VODNAR, d.o.o.
Podjetje za opravljanje intelektualnih storitev, projektive, nadzora in tehničnih uslug, d.o.o.

Pot za Brdom 102,
1000 Ljubljana,
tel: 059 081 121
fax: 059 046 292
vodnar@siol.net
www.vodnar.si

Investitor: **OBČINA ČRENŠOVCI**
Ulica Prekmurske čete 20
9232 Črenšovci

STROKOVNO MNENJE S PREDLOGI REŠITEV ZA PREKOMERNO OGREVANJE VODE NA OBMOČJU VODOVODNEGA SISTEMA A S POSEBNIM POUDARKOM NA OBČINI ČRENŠOVCI IN ODRANCI

STROKOVNO MNENJE

Projektant: **Vodnar d.o.o.**
Pot za Brdom 102
1000 Ljubljana

Ljubljana, marec 2018

VODNAR, d.o.o.
Podjetje za opravljanje intelektualnih storitev, projektive, nadzora in tehničnih uslug, d.o.o.

Pot za Brdom 102,
1000 Ljubljana,
tel: 059 081 121
fax: 059 046 292
vodnar@siol.net
www.vodnar.si

1	**PODATKI O PROJEKTANTIH**

Vrsta projekta:	**STROKOVNO MNENJE**
Številka projekta:	27/17-V
Projektant:	**VODNAR d.o.o.** **Pot za Brdom 102** **1000 Ljubljana** Matjaž Horvat, univ.dipl.inž.grad.
Odgovorni projektant:	Matjaž Horvat, univ.dipl.inž.grad. Osebni žig: Id. št. IZS: G-3247
Kraj in datum izdelave projekta:	Ljubljana, marec 2018

VODNAR, d.o.o.
Podjetje za opravljanje intelektualnih storitev, projektive, nadzora in tehničnih uslug, d.o.o.

Pot za Brdom 102,
1000 Ljubljana,
tel: 059 081 121
fax: 059 046 292
vodnar@siol.net
www.vodnar.si

2	**KAZALO VSEBINE ŠTUDIJE**

1	Podatki o projektantih	
2	Kazalo vsebine študije	
3	Tehnično poročilo	
4	Risbe	
	Priloga 1: Pregledna situacija	M 1:14.000
	Priloga 2: Hidravlična shema – zadrževalni časi – oba VV	M 1:X
	Priloga 3: Hidravlična shema – zadrževalni časi – Gaberje	M 1:X
	Priloga 4: Hidravlična shema – zadrževalni časi – Turnišče	M 1:X

Pot za Brdom 102,
1000 Ljubljana,
tel: 059 081 121
fax: 059 046 292
vodnar@siol.net
www.vodnar.si

3	**TEHNIČNO POROČILO**

KAZALO:

1 Uvod ... 2

2 Izhodišča za izdelavo projekta ... 2

3 Splošne ugotovitve ... 3

4 Povzetki projektne dokumentacije ... 3

4.1 Povzetek iz študije: Dolgoročna študija ureditve oskrbe prebivalstva s pitno vodo in varovanje vodnih virov Pomurja, IEI, d.o.o. ... 3

4.2 Povzetek iz recenzija/revizija elaborata, dr. Boris Kompare ... 3

4.3 Povzetek zapisnika delovnega sestanka iz dne 9. 10. 2012 na Občini Črenšovci ... 5

4.4 Povzetek zapisnika sestanka iz dne 9. 10. 2012 na Občini Velika Polana ... 6

4.5 Povzetek poročila subnadzora iz dne 9. 2. 2015 ... 6

5 Povzetek iz Elaborata 10/2 Hidravlika vodovodnega sistema A Oskrba s pitno vodo Pomurja A, ... 7

5.1 Povzetek in komentar ... 8

6 Pregled projektne dokumentacije ... 9

6.1 PZI projektna dokumentacija ... 9

6.2 PID projektna dokumentacija ... 9

6.3 Terenski ogledi ... 10

7 Meritve temperature ... 14

7.1 Meritve temperature vode na vodovodnem sistemu ... 14

7.2 Meritve temperature zraka ... 16

7.3 Meritve temperature tal ... 17

7.4 Komentar ... 19

8 Hidravlični račun obstoječega stanja ... 19

8.1 Komentar ... 21

9 Zaključek ... 22

9.1 Predlogi in rešitve ... 23

PRILOGA 1 ... 25

PRILOGA 2 ... 27

PRILOGA 3 ... 28

PRILOGA 4 ... 29

Okrajšave:

Č	Črpališče
RČS	Razširjena časovna simulacija
RVP	Reducirni ventil pretoka
RVT	Reducirni ventil tlaka
VH	Vodohran
VZT	Ventil za zadrževanje tlaka
V	Vrtina
VV	Vodni vir
AC	Azbestnocementna cev
GRP	Poliestrska cev
JE	Jeklena cev
LŽ	Litoželezna cev
NE	Neznan material
NL	Duktilna cev
PE	Polietilenska cev
PVC	Plastična cev

1 Uvod

V obravnavanih občinah Črenšovci in Odranci so v sklopu projekta "Oskrba s pitno vodo Pomurja – sistem A" zgradili nov vodovodni sistem. Gradnja je potekala v obdobju med avgustom 2013 in septembrom 2015. S tem projektom so bile v skupen sistem povezane občine Črenšovci, Odranci, Velika Polana, Turnišče, Lendava, Dobrovnik in Kobilje.
Skupni vodovodni sistem ima dva vodna vira (VV) Gaberje in Turnišče. Ostali VV so bili opuščeni.

V nalogi sta obravnavani dve občini Črenšovci in Odranci. V teh občinah so se pojavile pritožbe uporabnikov o topli vodi poleti in hladni pozimi. Z opravljenimi meritvami je upravljavec Eko park d.o.o. potrdil visoke in nizke temperature vode na vodovodnem sistemu. Podobni problemi a v manjšem merilu se po besedah upravljavca pojavljajo tudi v enem delu občine Dobrovnik. Le da so tu po besedah upravljavca posledica enega kraka sekundarnega omrežja, ki je vgrajen preplitvo.

Naročnik želi ugotoviti vzroke za velika temperaturna nihanja na sistemu in poiskati možne rešitve.

2 Izhodišča za izdelavo projekta

Obstoječa tehnična dokumentacija, ki smo jo uporabili pri izdelavi projekta:
- PZI dokumentacija vodovodnega sistema v občinah Črenšovci, Odranci, Velika Polana, Turnišče in Lendava, Lineal d.o.o. in Atrij d.o.o., september 2015.
- PID dokumentacija vodovodnega sistema v občinah Črenšovci, Odranci, Velika Polana, Turnišče in Lendava, Lineal d.o.o. in Atrij d.o.o., december 2012.
- Podatke o meritvah temperature vode na vodovodnem sistemu, Eko park d.o.o.
- Dolgoročna študija ureditve oskrbe prebivalstva s pitno vodo in varovanje vodnih virov Pomurja, študija, št. 6L-5B6, IEI, d.o.o., avgust 2005.
- Oskrba prebivalstva s pitno vodo in varovanje vodnih virov Pomurja, Zasnova transportnega vodovodnega sistema in hidravlika – levi breg, IDZ, št. projekta 6V-7G0.02, št. elaborata 6V-7G0.02.1.4.04-A, Vodnar d.o.o., december 2008.
- Primerjava variant prestavitve predvidenega Č Mostje na vodovodnemu sistemu A, Vodnar d.o.o., maj 2011.
- Hidravlična analiza variant vodovodnega sistema A, študija, Vodnar d.o.o., september 2011.
- Razpisna dokumentacija: Oskrba s pitno vodo Pomurja – sistem A: izdelava projektne dokumentacije faze PGD in PZI za vodne vire in transportne vode ter kontrola že izdelane dokumentacije za transportne, primarne in sekundarne vode s pripadajočimi objekti.
- Oskrba s pitno vodo Pomurja A, 10/1 Izdelava koncepta oskrbe prebivalstva s pitno vodo za sistem A, elaborat, Lineal d.o.o., julij 2012.
- Oskrba s pitno vodo Pomurja A, 10/2 Hidravlika vodovodnega sistema A, elaborat, Vodnar d.o.o., september 2012.
- Recenzija/revizija elaborata, dr. Boris Kompare, univ.dipl.inž.grad., Logatec, 14.09.2012.
- Recenzentska izjava po pridobitvi odgovorov na recenzijo/revizijo elaborata, dr. Boris Kompare, Logatec, 21.09.2012.
- Recenzentska izjava po pridobitvi odgovorov na recenzijo/revizijo elaborata, dr. Boris Kompare, Logatec, 25.10.2012.

Poleg dobljene projektne dokumentacije so bili opravljeni tudi terenski ogledi objektov in tras vodovodnega sistema. Prav tako so bili na štirih mestih opravljeni izkopi do temena vodovodne cevi z namenom kontrole vgradnje vodovodnih cevi.

3 Splošne ugotovitve

Izgradnja novega vodovodnega sistema v obravnavanih občinah je bila nujno potrebna. Kvaliteta vode, ki je bila črpana iz lokalnih VV v posameznih vaseh je bila zelo problematična, saj so se v njej nahajali pesticidi in nitrati, ki so občasno presegali mejne vrednosti pravilnika o pitni vodi. Prav tako se je v vodi pojavljalo mikrobiološko onesnaženje. Lokalni vodovodni sistemi so imeli zelo majhne nabire vode. Požarne varnosti ti sistemi niso zagotavljali.

Z novim vodovodnim sistemom doteka v obravnavani občini čista voda, ki ni obremenjena z onesnaženjem iz kmetijstva. Poleg kvalitetne vodooskrbe nov vodovodni sistem v obravnavanih naseljih zagotavlja požarno varnost.

Po izgradnji in zagonu sistema so se v poletnih mesecih začele pojavljati težave na nekaterih delih omrežja s pregrevanjem vode. Prav tako je voda v zimskih mesecih v sistemu mrzla.

Trenutno vodovodni sistem ne deluje, kot je bilo predvideno.
Občina Velika Polana se je po kratkem času delovanja sistema izključila iz sistema in trenutno uporablja lokalne VV. Župan občine še ni podpisal pogodbe o razdelitvi lastništva vodovoda.
Občina Turnišče še ni predala vodovodnega sistema v svoji občini v upravljanje skupnemu upravljavcu Eko park d.o.o. Trenutno je upravljanje vodovodnega sistema v občini Turnišče opravlja javno podjetje Varaš d.o.o.
V ostalih občinah trenutno potekajo prenosi upravljanja na podjetje Eko park d.o.o.

4 Povzetki projektne dokumentacije

4.1 Povzetek iz študije: Dolgoročna študija ureditve oskrbe prebivalstva s pitno vodo in varovanje vodnih virov Pomurja, IEI, d.o.o.

- Predvideli smo zagotovitev ustreznih količin vode za plansko obdobje do leta 2030 in 2050 (zahteve projektne naloge) ter za 30 letno in 50 letno obdobje (2032, 2052) v hidravličnih izračunih.
- Na podlagi statističnih podatkov smo naredili nekaj projekcij rasti prebivalstva za plansko obdobje, tako smo upoštevali manj optimistično iz predhodnih študij na podlagi dejanske rasti prebivalstva (popis prebivalstva iz leta 2000, s tem da se ni upoštevalo zmanjševanje prebivalstva) in bolj optimistično projekcijo z 1 oz. 1,5%, ki pa je ne utemeljujemo samo z izgradnjo avtoceste, ampak tudi z določenim trendi, ki se kažejo v družbi (predvsem evropskega prostora), kjer se prebivalstva iz mest seli na obrobja; tako tudi določeno kupovanje hiš in zemlje tujcev na Goričkem ni ravno naključje.
- Na podlagi ocen norme porabe smo se odločili, da določamo potrebo vode za 150 l/os.dan (od tega 15% izgub ali 20 l/os.dan) in za 120 l/os.dan. V okviru hidravličnega izračuna smo upoštevali za 30-letno obdobje porabo 150 l/os.dan in razvidno je bilo tudi, da tako zasnovano omrežje zadošča za 50-letno obdobje s porabo 120 l/os.dan.
- Za industrijo in kmetijstvo smo upoštevali sedanje obremenitve.
- Za obrt smo upoštevali 5% dodatek.
- Kot dnevni faktor nihanja smo upoštevali vrednost 1,5.

4.2 Povzetek iz recenzija/revizija elaborata, dr. Boris Kompare

E-pošta z recenzentom prof. Kompare (From: Boris Kompare [mailto:boris.kompare@gmail.com], Sent: Friday, August 24, 2012 10:41 AM):

4. Požarno nabiro za tako majhna naselja je smiselno hraniti posebej in ne v vodohranih za pitno vodo. S tem se tudi ohranja kvaliteta pitne vode. Projektant naj razmisli, kako bo zagotovil to nabiro - npr. v kalih v vasi, oz. posebnem vodohranu, ki bo povezan na vodovodno omrežje preko nepovratne izlivke z zračno zaporo/režo.

Odgovor podjetja Vodnar: Predvideno je, da se v naseljih, kjer ni zagotovljene požarne varnosti, le to zagotavlja iz kapnic oziroma vodnih nabir. Projektiranje vodnih nabir za zagotavljanje požarne varnosti pa presega okvire naloge.

E-pošta z recenzentom prof. Kompare (From: Boris Kompare [mailto:boris.kompare@gmail.com], Sent: Monday, September 03, 2012 11:24 PM):
1. Kako ste sedaj računali požarno obremenitev, oz. Qkrit? Ali nastopi požar pri maksimalni potrošnji Qmax, tako kot učijo knjige, ali pa ste vztrajali pri vaši razlagi, da nastopi požar pri Qsr?

Odgovor: Požarno obremenitev smo računali Qkrit = Qsr + Qp, razen pri Lendavi.

Recenzija/revizija elaborata, dr. Boris Kompare, sept 2012:
Za izračun in opis požarne varnosti v predvidenem sistemu je namenjeno poglavje 5.3.2.2 Požarna varnost. Izdelovalci analize preračunajo običajni požarni dogodek z gašenjem 10 l/s in potem preverijo še stanje v omrežju pri samo 5 l/s. Razen v mestu Lendavi in nekaterih odsekih, se praktično povsod pojavljajo problemi pri požarni obremenitvi z 10 l/s, nekje tudi pri 5 l/s. **Izdelovalci analize opozarjajo na te pomanjkljivosti in predlagajo reševanje požarne varnosti na druge načine, npr. s požarnimi nabirami.**

Op. recenzenta 14: Strinjam se z navedbo, da se požarna varnost zagotavlja na alternativen način. Predlagal bi, da se v hidravličnem izračunu upošteva predvidena višina gašenja, oz. sodelovanje gasilskega vozila in izračuna količina vode, ki se lahko dobavi ob potrebnem tlaku za izvajanje gašenja.

