GLAVNI PROJEKAT MODULARNOG FILTERSKOG POSTROJENJA ZA PRIPREMU PITKE VODE UNUTAR OBJEKTA BOLJE SESTRE
HIDRO-MAŠINSKA FAZA

Investitor: DOO Regionalni Vodovod Crnogorsko Primorje, Budva

Knjiga 2 : Hidro-mašinska faza

REV 02

April, 2025.godina

OBRAZAC 1

elektronski potpis projektanta	elektronski potpis revidenta
GOJKO ŠLJIVANČANIN (Autentifikacija) Digitally signed by GOJKO ŠLJIVANČANIN (Autentifikacija) Date: 2025.04.11 14:38:19 +02'00'	Marko Vučković Digitally signed by Marko Vučković DN: c=ME, ou=Pravno lice, 2.5.4.97=VATME-02969653, o=Decom Group doo Podgorica, serialNumber=72580, givenName=Marko, sn=Vučković, cn=Marko Vučković Date: 2025.04.14 12:11:33 +02'00'

INVESTITOR[1]	**D.O.O. Regionalni Vodovod Crnogorsko Primorje, Budva**
OBJEKAT[2]	**MODULARNO FILTERSKO POSTROJENJE**
LOKACIJA[3]	**Izvorište „Bolje sestre“; unutar objekta Bolje sestre (k.č.2950/2; 2953/2;2951)**
VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE[4]	**Glavni projekat REV 01**
PROJEKTANT[5]	**Konzorcijum“Intermost-Nobilis“**
ODGOVORNO LICE[6]	**Gojko Šljivančanin dipl.građ.ing**
GLAVNI INŽENJER[7]	**Gojko Šljivančanin dipl.građ.ing**

[1] Naziv/ime investitora
[2] Naziv projektovanog objekta
[3] Mjesto građenja, planski dokument, urbanistička parcela, katastarska parcela
[4] Idejno rješenje, idejni projekat, glavni projekat odnosno projekat izvedenog objekta projekat (ako je u pitanju naslovna strana cjelokupne tehničke dokumentacije)
[5] Naziv privrednog društva, pravnog lica odnosno preduzetnika koji je izradio tehničku dokumentaciju
[6] Ime odgovornog lica u privrednom društvu, pravnom licu odnosno ime i prezime preduzetnika
[7] Ime i prezime glavnog inženjera.

OBRAZAC 1

elektronski potpis projektanta	elektronski potpis revidenta
NADA DAMJANOVIĆ (Potpis) 2025.04.11 13:26:13 +02'00' DAVORIN RADOŠEVIĆ POTPIS DAVORIN RADOŠEVIĆ POTPIS 2025.04.11 14:19:34 +02'00'	

INVESTITOR[8]	**D.O.O. Regionalni Vodovod Crnogorsko Primorje, Budva**
OBJEKAT[9]	**MODULARNO FILTERSKO POSTROJENJE**
LOKACIJA[10]	**Izvorište „Bolje sestre“; unutar objekta Bolje sestre (k.č.2950/2; 2953/2;2951)**
DIO TEHNIČKE DOKUMENTACIJE[11]	**HIDRO-MAŠINSKI PROJEKAT**
PROJEKTANT[12]	Za HIDROTEHNIČKI PROJEKAT : **MEHANIZACIJA I PROGRAMAT AD NIKŠIĆ** Za MAŠINSKI PROJEKAT : **LIMING PROJEKT d.o.o. Podgorica**
ODGOVORNO LICE[13]	Za HIDROTEHNIČKI PROJEKAT : **Nada Damjanović dipl.građ.ing** Za MAŠINSKI PROJEKAT : **Žarko Asanović dipl.ing.el**
GLAVNI INŽENJER[14]	Za HIDROTEHNIČKI PROJEKAT : **Nada Damjanović dipl.građ.ing** Za MAŠINSKI PROJEKAT **Davorin Radošević dipl.maš.**
SARADNICI NA PROJEKTU[15]	_____

[8] Naziv/ime investitora
[9] Naziv projektovanog objekta
[10] Mjesto građenja, planski dokument, urbanistička parcela, katastarska parcela
[11] Arhitektonski projekat, građevinski projekat, elektrotehnički projekat odnosno mašinski projekat (ako je u pitanju naslovna strana dijela tehnički dokumentacije)
[12] Naziv privrednog društva, pravnog lica odnosno preduzetnika koji je izradio dio tehničke dokumentacije
[13] Ime odgovornog lica u privrednom društvu, pravnom licu odnosno ime i prezime preduzetnika
[14] Ime i prezime glavnog inženjera
[15] Ime i prezime saradnika na izradi dijela tehnički dokumentacije

SADRŽAJ DJELOVA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

Izgradnja modularnog filterskog postrojenja

Izvorište „Bolje sestre“; unutar objekta Bolje sestre

(k.č.2950/2; 2953/2;2951)

Dijelovi tehničke dokumentacije :

KNJIGA 0 PROJEKTNI ZADATAK

KNJIGA 1 OPŠTA DOKUMENTACIJA

KNJIGA 2 HIDRO-MAŠINSKI PROJEKAT

KNJIGA 3 ELEKTROTEHNIČKI PROJEKAT

Ostali dijelovi tehničke dokumentacije :

KNJIGA 4 ELABORAT ZAŠTITE OD POŽARA

KNJIGA 5 ELABORAT ZAŠTITE NA RADU

SADRŽAJ PREDMETNE KNJIGE

Knjiga 2 Hidro-mašinski projekat

Izgradnja modularnog filterskog postrojenja

Izvorište „Bolje sestre“; unutar objekta Bolje sestre

(k.č.2950/2; 2953/2;2951)

SADRŽAJ DJELOVA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE 4

SADRŽAJ PREDMETNE KNJIGE 5

1 Tehnički opis svih faza 6

2 Program kontrole i osiguranja kvaliteta sa uslovima za ispunjavanje osnovnih zahtjeva za objekat tokom građenja i održavanja objekta (procedure za obezbjeđenje kvaliteta, program ispitivanja) 11

3 Upustvo za upravljanje građevinskim otpadom 13

4 Mjere zaštita i zdravlja na radu 15

5 Projektni parametri 17

6 Tehnološki proces 20

7 Tehničke karakteristike glavne opreme 34

8 Preliminarni hidraulički profil 51

9 Proračun pontona 54

10 Filozofija upravljanja 62

11 Instalisana snaga 64

12 Prilozi 65

- Numerička dokumentacija
  - Proračuni
  - Specifikacija materijala i opreme
  - Predmjer i predračun radova
- Grafička dokumentacija
  - Opšta situacija
  - Tehnološka šema
  - Raspored i presjeci postrojenja
  - Šema uzdužni profil
  - Ponton
  - Ponton gazišta
  - Ponton – detalji cijevi pontona
  - 3D idejno rješenje pontona
  - Hidraulični uzdužni profil
- Podloge
  - Podloge
  - Batimetrija

1 Tehnički opis svih faza

TEHNIČKI OPIS

uz Glavni hidro-mašinski projekat

OBJEKAT	MODULARNO FILTERSKO POSTROJENJE ZA PRIPREMU PITKE VODE UNUTAR OBJEKTA BOLJE SESTRE
INVESTITOR	„REGIONALNI VODOVOD CRNOGORSKO PRIMORJE“ DOO, Budva
PROJEKTANT:	INTERMOST DOO, Podgorica

Projekat izgradnje postrojenja za prečišćavanje vode ima za cilj da obezbedi visokokvalitetnu vodu za ljudsku potrošnju, u skladu sa važećim zakonodavstvom i tehničkim normama. Ovaj sistem prečišćavanja predviđen je za tretman sirove vode sa maksimalnim kapacitetom od 100 l/s, pri čemu voda dolazi iz kraškog izvora i jezera. Pored toga, projekat obuhvata sve potrebne faze obrade kako bi se obezbedio optimalan kvalitet vode za piće i zadovoljili svi ekološki, tehnički i regulatorni zahtevi.

Sirova voda koja ulazi u postrojenje može sadržavati povećanu zamućenost i visoku potrošnju $KMnO_4$, što ukazuje na prisutnost organskih materija (NOM). Za postizanje željenog kvaliteta prečišćene vode, proces prečišćavanja uključuje nekoliko tehnoloških faza. Prva faza obuhvata doziranje koagulanta (PACl) u sirovu vodu, što omogućava koagulaciju i floculaciju, odnosno uklanjanje čestica zamućenja i organskih materija. Koagulant se dozira u optimalnoj količini, koja je prethodno određena laboratorijskim ispitivanjima i analizama karakteristika sirove vode. Ovaj proces omogućava stvaranje flokova koji se dalje uklanjaju tokom filtracije.

Nakon koagulacije, sledi faza mikrofiltracije, tokom koje se uklanjaju veće čestice i koloidni materijali, sa preciznošću do 300 μm. Za precizniju i efikasniju filtraciju koristiće se visokoprecizni filteri pod pritiskom, koji uklanjaju sitnije čestice i obezbeđuju vodu visokog kvaliteta. Dodatna dezinfekcija vode vršiće se primenom natrijum-hipohlorita, koji efikasno eliminira mikroorganizme i patogene, čime se osigurava sigurnost vode za ljudsku potrošnju.

S obzirom na specifičnosti sirove vode, koja može imati nisku alkalnost, upotreba poli aluminijum hlorida (PACl) kao koagulanta omogućava stabilne performanse i efikasno uklanjanje organskih materija. Doza koagulanta biće stalno prilagođavana uslovima sirove vode, kako bi se postigao optimalan rezultat prečišćavanja. Ovaj proces generiše čvrste materije koje se formiraju kao flokovi koagulanta, a očekivana količina otpadnih čvrstih materija iznosi oko 269 kg/d. Ove materije će biti pravilno odložene u skladu sa važećim ekološkim standardima, kako bi se minimizirao njihov uticaj na životnu sredinu.

U cilju postizanja visoke efikasnosti, postrojenje će biti opremljeno sistemom za praćenje i kontrolu ključnih parametara kvaliteta vode, kao što su zamućenost, pH vrednost, temperatura, UV254 apsorpcija i potrošnja $KMnO_4$. Ovaj sistem omogućava pravovremene korekcije i optimizaciju procesa, čime se obezbeđuje kontinuitet u isporuci visoko kvalitetne prečišćene

vode. Takođe, parametri poput potrošnje KMnO4, koja je indikator prisutnosti organskih materija, biće redovno praćeni kako bi se obezbedila stabilnost sistema.

Postrojenje je projektovano da funkcioniše u skladu sa svim ekološkim i regulatornim zahtevima, a celokupan proces obrade biće izveden u skladu sa važećim standardima kvaliteta vode za ljudsku potrošnju. Sistem prečišćavanja je osmišljen da bude efikasan, dugoročan i održiv, sa minimalnim uticajem na životnu sredinu. Upotrebom inovativnih tehnologija filtracije, kao što su mikrofiltracija i filtracija pod pritiskom, kao i pažljivim upravljanjem doziranjem koagulanta, obezbeđuje se postizanje visokih standarda u pogledu kvaliteta vode.

Implementacija ovog sistema garantuje da će krajnji korisnici biti snabdevani sigurnom i čistom pitkom vodom, uz minimalne gubitke i ekološki prihvatljiv proces obrade. Praćenje kvaliteta vode i optimizacija procesa omogućava dugoročnu održivost postrojenja, dok je zadovoljavanje ekoloških i regulatornih standarda u potpunosti osigurano. Ovaj projekat predstavlja ključnu investiciju u održivo snabdevanje pitkom vodom, sa naglaskom na efikasnost, sigurnost i zaštitu životne sredine.

Podgorica, 20.03.2025.godine

Odgovorni inžnjer (Odgovorni projektant):

Za Hidrotehnički projekat : Nada Damjanović dipl.ing.građ.

Za Mašinski projekat : Davorin Radošević dipl.ing.maš.

TEHNIČKI OPIS

uz Glavni građevinski projekat

OBJEKAT	MODULARNO FILTERSKO POSTROJENJE ZA PRIPREMU PITKE VODE UNUTAR OBJEKTA BOLJE SESTRE
INVESTITOR	„REGIONALNI VODOVOD CRNOGORSKO PRIMORJE“ DOO, Budva
PROJEKTANT:	INTERMOST DOO, Podgorica

Tehhnički opis pontona obuhvata projektovanje, izradu i montažu konstrukcije koja će omogućiti stabilnu i sigurnu podršku za pumpe sirove vode. Ponton je dizajniran da pluta na površini vode i osigura optimalne uslove za rad pumpnog sistema, uz zaštitu od vanjskih uticaja i dugotrajnu otpornost na mehanička i atmosferska oštećenja.

Ponton je izrađen od specijalnih plovnih elemenata izrađenih od pocinčanih čeličnih limova minimalne debljine 2 mm, sa dodatnim zaštitnim premazima protiv korozije. Unutrašnja konstrukcija pontona ispunjena je stiroporom radi povećanja plovnosti i sigurnosti u slučaju eventualnog prodora vode. Gornja površina pontona dizajnirana je kao radna platforma izrađena od poliester mase ojačane staklenim vlaknima, čime se osigurava otpornost na vlagu, mehanička opterećenja i habanje.

Konstrukcija pontona omogućava jednostavnu montažu i demontažu pomoću vijčanih spojeva, čime se olakšava transport i održavanje. Svaki ponton je usidren pomoću četiri čelične sajle prečnika Ø12 mm, povezane s betonskim blokovima težine 300 kg na dnu vodene površine, čime se osigurava stabilnost i sprečava pomjeranje pod uticajem vjetra i talasa. Pozicija betonskih blokova formira stabilan raspored, omogućavajući ravnomjerno raspoređivanje opterećenja na pontonsku konstrukciju.

Pumpni agregati su postavljeni horizontalno ispod ploveće platforme, čime se omogućava nesmetan rad i optimalna distribucija opterećenja. Pumpe su izrađene od nehrđajućeg čelika, a napajanje je osigurano preko frekvencijskih invertera postavljenih u kontrolnom ormaru na pontonu. Sistem uključuje ventil za regulaciju pritiska, koji osigurava stabilan pritisak u glavnom cjevovodu ispod 6 bara. Također je predviđen ručni zaobilazni sistem koji omogućava ispuštanje vode direktno u rezervoar za čistu vodu, bez prolaska kroz mikrofiltraciju i filtraciju pod pritiskom.

Svi čelični elementi pontona, osim sajli, dodatno su zaštićeni višeslojnim antikorozivnim premazima, prilagođenim za dugotrajnu izloženost slatkoj vodi. Tehnologija izrade i montaže pontona, nosača pumpi i cjevovoda precizno je definisana od strane izvođača radova, uz prethodnu verifikaciju od strane naručioca. Montaža pontona uključuje postavljanje i sidrenje plovnih elemenata, instalaciju pumpnih agregata i povezivanje cjevovoda pomoću fleksibilnih spojeva koji omogućavaju prilagođavanje promjenama nivoa vode.

Predloženo tehničko rješenje omogućava siguran i efikasan rad pumpnog postrojenja, uz optimalnu otpornost na vremenske uslove i dugotrajnu stabilnost. Modularna konstrukcija omogućava lako održavanje i zamjenu pojedinačnih elemenata, čime se osigurava pouzdanost rada sistema i minimizacija operativnih troškova..

Ostali podaci se nalaze na grafičkim prilozima, statičkom proračunu, specifikacijama i prdmeru radova.

Podgorica, 20.03.2025.godine

Odgovorni inžnjer (Odgovorni projektant):

Gojko Šljivančanin dipl.ing.građ.

2 Program kontrole i osiguranja kvaliteta sa uslovima za ispunjavanje osnovnih zahtjeva za objekat tokom građenja i održavanja objekta (procedure za obezbjeđenje kvaliteta, program ispitivanja)

Kako bi se osigurao kvalitet materijala i izvedenih radova predviđenih projektom, izvođač je dužan u potpunosti poštovati odredbe Zakona o planiranju prostora i izgradnji objekata (Službeni list Crne Gore, br. 064/17 od 06.10.2017. i 044/18 od 06.07.2018.). Također, izvođač mora upoznati svoje podizvođače sa svim uvjetima ovog Programa, kao i sa tehničkim detaljima i uvjetima iz glavnog projekta, koji uključuju opće i posebne zahtjeve, te sve troškove koji su povezani s izvođenjem radova.

Jedan od osnovnih zahtjeva ovog Programa je obveza ugradnje materijala, sklopova i opreme koji posjeduju odgovarajuće tehničko dopuštenje prema Zakonu, kao i potrebne certifikate ili izjave o usklašenosti s važećim tehničkim propisima. Izvođač mora osigurati da svi materijali i proizvodi koji se ugrađuju u objekat ispunjavaju tehničke i sigurnosne norme.

Ispitivanja će biti provedena za ključne elemente objekta koji su potrebni za postizanje osnovnih karakteristika. Ta ispitivanja mogu biti dodatno precizirana posebnim propisima, a uključuju provjere kvaliteta i funkcionalnosti instalacija, što se odnosi na ispitivanja vodovodnih i odvodnih instalacija, kao i svih drugih sustava koji čine sastavni dio objekta. Instalacija se mora izvoditi prema crtežima, tehničkom opisu, važećim propisima i pravilima struke. Projekat mora biti ovjeren u skladu s važećim zakonodavstvom, a ugovor za izvođenje radova sklapa se na temelju ponude koja mora uključivati izvođenje svih instalacija prema detaljnom opisu radova, crtežima i uvjetima propisanim u projektu.

Izvođač je obavezan da po završetku montaže dostavi investitoru projekt stvarno izvedene instalacije, uključujući eventualne izmjene koje su nastale tokom izvođenja radova u odnosu na projektno rješenje. Prije početka radova i nabavke materijala, izvođač je dužan izvršiti pregled lokacije i projekta, te upozoriti na eventualna odstupanja od stvarnog stanja. Ako izvođač smatra da neki dio projekta neće funkcionalno zadovoljiti ili nije u skladu sa stvarnim uvjetima, dužan je to prijaviti stručnom nadzoru. Ukoliko stručni nadzor utvrdi opravdanost primjedbi, investitoru će biti naložena izmjena glavnog projekta.

Svaka promjena projekta od strane izvođača bez pismenog odobrenja nadzora i investitora nije dozvoljena. Preporučuje se da investitor konsultira projektanta u slučaju svake izmjene, jer će projektant biti oslobođen odgovornosti za pravilno funkcioniranje instalacija u slučaju izmjena koje izvođač napravi bez konzultacija s projektantom.

Izvođač je također obavezan voditi građevinski dnevnik tokom izvođenja radova, u kojem će se bilježiti početak radova i svakodnevni napredak, uključujući sve primjedbe i eventualne promjene u projektu koje nadzorni inženjer zatraži. Po završetku montaže vodovodnih instalacija potrebno je izvršiti ispitivanje pod pritiskom, dok se odvodna instalacija mora ispitati na funkcionalnost i nepropusnost. Ispitivanje se provodi uz prisustvo nadzornog inženjera, koji potpisuje zapisnik. Zatvaranje kanala ili skrivanje instalacija može se obaviti tek nakon uspješno završenog ispitivanja.

Po završetku građevinskih radova, kada to uvjeti dopuštaju, potrebno je ponovno ispitati cijeli sustav, kao i izvršiti dezinfekciju vodovodnih instalacija. Izvođač daje garantni rok za obavljene radove, koji počinje teći od dana konačnog izvještaja stručnog nadzora za instalacije ili od dana kada se instalacije predaju na upotrebu investitoru. U garantnom roku izvođač je dužan otkloniti svaki kvar uzrokovan lošim materijalom ili nesolidnom montažom, po pozivu investitora. Garancija ne pokriva dijelove podložne normalnom trošenju, poput brtvila. Ako izvođač ne otkloni nedostatke u propisanom roku, investitor ima pravo angažirati drugu firmu za otklanjanje tih nedostataka na trošak izvođača.

Nakon isteka garantnog roka, odgovornost za održavanje objekta preuzima investitor, dok se izvođač oslobađa odgovornosti za garanciju. Ukoliko investitor ne izvrši superkolaudaciju u predviđenom roku, garantni rok se automatski prekida. Prije narudžbe materijala od dobavljača i njihove isporuke na gradilište, izvođač je obavezan kontrolirati količine u skladu sa specifikacijom iz ponude i crtežima, te izvršiti potrebnu kontrolu izvedenog stanja građevine u odnosu na projekt.

Izvođač radova treba detaljno pregledati tehničku dokumentaciju filterskog postrojenja, upoznati se s postojećim stanjem objekta i svih povezanih instalacija te, ako je potrebno, zatražiti dodatna objašnjenja od projektanta i investitora. Ponudbene stavke koje se odnose na opremu, materijale i radove specifične za filtersko postrojenje moraju sadržavati sve nabavke materijala s točno određenim tipovima i vrstama opreme, kao i sve potrebne transportne i montažne usluge. Ponuđač je također dužan provjeriti sve količine materijala i, prema potrebi, korigirati ih.

Izvođač radova mora se pridržavati svih uvjeta iz projekta, važećih propisa i normi vezanih za izvođenje instalacija, osobito u vezi s vodovodom i filterskim postrojenjem. Samostalno mijenjanje projekta, ugovorene opreme i materijala bez pismenog odobrenja projektanta i investitora nije dozvoljeno. Svi materijali koji se koriste u izvođenju instalacija moraju biti u skladu s važećim propisima za ovu struku, te s opisom u predmjeru, tehničkom opisu i uvjetima nadležnih komunalnih poduzeća. Materijal i oprema moraju posjedovati odgovarajuće certifikate i ateste prema industrijskim standardima.

Ako izvođač upotrijebi materijal koji ne ispunjava tehničke norme ili nije odobren za primjenu u projektima ovog tipa, nadzorni inženjer ima pravo zahtijevati njegovo uklanjanje i zamjenu. Svi radovi moraju biti izvedeni u skladu s nacrtima, tehničkim opisom i uputstvima projektanta i nadzornog inženjera. Cjelokupna instalacija mora biti izvedena stručno i kvalitetno, u skladu sa zahtjevima funkcionalnosti filterskog postrojenja unutar objekta.

Radovi na instalacijama mogu početi tek nakon što je projekat pregledan, potvrđen od nadležnih organa i kada je izvođač uveden u posao na temelju projekta instalacija. Vodovi hladne i tople vode, kao i cjevovodi koji služe za transport vode do filterskog postrojenja, moraju biti izvedeni od visokokvalitetnog materijala koji je predviđen tehničkim opisom. Ispitivanje vodovoda na pritisak mora biti izvedeno nakon završetka montaže. Ako instalacija ne pokazuje nikakve propuste nakon 12-satnog ispitivanja, smatra se ispravnom. Svim ispitivanjima mora prisustvovati nadzorni inženjer.

Ispitane i završene instalacije moraju funkcionirati tako da zadovolje ključne zahtjeve za građevinske objekte, uključujući sprječavanje prijenosa požara, očuvanje higijene i zdravlja ljudi, sprječavanje buke, očuvanje okoliša i sigurnosti zgrade. Za provedena ispitivanja potrebno je priložiti certifikate i protokole koji potvrđuju ispravnost i kvalitetu izvedenih radova.

Mjerenja i kontrolni pregledi trebaju se provoditi najmanje jednom godišnje, dok se kontrola uređaja i opreme, kao što su mjerni uređaji, regulatori pritiska i filteri, obavljaju prema potrebama i tehničkim zahtjevima. Preventivno održavanje smiju obavljati samo tehnički osposobljene i ovlaštene osobe. Ove smjernice osiguravaju sigurnost i učinkovitost filterskog postrojenja, čineći ga usklađenim sa svim važećim propisima i normama.

3 Upustvo za upravljanje građevinskim otpadom

3.1 Opis vrste otpada

Prema Zakonu o upravljanju otpadom Crne Gore (Sl. list CG, br. 64/17), otpad koji nastaje tokom izgradnje filterskog postrojenja za prečišćavanje vode iz jezera spada u kategoriju neopasnog građevinskog otpada. Vrste otpada koje se mogu pojaviti na gradilištu uključuju:

Građevinski otpad: Beton, malter, drvo, metal, plastika, staklo, gips i drugi materijali koji se koriste u izgradnji objekta i instalacija.

Ambalažni otpad: Kartonske kutije, plastične folije, drvene palete i drugi materijali korišćeni za transport opreme i materijala.

Otpad od opreme: Ostatci materijala koji nastaju tokom montaže opreme, kao što su metalni delovi, zaštitne folije, zaštitni materijali i ostali proizvodi.

Svi ovi materijali moraju biti pravilno sakupljeni, odvojeni i odvezeni na deponiju u skladu sa važećim zakonodavstvom.

3.2 Faze upravljanja otpadom

1. Faza 1: Prikupljanje otpada

Prema Zakonu o upravljanju otpadom (Sl. list CG, br. 64/17) i Pravilniku o upravljanju otpadom (Sl. list CG, br. 79/18), otpad sa gradilišta mora biti sistematski sakupljen u odgovarajuće kontejnere, označen prema vrsti i količini. Svi kontejneri moraju biti u skladu sa tehničkim standardima i pružiti zaštitu od izlaska otpada tokom transporta i odlaganja.

2. Faza 2: Transport otpada

Transport otpada mora biti organizovan prema Zakonu o upravljanju otpadom, uz poštovanje uslova propisanih za prevoz opasnog i neopasnog otpada. Transport otpada mora se obaviti u vozilima koja su zatvorena i opremljena za sigurno prevozivanje otpada, kako bi se sprečilo zagađenje tokom transporta.

Prevoz otpada se mora vršiti u skladu sa odredbama Zakona o prevozu opasnih materijala i opasnog otpada, uz obaveznu dokumentaciju o količini i vrsti transportovanog otpada.

Vozači i radnici koji vrše transport otpada moraju imati odgovarajuće dozvole i obuke u skladu sa Zakonom o zaštiti životne sredine i Zakonom o prevozu opasnih materijala.

3. Faza 3: Deponovanje otpada

Otpad mora biti odložen na specijalizovanim deponijama koje ispunjavaju zahteve prema Pravilniku o uslovima za odlaganje otpada i o selektivnom sakupljanju (Sl. list CG, br. 79/18). Deponije moraju biti registrovane i licencirane od strane nadležnog organa za zaštitu životne sredine.

Pri odlaganju otpada, mora se obezbediti da se poštuju ekološki standardi, uključujući zaštitu tla, vazduha i voda.

3.3 Zaštita vodnog izvorišta

S obzirom na to da voda iz jezera predstavlja izvor pijaće vode, zaštita izvorišta od zagađenja je prioritet prema Zakonu o vodama (Sl. list CG, br. 27/07) i Zakonu o zaštiti životne sredine (Sl. list CG, br. 64/18). U tom kontekstu, prilikom izvođenja radova na gradilištu potrebno je preduzeti sledeće mere:

Kontrola zagađenja: Radovi moraju biti izvedeni u skladu sa Zakonom o zaštiti voda i Zakonom o zaštiti životne sredine. Sve radnje koje mogu izazvati zagađenje vode (goriva, ulja, hemikalije) moraju biti preduzete tako da se spreči njihov izlaz u vodu.

Zaštita od izliva opasnih materijala: Svi materijali koji mogu zagađivati vodu (npr. hemikalije, ulja, goriva) moraju biti skladišteni u odgovarajućim prostorima koji su obezbeđeni od izliva. U skladu sa Zakonom o zaštiti voda, sve aktivnosti koje mogu ugroziti vodne resurse moraju biti pod konstantnim nadzorom.

Monitoring kvaliteta vode: Prema Zakonu o vodama, potrebno je sprovesti monitoring kvaliteta vode u jezeru tokom i nakon izvođenja radova. Uzorkovanje vode mora obuhvatiti analize na prisustvo hemikalija, zagađivača i drugih nečistoća.

Zaštita ekosistema: Svi radovi u vodenoj zoni, kao što su postavljanje pontona i cjevovoda, moraju biti izvedeni sa minimalnim uticajem na vodeni ekosistem, prema Pravilniku o zaštiti vodenih ekosistema.

3.4 Sanacija i čišćenje gradilišta

Prema Zakonu o upravljanju otpadom i Zakonu o zaštiti životne sredine, obavezna je sanacija gradilišta nakon završetka radova. Ovo uključuje:

Zatrpavanje i nivelacija: Svi rovovi i otvori nastali tokom izvođenja radova moraju biti pravilno zatrpani i zbijeni kako bi se očuvala stabilnost zemljišta i sprečila erozija.

Očišćavanje površina: Površine na gradilištu, uključujući asfaltirane i travnate, moraju biti očišćene i vraćene u prvobitno stanje. Za travnate površine potrebno je izvršiti zasijavanje trave, dok asfaltirane i betonske površine treba popraviti.

Odvoz otpada: Sav višak materijala i otpad koji nije moguće reciklirati ili ponovo iskoristiti mora biti odvezen na odgovarajuće deponije u skladu sa Zakonom o upravljanju otpadom.

4 Mjere zaštita i zdravlja na radu

4.1 Lokacija

1. Lokacija objekta:

Predmetni objekat je na lokaciji Bolje Sestre - Podgorica. Kolski i pješački pristup objektu omogućen je s postojeće saobraćajnice.

2. Saobraćajnice, njihove dimenzije i znaci upozorenja:

Saobraćajnice i prilazni putevi i parkinzi u suterenu objekta su projektovani propisnih dimenzija i obilježeni predviđenim znacima upozorenja. Kolski prilaz objektu je obezbijenen preko postojeće saobraćajnice.

3. Instalacije vodovoda i kanalizacije, elektro i dr.:

Sve instalacije u predmetnim objektima rade se u skladu sa Glavnim projektima pojedinih faza, tako da ne postoji mogućnost njihovog mehaničkog oštećenja.

4.2 Građevinski objekat

1. Projektovanje i izvođenje objekta

Svi djelovi objekata: temelji, zidovi, pregrade, tavanice, krov, stepenice, ograde, prozori i vrata su projektovani od savremenijih građevinskih materijala, tako da isti obezbeđuju zaštitu od spoljašnjih I unutrašnjih atmosferskih uticaja, odstranjivanje štetnih materija, zaštitu od buke, vibracije i vlage, toplotnu i zvučnu izolaciju, zagrijavanje, provjetravanje i osvijetljenost prostora.

2. Način evakuacije:

Evakuacija i spašavanje u slučaju akcidentne situacije obezbijeđuje se preko projektovanih izlaznih otvora objekta.

3. Visina i površina u pojedinih prostora u objektu:

Visina i površina prostorija u predmetnim objektima zadovoljava namjenu pojedinih prostorija i omogućava zadovoljavajući konfor njenih korisnika.

4. Izbor građevinskog materijala za izgradnju objekta:

Izbor građevinskog materijala je izvršen shodno potrebama i namjeni objekta.

5. Položaj i dimenzije vrata i prozora kao i izbor materijala za iste:

Dimenzije i položaje vrata i prozora su projektovani u zavisno od namjene objekta, tako da omogućavaju normalno kretanje korisnika kao i dovoljnu osvijetljenost prostora sa prirodnim i vještačkim svijetlom, a izbor materijala je u skladu sa MEST standardima.

4.3 Vodovodna mreža

1. Izvori snabdijevanja vodom:

Predmetni objekti se snadbijevaju iz gradske vodovodbe mreže, gdje je predviđena zaštita i čitav niz preventivnih mjera po pitanju dopremanja zdrave i čiste vode.

2. Nečista, neispravna i nehlorisana vodovodna mreža:

Prije korišćenja vode u objektu, mora se izvrši dezinfekcija vodovodne mreže.

3. Materijala koji se koriste za vodovodnu instalaciju:

Ugradnja vodovodnih materijala i opreme u predmetnom objektu je u skladu sa tehničkim propisima i JUS standardom.

4. Vodovodna instalacija:

Nakon montaže instalaciju se mora ispitati na nepropusnost sa hladnim vodenim pritiskom.

4.4 Kanalizaciona mreža (unutrašnja i atmosferska)

1. Odvod i padovi kanalizacione mreže:

Kanalizaciona otpadna voda sa objekta, putem ukopanih PVC cijevi i revizionih šahti, sliva se u postojeću septičku jamu koja ima dovoljan kapacitet da primi kanalizacione vode sa novog objekta. Septička jama smeštena je na dnu parcele i kanalizacione vode se sprovode do nje cevima i revizionim šahtama.

Predviđena kanalizaciona mreža omogućava da se otpadne vode efikasnoi brzo evakuišu van objekta, pravilnim projektovanjem padovima rasporedom.

2. Dimenzionisanje kanalizacione mreže:

Prema važećim normativima i propisima i JUS stanardom, izvršeno je pravilno dimenzionisanje kanalizacione mreže.

3. Broj i raspored revizija, slivnika i ostalog:

Prema važećim normativima i JUS stanardom, izvršen je pravilan raspored i predviđen je dovoljan broj revizija iz slivnika, dok je zaštita od štetnih gasova izvedena putem sifona i ventilacionih vertikala.

U skladu sa Zakonom o zaštiti na radu (Sl. list CG, br. 49/08 i 9/16) i Pravilnikom o bezbednosti i zdravlju na radu (Sl. list CG, br. 55/09), svi radnici na gradilištu moraju biti obučeni i koristiti odgovarajuću ličnu zaštitnu opremu, uključujući:

4. Obuka radnika

Svi radnici moraju proći obuku o bezbednosti na radu, koja obuhvata rukovanje opremom, sigurno upravljanje otpadom, kao i zaštitu od zagađenja.

5. Zaštitna oprema

Radnici moraju koristiti kacige, zaštitu za ruke, oči, zaštitu od buke, obuću i druge odgovarajuće zaštite prema standardima zaštite na radu.

6. Održavanje opreme

Sva oprema koja se koristi na gradilištu, uključujući građevinsku, transportnu i montažnu opremu, mora biti redovno proveravana i održavana u skladu sa Zakonom o bezbednosti na radu.

5 Projektni parametri

5.1 Hidraulički kapacitet

Maksimalni kapacitet prerade za postrojenje za prečišćavanje vode definisan je kroz tehničke uslove (ToR) i iznosi 100 l/s. Ovaj kapacitet se odnosi na maksimalni unos sirove vode, koji je osiguran radom dve pumpe, svaka sa kapacitetom od 50 l/s, kako je specifikovano u ToR-u. Važno je napomenuti da tokom perioda kada postrojenje izvodi operacije povratnog ispiranja, količina isporučene prečišćene vode može biti značajno smanjena ili čak potpuno nula. Ova dinamika u radu postrojenja mora se uzeti u obzir pri proceni potreba za vodom, što je posebno važno za planiranje operacija i obezbeđivanje adekvatnih kapaciteta u svim fazama rada (vidi Poglavlje 3.9 za detaljnije informacije o proceni količine isporučene prečišćene vode

5.2 Kvalitet sirove i prečišćene vode

Maksimalni kapacitet prerade za postrojenje za prečišćavanje vode definisan je kroz tehničke uslove (ToR) i iznosi 100 l/s. Ovaj kapacitet se odnosi na maksimalni unos sirove vode, koji je osiguran radom dve pumpe, svaka sa kapacitetom od 50 l/s, kako je specifikovano u ToR-u. Važno je napomenuti da tokom perioda kada postrojenje izvodi operacije povratnog ispiranja, količina isporučene prečišćene vode može biti značajno smanjena ili čak potpuno nula. Ova dinamika u radu postrojenja mora se uzeti u obzir pri proceni potreba za vodom, što je posebno važno za planiranje operacija i obezbeđivanje adekvatnih kapaciteta u svim fazama rada (vidi Poglavlje 3.9 za detaljnije informacije o proceni količine isporučene prečišćene vode).

Što se tiče kvaliteta sirove i prečišćene vode, postojeći vodozahvat uzima vodu direktno iz kraškog izvora, pre nego što ona uđe u jezero, odakle se pumpa ka korisnicima na obali, nakon što prođe kroz UV dezinfekciju. Ipak, tokom sušnih meseci, količina vode koja se crpi iz izvora postaje nedovoljna da zadovolji potrebe korisnika. U tom kontekstu, Naručilac planira da nadoknadi razliku korišćenjem dodatne količine vode prikupljene direktno iz jezera, sa lokacije koja se nalazi oko 150 m od kraškog izvora. Ova dodatna voda zahteva odgovarajući tretman pre nego što bude pomiješana sa vodom iz izvora, kako bi se obezbedio visok kvalitet finalnog proizvoda.

Prema rezultatima hemijskih analiza uzoraka prikupljenih u periodu od 2018. do 2023. godine, sirova voda iz jezera dosledno ispunjava propisane limite za vodu za ljudsku upotrebu, prema Pravilniku o parametrima i metodama analize (Službeni list Crne Gore br. 064/18 i br. 101/21), osim u slučajevima zamućenosti i potrošnje KMnO4, koji je indikator prisutnosti prirodnih organskih materija (NOM). Takođe, analize pokazuju da su koncentracije teških metala u vodi daleko ispod propisanih granica, dok nema značajnih kontaminacija od PAH-a, pesticida i drugih organskih spojeva. Stoga, fokus ovog projekta biće na uklanjanju zamućenosti i smanjenju koncentracije prirodnih organskih materija (NOM), koje se procenjuju na osnovu potrošnje KMnO4.

Zamućenost vode u izvorištu može dostići vrednosti do 6,9 NTU, dok potrošnja KMnO4 može doseći maksimum od 16,6 mg/l, a ovo su vrednosti koje su najčešće zabeležene tokom letnjih meseci, posebno u avgustu. S obzirom na ove visoke vrednosti, posebno u toplim mesecima, tretman će se fokusirati na procese koagulacije i flokulacije, koji su ključni za smanjenje zamućenosti i uklanjanje organskih materija. Analize pokazuju da su vrednosti potrošnje KMnO4 u avgustu 2023. godine bile izuzetno visoke, dok su u prethodnim godinama ove vrednosti bile znatno niže, što ukazuje na sezonske fluktuacije kvaliteta sirove vode. Takođe, važno je napomenuti da su tokom avgusta 2023. godine zabeležene razlike u rezultatima analiza između različitih laboratorija, što može ukazivati na precenjivanje vrednosti potrošnje KMnO4 u nekim slučajevima.

Pored hemijskih analiza, mera apsorpcije UV svetlosti na talasnoj dužini od 254 nm često se koristi kao indikator prisutnosti organskih materija u vodi. Ovaj parametar se pokazao kao pouzdaniji od tradicionalnih hemijskih analiza kao što je potrošnja KMnO4, te se može koristiti za kontinuirano praćenje kvaliteta sirove i prečišćene vode kroz online sisteme monitoringa. Na osnovu dosadašnjih podataka, postoji dobra korelacija između UV254nm i potrošnje KMnO4, posebno za niže vrednosti, što ukazuje na to da su maksimalne vrednosti potrošnje KMnO4 možda precenjene. Stoga, biće potrebno sprovesti dodatna istraživanja kako bi se tačno potvrdile vrednosti potrošnje KMnO4 i njihova korelacija sa UV apsorpcijom.

Ciljna vrednost za kvalitet prečišćene vode jeste zamućenost manja od 1 NTU i potrošnja KMnO4 manja od 5 mg/l. Kako bi se postigao ovaj cilj, planira se implementacija odgovarajućih doza koagulanata u procesu tretmana vode, uz obavezno praćenje i podešavanje doza tokom rada postrojenja, naročito u periodima kada su koncentracije zamućenosti i organskih materija u vodi najviše. Ovaj proces je ključan za postizanje visokog nivoa efikasnosti tretmana i obezbeđivanje kvaliteta vode koji je u skladu sa svim propisanim standardima.

Dodatno, kako bi se osigurala dugoročna održivost vodozahvata i procesa prečišćavanja, biće potrebno izvršiti dalja istraživanja i kontinuirano usavršavanje tehnologija i metoda koje se koriste u postrojenju. Samim tim, predviđeni razvojni koraci obuhvataju stalno usklađivanje sa tehničkim, ekološkim i regulatornim zahtevima, kako bi se omogućila dugoročna stabilnost i održivost sistema za snabdevanje pitkom vodom.

Za postizanje ciljeva prečišćavanja, posebno smanjenje zamućenosti i eliminaciju prirodnih organskih materija (NOM), biće potrebno doziranje koagulanata u procesu koagulacije i flokulacije. Koagulanti, kao što su aluminijum sulfat (Al2(SO4)3) ili ferri klorid (FeCl3), biće dozirani u skladu sa specifičnostima sirove vode i njenim karakteristikama, kao što su zamućenost, potrošnja KMnO4 i sadržaj organskih materija.

Početna doza koagulanta biće definisana na osnovu laboratorijskih ispitivanja koji uzimaju u obzir parametre kao što su zamućenost i potrošnja KMnO4, a očekivana doza koagulanata može biti u rasponu od 10 do 30 mg/l, u zavisnosti od koncentracije zamućenosti i prirodne organske materije u sirovoj vodi. Tokom perioda sa višim koncentracijama zamućenosti (obično tokom letnjih meseci), doza koagulanta može biti povećana kako bi se obezbedio željeni nivo prečišćavanja.

U praksi, doziranje koagulanata biće kontinuirano praćeno i prilagođavano na osnovu online monitoringa i rezultata analize, kako bi se postigla optimalna efikasnost u procesu flokulacije i smanjila potrošnja koagulanata uz istovremeno postizanje ciljanih vrednosti kvaliteta vode. Takođe, doza koagulanata će biti optimizovana kako bi se sprečilo predoziranje, što može dovesti do stvaranja nepotrebnih nusprodukata i dodatnih troškova, ali i smanjenja efikasnosti filtracije.

Ovaj pristup osiguraće da postrojenje za prečišćavanje postigne ciljne parametre zamućenosti ispod 1 NTU i potrošnje KMnO4 manjoj od 5 mg/l, što je u skladu sa propisanim standardima za vodu za ljudsku upotrebu. Kroz kontinuirani nadzor i prilagodbu doza koagulanata, proces će biti u mogućnosti da se efikasno nosi sa promenama u kvalitetu sirove vode tokom godine, obezbeđujući time dugoročnu održivost i visoki kvalitet finalnog proizvoda.

Zaključno, analizirani projektni zadatak u potpunosti je usklađen sa tehničkim i regulatornim zahtevima koji se odnose na preradu i kvalitet vode. Planirani kapaciteti postrojenja za prečišćavanje vode, uključujući maksimalni kapacitet prerade od 100 l/s i adekvatne mere za smanjenje zamućenosti i organskih materija, odgovaraju definisanim standardima kvaliteta vode za ljudsku upotrebu, kako je precizirano u važećim zakonodavnim okvirima.

Nadalje, planirano korišćenje dodatnih izvora vode sa jezera, kao i predložene tehnologije koagulacije, korespondira sa potrebom za obezbeđivanjem konstantnog i visokog kvaliteta vode, posebno tokom

sušnih meseci kada se smanjuje dotok iz kraškog izvora. Takođe, implementacija online monitoringa UV apsorpcije, uz dodatne analize potrošnje KMnO4, omogućava efikasno praćenje kvaliteta sirove i prečišćene vode, što je u skladu sa zahtevima za poboljšanje procesa prečišćavanja.

Cilj postizanja zamućenosti ispod 1 NTU i potrošnje KMnO4 manjoj od 5 mg/l za prečišćenu vodu je realan, uz primenu odgovarajućih doza koagulanata i stalno prilagođavanje tretmana prema potrebama. Stoga, projektni zadatak je temeljno usklađen sa svim relevantnim tehničkim, ekološkim i regulatornim standardima, što omogućava dugoročnu efikasnost i održivost sistema za snabdevanje pitkom vodom.

Uzimajući u obzir sve prethodno navedene parametre i tehnička rešenja, smatra se da će postrojenje uspešno ispuniti ciljeve prečišćavanja vode u skladu sa zahtevima projekta, obezbeđujući tako zdravu i sigurnu vodu za korisnike.

Table 1: Sažetak kvaliteta sirove vode (podaci od 2018-2023)

		MDK	Samples	Min	Average	Max
Boja	Co- Pt	20	28	1.6	4.0	7.6
Mutnoća	NTU	1	30	0.4	1.6	6.9
pH		6.5-9.5	30	7.1	7.8	8.2
Elektroprovodljivost	µS/cm	2500	30	179.0	252.5	302.0
SAK 254nm	1/m	-	28	1.2	2.7	5.4
SAK 436nm	1/m	-	28	0.0	0.6	1.9
Utrošak KMnO4	mg/l	5	27	2.1	5.2	16.6
m-alkalitet	mg/l	-	28	19.4	31.4	32.4
p-alkalitet	mg/l	-	27	0.0	0.0	0.0
Bikarbonati	mg/l	-	27	118.0	164.1	197.6
Karbonati	mg/l	-	27	0.0	0.0	0.0
Karbonatna tvrdoća	dH	-	27	5.4	7.5	9.1
Ukupna tvrdoća	dH	-	27	5.5	7.7	10.4
Kalcijum	mg/l	200	27	31.3	46.0	60.0
Magnezijum	mg/l	50	26	1.6	5.6	9.6
Gvožđe	mg/l	0.2	21	0.01	0.04	0.15
Amonijak	mg/l	0.5	16	0.02	0.05	0.10
Nitriti	mg/l	0.5	20	0.01	0.02	0.05
Nitrati	mg/l	50	26	0.04	1.54	2.80

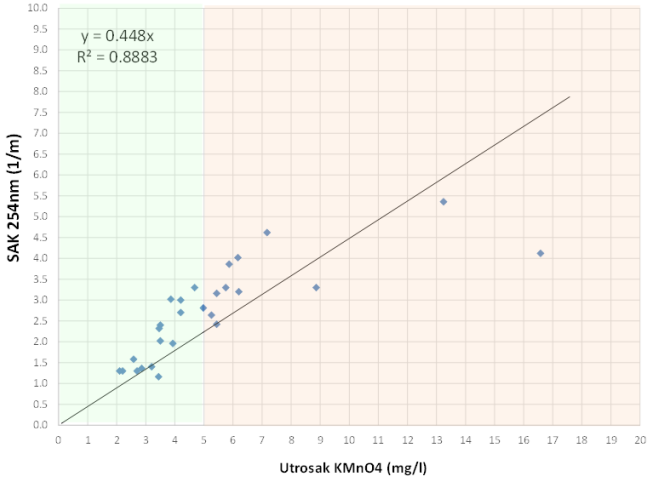


Figure 1: Korelacija između UV254nm i potrošnje KMnO4

6 Tehnološki proces

6.1 Izbor procesa tretmana

Tehnologija je definisana u Osnovnim smjernicama (ToR) i sastoji se samo od mikrofiltracije (do 300 µm) i filtracije (do 5 µm). Kako filtracija sama po sebi nije dovoljna za uklanjanje zamućenosti, a još manje organske materije, iako to nije direktno spomenuto u ToR-u, potrebno je doziranje koagulanta kako bi se neutralisali električni naboji čestica/koloida i omogućilo njihovo uklanjanje. Tehnologija opisana u ToR-u može se klasifikovati kao Direktna Filtracija jer su izostavljeni klasični koraci flokulacije i sedimentacije u konvencionalnim postrojenjima za tretman vode. Ovo je dobro poznata i dokazana tehnologija pogodna za vodu s niskom zamućenošću (obično manje od 20 NTU). Međutim, ima manje iskustva i dostupnih podataka o upotrebi ovog pristupa za uklanjanje prirodne organske materije (NOM). Štaviše, čak i u konvencionalnim postrojenjima koja koriste koagulaciju, flokulaciju, sedimentaciju i filtraciju, efikasnost uklanjanja NOM-a varira u širokom rasponu, što je samo djelimično povezano sa odabranom tehnologijom i uslovima procesa. U većoj mjeri zavisi od kvaliteta sirove vode, a još više od karakteristika NOM-a (čestična ili rastvorena NOM, hidrofobnost, veličina molekula, naboj, ...). Kako je detaljna analiza NOM-a skupa i dugotrajna, praktičan način za ispitivanje tretabilnosti vode, očekivane efikasnosti uklanjanja NOM-a i optimalnih uslova procesa je putem laboratorijskih eksperimenata, kao što su Jar testovi.

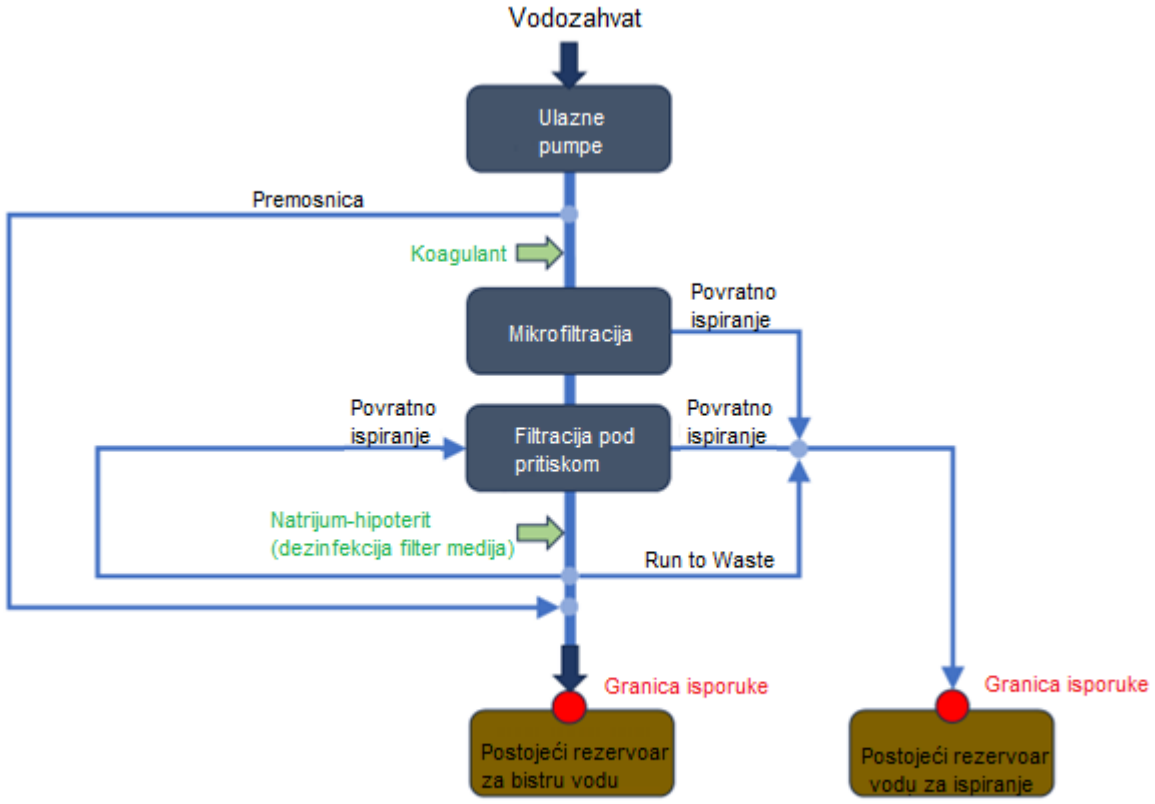


Figure 2: Blok shema predloženog postrojenja za prečišćavanje pitke vode (DWTP).

Sveobuhvatna shema procesa uključuje sljedeće elemente:

• Vodozahvat / Pumpanje sirove vode

• Doziranje koagulanta

• Mikrofiltracija

• Filtracija pod pritiskom (uključujući sistem povratnog ispiranja)

• Doziranje natrijum-hipohlorita za dezinfekciju filter medija

Važno je napomenuti da se prečišćena voda ispušta u postojeći rezervoar za bistru vodu, iz kojeg se voda dalje pumpa kroz postojeće UV jedinice za dezinfekciju. Opseg ovog projekta je isporuka filtrirane vode do rezervoara za bistru vodu (koji nije uključen u opseg ovog projekta).

Slično tome, voda za ispiranje se isporučuje u postojeći rezervoar za vodu za ispiranje od 900 m³ (koji nije uključen u opseg ovog projekta).

6.2 Izbor koagulanta

Efikasnost procesa koagulacije najvećim dijelom zavisi od karakteristika prirodne organske materije (NOM), uključujući veličinu čestica, naboj i hidrofobnost. Međutim, izbor koagulanta i njegova doza takođe igraju ključnu ulogu.

Za uklanjanje zamućenosti postoji širok spektar koagulanta koji su teoretski dostupni, iako se u praksi ovaj raspon svodi na nekoliko soli aluminijuma (aluminijum sulfat, poli aluminijum hloridi) i gvožđa (ferični hlorid i ferični sulfat).

Različiti izvori sugerišu da ferične soli obično bolje obavljaju uklanjanje organskog ugljenika (Kawamura, 2000), posebno u slučaju NOM-a sastavljenog od spojeva visokog i srednjeg molekularnog težine. Međutim, većina ovih studija upoređivala je koagulante na bazi gvožđa s tradicionalnim i široko korišćenim aluminijum sulfat (Alum) i naglašavala potrebu za optimalnom regulacijom pH kako bi se postigla visoka efikasnost uklanjanja (tj. pH 6 ili niže). Nedavne studije su pokazale da prehidrolizovani anorganski koagulanti (kao što su Poli aluminijum hloridi - PACl) imaju brojne prednosti u odnosu na tradicionalno korišćene koagulante i da pokazuju bolju efikasnost u pogledu uklanjanja NOM-a (Alicja Knap-Bałdyga i Monika Żubrowska-Sudoł, 2023).

PACl ima širok optimalni pH i troši manje alkalnosti sirove vode u poređenju sa FeCl3. Ova posljednja tačka je posebno važna s obzirom na veoma nisku alkalnost sirove vode u ovoj specifičnoj primjeni. Sa alkalnošću koja je dosljedno niža od 35 mg/l, postoji značajan rizik da će FeCl3 imati slabiju efikasnost i da će, pri višim dozama potrebnim za uklanjanje NOM-a, proizvoditi kiselu vodu koja bi zahtijevala dalju obradu (neutralizaciju pH) da bi bila pogodna za upotrebu kao voda za piće. Kao opšte pravilo, 1 mg/l FeCl3 troši oko 1 mg/l alkalnosti.

Dodatne prednosti upotrebe PACl-a su manja proizvodnja mulja, niže doze koagulanta i upotreba manje korozivnog spoja. Jedine dodatne prednosti FeCl3 bile bi u čvrstoći floka (što može biti korisno pri visokim brzinama filtracije) i nižim troškovima ovog hemijskog sredstva. Prva prednost je upitna pri niskim vrijednostima alkalnosti jer formiranje dobrih floka može biti značajno kompromitovano. Što se tiče druge tačke, to je tačno, iako niža doza PACl-a donekle kompenzuje njegovu višu jediničnu cijenu. Štaviše, ako je potrebna neutralizacija pH, trošak za ovaj dodatni korak i dodatni trošak za odlaganje mulja mogu izjednačiti razliku u cijeni između koagulanta.

Zbog nekoliko nepoznatica, planirano je da se uspostavi robustan sistem doziranja koagulanta koji, ako bude potrebno, može potencijalno obraditi i FeCl3 i PACl kao koagulante. Međutim, motivisani niskom alkalnošću vode u sirovoj vodi, upotreba PACl-a kao koagulanta izabrana je kao prvi izbor (PACl sa koncentracijom od 18% kao Al2O3).

Doze koagulanta za uklanjanje NOM-a su značajno više od tipične vrijednosti koja se koristi za uklanjanje zamućenosti. Nažalost, tačna doza koagulanta i postignuta efikasnost u uklanjanju organske

materije zavise od specifičnih uslova na lokaciji, većinom zaviseći od karakteristika sirove vode. Nema dostupnih JAR testova, niti raspored projekta omogućava da se takvi testovi obave u razumnom vremenskom okviru kako bi bili korisni tokom faze projektovanja. Stoga se doza koagulanta zasniva na tipičnom rasponu iz literature.

Alicja Knap-Bałdyga i Monika Żubrowska-Sudoł (2023) izveštavaju o studijama za uklanjanje organskog ugljenika u površinskoj vodi, gde je optimalna doza od 4 mg Al/l pronađena za vodu na temperaturi od 20 °C, dok se povećala na 7 mg Al/l za vodu na temperaturi od 4 °C. Kako će se kapacitet filtracione stanice u okviru ovog projekta primarno koristiti tokom ljetnje sezone, podaci za relativno toplu vodu su relevantniji. Optimalna doza PACl-a za postrojenje za prečišćavanje rijeka u Irskoj pronađena je u rasponu od 2.3-3.6 mg Al/l.

Za potrebe projektovanja, odabrane su maksimalna doza od 5.4 mg Al/l, prosečna doza od 1.7 mg Al/l i minimalna doza od 0.7 mg Al/l. Tačna optimalna doza će biti određena tokom inicijalne faze rada postrojenja za prečišćavanje vode.

6.3 Proizvodnja čvrstih materija

Kombinovanjem maksimalnih koncentracija sirove vode na osnovu dostupnih analiza sa procijenjenom maksimalnom dozom koagulanta, očekuje se da će se generisati maksimalno 269 kg/d čvrstih materija na suhoj osnovi. Većina čvrstih materija se generiše precipitiranim flocima koagulanta. Čvrste materije koje se uklanjaju zamućenjem procjenjuju se koristeći sljedeću konverziju: 1 NTU = 2 mg/l suvih čvrstih materija.

Table 2: Proizvedene čvrste materije

Čvrste materije iz sirove vode	Jedinica	Prinos	Max	Prosjek	Min
$KMnO_4$ konzumacija	mg/l		16.6	5.2	2.1
SS	NTU		6.9	1.6	0.4
Prava Boja	Hazen		7.6	4.0	1.6
Željezo	mg/l		0.150	0.040	0.010
Aluminij	mg/l		0.000	0.000	0.000
Mangan	mg/l		0.000	0.000	0.000
Čvrste materije iz SS	kg/d	2.00	119.2	27.6	1.4
Čvrste materije iz Prave Boje	kg/d	0.20	13.1	6.9	0.6
Čvrste materije iz Željeza	kg/d	1.90	2.5	0.7	0.0
Čvrste materije iz Aluminija	kg/d	2.90	0.0	0.0	0.0
Čvrste materije iz Mangana	kg/d	1.58	0.0	0.0	0.0

Čvrste materije iz hemikalija	Jedinica	Prinos	Max	Prosjek	Min
Doza koagulanta	mg Al/l		5.37	1.70	0.68
Doza pomoćnog koagulanta	mg/l		0.00	0.00	0.00
Čvrste materije iz koagulanta	kg/d	2.90	134.6	42.5	3.4
Čvrste materije iz pomoćnog koagulanta	kg/d	1.00	0.0	0.0	0.0

UKUPNO ČVRSTIH MATERIJA	**kg/d**	**269.4**	**77.7**	**5.4**
	mg/l	31.2	9.0	3.1

6.4 Ponton i ulazne pumpe

Kao što je traženo u ToR-u, predložene su dvije paralelne pumpe sa kapacitetom od 50 l/s svaka (Grundfos model 18A019A3). Nazivna snaga iznosi 2 x 55 kW. Pumpe su izrađene od nehrđajućeg čelika i postavljene su horizontalno ispod ploveće platforme, pontona. Usvojeno je rješenje pontona koji je delimočno potopljen, odnosno koji pliva na površini vode, sa gornjom površinom pontona koja omogućava pristup radnika u cilju kontrole i održavanja pumpi i armature, te samog pontona.

Motor pumpi se kontroliše putem frekvencijskog invertera. Zbog udaljenosti od obale jezera, kabinet sa frekvencijskim inverterom je postavljen direktno na pontonu. Glavne radne tačke su date procjenjenim hidrauličkim profilom (Poglavlje 4). Prije doziranja koagulanta i mikrofiltracije, ventil za kontrolu pritiska održava pritisak u glavnom cjevovodu ispod 6 bara, tako što, ako je potrebno, otpušta dio vode. Takođe je predviđen ručni zaobilazni sistem koji omogućava ispuštanje vode direktno u rezervoar za čistu vodu bez prolaska kroz mikrofiltraciju i filtraciju pod pritiskom.

Usvojeno tehničko rešenje predstavlja ponton koji je delimično potopljen, tj. ponton koji pliva na površini vode, sa gornjom površinom koja omogućava pristup radnicima radi kontrole pumpnog postrojenja i samog pontona. Ovaj dizajn omogućava stabilnost pontona i siguran rad u svim uslovima, uz mogućnost prilagodbe promenljivim nivoima vode. Projektovano rešenje zadovoljava sve tehničke i funkcionalne zahteve, uključujući stabilnost, bezbednost i dugoročnu otpornost na spoljna oštećenja.

Ponton je izrađen od specijalnih plovnih elemenata, koji obezbeđuju potrebnu zapreminu za održavanje pontona na površini vode pri ukupnom opterećenju. Osim toga, konstrukcija nosača pumpe i ograde je izvedena od čeličnih profila, koji su zaštićeni od korozije kvalitetnim zaštitnim sistemom primenjenim za plovila na slatkim vodama. Zaštita čeličnih elemenata je ključna, jer se očekuje da ponton bude izložen spoljnom uticaju vode i vremenskim uslovima tokom dužeg perioda. Zaštita od korozije obezbeđuje dugoročnu otpornost i smanjuje potrebu za čestim održavanjem.

