TEHNIČNO POROČILO

1220	**0021.00**	**002.2252**	**T.1.1**	

TEHNIČNI OPIS

Izdelava projektne dokumentacije – PGD, PZI zajema prestavitev obstoječega nadzemnega vročevoda, ki sedaj poteka ob cestišču ulice Trg svobode in Novi dom. Vročevod je vgrajen po priloženi sliki:

Na območju novega nadkrijta potoka je potrebno obstoječi vročevod odstraniti in na novo vgraditi premostitev čez potok Trboveljščica. Premostitev se izvede iz klasični jekleni izvedbi z cevaki izolacije tervola debeline 10 cm. Po prehodu čez potok se izvede vstop cevi v zemljo. V zemlji poteka trasa v predizolirani izvedbi cevi okoli novega krožišča. Ponovem prehod nazaj čez potok na obstoječo traso se ponovno izvede v klasični jekleni cevi.

KLASIČNI CEVOVOD

Na obeh prehodih čez potok se vgradi jeklena cev obešena na konzole, ki se pritrdijo na betonsko mostno konstrukcijo.

Na delu novega krožišča je sedaj izveden odcep za stanovanjsko hišo št. Novi dom 2, ki se sedaj prestavi višje gor po trasi in sam odcep se izvede iz obstoječih klasičnih cevi DN 200 po detajlu V3.

Ta vročevod se izvede s novo cevjo DN 200 (ø 219,1x5,9 mm). Material cevi po oznaki DIN 2448 je St.35.8 in mora biti izdelan v skladu z EN 253 normo. Cevi so brezšivne.

Poleg cevi se v cevovod vgradijo tudi kolena 90 ° po DIN 2605 del 1, radij kolena je 1,5 D, T kosi po DIN 2615 in zaključne kape po DIN 2617.

Vse armatura ki se bo uporabila na trase mora biti prirobnične izvedebe tlačnega razreda PN 25, temperaturno obstoja do 180 °C.

Podpiranje cevovoda

Maksimalne dopustne razdalje med podporami za dano cev DN 200 za temperaturno obremenitev 130 °C

Premer cevi	Max. razmak med podporami	
DN 200 219,1x5,1	6,7 m	

Korozijska zaščita

Cevovod

Vročevod bo proti koroziji zaščiten z dvakratnim premazom osnovne barve. Barvi odteki morajo biti različni, da se lahko ugotovi dvoslojno barvanje.
Predlagamo barvanje cevi v delavnici v dolžini 6m, pri čemer je potrebno pustiti na vsaki cevi 5 cm2 različne barvne skale, da lahko nadzorni in investitor ugotovi dvo slojno barvanje. Barvo nanašamo le na dobro očiščeno, odprašeno in suho površino cevi po sledečem postopku:

- razmaščevanje površine
- čiščenje površine do SA 2,5
- odpraševanje
- temeljna barva, 2x - debeline 60 mikrometrov
- sušenje

Podporna konstrukcija

Prav tako se obstoječe in nova podporna konstrukcija očisti do kovinskega sijaja.
Barvi odteki morajo biti različni, da se lahko ugotovi troslojno barvanje. Barvo nanašamo le na dobro očiščeno, odprašeno in suho površino cevi po sledečem postopku:

- razmaščevanje površine
- čiščenje površine do SA 2,5
- odpraševanje
- temeljna barva, 2x - debeline 60 mikrometrov
- sušenje
- pokrivni premaz debeline 50 mikrometrov

Opis izolacije

Na osušeno barvano površino se cevovod ovije z Alu folijo. Spoji se prelepijo s lepilom. Na ta ovoj se vgradijo cevaki izolacije »tervol« npr Knauf Insulation KPS 043 AluR. Debelina izolacije je določena po VDI 2055 in sicer 10 cm. Ti cevaki izolacije morajo imeti na zunanjem ovoju kaširan Al. Folijo. Na to folijo se vgradi Al. Plašč iz aluminijaste pločevine debeline 0,8 mm. Spojo pločevine so »pentljani« in vijačeni s kniping vijaki.

Armaturo je potrebno izolirati s izolacijskimi kolupi narejenimi po VDI 2055 in priloženem načrtu v projektu.

