

0.4 NASLOVNA STRAN ZVEZKA

HIDRAVLICNI RAČUNI

INVESTITORJA
oziroma
NAROČNIKA:

OBČINA VIPAVA
Glavni trg 15
5271 Vipava

OBJEKT: **PRIMARNI CEVOVOD ZA NAMAKANJE ZGORNJE VIPAVSKE DOLINE**

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE	IDZ
----------------------------------	-----

Številka rednika/zvezka **1**

ZA GRADNJO: NOVA GRADNJA

**PROJEKTANT: PETROL, Slovenska
energetska družba, d.d.,
Ljubljana
Dunajska cesta 50, ,
1000 Ljubljana
Po pooblastilu jo zastopa
direktor:
mag. Željko Bjelan,**

ODGOVORNI PROJEKTANT: **Tomaž Benedik, udis**
S-1445

ODGOVORNI VODJA PROJEKTA: **mag. Smiljan JUVAN, udig
G-0455**

ŠTEVILKA PROJEKTA: **3982/20**
ŠTEVILKA NAČRTA: **4/20**

KRAJ IN DATUM IZDELAVE
NAČRTA: **Maribor, julij 2020**

IZVOD št. 1 2 3 4 5 6 7 8 9-A

PETROL 174

*Petrol, Slovenska energetska družba, d.d., Ljubljana
1527 Ljubljana, Dunajska cesta 50*

M.P.
podpis

TOMÁŠ BENEŠ
dipl.inž.str.
125 9-1445

M.P.
Podpis

mag. SMILJAN JUVAN
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-0455

Dobro za naše okolje

0.2 KAZALO VSEBINE ZVEZKA 4

1	Uvod	4
2	Hidravlični model	4
3	Hidravlično dimenzioniranje premerov cevovodov v hidravličnem modelu	9
4	Rezultati	11
5	Viri	20

Kazalo slik:

Slika 1:	Prikaz trase za dimenzioniranje cevovoda (rdeča barva)	5
Slika 2:	Prikaz trase za dimenzioniranje cevovoda (rdeča barva)	7
Slika 3:	Lokacije odjema vode s Q24	8
Slika 4:	Nastavitve parametrov pri dimenzioniranju cevi	10
Slika 5:	Označeni odseki L1-L14 z občinskimi mejami	11
Slika 6:	Namakalni sistem na občinski meji	14
Slika 7:	Umestitev prečrpalnic na primarni cevovod	15

Kazalo tabel:

Tabela 1:	Pretok vode za namakanje	6
Tabela 2:	Katalog cevi iz nodularne litine (NL)	9
Tabela 3:	Rezultati Varianta 1	12
Tabela 4:	Rezultati Varianta 2	12
Tabela 5:	Rezultati Varianta 3	13
Tabela 6:	Rezultati Varianta 4	13
Tabela 7:	Rezultati Varianta 5	14
Tabela 8:	Variante 1-3 za lokacije prečrpalnic	16
Tabela 9:	Skupna moč kombinacij prečrpalnic	16
Tabela 10:	Za Variante 1-3 so navedene še tlačne črte po vzdolžnem profilu	17

1 Uvod

Predvideni namakalni sistem za zgornjo Vipavsko dolino bo omogočal namakanje in protislansko zaščito (oroševanje) na kmetijskih površinah v občini Ajdovščina ter občina Vipava.

Namen elaborata je določitev premerov cevi, preverba rezultatov hidravličnega izračuna ter določitev tlakov v sistemu ter v črpališčih, za potrebe namakalnega sistema na akumulaciji Vogršček.

Hidravlično dimenzioniranje cevovodov je izdelano z namenom vzdrževanja kvalitetne in ekonomične oskrbe z namakalno vodo na območju zgornje Vipavske doline. Glavni razlog dimenzioniranje cevovoda namakalnega sistema ni zgolj povečanje kapacitet transporta vode, temveč tudi povečanje trajnosti cevovodov namakalnega sistema in obratovalnih stroškov. Zelo pomembni razlogi so tudi povečana varnost obratovanja, dolgoročno ohranjanje osnovne substance – namakalne vode in funkcionalne sposobnosti omrežja.

V nadaljevanju so predstavljeni rezultati procesa hidravličnega dimenzioniranja cevi izbranih odsekov namakalnega sistema za zgornjo Vipavsko dolino, podprti z izračunom hidravličnega modela, ki je bil izdelan v programskem orodju za hidravlično modeliranje AVEVA Aquis v.7.2.6.

