

Kazalo:

1	<i>Splošno</i>	3
2	<i>Izhodišča za izdelavo študije</i>	3
3	<i>Demografski okvirji</i>	3
3.1	Obstoječe stanje	3
3.2	Predvideno stanje.....	4
4	<i>Poraba vode</i>	4
4.1.1	Obstoječe stanje	4
4.1.2	Predvideno stanje	5
5	<i>Opis obstoječega stanja</i>	6
5.1	Opis omrežja.....	6
5.2	Vodni viri	8
6	<i>Izhodišča za izdelavo hidravličnega računa</i>	8
6.1	Uporabljena programska oprema	8
6.2	Hidravlični model.....	9
6.3	Hidravlični računi.....	10
7	<i>Hidravlični račun obstoječega vodovodnega sistema</i>	10
7.1.1	Ugotovitve analize po posameznih sistemih	10
7.1.2	Hidravlična analiza požarne varnosti	11
8	<i>Opis predvidenega stanja oskrbe s pitno vodo</i>	12
8.1	Vodovodni sistem Belca	12
8.2	Vodovodni sistem Mojstrana	13
8.3	Vodovodni sistem Dovje	13
8.4	Hidravlična analiza požarne varnosti	14
9	<i>Izgube na omrežju in načini njihovega zmanjševanja</i>	15
10	<i>Zaključek s povzetkom predlogov za predvideno stanje</i>	15

Okrajšave

Č	Črpališče
Np	Norma porabe
RČS	Razširjena časovna simulacija
RT	Raztežilnik
RVP	Reducirni ventil pretoka
RVT	Reducirni ventil tlaka
VH	Vodohran
VZT	Ventil za zadrževanje tlaka
VV	Zajetje vodnega vira
AC	Azbestnocementna cev
GRP	Poliestrška cev
JE	Jeklena cev
LŽ	Litoželezna cev
NE	Neznan material
NL	Duktilna cev
PE	Polietilenska cev
POC	Pocinkana cev
PVC	Plastična cev
N	Predlagan novi cevovod

1 Splošno

V nalogi so obravnavani lokalni vodovodni sistemi Mojstrana, Belca in Dovje. Vsi trije sistemi se nahajajo v Občini Kranjska Gora. Vodovodni sistem Dovje je v upravljanju Komunale Kranjska Gora od leta 2007, sistema Mojstrana in Belca pa od leta 1996.

Hidravlični račun vodovodnega omrežja je bil izdelan s ciljem, da se:

- preveri delovanje obstoječih sistemov,
- določi vodna bilanca za predvideno stanje,
- podajo možne rešitve za povezavo posameznih sistemov,
- za vsa naselja izdela analiza požarne varnosti.

Za izpolnitev zadanega cilja, smo izdelali detaljne izračune vodnih bilanc in vzpostavili podroben matematični model za celotni sistem. Izdelan matematični model bo v prihodnosti služil kot osnova za hitro in enostavno preverbo vseh morebitnih sprememb na obravnavanih vodovodnih sistemih.

2 Izhodišča za izdelavo študije

Hidravlični model, ki je služil za izdelavo hidravličnih računov, je bil izdelan na osnovi obstoječega katastra vodovodnega sistema, podatkov upravljalca ter obstoječe tehnične dokumentacije.

Obstoječa tehnična dokumentacija, zbirke ter objave, ki smo jih uporabili pri izdelavi projekta:

- Grobi hidravlični račun za vodovodni sistem Dovje, Vodnar d.o.o., Ljubljana, marec 2015

Ostali podatki, zbirke ter objave, ki smo jih uporabili pri izdelavi projekta:

- Atlas Okolja, <http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/>
- Krajevni leksikon Slovenije, Amebis d.o.o.
- Statistični urad Republike Slovenije, <http://www.stat.si/>
- Temeljni topografski načrt

3 Demografski okvirji

3.1 Obstoječe stanje

V preglednici 1 so podani podatki o številu prebivalcev v obravnavanih naseljih v obdobju 2008-2015 (Statistični urad RS). Po podatkih se je od leta 2008 do danes skupno število prebivalcev zmanjšalo za 149, iz 2040 na 1891. Največji upad prebivalcev je zaznati v naselju Mojstrana in sicer iz 1236 na 1103, kar predstavlja 11 % zmanjšanje. V naselju Dovje je število prebivalcev bolj kot ne konstantno in se giblje okoli števila 630.

Preglednica 1

Naselje \ Leto	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Belca	172	163	169	170	175	171	170	158
Dovje	632	640	631	640	630	620	622	630
Mojstrana	1.236	1.198	1.177	1.175	1.179	1.169	1.144	1.103
Skupno število prebivalcev	2.040	2.001	1.977	1.985	1.984	1.960	1.936	1.891

3.2 Predvideno stanje

V predvidenem stanju smo upoštevali usmeritve iz sprejetih prostorskih dokumentov Občine Kranjska Gora in dokumentov, ki so še v pripravi.