Odgovor podjetja Vodnar d.o.o.
Pri zagotavljanju požarne varnosti smo upoštevali »Pravilnik o tehničnih normativih za hidrantno omrežje za gašenje požarov«, kjer je navedena višina črpanja 25 m in pretok 10 l/s. Kjer pa bo iz omrežja zagotovljen odvzem vode samo 5 l/s vode bo potrebno preostalo količino vode zagotavljati z gasilnimi vozili. Ta mesta bodo opisana v PGD in PZI.
Tekst bo smiselno dopolnjen.

Recenzentska izjava po pridobitvi odgovorov na recenzijo/revizijo elaborata, dr. Boris Kompare, Logatec, 21.09.2012
Napotek naročniku, oz. Investitorju:
Na zahtevo projektne naloge in recenzenta, da se preveri (optimizira) ključne dele transportnih cevovodov, je bil odgovor izdelovalca elaborata, da se predlagana povečanja cevovodov sicer izplačajo v roku 15 do 20 let (že pri današnjih cenah električne energije!), vendar izdelovalec hidravličnega izračuna vztraja, da naj se ohranijo dimenzije cevovodov, kot so bile predlagane v osnovnem elaboratu hidravlike (iz julija 2012).
Svoj predlog povečanja premerov cevi citiranih odsekov transportnih cevovodov temeljim na konceptu noveliranega Sistema A, ki naj bi dolgoročno omogočal optimalen razvoj celotnega vodovodnega sistema. Poleg večje obratovalne fleksibilnosti in varnosti ima predlagano povečanje tudi pozitivne ekonomske učinke že v relativno kratki dobi 15 - 20 let (glede na amortizacijsko dobo cevi preko 50 let), temelječ na mojem lastnem ekonomskem izračunu, kakor tudi na izračunu izdelovalca hidravlike.

Vsekakor je odločitev o povečanju premerov citiranih cevi (investicija bi se izplačala skozi nižje stroške energije za črpanje v cca 15 - 20 letih) na strani naročnika, oz. investitorja.

Recenzentska izjava po pridobitvi odgovorov na recenzijo/revizijo elaborata, dr. Boris Kompare, Logatec, 25.10.2012
Dne 17.10.2012 je Vodnar na podlagi moje recenzije z dne 21.09.2012 ponovno preračunal hidravliko za Sistem A in podal svoje ugotovitve, ki so sledeče:
Na osnovi izvedenih ponovnih hidravličnih računov in na osnovi priporočil recenzenta hidravličnega izračuna, prof.dr. Boris Komparetom, vam pošiljamo naše končno stališče glede hidravličnega izračuna za vodovodni sistem A.
Glavne spremembe so navedene v spodnjih točkah:

1. Povečanje premera cevi na odseku črpališča (Č) Gaberje do odcepa proti industrijski coni Lendava iz DN300 na DN350.
2. Kota preliva VH Črenšovci je 201,5 m n.m. Pod VH Črenšovci bo potrebno zgraditi v obvodu enotno požarno črpališče, ki bo ki bo v primeru požara dvignilo tlak na omrežju.
3. Povečanje premerov cevi od Č Gaberje proti Črenšovcem ni potrebno.

Pojasnilo recenzenta investitorju:
Ugotavljam, da se investitor, oz. konzorcij občin do rezultatov hidravličnega izračuna, opredeljuje z določeno skepso. Pri tem navaja svoje nove argumente, ki niso bili navedeni v prvotni projektni nalogi novelacije koncepta oskrbe s pitno vodo Pomurja - Sistem A in na podlagi katerega je narejena presojana Hidravlična študija (sedaj po 2. recenziji). **Z vso strokovno in moralno odgovornostjo še enkrat izjavljam, da se strinjam z rezultati Hidravlične študije po 2. recenziji z dne 17.10.2012, ker so ti rezultati skladni z mojimi pripombami kot recenzent in so skladni s projektno nalogo**, ki smo jo dobili spomladi v Lendavi in ki je tudi bila predmet razpisa.
Vsako spreminjanje vhodnih podatkov, **oz. zahteve, da se hidravlična študija (predvsem koncept transportnih cevovodov in ustreznih objektov za oskrbo sistema A) prilagodi že vnaprej izdelanim projektom lokalnih vodovodnih omrežij v občinah** (torej t.i. primarni, sekundarni in terciarni cevovodi) potegne za sabo potrebo po ponovni natančni definiciji projektne naloge (z vsemi relevantnimi podatki, ki vplivajo na hidravliko ali zasnovo omrežja). Na tej podlagi je potem potrebno koncipirati eventualne alternativne rešitve ter jih preveriti in optimizirati z novo serijo hidravličnih izračunov. To seveda ni možno narediti v okviru obstoječega naročila, kjer je bila projektna naloga že določena in naši rezultati skladni z njim.

4.3 Povzetek zapisnika delovnega sestanka iz dne 9. 10. 2012 na Občini Črenšovci

Vsebina: Obravnava delovne revizije hidravličnega modela vodovodnega sistema A
Bistveni problemi, ki so bili izpostavljeni:
- Hidravlični model ni skladen z že izdelano projektno dokumentacijo faze PGD – PZI v občinah Črenšovci, Odranci, Velika Polana, Dobrovnik, saj ne zagotavlja požarne varnosti vsaj v ključnih delih naselij, ter posledično vpliva zaradi predlaganih sprememb na cevovodih in objektih na transportnem omrežju na spremembe že izdelane dokumentacije!

Zahteve naročnikov in s tem povezani prejeti sklepi, ki se oblikujejo na podlagi razprave v kateri sodelujejo vsi akterji sestanka:
1. **Obstoječa projektna dokumentacija po občinah se ne spreminja** na nivoju PGD, saj le to zahteva spremembe že pridobljenih gradbenih dovoljenj, kar v časovni stiski za oddajo vloge za kandidiranje na kohezijska sredstva ni več možno, minimalni popravki se lahko vežejo le na projekte PZI oz. detajlno v okviru popisov del.
2. **Občinam se mora zagotoviti ustrezna požarna varnost v centralnih delih naselij oz. bolj natančno na transportnih in primarnih vodih na način, da se povečajo dimenzije cevi** in predvidijo ustrezne tehnične rešitve za zagotavljanje ustreznih tlačnih razmer

Odgovor podjetja Vodnar d.o.o. na zapisnik sestanka iz dne 9. 10. 2012 na Občini Črenšovci:
Pošiljamo naše odgovore na zapisnik sestanka, ki smo ga imeli dne 9. 10. 2012 v prostorih občine Črenšovci.

Najprej bi poudarili, da je zapisnik sestavljen zelo splošno in v njem ni konkretiziranih problemov okoli katerih smo se pogovarjali.
Odgovor na bistvene probleme, ki so bili izpostavljeni:
Hidravlični račun je narejen na podlagi novega koncepta oskrbe prebivalstva s pitno vodo za sistem A (projektna naloga str. 94) in v okviru projektne naloge. Kot smo že razložili so se z novim konceptom močno spremenili osnovni vhodni parametri v primerjavi s prejšnjim hidravličnim izračunom (izdelanim leta 2009) in izdatnost obeh vodnih virov. Prav tako so v projektni nalogi opuščene prvotno predvidene povezave s sistemom B. Kot je v projektni nalogi zapisano (str. 96) je bila naša naloga izdelati nov hidravlični izračun na osnovi na novo izdelanega koncepta vodnih virov. Šele nato je zahtevana preverba že izdelane projektne dokumentacije na nivoju PGD in PZI. V projektni nalogi (str. 118) je zapisano, da je izdelano dokumentacijo smiselno uporabi, nikjer pa ni bilo omenjeno, da se jo mora upoštevati. Pri

izdelavi projektne naloge so sodelovale tudi vse občine kot soinvestitorji. Prav tako so vse občine potrdile nov koncept oskrbe prebivalstva s pitno vodo.
Opozarjamo tudi, da pri izdelavi hidravličnega izračuna ni strokovno, da sistemske rešitve sledijo in se podrejajo lokalnim projektom.

Odgovor na točko 1:
Odgovor na točko 1 je v veliki meri podan že v prejšnjem odgovoru. Obstoječo dokumentacijo, ki do sedaj ni bila upoštevana v hidravličnem izračunu, se da do neke mere strokovno argumentirat in razumno vključit v naš hidravlični izračun, medtem ko se nekatere dokumentacije ne da. V nadaljnjih izračunih se bomo trudili, v okviru strokovnih okvirjev, slediti zahtevam po vključevanju obstoječe dokumentacije. Za vse spremembe našega hidravličnega računa, ki bodo zahtevane brez prave strokovne argumentacije mora odgovornost prevzeti tisti, ki bo pri takih spremembah vztrajal in ne več projektant hidravlike.
Stanje požarne varnosti se z nižanjem vodohrana v Črenšovcih slabša, saj s tem zmanjšamo tlak na omrežju. Poudariti moramo, da je nova višina stolpnega vodohrana Črenšovci vezana na obstoječ stolpni vodohran Turnišče, medtem ko je bil prej vezan na stolpni vodohran v Beltincih.

Odgovor na točko 2:
Projektant je pri izdelavi hidravličnega izračuna gledal na zagotavljanje požarne varnosti v čim večjem delu sistema. Vendar smo zagotavljanje kvalitetne pitne vode postavili pred zahtevo o požarni varnosti. Tam kjer požarna varnost ni bila dosežena iz vodovodnega sistema smo predlagali alternativni način reševanja tega problema.
Ker župani na sestanku niso potrdili ideje o zagotavljanju požarne varnosti z izgradnjo požarnih bazenov v delih, kjer se le te ni dalo rešiti z vodovodnim sistemom, predlagamo, da se problem rešuje z izgradnjo dodatnih črpališč, ki bodo vklopljena le v primeru požara. V času normalnega obratovanja pa bi bila črpališča le v pripravljenosti. Povečevanje premerov le zaradi požarne varnosti se nam, iz vidika sanitarne oskrbe ne zdi sprejemljivo. Poleg tega pa na nekaterih odsekih ta ukrep sam ne zadošča.
Ponovno opozarjamo, da bo nižanje kote vodohrana v Črenšovcih poslabšalo požarno varnost na sistemu v občinah Črenšovci, Odranci in Velika Polana. Posledično bo potrebno zaradi požarne varnosti zgraditi, poleg že predlaganih, dodatnih cca. 6 črpališč. Za zagotavljanje požarne varnosti na celotnem sistemu pa še nadaljnjih cca. 8 črpališč.

Odgovor podjetja Lineal d.o.o. na zapisnik sestanka iz dne 9. 10. 2012 na Občini Črenšovci:
V našem podjetju ugotavljamo, da smo našo hidravliko naredili strokovno in v skladu s projektno nalogo.

4.4 Povzetek zapisnika sestanka iz dne 9. 10. 2012 na Občini Velika Polana

Predstavnika podjetja Vodnar d.o.o. sta prevzela elektronsko dokumentacijo: PGD, PZI in pregledne karte obstoječega vodovodnega omrežja in planiranega vodovodnega omrežja.
Stališče Občine Velika Polana je enako kot stališče ostalih občin, ki je bilo predstavljeno na sestanku v Črenšovcih in je vsebinsko sledeče:

- v obstoječe projekte se ne posega, tako da bi bilo potrebno spremeniti gradbeno dovoljenje,
- sistem mora biti zasnovan tako, da je v Občini Velika Polana zagotovljena požarna voda, vsaj na primarnem omrežju,
- projektant naj predvidi hidravliko transportnih vodov tako, da bodo vstopni parametri na tranzitnem vodu v občino Velika Polana taki, da bodo nastale take hidravlične razmere v primarnem in sekundarnem omrežju in kot je planirano s projektom.

4.5 Povzetek poročila subnadzora iz dne 9. 2. 2015

Predaja poročila subnadzora, nadzornega inženirja in izvajalca do ugotovitev v Prijavi suma storitve kaznivega dejanja – Pomurski vodovod – SISTEM A (Št.: Ž -29/2015, Datum: 9.2.2015), kjer je šlo za preverjanje globine vgradnje vodovodnega sistema in količin vgrajenih materialov.
Glede na to, da so očitki podani s strani Inšpektorata v celotni ovrženi tako s poročilom subnadzora, enako pa jih v polnosti prerekata nadzorni inženir in izvajalec, menimo, da na podlagi izkazanega dejanskega stanja ni moč potrditi utemeljenost očitkov Inšpektorata.

5 Povzetek iz Elaborata 10/2 Hidravlika vodovodnega sistema A Oskrba s pitno vodo Pomurja A,

Podjetje Vodnar d.o.o. je izdelalo hidravlični račun vodovodnega sistema A - Elaborat 10/2 "Hidravlika vodovodnega sistema A". Kot je zapisano v elaboratu predstavlja hidravlični račun vodovodnega sistema A **hidravlični račun glavnih transportnih cevovodov in objektov med posameznimi občinami.**
Hidravlični račun vodovodnega sistema je bil izdelan septembra 2012. Recenzija, ki jo je izdelal prof. Kompare je bila narejena in podpisana v obdobju med septembrom in oktobrom 2012. Povzetki recenzije in komunikacije z dr. Kompare so zapisani v poglavju 4.

V nadaljevanju so podani robni pogoji in zahteve, ki so vplivali na končne rezultate hidravličnega računa.

Za večji del sekundarnega vodovodnega omrežja je bila na začetku izdelave hidravličnega računa že izdelana projektna dokumentacija in za te odseke tudi pridobljena gradbena dovoljenja. **Za te odseke je naročnik zahteval, da se v hidravliki povzamejo kot je bilo projektirano** (glej povzetke zapisnikov poglavje 4).

Velikost porabe je določena na osnovi dobljenih podatkov o porabi vode na kritični dan v letu, ki se nahaja v elaboratu »10/1 Izdelava koncepta oskrbe prebivalstva s pitno vodo za sistem A, Lineal d.o.o., julij 2012 «.

Poglavje 4: Opis predvidenega vodovodnega sistema
V bližini obstoječega vodnjaka z izdatnostjo 65 l/s, ki se nahaja v bližini naselja Gaberje, bo v vodovodni sistem vključen nov vodnjak, katerega izdatnost je 34 l/s. S tem bo možno iz VV Gaberje zagotavljati za vodooskrbo sistema A 99 l/s.
V Turnišču bo izdatnost črpanja iz obstoječega vodnjaka povečana iz 30 l/s na 45 l/s.

Poglavje 5.2: Hidravlični model.
Vodovodne sisteme praviloma dimenzioniramo na Qkrit = Qmax + Qp. **Ker imajo naselja, ki bodo oskrbovana z vodo iz vodovodnega sistema A po večini manj kot 1000 prebivalcev** (le Lendava ima cca 3.000 prebivalcev) **smo privzeli Qkrit = Qsr + Qp**. Če bi v naseljih nemestnega tipa dimenzionirali cevi na Qkrit = Qmax + Qp, bi ob normalni porabi, ki vlada v omrežju skoraj stalno, dobili kvalitetno slabšo vodo. Naš približen kriterij za ohranjanje kvalitetne vode v omrežju predstavlja čas njenega zadrževanja do 3 dni in ne več kot 5 dni.