Z izvajanjem različnih simulacij/scenarijev smo določili premere cevovodov, ki so predvideni za vgradnjo. Da bi potrdili ustreznost novih dimenzij povezovalnih cevovodov, smo v sklopu hidravlične analize preverili rezultate hidravličnega modela pri večih specifičnih obtežbenih stanjih namakalnega sistema (glej Tabela 1).

2 Hidravlični model

Za vzpostavitev hidravličnega modela smo uporabili programsko orodje Aquis, verzijo 7.2.6, proizvajalca AVEVA. Program omogoča izvajanje različnih vrst simulacij (statična, dinamična-zgodovinska in ciklična), ki nam nudijo vpogled v hidravlične parametre poljubno izbranega elementa vodovodnega omrežja. Hidravlični model omogoča izračune tlakov, pretokov tlačnih gradientov in hitrosti vode v cevi.

Hidravlični model je izdelan iz prostorskih podatkov iz GIS-a, odjema in robnih pogojev v obliki meritev oz. predpostavljenih vrednostih.

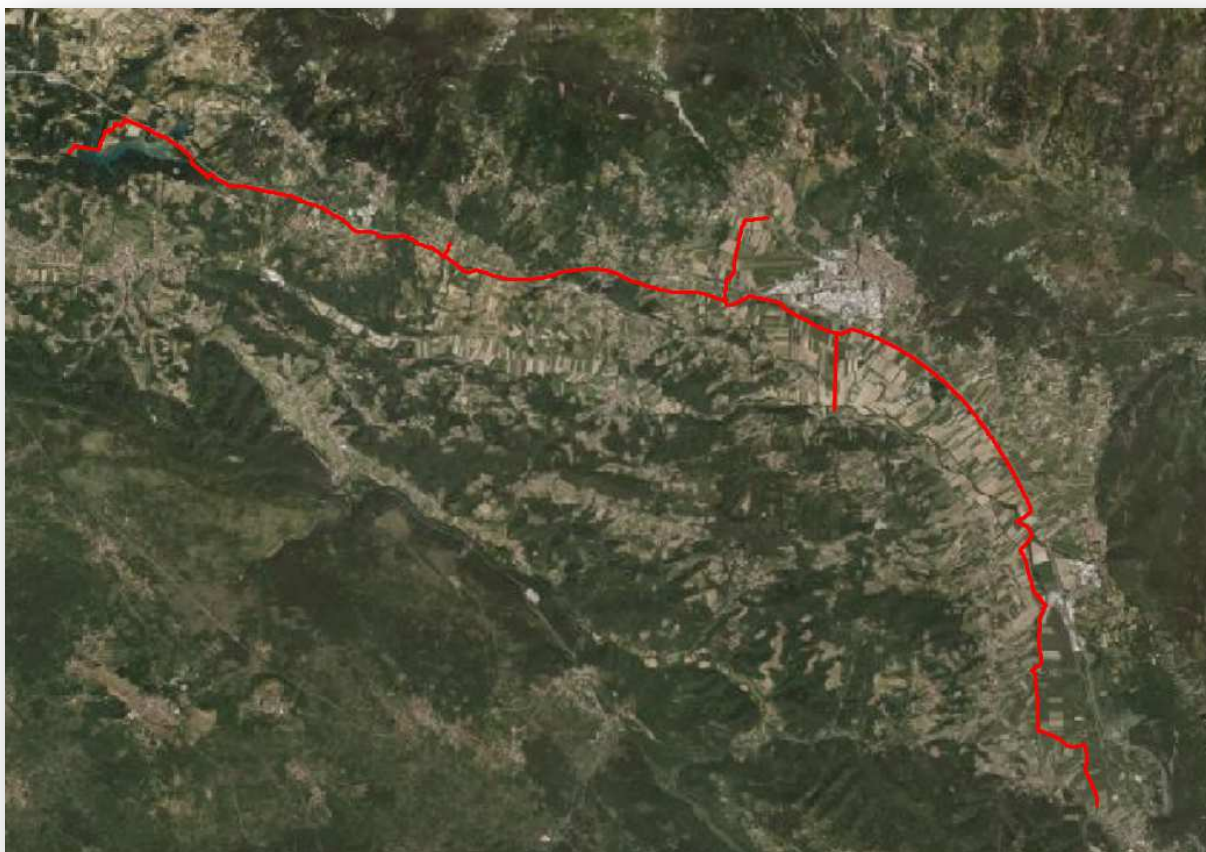
Topologija tras cevovoda

Vsebina projektne naloge je hidravlična določitev premerov primarnih cevovodnih odsekov, ki jih je posredovalo podjetje Lineal d.o.o. V projektu je bilo obravnavanih več km cevovodov in sicer:

- primarni cevovod - 32,1 km.