V dopolnjenem osnutku OPPN za območje Mojstrana - Travnik (DN S4 - ZN) je predvidena možnost gradnje 25 novih objektov (predvidoma enodružinske hiše). Glede na predvidene objekte smo pri izračunu porabe upoštevali dodatnih 100 prebivalcev.

V OPPN za Dovje - Zahod (DM S3) je predvidena širitev naselja Dovje vzhodno od cerkve in sicer 7 objektov z največ po tremi stanovanjskimi enotami. V preostalem delu naselja je po podatkih Komunale prostor še za dodatne tri stanovanjske objekte. Glede na predvidene objekte smo pri izračunu porabe upoštevali dodatnih 93 prebivalcev.

Za naselje Belca smo upoštevali majhno letno rast prebivalstva – 0,2 %.

V preglednici 2 so prikazani podatki o obstoječem številu prebivalcev in o predvidenem številu prebivalcev na koncu opazovanega obdobja.

Preglednica 2

Naselje \ Leto	2015	2065
Belca	158	175
Dovje	630	723
Mojstrana	1.103	1.203
Skupno število prebivalcev	1.891	2.181

4 Poraba vode

4.1.1 Obstoječe stanje

V preglednici 3 so prikazani podatki o prodani vodi za obdobje 2008-2014. Podatki prikazujejo količino prodane vode na števci odjemalcev. V naselju Mojstrana znaša povprečna N_p za to obdobje 135 l/os·dan, srednja poraba pa cca 1,8 l/s.

V naselju Belca znaša povprečna N_p 68 l/os·dan, srednja poraba pa cca 0,13 l/s. Tako nizko normo porabe gre pripisati dejstvu, da je na vodovodni sistem sistem v upravljanju Komunale Kranjska Gora priključenih samo cca polovica objektov v naselju Belca. Ostali objekti se oskrbujejo preko lastnih vodnih virov.

V naselju Dovje znaša povprečna N_p 133 l/os·dan, srednja poraba pa cca 0,13 l/s. Opaziti je izrazito zmanjšanje letne porabe po ukintivi obračunavanja porabe vode po pavšalu.

Srednja poraba prodane vode za vsa tri naselja se je gibala med 3,27-2,66 l/s. Podatki o izgubah na omrežju za naselji Mojstrana in Dovje niso na voljo, saj v VH ali kje drugje na sistemu ni vgrajenih merilcev pretoka. Za naselje Belca se izvajajo meritve komaj slabo leto, zato podatki še niso na voljo. Privzeli smo, da velikost izgub za obstoječe stanje znaša 30 %.

Preglednica 3

Naselje	2008	2010	2011	2012	2013	2014	Povprečje
	[m ³ /leto]	[m ³ /leto]	[m ³ /leto]	[m ³ /leto]	[m ³ /leto]	[m ³ /leto]	
Mojstrana	65.000	59.415	56.253	53.806	55.919	58.126	58.087
Qsr [l/s]	2,06	1,88	1,78	1,71	1,77	1,84	1,84
Np [l/os·dan]	144	138	131	125	131	139	135
Belca	5.095	5.553	3.516	3.499	3.815	3.828	4.218
Qsr [l/s]	0,16	0,18	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13
Np [l/os·dan]	81	90	57	55	61	62	68
Dovje	33.143	37.756	31.642	32.306	24.204	23.947	30.500
Qsr [l/s]	1,05	1,20	1,00	1,02	0,77	0,76	0,97
Np [l/os·dan]	144	164	135	140	107	105	133
Skupaj [m³/leto]	103.238	102.724	91.411	89.611	83.938	85.901	92.804
Qsr [l/s] - brez izgub	3,27	3,26	2,90	2,84	2,66	2,72	2,94
Np [l/os·dan]	139	142	126	124	117	122	128

4.1.2 Predvideno stanje

V preglednici 4 je prikazana predvidena poraba za končno obdobje v letu 2065 za celotno obravnavano območje. Na koncu opazovanega obdobja na kritični dan v letu je privzeta predvidena norma porabe vode 150 l/os·dan in faktor letnega nihanja $k=1,5$, hkrati je upoštevano zmanjšanje vodnih izgub na 20 %.

Z upoštevanjem teh podatkov znaša predvidena srednja letna poraba vode uporabnikov 4,56 l/s. Srednja poraba vode na kritični dan v letu skupaj z izgubami znaša 6,38 l/s.

Preglednica 4

Naselje	Število prebivalcev		Q _{sr}	Izgube	Letna poraba	Q _{sr} na kritičen dan v letu	Q _{max} na kritičen dan v letu
	Obstoječe	Predvideno					
	leto 2015	leto 2065	[l/os·dan] Np = 150	% 20	[m ³ /leto]	[l/s] k = 1,5	[l/s] k = 2,4
Belca	158	175	0,30	0,08	11.977	0,53	1,28
Dovje	630	723	1,26	0,31	49.480	2,20	5,27
Mojstrana	1.103	1.203	2,09	0,52	82.330	3,65	8,77
Skupaj	1.891	2.101	3,65	0,91	143.787	6,38	15,32

5 Opis obstoječega stanja

5.1 Opis omrežja

Vodovodni sistem Mojstrana oskrbuje naselje Mojstrana in del naselja Dovja imenovano Pod Kepo (objekti s hišno številko Dovje 113-129, skupaj cca 28 objektov). Objekti v naselju Mojstrana se nahajajo na nadmorski višini med 645-665 m n.m.

