



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

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

Vrsta projekta: **Glavni projekt – strojarski projekt**

B.4 POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GRADNJE

- B.4.1. Tehnički uvjeti za izvedbu zavarenih konstrukcija
- B.4.2. Tehnički uvjeti za izvođenje antikorozivne zaštite premazima
- B.4.3. Čelične cijevi iz austenitnog nehrđajućeg čelika
- B.4.4. Armatura cjevovoda
- B.4.5. Prirubnički spojevi
- B.4.6. Montaža opreme

Zagreb, svibanj 2016. godine

B.4 POSEBNI TEHNIČKI UVJETI GRADNJE

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 i troškovnikom) AISI316Ti (X6 CrNiMo 17-12-2).

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

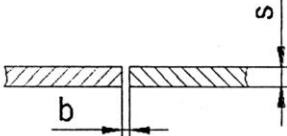
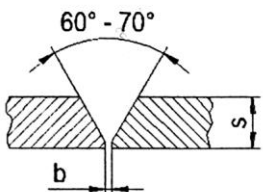
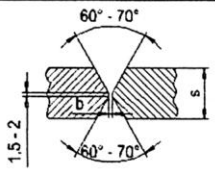
Priprema šavova

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.

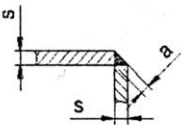
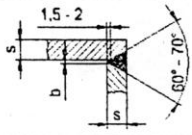
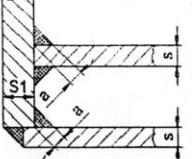
Pripreme bridova za sva kutna zavarivanja treba izvoditi prema tablici br. 2. Bridove i limove treba oblikovati kroz postupke propisane za sučelne bridove.

Bridovi površina koje se zavaruju trebaju biti od zdravog metala bez vidljivih oštećenja nastalih uslijed sječenja do min. 50 mm od ivice zavara. 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

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 besprijeekornost 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 određenom 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 protalijvanje. 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. Nehrdajući 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 stijenke jednakom ili većom od 1% vanjskog promjera smije biti max 2,5%

Debljina stijenke 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 osnog 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 rastvore i otklone. 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 debljine 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 poliiizocijanata. 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 stjenka 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 AISI316Ti (X6 CrNiMo 17-12-2) 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, Tip 02 i 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 A4-70, 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 A4 - 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:

$$M_p \approx \frac{\pi \cdot d_B \cdot k_0 \cdot K_B}{n} \cdot (0,16 \cdot P + \mu \cdot \frac{d_2 + D_{sr}}{2}) \quad (\text{Ncm})$$

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 AISI316Ti (X6 CrNiMo 17-12-2)

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.5.2. 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.

B.4.6.8. Ispitivanje nepropusnosti cjevovoda na uređaju (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.

Metoda ispitivanja cjevovodnog sustava je ispitivanje hladnim vodenim tlakom (hidrostatski test).

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 za cijevni razvod u objektu dozažnog bazena iznosi: **ne provodi se.**

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:

- cjevovoda u objektu dozažnog bazena iznosi: **ne provodi se.**

Za cjevovode u dozažnom bazenu dovoljno je provesti ispitivanje nepropusnosti. Potrebno je napuniti bazen čistom vodom i ispitati sve cjevovode (i preljev) na vodonepropusnost.

Potrebno je ispitati nepropusnost cjevovoda stlačenog zraka. Cjevovod treba natlačiti kompresorom na tlak 6 bara. Ispitivanje cjevovoda zrakom treba provesti u trajanju 24h.



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 $\Delta p_{\text{dop}} = 0,1 \text{ bar}$

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

Rezultate tlačnog ispitivanja obavezno evidentirati u građevinski dnevnik.

Projektant:

Zoran Kovačev, dipl.ing.stroj.