Pri polaganje izolacije, posebno zunanjega Al. plašča pri podporah je potrebno biti pazljiv, da se omogoči cevi vzdolžni in prečni pomik, pri čemer naj ne bi prišlo do zmečkanja Al. plašča.

PREDIZOLIRANI CEVOVOD

Trasa okoli novega krožišča in povezava na obstoječi hišni priključek Novi dom 2 se izvede v predizolirani izvedbi.

Ta del vročevoda je iz predizoliranih cevi npr. PREMANT.

Za del nove vročevodno traso, predvidim vročevod z predizoliranimi cevmi

- DN 200, ∅219,3 x 4,5 mm, z zunanjim plaščem ∅ 400 mm (3 stopnja izolacije).
- DN 50, ∅60,3 x 2,9 mm, z zunanjim plaščem ∅ 160 mm (3 stopnja izolacije).

Predizolirana cev in faz. kosi se stojijo iz:

- Jeklena cev po DIN 2458/1626, material cevi St. 37.0 po DIN 17120. Maksimalni dopustni obratovalni tlak je do 25 bar.
- izolacija iz poliuretanske pene (PUR), ki ne vsebuje CFC
- PE-folija
- Zunanji plašč je iz HDPE cevi in zunanjim premerom (3 stopnja izolacije).
- Med zunanjim plaščem in jekleno cevjo je izolacijski sloj poliuretanske pene debeline 110 mm in gostote min 60 kg/m3, zaprtost strukture ≥ 88 % in toplotno prevodnostjo λ = 0.025 do 0.032 W/mK pri 50°C.

Na konceh so cevi izdobavljene brez izolacije v dolžini 150 mm in imajo pripravljene robove za sočelno varjenje. Cevi se izdobavljajo normalno v dolžinah po 6 ali 12 m po naročilu.

Vse predizolirane cevi na predvidenem odseku, bodo imele v sloju toplotne izolacije dve bakreni žički, kateri služita za kontrolo vlažnosti izolacije oz. puščanje jeklene cevi ali zaščitne zunanje HDPE cevi.
Tip kontrole vlažnosti oz. suhosti toplotne izolacije mora biti usklajen z upraviteljem vročevoda Komunala Trbovlje.

Od standardnih predizoliranih fazonskih kosov se bodo v našem primeru uporabili samo predizolirani varilni loki 90°, ∅273 x 5,0 mm z radiem R = 2,5 D (ali večjim) po DIN 2606 za jekleni del loka.

Toplotna izolacija zvarnih mest

Toplotna izolacija zvarnih mest bo izvedena s pomočjo natičnih tuljav – PEH spojk in termokrčilnih tesnilnih manšet ter čepov.

Še pred zavaritvijo jeklenih cevi, je potrebno na zunanji plašč natakniti na eno stran zvarnega spoja natično tuljavo iz PE-HD ter dve termokrčilni tesnilni manšeti.

Po zavaritvi jeklenih cevi, je potrebno izvesti na odseku zvarjenega cevovoda tlačni in tesnostni preizkus ter po uspešnem preizkusu vse zvarne spoje očistiti. Nato je potrebno še ustrezno spojiti kontrolne žičke. Šele nato se lahko izvede toplotna izolacija zvarnih mest.

Toplotna izolacija zvarnih mest poteka na tlačno in tesnostno preizkušenem cevovodu, položenem v jarku na lesenih kladah – **obvezen material hrast**. Najprej se odstrani na obeh straneh zvarnega spoja oksidirana plast poliuretanske pene, pri čemer je potrebno paziti, da se ne poškoduje kontrolnih žičk. Nato se PEHD cev in natična tuljava ob zvarnem spoju dobro očisti, natična tuljava navleče nad zvarni spoj, ter se skozi pripravljeno odprtino napolni z poliuretansko peno. Ko se poliuretanska pena strdi, se višek pene, ki izbrizga iz odprtine odreže, odprtine zapre s čepi ter se na spojna mesta navleče termokrčilne tesnilne manšete, ter se jih s plinskim gorilnikom enakomerno segreje po celotnem obodu, tako da so spoji neprodušno zaprti.