Sistem se napaja iz vodnega vira **Vapš [766 m n.m.*]**, v izrednih razmerah pa je možna tudi navezava na **VV Peričnik [753 m n.m.*]**, ki je glavni vodni vir mesta Jesenice in je v upravljanju podjetja JEKO-IN. Po pogodbi ima Občina Kranjska Gora, ne glede na izdatnost VV Peričnik, pravico do odvzema 10 l/s vode iz VV Peričnik.

Voda iz VV Vapš gravitacijsko odteka po cevovodu POC Ø81 do **VH Mojstrana [V=93 m³, H=699 m n.m.*]**. Na dotočni cevi v VH sta vgrajena kotna ventila s plavačem, ki regulirata dotok vode v VH.



Slika 1 in 2: Vodohran Mojstrana na Grančiču



Dotok vode iz VV Peričnik je možno vzpostaviti z odpiranjem zasuna v jašku pri teniškem igrišču- Kurirska pot 26 (Slika 3).



Slika 3: Povezava z VV Peričnik preko PVC Ø81



Slika 4: Odcep iz cevovoda za Peričnik

Iz VH Mojstrana poteka cevovod Ø200, ki pri objektu Kurirska pot 23 nadzemno prečka reko Bistrico. Pri objektu Triglavska cesta 54 je odcep POC Ø69, ki poteka po Triglavski cesti proti SV. Od odcepa naprej poteka cevovod PE Ø123 v smeri proti OŠ Mojstrana in nato naprej do objekta delavska ulica 12a. Vsi preostali cevovodi v naselju Mojstrana so manjši ali enaki DN80.

Območje Pod kepo v naselju Dovje je z omrežjem v Mojstrani povezano s cevovodom POC Ø53, ki poteka ob kolesarski stezi vzporedno z reko Savo Dolinko. Od območja Pod kepo poteka cevovod PE Ø55 do objekta Belca 3, kjer se zaključi s hidrantom.

Vodovodni sistem Belca oskrbuje del naselja Belca (objekti s hišno številko Belca 3-16, 28-29c, 30-32 in 35,36,39 so priključeni na lastna vodovodna omrežja). Objekti v naselju Belca se nahajajo na nadmorski višini med 680-695 m n.m.

Sistem se napaja iz VV **Belca 1 [836 m n.m.*]** in **Belca 2 [855 m n.m.*]**. Voda iz obeh VV gravitacijsko odteka po cevovodu PE Ø44 v **VH Belca [V=42 m³, H=749 m n.m.*]**. Dotok v VH ni omejen, višek vode odteka preko preliva. VH je bil zgrajen leta 2001, lansko leto pa je bila v VH vgrajena UV dezinfekcijska naprava.



Slika 5 in 6: Vodohran Belca

Iz VH Belca poteka cevovod PE Ø79 do objekta Belca 24, kjer je v jašku vgrajen RVT, ki tlak reducira za cca 2 bar. Od jaška naprej poteka cevovod PE Ø79 vzporedno s potokom Belca. Pred reko Savo cevovod prečka potok Belca in nato poteka ob kolesarski stezi proti zahodu. Cevovod se konča pri objektu Belca 33 s hidrantom.

Vodovodni sistem Dovje oskrbuje del naselja Dovje. Objekti v naselju se nahajajo na nadmorski višini med 690-760 m n.m. Osrednji in vzhodni del naselja leži na višini med 690-730 m n.m., zahodni del pa na višini med 730-760 m n.m.

Sistem se napaja iz dveh vodnih virov. Vodni vir **Jencново [H=860 m n.m.]** je lociran cca 600 m SV od naselja Dovje. Po meritvah Komunale (meritve izvajajo od leta 2007 naprej) znaša minimalna izdatnost vodnega vira 2,15 l/s. Po meritvah vaške skupnosti (sistem so upravljali do leta 2007) pa znaša minimalna izdatnost 0,5 l/s (ni znano ali je podatek od vaške skupnosti izmerjen ali ocenjen).

Voda iz VV Jencново odteka po cevovodu PE Ø55 v RT Dovje (nimamo podatka o lokaciji RT, predvidevamo, da je RT na koti cca 805-810 m n.m.). Pokrov RT je zalit z betonom, tako da dostop v RT ni mogoč. Iz RT odteka voda v **VH Orehar [V=140 m³, H=763 m n.m.]**. VH Orehar,

ki je bil zgrajen leta 1924 in renoviran leta 1968, ima dve vodni celici. Dotok vode v VH ni omejen. Od VH Orehar poteka LŽ cevovod Ø100 do objekta Dovje 69.

Drugi vodni vir **Anceljnov** [**H=945 m n.m.**] je lociran cca 500 m severno od SZ dela naselja Dovje. Po meritvah Komunale znaša minimalna izdatnost vodnega vira 1,25 l/s, po meritvah vaške skupnosti pa 0,2 l/s.

