



Vodovod Dubrovnik d.o.o.
Vladimira Nazora 19
20000 Dubrovnik
OIB 00862047577



"HIDROPROJEKT - ING"

10000 ZAGREB, DRAŠKOVIĆEVA 35/1
OIB: 07963942338

Projekt zaštite voda od onečišćenja na priobalnom području 2

PODPROJEKT DUBROVNIK - Južno priobalno područje

Projekt vodnokomunalne infrastrukture aglomeracije Dubrovnik za sufinanciranje iz fondova EU



**Sustav odvodnje i
pročišćavanja
otpadnih voda na
otoku Lopudu**

GLAVNI PROJEKT

**Mapa 3/1 – Crpne
stanice Sutona i
Lukovice**

**Građevinski projekt i
projekt ugradnje opreme**

Zajednička oznaka projekta:
2079/2014/O-7

Oznaka projekta struke:
2079/2014/O-7-3

Svibanj 2016.



Investitor:

"VODOVOD DUBROVNIK" d.o.o.

Vladimira Nazora 19

20 000 Dubrovnik

Lokacija zahvata:

K.O. LOPUD

Zahvat u prostoru:

**Projekt zaštite voda od onečišćenja na
priobalnom području 2**

PODPROJEKT DUBROVNIK - Južno

priobalno područje

Projekt vodnokomunalne infrastrukture

aglomeracije Dubrovnik za

sufinanciranje iz fondova EU

SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA NA OTOKU LOPUDU

Zajednička oznaka projekta: 2079/2014/O-7

MAPA 3/1 - CRPNE STANICE SUTIONA I LUKOVICE GRAĐEVINSKI PROJEKT I PROJEKT UGRADNJE OPREME

Glavni projekt

Glavni projektant:

Mladen Lišnjić, dipl.ing.građ.

Projektant:

Mladen Lišnjić, dipl.ing.građ.

Direktor:

Luka Jelić, dipl.ing.građ.

Zagreb, svibanj 2016.



Investitor: **"VODOVOD DUBROVNIK" d.o.o., DUBROVNIK**

Građevina: **SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA NA OTOKU LOPUDU**

Vrsta projekta: **Glavni projekt – građevinski projekt i projekt ugradnje opreme**

A.2 POPIS PROJEKTANATA I SURADNIKA NA IZRADI PROJEKTA

Glavni projektant: Mladen Lišnjić, dipl.ing.građ.

Projektant građevinskog dijela: Mladen Lišnjić, dipl.ing.građ.

Suradnici: Hynek Suchý, dipl.ing.građ.

Branka Giljanović, građ. teh.

Direktor:

Luka Jelić, dipl.ing.građ.

Zagreb, svibanj 2016. godine



Investitor: **"VODOVOD DUBROVNIK" d.o.o., DUBROVNIK**

Građevina: **SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA NA OTOKU LOPUDU**

Vrsta projekta: **Glavni projekt – građevinski projekt**

A.3 POPIS MAPA

Mapa 1 – UVODNA KNJIGA

"HIDROPROJEKT-ING" d.o.o. Zagreb

Broj projekta struke: 2079/2014/O-7-1

Glavni projektant: Mladen Lišnjić, dipl.ing.građ.

Mapa 2 –KANALI FEKALNE KANALIZACIJE - GRAĐEVINSKI PROJEKT

"HIDROPROJEKT-ING" d.o.o. Zagreb

Broj projekta struke: 2079/2014/O-7-2

Projektant: Mladen Lišnjić, dipl.ing.građ.

Mapa 3/1 –CRPNE STANICE SUTIONA I LUKOVICE - GRAĐEVINSKI PROJEKT I PROJEKT UGRADNJE OPREME

"HIDROPROJEKT-ING" d.o.o. Zagreb

Broj projekta struke: 2079/2014/O-7-3

Projektant: Mladen Lišnjić, dipl.ing.građ.

Mapa 3/2 – CRPNE STANICE SUTIONA I LUKOVICE - ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT

"HIDROPROJEKT-ING" d.o.o. Zagreb

Broj projekta struke: 2079/2014/O-7-4

Projektant: Luka Magaš, mag.ing.el.

Mapa 4 –PODMORSKI ISPUST - GRAĐEVINSKI PROJEKT

"HIDROPROJEKT-ING" d.o.o. Zagreb

Broj projekta struke: 2079/2014/O-7-5

Projektant: Nataša Todorić Rex, dipl.ing.građ.

**Mapa 5/1 – UREĐAJ ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA - GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI PROJEKT**

"HIDROPROJEKT-ING" d.o.o. Zagreb

Broj projekta struke: 2079/2014/O-7-6

Projektant: Danko Mihelčić, dipl.ing.arh.

Projektant: Nataša Todorčić Rex, dipl.ing.građ.

Mapa 5/2 – UREĐAJ ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA - STROJARSKI PROJEKT

"HIDROPROJEKT-ING" d.o.o. Zagreb

Broj projekta struke: 2079/2014/O-7-7

Projektant: Zoran Kovačev, dipl.ing.stroj.

Mapa 5/3 – UREĐAJ ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA - ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT

"HIDROPROJEKT-ING" d.o.o. Zagreb

Broj projekta struke: 2079/2014/O-7-8

Projektant: Luka Magaš, mag.ing.el.

Projektant :

Mladen Lišnjčić, dipl.ing.građ.

Zagreb, svibanj 2016. godine



Investitor: **"VODOVOD DUBROVNIK" d.o.o., DUBROVNIK**

Građevina: **SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA NA OTOKU LOPUDU**

Vrsta projekta: **Glavni projekt – građevinski projekt**

A.4 SADRŽAJ MAPE 3/1

A OPĆI DIO

A.1 NASLOVNI LIST

A.2 POPIS PROJEKTANATA I SURADNIKA NA IZRADI PROJEKTA

A.3 POPIS MAPA

A.4 SADRŽAJ MAPE 3/1

B TEHNIČKI DIO - TEKSTUALNI DIO

B.1 TEHNIČKI OPIS

B.2 PRORAČUNI

B.3 PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KAKVOĆE

B.4. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GRADNJE I NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA

**C. TEHNIČKI DIO – GRAFIČKI PRIKAZI**

C.1.	Pregledna situacija na digitalnoj ortofoto karti	M 1 : 5 000
C.2.1.	Položajna situacija CS Sutiona	M 1 : 500
C.2.2.	Položajna situacija CS Lukovice	M 1 : 500
C.3.1.	Crpna stanica Sutiona - građevinski i položajni nacrt	M 1 : 50
C.3.2.	Crpna stanica Lukovice - građevinski i položajni nacrt	M 1 : 50

Projektant:

Mladen Lišnjić, dipl.ing.građ.

Zagreb, svibanj 2016. godine



Investitor: **"VODOVOD DUBROVNIK" d.o.o. , DUBROVNIK**

Građevina: **Sustav odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na otoku Lopudu**

Vrsta projekta: **Glavni projekt – građevinski projekt i projekt ugradnje opreme**

B.1. TEHNIČKI OPIS

Zagreb, svibanj 2016. godine



B.1 TEHNIČKI OPIS

B.1.1 Općenito

Elafiti su niz otoka nedaleko od Dubrovnika, između poluotoka Pelješca i poluotoka Lapada, koji su danas dio grada Dubrovnika. Osim stijena i manjih otočića, u Elafite se ubrajaju Koločep, Lopud, Šipan, Daksa, Jakljan i Olipa. Ovaj arhipelag bio je vrlo važan u životu starog Dubrovnika zbog nadzora pomorskih putova uz obalu i na otvorenom moru. Svojim prekrasnim krajolicima i pješčanim plažama privlače brojne turiste. Dnevno su povezani stalnom brodskom linijom s Dubrovnikom.

Otok Lopud smješten je na južnom Jadranu u Dubrovačko - neretvanskoj županiji, drugi po veličini u skupini Elafitskih otoka, 7 nautičkih milja sjeverozapadno od Dubrovnika s istoimenim priobalnim turističkim naseljem. Smješten je između Koločepa i Šipana. Ukupan broj stanovnika prema popisu stanovništva iz 2001. godine iznosi 279.

Na otoku ne postoji izvedena kanalizacijska mreža, već se odvodnja otpadnih voda svodi na pojedinačne septičke jame i nekoliko izravnih ispusta u more, iako je glavna namjena morske obale na ovome području kupanje, sport i rekreacija.

Tijekom izgradnje magistralnog vodovodnog cjevovoda za Elafitske otoke je u svrhu racionalizacije gradnje izgrađen instalacijski betonskog kanala, gdje su smještene sve potrebne infrastrukturne instalacije. U instalacijskom kanalu su smješteni: magistralni i opskrbeni vodovodni cjevovod, glavni kanalizacijski priobalni kolektor (gravitacijske i tlačne dionice) te električni i telekomunikacijski kablovi. Instalacijski kanal je prema projektu izvedenog stanja duljine 613 m. Ukupno je izvedeno 764 m tlačnog cjevovoda DN150 te 1127 m gravitacijskih kanala DN250. Na izgrađenim gravitacijskim kanalima nisu izvedeni priključci jer ostatak kanalizacijskog sustava (uređaj za pročišćavanje, crpne stanice i podmorski ispust) nije izgrađen.

B.1.2 Lokacije crpnih stanica

Predviđena je izgradnja 2 crpne stanice.

Lokacije crpnih stanica određene su prema stvarnom geodetskom snimku predmetnog područja, vodeći računa o imovinsko-pravnim odnosima, smanjenju dubine iskopa i postizanju minimalno potrebnih padova niveleta gravitacijskih kanala. **Za potrebe smještaja projektiranih crpnih stanica predviđa se formiranje novih katastarskih čestica.**

1. CS Sutiona - smještaj na novoformiranoj čestici površine cca 62 m² na dijelu k.č. 1080 k.o. Lopud
2. CS Lukovice smještaj na novoformiranoj čestici površine cca 62 m² na dijelu k.č. 1451/2 k.o. Lopud



B.1.2.1. Crpna stanica "Sutiona"

B.1.2.1.1. Građevinski dio

Kanalizacijska crpna stanica „CS Sutiona“ je kapaciteta $Q = 11,8$ l/s. Sastoji se od dva podzemna objekta: dva predgotovljena poliesterska okna promjera Ø2400 mm visine 3,66 i 2,9 m. Dublje okno je crpni bazen, a pliće okno zasunska komora sa cijevnim razvodom.

Namjena crpne stanice je podizanje tlaka u tlačnom cjevovodu i transport otpadnih voda iz centra naselja Lopud prema gravitacijskom kanalu L-1 i crpnoj stanici "Lukovice" te nadalje prema uređaju za pročišćavanje otpadnih voda "Benešin Rat".

Kompaktna predgotovljena podzemna crpna stanica od poliestera predviđena je za vertikalni ukop sa svom potrebnom opremom. Stanica je izrađena iz poliestera (GRP) i monolitne je izvedbe sa poliesterskim dnom i pokrovom od armiranobetonske ploče. Poklopac je izrađen iz nehrđajućeg čelika (inox). Podzemna stanica ima prsten za spoj na temeljnu betonsku ploču koja ujedno djeluje kao uteg za savladavanja sile uzgona. Dno precrpnog okna ima zakošenu kinetu. Crpna stanica je izrađena prema normama EN 12050-1 i 2, EN 1092-1 + A1 i EN 10253-4.

U oknu crpnog bazena nalazi se :

- dva poklopca 100x80 cm za spuštanje crpki i ulaz u okno
- okno nema fiksne ljestve, nego se po potrebi dopremaju mobilne ljestve ukoliko je prijeko potrebno ulaziti u okno crpnog bazena
- ventilacijska cijev za odzračivanje profila DN 150mm, visine 6m' fiksirana za pokrovnu ploču.

Okno zasunske komore opremljeno je s:

- poklopcem 80x80 cm za ulaz u okno
- ljestvama za spuštanje u okno
- ventilacijska cijev za usis zraka u zasunsku komoru profila DN 150mm, visine 6m' fiksirana za pokrovnu ploču.
- ventilacijska cijev za ispuh pročišćenog zraka iz filtera zraka profila DN 150mm, visine 6m' fiksirana za pokrovnu ploču.

Svi metalni dijelovi izvode se od nehrđajućeg čelika.

Crpna stanica "Sutiona" se izvodi na mjestu postojeće rive u centru naselja Lopud. Nakon završetka radova na crpnoj stanici potrebno je rivu u potpunosti obnoviti te je popločiti kamenim pločama. Obnova kamenog popločenja treba izvesti po svim pravilima struke i uredno.

Kontrola uzgona crpne stanice provedena je za slučaj kad je razina podzemne vode/mora u razini terena. Radi svladavanja problema uzgona na dnu crpne stanice postavljena je armiranobetonska ploča i betonska obloga crpnog bazena.



Za zaštitu od djelovanja uzgona potrebno je izvesti donje betonsko osiguranje (C16/20), a za bolju ukrutu u donjem dijelu poliesterskog okna napravljena su tri prstena za uklještenje. Ovo osiguranje armira se minimalnom armaturom (Q223), u gornjoj i donjoj zoni, vodoravno i okomito.

Komplet zatrpavanje predviđeno je zamjenskim materijalom uz odgovarajuće nabijanje u slojevima 30-50 cm. Za manipulaciju i montažu crnog spremnika i zasunske komore potrebno je osigurati dizalicu nosivosti minimum 6 tona.

Nakon montaže i zatrpavanja potrebno je izvesti gornju armirano-betonsku ploču od betona C30/37, koja ne smije direktno nalijegati na cijev crnog spremnika, već na odgovarajuće AB temelje(C30/37).

Sama izvedba građevinske jame, zaštita i osiguranje jame i potrebno uređenje temeljnog tla, biti će definirano prema geomehaničkom elaboratu, u sklopu građevinskog projekta ili geotehničkog projekta temeljenja i zaštite građevinske jame.

U svakom slučaju treba osigurati izvedbu objekta bez prisutnosti podzemne vode – mora, kako bi se mogao izvesti spoj okna crnog i zasunskog bazena na temeljnu ploču za zajednički otpor protiv uzgona mora i plime.

B.1.2.1.2. Ugradnja strojarske opreme

Kanalizacijska crpna stanica „Sutiona“ je kapaciteta $Q = 11,2$ l/s. Sastoji se od dva podzemna objekta: dva predgotovljena poliesterska okna promjera $\varnothing 2400$ mm visine 3,66 i 2,9 m. Dublje okno je crpni bazen, a pliće okno zasunska komora sa cijevnim razvodom. (vidi grafičke priloge C ovog projekta).

U crpnu stanicu se predviđa ugradnja dvije crpke. Traženi kapacitet crpne stanice ostvaruje se radom jedne crpke, a druga crpka je rezerva (1+1).

Namjena crpne stanice je podizanje tlaka u tlačnom cjevovodu i transport otpadne vode prema CS „Lukovice“ i dalje prema UPOV „Benešin Rat“.

Ulazni podaci (osnovni hidraulički podaci):

-maksimalni dotok u crpnu stanicu:

$Q_{max} = \sim 10,8$ l/s

-geodetska visina dizanja:

$H_{geod.} = \sim 10,4$ m

Oprema crpne stanice se sastoji od dvije jednake uronjene kanalizacijske crpke (1+1) kapaciteta 11,2 l/s unutar predgotovljene crpne stanice s pripadajućim cijevnim razvodom. Tlačni cjevovodi



crpki su spojeni na zajednički tlačni kolektor unutar dodatnog predgotovljenog podzemnog objekta (zasunskoj komori), zajedno sa pripadajućim armaturama.

Unutar crpne stanice cijevni razvod je od nehrđajućeg čelika X2CrNiMo17-12-2 (AISI316L), a izvan crpne stanice tlačni kolektor je iz PEHD-a nazivnog tlaka 10 bara (PE100).

Zajednički tlačni cjevovod DN150 je moguće, po potrebi prazniti putem ispusnog cjevovoda DN100.

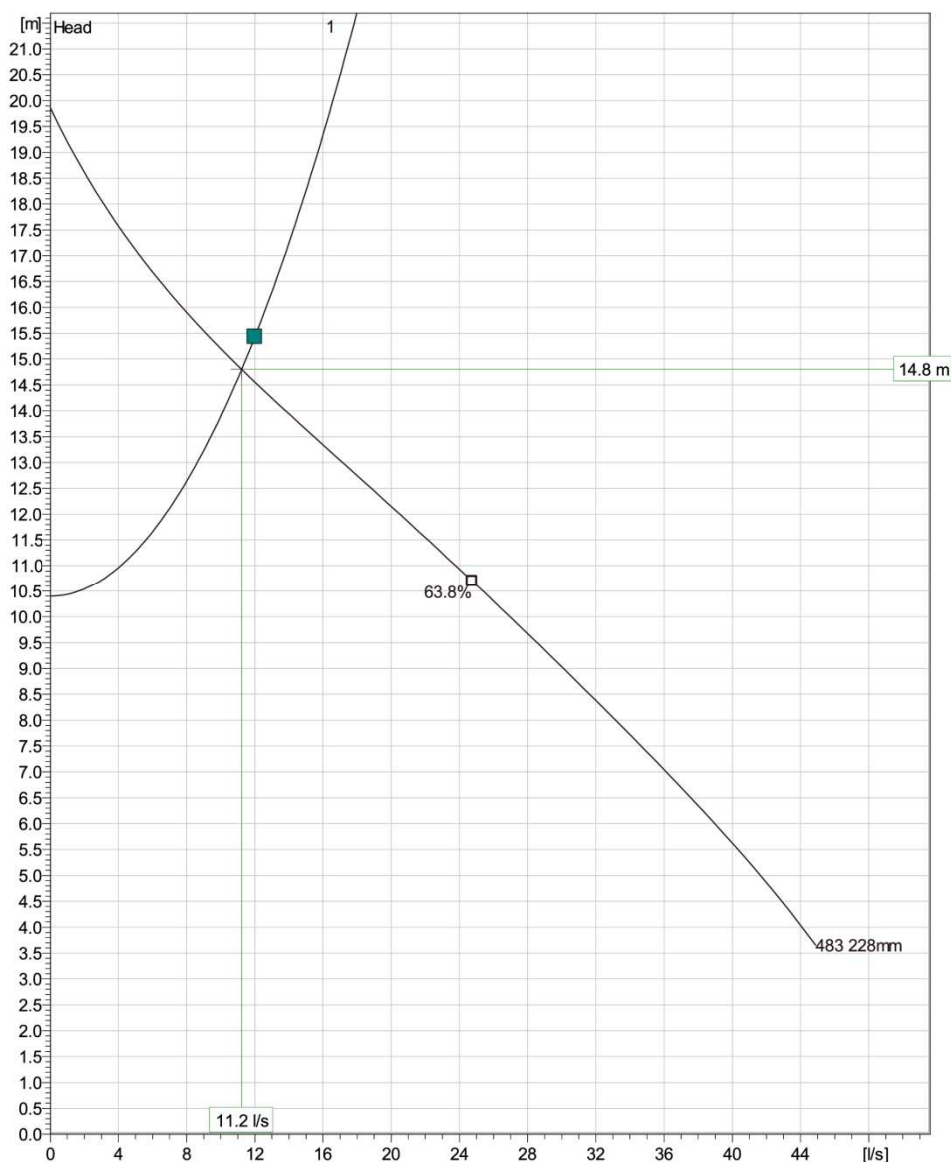
Nožasti zasuni služe samo za izolaciju pojedinog ogranka crpki od ostataka crpne stanice ako je potrebna kakva intervencija na pojedinim crpkama, nepovratnim ventilima ili dijelu tlačnog kolektora pojedine crpke (servis i sl.). U normalnom pogonu, zasuni na crpkama su potpuno u otvorenom položaju.

Kao zaštita od stvaranja vakuuma u tlačnom cjevovodu DN150, u zasunskoj komori, predviđena je ugradnja automatskog odzračno - dozračnog ventila DN100 posebne izvedbe za otpadnu vodu.

Radi efikasne zaštite kanalizacijskih crpki, trajne funkcionalnosti tlačnih cjevovoda, i kako bi se spriječio povratni tok vode iz tlačnog kolektora u crpnu stanicu kada crpka miruje, ugrađuju se nepovratni ventili DN100 izvedbe za otpadnu vodu na tlačni cjevovod iza svake crpke.

Budući da je visinska razlika između kote izljeva tlačnog cjevovoda i pozicije ugradnje nepovratnog ventila veća od 5 m ugrađuju se klasični kuglasti nepovratni ventili izvedbe za otpadnu vodu.

Prema zadanim ulaznim parametrima računalni program je proračunao krivulju sustava tj. krivulju svih gubitaka u tlačnom cjevovodu (linijske i lokalne gubitke) u koju je uključena i geodetska visina dizanja.

**Slika 2**

Q – H krivulja crpke Sutiona 1 (1+1) sa ucrtanom
karakterističnom krivuljom tlačnog cjevovoda uz $H_{\text{geod.sr.}} = 10,4 \text{ m}$

Osnovne karakteristike odabrane crpke u traženoj radnoj točki:

- | | |
|----------------------------|-------------------|
| - dobava: | Q = 11,2 l/s |
| - visina dizanja: | H = 14,8 mVS |
| - nazivna snaga el.motora: | N = 4,7 kW |
| - broj okretaja: | n = do 1460 o/min |
| - priključak: | DN 100 |
| - dimenzije vodilica | 2" |
| - duljina vodilica | 2,75 m |
| - duljina lanca | 2,95 m |



Upravljanje radom crpki riješeno je mjerenjem nivoa u crpnom bazenu. U crpnom bazenu određena su četiri (4) upravljačka nivoa (alarm, start crpke, stop crpke i zaštita od rada na suho) – vidi grafički prilog C ovog projekta i elektrotehnički dio projekta (mapa 3/2).

Kako bi se uravnotežilo trošenje crpki, pri svakom pokretanju starta druga crpka, tj. crpke se naizmjenice izmjenjuju u pogonu (1+1). Ne dozvoljava se paralelni rad obje crpke!

Ovdje odabrana crpka služi samo za procjenu dimenzija i potrebe projektiranja objekta. Naravno da se prilikom izgradnje crpne stanice, prema potrebi, mogu koristiti crpke raznih proizvođača, ali sličnih karakteristika, kvalitete te orijentacijskih dimenzija, sve u skladu s postavkama danim u hidrauličkom proračunu.

Montaža opreme i zacjevljenja izvode se u cijelosti prema montažnom nacrtu.

Sva oprema ugrađena u crpnu stanicu mora imati antikorozivnu zaštitu primjerenu fekalnoj otpadnoj vodi.

Spajanje pojedinih elemenata (armature) je predviđeno prirubničkim spojem prema EN 1092-1, a sve za nazivni tlak PN10.

Prilikom montaže spojeve cijevi i tvorničkih fazonskih komada, iz nehrđajućeg čelika izvesti zavarivanjem.

Na svim pozicijama koje je potrebno izraditi radionički, iz nehrđajućeg čelika, nakon izrade obavezno mehanički i kemijski (pastama) očistiti i pasivirati sve zavare (s vanjske i unutrašnje strane), a nakon toga ih dobro isprati vodom pod visokim tlakom (cca 100 bara – npr. visokotlačni uređaji za pranje automobila).

Dozvoljeni su svi postupci elektrozavarivanja, ali zavarivanje i rezanje plamenom je zabranjeno!

U samom poliesterskom oknu je zabranjeno zavarivanje!

B.1.2.2.1. Ventilacija

Za uklanjanje mirisa, pročišćavanje i izmjenu otpadnog zraka crpnog bazena predviđen je suhi filter s dvokomponentnom ispunom koji je smješten u zasunsku komoru. Suhi filter opremljen je ventilatorom izvedenim tako da odsisava pročišćeni zrak iz filtera.



Oba poliesterska okna profila Ø2400 mm su međusobno povezana ventilacijskim cjevovodima (PEHD dv160) ugrađenim pri vrhu okna, time se kompletno se sva 2 okna odsisavaju kroz suhi filter.

Uisni cjevovod filtera je iz PPs cijevi d=160 mm.

Standardni sastavni dijelovi suhog filtera su:

- okrugli polietilenski spremnik stabiliziran na UV zračenje
- ventilator
- poklopac sa otvorom za ugradnju ventilatora
- pričvršćivač poklopca
- priključak za dovod zraka

Suhi filter je spojen dovodnim cjevovodom na crpni bazen, te putem ventilatora isisava zagađeni zrak iz bazena, te ga nakon pročišćavanja ispušta u atmosferu.

Osnovni parametri suhog filtera su sljedeći:

- kapacitet: 510 m³/h
- efekt pročišćavanja: 99,5+%
- promjer spremnika: 787 mm
- debljina stijenke spremnika: 6,4 mm
- visina bez ventilatora: ~1250 mm
- ukupna visina: ~1650 mm
- količina aktivne tvari: 194 kg
- promjer ulaza zraka: 200 mm
- suhi granulati: 0,28 m³

Elektromotorni ventilator ima sljedeće karakteristike:

- protok: Q=510 m³/h pri padu tlaka Δp= 623 Pa
- napon: 400 V
- nazivna snaga el.motora: N ~1,2 kW
- priključak na struju: trofazni
- frekvencija: 50 HZ
- jačina zvuka: 46 dB

U sklopu ventilatora suhog filtera isporučuje se i uređaj za stupnjevanu promjenu brzine vrtnje ventilatora, pomoću kojega se može podesiti kapacitet i visina dizanja elektromotornog ventilatora.

Ispuh pročišćenog zraka iz ventilatora riješen je preko ventilacijske cijevi DN150 (Ø168,3 mm) koja prolazi kroz strop okna, uzdiže se na cca 6 m od terena, završava sa zaštitnom kapom (protiv ulaska padalina) i zaštitnom mrežicom (protiv ulaza insekata). Kompletno sve izrađeno iz nehrđajućeg čelika.



Za dovod svježeg zraka u zasunsko okno i crpni bazen predviđena je također vertikalna cijev DN150 (Ø168,3 mm) koja prolazi kroz strop okna, uzdiže se na cca 6 m od terena i završava sa zaštitnom kapom (protiv ulaska padalina) i zaštitnom mrežicom (protiv ulaza insekata). Kompletно sve izrađeno iz nehrđajućeg čelika.