Predvidena trasa cevovoda predstavlja zaprt, vejičasti sistem s posameznimi odseki, ki zagotavljajo vodo do posameznih namakalnih površin. Vodni vir predstavlja akumulacijsko jezero Vogršček, ki v smislu hidravličnega modeliranja predstavlja objekt s prosto gladino.

Topološko gledano predstavlja namakalni sistem en oskrbovalni cevovod s funkcijo transporta in tremi odcepi do namakalnih površin.



Slika 1: Prikaz trase za dimenzioniranje cevovoda (rdeča barva)

Definirane višine vozlišč cevovodov so povzete po podatkih iz LIDAR-ja. Višine vozlišč tras cevovoda so definirane na koto terena. Predvidene koto temena cevi naj bi se nahajale 1,7 m pod terenom po vsej dolžini trase.

Kote vozlišč (v katerih se izračunava relativni tlak v hidravličnem modelu) so locirane na koto terena.

Poraba vode

Hidravlični model je definiran kot »demand driven« model, kar pomeni, da pretok v ceveh diktira poraba vode na točkovnih elementih hidravličnega katastra.

Porabo vode po namakalnih sistemih (NS) je pripravila Marina Pintar (UNI LJ, BF), Tabela 1. Definirani porabi vode za namenski rabi v kmetijstvu sta dve:

- namakanje,
- protislanska zaščita.

Zaradi velikih potreb po odjemu vode za namensko rabo v kmetijstvu in glede na razpoložljive količine vode v akumulaciji Vogršček, se je izvedlo več iteracij odjema po namakalnih sistemih.

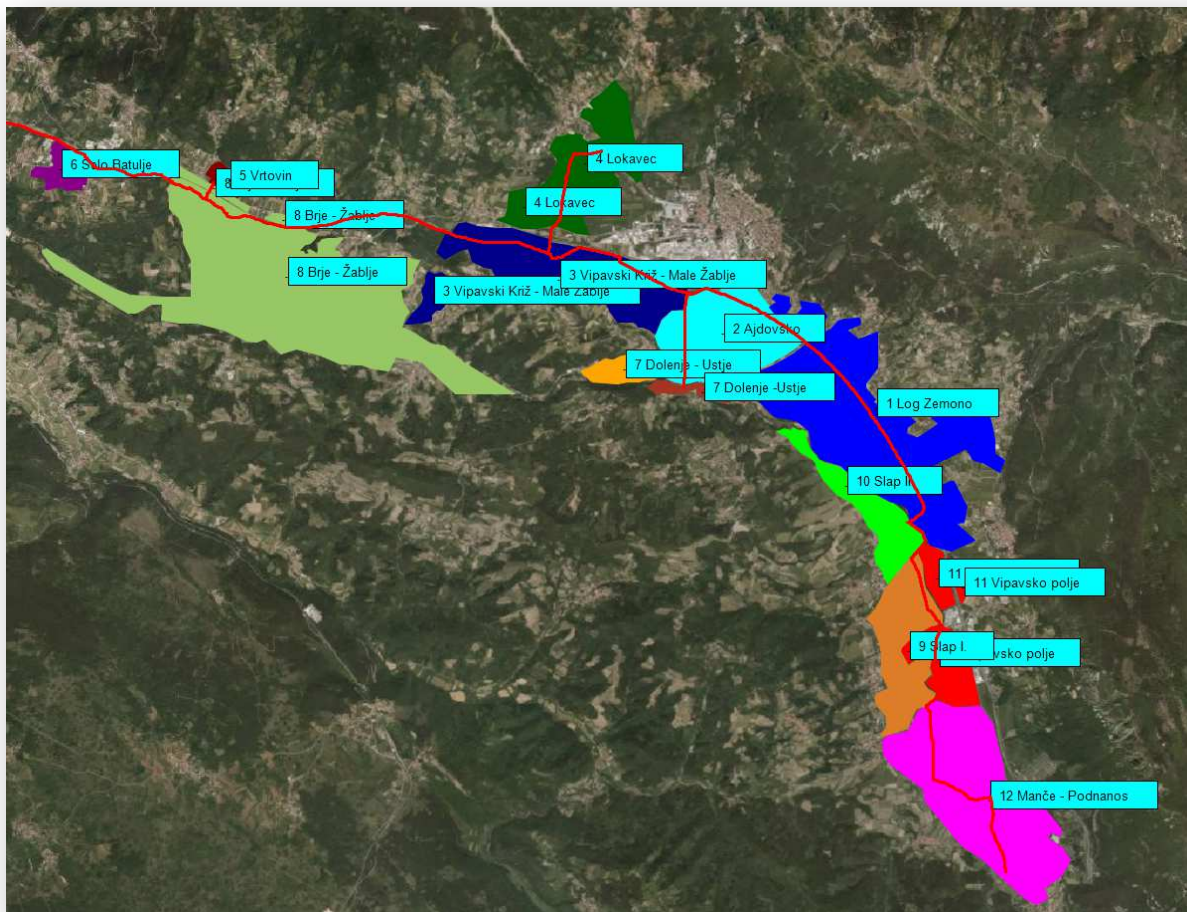
Tabela 1: Pretok vode (m³/s) za namakanje na posameznem območju namakalnega sistema (NS) pri organizaciji namakanja v 14 (Q14), 16 (Q16) in 24 (Q24) urnem namakanju dnevno ter za protislansko zaščito s klasično opremo (Q1), opremo za FFP sistem (Q2) in za Gyronet sistem (Q3)