Gazišta na pontonu, koja omogućavaju sigurno kretanje radnicima, izrađena su od poliester mase ojačane staklenim vlaknima. Ovaj materijal je odabran zbog svoje visoke otpornosti na vlagu, kao i zbog svoje čvrstoće i dugovječnosti. Gazišta su projektovana da budu sigurni i otporni na habanje, čime se dodatno povećava bezbednost radnika koji koriste ponton.

Svi elementi pontonske konstrukcije su povezani zavrtnjevima, što omogućava jednostavno rastavljanje i transportovanje pontona. Ovaj pristup omogućava da ponton bude lako prenosiv, što je posebno korisno u slučajevima kada je potrebno premestiti ponton na druge lokacije ili izvršiti popravke. Modularnost konstrukcije omogućava lakšu montažu i demontažu, kao i efikasno održavanje.

Za stabilnost pozicije pontona na površini vode koristi se sistem sidrenja koji je ključan za sprečavanje pomeranja pontona usled promena u kretanju vode, talasima i jakim vetrovima. Sidrenje se ostvaruje pomoću četiri sajle prečnika do Ø 12 mm, povezane sa četiri tačke na pontonu. Sidrenje je dodatno osigurano pomoću četiri betonska bloka, svaki zapremine 0,5 x 0,5 x 0,5 m i mase od 300 kg, koji služe kao opterećenje za stabilizaciju pontona na dnu jezera.

Za optimalnu efikasnost, dužina sajli za sidrenje biće određena tako da bude najmanje 30% duža od dubine vode na mestu pontona. Pozicija betonskih blokova formira paralelogram sa stranicama 15 m i 12 m, što omogućava ravnomerno raspoređeno opterećenje na ponton i njegovoj konstrukciji, čime se obezbeđuje stabilnost i sprečava pomeranje ili prevrtanje pontona usled spoljnog uticaja.

Svi čelični elementi pontona, osim sajli, biće zaštićeni od korozije odgovarajućim zaštitnim sistemom. Sistem zaštite će biti odabran na osnovu specifičnih uslova primene na slatkim vodama i obuhvatiće nanosenje odgovarajućih premaza i tretmana koji će produžiti vek trajanja konstrukcije. Ovaj sistem će biti definisan u saradnji sa Investitorom kako bi se osigurao odgovarajući nivo zaštite, prilagođen specifičnostima lokalnih uslova i trajnosti potrebne za ovo postrojenje.

Tehnologija izrade i montaže pontona, nosača pumpe, pumpi i cevovoda biće precizno definisana od strane Izvođača radova. Izvođač je odgovoran za predloženi tehnološki postupak, uključujući sve potrebne tehničke specifikacije, potrebnu opremu i radne procese koji će biti odobreni od strane Naručioca radova pre početka izvođenja. Ovaj plan će osigurati da svi radovi budu izvedeni u skladu sa tehničkim zahtevima i propisima, sa ciljem postizanja maksimalne efikasnosti i bezbednosti tokom montaže i u radu.

Grafički prilozi, uz prateći statički proračun i specifikacije, sadrže sve potrebne informacije za pravilnu implementaciju i izvođenje ovog projekta.

Opterećenje pontona koje je analizirano u proračunu plivanja pontona:

1. Masa konstrukcije pontona sa cijevima, platformom i ogradom
2. Masa pumpe i dijela cjevovoda
3. Masa do dva radnika
4. Potisak vode na potopljenim dijelovima pontona i pumpe

Cjevovod je izrađeno PEHD cjevovoda OD280 najvišeg kvaliteta. Cijev je potopljena i vezana za pojedinačne pontone na međusobnom razmaku od 3,00 m. Veza pontona je čelična pocinčana traka vezana za obujmicu cijevi. Svaki ponton je usidren vezom sa balastom od betona na dnu jezera. Veza se ostvaruje fleksibilnim čeličnim užetom.

Pojedinačni pontoni imaju kutijastu formu, izrađeni su od pocinčanih limova minimalne debljine 2 mm. Sve veze limova kutije, vješaljki i fleksibilnog užeta sidra se ostvaruju vijčanim spojevima. Unutrašnjost kutije je napunjena stiroporom.

Konstrukcija ovih pontona je takva da je njegova zamijena, u slučaju potrebe lagana.

Predloženim rješenjem cjevovod se tretira da je u usponu od pumpe ka obali. Radionički detalji vješaljki će se prilagoditi nagibu ili horizontalnoj poziciji cijevi cjevovoda.

Tehnologija izrade i montaže pontona, nosača dvije pumpe i cjevovoda će predložiti Izvođač radova. Tehnologiju će odobriti Naručilac radova.

Ostali podaci se nalaze na grafičkim prilozima, statičkom proračunu, specifikacijama i predmjeru radova.

Radna tačka 1: 100 l/s, 5.61 bar, n=2 x 89%, P2=2 x 36.1 kW

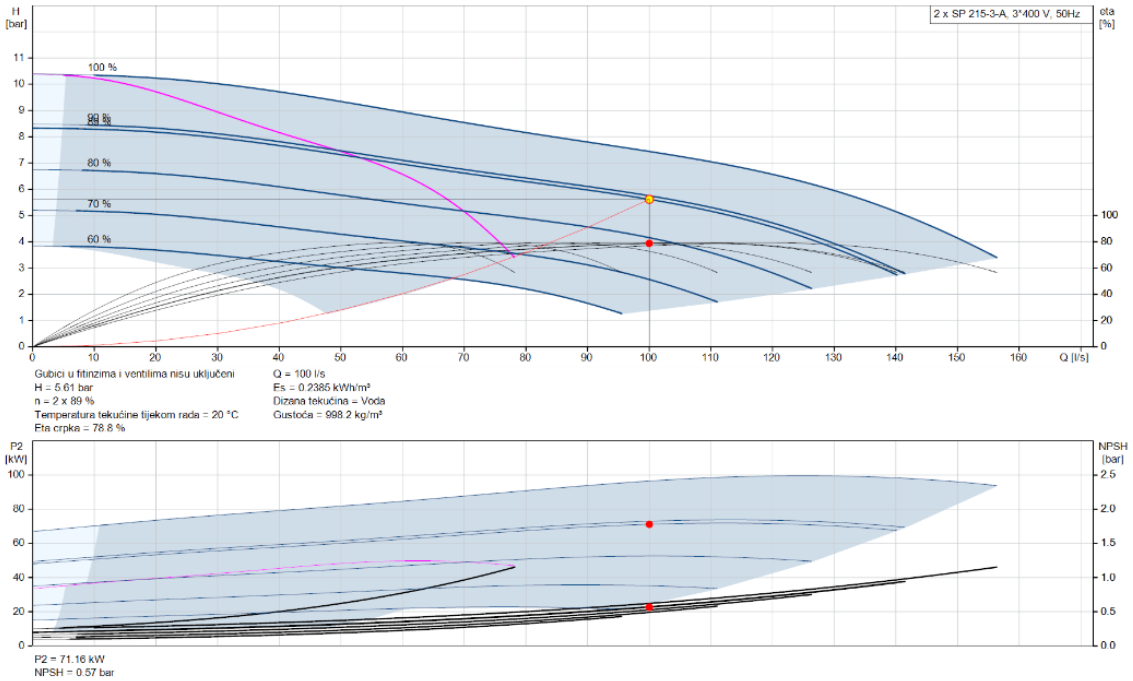


Figure 3: Krivulja rada pumpe.

Radna tačka 2: 20 l/s, 3.64 bar, n= 1 x 63%, P2=1 x 11.3kW

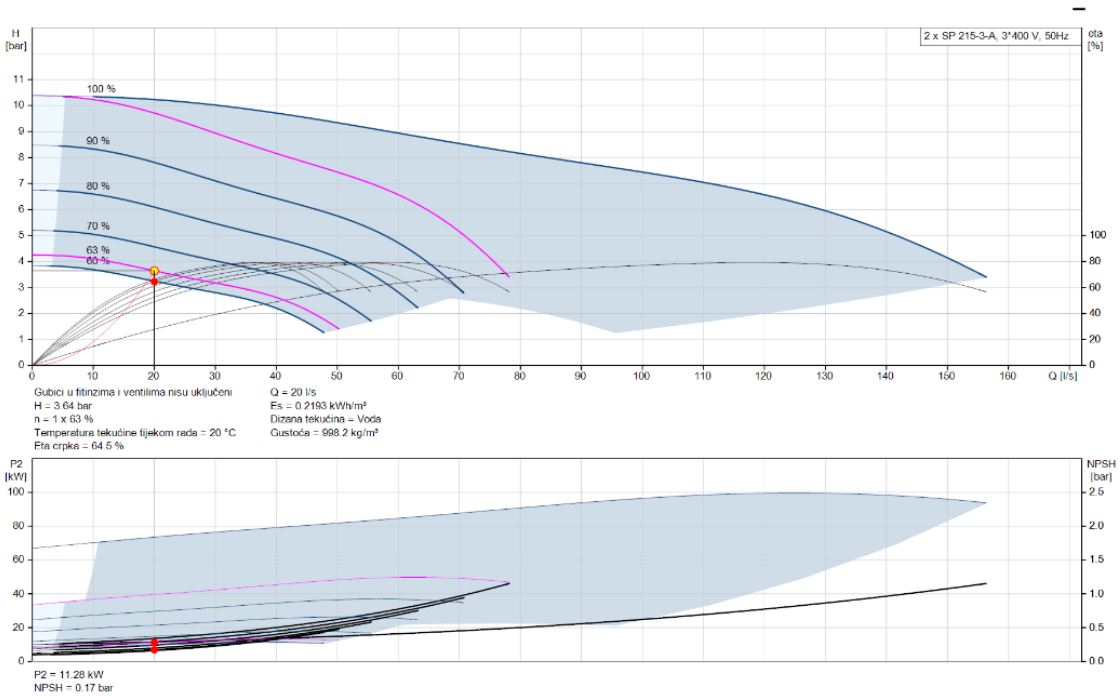


Figure 4: Krivulja rada pumpe.

6.5 Doziranje koagulanta

Za doziranje koagulanta predloženo je korištenje dvije identične dijafragme pumpe (Grundfos DDC 9-7), s maksimalnim protokom od 9 l/h pri 7 bara i omjerom smanjenja doze 1:100. Rastvor koagulanta skladišti se u dva IBC kontejnera, čija ukupna zapremina (2 x 1000 l) omogućava dovoljno hemijskog rastvora za oko 18 dana u prosječnim uvjetima. Kako bi se spriječilo prolijevanje u slučaju curenja, kontejneri se smještaju unutar sekundarnog kontaminacijskog prostora. Važno je napomenuti da maksimalni kapacitet odabranih pumpi omogućava povećanje doze koagulanta za dodatnih 25%, ukoliko to bude potrebno.

Doziranje koagulanta vrši se ispred mikrofiltera, a prolazom vode kroz dvostepenu filtraciju postiže se efikasno miješanje, ključno za optimalnu koagulaciju. Dodatno, može se ugraditi međuprirubnički statički mikser DN250, tipa Westfall 2800, na izlazu iz mikrofiltera, čime se further optimizira proces miješanja i koagulacije.

Table 3: Skladištenje i doziranje koagulanta

	Jedinica	Max	Prosjek	Min
Doza koagulanta	mg solution/l	56	18	7
Doza koagulanta	mg solution/mg $KMnO_4$	3.4	3.4	3.4
Ekvivalent kao Metal+3	mg Me^{+3}/l	5.4	1.7	0.7
Equivalent as Metal+3	mM Me^{+3}/l	0.20	0.06	0.03
Jačina rastvora koagulanta	% Al_2O_3	18.0	18.0	18.0
Gustoća rastvora koagulanta	kg/l	1.4	1.4	1.4
Protok rastvora koagulanta	l/h	14.5	4.6	0.4
Broj dozirnih pumpi (radne)		2	1	1
Projektovani protok odabrane dozirne pumpe	l/h	9.0	9.0	9.0
Tip dozirne pumpe		dijafragma pumpa		
Pritisak dozirne pumpe	bar	7.0	7.0	7.0
Minimalni odnos smanjenja doze dozirane pumpe	1:	25		
Dnevna konzumacija rastvora koagulanta	l/d	347.9	109.9	8.8
Skladištenje rastvora koagulanta	l	2000	2000	2000
Skladištenje rastvora koagulanta	d	6	18	227

6.6 Mikrofiltracija

Predlaže se instalacija jedne mikrofiltracije zasnovane na dva automatska mikrofiltera sa otvorima od 300 µm, svaki sa kapacitetom od 100 l/s. Iako jedna jedinica, ako bude potrebno, može obraditi puni protok, sugeriše se da u normalnim uslovima obe jedinice budu u radu. S obzirom na to da sirova voda dolazi iz jezera sa niskim zamućenjem i minimalnim rizikom od krupnog materijala, dvostepena mikrofiltracija (kako je naznačeno u ToR-u) ne čini se opravdanom i samo će uvesti dodatne ventile i kontrole koje mogu otežati rad i održavanje bez značajnog poboljšanja u pogledu pouzdanosti sistema. Takođe, treba napomenuti da mikrofilteri dolaze sa zaštitnom mrežom od oko 1000 µm, tako da se može pretpostaviti da se dvostepena mikrofiltracija odvija u istoj opremi.

Doziranje koagulanta planirano je uzvodno od mikrofiltera kako bi se iskoristila ova oprema za bolju disperziju hemikalija u vodi. Međutim, rani flocovi neće imati vremena da dostignu dovoljnu veličinu da budu uklonjeni kroz mrežu od 300 µm i stoga se u ovom koraku ne očekuje značajno uklanjanje koagulisanih čvrstih materija.

Čišćenje mikrofiltera obavlja se automatski pomoću unutrašnjih četkica koje se pomeraju hidraulički. Iz tog razloga, potrebno je garantovati povratni pritisak od najmanje 2.5 bara.

Odabrani su 2 x LAMA EKO8H3S hidraulički samočisteći filteri. Ovaj filter ima 8" ulazni prirubnički spoj i radni pritisak od 6 bara. S obzirom na to da se očekuje da će maksimalne suspendovane čvrste materije nakon koagulacije biti ispod 50 mg/l, maksimalni protok kroz jednu jedinicu prelazi 470 m³/h.

Kao opcija, mogu se instalirati 2 x LAMA AM8S električni samočisteći filteri. Iako su skuplji, električni mehanizam za čišćenje je efikasniji i smanjio bi količinu vode potrebne za čišćenje, a još važnije, zahtevao bi samo 1 bar povratnog pritiska. Ova redukcija povratnog pritiska ostaviće više pritiska dostupnog za filtraciju pod pritiskom, čime će se smanjiti učestalost povratnog ispiranja.

Table 4: Mikrofilteri

	Jedinica	Max	Prosjek	Min
Broj radnih jedinica		1	1	1
Broj rezervnih jedinica		1	1	1
Protok po jedinici	l/s	100.0	100.0	20.0
Veličina otvora	um	300.0	300.0	300.0
Max radni pritisak	bar	6.0	6.0	6.0
Minimalni povratni pritisak	bar	2.5	2.5	2.5
Protok povratnog ispiranja	m3/h	15.5	15.5	15.5
Volumen povratnog ispiranja	m3	0.2	0.2	0.2
Trajanje povratnog ispiranja	min	1.0	1.0	1.0
Frekvencija povratnog ispiranja	min	10.0	15.0	20.0
Predviđeni gubitak vode usljed povratnog ispiranja	m3/d	31.0	20.6	15.5
Ekvivalentni prosječni gubitak protoka sirove vode	l/s	0.4	0.2	0.2
Efikasnost uklanjanja čvrstih materija	%	5.0	5.0	5.0
Procijenjena čvrsta materija u vodi za ispiranje	kg/d	13.5	3.9	0.3
Procijenjena koncentracija čvrstih materija u vodi za ispiranje	mg/l	435.1	188.3	17.4



Figure 5: Mikrofilter.

Nakon predfiltera je potrebno ugraditi dva redukciona ventila DN150 za osiguranje konstantnog pritiska na glavnoj filtraciji.

6.7 Filter pod pritiskom

Tokom normalnog rada, voda ulazi u filter u gornjem dijelu, pročišćava se kroz filterne medije i izlazi iz filtera na dnu. Odabrano je pet filtera prečnika 2.5 m, koji obezbeđuju ukupnu površinu od 19.6 m² i maksimalnu brzinu filtracije od 18.3 m/h. Ova brzina filtracije je visoka (obično bi trebala biti manja od 15 m/h), pa je stoga obezbeđen poseban filtracioni medij. Pored toga, kako bi se smanjio rizik od proboja zamućenja, ukupna debljina sloja medija je veća, pa visina posuda filtera pod pritiskom treba odgovarajuće da bude veća.

Table 5: Filter pod pritiskom – Osnovne dimenzije filtera

Osnovne dimenzije	Jedinica	Max	Prosjek	Min
Broj jedinica		5	5	5
Prečnik	mm	2500	2500	2500
Površina jedne jedinice	m2	4.9	4.9	4.9
Ukupna površina za filtraciju	m2	19.6	19.6	19.6
Brzina filtracije	m/h	18.3	18.3	3.7
Materijal posude				Pjeskareni S235JR čelik
Unutrašnja zaštita				min. 300 µm epoxy premaz za pitku vodu
Vanjska zaštita				min. 200 µm epoxy premaz
Materijal zaptivke				EPDM
Unutrašnji raspodjelni mlaznice				min. 100 kom, PP materijal
Ostalo				Unutrašnje i vanjske mlaznice, mlaznice za odzračavanje, gornji i bočni revizioni otvori



Figure 6: Tipični raspored na filteru pod pritiskom

Tehnički zadatak (ToR) zahtijeva korišćenje aktivnih filtracionih medija sposobnih da uklone čestice do veličine od 5 µm. Ovaj rezultat se ne može postići tipičnim medijem od kvarcnog pjeska, posebno pri visokoj brzini filtracije koja se očekuje u ovoj aplikaciji.

Različiti napredni filtracioni mediji na bazi zeolita ili aktivnog stakla (pod komercijalnim nazivima kao što su Turbidex, Zeosorb, Filter-Ag Plus, AFM itd.) su dostupni i tvrde poboljšane performanse u odnosu na klasične medije od pjeska, uklanjanje čestica od 5 µm ili manje i veće brzine filtracije.

Predviđene su granularne ispune od tri vrste filtracionogmaterjala – filtracioni sloj hidroantracita, filtracioni sloj aktiviranog stakla, filtracioni i nosivi slojevi filtracionog kvarcnog pijeska.

Filtracioni slojevi od vrha prama dnu:

- filtracioni sloj hidroantracita visine 200 mm. Granulacija 0,6 – 1,6 mm, specifična težina 1,35 do 1,55 g/cm3, nasipna težina 700 kg/m3. Svrha ovog filtracionog sloja je postizanje dubinske filtracije u cilju povećanja retencionog kapaciteta filterske ispune. Ovaj sloj grublje granulacije zadržava krupnije čestice nečistoća po cijeloj svojoj dubini i time omogućava zadržavanje veće količine suspenzije iz vode. Gornji slojevifine granulacije brzo se zasite suspenzijama iz vode i već pri samom vrhu ispune stvore nepropusan sloj koji povećeva pad pritiska kroz ispunu i stvara potrebu za čestim pranjem filtera. Hidroantracit ima manju gustinu od donjih slojeva staklene ispune i kvarcnog pijeska, tako da pri protivpranju sporije pada i ne migrira prama dnu, tako dauvijek ostaje kao gornji prvi filtracioni sloj.

- filtracioni sloj aktiviranog stakla je dominantan i glavni filtracioni sloj ukupne visine 900 mm, granulacije 0,4 do 0,8 mm, specifična težina 2,4 do 2,52 g/cm3, nasipna težina 1330 kg/m3. Uklanja 98% čestica veličine 4 μm i veće. Ima veću specifičnu težinu od hidroantracita te sprječava njegovu migraciju prema dnu i spune izadržava sloj hidroantracita na vrhu ispune.
- ukupna visina svih filtracionih slojeva je 1150 mm.
- Nosivi slojevi kvarcnog pijeska imaju ulogu sprečavanja migracije gornjih filtracionih slojeva, odnosno raspored filtracionih slojeva prama gravitacionoj težini i granulacijama, skupa sa nosivim slojevima kvarcnog pijeska obezbjeđuje da svi slojevi tokom vremena ostaju na svom mjestu uz postizanje dubinske filtracije. Nosivi slojevi kvarcnog pijeska sastoje se iz tri granulacije, donji sloj 2,0 do 3,25 mm, srednji sloj 1,0-2,0 mm i gornji sloj 0,7 do 1,2 mm. svaki sloj je visine 100 mm. Ovakav raspored slojeva i granulacije, pored gore navedenog, obezbjeđuje optimalnu distribuciju vode prema dizama u fazama filtracije i protivstrujnog pranja.
- očekivani vijek trajanja ispune je minimalno 10 do 15 godina, realno i 20 godina.

Ukupan volumen hidroantracita po filteru	1.227,18	litara
Ukupan volumen AFM po filteru	4.417,86	litara
Ukupan volumen nosivih slojeva kvarcnog pijeska po filteru	1.472,62	litara
Ukupan volumen svih ispuna po filteru:	7.117,66	litara

Ukupna težina hidroantracita po filteru	859,03	kg
Ukupna težina AFM po filteru	5.798,45	kg
Ukupna težina nosivih slojeva kvarcnog pijeska po filteru	2.356,19	kg
Ukupna težina svih ispuna po filteru:	9.013,67	kg

Budući da je opterećenje čvrstim materijama na filteru takođe visoko zbog povećanog doziranja koagulanta potrebnog za uklanjanje organskih jedinjenja, odabrana je sloj antracita na vrhu AFM medija kako bi se omogućila povećan kapacitet filtera za zadržavanje velikih količina čvrstih materija i smanjila učestalost povratnog ispiranja.

Pri konstantnom protoku, kako se čvrste čestice akumuliraju u filtracionom mediju, pritisak kroz filtre raste. Ovo se bilježi pomoću senzora diferencijalnog pritiska instaliranog između glavnog ulaza u filter i glavnog izlaza filtrirane vode. Kada se postigne jedan od sljedećih uslova: a) dostignut je unaprijed postavljeni diferencijalni pritisak, b) prošlo je maksimalno dozvoljeno vrijeme (tj. 72h) ili c) povratno pranje je ručno zatraženo od strane operatera, sekvencijalno povratno pranje svih četiri filtera automatski se pokreće. Djelovanjem na pneumatske ventile, filtrirana voda iz tri filtera preusmjerava se na dno preostalog filtera, čime se širi filtracioni medij i uklanjaju akumulirane čestice koje se odlažu kao otpadna voda. Ova operacija se ponavlja sve dok svi četiri filtera ne budu očišćeni. Dok je ovaj proces u toku (oko 5 minuta za svaki filter), ne dolazi do proizvodnje čiste vode. Štaviše, unos sirove vode se smanjuje (kroz kontrolu brzine pumpi) na tačno onaj protok koji je potreban za povratno pranje. Nakon završetka procesa povratnog pranja, protok se postepeno povećava kako bi se vratio na projektovanu vrijednost (dovoljno polako da se spriječe hidraulički udari u filtre). Ako je potrebno, prvi filtrat može se ispuštati tokom unaprijed postavljenog vremena (Run to Waste) dok voda ne dostigne željeni kvalitet. Na osnovu informacija od proizvođača odabranog medija, zračno čišćenje nije potrebno. Trajanje svih faza može biti definisano od strane korisnika.

Table 6: Filter pod pritiskom – Povratno ispiranje

Povratno ispiranje	Jedinica	Max	Prosjek	Min
Opterećenje čvrstih čestica po površini	$kg/h/m^2$	0.54	0.16	0.01
Maksimalna brzina opterećenja čvrstih čestica po površini	kg/m^2	8	8	8
Predviđeni ciklus filtracije	h	14.7	51.1	737.9
Projektovani ciklus filtracije	h	14.7	51.1	72.0
Brzina povratnog ispiranja	m/h	40.0	40.0	40.0
Protok povratnog ispiranja	m^3/h	196	196	196
Dužina povratnog ispiranja	min	6.0	6.0	6.0
Voda za ispiranje filtera	m^3	20	20	20
Voda za ispiranje tokom ciklusa ispiranja (svi filteri)	m^3	79	79	79
Prosječna količina vode za ispiranje po danu	m^3	128	37	26
Predviđena količina otklonjene čvrste materije u svakom ciklusu ispiranja	kg	157.1	157.1	15.3
Predviđena koncentracija čvrste materije u vodi za ispiranje	mg/l	2000.0	2000.0	195.1
"Run to waste" trajanje po ciklusu povratnog ispiranja	min	5	5	5
Prosječna "Run to waste" voda po danu	m^3	26.7	7.7	5.5

6.8 Disinfekcija filtracijskih medija

Voda iz postojećeg izvora trenutno se pumpa kroz prvi UV dezinfekcijski korak, a zatim se hlorira prije nego što se proslijedi krajnjim korisnicima.

Tretirana voda proizvedena u okviru ovog projekta za filtracijsku stanicu miješa se s izvorskom vodom uzvodno od UV dezinfekcije (i pumpi) i predstavlja samo manju frakciju ukupne količine vode koja prolazi kroz UV jedinice i daljnje dezinfekcijske korake. Tretirana voda iz jezera koristi se samo tijekom suhe sezone kada je voda uzeta iz izvora nedovoljna da dostigne projektovanu vrijednost za daljnju isporuku krajnjem korisniku. Stoga, projektni protok za pumpe, UV jedinice i finalnu dezinfekciju neće biti premašen miješanjem dva toka.

Ako se filtrirana voda dezinfekcira natrijevim hipohloritom (NaClO), preostali hlor će prolaziti kroz UV jedinice što može izazvati potencijalne probleme. Stoga, s obzirom na to da već postoji dvostupanjska dezinfekcija putem postojećih uređaja, preliminarna dezinfekcija tretirane vode na filtracijskoj stanici nije planirana.

Međutim, filtracijski medij zahtijeva dezinfekciju kako bi se spriječio rast bakterija (iako odabrani filtracijski medij već pruža neku zaštitu u tom smislu). Dezinfekcija filtracijskog medija osigurava se doziranjem natrijevog hipohlorita tijekom ispiranja (backwash). Dezinfekcija filtracijskog medija također je od ključne važnosti ako filtracijska jedinica neće raditi duže vrijeme. U tu svrhu, konačna koncentracija preostalog hlora nije kritična i može se ručno kalibrirati s vremena na vrijeme bez potrebe za instalacijom online mjerača slobodnog hlora.

Predlaže se instalacija jedne dozirajuće dijafragma pumpe (Grundfos DDC 9-7 maksimalnog protoka 9 l/h pri 7 bara i omjeru smanjenja 1:100). Rješenje natrijevog hipohlorita pohranjeno je u plastičnu posudu od 100 litara, koja osigurava volumen hemijskog rješenja dovoljnog za oko 27 dana u vrhunskim uvjetima. Kako bi se spriječilo prolijevanje u slučaju curenja, posuda je pohranjena unutar sekundarne posude s volumenom od 110 litara.



Figure 7: Izgled dijafragma pumpe.

Table 7: Dezinfekcija filtracionih medija

Koristi se za dezinfekciju filtera	Jedinica	Max	Prosjek	Min
Jačina NaClO rastvora	%	14.0	14.0	14.0
Gustoća NaClO rastvora	kg/l	1.2	1.2	1.2
Gustoća NaClO rastvora	g Cl/l	170.8	170.8	170.8
Doza hlora	mg Cl/l	5.00	5.00	5.00
Protok NaClO rastvora	l/h	5.7	3.4	1.1
Broj dozirnih pumpi		1	1	1
Protok odabrane dozirne pumpe	l/h	9	9	9
Tip dozirne pumpe		Dijafragma pumpa		
Pritisak dozirne pumpe	bar	7	7	7
Minimalni odnos smanjenja dozirnih pumpi	1:	7.8		
Dnevna konzumacija NaClO rastvora	l/d	3.7	0.6	0.2
Skladištenje NaClO rastvora	l	100	100	100
Skladištenje NaClO rastvora	d	27	154	652

6.9 Rezervoar za bistru vodu

Pročišćena voda se isporučuje cijevima DN250 u postojeći rezervoar za bistru vodu koji se nalazi u pumpnoj stanici. Sam rezervoar za bistru vodu nije obuhvaćen ovim projektom. Međutim, instaliran je hidrostatčki senzor nivoa, a signal se vraća u PLC/SCADA sistem postrojenja za filtraciju. Ovaj signal pruža korisne informacije o potrebnoj količini pročišćene vode i alarm visokog nivoa zaustavljanja rada postrojenja kako bi se spriječilo prelivanje iz rezervoara za bistru vodu.

Table 8: Predviđena proizvodnja pročišćene vode

	Jedinica	Max	Prosjek	Min
Ulazni protok	m^3	8640	8640	1728
Ekvivalentni prosječni gubitak tokom povratnog pranja mikrofiltera	m^3	31	21	15
Bez protoka tokom povratnog pranja filtera pod pritiskom	min	39.1	11.3	8.0
Bez protoka tokom povratnog pranja filtera pod pritiskom	m^3	235	68	10
Bez protoka tokom „Run to Waste“ (5 minuta x ciklus povratnog ispiranja)	min	8.1	2.4	1.7
Bez protoka tokom „Run to Waste“ (5 minuta x ciklus povratnog ispiranja)	m^3	27	8	5
Povećanje protoka sa nivoa povratnog ispiranja na projektovani u roku od 10 minuta	m^3	22	6	0
PREDVIĐENA PROIZVODNJA PROČIŠĆENE VODE	**m^3**	**8326**	**8538**	**1697**
	l/s	**96**	**99**	**20**
	% od ulaza	**4**	**1**	**2**

6.10 Rezervoar za vodu za ispiranje

Voda koja se koristi za povratno ispiranje mikrofiltera, pritiskom filtracija i druge struje kao što je " Run to Waste " sakuplja se u DN200. Maksimalni protok kroz ovu cijev jednak je protoku potrebnom za povratno ispiranje filtera. Voda za ispiranje se isporučuje kroz DN200 cijev u postojeći rezervoar za vodu za ispiranje kapaciteta 900 m³, smješten između hale filtracije i pumpne stanice. Sam rezervoar za vodu za ispiranje je izvan opsega ovog projekta, kao i svaki daljnji korak. Treba naglasiti da bi direktno ispuštanje supernatanta iz ovog rezervoara u jezero trebalo kritički ocijeniti kako bi se uskladilo s lokalnom legislativom i ne utjecalo na kvalitetu vode u jezeru u blizini izvora sirove vode.

Table 9: Predviđeno ispuštanje vode za ispiranje

	Jedinica	Max	Prosjek	Min
Od povratnog ispiranja mikrofiltera	m^3/d	31	21	15
Prosječno od povratnog ispiranja filtera pod pritiskom	m^3/d	128	37	26
Prosječno od "Run to Waste"	m^3/d	27	8	5
PREDVIĐENO ISPUŠTANJE VODE ZA ISPIRANJE	**m^3/d**	**186**	**65**	**47**
Max protok	**l/s**	**55**	**55**	**55**

7 Tehničke karakteristike glavne opreme

7.1 Pumpe sirove vode

Višestepena potopna pumpa za neprerađenu vodu, snižavanje podzemnih voda i povišenje pritiska. Pumpa je prikladna za pumpanje čistih rijetkih neagresivnih tečnosti bez krutih čestica ili vlakana. Motor je 3-fazni motor sa zaštitom od pijeska, ležajevima podmazanima tečnosti i membranom za izjednačavanje pritiska.

Tečnost

Ispumpana tečnost:	Voda
Maksimalna temperatura tekućine:	40 °C
Temperatura tečnosti tokom rada:	20 °C
Gustoća:	998.2 kg/m³

Tehnički podaci

Broj obrtaja na kom su bazirani podaci:	2900 rpm
Stvarni izračunati protok:	100 l/s
Napor pumpe:	6.559 bara
Tolerancija krivulje:	ISO9906:2012 3B
Povratni ventil:	DA

Materijali

Pumpa:	Nehrđajući čelik EN 1.4301 AISI 304
Rotor:	Stainless steel EN 1.4301 AISI 304
Motor:	Nehrđajući čelik DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304

Instalacija

Maksimalni pritisak okruženja:	35 bara
Tip priključka:	Rp
Veličina priključka:	6 inch
Prečnik motora:	8 inch

Električni podaci

Tip motora:	FRANKLIN
Motor flange design:	Grundfos
Nazivna snaga - P2:	55 kW

Snaga (P2) potrebna za pumpu:	55 kW
Mrežna frekvencija:	50 Hz
Nominalni napon:	3 x 380-400-415 V
Nominalna struja:	111-108-108 A
Cos phi - faktor snage:	0.89-0.87-0.84
Nominalna brzina:	2910-2920-2925 rpm
Početni metod:	DOL
Klasa kućišta (IEC 34-5):	IP58
Klasa izolacije (IEC 85):	F
Ugrađeni temp. prijenosnik:	Y
Neto težina:	238 kg

7.2 Turbidimetar sirove vode

Mjerenje zamućenosti provodi se metodom difuzije svjetlosti uzrokovane suspendovanim česticama u uzorku. Svjetlosna zraka zadane talasne dužinee šalje se u uzorak kroz prozirnu leću. Dio svjetlosti raspršen pod uglom od 90° prema suspendovanim česticama u uzorku vraća se u sondu kroz drugu optičku leću. Zatim ga detektuju unutrašnji krugovi i pretvaraju u električni signal proporcionalan zamućenosti uzorka. Izvor infracrvenog svjetla čini mjerenje neovisnim o boji uzorka.

Turbidimetar je namijenjen za mjerenje niskih vrijednosti mutnoće nefelometrijskom metodom te je u skladu sa ISO 7027 - EN 27027. Sonda je za preljevnu i in-line ugradnju. Analognim i digitalnim izlazom, sonda se može spojiti na PLC ili kontroler za prikupljanje podataka prikaz mjerenja i poruke koje vode kalibraciju i konfiguraciju.

Rasponi

Sonda se može konfigurirati u rasponu od 0,0 – 4,0 NTU do 0,0 – 400,0 NTU. Također je moguće pridružiti faktor skalabilnosti od 10% do 100% kako bi se dobile srednje vrijednosti pune skale na strujnoj petlji 4/20 mA putem digitalnih naredbi.

Način rada

Sonda se može konfigurisati za rad u analognom ili digitalnom načinu rada.

Analogni izlaz

Strujna petlja od 4/20 mA proporcionalna je glavnoj mjernoj vrijednosti. Strujna petlja je galvanski odvojena, za izravnu vezu s PLC-om ili transmiterom za prikupljanje i obradu podataka.

Serijsko sučelje

RS485 izolirano serijsko sučelje omogućuje kalibraciju i konfiguraciju sondi, istovremeni prijenos mjerenja zamućenosti, signala provjere i prosječne vrijednosti ambijentalnog svjetla i temperature. Funkcija pokretanja sistema omogućuje korisniku ažuriranje firmvera sonde.

Komunikacijski protokoli

Interni protokol zajedno s MODBUS RTU protokolom (03, 06, 16 funkcija) za prijenos mjerenja, konfiguraciju i kalibraciju sonde.

Softver za filtriranje

Softver filtera radi na ulaznom signalu senzora s dvije vremenske konstante koje se mogu odabrati. Kako bi se postigla dobra stabilnost očitanja i brz odgovor na promjene u procesu, korisnik može podesiti vrijeme odziva za male ili velike varijacije signala.

Samodijagnostika

"Check signal" omogućuje kontinuiranu provjeru statusa optičke leće i potencijalne odsutnosti uzorka u mjernoj ćeliji ili u spremniku. Namjenski alarm može se konfigurirati da upozori korisnika u slučaju potencijalnih kvarova.

Nulta stabilnost

Pulsirajući izvoru svjetla omogućuje da senzor izvodi automatsko nuliranje pri svakom mjernom ciklusu. Ova jedinstvena značajka jamči tačnost i stabilnost u uzorcima s gotovo nultom zamućenošću.

Temperaturna kompenzacija

Sonde uključuju senzor temperature za unutrašnju kompenzaciju optičke učinkovitosti.

Napajanje

Sonde se napajaju naponom od 9/36 Vdc na strujnoj petlji, a napajaju ga PLC ili transmiter za prikupljanje i obradu podataka ili napajanje postavljeno u seriju između analognog izlaza i uređaja za prikupljanje. Napajanje se osigurava strujnom petljom i u digitalnom načinu rada.

Suhi standard

Dostupan je dodatak za provjeru ispravnog rada i kalibracije sondi instaliranih u procesu bez potrebe za standardom zamućenosti formazina. Ako je to dopušteno kalibracijskim protokolom postrojenja, suhi standard se može koristiti za kalibraciju sonde.

Rasponi zamućenosti:	0/4.000 – 0/40.00 – 0/400.0 NTU
Faktor skalabilnosti 4/20 mA:	10/100 %
Osjetljivost:	70/130 %
Nula:	± 0,400 NTU

Rezolucija:	0,001 NTU
Tačnost:	0,2 % odabrane pune skale
Ponovljivost:	0,1 %
Nelinearnost:	0,1 %
Granične temperature:	0/50 °C
Napajanje:	9/36 Vdc
Strujna petlja:	4/20 mA izolirano
Opterećenje:	600 Ohm max. na 24 Vdc
Digitalni izlaz:	RS 485 izoliran
Protokoli:	Unutarnji ASCII i Modbus RTU (03, 06, 16 funkcije)
Brzina prijenosa:	2400/4800/9600/19200 bauda
Radna temperatura:	60 °C max.
Radni pritisak:	6 bara na 25 °C
Tijelo:	PVC-C
Kabal:	10 m (maks. 100 m), PVC omotač
Zaštita:	IP 68
EMC/RFI usklađenost:	EN 61326-2-3/2013, EN 55011/2009

Protočno kućište uzorka vode

Protok vode uzorka:	0,2 – 0,5 l/min
Radna temperatura:	0 – 50 °C
Temperatura uzorka vode:	0 – 50 °C
Pritisak uzorka vode:	max. 6 bar na 20 °C
Materijal kućišta:	PVC
Materijal brtvi:	NBR

Unosi

Ulaz za digitalne sonde i transmitere. Transmiter – kontroler ulaznih podataka

Prikaz

Višeredni grafički zaslon prikazuje mjerenu vrijednost i poruke koje vode korisnika kroz postavljanje, konfiguraciju i tokom normalnog rada.

Tipkovnica

Postoje namjenske tipke za izravan pristup kalibraciji nule i osjetljivosti, kao i konfiguraciji zadane vrijednosti.

Konfiguracija i postavljanje

Namjenski izbornik za sistem i pojedinačne ulaze, sa zaštitom lozinkom.

Način rada

Mjerila mogu raditi u automatskom, mjernom ili simuliranom načinu rada kako bi se olakšalo pokretanje ili održavanje.

Dva analogna izlaza

Može se adresirati na bilo koji ulaz i programirati 0/4 – 20 mA na dvije tačke ljestvice. Omogućuju PID kontrolu ili prijenos izmjerenih vrijednosti.

Digitalni izlaz

Izolirani RS485 s dva komunikacijska protokola, internal i Modbus RTU (03, 06 i 16 funkcija).

Izlazni releji

Četiri releja koja se mogu adresirati na ulaze, alarm ili automatsko čišćenje, s min/max postavljenim tačkama.

PID regulacija

Vrijednost aktiviranja na displeju. Korisnik može odabrati upravljanje 4/20 mA, PFM (pulsna frekvencijska modulacija) ili PWM (impulsna širinska modulacija) upravljanje upućeno odgovarajućem releju.

Alarmi

Namjenski relej za minimalne/maksimalne vrijednosti mjerenja, prekomjernu stalnost postavljenih tačaka i prisutnost logičkih ulaza. Alternativno, ovaj relej se može adresirati i posvetiti regulacijskoj funkciji.

Logički ulazi

Dva kontakta slobodnog napona mogu generirati stanje čekanja ili alarma.

Autočišćenje

Namjenski relej za aktiviranje vanjskog uređaja za automatsko čišćenje. Ciklus čišćenja može se programirati u smislu učestalosti, trajanja i vremena zadržavanja. Alternativno, ovaj relej se može adresirati na funkciju regulacije.

Univerzalno napajanje

Od 85 do 264 Vac, 50/60 Hz. Opcija niskog napona omogućuje napajanje jedinice od 9 do 36 Vdc ili od 12 do 24 Vac, 50/60 Hz.

Jednostavna instalacija

Kontroler ima stepen zaštite IP66. Prikladni su za montažu na zid ili za DIN šinu i rukohvat uz pomoć dodatne opreme. Za ugradnju u ormar stepen zaštite je IP65.

Tehnički podaci

Ulazi za digitalne sonde:	Preljevna sonda za mutnoću, PVC-C
Tastatura:	4 (8) tipki
Zaslon:	višelinijska grafika
Dvostruki analogni izlaz:	0-20 mA / 4-20 mA Rmax 600 Ω
Digitalni izlaz:	izolirani RS485. Interni i Modbus RTU protokoli (03 funkcija)
Dvostruka zadana vrijednost HI/LO:	ON/OFF - PID - PFM – PWM, SPST releji
Histereza:	0 ÷ 10 % ljestvice
Odgoda:	0 ÷ 100,0 sekundi
Alarm:	SPDT relej, odgoda 0 ÷ 100,0 sekundi
Funkcija čišćenja:	isključeno / autoclean / ručno, vrijeme ponavljanja SPDT releja 0,1 ÷ 100,0 sati čišćenja vrijeme 1,0 ÷ 60,0 sekundi vrijeme zadržavanja 0,0 ÷ 20,0 minuta
SPST i SPDT kontakti releja:	220 V - 5 A otporno opterećenje
Radna temperatura:	-10 ÷ 60 °C
Vlažnost:	95 % bez kondenzacije
Napajanje:	85 ÷ 264 Vac - 50/60 Hz
Niskonaponsko napajanje:	9 ÷ 36 Vdc, 12 ÷ 24 Vac (opcija 091.42x)
Terminalni blokovi:	uklonjivi
Kućište:	ABS, IP 65 zaštita (zidna ugradnja)
	Metalik, samo prednja ploča IP 65 (ugradnja u ormar)
Dimenzije:	256x230x89 mm (zidna ugradnja)
	98x98x104 mm, 90x90x95 mm izrez ploče (ugradnja u ormar)
EMC/RFI usklađenost:	EN 61326-2-3/2013 – EN 55011/2009

7.3 In-line instrumentacija za mjerenje pH, redoxa i slobodnog rezidualnog hlora

Analizator – kontroler omogućava prikaz i kontrolu tri procesne mjerne veličine za pH, ORP, slobodni rezidualni hlor, te dodatno i temperaturu.

Raspon

Slobodni hlor:	0 ÷ 2.000 ppm / mg/l HOCl; 0 ÷ 20,00 ppm / mg/l HOCl
pH vrijednost:	0 ÷ 14,00 pH
Redox – ORP:	-2000 ÷ 2000 mV
Temperatura:	-10,0 ÷ 110,0 °C, 14,0 ÷ 230,0 °F

Konfiguracija

Zadana konfiguracija je za mjerenje rezidualnog hlora, pH i ORP. Međutim, regulator se lako može konfigurirati za hlor-pH-pH ili hlor-ORP-ORP.

pH kompenzacija

Mjerenje slobodnog hlora može se automatski kompenzirati s obzirom na varijacije pH izmjerene priključenim senzorom pH ili signalom od 4-20 mA iz vanjskog pH metra. Kompenzacija se provodi pomoću interne tablice koja se može uređivati prema stvarnim uvjetima svake instalacije.

Prikaz

Višeredni grafički zaslon prikazuje vrijednosti mjera i poruke koje vode korisnika kroz postavljanje, konfiguraciju i tokom normalnog rada.

Tastatura

Postoje namjenske tipke za izravan pristup kalibraciji nule i osjetljivosti, kao i konfiguraciji zadane vrijednosti.

Način rada

Mjerilo može raditi u automatskom, mjernom ili simuliranom načinu rada kako bi se olakšalo pokretanje ili održavanje.

Softver za dva filtera

Korisnik može postaviti dva filtra kako bi dobio stabilno očitanje i brži odgovor na varijacije mjerenja u procesu.

Dva analogna izlaza

Može se adresirati na bilo koji ulaz i programirati 0/4 – 20 mA na dvije tačke ljestvice. Omogućuju PID kontrolu ili prijenos izmjerenih vrijednosti.

Digitalni izlaz

RS485 izolirani izlaz, s protokolima interni i MODBUS RTU (funkcija 03).

Dva On/Off regulatora

Neovisan i adresiran na bilo koji ulaz s programabilnom zadanom tačkom na ljestvici.

PID izlaz

Tokom PID kontrole preko analognog izlaza prikazuje se razina aktiviranja. Korisnik može odabrati FM regulaciju (frekvencija impulsa) ili WM (širina impulsa) upućenu dodijeljenom releju.

Alarm

Relej je namijenjen minimalnim/maksimalnim vrijednostima mjera, prekomjernoj aktivaciji releja i prisutnosti logičkih ulaza. Alternativno, ovaj relej se može adresirati i namjeniti za funkciju upravljanja.

Logički ulazi

Dva kontakta slobodnog napona mogu generirati stanje čekanja ili alarma.

Autočišćenje

Relej je namijenjen vanjskom uređaju za samočišćenje senzora. Ova se funkcija u potpunosti može programirati putem softvera kontrolera. Alternativno, ovaj relej se može adresirati i namjeniti za funkciju upravljanja

Univerzalno napajanje

Od 85 do 264 Vac, 50/60 Hz. Opcija niskog napona omogućuje napajanje jedinice od 9 do 36 Vdc ili od 12 do 24 Vac, 50/60 Hz.

Jednostavna instalacija

Zaštita IP65. Prikladni su za montažu na zid ili za DIN šinu i rukohvat uz pomoć dodatne opreme.

Analizator je kompatibilan s pH, ORP i Cl senzorima, te s bilo kojim amperometrijskim senzorom (polarografskim ili potenciostatskim) s dvije ili tri elektrode. Mjerenje i kompenzacija temperature vrši se dvožilnim ili trožilnim sondama Pt100 ili Pt1000.

Tehnički podaci

Ulazi:	potenciostatski senzori
	polarografski membranski senzori
	pH elektrode (staklo/antimon)
	ORP
	Pt100 / Pt1000
Nula:	± 20%, ± 5,0 °C, ± 9°F

Osjetljivost:	12,5 ÷ 250 %
Rezolucija:	1 znamenka
Tačnost:	0,2 %
Ponovljivost:	0,1 %
Nelinearnost:	0,1 %
Softver dvostrukog filtra:	0,4 ÷ 50,0 sekundi za male i velike varijacije
Dvostruki analogni izlaz:	0-20 mA / 4-20 mA Rmax 600 Ω
Digitalni izlaz:	RS485 izoliran, interni protokol ASCII i MODBUS (funkcija 03)
Dvostruka zadana vrijednost HI/LO:	ON/OFF - PID - PFM - PWM, SPST releji
Histereza:	0 ÷ 10 %
Odgoda:	0 ÷ 100,0 sekundi
Alarm:	SPDT relej s kašnjenjem 0 ÷ 100,0 sekundi
Funkcija čišćenja:	isključeno / autoclean / ručno, relej SPDT
vrijeme ponavljanja:	0,1 ÷ 100,0 sati
vrijeme čišćenja:	1,0 ÷ 60,0 sekundi
vrijeme držanja:	0,0 ÷20,0 minuta
SPST i SPDT kontakti releja:	220 V - 5 A otporno opterećenje
Radna temperatura:	-10 ÷ 60 °C
Vlažnost:	95% bez kondenzacije
Napajanje:	85 ÷ 264 Vac - 50/60 Hz
	9 ÷ 36 Vdc, 12 ÷ 24 Vac (opcija 091.42x)
Terminalni blokovi:	uklonjivi
Težina:	1360 g
Kućište:	ABS, IP 65 zaštita (CL 6587.103)
EMC/RFI usklađenost:	EN 61326

7.4 Transmiteri pritiska

Transmiteri tlaka serije MPS prikladni su za tekućine, mjerenje i kontrolu pritiska plina u umjerenim medijima, sa senzorskom sondom koja radi vrlo dobro s dugom stabilnošću čak i na visokoj temperaturi od 125 °C. Odlikuju se sljedećim:

- Kompaktan dizajn
- Vrsta zaštite IP65
- Nehrđajući čelik otporan na koroziju
- Jednostavna instalacija

Tehnički podaci

Temperaturna granica:	-40 - 125 °C
Kompenzirana temp. ograničenje:	0...100 °C
Tačnost:	±0,5% pune skale
Stabilnost:	±0,15% pune skale/god
Prekomjerni pritisak:	Puni mjerni raspon - 2,5X
Nulta ravnoteža:	±5% Puna skala

Materijali

Okvašeni dijelovi:	AISI 316
Tijelo transmitera:	AISI 304

Priključak: ¼" G

Električni podaci

Izlazni signal:	4-20 mA, dvožično
Napajanje:	10 – 36 VDC
Elektro priključak:	DIN 43650A
Zaštita:	IP 65

7.5 Transmiter diferencialnog pritiska

Transmiteri tlaka serije MPS prikladni su za tekućine, mjerenje i kontrolu pritiska plina u umjerenim medijima, sa senzorskom sondom koja radi vrlo dobro s dugom stabilnošću čak i na visokoj temperaturi od 120 °C

Mjerni podaci

Tačnost:	±0,4%
Histereza, ponovljivost:	0,05%
Preopterećenje:	6xmjerni opseg, max. 40 bar
Opseg termičke kompenzacije:	0 – 70 °C
Termička greška:	0,2%/10 °C
Dugotrajna stabilnost:	0,5%/god

Tehnički podaci

Stepen zaštite:	IP 65
Materijal u kontaktu sa medijem:	AISI 316
Materijal kućišta:	AISI 304

Električni podaci

Izlazni signal:	4-20 mA, dvožično
Napajanje:	10,5 – 36 VDC

Radni podaci

Ambijentna temperatura:	-25 - +80 °C
Temperatura medija:	-25 - +120 °C

7.6 Višeslojni tlačni filteri (Dual media filteri)

Ulanjanje suspendovane materije preostale u vodi nakon procesa taloženja izvršit će se na višeslojnim tlačnim filterima.

Projektni kriteriji za tlačne filtere

-	Tip filtera	vertikalni tlačni filteri
-	Projektovanje i izrada	AD 2000, PED 97/23 CE Art 3.3 (SEP)
-	Broj jedinica	4
-	Projektni pritisak	6 bar
-	Ukupan protok kroz filtere	100 l/s (360 m3/h)
-	Površinsko opterećenje	max. 18,6 m3/m2.h (m/h)
-	Prečnik filtera	2,5 m
-	Ukupna visina	4220 m
-	Visina cilindričnog dijela filtera	2000 mm
-	Materijal filtera	ugljenični čelik

Antikorozivna zaštita

Svi zavareni spijevi očišćeni i pasivizirani prema DIN 14879. Sve površine – unutrašnje i vanjske moraju biti pjeskarene čeličnom sačmom. Hrapavost i završna obrada prema švedskom standardu SA 2.5, ISO 8501-1:1988. Sve ivice cijevi i prirubnica, kao i mašinski obrađivane površine kao što su rupe za dizne na međuploči dizni moraju biti oborene i zaobljene. Nakon gornje pripreme, sve kritične površine se prefarbaju četkom. Posebnu pažnju obratiti na prirubnice, zavare, manhole, uglove ...

Unutarnja zaštita: Epoxy sistem zaštite ukupne debljine 300 µm, prehrambeni kvalitet uz obavezan atest za prehrambenu primjenu i pitku vodu.

Vanjska zaštita: temeljni premaz + epoxy zaštita 150 µm + završni sloh poliuretan min. 40 µm. Ukupna debljina vanjske zaštite minimalno 200 µm.

Filterska ispuna

Nosivi slojevi kvarcnog pijeska ili Garneta – minimalno dva sloja, donji sloj veće, a gornji manje granulacije. Ukupna visina nosivih slojeva ne smije biti manja od 200 mm.

Filtracioni slojevi: minimalno dva sloja različitog filtracionog materijala (npr. Kvarcni pijesak i hidroantracit, ili slično). Odabrani filtracioni materijali i granulacije moraju obezbjediti dubinsku filtraciju. Ukupna visina filtracionih slojeva ne smije biti manja od 900 mm. Granulacije i tip ispune određuje izvođač projektom.

Filterske sapnice

Minimalno 50 kom/m2. Tip sapnica koji omogućava pranje ispune vodom i zrakom. Materijal sapnica: polipropilen.

Revizioni priključci

Svaki filter mora imati minimalno tri reviziona priključka (Manhole) – po jedan na gornjem i donjem dancetu i jedan na cilindričnom dijelu filtera. Minimalni nazivni otvor revizionih priključaka DN500 mm.

Posebni elementi filtera

Minimlano 2 kom. uški za dizanje. Za slučaj mogućnosti sifoniranja, svaki filter mora biti snabdjeven protuvakumskim odzračno-dozračnim ventilom. Svaki filter mora imati ručni ventil za potpuno pražnjenje.

Način upravljanja radom filtera

Svaki filter snabdjeven je sa sistemom ventila koji omogućavaju automatski rad filtera u fazama rada i pranja filtera vodom. Odzraka u fazi panja filtera zrakom je automatska. Pranje filtera je sekvencialno i upravlja se preko PLC-a, bilo centralnog ili zasebnog za svaki filter. Nije dozvoljena mogućnost istovremenog pranja dva ili više filtera.

Tehnički zahtjevi za upravljačke ventile na filterima

Tip ventila:	leptir ventili sa vanjskim pogonom, zakretanje 90°
Tip pogona:	Elektro pogoni 24 V AC/DC ili odgovarajući slični pogon
Klasa zaštite pogona:	IP65
Vrijeme zatvaranja:	<25 sekundi
Signalizacija:	Limitni prekidači krajnjeg položaja, max. 24V, AC/DC za signalizaciju položaja prema centralnom PLC-u, min. 10 mA do 5A

Materijali ventila

Tijelo ventila:	Ductile željezo GJS1030 ili lijevano željezo GJL1040,
Obloga – brtva:	EPDM
Leptirica – disk:	AISI 316 (1.4408)
Vreteno:	AISI 630 (1.4542) ili AISI 316L (1.4404) ili AISI420 (1.4028)
AKZ zaštita:	EPOXY min. 80 µm

Pranje filtera vrši se prioritetno po padu pritiska, odnosno kada diferencijalni pritisak na ulaznoj i izlaznoj strani filtera dostigne setovanu vrijednost. U tu svrhu potrebno je obezbjediti odgovarajući diferencijalni manometar ili transmiter diferencijalnog pritiska za iniciranje pranja filtera. Dodatno, filteri trebaju imati mogućnost vremenskog pranja tako da se filteri operu ako se u predviđenom vremenu ne dostigne setovana vrijednost diferencijalnog ritiska.

Pranje filtera vrši se vodom i zrakom sekvencialno. Nije dopušteno istovremeno (sinhrono) pranje zrakom i vodom.

Za pranje zrakom neophodno je obezbjediti duvaljke (kompresore) za zrak. Kapacitet duvaljki – količina zraka i pritisak, određuje izvođač projektoom, a prema odabranom tipu ispune filtera.

Za pranje filtera vodom koristi se filtrirana (čista) voda. U tu svrhi izvođač je dužan projektovati način uzimanja filtrirane vode (npr. iz rezervoara pitke vode, zasebnog rezervoara vode za pranje filtera ili slično), te definisati i obezbjediti izvršne elemente pranja filtera (npr. pumpe za pranje filtera, gravitacioni dovod za pranje ili slično), sa odgovarajućim instalacijama i regulacionim organima.

U fazi protupranja filtera vodom, vršit će se dezinfekcija ispune doziranjem natrijum hipoklorita u vodu pranja. Doziranje se vrši dozirnim sistemom sačinjenim uglavnom od mebranske dozirne pumpe, spremnika natrijum hipoklorita te ostalih dozirnih komponenti (usisni ventil, injekcioni ventil, nivoprekidač za zaštitu dozirne pumpe pri nestanku dozirnog sredstva, cijevi, nosača i dr.). dozirnu pumpu dimenzionirati da sadržaj slobodnog rezidualnog hlora u vodi za pranje filtera u fazi protupranja bude do 4,0 ppm. Stvarna doza utvrdit će se u radnim uslovima, tako da rezidulani hlor u vodi nakon protupranja bude minimalan, odnosno ispod 0,1 ppm.

Filteri rade na radnom nadpritisku 1,0 do 3,0 bar. Održavanje pritiska vrši se regulacionim ventilom pritiska postavljenim na izlaznom zbirnom cjevovodu. Tip ventila je elektromotorni regulacioni ventil, regulacija na osnovu pritiska mjerenog transmiterim pritiska ispred ventila.

7.7 Dozirni sistem za dezinfekciju ispune filtera

Dezinfekcija ispune filtera vrši se u cilju zaštite od mikrobiološkog zagađenja ispune. Vrši se doziranjem otopine hlora koncentracije 12 do 15%, komercalni natrijum hipoklorit. Radi zaštite tehnološke opreme i elektronike od agresivnih isparenja otopine, smještaj i skladištenje natrijum hipoklorita vrši se u zasebnoj ventiliranoj prostoriji. Sama dozirna pumpa nije smještena u ovoj prostoriji.

Dozirna pumpa se uključuje sekvencialno u fazi protustrujnog pranja svakog filtera, uključenje i isključenje je upravljano preko centralnog PLC-a. Dozirna hemikalija je otopina hlora u vodi – natrijum hipoklorit, koncentracje 12 do 15%. Materijali u dodiru sa dozirnim medijem moraju biti otporni na 12 do 15% natrijum hipoklorit.

Osnovne karakteristike dozirne pumpe

Tip pumpe:	dozirna membranska pumpa
Prosječna doza:	2,0 g/m3
Maksimalna doza:	5,0 g/m3
Kapacitet:	9,0 l/h
Opseg namještanja:	1 do 100% punog kapaciteta
Upravljanje:	impulsni signal sa centralnog PLC-a za doziranje proporcionalno protoku
Kontrola:	LCD displej za namještanje količine hlora prema impulsu
Instaliranje:	Izvan prostorije u kojoj se skladišti i rukuje sa natrijum hipokloritom.
Spremnik hipoklorita:	Dozirni spremnik zapremine 200 litara, izrađen od polietilena ili odgovarajućeg materijala otpornog na dozirnu otpinu, graduiran, sa navojnim poklopcem min. 200 mm, opremljen usisnim ventilom i nivoprekidačem za zaštitu pumpe od rada na suho.
Zaštitna kada:	Zaštitna prelivna kada za sprečavanje akscesnog izljevanja natrijum hipoklorita iz spremnika. Zapremina minimalno 200 litara. Materijal PE ili drugi, otporan na dejstvo dozirnog sredstva.

Dozirne pumpe za koagulant i hlor

SMART Digital DDC je dozirna pumpa s membranom, kompaktnim pozitivnim pomakom, pogonom promjenjivebrzine (koračnim – step motorom) i inteligentnom regulacijskom elektronikom s minimalnom potrošnjom energije.

SMART Digital serije za doziranje rade pri punoj dužini udara kako bi osigurale optimalnu preciznost, pumpanje i usis, čak i za tekućine visoke viskoznosti ili otplinjavanja.

Vrijeme trajanja svakog udara pražnjenja varira u skladu sa kapacitetom kompleta, što rezultira optimalnom glatkoćom i kontinuiranim tokom pražnjenja.

Montažna ploča s klik-stop opcijom omogućava instalaciju u tri različita položaja bez korištenja bilo kakve dodatne opreme.

Kontrolni displej može se jednostavno postaviti u prednji, lijevi ili u desni položaj.

Točkić za klikanje i višebojna grafika pozadinskog osvjetljenje, LCD displej s običnim tekstom čini puštanje u pogon i rad intuitivnim.

Kontrolni elementi su zaštićeni transparentnim poklopcem.

Glava za doziranje sastoji se od:

- Potpune PTFE membrane s dugim vijekom trajanja i otporne na hemikalije.
- Dvostrukih kugličnih ventila za najbolju preciznost doziranja.
- Ventila za odzračivanje za jednostavno pokretanje

Načini rada

- Manualno doziranje u ml/h, I/h ili gph.
- Kontrola impulsa u ml/impuls (uklj. memorijsku funkciju).
- Analogna kontrola 0/4-20 mA.

Druge funkcije

- Dva SlowMode (spori mod) koraka (anti kavitacija), 50% (maksimalan protok= 4.5 l/h) i 25% (maksimalan protok= 2.25 l/h), npr. za tekućine visoke viskoznosti ili otplinjavanja.
- Displej sa servisnim informacijama za prikaz kada je potreban servis i koji je broj za narudžbu istrošenog dijela.
- Funkcija zaključavanja pomoću tipke u dva koraka radi zaštite pumpe od neovlaštenog pristupa.
- Funkcija dodatnog displeja radi pružanja daljnjih informacija, npr. aktualni mA ulazni signal.
- Brojač ukupno dozirane količine (podesiv), radni sati i drugo.
- Pohranjivanje i učitavanje prilagođenih postavki kao i ponovno učitavanje tvorničkih postavki.