B.1.2.2. Crpna stanica "Lukovice"

B.1.2.2.1. Građevinski dio

Kanalizacijska crpna stanica „CS Lukovice“ je kapaciteta $Q = 13$ l/s. Sastoji se od dva podzemna objekta: dva predgotovljena poliesterska okna promjera Ø2400 mm visine 3,4 i 2,9 m. Dublje okno je crpni bazen, a pliće okno zasunska komora sa cijevnim razvodom.

Namjena crpne stanice je podizanje tlaka u tlačnom cjevovodu i transport otpadnih voda tlačnim cjevovodom prema uređaju za pročišćavanje otpadnih voda "Benešin Rat".

Kompaktna predgotovljena podzemna crpna stanica od poliestera predviđena je za vertikalni ukop sa svom potrebnom opremom. Stanica je izrađena iz poliestera (GRP) i monolitne je izvedbe sa poliesterskim dnom i pokrovom od armiranobetonske ploče. Poklopac je izrađen iz nehrđajućeg čelika (inox). Dno precrpnog okna ima zakošenu kinetu. Crpna stanica je izrađena prema normama EN 12050-1 i 2, EN 1092-1 + A1 i EN 10253-4.

U oknu crpnog bazena nalazi se :

- dva poklopca 100x80 cm za spuštanje crpki i ulaz u okno
- okno nema fiksne ljestve, nego se po potrebi dopremaju mobilne ljestve ukoliko je prijeko potrebno ulaziti u okno crpnog bazena
- ventilacijska cijev za odzračivanje profila DN 150mm, visine 1m' fiksirana za pokrovnu ploču.

Okno zasunske komore opremljeno je s:

- poklopcem 80x80 cm za ulaz u okno s odzračnom cijevi
- ljestvama za spuštanje u okno
- ventilacijska cijev za ispuh pročišćenog zraka iz filtera zraka profila DN 150mm, visine 1m' fiksirana za pokrovnu ploču.

Svi metalni dijelovi izvode se od nehrđajućeg čelika.

Crpna stanica "Lukovice" se izvodi se na parceli uz postojeći makadamski put prema Benešinom Rtu. Za potrebe izgradnje crpne stanice "Lukovice" se predviđa iskop u stijeni s pokosom stranica



5:1, predviđa se materijal kategorije IV.-V., odnosno točna kategorija će se odrediti geomehničkim elaboratom.

Crpna stanica "Lukovice" nalazi na nadm. visini 8.92 m n.m. nije potrebno istu osigurati od uzgona. Poliesterska okna promjera Ø2400 mm se ugrađuju na posteljicu od pjeskovitog materijala veličine zrna 8-16 mm visine 25 cm.

Komplet zatrpavanje predviđeno je zamjenskim materijalom uz odgovarajuće nabijanje u slojevima 30-50 cm. Za manipulaciju i montažu crpnog spremnika i zasunske komore potrebno je osigurati dizalicu nosivosti minimum 6 tona.

Nakon montaže i zatrpavanja potrebno je izvesti gornju armirano-betonsku ploču od betona C30/37, koja ne smije direktno nalijegati na cijev crpnog spremnika, već na odgovarajuće AB temelje(C30/37).

Pored crpne stanice se predviđa izgradnja prostora za okretanje vozila širine 3m i dužine 7 m. Površina crpne stanice se predviđa popločiti kulir pločama.

Sama izvedba građevinske jame, zaštita i osiguranje jame i potrebno uređenje temeljnog tla, biti će definirano prema geomehničkom elaboratu, u sklopu građevinskog projekta ili geotehničkog projekta temeljenja i zaštite građevinske jame.

B.1.2.2.2. Ugradnja strojarske opreme

Kanalizacijska crpna stanica „Lukovice“ je kapaciteta $Q = 13$ l/s. Sastoji se od dva podzemna objekta: dva predgotovljena poliesterska okna promjera Ø2400 mm visine 3,4 i 2,9 m. Dublje okno je crpni bazen, a pliće okno zasunska komora sa cijevnim razvodom. (vidi grafičke priloge C ovog projekta).

U crpnu stanicu se predviđa ugradnja dvije crpke. Traženi kapacitet crpne stanice ostvaruje se radom jedne crpke, a druga crpka je rezerva (1+1).

Namjena crpne stanice je podizanje tlaka u tlačnom cjevovodu i transport otpadne vode prema UPOV „Benešin Rat“.

Ulazni podaci (osnovni hidraulički podaci):

-maksimalni dotok u crpnu stanicu:

$Q_{\max} = \sim 10,8$ l/s

-geodetska visina dizanja:

$H_{\text{geod.}} = \sim 12,3$ m



Oprema crpne stanice se sastoji od dvije jednake uronjene kanalizacijske crpke (1+1) kapaciteta 13 l/s unutar predgotovljene crpne stanice s pripadajućim cijevnim razvodom. Tlačni cjevovodi crpki su spojeni na zajednički tlačni kolektor unutar dodatnog predgotovljenog podzemnog objekta (zasunskoj komori), zajedno sa pripadajućim armaturama.

Unutar crpne stanice cijevni razvod je od nehrđajućeg čelika X2CrNiMo17-12-2 (AISI316L), a izvan crpne stanice tlačni kolektor je iz PEHD-a nazivnog tlaka 10 bara (PE100).

Zajednički tlačni cjevovod DN150 je moguće, po potrebi prazniti putem ispusnog cjevovoda DN100.

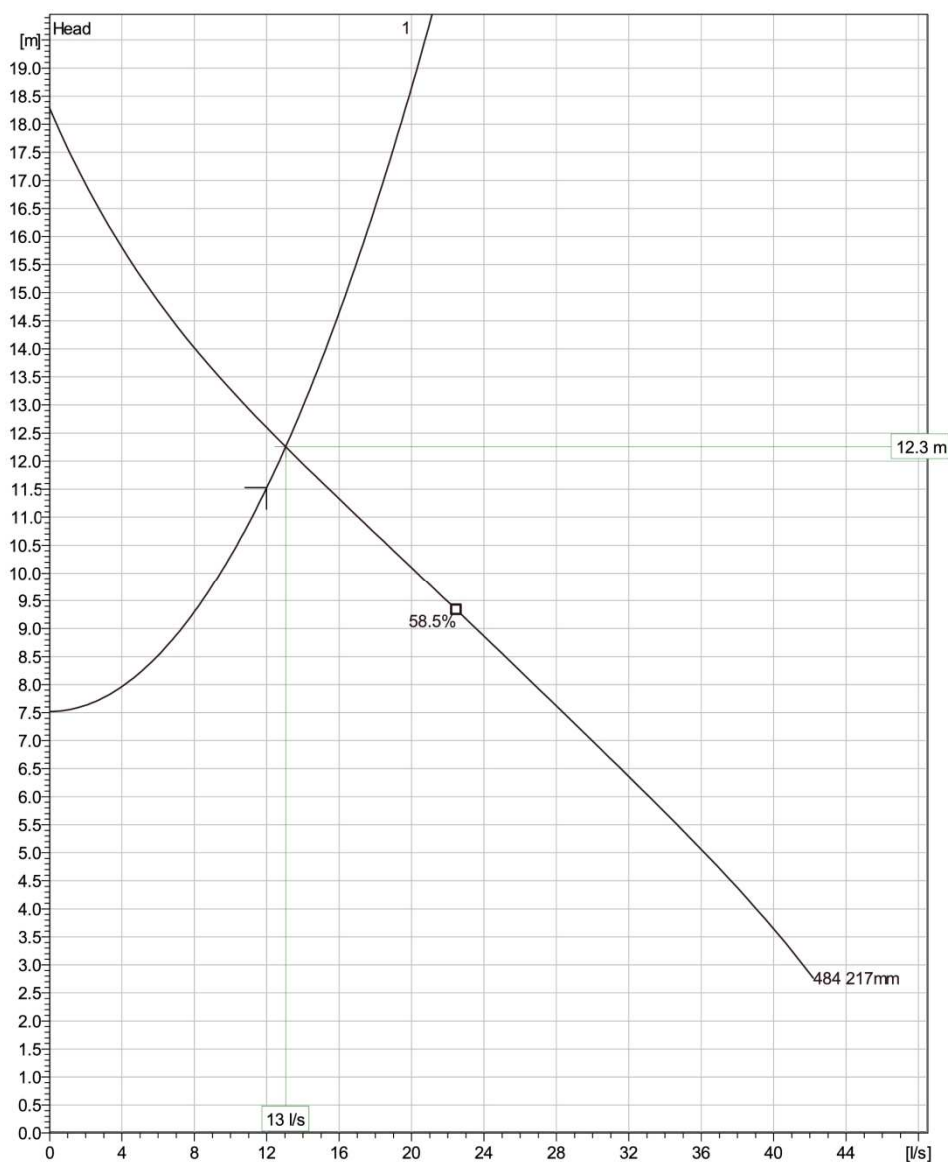
Nožasti zasuni služe samo za izolaciju pojedinog ogranka crpki od ostataka crpne stanice ako je potrebna kakva intervencija na pojedinim crpkama, nepovratnim ventilima ili dijelu tlačnog kolektora pojedine crpke (servis i sl.). U normalnom pogonu, zasuni na crpkama su potpuno u otvorenom položaju.

Kao zaštita od stvaranja vakuuma u tlačnom cjevovodu DN150, u zasunskoj komori, predviđena je ugradnja automatskog odzračno - dozračnog ventila DN100 posebne izvedbe za otpadnu vodu.

Radi efikasne zaštite kanalizacijskih crpki, trajne funkcionalnosti tlačnih cjevovoda, i kako bi se spriječio povratni tok vode iz tlačnog kolektora u crpnu stanicu kada crpka miruje, ugrađuju se nepovratni ventili DN100 izvedbe za otpadnu vodu na tlačni cjevovod iza svake crpke.

Budući da je visinska razlika između kote izljeva tlačnog cjevovoda i pozicije ugradnje nepovratnog ventila veća od 5 m ugrađuju se klasični kuglasti nepovratni ventili izvedbe za otpadnu vodu.

Prema zadanim ulaznim parametrima računalni program je proračunao krivulju sustava tj. krivulju svih gubitaka u tlačnom cjevovodu (linijske i lokalne gubitke) u koju je uključena i geodetska visina dizanja.

**Slika 2**

Q – H krivulja crpke Lukovice 1 (1+1) sa ucrtanom
karakterističnom krivuljom tlačnog cjevovoda uz $H_{\text{geod.sr.}} = 7,52 \text{ m}$

Osnovne karakteristike odabrane crpke u traženoj radnoj točki:

- | | |
|----------------------------|-------------------|
| - dobava: | Q = 13 l/s |
| - visina dizanja: | H = 12,3 mVS |
| - nazivna snaga el.motora: | N = 4,7 kW |
| - broj okretaja: | n = do 1460 o/min |
| - priključak: | DN 100 |
| - dimenzije vodilica | 2" |
| - duljina vodilica | 2,5 m |



- duljina lanca 2,7 m

Upravljanje radom crpki riješeno je mjerenjem nivoa u crpnom bazenu. U crpnom bazenu određena su četiri (4) upravljačka nivoa (alarm, start crpke, stop crpke i zaštita od rada na suho) – vidi grafički prilog C ovog projekta i elektrotehnički dio projekta (mapa 3/2).

Kako bi se uravnotežilo trošenje crpki, pri svakom pokretanju starta druga crpka, tj. crpke se naizmjenice izmjenjuju u pogonu (1+1). Ne dozvoljava se paralelni rad obje crpke!

Ovdje odabrana crpka služi samo za procjenu dimenzija i potrebe projektiranja objekta. Naravno da se prilikom izgradnje crpne stanice, prema potrebi, mogu koristiti crpke raznih proizvođača, ali sličnih karakteristika, kvalitete te orijentacijskih dimenzija, sve u skladu s postavkama danim u hidrauličkom proračunu.

Montaža opreme i zacjevljenja izvode se u cijelosti prema montažnom nacrtu.

Sva oprema ugrađena u crpnu stanicu mora imati antikorozivnu zaštitu primjerenu fekalnoj otpadnoj vodi.

Spajanje pojedinih elemenata (armature) je predviđeno prirubničkim spojem prema EN 1092-1, a sve za nazivni tlak PN10.

Prilikom montaže spojeve cijevi i tvorničkih fazonskih komada, iz nehrđajućeg čelika izvesti zavarivanjem.

Na svim pozicijama koje je potrebno izraditi radionički, iz nehrđajućeg čelika, nakon izrade obavezno mehanički i kemijski (pastama) očistiti i pasivirati sve zavare (s vanjske i unutrašnje strane), a nakon toga ih dobro isprati vodom pod visokim tlakom (cca 100 bara – npr. visokotlačni uređaji za pranje automobila).

Dozvoljeni su svi postupci elektrozavarivanja, ali zavarivanje i rezanje plamenom je zabranjeno!

U samom poliesterskom oknu je zabranjeno zavarivanje!

B.1.2.2.1. Ventilacija

Za uklanjanje mirisa, pročišćavanje i izmjenu otpadnog zraka crpnog bazena predviđen je suhi filter s dvokomponentnom ispunom koji je smješten u zasunsku komoru. Suhi filter opremljen je ventilatorom izvedenim tako da odsisava pročišćeni zrak iz filtera.



Oba poliesterska okna profila Ø2400 mm su međusobno povezana ventilacijskim cjevovodima (PEHD dv160) ugrađenim pri vrhu okna, time se kompletno se sva 2 okna odsisavaju kroz suhi filter.

Uisni cjevovod filtera je iz PPs cijevi d=160 mm.

Standardni sastavni dijelovi suhog filtera su:

- okrugli polietilenski spremnik stabiliziran na UV zračenje
- ventilator
- poklopac sa otvorom za ugradnju ventilatora
- pričvršćivač poklopca
- priključak za dovod zraka

Suhi filter je spojen dovodnim cjevovodom na crpni bazen, te putem ventilatora isisava zagađeni zrak iz bazena, te ga nakon pročišćavanja ispušta u atmosferu.

Osnovni parametri suhog filtera su sljedeći:

- kapacitet: 510 m³/h
- efekt pročišćavanja: 99,5+%
- promjer spremnika: 787 mm
- debljina stijenke spremnika: 6,4 mm
- visina bez ventilatora: ~1250 mm
- ukupna visina: ~1650 mm
- količina aktivne tvari: 194 kg
- promjer ulaza zraka: 200 mm
- suhi granulati: 0,28 m³

Elektromotorni ventilator ima sljedeće karakteristike:

- protok: Q=510 m³/h pri padu tlaka Δp= 623 Pa
- napon: 400 V
- nazivna snaga el.motora: N ~1,2 kW
- priključak na struju: trofazni
- frekvencija: 50 HZ
- jačina zvuka: 46 dB

U sklopu ventilatora suhog filtera isporučuje se i uređaj za stupnjevanu promjenu brzine vrtnje ventilatora, pomoću kojega se može podesiti kapacitet i visina dizanja elektromotornog ventilatora.

Ispuh pročišćenog zraka iz ventilatora riješen je preko ventilacijske cijevi DN150 (Ø168,3 mm) koja prolazi kroz strop okna, uzdiže se na cca 1 m od terena, završava sa zaštitnom kapom (protiv ulaska padalina) i zaštitnom mrežicom (protiv ulaza insekata). Kompletno sve izrađeno iz nehrđajućeg čelika.



Za dovod svježeg zraka u zasunsko okno koristi se ventilacijska cijev ugrađena u poklopcu te u crpnom bazenu predviđena je vertikalna cijev DN150 (Ø168,3 mm) koja prolazi kroz strop okna, uzdiže se na cca 1 m od terena i završava sa zaštitnom kapom (protiv ulaska padalina) i zaštitnom mrežicom (protiv ulaza insekata). Kompletно sve izrađeno iz nehrđajućeg čelika.

B.1.3 Uvjete i zahtjeve koji moraju biti ispunjeni pri izvođenju radova i koje način izvođenja radova mora ispuniti za projektirani dio građevine (ugradnje i međusobnog povezivanja građevnih i drugih proizvoda), a koji su bitni za ispunjavanje tehničkih svojstava projektiranog dijela građevine, te temeljnih zahtjeva za građevinu

Za "Sustav odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na otoku Lopudu" uvjeti i zahtjevi koji su bitni za ispunjavanje tehničkih svojstava projektirane građevine, te temeljnih zahtjeva za građevinu su prvenstveno vezani za:

- izgradnju sustava gravitacijskih kanala s projektiranim padovima radi potrebne brzine protoka i sprječavanja taloženja krutih čestica u otpadnoj vodi;
- sustav mora biti nepropustan;

- funkcioniranje crpne stanice treba se izvoditi u automatskom radu;

- način prikupljanja i sigurno odlaganje otpada koji nastaju zadržavanjem u crpnoj stanici, sukladno važećoj regulativi.

B.1.4 Opis utjecaja namjene i načina uporabe projektiranog dijela građevine te utjecaja okoliša na svojstva ugrađenih građevnih i drugih proizvoda, tehničkih svojstava projektiranog dijela građevine te građevine u cjelini

Građevina je infrastrukturni objekt za prikupljanje i odvodnju otpadne vode razdjelnog sustava. Tlačnim cjevovodom se sustav priključuje na UPOV Benešin Rat i na podmorski ispust dužine 550m'. Tlo u koje se ugrađuje sustav odvodnje je pod utjecajem mora i plime tj. vodom visokih razina. Materijali od kojih se izgrađuje sustav odvodnje su plastični materijali polietilen, poliester, armirani beton, lijevano željezo fazonskih komada i armatura, nehrđajući čelik instalacija u crpnim stanicama.

Materijali moraju biti otporni na štetne utjecaje sanitarne otpadne vode i utjecaje soli morske vode. Za odzračivanje i dozračivanje crpnih stanica izvode se ventilacijske cijevi za odzračivanje profila DN 150mm, visine 6m' odnosno 1m' fiksirane za pokrovne ploče kod "CS Sutiona" odnosno "CS Lukovice".



B.1.5 Opis ispunjenja uvjeta gradnje na određenoj lokaciji za projektirani dio građevine

Prostornim planom uređenja grada Dubrovnika (Službeni glasnik Grada Dubrovnika br. 10/06, 06/08, 05/14, 06/14, 08/14 i 02/15)

Položaj je prikazan na kartografskom prikazu 2.5 *Infrastrukturni sustavi*

B.1.6 Opis ispunjenja temeljnih zahtjeva za projektirani dio građevine

Obveza ispunjavanja temeljnih i drugih zahtjeva za građevinu" propisana je čl.7 Zakona o gradnji:

(1) Svaka građevina, ovisno o svojoj namjeni, mora biti projektirana i izgrađena na način da tijekom svog trajanja ispunjava temeljne zahtjeve za građevinu te druge zahtjeve, odnosno uvjete propisane ovim Zakonom i posebnim propisima koji utječu na ispunjavanje temeljnog zahtjeva za građevinu ili na drugi način uvjetuju gradnju građevina ili utječu na građevne i druge proizvode koji se ugrađuju u građevinu.

(2) Građevni i drugi proizvodi koji se ugrađuju u građevinu moraju ispunjavati zahtjeve propisane ovim Zakonom i posebnim propisima.

Temeljni zahtjevi za građevinu su:

1. mehanička otpornost i stabilnost
2. sigurnost u slučaju požara
3. higijena, zdravlje i okoliš
4. sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe
5. zaštita od buke
6. gospodarenje energijom i očuvanje topline
7. održiva uporaba prirodnih izvora.

B.1.6.1. Mehanička otpornost i stabilnost

Građevina mora biti projektirana i izgrađena tako da opterećenja koja na nju mogu djelovati tijekom građenja i uporabe ne mogu dovesti do:

1. rušenja cijele građevine ili nekog njezina dijela
2. velikih deformacija u stupnju koji nije prihvatljiv
3. oštećenja na drugim dijelovima građevine, instalacijama ili ugrađenoj opremi kao rezultat velike deformacije nosive konstrukcije
4. oštećenja kao rezultat nekog događaja, u mjeri koja je nerazmjerna izvornom uzroku.

-Ispunjavanje uvjeta:

Statički proračun predmet je priloga B.2. Dokazi. Provodi se:

- Proračun stabilnosti crpne stanice na djelovanje uzgona zbog visokih podzemnih voda

B.1.6.2. Sigurnost u slučaju požara

Građevine moraju biti projektirane i izgrađene tako da u slučaju izbijanja požara:

1. nosivost građevine može biti zajamčena tijekom određenog razdoblja
2. nastanak i širenje požara i dima unutar građevine je ograničeno
3. širenje požara na okolne građevine je ograničeno



4. korisnici mogu napustiti građevinu ili na drugi način biti spašeni
5. sigurnost spasilačkog tima je uzeta u obzir.

-Ispunjavanje uvjeta:

Građevina je infrastrukturni objekt za transport i precrpljivanje otpadne sanitarne vode, ukopana potpuno, te nema opasnosti od požara.

B.1.6.3. Higijena, zdravlje i okoliš

Građevina mora biti projektirana i izgrađena tako da tijekom svog vijeka trajanja ne predstavlja prijetnju za higijenu ili zdravlje i sigurnost radnika, korisnika ili susjeda te da tijekom cijelog svog vijeka trajanja nema iznimno velik utjecaj na kvalitetu okoliša ili klimu, tijekom građenja, uporabe ili uklanjanja, a posebno kao rezultat bilo čega od dolje navedenog:

1. istjecanja otrovnog plina
2. emisije opasnih tvari, hlapljivih organskih spojeva (VOC), stakleničkih plinova ili opasnih čestica u zatvoreni i otvoreni prostor
3. emisije opasnog zračenja
4. ispuštanja opasnih tvari u podzemne vode, morske vode, površinske vode ili tlo
5. ispuštanja opasnih tvari u pitku vodu ili tvari koje na drugi način negativno utječu na pitku vodu
6. pogrešno ispuštanje otpadnih voda, emisije dimnih plinova ili nepropisno odlaganje krutog ili tekućeg otpada
7. prisutnost vlage u dijelovima građevine ili na površini unutar građevine.

-Ispunjavanje uvjeta:

Građevina tijekom svog vijeka trajanja ne proizvodi otrovne plinove i druge tvari, opasna zračenja, ne ispušta opasne tvari u vodu, morsku vodu, površinske vode i tlo. Ne zagađuje pitku vodu. Projektiran je sustav koji osigurava vodonepropusnost spojeva cjevovoda, okana i crpnih stanica. Kontrolu otpadnih voda i krutog otpada treba provoditi ovlašteni laboratorij.

B.1.6.4. Sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe

Građevina mora biti projektirana i izgrađena tako da ne predstavlja neprihvatljive rizike od nezgoda ili oštećenja tijekom uporabe ili funkcioniranja, kao što su proklizavanje, pad, sudar, opekline, električni udari, ozljede od eksplozija i provale. Posebno, građevine moraju biti projektirane i izgrađene vodeći računa o pristupačnosti i uporabi od strane osoba smanjene pokretljivosti.

-Ispunjavanje uvjeta:

Važećim se *Pravilnikom o osiguranju pristupačnosti građevina osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti NN 78/2013*) prema čl. 1. propisuju uvjeti i način osiguranja nesmetanog pristupa, kretanja, boravka i rada osobama s invaliditetom i smanjene pokretljivosti (u daljnjem tekstu: pristupačnost) u građevinama javne i poslovne namjene.

U navedenom se Pravilniku građevina komunalne infrastrukture ne nalazi na popisu građevina javne i poslovne namjene, te nema obvezu ispunjavanja ovog uvjeta.

Sigurnost u korištenju primijenjena je u obradi penjalica i ljestava za silaženje u okna i crpne stanice, te poklopaca na ulaznim otvorima.



Zaštita od električnih instalacija prema Mapi 3/2. *Elektrotehnički projekt elektroinstalacija, automatike i zaštite od udara munje.*

B.1.6.5. Zaštita od buke

Građevina mora biti projektirana i izgrađena tako da buka koju zamjećuju korisnici ili osobe koje se nalaze u blizini ostaje na razini koja ne predstavlja prijetnju njihovu zdravlju i koja im omogućuje spavanje, odmor i rad u zadovoljavajućim uvjetima.

-Ispunjavanje uvjeta:

Građevina crpne stanice Sutona je locirana u naselju, na rivi, nedaleko kuća. Građevina crpne stanice Lukovice je locirana izvan naselja. Crpne stanice se izvode kao potpuno ukopane građevine. Crpna stanica ima gornju pokrovnu ploču. Na ulazu u crpnu stanicu postavlja se poklopac koji će biti zatvoren. Buka (na granici parcele) dokazati će se mjerenjem nultog stanja i stanja pri punom pogonu za dimenzionirani kapacitet od $Q=11,2$ l/s odnosno $Q=13$ l/s.

B.1.6.6. Gospodarenje energijom i očuvanje topline

Građevine i njihove instalacije za grijanje, hlađenje, osvjetljenje i provjetravanje moraju biti projektirane i izgrađene tako da količina energije koju zahtijevaju ostanu na niskoj razini, uzimajući u obzir korisnike i klimatske uvjete smještaja građevine. Građevine također moraju biti energetski učinkovite, tako da koriste što je moguće manje energije tijekom građenja i razgradnje.

-Ispunjavanje uvjeta:

Na objektu neće biti stalno zaposlenih. Predmetni objekt nije zgrada. Ne predviđa se grijanje niti hlađenje. Predviđeno je provjetravanje kontrolnih okana kroz otvore na poklopcu i crpna stanica koja se ventilira odzračnim cijevima.

B.1.6.7. Održiva uporaba prirodnih izvora

Građevine moraju biti projektirane, izgrađene i uklonjene tako da je uporaba prirodnih izvora održiva, a posebno moraju zajamčiti sljedeće:

1. ponovnu uporabu ili mogućnost reciklaže građevine, njezinih materijala i dijelova nakon uklanjanja
2. trajnost građevine
3. uporabu okolišu prihvatljivih sirovina i sekundarnih materijala u građevinama.

-Ispunjavanje uvjeta:

Za predmetnu građevinu ispunjenje se dokazuje na načina:

- Da se ne predviđa uklanjanje građevine.
- Trajnost je predviđena na min 40 godina.
- Primjenjuju se građevinski materijali s propisanom kvalitetom



B.1.7 Podatke iz elaborata o prethodnim istraživanjima i drugih elaborata, studija i podloga koji su od utjecaja na tehnička svojstva projektiranog dijela građevine i građevine u cjelini

B.1.7.1. Geomehanički istražni radovi

Geomehanički istražni radovi biti će prikazani u "Geomehaničkom elaboratu".