(vir: Marina Pintar)

		Namakanje			Protislanska zaščita		
	NS	Q14 (m ³ /s)	Q16 (m ³ /s)	Q24 (m ³ /s)	Q1 (m ³ /s)	Q2 (m ³ /s)	Q3 (m ³ /s)
1	Log Zemono	0,573	0,501	0,334	1,458	0,729	0,510
2	Ajdovsko	0,258	0,226	0,150	0,729	0,365	0,255
3	Vipavski križ - Male Žablje	0,327	0,286	0,191	0,438	0,219	0,153
4	Lokavec	0,129	0,113	0,075			
5	Vrtovin	0,020	0,017	0,012			
6	Selo Batuje	0,039	0,034	0,023			
7	Dolenje - Ustje	0,063	0,055	0,037	0,671	0,335	0,235
8	Brje - Žablje	0,794	0,695	0,463	2,917	1,458	1,021
9	Slap I	0,172	0,151	0,101	0,729	0,365	0,255
10	Slap II	0,113	0,099	0,066	1,313	0,656	0,459
11	Vipavsko polje	0,127	0,111	0,074			
12	Manče - Podnanos	0,246	0,215	0,144			
	Skupaj (m³/s)	2,862	2,504	1,669	8,254	4,127	2,889
	Površina (ha)	2.089	2.089	2.089	566	566	566
	Hidromodul (bruto) (l/s/ha)	1,37	1,20	0,80	14,58	7,29	5,10
	Zahtevan tlak na hidrantu (bar)	7,0	7,0	7,0	5,5	5,0	5,0