Poglavje 5.3.2: Hidravlični račun za predvideno stanje
Hidravlični račun za predvideno stanje je bil narejen za prihodnjih 50 let, to je za leto 2065. Pri izdelavi hidravličnega računa smo izhajali iz spodaj podanih robnih pogojev. Robni pogoji so:
- vodovodni sistem se oskrbuje iz dveh VV, to je iz VV Gaberje (99 l/s) in VV Turnišče (45 l/s),
- vodovodni sistem se oskrbuje iz enega VV, to je iz VV Gaberje (99 l/s),
- vodovodni sistem se oskrbuje iz enega VV, to je VV Turnišče (45 l/s).

Hidravlični model vodovodnega sistema (transportni vodi in objekti) je zasnovan tako, da sta zagotovljena prvi in drugi robni pogoj. To pomeni, da je omogočeno delovanje vodovodnega sistema tudi ko pride do izpada VV Turnišče. V tem primeru se napaja sistem iz VV Gaberje. S predvideno kapaciteto VV Gaberje je mogoče pokriti 90% potrošnje na kritični dan v letu.
Tretjega robnega pogoja ni mogoče zagotoviti. Ob izpadu VV Gaberje lahko z VV Turnišče pokrijemo le 41% potrošnje na kritični dan v letu. To pomeni, da bi s sanitarno vodo lahko oskrbovali le občine Turnišče, Velika Polana, Odranci in Črenšovci.

Poglavje 5.3.2.2: Požarna varnost
Osnovna naloga vodovodnega sistema je zagotavljanje sanitarno neoporečne pitne vode uporabnikom.
V večjem delu sistema je zagotovljena požarna varnost, kot jo predpisuje pravilnik, V najbolj odmaknjenih delih pa je bilo v nalogi natančno napisano koliko vode lahko sistem zagotovi na kritični dan na koncu opazovanega obdobja.

5.1 Povzetek in komentar

Na začetku naloge je bilo izdelovalcu hidravličnega računa postavljenih več robnih pogojev in zahtev, ki jih je moral hidravlični račun zadostiti:

- Pred začetkom naloge je bila v velikem delu že izdelana projektna dokumentacija za sekundarno omrežje, za katero je bilo zahtevano, da se le povzame v hidravliki. Na dimenzije sekundarnega omrežja hidravlični račun tako ni imel vpliva in jih je le povzemal.
- Norma porabe in število prebivalcev na koncu računskega obdobja je bilo podano v predhodnih študijah in elaboratih, ki so bili potrjeni s strani naročnika.
- Zahtevana je bila dodatna sistemska varnost za primer izpada enega od VV.
- Zahtevana je bila požarna varnost v naseljih.
- Za nekatere odseke je tudi recenzent zahteval, da se preveri smotrnost povečanja premera zaradi nižanja tlačnih izgub na sistemu. Ta predlog je bil preverjen in zavrnjen zato izdelovalec hidravličnega računa v obravnavanih občinah ni večal premerov vodovodnih cevi.

Izdelovalec hidravličnega računa je večkrat opozarjal na morebitne težave s kvaliteto vode, ki se lahko pojavijo zaradi večanja sistema, kar je bila posledica zgoraj navedenih zahtev.
Prav zato je znižal Qkrit v občinah Črenšovci in Odranci (upoštevano je bilo Qkrit = Qsr + Qp) in požarno varnost reševal z dodatnimi črpalkami in ne z večanjem premerov cevi. Ob več priložnostih je izdelovalec hidravličnega računa zagovarjal alternativno reševanje požarne varnosti za manjša naselja, kar ni bilo v celoti sprejeto.

Na začetku obratovanja je vsak nov vodovodni sistem ali samo vodovodni odsek v sprejemljivem inženirskem okvirju predimenzioniran, saj je izveden za celotno predvideno obdobje delovanja. Vse nove vodovodne sisteme je vedno potrebno dimenzionirati na kritično porabo (Qkrit) v letu na koncu opazovanega obdobja. Hidravlični račun obravnavanega sistema je bil narejen za obdobje 50 let, torej za leto 2065.
V končnem stanju je upoštevana rast prebivalstva in večanje porabe (prebivalstvo in gospodarstvo) ter vodne izgube na sistemu. Poleg sanitarne vodooskrbe mora biti vodovodni sistem sposoben zagotoviti tudi vodo za požarno varnost.
Omenjena poraba Qkrit je običajno privzeta kot seštevek maksimalne (Qmax) in požarne (Qp) porabe tekom kritičnega dne v letu konec opazovanega obdobja. Tako je dimenzioniran vodovodni sistem v mestu Lendava. Za ostala naselja, ki so priključena na vodovodni sistem A, pa je privzeta zmanjšana poraba Qkrit, ki je seštevek srednje porabe (Qsr) in Qp. Prav zaradi zmanjšanja začetnega predimenzioniranja se je s tako rešitvijo strinjal tudi recenzent hidravličnega računa prof.dr. Boris Kompare.

Hkrati je potrebno poudariti, da so v začetem obdobju vsi novi cevovodi delno predimenzionirani. Primer take predimenzioniranosti je sledeč: namesto potrebnega premera Ø100, ki bi zadostoval za današnjo porabo, je izbran premer Ø125, ki zadosti porabi na koncu opazovanega obdobja. Večjih razlik v premerih zaradi sanitarne porabe praviloma ni. Malo večje razlike bi nastale le ob predvideni priključitvi večjih gospodarskih porabnikov (pa tudi ti bi morali za večje razlike sami poskrbeti za potrebne vodne nabire v okviru svojih obratov).

Na določitev premerov cevi na obravnavanem sistemu je najbolj vplivala zahteva po požarni varnosti. Zagotavljanje požarne varnosti iz vodovodnega sistema je običajna praksa na vodovodnih sistemih. Tej zahtevi je hidravlični račun zadostil.

Kljub vsemu navedenemu pa zadrževalni čas vode na tem sistemu niso veliki (glej poglavje 8) in to ne more biti vzrok za pregrevanje vode.

6 Pregled projektne dokumentacije

Pregledali smo večji del PZI in PID projektne dokumentacije za vodovodne cevi in objekte na sistemu v občinah Črenšovci in Odranci. Prav tako smo pregledali transportni cevovod od VV Gaberje do VH Črenšovci.

6.1 PZI projektna dokumentacija

Pri pregledu PZI projektne dokumentacije smo kot prvo opazili neskladje pregledanih projektov s standardom SIST EN805:2000 (01-november-2000) »Oskrba z vodo – zahteve za zunanje vodovode in dele«. V standardu so podane osnovne vrednosti za način vgradnje, testiranje in projektiranju novih vodovodnih cevi.

Pri pregledu projektne dokumentacije PZI smo ugotovili, da je večina cevovodov projektirana na globini okoli 100 cm temensko pod terenom. Del cevovodov pa je projektiran tudi na globini okoli 90 cm pod terenom.

Projektant trdi, da se je držal pravilnika - Tehnični pravnik o javnem vodovodu (Ur.l. RS, št. 84/2001)[1] Občine Lendava, kjer je zapisano:
10. člen: Za polaganje cevovoda mora biti globina jarka taka, da bo nad temenom cevi najmanj 0,9 m zasipa. Maksimalna globina cevovoda ne sme presegati 2,5 m od temena cevi, vendar samo v izjemnih primerih.

Kljub tehničnemu pravilniku je naše strokovno mnenje, da so bile cevi projektirane preplitvo, saj stroka priporoča globine vgradnje vodovodne cevi na globino 120 cm temensko.

Ugotovili smo tudi, da je na nekaterih lokacijah zračnika predviden nadtalni hidrant. Projektant trdi, da je bilo to usklajeno z recenzentom. V primeru, da se namesto zračnika vgradi hidrant, mora to akceptirati tudi upravljavec, ki mora imeti natančna navodila za upravljanje s takim hidrantom, da se iz njih spustit zrak.

6.2 PID projektna dokumentacija

V pregled smo dobili grafični del PID projektne dokumentacije. Pri pregledu smo v splošnem ugotovili, da nov vodovod ni dobro zgrajen. Cevi so na dosti odsekov položene z majhnimi padci. Cevi pogosto brez razloga spreminjajo smer naklona, večinoma brez vgrajenih zračnikov in blatnikov na lokalnih najvišjih in najnižjih točkah. Taka gradnja ni v skladu s standardom ali strokovno literaturo. Vodovodni sistem bo zaradi tega problematičen za upravljanje.

[1] https://www.uradni-list.si/glasilo-uradni-list-rs/vsebina?urlurid=20014358

Po besedah geodeta g. Kociper iz podjetja Kotas, ki je opravljal meritve za PID dokumentacijo je bila meritev opravljena z natančnostjo cca 25 cm, kar je navedeno v geodetskem načrtu. Posnetek je bil narejen delno pri odprtem rovu in delno pri zasutem rovu[2].
Taka toleranca je problematična, saj sta višinski potek cevi in s tem padec vodovoda zelo pomembna podatka. **Taka natančnost meritev postavlja pod vprašaj PID dokumentacijo.**

Iz vidika ugotavljanja vzroka segrevanja vode v vodovodnem sistemu je najbolj problematična plitva vgradnja vodovodnih cevi. Veliko odsekov je vgrajenih s premajhnim nadsutjem nad cevjo in zato prihaja do prevelikega zunanjega vpliva na temperaturo vode.

Pri pregledu obstoječega stanja smo ugotovili, da je bil zgrajen razdelilni jašek v Žižkih, z vgrajenimi vodovodnimi armaturami na elektromotorni pogon s katerimi naj bi upravljavec daljinsko upravljal vodovodni sistem v občini Črenšovci.

6.3 Terenski ogledi

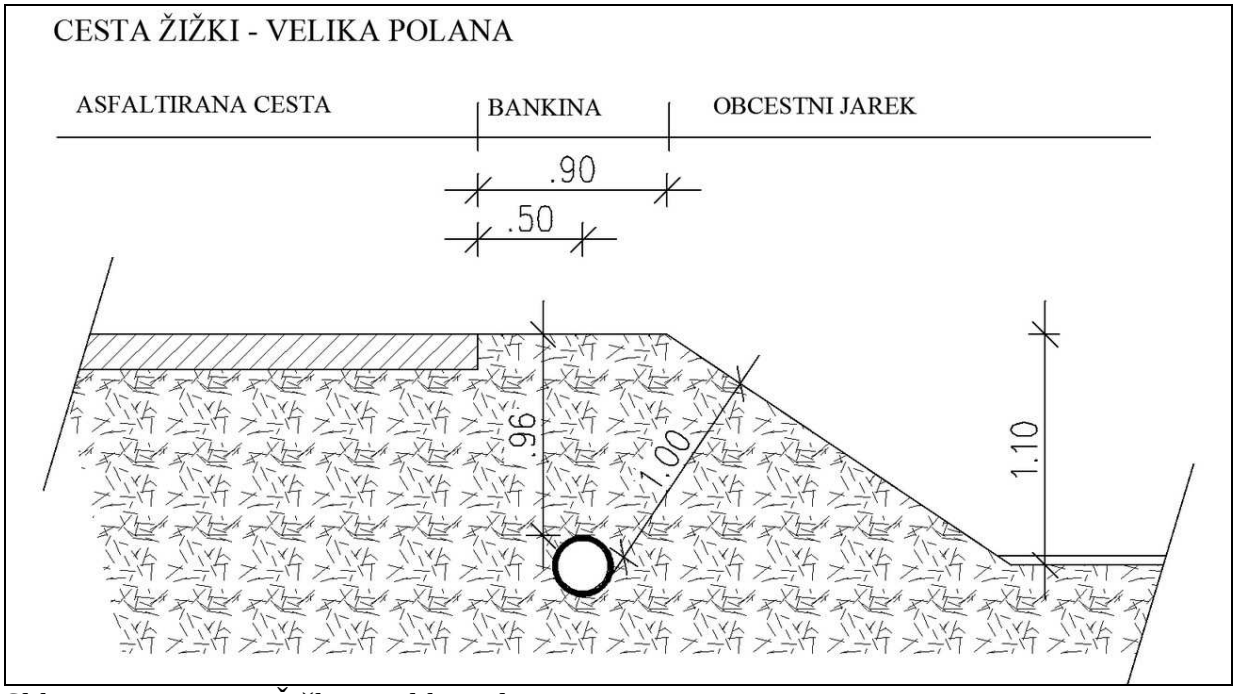
Dne 11. 1. 2018 je bil opravljen terenski ogled dela objektov na obravnavanem vodovodnem sistemu.

Pregledali smo merilne jaške na mejah občine Črenšovci z občinami Velika Polana, Odranci in Turnišče. Prav tako smo pregledali stolpni VH Črenšovci in jašek v Žižkih, ki ima funkcijo upravljanja dotoka vode iz obeh VV.

Ugotovitve terenskega ogleda:

1. Vodovodna cev v merilnem jašku na robu Žižkov je vgrajena zelo plitvo. Temensko je cev vgrajena na okoli 0,96 m pod terenom. Poleg tega pa je cev vgrajena v bankini poleg obcestnega jarka in ima tako z dveh strani premajhno "nadsutje" (glej sliko 1).
   Po besedah naročnika je na tak način cev vgrajena od naselja Hotiza do Žižkov. Odsek je dolg okoli 3 km. Globino vgradnje naj bi po besedah nadzora prilagodili talni vodi. Po našem strokovnem prepričanju tak razlog ne bi smel biti sprejemljiv.
2. Debeline vgrajene toplotne izolacije stolpnega VH nismo mogli izmeriti. Po trditvah projektanta g. Kolarič je toplotna izolacija vgrajena v debelini 14 cm po stenah in 15 cm na ravni strehi VH. Debeline so enake kot v projektni dokumentaciji.
   Upravljavec je na dotočno in iztočno cev vgradil termometer in preveril ali se v VH voda segreva. Ugotovil je, da ima VH majhen vpliv na spremembo temperature vode. Po besedah upravljavca naj bi se voda v VH segrela za okoli 1 °C.
3. Jaški, ki smo jih pregledali so bili vsi delno zaliti z vodo. Največ vode je bilo v jašku na meji z občino Odranci, kjer je bilo v jašku preko 30 cm vode. Voda v jaških ne vpliva na pregrevanje vode a stanje nikakor ni sprejemljivo. Še posebej ker je v jaških vgrajena tudi elektro oprema.
4. Jašek v Žižkih ima vgrajeno vodovodno armaturo, s katero naj bi upravljavec upravljal iz katerega VV bo voda dotekala v občino Črenšovci. Sistem vodenja z zapiranjem vodovodnih armatur v jašku v Žižkih ne more pravilno delovati. Pred in za jaškom so izvedeni odcepi sekundarnega omrežja, ki so povezani v zanke. Kljub zaprtim ventilom lahko voda odteka v vodovodni sistem mimo tega jaška. Po našem prepričanju je tako rešitev nujno treba popraviti.
   Predlagamo, da se vgrajena vodovodna armatura za upravljanje dotoka vode iz različnih VV v revizijskem jašku v Žižkih odmontira in vgradi v merilna jaška na meji z občinama Velika Polana in Turnišče. Tako se bo lahko popolnoma zaprlo dotok iz ene ali druge strani.