Voda iz VV Anceljnov odteka po cevovodu PE Ø55 v **VH Na trati** [**V=48 m³, H=785 m n.m.**]. Dotok vode v VH ni omejen. Od VH Na trati potekajo trije cevovodi. Prvi cevovod PE Ø55 poteka do objekta Dovje 97 in ni povezan z ostalim omrežjem v naselju Dovje. Drugi cevovod PE Ø79 poteka do objekta Dovje 80 in je povezan z ostalim omrežjem v naselju Dovje. Tretji cevovod PE Ø55 pa je dejansko priključen na 3 m³ posodo, ki je povezana s prelivom VH Na trati in poteka do objekta Dovje 84. Cevovod je povezan z ostalim omrežjem v naselju Dovje.

Trenutno je v teku gradnja novega VH Dovje [**V=250 m³, H=838,6 m n.m.**].

Opombi:

- Kote objektov označenih s simbolom * so določene na osnovi TTN.
- Vrsta materiala in notranji premeri cevovodov so razvidni iz hidravlične sheme in priloženih tabel.

5.2 Vodni viri

Vsi obravnavani VV so ustrezno zavarovani z vodovarstvenimi območji, sami objekti pa so zavarovani z žično ograjo. Zaradi podatka, da površinska voda občasno vpliva na samo kvaliteto VV, predlagamo, da se kvaliteta izvedbe zajemnih objektov v prihodnosti ponovno preveri.

Preglednica 5

Vodni vir	Izdatnost* [l/s]	Vodno dovoljenje [l/s]	Vodno dovoljenje [m ³ /leto]	Prodana voda -2014 [m ³ /leto]
Vapš	3,6	3	94.608	85.901
Belca 1 in Belca 2	2,1	/	3.880	
Jencnovo in Anceljnov	2,65	2,4	75.686	
Skupaj	8,35	5,4	174.174	

* Minimalna izdatnost je povzeta po podatkih Komunale Kranjska Gora:

6 Izhodišča za izdelavo hidravličnega računa

6.1 Uporabljena programska oprema

Hidravlični račun je bil narejen s programsko opremo za hidravlično modeliranje vodooskrbnih sistemov WaterCAD. Program omogoča simulacijo hidravličnih in kvalitativnih parametrov v vodovodnih sistemih.

S tem program lahko izvajamo tako statične analize sistema kot tudi RČS (razširjene časovne simulacije) (npr. 24 h, 48 h, 240 h) sestavljene iz časovnih korakov (npr. 5 min, 1 h). S pomočjo programa lahko ugotavljamo pretočne razmere v posameznih ceveh, tlačne razmere v vozliščih, nihanje višin vode v vodohranih ter koncentracije določenih snovi v sistemu, v kolikor bi želeli obravnavati vodovodno omrežje tudi z vidika kvalitete vode.

Pregled rezultatov je mogoč v različnih oblikah, kot so podatkovne tabele, časovni grafi, barvno-kodirane karte omrežja, ploskovni prikaz tlakov in poročila. Zaradi obsežnosti vseh rezultatov so priloženi samo njihovi izvlečki.

6.2 Hidravlični model

Hidravlični model je bil izdelan na osnovi katastra vodovodnega omrežja, ki ga je posredoval upravljalec, podatkov upravjalca ter obstoječe tehnične dokumentacije.

Model sistema se sestoji iz naslednjih elementov: cevi (oznaka P), vozlišč (oznaka J), črpalk (oznaka Č), požarnih črpalk (oznaka PČ) hidrofornih postaj (oznaka HP), ventilov (oznaka RVT- za reducirni ventil tlaka, oznaka RVP- za reducirni ventil pretoka, oznaka VZT- za ventil za zadrževanje tlaka), vodohranov (oznaka VH) in zajetij vodnih virov (oznaka VV).

Zaradi večje preglednosti so posamezna območja označena z dodatno oznako; npr. območje Mojstrana ima oznako za cevi P-M-8 in vozlišča J-M-5. Oznake so razvidne iz hidravlične sheme.

Privzet faktor letnega nihanja porabe je 1,5. Poraba pitne vode je simulirana v vozliščih, kjer so odcepi proti naseljem ali v samih naseljih. Nihanje potrošnje tekom dneva smo privzeli iz literature.

Faktor letnega nihanja:

$$k=1,5$$

Vzorec porabe "Naselje":

$$Q_{\max} = 2,4 \times Q_{\text{sr}}; \quad Q_{\min} = 0,1 \times Q_{\text{sr}},$$

kjer je:

$Q_{\max}$	maksimalna dnevna poraba v kritičnem dnevu leta,
$Q_{\min}$	minimalna dnevna poraba v kritičnem dnevu leta,
Q_{sr}	povprečna dnevna poraba v kritičnem dnevu leta,
2,4	faktor največje urne potrošnje,
0,1	faktor najmanjše urne potrošnje.

Izgube na omrežju so v modelu zajete kot fiksna poraba tekom dneva in se ne spreminjajo v odvisnosti od danih faktorjev nihanja porabe. Količinsko so izgube enakomerno porazdeljene po celotnem omrežju.