Signalni ulazi / izlazi

- Ulaz za impuls, analogno 0/4-20 mA, vanjsko zaustavljanje.
- Ulaz za signal u slučaju niskog nivoa ili praznog spremnika.
- Dva potencijalno slobodna izlazna releja za maksimalno 30 V AC/DC (moguće konfiguriranje, npr. alarm, signal udara, doziranje pumpe,itd)

Instalacijski komplet uključuje:

- priključke za 2 pumpe (Hose 9/12 mm 6).
- Nožni ventil (bez prekidača nivoa).
- Jedinica za ubrizgavanje
- Crijevo za pražnjenje, 6 m PE.
- Crijevo za usis, 2 m PVC.
- Crijevo za odzračivanje, 2 m PVC (4/6 mm).

Tehnički podaci

Tipski ključ:	DDC 9-7 AR-PVC/E/C-F-31I002FG
Maks. Protok:	9 l/h
Maks. protok u sporom režimu 50%:	4.5 l/h
Maks. protok u sporom režimu 25%:	2.25 l/h
Min. protok:	9.0 ml/h
Omjer odbacivanja:	1:1000
Odobrenja na natpisnoj pločici:	CE,CSA-US,NSF61,EAC,RCM
Tip ventila:	Standard
Maksimalna viskoznost na 100%:	50 mPas

Maks. viskoznost u sporom režimu 50%: 1300 mPas

Maks. viskoznost u sporom režimu 25%: 2000 mPas

Preciznost ponavljanja:	1 %

Materijali

Visina doziranja:	PVC (polivinil hlorid)
Kugla ventila:	Keramika
Brtva:	EPDM

Instalacija

Raspon temperature okoline:	0 .. 45 °C
Maksimalan radni pritisak:	7 bara
Instalacijski komplet:	DA
Tip instalacije:	9/12 mm do 60 l/h,13 bara
Ulaz pumpe:	Hose 9/12 mm 6
Ispust pumpe:	Hose 9/12 mm 6
Maks. Podizanje usisa tokom rada:	6 m
Maks. Podizanje usisa tokom usisavanja:	2 m

Tečnost

Ispumpana tečnost:	Voda
Raspon temperatura tekućine:	0 .. 45 °C
Temperatura tečnosti tokom rada:	20 °C
Gustoća:	998.2 kg/m³

Električni podaci

Maksimalna ulazna snaga - P1:	22 W
Mrežna frekvencija:	50 / 60 Hz
Nominalni napon:	1 x 100-240 V
Klasa kućišta (IEC 34-5):	IP65 / TYPE 4X
Dužina kabla:	1.5 m
Tip kablovskog utikača:	EU
Struja uključivanja:	25A pri 230V za 2ms

Kontrole

Varijanta nadzora:	AR
Nadzor nivoa:	DA

Analogni ulaz:	0/4-20 mA
Nadzor pulsa:	DA
Ekst. Stop ulaz:	DA
Izlazni releji:	2

Drugo

Neto težina:	2 kg
Bruto težina:	3 kg
Boja:	CRVENO
Zemlja porijekla:	FR

8 Preliminarni hidraulički profil

Preliminarni hidraulični profil je pripremljen na osnovu sljedećih pretpostavki:

- Visoki i niski nivo vode u jezeru još uvek nisu poznati. Pretpostavlja se da je potrebno obezbijediti minimalni hidrostatički nivo od 10m pri visokim nivoima, dok se tokom niskih nivoa ovaj nivo povećava na 15m.
- Dužina cijevi je aproksimirana s viškom. Za izračunavanje gubitka pritiska u punim cijevi korišćena je Hazen-Williamsova jednačina sa konstantom hrapavosti od 120 (konzervativna vrijednost za PE cijevi).
  Hazen-Williamsova jednačina za protok pune sekcije u kružnim cijevima:

$$h_f = L\frac{10{,}67\left(\frac{Q}{1000}\right)^{1{,}852}}{C_{HW}^{1{,}852}\cdot d^{4{,}8704}}$$

  gdje je:
  hf = gubitak visine u metrima
  L = dužina cijevi u metrima
  Q = volumni protok u l/s
  CHW = Hazen-Williamsova konstanta hrapavosti
  d = unutrašnji prečnik cijevi u m
  Za specifičnu primjenu: Hazen-Williamsova konstanta hrapavosti = 120 (konzervativna vrijednost za P.E. cijevi).
- Gubitak pritiska u fitinzima je izračunat u odnosu na višekratne kinetičke energije koristeći konzervativnu vrijednost od 10.

$$h_{fittings} = 10\frac{v^2}{2g}$$

  gdje je:
  hfittings = gubitak visine u metrima
  10 = okviran koeficijent za sve fitinge
  v = brzina protoka u m/s
  g = gravitaciono ubrzanje 9,81 m/s2
- Prema podacima dobijenih od proizvođača, gubitak pritiska u čistim mikrofilterima i filterom pod pritiskom je 0,15 bar
- Maksimalno dozvoljeni gubitak pritiska kroz prljave mikrofiltre i filter pod pritiskom = 0,50 bar

Table 10: Scenario 1: Maksimalni protok i maksimalni pritisak za ulazne pumpe

	Element	Protok	Prečnik cijevi	Dužina	Brzina	Pritisak vode (nizvodno)	Gubitak trenja i gubitak pritiska u fitinzima	Pritisak vode (uzvodno)
		l/s	mm	m	m/s	bar	bar	bar
1	Ispust u rezervoar za čistu vodu	100.0				0.00	0.00	0.00
2	Cijev punog preseka	100.0	250	100.0	2.04	0.00	0.40	0.40
3	**Ventil za kontrolu pritiska**	100.0				0.40	0.00	2.30
4	**Filter pod pritiskom (zaprljan, 0,5 bara)**	25.0				2.30	0.00	2.80
5	Cijev punog preseka	100.0	250	10.0	2.04	2.80	0.23	3.03
6	**Mikrofilter (zaprljan 0,5 bara)**	100.0				3.03	0.00	3.53
7	Cijev punog preseka	100.0	250	200.0	2.04	3.53	0.58	4.11
8	Hidrostatički nivo			15.0	0.00	4.11	0.00	5.61
							Inlet pumps discharge pressure	**5.61**

Table 11: Scenario 2: Minimalni protok i minimalni pritisak za ulazne pumpe

	Element	Protok	Prečnik cijevi	Dužina	Brzina	Pritisak vode (nizvodno)	Gubitak trenja i gubitak pritiska u fitinzima	Pritisak vode (uzvodno)
		l/s	mm	m	m/s	bar	bar	bar
1	Ispust u rezervoar za čistu vodu	20.0				0.00	0.00	0.00
2	Cijev punog preseka	20.0	250	100.0	0.41	0.00	0.02	0.02
3	**Ventil za kontrolu pritiska**	20.0				0.02	0.00	2.30
4	**Filter pod pritiskom (čist, 0,15 bara)**	20.0				2.30	0.00	2.45
5	Cijev punog preseka	20.0	250	10.0	0.41	2.45	0.01	2.46
6	**Mikrofilter (čist, 0,15 bara)**	20.0				2.46	0.00	2.61
7	Cijev punog preseka	20.0	250	200.0	0.41	2.61	0.03	2.64
8	Hidrostatički nivo			10.0	0.00	2.64	0.00	3.64
							Pritisak ispuštanja ulaznih pumpi	**3.64**

Table 12: Scenario 3: Povratno ispiranje filtera (početak)

	Element	Protok	Prečnik cijevi	Dužina	Brzina	Pritisak vode (nizvodno)	Gubitak trenja i gubitak pritiska u fitinzima	Pritisak vode (uzvodno)
		l/s	mm	m	m/s	bar	bar	bar
1	Ispust u rezervoar za čistu vodu	54.2				0.00	0.00	0.00
2	Cijev punog preseka	54.2	200	50.0	1.72	0.00	0.24	0.24
3	**Filter pod pritiskom (zaprljan, 0,5 bara)**	54.2				0.24	0.00	0.74
4	**Filter pod pritiskom (zaprljan, 0,5 bara)**	18.1				0.74	0.00	1.24
5	Cijev punog preseka	54.2	250	10.0	1.10	1.24	0.07	1.31
6	**Mikrofilter (zaprljan 0,5 bara)**	54.2				1.31	0.00	1.81
7	Cijev punog preseka	54.2	250	200.0	1.10	1.81	0.18	1.99
8	Hidrostatički nivo			10.0	0.00	1.99	0.00	2.99
							Pritisak ispuštanja ulaznih pumpi	**2.99**

Table 13: Scenario 4: Povratno ispiranje filtera (kraj)

	Element	Protok	Prečnik cijevi	Dužina	Brzina	Pritisak vode (nizvodno)	Gubitak trenja i gubitak pritiska u fitinzima	Pritisak vode (uzvodno)
		l/s	mm	m	m/s	bar	bar	bar
1	Ispust u rezervoar za čistu vodu	54.2				0.00	0.00	0.00
2	Cijev punog preseka	54.2	200	50.0	1.72	0.00	0.24	0.24
3	**Filter pod pritiskom (čist, 0,15 bara)**	54.2				0.24	0.00	0.39
4	**Filter pod pritiskom (čist, 0,15 bara)**	18.1				0.74	0.00	0.54
5	Cijev punog preseka	54.2	250	10.0	1.10	1.24	0.07	0.61
6	**Mikrofilter (čist, 0,15 bara)**	54.2				1.31	0.00	0.76
7	Cijev punog preseka	54.2	250	200.0	1.10	1.81	0.18	0.94
8	Hidrostatički nivo			10.0	0.00	1.99	0.00	1.94
							Pritisak ispuštanja ulaznih pumpi	**1.94**

9 Proračun pontona

9.1 Osnovni proračunski parametri

1) Ukupna težina konstrukcije

Ponton sa pumpom $G_p \approx 19{,}998\ kN$

2) Ukupna zapremina cijevi pontona

$$V_p = \frac{d^2}{4} \cdot \pi \cdot l \cdot n = \frac{0{,}616^2}{4} \cdot 3{,}14 \cdot 6 \cdot 2 = 3{,}1\ m^3$$

Gdje je:

- D – prečnik cijevi pontona
- L – dužina cijevi pontona
- N – broj cijevi pontona

9.2 Stanje ravnoteže pontona

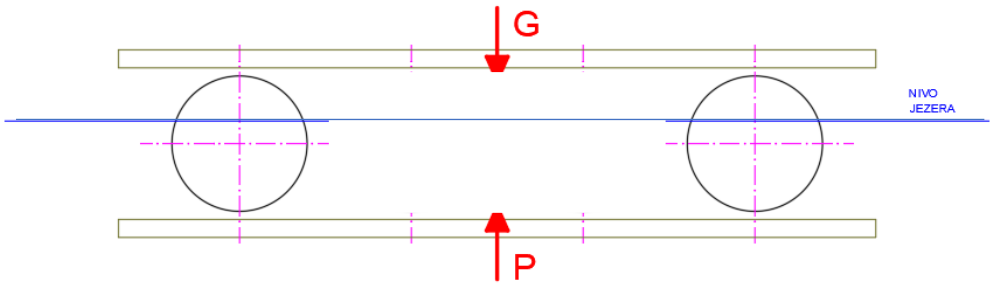


Figure 8: Odnos sila koje djeluju na ponton.

1) Pokretno opterećenje

$P_0 \approx 3\ kN$ – zanemarivo jer je njegova vrijednost mala u poređenju sa ukupnom težinom pontona G_p. Ovako mala vrijednost nema značajan uticaj na stabilnost ili ravnotežu pontona u poređenju sa glavnim silama i kapacitetima sistema.

2) Zapremina potopljenog dijela cijevi pontona

Arhimedov zakon: Potopljena zapremina pontona ΔVp mora biti takva da sila uzgona P balansira težinu pontona Gp, jer su ponton i pumpa u stanju ravnoteže.

$$P = G_p \approx 19{,}998kN$$

Uzgonska sila se izražava kao:

$$P = \gamma \cdot \Delta V_p$$

Iz ove jednačine dobijamo da je zapremina potopljenog dijela cijevi pontona:

$$\Delta V_p = \frac{P}{\gamma} = \frac{G_p}{\gamma} = \frac{19{,}998}{10} = 1{,}9998\ m^3$$

Gdje je:

- ɣ - specifična težina vode (10 kN/m^3)

3) Ukupni uzgon kada je ponton potpuno potopljen

$$P_{max} = \gamma \cdot V_p = 10 \cdot 3{,}1 = 31\ kN$$

4) Stvarni odnos težine pontona i njegovog maksimalnog uzgona:

$$p \cong \frac{G_p}{P_{max}} \cdot 100\% = \frac{19{,}998}{31} \cdot 100\% = 64{,}51\ \%$$

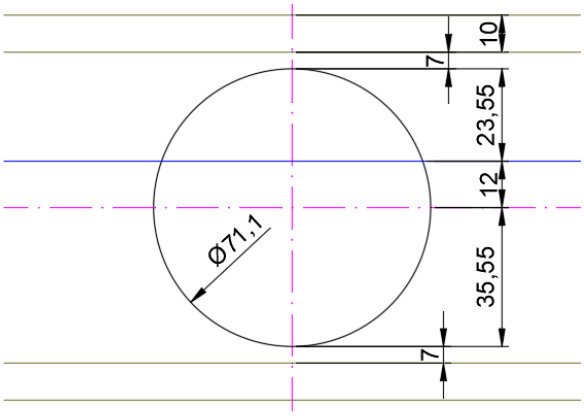


Figure 9: Odnos pontona i nivoa vode u stanju plivanja.

5) Površina potopljenog dijela pontona – dio pontona ispod vode

$$\Delta F_p = \frac{G_p}{P_{max}} \cdot \frac{d^2}{4} \cdot \pi = \frac{19{,}998}{31} \cdot \frac{0{,}6^2}{4} \cdot 3{,}14 = 0{,}183\ m^2$$

6) Površina slobodanog dijela pontona – dio pontona iznad vode,

$$F_{sl} = \frac{d^2}{4} \cdot \pi - \Delta F_p = \frac{0{,}6^2}{4} \cdot 3{,}14 - 0{,}183 = 0{,}0997\ m^2$$

U ovoj fazi lanac za sidrenje je bez napona osim napona od sopstvene težine. U toku radova, pri montaži pontona na lanac, na mjestu kotve na pontonu može se unjeti dodatna sila:

$$\sim 1{,}5 \cdot 4 = 6\ kN$$

9.3 Stanje potopljenog pontona

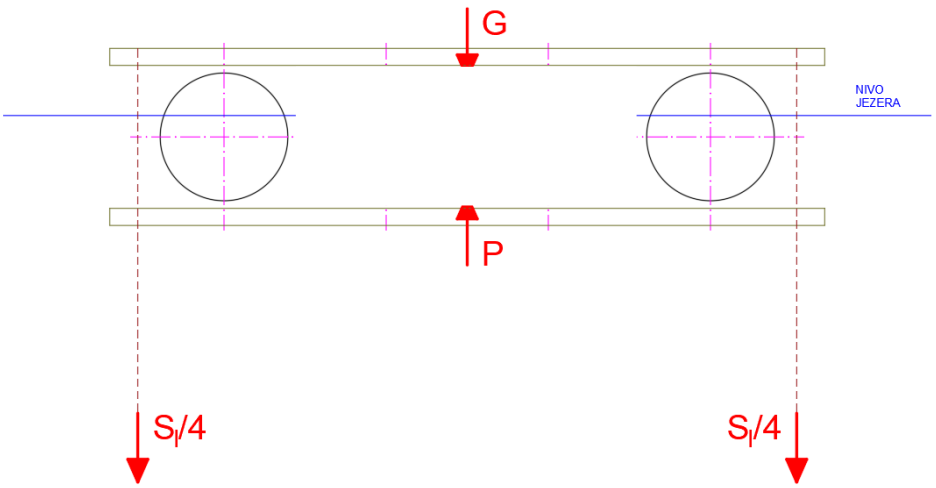


Figure 10: Odnos sila koje djeluju na ponton.

1) Pokretno opterećenje

$P_0 \approx 0\ kN$ – Ponton je čvrsto fiksiran u svom položaju, tj. ponton neće biti pod uticajem spoljnog pomeranja (kao što su talasi, struje, vjetrovi, vibracije, itd.).

2) Početna sila u lancima

$$S_l = 1{,}5 \cdot m = 1{,}5 \cdot 4 = 6\ kN$$

Gjde je:

- m – broj lanaca na pontonu

3) Sila uzgona vode

$$P = \gamma \cdot V_p = 10 \cdot 3{,}1 = 31\ kN$$

4) Ukupna sila u sidrenim lancima

$$\sum Y = 0$$

$$G + S_l - P = 0$$

$$S_l = P - G = 19{,}986 + 6 - 31 = -5{,}002\ kN$$

5) Sila u pojedinačnim lancima

$$\frac{S_l}{4} = \frac{6}{4} = 1{,}5\ kN$$

6) Minimalna težina mase za sidrenje

$$M_{bal} = 1{,}25 \cdot 5{,}002 \cdot 10^2 =\ kg$$

7) Zapremina balasta

$$V_{bal} = a \cdot b \cdot c = 0{,}5 \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}5 = 0{,}125\ m^3$$

8) Težina balasta

$$G_{bal} = \gamma_{bet} \cdot V_{bal} = 0{,}125 \cdot 2400 = 300\ kg$$

Gjde je:

- ɣ - specifična gustoća betona (2400 kg/m^3)

9) Maksimalni momenat

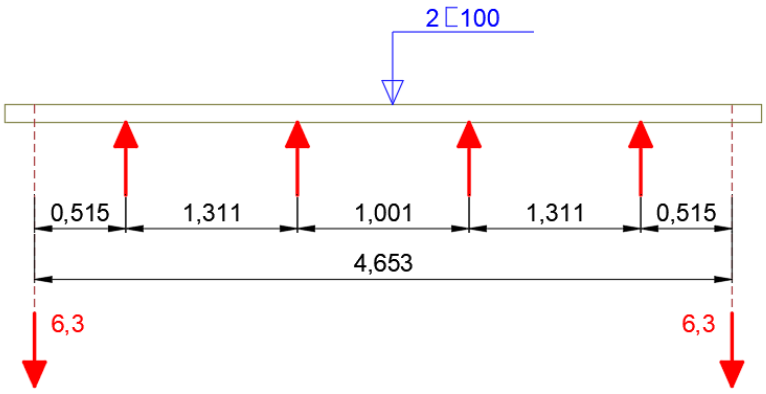


Figure 11: Sile koje djeluju na gornji nosač sidrenog lanca.

$$maxM = F(d1 + d2) - \frac{F}{2} \cdot d_2 = 5{,}002 \cdot (0{,}515 + 1{,}311) - \frac{5{,}002}{2} \cdot 1{,}311 = 5{,}862\ kNm$$

10) Modul poprečnog presjeka

$$W_{potr} = \frac{5{,}862 \cdot 10^4}{1600} = 36{,}64\ cm^3$$

Usvaja se toplovaljani profi HOP60x60x3 gdje je:

$$W = 58{,}04 = 58{,}04\ cm^3 > W_{potr} = 46{,}06\ cm^3$$

9.4 Uticaj vjetra na ponton

Površina izložena vjetru je slobodna površina pontona iznad vode:

$$F_{Sl} = 0{,}102m^2 \cdot 4 = 0{,}408m^2$$

Gdje je faktor 4 broj cijevi pontona.

Dinamički pritisak vjetra

Prema standardnoj formuli, pritisak vjetra je:

$$q_b = \frac{1}{2}\rho(v_{k,o})^2 = 0{,}38\frac{kN}{m^2}$$

Gdje je:

ρ=1,25 kg/m3 (gustina vazduha),

v je brzina vjetra

Srednja prosječna brzina vjetra:

$$V_m = C_r(2) \cdot C_0(2) \cdot V_b = 0{,}90 \cdot 25 = 22{,}65\frac{m}{sec}$$

Udarni pritisak vjetra:

$$q_{p(2)} = [1 + 7I_v(2)] \cdot \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_m^2(2) = C_e(2) \cdot q_b$$

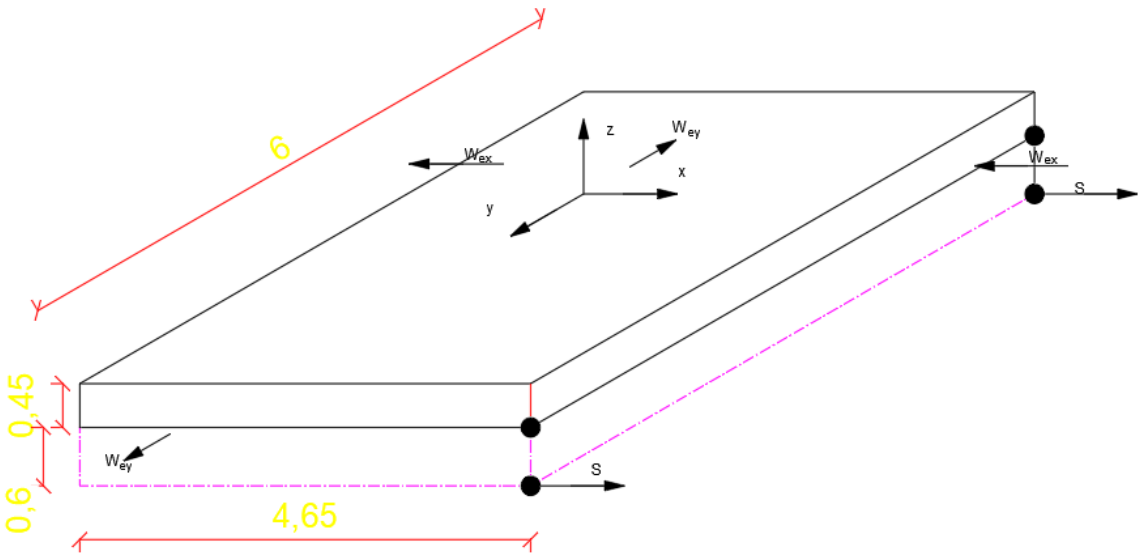
Za $z<z_{min}$

$$I_v = I_v(2min) = \frac{k_1}{C_0(2) \cdot ln\frac{z_{min}}{z_0}} = \frac{1}{1 \cdot \ln(\frac{1}{0.01})} = 0{,}217\ (koeficijenti)$$

$$q_p(2) = [1 + 7 \cdot 0{,}217] \cdot \frac{1}{2} \cdot 1{,}225 \cdot 22{,}65^2 = 0{,}791 \frac{kN}{m^2}$$

Udarni pritisak se koristi za analizu stabilnosti pontona.

Za pravac djelovanja vjetra usvajamo pravac upravan na dužu stranu pontona.



pritisak $W_{ex} = (0{,}8 \div 1{,}00) \cdot q_{p(z)} = 1{,}00 \cdot q_{p(2)} \cdot F$

Sisanje $W_{ex} = -(0{,}3 \div 0{,}7) \cdot q_{p(z)} = -0{,}5 \cdot q_{p(2)} \cdot F$

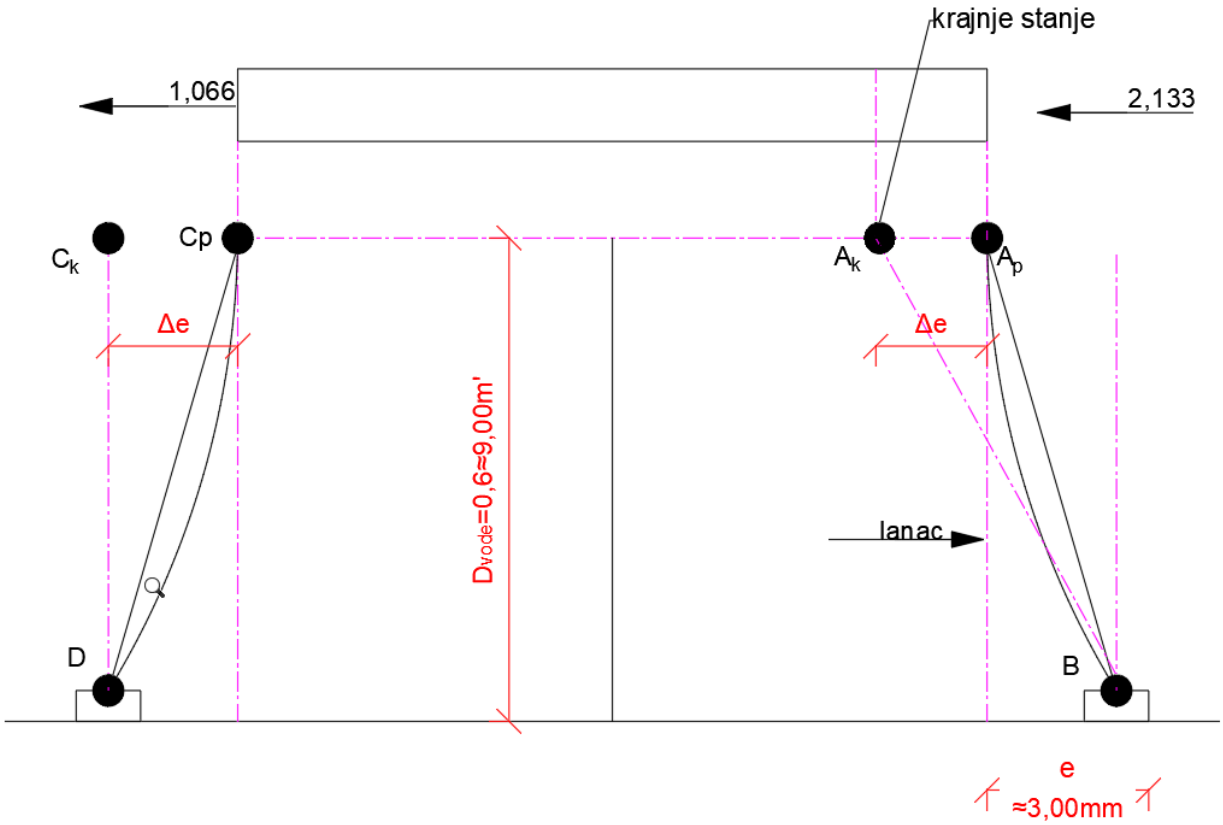
W_{ez} i W_{ez} se ne uzimaju u obzir.

Dakle, ukupne sile od dejstva vjetra

pritisak $W_{ex} = 1{,}00 \cdot 0{,}79 \cdot 0{,}45 \cdot 6 = 2{,}133kN$

Sisanje $W_{ex} = -0{,}5 \cdot 0{,}79 \cdot 0{,}45 \cdot 6 = -1{,}066kN$

Provjera stabilnosti pontona-početno stanje



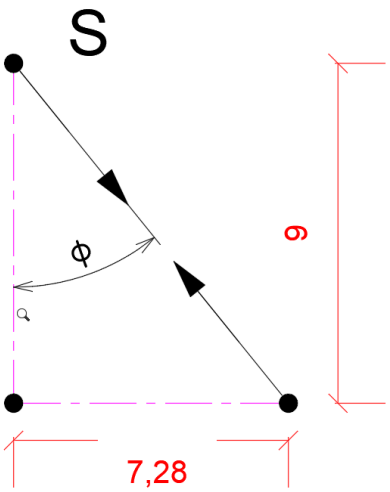
$$L_{lanca} \cong 1{,}25 \cdot \sqrt{81+9} = 11{,}86 \cong 12{,}00m'$$

$$\Delta e = 4{,}28m'$$

$$e' = 7{,}28m'$$

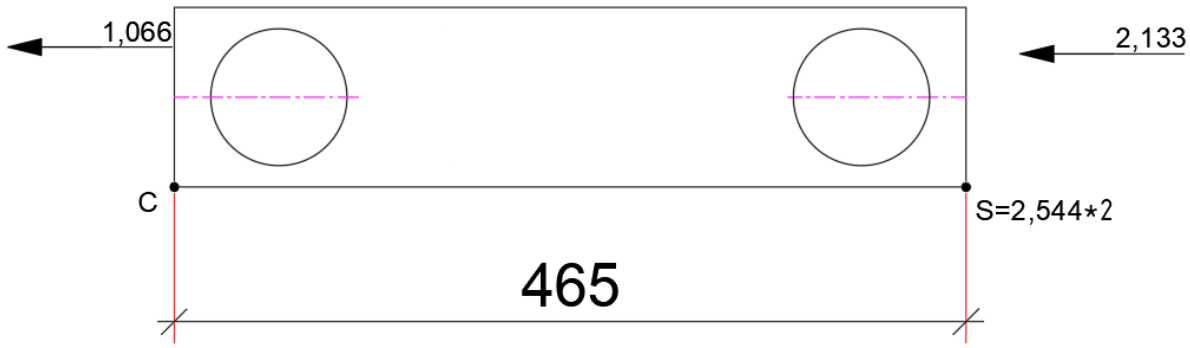
$$e' = e + \Delta e$$

$$l^2_{lance} = 9^2 + e'^2 \rightarrow e'^2 = 144 - 91 \rightarrow e' = \sqrt{53} = 7{,}28m'$$



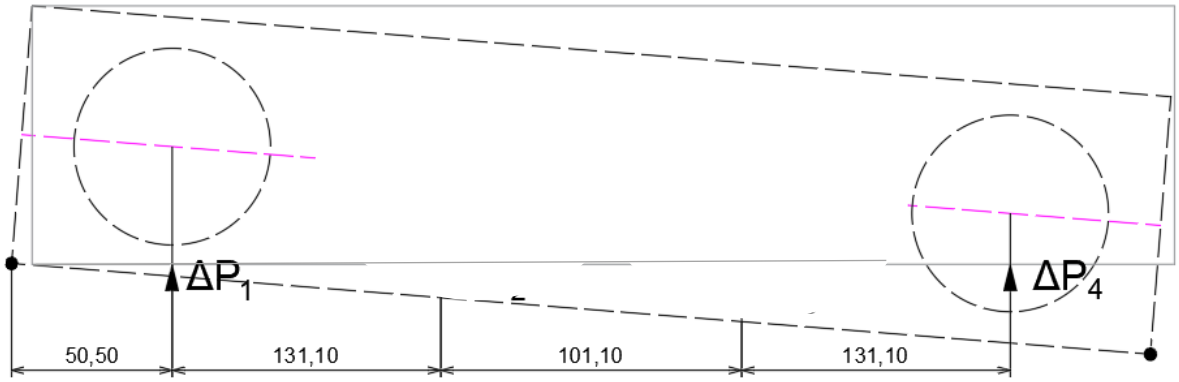
$$tg\varphi = \frac{7{,}28}{9{,}00} \rightarrow \varphi = arctg\frac{7{,}28}{9{,}00} = 38{,}97°$$

$$S = \frac{3{,}20}{2} \cdot \frac{1}{sin38{,}97} = 2{,}544kN$$



$$M'_C = (2{,}133 + 1{,}066) \cdot 0{,}825 - 2 \cdot S \cdot 4{,}65 \cdot cos\varphi = -6{,}99 + 2{,}64 = 4{,}35kNm$$

Reakcije na cijevi protona



$$\sum \Delta P \cdot l = 4{,}35kNM$$

U slučaju da cijev broj 2. Potone u potpunosti dodatni potisak od cijevi 2 iznosi:
$$\Delta P_4 = 0{,}108\ m^2 \cdot 6m' \cdot 10mN = 6{,}48kN$$

što u odnosu na tačku C daje negativan moment.

$$M''_c(\Delta P_4) = -6{,}48 \cdot (0{,}505 + 2 \cdot 1{,}311 + 1{,}011) = -26{,}81kNm$$

Dakle: $M''_c(\Delta P_4) \gg M''_c = 4{,}35kNM$

Što govori da je ponton stabilan za dejtstvo vjetra i da ne može doći do njevog pomjeranja.

9.5 Uticaj hidrodinamičkih efekata na ponton

Skadarsko jezero, kao prirodni vodeni ekosistem, podložno je različitim hidrodinamičkim efektima, uključujući talase, struje i druge fizičke promjene koje mogu uticati na stabilnost objekata poput pontona. Iako konkretna mjerenja brzina struja i talasa u ovom jezeru nisu sistematski praćena, opšti hidrodinamički principi omogućavaju procjenu potencijalnih uticaja na ponton i njegov sistem sidrenja.

Talasi i vodene struje imaju potencijal da izazovu oscilacije pontona, što može promijeniti njegov nagib i poziciju sidrenih lanaca. Međutim, budući da je ponton postavljen u relativno mirnom dijelu jezera, sa udaljenošću od obale manjom od 75 metara, očekuje se da talasi i struje neće imati značajan uticaj na njegovu stabilnost.

Osim što se talasi i struje mogu reflektovati u promjenama nagiba i pozicije sidrenih lanaca, njihovo djelovanje na ponton je takođe povezano sa težinom i stabilnošću samog sistema sidrenja, uključujući lanac i balast. S obzirom na minimalne hidrodinamičke efekte u ovoj lokaciji, pomijeranje pontona bi trebalo biti veoma ograničeno, a sidrenje bi trebalo ostati stabilno u okviru prihvatljivih granica. Takođe, u dizajnu sistema predviđena je primena aksijalnog kompenzatora, koji će dodatno neutralisati eventualna pomeranja izazvana hidrodinamičkim efektima, kao što su talasi ili struje, čime se štiti integritet sistema.

9.6 Uticaj inercijalnih sila od pokretanja i rada pumpi na ponton

Vibracije koje proizvode pumpe mogu imati značajan uticaj na stabilnost pontona, jer će se prenjeti na strukturu pontona i izazvati moguće oscilacije. U ovom slučaju, na ponton su predviđene dvije paralelne pumpe (Grundfos model 18A019A3) sa kapacitetom od 50 l/s svaka i nazivnom snagom od 2 x 55 kW. Međutim, podaci o specifičnim vibracijama od proizvođača nisu dostupni, pa je vrijednost vibracija do 4 m/s² procijenjena na osnovu sličnih pumpi sa sličnim karakteristikama. Ova procjena se temelji na opštem iskustvu sa industrijskim pumpama sličnih karakteristika i kapaciteta, koji su poznati u industriji. Općenito, za centrifugalne pumpe kao što je model Grundfos 18A019A3, vibracije mogu varirati u zavisnosti od dizajna pumpe, njene brzine, opterećenja i ugradnje. Za industrijske pumpe, vibracije u opsegu od 2-4 m/s² obično se smatraju prihvatljivim granicama, dok vrijednosti iznad ovog opsega mogu predstavljati potencijalni problem za stabilnost sistema i njegovu dugovječnost.

Da bi se smanjio uticaj ovih vibracija na ponton, primjenjena je dodatna zaštita pomoću obujmica sa gumenim slojem između pumpe i same obujmice. Gumeni sloj djeluje kao amortizer, apsorbujući vibracije i smanjujući prenos iste na ponton, čime se dodatno povećava stabilnost pontona. Ovaj pristup je od ključne važnosti, jer omogućava da vibracije ne uzrokuju neželjena pomjeranja pontona, a samim tim ni promjene u opterećenju sidrenog sistema.

Pri početku rada pumpi, može doći do naglog povećanja sile zbog ubrzanja fluida unutar sistema. Ovaj trenutni skok u opterećenju može izazvati momentne pomake pontona i promjene u naprezanjima unutar lanaca i balasta. Ove sile mogu izazvati kratkotrajne oscilacije, ali s obzirom na to da je ponton stabilan zbog svoje konfiguracije, ove promjene neće imati dugoročni uticaj na stabilnost, te ih nije potrebno uzeti u obzir tokom projektovanja.

Kada pumpe prestanu sa radom, može doći do smanjenja napona u sistemu, što može dovesti do promjena u ponašanju pontona. Brzi prestanak rada može izazvati povratne sile koje mogu uticati na stabilnost sidrenog sistema. Ove sile nisu uvijek značajne, ali njihov uticaj na ponton zavisi od specifične konfiguracije sidrenja i vibracija tokom prestanka rada.

Tokom kontinuiranog rada pumpi, vibracije mogu predstavljati dinamičko opterećenje na pontonu. Iako ove vibracije mogu izazvati male promjene u položaju i stabilnosti sistema, s obzirom na to da se ponton nalazi u mirnijem delu jezera, efekti vibracija bi trebali biti minimalni. U poređenju sa pontonima koji se nalaze u područjima sa većim talasima ili bržim strujama, ovaj uticaj vibracija neće imati značajan uticaj na dugoročno ponašanje sistema. Vibracije se mogu apsorbovati delimično kroz konstrukciju pontona, kao i pomoću gumenih slojeva ili drugih sistema za smanjenje vibracija između pumpi i pontona.

10 Filozofija upravljanja

10.1 Ulazne pumpe

Pumpe su opremljene frekventnim pretvaračima. Protoku, mjerenom elektromagnetnim mjeračem protoka na ulazu, održava se konstantnim na unaprijed podešenu vrijednost. Tokom normalnog rada, unaprijed podešena vrijednost obezbeđuje operater u opsegu od 20 do 100 l/s. Alternativno, pumpe se mogu kontrolisati kako bi održale nivo vode u rezervoaru za čistu vodu unutar postavljenog opsega, ali bez prekoračenja dizajnerskog opsega postrojenja za filtraciju (20-100 l/s). Tokom povratnog ispiranja filtera, protok se automatski smanjuje/povećava na vrijednost potrebnu za održavanje brzine povratnog ispiranja na vrijednosti koju je naveo dobavljač filtracijskih medija (54 l/s). Povećanje protoka je ograničeno na 5 l/s/min kako bi se izbjegli hidraulički udari u filteru pod pritiskom.

Visoki nivo vode u rezervoaru za čistu vodu, mjeren hidrostatičkim senzorem pritiska, označen je u SCADA sistemu kao upozorenje i, ako ga operater potisne, zaustaviće ulazne pumpe i postrojenje za filtraciju.

Protoci, mutnoća, pH i ORP se bilježe u SCADA sistemu. Za svaku od ovih parametara, operater može postaviti minimalnu i maksimalnu vrijednost za aktiviranje alarma/upozorenja u SCADA sistemu.

10.2 Doziranje koagulantom

Protok koagulanta može biti:

- Stalan na vrijednosti koju izabere operater
- Proporcionalan protoku sirove vode na ulazu sa koeficijentom proporcionalnosti (doza) koji izabere operater
- Proporcionalan protoku sirove vode na ulazu sa koeficijentom proporcionalnosti (doza) koji je takođe proporcionalan mutnoći sirove vode

Operater može programirati minimalni i maksimalni dozvoljeni protok koagulanta i/ili dozu, a ukoliko se dostigne, biće aktivirana alarmna signalizacija u SCADA sistemu. Ako nema protoka sirove vode, doziranje se zaustavlja.

10.3 Mikrofiltracija

Sekvenca povratnog pranja aktivira se pomoću:

- Diferencijalnog pritiska kroz mikrofilter (obično podešen na 0,5 bara)
- Korisnički definisane količine vremena od prethodne operacije čišćenja
- Ručno od strane operatera

Diferencijalni pritisak se beleži u SCADA sistemu. Visok diferencijalni pritisak aktivira alarm u SCADA sistemu.

10.4 Filteri pod pritiskom

Sekvenca povratnog pranja aktivira se pomoću:

- Diferencijalnog pritiska kroz pritisne filtere (obično podešen na 0,5 bara)
- Korisnički definisane količine vremena od prethodne operacije čišćenja (obično 72 sata)

- Ručno od strane operatera

Diferencijalni pritisak se bilježi u SCADA sistemu. Visok diferencijalni pritisak aktivira alarm u SCADA sistemu. Za tačnu operativnu logiku pneumatskog kontrolnog ventila, pogledajte tabelu u tehnološkoj šemi. Trajanje faze povratnog ispiranja i faze "Run to Waste" može se izmijeniti od strane operatera. Faza "Run to Waste" može biti podešena na trajanje od nula ako operater smatra da to nije neophodno.

Tokom sekvence povratnog ispiranja, protok sirove vode se smanjuje/povećava na vrijednost potrebnu da se postigne brzina povratnog pranja koju je odredio dobavljač filtracionog medija. Tokom sekvence povratnog pranja, započinje doziranje natrijum-hipohlorita. Početak i kraj doziranja natrijum-hipohlorita definiše operater.

10.5 Doziranje natrijum-hipohloritom

Doziranje natrijum-hipohloritom započinje u vremenu definisanom od strane korisnika nakon što je započeto ispiranje filtera i zaustavlja se nakon definisanog vremenskog perioda.

Tok natrijum-hipohlorita može biti:

- Konstantan na vrijednost koju izabere operater.
- Proporcionalan ulaznom protoku sirove vode sa proporcionalnim koeficijentom (doza) koji izabere operater.

Operater može programirati minimalni i maksimalni dozvoljeni protok i/ili dozu koagulanta, koji, ako se dostigne, aktivirati će alarm u SCADA sistemu. Ako nema protoka sirove vode, doziranje se zaustavlja.

11 Instalisana snaga

Jedini značajni potrošači električne energije su dvije ulazna pumpe (2 x 55 kW = 110 kW instalisane snage) koje se kontrolišu frekvencijskim inverterom i montirane su ispod ploveće platforme (pontona) u jezeru.

U filtracionoj hali, jedini preostali potrošači su vazdušni kompresor (za rad pneumatskih aktuatorki), dvije dijafragma dozirne pumpe (koagulant i natrijum-hipohlorit), instrumentacija i PLC/SCADA.

UPS sistem treba biti obezbjeđen za bezbijedno isključivanje postrojenja i rad kritičnih PLC/SCADA komponenti.

12 Prilozi

12 Prilozi

Numerička dokumentacija

QH KARAKTERISTIKA CJEVOVODA
tabelarni pregled

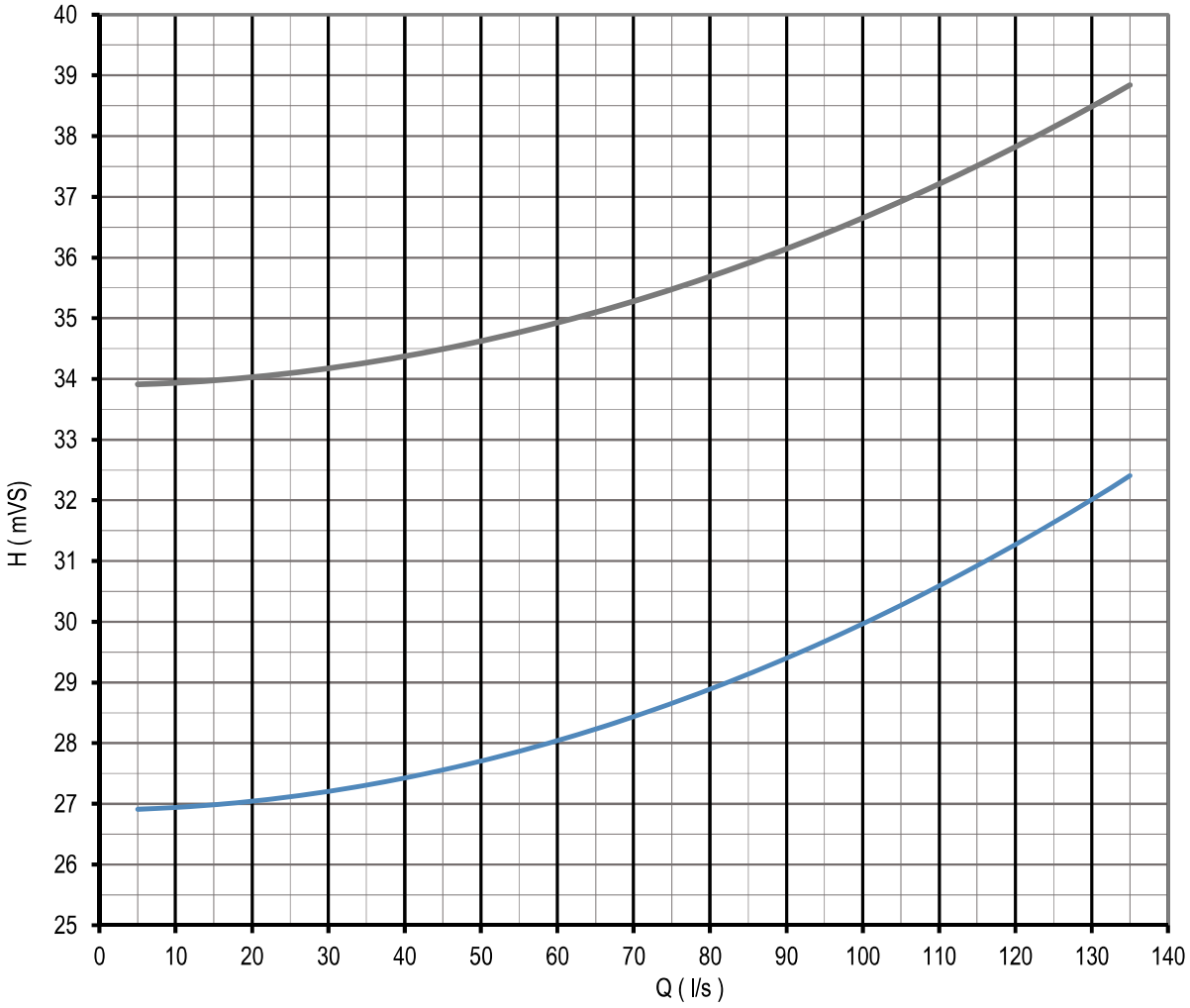
ZAPRLJANI FILTERI

Q	PE100 D280 SDR17							HG,UK	ΔHGEO	HNP	HIST	HCJ
	w	Re	λ	HV	J	L	HG,LIN					
l/s	m/s	-	-	m	m/km	m	m	m	m	m	m	m
5,00	0,106	25.727	0,025	0,001	0,059	157,00	0,01	0,01	10,00	1,50	25,40	33,91
15,00	0,318	77.182	0,021	0,005	0,436	157,00	0,07	0,08	10,00	1,50	25,40	33,98
25,00	0,530	128.636	0,019	0,014	1,127	157,00	0,18	0,19	10,00	1,50	25,40	34,09
35,00	0,742	180.090	0,019	0,028	2,124	157,00	0,33	0,37	10,00	1,50	25,40	34,27
45,00	0,955	231.545	0,018	0,046	3,423	157,00	0,54	0,59	10,00	1,50	25,40	34,49
55,00	1,167	282.999	0,018	0,069	5,023	157,00	0,79	0,87	10,00	1,50	25,40	34,77
65,00	1,379	334.454	0,017	0,097	6,923	157,00	1,09	1,20	10,00	1,50	25,40	35,10
75,00	1,591	385.908	0,017	0,129	9,123	157,00	1,43	1,58	10,00	1,50	25,40	35,48
85,00	1,803	437.363	0,017	0,166	11,622	157,00	1,82	2,01	10,00	1,50	25,40	35,91
95,00	2,015	488.817	0,017	0,207	14,420	157,00	2,26	2,49	10,00	1,50	25,40	36,39
100,00	**2,121**	**514.544**	**0,017**	**0,229**	**15,931**	**157,00**	**2,50**	**2,75**	**10,00**	**1,50**	**25,40**	**36,65**
105,00	2,227	540.271	0,017	0,253	17,517	157,00	2,75	3,03	10,00	1,50	25,40	36,93
115,00	2,439	591.726	0,017	0,303	20,913	157,00	3,28	3,61	10,00	1,50	25,40	37,51
125,00	2,651	643.180	0,017	0,358	24,608	157,00	3,86	4,25	10,00	1,50	25,40	38,15
135,00	2,864	694.635	0,017	0,418	28,601	157,00	4,49	4,94	10,00	1,50	25,40	38,84

ČISTI FILTERI

Q	PE100 D280 SDR17							HG,UK	ΔHGEO	HNP	HIST	HCJ
	w	Re	λ	HV	J	L	HG,LIN					
l/s	m/s	-	-	m	m/km	m	m	m	m	m	m	m
5,00	0,106	25.727	0,025	0,001	0,059	157,00	0,01	0,01	10,00	1,50	18,40	26,91
15,00	0,318	77.182	0,021	0,005	0,436	157,00	0,07	0,08	10,00	1,50	18,40	26,98
25,00	0,530	128.636	0,019	0,014	1,127	157,00	0,18	0,19	10,00	1,50	18,40	27,09
35,00	0,742	180.090	0,019	0,028	2,124	157,00	0,33	0,37	10,00	1,50	18,40	27,27
45,00	0,955	231.545	0,018	0,046	3,423	157,00	0,54	0,59	10,00	1,50	18,40	27,49
55,00	1,167	282.999	0,018	0,069	5,023	157,00	0,79	0,87	10,00	1,50	18,40	27,77
65,00	1,379	334.454	0,017	0,097	6,923	157,00	1,09	1,20	10,00	1,50	18,40	28,10
75,00	1,591	385.908	0,017	0,129	9,123	157,00	1,43	1,58	10,00	1,50	18,40	28,48
85,00	1,803	437.363	0,017	0,166	11,622	157,00	1,82	2,01	10,00	1,50	18,40	28,91
95,00	2,015	488.817	0,017	0,207	14,420	157,00	2,26	2,49	10,00	1,50	18,40	29,39
100,00	**2,121**	**514.544**	**0,017**	**0,229**	**15,931**	**157,00**	**2,50**	**2,75**	**10,00**	**1,50**	**18,40**	**29,65**
105,00	2,227	540.271	0,017	0,253	17,517	157,00	2,75	3,03	10,00	1,50	18,40	29,93
115,00	2,439	591.726	0,017	0,303	20,913	157,00	3,28	3,61	10,00	1,50	18,40	30,51
125,00	2,651	643.180	0,017	0,358	24,608	157,00	3,86	4,25	10,00	1,50	18,40	31,15
135,00	2,864	694.635	0,017	0,418	28,601	175,00	5,01	5,51	10,00	1,50	18,40	32,41

QH KARAKTERISTIKA CJEVOVODA
GRAFIČKI PRIKAZ



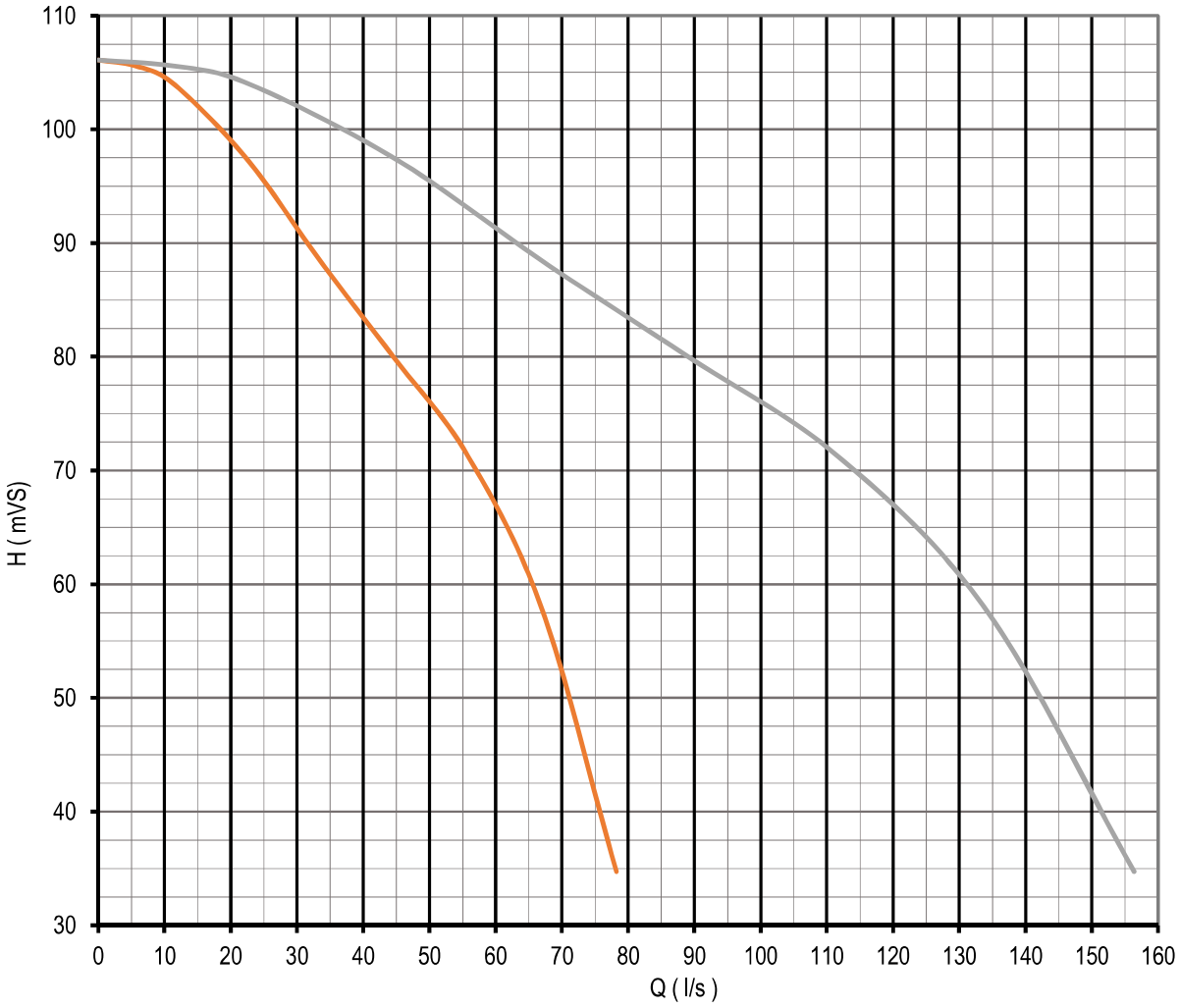
PRORAČUN HIDRAULIČKIH GUBITAKA
(ODREDJIVANJE VISINE PUMPANJA)

		ZAPRLJANI FILTERI	**ČISTI FILTERI**
L	(m)	157	157
Materijal	(-)	PEHD	PEHD
ε_{CJ}	(Pa)	9,00E+08	9,00E+08
D_V	(mm)	280,00	280,00
δ	(mm)	17,5	17,5
D_U	(mm)	245,0	245,0
A	(m^2)	0,04714	0,04714
R_{ABS}	(mm)	0,1	0,1
R_{REL}	(-)	0,00041	0,00041
		Projektni uslovi	
ΔH_{GEO}	(m)	10,00	10,00
Q	**(l/s)**	**100,00**	**100,00**
H_{NP}	(m)	1,5	1,5
H_{IST}	(m)	25,4	18,4
w	(m/s)	2,121	2,121
Re	(-)	514544	514544
λ	(-)	0,0170	0,0170
H_V	(m)	0,2294	0,2294
J	m/km	15,931	15,931
$H_{G,LIN}$	(m)	2,501	2,501
$H_{G,UK}$	**(m)**	**2,751**	**2,751**
H_P	**(m)**	**36,651**	**29,651**

QH KARAKTERISTIKA PUMPNOG AGREGATA
TABELARNI PREGLED

SP 215-3-A (No. 18A019A3)						
1 pump						
Qmin [l/s]	Qmax [l/s]	Q [l/s]	H [m]	P2 [kW]	Eta2 [%]	NPSH [m]
5,474	78,2	0	106,1	33,02	0,00	2,525
		5,474	105,6	34,77	16,02	2,737
		11,17	104,1	36,6	30,64	2,991
		22,34	97,47	39,63	52,99	3,622
		33,52	88,42	42,77	66,80	4,488
		44,69	79,89	46,18	74,54	5,66
		55,86	71,23	48,65	78,86	7,215
		67,03	57,75	48,88	76,36	9,23
		78,2	34,73	46,25	56,63	11,77
2 pumps/PARALELNI RAD						
Qmin [l/s]	Qmax [l/s]	Q [l/s]	H [m]	P2 [kW]	Eta2 [%]	NPSH [m]
10,948	156,4	0	106,1	66,04	0,00	2,525
		10,948	105,6	69,54	16,02	2,737
		22,34	104,1	73,2	30,64	2,991
		44,68	97,47	79,26	52,99	3,622
		67,04	88,42	85,54	66,80	4,488
		89,38	79,89	92,36	74,54	5,66
		111,72	71,23	97,3	78,86	7,215
		134,06	57,75	97,76	76,36	9,23
		156,4	34,73	92,5	56,63	11,77

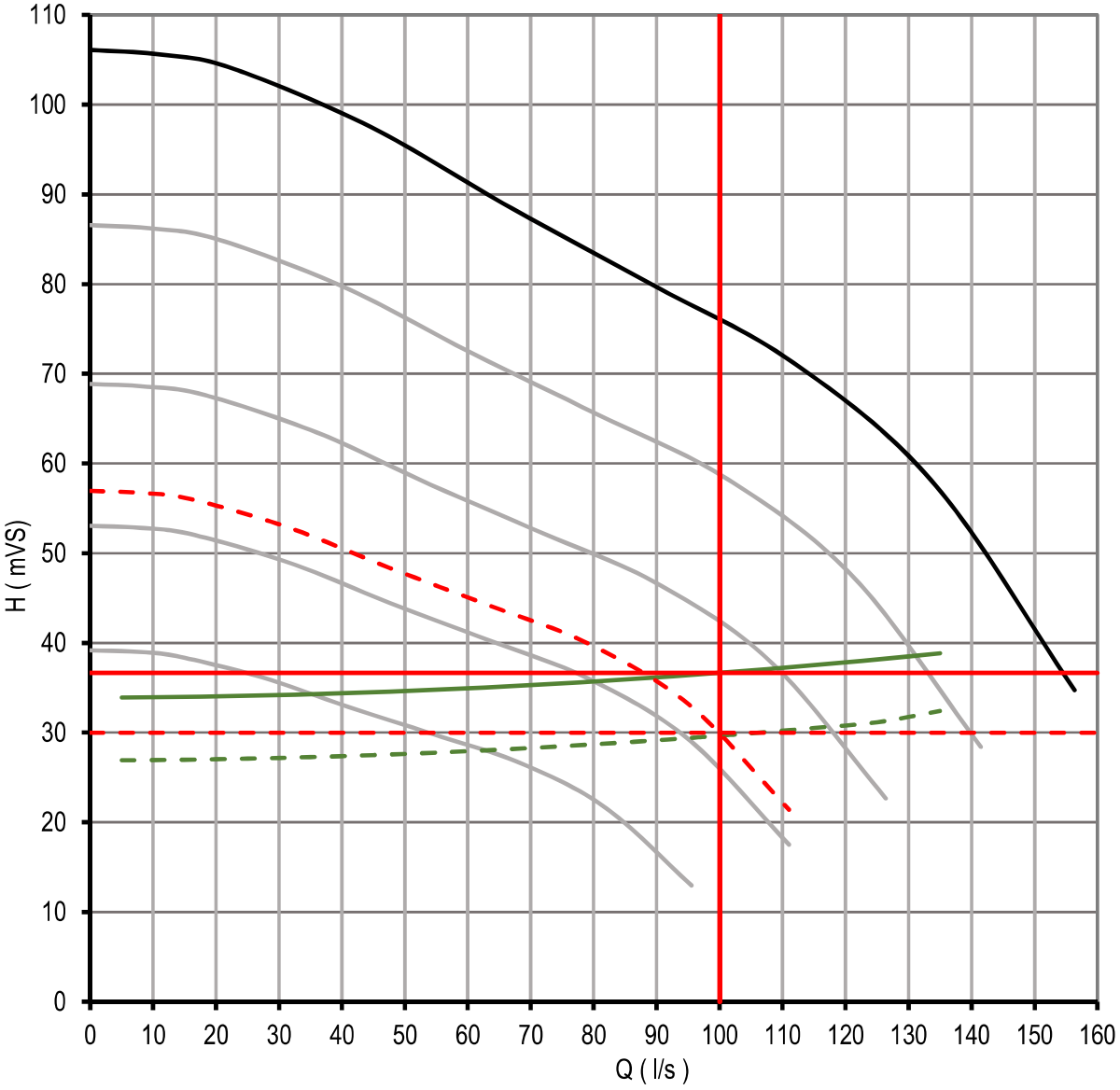
QH KARAKTERISTIKA PUMPNOG AGREGATA
GRAFIČKI PRIKAZ



QH KARAKTERISTIKA PARALELNOG RADA PUMPI
FREKVENTNO REGULISANJE
TABELARNI PREGLED

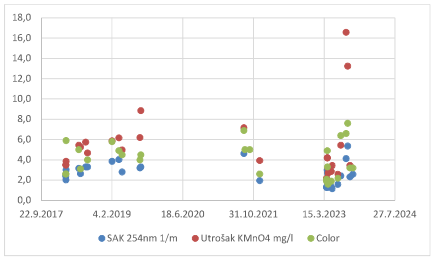
SP 215-3-A (No. 18A019A3)										
RPM [min^{-1}]	3000		2700		2400		2100		1800	
QMin [l/s]	5,474		4,952		4,423		3,886		3,343	
QMax [l/s]	78,2		70,74		63,18		55,52		47,76	
	2*Q [l/s]	H [m]	2*Q [l/s]	H [m]	2*Q [l/s]	H [m]	2*Q [l/s]	H [m]	2*Q [l/s]	H [m]
	0	106,1	0	86,57	0	68,86	0	53,04	0	39,17
	10,948	105,6	9,904	86,18	8,846	68,57	7,772	52,83	6,686	39,03
	22,34	104,1	20,22	84,99	18,052	67,65	15,862	52,14	13,646	38,53
	44,68	97,47	40,42	79,64	36,1	63,43	31,72	48,91	27,3	36,16
	67,04	88,42	60,64	72,3	54,16	57,61	47,58	44,45	40,94	32,88
	89,38	79,89	80,86	65,37	72,2	52,14	63,44	40,26	54,58	29,8
	111,72	71,23	101,06	58,33	90,26	46,55	79,3	35,96	68,24	26,63
	134,06	57,75	121,28	47,31	108,3	37,77	95,16	29,19	81,88	21,62
	156,4	34,73	141,48	28,42	126,36	22,67	111,04	17,5	95,52	12,95