[2] Certifikat geodetskega posnetka, KOTAS2013084 in KOTAS2013085, Srečko Kociper, julij in avgust 2015

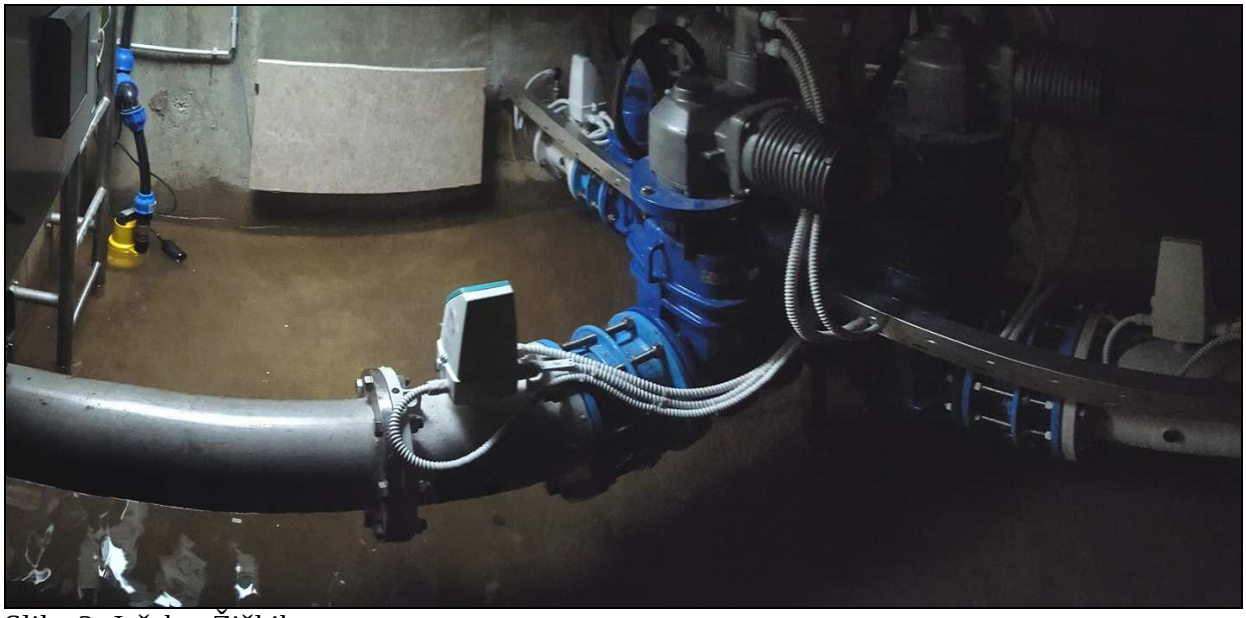


Slika 1: Prerez ceste Žižki – Velika Polana z vgrajeno cevjo.

Dne 1. 2. 2018 so bili na štirih lokacijah izvedeni kontrolni izkopi z namenom preveriti globino vgradnje vodovodnih cevi.

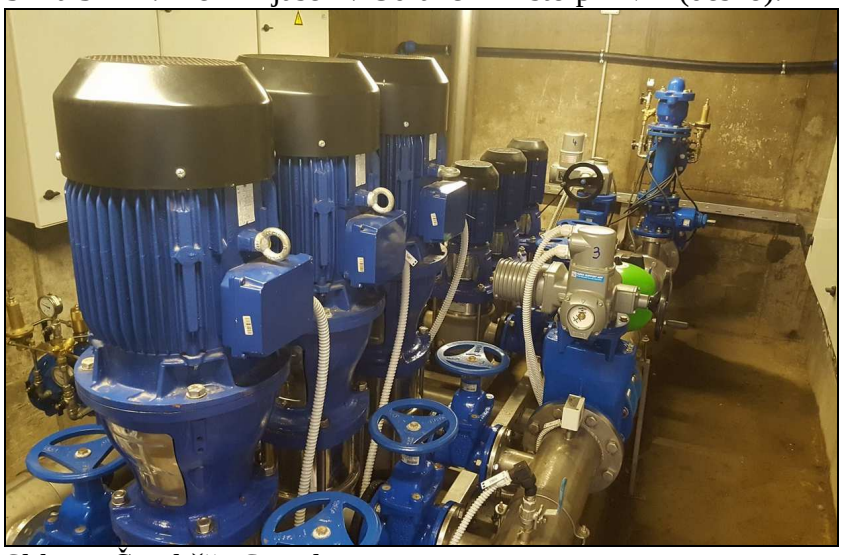
Lokacije so bile določene tam, kjer je vodovodna cev vgrajena pod makadamskim voziščem in v bankini ceste. Izkopov pod asfaltnim voziščem zaradi stroškov nismo zahtevali. Dve lokaciji je določil naročnik, dve lokacije pa izdelovalec naloge. Izkopi so bili opravljeni pred merilnim jaškom na robu naselja Žižki, na povezovalni cevi med Žižki in Črenšovci in dve lokaciji na povezovalni cevi med Črenšovci in Srednjo Bistrico.

Na lokaciji pred merilnim jaškom na robu naselja Žižki je bilo ugotovljeno, da se podatki iz PID dokumentacije ujemajo z dejanskim stanjem. Na ostalih lokacijah pa je bilo ugotovljeno okoli 20 cm neskladnosti z PID dokumentacijo. Na teh lokacijah izkopa so cevi vkopane globlje kot je to navedeno v PID dokumentaciji.
Kontrolni izkopi dodatno postavljajo pod vprašaj natančnost PID dokumentacije.



Slika 2: Jašek v Žižkih.

Slika 3 in 4: Merilni jašek v Odrancih in stolpni VH (desno).



Slika 5: Črpališče Gomilica.

Slika 6: Črpališče Hotiza.

Slika 7 in 8: Lokacija kontrolnega izkopa na povezovalni cevi med Žižki in Črenšovci in izkop na povezovalni cevi med Črenšovci in Srednjo Bistrico (desno).

Slika 9 in 10: Lokacija izkopa pred merilnim jaškom pred Žižki in odkopana cev na povezovalni cevi med Črenšovci in Srednjo Bistrico (desno).

7 Meritve temperature

7.1 Meritve temperature vode na vodovodnem sistemu

V poletnih in zimskim mesecih je upravljavec Eko park d.o.o. izveden meritve temperature vode v vodovodnem sistemu. Po besedah upravljavca so večino meritev opravili na hidrantih, le na nekaterih mestih je bil odvzem izveden v objektu. Temperaturo so merili z merilnikom temperature Testo 110. Procedura meritev je bila po navedbah upravljavcev sledeča: ko so odprli hidrant oz. pipo so takoj začeli meriti temperaturo vode. Po nekaj minutah (cca 2-3), ko se je temperatura vode na aparatu ustalila, so zabeleži rezultat meritve.

Po navedbah upravljavca znaša temperatura vode na obeh VV okoli 12 °C in je tekom leta dokaj konstantna.
V pravilniku o pitni vodi[3] temperatura vode ni omenjena kot parameter, ki bi imel omejeno mejno vrednost. A s temperaturo so močno povezani mikrobiološki procesi, zato ni sprejemljivo, da bi bila temperatura vode previsoka. Prav tako previsoka ali prenizka temperatura nista sprejemljivi za potrošnika. V tujini imajo nekatere države sprejeto kot zgornjo dovoljeno mejo temperature vode 25 °C[4].

V spodnjih tabelah so prikazane izmerjene temperature vode v vodovodnem sistemu.

Datum:	12.6.17	16.6.17	23.6.17	13.7.17	21.7.17	3.8.17	28.8.17
Občina Črenšovci							
1/Dolnja Bistrica Bobri	22,4	23,5	24,3	23,7	23,9	**26,9**	**28,8**
2/ Srednja Bistrica kri.	22,1	23,6	24,4	**27,2**	**27,4**	**27**	**25,7**
3/ Gornja Bistrica 60	22,3	23,6	24,4	**27**	**26,6**	**27**	**25,4**
4/ Trnje 90	21,3	22,4	23,6	19,3	20,2	**26,9**	24,7
5/ Dolnja Bistrica 116	22,9	23,5	24,3	**26**	**26,2**	**26,9**	**25,8**
6/ Dolnja Bistrica 144	22,5	**25**	**25,3**	**27,2**	**27,5**	**27,5**	**24,6**
7/ Žiški 30		20,4	21,4	23	23,2	22,9	**25,2**
8/ Sevravska 22	21	22,4	23,3	24,6	23,3	**25,3**	23,6
9/ VH Črenšovci	19,9	20,9	21,3	23,1	22,3	23	
Občina Odranci							
10/ Petrol		**25,3**	**25,3**	**25,6**	**26,5**	**27,9**	**27**
11/ Jugovska 14		23,9	24,7	**26,5**	**25,3**	**26,8**	**25,8**
12/ Dolinska 13		23	**25,7**	**27**	**28**	**26,5**	**28**
13/ Ravenska 64 gostilna Pri Črncu		16,1	17,6	19,3	20,2	19	20,9
14/ Ravenska 58						**26,4**	21,2
Občina Turnišče							
15/ Gomilica 58a v objektu	18,9	18,9	19,6	21	21,3	22	21,8
16/ Gomilica 113	22	23	23,6	**25,4**	**25,7**	**26,1**	24,7
17/ Renkovci 158	21,3	23,5	23,6	**25,8**	**25,6**	**25,3**	**25,5**
18/ Št.Kovača 154	12,7	12,7	13,6	13,5	13,5	21,7	20,9

Tabela 1: Meritve temperature vode v vodovodnem sistemu poleti 2017.

[3] Pravilnik o pitni vodi (Uradni list RS, št. 19/04, 35/04, 26/06, 92/06, 25/09, 74/15 in 51/17)
[4] Blokker (2013) Modeling temperature in the drinking water distribution system

Večji del meritev, ki so podane v zgornji razpredelnici izkazuje visoke temperature vode, ki so neobičajne v vodovodnem sistemu. Odebelili smo meritve višje od 25 °C. Ta temperatura je v strokovni literaturi[5] običajno označena kot zgornja sprejemljiva meja.

Nekatere meritve so neskladne z ostalimi:
Na lokaciji Ravenska 64 so izmerjene temperature občutno nižje od temperatur, ki so bile izmerjene v bližini. Še posebej meritev, ki je bila narejena 3. 8. 2017, ki je za več kot 7 °C nižja od vseh ostalih meritev v Odrancih. Tudi na lokaciji Ravenska 58 je temperatura izmerjena 3. 8. skladna z ostalimi meritvami v naselju, medtem ko je meritev 28. 8. za 4 do 5 °C nižja od ostalih.
Na lokaciji Trnje 90 so temperature nižje od temperatur na lokaciji Žižki 30.
Na lokaciji Gomilica 58a so temperature za cca 4 °C nižje kot na lokaciji Gomilica 113.
Na lokaciji ul. Štefana Kovača 154 temperatura med datumoma 21. 7. in 3. 8. preskoči za 8,2 °C. Lokacija odvzema je zelo blizu VV Turnišče, zato tak skok ni razumljiv.

	3.1.17	6.1.17	9.1.17	12.1.17	20.1.17	27.1.17	31.1.17
Občine Črenšovci, Odranci, V. Polana							
Vodno zajetje Gaberje	11,8	11,7		11,7			
Črpališče Hotiza	8,4	8,2					
Ložič 71, Hotiza		8,1	8	8	8		
Žiški 155	6,2				4,6	4,1	
Pred vodohranom	5,3						
Vodohran Črenšovci		5,1	4,7	4,4	4,2	3,7	3,5
Odranci, na koncu vasi		4,5	4,1	3,8	3,6		6,5
Dolnja Bistrica - Bobri	4,6	4,4	3,2	3,6	3,4	3,1	2,5
Gornja Bistrica 60		2,8	2,4	**1,7**	**1,4**	**1,2**	**1**
Srednja Bistrica, križišče		3,6	3,6	**1,9**	2,1		
Trnje 90		3,8	3,6	3,1	3	2,4	
Gornja Bistrica - Zarja	4,3				2,6	2,4	
Občina Turnišče:							
Vodohran Turnišče			10	10			
Nedelica 2		4,2	4,2	3,8		3,4	
Renkovci 150					2,2	2	**1,7**
Občina Lendava:							
Vodohran Gregorčičeva	10,3						
Vodohran Berden	9,9						
Vodohran Piramida	8,1						
ZD Lendava	10						
Petrol D. Vas	7,8						
Tuš Lendava	10,1						
Genterovci	7						

Tabela 2: Meritve temperature vode v vodovodnem sistemu pozimi 2017.

Nekatere meritve so neskladne z ostalimi:
Meritev temperature v Odrancih na koncu vasi dne 31. 1. odstopa od ostalih, oziroma je višja kot v VH.

[5] Blokker (2013) Modeling temperature in the drinking water distribution system

Meritve na lokaciji Dolnja Bistrica – Bobri so vedno višje od meritev v Gornji Bistrici, čeprav je lokacija za cca. 1,5 km bolj oddaljena od razcepa. Še bolj čudno pa je, da so meritve v treh od štirih primerov višje od meritev v Srednji Bistrici.

Glede na zgoraj navedeno ugotavljamo, da ni bilo opravljenih dovolj meritev temperature vode in da rezultati meritev niso skladni med seboj. Iz teh meritev ne moremo narediti dovolj dobrih ugotovitev in zaključkov.
Predlagamo, da se v kritičnih mesecih leta opravi več meritev na več lokacijah. Prav tako je potrebno meritve povezati s hidravličnimi parametri vodovodnega sistema.

7.2 Meritve temperature zraka

V nadaljevanju so podane uradne meritve temperature zraka v dnevih opravljanja meritev temperature vode v vodovodnem sistemu.

Datum:	12.6.	16.6.	23.6.	13.7.	21.7.	3.8.	28.8.
povprečna temperatura zraka na 2 m (°C)	22,3	20,2	22,9	20,8	24,9	27,1	19,4
maksimalna temperatura zraka na 2 m (°C)	30,6	25,4	34,4	28,3	31,6	35,7	25,6
minimalna temperatura zraka na 2 m (°C)	10,5	14,4	17,0	16,7	16,7	19,4	17,3

Tabela 3: Meritve temperature zraka poleti 2017 (ARSO[6]).

Datum:	3.1.	6.1.	9.1.	12.1.	20.1.	27.1.	31.1.
povprečna temperatura zraka na 2 m (°C)	-3,0	-5,5	-5,4	0,8	-8,8	-6,3	-5,1
maksimalna temperatura zraka na 2 m (°C)	4,5	-2,9	-1,7	5,0	-0,7	-0,5	-3,9
minimalna temperatura zraka na 2 m (°C)	-6,3	-6,9	-13,0	-9,5	-13,6	-9,7	-8,3

Tabela 4: Meritve temperature zraka pozimi 2017 (ARSO[7]).