B.1.8 Podatke bitne za provedbu pokusnog rada s obrazloženjem potrebe za pokusnim radom i vremenom trajanja, ako u svrhu izdavanja uporabne dozvole postoji potreba ispitivanja ispunjenja temeljnih zahtjeva za građevinu pokusnim radom

Prema Zakonu o gradnji (NN 153/13) čl.143. ako u svrhu izdavanja uporabne dozvole postoji potreba ispitivanja ispunjenja temeljnih zahtjeva za građevinu pokusnim radom, investitor je obavezan početak pokusnog rada prijaviti tijelu graditeljstva te javnopravnom tijelu koje je utvrdilo posebne uvjete s tim u vezi.

Za predmetnu građevinu, zbog karaktera građevine ne predviđa se provedba pokusnog rada. Kako se radi o dvije crpne stanice u postupku dokazivanja kvalitete izvedbe treba izvesti:

- Za crpne stanice "Sutona" i "Lukovice": funkcionalno ispitivanje prema zahtjevima za strojarsku opremu i elektro-opremu zbog dokazivanja usklađenosti rada svih segmenata postrojenja, te načina izdvajanja i sigurnog zbrinjavanja otpada nastalog u tehnološkom procesu.

Podaci o funkcionalnom ispitivanju strojarske opreme navedene su u ovom tehničkom opisu te podaci o provedbi dokaza funkcionalnosti elektro-instalacija, automatike i zaštite od munje u *Mapi 3/2. Elektro-tehnički projekt*, ove projektne dokumentacije.

Tijekom funkcionalnog ispitivanja crpne stanice treba ispitati i dokazati:

- Protočni kapacitet crpne stanice*
- Razinu buke*
- Potrošnju energije.*

Navedena ispitivanja treba provesti čistom vodom koju treba osigurati (dovoz cisternama), te po mogućnosti koristiti za ispitivanje vodonepropusnosti cjevovoda i za funkcionalno ispitivanje crpke. Ispitivanja treba provesti sukladno *Pravilniku o tehničkim zahtjevima za građevine odvodnje otpadnih voda, kao i rokovima obvezne kontrole ispravnosti građevina odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda (NN 3/11)*.

Funkcionalna ispitivanja trebaju biti planirana sa svom pratećom dokumentacijom (mjerni i kontrolni listovi, izvješća itd.).



B.1.9 Mogućnost i uvjete uporabe projektiranog dijela građevine prije dovršetka građenja cijele građevine, ako postoji potreba da se dio građevine počne rabiti prije dovršetka cjelokupne građevine

Građevina se izvodi u cijelosti.

B.1.10 Projektirani vijek uporabe i uvjete za održavanje projektiranog dijela građevine.

B.1.10.1. Projektirani vijek uporabe građevine

Vijek uporabe građevine, odnosno postrojenja ovisi o mnogo faktora.

Najbitniji su kvaliteta opreme, stručna montaža te posebno stručno održavanje. U Pravilniku o amortizaciji (NN 54/62) dana je vrlo gruba raspodjela opreme, pa se postrojenje ne spominje izrijekom. Specijalizirana literatura (npr. KSB – Kreiselpumpen, Lexikon) daje slijedeće podatke.

- zgrada (građevina) 40 godina
- strojarska oprema (npr. crpke) 15 godina
- cjevovodi (kao instalacija) 40 godina

S druge strane iskustvo govori da se uz dobro održavanje vijek trajanja strojarske opreme može produljiti na 20 do 25 godina.

B.1.10.2. Uvjeti za održavanja projektiranog dijela građevine

B.1.10.2.1. Općenito

Održavanje građevine je izvedba građevinskih i drugih radova na postojećoj građevini radi očuvanja temeljnih zahtjeva za građevinu tijekom njezina trajanja, kojima se ne mijenja usklađenost građevine s lokacijskim uvjetima u skladu s kojima je izgrađena (Zakon o gradnji čl.2 podstavak 12. (NN153/13).

Prema čl.54 Zakona o gradnji (NN153/13) izvođač je dužan sastaviti pisanu izjavu o izvedenim radovima i o uvjetima održavanja građevine.

Sukladno čl.150 "Vlasnik građevine odgovoran je za njezino održavanje. Vlasnik građevine dužan je osigurati održavanje građevine tako da se tijekom njezina trajanja očuvaju temeljni zahtjevi za građevinu te unapređivati ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu, energetske svojstava zgrada i nesmetanog pristupa i kretanja u građevini.



U slučaju oštećenja građevine zbog kojeg postoji opasnost za život i zdravlje ljudi, okoliš, prirodu, druge građevine i stvari ili stabilnost tla na okolnom zemljištu, vlasnik građevine dužan je poduzeti hitne mjere za otklanjanje opasnosti i označiti građevinu opasnom do otklanjanja takvog oštećenja".

Sukladno čl.151. "Održavanje građevine te poslove praćenja stanja građevine, povremene godišnje preglede građevine, izradu pregleda poslova za održavanje i unapređivanje ispunjavanja temeljnih zahtjeva za građevine i druge slične stručne poslove vlasnik građevine, odnosno osoba koja obavlja poslove upravljanja građevinama prema posebnom zakonu mora povjeriti osobama koje ispunjavaju uvjete za obavljanje tih poslova propisane posebnim zakonom".

Sukladno čl.152. "Uvjete za održavanje i unapređivanje ispunjavanja temeljnih zahtjeva za građevinu, energetskih svojstava zgrada i nesmetanog pristupa i kretanja u građevini te način ispunjavanja i dokumentiranja ispunjavanja ovih zahtjeva i svojstava, propisuje ministar pravilnikom.

Održavanje treba biti usklađeno s Pravilnikom o održavanju građevina (NN 122/2014).

Također, održavanje mora biti u skladu s pravilnikom o održavanju objekata komunalne infrastrukture nadležnog komunalnog poduzeća koje će, kao krajnji korisnik, preuzeti istu na održavanje. U tom smislu Pravilnikom treba biti obuhvaćeno:

1. Redovno održavanje
2. Izvanredno održavanje

B.1.10.2.2. Redovito održavanje

Redovito održavanje jest preventivno pregledavanje građevine odnosno njezinih dijelova i preventivno izvođenje radova kojima se sprječava gubitak svojstava građevine i njezine funkcionalnosti definirane namjenom u projektu građevine, kao i izvođenje radova na zamjeni, dopuni i/ili popuni dijelova građevine u razmacima i opsegu određenim projektom građevine ili zbog narušenog svojstva i/ili funkcionalnosti tih dijelova kojem uzrok nije kakav izvanredni događaj. U redovno održavanje na predmetnoj građevini spadaju sljedeći radovi:

- sistematski pregled crpne stanice "Sutiona" i "Lukovice"
- sistematski pregled tlačnih cjevovoda
- sistematski pregled dovodnih i odvodnih cjevovoda
- kontrola prodora cijevi kroz zidove armirano-betonskog prekidnog okna
- kontrola zatvarača (zasuna)
- održavanje čistoće građevine crpne stanice
- održavanje pristupne ceste

Sistematskim pregledom obavlja se vizualni pregled obilaskom objekta i trase cjevovoda i uočavanjem svih nepravilnosti uz otvaranje poklopaca revizijskih okana, utvrđivanje uleknuća na cesti i okolnome terenu, uočavanje izbijanja vode na površinu, utvrđivanje bujanja zelenila u blizini cjevovoda, utvrđivanje i zamjenu polomljenih poklopaca revizijskih okna, povratnih ventila, crpki i ostale opreme prema uputama isporučitelja.



Ovakve preglede obavljati minimalno dva puta godišnje uz ispunjavanje dnevnika vizualnog pregleda. Opremu pregledavati češće, tj. minimum jednom u 3 mjeseca, odnosno prema uputama isporučitelja.

Ukoliko se prilikom pregleda ukaže potreba za ispiranjem cjevovoda uslijed zamuljenja, začepljenja i sl., treba napraviti plan ispiranja uz utvrđivanje uzroka, uporabu odgovarajućih alata, provedbu zaštitnih mjera, vađenje i transport materijala koji je uzrokovao začepljenje.

B.1.10.2.3. Održavanje sustava u izvanrednim uvjetima

Izvanredno održavanje jest izvođenje radova na zamjeni, dopuni i/ili popuni dijelova građevine nakon kakvog izvanrednog događaja nakon kojega građevina odnosno njezin dio više nije uporabljiv (npr. potres, požar, prirodno urušavanje tla, poplava, prekomjeran utjecaj vjetrova, leda i snijega i sl.) odnosno ako je građevina ili njezin dio zbog nepropisnog održavanja ili kojeg drugog razloga dovedena u stanje u kojem više nije uporabljiva.

Ovo održavanje se odnosi na izvanredne uvjete koji uzrokuju poremećaj rada sustava, a to su:

- opće opasnosti kao rat i elementarne nepogode (zemljotres, poplava, suša, klizanje terena, požar i sl.)
- veći zastoji u opskrbi električnom energijom
- veće havarije na cjevovodima i crpkama

Za takve okolnosti treba nadležno komunalno poduzeće imati razrađene postupke svojim pravilnikom, a sve se odnosi na pripremu i organizaciju sanacije nastale štete, te suradnju s ostalim poduzećima koja mogu doprinijeti brzom otklanjanju štete.

B.1.10.2.4. Uvjeti održavanja

Održavanje kao organizacijski oblik ima zadatak da održi postrojenje u dobroj kondiciji za cijelo vrijeme eksploatacije.

Operativno osoblje (rukovaoci) svakodnevno prate rad postrojenja - crpne stanice i vode njegovu eksploataciju sukladno potrebama sustava.

Osoblje održavanja pak svoje djelovanje vrši kroz tekuće održavanje, kroz godišnje remonte i druge preventivne mjere. Korisnik se brine o organizacijskoj formi održavanja, tj. odlučuje o tome da li je služba centralizirana i kakve ima organizacijske jedinice. Posebnu važnost ima i zaliha rezervnih dijelova.

Održavanje i eksploatacija crpnih stanica mora se obavljati sukladno uputama koje daje isporučitelj opreme.



Upute za posluživanje i održavanje popratni su dokumenti opreme, koji moraju sadržavati uputu za puštanje u rad i zaustavljanje uređaja, uputu za kontroliranje uređaja za vrijeme rada, uputu za održavanje crpnih stanica za vrijeme rada i kad je uređaj izvan pogona, a i dopunske upute uvjetovane eventualnim specifičnostima konstrukcije ili namjene opreme.

Uputa za puštanje u rad i zaustavljanje crpne stanice mora biti jasna, s potankim objašnjenjima načina puštanja u rad (osobito prvog puštanja) i zaustavljanja crpne stanice. Crpna stanica se mora puštati u rad i zaustavljati prema danoj uputi.

Uputa za kontroliranje crpne stanice za vrijeme rada mora biti jasna, mora se primjenjivati posebice u vrijeme početka rada – «uhodavanja» nove crpke.

Uputa za održavanje crpne stanice za vrijeme rada i kad je crpna stanica izvan pogona mora biti jasna, s potankim objašnjenjima tekućih radova na uređaju tijekom eksploatacije. Tom se uputom moraju odrediti vrsta i kakvoća maziva, vremenski razmaci za zamjenu maziva u ležajevima, kontroliranje jesu li vratilo pogonskog motora u istoj osi ili usporedni, te vremenski razmaci za obavljanje tekućih i generalnih pregleda i popravka, s opisom poslova što se pri tome moraju obaviti.

U tehničkoj dokumentaciji crpne stanice moraju biti navedene specifičnosti svakog uređaja vezane za normalan i siguran rad uređaja i uređaja u sklopu postrojenja.

Sklopni crtež crpne stanice popratni je dokument u koji moraju biti uneseni svi detalji, podsklopovi i sklopovi s brojevima pozicija, tako da se prema njemu c.stanica može montirati ili demontirati. U sklopnom crtežu moraju biti obilježeni i dijelovi što se nabavljaju kao rezervni dijelovi.

Uz crpnu stanicu treba dati i katalog rezervnih dijelova.

Tehnički opis crpne stanice popratni je dokument što mora sadržavati kratki prikaz konstrukcije crpne stanice uz posebice istaknute eventualne specifičnosti konstruktivne izvedbe oslanjanja, uležištenja okretnih dijelova, sustava za podmazivanje, brtvljenje i sl.

Tehnički opis crpne stanice mora sadržavati i podatke o vrsti, značajkama i smjeru okretanja pogonskog motora. U tehničkom opisu treba se ukratko objasniti i princip rada uređaja.

Za vrijeme eksploatacije crpne stanice moraju se provoditi mjere tehničke zaštite, kao što su:

- uređajem može rukovati samo osoba koja ima odgovarajuću kvalifikaciju;
- za vrijeme rada uređaja ne smije se prilaziti okretnim dijelovima, koji moraju biti zaštićeni oklopima što se mogu skidati;
- u prostoriji za smještaj opreme mora postojati mogućnost da se zrak osvježava

Proizvođač mora dati uputu za tehničku zaštitu uvjetovanu eventualnim specifičnostima opreme.

Na lako pristupačnome i vidljivome mjestu uređaja mora biti postavljena pločica proizvođača s ovim podacima:

- oznaka uređaja;
- naziv proizvođača ili znak proizvođača;
- proizvodni broj i godina proizvodnje;

Pločica može sadržavati i druge podatke ovisno o namjeni pojedinog uređaja- crpne stanice.

Smjer protjecanja radnog fluida kroz, npr. crpku mora biti obilježen na vidljivome mjestu vanjske površine kućišta, u obliku ravne strelice koja treba biti odlivena. Smjer se protjecanja radnog fluida može obilježiti i na drugi način, uz uvjet da to bude trajno.

Dimenzije priključnih mjesta moraju biti usklađene s hrvatskim standardima. Na ugradbenom crtežu opreme moraju biti dane dimenzije priključnih mjesta.

Posebno je potrebno dostaviti podatke o podmazivanju, koji moraju obuhvatiti kvalitetu maziva, količine i dinamiku podmazivanja.

Pri izradi uputa za upotrebu i održavanje, treba paziti da priloženi crteži na koje se upute pozivaju, mogu i smiju biti samo crteži izvedenog stanja.

B.1.10.2.5. Rezervni dijelovi

Izvoditelj treba predložiti listu rezervnih dijelova za ugrađenu opremu, neophodnu za nesmetani pogon u trajanju od 5 (pet) godina.

Konačni izbor rezervnih dijelova izvršit će nadzorni inženjer Investitora.

Rezervne dijelove za navedenih 5 godina rada se ugovora zajedno s isporukom opreme.

Rezervni dijelovi moraju biti odgovarajuće konzervirani i uskladišteni.

B.1.11 Prikaz mjera zaštite na radu objekta u uporabi

B.1.11.1. Općenito



U ovom projektu sadržana su tehnička rješenja za primjenu svih pravila zaštite na radu.

Izvođač radova dužan je obavljati radove u skladu s pravilima zaštite na radu na temelju plana o uređenju gradilišta u kojem su obuhvaćene i sve specifičnosti organizacije gradilišta i tehnologije koju će primijeniti. Zato je za vrijeme izvođenja radova na objektu potrebno osigurati stručni nadzor nad izvođenjem, te primjenu svih propisa u građevinarstvu.

Tokom gradnje treba kontrolirati kvalitetu ugrađene opreme i materijala te ju atestima i dokazati.

Prije probnog pogona obaviti pregled kompletne građevine sa svom ugrađenom opremom kao cjeline od strane ovlaštene tvrtke iz područja zaštite na radu uz izdavanje isprava za sve uređaje s povećanim opasnostima.

B.1.11.2. Mjere zaštite na radu

Crpna stanica otpadne vode u biti predstavlja relativno jednostavnu građevinu koja kao cjelina služi za transport otpadne vode prikupljene kanalizacijskim sustavom do prekidnog okna.

Projekt se odnosi na prikaz tehničkih rješenja za primjenu pravila zaštite na radu u prostorijama i otvorenim prostorima gdje je instalirana strojarska i hidromehanička oprema.

U ovom dijelu projekta obrađena je strojarska tehnološka oprema koja je u direktnoj funkciji obrade otpadne vode, te će se mjere zaštite na radu prvenstveno odnositi na strojarsku opremu koja se ugrađuju u pojedine objekte.

Generalno, sva strojarska oprema koja se nabavlja na tržištu mora biti izrađena u skladu s propisima zaštite na radu. Proizvođač je dužan pribaviti ispravu od ovlaštene ustanove, odnosno trgovačkog društva kojom se potvrđuje da je stroj ili uređaj proizveden u skladu s propisima zaštite na radu.

Svi radnici koji rade na održavanju objekata kanalizacijskih sustava moraju pohađati i polagati tečaj za osposobljavanje u vršenju takvog posla i biti upućeni u primjenu zaštite. Naročitu pažnju treba posvetiti zaštiti od biološkog onečišćenja stalnom osobnom higijenom jer su u objektu prisutne fekalije i sličan otpad koji dotiče javnom kanalizacijskom mrežom u crpnu stanicu.

U objekt crpne stanice omogućen je pristup samo zaposlenim osobama. Sve osobe koje ulaze u objekt crpne stanice moraju imati propisanu zaštitnu odjeću. Poklopac okna crpne stanice je zatvoren i zaključan.

B.1.11.3. Opasnosti koje proizlaze iz procesa rada i načini otklanjanja tih opasnosti

U skladu s propisima, strojarska i hidromehanička oprema izvedena je tako da u normalnom pogonu ne predstavlja opasnost za život i zdravlje osoblja.

Obzirom na provedeni stupanj automatizacije, prisustvo rukovaoca u postrojenju ograničeno je na kontrolne obilaske i obavljanje radova na tekućem održavanju.

U toku eksploatacije crpne stanice povremeno će se javiti potreba za izvođenjem većih remontnih radova.

B.1.11.4. Opće značajke provedenih mjera zaštite u normalnom pogonu

Svi pogonski motori strojeva i uređaja izvedeni su i ugrađeni tako da u normalnom radu ne predstavljaju opasnost po osobe koje se nalaze ili prolaze u njihovoj blizini.

Svi pokretni dijelovi strojeva i uređaja zaštićeni su odgovarajućim štitnicima i poklopcima koji onemogućavaju slučajni dodir u toku normalnog rada i opsluživanja. Štitnici i poklopci na siguran su način pričvršćeni na nepokretne dijelove strojeva i uređaja.

Svi otvori na površinama predviđenim za komunikaciju oko uređaja i strojeva zaštićeni su odgovarajućim prekrivalima.

Temeljenje svih strojeva i uređaja izvedeno je tako da su buka i vibracije, koji nastaju kao posljedica njihovog rada, unutar zakonom i tehničkim normativima propisanih granica. Obzirom da prostorije u crpnoj stanici ne spadaju u radne prostorije sa trajnim boravkom ljudi, razina buke mjerena na udaljenosti od 1,0 m od bilo kojeg stroja ili uređaja i na visini od 1,5 m ne prelazi 90 dB. Najveći izvor buke su crpke, ali se one se nalaze u crpnom bazenu. Crpke su u toku rada djelomično uronjene u otpadnu vodu te i to djelomice prigušuje buku samih crpki.

Strojevi i uređaji koji koriste tekuća sredstva za podmazivanje, brtvljenje, hlađenje i slično, opremljeni su odgovarajućim sabirnicama u svrhu sprječavanja njihovog razlijevanja unutar ili izvan objekta.

Svi strojevi i uređaji snabdjeveni su lako uočljivim natpisima ili pločicama s podacima o proizvođaču, tipu, godini proizvodnje i osnovnim tehničkim podacima, kao i naznakom smjera gibanja njihovih pokretnih dijelova ili smjerom protoka radnog medija, ako je to bitno za njihovo funkcioniranje.



Kontrolni i signalni elementi na strojevima i uređajima postavljeni su tako da ih je moguće lako vidjeti bez posebnog naprezanja.

Svi dijelovi strojeva i uređaja koji nisu presvučeni izolacijom, a stoje pod naponom prema zemlji većim od 42 V, zaštićeni su od slučajnog dodira odgovarajućim poklopcima, a kućišta istih su uzemljena.

B.1.11.5. Postupci pri izvođenju većih radova na popravcima

U toku izvođenja radova na montaži, kao i u toku izvođenja većih radova u toku eksploatacije postrojenja, odnosno uvijek kada karakter radova zahtijeva uklanjanje predviđenih zaštitnih elemenata, pri radu se treba striktno pridržavati, u daljnjem tekstu, navedenih općih načela, kao i svih važećih propisa koji se odnose na tu vrstu radova.

U toku rada strojeva i uređaja zabranjeno je skidanje štitnika i zaštitnih poklopaca, te pristup pokretnim dijelovima i dijelovima pod naponom. Prilikom obavljanja radova na spomenutim dijelovima, stroj ili uređaj treba biti isključen, a glavni osigurači izvađeni. Na vidljivom mjestu, pored ormara s osiguračima i sklopnicima, treba biti postavljena tabla propisanog oblika, boje i dimenzija, s upozorenjem da su radovi u toku i zabranom uključanja dovoda električne energije.

Za dizanje i prenošenje dijelova i materijala čija je masa veća od 30 kg treba koristiti dizalicu ili druga pomoćna ručna ili mehanizirana sredstva. Pri radu s dizalicom ili drugim pomoćnim ručnim ili mehaniziranim sredstvima striktno se treba pridržavati uputa proizvođača. Strogo je zabranjeno stajati ili prolaziti ispod tereta.

Strogo je zabranjen pristup na površine koje su u normalnom pogonu na dohvat pokretnim dijelovima opreme, a da prethodno, kroz opisane postupke, nije izbjegnuta mogućnost slučajnog uključanja opreme.

U slučaju skidanja zaštitnih pokrivala otvora ili kanala radi izvođenja radova na održavanju, isti moraju biti zaštićeni pokretnim ogradama i propisano označeni kako ne bi došlo do slučajnog pada i povrede.

Pri upravljanju crpnom stanicom otpadne vode, dosljedno se treba pridržavati uputa za rukovanje i održavanje koje je dužan izraditi izvođač radova, kao i uputa za rukovanje i održavanje za svaki instalirani stroj ili uređaj. Sve upute moraju biti na hrvatskom jeziku i pisane latiničnim pismom.

Ako posebnim propisima nisu određeni drugi rokovi, strojeve i uređaje s povećanim opasnostima potrebno je ispitati:



- prije njihovog stavljanja u upotrebu
- najmanje jednom nakon dvije godine njihove upotrebe
- poslije rekonstrukcije, a prije ponovnog korištenja
- prije početka korištenja na novom mjestu upotrebe, ako su strojevi i uređaji premješteni s jednog mjesta rada na drugo, te su zbog toga demontirani i ponovno montirani.

B.1.12 Završene napomene

U crpnoj stanici nema stalne posade, a kontrola rada se obavlja pomoću senzora. Boravak radnika na lokaciji crpne stanice je samo povremen, u svrhu kontrole objekta i uređaja u njemu, te eventualni servisni radovi na održavanju opreme i objekta.

Nakon montaže predviđene opreme, a prije njenog puštanja u pogon, potrebno je provesti tlačno ispitivanje, te probni pogon iste.

Na kraju napominjemo da sve radove treba izvesti prema priloženim nacrtima, tehničkom opisu, tehničkim uvjetima izvođenja i troškovniku jer u protivnom projektant ne može garantirati funkcionalnost objekta.

Ukoliko se naiđe na poteškoće ili stanje koje nije predviđeno ovom projektnom dokumentacijom, treba se konzultirati s nadzornom službom i projektantom.

Projektant:

Mladen Lišnjić, dipl.ing.građ.



Investitor: **"VODOVOD DUBROVNIK" d.o.o., DUBROVNIK**

Građevina: **SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA NA OTOKU LOPUDU**

Vrsta projekta: **Glavni projekt – građevinski projekt i projekt ugradnje opreme**

B.2. TEHNIČKI PRORAČUNI

- B.2.1. Hidraulički proračun visine dizanja i potrebnog radnog volumena crpnog bazena za CS Sutiona
- B.2.2. Hidraulički proračun visine dizanja i potrebnog radnog volumena crpnog bazena za CS Lukovice
- B.2.3. Proračun potrebne debljine stjenke iz nehrđajućeg čelika
- B.2.4. Statički proračun crpne stanice
- B.2.4.1. Proračun uzgona

Zagreb, svibanj 2016. godine



B.2.1. Hidraulički proračun visine dizanja i potrebnog radnog volumena crpnog bazena za CS Sutiona

Crpna stanica ima 2 ugrađene crpke, svaka kapaciteta ~12 l/s. Jedna je crpka radna, a druga pričuvena. Sustav crpljenja treba biti automatiziran.

Ulazni parametri za dimenzioniranje crpne stanice:

Maksimalni satni dotok u crpnu stanicu:

$$Q_{\text{maks,sat}} = 10,8 \text{ l/s}$$

Potrebni kapacitet crpljenja:

$$Q \sim 12 \text{ l/s}$$

Srednja geodetska visina dizanja:

(srednja razina vode radnog volumena u crpnom bazenu)

$$H_{\text{geod.min.}} = 10,15 \text{ m}$$

$$H_{\text{geod.maks.}} = 10,65 \text{ m}$$

$$H_{\text{geod.sr.}} = 10,4 \text{ m}$$

Tlačni cjevovod:

Postojeći tlačni cjevovod:

GGG DN150 mm → du = 137,4 mm

Dužina tlačnog cjevovoda: L ~ 541 m

Minimalni potrebni volumen crpnog bazena:

$$V_{\text{min}} = \frac{0,9 \cdot Q}{n}$$

Q – kapacitet crpke

n – broj uključivanja crpke u jednom satu

Realno, crpke imaju dozvoljen znatno viši broj uključivanja u satu (oko 30), ali zbog sigurnosti kod većih dotoka u CS npr. dugotrajni kišni period, odabran je dozvoljeni broj uključivanja n = 8

- minimalni potrebni volumen crpnog bazena iznosi:

$$V_{\text{min}} = \frac{0,9 \cdot Q}{n} = \frac{0,9 \cdot 12}{8} = 1,35 \text{ m}^3$$



Radni volumen crpnog bazena:

$$V_{\text{radno}} = A \times h_{\text{radno}}$$

h_{radno} – radna visina vode u crpnom bazenu

A – površina crpnog bazena

- površina crpnog bazena kružnog presjeka:

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$$

d – promjer crpnog bazena [m]

$d = 2,4 \text{ m} \rightarrow$ unutarnji promjer crpnog bazena = 2,32 m

$$A = 4,227 \text{ m}^2$$

- radna visina crpnog bazena [m]

$$h_{\text{radno}} = \frac{V_{\text{min}}}{A} = \frac{1,35}{4,227} = 0,32 \text{ m} \rightarrow \text{usvojeno } h_{\text{radno}} = 0,5 \text{ m}$$

Odabrana visina vode u crpnom bazenu iznosi $h_{\text{radno}} = 0,5 \text{ m}$ (radna visina vode između kota uključivanja i gašenja crpki u crpnom bazenu).