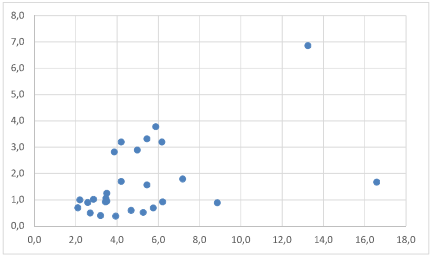
QH KARAKTERISTIKA SISTEMA
FREKVENTNO REGULISANO
GRAFIČKI PRIKAZ



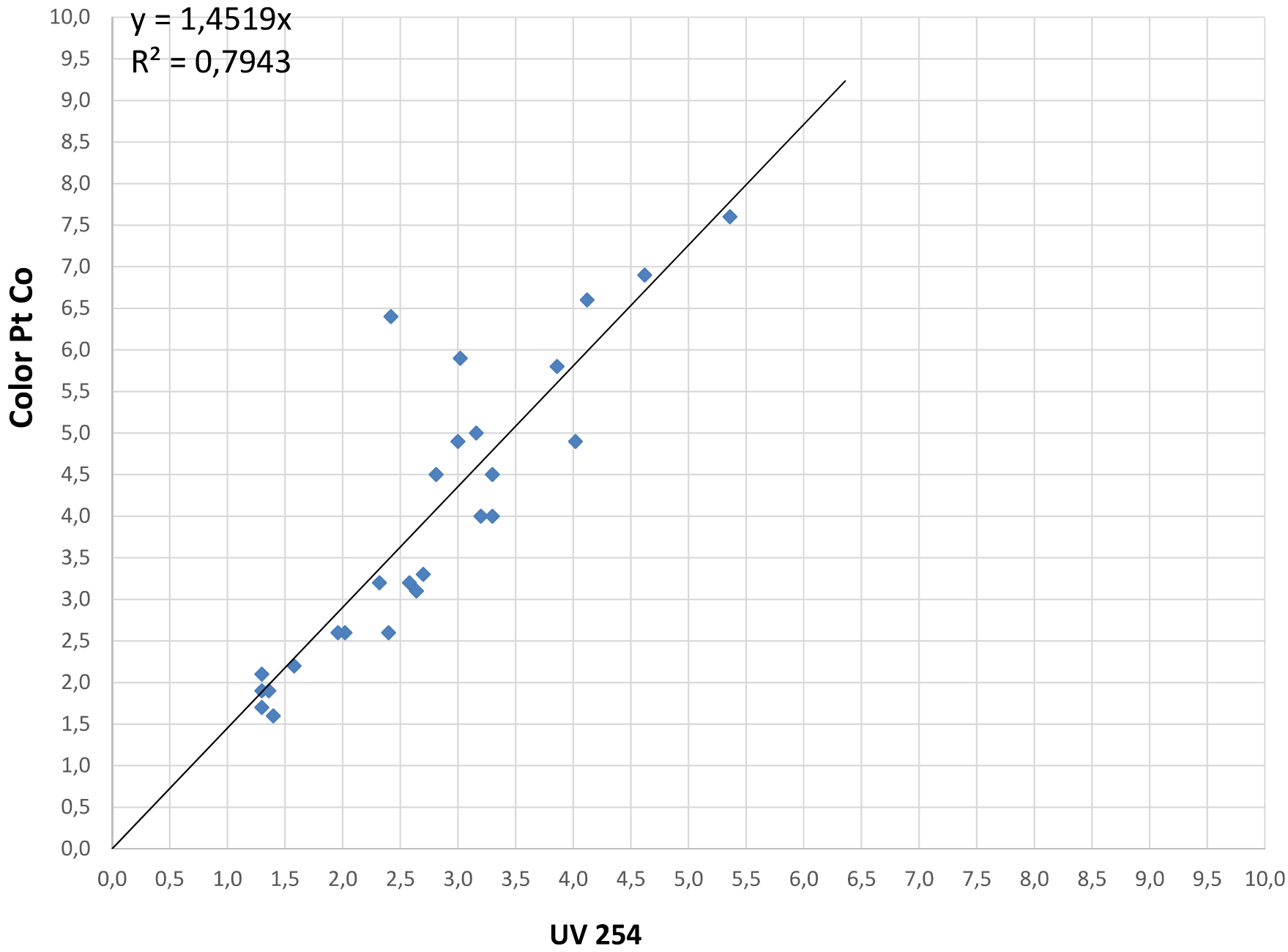
		29.08.2023	20.02.2024	28.06.2024
Oksidabilnost	mg/l	4,8	1,6	
TOC	mg/l	1,2	< 1	1,3
HPK	mg/l			< 1

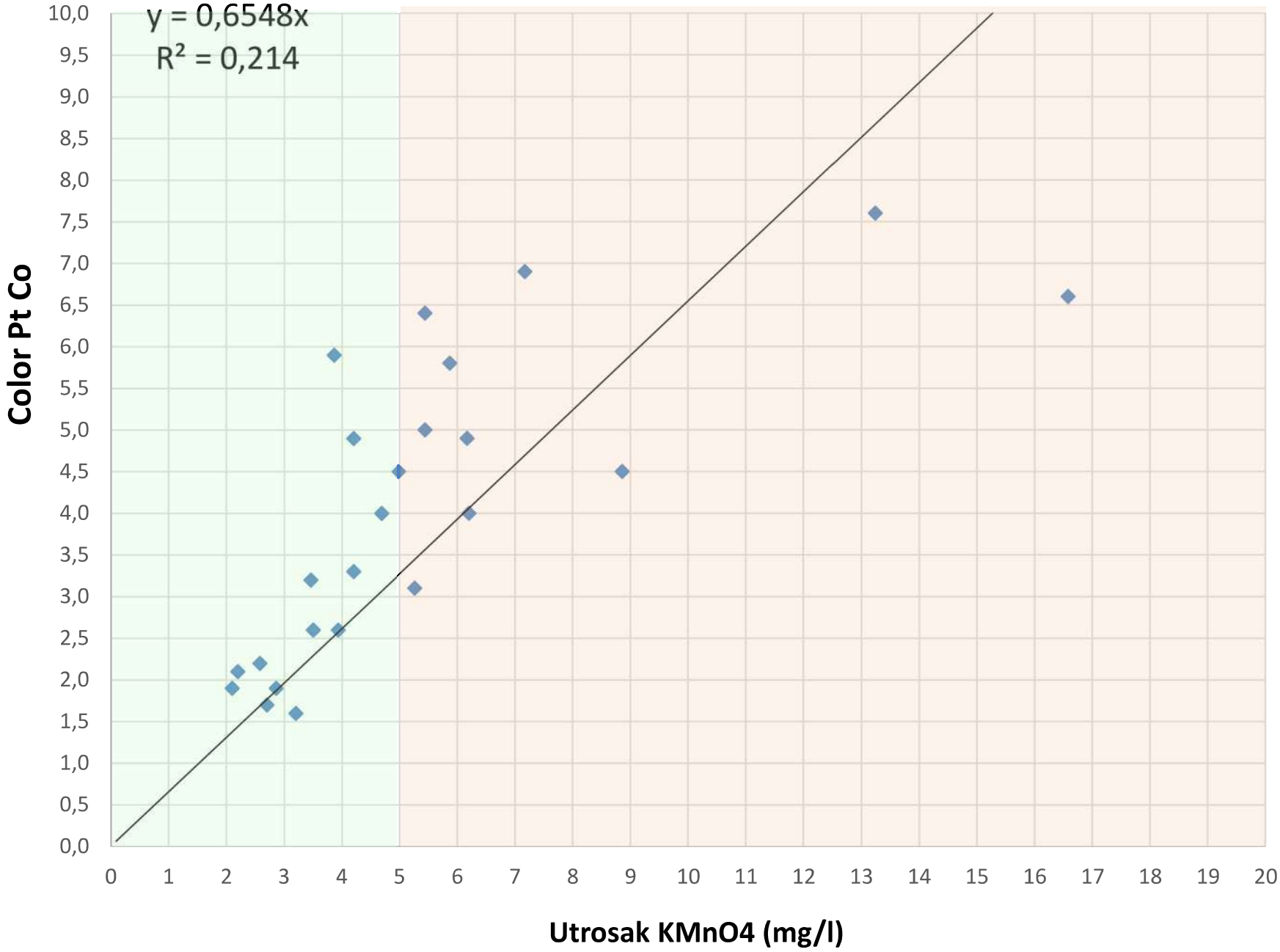
		16.3.2018	17.3.2018	18.3.2018	15.6.2018	27.6.2018	3.8.2018	16.8.2018	5.2.2019	25.3.2019	17.4.2019	21.8.2019	27.8.2019	25.8.2021	1.9.2021	5.10.2021	15.12.2021	31.3.2023	31.3.2023	5.4.2023	6.4.2023	10.4.2023	11.4.2023	3.5.2023	10.5.2023	20.6.2023	11.7.2023	16.8.2023	29.8.2023	14.9.2023	5.10.2023
SAK 254nm	1/m	2,4	2,0	3,0	3,2	2,6	3,3	3,3	3,9	4,0	2,8	3,2	3,3	4,6			2,0	1,3	1,3	3	2,7	1,4	1,3	1,36	1,16	1,58	2,42	4,12	5,36	2,32	2,58
Utrošak KMr	mg/l	3,5	3,5	3,9	5,4	5,3	5,8	4,7	5,9	6,2	5,0	6,2	8,9	7,2			3,9	2,2	2,1	4,2	4,2	3,2	2,7	2,86	3,44	2,58	5,44	16,58	13,24	3,46	
Color		2,6	2,6	5,9	5,0	3,1		4,0	5,8	4,9	4,5	4,0	4,5	6,9	5,0	5,0	2,6	2,1	1,9	4,9	3,3	1,6	1,7	1,9		2,2	6,4	6,6	7,6	3,2	3,2
Turbidity	NTU	1,0	1,3	2,8	3,3	0,5	0,7	0,6	3,8	3,2	2,9	0,9	0,9	1,8	1,2	1,0	0,4	1,0	0,7	3,2	1,7	0,4	0,5	1,02	0,92	0,9	1,57	1,67	6,86	1,06	1,12

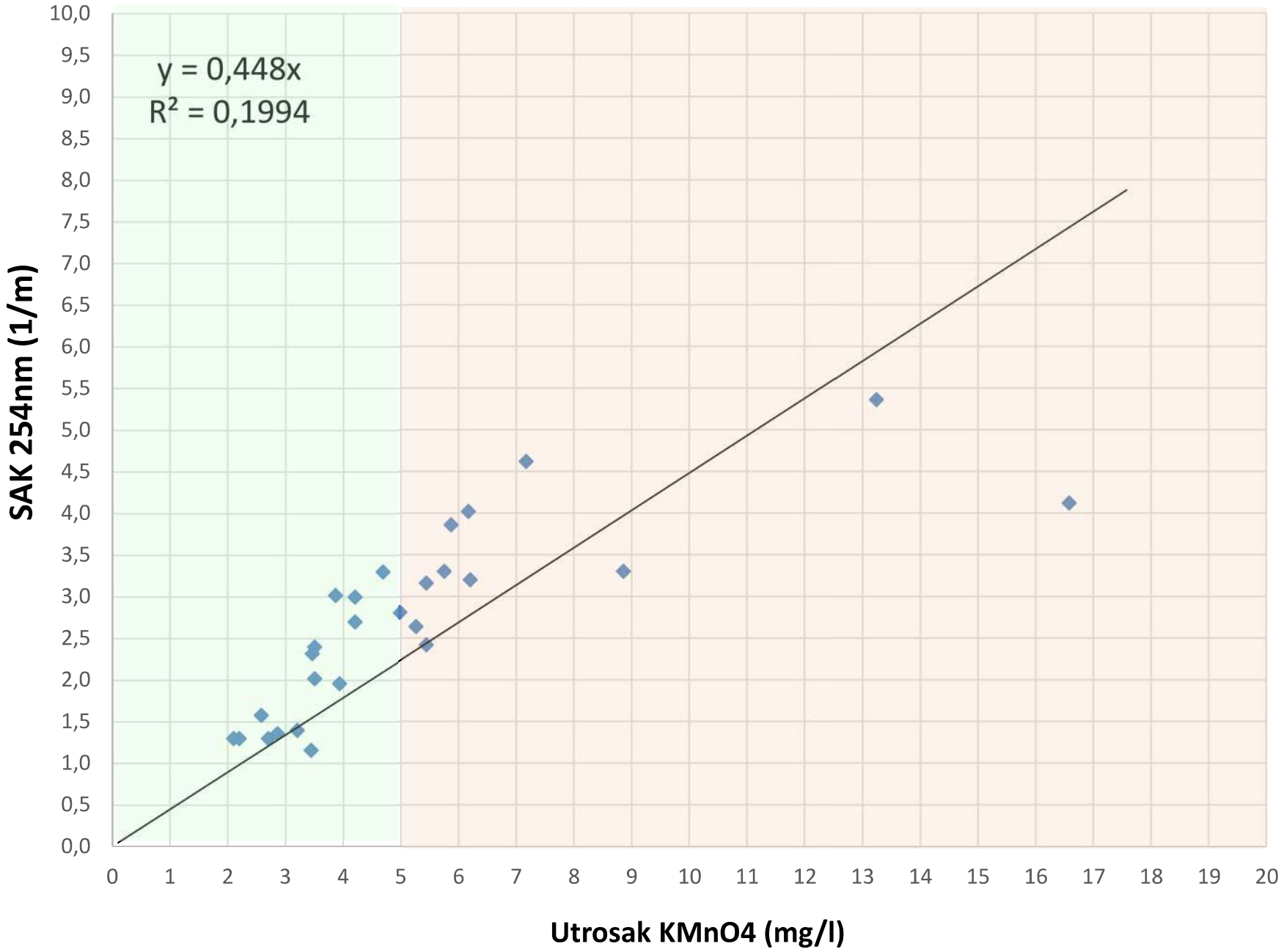




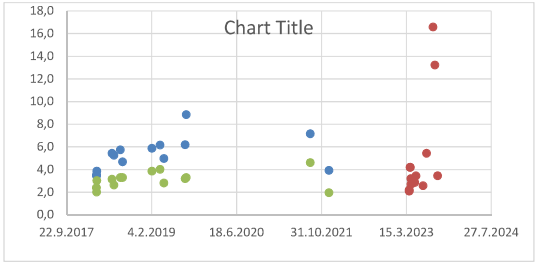
3.8.2018	16.8.2018	21.8.2019	27.8.2019	25.8.2021	18.8.2023	29.8.2023
3,3	3,3	3,2	3,3	4,6	4,12	5,36
5,8	4,7	6,2	8,9	7,2	16,58	13,24
	4,0	4,0	4,5	6,9	6,6	7,6
0,7	0,6	0,9	0,9	1,8	1,67	6,86


y = 1,4519x
R² = 0,7943
Color Pt Co
UV 254
0,0
0,5
1,0
1,5
2,0
2,5
3,0
3,5
4,0
4,5
5,0
5,5
6,0
6,5
7,0
7,5
8,0
8,5
9,0
9,5
10,0


y = 0,6548x
R² = 0,214
Color Pt Co
Utrosak KMnO4 (mg/l)
10,0
9,5
9,0
8,5
8,0
7,5
7,0
6,5
6,0
5,5
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20


y = 0,448x
R² = 0,1994
SAK 254nm (1/m)
Utrosak KMnO4 (mg/l)
10,0
9,5
9,0
8,5
8,0
7,5
7,0
6,5
6,0
5,5
5,0
4,5
4,0
3,5
3,0
2,5
2,0
1,5
1,0
0,5
0,0
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

		3,0	3,0	3,0	6,0	6,0	8,0	8,0	2,0	3,0	4,0	8,0	8,0	8,0	9,0	10,0	12,0					
		16.3.2018	17.3.2018	18.3.2018	15.6.2018	27.6.2018	3.8.2018	16.8.2018	5.2.2019	25.3.2019	17.4.2019	21.8.2019	27.8.2019	25.8.2021	1.9.2021	5.10.2021	15.12.2021	MDK	**Samples**	**Min**	**Average**	**Max**
Nivo vode jezera	m				6,4	6,2	5,8	5,7	6,8	5,9								-	6	5,7	6,1	6,8
Dubina mjesta uzorkovanja	m																	-	0	0,0	#DIV/0!	0,0
Temperatura vazduha	C	13,0	18,0	16,0	28/17	28/17	33/21	32/20	10/1	16/6	19/9	36/23	37/23	27,0	26,0	24,0		-	6	13,0	20,7	27,0
Temperatura vode	C	13,2	13,2	13,9	15,6	21,7	28,8	27,6	14,0	13,9	14,0	28,1	22,0		24,0	20,0	15,0	-	15	13,2	19,0	28,8
Boja	Co- Pt	2,6	2,6	5,9	5,0	3,1	<0.2	4,0	5,8	4,9	4,5	4,0	4,5	6,9	5,0	5,0	2,6	20	15	2,6	4,4	6,9
Miris		Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	16	Bez	Bez	Bez
Ukus		Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	16	Bez	Bez	Bez
Mutnoća	NTU	1,0	1,3	2,8	3,3	0,5	0,7	0,6	3,8	3,2	2,9	0,9	0,9	1,8	1,2	1,0	0,4	1	16	0,4	1,6	3,8
pH		7,9	8,0	7,9	7,3	7,9	7,9	8,2	7,3	7,1	7,4	8,2	8,0	8,0	7,1	7,4	8,1	6.5-9.5	16	7,1	7,7	8,2
Elektroprovodljivost	µS/cm	262	242	262	232	266	209	207	244	254	238	208	239	207	179	229	302	2500	16	179,0	236,2	302,0
SAK 254nm	1/m	2,4	2,0	3,0	3,2	2,6	3,3	3,3	3,9	4,0	2,8	3,2	3,3	4,6			2,0	-	14	2,0	3,1	4,6
SAK 436nm	1/m	0,4	0,4	1,1	0,8	0,4	0,5	0,6	1,0	1,2	0,8	0,5	0,7	1,9			0,3	-	14	0,3	0,8	1,9
Rastvoreni O2	mg/l	8,36	-				8,71	7,96				8,29	8,35	-			7,87	-	6	7,9	8,3	8,7
BPK5	mg/l						2,3	1,8				1,3	2,6	-		1,8		-	5	1,3	2,0	2,6
Zasićenost kiseonikom	%	60,8	-									-		-			58,2	-	2	58,2	59,5	60,8
Ukupni suvi ostatak posle isparavanja na 378.16 K	mg/l												167		116	136		< 1000	3	116,0	139,7	167,0
Žareni ukupni ostatak	mg/l												69					-	1	69,0	69,0	69,0
Utrošak KMnO4	mg/l	3,5	3,5	3,9	5,4	5,3	5,8	4,7	5,9	6,2	5,0	6,2	8,9	7,2			3,9	5	14	3,5	5,4	8,9
m-alkalitet	mg/l		27,4	26,3	25,1	26,8	20,8	30,5	25,6	25,1	23,9	19,4	24,1	22,0			32,4	-	13	19,4	25,3	32,4
p-alkalitet	mg/l		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	-	13	0,0	0,0	0,0
Bikarbonati	mg/l		167,1	160,6	153,1	163,5	126,8	186,2	153,2	152,5	145,9	118,0	146,7	134,3			197,6	-	13	118,0	154,3	197,6
Karbonati	mg/l		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	-	13	0,0	0,0	0,0
Karbonatna tvrdoća	dH		7,7	7,4	7,0	7,5	5,8	8,5	7,0	7,0	6,7	5,4	6,7	6,2			9,1	-	13	5,4	7,1	9,1
Ukupna tvrdoća	dH		7,6	7,8	8,2	8,3	6,1	9,5	8,2	7,7	7,5	5,5	7,7	7,5		6,9	10,4	-	14	5,5	7,8	10,4
Kalcijum	mg/l		46,8	47,4	46,6	47,0	34,0	59,2	46,8	48,0	44,2	31,3	45,4	37,6		40,0	60,0	200	14	31,3	45,3	60,0
Magnezijum	mg/l		4,7	5,2	7,6	7,4	5,9	5,4	7,7	4,8	5,8	5,1	5,9	9,6			8,7	50	13	4,7	6,4	9,6
Gvožđe	mg/l				0,140	-	-	0,020	0,058	0,021	0,012	0,021	0,026	0,029	0,080	<0.05	0,006	0,2	10	0,0	0,0	0,1
Natrijum	mg/l				3,0	3,1	3,1	3,2	3,3	3,2	3,2	2,9	3,2	2,9	3,1			200	11	2,9	3,1	3,3
Kalijum	mg/l				0,26	0,55	0,18	0,15	0,29	0,31	0,25	0,18	0,31	0,16				12	10	0,2	0,3	0,6
Litijum	mg/l				<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25				-	10	<0.25	<0.25	<0.25
Barijum	mg/l				≤ 30	≤ 30			≤ 30	≤ 30	≤ 30	<30	<30	≤ 30				0,7	8	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Slobodna ugljena kiselina	mg/l		0,7	0,8	1,5	0,7						0,2	0,5	-			0,7	-	7	0,2	0,7	1,5
Fosfati	mg/l	<0.03	<0.03	0,02	<0.03	-	-	<0.03	0,07	0,1	0,1	<0.03	<0.03	0,02		<0.01	<0.03	0,3	5	0,0	0,1	0,1
Hloridi	mg/l			2,9	<2.5	<2.5	<2.5	<2.5	2,8	2,5	2,4	2,0	1,7	3,0	2,0	3,0		250	9	1,7	2,5	3,0
Sulfati	mg/l													<5.0	2,5			250	1	2,5	2,5	2,5
Amonijak	mg/l			0,015	0,091	<0.013	<0.013	<0.013	0,081	0,048	0,040	<0.013	<0.013	<0.013	0,050	0,100	<0.013	0,5	7	0,0	0,1	0,1
Nitriti	mg/l			0,012	0,009	<0.007	<0.007	<0.007	0,017	0,021	0,035	0,017	0,017	0,012	<0.005	0,008	0,009	0,5	10	0,0	0,0	0,0
Nitrati	mg/l			1,6	1,0	1,5	0,6	0,4	1,3	1,4	1,5	0,6	0,5	0,7	0,0	0,1	2,5	50	14	0,0	1,0	2,5
Fluoridi	mg/l				0,12	-			0,12	0,1	0,12	<0.10	<0.10	<0.10	0,051	0,067	<0.10	-	6	0,1	0,1	0,1



		3	3	4	4	4	4	5	5	6
		31.3.2023	31.3.2023	5.4.2023	6.4.2023	10.4.2023	11.4.2023	3.5.2023	10.5.2023	20.6.2023
Nivo vode jezera	m	6,7	6,7	6,7	6,7	6,6	6,6	6,7	0,0	2,2
Dubina mjesta uzorkovanja	m	3,0	3,7	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	2,0	2,0
Temperatura vazduha	C	16,0	16,0	8,9	7	15	16,9	18,6	16	27
Temperatura vode	C	14,1	14,3	11,7	12	13,8	14	16,5	16	20,3
Boja	Co- Pt	2,1	1,9	4,9	3,3	1,6	1,7	1,9	<0.2	2,2
Miris		Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez
Ukus		Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez	Bez
Mutnoća	NTU	1,0	0,7	3,2	1,7	0,4	0,5	1,02	0,92	0,9
pH		7,8	7,8	8	8	8	7,9	7,79	8,05	7,89
Elektroprovodljivost	µS/cm	284	287	274	278	276	279	285	277	295
SAK 254nm	1/m	1,3	1,3	3	2,7	1,4	1,3	1,36	1,16	1,58
SAK 436nm	1/m	0,3	0,3	1	0,7	0	0,1	0,26	0,08	0,36
Rastvoreni O2	mg/l	10,46	8,48	9,2	11,34	10,1		9,48	10,26	8,8
BPK5	mg/l	2,8	1,3	1,5	2			1,21	2,09	
Zasićenost kiseonikom	%	76,1	61,9	67,1	82,9	73,7		-	78,1	75,3
Ukupni suvi ostatak posle isparavanja na 378.16 K	mg/l	176	168	150	155	153	148	-	172	156
Žareni ukupni ostatak	mg/l	66	60	62	69	75	66	85	-	59
Utrošak KMnO4	mg/l	2,2	2,1	4,2	4,2	3,2	2,7	2,86	3,44	2,58
m-alkalitet	mg/l	30,4	30,8	28,8	29,3	28,2	29,9	29,6	30,4	30,7
p-alkalitet	mg/l	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0
Bikarbonati	mg/l	185,7	188,1	175,4	178,5	171,8	182,1	180,3	185,7	187
Karbonati	mg/l	0,0	0,0	0	0	0	0	0	0	0
Karbonatna tvrdoća	dH	8,5	8,6	8,1	8,2	7,9	8,4	8,3	8,5	8,6
Ukupna tvrdoća	dH	8,1	8,2	8	8,3	7,8	7,9	7,8	7,6	8,4
Kalcijum	mg/l	51,2	50,2	49,1	48,5	48,1	47,7	48,6	47,3	50,2
Magnezijum	mg/l	4,3	5,3	4,9	6,9	4,6	5,6	4,6	4,6	6,1
Gvožđe	mg/l	0,027	0,026	0,051	0,044			0,032	-	0,031
Natrijum	mg/l	2,4	2,6	2,2	2,2	3,7	3,8	-	3,66	
Kalijum	mg/l	0,56	0,59	0,57	0,6	0,6	0,6		0,44	
Litijum	mg/l	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25	<0.25		<0.25	
Barijum	mg/l	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30		≤ 30	
Slobodna ugljena kiselina	mg/l	1,1	1,2	0,7	0,7	0,7	0,9	1,1	0,7	0,8
Fosfati	mg/l	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Hloridi	mg/l	4,0	4,4	4,3	2,8	3,8	4,1	3	-	
Sulfati	mg/l							3	3	
Amonijak	mg/l	0,036	0,025	0,028	0,025	0,034	0,029	<0.013	0,016	<0.013
Nitriti	mg/l	0,008	0,017	<0.007	0,019	0,018	0,021	<0.007	<0.007	0,01
Nitrati	mg/l	2,5	2,8	1,7	2	2	2,3	2,62	2,19	2,69

		7	8	8	9	10					
		11.7.2023	18.8.2023	29.8.2023	14.9.2023	5.10.2023	MDK	**Samples**	**Min**	**Average**	**Max**
Nivo vode jezera	m	2,2	5,6	5,6	2,0	2,0	-	14	0,0	4,7	6,7
Dubina mjesta uzorkovanja	m	2,0	2,0	2,0		1,8	-	13	1,8	2,5	3,7
Temperatura vazduha	C	33	26	26,3	28	27	-	14	7,0	20,1	33,0
Temperatura vode	C	28,6	25	26,4	12	19,9	-	14	11,7	17,5	28,6
Boja	Co- Pt	6,4	6,6	7,6	3,2	3,2	20	13	1,6	3,6	7,6
Miris		Bez	Bez	Bez		Bez	Bez	13	Bez	Bez	Bez
Ukus		Bez	Bez	Bez		Bez	Bez	13	Bez	Bez	Bez
Mutnoća	NTU	1,57	1,67	6,86	1,06	1,12	1	14	0,4	1,6	6,9
pH		7,73	7,9	7,67	7,94	7,79	6.5-9.5	14	7,7	7,9	8,1
Elektroprovodljivost	µS/cm	266	234	222	260	277	2500	14	222,0	271,0	295,0
SAK 254nm	1/m	2,42	4,12	5,36	2,32	2,58	-	14	1,2	2,3	5,4
SAK 436nm	1/m	0,38	0,8	1,1	1,08	0,56	-	14	0,0	0,5	1,1
Rastvoreni O2	mg/l	9,13	5,44	5,57	9,12	9,15	-	13	5,4	9,0	11,3
BPK5	mg/l				0,64	2,61	-	8	0,6	1,8	2,8
Zasićenost kiseonikom	%	92,6	39,9		79,5	69,2	-	11	39,9	72,4	92,6
Ukupni suvi ostatak posle isparavanja na 378.16 K	mg/l	157	166	171	151	155	< 1000	13	148,0	159,8	176,0
Žareni ukupni ostatak	mg/l		66	111	66	57	-	12	57,0	70,2	111,0
Utrošak KMnO4	mg/l	5,44	16,58	13,24	3,46		5	13	2,1	5,1	16,6
m-alkalitet	mg/l	27,2	24,6	23,1	26,1	28,8	-	14	23,1	28,4	30,8
p-alkalitet	mg/l	0	0	0	0	0	-	14	0,0	0,0	0,0
Bikarbonati	mg/l	165,6	149,9	140,7	159,1	175,7	-	14	140,7	173,3	188,1
Karbonati	mg/l	0	0	0	0	0	-	14	0,0	0,0	0,0
Karbonatna tvrdoća	dH	7,6	6,9	6,5	7,3	8,1	-	14	6,5	8,0	8,6
Ukupna tvrdoća	dH	7,1	6,5	5,7	7,2		-	13	5,7	7,6	8,4
Kalcijum	mg/l	43,7	44,3	35,7	42		200	13	35,7	46,7	51,2
Magnezijum	mg/l	4,5	1,6	3	6		50	13	1,6	4,8	6,9
Gvožđe	mg/l	0,055	0,041	0,15	0,015	0,023	0,2	11	0,0	0,0	0,2
Natrijum	mg/l			3,02	3,37	2,98	200	10	2,2	3,0	3,8
Kalijum	mg/l			0,36	0,39	0,6	12	10	0,4	0,5	0,6
Litijum	mg/l			<0.25	<0.25	<0.25	-	9	<0.25	<0.25	<0.25
Barijum	mg/l			≤ 30	<30	≤ 30	0,7	9	≤ 30	≤ 30	≤ 30
Slobodna ugljena kiselina	mg/l	1,5			0,5	1	-	12	0,5	0,9	1,5
Fosfati	mg/l	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0,3	13	<0.03	<0.03	<0.03
Hloridi	mg/l						250	7	2,8	3,8	4,4
Sulfati	mg/l						250	2	3,0	3,0	3,0
Amonijak	mg/l	<0.013	0,028	0,1	<0.013	<0.013	0,5	9	0,0	0,0	0,1
Nitriti	mg/l	<0.007	0,039	0,034	0,029	0,049	0,5	10	0,0	0,0	0,0
Nitrati	mg/l	2,5		1,28	1,76		50	12	1,3	2,2	2,8

		MDK	Samples	Min	Average	Max
Boja	Co- Pt	20	28	1,6	4,0	7,6
Mutnoća	NTU	1	30	0,4	1,6	6,9
pH		6.5-9.5	30	7,1	7,8	8,2
Elektroprovodljivost	µS/cm	2500	30	179,0	252,5	302,0
SAK 254nm	1/m	-	28	1,2	2,7	5,4
SAK 436nm	1/m	-	28	0,0	0,6	1,9
Utrošak KMnO4	mg/l	5	27	2,1	5,2	16,6
m-alkalitet	mg/l	-	27	19,4	26,9	32,4
p-alkalitet	mg/l	-	27	0,0	0,0	0,0
Bikarbonati	mg/l	-	27	118,0	164,1	197,6
Karbonati	mg/l	-	27	0,0	0,0	0,0
Karbonatna tvrdoća	dH	-	27	5,4	7,5	9,1
Ukupna tvrdoća	dH	-	27	5,5	7,7	10,4
Kalcijum	mg/l	200	27	31,3	46,0	60,0
Magnezijum	mg/l	50	26	1,6	5,6	9,6
Gvožđe	mg/l	0,2	21	0,01	0,04	0,15
Amonijak	mg/l	0,5	16	0,02	0,05	0,10
Nitriti	mg/l	0,5	20	0,01	0,02	0,05
Nitrati	mg/l	50	26	0,04	1,54	2,80

DESIGN REQUIREMENTS

		Peak	Average	Min	Reference / Assumption
Intake flow	l/s	100,0	100,0	20,0	From Employer's Requirements
	m3/d	8640,0	8640,0	1728,0	

COAGULANT DOSING and STORAGE

	Unit	Peak	Average	Min	
Coagulant dose	mg solution/l	71	23	9	Kawamura page 385 (range 10-70 mg/l)
Coagulant dose	g solution/mg KMnO4	4,3	4,3	4,3	
Equivalent as Metal+3	mg Me+3/l	9,7	3,1	1,2	
Equivalent as Metal+3	mM Me+3/l	0,18	0,06	0,02	
Coagulant solution strength	% FeCl3	40,0	40,0	40,0	Twort table 12:5
Coagulant solution density	kg/l	1,4	1,4	1,4	Twort table 12:5
Coagulant solution flow	l/h	17,8	5,6	0,5	
Number of dosing pumps (Duty)		2	2	2	
Selected dosing pump design flow	l/h	9,0	9,0	9,0	
Dosing pump type		Diaphragm pump			
Dosing pump pressure	bar	7,0	7,0	7,0	
Dosing pump turn down ratio	1:	19,9			
Coagulant solution daily consumption	l/d	427,8	135,1	10,8	
Coagulant solution storage	l	2000	2000	2000	
Coagulant solution storage	d	4,7	14,8	184,6	

PRODUCED SOLIDS

Solids from Raw Water	Unit	Yield	Peak	Average	Min	Reference / Assumption
KMnO4 consumption	mg/l		16,6	5,2	2,1	From Raw Data analyses
SS	NTU		6,9	1,6	0,4	From Raw Data analyses
True Colour	Hazen		7,6	4,0	1,6	From Raw Data analyses
Iron	mg/l		0,150	0,040	0,010	From Raw Data analyses
Aluminium	mg/l		0,000	0,000	0,000	From Raw Data analyses
Manganese	mg/l		0,000	0,000	0,000	From Raw Data analyses
Solids from SS	kg/d	2,00	119,2	27,6	1,4	Estimated based on 1NTU=2mgSS/l
Solids from True Colour	kg/d	0,20	13,1	6,9	0,6	Yelds from IW-TEC-900-07 page 25
Solids from Iron	kg/d	1,90	2,5	0,7	0,0	Yelds from IW-TEC-900-07 page 25
Solids from Aluminium	kg/d	2,90	0,0	0,0	0,0	Yelds from IW-TEC-900-07 page 25
Solids from Manganese	kg/d	1,58	0,0	0,0	0,0	Yelds from IW-TEC-900-07 page 25

Solids from Chemicals	Unit	Yield	Peak	Average	Average	
Coagulant dose	mg Fe/l		9,68	3,06	1,23	
Floc. Aid Dose	mg/l		0,00	0,00	0,00	Assumed
Solids from coagulant	kg/d	1,90	158,9	50,2	4,0	Twort page 565
Solids from Floc Aid	kg/d	1,00	0,0	0,0	0,0	Yields from IW-TEC-900-07 page 25

TOTAL SOLIDS	**kg/d**	**293,8**	**85,4**	**6,0**
	mg/l	34,0	9,9	3,5

MICROFILTERS

MODEL LAMA EKO8H3S or AM8S

	Unit	Peak	Average	Min	
Number of duty units		1	1	1	From Employer's Requirements
Number of stand by units		1	1	1	From Employer's Requirements
Flow per unit	l/s	100,0	100,0	20,0	
Opening size	um	300,0	300,0	300,0	From Employer's Requirements
Maximum operating pressure	bar	6,0	6,0	6,0	Manufacturer
Minimum backwash pressure	bar	2,5	2,5	2,5	Manufacturer
Backwash flow	m3/h	15,5	15,5	15,5	Manufacturer
Backwash volume	m3	0,2	0,2	0,2	Manufacturer

Backwash duration	min	1,0	1,0	1,0	Manufacturer
Estimated backwash frequency	min	10,0	15,0	20,0	Assumed
Estimated water loss due to backwash	m3/d	31,0	20,6	15,5	
Equivalent average loss of raw water flow	l/s	0,4	0,2	0,2	
Solids removal efficiency	%	5,0	5,0	5,0	Assumed low as coagulation will happen just upstream so flocs will not have sufficient time to reach a
Estimated solids in the wash water	kg/d	14,7	4,3	0,3	
Estimated solids concentration in wash water	mg/l	474,4	206,9	19,4	

PRESSURE FILTERS

Basic dimensions	Unit	Peak	Average	Min	
Number of units		4	4	4	Assumed
Diameter	mm	2500	2500	2500	Assumed
Single unit surface	m2	4,9	4,9	4,9	
Total filtration surface	m2	19,6	19,6	19,6	
Filtration velocity	m/h	18,3	18,3	3,7	Should be less than 15 m/h to be acceptable, less than 10 m/h to be ideal
Vessel material		Sandblasted S235JR steel			
Internal coating		min. 300 µm epoxy coating for drinking water			
External coating		min. 200 µm epoxy coating			
Gasket material		EPDM			
Internal distribution nozzles		min. 100 pieces, PP material			
Other		Inlet and outlet nozzles, air venting nozzle, top, and lateral manholes			

Filtration media	Unit	Peak	Average	Min	
Support layer depth (AFM grade 2: 0.7-2.0 mm)	mm	350	350	350	By dryden aqua
Glass Activated Filter Media (AFM grade 1: 0.4-0.8 mm) dept	mm	1100	1100	1100	By dryden aqua
Anthracite (0.6-1.6 mm) depth	mm	200	200	200	
Total Filtration depth	mm	1650	1650	1650	
Free board (during filtration)	mm	500	500	500	
Estimated filter media expansion during backwash	%	20	20	20	
Free board (during backwash)	mm	170	170	170	
Support layer (AFM grade 2: 0.7-2.0 mm) volume	m3	6,87	6,87	6,87	
Glass Activated Filter Media (AFM grade 1: 0.4-0.8 mm) volu	m3	21,60	21,60	21,60	
Anthracite (0.6-1.6 mm) volume	m3	3,93	3,93	3,93	

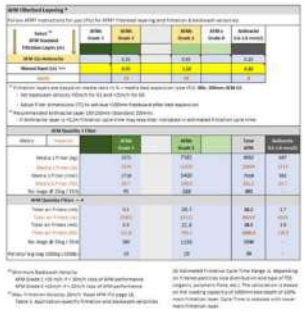
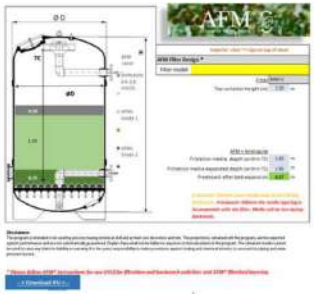
Backwash	Unit	Peak	Average	Min	
Solid surface load	kg/h/m2	0,59	0,17	0,01	
Maximum solid surface loading rate	kg/m2	8	8	8	For anthracite (7-10 kg/m2) - https://www.lenntech.com/systems/deep/dirt/dirt-holding-capacity.htm
Estimated filtration cycle	h	13,5	46,5	662,0	
Design filtration cycle	h	13,5	46,5	72,0	Capped to 72
Backwash velocity	m/h	40,0	40,0	40,0	Manufacturer
Backwash flow	m3/h	196	196	196	
Backwash duration	min	6,0	6,0	6,0	Manufacturer
Washwater for filter backwash	m3	20	20	20	
Washwater for backwash cycle (all filters)	m3	79	79	79	
Average wash water per day	m3	140	41	26	
Estimated solids removed at each washing cycle	kg	157,1	157,1	17,1	
Estimated solids concentration in wash water	mg/l	2000,0	2000,0	217,5	
“Run to waste” duration per backwash cycle	min	5	5	5	
Average “Run to waste” water per day	m^3	29,1	8,5	5,5	

ESTIMATED WATER PRODUCTION

	Unit	Peak	Average	Min
Intake flow	m3	8640	8640	1728
Equivalent average loss during microfilters backwash	m3	31	21	15
No flow during pressure filters backwash	min	42,6	12,4	8,0
No flow during pressure filters backwash	m3	256	74	10

No flow during run to waste (5 minute x backwash cycle)	min	8,9	2,6	1,7
No flow during run to waste (5 minute x backwash cycle)	m3	29	8	5
Flow increase from backwash to design in 10 minutes	m3	24	7	0
ESTIMATED TREATED WATER PRODUCTION	**m3**	**8300**	**8529**	**1697**
	l/s	**96**	**99**	**20**
	% of inlet	**4**	**1**	**2**

Only run to waste after the last filter backwash is necessary
Assumed run to waste at backwash flow

DISINFECTION

Used for treated water disinfection	Unit	Peak	Average	Min
NaClO solution strength	%	10,0	10,0	10,0
NaClO solution density	kg/l	1,2	1,2	1,2
NaClO solution density	g Cl/l	115,9	115,9	115,9
Clorine dose	mg Cl/l	5,00	2,50	0,50
NaClO solution dose (if used for treated water)	l/h	15,5	7,8	0,3
Dosing pump turn down ratio		50,0	25,0	1,0
NaClO solution daily consumption	l/d	372,7	186,4	7,5

Used for filter disinfection	Unit	Peak	Average	Min
NaClO solution strength	%	10,0	10,0	10,0
NaClO solution density	kg/l	1,2	1,2	1,2
NaClO solution density	g Cl/l	115,9	115,9	115,9
Clorine dose	mg Cl/l	5,00	5,00	1,00
NaClO solution dose (if used for treated water)	l/h	8,5	8,5	1,7
Number of dosing pumps		1	1	1
Selected dosing pump flow	l/h	10	10	10
Dosing pump type		Diaphragm pump		
Dosing pump pressure	bar	8	8	8
Dosing pumps minimum turn-down ratio		5,9	5,0	1,0
NaClO solution daily consumption	l/d	6,0	1,8	0,2
NaClO solution storage	l	60,0	60,0	60,0
NaClO solution storage	d	10,0	34,3	265,6

ESTIMATED WASH WATER DISCHARGE

	Unit	Peak	Average	Min
From microfilter backwash	m3/d	31	21	15
Average from pressure filters backwash	m3/d	140	41	26
Average from "Run to waste"	m3/d	29	8	5
ESTIMATED WASH WATER DISCHARGE	**m3/d**	**200**	**70**	**47**
Peak flow	**l/s**	**55**	**55**	**55**

DESIGN REQUIREMENTS

		Peak	Average	Min	Reference / Assumption
Intake flow	l/s	100,0	100,0	20,0	From Employer's Requirements
	m3/d	8640,0	8640,0	1728,0	

COAGULANT DOSING and STORAGE

	Unit	Peak	Average	Min	
Coagulant dose	mg solution/l	56	18	7	Ballyhilty WTP (Ireland) , optimal PACl dose range 26-40 mg/l
Coagulant dose	g solution/mg KMnO4	3,4	3,4	3,4	
Equivalent as Metal+3	mg Me+3/l	5,4	1,7	0,7	
Equivalent as Metal+3	mM Me+3/l	0,20	0,06	0,03	Based on power point
Coagulant solution strength	% Al2O3	18,0	18,0	18,0	Twort table 12:5
Coagulant solution density	kg/l	1,4	1,4	1,4	Twort table 12:5
Coagulant solution flow	l/h	14,5	4,6	0,4	
Number of dosing pumps (Duty)		2	2	2	
Selected dosing pump design flow	l/h	9,0	9,0	9,0	
Dosing pump type		Diaphragm pump			
Dosing pump pressure	bar	7,0	7,0	7,0	
Dosing pump turn down ratio	1:	24,5			
Coagulant solution daily consumption	l/d	347,9	109,9	8,8	
Coagulant solution storage	l	2000	2000	2000	
Coagulant solution storage	d	5,7	18,2	226,9	

PRODUCED SOLIDS

Solids from Raw Water	Unit	Yield	Peak	Average	Min	Reference / Assumption
KMnO4 consumption	mg/l		16,6	5,2	2,1	From Raw Data analyses
SS	NTU		6,9	1,6	0,4	From Raw Data analyses
True Colour	Hazen		7,6	4,0	1,6	From Raw Data analyses
Iron	mg/l		0,150	0,040	0,010	From Raw Data analyses
Aluminium	mg/l		0,000	0,000	0,000	From Raw Data analyses
Manganese	mg/l		0,000	0,000	0,000	From Raw Data analyses
Solids from SS	kg/d	2,00	119,2	27,6	1,4	Estimated based on 1NTU=2mgSS/l
Solids from True Colour	kg/d	0,20	13,1	6,9	0,6	Yelds from IW-TEC-900-07 page 25
Solids from Iron	kg/d	1,90	2,5	0,7	0,0	Yelds from IW-TEC-900-07 page 25
Solids from Aluminium	kg/d	2,90	0,0	0,0	0,0	Yelds from IW-TEC-900-07 page 25
Solids from Manganese	kg/d	1,58	0,0	0,0	0,0	Yelds from IW-TEC-900-07 page 25

Solids from Chemicals	Unit	Yield	Peak	Average	Average	
Coagulant dose	mg Al/l		5,37	1,70	0,68	
Floc. Aid Dose	mg/l		0,00	0,00	0,00	Assumed
Solids from coagulant	kg/d	2,90	134,6	42,5	3,4	Twort page 565
Solids from Floc Aid	kg/d	1,00	0,0	0,0	0,0	Yields from IW-TEC-900-07 page 25

TOTAL SOLIDS	**kg/d**	**269,4**	**77,7**	**5,4**	
	mg/l	31,2	9,0	3,1	

MICROFILTERS

MODEL LAMA EKO8H3S or AM8S

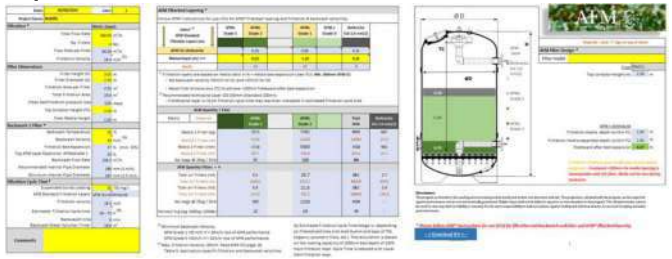
	Unit	Peak	Average	Min	
Number of duty units		1	1	1	From Employer's Requirements
Number of stand by units		1	1	1	From Employer's Requirements
Flow per unit	l/s	100,0	100,0	20,0	
Opening size	um	300,0	300,0	300,0	From Employer's Requirements
Maximum operating pressure	bar	6,0	6,0	6,0	Manufacturer
Minimum backwash pressure	bar	2,5	2,5	2,5	Manufacturer
Backwash flow	m3/h	15,5	15,5	15,5	Manufacturer
Backwash volume	m3	0,2	0,2	0,2	Manufacturer

Backwash duration	min	1,0	1,0	1,0	Manufacturer
Estimated backwash frequency	min	10,0	15,0	20,0	Assumed
Estimated water loss due to backwash	m3/d	31,0	20,6	15,5	
Equivalent average loss of raw water flow	l/s	0,4	0,2	0,2	
Solids removal efficiency	%	5,0	5,0	5,0	Assumed low as coagulation will happen just upstream so flocs will not have sufficient time to reach a size above 30(
Estimated solids in the wash water	kg/d	13,5	3,9	0,3	
Estimated solids concentration in wash water	mg/l	435,1	188,3	17,4	

PRESSURE FILTERS

Basic dimensions	Unit	Peak	Average	Min	
Number of units		4	4	4	Assumed
Diameter	mm	2500	2500	2500	Assumed
Single unit surface	m2	4,9	4,9	4,9	
Total filtration surface	m2	19,6	19,6	19,6	
Filtration velocity	m/h	18,3	18,3	3,7	Should be less than 15 m/h to be acceptable, less than 10 m/h to be ideal
Vessel material		Sandblasted S235JR steel			
Internal coating		min. 300 µm epoxy coating for drinking water			
External coating		min. 200 µm epoxy coating			
Gasket material		EPDM			
Internal distribution nozzles		min. 100 pieces, PP material			
Other		Inlet and outlet nozzles, air venting nozzle, top, and lateral manholes			

Filtration media	Unit	Peak	Average	Min	
Support layer depth (AFM grade 2: 0.7-2.0 mm)	mm	350	350	350	By dryden aqua
Glass Activated Filter Media (AFM grade 1: 0.4-0.8 mm) dept	mm	1100	1100	1100	By dryden aqua
Anthracite (0.6-1.6 mm) depth	mm	200	200	200	
Total Filtration depth	mm	1650	1650	1650	
Free board (during filtration)	mm	500	500	500	
Estimated filter media expansion during backwash	%	20	20	20	
Free board (during backwash)	mm	170	170	170	
Support layer (AFM grade 2: 0.7-2.0 mm) volume	m3	6,87	6,87	6,87	
Glass Activated Filter Media (AFM grade 1: 0.4-0.8 mm) volu	m3	21,60	21,60	21,60	
Anthracite (0.6-1.6 mm) volume	m3	3,93	3,93	3,93	



Backwash	Unit	Peak	Average	Min	
Solid surface load	kg/h/m2	0,54	0,16	0,01	
Maximum solid surface loading rate	kg/m2	8	8	8	For anthracite (7-10 kg/m2) - https://www.lenntech.com/systems/deep/dirt/dirt-holding-capacity.htm
Estimated filtration cycle	h	14,7	51,1	737,9	
Design filtration cycle	h	14,7	51,1	72,0	Capped to 72
Backwash velocity	m/h	40,0	40,0	40,0	Manufacturer
Backwash flow	m3/h	196	196	196	
Backwash duration	min	6,0	6,0	6,0	Manufacturer
Washwater for filter backwash	m3	20	20	20	
Washwater for backwash cycle (all filters)	m3	79	79	79	
Average wash water per day	m3	128	37	26	
Estimated solids removed at each washing cycle	kg	157,1	157,1	15,3	
Estimated solids concentration in wash water	mg/l	2000,0	2000,0	195,1	
“Run to waste” duration per backwash cycle	min	5	5	5	
Average “Run to waste” water per day	m^3	26,7	7,7	5,5	

ESTIMATED WATER PRODUCTION

	Unit	Peak	Average	Min
Intake flow	m3	8640	8640	1728
Equivalent average loss during microfilters backwash	m3	31	21	15
No flow during pressure filters backwash	min	39,1	11,3	8,0
No flow during pressure filters backwash	m3	235	68	10

No flow during run to waste (5 minute x backwash cycle)	min	8,1	2,4	1,7
No flow during run to waste (5 minute x backwash cycle)	m3	27	8	5
Flow increase from backwash to design in 10 minutes	m3	22	6	0
ESTIMATED TREATED WATER PRODUCTION	**m3**	**8326**	**8538**	**1697**
	l/s	**96**	**99**	**20**
	% of inlet	**4**	**1**	**2**

Only run to waste after the last filter backwash is necessary
Assumed run to waste at backwash flow

DISINFECTION

Used for treated water disinfection	Unit	Peak	Average	Min
NaClO solution strength	%	10,0	10,0	10,0
NaClO solution density	kg/l	1,2	1,2	1,2
NaClO solution density	g Cl/l	115,9	115,9	115,9
Clorine dose	mg Cl/l	5,00	2,50	0,50
NaClO solution dose (if used for treated water)	l/h	15,5	7,8	0,3
Dosing pump turn down ratio		50,0	25,0	1,0
NaClO solution daily consumption	l/d	372,7	186,4	7,5

Used for filter disinfection	Unit	Peak	Average	Min
NaClO solution strength	%	14,0	14,0	14,0
NaClO solution density	kg/l	1,2	1,2	1,2
NaClO solution density	g Cl/l	170,8	170,8	170,8
Clorine dose	mg Cl/l	5,00	3,00	1,00
NaClO solution dose (if used for treated water)	l/h	5,7	3,4	1,1
Number of dosing pumps		1	1	1
Selected dosing pump flow	l/h	9	9	9
Dosing pump type		Diaphragm pump		
Dosing pump pressure	bar	7	7	7
Dosing pumps minimum turn-down ratio		7,8		
NaClO solution daily consumption	l/d	3,7	0,6	0,2
NaClO solution storage	l	100,0	100,0	100,0
NaClO solution storage	d	26,7	154,2	652,4

ESTIMATED WASH WATER DISCHARGE

	Unit	Peak	Average	Min
From microfilter backwash	m3/d	31	21	15
Average from pressure filters backwash	m3/d	128	37	26
Average from "Run to waste"	m3/d	27	8	5
ESTIMATED WASH WATER DISCHARGE	**m3/d**	**186**	**65**	**47**
Peak flow	**l/s**	**55**	**55**	**55**

Filtration maximum pressure and flow

	Element	Flow	Pipe diameter	Length	Velocity	Water pressure (downstream)	Friction and fitting head losss	Water pressure (upstream)
		l/s	mm	m	m/s	bar	bar	bar
1	Discharge to clearwater tank	100,0				0,00	0,00	0,00
2	Full section pipe	100,0	250	100,0	2,04	0,00	0,40	0,40
3	Pressure control valve	100,0				0,40	0,00	2,30
4	**Pressure filter (dirt, 0.5 bar)**	25,0				2,30	0,00	2,80
5	Full section pipe	100,0	250	10,0	2,04	2,80	0,23	3,03
6	**Micro filter (dirt 0.5 bar)**	100,0				3,03	0,00	3,53
7	Full section pipe	100,0	250	200,0	2,04	3,53	0,58	4,11
8	Hydrostatic level			15,0	0,00	4,11	0,00	5,61

Inlet pumps discharge pressure 5,61

Filtration minimum pressure and flow

	Element	Flow	Pipe diameter	Length	Velocity	Water pressure (downstream)	Friction and fitting head losss	Water pressure (upstream)
		l/s	mm	m	m/s	bar	bar	bar
1	Discharge to clearwater tank	20,0				0,00	0,00	0,00
2	Full section pipe	20,0	250	100,0	0,41	0,00	0,02	0,02
3	Pressure control valve	20,0				0,02	0,00	2,30
4	**Pressure filter (clean, 0.15 bar)**	20,0				2,30	0,00	2,45
5	Full section pipe	20,0	250	10,0	0,41	2,45	0,01	2,46
6	**Micro filter (clean 0.15 bar)**	20,0				2,46	0,00	2,61
7	Full section pipe	20,0	250	200,0	0,41	2,61	0,03	2,64
8	Hydrostatic level			10,0	0,00	2,64	0,00	3,64

Inlet pumps discharge pressure 3,64

Filter backwash (beginning of sequence when all filters are dirty)

	Element	Flow	Pipe diameter	Length	Velocity	Water pressure (downstream)	Friction and fitting head losss	Water pressure (upstream)
		l/s	mm	m	m/s	bar	bar	bar
1	Discharge to washwater tank	54,2				0,00	0,00	0,00
2	Full section pipe	54,2	200	50,0	1,72	0,00	0,24	0,24
3	**Pressure filter (dirt, 0.5 bar)**	54,2				0,24	0,00	0,74
4	**Pressure filter (dirt, 0.5 bar)**	18,1				0,74	0,00	1,24
5	Full section pipe	54,2	250	10,0	1,10	1,24	0,07	1,31

6	**Micro filter (dirt 0.5 bar)**	54,2				1,31	0,00	1,81
7	Full section pipe	54,2	250	200,0	1,10	1,81	0,18	1,99
8	Hydrostatic level			15,0	0,00	1,99	0,00	3,49

Inlet pumps discharge pressure 3,49

Filter backwash (end of sequence when all filters are clean)

	Element	Flow	Pipe diameter	Length	Velocity	Water pressure (downstream)	Friction and fitting head losss	Water pressure (upstream)
		l/s	mm	m	m/s	bar	bar	bar
1	Discharge to washwater tank	54,2				0,00	0,00	0,00
2	Full section pipe	54,2	200	50,0	1,72	0,00	0,24	0,24
3	**Pressure filter (clean, 0.15 bar)**	54,2				0,24	0,00	0,39
4	**Pressure filter (clean, 0.15 bar)**	18,1				0,39	0,00	0,54
5	Full section pipe	54,2	250	10,0	1,10	0,54	0,07	0,61
6	**Micro filter (clean 0.15 bar)**	54,2				0,61	0,00	0,76
7	Full section pipe	54,2	250	200,0	1,10	0,76	0,18	0,94
8	Hydrostatic level			10,0	0,00	0,94	0,00	1,94

Inlet pumps discharge pressure 1,94

Flow	Diameter	Length	Hazen-Williams roughness constant	Fitting Headloss kinetic coefficient	Accln due to Gravity	Area of flow	Velocity	Friction head loss	Fittings head loss	Total head loss
l/s	mm	m			m/s²	m^2	m/s	m	m	m
100,0	250	100,0	120,0	10,00	9,81	0,05	2,04	1,85	2,12	3,96
100,0	250	10,0	120,0	10,00	9,81	0,05	2,04	0,18	2,12	2,30
100,0	250	200,0	120,0	10,00	9,81	0,05	2,04	3,69	2,12	5,81

Flow	Diameter	Length	Hazen-Williams roughness constant	Fitting Headloss kinetic coefficient	Accln due to Gravity	Area of flow	Velocity	Friction head loss	Fittings head loss	Total head loss
l/s	mm	m			m/s²	m^2	m/s	m	m	m
20,0	250	100,0	120,0	10,00	9,81	0,05	0,41	0,09	0,08	0,18
20,0	250	10,0	120,0	10,00	9,81	0,05	0,41	0,01	0,08	0,09
20,0	250	200,0	120,0	10,00	9,81	0,05	0,41	0,19	0,08	0,27

Flow	Diameter	Length	Hazen-Williams roughness constant	Fitting Headloss kinetic coefficient	Accln due to Gravity	Area of flow	Velocity	Friction head loss	Fittings head loss	Total head loss
l/s	mm	m			m/s²	m^2	m/s	m	m	m
54,2	200	50,0	120,0	10,00	9,81	0,03	1,72	0,88	1,52	2,39
54,2	250	10,0	120,0	10,00	9,81	0,05	1,10	0,06	0,62	0,68

54,2	250	200,0	120,0	10,00	9,81	0,05	1,10	1,19	0,62	1,81

Flow l/s	**Diameter** mm	**Length** m	**Hazen-Williams roughness constant**	**Fitting Headloss kinetic coefficient**	**Accln due to Gravity** m/s²	**Area of flow** m^2	**Velocity** m/s	**Friction head loss** m	**Fittings head loss** m	**Total head loss** m
54,2	200	50,0	120,0	10,00	9,81	0,03	1,72	0,88	1,52	2,39
54,2	250	10,0	120,0	10,00	9,81	0,05	1,10	0,06	0,62	0,68
54,2	250	200,0	120,0	10,00	9,81	0,05	1,10	1,19	0,62	1,81

1. **Pumpe sirove vode**



Višestepena potopna pumpa za neprerađenu vodu, snižavanje podzemnih voda i povišenje pritiska. Pumpa je prikladna za pumpanje čistih rijetkih neagresivnih tečnosti bez krutih čestica ili vlakana.
Motor je 3-fazni sa zaštitom od pijeska, ležajevima podmazanima tečnosti i membranom za izjednačavanje pritiska.

Tečnost:	
Ispumpana tečnost:	Voda
Maksimalna temperatura tekućine:	40 °C
Temperatura tečnosti tokom rada:	20 °C
Gustoća:	998.2 kg/m³
Tehničk podaci	
Broj obrtaja na kom su bazirani podaci:	2900 rpm
Stvarni izračunati protok:	50 l/s
Rezultirajući pritisak:	7,45 bar
Nazivni protok:	59,72 l/s
Nazivni pritisak	6,559 bara
Tolerancija krivulje:	ISO9906:2012 3B
Neovratni ventil:	DA
Materijali	
Pumpa:	Nehrđajući čelik EN 1.4301 AISI 304
Rotor:	Stainless steel EN 1.4301 AISI 304
Motor:	Nehrđajući čelik DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
Instalacija:	
Maksimalni pritisak okruženja:	35 bara
Tip priključka:	Rp
Veličina priključka:	6 inch
Motor diameter:	8 inch
Električni podaci:	
Tip motora:	FRANKLIN
Dizajn prirubnice motora:	Grundfos

Nazivna snaga - P2:	55 kW
Snaga (P2) potrebna za pumpu:	55 kW
Mrežna frekvencija:	50 Hz
Nominalni napon:	3 x 380-400-415 V
Nominalna struja:	111-108-108 A
Cosφ - faktor snage:	0.89-0.87-0.84
Nominalna brzina:	2910-2920-2925 rpm
Početni metod:	DOL
Klasa kućišta (IEC 34-5):	IP58
Klasa izolacije (IEC 85):	F
Ugrađeni temp. prijenosnik:	Y
Neto težina:	238 kg

2. **Turbidimetar sirove i čiste vode**

Mjerenje zamućenosti provodi se metodom difuzije svjetlosti uzrokovane suspendovanim česticama u uzorku. Svjetlosna zraka zadane talasne dužinee šalje se u uzorak kroz prozirnu leću. Dio svjetlosti raspršen pod uglom od 90° prema suspendovanim česticama u uzorku vraća se u sondu kroz drugu optičku leću. Zatim ga detektuju unutrašnji krugovi i pretvaraju u električni signal proporcionalan zamućenosti uzorka. Izvor infracrvenog svjetla čini mjerenje neovisnim o boji uzorka.