Razdelitev porabe po posameznih vozliščih vodovodnega omrežja je razvidna iz hidravličnih shem in tabel, ki prikazujejo podatke o vozliščih.

6.3 Hidravlični računi

Za račun linijskih izgub tlaka smo v analizah upoštevali Darcy-Weisbach-ovo enačbo. Za predvidene cevi, katerih materiale ne podajamo, smo zaradi varnosti upoštevali hrapavost $k=0,2$ mm. Za obstoječe PVC in PE cevi smo upoštevali hrapavost $k=0,04$ mm za cevi iz nodularne litine $k=0,2$ mm in za vse ostale materiale $k=0,25$ mm.

Najprej smo naredili analize stacionarnega stanja na omrežju za srednjo porabo- Q_{sr} , za maksimalno porabo- Q_{max} in za minimalno porabo- Q_{min} v kritičnem dnevu. S pomočjo teh analiz ugotovimo trenutna stanja in razmere na omrežju v času karakterističnih porab. Višina vode v VH je pri tem fiksno določena. Ker ni bila izdelana terenska kalibracija teh modelov, so posamezni rezultati preračunov preverjeni samo z izkustveno inženirsko-hidravlično logiko.

Nato smo naredili RČS (razširjeno časovno simulacijo) tekom kritičnega dneva v letu s trajanjem 24 ur in s hidravličnim časovnim korakom 0,5 ure. Z RČS se modelira polnjenje in praznjenje VH, odpiranje in zapiranje ventilov in tlačne ter pretočne spremembe v sistemu v odvisnosti od avtomatskih kontrol, ki jih vnaprej določimo v modelu. Ta analiza pokaže, kakšen je odziv sistema na spreminjanje potrošnje tekom dneva, na spremembo statusa črpalk in ventilov, na gladino vode v VH, na potrebo po zadostnih prostorninah VH itd.

Rezultati hidravličnih računov so prikazani v tabelah, iz katerih so razvidni podatki in hidravlični rezultati za cevi in vozlišča na 4-urni interval.

7 Hidravlični račun obstoječega vodovodnega sistema

7.1.1 Ugotovitve analize po posameznih sistemih

Vodovodni sitem Mojstrana

V preglednici 6 je prikazana prevodnost med VV Vapš in VH Mojstrana, v primeru ko dotok v VH Mojstrana ni omejen. Maksimalni možni dotok v VH Mojstrana tako znaša cca 9 l/s.

Preglednica 6

	Kota* [m n.m.]	Višinska razlika [m]	Notranji Premer [mm]	Pretok [l/s]	Hitrost [m/s]
VV Vapš	766	67	81	9,6	1,9
VH Mojstrana	699				

* Kote objektov so odčitane iz TTN kart, zato se lahko dejansko stanje razlikuje od zgoraj navedenih podatkov.

Ko je poraba v Mojstrani večja od izdatnosti VV Vapš, začne gladina v VH Mojstrana upadati (kotna ventila se odpreta) in hkrati tudi tlak v dotočnem cevovodu v VH Mojstrana (pojavi se tok s prosto gladino). S sanitarnega stališča predstavlja tok s prosto gladino tveganje za kvalitetno vodooskrbo. Ko je tlak v dotočnem cevovodu manjši od tlaka v povezovalnem cevovodu z VV Peričnik, se odpre nepovratna loputa v jašku pri teniškem igrišču.

Tlak v naselju Mojstrana se giblje med 3-5 bar. Zaradi zankastega sistema je tlak v naselju konstanten in se le minimalno spreminja glede na porabo v sistemu. Manjše nihanje tlaka je zaznati le v območju Pod Kepo, kar je posledica oddaljenosti od VH Mojstrana in majhnega premera cevovoda, ki povezuje naselje Mojstrana s tem območjem.

Ob simulaciji požara v naselju Mojstrana, omejitvi dotoka na minimalno izdatnost VV Vapš ($Q=3$ l/s) in zaprti povezavi s Peričnikom se VH Mojstrana izprazni.

Vodovodni sistem Belca

Tlak v naselju Belca se giblje med 3-5 bar. Pri objektu Belca 24 je v jašku vgrajen RVT, ki tlak reducira za cca 2 bar. Izdatnost VV Belca 1 in Belca 2 je več kot zadostna za porabo naselja Belca. Težava se pojavi ob simulaciji požara v naselju Belca. V tem primeru se namreč VH Belca izprazni.

Vodovodni sistem Dovje

Analiza obstoječega stanja za vodovodni sistem Dovje je že bila izdelana v dokumentaciji "Grobi hidravlični račun za vodovodni sistem Dovje, Vodnar d.o.o., Ljubljana, marec 2015" in je tukaj ponovno ne navajamo.

7.1.2 Hidravlična analiza požarne varnosti

Analizo požarne varnosti smo izvedli glede na zahteve iz zakonodaje, da se na odjemnem mestu zagotovi 10 l/s pri 2,5 bar v času 2 ur (Pravilnik o tehničnih normativih za hidrantno omrežje za gašenje požarov, Uradni list SFRJ, št. 30/91). Kjer sta izpolnjena omenjena kriterija je zagotovljena predpisana požarna varnost.

