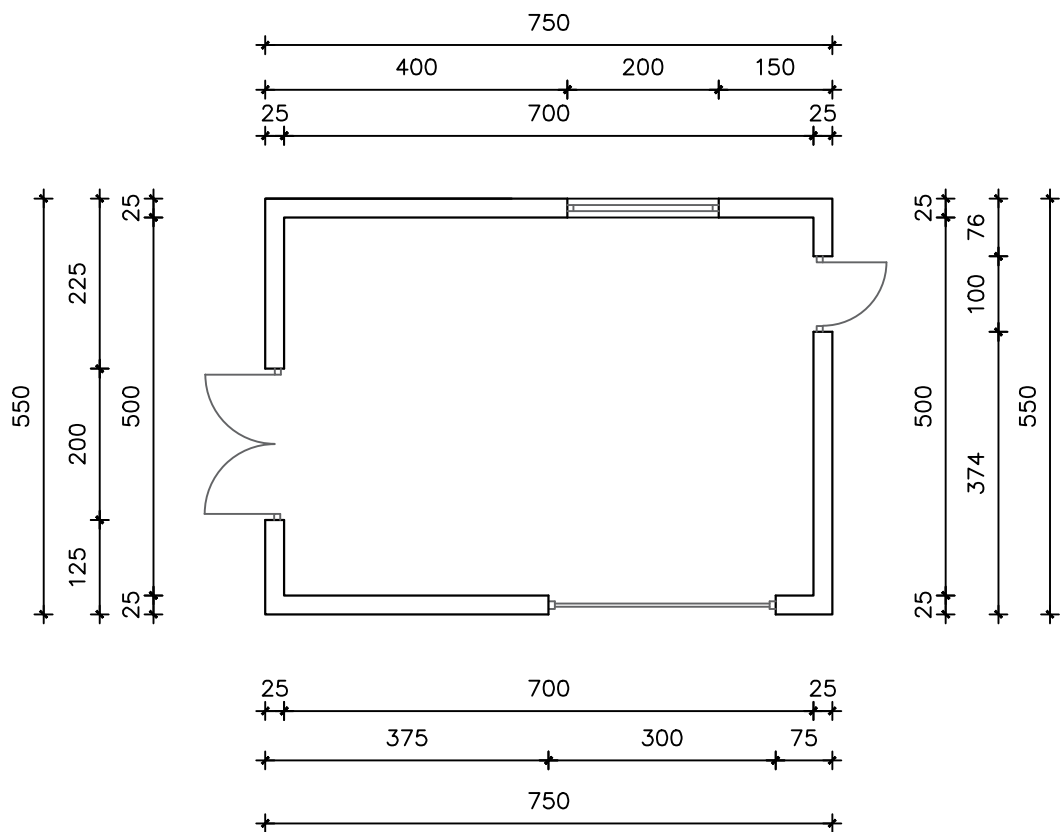
ZGRADA ZA OBRADU MULJA

LIST:

8

ZGRADA ZA KLASIRER PIJESKA MJ 1:100

TLOCRT



SVEUČILIŠTE SJEVER, Trg dr. Žarka Dolinara 1

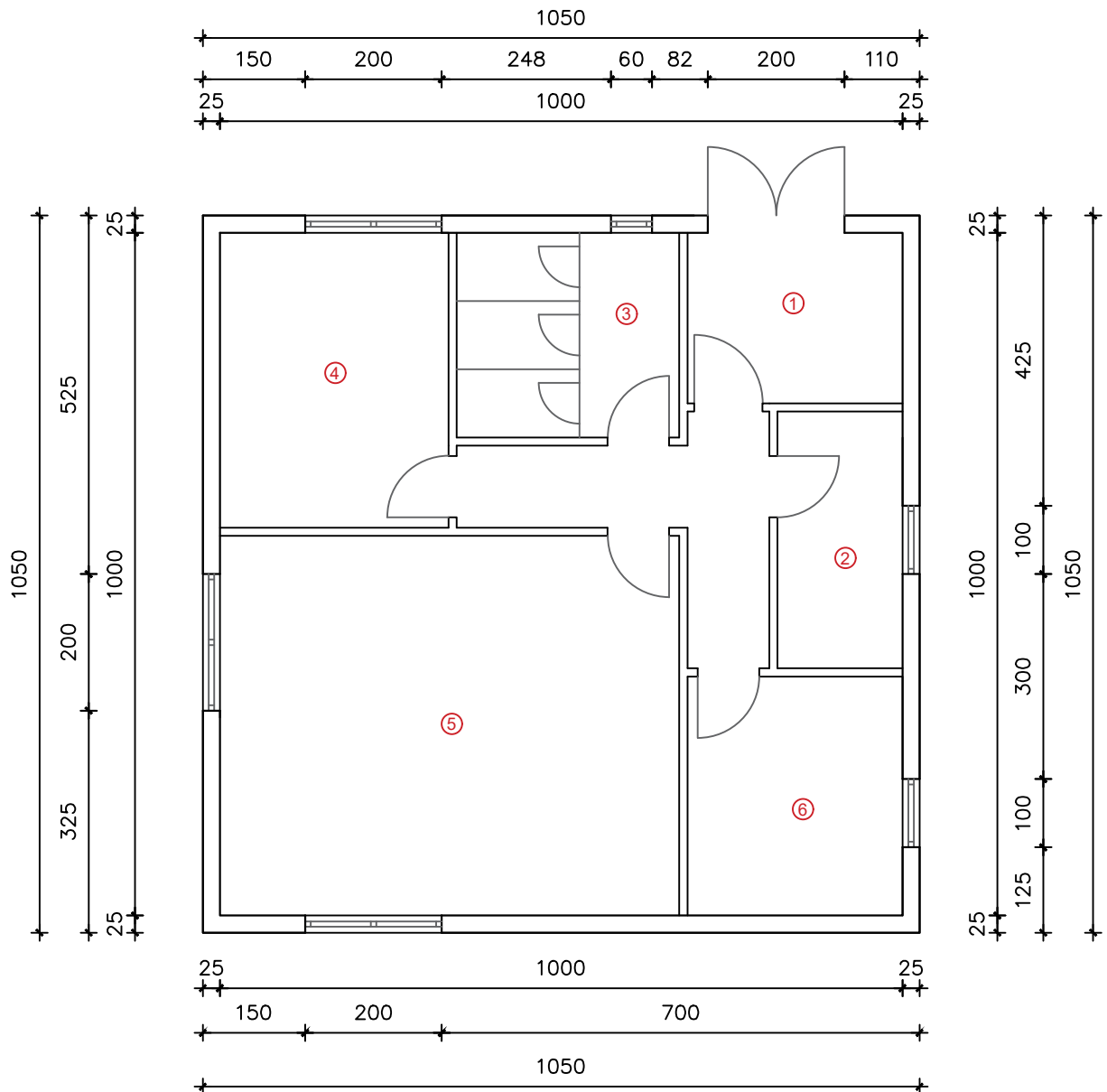
KOLEGIJ:	ZAŠTITA I PROČIŠĆAVANJE VODA		
VRSTA PROJEKTA:	DIPLOMSKI RAD - IDEJNI PROJEKT UPOV-a AGLOMERACIJE RAB		
MENTOR:	dr.sc. DOMAGOJ NAKIĆ		
AUTOR:	VELIMIR BABIĆ univ.bacc.ing.aedif.		
DATUM:	06.2023.	MJERILO:	M 1:100

SADRŽAJ: ZGRADA ZA KLASIRER PIJESKA

LIST: 9

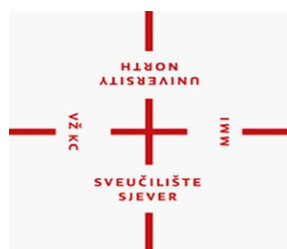
UPRAVNA ZGRADA MJ 1:100

TLOCRT



LEGENDA:

1. ULAZNI PROSTOR
2. ČAJNA KUHINJA
3. SANITARNI ČVOR
4. UREDSKI PROSTOR
5. LABORATORIJ
6. GARDEROBA



SVEUČILIŠTE SJEVER, Trg dr. Žarka Dolinara 1

KOLEGIJ:	ZAŠTITA I PROČIŠĆAVANJE VODA		
VRSTA PROJEKTA:	DIPLOMSKI RAD - IDEJNI PROJEKT UPOV-a AGLOMERACIJE RAB		
MENTOR:	dr.sc. DOMAGOJ NAKIĆ		
AUTOR:	VELIMIR BABIĆ univ.bacc.ing.aedif.		
DATUM:	06.2023.	MJERILO:	M 1:100

SADRŽAJ: UPRAVNA ZGRADA

LIST:
10

POGLED - ZAPAD



POGLED SJEVER



POGLED ISTOK



POGLED JUG



Sveučilište Sjever



SVEUČILIŠTE
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, VELIMIR BABIĆ (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom IDEJNO RJEŠENJE UREDA ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA AGLOMERACIJE RAB (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

IDEJNO RJEŠENJE UREDA

Student/ica:

(upisati ime i prezime)

(vlastoručni potpis)

Sukladno čl. 83. Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljuju se na odgovarajući način.

Sukladno čl. 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole i/ili na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje znanstvena i umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.