Turbidimetar je namijenjen za mjerenje niskih vrijednosti mutnoće nefelometrijskom metodom te je u skladu sa ISO 7027 - EN 27027.

Sonda je za preljevnu i in-line ugradnju.



Analognim i digitalnim izlazom, sonda se može spojiti na PLC ili kontroler za prikupljanje podataka prikaz mjerenja i poruke koje vode kalibraciju i konfiguraciju.

Rasponi
Sonda se može konfigurirati u rasponu od 0,0 – 4,0 NTU do 0,0 – 400,0 NTU.
Također je moguće pridružiti faktor skalabilnosti od 10% do 100% kako bi se dobile srednje vrijednosti pune skale na strujnoj petlji 4/20 mA putem digitalnih naredbi.

Način rada
Sonda se može konfigurisati za rad u analognom ili digitalnom načinu rada.

Analogni izlaz
Strujna petlja od 4/20 mA proporcionalna je glavnoj mjernoj vrijednosti. Strujna petlja je galvanski odvojena, za izravnu vezu s PLC-om ili transmiterom za prikupljanje i obradu podataka.

Serijsko sučelje

RS485 izolirano serijsko sučelje omogućuje kalibraciju i konfiguraciju sondi, istovremeni prijenos mjerenja zamućenosti, signala provjere i prosječne vrijednosti ambijentalnog svjetla i temperature. Funkcija pokretanja sistema omogućuje korisniku ažuriranje firmvera sonde.

Komunikacijski protokoli

Interni protokol zajedno s MODBUS RTU protokolom (03, 06, 16 funkcija) za prijenos mjerenja, konfiguraciju i kalibraciju sonde.

Softver za filtriranje

Softver filtera radi na ulaznom signalu senzora s dvije vremenske konstante koje se mogu odabrati. Kako bi se postigla dobra stabilnost očitanja i brz odgovor na promjene u procesu, korisnik može podesiti vrijeme odziva za male ili velike varijacije signala.

Samodijagnostika

"Check signal" omogućuje kontinuiranu provjeru statusa optičke leće i potencijalne odsutnosti uzorka u mjernoj ćeliji ili u spremniku.

Namjenski alarm može se konfigurirati da upozori korisnika u slučaju potencijalnih kvarova.

Nulta stabilnost

Pulsirajući izvoru svjetla omogućuje da senzor izvodi automatsko nuliranje pri svakom mjernom ciklusu. Ova jedinstvena značajka jamči točnost i stabilnost u uzorcima s gotovo nultom zamućenošću.

Temperaturna kompenzacija

Sonde uključuju senzor temperature za unutarnju kompenzaciju optičke učinkovitosti.

Napajanje

Sonde se napajaju naponom od 9/36 Vdc na strujnoj petlji, a napajaju ga PLC ili transmiter za prikupljanje i obradu podataka ili napajanje postavljeno u seriju između analognog izlaza i uređaja za prikupljanje. Napajanje se osigurava strujnom petljom i u digitalnom načinu rada.

Suhi standard

Dostupan je dodatak za provjeru ispravnog rada i kalibracije sondi instaliranih u procesu bez potrebe za standardom zamućenosti formazina. Ako je to dopušteno kalibracijskim protokolom postrojenja, suhi standard se može koristiti za kalibraciju sonde.

Rasponi zamućenosti:	0/4.000 – 0/40.00 – 0/400.0 NTU
Faktor skalabilnosti 4/20 mA:	10/100 %
Osjetljivost:	70/130 %
Nula:	± 0,400 NTU
Razlučivost:	0,001 NTU
Točnost:	0,2 % odabrane pune skale
Ponovljivost:	0,1 %
Nelinearnost:	0,1 %
Granične temperature:	0/50 °C
Napajanje:	9/36 Vdc
Strujna petlja:	4/20 mA izolirano
Opterećenje:	600 Ohm max. na 24 Vdc
Digitalni izlaz:	RS 485 izoliran
Protokoli:	Unutarnji ASCII i Modbus RTU (03, 06, 16 funkcije)

Brzina prijenosa:	2400/4800/9600/19200 bauda
Radna temperatura:	60 °C max.
Radni pritisak:	6 bara na 25 °C
Tijelo:	PVC-C
Kabel:	10 m (maks. 100 m), PVC omotač
Zaštita:	IP 68

EMC/RFI usklađenost: EN 61326-2-3/2013, EN 55011/2009

Protočno kućište uzorka vode:



Protok vode uzorka:	0,2 – 0,5 l/min
Radna temperatura:	0 – 50 °C
Temperatura uzorka vode:	0 – 50 °C
Pritisak uzorka vode:	max. 6 bar na 20 °C
Materijal kućišta:	PVC
Materijal brtvi:	NBR

Transmiter – kontroler ulaznih podataka



Unosi

Ulaz za digitalne sonde i transmitere.

Prikaz

Višeredni grafički zaslon prikazuje mjerenu vrijednost i poruke koje vode korisnika kroz postavljanje, konfiguraciju i tokom normalnog rada.

Tipkovnica

Postoje namjenske tipke za izravan pristup kalibraciji nule i osjetljivosti, kao i konfiguraciji zadane vrijednosti.

Konfiguracija i postavljanje

Namjenski izbornik za sistem i pojedinačne ulaze, sa zaštitom lozinkom.

Način rada

Mjerila mogu raditi u automatskom, mjernom ili simuliranom načinu rada kako bi se olakšalo pokretanje ili održavanje.

Dva analogna izlaza

Može se adresirati na bilo koji ulaz i programirati 0/4 – 20 mA na dvije točke ljestvice. Omogućuju PID kontrolu ili prijenos izmjerenih vrijednosti.

Digitalni izlaz

Izolirani RS485 s dva komunikacijska protokola, internal i Modbus RTU (03, 06 i 16 funkcija).

Izlazni releji

Četiri releja koja se mogu adresirati na ulaze, alarm ili automatsko čišćenje, s min/max postavljenim točkama.

PID regulacija

Vrijednost aktiviranja na displeju. Korisnik može odabrati upravljanje 4/20 mA, PFM (pulsna frekvencijska modulacija) ili PWM (impulsna širinska modulacija) upravljanje upućeno odgovarajućem releju.

Alarmi

Namjenski relej za minimalne/maksimalne vrijednosti mjerenja, prekomjernu stalnost postavljenih tačaka i prisutnost logičkih ulaza. Alternativno, ovaj relej se može adresirati i posvetiti regulacijskoj funkciji.

Logički ulazi

Dva kontakta slobodnog napona mogu generirati stanje čekanja ili alarma.

Autočišćenje

Namjenski relej za aktiviranje vanjskog uređaja za automatsko čišćenje.

Ciklus čišćenja može se programirati u smislu učestalosti, trajanja i vremena zadržavanja. Alternativno, ovaj relej se može adresirati na funkciju regulacije.

Univerzalno napajanje

Od 85 do 264 Vac, 50/60 Hz.

Opcija niskog napona omogućuje napajanje jedinice od 9 do 36 Vdc ili od 12 do 24 Vac, 50/60 Hz.

Jednostavna instalacija

Kontroler ima stepen zaštite IP66.

Za ugradnju u ormar stepen zaštite je IP65.

Tehnički podaci:

Ulazi za digitalne sonde:	Preljevna sonda za mutnoću, PVC-C
Tipkovnica:	4 (8) tipki
Zaslon:	višelinijska grafika
Dvostruki analogni izlaz:	0-20 mA / 4-20 mA Rmax 600 Ω
Digitalni izlaz:	izolirani RS485. Interni i Modbus RTU protokoli (03 funkcija)
Dvostruka zadana vrijednost HI/LO:ON/OFF - PID - PFM – PWM, SPST releji	
Histereza:	0 ÷ 10 % ljestvice
Odgoda:	0 ÷ 100,0 sekundi
Alarm:	SPDT relej, odgoda 0 ÷ 100,0 sekundi
Funkcija čišćenja:	isključeno / autoclean / ručno, vrijeme ponavljanja SPDT releja 0,1 ÷ 100,0 sati čišćenja vrijeme 1,0 ÷ 60,0 sekundi vrijeme zadržavanja 0,0 ÷ 20,0 minuta
SPST i SPDT kontakti releja:	220 V - 5 A otporno opterećenje
Radna temperatura:	-10 ÷ 60 °C
Vlažnost:	95 % bez kondenzacije
Napajanje:	85 ÷ 264 Vac - 50/60 Hz
Niskonaponsko napajanje:	9 ÷ 36 Vdc, 12 ÷ 24 Vac (opcija 091.42x)
Terminalni blokovi:	uklonjivi
Kućište:	ABS, IP 65 zaštita (zidna ugradnja) Metalik, samo prednja ploča IP 65 (ugradnja u ormar)
Dimenzije:	256x230x89 mm (zidna ugradnja) 98x98x104 mm, 90x90x95 mm izrez ploče (ugradnja u ormar)
EMC/RFI usklađenost:	EN 61326-2-3/2013 – EN 55011/2009

3. In-line instrumentacija za mjerenje pH i redoxa

Transmiter pH – ORP



Transmiter napajan istosmjernim naponom između 9 i 36 volti daje izoliranu "strujnu petlju" od 4-20 mA, RS485 i Modbus (funkcija 03, 06, 16) izlaze.

Instrument koristi pH/ORP senzor i RTD Pt100 temperaturne senzore.

Ako je priključen Pt100, transmiter radi automatsku kompenzaciju temperature (samo pH).

U ovim uvjetima moguće je vizualizirati očitanu temperaturu na displeju.

Njegova modularnost, male dimenzije i ugrađena tehnologija čine ga prikladnim za mjerenja pH/ORP-a u različitim procesnim aplikacijama

Raspon
0 ÷ 14,00 pH
0 ÷ 1000 / 2000 mV
0 ÷ -1000 / -2000 mV
-1000 ÷ 1000 mV
-10,0 ÷ 110,0 °C , 14,0 ÷ 230,0 °F
Prikaz
Prikazuje vrijednosti mjera i poruke koje vode korisnika u različitim fazama postavljanja i konfiguracije.

Tipkovnica
Postoje namjenske tipke za izravan pristup nuli i kalibraciji osjetljivosti.
Temperaturna kompenzacija Instrument izvodi ručnu ili automatsku temperaturnu kompenzaciju pH.

Kalibracija
Standardne otopine (pH 4, pH 7, pH 9 i 220 mV) pohranjene su u memoriji transmitera i automatski se prepoznaju tijekom kalibracije.

Softver za filtriranje

Korisnik može postaviti dva filtra kako bi dobio stabilno očitanje i brži odgovor na varijacije mjerenja u procesu.

Analogni izlaz
Strujna petlja od 4-20 mA je galvanski izolirana, tako da se može spojiti izravno na PLC ili kartice za prikupljanje podataka

Serijsko interfejs
Izolirani RS485 serijski interfejs omogućuje povezivanje s PLC-om, terminalima ili računalom, koristeći B&C (ASCII) ili Modbus RTU protokol.
B&C (ASCII) protokol omogućuje prijenos mjera i upravljanje kalibracijom i konfiguracijom.
Modbus RTU protokol ima funkcije 03, 06, 16.
Digitalni i analogni način rada mogu se koristiti istovremeno.

Logički ulaz
Slobodni naponski kontakti mogu stvoriti stanje zadržavanja.

Napajanje
Odašiljač se napaja strujnom petljom od 9 ÷ 36 Vdc, izravno iz PLC-a, s ploča za prikupljanje podataka ili serijskim napajanjem između analognog izlaza i uređaja za prikupljanje.

Jednostavna instalacija
Mala veličina odašiljača i uklonjivi terminalni blokovi olakšavaju ugradnju u upravljačke ormare ili vodootporna kućišta za komponente DIN tračnice.

Senzori
Odašiljač je kompatibilan sa svim B&C Electronics pH (staklo ili antimon) i ORP senzorima.
Temperatura se mjeri pomoću Pt100 3 žičnih sondi.

Mjerna elektroda pH:	pH elektroda Staklo/ref. kombinacija, stakleno tijelo, dvostruko anularno
Kabl:	9 m
Primjena:	tekućine, kontaminirane tekućine, industrijska i teška primjena.
Membrana:	GX2
pH opseg:	0/13
Temperaturni opseg:	0/100 °C
Dimenzije:	D12x110 mm
Reference:	Ag/AgCl e KNO3



Mjerna elektroda redox ORP:	ORP Kombinirana platina/referentna elektroda. Zatvoreni gel.
Tijelo:	staklo
Kabl:	9 m.
Primjene:	opća namjena, pitka voda, obrada kromatom, bazeni, industrija
Metal:	Platina
Temperaturni opseg:	-5/110 °C
Dimenzije:	D12x110 mm
Reference:	Ag/AgCl



Protočno kućište uzorka

Protočno kućište uzorka za potenciostatske elektrode i senzor temperature, dok je ćelija SZ 72x3 također za dodatni pH i O.R.P. elektrode.

Materijal: prozirna akrilna smola
Ulaz: priključak od 1/4".
Izlaz: spojnica za cijevi 10x14 mm
Priključna cijev: 2 m 4x6 cijev
Protok: oko 10/30 litara/sat cca
Temperatura: 0/50°C
SZ 7263 mjere: promjer 65 x 150 mm
SZ 7261 mjere: promjer 55 x 150 mm
SZ 7233 dimenzije: 150 x 120 x 40 mm
SZ 7231 dimenzije: 150 x 90 x 40 mm
Mjesto senzora: promjer 12 mm za pH/ORP/Cl
promjera 5 mm za temperaturu
Predloženi senzori:
pH = SZ 173
ORP = SZ 275



SZ 7263

4. Transmiteri pritiska



Transmiteri pritiska prikladni su za tekućine, mjerenje i kontrolu pritiska plina u umjerenim medijima, sa senzorskom sondom koja radi vrlo dobro s dugom stabilnošću čak i na visokoj temperaturi od 125 °C

Kompaktan dizajn
Vrsta zaštite IP65
Nehrđajući čelik otporan na koroziju
Jednostavna instalacija

Tehnički podaci:	
Temperaturna granica:	-40 - 125 °C
Kompenzirana temp. Ograničenje:	0...100 °C
Tačnost:	±0,5% pune skale
Stabilnost:	±0,15% pune skale/god
Prekomjerni pritisak:	Puni mjerni raspon - 2,5X
Nulta ravnoteža:	±5% Puna skala
Materijali:	
Okvašeni dijelovi:	AISI 316
Tijelo transmitera:	AISI 304
Priključak:	¼“ G
Električni podaci:	
Izlazni signal:	4-20 mA, dvožično
Napajanje:	10 – 36 VDC
Elektro priključsk:	DIN 43650A
Zaštita:	IP 65

5. Transmiter diferencialnog pritiska



Transmiteri tlaka serije MPS prikladni su za tekućine, mjerenje i kontrolu pritiska plina u umjerenim medijima, sa senzorskom sondom koja radi vrlo dobro s dugom stabilnošću čak i na visokoj temperaturi od 120 °C

Mjerni podaci:	
Tačnost:	±0,4%
Histereza, ponovljivost:	0,05%
Preopterećenje:	6xmjerni opseg, max. 40 bar
Opseg termičke kompenzacije:	0 – 70 °C
Termička greška:	0,2%/10 °C
Dugotrajna stabilnost:	0,5%/god

Tehnički podaci:	
Stepen zaštite:	IP 65
Materijal u kontaktu sa medijem:	AISI 316
Materijal kućišta:	AISI 304

Električni podaci:	
Izlazni signal:	4-20 mA, dvožično
Napajanje:	10,5 – 36 VDC

Radni podaci:	
Ambijentna temperatura:	-25 - +80 °C
Temperatura medija:	-25 - +120 °C

6. Mikrofilteri

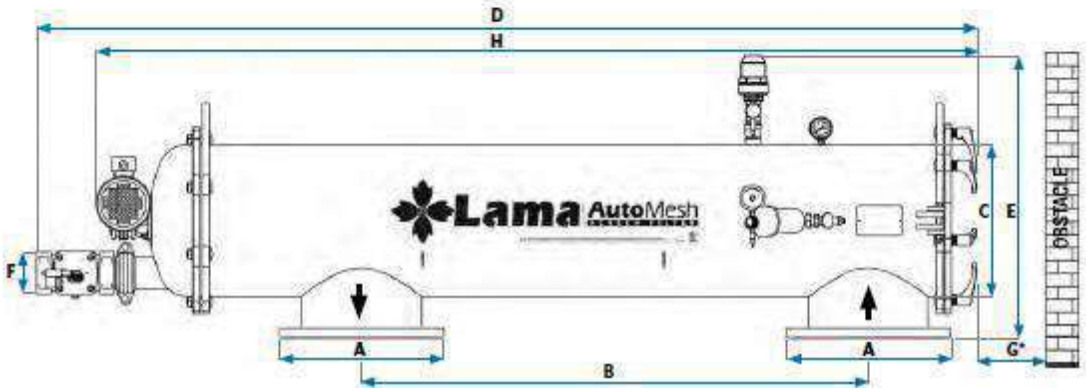
KARAKTERISTIKE

Filtriranjem kroz fino sito postiže se zadržavanje suspendiranih krutih tvari u vodi između otvora sita. Procesi samoispiranja i filtracije su kompatibilni i zvode se istovremeno, nema prekida filtracije u fazi ispiranja filtera.

Filtar također nema aksijalne prijenosne funkcije karakteristične za druge sustave filtriranja, samo rotacija ispirnog mehanizma tokom čišćenja. Velika filtraciona površina smanjuje pad pritiska



A	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (Ø)	G* (mm)	H (mm)	Net Weight (Kg)	Package Dimension (mm)	Package Weight (Kg)	Package volume (m^3)	Code
4" Flange	450	406	1590	760	3" Vic	1270	1440	190	1900x700x850	210	1,024	**AM4S**
4" Flange	800	406	1995	741	3" Vic	1270	1835	195	1900x700x850	214	1,024	**AM6B4S**
6" Flange	800	406	2010	760	3" Vic	1270	1840	195	1900x700x850	214	1,024	**AM6S**
8" Flange	1100	406	2145	760	3" Vic	1405	1975	210	2050x700x850	250	1,105	**AM8S**
10" Flange	1100	406	2415	760	3" Vic	1675	2240	235	2320x700x850	275	1,250	**AM10S**
12" Flange	1370	406	2550	760	3" Vic	1810	2380	276	2540x700x870	302	1,323	**AM12S**
14" Flange	1.370	600	2.415	795	3" Vic	1.400	2380	525	2500x820x850	570	1,92	**A14ETXLS**



UGRADBNENI MATERIJALI

Tijelo:	ugljični čelik.
Spojevi:	sintetička guma nitril 60º Shore.
Vijci:	nehrđajući čelik.
Mrežica:	PVC uložak i toplinski zavarena mrežica od nehrđajućeg čelika.
Usisni mehanizam:	nehrđajući čelik.

POVRŠINSKA OBRADA ČELIKA

Elementi od ugljeničnog čelika su tretirani iznutra i izvana i impregnirani NANOTEHNOLOGIJOM. Nakon toga se elementi farbaju elektrostatskim raspršivanjem praškaste boje, epoksi poliester. Dijelovi u kontaktu sa vodom sa bojom atestiranom za pitku vodu.

FILTRIRAJUĆI ELEMENT

Mrežica od nehrđajućeg čelika toplinski zavaren u PVC cjevastoj strukturi. Finoća sita 300 µm.

ČIŠĆENJE

Izvodi se automatski pomoću skupa mlaznica koje prolaze preko cijele površine mrežice. Automatski sistem elektromotorno pogonjen samo jednim okretanjem aspiracijskog mehanizma eliminira prljavštinu nakupljenu u filtarskom ulošku.

PRITISCI

Maksimalni pritisak:	10 kg/cm²
Min. pritisak:	1 kg/cm²
Min. pritisak čišćenja:	1 kg/cm²
Ispitni pritisak:	15 kg/cm²
Raspoloživi pritisak:	16 kg/cm²

7. Višeslojni tlačni filteri (Dual media filteri)



Ulanjanje suspendovane materije preostale u vodi nakon procesa taloženja izvršit će se na višeslojnim tlačnim filterima.

Projektni kriteriji za tlačne filtere

- Tip filtera	vertikalni tlačni filteri
- Projektovanje i izrada	AD 2000, PED 97/23 CE Art 3.3 (SEP)
- Broj jedinica	4
- Projektni pritisak	6 bar
- Ukupan protok kroz filtere	100 l/s (360 m3/h)
- Površinsko opterećenje	max. 18,6 m3/m2.h (m/h)
- Prečnik filtera	2,5 m
- Ukupna visina	4220 m
- Visina cilindričnog dijel filtera	2000 mm
- Materijal filtera	ugljenični čelik

Antikorozivna zaštita	Svi zavareni spijevi očišćeni i pasivizirani prema DIN 14879
	Sve površine – unutarnje i vanjske moraju biti pjeskarene čeličnom sačmom. Hrapavost i završna obrada prema švedskom standardu SA 2.5, ISO 8501-1:1988
	Sve ivice cijevi i prirubnica, kao i mašinski obrađivane površine kao što su rupe za dize na međuploči dizni moraju biti oborene i zaobljene.

Nakon gornje pripreme, sve kritične površine se prefarbaju četkom. Posebnu pažnju obratiti na prirubnice, zavare, manhole, uglove ...

Unutarnja zaštita: Epoxy sistem zaštite ukupne debljine 300 µm, prehrambeni kvalitet uz obavezan atest za prehrambenu primjenu i pitku vodu.

Vanjska zaštita: temeljni premaz + epoxy zaštita 150 µm + završni sloh poliuretan min. 40 µm. Ukupna debljina vanjske zaštite minimalno 200 µm.

- Filterska ispuna

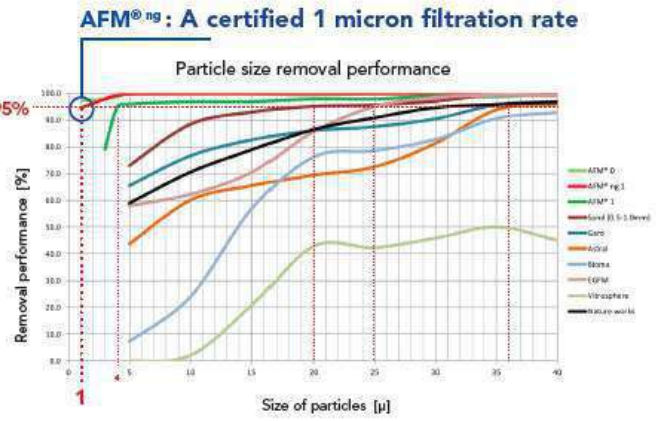
Nosivi slojevi kvarcnog pijeska – minimalno dva sloja, donji sloj veće, a gornji manje granulacije. Ukupna visina nosivih slojeva ne smije biti manja od 200 mm.
Filtracioni slojevi: minimalno dva sloja različitog filtracionog materijala (npr. hidroantracit, aktivirani filtracioni medij, kvarcni pijesak). Odabrani filtracioni materijali i granulacije moraju obezbjediti dubinsku filtraciju. Ukupna visina filtracionih slojeva ne smije biti manja od 900 mm.
Za ostvarenje filtracije finoće ispod 5 µm primjenjuje se AFM filtracioni medij.

THE HIGHEST PERFORMING **FILTER MEDIA**

▸ AFM® offers the finest filtration

AFM® filters much finer than quartz or glass sand. The independent and best-known European laboratory for filtration tests IFTS (www.ifts-sls.com) has tested AFM®, quartz sand and various glass sands. The tests were conducted with fresh filter media without any biofilm. At 20m/h filtration velocity, without the addition of flocculants, the following results were achieved:

- **AFM® ng**: Filters 95% of all particles down to **1 micron.**
- **AFM®** : Filters 95% of all particles down to **4 microns.**
- **Sand**: Filters 95% of all particles down to **20 microns.**
- **Glassand**: Filters 95% of all particles **>25 microns.**



Granulacije i tip ispune određuje izvođač projektom.

-	Filterske sapnice:	Minimalno 50 kom/m2. Tip sapnica koji omogućava pranje ispune vodom i zrakom. Materijal sapnica: polipropilen
-	Revizioni priključci:	svaki filter mora imati minimalno tri reviziona priključka (Manhole) – po jedan na gornjem i donjem dancetu i jedan na cilindričnom dijelu filtera. Minimalni nazivni otvor revizionih priključaka DN500 mm.
-	Posebni elementi filtera	minimlano 2 kom. uški za dizanje. Za slučaj mogućnosti sifoniranja, svaki filter mora biti snabdjeven protuvakumskim odzračno-dozračnim ventilom. Svaki filter mora imati ručni ventil za potpuno pražnjenje.

Način upravljanja radom filtera.

Svaki filter snabdjeven je sa sistemom ventila koji omogućavaju automatski rad filtera u fazama rada i pranja filtera vodom. Odzraka u fazi panja filtera zrakom je automatska. Pranje filtera je sekvencialno i upravlja se preko PLC-a, bilo centralnog ili zasebnog za svaki filter. Nije dozvoljena mogućnost istovremenog pranja dva ili više filtera.

Tehnički zahtjevi za upravljačke ventile na filterima:

Tip ventila:	leptir ventili sa vanjskim pogonom, zakretanje 90°
Ti pogona:	Pneumatski pogon dvostrukog dejstva sa pilot 5/2 ventilom 24 V AC/DC ili odgovarajući slični pogon
Klasa zaštite pogona:	IP65
Vrijeme zatvaranja:	<25 sekundi
Signalizacija:	Limitni prekidači krajnjeg položaja, max. 24V, AC/DC za signalizaciju položaja prema centralnom PLC-u, min. 10 mA do 5A
Materijali ventila:	
Tijelo ventila:	Ductile željezo EN-GJS-400-15 (GGg40),
Obloga – brtva:	EPDM
Leptirica – disk:	AISI 316 (1.4408)
Vreteno:	AISI 410 (1.4006)
AKZ zaštita:	EPOXY min. 150 µm

Pranje filtera vrši se prioritetno po padu pritiska, odnosno kada diferencijalni pritisak na ulaznoj i izlaznoj strani filtera dostigne setovanu vrijednost. U tu svrhu potrebno je obezbjediti odgovarajući diferencijalni manometar ili transmiter diferencialnog pritiska za iniciranje pranja filtera. Dodatno, filteri trebaju imati mogućnost vremenskog pranja tako da se filteri operu ako se u predviđenom vremenu ne dostigne setovana vrijednost diferencijalnog ritiska.

Pranje filtera vrši se vodom i zrakom sekvencialno. Nije dopušteno istovremeno (sinhrono) pranje zrakom i vodom.

Za pranje filtera vodom koristi se filtrirana (čista) voda. U tu svrhi izvođač je dužan projektovati način uzimanja filtrirane vode (npr. iz rezervoara pitke vode, zasebnog rezervoara vode za pranje filtera ili slično), te definisati i obezbjediti izvršne elemente pranja filtera (npr. pumpe za pranje filtera, gravitacioni dovod za pranje ili slično), sa odgovarajućim instalacijama i regulacionim organima.

U fazi protupranja filtera vodom, vršit će se dezinfekcija ispune doziranjem natrijum hipoklorita u vodu pranja. Doziranje se vrši dozirnim sistemom sačinjneim uglavnom od mebranske dozirne pumpe, spremnika natrijum hipoklorita te ostalih dozirnih komponenti (usisni ventil, injekcioni ventil, nivoprekidač za zaštitu dozirne pumpe pri nestanku dozirnog sredstva, cijevi, nosača i dr.). dozirnu pumpu dimenzionirati da sadržaj slobodnog rezidualnog hlora u vodi za pranje filtera u fazi protupranja bude do 4,0 ppm. Stvarna doza utvrdit će se u radnim uslovima, tako da rezidulani hlor u vodi nakon protupranja bude minimalan, odnosno ispod 0,1 ppm.

Filteri rade na radnom nadpritisku 1,0 do 6,0 bar. Održavanje pritiska vrši se regulacionim ventilom pritiska postavljenim na izlaznom zbirnom cjevovodu. Tip ventila je membranski ventil konstantnog pritiska.

8. Dozirni sistem za koagulaciju i dezinfekciju ispune filtera

Dezinfekcija ispune filtera vrši se u cilju zaštite od mikrobiološkog zagađenja ispune. Vrši se doziranjem otopine hlora koncentracije 12 do 15%, komercalni natrijum hipoklorit. Radi zaštite tehnološke opreme i elektronike od agresivnih isparenja otopine, smještaj i skladištenje natrijum hipoklorita vrši se u zasebnoj ventiliranoj prostoriji. Sama dozirna pumpa nije smještena u ovoj prostoriji.

Dozirna pumpa se uključuje sekvencialno u fazi protustrujnog pranja svakog filtera, uključenje i isključenje je upravljano preko centralnog PLC-a. Dozirna hemikalija je otopina hlora u vodi – natrijum hipoklorit, koncentracje 12 do 15%. Materijali u dodiru sa dozirnim medijem moraju biti otporni na 12 do 15% natrijum hipoklorit.

Osnovne karakteristike dozirne pumpe:

Tip pumpe:	dozirna membranska pumpa
Prosječna doza:	2,0-2,5 g/m3
Maksimalna doza:	5,0 g/m3
Kapacitet:	9,0 l/h
Opseg namještanja:	1 do 100% punog kapaciteta
Upravljanje:	impulsni signal sa centralnog PLC-a za doziranje proporcionalno protoku
Kontrola:	LCD displej za namještanje količine hlora prema impulsu
Instaliranje:	Izvan prostorije u kojoj se skladišti i rukuje sa natrijum hipokloritom.
Spremnik hipoklorita:	Dozirni spremnik zapremine 200 litara, izrađen od polietilena iili odgovarajućeg materijala otpornog na dozirnu otpinu, graduiran, sa navojnim poklopcem min. 200 mm, opremljen usisnim ventilom i nivoprekidačem za zaštitu pumpe od rada na suho.
Zaštitna kada:	Zaštitna prelivna kada za sprečavanje akscesnog izljevanja natrijum hipoklorita iz spremnika. Zapremina minimalno 200 litara. Materijal PE ili drugi, otporan na dejstvo dozirnog sredstva.

Dozirne pumpe za koagulant i hlor



SMART Digital DDC je dozirna pumpa s membranom, kompaktnim pozitivnim pomakom, pogonom promjenjivebrzine (koračnim – step motorom) i inteligentnom regulacijskom elektronikom s minimalnom potrošnjom energije.
SMART Digital serije za doziranje rade pri punoj dužini udara kako bi osigurale optimalnu preciznost, pumpanje i usis, čak i za tekućine visoke viskoznosti ili otplinjavanja.
Vrijeme trajanja svakog udara pražnjenja varira u skladu sa kapacitetom kompleta, što rezultira optimalnom glatkoćom i kontinuiranim tokom pražnjenja.

Montažna ploča s klik-stop opcijom omogućava instalaciju u tri različita položaja bez korištenja bilo kakve dodatne opreme.
Kontrolni displej može se jednostavno postaviti u prednji, lijevi ili u desni položaj.
Točkić za klikanje i višebojna grafika pozadinskog osvjetljenje, LCD displej s običnim tekstom čini puštanje u pogon i rad intuitivnim.
Kontrolni elementi su zaštićeni transparentnim poklopcem.
Glava za doziranje sastoji se od:
- Potpune PTFE membrane s dugim vijekom trajanja i otporne na hemikalije.
- Dvostrukih kugličnih ventila za najbolju preciznost doziranja.
- Ventila za odzračivanje za jednostavno pokretanje
Načini rada:
- Manualno doziranje u ml/h, l/h ili gph.
- Kontrola impulsa u ml/impuls (uklj. memorijsku funkciju).
- Analogna kontrola 0/4-20 mA.
Druge funkcije:
- Dva SlowMode (spori mod) koraka (anti kavitacija), 50% (maksimalan protok= 4.5 l/h) i 25% (maksimalan
protok= 2.25 l/h), npr. za tekućine visoke viskoznosti ili otplinjavanja.
- Displej sa servisnim informacijama za prikaz kada je potreban servis i koji je broj za narudžbu istrošenog dijela.
- Funkcija zaključavanja pomoću tipke u dva koraka radi zaštite pumpe od neovlaštenog pristupa.
Funkcija dodatnog displeja radi pružanja daljnjih informacija, npr. aktualni mA ulazni signal.
- Brojač ukupno dozirane količine (podesiv), radni sati i drugo.
- Pohranjivanje i učitavanje prilagođenih postavki kao i ponovno učitavanje tvorničkih postavki.
Signalni ulazi / izlazi:
- Ulaz za impuls, analogno 0/4-20 mA, vanjsko zaustavljanje.
- Ulaz za signal u slučaju niskog nivoa ili praznog spremnika.
- Dva potencijalno slobodna izlazna releja za maksimalno 30 V AC/DC (moguće konfiguriranje, npr. alarm, signal udara, doziranje pumpe,itd)
Instalacijski komplet uključuje:
- priključke za 2 pumpe (Hose 9/12 mm 6).
- Nožni ventil (bez prekidača nivoa).
- Jedinica za ubrizgavanje
- Crijevo za pražnjenje, 6 m PE.
- Crijevo za usis, 2 m PVC.
- Crijevo za odrzračivanje, 2 m PVC (4/6 mm).

Tehnički podaci:

Tipski ključ:	DDC 9-7 AR-PVC/E/C-F-31I002FG
Maks. Protok:	9 l/h
Maks. protok u sporom režimu 50%:	4.5 l/h
Maks. protok u sporom režimu 25%:	2.25 l/h

Min. protok:	9.0 ml/h
Omjer odbacivanja:	1:1000
Odobrenja na natpisnoj pločici:	CE,CSA-US,NSF61,EAC,RCM
Tip ventila:	Standard
Maksimalna viskoznost na 100%:	50 mPas
Maks. viskoznost u sporom režimu 50%:	1300 mPas
Maks. viskoznost u sporom režimu 25%:	2000 mPas
Preciznost ponavljanja:	1 %

Materijali:	
Visina doziranja:	PVC (polivinil hlorid)
Kugla ventila:	Keramika
Brtva:	EPDM

Instalacija:	
Raspon temperature okoline:	0 .. 45 °C
Maksimalan radni pritisak:	7 bara
Instalacijski komplet:	DA
Tip instalacije:	9/12 mm do 60 l/h,13 bara
Ulaz pumpe:	Hose 9/12 mm 6
Ispust pumpe:	Hose 9/12 mm 6
Maks. Podizanje usisa tokom rada:	6 m
Maks. Podizanje usisa tokom usisavanja:	2 m

Tečnost:	
Ispumpana tečnost:	Voda
Raspon temperatura tekućine:	0 .. 45 °C
Temperatura tečnosti tokom rada:	20 °C
Gustoća:	998.2 kg/m³

Električni podaci:	
Maksimalna ulazna snaga - P1:	22 W
Mrežna frekvencija:	50 / 60 Hz
Nominalni napon:	1 x 100-240 V
Klasa kućišta (IEC 34-5):	IP65 / TYPE 4X
Dužina kabla:	1.5 m
Tip kablovskog utikača:	EU
Struja uključivanja:	25A pri 230V za 2ms

Kontrole:	
Varijanta nadzora:	AR
Nadzor nivoa:	DA
Analogni ulaz:	0/4-20 mA

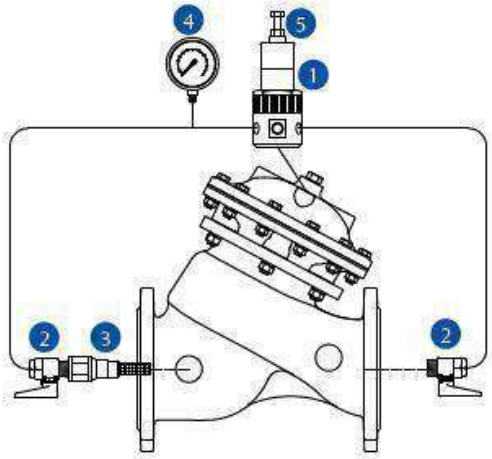
Nadzor pulsa:	DA
Ekst. Stop ulaz:	DA
Izlazni releji:	2
Drugo:	
Neto težina:	2 kg
Bruto težina:	3 kg
Boja:	CRVENO
Zemlja porijekla:	FR

9. Ventil za održavanje konstantnog pritiska

Hidraulički upravljani ventila za održavanje pritiska održava konstantnom vrijednost pritiska ispred ventila. Ventil se otvara kada pritisak u cjevovodu dosegne podešenu vrijednost pritiska ventila. Osigurava da će se motor pumpe unutar pumpnih sistema pokrenuti bez opterećenja. Također sprječava pozitivne valove pritiska uzrokovane pumpom tokom pokretanja. Ventil kontinuirano kontroliše vrijednost pritiska uzvodno i održava je na konstantnoj vrijednosti bez uticaja promjena u protoku. Kada protoka nema, zatvoren je sam od sebe kao potpuno nepropustan.
Automatski hidraulički regulacijski ventil koji se pokreće dijafragmom i zatvara disk koji je pgonjen pritiskom u cjevovodu. Membranski aktuator s dvostrukom komorom omogućuje brzo otvaranje/zatvaranje bez udaraca zahvaljujući dizajnu ventila za zatvaranje s diskom i sprječava začepljenje pokazujući manju osjetljivost na čvrste materije unutar tečnosti.

Tip ventila:	„Y“ tip sa membranom i dvostrukom komorom
Namjena:	održavanje konstantnog pritiska uzvodno od ventila
Radni pritiska:	0,5 – 16 bar
Radna temperatura:	-10 – 80 °C
Prirubnice:	EN 1092/2
AKZ zaštita:	EPOXY





1 – Pilot ventil konstantnog pritiska
2 – kugl ventil
3 – in-line filterska mrežica
4 – manometar
vijak za namještanje

Materijali:

Tijelo ventila:	GGG50/GGG40 – Ductile iron
Sjedište:	Bronza
Podloška diska:	GGG50/GGG40

Brtva:	EPDM
Disk:	GGG50/GGG40
Osovina:	Nehrđajući čelik
Opruga:	Nehrđajući čelik
Ležaj vretena:	bronza
Srednji poklopac:	GGG50/GGG40
Disk dijafragme:	GGG50/GGG40
Dijafragma (membrana)	Neopren (ojačan najlonom) EPDM, nitril
Disk diafragme:	GGG50/GGG40
Gornji poklopac:	GGG50/GGG40
Ploča za zaključavanje:	Nehrđajući čelik
Hidrauličke komponente:	Mesing, bakar

PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA

GLAVNI PROJEKAT HIDRO-MAŠINSKIH INSTALACIJA

MODULARNO FILTERSKO POSTROJENJE ZA PRIPREMU PITKE VODE UNUTAR OBJEKTA BOLJE SESTRE

Izvorište „Bolje sestre“; unutar objekta Bolje sestre (k.č.2950/2; 2953/2;2951)

PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA I OPREME

Red. br.	NAZIV I OPIS RADOVA	Jed. Mjera	Količina	Jedin. Cijena EUR	Ukupna cijena EUR
1.	**TEHNOLOŠKO MAŠINSKA OPREMA**				
1.1	**PUMPE SIROVE VODE** Višestepena potopna pumpa za neprerađenu vodu, snižavanje podzemnih voda i povišenje pritiska. Pumpa je prikladna za pumpanje čistih rijetkih neagresivnih tečnosti bez krutih čestica ili vlakana. Motor je 3-fazni motor sa zaštitom od pijeska, ležajevima podmazanima tečnosti i membranom za izjednačavanje pritiska. TEHNIČKI PODACI Broj obrtaja pumpe: 2900 o/min Radni protok: 100 l/s Radni pritisak: 6,559 bar Tolerancija krive: ISO9906:2012 3B Nepovratni ventil: DA Plašt za površinsku montažu: DA Nepovratni ventil na potisu pumpe za paralelan rad pumi: DA MATERIJALI Pumpa: Nehrđajući čelik EN 1.4301 (AISI 304) Rotor: Nehrđajući čelik EN 1.4301 (AISI 304) Motor: Nehrđajući čelik DIN W.-Nr. 1.4301 (AISI 304) INSTALACIJA Max. Pritisak kruženja: 35 bar Tip priključka: Rp Veličina priključka: 6" Motor diametar: 8" ELEKTRIČNI PODACI Tip motora: FRANKLIN Dizajn prirubnice motora: Grundfos Nazivna snaga - P2: 55 kW Mrežna frekvencija: 50 Hz Nominalni naon: 3x380-400-415 V Nominalna struja: 111-108-108 A Klasa kućišta: IP58 Klasa izolacije: F	Kom.	2,00	20.778,00	41.556,00
1.2	**MIKROFILTERI** SASTAV / KARAKTERISTIKE Filtracija krozmrežicu postiže se zadržavanjem suspendiranih materija u vodi između svojih praznina. Samoispiranje i filtracija su kompatibilni i mogu se izvoditi istovremeno. Bez aksijalnog pomjeranja tokom ispiranja, samo rotacija mehanizma za pranje tokom čišćenja. UGRADBENI MATERIJALI Tijelo: ugljični čelik. Spojevi: sintetička guma nitril 60º Shore. Vijci: nehrđajući čelik. Mrežica: PVC uložak sa grubom rešetkom i toplinski zavarena mrežica od nehrđajućeg čelika. Usisni mehanizam: nehrđajući čelik.				

	POVRŠINSKA OBRADA ČELIKA Čelični elementi su obrađeni iznutra i izvana i antikoroziono zaštićeni postupkom Nanotehnologije. Nakon toga su elementi obojani elektrostatskim raspršivanjem praškaste boje, epoksi poliester. FILTRIRAJUĆI ELEMENT Mrežica od nehrđajućeg čelika toplotno zavarena u PVC cjevnoj strukturi. ČIŠĆENJE Izvodi se automatski pomoću skupa mlaznica koje prolaze preko cijele površine mrežice. Samo jednim okretanjem aspiracijskog mehanizma se eliminše prljavštinu nakupljenu u filtarskom ulošku. PRITISCI Maksimalni pritisak: 10 bar Min. pritisak: 1 bar Min. pritisak čišćenja: 1 bar Ispitni pritisak: 15 bar Raspoloživi tlak: 16 bar Mrežica 300 µm TEHNIČKI PODACI Priključcu ul/izl: DN250 Protok <50 ppm SS: 479 m3/h (133 l/s) Limitni protok Δp=3 mVS: 1408 m3/h (391 l/s) Filtraciona površina: 14.560 cm2 Protok pranja: 97 m3/h (27 l/s) Trajanje pranja: min. 5" Količina vode pranja: 134,7 litara	komplet	2,00	17.158,00	34.316,00
1.3	**ČELIČNI FILTERI POD PRITISKOM** NAMJENA Uklanjanje koloidnih i suspendovanih materija iz vode i smnjenje organskog opterećanja PROJEKTNI KRITERIJI Tip filtera: Vertikalni čelični sa granularnim ispunama za rad pod pritiskom, Projektovanje: AD 2000, PED 97/23 CE Art 3.3 (SEP) Projektni pritisak: 6,0 bar, Ukupan protok kroz filtre: 100 l/s (360 m3/h) Površinsko opterećenje: max. 18,6 m3/m2.h (m/h) Prečnik filtera: 2,5 m Ukupna visina 4220 mm Visina cilindričnog dijala: 2000 mm Materijal filtera: ugljenični čelik TEHNIČKI PODACI Materjal: EN 10025-2 S235JR Izrada prema: PED 2014/68/EU Art. 3.3 (SEP) Proračunski pritisak: 6,0 bar Ispitni pritisak: 8,0 bar Proračunska temperatura: 50 °C Priključci ul/izl.: DN150 mm Ulazni otvor donji, bočni, gornji: DN500 mm Filter dizne: tip K1, 50 kom/m2 ANTIKOROZIVNA ZAŠTITA Unutrašnje površine: pjeskarenje SA 2.5, premaz EPOVEN food grade, ukupne debljine sloja 300 µm, Vanjska zaštita: Pjeskarenje SA 2.5, tmeljni premaz+EPOXY zaštita ukupne debljine suhog filma 60 µm + završni sloj RAL 5015 ukupne debljine suhog filma 60 µm	komplet	4	57.500,00	230.000,00

	ISPUNA FILTERA Svi filtracioni materijali moraju biti namijenjeni za filtraciju vode za ljudsku konzumaciju. Prvi nosivi sloj kalibriranog suhog filtracionog kvarcnog pijeska granulacije 2,0 - 3,15 (4,0) mm prema NEN-EN 12904:2005(E), visina sloja 100 mm, Drugi nosivi sloj kalibriranog suhog filtracionog kvarcnog pijeska granulacije 1,0 - 2,0 mm prema NEN-EN 12904:2005(E), visina sloja 100 mm, Treći nosivi sloj kalibriranog suhog filtracionog kvarcnog pijeska granulacije 0,7 - 1,5 mm prema NEN-EN 12904:2005(E), visina sloja 100 mm, Fitracioni sloj aktiviranog filtracionog medija AFM Grade 1 granulacije 0,4 - 0,8 mm, visina sloja 900 mm, Gornji filtracioni sloj filtracionog hidroantracita granulacije 0,6 - 1,6 mm prema EN 12909, visona sloja 250 mm				
				UKUPNO TEHNOLOŠKO MAŠINSKA OPREMA:	**305.872,00**
2.	**CJEVOVODI SA FITINZIMA, ARMATURAMA I NOSAČIMA**				
	PVC-U tlačne cijevi, fitinzi i armature su za spajanje lijepljnjem ili na elastični spoj. Dimenzije i izrada u skladu sa standardom UNE EN ISO 1452. Metalne armature su iz GGG40 odgovarajuće antikorozivno zaštićene. Svi ivijci su sa podložnim pločicama, toplo pocinčani. Šavne cijevi iz nehrđajućeg čelika: - dimenzije, mase i tolerancije prema DIN 2463 T1 - standard za tehničke zahtjeve i isporuku DIN 17455 / 85 (materijal W.Nr. 1.4301, AISI304) - svojstva kvalitete površine: O - obostrano Šavni cijevni lukovi iz nehrđajućeg čelika sa smanjenim stupnjem iskorištenja prema DIN 2605 T1/91. Šavni T - komadi, PN10 ugradbenih dimenzija prema DIN 2615 (izrađeni tvornički) Sve prirubnice su bušene prema EN 10 92-2 PN10 (DIN 2501). Sve cijevi su date u ukupnoj dužini za pojedinu linijul, a prilikom montaže potrebno ih je iskrojiti na potrebnu dužinu ovisno o tačnoj poziciji ugradnje. Pojedini dijelovi mogu biti predgotovljeni u radionici, a samo spajanje u jednu cjelinu izvesti prilikom ugradnje na gradilištu.				
	Cjevovod koji je izložen vanjskim uticajima, postavljen po zemlji, zaštićen je sljedećim materijalima i metodama zaštite: Izolacija: Kamena vuna tipa Tervol, debljine 10 cm, koja pruža visoku termoizolaciju, smanjujući gubitke toplote i osiguravajući optimalne energetske uvjete. Zaštita: Vanjski sloj zaštite čini aluminijski lim debljine 0,8 mm, koji štiti termoizolaciju od mehaničkih oštećenja, UV zračenja i drugih vanjskih faktora. Aluminijum također doprinosi refleksiji toplote, što dodatno poboljšava energetsku efikasnost sistema.				

	CJEVOVODI LINIJA SIROVE VODE				
	PVC U Cijev D.250	m	12,80	176,80	2.263,01
	PVC U Cijev D.160	m	14,30	73,70	1.053,91
	PVC U Koljeno D.250 mm	kom	2,00	217,50	435,01
	PVC U Koljeno D.160 mm	kom	20,00	41,37	827,31
	PVC U T komad D.250 mm	kom	3,00	253,79	761,38
	PVC U T komad D.160 mm	kom	4,00	52,21	208,86
	PVC U Prirubnica DN225 - D.250	kom	5,00	76,15	380,74
	PVC U Kolar D.250	kom	5,00	81,59	407,96
	PVC U Prirubnica DN150 - D.160	kom	28,00	16,64	465,93
	PVC U Kolar D.160	kom	28,00	13,74	384,62
	PVC U Redukcija D.250 - D.160	kom	3,00	55,09	165,26
2.1	PVC U Ogrlica D.250 - 1"	kom	2,00	112,77	225,54
	INOX Cijev D273,1x1350 mm, 2 kom	m	2,80	324,47	908,52
	INOX Cijev D.219,1x155 mm, 4 kom	m	0,80	262,44	209,95
	INOX Prirubnica INOX DN250 PN10	kom	2,00	304,77	609,54
	INOX Kolar DN250 mm, INOX	kom	2,00	63,17	126,34
	INOX Prirubnica DN200 PN10 INOX	kom	4,00	221,65	886,60
	INOX Kolar DN200 mm, INOX	kom	4,00	58,74	234,95
	INOX Cijevno dance DN250	kom	2,00	120,00	240,00
	INOX Nosač cijevi D.250	kom	10,00	95,00	950,00
	Elektromagnetni mjerač protoka Promag 400 DN250	kom	1,00	5.791,63	5.791,63
	Međuprirubnički leptir ventil sa ručicom DN200 mm	kom	4,00	253,29	1.013,18
	Međuprirubnički leptir ventil sa ručicom DN150 mm	kom	4,00	139,82	559,27
	Međuprirubn. leptir ventil sa pneumatskim pogonom DN150 mm	kom	4,00	455,93	1.823,72
				UKUPNO CJEVOVODI LINIJA SIROVE VODE:	**20.933,23**
	CJEVOVODI LINIJA FILTRIRANE VODE				
	PVC U Cijev D.250	m	12,60	176,80	2.227,65
	PVC U Cijev D.160	m	16,00	73,70	1.179,20
	PVC U Koljeno D.250 mm	kom	3,00	217,50	652,51
	PVC U Koljeno D.160 mm	kom	8,00	41,37	330,92
	PVC U T komad D.250 mm	kom	3,00	253,79	761,38
	PVC U T komad D.160 mm	kom	4,00	41,37	165,46
	PVC U Prirubnica DN225 - D.250	kom	2,00	76,15	152,30
	PVC U Kolar D.250	kom	2,00	81,59	163,19
	PVC U Prirubnica DN200-D.200	kom	2,00	20,74	41,48
2.2	PVC U Kolar D.200	kom	2,00	25,77	51,55
	PVC U Prirubnica DN150 - D.160	kom	28,00	16,64	465,93
	PVC U Kolar D.160	kom	28,00	13,74	384,62
	PVC U Mufa D.250	kom	2,00	138,19	276,38
	PVC U Redukcija D.250 - D.200	kom	2,00	55,09	110,17
	PVC U Redukcija D.250 - D.160	kom	4,00	55,09	220,34
	PP Ogrlica D.250 - 1"	kom	1,00	112,77	112,77
	Leptir ventil MA MP DN150 mm	kom	4,00	139,82	559,27
	Međuprirubn. leptir ventil sa pneumatskim pogonom DN150 mm	kom	4,00	455,93	1.823,72
	Međuprirubn. leptir ventil sa pneumatskim pogonom DN250 mm	kom	1,00	842,96	842,96
	Ventil konst. Pritiska DN200	kom	1,00	4.245,22	4.245,22
	Nosač cijevi INOX D.250	kom	12,00	95,00	1.140,00
				UKUPNO CJEVOVODI LINIJA FILTRIRANE VODE:	**15.907,01**
	CJEVOVODI LINIJA VODE PRANJA FILTERA				
	PVC U Cijev D.200	m	13,50	113,66	1.534,38
	PVC U Cijev D.160	m	15,60	73,70	1.149,72
	PVC U Cijev D.90 mm	m	2,90	30,11	87,33
	PVC U Cijev D.32x2150, 4 kom	m	8,80	7,01	61,71

	PVC U Koljeno D.200 mm	kom	2,00	62,44	124,89
	PVC U Koljeno D.160 mm	kom	4,00	41,37	165,46
	PVC U Koljeno D.90	kom	1,00	7,64	7,64
	PVC U Koljeno D.32 mm, 45°	kom	8,00	0,82	6,53
	PVC U T komad D.200 mm	kom	4,00	77,96	311,85
	PVC U T komad D.160 mm	kom	4,00	52,21	208,86
	PVC U T komad D.90	kom	1,00	12,36	12,36
	PVC U Prirubnica DN150 - D.160	kom	16,00	16,64	266,24
	PVC U Kolar D.160	kom	16,00	13,74	219,78
2.3	PVC U Redukcija D.200-D.160	kom	4,00	25,95	103,79
	PVC U Redukcija D.200 - D.110	kom	1,00	25,95	25,95
	PVC U Redukcija D.160-D.90	kom	4,00	13,43	53,72
	PVC U Redukcija D.110 - D.90	kom	1,00	5,49	5,49
	PVC U Redukcija D.90 - D.50	kom	4,00	2,99	11,98
	PVC U Redukcija D.50 - D.32	kom	4,00	0,77	3,07
	PVC U Holender D.90 mm	kom	2,00	22,55	45,09
	PVC U Holender D.32 mm	kom	8,00	2,46	19,67
	Šelna - nosač cijevi D.200 mm	kom	10,00	6,78	67,82
	PVC U Adapter nipl D.75/90-3"	kom	2,00	5,09	10,18
	PVC U Ogrlica D.200-1"	kom	1,00	68,30	68,30
	Međuprirubn. leptir ventil sa pneumatskim pogonom DN150 mm	kom	4,00	455,93	1.823,72
	Odzračno-dozračni ventil 1"	kom	4,00	32,42	129,69
	INOX Kugl ventil 1"	kom	4,00	22,00	88,00
	INOX Dupli nipl 1"	kom	4,00	3,00	12,00
	UKUPNO CJEVOVODI LINIJA VODE PRANJA FILTERA:				**6.625,20**
	CJEVOVODI LINIJA VODE ISPIRANJA FILTERA				
	PVC U Cijev D.160x581, 4 kom.	m	5,20	73,70	383,24
	PVC U Cijev D.63 mm	m	2,40	24,37	58,48
	PVC U Koljeno D.160 mm	kom	4,00	41,37	165,46
	PVC U Koljeno D.63 mm	kom	4,00	2,55	10,20
	PVC U T komad D.160 mm	kom	4,00	52,21	208,86
2.4	PVC U Prirubnica DN150 - D.160	kom	8,00	16,64	133,12
	PVC U Kolar D.160	kom	8,00	13,74	109,89
	PVC U PVC kugl ventil D.63 mm	kom	4,00	30,07	120,27
	PVC U Redukcija D.200 - D.110	kom	4,00	25,95	103,79
	PVC U Redukcija D.160-D.90	kom	8,00	13,43	107,45
	PVC U Redukcija D.110 - D.63	kom	4,00	5,49	21,95
	PVC U Redukcija D.90 - D.63	kom	8,00	2,99	23,96
	Međuprirubn. leptir ventil sa pneumatskim pogonom DN150 mm	kom	4,00	455,93	1.823,72
	UKUPNO CJEVOVODI LINIJA VODE ISPIRANJA FILTERA:				**3.270,37**
	NOSAČI CJEVNOG I VENTILKOG RAZVODA NA FILTERIMA				
2.5	INOX AISI 304 profilii 50y50x5 mm PP šelne za cijevi D160 mm INOX vijci i navrtke Podesivi oslonci INOX AISI 304 + PP	komple	4,00	450,00	1.800,00
	KLIPNI KOMPRESOR I RAZVOD KOMPRIMIRANOG ZRAKA				

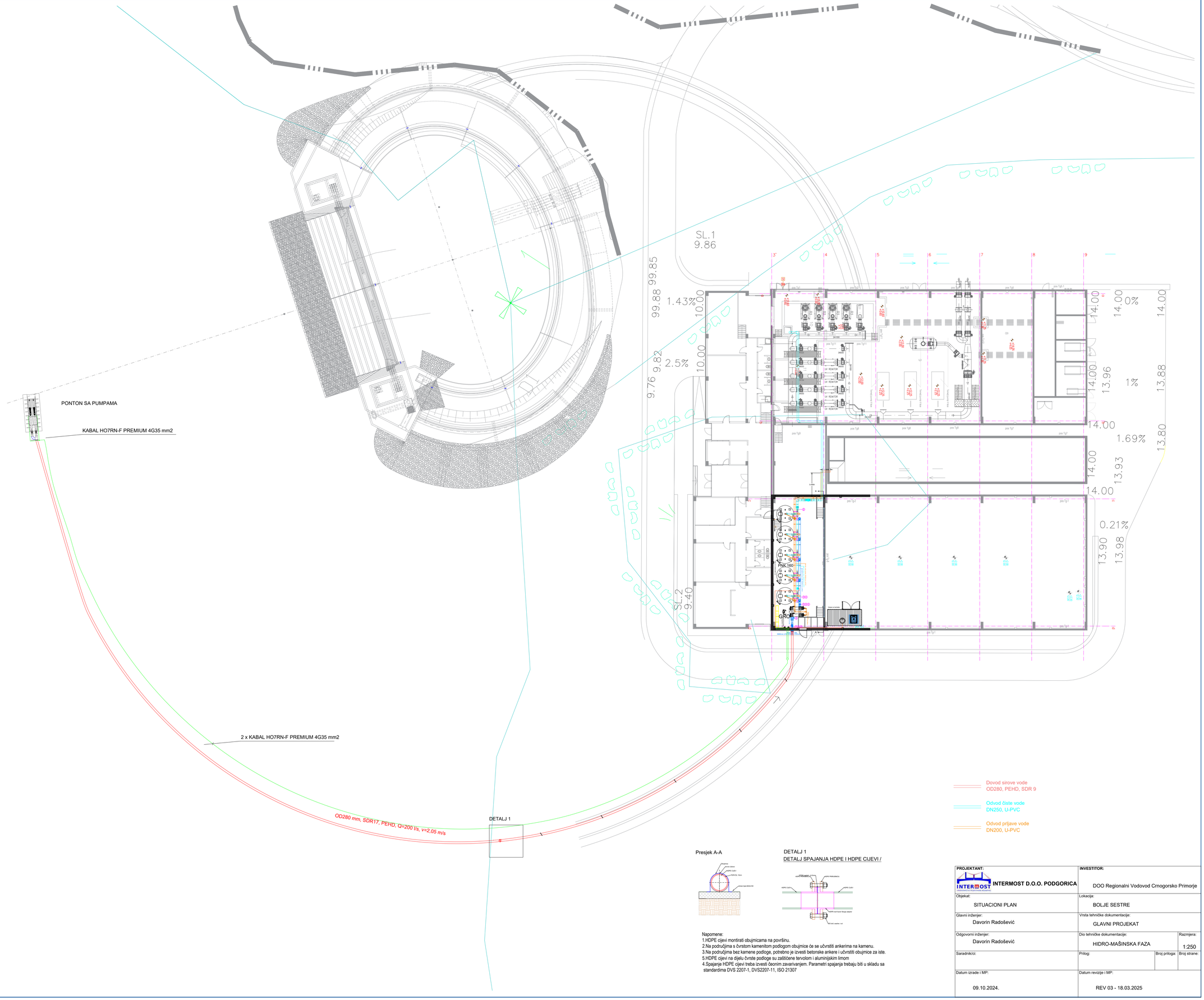
2.6	Usisni efektivni protok: 310 l/min Motor: monofazni 2,2 kW Pritisak: 10 bar Rezervoar: 50 litara Filter regulator za vazduh Manometar Razvod komprimiranog vazduha do pogonskih aktuatora	komplet	1,00	1.314,20	1.314,20
	UKUPNO CJEVOVODI SA FITINZIMA, ARMATURAMA I NOSAČIMA				**49.850,00**
3	**DOZIRANJA**				
	KONTEJNER ZA SMJEŠTAJ HEMIKALIJA				
3.1	Mobilni kontejner izrađen od čeličnih profila i sendvič termo panela 50 mm, sa antikorozionom zaštitom, dvokrilnim vratima, ventilacijom, kaloriferom sa termostatom za grijanje, rasvjetom. Dimenzije: 5,0x2,45x2,45 m (dxšxv)	kom.	1,00	7.350,00	7.350,00
3.2	**DOZIRNI SISTEM NATRIJUM HIPOKLORITA** DOZIRNA PUMPA NATRIJUM HIPOKLORITA Tip pumpe: SMART digital membranska dozirna pumpa Kapacitet: 9,0 l/h, 10 bar Upravljanje: impulsni signal sa centralnog PLC-a, doziranje proporcionlano protoku Opseg namještanja: 0,01 - 100% Kontrola: LCD displej za namještanje parametara Napajanje: 200 V, 50 Hz, schuko utičnica DOZIRNI SPREMNIK NATRIJUM HIPOKLORITA Zapremina spremnika: 200 litara Materijal: PE transparentan, graduiran Oblik: cilindrični, sa navojnim poklopcem Φ200 mm Zaštitna prelivna kada: 200 litara min. INSTALACIONI MATERIJAL Usisna garnitura sa nivoprekidačem, usisni vod od savitljive PVC cijevi Potisni vod cca 40 m od tlačne savitljive PE cijevi Injekcioni ventil Knalice, zaštitne cijevi, šelne, nosači, sitni instalacioni materijal	kpl	1	3.232,00	3.232,00
3.3	**DOZIRNI SISTEM KOAGULANTA** DOZIRNA PUMPA KOAGULANTA, 2 KOM Tip pumpe: SMART digital membranska dozirna pumpa Kapacitet: 9,0 l/h, 10 bar Upravljanje: impulsni signal sa centralnog PLC-a, doziranje proporcionlano protoku Opseg namještanja: 0,01 - 100% Kontrola: LCD displej za namještanje parametara Napajanje: 200 V, 50 Hz, schuko utičnica DOZIRNI SPREMNIK KOAGULANTA IBC kontejner 1000 litara, izmjenjiv INSTALACIONI MATERIJAL Usisna garnitura sa nivoprekidačem, usisni vod od savitljive PVC cijevi Potisni vod cca 40 m od tlačne savitljive PE cijevi Injekcioni ventil KAnalice, zaštitne cijevi, šelne, nosači, sitni instalacioni materijal	kpl	1	2.255,00	2.255,00
				UKUPNO DOZIRANJA:	**5.487,00**
4	**PROCESNA INSTRUMENTACIJA**				
	TURBIDIMETAR SIROVE I FILTRIRANE VODE				