Po toplotni izolaciji zvarnih mest se cevovod razpodloži, in spusti na peščeno posteljico (10 cm minimalno), prekontrolirajo se minimalni padci cevovoda ter se po potrebi popravijo. Pred zasutjem s peskom mora nadzorni organ preveriti izvedene padce cevovodov, pozornost posvetiti odzračevanju preko odcepov, in paziti, da se cevovod izvede tako, da ni možen nastanek zračnih žepov.

Po vsem tem se lahko cevovod zasuje s finim peskom. Nad temenom cevi mora biti sloj peska v debelini vsaj 10 cm. Ker se cevovod polaga v obstoječo kineto predlagamo zasutje vsaj 10 cm nad cevjo.

Pri varjenju in toplotni izolaciji zvarnih mest, je potrebno konce cevi čuvati pred vlago.

OSTALI DEL TEHNIČNEGA POROČILA

Kompenzacija raztezkov in toplotno statični izračun

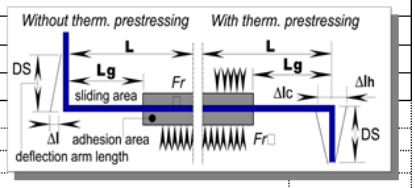
Kompenzacija raztezkov tega dela cevovoda zaradi temperaturnih razlik, se bo vršila po naravni poti, z »L«, krakov.
Obstoječi nadzemni vod ima na obeh straneh nove trase fiksne točke, obe novi premostitvi čez potok sta na območju kompenzacijskih »L« krakov, zato je potrebna izvedba podpore na novi most, ki omogoča ravninski pomik cevi in ne samo osni.

Dopustna napetost za vgrajene cevi znaša 190 N/mm2, iz priloženih izračunov trase je razvidno napetost in pomiki na podporah, prikazan je izračun za najdaljši krak.

STATIKA predizoliranih cevi položenih direktno v zemljo

OBJEKT: VROČEVOD TRBOVLJE KROŽIŠČE

Vhodni podatki		Polaganje cevi BREZ prednapetja	
Zunanji premer cevi, **d [mm]**	219,1	Dolžina polaganja predizoliranih cevi, **L [m]**	18
Debelina stene cevi, **s [mm]**	4,0	Delovna temperatura, **TB [°C]**	110
Zunanji premer PE-plašča, **D [mm]**	400	Drsno območje med obratovanjem, **Lg [m]**	18,00
Višina sloja zemlje do PE-plašča, **H [mm]**	1	Toplotno raztezanje, **Δl [mm]**	16,19
Temperatura polaganja cevi, **Tk [°C]**	20	Napetost v cevi med obratovanjem, **σ [N/mm2]**	68,53
Konstante		**Polaganje cevi Z prednapetjem**	
Koeficient trenja (tla/PE-plašč), **μ [-]**	0,5	Dolžina polaganja predizoliranih cevi, **L [m]**	50
Specifična teža tal, **γ [N/m3]**	19000	Delovna temperatura, **TB [°C]**	110
Trajna tlačna obremenitev, **Kd [-]**	0,463	Temperatura prednapetja, **Tv [°C]**	
Dopustna napetost, **σ [N/mm2]**	190	Prosto raztezanje pri prednapetju, **Δl [mm]**	-11,89
Modul elastičnosti, **E [N /mm2]**	201000	Drsno območje pri ohlajanju cevi, **Lg [m]**	-12,55
Koeficient raztezanja, **α [1/°K]**	0,00001189	Krčenje cevi pri ohlajanju, **Δlc [mm]**	-1,49
Rezultati		Napetost v hladnem stanju, **σ [N/mm2]**	47,80
Sila trenja na PE-plašč, **FR' [kN/m]**	10,291	Drsno območje med obratovanjem, **Lg [m]**	50,00
Max. dovoljena dolžina polaganja, **Lmax [m]**	49,90	Toplotno raztezanje, **Δlh [mm]**	32,70
Strižna napetost, **τmax<0.04 [N/mm2]**	0,0150	Napetost v cevi med obratovanjem, **σ [N/mm2]**	190,37
Napetost v cevi, **σ [N/mm2]**	68,53	Max.dovoljena temp.razlika, **Δtzul [°C] (Lver>Lmax)**	79,50
Prečni presek, **A [mm2]**	2703,02	PN 16 Tangencialna napetost, **σtn [N/mm2]**	43,03
Teža cevi + vode, **G [N/m]**	562,19		
Opomba 1	Sistem je Z mirnim območjem		
Opomba 2			
Opomba 3			



Pri predizoloranih cevovodih se diletacijske cone cevovoda se obložijo z blazinami iz gumaste pene po končani toplotni izolaciji zvarnih spojev, ko se cevovod nahaja še na montažnih podložnih lesenih kladah. Enojni diletacijski ovoji so debeline 40 mm.