Na grafičnih prilogah so vozlišča označena z različnimi barvami glede na največji možni pretok pri zahtevanem tlaku 2,5 bar in pogoju, da v ostalih vozliščih na omrežju tlak ne pade pod 1 bar. S črno barvo so označena vozlišča, kjer ni izpolnjen kriterij 2,5 bar na odjemnem mestu oz. niso vključena v požarno analizo.

Na nekaterih odjemnih mestih je možen odvzem 10 l/s ali več, vendar ne zadoščajo pogoju 2,5 bar tlaka. To so predvsem odjemna mesta v neposredni bližini VH, kjer je višinska razlika med odjemnim mestom in VH premajhna.

Mojstrana in območje Pod Kepo

Pretok 10 l/s pri 2,5 bar tlaka je mogoče zagotavljati skoraj v celotnem naselju razen na hidrantih H21, H2, H18, H15, H16 in celotnem območju Pod Kepo.

Dovje

Območja, kjer sta izpolnjena oba kriterija, so:

- Osrednji del naselja in hidrant H17.

V ostalem delu naselja ni mogoče zagotavljati pretoka 10 l/s pri 2,5 bar tlaka.

Belca

Območja, kjer sta izpolnjena oba kriterija, so:

- Hidranti z oznakami H1, H2, H3.

V ostalem delu naselja ni mogoče zagotavljati pretoka 10 l/s pri 2,5 bar tlaka.

8 Opis predvidenega stanja oskrbe s pitno vodo

Ugotovitve, ki izhajajo iz izvedenih simulacij hidravličnih računov in predlogi za predvideno stanje so v nadaljevanju navedeni po posameznih sistemih in na koncu povzeti v zaključku.

V preglednici 7 je prikazana vodna bilanca za obravnavane vodovodne sisteme na koncu opazovanega obdobja. Sistema Belca in Dovje imata pozitivno bilanco, medtem ko ima sistem Mojstrana negativno bilanco. V primeru izpada VV v Belci ali Dovju minimalna izdatnost VV Vapš ni zadostna, da bi pokrila porabo v Belci ali Dovju. Prav tako v primeru izpada VV Vapš ostali VV ne morejo pokriti porabo v Mojstrani. V izrednih razmerah je torej delovanje vseh treh sistemov odvisno od VV Peričnik.

V poglavjih 8.1 in 8.3 so podane rešitve za povezavo obravnavanih sistemov.

Preglednica 7

Sistem Mojstrana	[l/s]	Sistem Belca	[l/s]	Sistem Dovje	[l/s]	Skupaj
Min. izdatnost Vapš	3,6	Min. izdatnost Belca	2,1	Min. izdatnost Jencnovo in Anceljnov	2,65	8,35
Qsr Mojstrana	3,65	Qsr Belca	0,53	Qsr Dovje	1,95	6,38
Qsr Pod Kepo	0,25					
Razlika	-0,3	Razlika	1,57	Razlika	0,7	1,97

8.1 Vodovodni sistem Belca

Obstoječi VH Belca se v primeru simuliranja gašenja požara izprazni. Predlagamo, da se ob obstoječem VH Belca zgradi dodatna vodna celica z enako prostornino kot jo ima obstoječa vodna celica - $V=42 \text{ m}^3$.

Objekti Belca 30, 31, 32, 35, 36, in 39, ki so priključeni na lastni VV, se povežejo s sistemom Belca. Povezava se izvede od obstoječega hidranta pri objektu Belca 33 do obstoječega cevovoda POC Ø36 s cevovodom DN80 v dolžini cca 30 m.

Objekti Belca 28, 29, 29a, 29b, 29c, ki so priključeni na lastni VV, se povežejo s sistemom Belca. Povezava se izvede od obstoječega hidranta pri objektu Belca 25 do obstoječega cevovoda POC Ø21 s cevovodom DN80 v dolžini cca 120 m.

Objekti s hišno številko Belca 3-16, ki so priključeni na lastni VV, se povežejo s sistemom Belca. Povezava se izvede od obstoječega jaška pri objektu Belca 24, kjer je vgrajen RVT, do obstoječega cevovoda PE Ø55 pri objektu Belca 3. Celotna trasa predvidenega cevovoda DN80 bo potekala vzporedno z glavno cesto v dolžini cca 1.020 m. Na predviden cevovod bo potrebno prevezati

obstoječe hišne priključke. Preveriti je potrebno nastavitve RVT pri objektu Belca 24 in jih po potrebi korigirati tako, da tlak pri objektih Belca 3-16 ne bo presegel 6 barov.

Povezava z vodovodnim sistemom Mojstrana.

1. Belca - Mojstrana

Po izgradnji predvidenega cevovoda DN80 do objekta Belca 3 bosta vodovodna sistema Belca in Mojstrana povezana. RVT pri objektu Belca 24 je nastavljen na tlačno črto cca 725-730 m (po podatkih upravljalca sistema je tlak reduciran za cca 2 bara), objekti v Mojstrani in Pod Kepo pa ležijo na koti 645-665 m n.m. Pred območjem Pod Kepo bo zato potrebno vgraditi RVT nastavljen na tlačno črto ≈ 699 m in omejiti pretok v smeri proti Mojstrani.