Podatki o temperaturi zraka za celotne obravnavane mesece so podani v Prilogi 1, kjer so podani grafi z nihanjem temperatur skozi mesece januar, junij, julij in avgust 2017.

Splošni vremenski podatki iz meteorološke postaje v Murski Soboti

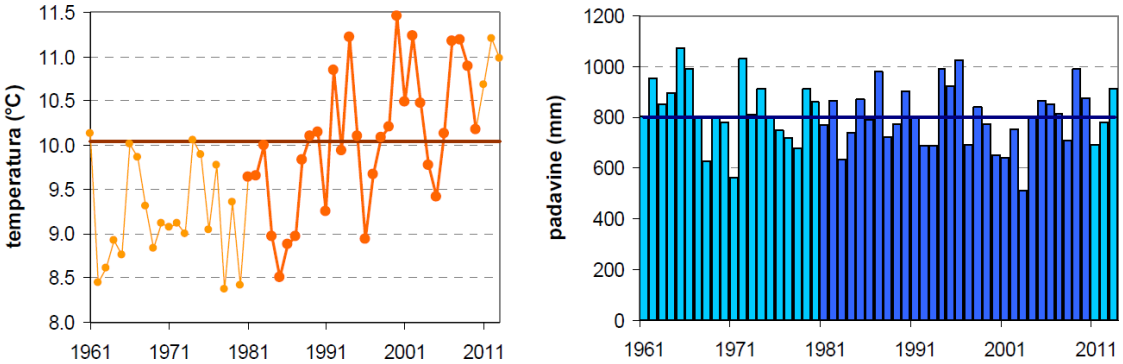
Povprečna letna temperatura zraka v Murski Soboti je 10,0 °C, najvišje mesečno povprečje ima mesec julij (20,6 °C), najnižje pa januar (-1,1 °C). Letno sončno obsevanje dosega 2019 h, največ od začetka maja do vključno avgusta.

Snežna odeja je prisotna od novembra do marca, skupno povprečno 39 dni na leto, največ dni v mesecu januarju (13 dni) ter februarju (11 dni). Snežna odeja je najvišja v mesecu februarju (povprečno 5 cm ob 7h).

[6] http://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/#webmet==8Sdwx2bhR2cv0WZ0V2bvEGcw9ydlJWblR3LwVnaz9SYtVmYh9iclFGbt9SaulGdugXbsx3cs9mdl5Wah9lblxXYyNGapZXZ8tHZv1WYp5mOnMHbvZXZulWYnwCchJXYtVGdlJnOn0UQQdSf;
[7] Ibid.

Povprečno letno število jasnih dni je 50, oblačnih dni pa 116. Vsi podatki se nanašajo na obdobje 1981- 2010 (ARSO, 2015).

Povprečna letna temperatura zraka v Murski Soboti narašča, kar je vidno iz slike 26. Povprečna letna količina padavin pa je skozi vse obdobje približno enaka.



Graf 1: Povprečne letne vrednosti za temperaturo zraka ter količino padavin na meteorološki postaji Murska Sobota (ARSO, 2015).

7.3 Meritve temperature tal

ARSO vodi meritve temperature tal od leta 1961[8]. Meritve se izvajajo na 7 različnih globinah, od 2 cm do 100 cm. Meritve se izvajajo s samodejnimi merilnimi napravami na 17ih lokacijah po Sloveniji. Najbližja meritev obravnavanemu vodovodnemu sistemu je v Murski Soboti – Rakičan. Glede na bližino in konfiguracijo terena lahko sklepamo, da te meritve dovolj dobro ustrezajo tudi obravnavanemu območju.

Po navedbah na spletni strani ARSO je:

- Temperatura tal je temperatura merjena v različnih globinah vrhnjih plasti tal, merjena s talnimi termometri.
- Povprečna mesečna temperatura tal v globini 1 metra je izračunana iz dnevnih meritev ob 14. uri.

postaja	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
BILJE	5,7	5,6	7,5	10,8	14,9	18,7	21,3	22,3	20,1	16,6	12	7,8
CELJE	5,5	4,8	5,6	8,3	11,8	15,4	17,7	18,9	17,8	15,2	11,5	7,6
LESCE	4	3,6	4,7	7,6	11,5	15,2	17,3	18,5	16,8	13,7	9,4	5,9
LJUBLJANA	4,2	3,6	5,1	8,7	12,7	16,4	18,8	19,9	18	14,7	10,2	6,4
MARIBOR	4	3,5	5	8,4	12,3	15,8	18,1	19,1	17,4	14,3	9,9	5,9
MURSKA SOBOTA	**4,7**	**4,1**	**5,6**	**8,4**	**12**	**15,4**	**17,6**	**18,6**	**17**	**14,3**	**10,2**	**6,7**
NOVO MESTO	4,9	4,4	5,6	8,6	12,3	15,9	18,4	19,5	18	15,1	10,9	7
PORTOROŽ	7,9	7	8,7	11,3	15,2	19	21,2	22,6	20,9	17,8	13,9	10,1
ŠMARTNO PRI SLOVENJ GRADCU	4,4	3,6	4,5	7,4	10,8	14,2	16,4	17,5	16,4	13,8	10	6,5

Tabela 5: Povprečna temperatura tal v obdobju 1971-2000 v globini 100 cm (ARSO[9]).

Iz tabele povprečnih temperatur tal na globini 100 cm je razvidno, da je temperatura tal v Murski Soboti med nižjimi v poletnih mesecih. V avgustu je povprečna temperatura tal na globini 100 cm nižja le v Šmartno pri Slovenj Gradcu in v Lescah.

[8] http://meteo.arso.gov.si/met/sl/agromet/data/arhiv_ttal/
[9] http://meteo.arso.gov.si/met/sl/agromet/period/soiltemp/

V prilogi 2 sta podani tabeli meritev temperature tal za mesce januar 2017 za različne globine in za mesce junij, julij in avgust 2017 na globini 100 cm.

Spodaj so podane maksimalne vrednosti temperature na globini 100 cm za obdobje med 2014 in 2017 in največja razlika med temperaturama na 100 in 50 cm. Podatka za temperaturo na 50 cm v letu 2017 za poletne mesece ni na spletu.

Datum			2 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	100 cm	Razlika med T100 in T50
5	8	2014	23	23	23,3	23,3	23,4	23,8	22,7	1,1
24	7	2015	29,3	29,5	29,3	28,2	27,8	27,5	24,8	2,7
1	8	2016	23,1	23,6	24,3	25,2	24,8	24,8	23,1	1,7
6	8	2017							24,4	

Tabela 6: Prikaz maksimalne temperature tal na globini 100 cm v letih od 2014 do 2017 (ARSO10).

Datum			2 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	100 cm	Razlika med T100 in T50
8	7	2014	26,6	27	26,7	25,7	25	24,6	21,2	3,4
8	7	2015	27,5	27,5	27,7	27	26,8	26,4	22,8	3,6
13	7	2016	25,8	26,4	26,3	25,7	25,5	25,1	22,4	2,7

Tabela 7: Prikaz največje razlike med temperaturo tal na globini 100 cm in 50 cm v letih od 2014 do 2016 (ARSO11).

Splošni podatki o temperaturi tal

Temperatura tal je odvisna od toplotnih lastnosti tal. Odločilen vpliv na temperaturo tal ima kakovost zgornje plasti tal. Gola tla se hitreje ogrejejo ter tudi hitreje ohladijo kot zastrta tla. Najbolj se segrejejo temna tla. Vlažna tla se segrevajo počasneje ter se tudi počasneje ohlajajo. V zemlji se dnevne spremembe opazijo do globine 60 centimetrov[12].

Uradne (ARSO) meritve temperature tal so izvedene na travnatem površju. Vegetacija vpliva na dnevni tok temperature tal in lahko zmanjša temperaturna nihanja za 2-3 °C[13].
Večina vodovodnih cevi na obravnavanih odsekih pa poteka pod asfaltiranimi površinami. To je običajna praksa, zaradi pridobivanja služnosti lastnikov in kasnejšega lažjega vzdrževanja vodovoda.
Asfalt ima sicer nižjo toplotno prevodnost kot humus ali ilovnata tla. Pesek, ki se uporablja za zasip cevi pa je dosti boljši izolator kot zemlja.
Asfaltne površine se zaradi svojih lastnosti bolj segrejejo kot travnata tla. Asfalt absorbira okoli 80 do 95 % sončnega obsevanja. Tako imajo lahko asfaltna cestišča poleti zaradi temne barve tudi do 20 °C višjo temperaturo kot ozračje.

[10] http://meteo.arso.gov.si/met/sl/agromet/data/arhiv_ttal/
[11] Ibid.
[12] Hillel (1998) Environmental Soil Physics
[13] Kopar M. Časovne in prostorske značilnosti temperature tal v Sloveniji. Mag. delo. 2015

Toplotna prevodnost tal je odvisna od lastnosti tal, poroznosti, vlažnosti in razmerja med trdno, tekočo in plinasto fazo tal. V suhih tleh se toplota prevaja preko trdnih delcev, ker je prevodnost preko zraka neznatna. Z naraščanjem vlažnosti raste toplotna prevodnost tal. Toplotna prevodnost nekaj materialov uporabljenih pri gradnji vodovoda[14]:

Gramoz, suh	λ= 0,81 W/mK
Pesek, suh	λ= 0,33 - 0,58 W/mK
Ilovnata zemlja	λ= 1,28 W/mK
Humus	λ= 1,2 - 2,0 W/mK
Asfalt	λ= 0,7-0,75 W/mK

7.4 Komentar

Po pregledanih podatkih temperatur je razvidno, da temperatura tal z zamikom sledi temperaturi zraka. Npr.: temperatura zraka se je na začetku avgusta dvigovala in bila najvišja 4. 8. 2017, ko je bila povprečna temperatura zraka 30 °C. Takoj za tem je povprečna temperatura zraka znatno padla in je 6. 8. znašala 20,7 °C.
Temperatura tal na globini 100 cm pa je 4. 8. znašala 23,9 °C in nato dosegla maksimalno vrednost 6. 8. 2017, ko je bila temperatura tal 24,4 °C.
Temperatura tal na globini 100 cm se zelo počasi segreva in ohlaja. Temperatura tal na globini 100 cm se običajno na začetku julija segreje na okoli 21 °C in nato niha okoli te vrednosti v razponu +- 3 °C.
Razlika v temperaturi tal na globini 50 cm in 100 cm niha v odvisnosti od temperature. Višja ko je temperatura na globini 50 cm večja je razlika. Temperatura tal na globini 50 cm je dosti bolj občutljiva na temperature na površju.
Najvišja temperatura v zadnjih desetih letih na globini 100 cm je bila izmerjena 24. 7. 2015, ko je znašala 24,8 °C. Najvišja razlika med temperaturama na globinah 50 in 100 cm v poletnih mesecih pa je bila izmerjena 20. 6. 2013 in je znašala 4,4 °C.

Temperatura tal na globini 2 cm pri uradni meritvi redko preseže vrednost 30 °C. Asfaltna površina pa se na soncu dosti bolj segreje in lahko doseže temperature okoli 50 °C[15]. Posledično so tudi tla pod asfaltom dosti toplejša. Meritev temperatur tal pod asfaltom nismo našli.

Trendov segrevanja vode se iz dobljenih podatkov ne da določiti. Prav tako je podatkov premalo za primerjavo temperature vode s temperaturami zraka in tal.
Temperatura vode na večini lokacij v obdobju opravljenih poletnih meritev počasi raste ali pa se temperatura dvigne in se nato giblje okoli te vrednosti.
Pod tabelami meritev temperatur vode smo zapisali nekatere pomisleke o rezultatih meritev, ki se nam zdijo nerazumljive. Zaradi tega predlagamo, da se nadaljuje z opravljanjem meritev na sistemu.

8 Hidravlični račun obstoječega stanja

Izdelali smo delno noveliran hidravlični račun, kjer smo povzeli spremembe na trasah novih cevovodov in račun prilagodili na trenutno porabo. Račun je bil izdelan predvsem zaradi vprašanja koliko časa voda potuje do VH v Črenšovcih in nato do končnih uporabnikov.

Pri analizi zadrževalnih časov smo spremljali čas v katerem voda priteče od VV v VH in nato naprej do začetka naselij in do skrajnih točk naselji. Račun je bil narejen za 10 dnevno obdobje. Rezultati so podani kot maksimalni zadrževalni čas vode v sistemu v posamezni točki. V

[14] Gradbeniški priročnik, 2004 in Strojniški priročnik, 2002
[15] https://www.epa.gov/heat-islands/heat-island-impacts

spodnjih tabelah so podani rezultati za vstopne točke v naselja in najbolj skrajne točke v naseljih. Vsi rezultati izračunov so podani v grafičnih prilogah.

V računu so uporabljeni podatki prodane vode za mesec januar. Faktor letnega nihanja potrošnje ni bil upoštevan. Prav tako niso bile upoštevane vodne izgube in ostala nemerjena poraba na sistemu. Tako lahko sklepamo, da so zadrževalni časi vsaj v večjem delu leta manjši od izračunanih.
Iz dobljenih podatkov znaša norma porabe okoli 120 l/so/dan. Po podatkih upravljavca znašajo vodne izgube do 10 %. Podatki o prodani vodi in dotokih v občini potrjujejo to številko.

Občina	Prodana voda (m3/mesec)	Qsr (l/s)
Odranci	5.969	2,23
Črenšovci	14.848	5,54

Tabela 8: Prodana voda v občinah v mesecu januarju 2018.

Zadrževalni časi v obravnavanem delu sistema niso dolgi. V povprečju priteče voda do uporabnikov prej kot v 4ih dneh. Izračunali smo primerjavo koliko vpliva odklop občine Velika Polana iz sistema. Upoštevana je bila poraba v občini 2,15 l/s z enakim dnevnim nihanjem kot v ostalih občinah. V spodnjih tabelah so v levih stolpcih (Čas) podani rezultati v h in v dnevih brez občine Velika Polana. V desnih stolpcih (Čas 2) pa z upoštevano porabo v občini Velika Polana.

Dotok vode iz obeh VV:

Lokacija	Čas (h)	Čas (dni)	Čas 2 (h)	Čas 2 (dni)
Žižki 121a	46,1	1,9	38,0	1,6
Žižki 1	85,0	3,5	76,7	3,2
VH Črenšovci	68,3	2,8	60,5	2,5
Trnje 1	39,9	1,7	40,5	1,7
Trnje 155a	35,6	1,5	33,3	1,4
Odranci - Naselje Gredice 1a - Petrol	83,4	3,5	78,4	3,3
Odranci - Mladinska ulica 40	142,8	6,0	138,6	5,8
Srednja Bistrica 33	72,7	3,0	65,6	2,7
Gornja Bistrica 28a	119,5	5,0	112,5	4,7
Dolnja Bistrica 1	114,7	4,8	108,4	4,5

Tabela 9: Zadrževalni časi v vodovodnem sistemu v primeru dotoka iz obeh VV.