Radni volumen crpnog bazena crpne stanice je razlika između kote uključivanja i isključivanja crpki. Ukupni volumen crpnog bazena uvećan je za količinu vode koja se ne može iscrpiti iz bazena crpne stanice. Nivoi vode u crpnom bazenu odabrani su tako da se osigura potopljenost crpke u svakom trenutku (u bilo kojem režimu rada). Minimalna visina vode u crpnom bazenu iznosi 0,92 m i na toj koti se moraju ugasiti crpke. Zaštita crpki od rada na suho je na razini 0,72 m iznad dna crpnog bazena (vidi grafički prilog C ovog projekta).

- radni volumen crpnog bazena iznosi:

$$V_{\text{radno}} = A \times h_{\text{radno}} = 4,227 \text{ m}^2 \times 0,5 \text{ m} = 2,114 \text{ m}^3$$

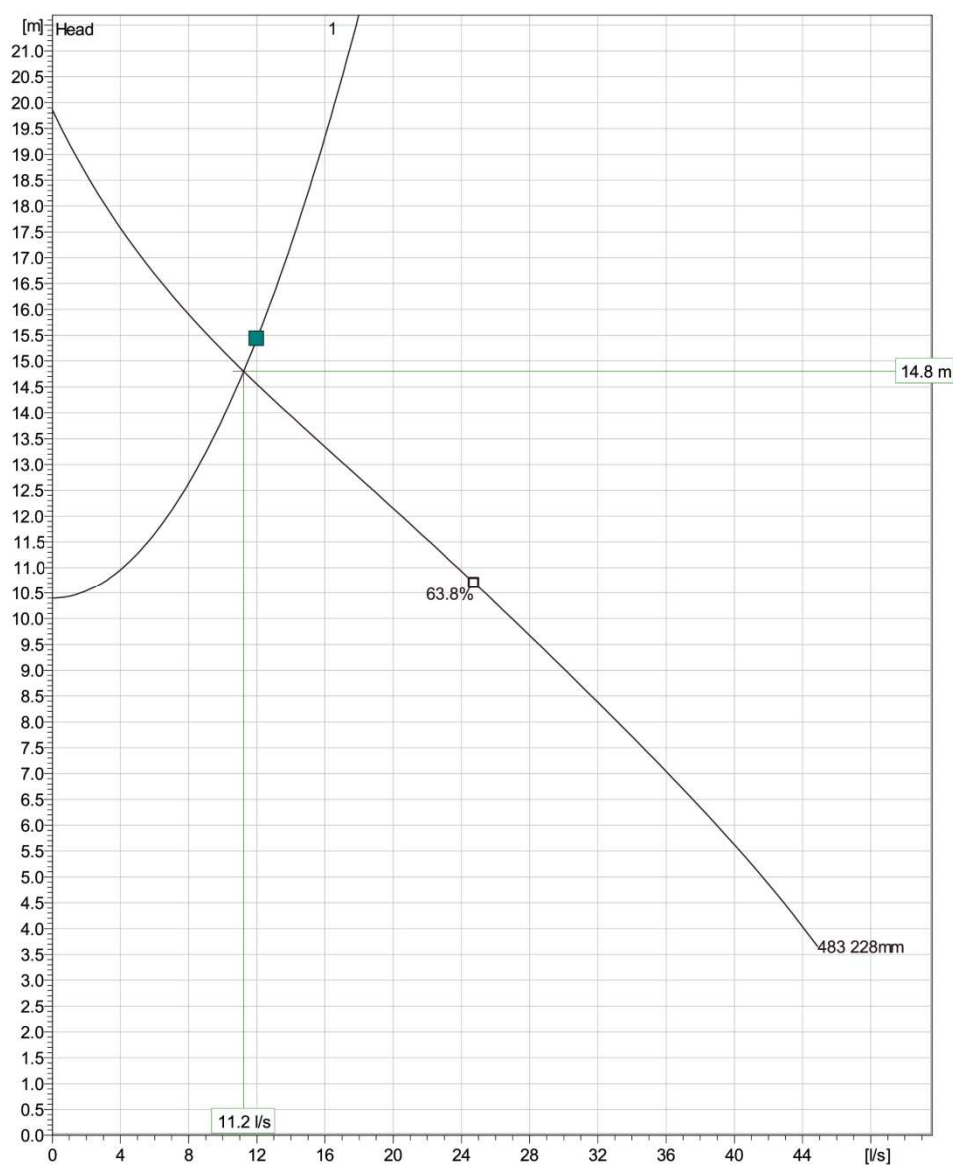


Odabir crpki vršen je računalnim programom jednog proizvođača crpke prema ulaznim parametrima:

- kota terena crpne stanice: +0,80 m
- niveleta dovodnog gravitacijskog cjevovoda u crpnu stanicu: -0,99 m
- niveleta izlaza tlačnog cjevovoda iz crpne stanice: -0,77 m
- niveleta izljeva tlačnog cjevovoda: +8,96 m
- maksimalni dotok u crpnu stanicu: 10,8 l/s
- usvojeni kapacitet za odabir crpke: 12 l/s
- stop crpke: -1,69 m
- start crpke: -1,19 m
- srednja geodetska visina dizanja: 10,4 m
- maksimalna geodetska visina dizanja: 10,652 m
- broj uključivanja crpke/sat: 8 n
- minimalni radni volumen crpnog bazena: 1,35 m³
- radna visina vode u crpnom bazenu: 0,5 m
- ukupni radni volumen crpnog bazena: 2,11 m³
- materijal tlačnog cjevovoda: GGG cijevi
- vanjski promjer tlačnog cjevovoda: DN150 mm
- unutarnji promjer tlačnog cjevovoda: Ø137,4 mm
- dužina tlačnog cjevovoda: 541 m
- hrapavost cjevovoda: 1
- volumen tlačnog cjevovoda: 8,02 m³

Prema zadanim ulaznim parametrima računalni program je proračunao krivulju sustava tj. krivulju svih gubitaka u tlačnom cjevovodu (linijske i lokalne gubitke) u koju je uključena i geodetska visina dizanja.

U nastavku su prikazani rezultati proračuna otpora u tlačnom cjevovodu te Q - H krivulja crpke koja za zadane uvjete dizanja daje traženi protok od ~ 12 l/s.


Slika 1

Q – H krivulja crpke Sutona (1+1) sa ucrtanom karakterističnom krivuljom tlačnog cjevovoda uz $H_{\text{geod.sr.}} = 10,4 \text{ m}$

Osnovne karakteristike odabrane crpke u traženoj radnoj točki:

- dobava: $Q = 11,2 \text{ l/s}$
- visina dizanja: $H = 14,8 \text{ mVS}$
- nazivna snaga el.motora: $N = 4,7 \text{ kW}$
- broj okretaja: $n = \text{do } 1460 \text{ o/min}$



B.2.2. Hidraulički proračun visine dizanja i potrebnog radnog volumena crpnog bazena za CS Lukovica

Crpna stanica ima 2 ugrađene crpke, svaka kapaciteta 12 l/s. Jedna je crpka radna, a druga pričuvna. Sustav crpljenja treba biti automatiziran.

Ulazni parametri za dimenzioniranje crpne stanice:

Maksimalni satni dotok u crpnu stanicu:

$$Q_{\text{maks,sat}} = 10,8 \text{ l/s}$$

Potrebni kapacitet crpljenja:

$$Q \sim 12 \text{ l/s}$$

Srednja geodetska visina dizanja:

(srednja razina vode radnog volumena u crpnom bazenu)

$$H_{\text{geod.min.}} = 7,27 \text{ m}$$

$$H_{\text{geod.maks.}} = 7,77 \text{ m}$$

$$H_{\text{geod.sr.}} = 7,52 \text{ m}$$

Tlačni cjevovod:

Ukupna dužina tlačnog cjevovoda $L=623,5 \text{ m}$

Ranije izvedena dionica tlačnog cjevovoda:

GGG DN150 mm $\rightarrow du = 137,4 \text{ mm}$, $L \sim 231,8 \text{ m}$

Novoprojektirana dionica tlačnog cjevovoda

PEHD dv160/10 bara $\rightarrow du = 144,6 \text{ mm}$, $L \sim 391,7 \text{ m}$

Minimalni potrebni volumen crpnog bazena:

$$V_{\text{min}} = \frac{0,9 \cdot Q}{n}$$

Q – kapacitet crpke

n – broj uključivanja crpke u jednom satu

Realno, crpke imaju dozvoljen znatno viši broj uključivanja u satu (oko 30), ali zbog sigurnosti kod većih dotoka u CS npr. dugotrajni kišni period, odabran je dozvoljeni broj uključivanja $n = 8$

- minimalni potrebni volumen crpnog bazena iznosi:

$$V_{\text{min}} = \frac{0,9 \cdot Q}{n} = \frac{0,9 \cdot 12}{8} = 1,35 \text{ m}^3$$



Radni volumen crpnog bazena:

$$V_{\text{radno}} = A \times h_{\text{radno}}$$

h_{radno} – radna visina vode u crpnom bazenu

A – površina crpnog bazena

- površina crpnog bazena kružnog presjeka:

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4}$$

d – promjer crpnog bazena [m]

$$d = 2,4 \text{ m} \rightarrow \text{unutarnji promjer crpnog bazena} = 2,32 \text{ m}$$

$$A = 4,227 \text{ m}^2$$

- radna visina crpnog bazena [m]

$$h_{\text{radno}} = \frac{V_{\text{min}}}{A} = \frac{1,35}{4,227} = 0,32 \text{ m} \rightarrow \text{usvojeno } h_{\text{radno}} = 0,5 \text{ m}$$

Odabrana visina vode u crpnom bazenu iznosi $h_{\text{radno}} = 0,5 \text{ m}$ (radna visina vode između kota uključivanja i gašenja crpki u crpnom bazenu).

Radni volumen crpnog bazena crpne stanice je razlika između kote uključivanja i isključivanja crpki. Ukupni volumen crpnog bazena uvećan je za količinu vode koja se ne može iscrpiti iz bazena crpne stanice. Nivoi vode u crpnom bazenu odabrani su tako da se osigura potopljenost crpke u svakom trenutku (u bilo kojem režimu rada). Minimalna visina vode u crpnom bazenu iznosi 0,92 m i na toj koti se moraju ugasiti crpke. Zaštita crpki od rada na suho je na razini 0,72 m iznad dna crpnog bazena (vidi grafički prilog C ovog projekta).

- radni volumen crpnog bazena iznosi:

$$V_{\text{radno}} = A \times h_{\text{radno}} = 4,227 \text{ m}^2 \times 0,5 \text{ m} = 2,114 \text{ m}^3$$

Odabir crpki vršen je računalnim programom jednog proizvođača crpke prema ulaznim parametrima:

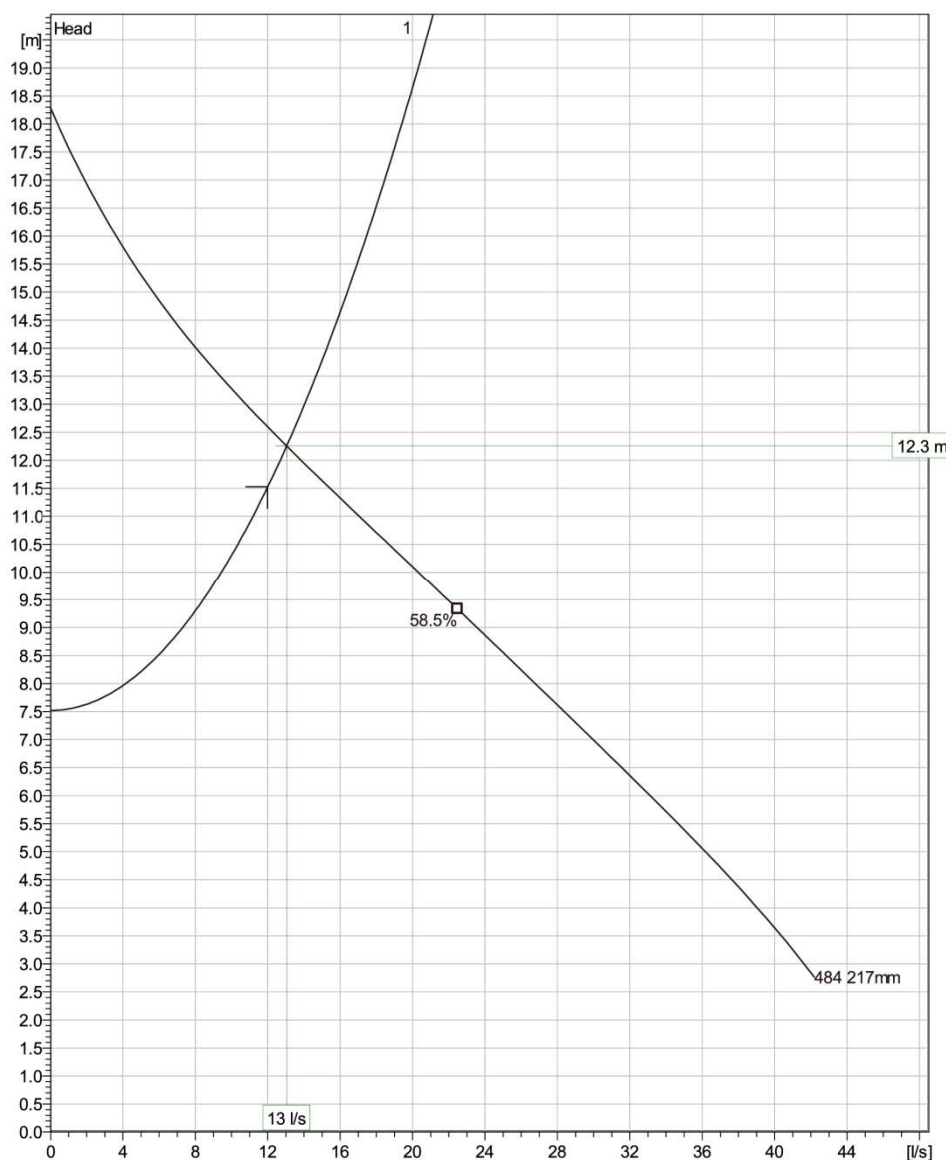
- kota terena crpne stanice: +8,92 m
- niveleta dovodnog gravitacijskog cjevovoda u crpnu stanicu: +7,19 m



- niveleta izlaza tlačnog cjevovoda iz crpne stanice: 7,22 m
- niveleta izljeva tlačnog cjevovoda: +14,26 m
- maksimalni dotok u crpnu stanicu: 10,8 l/s
- usvojeni kapacitet za odabir crpke: 12 l/s
- stop crpke: +6,49 m
- start crpke: +6,99 m
- srednja geodetska visina dizanja: 7,52 m
- maksimalna geodetska visina dizanja: 7,77 m
- broj uključivanja crpke/sat: 8 n
- minimalni radni volumen crpnog bazena: 1,35 m³
- radna visina vode u crpnom bazenu: 0,5 m
- ukupni radni volumen crpnog bazena: 2,11 m³
- materijal postojećeg dijela tlačnog cjevovoda: GGG cijevi
- vanjski promjer postojećeg dijela tlačnog cjevovoda: DN150 mm
- unutarnji promjer postojećeg dijela tlačnog cjevovoda: Ø137,4 mm
- dužina postojećeg dijela tlačnog cjevovoda: 231,8 m
- hrapavost postojećeg dijela tlačnog cjevovoda: 1
- materijal novog dijela tlačnog cjevovoda: PEHD cijevi
- vanjski promjer novog dijela tlačnog cjevovoda: Ø160 mm
- unutarnji promjer novog dijela tlačnog cjevovoda: Ø144,6 mm
- dužina novog dijela tlačnog cjevovoda: 391,7 m
- hrapavost novog dijela tlačnog cjevovoda: 0,4
- ukupni volumen tlačnog cjevovoda: 9,87 m³

Prema zadanim ulaznim parametrima računalni program je proračunao krivulju sustava tj. krivulju svih gubitaka u tlačnom cjevovodu (linijske i lokalne gubitke) u koju je uključena i geodetska visina dizanja.

U nastavku su prikazani rezultati proračuna otpora u tlačnom cjevovodu te Q - H krivulja crpke koja za zadane uvjete dizanja daje traženi protok od ~ 12 l/s.


Slika 2

Q – H krivulja crpke Lukovice (1+1) sa ucrtanom karakterističnom krivuljom tlačnog cjevovoda uz $H_{\text{geod.sr.}} = 7,52 \text{ m}$

Osnovne karakteristike odabrane crpke u traženoj radnoj točki:

- dobava: $Q = 13 \text{ l/s}$
- visina dizanja: $H = 12,3 \text{ mVS}$
- nazivna snaga el.motora: $N = 4,7 \text{ kW}$
- broj okretaja: $n = \text{do } 1460 \text{ o/min}$

Potrebne karakteristike crpki određene su hidrauličkim proračunom. **Iako je hidrauličkim proračunom predložen određen tip crpke, mogu se koristiti i crpke drugih proizvođača istih hidrauličkih karakteristika, kvalitete te orijentacijskih dimenzija, sve u skladu sa**



zahtjevima danim u hidrauličkom proračunu, ali uz eventualne manje modifikacije u vertikalnoj sekciji tlačnih cjevovoda.

B.2.3. Proračun potrebne debljine stjenke iz nehrđajućeg čelika

Dodatak c_1 dodaje se zbog tolerancija izrade čeličnih limova od kojih se proizvode cijevi.

Dodatak c_2 (korozija i trošenje) za cjevovode od nehrđajućeg čelika nema značaja pa je njegov iznos nula.

Ovdje navedene debljine stjenke su minimalne, a u slučaju problema kod nabave u dogovoru s investitorom moguće je odabrati i veće debljine stjenke.

Napomena:

Proračunate debljine stjenke cijevi odnose se samo na ravne dionice cjevovoda, a T-komadi i cijevni lukovi moraju se nabaviti standardni (izrađeni tvornički), odgovarajućeg profila, za nazivni tlak PN10 bara

Cjevovod DN150

Šavne cijevi iz nehrđajućeg čelika:

- dimenzija, mase i tolerancije prema EN 1127
- tehnički zahtjevi sukladno EN 10216-5.

materijal AISI316L (X2 CrNiMo 17-12-2)

Vanjski promjer cijevi:	$D_s = 168,3 \text{ mm}$
Odabrana debljina stjenke cijevi:	$s_e = 3,2 \text{ mm}$
Unutarnji promjer cijevi:	$D_u = 161,9 \text{ mm}$
Maksimalni radni tlak:	2,5 bara
Ispitni tlak:	4 bara
Proračunski tlak:	4 bara
Koeficijent sigurnosti:	$S = 1,1$
Materijal cjevovoda:	AISI316L
Čvrstoća materijala:	$\sigma = 205 \text{ N/mm}^2 \leftarrow \text{minimalno}$
Dodatak c_1 :	0,2 mm (tolerancija izrade)
Dodatak c_2 :	0 mm (inox)
Vanjski promjer najvećeg priključka:	$d_v = 114,3 \text{ mm}$
Promjer najvećeg priključka:	$d_u = 108,5 \text{ mm}$
Debljina stjenke priključka:	$s_s = 2,9 \text{ mm}$

$p = 4 \text{ bara}$; $S = 1,1$; $K = 205 \text{ N/mm}^2$; $c_1 = 0,2 \text{ mm}$; $c_2 = 0 \text{ mm}$; $v = 0,8 \leftarrow \text{koeficijent zavora}$

Uvjeti primjene :

$$\frac{D_s}{D_u} \leq 1,2 \quad \frac{D_s}{D_u} = 1,040 < 1,2 \rightarrow \text{zadovoljava}$$

Proračun debljine stijenke :

$$s = \frac{D_s \cdot p}{20 \cdot \frac{K}{S} \cdot v + p} + c_1 + c_2 = 0,43 \text{ mm}$$

$s_e > s \rightarrow$ zadovoljava, te možemo usvojiti odabranu debljinu stijenke cijevi

Proračun izreza :

$$0,002 \leq \frac{s_e - c_1 - c_2}{D_s} \leq 0,1$$

$$\frac{s_e - c_1 - c_2}{D_s} = 0,0178 \rightarrow \text{zadovoljava}$$

Izbor ojačanja : ojačanje povećanjem debljine stijenke

Najveći priključak: DN100

Koeficijent oslabljenja stijenke :

$$\frac{d_u}{\sqrt{(D_u + s_e - c_1 - c_2) \cdot (s_e - c_1 - c_2)}} = 4,88$$

$$\frac{s_s - c_1 - c_2}{s_A - c_1 - c_2} = 0$$

$v_A = 0,28 \leftarrow$ očitano iz dijagrama

Proračun debljine stijenke s izrezom :

$$s_A = \frac{D_s \cdot p}{20 \cdot \frac{K}{S} \cdot v_A + p} + c_1 + c_2 = 0,84 \text{ mm}$$

$s_e > s_A \rightarrow$ zadovoljava, te možemo usvojiti odabranu debljinu stijenke cijevi

Odabrana je cijev dimenzija **Ø168,3/3,2 mm.**



Ovaj promjer cijevi usvaja se za sve cjevovode DN150 u stanici zbog pojednostavljivanja narudžbe cijevi.

Cjevovod DN100

Šavne cijevi iz nehrđajućeg čelika:

- dimenzija, mase i tolerancije prema EN 1127
- tehnički zahtjevi sukladno EN 10216-5.

materijal AISI316L (X2 CrNiMo 17-12-2)

Vanjski promjer cijevi:	$D_s = 114,3 \text{ mm}$
Odabrana debljina stijenke cijevi:	$s_e = 2,9 \text{ mm}$
Unutarnji promjer cijevi:	$D_u = 108,5 \text{ mm}$
Maksimalni radni tlak:	2,5 bara
Ispitni tlak:	4 bara
Proračunski tlak:	4 bara
Koeficijent sigurnosti:	$S = 1,1$
Materijal cjevovoda:	AISI316L
Čvrstoća materijala:	$\sigma = 205 \text{ N/mm}^2 \leftarrow \text{minimalno}$
Dodatak c_1 :	0,2 mm (tolerancija izrade)
Dodatak c_2 :	0 mm (inox)
Vanjski promjer najvećeg priključka:	$d_v = 0,00 \text{ mm}$
Promjer najvećeg priključka:	$d_u = 0,00 \text{ mm}$
Debljina stijenke priključka:	$s_s = 0,00 \text{ mm}$

$p = 4 \text{ bara}$; $S = 1,1$; $K = 205 \text{ N/mm}^2$; $c_1 = 0,2 \text{ mm}$; $c_2 = 0 \text{ mm}$; $v = 0,8 \leftarrow \text{koeficijent zavora}$

Uvjeti primjene :

$$\frac{D_s}{D_u} \leq 1,2 \quad \frac{D_s}{D_u} = 1,053 < 1,2 \rightarrow \text{zadovoljava}$$

Proračun debljine stijenke :

$$s = \frac{D_s \cdot p}{20 \cdot \frac{K}{S} \cdot v + p} + c_1 + c_2 = 0,35 \text{ mm}$$

$s_e > s \rightarrow \text{zadovoljava, te možemo usvojiti odabranu debljinu stijenke cijevi}$

Odabrana je cijev dimenzija **Ø114,3/2,9 mm**.

Ovaj promjer cijevi usvaja se za sve cjevovode DN100 u stanici zbog pojednostavljivanja narudžbe cijevi.



Cjevovod DN80

Šavne cijevi iz nehrđajućeg čelika:

- dimenzija, mase i tolerancije prema EN 1127
- tehnički zahtjevi sukladno EN 10216-5.

materijal AISI316L (X2 CrNiMo 17-12-2)

Vanjski promjer cijevi:	$D_s = 88,9 \text{ mm}$
Odabrana debljina stijenke cijevi:	$s_e = 2,6 \text{ mm}$
Unutarnji promjer cijevi:	$D_u = 83,7 \text{ mm}$
Maksimalni radni tlak:	1 bara
Ispitni tlak:	2 bara
Proračunski tlak:	2 bara
Koeficijent sigurnosti:	$S = 1,1$
Materijal cjevovoda:	AISI316L
Čvrstoća materijala:	$\sigma = 205 \text{ N/mm}^2 \leftarrow \text{minimalno}$
Dodatak c_1 :	0,2 mm (tolerancija izrade)
Dodatak c_2 :	0 mm (inox)
Vanjski promjer najvećeg priključka:	$d_v = 0,00 \text{ mm}$
Promjer najvećeg priključka:	$d_u = 0,00 \text{ mm}$
Debljina stijenke priključka:	$s_s = 0,00 \text{ mm}$

$p = 2 \text{ bara}$; $S = 1,1$; $K = 205 \text{ N/mm}^2$; $c_1 = 0,2 \text{ mm}$; $c_2 = 0 \text{ mm}$; $v = 0,8 \leftarrow \text{koeficijent zavara}$

Uvjeti primjene :

$$\frac{D_s}{D_u} \leq 1,2 \quad \frac{D_s}{D_u} = 1,062 < 1,2 \rightarrow \text{zadovoljava}$$

Proračun debljine stijenke :

$$s = \frac{D_s \cdot p}{20 \cdot \frac{K}{S} \cdot v + p} + c_1 + c_2 = 0,26 \text{ mm}$$

$s_e > s \rightarrow \text{zadovoljava, te možemo usvojiti odabranu debljinu stijenke cijevi}$

Odabrana je cijev dimenzija **Ø88,9/2,6 mm**.