4.1	MJERNA SONDA 2 kom Mjerni raspon: 0-4,0 NTU, 0-40 NTU, 0-400 NTU Skaliranje raspona: 10 - 100% Tačnost: 0,2% odabranog opsega Ponovljivost: 0,1% Strujna petlja: 4-20 mA izolirano Digitalni izlaz: Modbus RTU PROTOČNO KUĆIŠTE UZORKA 2 kom Protok vode uzorka: 0,2 - 0,5 l/min Temperatura uzorka: 0 - 50 °C Pritisak uzork vode: max. 6 bar na 20 °C Materijal kućišta: PVC KONTROLER Displej: Višelinijski grafički za prikaz dva mjerenja - sirove i filtrirane vode, sa menijam za namještanje parametara i kalibraciju Ulazi: dva senzora mutnoća i Pt100/Pt1000 senzor Tačnost: 0,2% setovanog raspona Izlaz: dvostuki analogni izlaz 4-20 mA Dgitalni izlaz: RS485 izolia, MODBUS	kpl	2,00	8.225,00	16.450,00
4.2	**PROCESNO MJERENJE pH VRIJEDNOSTI** MJERNA pH SONDA Tip: pH elektroda Staklo/referentna kombinovana elektroda Tijelo elektrode: staklo Spoj: dvostruki anularni Kabl: 9 metara TRANSMITER Mjerni raspon: 0 - 14 pH Displej: prikaz mjerene pH vrijednosti Izlaz: analogni 4-20 mA galvanski izoliran Instalacija: u komandnom ormaru DIN rail Digitalni izlaz: RS485 serial interface MODBUS RTU Napajanje: 9 - 36 Vdc	kpl	1,00	2.250,00	2.250,00
4.3	**PROCESNO MJERENJE REDOX POTENCIJALA** MJERNA ORP SONDA Tip: pH elektroda Platina/referentna kombinovana elektroda Tijelo elektrode: staklo, gel Kabl: 9 metara TRANSMITER Mjerni raspon: 0 - 14 pH Displej: prikaz mjerene pH vrijednosti Izlaz: analogni 4-20 mA galvanski izoliran Instalacija: u komandnom ormaru DIN rail Digitalni izlaz: RS485 serial interface MODBUS RTU Napajanje: 9 - 36 Vdc	KPL	1	2.365,00	2.365,00
4.4	**TRANSMITER PRITISKA** TEHNIČKI PODACI Temperaturni raspon: -40 - +120 °C Temp. Kompenzacija: 1-100 °C Tačnost: ±0,5% Stabilnost: ±0,15% pune skale/god Mjerni raspon: 0 - 6,0 bar MATERIJALI Okvašeni dijelovi: AISI 316 Tijelo transmitera: AISI 304	kom	2	325	650,00

	ELEKTRIČNI PODACI Izlazni signal: 4- 20 mA Napajanje: 10 - 36 VDC Elektro priključak: DIN 43650A Zaštita: IP 65				
4.5	**TRANSMITER DIFERENCIJALNOG PRITISKA** TEHNIČKI PODACI Temperaturni raspon: -10 - +100 °C Temp. Kompenzacija: 1-70 °C Tačnost: ±0,4% Ponovljivost: 0,05% Mjerni raspon: 0 - 1,0 bar Dugotrajna stabilnost: 0,5%/god MATERIJALI Okvašeni dijelovi: AISI 316 Tijelo transmitera: AISI 304 ELEKTRIČNI PODACI Izlazni signal: 4- 20 mA Napajanje: 10 - 36 VDC Elektro priključak: DIN 43650A Zaštita: IP 65	kom	1	446,00	446,00
4.6	**MANOMETAR** INOX manometar namijenjen za mjerenje pritiska u neutralnim tečnostimamale viskoznosti i gasovima., te agresivne medije u prehrambenoj, farmaceutskoj i hemijskoj industriji. Klasa tačnosti: 1% prema EN 837-1 Temperatura okoline: -25/70 °C Temperatura medija: max. 65 °C Mjerno područje: 0 - 6 bar MATERIJALI Priključak: mesing ili AISI 316 Elastični element: AISI 316Ti burdonova cijev Kućište: AISI 304 Mehanizam: AISI 304 Brtve: EPDM Okno: staklo 3 mm	kom	2,00	65,00	130,00
				UKUPNO PROCESNA INSTRUMRNTACIJA:	**22.291,00**
5	**PONTON**				
5.1	Nabavka materijala, izrada pontona. Dio pontona sa parom cijevi i pripadajućim ukrućenjima proizvodi se u pogonu za prefabrikaciju. AK zaštita, prije transporta, samo osnovni premaz. Transport na gradilište, montaža i AK zaštita do stanja za montažu. U cijenu ulazi sav rad , materijal kao i pomoćne konstrukcije za montažu. U cijenu ne ulazi montaža dve pumpe, armature za pumpe i cjevovoda. Obračun po kg ugrađenog materijala u ponton i nosač pumpi.	kg	6.000,00	12,00	72.000,00
5.2	Izrada i montaža betonskog balasta za sidrenje pontona. Cijenom je obuhvaćena proizvodnja, i postavljanje balasta u projektovani položaj. Obračun po komadu balasta.	kom	4,00	3.980,00	15.920,00
5.3	Nabavka odgovarajućih dizalica, plovila i druge opreme za transport i montažu pontona sa nosačom pumpe. Transport i montaža kompletnog pontona u projektovani položaj. Povezivanje sa balastom za sidrenje. Montaža pumpe i druge pripadajuće opreme, pre ili posle montaže pontona, nije predmet ovog predračuna.Obračun paušalno.	pauš	1,00	7.974,00	7.974,00

5.4	Pojedinačni pontoni imaju kutijastu formu dimenzija 50x50x30. Izrađeni su od pocinčanih limova minimalne debljine 2 mm. Unutrašnjost kutije je napunjena stiroporom. Veza pontona je čelična pocinčana traka vezana za obujmicu cijevi. Svaki ponton je usidren vezom sa balastom od betona na dnu jezera. Veza se ostvaruje fleksibilnim čeličnim užetom. Sve veze limova kutije, vješaljki i fleksibilnog užeta sidra se ostvaruju vijčanim spojevima. Pojedinačni pontoni se proizvodi u pogonu za prefabrikaciju. AK zaštita prije transporta do stanja za montažu. U cijenu ulazi sav rad , materijal kao i pomoćne konstrukcije za montažu. Obračun po komadu pojedinačnih pontona.	kom	50,00	480,00	24.000,00
5.5	Izrada i montaža betonskog balasta za sidrenje cjevovoda. Cijenom je obuhvaćena proizvodnja, i postavljanje balasta u projektovani položaj. Obračun po komadu balasta.	kom	50,00	181,00	9.050,00
				UKUPNO PONTON:	**128.944,00**
6	**PROJEKTOVANJE**				
6.1	Izrada idejnog projekta, definisanje osnovnih parametara i zadataka. Ova stavka obuhvata izradu idejnog projekta hidrotehničke faze, koji predstavlja prvi korak u razvoju i planiranju hidrotehničkih objekata i sistema. Idejni projekat ima za cilj da pruži osnovnu viziju i koncepciju projekta, definišući glavne tehničke smernice i rešenja. Na osnovu idejnog projekta, formiraće se osnovni parametri za dalja projektna razrađivanja i pripremu glavnog projekta. Idejni projekat se koristi za predstavljanje osnovnih ideja i rešenja zainteresovanim stranama, kao i za obezbeđivanje saglasnosti relevantnih institucija i organa.	pauš	1,00	3.250,00	3.250,00
6.2	Izrada glavnog projekta hidrotehničke faze. Ova stavka obuhvata sve aktivnosti vezane za izradu glavnog projekta hidrotehničke faze, koji uključuje projektovanje i proračune svih hidrotehničkih objekata i sistema potrebnih za realizaciju projekta. Projektovanje se vrši u skladu sa važećim zakonodavstvom, tehničkim normama i standardima.Cilj izrade glavnog projekta hidrotehničke faze je pružiti sve tehničke osnove potrebne za realizaciju projekta	pauš	1,00	24.270,00	24.270,00
6.3	Izrada projekta izvedenog stanja. Projekat izvedenog stanja predstavlja konačnu tehničku dokumentaciju koja prikazuje stvarno stanje objekta ili sistema nakon završetka svih radova. Ovaj projekat daje precizan prikaz kako su radovi realizovani u praksi u odnosu na prethodne projekte (idejni i glavni projekat), sa svim izmjenama, prilagođavanjima i korekcijama koje su se dogodile tokom izvođenja radova. Izrađuje se kako bi se dokumentovala stvarna izvedba objekata i sistema, uz eventualne promene koje su nastale tokom implementacije, ali i kako bi se obezbedila usklađenost sa svim važećim zakonodavstvom i standardima.	pauš	1,00	5.780,00	5.780,00
				UKUPNO PROJEKTOVANJE:	**33.300,00**
	R E K A P I T U L A C I J A				
1.	**TEHNOLOŠKO MAŠINSKA OPREMA**				**305.872,00 €**
2.	**CJEVOVODI SA FITINZIMA, ARMATURAMA I NOSAČIMA**				**49.850,00 €**
3.	**DOZIRANJA**				**5.487,00 €**
4.	**PROCESNA INSTRUMENTACIJA**				**22.291,00 €**
5.	**PONTON**				**128.944,00 €**
6	**PROJEKTOVANJE**				**33.300,00 €**
				UKUPNO EUR :	**545.744,00 €**

Grafička dokumentacija



Dovod sirove vode
OD280, PEHD, SDR 9

Odvod čiste vode
DN250, U-PVC

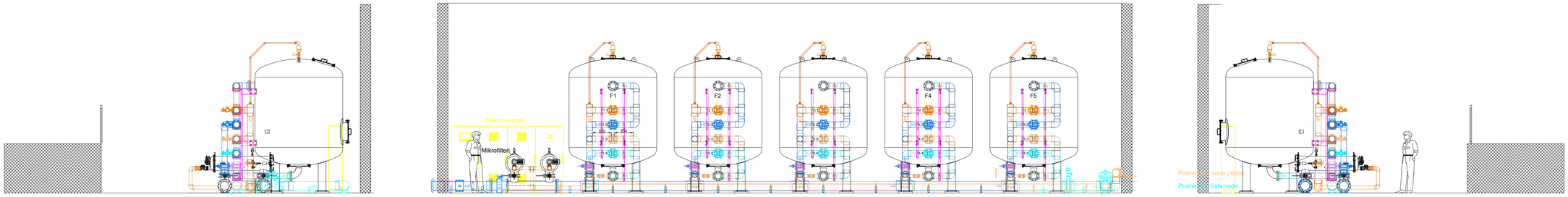
Odvod prijave vode
DN200, U-PVC

Presjek A-A

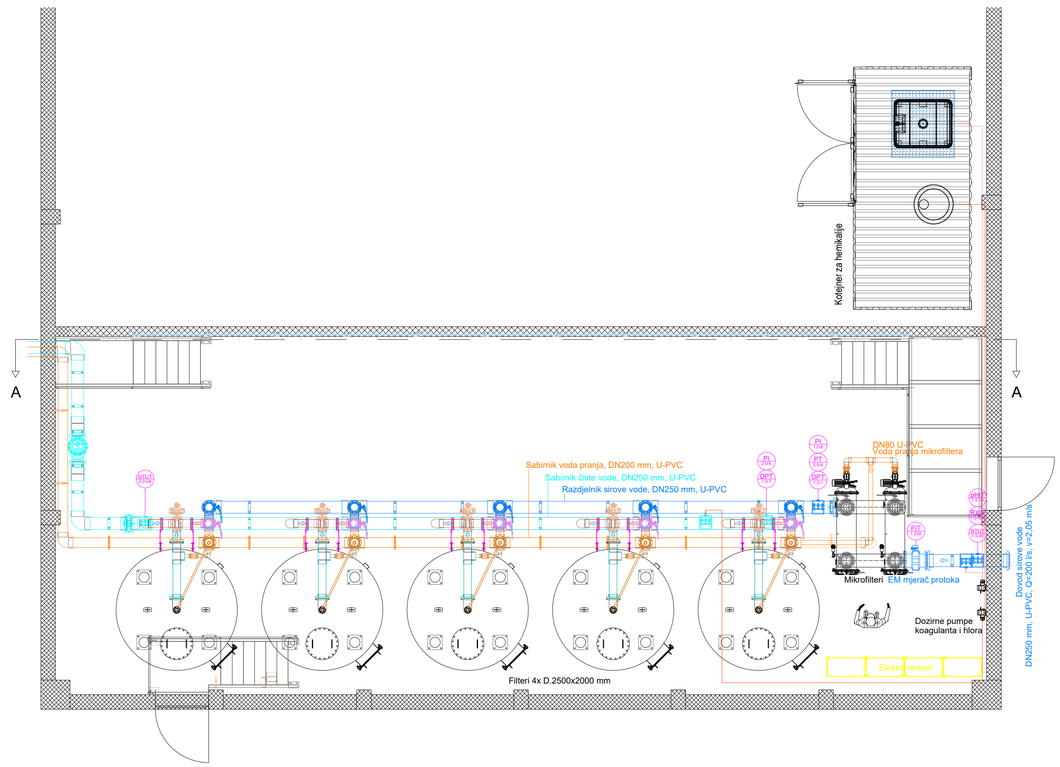
DETALJ 1
DETALJ SPAJANJA HDPE I HDPE CIJEVI /

Napomene:
1.HDPE cijevi montirati obujmicama na površinu.
2.Na područjima s čvrstom kamenitom podlogom obujmice će se učvrstiti ankerima na kamenu.
3.Na područjima bez kamene podloge, potrebno je izvesti betonske ankere i učvrstiti obujmice za iste.
5.HDPE cijevi na dijelu čvrste podloge su zaštićene tervolom i aluminijskim limom
4.Spajanje HDPE cijevi treba izvesti čeonim zavarivanjem. Parametri spajanja trebaju biti u skladu sa standardima DVS 2207-1, DVS2207-11, ISO 21307

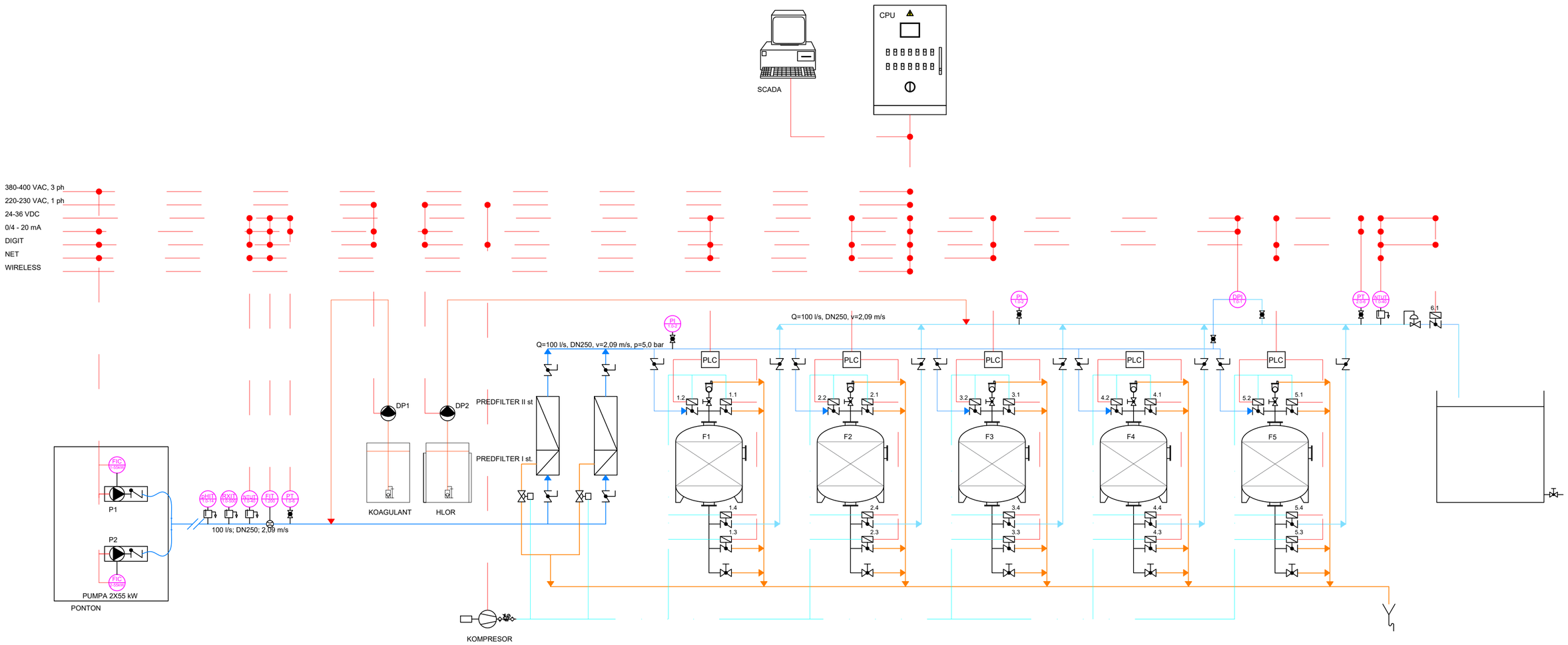
PROJEKTANT: INTERMOST D.O.O. PODGORICA	**INVESTITOR:** DOO Regionalni Vodovod Crnogorsko Primorje	
Objekat: SITUACIONI PLAN	Lokacija: BOLJE SESTRE	
Glavni inženjer: Davorin Radošević	Vrsta tehničke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT	
Odgovorni inženjer: Davorin Radošević	Dio tehničke dokumentacije: HIDRO-MAŠINSKA FAZA	Razmjera: 1:250
Saradnik/ci:	Prilog:	Broj priloga: / Broj strane:
Datum izrade i MP: 09.10.2024.	Datum revizije i MP: REV 03 - 18.03.2025	



POGLED A - A



PROJEKTANT: INTERMOST D.O.O. PODGORICA		**INVESTITOR:** DOO Regionalni Vodovod Crnogorsko Primorje	
Objekat: SITUACIONI PLAN		Lokacija: BOLJE SESTRE	
Glavni inženjer: Davorin Radošević		Vrsta tehničke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT	
Odgovorni inženjer: Davorin Radošević		Dio tehničke dokumentacije: HIDRO-MAŠINSKA FAZA	Razmjera:
Saradnik/ci:	Prilog:	Broj priloga:	Broj strane:
Datum izrade i MP: 09.10.2024.	Datum revizije i MP: REV 03 - 18.12.2025		



	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1	3.2	3.3	3.4	4.1	4.2	4.3	4.4	5.1	5.2	5.3	5.4	6.1	DP1	DP2
NAZIVNI PREČNIK DN	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	250	-	-
NAZIVNI PRITISAK PN	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
POGON	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	PA	EM	EM
REGULACIJA	on-off	on-off	on-off	on-off	on-off	on-off	on-off	on-off	on-off	on-off	on-off	on-off	on-off	on-off	on-off	on-off	on-off	on-off	on-off	on-off	on-off	P	on-off
FILTRACIJA	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	O	ON	OFF
PROTUPRANJE F1	O	Z	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	O	Z	Z	O	Z	OFF	ON
ISPIRANJE F1	Z	O	O	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	OFF	OFF
PROTUPRANJE F2	Z	O	Z	O	O	Z	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	O	Z	Z	O	Z	OFF	ON
ISPIRANJE F2	Z	Z	Z	Z	Z	O	O	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	OFF	OFF
PROTUPRANJE F3	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	O	Z	Z	O	Z	O	Z	O	O	Z	Z	O	Z	OFF	ON
ISPIRANJE F3	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	O	O	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	OFF	OFF
PROTUPRANJE F4	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	O	Z	O	O	Z	Z	O	Z	Z	OFF	ON
ISPIRANJE F4	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	O	O	Z	Z	Z	Z	Z	Z	OFF	OFF
PROTUPRANJ F5	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	Z	O	O	Z	O	Z	Z	OFF	ON
ISPIRANJE F5	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	Z	O	O	Z	Z	OFF	OFF

ELEKTROMOTORNI REGULACIONI VENTIL

ELEKTROMOTORNI ON/OFF LEPTIR VENTIL

MEĐUPRIRUBNIČKI LEPTIR VENTIL PNEUMATSKI POGON DVOSTRUKOG DEJSTVA

MEĐUPRIRUBNIČKI LEPTIR VENTIL PNEUMATSKI POGON SA POVRATNOM OPRUGOM

ZAPORNI VENTIL SA TOČKOM

KUGL VENTIL

MEMBRANSKI PNEUMATSKI POGONJENI VENTIL

MEMBRANSKI RUČNI VENTIL

PRIRUBNIČKI LEPTIR VENTIL

NOŽASTI VENTIL

MEĐUPRIRUBNIČKI LEPTIR VENTIL SA RUČICOM

PRIRUBNIČKI LEPTIR VENTIL SA RUČICOM

STISNI VENTIL (PINCH VALVE)

ODZRAČNI VENTIL DVOSTRUKOG DEJSTVA

NEPOVRATNI VENTIL

DOZIRNA PUMPA

CENTRIFUGALNA PUMPA

SIROVA VODA

FLTRIRANA VODA

ZRAK

OTPADNA VODA

SIGNAL

INDIKATOR PRITISKA (MANOMETAR)

PREKIDAČ PRITISKA

INDIK. I TRANSM. ELEKTROPROVODLJIVOSTI

INDIKATOR I TRANSMITER PROTOKA

INDIKATOR I TRANSMITER MUTNOĆE

FREKVENTNI REGULATOR

TRANSMITER PRITISKA

HIDROSTATSKI TRANSMITER NIVOA

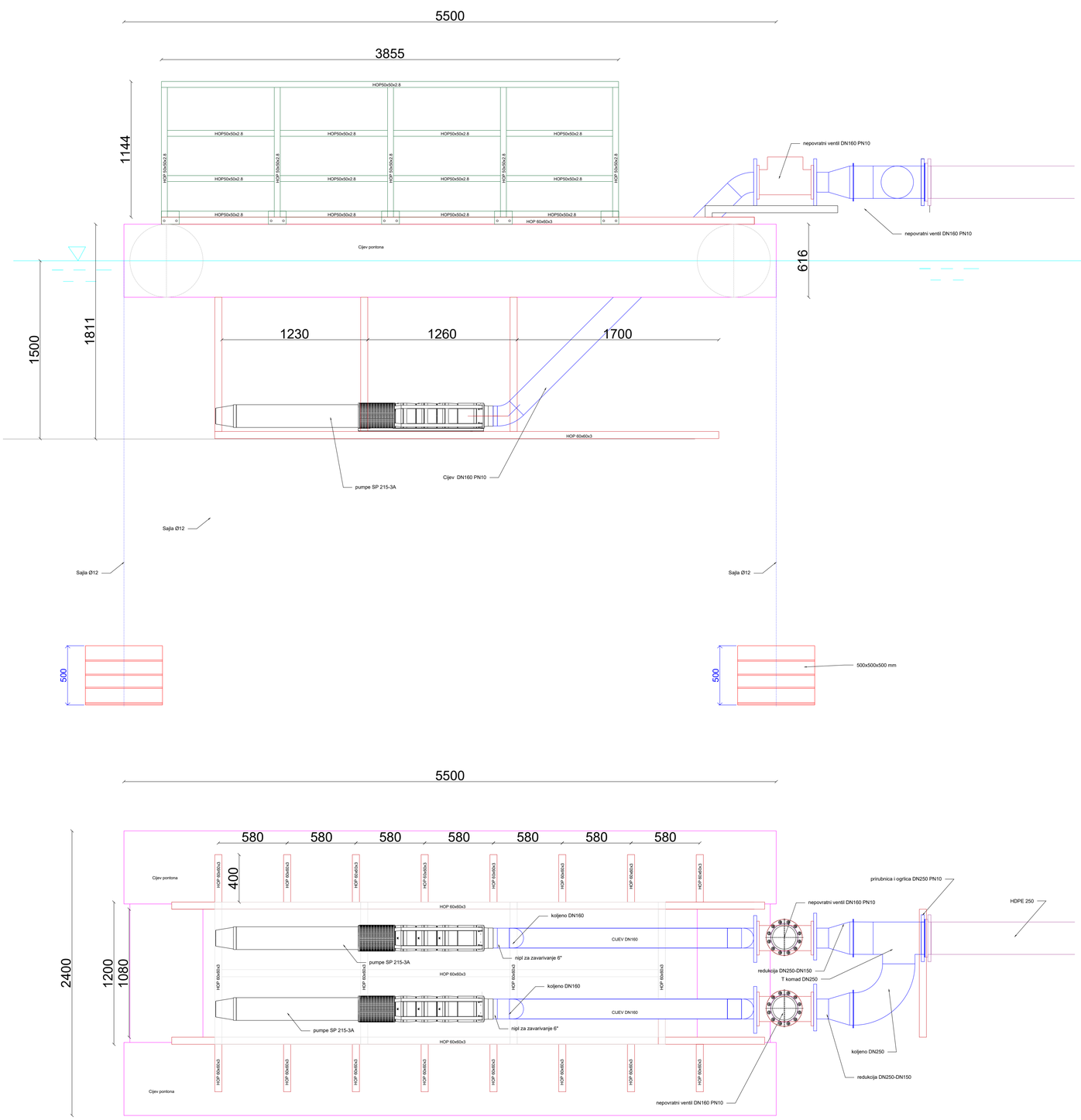
DIFERENCIJALNI TRANSMITER PRITISKA

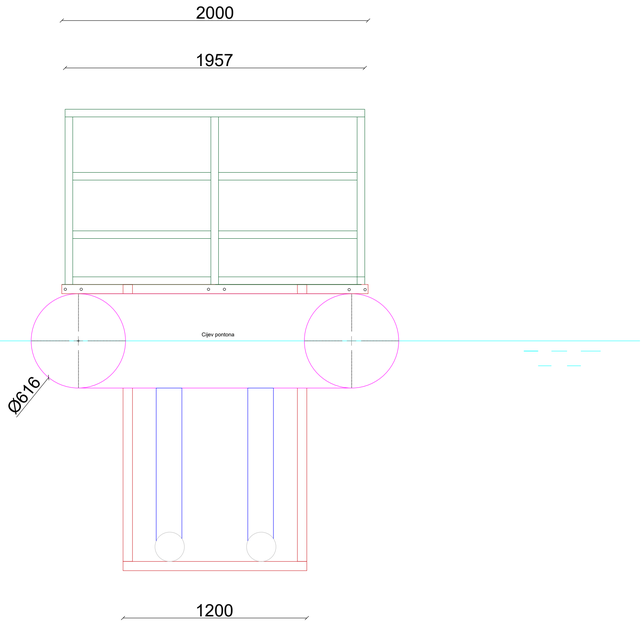
ULTRAZVUČNI TRANSMITER NIVOA

INDIKATOR I TRANSMITER pH

INDIKATOR I TRANSMITER HLORA

PROJEKTANT: INTERMOST D.O.O. PODGORICA	**INVESTITOR:** DOO Regionalni Vodovod Crnogorsko Primorje
Objekat: TEHNOLOŠKA ŠEMA	Lokacija: BOLJE SESTRE
Glavni inženjer: Žarko Asanović	Vrsta tehničke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT
Odgovorni inženjer: Žarko Asanović	Dio tehničke dokumentacije: ELEKTRO FAZA; Razmjera: -
Saradnik/ci:	Prilog: ; Broj priloga: ; Broj strane:
Datum izrade i MP: 25.02.2025.	Datum revizije i MP: rev 01 25.02.2025.



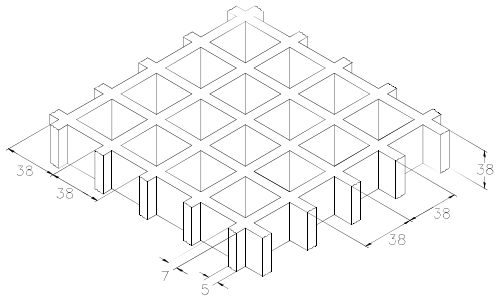


PROJEKTANT: INTERMOST D.O.O. PODGORICA	**INVESTITOR:** DOO Regionalni Vodovod Crnogorsko Primorje	
Objekat: Ponton	Lokacija: BOLJE SESTRE	
Glavni inženjer: Davorin Radošević	Vrsta tehničke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT	
Odgovorni inženjer: Davorin Radošević	Dio tehničke dokumentacije: HIDRO-MAŠINSKA FAZA	Razmjera: 1:200
Saradnik/ci:	Prilog:	Broj priloga: / Broj strane:
Datum izrade i MP: 09.10.2024.	Datum revizije i MP: REV 04 - 18.04.2025	

M.M. S.R.L.
Fiberglass Reinforced Polymer gratings and structures
Via Antonio Zanussi, 300/302 33100 Udine - Italy Cap. Soc. EURO 100.000 i.v.
P.Iva / C.F. 00477620306 Reg. Imp. UD 00477620306 R.E.A. UD-138461
ph. +39.0432.522970 fax +39.0432.522253 info@mmgrigliati.it

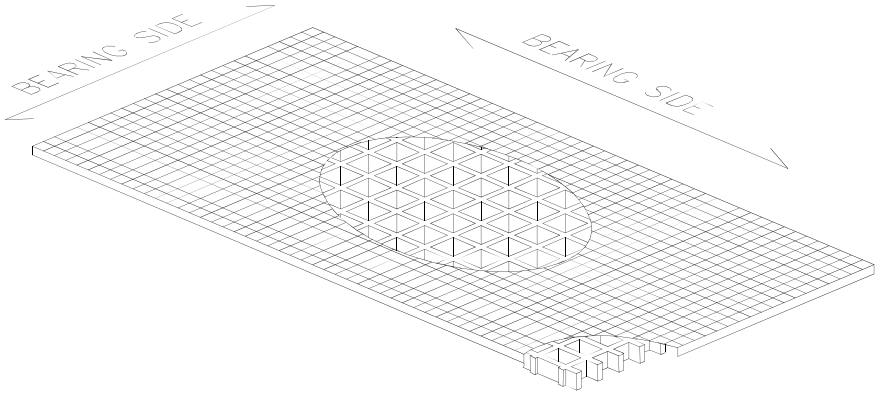
SCH 38/38_IFR
06.05.2011 - Rev. 4

MOLDED GRATINGS

Mesh	**mm 38 x 38**	
Clear span	**mm 31 x 31**	
Height	**mm 38**	
Bearing bar thickness	**mm 7** upper part	
	mm 5 bottom part	
Color	**Grey RAL 7004** *indicative RAL reference*	

Raw materials	***Polyester Resin***
	Roving glass fiber type"E"
	Inorganic fillers without halogens

Resin type	***Modulus of elasticity***	***Ultimate stress***
IFR	15000 MPa	325 MPa

Standard panels		
mm 1000 x 2000		
mm 1000 x 3000		
mm 1000 x 4038		
mm 1220 x 3660		
mm 1220 x 4038		
Weight kg/m² 18		
tolerance	± mm 5 panel dimensions	
	± mm 2 height	

Surface	S	**Smooth**	***Antiskid level R10 V10 norm DIN 51130***
	M	**Meniscus**	***Antiskid level R13 V10 norm DIN 51130***
	A	**Quartz**	***Antiskid level R13 V10 norm DIN 51130***

Reaction to fire	***Fire retardant***	**Spread ≤ 25 norm ASTM E84-98**
		Level B_{fl}-S1 norm EN 13501-1

Ageing resistance	**Ageing test made with UV lamp according to ASTM G154-06 and passed with 5 points on the gray range and without evident defects** (test made with 1500 hours of exposure to 4 hours alternate cycles at a UV temperature of 60°C and 4 hours at a condensed temperature of 50°C irradiated by UVB 313 nm lamp, radiance 0,71 W/m²)
	After the exposure to heat, cold and humidity cycles according to UNI EN ISO 9142/04 norm (n° 21 cycles type D3) there is no evidence of defects

M.M. S.R.L.
Fiberglass Reinforced Polymer gratings and structures
Via Antonio Zanussi, 300/302
33100 Udine - Italy
Cap. Soc. EURO 100.000 i.v.
P.Iva / C.F. 00477620306
Reg. Imp. UD 00477620306
R.E.A. UD-138461
ph. +39.0432.522970
fax +39.0432.522253
info@mmgrigliati.it

LOADS

MAXIMUM SUGGESTED LOADS

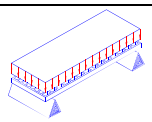
Type of support	On the line of the two ends of the panel

Limits determined by	**Deflection** (load sagging)

the **maximum deflection admitted,** is 1/200 of the distance between the supports

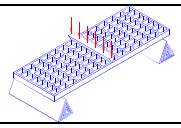
According to the standard DIN 24537-3 deviation due to the load may be no more than 1/200 of the land width and the difference in height between neighbouring joints between loaded and unloaded floor coverings may be no more than 4 mm.

DISTRIBUTED LOAD



Distance between supports [cm]	Load with deflection equal to 1/200 [kg/m²]	Load with deflection equal to 1/100 [kg/m²]
50	3350	6750
70	1200	2450
90	550	1150
110	300	600

CONCENTRATED LOAD



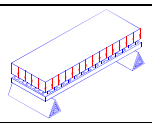
Distance between supports [cm]	Load with deflection equal to 1/200 [kg/m]	Load with deflection equal to 1/100 [kg/m]
50	1050	2100
70	500	1050
90	300	650
110	200	400

All lighter loads are admitted

Limits determined by	**Admitted stresses** (stress determined by the load)

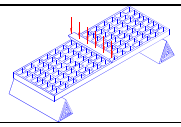
the **maximum admitted stress** is 1/5 of the ultimate stress
(safety factor is equal to 0.20 – the ultimate stress is 5 times the specified load)

DISTRIBUTED LOAD



Distance between supports [cm]	Maximum admitted load [kg/m²]
50	7600
70	3850
90	2300
110	1550

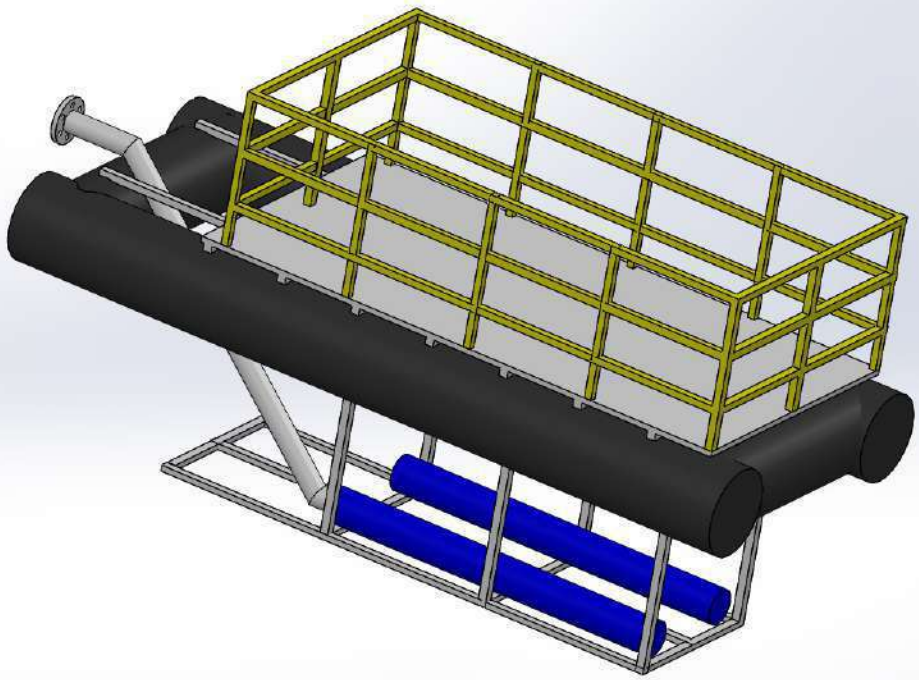
CONCENTRATED LOAD

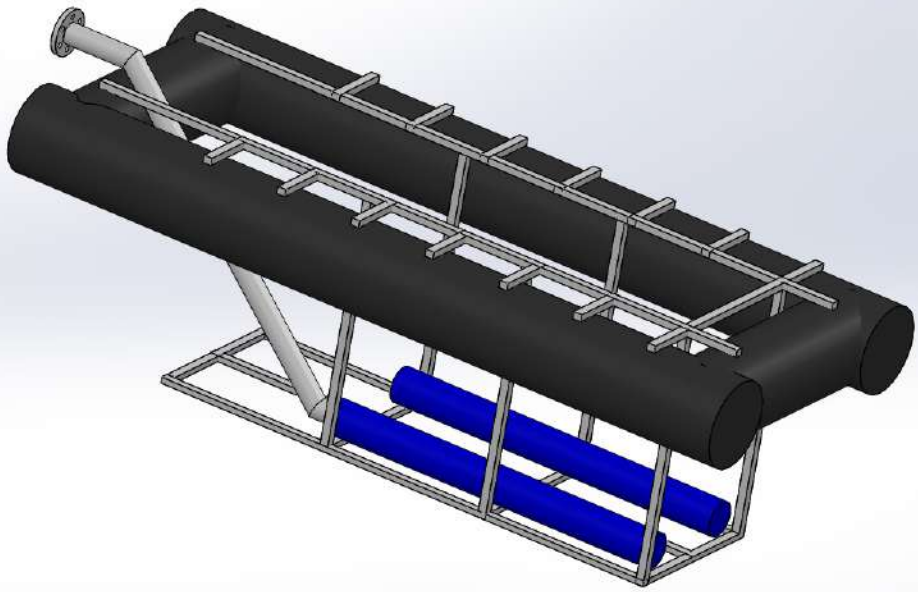


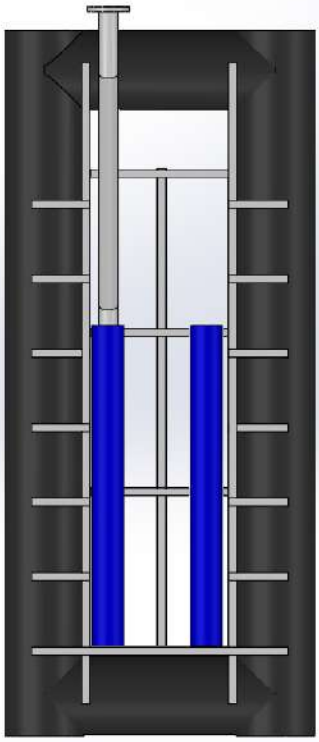
Distance between supports [cm]	Maximum admitted load [kg/m]
50	1900
70	1350
90	1050
110	850

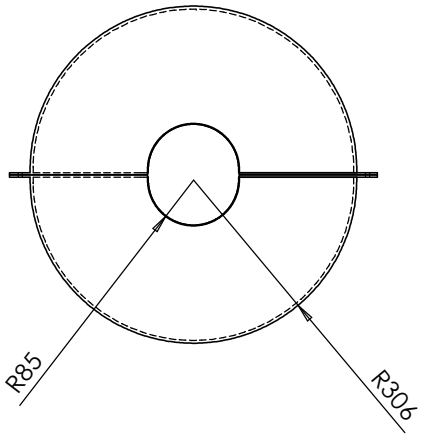
All lighter loads are admitted

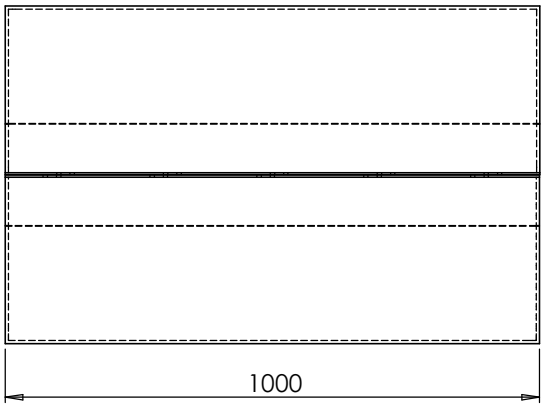
- The above characteristics are meant as reference values for standard material in ambient working temperature. Even if they are not to be considered as guaranteed characteristics they are based on our experience and are supplied in good faith.
- According to the standard DIN 24537-3 the conversion safety factor should be 0.75 for internal environmental exposure conditions, 0.65 for external exposure conditions, and 0.50 for aggressive exposure conditions.
- No matter which are the exposure conditions, chemical resistance must be always verified by contacting M.M.technical department.
- In case of heavy duty load compressive strength must be verified.











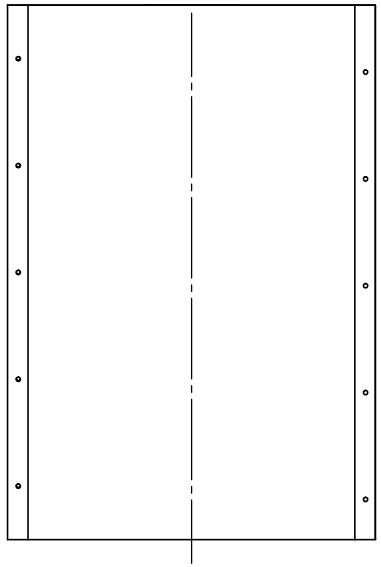
nosivost
DN600x160x600.....75kg/kom za uronjenost do D/2
DN600x160x1000..125kg/kom za uronjenost do D/2

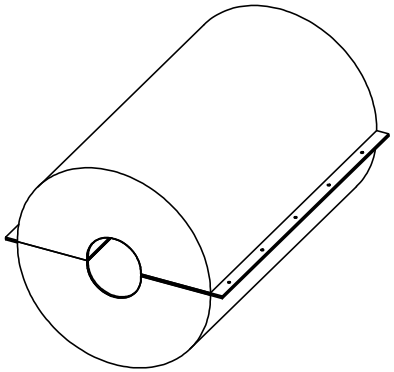
DN400x160x500....30kg/kom za uronjenost do D/2
DN400x160x1000..60kg/kom za uronjenost do D/2

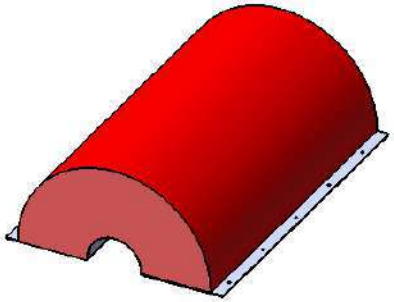
masa PEHD cevi fi110 PN10 pune vode....cca 12kg/m
masa PEHD cevi fi160 PN10 pune vode....cca 25kg/m

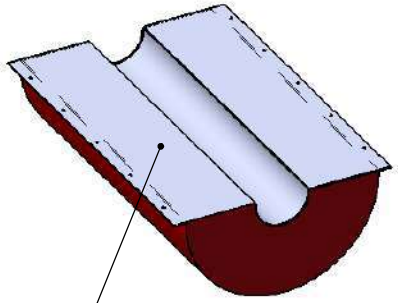
Boja plovka moze biti po vasem zahtevu
Najnestabilnije boje su redom:
-Fluroscentne
-Zute
-Narandzaste
-Crvene

unutrasnjost je kompaktno ispunjena polistirenskom penom







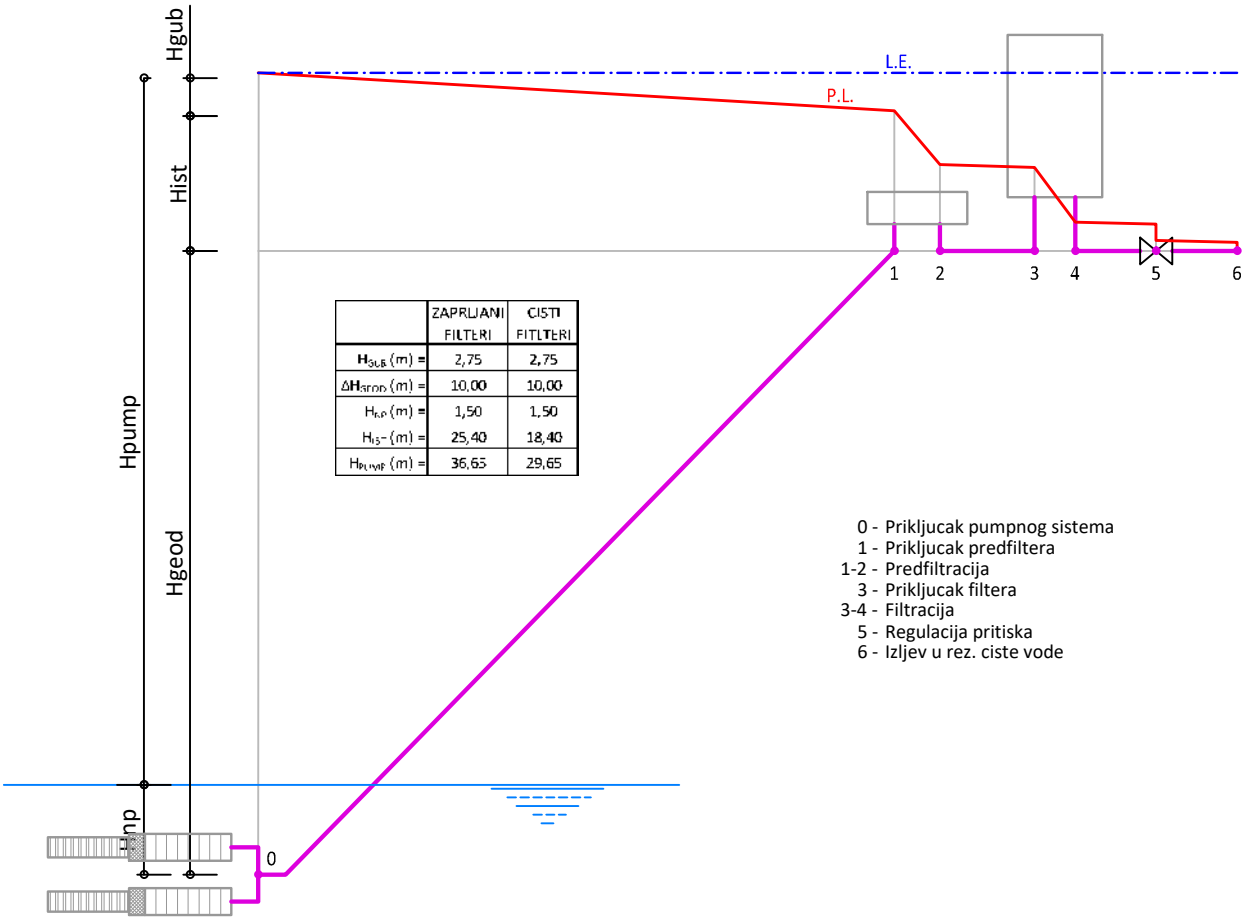


zavarena ploca. na prepustu su rupe
fi8 za spajanje polutki plovka

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:				DEBUR AND BREAK SHARP EDGES	DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
							Termoplasting	
	NAME	SIGNATURE	DATE				TITLE:	
DRAWN							Sklop set DN600x160x1000	
CHK'D								
APPV'D								
MFG								
Q.A				MATERIJAL:			DWG NO.	A3
				PP ili PEHD			01-A-S1	
				WEIGHT:			SCALE:1:10	SHEET 1 OF 1

HIDRAULIČKI PROFIL

PRINCIPIJELNA ŠEMA



	ZAPRLJANI FILTERI	CISTI FITLTERI
H_{SUB} (m) =	2,75	2,75
ΔH_{GEOD} (m) =	10,00	10,00
$H_{K.P}$ (m) =	1,50	1,50
H_{IS} - (m) =	25,40	18,40
H_{PUMP} (m) =	36,65	29,65

0 - Prikljucak pumpnog sistema
1 - Prikljucak predfiltera
1-2 - Predfiltracija
3 - Prikljucak filtera
3-4 - Filtracija
5 - Regulacija pritiska
6 - Izljev u rez. ciste vode

Podloge

SADRŽAJ

1. IZVOĐENJE BATIMETRIJSKOG PREMJERA 2

1.1. Priprema sistema za premjer i akviziciju podataka 3

1.2. Kalibracija ultrazvučnog dubinomjera i ručnog dubinomjera 5

1.3. Akvizicija podataka 6

2. OBRADA BATIMETRIJSKIH PODATAKA 7

2.1. Čišćenje podataka od šumova..... 7

2.2. Svođenje izmjerenih dubina na referentnu ravan 7

3. IZRADA PLANA 8

3.1. Izrada batimetrijskog modela premjerene lokacije 8

3.2. Matematička osnova plana 8

3.2.1. Horizontalni datum 8

3.2.2. Vertikalni datum 9

4. PODACI KOJI SE PREDAJU INVESTITORU ……..…….. 9

PRILOZI:

1. **Premjer bočno skenirajućim sonarom (SSS - Side Scan Sonar)**

1. IZVOĐENJE BATIMETRIJSKOG PREMJERA

Batimetrijski premjer je izvršen korištenjem standardne konfiguracije za premjer koja se sastoji iz elektronskog dvofrekvetnog ultrazvučnog dubinomjera *SBES Simrad*, SVP sonde *Midas-Valeport*, diferencijalnog *Trimble* GPS prijemnika i hidrografsko-navigacijskog softvera *SonarWiz*. Kod određivanja pozicije u premjeru je korištena diferencijalna korekcija sa GPS mreže MONTEPOS što omogućava mjerenje u RTK modu i garantuje centimetarsku tačnost pozicije.

Softver *SonarWiz* se koristi za realizaciju kompletnog projekta premjera: planiranje profila premjera, definisanje načina mjerenja, povezivanje opreme u konfiguraciju (definisanje parametara međusobne komunikacije pojedinih senzora) i realizovanje premjera, odnosno akviziciju podataka.

SVP (*Sound Velocity Probe*) sonda je kalibrisana, mjeri i računa brzinu zvuka kroz vodu, što je neophodno za precizno mjerenje dubina.

Ultrazvučni dubinomjer za plitke vode *SBES Simrad* ima ugrađen modul za kalibraciju pomoću bar-čeka i kada je kalibrisan na kanalu visoke frekvencije mjeri sa centimetarskom tačnošću. Obezbjeđuje zapis dubina istovremeno u digitalnoj i analognoj formi što u procesu obrade olakšava čišćenje podataka od šumova i preciznu definiciju topografije dna.

U softveru *SonarWiz* rađeno je editovanje dubina, njihovo čišćenje od šumova i svođenje dubina na referentnu ravan.

Za referentnu ravan u ovom projektu uzet je nivo **144** na vodomjernoj letvi hidrološke stanice koja je postavljena u okviru samog vodoizvorišta.

Ukupna površina premjerene akvatorije je približno *10 395* m^2 (1.4 hektara) i pri tom je snimanjem ultrazvučnim dubinomjerom dobijeno **20 522** validnih tačaka dubina, a premjer je izvršen tokom januara 2024. godine.

1.1. Priprema sistema za premjer i akviziciju podataka

Prije otpočinjanja premjera, sistem za prikupljanje podataka je konfigurisan tako da odgovara plovnom sredstvu koji se koristi, tipovima senzora koji se koriste kao i području na kome će se vršiti premjer.

Sistem za akviziciju (prikupljanje) podataka su činili jednosnopni ultrazvučni dubinomjer za mjerenje dubine, diferencijalni GPS prijemnik za određivanje tačne pozicije i PC baziran hidrografsko-navigacijski softver *SonarWiz*, koji je korišten za planiranje premjera, akviziciju i osnovnu obradu podataka.

Korišten je jednosnopni dvofrekventni ultrazvučni dubinomjer za plitke vode *SBES Simrad* koji na kanalu visoke frekvencije mjeri dubinu sa centimetarskom tačnošću (Slika 1).

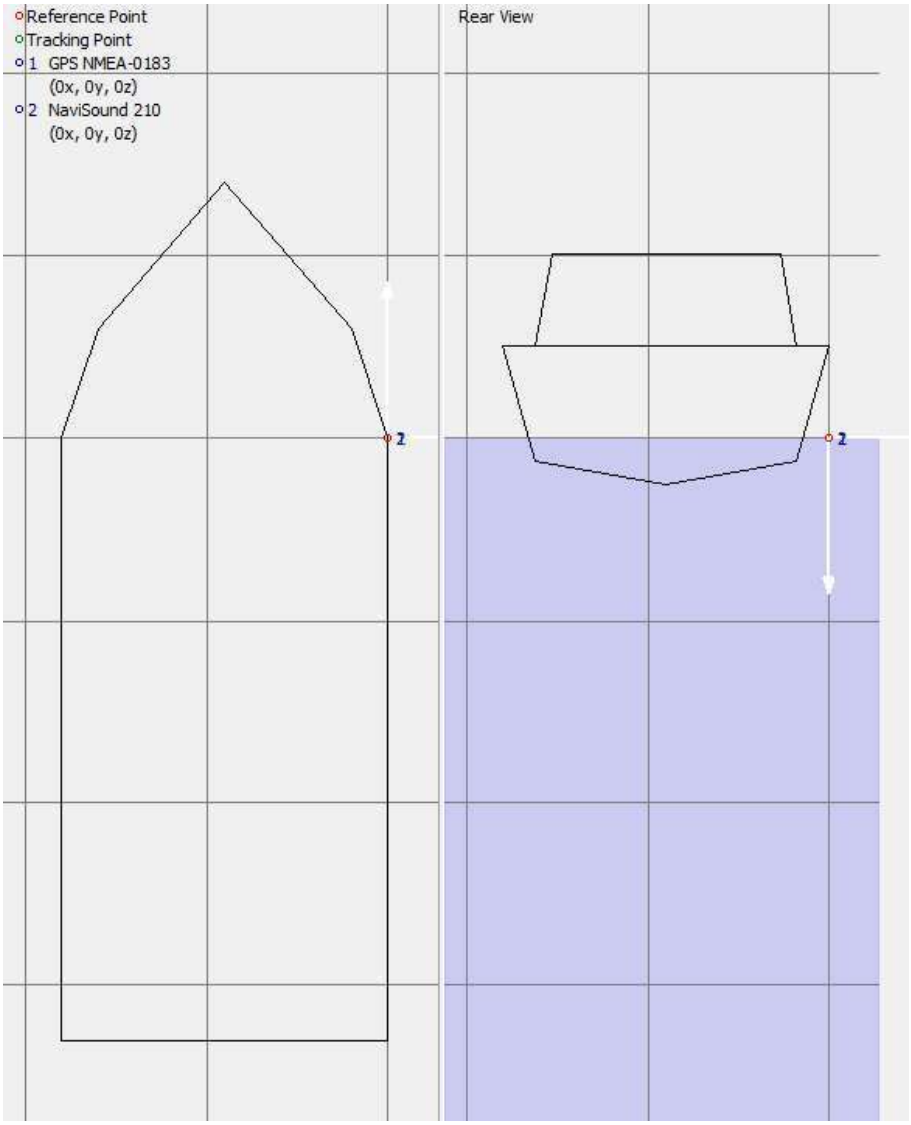


Slika 1. Ultrazvučni dubinomjer Simrad

U softveru *SonarWiz* izvršeno je planiranje kompletnog projekta: isplanirani su profili premjera, definisan način mjerenja, izvršeno povezivanje opreme (definisana komunikacija pojedinih senzora) i realizovan premjer, odnosno akvizicija podataka.

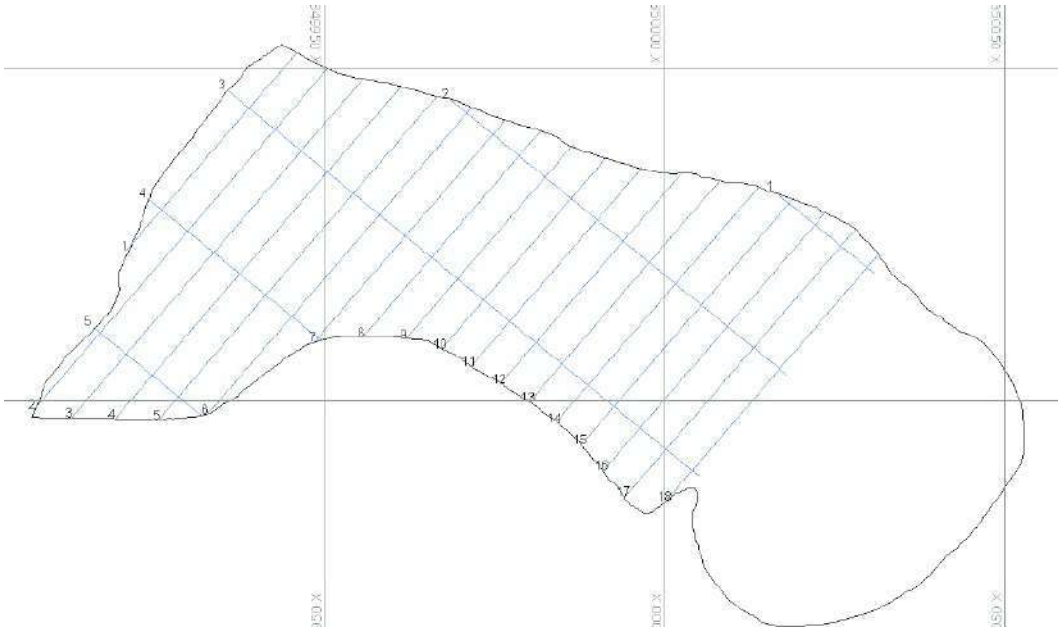
Za potrebe premjera korišten je gumeni čamac, dužine 6 metara, koji je ovom prilikom preuređen za hidrografske potrebe.

Na korištenom čamcu međusobni prostorni odnosi GPS prijemnika i primopredajnika ehosonara (ofseti) su precizno određeni. Ovi horizontalni ofseti su primjenjeni u softveru *SonarWiz* (Slika 2), a pošto DGPS nije korišten za mjerenje visinske komponente tokom mjerenja vertikalni ofset se nije primjenjivao.



Slika 2. Ofseti definisani u hidronavigacijskom softveru

Batimetrijski premjer je vršen po unapred projektovanim profilima. Na georeferenciranoj kartografskoj podlozi profili mjerenja su planirani na međusobnom rastojanju od 5 metara (Slika 3). Kontrolni, poprečni profili su planirani na međusobnom rastojanju od 20 metara.