Odzračevanje in izpusti

Novo odzračevanje se vgradi na prehodu nazaj čez potok - glej vozlišče V2, izpust se vgradi na pričetku prestavitve – glej vozlišče V1.

Zapiranje sekcij se bo izvedlo na obstoječih conski ventilih vgrajenih na vročevodo 200 m pred prestavitvijo vročevoda in cca- 800 m po trasi prestavitve. Na tem delu so vgrajeni tudi obstoječi izpusti.

Tlačni trdnostni in tesnostni preizkus ter radiografska kontrola zvarov

Po varjenju zvarnih spojev se izvede radiografska kontrola 1/3 vseh zvarov. Ker se predlaga da se zamenjava cevovoda izvaja na odsekih po 30 m, bi bilo potrebno za vsak osek izvajati tlačno probo pred izoliranje cevovoda. V izogib tega predlagam, da se **vsi** zavrni spoji na klasičnem cevovodu radigrafsko pregledajo, nato barva cevovoda in se izolirajo.

Po varjenju vseh zvarnih spojev izvedbi celotne trase in položitvi celotnega projektiranega odseka cevovoda na lesene podložne klade na pripravljeni peščeni posteljici se izvede tlačni trdnostni in tesnostni preizkus s hladnim vodnim tlakom p = 21 bar v trajanju najmanj štiri ure. Po tem času se pregledajo vsi zvarni spoji na predizoliranih cevovodih. Tlak po izenačitvi temperatur ne sme več pasti, na vseh spojih pa ne sme biti sledov puščanja. Po uspešno opravljenem preizkusu za vsak odsek, je potrebno sestaviti zapisnik in ga predati investitorju.

DODATNA ZAŠČITNA CEV

Poleg vročevoda se polaga še dodatne zaščitna cev z vstavljeno žico STIGMAFLEX fi 110 mm za morebitno kasnejše polaganje povezovalnih kablov med TP vročevodnega omrežja. Na zaprtem prelomu trase se predvidi še ne jašek fi 600mm za lažje spajanje kablov.

NAVODILA ZA PROJEKTANTA
ZA VARJENJE CEVOVODOV

Kaj je potrebno definirati:

1. Zahteve za kakovost varjenca in zvarnih spojev
2. Osnovni, dodajni material in pomožni material za varjenje
3. Izvedba varjenja
4. Tehnologija varjenja
5. Kontrola kakovosti zvarnih spojev

1. ZAHTEVE ZA KAKOVOST VARJENCA IN ZVARNIH SPOJEV

Določiti oziroma definirati je potrebno splošne zahteve za kakovost samega zvarjenca in zvarnih spojev, ki bodo na zvarjencu - konstrukciji.

Kakovost zvarnih spojev se definira po standardu DIN EN 5 817.
Določi jo konstrukter na podlagi vrste obremenitve, zahtevnosti in pomembnosti zvarnega spoja.
Glede na definirano kakovost se mora določiti tudi ustrezen način kontrole zvarnega spoja (pogostost meritve 10%, 100%, način kontrole; vizuelno (VT), penetrant (PT), rentgen (RTG)…)

Predlagam da se vsi zvarni spoji zavarijo v kakovostnem razredu B in naj bodo 100% pregledani (RTG ali penetrant).

Označevanje zvarnih spojev se izvede po standardu EN 22 553.

Napake v zvarnih spojih so definirane po standardu EN 26 520.

Konstrukcijo lahko varijo varilci, ki imajo veljaven atest po EN 287-1.

Zaščitni plin mora ustrezati kakovostnim zahtevam po standardu EN 439.