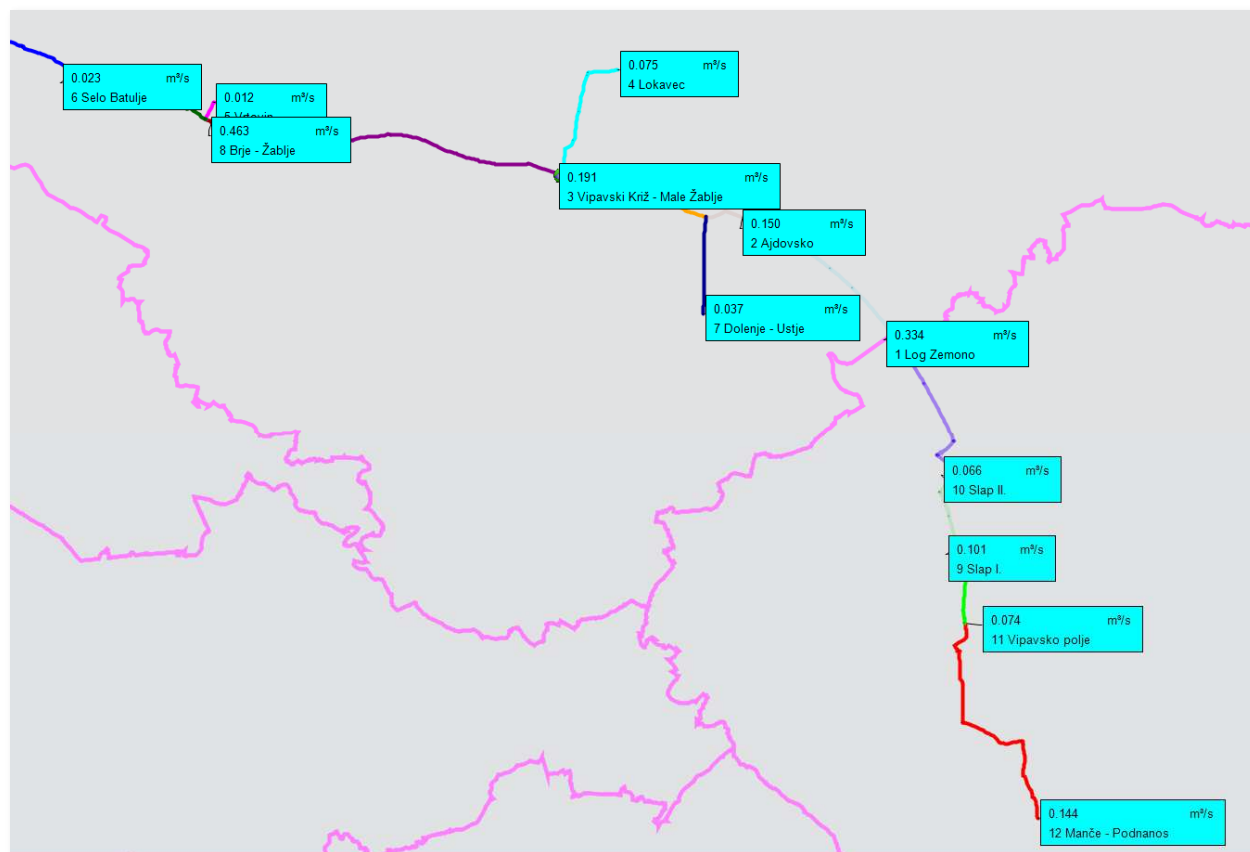
Opomba 1: Q1 = protislanska zaščita s klasičnimi razpršilci (Perrot ZS30, Komet Eskimo F40), Q2 = protislanska zaščita s Flipper Frost Protection sistemom, Q3 = protislanska zaščita z razpršilci Netafim™Pulsar™ - Gyronet™

Na **Sliki 2** so prikazani kot poligoni namakalnih površin. Lokacije polj so pomembne zaradi definiranja lokacije odjema vode. Skupna vsota vseh poligonov znaša 12 namakalnih polj.



Slika 2: Prikaz trase za dimenzioniranje cevovoda (rdeča barva)

Za končno varianto glede porabe vode se je določilo porabo Q24 (dogovor sestank v Ajdovščini z dne 15.6.2020) z zagotavljanjem deleža pretoka protislanske zaščite ($0,58 \cdot Q_3$) za vsak odsek posebej. Diskutirano je bilo tudi o možnosti dodatnih vodnih virov za namakanje oz. protislansko zaščito. Problematičen je tudi priklop na predvideno/obstoječo cev pod pregrado (premer 1000 mm).



Slika 3: Lokacije odjema vode s Q24

3 Hidravlično dimenzioniranje premerov cevovodov v hidravličnem modelu

Katalog cevi

Pred začetkom hidravličnega dimenzioniranja je potrebno najprej definirati katalog cevi, ki jih bomo upoštevali pri dimenzioniranju. Podatki v tabeli so navedeni za cevi materiala NL s cementno oblogo po notranjosti, ki ima absolutno hrapavost 0,1 mm (PAM). V primeru izbire drugega materiala PEHD je hrapavost še nižja. Pri dimenzioniranju je privzeta hrapavost pri dimenzioniranju cevi 0,1 mm, ker predstavlja merodajno vrednost obeh navedenih materialov.

Tabela 2: Katalog cevi iz nodularne litine (NL)

DN	Notranji premer	Absolutna hrapavost (mm)	Uporaba za dimenzioniranje
100	100	0,1	TRUE
125	125	0,1	TRUE
150	150	0,1	TRUE
200	200	0,1	TRUE
300	300	0,1	TRUE
350	350	0,1	TRUE
400	400	0,1	TRUE
500	500	0,1	TRUE
500	500	0,1	TRUE
700	700	0,1	TRUE
800	800	0,1	TRUE
900	900	0,1	TRUE
1000	1000	0,1	TRUE
1100	1100	0,1	TRUE
1200	1200	0,1	TRUE
1400	1400	0,1	TRUE
1500	1500	0,1	TRUE
1600	1600	0,1	TRUE
1800	1800	0,1	TRUE
2000	2000	0,1	TRUE

Hitrost

Iz smernic za dimenzioniranje cevovodov namakalnih sistemov (AUS) je priporočljiva hitrost vode v cevovodu:

- $v_{max}=1,5$ m/s,
- $v_{min}=0,3$ m/s.