Slika 3. Planirani profili premjera

1.2. Kalibracija ultrazvučnog dubinomjera i ručnog dubinomjera

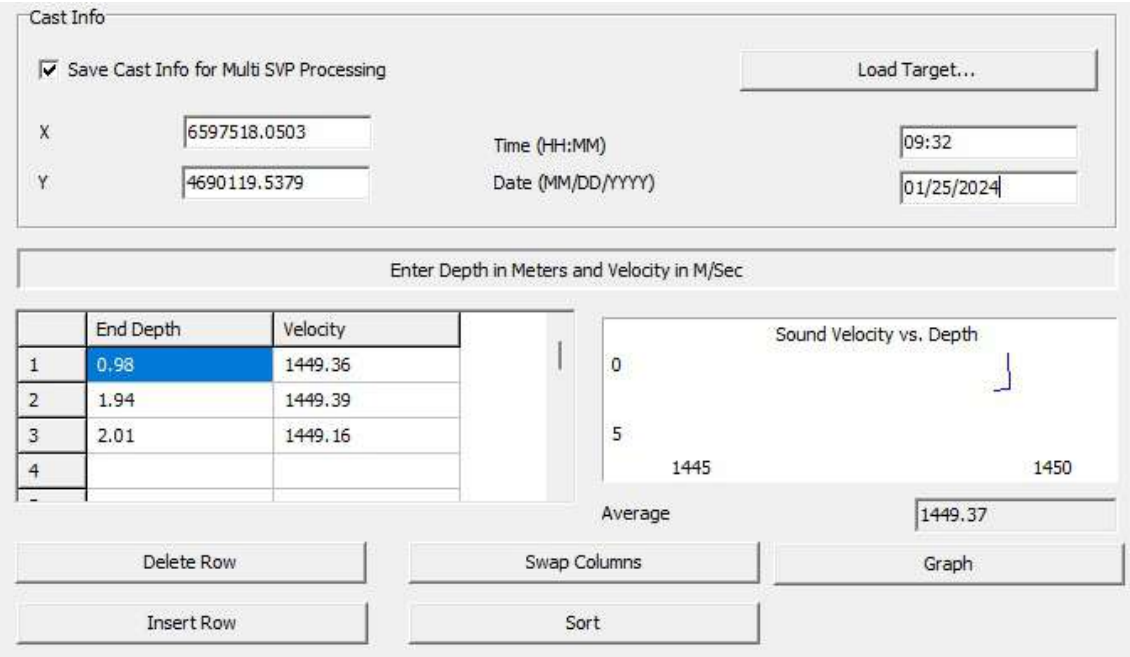
Kalibracija ultrazvučnog dubinomjera je procedura koja se sastoji u podešavanju uređaja da bi se osiguralo tačno mjerenje dubina. Cilj je da se parametar brzine zvuka postavi tako da podesi mehaničke i elektronske komponente dubinomjera kako bi dubine bile izmjerene što tačnije. Kalibracija dubinomjera se može vršiti na više načina: mjerenjem profila brzine zvuka u stubu vode, pomoću ček-bara, specijalnog primopredajnika (transdjusera),...



Slika 4. SVP sonda korištena za mjerenje srednje brzine zvuka

Prije otpočinjanja mjerenja u akvatoriji planirane zone istraživanja, izmjeren je profil srednje brzine zvuka kroz vodu od površine jezera do dna pomoću SVP sonde (Slika 4), koja je unošena u dubinomjer, a podaci su korišteni i za izradu fajla za korekciju dubina u softveru *SonarWiz*.

Izmjerena srednja brzina zvuka kroz vodu iznosila je **1449 m/sek** na dan kad je izvršen batimetrijski premjer na predmetnoj lokaciji (Slika 5).



Slika 5. Prikaz grafikona izmjeren srednje brzine zvuka

Premjer je vršen pri mirnoj površini jezera tako da nije bilo potrebe da se u sistemu za akviziciju podataka koristi senzor za praćenje ljuljanja, posrtanja i izdizanja (motion referent unit) što je doprinijelo kvalitetu podataka i pojednostavnilo premjer i obradu podataka.

Kontrola mjerenja dubina je vršena i kontrolom pomoću ručnog dubinomjera.

Kalibracija ručnog dubinomjera je vršena kontrolom položaja oznaka dubina na metalnom lancu dubinomjera pomoću metalne trake – pantljike.

1.3. Akvizicija podataka

Nakon što je sistem za akviziciju podataka konfigurisan na odgovarajući način, sve neophodne kalibracije izvršene i planirane linije premjera unešene u sistem, počinjalo je mjerenje i akvizicija podataka. To je podrazumijevalo da kormilar vodi čamac po planiranim profilima premjera, dok je hidrograf pratio sistem za akviziciju podataka i podatke sa senzora i tako kontrolisao da premjer teče po planu.

2. OBRADA BATIMETRIJSKIH PODATAKA

Obrada podataka u usko hidrografskom smislu podrazumijeva čišćenje podataka od šumova i svođenje svih izmjerenih i očišćenih dubina na zajedničku referentnu ravan. U softveru *SonarWiz* vršeno je editovanje dubina, njihovo čišćenje od šumova i svođenje dubina na referentnu ravan.

2.1. Čišćenje podataka od šumova

Da bi se kao krajnji rezultat dobio kvalitetan i realističan prikaz batimetrije, bilo je neophodno snimljene podatke prečistiti od pogrešno izmjerenih dubina (šumova) u za to specijalizovanom softveru.
Naime, kod mjerenja dubine ultrazvučnim dubinomjerom pojavljuju se šumovi i lažni odrazi. Pojednostavljeno rečeno ultrazvučni snop se odbija od prve prepreke na koju naiđe, dubinomjer određuje rastojanje do te prepreke i prikazuje ga kao dubinu. Ta prepreka često nije željeno dno već beskoristan šum, npr: razni suspendovani materijali u vodi, mjehurići gasa, riba ispod projektora ili površina vegetacije na dnu, itd. Sve te šumove je potrebno očistiti da bi se dobili tačni i upotrebljivi podaci.
Kombinacija podataka dva kanala (visokofrekventnog i niskofrekventnog) u digitalnoj i analognoj formi omogućava uspješnu detekciju realnog dna. To je metod koji zahtijeva dosta vremena, jer se moraju istovremeno pregledati digitalni zapisi na dva kanala i analogni zapisi na papiru, te ručno brisati sve pogrešne dubine, odnosno šumovi. Mada spor, to je trenutno najpouzdaniji metod, koji garantuje sigurnu detekciju dna i realan prikaz batimetrije premjernog područja.

2.2. Svođenje izmjerenih dubina na referentnu ravan

Površina jezera tokom mjerenja nije oscilirala i konstantno je bila na nivou 144 prema vodomjernoj letvi, prije, tokom i nakon izvršenih batimetrijskih mjerenja. Zato nije bilo neophodno redukovati izmjerene dubine, u za to, specijalizovanom softverskom modulu.
Na slici 6 dat je prikaz nivoa jezera na vodomjernoj letvi za vrijeme premjera za dan dvadeset peti januar, kad su vršena batimetrijska mjerenja.



Slika 6. Nivo na vodomjernoj letvi za vrijeme mjerenja

3. IZRADA PLANA

Za potrebe ovog projekta izrađena su dva plana u razmjeri 1 : 500. Na prvom je dat prikaz batimetrije u formi digitalnog modela terena, a na drugom preklop GeoTIFF-a morskog dna I batimetrije. Prvi plan je podešen za štampu na papiru formata 350.87x330mm, a drugi na formatu papira A3.

3.1. Izrada batimetrijskog modela premjerene lokacije

Svi obrađeni batimetrijski podaci dobijeni mjerenjem ultrazvučnim dubinomjerom, očišćeni od šumova i redukovani na nivo 144 na vodomjernoj letvi, korišteni su za konstrukciju grida, odnosno 3D modela topografije dna premjerenog područja.
Za izradu grida korišten je softver ***Surfer 10***, metod ***Triangulacija sa linearnom interpolacijom*** sa rastojanjem između redova i kolona koje odgovara međusobnom rastojanju profila premjera – ***pet metara***.

3.2. Matematička osnova plana

3.2.1. Horizontalni datum

Batimetrijski premjer je vršen u WGS84 datumu sa ciljem lakše integracije sa već postojećim podacima okolnog priobalnog područja, a radi uniformnosti kompletne podloge. Za potrebe ovog projekta svi podaci od značaja su transformisani i u Državni Koordinatni Sistem (DKS).

3.2.2. Vertikalni datum

Batimetrijski sadržaj planova nije vezan za geodetsku nulu, odnosno nulu nivelmana, već za korespodentni nivo sa vodomjerne letve. U odnosu na vodomjernu letvu, sve kote, odnosno svi visinski podaci se mogu svesti na bilo koji visinski referentni sistem, sve u zavisnosti od projektnih potreba.

4. PODACI PREMJERA KOJI SE PREDAJU INVESTITORU

Investitoru će biti predati svi relevantni podaci u digitalnoj i analognoj formi.

Podaci u digitalnoj formi

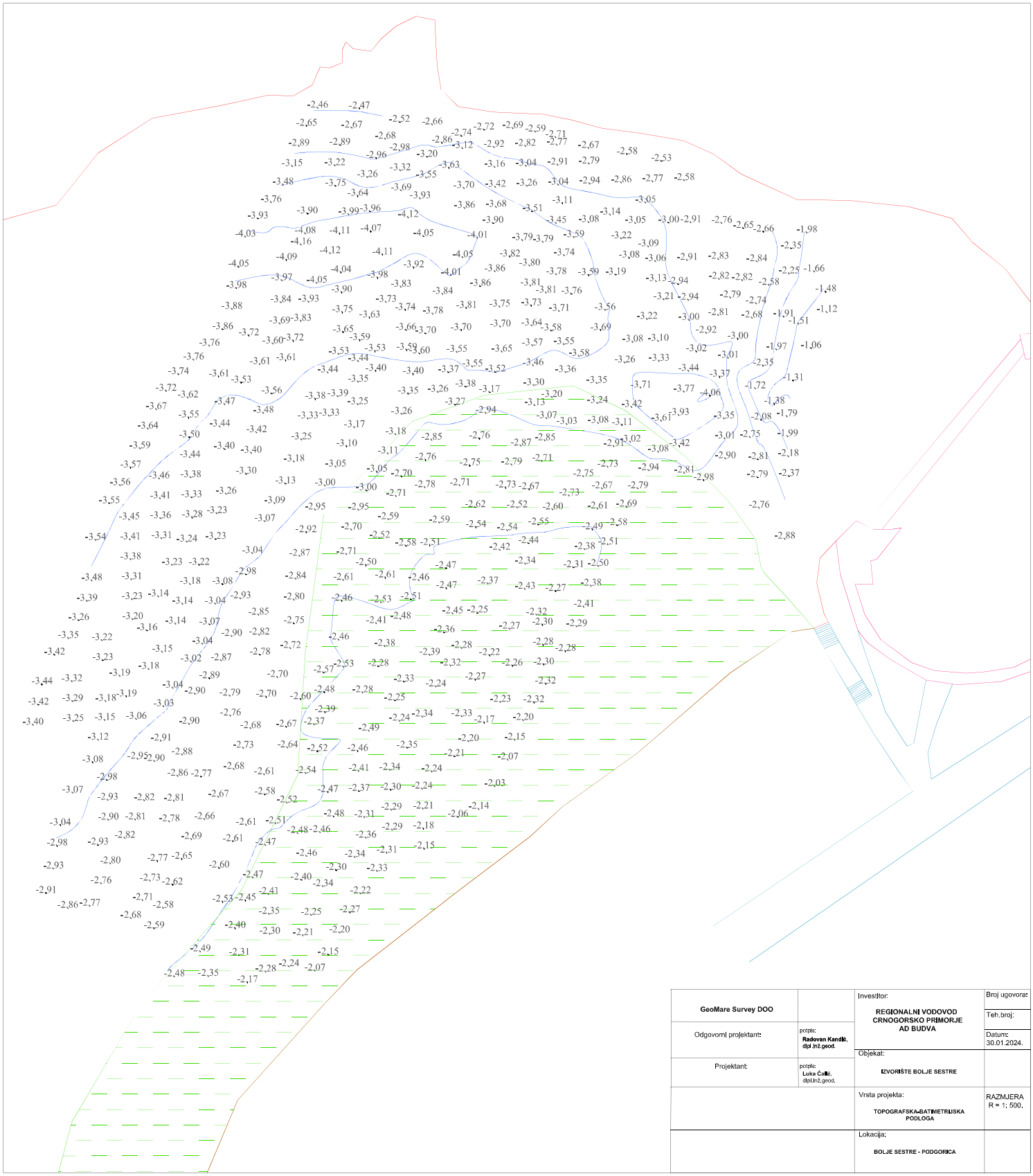
Investitoru će biti isporučeni na CD narezani sledeći **digitalni podaci**:

- svi podaci batimetrijskog snimanja u ASCII formatu (tačke x,y,z);
- dva plana akvatorije trase planiranog podmorskog ispusta u R5000
- prikaz batimetrije i 3D modela terena premjerene akvatorije u .dxf/dwg formatu;
- tehnički izvještaj.

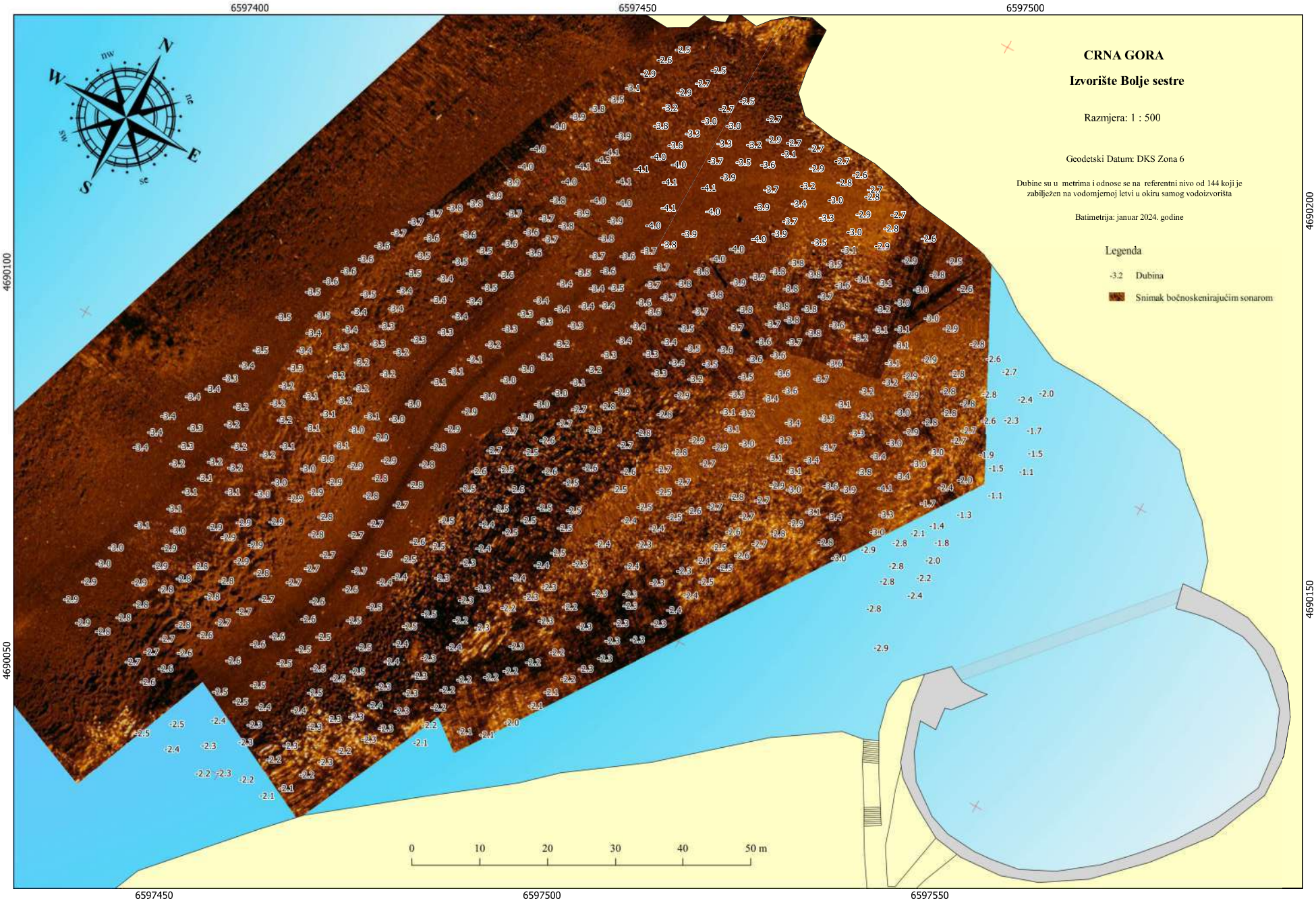
Podaci u analognoj formi

U **analognoj formi** (odštampani na papiru) se predaju sledeći podaci:

- dva plana u R5000;
- tehnički izvještaj.



GeoMare Survey DOO		Investitor: **REGIONALNI VODOVOD CRNOGORSKO PRIMORJE AD BUDVA**	Broj ugovora:
Odgovorni projektant:	potpis: **Radovan Kandić, dipl.inž.geod.**		Teh.broj:
			Datum: 30.01.2024.
Projektant:	potpis: **Luka Čalić, dipl.inž.geod.**	Objekat: **IZVORIŠTE BOLJE SESTRE**	
		Vrsta projekta: **TOPOGRAFSKA-BATIMETRIJSKA PODLOGA**	RAZMJERA R = 1: 500.
		Lokacija: **BOLJE SESTRE - PODGORICA**	


6597400
6597450
6597500
6597450
6597500
6597550
4690100
4690050
4690200
4690150
N
nw
ne
W
E
sw
se
S
CRNA GORA
Izvorište Bolje sestre
Razmjera: 1 : 500
Geodetski Datum: DKS Zona 6
Dubine su u metrima i odnose se na referentni nivo od 144 koji je zabilježen na vodomjernoj letvi u okiru samog vodoizvorišta
Batimetrija: januar 2024. godine
Legenda
-3.2 Dubina
Snimak bočnoskenirajućim sonarom
0
10
20
30
40
50 m

1. BOČNO SKENIRAJUĆI SONAR (SIDE SCAN SONAR)

1.1 Uvod

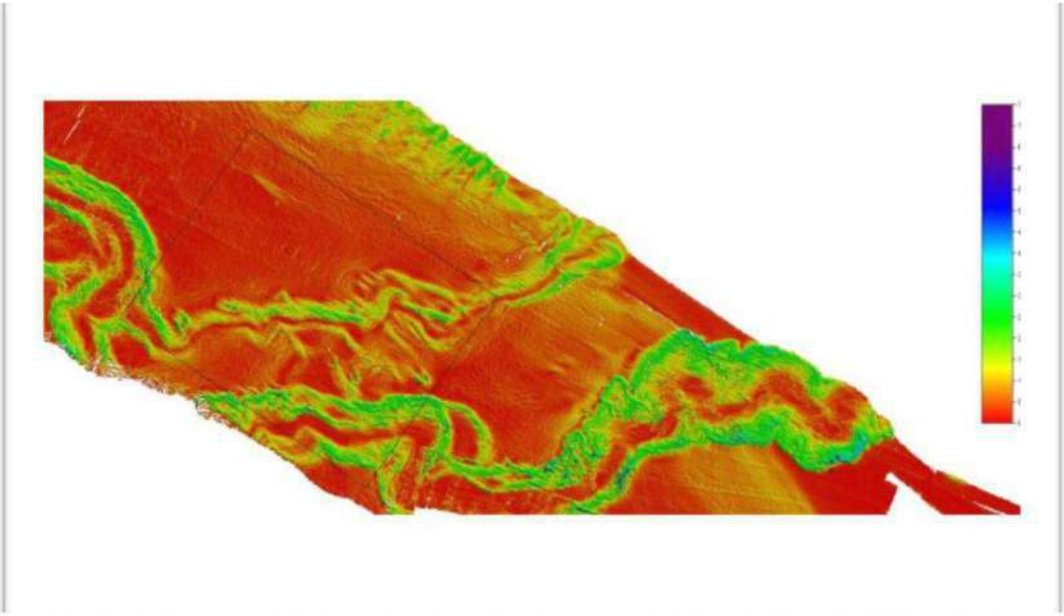
Side Scan Sonar ili bočnoskenirajući sonar spada u kategoriju sonara koji se efikasno koriste za kreiranje georeferenciranog snimka morskog dna, nešto silčno ortofoto snimku, koji se koristi kao produkt fotogrametrije i daljinske detekcije, za potrebe mapiranja kopnenih površina.

Umjesto da mjeri dubinu morskog dna, bočni sonar otkriva informacije o sastavu morskog dna, koristeći informacije različitog apsorbovanja i reflketovanja zvuka, koji se reflektuje u zavisnoti od vrste morskog dna i objekata koji se nalaze na njegovoj površini. Neke vrste materijala, poput metala i nedavno kreirane vulkanske stijene, daju veoma jake odraze, odnosno veoma su efikasne u reflektovanju zvučnih impulsa.

Glina i mulj, sa druge strane, ne odražavaju dobar povratni impuls. Vrlo jednostavno, jaki reflektori stvaraju jak odjek, dok slabi reflektori, koji apsorbuju dio indukovanog zvučnog talasa, daju slab odraz na analognom ili digitalnom mediju.

Poznavajući navedene karakteristike, iste se mogu iskoristiti za definisanje vrste morksog dna, na bazi povratnog impulsa refelektovanog zvučnog talasa. Izvještavanje o jačini odjeka morskog dna je upravo ono zbog čega je i kreiran bočnoskenirajući sonar.

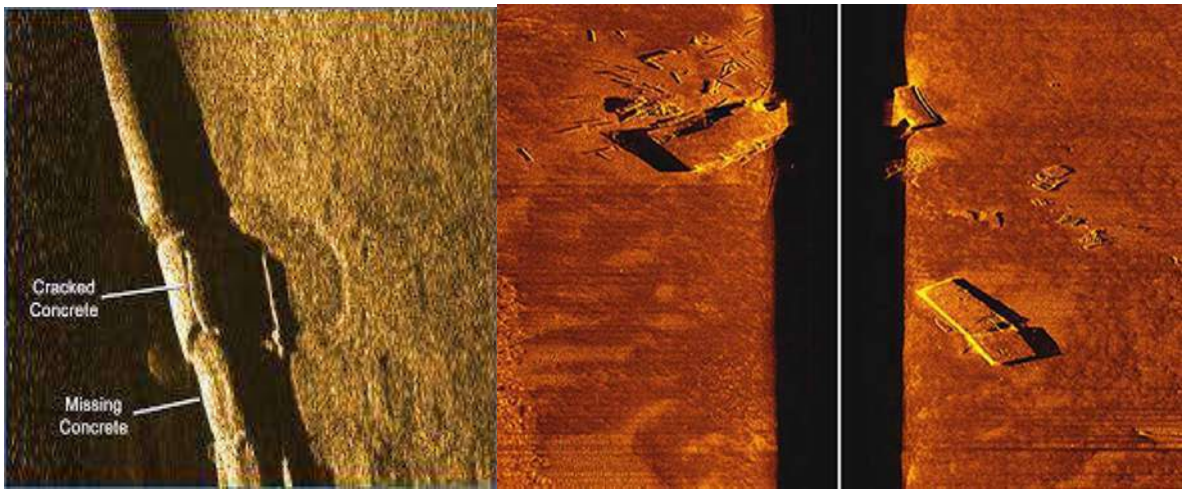
Kombinujući podatke o sastavu morskog dna, koje pruža bočnoskenirajući sonar, sa informacijama o dubini koje takođe možemo dobiti kao set podataka, ovaj sistem se koristi kao dobar alat za karakterizaciju morskog dna, koristeći prednost različitog odraza signala od različite vrtse sedimenta koji se nalazi na morskom, jezerskom ili rječnom dnu.



Slika1. Prikaz modela karakterizacije dna iz podataka dobijenih SSS metodom

Pored karakterizacije morskog dna, bočnoskenirajući sonar koristi se i kao savršeno sredstvo za detektovanje raznih predmeta ispod vodene površine, kao recimo blokova, potpopljenih plovila,

podvodnih instalacija koje plutaju ili su položene na dno i raznih drugih predmeta koji na bilo koji način mogu biti interesantni kako za potrebe navigacijskih karata, tako i za pomorsku privredu, naučnu zajednicu kao i za razne druge korisnike.



Slika 2. Prikaz instalacija i objekata detektovanih SSS metodom

2. PRINCIP RADA BOČNOSKENIRAJUĆEG SONARA

Bočnoskenirajući sonar koristi veći dio hardvera i procesa rada kao konvencionalni instrumenti za mjerenje dubina – dubinomjeri.
Sistem bočnoskenirajućeg sonara sačinjen je od više komponenti: centralne procesorkse jedinice, računara, kabla za tegljenje, ribe na kojoj su smješteni primopredajnici kao i sistem za navigaciju.

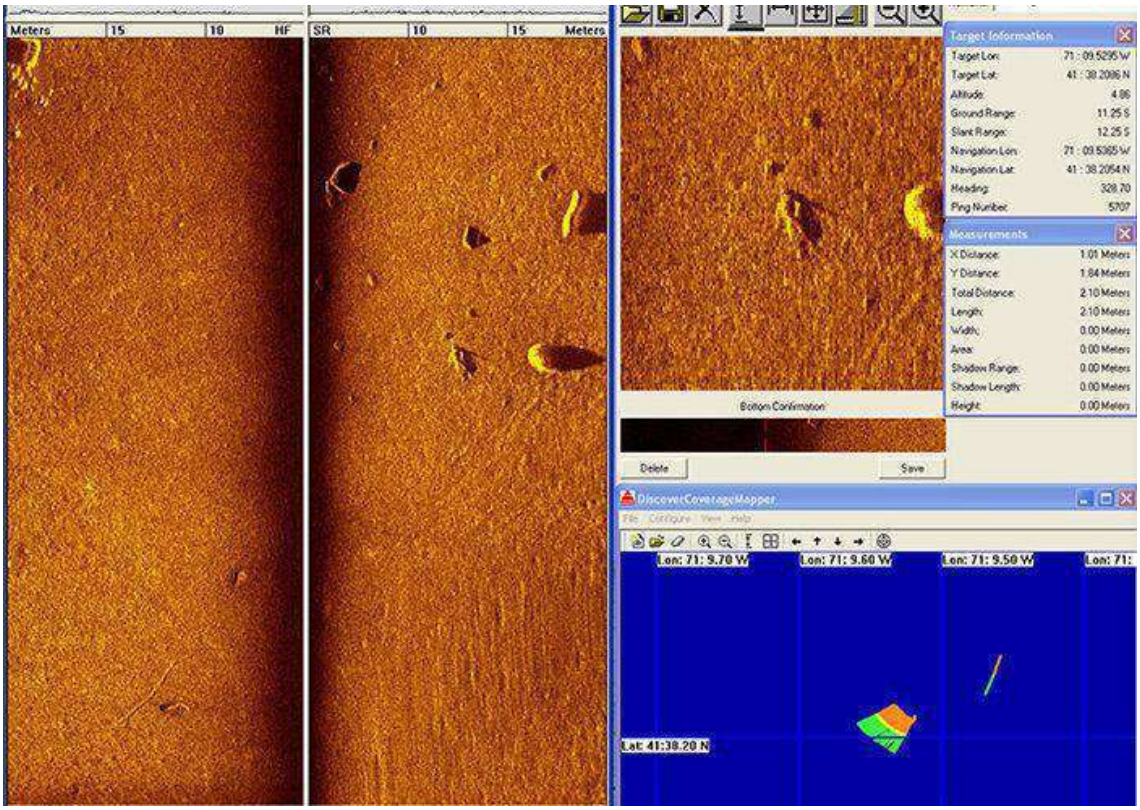


Slika 3. Prikaz kompletnog sistema SSS, marke ,,EdgeTech 4125i"

Princip rada je relativno jednostavan. Impulsi se prenose predajnikom pomoću projektora ili niza projektora, dok hidrofoni primaju odjeke tih impulsa sa morskog dna i dalje ih prosleđuju ka prijemniku.

Tamo gdje se bočnoskenirajući sonar razlikuje od dubinomjera, leži u načinu na koji se obrađuju registrovani impulsi.

Jednosnopni ultrazvučni dubinomjer proizvodi akustični impuls, ili prosto ping, koji projektor dalje prenosi u vodenu masu. Taj ping se širi kao sferni talas od svog izvora, detektujući morsko dno u tački najbližoj projektoru. Ping se zatim transformiše u povratni sferni talas, čiji dio detektuje hidrofon. Prijemnik snima vraćeni odjek, što može biti grafički ilustrovano kao amplituda u funkciji vremena. Vrijeme između prenosa pinga do morskog dna i njegovog povratka i registrovanja na prijemniku, koristi se za izračunavanje raspona do morskog dna, odnosno računanja dubine.
Proces rada kod bočnoskenirajućeg sonara podrazumjeva da se riba, na kojoj su smješteni primopredajnici, tegli kroz vodu.
Primopredajnici sa obje strane emituju ultrazvučne pulseve i primaju odjek (eho), koji se reflektuje od dna i objekata u vodi. U „ribi" je smještena i elektronika za obradu signala. Eho signal se nakon pojačanja digitalizuje i potom se koristi za generisanje 2-D slike skeniranog dna na monitoru računara.



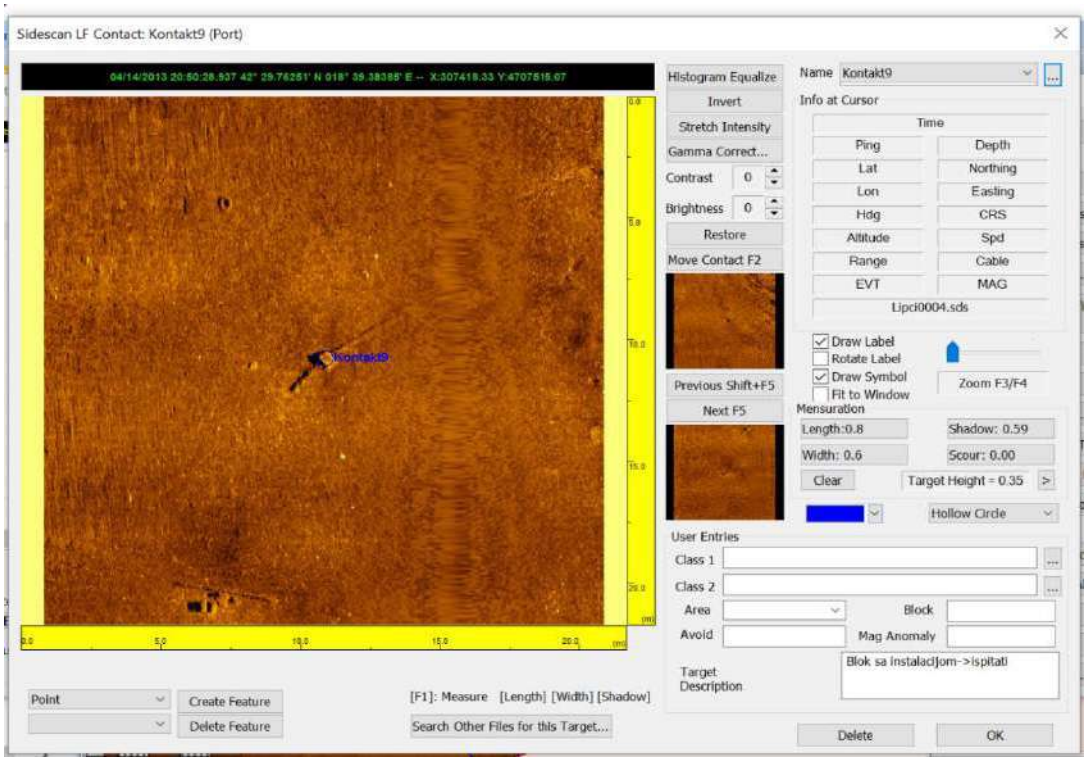
Slika 4. Prikaz registrovanih podataka na računarskom sistemu, u realnom vremenu

Za razliku od dubinomjera, kod bočnoskenirajućeg sonara nisu definisani pravci rasprostiranja zvuka, već se isključivo dobijaju podaci o vremenu za koje je zvučni impuls prešao put od projektora do morskog dna, a zatim prijemnikom registrovan kao povratni impuls.
Prvi i najjači odraz koji se vraća je odraz ispod samog sonara i koristi se za raćunanje dubine.

3. REALIZACIJA PROJEKTA

3.1 ***Sistem za akviziciju i obradu podataka***

Za potrebe ovog premjera korišten je upravo sistem EdgeTech 4125i (slika 3).
Sistem može da radi samo na jednoj frekvenciji ili na obje frekvencije istovremeno. Kada radi na dvije frekvencije istovremeno ima mogućnost da svaka frekvencija radi sa različitim dometom.
Domet SSS sistem Edgtech 4125i na visokoj frekvenciji je 150 metara dok se na niskoj frekvenciji može očekivati domet do 500 metara.
Pri obradi podataka plejbek opcija omogućuje ponovno pregledanje snimljenih podataka. Takođe omogućava da se dio podataka od interesa izdvoji i snimi u zaseban, novi fajl.
Pri mjerenju u realnom vremenu ili pri pregledu podataka u plejbek-u svaki put kada se klikne desnim tasterom miša na snimak podataka izdvaja se dio snimka oko kursora kao kandidat za izabrani cilj (candidate target). Ukoliko poslužioc procijeni da je snimljeni dio (candidate target) interesantan za dalju obradu može ga snimiti kao cilj (target) ili u protivnom izbrisati ga ako procijeni da nema značaja. Izabrani i snimljeni cilj (objekat) se može dalje obrađivati na način da se zumira objekat, odredi njegova pozicija, dimenzije kao i visina iznad dna (m) na osnovu dužine sjenke.
Obrada podataka rađena je u softverskom paketu SonarWiz7, koji služi za importovanje i detaljnu obradu podataka mjerenja.
Pod obradom se podrazumjeva obrada dobijene fotografije dna, odnosno podešavanje neophodnih parametara, korištenjem zarnih filtera, sa ciljem dobijanja sto kvalitetnije fotografije, na kojoj je moguće detektovati i izolovati sve objekte, koji na bilo koji način mogu biti interesantni naručiocu posla, bilo da se radi za potrebe siugurnosti plovidbe, građevisnke radove i slično.
Svi detektovani targeti mogu se georeferencirati u svim koordinatnim sistemima, izmjeriti njihove dimnezije, kao i visina istih od dna, ali i dati neki drugi neophodni statistički podaci vezani za dati projekat.



Slika 5. Prikaz izolovanog ,,targeta" u radnom prostoru softvera ,,SonarWiz7

3.2 Rezultati istraživanja

Istraživanja su rađena na izvorištu Bolje sestre. Cilj mjerenja bio je detektovanje površinskih sedimenata, sa posebnim osvrtom na diferencijaciju kamenitih struktura u dubljim djelovima jezera.

Rezultati su pokazali da je dno u glavnom kompozit mulja i trave, bez indentifikacije stijenskih struktura ili klastera šljunkovitih naslaga.

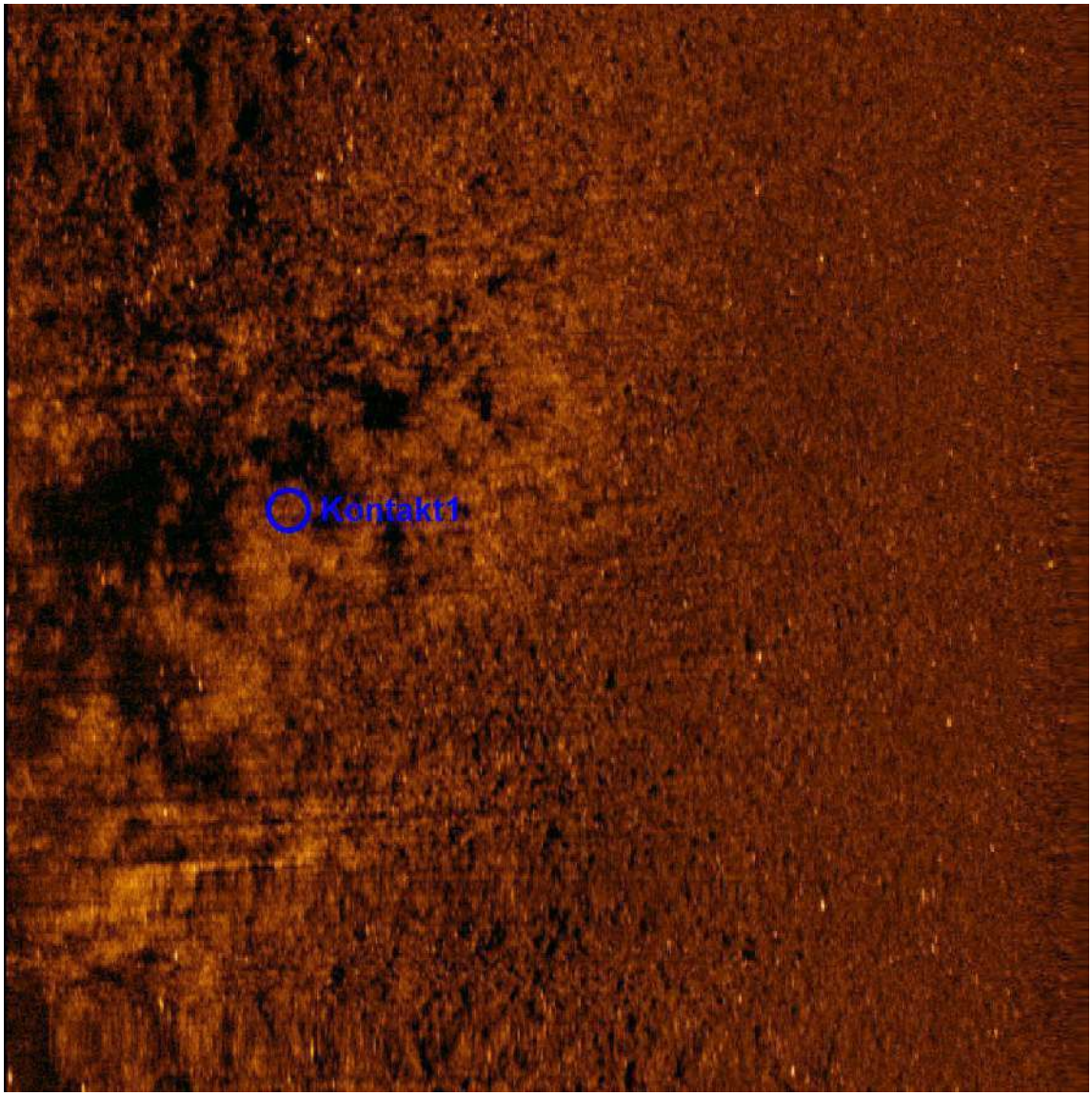
U priobalnom dijelu postoji čvrsti odraz kao posledica vještački nasutog oblutka/kamena, ali se sličan odraz ne primijećuje ni na jednoj od tačaka unutar zone istraživanja.

Shodno navedenom, dolazimo do zaključka da je dominantan blatnjavi ili muljeviti sloj kao osnovni površinski sloj uz značajnu vegateciju koja je vidljiva čak i golim okom.

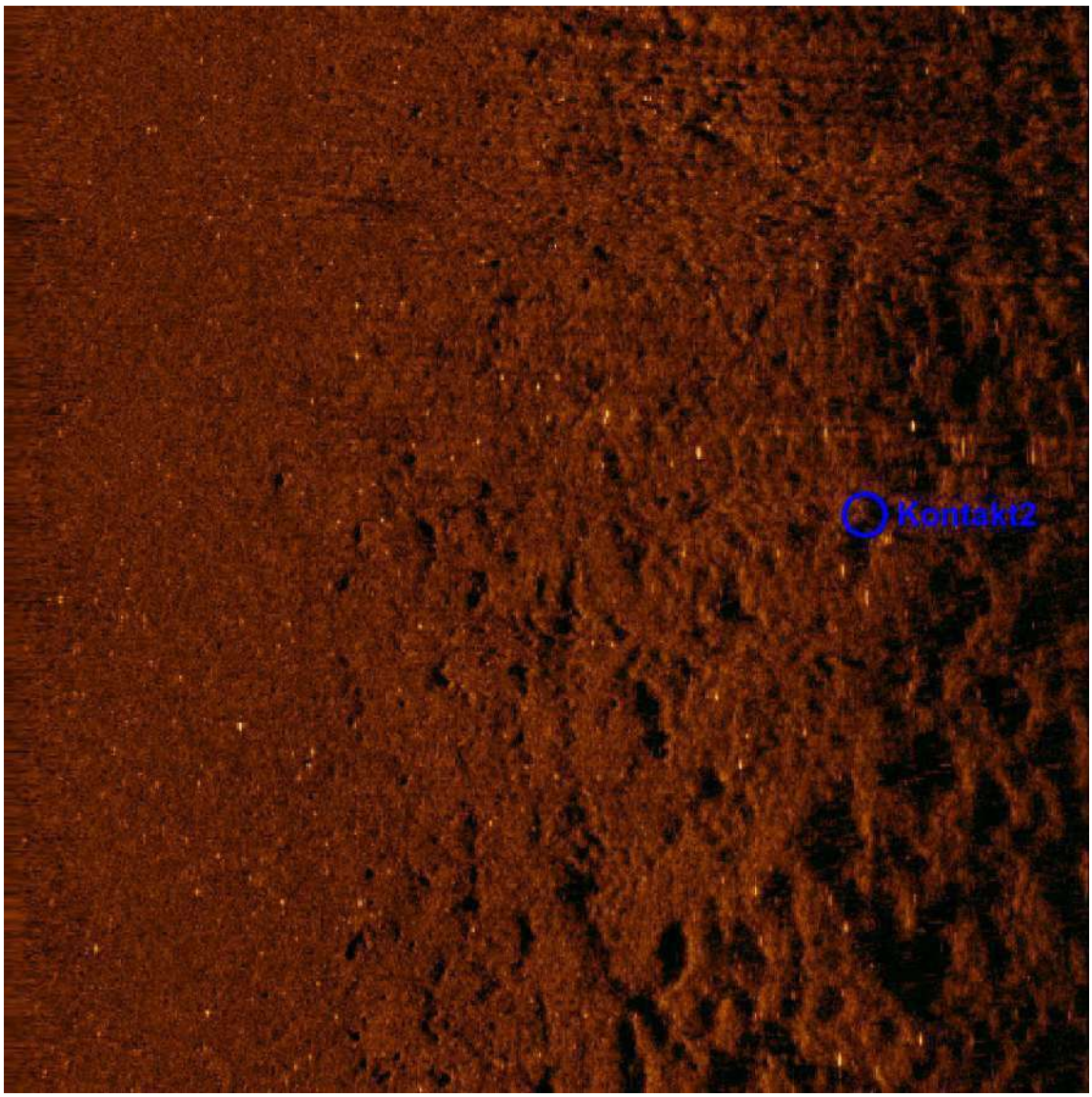
Detaljni prikaz površinskih sedimenata dat je u prilogu ovog izvještaja.

Prilozi

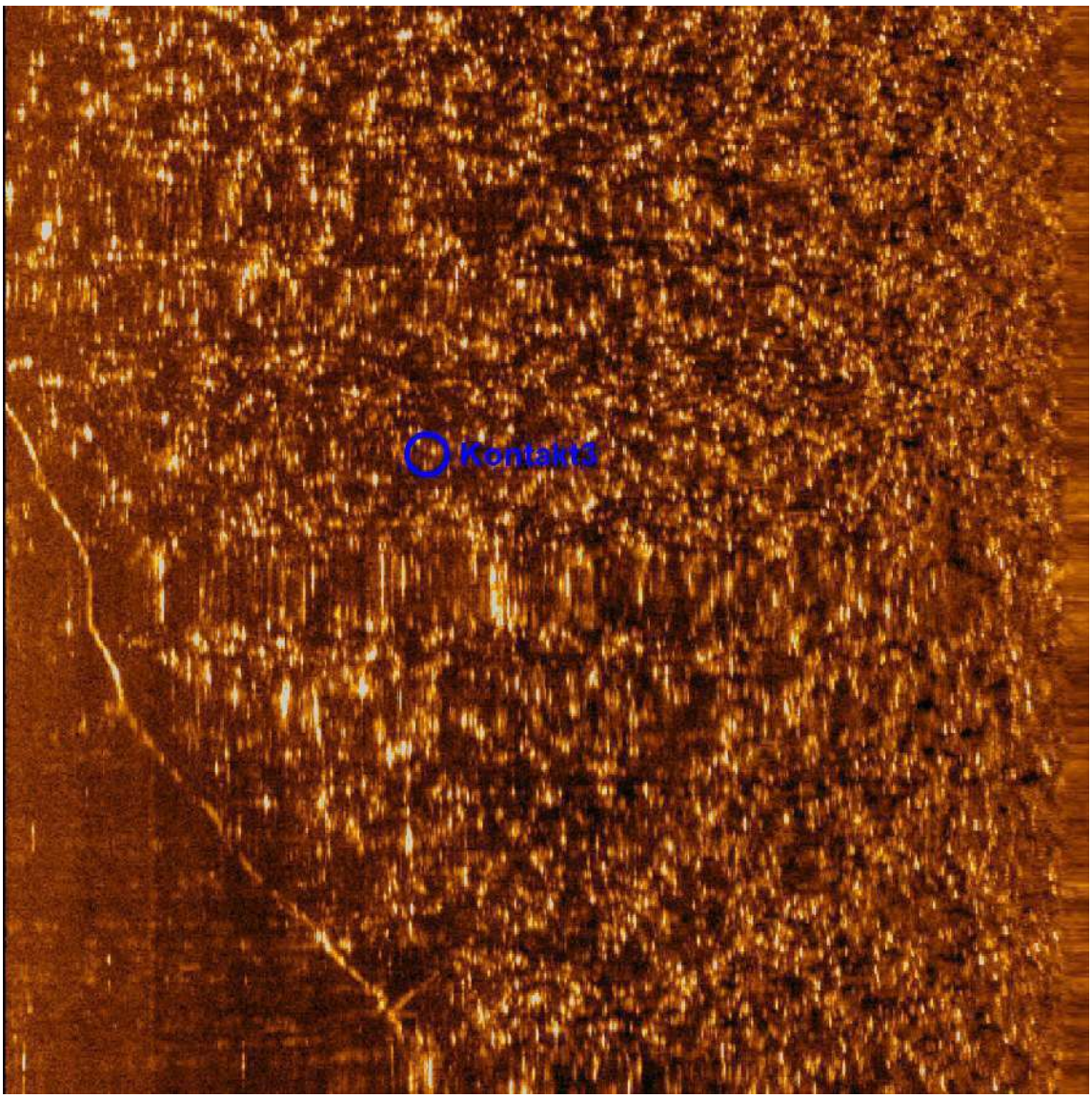
Izvještaj snimanja bočnoskenirajućim sonarom - Targeti



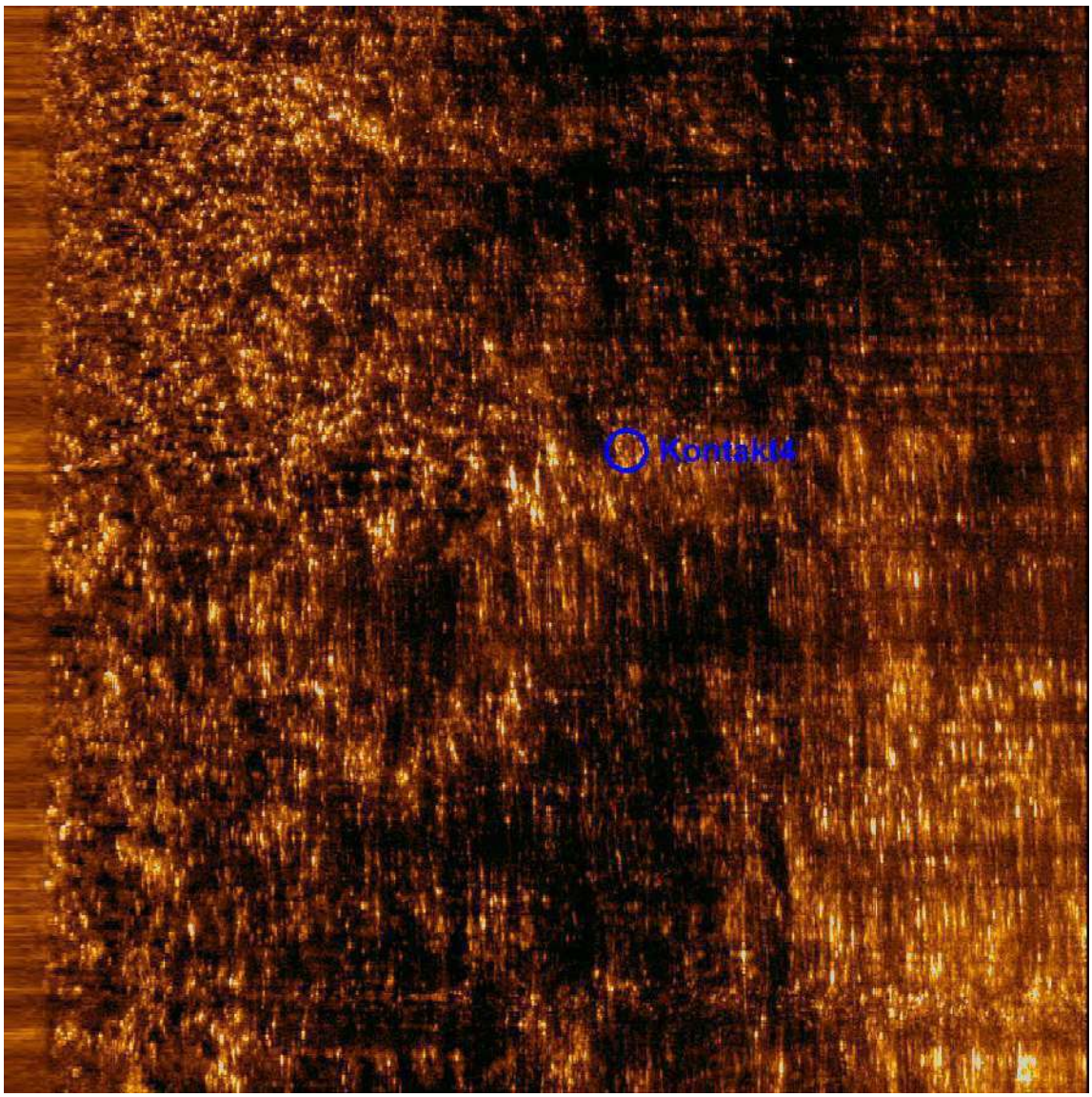
Kontakt1	Dimensions and attributes
• Click Position 42.3489254405 19.1773645874 (WGS84) 0.0000000000 0.0000000000 (NAD27LL) 42.3489254405 19.1773645874 (LocalLL) (X) 349878.72 (Y) 4690126.98 (Projected Coordinates) • Water Depth: 1.49 Meters	• Classification1: **Trava**



Kontakt2	Dimensions and attributes
• Click Position 42.3487405376 19.1777565635 (WGS84) 0.0000000000 0.0000000000 (NAD27LL) 42.3487405376 19.1777565635 (LocalLL) (X) 349910.56 (Y) 4690105.76 (Projected Coordinates) • Water Depth: 1.48 Meters	• Classification1: **Trava**



Kontakt3	Dimensions and attributes
• Click Position 42.3490025749 19.1779963449 (WGS84) 0.0000000000 0.0000000000 (NAD27LL) 42.3490025749 19.1779963449 (LocalLL) (X) 349930.94 (Y) 4690134.43 (Projected Coordinates) • Water Depth: 1.01 Meters	• Classification1: **Trava**

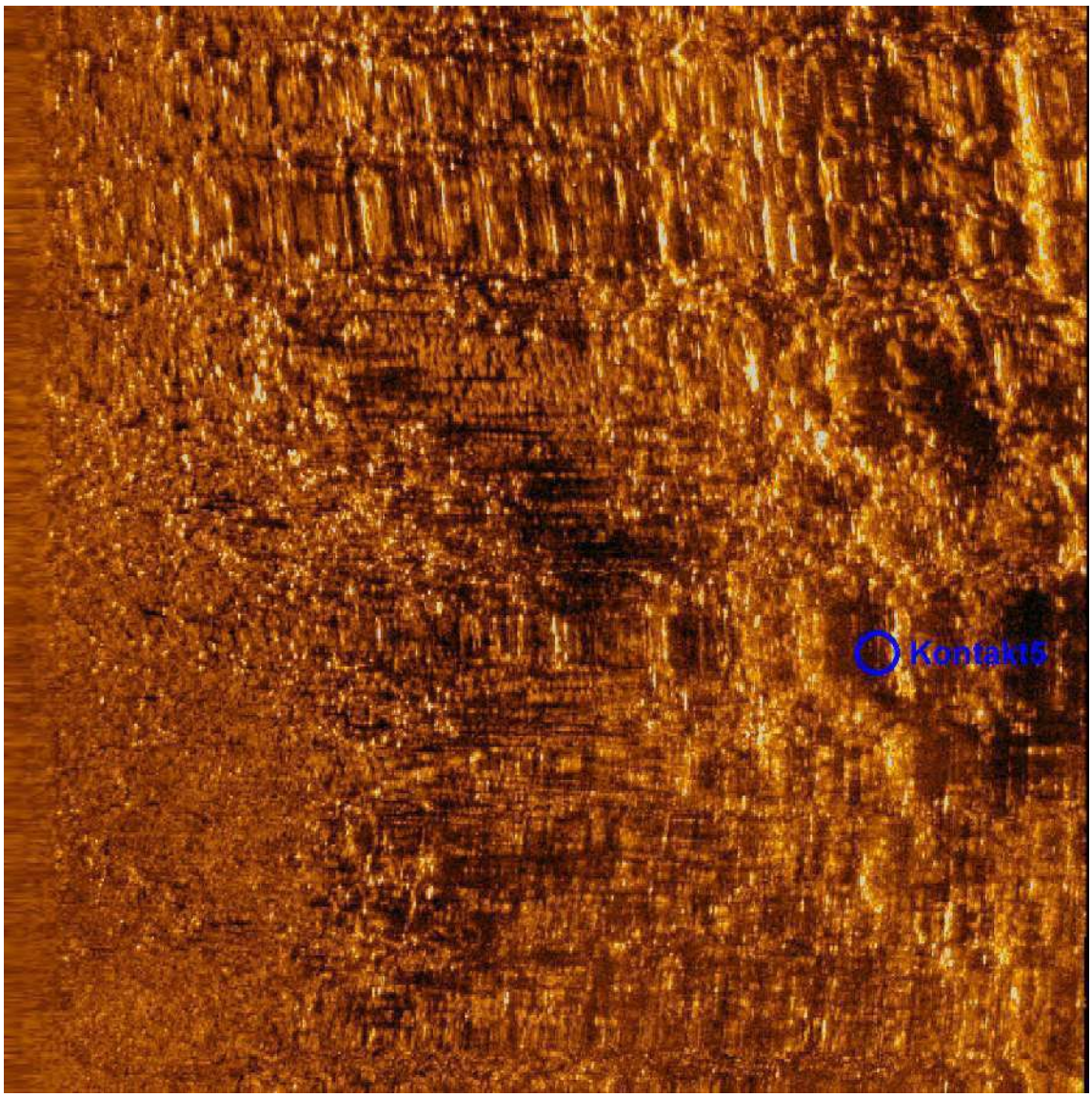


Kontakt4

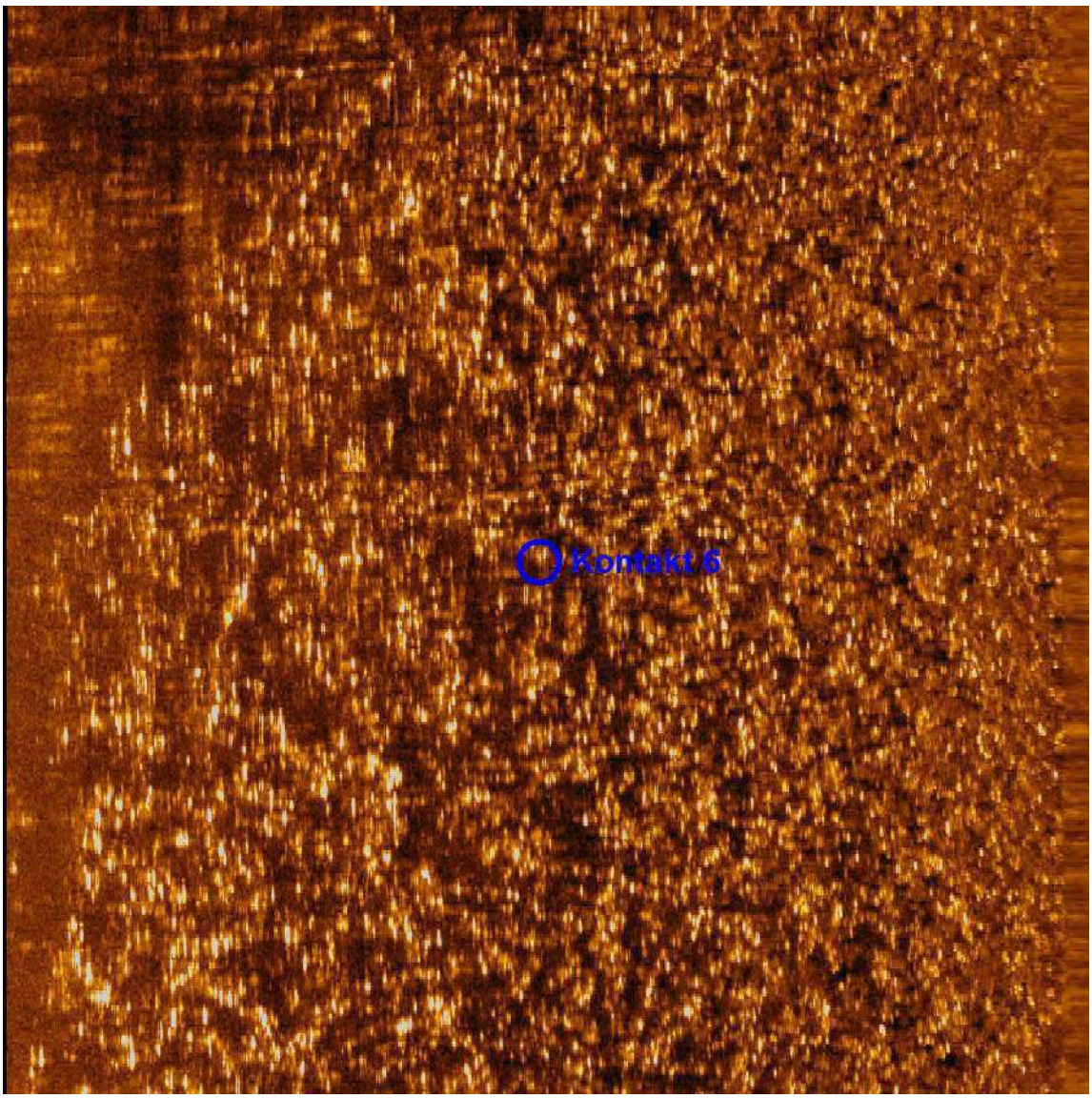
- Click Position
  42.3488289316 19.1782576694 (WGS84)
  0.0000000000 0.0000000000 (NAD27LL)
  42.3488289316 19.1782576694 (LocalLL)
  (X) 349952.05 (Y) 4690114.69 (Projected Coordinates)
- Water Depth: 1.01 Meters