Ovaj promjer cijevi usvaja se za sve cjevovode DN80 u stanici zbog pojednostavljivanja narudžbe cijevi.



Zaključak proračuna debljine stijenki cjevovoda

Vidljivo je da su naprezanja u cjevovodima od djelovanja unutarnjeg tlaka bitno ispod dozvoljenih. Debljine stijenki odabrane su znatno deblje nego je prema proračunu potrebno, ali to je zbog što veće krutosti cjevovoda jer kanalizacijske crpke u svome radu proizvode znatnu razinu vibracija. Debljim stjenkama cjevovoda povećava se masa cjevovoda i tako se njegova vlastita frekvencija podiže na višu frekvenciju, a dodatno je veću masu teže pobuditi na titranje.

Temperaturna oscilacija medija je beznačajna i nema potrebe za provjerom dodatnih naprezanja uslijed temperaturne dilatacije.

Razmaci oslonaca cijevi su bitno manji od onih koji se dozvoljavaju kao maksimalni pa nema potrebe za provjerom naprezanja od savijanja.

B.2.4. Statički proračun crpne stanice

B.2.4.1 Proračun uzgona

1.) CS Sutiona

Površina betonskog plašta:

$$F_1 = 3^2 - 2,4^2 \times \pi/4 = 4,476 \text{ m}^2$$

$$F_2 = 3,6^2 = 12,96 \text{ m}^2$$

Sila uzgona na crpnu stanicu:

$$U = (2,4^2 \times \pi/4) \times 3,61 \times 9,81 = 160,21 \text{ kN}$$

$$\text{Uvjet sigurnosti: } G \geq 1,5 \times 160,21, \text{ tj. } G \geq 240,31 \text{ kN}$$

Potrebna visina betonskog plašta:

$$F_1 \times y \times 15,0 + F_2 \times 0,40 \times 15,0 = 240,31 \rightarrow \text{tj. } y = 2,50 \text{ m}$$

2.) zasunska komora kod CS Sutiona

Površina betonskog plašta:

$$F_1 = 3^2 - 2,4^2 \times \pi/4 = 4,476 \text{ m}^2$$

$$F_2 = 3,6^2 = 12,96 \text{ m}^2$$

Sila uzgona na crpnu stanicu:



$$U = (2,4^2 \times \pi/4) \times 2,9 \times 9,81 = 128,70 \text{ kN}$$

$$\text{Uvjet sigurnosti: } G \geq 1,5 \times 128,70, \text{ tj. } G \geq 193,05 \text{ kN}$$

Potrebna visina betonskog plašta:

$$F_1 \times y \times 15,0 + F_2 \times 0,40 \times 15,0 = 193,05 \rightarrow \text{tj. } y = 1,8 \text{ m}$$

3.) CS Lukovice se nalazi na nad. visini 9 m n.m. i nije je potrebno osigurati od uzgona.

Projektant:

Mladen Lišnjić, dipl.ing.građ.



Investitor: **"VODOVOD DUBROVNIK" d.o.o., DUBROVNIK**

Građevina: **Sustav odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na otoku Lopudu**

Vrsta projekta: **Glavni projekt – građevinski projekt i projekt ugradnje opreme**

B.3 PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

- B.3.1. Dokazivanje uporabljivosti
- B.3.2. Tekuće kontrole
- B.3.3. Kontrolna ispitivanja
- B.3.4. Funkcionalna ispitivanja i probni rad
- B.3.5. Opći i tehnički uvjeti strojarskih radova

Zagreb, svibanj 2016. godine



B.3 PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJE KAKVOĆE

B.3.1 Dokazivanje uporabljivosti

Zakonom o građevnim proizvodima NN 76/13, 30/14 Pravilnikom o tehničkim dopuštenjima za građevne proizvode NN 103/08, Pravilnikom o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda NN 103/08, 147/09, 87/10, 129/11, Zakonu o prostornom uređenju NN 153/13 te Zakonu o gradnji NN 153/13 propisano je dokazivanje uporabljivosti građevnih proizvoda koji se mogu rabiti za gradnju, pa se propisuje da su proizvodi uporabljivi ako njihova svojstva udovoljavaju bitnim zahtjevima za građevinu, a što se dokazuje ispravama o sukladnosti.

Za građevinske proizvode za koje nije donesen tehnički propis niti hrvatska norma sukladno načelima europskog usklađivanja tehničkog zakonodavstva, odnosno za građevinske proizvode čija tehnička svojstva znatno odstupaju od svojstva određenih tehničkim propisom ili hrvatskom normom treba proizvođač, odnosno uvoznik tražiti tehničko dopuštenje na temelju ispitivanja koje provodi ovlaštena pravna osoba, a sukladno Pravilniku o tehničkim dopuštenjima za građevne proizvode NN 103/08.

Sukladno Zakonu o građevnim proizvodima NN 76/13, 30/14, Europsko tehničko dopuštenje koje donosi nacionalno tijelo strane države ovlašteno za donošenje tehničkih dopuštenja može se primijeniti u republici Hrvatskoj ako je donijeta odluka o njegovom preuzimanju.

Odluku o preuzimanju stranog tehničkog dopuštenja na prijedlog proizvođača, odnosno uvoznika građevnog proizvoda donosi ministar po prethodno pribavljenom mišljenju pravne osobe ovlaštene za donošenje tehničkog dopuštenja.

Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo objavio je Popis pravnih osoba ovlaštenih za potvrđivanje i ispitivanje proizvoda u NN 204/2003, 99/04.

Ocjena sukladnosti propisana je Zakonom o građevnim proizvodima NN 76/13, 30/14 i Zakonom o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti NN 80/2013, 14/14. Obveza ishođenja potvrde o sukladnosti (certifikata) je prema navedenom Zakonu obveza dobavljača, odnosno pravne ili fizičke osobe koja stavlja proizvod na tržište i/ili uporabu.

U skladu Zakonu o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjenjivanju sukladnosti NN 80/2013, 14/14, odnosno Zakonom o građevnim proizvodima NN 76/13, 30/14, na proizvode koji su sukladni s tehničkim zahtjevima mora se staviti propisna oznaka sukladnosti, te dati tehničke upute za ugradnju i uporabu. Detalji su dani u Pravilniku o ocjenjivanju sukladnosti, ispravama o sukladnosti i označavanju građevnih proizvoda (NN 103/08, 147/09, 87/10, 129/11).

Oprema koja se ugrađuje treba biti izvedena, ispitana i popraćena ispravama o sukladnosti prema pravilnicima i standardima važećim za tu vrstu opreme. Također uz opremu treba isporučiti i tehničke upute za ugradnju i uporabu te garantne listove, a sve pisano hrvatskim jezikom i latiničnim pismom.

Treba ishoditi ispravu o kvaliteti materijala koji se ugrađuje, a u našem slučaju to je:

- Osnovni materijal - čelični limovi, profili, cijevi
- Pomoćni materijal - vijci, matice, podložne pločice, elektrode, brtve i drugi sitni materijal koji se ugrađuje



Zaključno, oprema i materijal koji se ugrađuju trebaju odgovarati važećim propisima, standardima i normativima, te uz njih treba priložiti potvrdu (certifikat) sukladnosti ili izjavu o sukladnosti.

Norme za pojedinu opremu i materijal

1. Armature

1.1 Nožasti zasun:

- kućište iz sivog lijeva (GG25) – EN-JL1040
- vreteno iz nehrđajućeg kromnog čelika
- zaporno tijelo iz nehrđajućeg čelika 1.4301
- ugradbene dimenzije prema EN 558-1, osnovna serija 20 (DIN 3202, dio 3, serija K1)
- priključne prirubnice bušene prema EN 1092-2, PN10
- tehnički uvjeti isporuke prema EN 122666 i EN 1074

1.2. Nepovratni ventil s kuglom:

- ugradbena duljina prema EN 558-1, FTF, osnovna serija 48 (DIN 3202, F6)
- završno ispitivanje prema EN 12266 (DIN 3230 dio 4)
- sa prirubnicama prema EN1092-2, PN10
- kućište iz nodularnog lijeva (GGG40)
- poklopac iz nodularnog lijeva (GGG40)
- kugla iz aluminija obložena sa NBR - om
- unutarnja i vanjska epoxy zaštita

1.3. Nepovratni ventil s polugom i utegom:

- kućište, poklopac i zaklopka iz sivog lijeva EN-JL 1040 (GG25)
- ugradbena duljina prema DIN EN 558-1, osnovna serija 48 (DIN 3202, F6)
- izrađen sukladno EN 12334 – Dio 3
- ispitivanje tlakom vode prema EN 12266

1.4. Automatski odzračno-dozračni ventil za otpadnu vodu:

- sa prirubnicom prema EN1092-2, PN10
- završno ispitivanje prema EN 12266 (DIN 3230 dio 4)
- kompaktna izvedba s jednom komorom
- kućište i plovak iz PE 100
- poklopac iz nehrđajućeg čelika
- spojni vijci iz nehrđajućeg čelika
- brtva iz NBR-a

2. Cijevi

2.1 Šavne cijevi iz nehrđajućeg čelika:

- dimenzija, mase i tolerancije prema EN 1127
 - tehnički zahtjevi sukladno EN 10216-5.
- (materijal X5CrNi18-10, AISI 304)

2.2 Cijevi iz PEHD:

- dimenzija prema HRN EN 12201-2 (DIN 8074)
- materijal PE 100 S8/SDR17



- boja: RAL 9011 (crna)

3. Svi fazonski komadi iz nehrđajućeg čelika moraju biti prema EN 10253-3.

To se odnosi na:

- šavne cijevne lukove iz nehrđajućeg čelika
- šavne T komade
- koncentrične redukcije
- debljine stjenki fittinga su jednake debljinama stjenke ravnih cijevi na koje se zavaruju

nije dozvoljeno bušenje nikakvih provrta u cijevnim lukovima, a u slučaju da se ne mogu izbjeći potrebno je računski provjeriti potrebnu debljinu stjenke luka

4. Čelične prirubnice PN10 iz nehrđajućeg čelika, dimenzije i mase prema:

- leteće prirubnice sa nastavkom za zavarivanje EN 1092-1, Typ 02 in 33 (materijal X5CrNi18-10, AISI 304)

5. Vijci i matice iz nehrđajućeg čelika grupe A4 prema EN 3506 T1; T2 i T3.

6. Antikorozivna zaštita

Za izvođenje radova na zaštiti od korozije mogu se upotrebljavati samo materijali za koje je atestom potvrđeno da u pogledu kvalitete ispunjavaju propisane uvjete.

Prije nanošenja antikorozivnih premaza kontrolira se:

- podobnost pripremljene površine
- stanje prethodnog premaza

Debljine pojedinih premaza ili cijelog sistema zaštite od korozije kontrolira se metodom određenom normom HRN C.AL.558.

Za vrijeme izvođenja radova na zaštiti od korozije povremeno se uzimaju uzorci materijala koji se upotrebljavaju i utvrđuje se njihova kvaliteta prema normi HRN H.C8.050

Sve otkrivene greške na antikorozivnoj zaštiti trebaju se u najkraćem roku otkloniti.

7. Zavarivanje

Za sve zavarene konstrukcije izvođač treba isporučiti:

- ateste osnovnog materijala
- ateste upotrijebljenih elektroda
- ateste varioca koji su izvodili varove
- izvještaj o provedenoj unutrašnjoj kontroli i provedenim ispitivanjima
- izvještaj o izvršenim popravcima

Uz vizualnu kontrolu 100% zavora, treba provesti i ispitivanja propisana traženom kvalitetom HR EN ISO 17637, kriterij prihvatljivosti prema HRN EN ISO 5817 grupa „C“ i to kontrola 10% zavora jednom od metoda bez razaranja (ultrazvučno ili radiografsko ispitivanje), te magnetnu ili penetrantsku kontrolu, u opsegu od 30% zavora.

Za ocjenu prihvatljivosti zavarenih spojeva mjerodavna je HR EN ISO 17637, kriterij prihvatljivosti prema HRN EN ISO 5817 grupa „C“.

8. Crpni agregati



Maksimalno dozvoljeno odstupanje garantiranih karakteristika crpnih agregata prilikom preuzimanja u skladu s ISO 9906, dodatak A.2..

Maksimalno dozvoljena odstupanja prema ISO 9906, dodatak A.2.:

- Dobava (Q): $\pm 8\%$
- Visina dobave (H): $\pm 6\%$
- Snaga (N): $\pm 8\%$
- Stupanj djelovanja crpke (η_{crpke}): nema garancije
- Stupanj djelovanja agregata (η_{agregata}): nema garancije

B.3.2 Tekuće kontrole (obavlja izvoditelj tijekom građenja uz prisustvo nadzornog inženjera)

- pripremljenost čelične površine prije nanošenja zaštitnog antikoroziivnog premaza
- stanje prethodnog premaza
- debljina premaza prema HRN C.AI.558
- kontrola premaznog sredstva protiv korozije prema HRN H.C8.050
- vizualna kontrola ispravnosti opreme, cijevi, armatura i oblikovnih komada (puknuće, ispravnost izolacija i antikorozivne zaštite) pri ugradnji
- kontrola postupka čišćenja i pasivizacije zavara na dijelovima iz nehrđajućeg čelika
- kontrola ugrađenih dijelova na pomicanje (izazvana od mehaničkih vibracija)
- kontrola sukladnosti ugrađene opreme s izvedbenom dokumentacijom

B.3.3 Kontrolna ispitivanja (obavlja ovlaštena institucija ili izvoditelj uz prisustvo nadzornog inženjera)

1. Ispitivanje kvalitete zavarenih spojeva (prema tehničkim uvjetima)
2. Tlačno ispitivanje montiranih cjevovoda na čvrstoću i vodonepropusnost (prema tehničkim uvjetima)
3. Ispitivanje strojeva s povećanim opasnostima od strane ovlaštene tvrtke s izdavanjem certifikata (isprave)
4. Mjerenje i provjera širenja buke s izradom stručnog elaborata i izdavanje certifikata
5. Funkcionalna ispitivanja i probni rad

NAPOMENA:

Ukoliko nadzorni inženjer (investitor) sumnja u kvalitetu elemenata za montažu (cijevi, armature, fitinzi, brtve, vijci, matice, podložne pločice, elektrode, tiple, obujmice i ostali montažni materijal) može narediti dodatna ispitivanja u ovlaštenoj ustanovi sa svrhom potvrde deklarirane kvalitete (potvrda sukladnosti).

B.3.4 Funkcionalna ispitivanja i probni rad

Nakon završene montaže, tlačne probe, a prije puštanja u rad pristupa se probnom radu postrojenja kao cjeline. Svrha probnog rada je otkrivanje eventualnih nedostataka koji nisu



mogli biti uočeni pri montaži, te provjera da li isporučena oprema odgovara projektom traženim karakteristikama.

Izvoditelj treba usuglasiti s Naručiteljem sva potrebna funkcionalna ispitivanja postrojenja i ostale aktivnosti tijekom probnog rada.

Funkcionalna ispitivanja i probni rad trebaju biti planirani, sa svom pratećom dokumentacijom (mjerni i kontrolni listovi, izvješća itd.).

Ispitivanje instalacije kao cjeline obavlja se nakon spoja na vanjske cjevovode dovoda i odvoda.

Prije prvog pokretanja crpki instalacija mora biti napunjena i dobro odzračena. Nije dozvoljeno crpnim agregatima puniti tlačni kolektor jer može doći do oštećenja zračnih ventila na cjevovodu uslijed prebrzog punjenja (naglo ispuštanje zraka na zračnim ventilima može oštetiti njihove dosjedne površine). Nakon provjere otvorenosti svih zatvarača na dovodu pristupa se prvom pokretanju crpnih agregata.

Prvo puštanje crpnih agregata u pogon mora se obaviti uz prisustvo ovlaštenog servisera isporučitelja i u potpunosti sukladno uputama proizvođača (upute se isporučuju s opremom).

U ovoj fazi se provjerava mehanička i hidraulička funkcionalnost crpnih agregata. Investitor može u ugovoru zahtijevati i posebno ispitivanje stupnja djelovanja crpki, ali u praksi se to obavlja već na ispitnom stolu u tvornici.

Nakon pokretanja jedne crpke dolazi do porasta tlaka u tlačnom kolektoru.

Uz prisustvo servisera crpki podešava se sustav upravljanja, odnosno podešavaju se nivoi na kojima crpke startaju i nivoi na kojima se gasi što znači provjera rada sva 4 plovaka (2 radna i 2 sigurnosna). Ručnim naizmjeničnim uključivanjem crpki ispituje se rad svih crpnih agregata u samostalnom radu.

Kako se u crpnu stanicu ugrađuju dva crpna agregata u režimu rada 1+1 potrebno je pojedinačno provjeriti oba ugrađena crpna agregata u punom pogonu na način da se ručno napuni crpni bazen do maksimalnog nivoa radnog volumena i upali se jedan crpni agregat te štopericom izmjeri vrijeme koje je potrebno da se iscrpi kompletni crpni bazen tj. dok plovci ne zaustave crpku. Nakon toga ponovo se napuni crpni bazen te se upali drugi crpni agregat i na isti način mjeri se vrijeme potrebno za iscrpit isti volumen bazena, time se provjeravaju kapaciteti jedne i druge crpke odnosno prosječni protok Q jedne i druge crpke tj. dali je u granicama tolerancije.

Ovom prilikom preporučljivo je izvesti i simulaciju kompletnog ispada crpne stanice iz pogona kod maksimalnog protoka (provjera iznosa hidrauličkog udara, odnosno pojave pada tlaka).

Prilikom ispitivanja vrši se mjerenje i provjera širenja buke s izradom stručnog elaborata i izdavanje certifikata.

Izvođač radova provodi probni rad u trajanju od tri (3) dana (3 x 24 sata). Kroz to vrijeme se otklanjaju uočeni nedostaci, a i dokazuje se da crpna stanica može raditi bez posade (automatski). Istovremeno se vrši obuka eksploatacijskog osoblja korisnika.

Uspješno obavljena funkcionalna ispitivanja i probni rad (nakon uklonjenih nedostataka) utvrđuju se zapisnički, uz ovjeru predstavnika Izvoditelja i Nadzornog inženjera.



Način primopredaje definira Investitor (sastav komisije, postupak i sl.) i to se regulira već kroz ugovor o izvođenju radova.

B.3.5 Opći i tehnički uvjeti strojarских radova

- Investitor može zaključiti ugovor o isporuci i montaži opreme samo sa tvrtkom koja je registrirana za izradu i montažu takvih uređaja.
- Investitor ugovara s Izvođačem radova, osim ostalih uvjeta, i garantne uvjete kojima Izvođač garantira, u skladu s posljednjim tehničkim dostignućima na tom polju, funkcionalnost uređaja prema projektnoj koncepciji. Između ostalog, Izvođač treba pružiti garanciju za one dijelove opreme koje je nabavio od drugih proizvođača, a koja se ugrađuje u projektirani sustav, i to najmanje u vremenu i opsegu trajanja kako to daje direktni proizvođač opreme.
- Za sva odstupanja i izmjene u projektu, bez pismene suglasnosti projektanta, projektant ne snosi ni moralnu ni materijalnu odgovornost za eventualne posljedice i neispravno funkcioniranje projektiranog sustava, već tu odgovornost automatski preuzima Izvođač koji je izvršio izmjene ili njegov nadzorodavac.
- Izvođač je dužan prije početka radova na licu mjesta provjeriti mogućnost izvedbe prema ovom projektu, sravniti sve mjere predviđene projektom, te u izvedbenom nacrtu u skladu s istim prikazati izvršene ispravke, sve uz suglasnost s projektantom.
- Pri izvođenju i montaži Izvođač je dužan da se u potpunosti pridržava tehničkog opisa, koji je sastavni dio tehničke dokumentacije
- Sve napomene u nacrtnoj dokumentaciji, odnosno troškovniku, sastavni su dio općih tehničkih uvjeta
- Sav tvornički, radionički i gradilišni atestni materijal mora biti sastavni dio gradilišne dokumentacije stalno dostupne nadzornom inženjeru.
- Izvođač je tijekom montaže dužan voditi:
 - a) "Montažni dnevnik" u koji nadzorni inženjer upisuje sve primjedbe koje bi bile važne kod montaže ili za kasniji rad instalacije.
 - b) "Zavarivački dnevnik" u kojem Izvođač zavarivačkih radova zapisuje sve potrebne podatke o obavljenom zavarivanju.
- Izvođač je dužan ugrađivati čiste i odmašćene cijevi te predati Investitoru čistu i ispravnu instalaciju. Posebno se treba pridržavati predviđenih materijala definiranih u projektu.
- Na radovima montaže Izvođač može zaposliti samo osoblje kvalificirano za tu vrstu radova, tj. koje poznaje tehnologiju takvih instalacija i uvjete za stavljanje u pogon, te posebno tehniku zavarivanja.
- Na zahtjev Izvođača, nakon izvršenog probnog pogona, Investitor je dužan u dogovorenom roku sastaviti primopredajnu komisiju koja će pregledati izvedeni uređaj i instalaciju te preuzeti iste, ukoliko nema primjedbi. Investitoru se ostavlja izbor komisije.

Sve nedostatke koje komisija ustanovi, Izvođač je dužan otkloniti u roku kojeg mu postavlja Investitor. Nakon otklanjanja nedostataka komisija ponovno pregledava uređaj i instalaciju te



sastavlja zapisnik o primopredaji i preuzimanju istih. Garantni rok teče od dana preuzimanja uređaja i instalacije kao ispravnih.

- Izvođač je dužan prilikom primopredaje objekta uručiti investitoru upute za rukovanje i održavanje uređaja kao cjeline, u tri primjerka, od kojih jedan treba biti u objektu. Upute moraju biti na hrvatskom jeziku i napisane latiničnim pismom.
- Sva dokumentacija za rukovanje i održavanje opreme, te jamstveni listovi za ugrađenu opremu moraju biti na hrvatskom jeziku i napisani latiničnim pismom.
- Za vrijeme garantnog roka Investitor je dužan sve uočene nedostatke komisijski ustanoviti i pozvati Izvoditelja da ih ukloni u roku koji treba biti ustanovljen ugovorom.
- Uređaj u eksploataciji mogu kontrolirati i održavati samo za to kvalificirani radnici, u smislu zakonskih propisa i prema internim propisima korisnika, jer samo pod ovim uvjetima vrijede garantne obaveze Izvođača. Također budući rukovaoci moraju biti u potpunosti upoznati s izvedenim stanjem.

Projektant:

Mladen Lišnjić, dipl.ing.građ.



Investitor: **"VODOVOD DUBROVNIK" d.o.o., DUBROVNIK**

Građevina: **Sustav odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na otoku Lopudu**

Vrsta projekta: **Glavni projekt – građevinski projekt i projekt ugradnje opreme**

B.4. POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GRADNJE I NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA

Zagreb, svibanj 2016. godine



B.4 POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GRADNJE I NAČIN ZBRINJAVANJA GRAĐEVNOG OTPADA

B.4.1 Tehnički uvjeti za izvedbu zavarenih konstrukcija

B.4.1.1. Karakter uvjeta

- "Uvjeti" se odnose na izradu i provjeru kvalitete elementa cjevovoda, posuda pod atmosferskim tlakom i ostalih zavarenih čeličnih konstrukcija, definiranih po obliku i osnovnim dimenzijama kroz odgovarajuće crteže i liste teh. podataka.
- Detalje zavarenih konstrukcija, koji kroz crteže i liste teh. podataka nisu posebno razrađeni, izvođač rješava samostalno uz punu odgovornost u pogledu funkcionalnosti i zahtijevanih karakteristika, odnosno kvaliteta izrade.
- "Uvjeti" ne isključuju zahtjeve iz propisa o tehničkim normativima, standarda i drugih važećih propisa, odnosno ukoliko je to u listama teh. podataka posebno naznačeno, odgovarajućih drugih svjetskih standarda i propisa.

B.4.1.2. Karakter lista tehničkih podataka i crteža

Debljine limova, dimenzije čeličnih profila i slično, naznačene u listama teh. podataka i crteža, odnose se na donje vrijednosti zahtijevane čvrstoće materijala, uz uključena oslabljenja uslijed zavara i propisanih dopustivih odstupanja u pogledu izvedbe, kao i oslabljenja uslijed korozije.

Promjena tih debljina na gore (u smislu povećanja čvrstoće izrade), do iznosa od max 20% propisane debljine, moguća je bez suglasnosti odgovornog projektanta ukoliko se time ne narušava funkcionalnost izrade. Za odstupanje na dolje, za iznos veći od toleriranog kroz točku 8 uvjeta, uz upotrebu kvalitetnijih materijala i odstupanja na gore za iznos veći od 20% obavezna je prethodna suglasnost odgovornog projektanta.

Mase (težine) materijala prikazane kroz liste teh. podataka i crteža procijenjene su prema naznačenim dimenzijama uz točnost do $\pm 10\%$ i ne sadrže nikakve tehnološke dodatke

Procjenu potrebnih dodataka, u skladu s točkom 7 ovih uvjeta i vlastitom tehnologijom izrade, vrši izvođač.

Pod naznakom "komplet vijčana, brtvena i ostala standardna roba za ugradnju" u listama teh. podataka i crtežima podrazumijeva se:

Vijci i brtve za međusobno povezivanje svih rastavljivih spojeva izvedenih u sklopu cjevovoda ili ostalih zavarenih konstrukcija iz opsega isporuke izvođača.



Vijci i brtve za povezivanje svih armatura i strojeva, koji nisu u opsegu isporuke izvođača, ali se priključuju neposredno na cjevovode ili ugrađuju u sklopu cjevovoda iz opsega isporuke izvođača.

Temeljni vijci, limovi za podlaganje, instrument limovi za fino podešavanje i sav ostali eventualno potreban materijal za ugradnju.

B.4.1.3. Materijal

Za izradu cijevnica, difuzora, prirubnica i oslonaca treba upotrebljavati gotove cijevi, limove ili čelične profile od nehrđajućeg čelika (u skladu sa tehničkim opisom) X2CrNiMo17-12-2 (AISI316L).

Austenitni nehrđajući čelik može se zavarivati svim elektro postupcima, ali **plinsko zavarivanje i rezanje je zabranjeno**.

Pri obradi skidanjem strugotina moraju se zbog tendencije ka hladnom očvršćenju uvijek primjenjivati oštro brušeni alati od visokolegiranog brzoreznog čelika ili tvrdog metala.