Zgornja meja hitrosti je postavljena zaradi doseganja preprečevanja kavitacije, spodnja meja hitrosti pa preprečevanje usedanja materiala v cev.

Načeloma so dovoljene tudi višje hitrosti, če so predvidene rešitve za preprečevanje hidravličnih udarov.

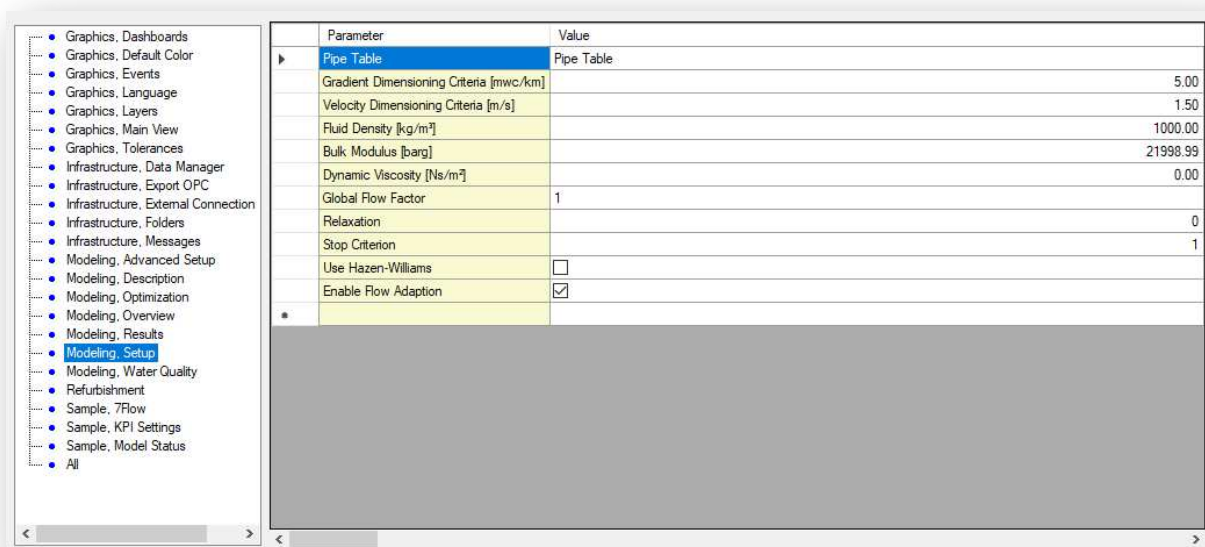
Tlak na odjemu

Na odjemu (na koncu sekundarnih cevi) je zaradi specifik odjema vode potrebno zagotavljati določene tlačne razmere:

- namakanje 7 bar,
- protislanska 5 bar.

Definiranje parametrov dimenzioniranja

Proces hidravlične optimizacije je v Aquis-u definiran z dvema parametroma: hitrost toka vode in/ali tlačni padec, ki ju lahko poljubno določimo, kot je to prikazano na Sliki 4.



Slika 4: Nastavitve parametrov pri dimenzioniranju cevi

Omenjena parametra sta medsebojno povezana, saj hitrost toka vode vpliva na tlačni padec oziroma hidravlične izgube, kjer pri istem premeru cevi z naraščanjem hitrosti toka vode sočasno narašča tudi tlačni padec na tekoči meter cevovoda. Iz tega razloga moramo biti pozorni pri definiranju njunih vrednosti.