Dodajni material - varilna žica mora ustrezati kakovostnim zahtevam po standardu EN 440.

Ostale – posebne zahteve za kakovost (tlačni preiskusi, obratovalni preiskusi…..)

Pred montažo je potrebno cevi znotraj in zunaj temeljito očistiti ter pripraviti posnetja robov na konceh cevi. Dobavljene predizolirane cevi so že pripravljene za takojšnje varjenje. V primeru razreza cevi, je potrebno pred varjenjem najprej odstraniti toplotno izolacijo v dolžini 150 mm, cev na zvarnem mestu očistiti ter posneti rob.

Pred varjenjem je treba cevi centrirati in nastaviti razmak, ki naj bo 1,6 mm. Cevi z debelino stene do 3 mm varimo v enem varnem sloju, cevi z debelino stene 3-6 mm pa v dveh varnih slojih.

Varjenje je treba izvesti čim hitreje. Korenski var naj varijo najbolj izkušeni varilci. Varjenje naj se izvaja v suhem in toplem vremenu. Varjenje pri zunanjih temperaturah pod 5°C ni priporočljivo.
Cevovod naj se vari po možnosti v celoti izven jarka oz. nad jarkom podložen z lesenimi kloci. Če se vari cevovod nad jarkom mora biti v jarku predhodno že pripravljena in znivelirana posteljica iz peska.
Kjer se vari cevovod v jarku, je potrebno izkopati širšo in globljo jamo, tako da lahko varilec še kvalitetno napravi zvar.

Pri varjenju cevovoda je potrebno paziti na sledeče:

- da se ne pozabi predhodno na cev natakniti natičnih tuljav iz HDPE in termokrčilnih tesnilnih manšet
- cev mora biti pravilno obrnjena - cev ima oznako, kateri del temena se mora nahajati zgoraj (kontrolne žičke)

Podatki o varilcih, preizkusih, kontrolah in atesti vgrajenega materiala, morajo biti predloženi komisiji pri tehničnem pregledu.

2. OSNOVNI, DODAJNI IN POMOŽNI MATERIAL ZA VARJENJE

Dodajni material mora določiti varilni inžiner oz. tehnolog, skupaj s konstrukterjem.

Lastnosti dodajnega materiala po varjenju ne smejo biti slabše od samega osnovnega materiala.
Ker lahko pride do drastičnega poslabšanja lastnosti celotnega zvarnega spoja v TVP (toplotno vplivnem področju) je izredno pomembna tehnologija varjenja in nadzor varjenja !

Osnovni materiali

Elementi - lastnosti	**St 37.0 1.0037**	**16 Mo 3 1.5415**
C	0,17 %	0,16 %
P	0,05 %	0,35 %
S	0,05 %	0,55 %
N	0,007 %	0,3 %
R_p	240 N/mm^2	270 N/mm^2
R_m	370-450 N/mm^2	450 – 600 N/mm^2

Dodajni material

Dodajni material se mora izbrati glede na osnovni material, saj mora imeti sam zvar enake ali boljše lastnosti od osnovnega materiala in mora biti podobne (kompatibilne) sestave kot osnovni material.
Vrsto, tip in proizvajalca dodajnega materiala izbere varilni tehnolog glede na vrsto varilnega postopka (TIG-žica, RO-elektroda, MAG – navadna ali polnjena žica).

3. IZVEDBA VARJENJA

Ker gre za varjenje cevi z relativno majhnim premerom (DN 20, DN 25, DN 125) in ker je potrebno vnesti čim manj energije v material, je najbolje, če se za postopek varjenja izbere TIG postopek.
Alternativna postopka sta lahko RO (ročno obločni postopek) z elektrodo, ali MAG postopek z navadno ali polnjeno žico.
TIG varjenje je postopek varjenja z neodtaljivo elektrodo, kar pa ne pomeni da se elektroda ne
obrablja. Lahko je ročen ali avtomatiziran. Varimo z dodajanim materialom. Izvor toplote je oblok, ki gori med volframovo elektrodo in varjencem. Kot zaščitni plin uporabljamo argon in s tem zelo zmanjšamo odgorevanje legirnih elementov.