Pričakovano imata najdaljši zadrževalni čas točki na robovih sistema v Odrancih in Gornji Bistrici. Dotok do roba Trnja in Žižkov je približno enak.
Razlika v zadrževalnih časih z ali brez Velike Polane je v povprečju 5,6 h.

Dotok vode iz obeh VV Gaberje:

Lokacija	Čas (h)	Čas (dni)	Čas 2 (h)	Čas 2 (dni)
Žižki 121a	23,3	1,0	22,1	0,9
Žižki 1	63,5	2,6	58,2	2,4
VH Črenšovci	52,6	2,2	47,5	2,0
Trnje 1	38,6	1,6	34,6	1,4
Trnje 155a	180,5	7,5	178,4	7,4
Odranci - Naselje Gredice 1a - Petrol	69,6	2,9	65,8	2,7

Odranci - Mladinska ulica 40	130,2	5,4	126,2	5,3
Srednja Bistrica 33	58,8	2,5	55,2	2,3
Gornja Bistrica 28a	103,6	4,3	98,7	4,1
Dolnja Bistrica 1	100,9	4,2	95,7	4,0

Tabela 10: Zadrževalni časi v vodovodnem sistemu v primeru dotoka iz VV Gaberje.

Poleg obeh robnih točk z dolgimi zadrževalnimi časi se pojavi tudi točka na robu naselja Trnje, kjer je zaradi dimenzije povezovalne cevi zadrževalni čas dolg. Zavedati se je treba, da se tak primer le težko zgodi za dlje časa saj se v praksi uporablja oba VV. V vseh ostalih točkah so časi zadrževanja nižji kot v primeru dotoka iz obeh VV.
Razlika v zadrževalnih časih z ali brez Velike Polane je v povprečju 3,9 h.

Dotok vode iz obeh VV Turnišče:

Lokacija	Čas (h)	Čas (dni)	Čas 2 (h)	Čas 2 (dni)
Žižki 121a	38,7	1,6	38,1	1,6
Žižki 1	74,2	3,1	60,0	2,5
VH Črenšovci	46,0	1,9	41,3	1,7
Trnje 1	25,3	1,1	23,8	1,0
Trnje 155a	22,4	0,9	21,7	0,9
Odranci - Naselje Gredice 1a - Petrol	61,1	2,5	58,7	2,4
Odranci - Mladinska ulica 40	118,5	4,9	116,0	4,8
Srednja Bistrica 33	52,6	2,2	45,4	1,9
Gornja Bistrica 28a	95,4	4,0	92,5	3,9
Dolnja Bistrica 1	92,8	3,9	88,8	3,7

Tabela 11: Zadrževalni časi v vodovodnem sistemu v primeru dotoka iz VV Turnišče.

Zadrževalni časi so v tem primeru najnižji. Le v točki Žižki 1 so daljši kot v zgornjem primeru. VV Turnišče je bližje občini Črenšovci, zato je tak rezultat pričakovan.
Razlika v zadrževalnih časih z ali brez Velike Polane je v povprečju 4,1 h.

8.1 Komentar

Pri računanju zadrževalnih časov program upošteva nihanje porabe skozi dan, dolžine odsekov in seveda geometrijo omrežja. V zankah nastopijo vododelnice, katerih lokacija se glede na porabo tekom dneva malo spreminja.
V naseljih Odranci, Gornja in Dolnja Bistrica ima na zadrževalni čas vode v sistemu največji vpliv sekundarno omrežje. Od roba naselja Odranci do skrajne točke (Odranci - Mladinska ulica 40) potrebuje voda približno 2,5 dni. To je malo manj kot potrebuje voda od VV do roba naselja (Naselje Gredice 1a – Bencinska črpalka Petrol).
Na celotnem sistemu ima na zadrževalni čas vpliv tudi iz katerega VV doteka voda. Najbolj ugoden primer za obravnavani občini predstavlja primer, ko voda doteka iz VV Turnišče.
Iz navedenega je razvidno, da transportni vodovodni sistem ni predimenzioniran in da zadrževalni časi v nobenem izračunanem primeru niso predolgi.

Če želimo znižati zadrževalne čase je potrebno povečati porabo na sistemu. Preračunali smo pri kateri dodatni porabi padejo zadrževalni časi približno na polovico. Dodatno porabo smo simulirali v skrajnih točkah:

- poleg objekta Odranci - Mladinska ulica 40 smo simulirali fiksen pretok Q = 1 l/s,
- poleg objekta Gornja Bistrica 28a smo simulirali fiksen pretok Q = 0,75 l/s,
- poleg objekta Dolnja Bistrica 119 smo simulirali fiksen pretok Q = 0,75 l/s.

Skupno smo tako na sistemu dodali pretok Q = 2,5 l/s. S tem so zadrževalni časi v teh točkah padli za približno polovico.
Problematični ostajajo vse skrajne točke na krakih na katerih je majhna poraba in ki niso povezani zankasto.

Za koliko bi omenjeni dodatni pretoki znižali temperaturo vode v sistemu je potrebno ugotoviti empirično. Predlagani pretoki so lahko le začetni podatek, ki ga bo potrebno preveriti na terenu s spreminjanjem pretoka in merjenjem temperature na več koncih sistema. **Tak ukrep je lahko le začasen.**

9 Zaključek

Obravnavani občini sta nujno potrebovali nov vodovodni sistem, s čimer so uporabniki dobili čisto pitno vodo, ki je boljše kakovosti kot voda iz lokalnih VV. Vodovodni sistem po izgradnji deluje in glede pretočnosti po besedah nadzora ni bilo zaznati kakršnih koli težav. Po navedbah naročnika so testirali tudi delovanje vodovodnega sistema s pretoki, ki jih narekuje zakonodaja v primeru požara.
Po začetku delovanja sistema se je voda v poletnih mesecih preveč segrela. Naročnik je želel ugotoviti vzroke za to pregrevanje in tudi poiskati rešitve.

Med izdelavo te naloge smo pregledali projektno dokumentacijo, po kateri je bil projekt izveden in projekte izvedenih del. Analizirali smo izmerjene temperature vode v vodovodnem sistemu in iskali povezavo s temperaturami zraka in tal. Izdelali smo delno noveliran hidravlični račun z upoštevano trenutno porabo vode.

Do pregrevanja prihaja praviloma vedno zaradi preplitve vgradnje cevovodov, delno tudi zaradi nepravilnega obsutja vgrajenih cevi in tudi zaradi preslabe toplotne izolacije ostalih vodovodnih objektov priključenih na sistem. V Sloveniji praviloma vgrajujemo vodovode na temensko globino cevi 1,20 m (zaradi reliefnih razmer je le na krajših odsekih sprejemljivo vgrajevati na temensko globino 1 m) in s 25 do 30 cm debelim obsutjem cevi s peskom pravilne granulacije.

Po pregledu projektne dokumentacije je ugotovljeno, da je glavni razlog pregrevanja vode plitva vgradnja vodovodnega omrežja. Kot je povzeto v poglavju 6.2 so vodovodni odseki vgrajeni praviloma na globino okoli 1 m temensko. Na nekaterih odsekih so temenske globine celo pod 80 cm. Najbolj ekstremen primer je na odseku VČRS-2 v točki V1167, kjer je cev glede na PID dokumentacijo vgrajena 0,66 m temensko pod asfaltnim pločnikom.

Kljub manjšim dvomom v natančnost podatkov zaradi velikega odstopanja pri natančnosti geodetskega posnetka (do 25 cm) in neskladja višin iz PID dokumentacije z meritvami na 4ih lokacijah, ki so bila opravljena v sklopu te naloge, lahko ugotovimo, da je glo**bina vgrajenih cevi razlog za prevelik vpliv zunanje temperature na temperaturo vode v vodovodnem sistemu**. Tudi če privzamemo popravek višin za 25 cm, kar naj bi bila merska napaka geodeta, so še vedno marsikateri odseki vgrajeni preplitvo.

Kot je navedeno v poglavju 7 je temperatura tal na globini 50 cm dosti bolj občutljiva na nihanja temperature zraka kot temperatura tal na globini 100 cm. Meritve, ki jih izvaja ARSO kažejo, da je povprečna temperatura v poletnih mesecih na globini 100 cm nižja od temperatur vode, ki so bile izmerjene na vodovodnem sistemu. V obravnavanem primeru pa so cevi položene pod asfaltnimi površinami, ki se segrevajo dosti bolj kot travnat teren, kjer ARSO opravlja meritve tal.

Potek vodovodnih cevi pod asfaltnimi površinami je normalna praksa. Vendar pa asfaltirane površine povzročajo dodatno pregrevanje tal, saj se zaradi temne barve dosti bolj segrejejo. Meritev temperatur tal pod asfaltom nismo našli.

Hidravlični račun je bil narejen strokovno in v skladu z zadnjimi strokovnimi smernicami. Kot je v tej nalogi predhodno navedeno je bil hidravlični račun narejen z robnimi pogoji, ki so vplivali na sam hidravlični račun in s tem na končne rezultate (glej poglavje 5.1).
Hidravlični račun podaja podatke, ki služijo projektantu kot osnova za projektiranje. Projektant, pa mora sistem dizajnirati z vsemi potrebnimi ukrepi in standardi, da bo ta na koncu pravilno deloval. V hidravličnih računih se ne navajajo potrebne globine vgradnje cevi temveč premeri cevi in hidrotehnične karakteristike ostalih objektov vodovodnega sistema.

Poleg tega pa je bil hidravlični račun na enak način izdelan za celoten vodovodni sistem A. Na delu vodovodnega sistema, ki poteka proti Lendavi in nato naprej v občini Dobrovnik in Kobilje upravljavec ne opaža težav s pregrevanjem vode. Težavo so opazili le na manjšem delu v vasi Dobrovnik, kjer pa je bilo sekundarno omrežje zgrajeno že prej in je prav tako cev vgrajena zelo plitvo.

Trditev, ki je bila večkrat omenjana v zvezi s segrevanjem vode in sicer, da je razlog segrevanja vode v hidravličnem računu in predimenzioniranosti vodovodnega sistema, je neresnična in nestrokovna ter jo v celoti zavračamo.

9.1 Predlogi in rešitve

Vodovodni sistem mora začeti čim hitreje obratovati v celotnem obsegu. Prav predlagamo, da upravljanje prevzame ena organizacija, ki mora nato spremljati delovanje in spremembe na sistemu, ter primerno reagirati.

Ker je vzrok segrevanja vode preplitva vgradnja, ni mogoče podati rešitve, s katero bi popolnoma preprečili segrevanje na obstoječem sistemu in zagotovili uporabnikom hladno vodo v poletnih mesecih. V nadaljevanju podane rešitve bodo le za malenkost ublažile težave.

Kot prvo predlagamo, da se izvede dodaten sklop meritev temperature vode na več točkah na sistemu. Izvedenih je bilo premalo meritev temperature vode v sistemu, s katerimi bi lahko določili kje in kako hitro se voda pregreva v sistemu. Poleg tega predlagamo, da se vzpostavi sistem stalnih meritev temperature na ključnih točkah sistema na podlagi katerih bi lahko bolj natančno spremljali dogajanje na vodovodnem sistemu in na podlagi njih tudi ukrepali.
Za natančno analizo pregrevanja vode v vodovodu bi bilo nujno, da se predvsem v poletnih mesecih izvede dodatne sistematične meritve temperature vode in se jih poveže s hidravličnimi parametri vodovodnega sistema. S tem bi se dobilo več podatkov, ki bi morali biti natančno povezani med seboj. V ta namen je potrebno pred meritvami določiti natančne lokacije in definirati protokol meritev.
Z analizo podatkov iz teh meritev se bo dobilo boljši vpogled v delovanje sistema. Prav tako naj se spremlja učinkovitost posameznih ukrepov.

Po izvedenih meritvah temperaturah bi bilo smiselno ugotoviti najbolj kritične odseke in tam predvideti ukrepe, s katerimi bi znižali vpliv zunanjih vplivov na temperaturo vode.
Predlagamo, da se na mestih, kjer poteka cev pod makadamskim voziščem le to dodatno nasuje. Višina nadsutja se mora določiti glede na globino vgrajene cevi, tako da bo končna globina minimalno 120 cm.

Za zmanjševanje vpliva segrevanja tal nad vodovodnimi cevmi bi bilo smiselno preučiti možnost uporabe pasivnih sistemov za hlajenje asfaltnih površin. Po svetu uporabljajo premaze za asfalte, ki odbijejo več svetlobe in se s tem manj pregrevajo.

Pri analizi hidravličnega računa, ki smo ga novelirali na trenutno stanje smo ugotovili, da so zadrževalni časi vode v sistemu največji, če se uporabljata oba VV hkrati. Predlagamo, da upravljavec v kritičnih obdobjih leta, črpa vodo v občino Črenšovci le iz VV Turnišče in spremlja dogajanje v vodovodnem sistemu ter oceni uspešnost ukrepa. V tem primeru bo potrebno spremljati tudi temperaturo vode v naseljih Kapca in Hotiza. Pri tem se ne sme zgoditi, da bi voda v posameznih odsekih zastajala.

V času ko se začne voda prekomerno segrevati, se naj spodbuja večanje porabe na sistemu. V poglavju 8.1 smo preračunali pri kakšnih pretokih padejo zadrževalni časi približno za polovico.
Z dodanim pretokom Q = 2,5 l/s na skrajnih točkah sistema so zadrževalni časi padli za približno polovico.
Za koliko bi omenjeni dodatni pretoki znižali temperaturo vode v sistemu je potrebno ugotoviti empirično. Predlagani pretoki so lahko le začetni podatek, ki ga bo potrebno preveriti na terenu s spreminjanjem pretoka in merjenjem temperature na več koncih sistema. **Tak ukrep je lahko le začasen.**

V primeru, da se izkaže, da predlagani ukrepi ne bodo zadostovali oziroma, da se pregreva na posameznih kritičnih plitvo vkopanih odsekih bo kot skrajni ukrep potrebna poglobitev teh odsekov.