B.4.1.4. Šavovi

Priprema šavova

Sučelne bridove limova koji se zavaruju treba dovesti na propisani oblik prikazan u tablici br. 1 mehaničkim sredstvima kao što su blanjanje, glodanje i brušenje. Autogeno ili elektrolučno isijecanje dopušteno je samo kao prethodna operacija za prije navedene obrade, kroz koje se ivice trebaju poravnati na propisani oblik.

Pripreme bridova za sva kutna zavarivanja treba izvoditi prema tablici br. 2. Bridove i limove treba oblikovati kroz postupke propisane za sučelne bridove.

Bridovi površina koje se zavaruju trebaju biti od zdravog metala bez vidljivih oštećenja nastalih uslijed sječenja do min. 50 mm od ivice zavora. Na istoj udaljenosti od ivice, površine limova trebaju biti očišćene od svih ljuski, ulja, parafina, masti, boje, vlage ili bilo kakvih drugih nečistoća.



Tablica 1 – PRIPREMA SUČELNIH ŠAVOVA

SKICA	Debljina limova	Razmak limova
	s [mm]	b [mm]
	1	0
	1,5	0,5
	2	1
	3	2
	4	2
	5	2
	5	1
	6	1,5
	8	2
	10	2
	12	2
	14	2
	16	2
	12	1,5
	14	1,5
	16	1,5
	18	1,5
	20	2
	25	2
	25	2

Tablica 2 – OBLICI KUTNIH ZAVARA

SKICA	Debljina limova	Razmak limova	Dimenzija zavora
	s [mm]	b [mm]	a [mm]
	1 ÷ 5	÷	0,7 x s
	5	1	÷
	6	1,5	
	8 ÷ 25	2	
	2 ÷ 25	÷	0,7 x s



Raspored podužnih šavova

Kod sučelnog zavarivanja limova debljine do 20 mm podužni šavovi trebaju biti razmaknuti za min. 100 mm, a kod debljina limova iznad 20 mm razmak treba biti min. 200 mm.

Segmenti cjevovoda u pravilu trebaju biti izvedeni s jednim podužnim šavom.

Uzdužni šavovi susjednih cijevnih segmenata trebaju biti međusobno razmaknuti za 90 kutnih stupnjeva

Kod slobodno položenih cjevovoda uzdužni šavovi trebaju ležati u gornjim kvadrantima cijevi, razmaknuti za po 45 kutnih stupnjeva od vertikale

Kod ubetoniranih cjevovoda raspored varova je isti kao kod slobodno položenih cijevi, s time što uzdužni varovi moraju ležati u donjim kvadrantima.

Svi priključci i prodori na posudi ili cjevovodu trebaju biti izvedeni izvan zavarenih spojeva.

Prstenovi za ojačanja na mjestu prodora, pojačanja postolja i njihovi podložni limovi moraju nalijegati na površinu posude ili cjevovoda i ne smiju prekrivati prethodne zavare posuda ili cjevovoda. Krajevi šavova tih ojačanja trebaju biti udaljeni od prethodnih zavara za min. 5 debljina lima plašta posude ili cijevi.

Ukoliko se prekrivanje osnovnih šavova cjevovoda ili posuda nikako ne može izbjeći, iste treba prije prekrivanja potpuno provjeriti nekom od metoda bez skidanja strugotine, u dužini dvostruko većoj od dužine prekrivenog dijela šava.

Sučelni šavovi limova različitih debljina

Ukoliko razlika u debljini limova koji se sučelno zavaruju ne prelazi vrijednost od 30% debljine tanjeg lima i manja je do 5 mm, prijelaz od tanjeg na deblji lim treba izvesti sa šavom najmanjeg nagiba od 1:4

Ukoliko razlika u debljini limova koji se sučelno zavaruju prelazi vrijednost od 30% debljine tanjeg lima ili je veća od 5 mm, deblji lim treba smanjiti na debljinu tanjeg lima uz postupni prijelaz na dužini od min. trostruke razlike.

B.4.1.5. Zavarivanje



Zavarivačke radove može izvoditi isključivo osoblje koje ima odgovarajući ispit, a izvođač radova mora raspolagati s vlastitim stručnim kadrovima za nadzor zavarivačkih radova.

Tehnologiju postupaka zavarivanja u zavisnosti od odabranog materijala i zahtijevanih karakteristika zavara propisuje izvođač.

Ocjenu o potrebi predgrijanja i odžarivanja izratka donosi izvođač u zavisnosti od očekivanih mogućih deformacija i "uvjeta" definiranih tolerancija mjera i oblika izratka.

Zavar mora biti u potpunosti provaren, bez prskotina, većih nemetalnih uključaka i drugih nedopuštenih grešaka. Vrijednost koeficijenta čvrstoće zavarenog spoja treba biti min. 0,8.

Kvaliteta zavara treba odgovarati uvjetima HR EN ISO 17637, kriterij prihvatljivosti prema HRN EN ISO 5817 grupa „C“.

B.4.1.6. Zavarivanje dijelova iz nehrđajućeg čelika

Ovom prilikom ponovno napominjemo da se austenitni nehrđajući čelici mogu zavarivati svim elektro postupcima, ali **plinsko zavarivanje i rezanje je zabranjeno**.

Izvoditelj treba ispunjavati sve potrebne uvjete prema HR EN ISO 17637, kriterij prihvatljivosti prema HRN EN ISO 5817 grupa „C“. (Osiguranje kvaliteta zavarivačkih radova).

Tehnologiju postupaka zavarivanja u zavisnosti od odabranog materijala i zahtijevanih karakteristika zavara propisuje izvođač.

Ocjenu o potrebi predgrijanja i odžarivanja izratka donosi izvođač u zavisnosti od očekivanih mogućih deformacija i "uvjeta" definiranih tolerancija mjera i oblika izratka.

Opći uvjeti koji trebaju biti ispunjeni u cilju postizavanja potrebne klase kvaliteta zavarenih spojeva su:

- a) materijal: svojstva u odnosu na postupak zavarivanja i svrhu primjene;
- b) priprema: mora biti stručna i kontrolirana;
- c) postupak zavarivanja: izabran prema osobinama materijala, debljini stjenke i naprezanju zavarenih spojeva;
- d) dodatni materijal: izabran prema osnovnom materijalu, ispitan odnosno dozvoljen;
- e) osoblje; nadzorno osoblje zavarivanja i zavarivači s odgovarajućim atestom kontrolirani za vrijeme rada;
- f) ispitivanje zavarenih spojeva (ultrazvuk) kako bi se utvrdila besprijekornost izvedenih radova.



Izvoditelj radova mora imati svjedodžbu o osposobljenosti za zavarivanje cjevovoda, posuda pod tlakom i čeličnih konstrukcija, sukladno HR EN ISO 17637, kriterij prihvatljivosti prema HRN EN ISO 5817 grupa „C“.

Gdje je god to moguće primjenjivati sučeljene spojeve, a na mjestima priključaka kutne spojeve.

Kod međusobnog spajanja cijevi ili cijevnih elemenata, uzdužni šavovi moraju biti pomaknuti jedan prema drugom obodno minimalno 100 mm.

Za izvođenje zavarivanja u ovim klasama mora biti provjerena stručna osposobljenost zavarivača, i to za zavarivanje s određenim kvalitetom osnovnog i dodatnog materijala, kao i za položaj zavarivanja, postupak zavarivanja i područje debljine osnovnog materijala.

Zavareni spojevi smiju se izvoditi samo ako je radni prostor zaštićen od padalina i niske temperature ($t > 5^{\circ}\text{C}$). Spojevi se moraju izvoditi u najpovoljnijim položajima za zavarivanje. Pripojni zavari se mogu uključiti u spoj ukoliko su izvedeni u navedenim klasama zavarenih spojeva, inače se moraju ukloniti mehaničkim postupcima žljebljenja.

Premda su uvjeti zavarivanja nehrđajućih čelika slični zavarivanju ugljičnih čelika, ipak postoje neke značajne iznimke koje je potrebno istaknuti:

1. Zavarivati je potrebno s praktički što nižim unosima topline, te ih treba ograničiti na max. 1,5 kJ/mm. Uzeti što niže parametre, ali da se postigne protaljivanje. Velike brzine zavarivanja su prednost. Međuslojnu temperaturu "držati" do 150 °C.
2. Niski unosi topline smanjuju opasnost od "rušenja" korozijske postojanosti u području zavarenog spoja. Također smanjuju deformacije kojima su nehrđajući čelici znatno skloniji od ugljičnih čelika.
3. Izbjegavati "preveliku" talinu zbog opasnosti pojave toplih pukotina. Preporučuje se zavarivanje tehnikom "povlačenja", izbjegavati njihanje.
4. Koristiti ispravnu tehniku kod uspostavljanja, održavanja i prekidanja električnog luka, zbog osjetljivosti površine (pasivnog filma) na promjene koje bitno mogu sniziti korozijsku postojanost zavarenog spoja. Prekidi i nastavci zavarivanja su potencijalna mjesta za pojavu pogreške. Prekidanje zavarivanja izvoditi laganim "kruženjem" elektrode na mjestu prekida.
5. Pripajanjem pripojnim zavarima 12-40 mm, uspješno se kontrolira (smanjuje) pojava deformacija tijekom zavarivanja. Pripoji se općenito postavljaju gušće nego kod zavarivanja ugljičnih i niskolegiranih čelika (veće deformacije-veće toplinsko istezanje nehrđajućih čelika).



6. Visinu električnog luka držati što kraćom. Povećana visina luka izaziva nestabilnost procesa a time i lošu kvalitetu zavara, te odgorijevanje kroma ili mangana čime se utječe na smanjenje korozijske postojanosti.

7. Sekundarnom zaštitom osigurava se korijeni dio zavarenog spoja, tj. korijen koji se izvodi zavarivanjem u zaštiti inertnog plina (TIG postupak) mora i s unutarnje strane imati zaštitnu atmosferu (argon, helij, dušik) što se izvodi odgovarajućim pomagalicama kod zavarivanja. Brušenje, žlijebljenje korijena i naknadno zavarivanje s druge strane izvodi se ako je to moguće (pristupačnost).

8. Nehrđajući čelici se režu škarama, strojno, reznim pločama (brusilicama) i plazmom. Oksidi, masnoće i druge nečistoće nastale rezanjem moraju se ukloniti. Brušenje ili rezanje se izvodi brusnim ili reznim pločama koje u sebi nemaju veziva koja mogu štetno kontaminirati površinu - "iron free". Brušenje se mora izvoditi vrlo pažljivo. I lagano pregrijavanje brušene površine može utjecati na otpornost prema koroziji.

9. Elektrode koje se otvaraju iz novog paketa, trebaju se držati u priručnim pećima (110 °C), zbog zaštite od vlage. Ukoliko se tako ne postupi elektrode se trebaju prije uporabe sušiti oko 2 sata na temperaturi od 250 °C. Elektrode za zavarivanje trebaju biti prema preporuci proizvođača cijevi.

10. Čišćenje se provodi prije, tijekom a posebno zbog zadržavanja korozijske postojanosti, nakon zavarivanja:

- Prije zavarivanja se čiste rubovi od posljedica rezanja (pripreme žlijeba), uklanjaju se ulje, boje, masnoće, ostaci ljepljive trake, markera i sl. Potrebno je ukloniti i svu vlagu.
- Svaki zavareni sloj-prolaz, pažljivo se čisti od troske, oksida i štrcanja, prije zavarivanja slijedećeg prolaza (četkanje, brušenje).
- Nakon zavarivanja čišćenjem se uklanjaju kapljice od zavarivanja, troska, oštećenja od uspostavljanja električnog luka, pobojenost. Ovo se izvodi četkanjem, brušenjem, poliranjem, pjeskarenjem i obavezno pastama ili otopinama za kemijsko čišćenje.
- Naročitu pažnju posvetiti ispiranju zavara nakon tretiranja s pastom ili otopinom. Najbolji rezultat se postiže ispiranjem vodom pod visokim tlakom cca 100 bara (visokotlačni uređaji za pranje i sl.)

Najčešći problemi koji se mogu javiti kao posljedica zavarivanja nehrđajućih čelika austenitne strukture su: smanjenje korozijske postojanosti (senzibiliziranje strukture) te pojava toplih pukotina. Najznačajniji čimbenici koji utječu na kvalitetu zavara kod ovih čelika su sam postupak zavarivanja te odabir dodatnog materijala. Kod toga treba još jednom napomenuti da se u pogledu odabira dodatnog materijala treba konzultirati i s proizvođačem cijevi.

Tolerancije ugradbenih dimenzija elemenata cjevovoda moraju biti u području ± 3 (mm).



Kontrola montažnih "in situ" zavara mora se izvesti na 10% dužine zavara ultrazvukom, prema tehničkim uvjetima za klasu kvalitete zavarenog spoja HRN EN ISO 5817 grupa „C“.

Ovom prilikom još jednom napominjemo da je nakon provedenog postupka zavarivanja nehrđajućih čelika potrebno obavezno provesti pasiviranje zavara kako izvana tako i s unutrašnje strane cijevi (korijen zavara) kako bi se spriječila korozija zavara, a naročito je bitno da se nakon postupka pasiviranja temeljito izvede ispiranje vodom pod visokim tlakom (cca 100 bara) radi uklanjanja svih tragova paste ili otopine.

B.4.1.7. Oblik cijevnih nastavaka

Oblik cijevnih nastavaka i osnovne dimenzije definirani su kroz odgovarajuće crteže i liste teh. podataka, a konstrukcijske detalje istih rješava izvođač u skladu s ovim uvjetima

Kod oblikovanja koljena cjevovoda treba koristiti bešavne lukove s radijusom zakrivljenja jednakim ili većim od 1,5 x promjer cijevi ili lukove izrađene od zavarivanih cijevnih segmenata izvedenih prema slijedećem:

Kut između osi susjednih segmenata treba biti jednak ili manji od 22,5 kutna stupnja.

Ukupan potreban kut luka treba ravnomjerno razdijeliti po pojedinim segmentima luka.

Dužine svih segmenata luka trebaju biti jednake i u takvom omjeru s promjerom cijevi da se postigne radijus zakrivljenja luka jednak ili veći od 1,5 x promjer cijevi

Konfuzori cijevnih nastavaka na prijelazu sa cjevovoda većeg na cjevovod manjeg promjera (gledano u smjeru protoka), trebaju biti izvedeni tako da kut između konture plašta i osi konfuzora bude jednak ili manji od 15°.

Konfuzori instalirani u sklopu horizontalnih dionica usisnih vodova crpki trebaju biti izvedeni tako da gornji konturni rub konfuzora bude paralelan s osi cjevovoda

Horizontalni dijelovi usisnih cjevovoda trebaju biti izvedeni s padom (nagibom) od 1 do 2% od crpke prema usisnom bazenu.

Difuzori cijevnih nastavaka, na prijelazu sa cjevovoda manjeg na cjevovod većeg promjera (gledano u smjeru protoka) trebaju biti izvedeni tako da kut između konture plašta i osi konfuzora bude jednak ili manji od 6°.

Ukoliko to kroz crteže i liste teh. podataka nije posebno definirano sve oslonce, ukrute, sidrene ploče na prodorima kroz zid, ojačanja i sl. izvođač rješava samostalno. Oslonci pri tom u pravilu trebaju biti izvedeni tako da omogućuju horizontalne pomake cjevovoda u svim smjerovima kako ne bi sprečavali termičke dilatacije cjevovoda.



B.4.1.8. Dodatak dužine

Na podesnom mjestu potrebnog broja tvornički izrađenih cijevnih nastavaka treba predvidjeti dodatke u dužini cijevi za ispravljanje razlika nastalih uslijed neizbježnih odstupanja u mjerama i uslijed skupljanja cijevi pri zavarivanju. Ukupna dužina spomenutih dodataka treba biti min. 5% dužine cjevovoda.

Ukoliko se cjevovod djelomično ili u cijelosti izvodi na gradilištu dodatak u dužini treba obuhvatiti i gubitke kod krojenja.

Dodatak u dužini i način prilagodbe treba predvidjeti i za sve ostale zavarene konstrukcije koje se nužno trebaju uklopiti u izvedene građevinske izmjere. Tolerantnim odstupanjem izvedenih građevinskih izmjera u odnosu na projektirane, ukoliko to nije u crtežu posebno naznačeno, pri tome će se smatrati odstupanja do iznosa od 3%.

B.4.1.9. Tolerancija mjera i oblika

Vanjski promjer cijevi ili posuda smije odstupati za:

do promjera 200 mm	- 1,5% (min - 0,5 mm)
preko 200 do 1000 mm	- (0,8% +1) mm
preko 1000 mm	- 10 mm

Ovalnost posude ili cijevi s debljinom stjenke jednakom ili većom od 1% vanjskog promjera smije biti max 2,5%

Debljina stjenke cijevi, limova, profila i slično smije odstupati na gore max. +20%, a na dolje do max - 10% zahtijevane debljine

Za odstupanja u pogledu izmjera prirubnica i vijčane robe biti će mjerodavne odgovarajuće norme naznačene u listama teh. podataka i crteža

Sve priključne prirubnice trebaju biti postavljene tako da provrta za vijke budu izvedeni izvan i simetrično u odnosu na vertikalnu i horizontalnu os priključka (gledano u odnosu na ugradbeni položaj pozicije na koju su zavarene). Tolerirati će se razlika udaljenosti provrta za vijke u odnosu na promatrane osi od max. 20% promjera provrta.

Priključne prirubnice trebaju biti postavljene okomito na os priključne cijevi. Tolerirati će se kutno odstupanje do max. 15 kutnih minuta.



Ukoliko to u crtežima nije posebno naznačeno, tolerirati će se odstupanje osnovog razmaka između dvojnih prirubnih priključaka u iznosu od max 20% promjera provrta za vijke na tim prirubnicama.

Ukoliko to u crtežima nije posebno naznačeno, tolerantnim će se smatrati odstupanja ostalih izmjera do iznosa od max. -0.5%, s time što će ukupna odstupanja u izmjerama korigirati se u skladu s točkom 7 "uvjeta" odnosno s prostornim uvjetima na objektu.

B.4.1.10. Provjera kvalitete

Ukoliko se za izradu cjevovoda ili finaliziranih cijevnih elemenata koriste gotove bešavne, spiralno ili uzdužno zavarene cijevi, pri preuzimanju istih u tvornici proizvođača, provjera kvalitete će se vršiti u potpunosti prema normama navedenim u listama teh. podataka.

Provjera kvalitete finaliziranih cijevnih elemenata, posuda pod atmosferskim tlakom i ostalih zavarenih konstrukcija vršit će se u potpunosti prema "uvjetima" i obuhvatiti će provjeru kvalitete vara, dimenzionalnu kontrolu i tlačnu probu s propisanim tlakom.

Dimenzionalnu kontrolu svih zavarenih konstrukcija treba provoditi u skladu s točkom 9 "uvjeta". Sve razlike u izmjerama veće od toleriranih treba kroz adekvatne prepravke svesti u tolerirane granice.

Vizualnu kontrolu u smislu otkrivanja grešaka treba provesti na svim zavarenim konstrukcijama u opsegu od 100% varova.

Kod finaliziranih cijevnih elemenata i drugih tlakom opterećenih zavarenih konstrukcija, kod kojih nije propisano tlačno ispitivanje, te kod konstrukcija s propisanim tlačnim ispitivanjem, ukoliko je to posebno naznačeno, pored vizualne kontrole 100% varova, treba provesti i ispitivanje min. 10% sučelnih zavara jednom od metoda bez razaranja (ultrazvučno ili radiografsko ispitivanje), te magnetnu ili penetransku kontrolu, u opsegu od min. 30% varova.

Ukoliko se pri tome ispitivanju otkrije nedopustiva greška na nekom varu, ispitivanje treba proširiti na dvostruko više narednih varova. Ukoliko se greške i nadalje javljaju, po istom principu proširuje se obim ispitivanja sve do 100% ispitanih varova. Za ocjenu prihvatljivosti zavarenih spojeva mjerodavna je HR EN ISO 17637, kriterij prihvatljivosti prema HRN EN ISO 5817 grupa „C“.

Finaliziranje cijevnih elemenata, posuda i slično, za koje je propisano tlačno ispitivanje, treba tlačiti s vodom, pod ispitnim tlakom navedenim u listama teh. podataka i crtežima. Ispitni tlak veći je za min. 30%, odnosno kod radnih tlakova ispod 3 bara za min. 1 bar, od max očekivanog radnog tlaka. Temperatura vode za ispitivanje ne smije biti viša od 40° niti niža od 10°C.



Vrijeme tlačenja treba biti dovoljno dugo da se može izvršiti detaljan pregled tlačenog izratka, s time da ne smije biti kraće od 10 min. Tlačeni dijelovi ne smiju pokazivati poroznost, tj. pojavu znojenja ili curenja. U načelu, tlačno ispitivanje može se provesti u tvornici izvođača ili u instaliranom (montiranom) stanju.

Sve otkrivene greške treba otkloniti, a uspješnost popravka treba dokazati ponovnim ispitivanjem.

B.4.1.11. Dokazi o provedenim provjerama kvalitete

Za tvornički izrađene cijevi, u skladu s točkom 10 "uvjeta", izvođač treba isporučiti atest cijevi koji treba obuhvatiti:

- kvalitetu osnovnog materijala
- kvalitetu materijala žice za zavarivanje
- izvještaj o provedenoj kontroli kod proizvođača

Za sve zavarene konstrukcije izvođač treba isporučiti:

- ateste osnovnog materijala
- ateste upotrijebljenih elektroda
- ateste varioca koji su izvodili varove
- izvještaj o provedenoj unutrašnjoj kontroli i provedenim ispitivanjima
- izvještaj o izvršenim popravcima

B.4.2 Tehnički uvjeti za izvođenje antikorozivne zaštite premazima

B.4.2.1. Karakter "uvjeta"

"Uvjeti" se odnose na izvođenje i provjeru kvalitete antikorozivnih zaštitnih premaza cjevovoda, posuda, raznih čeličnih konstrukcija te strojeva i uređaja.

"Uvjetima" propisani tehnološki postupci pripreme površina i nanošenja antikorozivnih premaza predstavljaju minimum zahtjeva i mogu se mijenjati isključivo u smislu povećanja kvaliteta antikorozivne zaštite. Dobra kvaliteta antikorozivne zaštite treba biti garantiran za period od 5 godina.



Količine potrebnih zaštitnih premaznih sredstava i obloga utvrđuje izvođač radova na osnovu debljina suhih premaza preciziranih "uvjetima" i dimenzija izradaka definiranih kroz liste teh. podataka i odgovarajuće crteže.

"Uvjeti" ne isključuju zahtjeve iz propisa o teh. normativima, normi i drugih važećih propisa, odnosno ukoliko je to u listama teh. podataka posebno naznačeno, odgovarajućih drugih svjetskih normi i propisa.

B.4.2.2. Pripreme površina

Prije nanošenja antikorozivnih premaza ili obloga sve površine koje se zaštićuju treba temeljito očistiti od mehaničkih nečistoća, masti i korozije. Čišćenje se provodi kroz postupke odmašćivanja i pjeskarenja. Ukoliko pjeskarenje tehnički nije moguće primijeniti, alternativno se površine mogu čistiti sa čeličnim četkama.

Odmašćivanje površina koje su prilikom proizvodnje ili transporta zamašćene, vrši se s pogodnim rastvaračima.

Provedbu odmašćivanja povjeriti specijaliziranoj tvrtki ovlaštenoj za rad s kemijskim rastvaračima jer su isti često s toksičnim ili kancerogenim svojstvima.

Rastvarač se nanosi četkama ili krpama uz intenzivno trljanje. Postupak se ponavlja sve dok se masnoće potpuno ne rastvori i ukloni. Nakon toga površine treba izbrisati sa čistim pamučnim krpama.

Pjeskarenje se provodi sa specijalnim uređajima sa komprimiranim zrakom uz upotrebu takvog materijala za pjeskarenje koji efikasno otklanja sve nečistoće i koroziju.

Pri pjeskarenju mlaznicu uređaja treba držati po kutem od 45° i na udaljenosti od 50 cm u odnosu na pjeskarenu površinu.

Pri potrebi pjeskarenje se ponavlja sve dok se ne dobiju fine ravnomjerno hrapave i vrlo čiste površine.

Po završenom pjeskarenju, odnosno prije nanošenja premaza, pjeskarene površine treba propuhati sa filtriranim čistim zrakom, a potom u što je moguće kraćem roku premazati s osnovnim premazom.

Pripremu površina kroz čišćenje sa čeličnim četkama treba vršiti sve do metalnog sjaja. Ovaj način pripreme provodi se u pravilu samo tamo gdje pjeskarenje nije moguće ili kod popravaka antikorozivne zaštite koja se oštetila prilikom transporta ili montaže.



B.4.2.3. Nanošenje antikorozivnih premaza

Premazi se mogu nanositi četkom, prskalicom ili valjkom. Prvi premaz osnovnim premaznim sredstvom izvodi se u pravilu sa četkom neposredno nakon završene pripreme čelične površine.

Vrijeme od završetka pripreme površine do nanošenja prvog osnovnog premaza ne smije biti duže od osam sati.

Premazivanje se ne smije izvoditi:

- ukoliko su površine na koje se premaz nanosi vlažne
- ukoliko je relativna vlažnost zraka ambijenta u kome se premazivanje izvodi iznad 80%
- ukoliko postoji mogućnost prljanja svježeg premaza pijeskom ili prašinom
- ukoliko je temperatura zraka ispod +5 ili iznad +40°C

Prvi premaz s osnovnim zaštitnim sredstvom provodi se u pravilu u radionici, a ostali osnovni i pokrivni premazi nanose se na gradilištu po završenoj montaži.

Ukoliko ne postoji mogućnost skladištenja opreme u suhoj prostoriji i (ili) se predviđa da oprema neće biti montirana duže vrijeme, u radionici treba izvesti premazivanje i s drugim osnovnim premazom.

Kompletan sistem zaštite od korozije može se izvršiti u radionici, prije otpreme na gradilište, ukoliko postoji mogućnost zaštite antikorozivnih premaza od većih oštećenja u toku transporta i montaže.

Svaki naredni sloj premaza treba nanositi tek po potpunom sušenju prethodnog premaza.