4 Rezultati

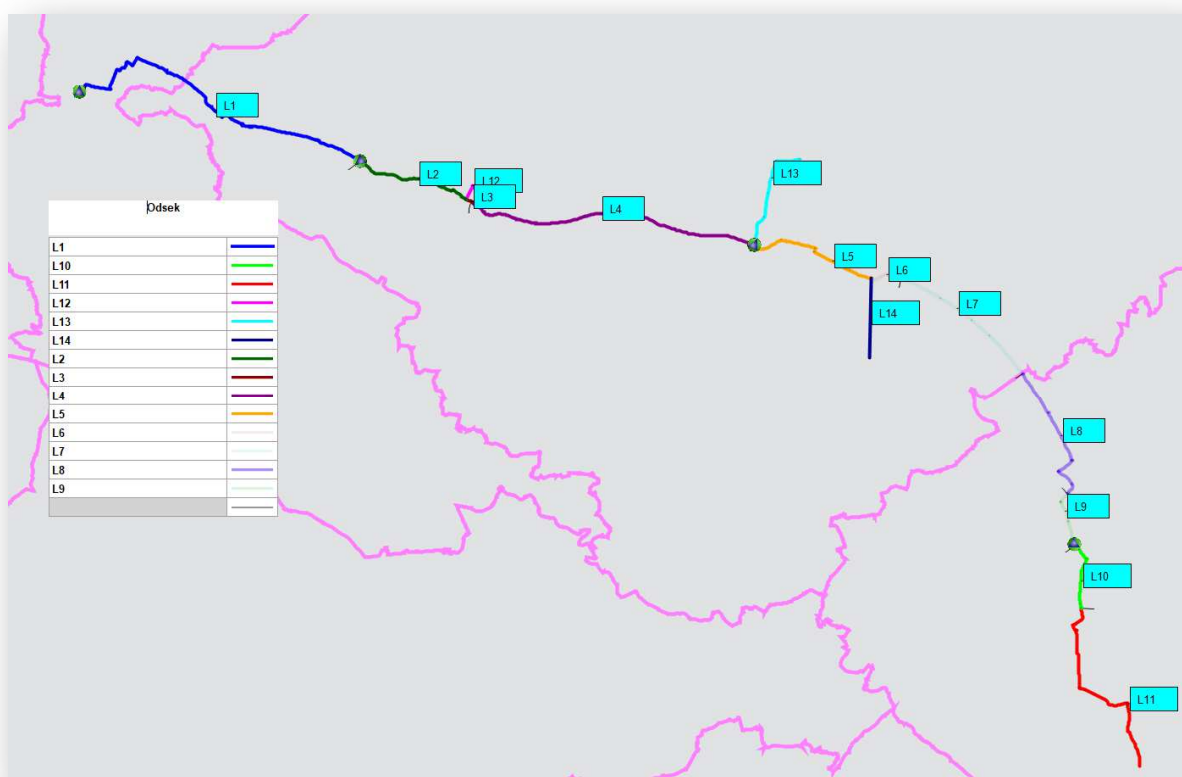
V procesu hidravličnega dimenzioniranja premerov cevi smo obravnavali primarne cevovode.

V nadaljevanju so navadeni premeri cevi za variante in sicer:

- Varianta 1: Q14 in Q2 maksimalni premer cevi Φ 2000 mm (občina Ajdovščina, občina Vipava),
- Varianta 2: Q16 in Q2 maksimalni premer cevi Φ 2000 mm (občina Ajdovščina, občina Vipava),
- Varianta 3: večcevni sistem (občina Ajdovščina, občina Vipava),
- Varianta 4: Q24 in 0,58*Q3 večcevni sistem (občina Ajdovščina, občina Vipava),
- Varianta 5: Q24 in 0,58*Q3 maksimalni premer cevi Φ 1100 mm (samo občina Ajdovščina).

Za enostavnejše spremljanje rezultatov se je sistem razdelilo na več odsekov (Slika 5):

- odseki L1-L11 predstavljajo »glavno žilo« namakalnega sistema,
- odseki L12-L14 predstavljajo odseke za namakalne površine.



Slika 5: Označeni odseki L1-L14 z občinskimi mejami

Varianta 1: pretok Q14, Q2 (občina Ajdovščina in občina Vipava)

Pretok za namakanje Q14 v kombinaciji s pretokom Q2 kot merodajni pretok za dimenzioniranje cevi. Maksimalni notranji premer znaša 2000 mm.

Tabela 3: Rezultati Varianta 1

Odsek	Dolžina (m)	Varianta pretok Q2 dN (mm) (notranji)	Varianta pretok Q2 v(Q2) (m/s)	Varianta pretok Q14 dN (mm) (notranji)	Varianta pretok Q14 v(Q14) (m/s)	Kombinirani dN (merodajni) dN (mm) (notranji)	Kombinirani dN (merodajni) preverba v(Q2) (m/s)	Kombinirani dN (merodajni) preverba v(Q14) (m/s)
L1	5974,3	2000	1,31	1600	1,42	2000	1,31	0,91
L2	2074,6	2000	1,31	1600	1,4	2000	1,31	0,90
L3	113,7	2000	1,31	1600	1,39	2000	1,31	0,89
L4	5142,3	1600	1,33	1400	1,3	1600	1,33	1,00
L5	2320,9	1500	1,39	1200	1,37	1500	1,39	0,88
L6	553,1	1400	1,37	1200	1,32	1400	1,37	0,97
L7	2705,3	1400	1,14	1100	1,3	1400	1,14	0,80
L8	2568,3	1000	1,3	800	1,31	1000	1,3	0,84
L9	954,4	700	0,95	700	1,42	700	0,95	1,42
L10	1213,5	0	0	700	0,97	700	0	0,97
L11	3577,4	0	0	500	1,25	500	0	1,25
L12	262,1	0	0	200	0,64	200	0	0,64
L13	1949,5	0	0	400	1,03	400	0	1,03
L14	1375,2	600	1,18	300	0,89	600	1,18	0,22

Varianta 2: pretok Q16, Q2 (občina Ajdovščina in občina Vipava)

Pretok za namakanje Q16 v kombinaciji s Q2 ima podobne rezultate kot Varianta 1. Maksimalni notranji premer znaša 2000 mm.