2. Mojstrana - Belca

Da bi dovajali vodo iz Mojstrane v Belco, bi bilo potrebno za območjem Pod Kepo (za objektom Dovje 129) zgraditi črpališče, ki bi črpalo vodo v VH Belca. Pri tem je potrebno na posamezne ali skupne priključke za objekte Belca 3-16 vgraditi RVT in prilagoditi povezave v jašku pri objektu Belca 24.

Zaradi majhnega premera cevovoda od Mojstrane do predvidenega črpališča in s tem povezanih tlačnih izgub bi bilo možno v VH Belca črpati cca 1 l/s vode. Č ne sme delovati, če je tlak na sesalni strani črpalke manjši od 1,5 bara.

V času maksimalne porabe v Mojstrani in območju Pod Kepo bi bilo možno črpati cca 0,5 l/s. Za črpanje večjih količin tudi v času maksimalne porabe pa bi bilo potrebno zamenjati obstoječi cevovod POC Ø53 od Mojstrane do območja Pod Kepo s cevovodom DN100.

Pred izgradnjo Č Pod Kepo je potrebno preveriti tlačno stopnjo obstoječega PE cevovoda med predvidenim Č Pod Kepo in objektom Belca 3.

8.2 Vodovodni sistem Mojstrana

Predlagamo:

- Da se obstoječa cevovoda POC Ø81 in POC Ø53, ki potekata od jaška pri objektu Triglavska cesta 54 v smeri objekta Triglavska cesta 65 opusti in vgradi novi cevovod DN100 v dolžini cca 260 m.
- Da se VH Mojstrana opreми z merilcem nivoja gladine vode in poveže s centralnim nadzornim sistemom.
- Da se predvidi nov način preklapljanja med VV Vapš in VV Peričnik.

8.3 Vodovodni sistem Dovje

Območje Kamne se s sistemom Dovje poveže s cevovodom DN80 v dolžini cca 830 m. Navezava na obstoječi cevovod LŽ Ø80 se izvede pri objektu Dovje 11. Pred navezavo na obstoječi cevovod PE Ø55 v Kamnah, pri objektu Dovje 8, je potrebno vgraditi RVT. RVT se naj nastavi na tlačno črto 700 m.

Povezava z vodovodnim sistemom Mojstrana.

1. Dovje - Mojstrana

Potrebno je zgraditi cevovod med obstoječim cevovodom POC Ø69 pred mostom preko Save in cevovodom PE 97 pri objektu Dovje 42. Celotna trasa predvidenega cevovoda DN80 bo potekala vzporedno z lokalno cesto v dolžini cca 560 m. Pred Mojstrano bo potrebno vgraditi RVT nastavljen na tlačno črto ≈ 699 m in omejiti pretok v smeri proti Mojstrani.

1. Mojstrana - Dovje

Da bi dovajali vodo iz Mojstrane v Dovje, bi bilo potrebno na koti 670-675 m n.m. zgraditi Č Dovje s karakteristikami $Q=2,5$ l/s, $H=74$ m, ki bi črpalo vodo v VH Orehar. Tlačna črta na tlačni strani Č ne sme preseči 770 m. Objekte, ki ležijo na koti nižji od 710 m je potrebno zaščititi z RVT.

Za oskrbovanje visoke cone Dovje bo potrebno v VH Orehar vgraditi Č s kapaciteto $Q=1$ l/s, ki bo črpalo vodo v VH Dovje.

Opombe:

- Pri predlagani rešitvi dovajanja vode iz Mojstrane v Dovje smo za izhodišče privzeli, da se bo med VH Dovje in VH Na trati zgradil nov gravitacijski cevovod, VH Orehar pa bo še naprej ostal v funkciji.
- Na točkah povezave posameznih vodovodnih sistemov je potrebno vgraditi merilce pretoka.
- V predvidenih povezavah med posameznimi sistemi ne sme prihajati do zastajanja vode.

8.4 Hidravlična analiza požarne varnosti

Mojstrana in območje Pod Kepo

Pretok 10 l/s pri 2,5 bar tlaka je mogoče zagotavljati skoraj v celotnem naselju razen na hidrantih H18, H15 in H16 in celotnem območju Pod Kepo.

Dovje

Rezultati analize so enaki kot pri obstoječem stanju.

Belca

S predvideno povečavo prostornine VH Belca na $V=84$ m³ se bo izboljšala požarna varnost za naselje Belca.

9 Izgube na omrežju in načini njihovega zmanjševanja

Na vodovodnem sistemu so vedno prisotne tudi vodne izgube. Te so definirane kot razlika med zajeto ali načrpano in dejansko prodano vodo. Izgube so posledice različnih vplivov. Ker del izgub nastaja tudi zaradi vzdrževanja sistema se delu vodnih izgub ne da izogniti. Celotna sprejemljiva količina izgub na kvalitetnem sistemu bi morala znašati pod 20 % vode, ki vstopa v sistem. Zaradi stroškov, ki so povezani z obratovanjem vodovodnega sistema in zaradi čedalje boljše osveščenosti je v razvitem svetu veliko pozornosti namenjene zniževanju vodnih izgub.