Dimensions and attributes

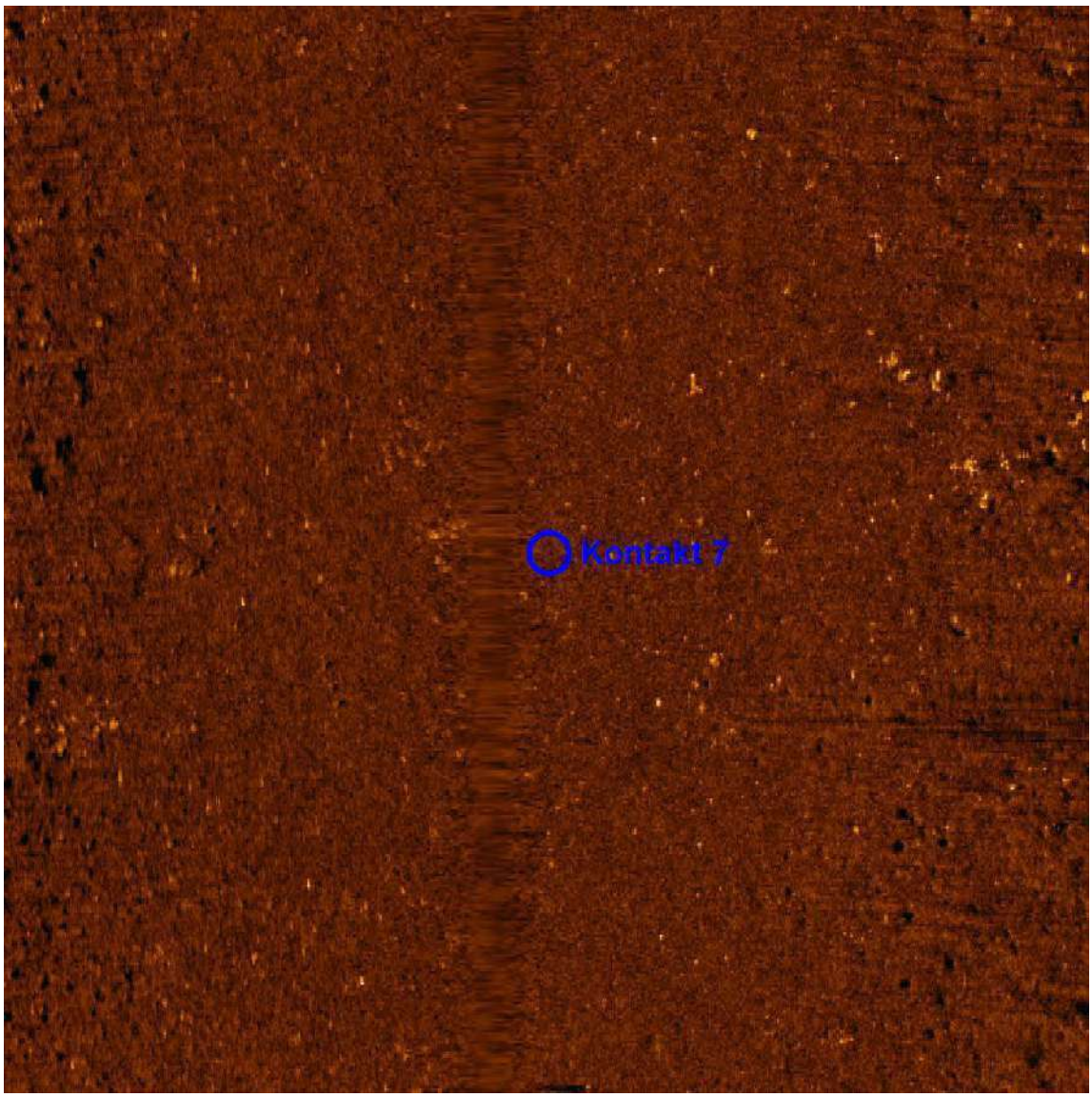
- Classification1: **Mulj/Trava**



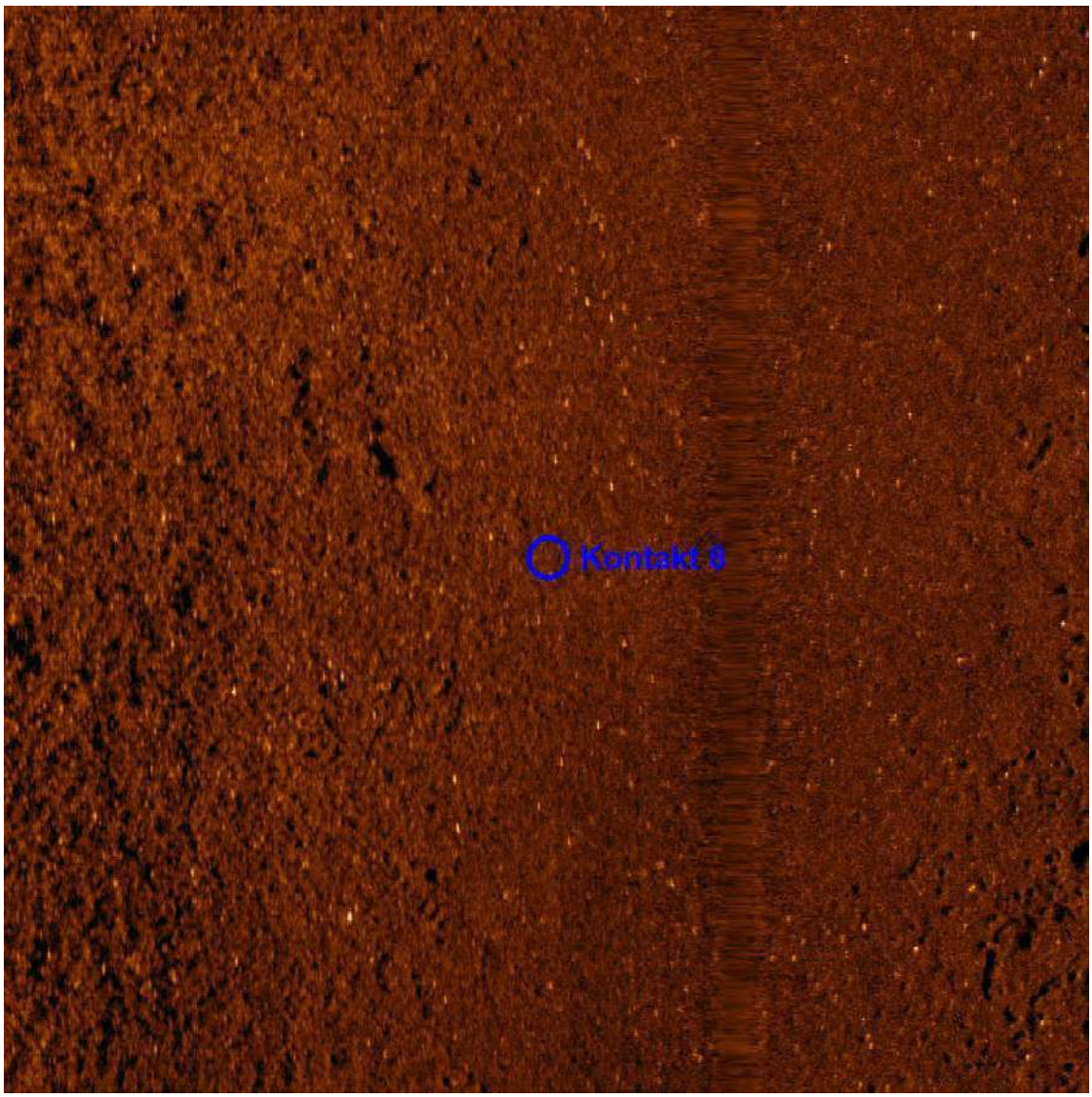
Kontakt5	Dimensions and attributes
• Click Position 42.3492647218 19.1787190711 (WGS84) 0.0000000000 0.0000000000 (NAD27LL) 42.3492647218 19.1787190711 (LocalLL) (X) 349991.09 (Y) 4690162.26 (Projected Coordinates) • Water Depth: 1.07 Meters	• Classification1: **Trava**



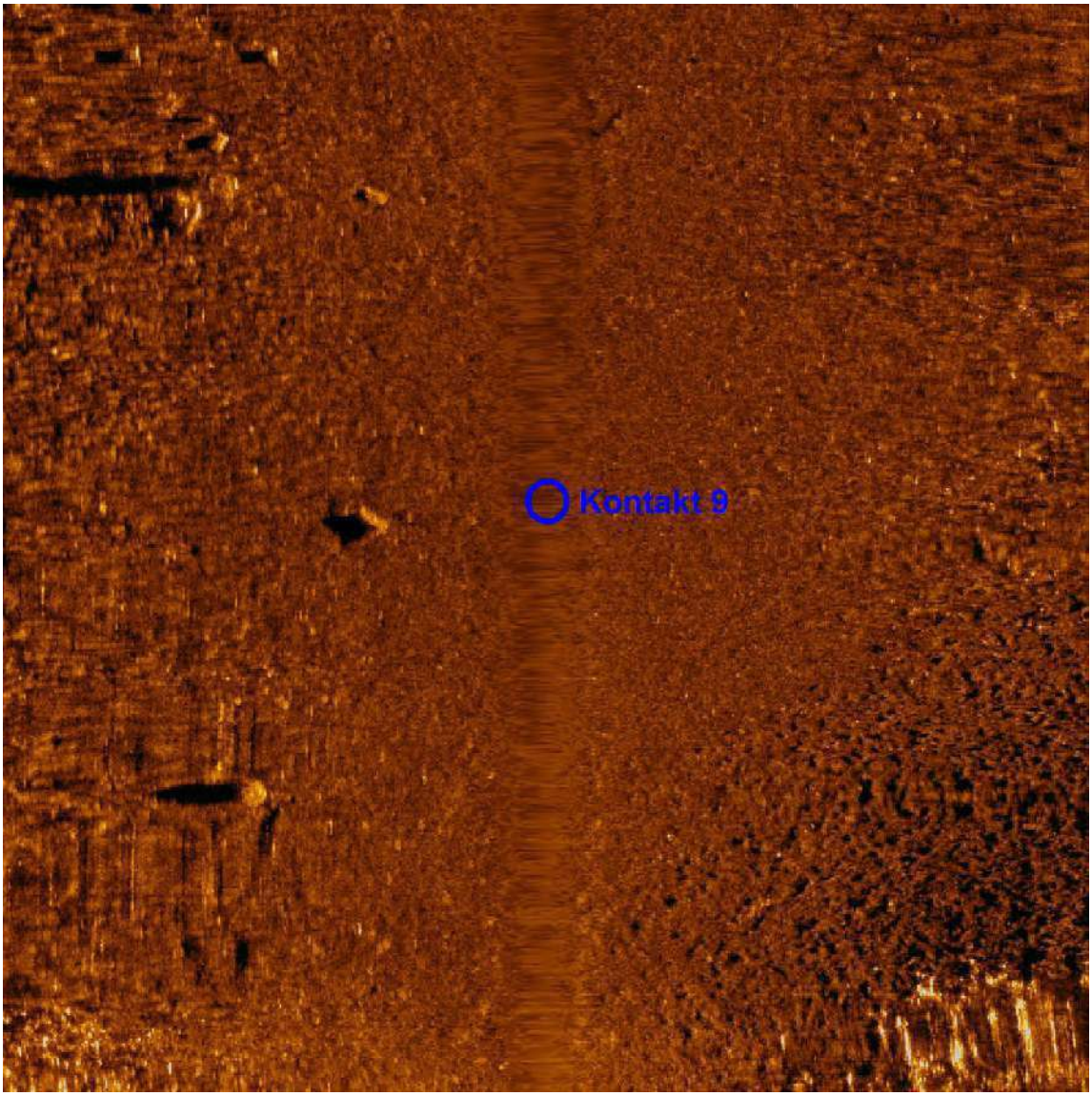
Kontakt 6	Dimensions and attributes
• Click Position 42.3491374096 19.1781712505 (WGS84) 0.0000000000 0.0000000000 (NAD27LL) 42.3491374096 19.1781712505 (LocalLL) (X) 349945.66 (Y) 4690149.09 (Projected Coordinates) • Water Depth: 1.02 Meters	• Classification1: **Trava**



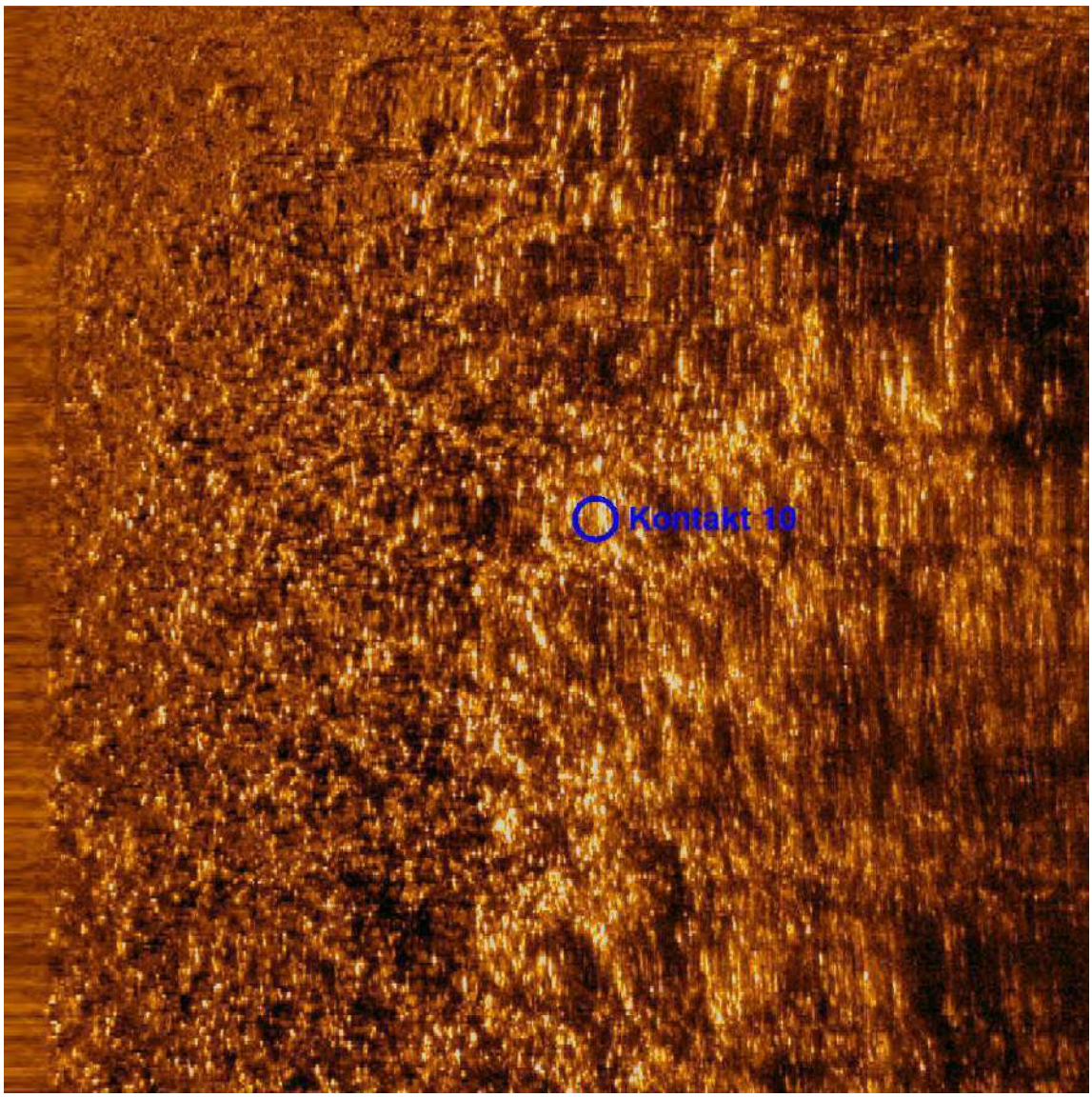
Kontakt 7	Dimensions and attributes
• Click Position 42.3491049935 19.1776931564 (WGS84) 0.0000000000 0.0000000000 (NAD27LL) 42.3491049935 19.1776931564 (LocalLL) (X) 349906.21 (Y) 4690146.34 (Projected Coordinates) • Water Depth: 1.49 Meters	• Classification1: **Mulj**



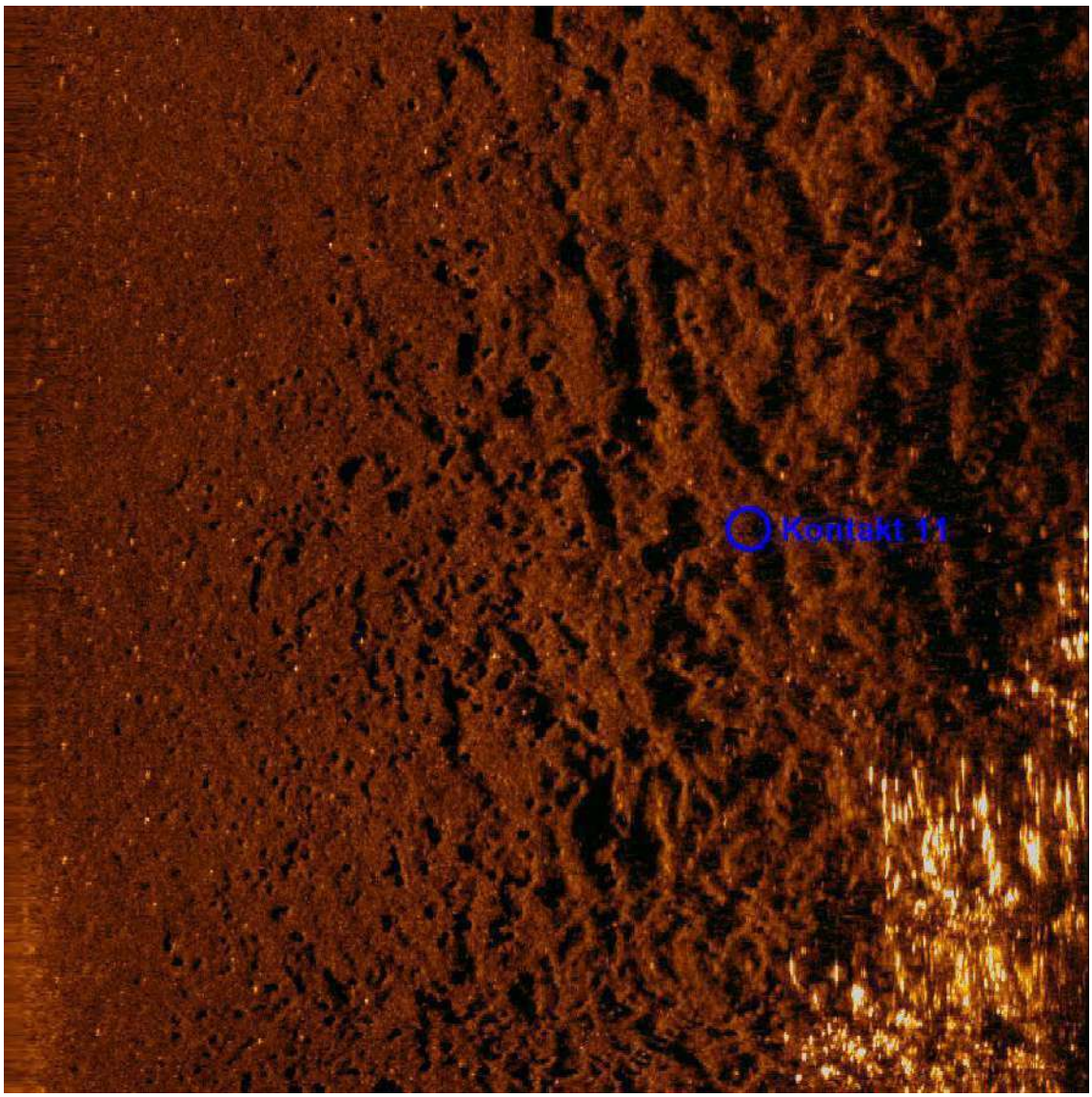
Kontakt 8	Dimensions and attributes
• Click Position 42.3486761475 19.1774213094 (WGS84) 0.0000000000 0.0000000000 (NAD27LL) 42.3486761475 19.1774213094 (LocalLL) (X) 349882.80 (Y) 4690099.20 (Projected Coordinates) • Water Depth: 1.49 Meters	• Classification1: **Mulj**



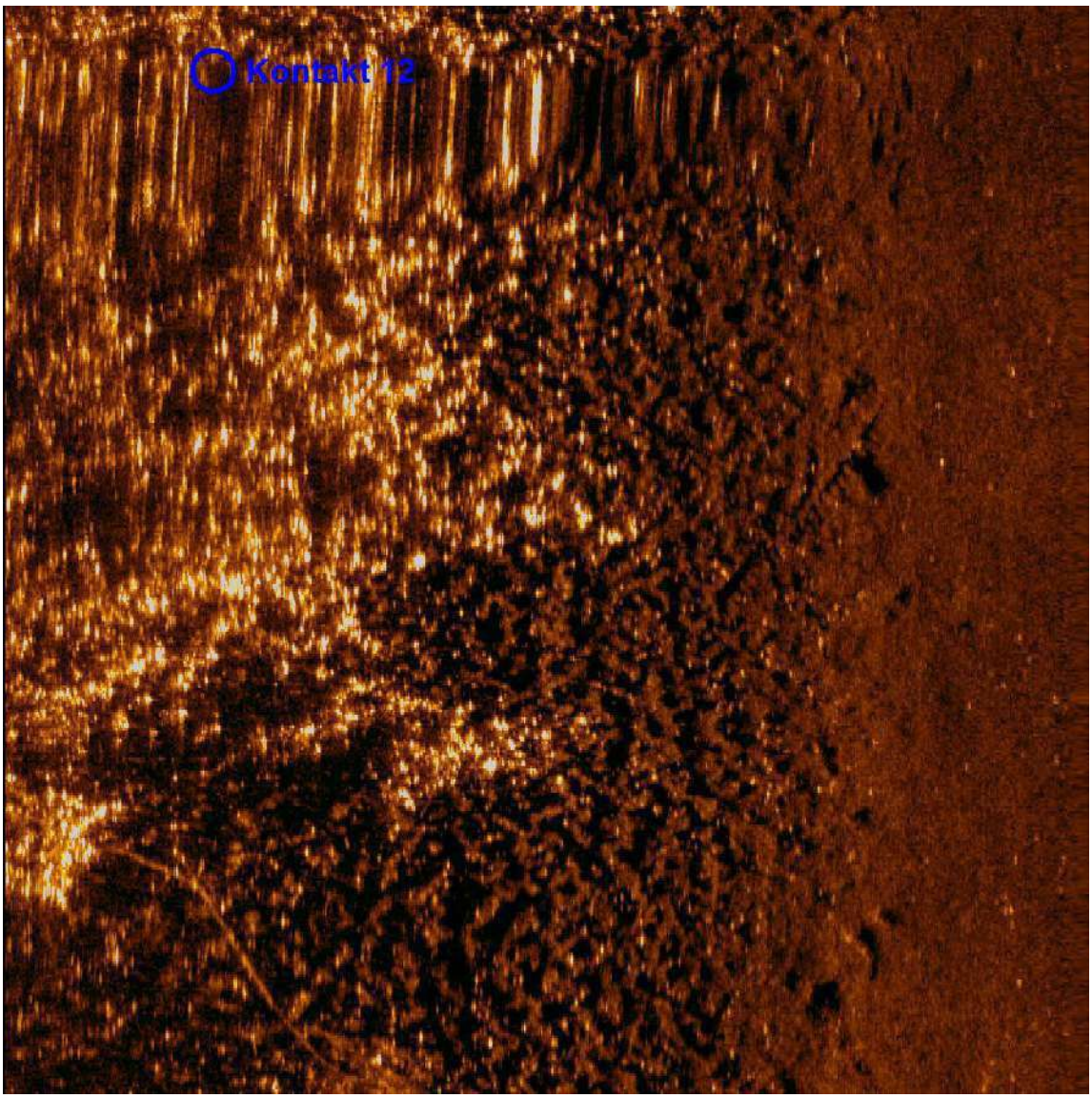
Kontakt 9	Dimensions and attributes
• Click Position 42.3494598908 19.1781506704 (WGS84) 0.0000000000 0.0000000000 (NAD27LL) 42.3494598908 19.1781506704 (LocalLL) (X) 349944.74 (Y) 4690184.94 (Projected Coordinates) • Water Depth: 1.52 Meters	• Classification1: **Mulj** :



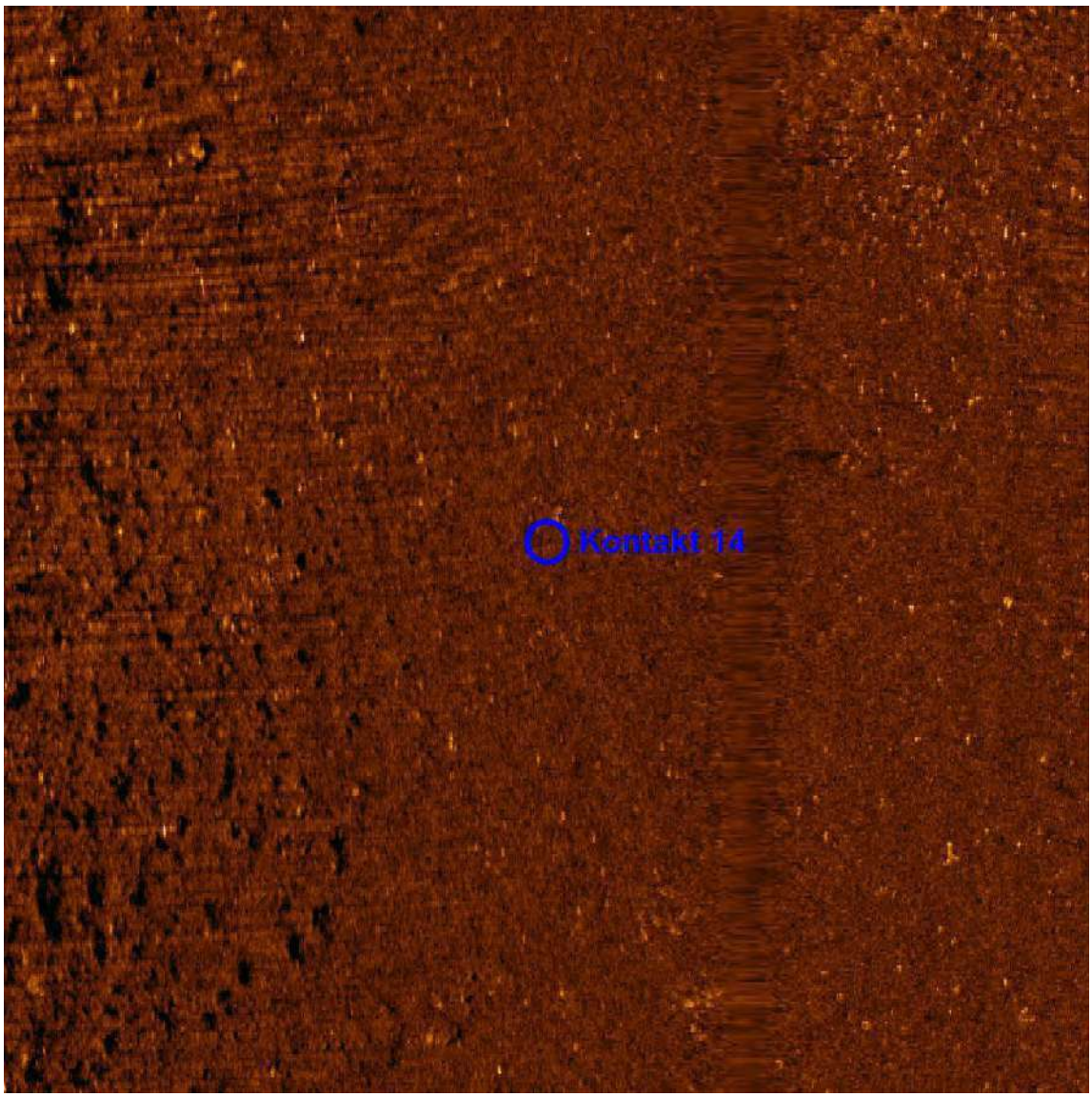
Kontakt 10	Dimensions and attributes
• Click Position 42.3491033216 19.1785016680 (WGS84) 0.0000000000 0.0000000000 (NAD27LL) 42.3491033216 19.1785016680 (LocalLL) (X) 349972.80 (Y) 4690144.72 (Projected Coordinates) • Water Depth: 1.02 Meters	• Classification1: **Trava/Mulj**



Kontakt 11	Dimensions and attributes
• Click Position 42.3485437384 19.1776284806 (WGS84) 0.0000000000 0.0000000000 (NAD27LL) 42.3485437384 19.1776284806 (LocalLL) (X) 349899.55 (Y) 4690084.13 (Projected Coordinates) • Water Depth: 1.49 Meters	• Classification1: **Mulj/Trava** :



Kontakt 12	Dimensions and attributes
• Click Position 42.3484829666 19.1779661640 (WGS84) 0.0000000000 0.0000000000 (NAD27LL) 42.3484829666 19.1779661640 (LocalLL) (X) 349927.22 (Y) 4690076.79 (Projected Coordinates) • Water Depth: 1.54 Meters	• Classification1: **Trava**



Kontakt 14	Dimensions and attributes
• Click Position 42.3492130314 19.1776696249 (WGS84) 0.0000000000 0.0000000000 (NAD27LL) 42.3492130314 19.1776696249 (LocalLL) (X) 349904.53 (Y) 4690158.38 (Projected Coordinates) • Water Depth: 1.49 Meters	• Classification1: **Mulj**

1. Pumpe sirove vode

Višestepena potopna pumpa za neprerađenu vodu, snižavanje podzemnih voda i povišenje pritiska. Pumpa je
prikladna za pumpanje čistih rijetkih neagresivnih tečnosti bez krutih čestica ili vlakana.
Motor je 3-fazni motor sa zaštitom od pijeska, ležajevima podmazanima tečnosti i membranom za izjednačavanje pritiska.

Tečnost:	
Ispumpana tečnost:	Voda
Maksimalna temperatura tekućine:	40 °C
Temperatura tečnosti tokom rada:	20 °C
Gustoća:	998.2 kg/m³
Tehničk podaci	
Broj obrtaja na kom su bazirani podaci:	2900 rpm
Stvarni izračunati protok:	100 l/s
Napor pumpe:	6.559 bara
Tolerancija krivulje:	ISO9906:2012 3B
Povratni ventil:	DA
Materijali	
Pumpa:	Nehrđajući čelik EN 1.4301 AISI 304
Rotor:	Stainless steel EN 1.4301 AISI 304
Motor:	Nehrđajući čelik DIN W.-Nr. 1.4301 AISI 304
Instalacija:	
Maksimalni pritisak okruženja:	35 bara
Tip priključka:	Rp
Veličina priključka:	6 inch
Motor diameter:	8 inch
Električni podaci:	
Tip motora:	FRANKLIN
Motor flange design:	Grundfos
Nazivna snaga - P2:	55 kW
Snaga (P2) potrebna za pumpu:	55 kW
Mrežna frekvencija:	50 Hz
Nominalni napon:	3 x 380-400-415 V
Nominalna struja:	111-108-108 A
Cos phi - faktor snage:	0.89-0.87-0.84
Nominalna brzina:	2910-2920-2925 rpm
Početni metod:	DOL

Klasa kućišta (IEC 34-5):	IP58
Klasa izolacije (IEC 85):	F
Ugrađeni temp. prijenosnik:	Y
Neto težina:	238 kg

2. Turbidimetar sirove vode

Mjerenje zamućenosti provodi se metodom difuzije svjetlosti uzrokovane suspendovanim česticama u uzorku. Svjetlosna zraka zadane talasne dužinee šalje se u uzorak kroz prozirnu leću. Dio svjetlosti raspršen pod uglom od 90° prema suspendovanim česticama u uzorku vraća se u sondu kroz drugu optičku leću. Zatim ga detektuju unutrašnji krugovi i pretvaraju u električni signal proporcionalan zamućenosti uzorka. Izvor infracrvenog svjetla čini mjerenje neovisnim o boji uzorka.

Turbidimetar je namijenjen za mjerenje niskih vrijednosti mutnoće nefelometrijskom metodom te je u skladu sa ISO 7027 - EN 27027.

Sonda je za preljevnu i in-line ugradnju.

Analognim i digitalnim izlazom, sonda se može spojiti na PLC ili kontroler za prikupljanje podataka prikaz mjerenja i poruke koje vode kalibraciju i konfiguraciju.

Rasponi
Sonda se može konfigurirati u rasponu od 0,0 – 4,0 NTU do 0,0 – 400,0 NTU.
Također je moguće pridružiti faktor skalabilnosti od 10% do 100% kako bi se dobile srednje vrijednosti pune skale na strujnoj petlji 4/20 mA putem digitalnih naredbi.

Način rada
Sonda se može konfigurisati za rad u analognom ili digitalnom načinu rada.

Analogni izlaz
Strujna petlja od 4/20 mA proporcionalna je glavnoj mjernoj vrijednosti. Strujna petlja je galvanski odvojena, za izravnu vezu s PLC-om ili transmiterom za prikupljanje i obradu podataka.

Serijsko sučelje

RS485 izolirano serijsko sučelje omogućuje kalibraciju i konfiguraciju sondi, istovremeni prijenos mjerenja zamućenosti, signala provjere i prosječne vrijednosti ambijentalnog svjetla i temperature. Funkcija pokretanja sistema omogućuje korisniku ažuriranje firmvera sonde.

Komunikacijski protokoli

Interni protokol zajedno s MODBUS RTU protokolom (03, 06, 16 funkcija) za prijenos mjerenja, konfiguraciju i kalibraciju sonde.

Softver za filtriranje

Softver filtera radi na ulaznom signalu senzora s dvije vremenske konstante koje se mogu odabrati. Kako bi se postigla dobra stabilnost očitanja i brz odgovor na promjene u procesu, korisnik može podesiti vrijeme odziva za male ili velike varijacije signala.

Samodijagnostika

"Check signal" omogućuje kontinuiranu provjeru statusa optičke leće i potencijalne odsutnosti uzorka u mjernoj ćeliji ili u spremniku.

Namjenski alarm može se konfigurirati da upozori korisnika u slučaju potencijalnih kvarova.

Nulta stabilnost

Pulsirajući izvoru svjetla omogućuje da senzor izvodi automatsko nuliranje pri svakom mjernom ciklusu. Ova jedinstvena značajka jamči točnost i stabilnost u uzorcima s gotovo nultom zamućenošću.

Temperaturna kompenzacija

Sonde uključuju senzor temperature za unutarnju kompenzaciju optičke učinkovitosti.

Napajanje

Sonde se napajaju naponom od 9/36 Vdc na strujnoj petlji, a napajaju ga PLC ili transmiter za prikupljanje i obradu podataka ili napajanje postavljeno u seriju između analognog izlaza i uređaja za prikupljanje. Napajanje se osigurava strujnom petljom i u digitalnom načinu rada.

Suhi standard

Dostupan je dodatak za provjeru ispravnog rada i kalibracije sondi instaliranih u procesu bez potrebe za standardom zamućenosti formazina. Ako je to dopušteno kalibracijskim protokolom postrojenja, suhi standard se može koristiti za kalibraciju sonde.

Rasponi zamućenosti:	0/4.000 – 0/40.00 – 0/400.0 NTU
Faktor skalabilnosti 4/20 mA:	10/100 %
Osjetljivost:	70/130 %
Nula:	± 0,400 NTU
Razlučivost:	0,001 NTU
Točnost:	0,2 % odabrane pune skale
Ponovljivost:	0,1 %
Nelinearnost:	0,1 %
Granične temperature:	0/50 °C
Napajanje:	9/36 Vdc

Strujna petlja:	4/20 mA izolirano
Opterećenje:	600 Ohm max. na 24 Vdc
Digitalni izlaz:	RS 485 izoliran
Protokoli:	Unutarnji ASCII i Modbus RTU (03, 06, 16 funkcije)
Brzina prijenosa:	2400/4800/9600/19200 bauda
Radna temperatura:	60 °C max.
Radni pritisak:	6 bara na 25 °C
Tijelo:	PVC-C
Kabel:	10 m (maks. 100 m), PVC omotač
Zaštita:	IP 68

EMC/RFI usklađenost: EN 61326-2-3/2013, EN 55011/2009

Protočno kućište uzorka vode:

Protok vode uzorka:	0,2 – 0,5 l/min
Radna temperatura:	0 – 50 °C
Temperatura uzorka vode:	0 – 50 °C
Pritisak uzorka vode:	max. 6 bar na 20 °C
Materijal kućišta:	PVC
Materijal brtvi:	NBR

Transmiter – kontroler ulaznih podataka

Unosi

Ulaz za digitalne sonde i transmitere.

Prikaz

Višeredni grafički zaslon prikazuje mjerenu vrijednost i poruke koje vode korisnika kroz postavljanje, konfiguraciju i tokom normalnog rada.

Tipkovnica

Postoje namjenske tipke za izravan pristup kalibraciji nule i osjetljivosti, kao i konfiguraciji zadane vrijednosti.

Konfiguracija i postavljanje

Namjenski izbornik za sistem i pojedinačne ulaze, sa zaštitom lozinkom.

Način rada

Mjerila mogu raditi u automatskom, mjernom ili simuliranom načinu rada kako bi se olakšalo pokretanje ili održavanje.

Dva analogna izlaza

Može se adresirati na bilo koji ulaz i programirati 0/4 – 20 mA na dvije točke ljestvice. Omogućuju PID kontrolu ili prijenos izmjerenih vrijednosti.

Digitalni izlaz

Izolirani RS485 s dva komunikacijska protokola, internal i Modbus RTU (03, 06 i 16 funkcija).

Izlazni releji

Četiri releja koja se mogu adresirati na ulaze, alarm ili automatsko čišćenje, s min/max postavljenim točkama.

PID regulacija

Vrijednost aktiviranja na displeju. Korisnik može odabrati upravljanje 4/20 mA, PFM (pulsna frekvencijska modulacija) ili PWM (impulsna širinska modulacija) upravljanje upućeno odgovarajućem releju.

Alarmi

Namjenski relej za minimalne/maksimalne vrijednosti mjerenja, prekomjernu stalnost postavljenih tačaka i prisutnost logičkih ulaza. Alternativno, ovaj relej se može adresirati i posvetiti regulacijskoj funkciji.

Logički ulazi

Dva kontakta slobodnog napona mogu generirati stanje čekanja ili alarma.

Autočišćenje

Namjenski relej za aktiviranje vanjskog uređaja za automatsko čišćenje.

Ciklus čišćenja može se programirati u smislu učestalosti, trajanja i vremena zadržavanja. Alternativno, ovaj relej se može adresirati na funkciju regulacije.

Univerzalno napajanje

Od 85 do 264 Vac, 50/60 Hz.

Opcija niskog napona omogućuje napajanje jedinice od 9 do 36 Vdc ili od 12 do 24 Vac, 50/60 Hz.

Jednostavna instalacija

Kontroler ima stepen zaštite IP66.

Prikladni su za montažu na zid ili za DIN šinu i rukohvat uz pomoć dodatne opreme.

Za ugradnju u ormar stepen zaštite je IP65.

Tehnički podaci:

Ulazi za digitalne sonde:	Preljevna sonda za mutnoću, PVC-C
Tipkovnica:	4 (8) tipki
Zaslon:	višelinijska grafika
Dvostruki analogni izlaz:	0-20 mA / 4-20 mA Rmax 600 Ω
Digitalni izlaz:	izolirani RS485. Interni i Modbus RTU protokoli (03 funkcija)
Dvostruka zadana vrijednost HI/LO:ON/OFF - PID - PFM – PWM, SPST releji	
Histereza:	0 ÷ 10 % ljestvice
Odgoda:	0 ÷ 100,0 sekundi
Alarm:	SPDT relej, odgoda 0 ÷ 100,0 sekundi
Funkcija čišćenja:	isključeno / autoclean / ručno, vrijeme ponavljanja SPDT releja 0,1 ÷ 100,0 sati čišćenja vrijeme 1,0 ÷ 60,0 sekundi vrijeme zadržavanja 0,0 ÷ 20,0 minuta
SPST i SPDT kontakti releja:	220 V - 5 A otporno opterećenje
Radna temperatura:	-10 ÷ 60 °C
Vlažnost:	95 % bez kondenzacije
Napajanje:	85 ÷ 264 Vac - 50/60 Hz
Niskonaponsko napajanje:	9 ÷ 36 Vdc, 12 ÷ 24 Vac (opcija 091.42x)
Terminalni blokovi:	uklonjivi
Kućište:	ABS, IP 65 zaštita (zidna ugradnja) Metalik, samo prednja ploča IP 65 (ugradnja u ormar)
Dimenzije:	256x230x89 mm (zidna ugradnja) 98x98x104 mm, 90x90x95 mm izrez ploče (ugradnja u ormar)
EMC/RFI usklađenost:	EN 61326-2-3/2013 – EN 55011/2009

3. In-line instrumentacija za mjerenje pH, redoxa i slobodnog rezidualnog hlora

Kontroler pH, RX i slobodni Cl2

Analizator – kontroler omogućava prikaz i kontrolu tri procesne mjerne veličine za pH, ORP, slobodni rezidualni hlor, te dodatno i temperaturu.

Raspon

Slobodni hlor:	0 ÷ 2.000 ppm / mg/l HOCl; 0 ÷ 20,00 ppm / mg/l HOCl
pH vrijednost:	0 ÷ 14,00 pH
Redox – ORP:	-2000 ÷ 2000 mV
Temperatura:	-10,0 ÷ 110,0 °C, 14,0 ÷ 230,0 °F

Konfiguracija

Zadana konfiguracija je za mjerenje rezidualnog klora, pH i ORP. Međutim, regulator se lako može konfigurirati za klor-pH-pH ili klor-ORP-ORP.

pH kompenzacija

Mjerenje slobodnog klora može se automatski kompenzirati s obzirom na varijacije pH izmjerene priključenim senzorom pH ili signalom od 4-20 mA iz vanjskog pH metra. Kompenzacija se provodi pomoću interne tablice koja se može uređivati prema stvarnim uvjetima svake instalacije.

Prikaz

Višeredni grafički zaslon prikazuje vrijednosti mjera i poruke koje vode korisnika kroz postavljanje, konfiguraciju i tokom normalnog rada.

Tipkovnica

Postoje namjenske tipke za izravan pristup kalibraciji nule i osjetljivosti, kao i konfiguraciji zadane vrijednosti.

Način rada

Mjerilo može raditi u automatskom, mjernom ili simuliranom načinu rada kako bi se olakšalo pokretanje ili održavanje.

Softver za dva filtera

Korisnik može postaviti dva filtra kako bi dobio stabilno očitanje i brži odgovor na varijacije mjerenja u procesu.

Dva analogna izlaza

Može se adresirati na bilo koji ulaz i programirati 0/4 – 20 mA na dvije točke ljestvice. Omogućuju PID kontrolu ili prijenos izmjerenih vrijednosti.

Digitalni izlaz

RS485 izolirani izlaz, s protokolima interni i MODBUS RTU (funkcija 03).

Dva On/Off regulatora

Neovisan i adresiran na bilo koji ulaz s programabilnom zadanom točkom na ljestvici.

PID izlaz

Tokom PID kontrole preko analognog izlaza prikazuje se razina aktiviranja.

Korisnik može odabrati FM regulaciju (frekvencija impulsa) ili WM (širina impulsa) upućenu dodijeljenom releju.

Alarm

Relej je namijenjen minimalnim/maksimalnim vrijednostima mjera, prekomjernoj aktivaciji releja i prisutnosti logičkih ulaza.

Alternativno, ovaj relej se može adresirati i namjeniti za funkciju upravljanja.

Logički ulazi

Dva kontakta slobodnog napona mogu generirati stanje čekanja ili alarma.

Autočišćenje

Relej je namijenjen vanjskom uređaju za samočišćenje senzora. Ova se funkcija u potpunosti može programirati putem softvera kontrolera.

Alternativno, ovaj relej se može adresirati i namjeniti za funkciju upravljanja

Univerzalno napajanje

Od 85 do 264 Vac, 50/60 Hz.

Opcija niskog napona omogućuje napajanje jedinice od 9 do 36 Vdc ili od 12 do 24 Vac, 50/60 Hz.

Jednostavna instalacija

Zaštita IP65.

Prikladni su za montažu na zid ili za DIN šinu i rukohvat uz pomoć dodatne opreme.

Analizator je kompatibilan s pH, ORP i Cl senzorima, te s bilo kojim amperometrijskim senzorom (polarografskim ili potenciostatskim) s dvije ili tri elektrode. Mjerenje i kompenzacija temperature vrši se dvožilnim ili trožilnim sondama Pt100 ili Pt1000.

Tehnički podaci:

Ulazi:	potenciostatski senzori polarografski membranski senzori pH elektrode (staklo/antimon) ORP Pt100 / Pt1000
Nula:	± 20%, ± 5,0 °C, ± 9°F
Osjetljivost:	12,5 ÷ 250 %
Razlučivost:	1 znamenka
Tačnost:	0,2 %
Ponovljivost:	0,1 %
Nelinearnost:	0,1 %

Softver dvostrukog filtra: 0,4 ÷ 50,0 sekundi za male i velike varijacije
Dvostruki analogni izlaz: 0-20 mA / 4-20 mA Rmax 600 Ω

Digitalni izlaz:	RS485 izoliran, interni protokol ASCII i MODBUS (funkcija 03)
Dvostruka zadana vrijednost HI/LO:	ON/OFF - PID - PFM - PWM, SPST releji
Histereza:	0 ÷ 10 %
Odgoda:	0 ÷ 100,0 sekundi
Alarm:	SPDT relej s kašnjenjem 0 ÷ 100,0 sekundi
Funkcija čišćenja:	isključeno / autoclean / ručno, relej SPDT
vrijeme ponavljanja:	0,1 ÷ 100,0 sati
vrijeme čišćenja:	1,0 ÷ 60,0 sekundi
vrijeme držanja:	0,0 ÷20,0 minuta
SPST i SPDT kontakti releja:	220 V - 5 A otporno opterećenje
Radna temperatura:	-10 ÷ 60 °C
Vlažnost:	95% bez kondenzacije
Napajanje:	85 ÷ 264 Vac - 50/60 Hz
	9 ÷ 36 Vdc, 12 ÷ 24 Vac (opcija 091.42x)
Terminalni blokovi:	uklonjivi
Težina:	1360 g
Kućište:	ABS, IP 65 zaštita (CL 6587.103)
EMC/RFI usklađenost:	EN 61326

Mjerna elektroda pH

Mjerna elektroda redox ORP

Mjerna elektroda slobodnog hlora

4. Transmiteri pritiska

Transmiteri tlaka serije MPS prikladni su za tekućine, mjerenje i kontrolu pritiska plina u umjerenim medijima, sa senzorskom sondom koja radi vrlo dobro s dugom stabilnošću čak i na visokoj temperaturi od 125 °C
Kompaktan dizajn
Vrsta zaštite IP65
Nehrđajući čelik otporan na koroziju
Jednostavna instalacija

Tehnički podaci:

Temperaturna granica:	-40 - 125 °C
Kompenzirana temp. Ograničenje:	0...100 °C
Točnost:	±0,5% pune skale
Stabilnost:	±0,15% pune skale/god
Prekomjerni pritisak:	Puni mjerni raspon - 2,5X
Nulta ravnoteža:	±5% Puna skala

Materijali:	
Okvašeni dijelovi:	AISI 316
Tijelo transmitera:	AISI 304
Priključak:	¼“ G
Električni podaci:	
Izlazni signal:	4-20 mA, dvožično
Napajanje:	10 – 36 VDC
Elektro priključsk:	DIN 43650A
Zaštita:	IP 65

5. Transmiter diferencialnog pritiska

Transmiteri tlaka serije MPS prikladni su za tekućine, mjerenje i kontrolu pritiska plina u umjerenim medijima, sa senzorskom sondom koja radi vrlo dobro s dugom stabilnošću čak i na visokoj temperaturi od 120 °C

Mjerni podaci:	
Tačnost:	±0,4%
Histereza, ponovljivost:	0,05%
Preopterećenje:	6xmjerni opseg, max. 40 bar
Opseg termičke kompenzacije:	0 – 70 °C
Termička greška:	0,2%/10 °C
Dugotrajna stabilnost:	0,5%/god
Tehnički podaci:	
Stepen zaštite:	IP 65
Materijal u kontaktu sa medijem:	AISI 316
Materijal kućišta:	AISI 304
Električni podaci:	
Izlazni signal:	4-20 mA, dvožično
Napajanje:	10,5 – 36 VDC
Radni podaci:	
Ambijentna temperatura:	-25 - +80 °C
Temperatura medija:	-25 - +120 °C

6. Višeslojni tlačni filteri (Dual media filteri)

Ulanjanje suspendovane materije preostale u vodi nakon procesa taloženja izvršit će se na višeslojnim tlačnim filterima.

Projektni kriteriji za tlačne filtere

- Tip filtera	vertikalni tlačni filteri
- Projektovanje i izrada	AD 2000, PED 97/23 CE Art 3.3 (SEP)
- Broj jedinica	4
- Projektni pritisak	6 bar
- Ukupan protok kroz filtere	100 l/s (360 m3/h)
- Površinsko opterećenje	max. 18,6 m3/m2.h (m/h)
- Prečnik filtera	2,5 m
- Ukupna visina	4220 m
- Visina cilindričnog dijel filtera	2000 mm
- Materijal filtera	ugljenični čelik
Antikorozivna zaštita	Svi zavareni spijevi očišćeni i pasivizirani prema DIN 14879
	Sve površine – unutarnje i vanjske moraju biti pjeskarene čeličnom sačmom. Hrapavost i završna obrada prema švedskom standardu SA 2.5, ISO 8501-1:1988
	Sve ivice cijevi i prirubnica, kao i mašinski obrađivane površine kao što su rupe za dize na međuploči dizni moraju biti oborene i zaobljene.
	Nakon gornje pripreme, sve kritične površine se prefarbaju četkom. Posebnu pažnju obratiti na prirubnice, zavare, manhole, uglove ...
	Unutarnja zaštita: Epoxy sistem zaštite ukupne debljine 300 µm, prehrambeni kvalitet uz obavezan atest za prehrambenu primjenu i pitku vodu.
	Vanjska zaštita: temeljni premaz + epoxy zaštita 150 µm + završni sloh poliuretan min. 40 µm. Ukupna debljina vanjske zaštite minimalno 200 µm.
- Filterska ispuna	Nosivi slojevi kvarcnog pijeska ili Garneta – minimalno dva sloja, donji sloj veće, a gornji manje granulacije. Ukupna visina nosivih slojeva ne smije biti manja od 200 mm.

		Filtracioni slojevi: minimalno dva sloja različitog filtracionog materijala (npr. Kvarcni pijesak i hidroantracit, ili slično). Odabrani filtracioni materijali i granulacije moraju obezbjediti dubinsku filtraciju. Ukupna visina filtracionih slojeva ne smije biti manja od 900 mm. Granulacije i tip ispune određuje izvođač projektom.
-	Filterske sapnice:	Minimalno 50 kom/m2. Tip sapnica koji omogućava pranje ispune vodom i zrakom. Materijal sapnica: polipropilen
-	Revizioni priključci:	svaki filter mora imati minimalno tri reviziona priključka (Manhole) – po jedan na gornjem i donjem dancetu i jedan na cilindričnom dijelu filtera. Minimalni nazivni otvor revizionih priključaka DN500 mm.
-	Posebni elementi filtera	minimlano 2 kom. uški za dizanje. Za slučaj mogućnosti sifoniranja, svaki filter mora biti snabdjeven protuvakumskim odzračno-dozračnim ventilom. Svaki filter mora imati ručni ventil za potpuno pražnjenje.

Način upravljanja radom filtera.

Svaki filter snabdjeven je sa sistemom ventila koji omogućavaju automatski rad filtera u fazama rada i pranja filtera vodom. Odzraka u fazi panja filtera zrakom je automatska. Pranje filtera je sekvencialno i upravlja se preko PLC-a, bilo centralnog ili zasebnog za svaki filter. Nije dozvoljena mogućnost istovremenog pranja dva ili više filtera.

Tehnički zahtjevi za upravljačke ventile na filterima:

Tip ventila:	leptir ventili sa vanjskim pogonom, zakretanje 90°
Ti pogona:	Elektro pogoni 24 V AC/DC ili odgovarajući slični pogon
Klasa zaštite pogona:	IP65
Vrijeme zatvaranja:	<25 sekundi
Signalizacija:	Limitni prekidači krajnjeg položaja, max. 24V, AC/DC za signalizaciju položaja prema centralnom PLC-u, min. 10 mA do 5A
Materijali ventila:	
Tijelo ventila:	Ductile željezo GJS1030 ili lijevano željezo GJL1040,
Obloga – brtva:	EPDM
Leptirica – disk:	AISI 316 (1.4408)
Vreteno:	AISI 630 (1.4542) ili AISI 316L (1.4404) ili AISI420 (1.4028)
AKZ zaštita:	EPOXY min. 80 µm

Pranje filtera vrši se prioritetno po padu pritiska, odnosno kada diferencijalni pritisak na ulaznoj i izlaznoj strani filtera dostigne setovanu vrijednost. U tu svrhu potrebno je obezbjediti odgovarajući diferencijalni manometar ili transmiter diferencialnog pritiska za iniciranje pranja filtera. Dodatno, filteri trebaju imati

mogućnost vremenskog pranja tako da se filteri operu ako se u predviđenom vremenu ne dostigne setovana vrijednost diferencijalnog ritiska.

Pranje filtera vrši se vodom i zrakom sekvencialno. Nije dopušteno istovremeno (sinhrono) pranje zrakom i vodom.

Za pranje zrakom neophodno je obezbjediti duvaljke (kompresore) za zrak. Kapacitet duvaljki – količina zraka i pritisak, određuje izvođač projektoom, a prema odabranom tipu ispune filtera.

Za pranje filtera vodom koristi se filtrirana (čista) voda. U tu svrhi izvođač je dužan projektovati način uzimanja filtrirane vode (npr. iz rezervoara pitke vode, zasebnog rezervoara vode za pranje filtera ili slično), te definisati i obezbjediti izvršne elemente pranja filtera (npr. pumpe za pranje filtera, gravitacioni dovod za pranje ili slično), sa odgovarajućim instalacijama i regulacionim organima.

U fazi protupranja filtera vodom, vršit će se dezinfekcija ispune doziranjem natrijum hipoklorita u vodu pranja. Doziranje se vrši dozirnim sistemom sačinjneim uglavnom od mebranske dozirne pumpe, spremnika natrijum hipoklorita te ostalih dozirnih komponenti (usisni ventil, injekcioni ventil, nivoprekidač za zaštitu dozirne pumpe pri nestanku dozirnog sredstva, cijevi, nosača i dr.). dozirnu pumpu dimenzionirati da sadržaj slobodnog rezidualnog hlora u vodi za pranje filtera u fazi protupranja bude do 4,0 ppm. Stvarna doza utvrdit će se u radnim uslovima, tako da rezidulani hlor u vodi nakon protupranja bude minimalan, odnosno ispod 0,1 ppm.

Filteri rade na radnom nadpritisku 1,0 do 3,0 bar. Održavanje pritiska vrši se regulacionim ventilom pritiska postavljenim na izlaznom zbirnom cjevovodu. Tip ventila je elektromotorni regulacioni ventil, regulacija na osnovu pritiska mjerenog transmiterim pritiska ispred ventila.

7. Dozirni sistem za dezinfekciju ispune filtera

Dezinfekcija ispune filtera vrši se u cilju zaštite od mikrobiološkog zagađenja ispune. Vrši se doziranjem otopine hlora koncentracije 12 do 15%, komercalni natrijum hipoklorit. Radi zaštite tehnološke opreme i elektronike od agresivnih isparenja otopine, smještaj i skladištenje natrijum hipoklorita vrši se u zasebnoj ventiliranoj prostoriji. Sama dozirna pumpa nije smještena u ovoj prostoriji.

Dozirna pumpa se uključuje sekvencialno u fazi protustrujnog pranja svakog filtera, uključenje i isključenje je upravljano preko centralnog PLC-a. Dozirna hemikalija je otopina hlora u vodi – natrijum hipoklorit, koncentracje 12 do 15%. Materijali u dodiru sa dozirnim medijem moraju biti otporni na 12 do 15% natrijum hipoklorit.

Osnovne karakteristike dozirne pumpe:

Tip pumpe:	dozirna membranska pumpa
Prosječna doza:	2,0 g/m3
Maksimalna doza:	5,0 g/m3
Kapacitet:	9,0 l/h
Opseg namještanja:	1 do 100% punog kapaciteta

Upravljanje:	impulsni signal sa centralnog PLC-a za doziranje proporcionalno protoku
Kontrola:	LCD displej za namještanje količine hlora prema impulsu
Instaliranje:	Izvan prostorije u kojoj se skladišti i rukuje sa natrijum hipokloritom.
Spremnik hipoklorita:	Dozirni spremnik zapremine 200 litara, izrađen od polietilena iili odgovarajućeg materijala otpornog na dozirnu otpinu, graduiran, sa navojnim poklopcem min. 200 mm, opremljen usisnim ventilom i nivoprekidačem za zaštitu pumpe od rada na suho.
Zaštitna kada:	Zaštitna prelivna kada za sprečavanje akscesnog izljevanja natrijum hipoklorita iz spremnika. Zapremina minimalno 200 litara. Materijal PE ili drugi, otporan na dejstvo dozirnog sredstva.

Dozirne pumpe za koagulant i hlor

SMART Digital DDC je dozirna pumpa s membranom, kompaktnim pozitivnim pomakom, pogonom promjenjivebrzine (koračnim – step motorom) i inteligentnom regulacijskom elektronikom s minimalnom potrošnjom energije.
SMART Digital serije za doziranje rade pri punoj dužini udara kako bi osigurale optimalnu preciznost, pumpanje i usis, čak i za tekućine visoke viskoznosti ili otplinjavanja.
Vrijeme trajanja svakog udara pražnjenja varira u skladu sa kapacitetom kompleta, što rezultira optimalnom glatkoćom i kontinuiranim tokom pražnjenja.
Montažna ploča s klik-stop opcijom omogućava instalaciju u tri različita položaja bez korištenja bilo kakve dodatne opreme.
Kontrolni displej može se jednostavno postaviti u prednji, lijevi ili u desni položaj.
Točkić za klikanje i višebojna grafika pozadinskog osvjetljenje, LCD displej s običnim tekstom čini puštanje u pogon i rad intuitivnim.
Kontrolni elementi su zaštićeni transparentnim poklopcem.
Glava za doziranje sastoji se od:
- Potpune PTFE membrane s dugim vijekom trajanja i otporne na hemikalije.
- Dvostrukih kugličnih ventila za najbolju preciznost doziranja.
- Ventila za odzračivanje za jednostavno pokretanje
Načini rada:
- Manualno doziranje u ml/h, I/h ili gph.
- Kontrola impulsa u ml/impuls (uklj. memorijsku funkciju).
- Analogna kontrola 0/4-20 mA.
Druge funkcije:
- Dva SlowMode (spori mod) koraka (anti kavitacija), 50% (maksimalan protok= 4.5 l/h) i 25% (maksimalan
protok= 2.25 l/h), npr. za tekućine visoke viskoznosti ili otplinjavanja.
- Displej sa servisnim informacijama za prikaz kada je potreban servis i koji je broj za narudžbu istrošenog dijela.
- Funkcija zaključavanja pomoću tipke u dva koraka radi zaštite pumpe od neovlaštenog pristupa.
Funkcija dodatnog displeja radi pružanja daljnjih informacija, npr. aktualni mA ulazni signal.
- Brojač ukupno dozirane količine (podesiv), radni sati i drugo.

- Pohranjivanje i učitavanje prilagođenih postavki kao i ponovno učitavanje tvorničkih postavki.

Signalni ulazi / izlazi:

- Ulaz za impuls, analogno 0/4-20 mA, vanjsko zaustavljanje.
- Ulaz za signal u slučaju niskog nivoa ili praznog spremnika.
- Dva potencijalno slobodna izlazna releja za maksimalno 30 V AC/DC (moguće konfiguriranje, npr. alarm, signal udara, doziranje pumpe,itd)

Instalacijski komplet uključuje:

- priključke za 2 pumpe (Hose 9/12 mm 6).
- Nožni ventil (bez prekidača nivoa).
- Jedinica za ubrizgavanje
. - Crijevo za pražnjenje, 6 m PE.
- Crijevo za usis, 2 m PVC.
- Crijevo za odrzračivanje, 2 m PVC (4/6 mm).

Tehnički podaci:

Tipski ključ:	DDC 9-7 AR-PVC/E/C-F-31I002FG
Maks. Protok:	9 l/h
Maks. protok u sporom režimu 50%:	4.5 l/h
Maks. protok u sporom režimu 25%:	2.25 l/h
Min. protok:	9.0 ml/h
Omjer odbacivanja:	1:1000
Odobrenja na natpisnoj pločici:	CE,CSA-US,NSF61,EAC,RCM
Tip ventila:	Standard
Maksimalna viskoznost na 100%:	50 mPas
Maks. viskoznost u sporom režimu 50%:	1300 mPas
Maks. viskoznost u sporom režimu 25%:	2000 mPas
Preciznost ponavljanja:	1 %

Materijali:

Visina doziranja:	PVC (polivinil hlorid)
Kugla ventila:	Keramika
Brtva:	EPDM

Instalacija:

Raspon temperature okoline:	0 .. 45 °C
Maksimalan radni pritisak:	7 bara
Instalacijski komplet:	DA
Tip instalacije:	9/12 mm do 60 l/h,13 bara
Ulaz pumpe:	Hose 9/12 mm 6
Ispust pumpe:	Hose 9/12 mm 6
Maks. Podizanje usisa tokom rada:	6 m
Maks. Podizanje usisa tokom usisavanja:	2 m

Tečnost:	
Ispumpana tečnost:	Voda
Raspon temperatura tekućine:	0 .. 45 °C
Temperatura tečnosti tokom rada:	20 °C
Gustoća:	998.2 kg/m³
Električni podaci:	
Maksimalna ulazna snaga - P1:	22 W
Mrežna frekvencija:	50 / 60 Hz
Nominalni napon:	1 x 100-240 V
Klasa kućišta (IEC 34-5):	IP65 / TYPE 4X
Dužina kabla:	1.5 m
Tip kablovskog utikača:	EU
Struja uključivanja:	25A pri 230V za 2ms
Kontrole:	
Varijanta nadzora:	AR
Nadzor nivoa:	DA
Analogni ulaz:	0/4-20 mA
Nadzor pulsa:	DA
Ekst. Stop ulaz:	DA
Izlazni releji:	2
Drugo:	
Neto težina:	2 kg
Bruto težina:	3 kg
Boja:	CRVENO
Zemlja porijekla:	FR