Prije nanošenja slijedećeg sloja oštećenja na prethodnom sloju treba nakon temeljitog čišćenja površine popraviti sa premaznim sredstvom istog tipa.

B.4.2.4. Izbor antikorozivnih premaza

U zavisnosti od uvjeta ugradnje, odnosno eksploatacionih uvjeta definiranih kroz liste teh. podataka za opremu koja se tretira, izbor tipa, broja i ukupne debljine antikorozivnih premaza vrši se prema tablici br. 1 "Uvjeta".



Za zaštitu cjevovoda i spremnika koji se uklapaju u zemlju, nakon pripreme površine, u pravilu se nanose slijedeći slojevi:

- 1) Hladni tanki bitumenski premaz
- 2) Deblji topli bitumenski premaz
- 3) Spiralno namotana staklena vuna ili drugi podoban tekstilni materijal natopljen bitumenom
- 4) Premaz kao pod 2
- 5) Sloj kao pod 3
- 6) Premaz kao pod 2
- 7) Premaz vapnenog mlijeka

Umjesto slojeva navedenih pod 2, 3, 4, 5 i 6, kod izvođenja zaštite na terenu, mogu se upotrijebiti i tvornički pripremljene obloge sa već nanešenim potrebnim bitumenskim premazima na odgovarajući tekstilni materijal. Ove obloge min. debljine od 4 mm namataju se spiralno u dva sloja uz zagrijavanje sa plamenikom.

Dijelovi čeličnih konstrukcija koji su djelomično ubetonirani mogu se antikorozivno zaštititi s premazima do dubine od min. 10 cm od površine betona.

Dijelovi čeličnih konstrukcija koji su u cijelosti ugrađeni u beton ne zaštićuju se, ali se prije ugradnje u beton trebaju pažljivo osloboditi od kovarine, rđe i nečistoća. Za privremenu zaštitu, do ugradnje u beton tih konstrukcija može se koristiti cementno mlijeko.

Strojno obrađene dijelove opreme, koji se ne zaštićuju s bojom, treba za period do ugradnje, antikorozivno zaštititi sa dva sloja premaza na bazi topljenog voska ili s odgovarajućim drugim premazima za konzervaciju.

B.4.2.5. Boje pokrivnih premaza

Boje pokrivnih premaza u pravilu treba uskladiti sa željama investitora.

Ukoliko investitor ne iskaže posebne zahtjeve u pogledu izbora boja, isti u načelu treba provesti prema slijedećem:

- Cjevovodi i armature za vodu - tamno plava
- Cjevovodi i armature za razvod zraka - svijetlo plava
- Crpke, pogonski motori i svi pomoćni agregati i uređaji - plava (mješavina tamno i svijetlo plave)

Zavisno od sadržaja, posude treba obojiti prema slijedećem:

- do razine isključive ispune s vodom - tamno plava



- iznad razine isključive ispune sa zrakom - svijetlo plava
- pojas s neodređenom ispunom - plava (miješana)
- most i uređaji dizalice - crna
- prekrića, čel. stepeništa, ljestve, ograde, nosači, rešetke i sl. - crna

U cilju smanjenja termičkih dilatacija uslijed djelovanja sunca, za dijelove cjevovoda i ostalih čel. konstrukcija instaliranih na otvorenom treba preferirati svijetle tonove boja.

U svrhu veće uočljivosti, kuka i graničnici dizalice, ručna kola armatura, svi pokretni i rotacijski dijelovi uređaja i slično trebaju biti obojeni sa svijetlo crvenom bojom.

B.4.2.6. Kontrola kvalitete

Za izvođenje radova na zaštiti od korozije mogu se upotrebljavati samo materijali za koje je atestom potvrđeno da u pogledu kvalitete ispunjavaju propisane uvjete.

Prije nanošenja premaznih sredstava treba se kontrolirati:

- podobnost pripremljene površine
- stanje prethodnog premaza

Debljine pojedinih premaza ili cijelog sistema zaštite od korozije kontrolira se metodom određenom normom HRN C.AL.558

Za vrijeme izvođenja radova na zaštiti od korozije povremeno se uzimaju uzorci materijala koji se upotrebljavaju i utvrđuje se njihova kvaliteta prema normi HRN H.C8.050

Sve otkrivene greške na antikorozivnoj zaštiti trebaju se u najkraćem roku otkloniti.

B.4.2.7. Dokazi o provedenim provjerama kvalitete

Za sve izvršene radove na zaštiti od korozije izvođač treba isporučiti:

- ateste svih upotrijebljenih premaza
- izvještaj o provedenoj unutrašnjoj kontroli provedenim ispitivanjima
- za dijelove opreme koji dolaze u kontakt s vodom za piće, uvjerenje o neškodljivosti upotrijebljenih premaza za zdravlje ljudi



TABLICA BR. 1
(izbor tipa premaza)

TIP	EKSPLOATACIJSKI UVJETI	OSNOVNI PREMAZI	POKRIVNI PREMAZI
A-1	Oprema smještena u suhom zatvorenom prostoru	Premaz na bazi alkidnih smola i cinkkromata nanosi se u dva sloja. Ukupna debljina suhih premaza 60 mikrona	Lak na bazi alkidnih smola. Nanosi se u dva sloja. Ukupna debljina suhih premaza 70 mikrona.
A-2	Oprema izložena utjecaju normalne atmosfere	Premaz na bazi alkidnih smola i cinkkromata nanosi se u dva sloja. Ukupna debljina suhih premaza 60 mikrona	Lak na bazi alkidnih smola s punilom od željeznog oksida. Nanosi se u dva sloja. Ukupna debljina suhih premaza 70 mikrona.
A-3	Oprema izložena utjecaju industrijske atmosfere.	Premaz na bazi alkidnih smola i cinkkromata nanosi se u dva sloja. Ukupna debljina suhih premaza 60 mikrona	Lak na bazi alkidnih smola s punilom od željeznog oksida. Nanosi se u 3 sloja. Ukupna debljina suhih premaza 90 mikrona.
A-4	Oprema izložena djelovanju primorske atmosfere	Premaz na bazi alkidnih smola i cinkkromata nanosi se u dva sloja. Ukupna debljina suhih premaza 60 mikrona	Lak na bazi alkidnih smola s punilom od željeznog oksida. Nanosi se u 3 sloja. Ukupna debljina suhih premaza 90 mikrona.
A-5	Oprema izložena stalnom utjecaju vlage	Prema preporukama proizvođača odabranog premaza	Dvokomponentni premaz poliesterske smole i poliizocijanata. Nanosi se u 3 sloja. Ukupna debljina suhih premaza 180 mikrona.
A-6	Dijelovi opreme u stalnom ili povremenom dodiru s pitkom vodom	Prvi pokrivni premaz	Epoxy bitumensko premazno sredstvo s uvjerenjem o neškodljivosti po ljudsko zdravlje. Nanosi se u 3 sloja. Ukupna debljina suhih premaza 500 mikrona.
A-7	Dijelovi opreme u stalnom ili povremenom dodiru s riječnom ili morskom vodom	Dvokomponentni epoksidni premaz s visokim sadržajem metalnog cinka. Nanosi se u 2 sloja. Ukupna debljina suhih premaza 30 mikrona.	Dvokomponentni katran epoxy premaz otporan na morsku vodu. Nanosi se u 3 sloja. Ukupna debljina suhih premaza 450 mikrona.

B.4.3 Čelične cijevi iz austenitnog nehrđajućeg čelika



Šavne cijevi iz austenitnog nehrđajućeg čelika moraju u pogledu dimenzija i masa odgovarati standardu EN 1127, ali su dozvoljeni i drugi međunarodno priznati standardi.

Sukladno navedenim normama dimenzijske tolerancije cjevovoda su:

- dužinska odstupanja cijevi do 6 m 0 do +10
- dužinska odstupanja cijevi od 6-12 m 0 do +15
- odstupanja promjera duž plašta cijevi $\pm 1\%$ vanjskog pr.
- odstupanja promjera na krajevima cijevi 0,6%

Ukoliko su šavne cijevi prema standardu EN 1127 tada su tolerancije vanjskog promjera i debljine stijenke:

- odstupanje vanjskog promjera $\pm 1\%$ max. $\pm 3\text{mm}$
- odstupanje debljine stijenka ISO klasa T3 $\pm 10\%$ min. $\pm 0,2\text{mm}$

Pri obradi skidanjem strugotina moraju se zbog tendencije ka hladnom očvršćenju uvijek primjenjivati oštro brušeni alati od visokolegiranog brzoreznog čelika ili tvrdog metala.

Kemijski sastav materijala, kojeg treba dostaviti proizvođač cijevi (ili proizvođač materijala od kojih su cijevi izrađene) treba odgovarati vrijednostima propisanim za X2CrNiMo17-12-2 (AISI316L) odnosno za odgovarajući materijal po drugim standardima.

Cijevi ne smiju imati nikakve pukotine. Greške koje mogu značajnije utjecati na primjenu ili daljnju preradbu cijevi, mogu se odstraniti brušenjem unutar najmanjih dopuštenih debljina stijenke. Popravci zavarivanjem za bešavne cijevi nisu dopušteni. Od ovog se pravila može odustati za šavove cijevi zavarenih elektrolučnim postupcima.

Proces proizvodnje i ispitivanja šavnih cijevi treba osigurati faktor zavarenog spoja od $v=1$.

Šavne cijevi moraju imati jedan uzdužni zavar i što manje poprečnih. Uzdužni varovi trebaju biti pomaknuti jedan u odnosu na drugi minimalno 100 mm.

Cijevi moraju imati glatku unutarnju i vanjsku površinu, primjerenu načinu proizvodnje. Male udubine ili uzdužni plitki žljebovi, koji nastaju zbog uvjeta proizvodnje, mogu se dopustiti ako ne pogoršavaju upotrebljivost cijevi i da debljine cijevi ostanu unutar dopuštenih odstupanja.

Kod šavnih cijevi (zavarenih taljenjem) unutarnje i vanjsko nadvišenje zavara ne smije prijeći vrijednost $1+0,1 \times \text{širina šava (mm)}$.

Cijevi i cijevni dijelovi od nehrđajućeg čelika ne smiju imati nikakve naslage niti oksidne prevlake. Takve pojave moraju biti, od strane isporučitelja cijevi odstranjene odgovarajućim načinom čišćenja (kao čišćenje u kiseloj otopini, tzv. "pickling").



Cijevi moraju biti naoko ravne. Detaljniju kontrolu ravnoće cijevi treba posebno ugovoriti.

Krajevi cijevi moraju biti odrezani okomito na os cijevi i ne smiju imati srh.

Cjevovodi trebaju biti isporučeni toplinski obrađeni, bez ostalih naprezanja koja su mogla nastati kao posljedica postupka izrade.

Sve cijevi trebaju biti podvrgnute ispitivanju na nepropusnost. Kod tankostijenih cijevi (šavne cijevi velikih promjera) ispitni tlak treba izabrati tako da naprezanje u cijevima za vrijeme ispitivanja ne bude veće od $\sigma_{0,2}$ granice razvlačenja čelika od kojeg je cijev izrađena, na sobnoj temperaturi.

Zavare svih zavarenih cijevi treba podvrgnuti jednoj od metoda ispitivanja bez razaranja u punoj duljini (ultrazvučno ispitivanje).

Ugovoriti ispitivanje po jednog uzorka bešavnih i šavnih cijevi na rasteznu čvrstoću i izduženje δ_5 te granicu tečenja $\sigma_{0,2}$ (izvodi se na uzorku od 2% cijevi). Ispitne vrijednosti trebaju odgovarati standardnim vrijednostima danim u tablicama za pojedini materijal.

Također je potrebno posebno ugovoriti jedno od tehnoloških ispitivanja cijevi (ispitivanje prstena cijevi uzetih s jednog kraja šavne cijevi na rastezanje).

Proizvođač treba ispitati kvalitetu površine i dimenzija i o tome dostaviti izvještaj.

Transport cijevi se mora obaviti tako da se mogućnosti oštećenja cijevi i cijevne zaštite, a i mogućnost onečišćenja svedu na minimum.

Kod pakiranja i transporta, cijevi od nehrđajućeg austenitnog čelika moraju biti vezane najlonskim užetom.

Cijevi prilikom skladištenja trebaju biti izdignute iznad zemlje i pažljivo poduprte i učvršćene. Cijevi ne smiju ležati jedna na drugoj, te se ne smije složiti više od 4 cijevi po visini, odnosno više od dvije cijevi kod promjera od 500 mm i više.

Dodatna zaštita od korozije cijevi od nehrđajućih austenitnih čelika nije potrebna.

B.4.4 Armatura cjevovoda

Obuhvaća zaporne, regulacijske i odzračne organe. Obzirom na pogonske uvjete i važnost objekata za funkcioniranje komunalnog i gospodarskog sustava, sva oprema pa tako i armatura cjevovoda mora imati visoku pouzdanost i operativnu raspoloživost te pogodnost održavanja,



što će rezultirati visokom efektivnosti i raspoloživosti cjelokupnog vodoopskrbnog sustava. Sve to podrazumijeva i odgovarajući, što veći period između pojedinih otkaza elemenata sustava (MTBF) što je uz pogodnost za održavanje, usklađenu s praksom i mogućnostima Investitora, tj. krajnjeg korisnika, bitan element osiguranja potrebne efektivnosti vodoopskrbnog sustava u predviđenom periodu trajanja eksploatacije (cca 30 god.).

Zajedno s armaturom trebaju biti isporučeni i vijci s maticama kvalitete prema "uvjetima".

Ugradne dimenzije cijevnih armatura (zasuni i sl.) trebaju biti u okviru odstupanja definiranih normom EN 558-1 (European Standard: "Face-to-face and centre-to-face dimensions of metal valves for use in flanged piping systems"). Tolerancije odstupanja ugradnih dimenzija prikazane su tablicom:

Odstupanja ugradbenih mjera cijevnih armatura s prirubnicama:

Ugradbene dimenzije ravnih i kutnih (90°) armatura (mm)		Odstupanja dimenzija (mm)
od	do (uključujući tu dimenziju)	
0	250	± 2
250	500	± 3
500	800	± 4
800	1000	± 5
1000	1600	± 6
1600	2250	± 8

Prirubnice armatura moraju geometrijski odgovarati prirubnicama cjevovoda u skladu s EN 1092-1.

Tehnički uvjeti isporuke za normirane armature moraju biti u skladu s EN 12266 (DIN 3230).

Opseg ispitivanja je prema normama za određene armature. Ispitivanja izvodi ili ih daje izvesti proizvođač armature.

B.4.5 Prirubnički spojevi

Veza cjevovoda s cijevnom armaturom mora biti izvedena prirubničkim spojevima. Raspored i veličina rupa za vijke, na prirubnicama, mora biti u skladu s EN 1092-1 za odgovarajući nazivni tlak (PN10, PN16, PN25 ili PN40).

U slučaju da se pojedini fazonski komadi izrađuju radionički iz čelika veza cjevovoda s cijevnom armaturom mora biti izvedena prirubničkim spojevima, i to za nazivne tlakove PN10 i PN 16



ravnim prirubnicama za navarivanje, a za nazivni tlak PN25 i PN40 prirubnicama s grlom za zavarivanje. Prirubnice moraju biti od istog materijala kao i cjevovod.

Prirubnice moraju odgovarati slijedećim normama:

- Leteće prirubnice sa nastavkom za zavarivanje PN10 prema EN 1092-1 Typ 02 in 33

Vijci za spajanje prirubnica moraju biti u skladu s normom DIN ISO 4014 (vijci sa šesterostranom glavom i tijelom klase B), a matice prema DIN ISO 4032. Dužina vijaka treba osigurati spajanje na način da nakon pritezanja ostane bar jedan navoj slobodan izvan matice. Vijci i matice, za prirubničke spojeve fazonskih komada i armatura iz nodularnog lijeva (GGG 40), trebaju biti od inoxa A2-70, granice razvlačenja $R_{p0.2}$ od min. 250 N/mm² i vlačne čvrstoće R_m od min. 500 N/mm².

Vijci i matice za povezivanje elemenata cjevovoda izrađenih od austenitnog nehrđajućeg čelika trebaju biti izrađeni od austenitnog nehrđajućeg čelika prema EN ISO 3506 T1/T2, grupe A2 - 70, granice razvlačenja $R_{p0.2}$ od min. 250 N/mm² i vlačne čvrstoće R_m od min. 500 N/mm².

U slučaju kontakta dijelova opreme i cjevovoda izrađenih iz austenitnog nehrđajućeg čelika s fazonskim komadima i armaturom iz nodularnog lijeva (GGG 40) potrebno je poduzeti mjere za sprječavanje tzv. kontaktne korozije na mjestima dodira metala različitog elektropotencijala. U tu svrhu potrebno je na strani nodularnog lijeva ugraditi izolacijske tuljke na vijcima, te izolacijske podložne pločice ispod podložnih pločica od nehrđajućeg čelika jer su vijci od nehrđajućeg čelika "plemenitiji" od prirubnice iz GGG 40. U takvom spoju obavezno je korištenje vijaka iz nehrđajućeg čelika (A2 ili A4 ovisno o materijalu cjevovoda) te **nikako nije dozvoljena upotreba pocinčanih vijaka** jer cink u dodiru s nehrđajućim čelikom izaziva njegovu koroziju.

Za brtvljenje koristiti meke brtve i to plosnate gumene brtve s tvrdoćom 60-90 Sh ili neki drugi meki bezazbestni brtveni materijal, odgovarajućih mehaničkih svojstava ("Tesnit BA", Klingersil-C i sl.). Brtve moraju biti izrađene u skladu s EN 1514-1 za prirubničke sustave po EN 1092-1. Brtve se umeću centrično na brtvene površine prirubnica. Veličinu momenta pritezanja pojedinog vijčanog spoja, koji će osigurati nepropusnost prirubničkog spoja, definirati u planu montaže, ovisno o vrsti brtvenog materijala, dimenzijama brtve i dimenzijskim karakteristikama prirubničkih spojeva.

U tom cilju može se koristiti i slijedeći približni izraz za izračunavanje momenta pritezanja:

Error! Objects cannot be created from editing field codes. (Ncm)

d_B (mm) - srednji promjer brtve

k_0 (mm) - karakteristika brtve (širina djelovanja brtve kod sile predzatezanja)



K_B (N/mm²) - deformacijski otpor materijala brtve

n - broj vijaka prirubničkog spoja

P (cm) - uspon navoja vijka

μ - koeficijent trenja na bokovima navoja i na glavi vijka ($\mu = 0,2$ za čelične vijke)

d_2 (cm) - srednji promjer navoja

D_{sr} (cm) - srednji promjer dosjedne površine glave vijka

Prije izvedbe prirubničkog spoja potrebno je očistiti brtvenu plohu prirubnica, a vijke očistiti, nauljiti, te zaštititi.

Za raspored rupa za vijke kod cijevi i fazonskih komada s prirubnicama vrijedi pravilo da vertikalna os prirubnice, koja stoji okomito na ravninu u kojoj se polaže cjevovod, ne smije prolaziti kroz rupe za vijke. Kako bi se izbjegle greške kod ugradnje, na prirubnice su postavljene oznake za ugradnju u obliku dva nasuprotna zareza. Kod ugradnje, ove oznake treba poravnati po vertikali ili horizontali. Ovo je naročito važno kod FFR komada zbog razlike u brojevima rupa za vijke, pa će u slučaju pogrešne ugradnje, priključne armature i fazoni zauzimati kosi položaj u prostoru.

Nakon postave brtve i priključenja prirubnica vijke je potrebno, na križni preskok, pritegnuti ručno, a nakon konačnog podešavanja pritezanje izvršiti, također na križni preskok, moment ključem, kako bi se izvelo jednoliko pritezanje.

B.4.6 Montaža opreme

B.4.6.1. Općenito

Sve radove treba izvesti prema opisu troškovnika, specifikaciji i detaljnim nacrtima, uvažavajući odredbe važećih normi, uz obavezu izvedbe kvalitetnog proizvoda. Izvođač je obavezan pridržavati se uputa projektanta u svim pitanjima koja se odnose na izbor i obradu materijala i način izvedbe pojedinih detalja, ukoliko to nije već detaljno opisano troškovnikom. U slučaju da opis pojedine stavke nije dovoljno jasan, mjerodavno je samo uputa i tumačenje projektanta.

Cijevni razvod izvesti iz šavnih cijevi i fazonskih komada tvorničke izrade iz nehrđajućeg čelika (u skladu sa tehničkim opisom i troškovnikom). Pojedine pozicije koje nisu standardne izraditi iz standardnih dijelova radionički (zavarivanjem - uključeno u stavku).

Ako izvođač sumnja u valjanost ili kvalitetu nekog propisanog materijala i drži da za takvu izvedbu ne bi mogao preuzeti odgovornost, dužan je o tome obavijestiti projektante s obrazloženjem i dokumentacijom. Konačnu odluku donosi projektant u suglasnosti s nadzornim organom investitora, nakon proučenog prijedloga izvođača.



B.4.6.2. Materijal za izradu

Izvođač je dužan svu opremu koja je u kontaktu s pitkom vodom, a izrađuje se radionički, izraditi iz kvalitetnog austenitnog nehrđajućeg čelika, sa kemijskim i mehaničkim svojstvima, garantiranim po isporučitelju materijala.

Šavne cijevi iz nehrđajućeg čelika:

- dimenzija, mase i tolerancije prema EN 1127
- tehnički zahtjevi sukladno EN 10216-5.
materijal X2CrNiMo17-12-2 (AISI316L)

Sve priрубnice su bušene prema EN 10 92-1, PN10.

B.4.6.3. Zavarivanje

Kompletna izvedba prema točki B.5.1. ovih posebnih tehničkih uvjeta (Tehnički uvjeti za izvedbu zavarenih konstrukcija).

B.4.6.4. Antikorozivna zaštita opreme

Radionički izrađene dijelove opreme (ako nije od nehrđajućeg čelika) potrebno je adekvatno antikorozivno zaštititi. Antikorozivna zaštita provodi se na dva načina, toplim pocinčavanjem (kvalitetnije, ali i skuplje rješenje) ili nanošenjem antikorozivnih premaza.

Oprema i dijelovi opreme izrađeni od nehrđajućeg čelika nakon pasiviranja zavara ne traže nikakvu posebnu antikorozivnu zaštitu, te se na nju ne odnose postupci navedeni u daljnjem tekstu.

Zaštita nanošenjem antikorozivnih premaza

Zaštita nanošenjem antikorozivnih premaza u cijelosti se izvodi prema točki B.3.2. ovih posebnih tehničkih uvjeta (Tehnički uvjeti za izvođenje antikorozivne zaštite premazima).

Za sve izvršene radove na zaštiti od korozije izvođač treba isporučiti:

- Ateste svih upotrijebljenih premaza



- Izvještaj o provedenoj unutarnjoj kontroli i provedenim ispitivanjima
- za dijelove opreme koji dolaze u kontakt s vodom za piće, uvjerenje o neškodljivosti upotrijebljenih premaza na zdravlje ljudi

B.4.6.5. Ispitivanja i prijem opreme na gradilištu

Pri dolasku opreme na gradilište, oprema mora biti pregledana kako bi se utvrdilo da li je oprema oštećena ili neodgovarajuća. Pregled će obavljati nadzorni inženjer Investitora i odgovorna osoba Izvoditelja.

Nakon izvršenog pregleda, nadzorni inženjer i odgovorna osoba Izvoditelja daju zajedno pismeno odobrenje za montažu opreme. Nadzorni inženjer ima pravo zahtijevati od Izvoditelja da prilikom montaže opreme osigura prisustvo predstavnika proizvođača opreme.

B.4.6.6. Upute za montažu, uporabu i održavanje

Izvoditelj treba pravodobno predati Investitoru upute za montažu, te upute za uporabu i održavanje. Sve upute moraju biti na hrvatskom jeziku i pisane latiničnim pismom.

Upute za montažu su unaprijed razrađeni i jasan postupak montaže, kojim se osigurava postizavanje ugovornih osobina postrojenja, u zadanom roku i uz što niže troškove. Trebaju biti predane Investitoru određeno vrijeme prije početka montaže, kako bi se osoblje Investitora moglo upoznati s njima radi nadziranja montaže.

Upute za uporabu i održavanje trebaju biti predane Investitoru prije primopredaje opreme i radova, kako bi njegovo osoblje, pravodobno osposobljeno, od prvih dana uporabe ispravno postupalo s postrojenjem. Jednako kao i upute za montažu, upute za uporabu moraju činiti usklađenu cjelinu i jednoznačno voditi korisnika pri uporabi.

Posebno je potrebno dostaviti podatke o podmazivanju, koji moraju obuhvatiti kvalitetu maziva, količine i dinamiku podmazivanja.

Pri izradi uputa za uporabu i održavanje, treba paziti da priloženi crteži na koje se upute pozivaju, mogu i smiju biti samo crteži izvedenog stanja.

B.4.6.7. Montaža

Montažu može izvoditi samo stručni kadar tvrtke s iskustvom u tim poslovima i to s ovlaštenjem za te radove (sa izdavanjem certifikata). Sva oprema, armatura i fazonski komadi moraju prije montaže biti pregledani, a eventualna oštećenja antikorozivne zaštite kvalitetno popravljena.



Potrebno je provjeriti lokaciju i njenu prikladnost za izvođenje radova na montaži, budući da se neki dijelovi neće moći niti ugraditi ako se ne bude poštovao redoslijed montaže, usklađen s aktivnostima na završetku građevinskog dijela.

Montažu crpki obaviti u skladu s uputama proizvođača za konkretne crpke.

B.4.6.8. Ispitivanje nepropusnosti cjevovoda u crpnoj stanici (obavlja ovlaštena tvrtka)

B.4.6.8.1. Općenito

Nakon završene montaže potrebno je izvršiti ispitivanje nepropusnosti cjevovodnog sustava. Ispitivanjem se sustav podvrgava uvjetima opterećenja koji su iznad normalnih pogonskih uvjeta, ali pri tome ni jedan element sustava ne smije biti izložen naprezanjima koja bi prouzročila trajne deformacije. Prije ispitivanja treba izolirati sve elemente koji nisu dimenzionirani za tlak ispitivanja.

Ispitivanje provodi ovlaštena tvrtka sukladno normi HRN EN 805 uz izdavanje certifikata.