V Ljubljani, marec 2018

Sestavila:

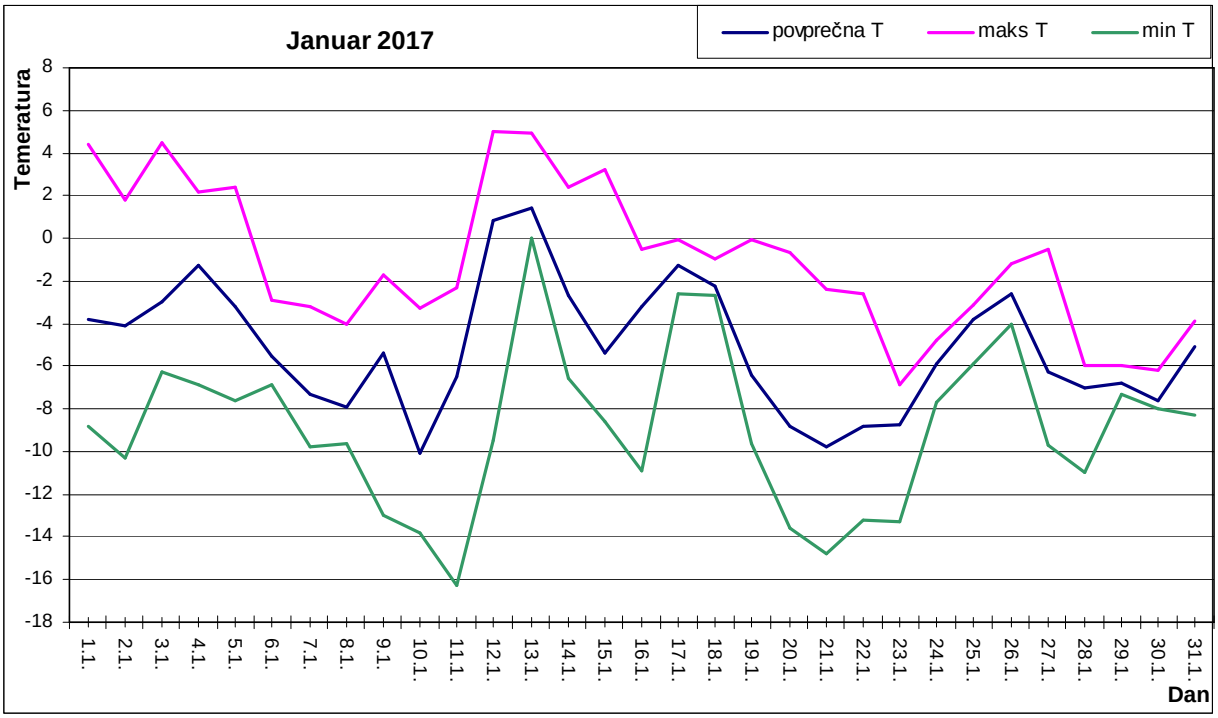
Matjaž Horvat, univ.dipl.inž.grad.

Bogoslav Brezigar, univ.dipl.inž.grad.

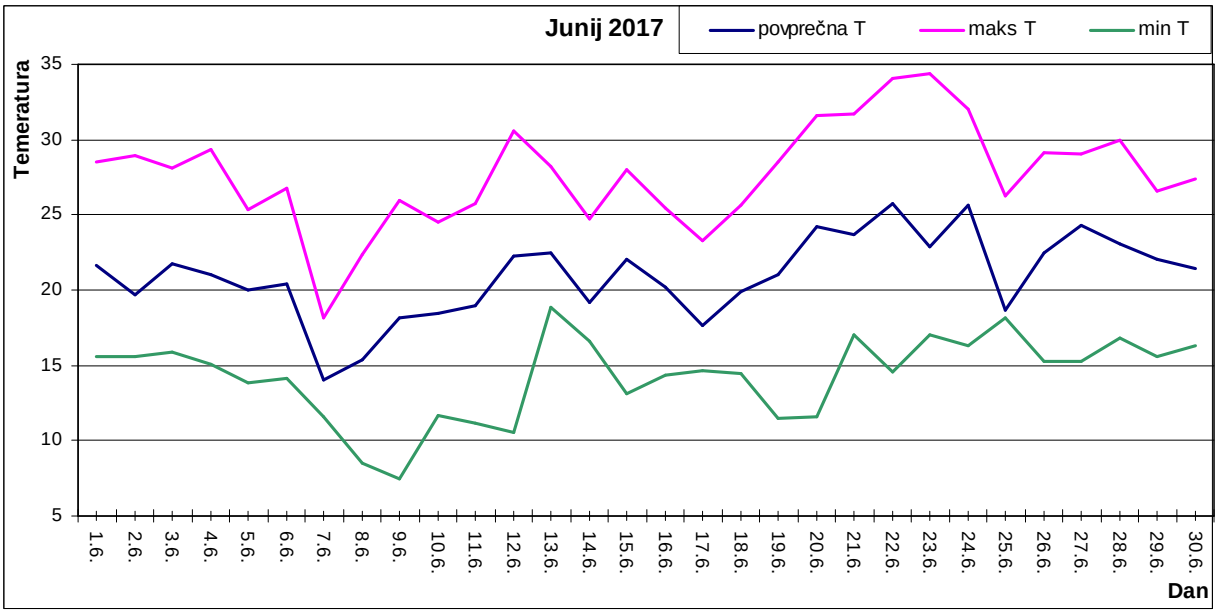
PRILOGA 1

Podatki meteorološke postaje v Murski Soboti[16] za mesece januar, junij, julij in avgust 2017. Povzeti so podatki:

- povprečna temperatura zraka na 2 m (°C).
- maksimalna temperatura zraka na 2 m (°C).
- minimalna temperatura zraka na 2 m (°C).

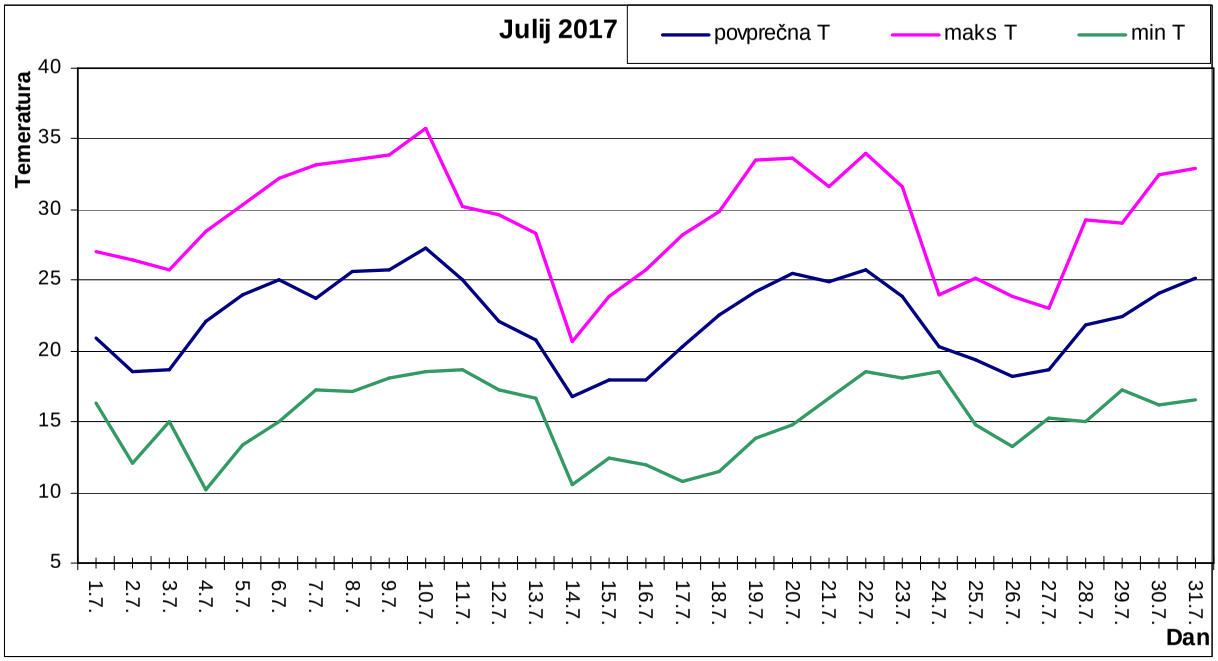


Graf 2: Podatki o temperaturi zraka za mesec januar 2017.

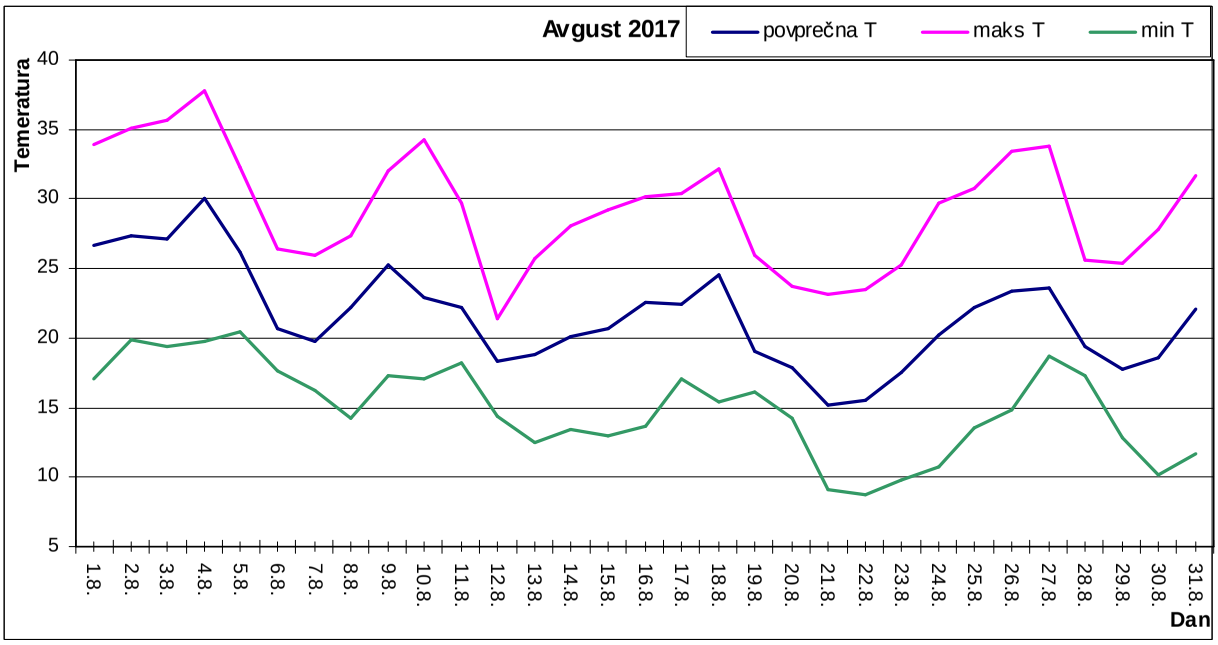


Graf 3: Podatki o temperaturi zraka za mesec junij 2017.

[16] http://meteo.arso.gov.si/met/sl/app/webmet/#webmet==8Sdwx2bhR2cv0WZ0V2bvEGcw9ydlJWblR3LwVnaz9SYtVmYh9iclFGbt9SaulGdugXbsx3cs9mdl5Wah9lblxXYyNGapZXZ8tHZv1WYp5mOnMHbvZXZulWYnwCchJXYtVGdlJnOn0UQQdSf;



Graf 4: Podatki o temperaturi zraka za mesec julij 2017.



Graf 5: Podatki o temperaturi zraka za mesec avgust 2017.

PRILOGA 2

Podatki meritev temperature tal meteorološke postaje v Murski Soboti za mesece januar, junij, julij in avgust 2017[17].

V spodnji tabeli so podatki o temperaturi tal v mesecu januarju. Podana je povprečna temperatura za posamezni dan. Temperatura tal v izbrani globini je izračunana iz dnevnega povprečja terminskih meritev temperature tal ob 7., 14., 21. uri.

	2 cm	5 cm	10 cm	20 cm	30 cm	50 cm	100 cm
1	-2,1	-2,2	-1,1	0,2	0,8	1,6	3,8
2	-2,5	-2,6	-1,6	-0,2	0,5	1,4	3,7
3	-1,7	-1,7	-1,3	-0,3	0,5	1,3	3,5
4	-1,5	-1,7	-1,4	-0,4	0,4	1,2	3,4
5	-3	-2,9	-1,7	-0,4	0,3	1,1	3,2
6	-4,3	-4,1	-2,8	-0,7	0,1	1	3
7	-5,1	-5,2	-3,5	-1,4	-0,1	0,7	3
8	-4,2	-4	-3,1	-1,7	-0,5	0,5	2,8
9	-4	-4,1	-3,4	-1,9	-0,6	0,4	2,7
10	-3,9	-3,6	-2,7	-1,5	-0,6	0,3	2,6
11	-5,1	-5,1	-4	-2,4	-0,9	0,2	2,4
12	-2,3	-2,7	-2,6	-1,9	-0,9	0,1	2,3
13	-0,2	-0,3	-0,8	-0,9	-0,6	0,1	2,2
14	-0,5	-0,6	-0,6	-0,6	-0,4	3,4	2,2
15	-1,7	-1,5	-0,7	-0,7	-0,4	0,2	2,2
16	-1,7	-1,6	-0,9	-0,8	-0,4	0,2	2,2
17	-1,4	-1,4	-0,9	-0,8	-0,4	0,3	2,2
18	-1,2	-1,3	-0,9	-0,8	-0,4	0,3	2,1
19	-1,9	-1,7	-1,2	-0,9	-0,4	0,3	2,1
20	-2,7	-2,6	-1,8	-1,3	-0,4	0,4	2,1
21	-3,8	-3,3	-2,4	-1,5	-0,5	0,3	2,1
22	-3,6	-3,6	-2,9	-1,9	-0,8	0,2	2
23	-3,9	-3,7	-3,4	-2,4	-1,1	3,4	1,9
24	-3,1	-3	-2,5	-1,9	-1	-0,1	1,9
25	-2,7	-2,7	-2,4	-1,9	-1	3,3	1,8
26	-2,2	-2,3	-1,9	-1,7	-0,9	-0,1	1,7
27	-2,6	-2,6	-2,1	-1,7	-0,8	-0,1	1,7
28	-3,6	-3,1	-2,8	-2,3	-1	-0,2	1,8
29	-2,8	-2,8	-2,5	-2,3	-1,2	-0,2	1,7
30	-2,8	-2,8	-2,5	-1,9	-1,2	-0,3	1,6
31	-2,6	-2,6	-2,3	-1,9	-1,2	-0,3	1,6

[17] http://meteo.arso.gov.si/met/sl/agromet/period/soiltemp/

PRILOGA 3

V spodnji tabeli so podatki o temperaturi tal v mescih junij, julij in avgust 2017[18] na globini 100 cm. Podana je povprečna temperatura za posamezni dan.