Ker je ta material zelo zahteven za varjenje (pogojno variv) je potrebno varjenje izvajati strogo po varilni tehnologiji, varilno dokumentacijo in navodili varilnega tehnologa.

Priprava zvarnih robov
Zvarni robovi morajo biti pripravljeni v skladu z navodili za varjenje (WPS) oziroma varilnimi plani in delavniško risbo-dokumentacijo. Posebno pozorni moramo biti pri čistoči zvarnih robov, pri katerih je maščoba pogost pojav po mehanski pripravi zvarnega roba. Zvarni rob mora biti od mesta varjenja 30 mm kovinsko čist, brez maščob in suh. Nečistoča zvarnih robov je velikokrat vzrok za napake v zvarnih spojih (poroznost).

Spenjanje
Spenjalne varke lahko izvajajo samo atestirani varilci. Na mestih, kjer ostanejo spenjalni varki del nosilnega vara, jih je potrebno pred končnim varjenjem izbrusiti.

Zaporedje varjenja
Da bi se zmanjšale ali izničile deformacije konstrukcije, ki nastanejo zaradi toplotnih vplivov pri varjenju, je potrebno konstrukcijo čimbolje vpeti ter konstrukcijo zavariti po določenem zaporedju.

4. TEHNOLOGIJA VARJENJA (določi jo odgovorni varilni tehnolog)

Varilni tehnolog mora izdelati varilno tehnologijo z vso ustrezno pripadajočo dokumentacijo.
Potrebno je izdelati varilni postopek (WPAR) po standardu EN 288 – 3 in na podlagi tega izdelati navodila za varjenje (WPS).

PAZI: tehnologija mora predpisovati predgretje materiala (od 200 do 250 °C) in medvarkovno temperaturo (pri več varkovnem varjenju max. 350 °C).

Zagotovljeno mora biti čim počašnejše ohlajanje (pokrivanje zadnjega varka s tervolom) in verjetno bo potrebno tudi žarjenje za odpravo napetosti na temp. 600 do 700 °C.

V kolikor se ti ukrepi ne bodo izvajali (predgrevanje, medvarkovna temp., počasno ohlajanje…) je velika verjetnost, da bo zvarni spoj počil, saj so ti materiali izredno nagnjeni k zakaljivosti in tvorbi krhkih in trdih struktur !

5. KONTROLA KAKOVOSTI ZVARNIH SPOJEV

Konstrukter mora predpisati tudi končno kontrolo zvarjenca.
Ker so v tem primeru razpoke največja nevarnost, je najbolje, če se zvari slikajo z rentgenom ali se pregledajo vsaj s penetrantom (s to metodo lahko odkrijemo le površinske razpoke)

Vizuelna kontrola zvarnih spojev se mora izvesti po standardu EN 970.
Napake zvarnih spojev so definirane v standardu EN 26 520
Sprejemljivost napak v zvarnih spojih je definirana DIN EN 5 817.
RTG kontrola se izvede po standardu EN 1435.
Penetrantska kontrola zvarnih spojev se mora izvesti po standardu EN 1289.

Kontrolo kakovosti zvarnih spojev z rentgenom ali penetrantom lahko izvajajo le ustrezno strokovno usposobljene osebe (kontrolor mora imeti potrdilo po EN 473).
Kontrola zvarnega spoja se potrdi z verifikacijo ustreznega protokola.

Posebaj moramo biti pozorni na razpoke, zlepe, zajede in podobne napake, ki lahko pod vplivom močnih dinamičnih obremenitvah povzročijo razpoke ali celo lom materiala.

Takšne napake je potrebno ustrezno (pravilno) sanirati, ter zvarni spoj še enkrat prekontrolirati.
Sanacija je lahko pri teh materialih zelo delikatna zato mora biti strokovno izvedena.

PROTIPOŽARNI UPREPI

Predvideni vročevod je zakopan v zemljo po celotni trasi. V vročevodu se pretaka vode z temperaturo 130°C in ne predstavlja kakršno koli požarno ogrožanje za okolje in ljudi. Pri projektu so se upoštevali pogoji iz 22, 23, 28 člena Zakona o varstvo pred požarom (Ur. l. RS št. 71/93 in 87/2001).