Definicije pojmova:

Nazivni tlak - Karakteristična vrijednost koja je pogodno zaokružena, za referentne odnose. Standardno su stupnjevani. Ugradbeni dijelovi istog nazivnog tlaka imaju kod istog nazivnog otvora iste priključne mjere.

Radni tlak - Maksimalni tlak koji se javlja, u stacionarnom stanju, u cjevovodu tijekom eksploatacije, a njegova vrijednost se nalazi u hidrauličkom proračunu.

Ispitni tlak - Tlak kojemu je cjevovod izložen u svrhu ispitivanja.

Cjevovod treba puniti vodom. Istodobno je potrebno vršiti odzračivanje cjevovoda. Ako je moguće, cjevovod treba sa najniže točke puniti vodom takvom brzinom, da u cjevovodu sadržani zrak može izlaziti kroz otvore za odzračivanje koji se trebaju nalaziti na najvišim točkama, te na kraju cjevovoda. Izlaženje zraka mora se odvijati bez jakog razvoja šumova.

Tablica za određivanje brzine punjenja cjevovoda ovisno o nazivnom promjeru:

DN	100	150	200	250	300	400	500	600	700	800	900	1000
----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------



Količina punjenja (l/s)	0.3	0.7	1.5	2	3	6	9	14	19	25	32	40
-------------------------------	-----	-----	-----	---	---	---	---	----	----	----	----	----

Postavljanje tlačne crpke

Ispitni tlak u cjevovodu postiže se ručnim ili motornim pokretanjem klipne crpke koja je priključena na rezervoar obujma 50 - 100 l.

Tlačnu crpku postavljamo na mjesto koje pruža potpunu sigurnost poslužitelju crpke, kao i ostalim radnicima.

Mjerenje obaviti provjerenim mjeračem tlaka (baždaren u ovlaštenoj ustanovi) sa mogućnošću očitavanja promjene tlaka, u radnom području od 0,1 bar uz poželjnu upotrebu pisala - manografa. Propisuje se upotreba dva mjerača tlaka, od kojih jedan registrira tlak, a drugi je kontrolni.

B.4.6.8.2. Predproba

Po završenom punjenju instalacije staviti instalaciju pod ispitni tlak, te ispustiti zrak koji je eventualno zaostao u instalaciji. Tlak koji je pao uslijed ispuštanja zraka iz instalacije ponovno podići na ispitni tlak. Prekontrolirati sva spojna mjesta i eventualne greške ili kvarove otkloniti, a predprobu ponoviti. Trajanje predprobe ovisno o nazivnom promjeru cjevovoda dano je u slijedećoj tablici.

Trajanje ispitivanja:

Nazivni promjer DN	Trajanje ispitivanja (sati)
do 200	3
250 do 400	6
preko 400	12

U slučaju da se instalacija sastoji od cjevovoda različitih nazivnih promjera za trajanje ispitivanja je mjerodavan najveći nazivni promjer.

Ispitni tlak predprobe iznosi: **1 bar.**

**B.4.6.8.3. Glavno ispitivanje**

Ako se kod predprobe ne pojave ni pomaci ni vidljivo istjecanje ili kapanje kroz stjenku cijevi ili na spoju, zasunima, ventilima, pipama i ograncima treba nastavno izvršiti glavno ispitivanje.

Trajanje ispitivanja ovisno o nazivnom promjeru cijevi dano je u slijedećoj tablici.

Trajanje ispitivanja:

Nazivni promjer DN	Trajanje ispitivanja (sati)
do 400	3
500 do 700	12
preko 700	24

Glavno ispitivanje može se provesti i bez predprobe, ali je trajanje ispitivanja duže.

Vrijednosti za dužinu trajanja glavnog ispitivanja bez predprobe dana su u slijedećoj tablici.

Trajanje ispitivanja bez predprobe:

Nazivni promjer DN	Trajanje ispitivanja (sati)
do 200	3
250 do 400	6
500 do 700	18
preko 700	24

U slučaju da se instalacija sastoji od cjevovoda različitih nazivnih promjera za trajanje ispitivanja je mjerodavan najveći nazivni promjer.

Visina ispitnog tlaka iznosi:

– za sve tlačne cjevovode u crpnoj stanici: **3 bara**

Tijekom glavnog ispitivanja ne smije se nadopunjavati voda u cjevovod i time podizati tlak.



Ako se pokažu propusna mjesta na stijenci cijevi ili na spoju treba probu prekinuti i polako prazniti vod dok sva propusna mjesta ne ostanu bez vode. Proba se smije ponoviti tek nakon potpuno otklonjenih nedostataka.

Instalacija se smatra dovoljno zabrtvljenom ako se u jednakim vremenskim razmacima veličina pada tlaka Δp stalno smanjuje. Istodobno na kraju ispitivanja ne smiju biti prekoračena navedena granična vrijednost za pad tlaka.

Granična vrijednost za pad tlaka $\Delta p_{\text{dop}} = 0,1$ bar

Tlačna probu provodi ovlaštena tvrtka za ispitivanje vodonepropusnosti sustava otpadnih voda, koja o tome izdaje certifikat.

Rezultate tlačnog ispitivanja obavezno evidentirati u građevinski dnevnik.

B.4.7 Tlačno ispitivanje čvrstoće i nepropusnosti cjevovoda od plastičnih cijevi

B.4.7.1. Opće smjernice za ispitivanje na tlak

Nakon polaganja i djelomično zatrpanog cjevovoda, pristupiti tlačnom ispitivanju cjevovoda.

1. Postupak za tlačno ispitivanje

Cjevovodi za vodu izrađeni iz plastičnih masa moraju biti ispitani na tlak prije puštanja cjevovoda u eksploataciju. Ispitivanje na tlak je vremenski ograničeno s tlakom koji je obično veći od nazivnog pritiska. Ispitivanje se dijeli na:

- kratko ispitivanje
- prethodno ispitivanje
- glavno ispitivanje
- skupno ispitivanje

Ako cjevovod nije moguće ispitati odjednom, mora se ispitati po dionicama. U tom slučaju moraju se spojna mjesta između pojedinih dionica ispitati na nepropusnost skupnim ispitivanjem. Kod cjevovoda bez međuspojeva dovoljno je kratko ispitivanje.

2. Dionice cijevi

Ispitivanje se uglavnom vrši na dionicama dužine do 500 metara. Ako se javljaju velike visinske razlike, moraju se izabrati takve dužine dionica, da se prilikom ispitivanja u najvišoj točki cjevovoda ostvari bar radni tlak.



3. Izvođenje ispitivanja

Prije punjenja vodom, cjevovod mora biti kompletno usidren na svim horizontalnim i vertikalnim krivinama, koljenima i račvama, da se smanji pomicanje, a time i mogućnost propuštanja na spojevima za vrijeme ispitivanja i u kasnijoj eksploataciji cjevovoda. Sidrenje mora biti prilagođeno ispitnom tlaku. Razupirače na krajevima cjevovoda ne skidati prije nego se spusti tlak. Svi spojevi na cjevovodu moraju biti slobodni (nezatrpáni).

3.1. Punjenje cjevovoda

Cjevovod se mora napuniti vodom i iz njega mora biti ispušten sav zrak.

3.2. Mjerenje tlaka ispitivanja i porasta zapremine

Za ispitivanje se upotrebljavaju provjereni manometri koji imaju takvu podjelu, da se može očitati promjena tlaka od 0,1 kp/cm². Preporučamo dva mjerna instrumenta, od kojih jedan registrira tlak, a drugi je kontrolni. Manometar se obično postavlja na najnižoj točki ispitane dionice.

3.3. Propuštanje

Ako se na ispitnim dionicama cjevovoda pokažu mjesta koja propuštaju na spojevima (kapljice, mlazevi i sl.), mora se ispitivanje prekinuti i dionice isprazniti. Ispitivanje se može ponoviti nakon otklanjanja nedostataka.

3.4. Izvještaj o ispitivanju

O ispitivanju cjevovoda vodi se zapisnik s kojim se upoznaje kupac i proizvođač cijevi.

Ispitivanje na tlak

1. Kratkotrajno ispitivanje

- Ispitivanje I

Kratki cjevovodi (npr. kućni priključci od približno 15 m dužine) bez međuspojeva. Pregled cjevovoda i spojeva pod radnim tlakom.

- Ispitivanje II

Cjevovod od približno 30 m dužine i do DN 63 mm (npr. kućni priključci sa međuspojevima). Cjevovod se podvrgne tlaku: 1,5 x radni tlak. Poslije 30 minuta počinje ispitivanje tlaka bez ikakvog podizanja za to vrijeme, ako je u tih 30 minuta pao. Poslije početka ispitivanja tlak u cjevovodu u toku svakih 5 minuta ne smije pasti za više od 0,2 bara. Ispitivanje traje 60 minuta.

- Ispitivanje III



Cjevovodi bez međuelemenata (spojevi, fazonski komadi, armature) dužine preko 30 m. Cjevovod se podvrgne tlaku: 1,5 x radni tlak. Nakon 2 sata tlak koji je pao za to vrijeme treba podići do 1,3 x radni tlak. Nakon slijedećih 2 sata započinje ispitivanje, bez ponovnog podizanja tlaka. Poslije početka ispitivanja može se računati sa opadanjem tlaka za 0,2 bara na sat. Trajanje ispitivanja je 30 minuta za svakih započetih 100 m cjevovoda, a najmanje 2 sata.

2. Prethodno ispitivanje

Cjevovodi sa međuelementima (spojevi, fazonski komadi, armature) dužine do 500 m. Cjevovod mora biti odzračan, a eventualno zaostali zrak se u cjevovodu za vrijeme ispitivanja upije u vodu.

Povećanje zapremine cjevovoda na temperaturi ispitivanja od 20⁰ C i na radnom tlaku iznosi kod cijevi od PE tip-1 2-3%, a kod cijevi od PE tip 2-3 1,5-2%. Ovo razvlačenje nastaje u toku vremena, a dostiže se za približno 12 sati.

Pri tlaku ispitivanja: 1,3 x radni tlak ovo povećanje zapremine je veće za 0,5%.

Tlak ispitivanja iznosi: 1,3 x radni tlak. Prethodno ispitivanje traje najmanje 12 sati. U pravilnim vremenskim razmacima (npr. svaka 2 sata) cjevovod se dopuni vodom do tlaka ispitivanja. Porast temperature prouzrokuje pad tlaka i to za 10⁰ C tlak se promijeni za 0,5 do 1 bar. Pri kraju prethodnog ispitivanja može pad tlaka iznositi 0,1 do 0,2 bara na sat iako je cjevovod nepropustan na svim mjestima. Nakon toga se prelazi na glavno ispitivanje ne puštajući tlak.

3. Glavno ispitivanje

Ako se u toku prethodnog ispitivanja na cijevima, spojevima i armaturama ne pokaže propuštanje vode, te ako se zapremina cjevovoda povećala kao što je predviđeno, odnosno izračunato, može se započeti glavno ispitivanje.

Tlak je isti kao na kraju prethodnog ispitivanja. Ispitivanje traje 30 minuta za svakih 100 m cjevovoda, a najmanje 2 sata. Za vrijeme glavne probe mora se paziti na razvlačenje cjevovoda, koje još nije potpuno završeno. Preporuča se da glavno ispitivanje počne 2 sata nakon posljednjeg podizanja tlaka u prethodnom ispitivanju. Ispitivanje je završeno, ako se ne pojavi padanje tlaka veće od 0,1 do 0,2 bara na sat.

4. Skupno ispitivanje

Obuhvaća ispitivanje spojnih mjesta između prethodno ispitanih dionica, a veže glavna i kratka ispitivanja. Spojna mjesta ne smiju biti pokrivena.

C I J E V			C I J E V	
PE tip-1 (PELD)			PE tip-2 ili 3	
(PEHD) l/100 m cjevovoda			l/100 m cjevovoda	
d	6 bara	10 bara	6 bara	10 bara



32	1.7	1.3	-	-
40	2.3	1.6	2.0	1.7
50	3.6	2.4	3.1	2.6
63	6.8	4.9	4.9	4.2
75	9.6	6.9	6.9	5.9
90	13.7	9.9	10.0	8.5
110	20.5	14.8	15.0	12.7
125	-	-	19.3	16.4
140	-	-	24.2	20.7
160	-	-	31.6	26.9
180	-	-	40.0	34.0
200	-	-	49.4	42.0
225	-	-	62.5	53.1
250	-	-	77.1	65.6
280	-	-	96.7	82.3
315	-	-	122.4	-
355	-	-	155.6	-
400	-	-	197.4	-
450	-	-	250.0	-
500	-	-	308.7	-

Tlak ispitivanja: 1,3 x radni tlak. Trajanje ispitivanja je 2 sata. Ispitivanje je završeno ako su sva spojna mjesta između pojedinih dionica nepropusna.

Povećanje zapremine cjevovoda u litrima na 100 m cjevovoda pri 20⁰ C za 12 sati.

Količine vode potrebne za dopunjavanje cjevovoda uslijed razvlačenja PE cijevi date su u tablicama za tlak ispitivanja: 1,3 x radni tlak i za 100 m cjevovoda. Vrijednosti su određene za temperaturu od 20⁰ C, koja se smatra kao najviša temperatura pri ispitivanju.

Uputa za ispitivanje dano je prema: Richtlinien die Durchführung der Druckprüfung von Druckrohrleitungen aus Polyvinylchlorid (PVC) hart und Polyethylen (PE) hart oder weich: DVGW Kfk regelwerke Arbeitsblatt W 322.

O ispitivanju na tlak treba voditi zapisnik s potpisom izvršioca ispitivanja i nadzornog inženjera. Rezultat ispitivanja obavezno evidentirati u građ.dnevniku.

Nakon uspješno izvršenog ispitivanja na tlak, izvršiti ispiranje cjevovoda od mehaničkih nečistoća, te dezinfekciju cjevovoda odgovarajućim klornim rastvorom.



B.4.7.2. Ispitivanje vodonepropusnosti gravitacijskih kanalizacijskih cjevovoda i revizijskih okana

B.4.7.2.1. Općenito

Svi gravitacijski kanalizacijski cjevovodi i pripadna revizijska okna moraju biti provjereni na vodonepropusnost. Provodi se prema normi *HRN EN 1610 polaganje i ispitivanje kanalizacijskih cjevovoda i kanala*.

Ispitivanje vodonepropusnosti kanala i okana provodi se dok oni nisu zatrpani i obloženi. Ako je zbog sigurnosti od izmicanja kanale potrebno učvrstiti, tada se djelomično zatrjavaju u središnjem dijelu između spojeva, dok sami spojevi moraju ostati nezatrpani.

Ispitivanje vodonepropusnosti kanala provodi se s predtlakom vode koja se ulijeva u cjevovod. Da bi se voda mogla uliti u cjevovod i da bi se moglo provesti ispitivanje, svi otvori kanala moraju se na prikladan način zatvoriti i učvrstiti da bi izdržali probni tlak.

Ispitivanje počinje zatvaranjem svih otvora na ispitivanom dijelu kanala. Punjenje vodom se obavlja polagano od najnižeg dijela kako bi zrak iz kanalizacijskog cjevovoda postupno mogao biti istisnut. Pošto se kanalizacijski cjevovodi napune vodom, ostave se određeno vrijeme napunjeni kako bi zrak iz kanala u potpunosti izišao i kako bi se kanalizacijski materijal zasitio vodom. Trajanje namakanja kanalizacijskog cjevovoda ovisi o vrsti materijala od kojeg je kanal izgrađen.

Kanali izrađeni od PVC, PEHD, PP, GRP cijevi trebaju biti namakani razmjerno kratko vrijeme (do sat vremena), dok se kanali izgrađeni od betona ili armiranog betona moraju namakati najmanje 24 sata. U svakom slučaju potrebno je držati se uputa proizvođača kanalizacijskog materijala kako bi se utvrdilo minimalno potrebno vrijeme namakanja kanala prije nego što počne ispitivanje.

Gravitacijski kanalizacijski cjevovodi ispituju se na tlak od 5 m vodnog stupca, odnosno 0.5 bara, mjerenjem iznad najnižeg ovlaženog mjesta dijela kanalskog voda koji se ispituje. Prema tome, očitavanje tlaka odnosi se na najnižu kotu omočena dijela kanala. Samo ispitivanje traje najmanje 15 minuta, a poželjno je da traje 2 sata.

Za vrijeme ispitivanja mora se održavati stalni ispitni tlak, što se postiže stalnim dopunjavanjem vode ili dodatnim tlačenjem vode. Količine dodatne vode se mjere i ne smiju prijeći dopuštene količine navedene u tablici 1, a za revizijska okna veličine navedene u tablici 2.

Za izračunavanje ukupno dopuštene količine dodatne vode mora se uzeti u obzir stvarni svijetli omočeni obod (promjer) kanalskog voda, odnosno stvarna ovlažena unutrašnja površina revizijskog okna.

I revizijska okna se trebaju ispitati na vodonepropusnost. Pri tome sniženje razine vode u revizijskom oknu ne smije prekoračiti vrijednosti koje se dobiju na temelju izraza:

$$h = \frac{Q_{dop}}{F} \text{ (mm)}$$



gdje je:

- h - sniženje razine vode u vodom napunjenom revizijskom oknu (mm)
- Q_{dop} - ukupna dopuštena količina vode (lit) koja se smije dodati za vrijeme ispitivanja (tablica 2)
- F - površina presjeka (m^2) na mjestu gdje se u revizijskom oknu mjeri sniženje razine vode

Tablica 1: Kanalski vodovi kružnog presjeka

Promjer (cm)	DOPUŠTENA KOLIČINA DODATNE VODE (l/m ² unutrašnje ovlažene površine)			
	Beton	Armirani beton	Kamenština	AC, PVC, PE, Lj.Ž.
10 - 25	0.40	0.20	0.10	0.02
30 - 60	0.30	0.15	0.10	0.02
70 - 100	0.25	0.13	0.10	0.02
> 100	0.20	0.10	0.10	0.02
Vrijeme namakanja (držanja vode u kanalu) treba biti najmanje 24 sata. Tlak kod ispitivanja 0.5 bara.				

Tablica 2: Revizijska okna

DOPUŠTENA KOLIČINA DODATNE VODE (l/m ² unutrašnje ovlažene površine)	
Beton i armirani beton	AC, Lj. Ž., PVC, PEHD
0.20	0.02
Vrijeme namakanja (držanja vode u oknu) revizijskog okna treba biti najmanje 24 sata	

Kanal se smatra ispravnim na vodonepropusnost ako su spojevi vodonepropusni, a količina dodane vode ne prekorači dopuštenu vrijednost.

Revizijsko okno koje se ispituje smatra se ispravnim ako su dno i stijene vodonepropusne, a sniženje razine vode ne prekoračuje dopuštene vrijednosti.

Ako kanali ne zadovoljavaju ove kriterije, tada se ispitivanje prekida i smatra se da je kanal neispravan, pa ga treba popraviti i ponovno ispitati.

Svako ispitivanje mora imati i odgovarajući zapisnik koji prihvaćaju izvođač radova i nadzor.

Crpni spremnici crpnih stanica ispituju se analogno revizijskim oknima.



B.4.7.2.2. Obračun

Ispitivanje se obračunava po m postavljenog cjevovoda iz projekta. Cijenom su obuhvaćene sve predradnje i sav potreban pomoćni materijal kao i alat, strojevi i rad na ispitivanju cjevovoda i revizijskih okana, bez obzira na korištenu metodu. Ukoliko projektom predviđena ukrućenja cjevovoda prilikom ispitivanja nisu dovoljna, izvoditelj o trošku ispitivanja treba predvidjeti dodatne ukrute, kao i sva potrebna spajanja i prespajanja cjevovoda, prebacivanje medija za ispitivanje, dobavu i deponiranje iskorištenog medija, dežurstva itd. Cijenom obuhvatiti i završno uklanjanje pomoćnih ukruta koje bi smetali kasnijoj eksploataciji cjevovoda, spajanje na ostale dionice cjevovoda te sitne pomoćne materijale, alate, strojeve i radnje.

B.4.8 Posebni tehnički uvjeti za gospodarenje građevinskim otpadom koji nastaje tijekom građenja ili uklanjanja

Prema čl. 53 Zakona o održivom gospodarenju otpadom (NN94/13) građevni otpad spada u "posebne kategorije otpada".

Građevine obuhvaćene ovom Mapom 1. Građevinski projekt su :

- gravitacijski kanali s kontrolnim oknima
- tlačni cjevovodi
- crpne stanice.

Njihovim izvođenjem predviđa se nastanak građevnog otpada.

Sukladno *Zakonu o održivom gospodarenju otpadom* (NN 94/13) građevni otpad je otpad koji je nastao prilikom gradnje građevina, rekonstrukcije, uklanjanja i održavanja postojećih građevina, te otpad nastao od iskopanog materijala, a ne može se, bez prethodne uporabe, koristiti za građenje građevine zbog kojeg građenja je i nastao.

»Oporaba otpada« je definirana kao svaki postupak čiji je glavni rezultat uporaba otpada u korisne svrhe, kada otpad zamjenjuje druge materijale, koje bi inače trebalo uporabiti za tu svrhu, ili otpad koji se priprema kako bi ispunio tu svrhu, u tvornici ili u širem gospodarskom smislu.

Mogući primjenjivi postupci uporabe mogu biti **R 12** (*"Razmjena otpada radi primjene bilo kojeg od prethodno specificiranih postupaka uporabe navedenim pod R 1 – R 11 (ako nijedna druga oznaka R nije odgovarajuća, ovo može obuhvatiti prethodne postupke prije uporabe uključujući prethodnu preradu kao što su između ostalog rasklapanje, sortiranje, drobljenje, sabijanje, peletiranje, sušenje, usitnjavanje, kondicioniranje, ponovno pakiranje, odvajanje, uklapanje ili miješanje prije podvrgavanja bilo kojem od postupaka navedenim pod R1 – R11"*), te **R 13** (*"Skladištenje otpada prije bilo kojeg od postupaka uporabe navedenim pod R 1 do R 12 (osim privremenog skladištenja otpada na mjestu nastanka, prije sakupljanja)"*), a koji ne isključuje



druge moguće postupke oporabe, sve u okviru važećeg Zakonu o održivom gospodarenju otpada (NN 94/13)

Posjednik građevnog otpada koji nastaje tijekom gradnje ili uklanjanja građevine, odnosno tijekom izvođenja radova gradnje, rekonstrukcije ili održavanja, dužan je gospodariti tim otpadom na način propisan pravilnikom iz članka 53. stavka 3. *Zakona o održivom gospodarenju otpada* (NN 94/13).

Tako je uređenjem okoliša, u smislu uređenja gradilišta po završetku građenja, predviđeno:

- nakon izvedbe objekata potrebno je okoliš dovesti u uredno i funkcionalno stanje;
- popraviti i urediti sve cestovne površine koje su prekopane u svrhu izgradnje objekata, te onih cestovnih površina koje su korištene tijekom izgradnje;
- ukloniti sve privremene građevine izgrađene u okviru pripremnih radova kao i opremu gradilišta;
- odvesti višak građevinskog materijala sa skladišnog prostora;
- očistiti deponij od smeća i otpadaka s odvozom na gradsku deponiju;
- demontirati privremene električne instalacije za pogon i osvjetljavanje pojedinih mjesta na gradilištu;
- očistiti gradilište i trasu pristupnog puta i cjevovoda od smeća i svih otpadaka, te zaostalog građevinskog materijala;
- okolišno zemljište oštećeno gradnjom obnoviti;
- sve potporne i ogradne zidove, oštećene tijekom izgradnje popraviti i vratiti u prvobitno stanje;
- urediti postojeće vodotoke koji su presječeni konstrukcijom tj. omogućiti nesmetano otjecanje potoka i bujica (ne smije se narušiti postojeći sustav odvodnje);
- sve postojeće putove koji eventualno presijecaju trasu rekonstruirane (izgrađene) prometnice moraju se priključiti na tu prometnicu odgovarajućim polumjerima zaobljenja kako bi se omogućilo njihovo normalno funkcioniranje.

B.4.9 Posebni tehnički uvjeti za gospodarenje opasnim otpadom

Kao proizvod tehnološkog procesa prikupljanja i odvodnje otpadnih voda nastaje otpad:

- Otpadna voda razdjelnog sustava – fekalna kanalizacija.

Otpadna voda ispušta se podmorskim ispustom dužine 555 m' u more.

S prikupljenim otpadom treba postupati prema propisima, te voditi očevidnik o nastanku i tijeku otpada koji se sastoji od obrasca očevidnika i pratećih listova za pojedinu vrstu otpada.

Za prikupljeni otpad treba putem pravne osobe (ovlašteni laboratorij) izvršiti uzorkovanje i ispitivanje svojstava otpada, kategorizaciju otpada, karakterizaciju otpada u svrhu odlaganja, te ocjenu o nepostojanju opasnog svojstva predmetnog otpada), slijedom primjene članaka 50. i 51. *Zakonu o održivom gospodarenju otpada* (NN 94/13), te na taj način definirati karakteristike otpada sa predmetnog objekta.



Kruti otpad izdvojen kod održavanja crpne stanice otpadnih voda treba evakuirati od strane osoblja zaduženog za održavanje kanalizacijskog sustava, prevoziti uz pomoć specijaliziranih vozila i opreme te odvesti na odgovarajuće odlagalište.

Projektant:

Mladen Lišnjić, dipl.ing.građ.



Investitor: **"VODOVOD DUBROVNIK" d.o.o., DUBROVNIK**

Građevina: **SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA NA OTOKU LOPUDU**

Vrsta projekta: **Glavni projekt – građevinski projekt i projekt ugradnje opreme**

C TEHNIČKI DIO - GRAFIČKI PRIKAZI

Zagreb, svibanj 2016. godine

**C. TEHNIČKI DIO – GRAFIČKI PRIKAZI**

C.1.	Pregledna situacija na digitalnoj ortofoto karti	M 1 : 5 000
C.2.1.	Položajna situacija CS Sutiona	M 1 : 500
C.2.2.	Položajna situacija CS Lukovice	M 1 : 500
C.3.1.	Crpna stanica Sutiona - građevinski i položajni nacrt	M 1 : 50
C.3.2.	Crpna stanica Lukovice - građevinski i položajni nacrt	M 1 : 50

Projektant:

Mladen Lišnjić, dipl.ing.građ.

Zagreb, svibanj 2016. godine