Datum			100 cm
2017	6	1	18,3
2017	6	2	18,7
2017	6	3	
2017	6	4	19
2017	6	5	19,3
2017	6	6	19,4
2017	6	7	19,4
2017	6	8	19,4
2017	6	9	19
2017	6	10	19
2017	6	11	20,2
2017	6		
2017	6	13	14,7
2017	6	14	20
2017	6	15	20,2
2017	6	16	20,2
2017	6	17	20,1
2017	6	18	
2017	6	19	20,1
2017	6	20	20,3
2017	6	21	20,9
2017	**6**	**22**	**21,9**
2017	6	23	21,1
2017	6	24	21,4
2017	6	25	21,5
2017	6	26	21,3
2017	6	27	21,3
2017	6	28	21,4
2017	6	29	21,4
2017	6	30	21,3

Datum			100 cm
2017	7	1	21,1
2017	7	2	21
2017	7	3	21,1
2017	7	4	
2017	7	5	21
2017	7	6	21,1
2017	7	7	21,5
2017	7	8	21,8
2017	7	9	21,9
2017	7	10	22,2
2017	7	11	22,5
2017	7	12	22,8
2017	7	13	22,8
2017	7	14	22,7
2017	7	15	22,2
2017	7	16	21,8
2017	7	17	21,4
2017	7	18	21,3
2017	7	19	21,6
2017	7	20	21,9
2017	7	21	22,1
2017	7	22	22,5
2017	7	23	22,7
2017	**7**	**24**	**22,9**
2017	7	25	22,7
2017	7	26	22,4
2017	7	27	22
2017	7	28	21,8
2017	7	29	21,6
2017	7	30	21,8
2017	7	31	22,2

Datum			100 cm
2017	8	1	22,7
2017	8	2	23,1
2017	8	3	23,6
2017	8	4	23,9
2017	8	5	24,2
2017	**8**	**6**	**24,4**
2017	8	7	24,2
2017	8	8	23,7
2017	8	9	23,2
2017	8	10	23,3
2017	8	11	23,5
2017	8	12	23,4
2017	8	13	23,1
2017	8	14	22,8
2017	8	15	22,5
2017	8	16	22,5
2017	8	17	22,7
2017	8	18	22,8
2017	8	19	23
2017	8	20	23
2017	8	21	22,5
2017	8	22	22,1
2017	8	23	21,7
2017	8	24	21,5
2017	8	25	21,5
2017	8	26	21,5
2017	8	27	21,7
2017	8	28	22
2017	8	29	22,2
2017	8	30	21,8
2017	8	31	21,8

[18] http://meteo.arso.gov.si/met/sl/agromet/period/soiltemp/

PRILOGA 4

Dodatna pojasnila pregleda projektne dokumentacije. Primerjave med globino cevi v PZI in PID nismo delali. V obeh primerih imajo cevi premajhno nadsutje.

Pri pregledu **PZI projektne dokumentacije** smo ugotovili sledeče:

- Veliko odsekov je projektiranih plitvo. Spodaj navajamo nekaj primerov:
  Občina Črenšovci:
  VČR-2 DN200: V1099 (globina izkopa): 1,12 m
  V421 (globina izkopa): 1,16 m
  V465 (globina izkopa): 1,16 m
  VČR – 1 DN200: V28 (globina izkopa): 1,18 m
  VČR – 1 DN250: V90 (globina izkopa): 1,19 m
  Vč1.15 – V115 (globina izkopa): 1,17 in 1,16 m
  V132 (globina izkopa): 1,15 m
  Občina Odranci:
  VOD T-1 DN200: V01.10 – V47 (globina izkopa): 1,12; 1,11; 1,07
  V49 (globina izkopa): 1,16 m
  VOD T-1 DN 200: V01.10 (globina izkopa): 1,12 m
- Na nekaterih mestih so cevovodi v PZI projektirani zelo globoko (npr. vzdolžni profil VVP1) brez pravega razloga.
- Veliko vej ima vsaj en odsek, ki je projektiran z zelo majhnim padcem (VČR-1, VČR-2, VČR-6, VČRS-2, VČRS-14, VČRS-12, VČRS-16, VČR-9, VČR-10, VČR-12, VČR-13, VČR-23, VDBS-11, VDBS-2, VČR-24, VOD-2.2, VOD-3, VODS-14, VODS-1, VODP-1, VOD-6, VODS-2, VODT-1, VOD-7, VODS-4.1, VODS-5, VOD-4, VODS-9 …).
- Nekateri odseki v vzdolžnih profilih nimajo upoštevane posteljice. Globina vkopa je enaka globini dna cevi.

Pri pregledu **PID projektne dokumentacije** smo ugotovili sledeče:

- V vzdolžnih profilih so v rubrikah enkrat navedene »kote nivelete« in drugič »kote dna cevi«. Ni jasno kaj je kota nivelete in zakaj je kota dna enaka koti terena minus globini izkopa. Kota nivelete je ponekod označena kot teme cevi, drugje pa kot os cevi. Pri nekaterih odsekih ni upoštevane posteljice pri globini izkopa.
- Določeni odseki vodovodov so vgrajeni s premajhnim padcem (VOD VČR-1 Odsek V4/5-Vž1.5, VOD VČR-1 Odsek Vž1.5-V108, VODS-1, VODS-2, ...).
- Na veliko mestih so cevi vgrajene preplitvo. Taki so na sledečih vzdolžnih profilih: VČR-5; VČR-7, VČR-14, VČR-20 odsek V1399-V143, VČR-2 odsek V1369-Vč1.29, VČRS-2, VČRS-4, VČRS-6, VDBS-9, VTRS-9, VVPS-22, ...). Najbolj ekstremen primer je na odseku VČRS-2 v točki V1167, kjer je cev vgrajena 0,66 m temensko pod asfaltnim pločnikom.
- Na veliko najvišjih točk cevovodov manjkajo zračniki (npr. VČR-1, VČRS-12, VČR-1-9, VČR-12) in na najnižjih točkah blatniki (npr. VTRS-7, VTRS-12, VTRS-13, VČRS-11). Da na najvišjih mestih niso vgrajeni zračniki pomeni, da so v cevovodu ujeti zračni mehurji, ki zmanjšujejo pretočnost cevi in lahko slabo vplivajo na samo kvaliteto vode.
- Na določenih mestih pa so zračniki ali blatniki na nerazumljivih mestih (npr. VČR-9 točka V880, VČR-1 točki V74.1 in V75.1, VČR-20 točka V1417, …).

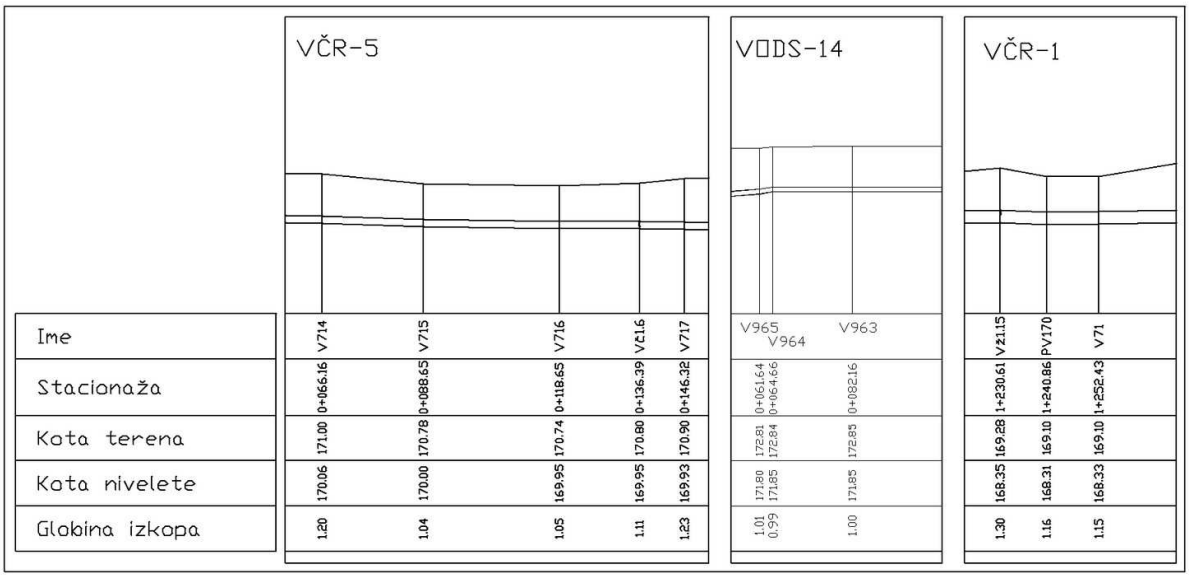
Nekaj najbolj problematičnih primerov:
VOD VČR – 1:

- − določeni odseki so položeni horizontalno! (V37-V38, V48-V49, V69 –V70, V76 – PV535, V80 – V82, V94 –V95, V97 – V98)
- − ni zračnikov (V35, V39, V42, V49, V61, VŽ1-14, V90, V102, V100, V103.1)

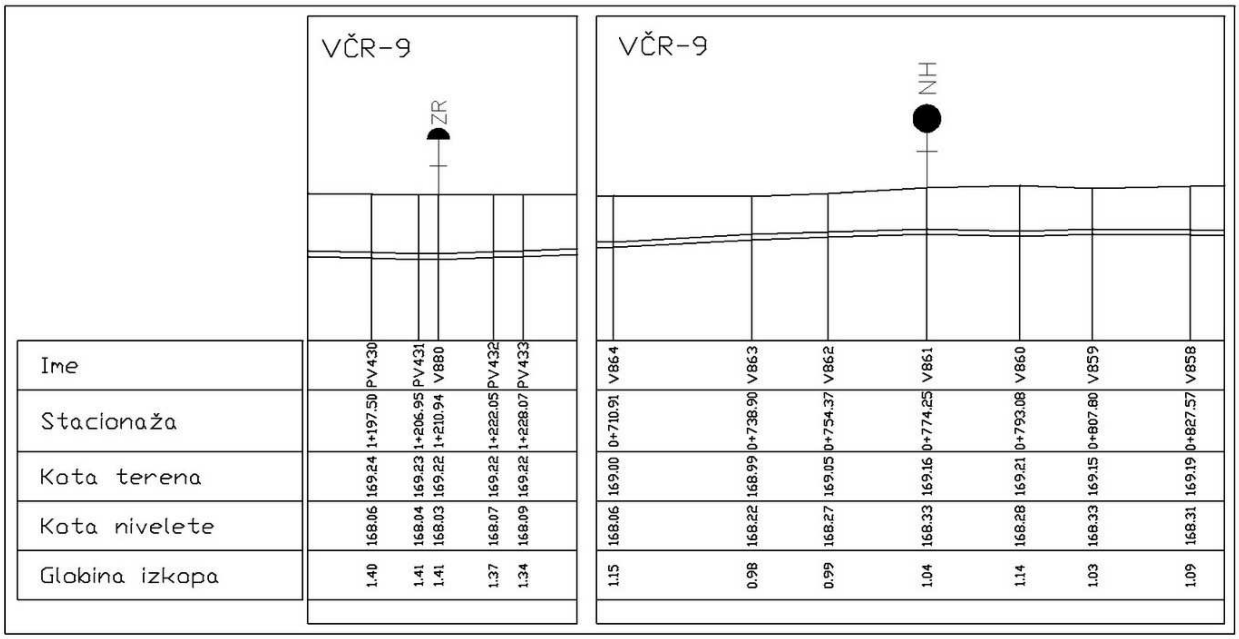
- ni blatnikov (V40, V46, V50, V63, V81, V91, V108)
- blatniki so na nerazumljivih mestih (V75.1, V103)

Nekaj odsekov zelo plitvo vgrajenih cevi (globina temena cevi):

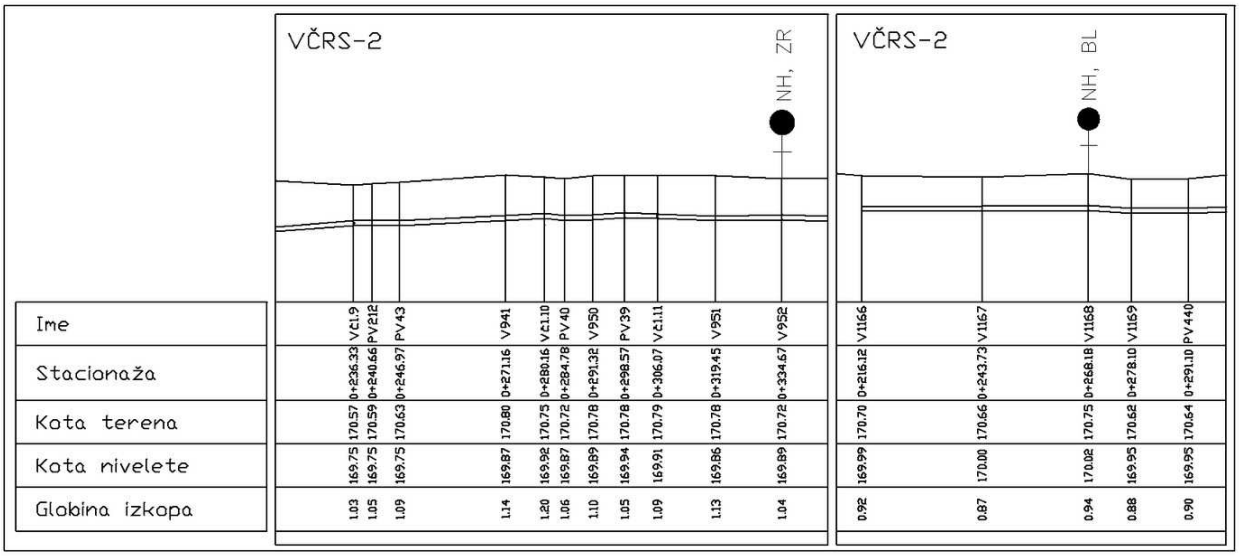
- VČR – 2 točka V1603.2: 0,81 m in V422: 0,72 m
- VČR – 4 točka Vd1.2: 0,82 m
- VČR – 5 točka V715 in V716: 0,78 m
- VČR – 7 točka V524: 0,83 m in V559: 0,81 m
- VČR – 13 točka PV208: 0,81 m
- VČR – 14 točka PV977: 0,76 m
- VČR – 20 točka VI337: 0,82 m
- VČR – 20 točka V1430: 0,77 m in V1438: 0,82 m
- VČRS-2 točka V1167: 0,66 m
- VČRS-4 točka V940: 0,77 m
- VČRS-6 točka V959: 0,79 m
- VDBS–9 točka V1842: 0,77 m
- VTRS–9 točka PV61: 0,74 m
- VOD 2/1 točka 118: 0,89 m
- VODS –14 točka V967 do V960: okoli 0,88 m, V948 in V947: 0,84 m
- VODS -14A točka GV48 do GV50: 0,89 m



Slika 11: Primer preplitve vgradnje vodovodne cevi (V715, V716, V965, V964, V963, PV170, V71) in horizontalnega poteka cevi (med V964, V963 in V962).



Slika 12: Primer napačne postavitve zračnika (V880) in blatnika (V861) ter preplitve vgradnje.



Slika 13: Primer preplitve vgradnje (oba prikazana odseka VČRS-2), vgradnje hidranta na lokaciji zračnika (V952) in napačne postavitve blatnika (V1168).

Pot za Brdom 102,
1000 Ljubljana,
tel: 059 081 121
fax: 059 046 292
vodnar@siol.net
www.vodnar.si

4	**RISBE**