Osnova za zniževanje vodnih izgub je natančen digitalni kataster celotnega vodovodnega omrežja z vso vodovodno armaturo in objekti. Na osnovi katastra je potrebno narediti natančno hidravlično analizo sistema, ki služi kot osnova za:

- določevanje optimalnih mest vgradnje merilcev pretoka in tlaka ter merilcev nivoja na samem omrežju, kar bo zagotovilo kontrolo izgub na posameznih vejah,
- upravljanje sistema in vzdrževanje primerne tlaka,
- izdelavo postopka (protokola) določevanja izgub na sistemu,
- izdelavo navodil ukrepanja pri odkritju lomov ali menjavi vodovodne armature.

Izdelan hidravlični račun je potrebno kalibrirati z merjenimi podatki na sistemu, iz česar se lahko določa območja, kjer so izgube večje. Na podlagi zbranih podatkov in hidravličnega računa je potrebno izdelati elaborat aktivnega in efektivnega zmanjševanja izgub. Ta mora vsebovati tudi analizo preventivnih ukrepov in nujnosti popravila ali menjave odsekov, objektov ali kosov armature. Potrebno se je zavedati dejstva, da je vsako zmanjševanje izgub povezano z investicijo, ki je v začetnih fazah glede na dobljene rezultate ugodna, na določeni točki pa postanejo te aktivnosti predrage. Ker vsak vodovodni sistem obratuje kot živ organizem, ga je potrebno redno vzdrževati, kontrolirati in spremljati parametre na sistemu.

10 Zaključek s povzetkom predlogov za predvideno stanje

Glavni cilj izračuna vodovodnega omrežja je bil ugotoviti možne načine povezovanja obravnavanih vodovodnih sistemov. Za izpolnitev zadanega cilja, smo izdelali detajlne izračune vodnih bilanc ter vzpostavili podroben matematični model vseh treh vodovodnih sistemov. Na tej osnovi smo potem iskali optimalne rešitve povezovanja sistemov in možne izboljšave na obstoječem omrežju in objekti.

Ker se podatki o izdatnosti obstoječih VV dokaj razhajajo, smatramo, da je povezava med sistemi nujna. Po izvedeni povezavi se bo namreč povečala varnost vodooskrbe na obravnavanem območju. Hkrati s povezavo sistemov bodo opuščeni tudi manjši lokalni vodovodni sistemi in zmanjšano bo skupno število VV. Zmanjšanje števila VV je nujno zaradi boljše sanitarne vodooskrbe, lažjega upravljanja in zaradi ekonomske obratovanja.

V prihodnosti je potrebno pozorno spremljati stanje VV Peričnik, saj je v primeru izpada katerega izmed ostalih VV možno le preko povezave z VV Peričnik zagotavljati nemoteno vodooskrbo. VV Peričnik se ne sme izločiti iz sistema Mojstrana.

V nadaljevanju podajamo predloge za predvideno stanje. Če naši predlogi zaradi razlogov, ki nam v času izdelave hidravličnega računa niso bili znani, ne bodo sprejeti, bomo v skladu z investitorjevimi željami podali alternativno rešitev.

Predlogi

- Izgradnja dodatne vodne celice, z enako prostornino kot jo ima obstoječa vodna celica - $V=42\text{ m}^3$, ob obstoječem VH Belca.
- Povezava sistema Belca s sistemom Mojstrana z izgradnjo cevovoda DN 80 v dolžini cca 1.020 m.
- Povezava sistema Dovje s sistemom Mojstrana z izgradnjo cevovoda DN 80 v dolžini cca 560 m.
- Povezava sistema Dovje z območjem Kamne s cevovodom DN80 v dolžini cca 830 m.
- Izgradnja novega cevovoda DN100 v dolžini cca 260 m po Triglavski cesti v Mojstrani.
- V sklopu povezav med sistemi je predvidena izgradnja treh Č in treh RVT (glej pogl.8.1-8.3).

Ker je hidravlični račun narejen za obstoječe in predvideno stanje (upoštevane so vse predlagane spremembe in poraba na koncu opazovanega obdobja), predlagamo, da se vse vmesne spremembe na omrežju sproti vnašajo v model. Le na ta način bo možno v prihodnosti podajati kvalitetne in ekonomsko optimalne rešitve pri nadgradnji vodovodnega sistema.

V nadaljevanju so v tabelah podani podatki o vozliščih in ceveh v obravnavanih vodovodnih sistemih in tabelarični rezultati za ta vozlišča in cevi. Lokacije vozlišč in cevi so razvidne iz hidravlične sheme. Zaradi razumevanja hidravličnih izračunov je potrebno gledati oboje hkrati. Hidravlična shema in rezultati RČS so investitorju predani v elektronski obliki.

V Ljubljani, oktober 2015

Sestavil

Boris Plohl, univ.dipl.inž.vod. in kom. inž.