Tabela 4: Rezultati Varianta 2

Var2	Dolžina (m)	Varianta pretok Q2 dN (mm) (notranji)	Varianta pretok Q2 v(Q2) (m/s)	Varianta pretok Q16 dN (mm) (notranji)	Varianta pretok Q16 v(Q16) (m/s)	Kombinirani dN (merodajni) dN (mm) (notranji)	Kombinirani dN (merodajni) preverba v(Q2) (m/s)	Kombinirani dN (merodajni) preverba v(Q16) (m/s)
L1	5974,3	2000	1,31	1600	1,24	2000	1,31	0,8
L2	2074,6	2000	1,31	1500	1,4	2000	1,31	0,79
L3	113,7	2000	1,31	1500	1,39	2000	1,31	0,78
L4	5142,3	1600	1,33	1400	1,14	1600	1,33	0,87
L5	2320,9	1500	1,39	1200	1,2	1500	1,39	0,77
L6	553,1	1400	1,37	1200	1,37	1400	1,37	0,85
L7	2705,3	1400	1,14	1100	1,37	1400	1,14	0,70
L8	2568,3	1000	1,3	800	1,15	1000	1,3	0,73
L9	954,4	700	0,95	700	1,24	700	0,95	1,24
L10	1213,5	0	0	700	0,85	700	0	0,85
L11	3577,4	0	0	500	1,09	500	0	1,09
L12	262,1	0	0	200	0,54	200	0	0,54
L13	1949,5	0	0	400	0,9	400	0	0,9
L14	1375,2	600	1,18	300	0,78	600	1,18	0,19

Varianta 3: večcevni sistem

Prav tako se je izvedla hidravlična preverba variante z večcevnim sistemom. Zaradi velikih razlik med pretoki namakanja in protislanske zaščite, bi se načeloma lahko ena cev uporabljala za namakanje, druga pa kot protislansko zaščito.

Hidravlične preverba je pokazala, da je ekvivalent površine prečnega prereza cevi $\Phi 2000$ mm kar štirikratnik cevi $\Phi 1000$ mm. Poleg tega je tudi stik vode s površino ostenja cevovoda večji, kar verjetno rezultira v večje linijske izgube. Pri primerjavi manjših premerov razlika ni tako očitna.

Tabela 5: Rezultati Varianta 3

	A (m2)	A (m2)	A (m2)	A (m2)
Φ (mm)	1-cevni sistem	2-cevni sistem	3-cevni sistem	4-cevni sistem
100	0,01	0,02	0,02	0,03
500	0,20	0,39	0,59	0,79
1000	0,79	1,57	2,36	3,14
1500	1,77	3,53	5,30	7,07
2000	3,14	6,28	9,42	12,57

Ideja o večcevnem sistemu je opuščena.

Varianta 4: pretok Q24 (občina Ajdovščina in občina Vipava)

Varianta 4 definira pretok Q24 (celodnevno namakanje) in 0,58*Q3 (dogovor sestanek 15.6.2020). Maksimalni notranji premer cevi znaša 1400 mm. Izmed vseh štirih variant je bila prepoznana kot najboljša.

Tabela 6: Rezultati Varianta 4

Var4		Varianta Q24	Varianta Q24	Varianta Q24	Varianta 0,58*Q3	Varianta 0,58*Q3
Odsek	Dolžina (m)	dN (mm) (notranji)	v(Q24) (m/s)	tlačni gradient (m v.s./km)	dN (mm) (notranji)	v(0,58*Q3) (m/s)
L1	5974,3	1400	1,08		1400	1,09
L2	2074,6	1400	1,07		1400	1,09
L3	113,7	1400	1,06		1400	1,09
L4	5142,3	1100	1,23		1100	1,15
L5	2320,9	1000	1,15		1000	1,27
L6	553,1	1000	1,11		1000	1,11
L7	2705,3	900	1,13		900	1,13
L8	2568,3	700	1		700	1,08
L9	954,4	700 (600)	0,82 (1,13)	1,66 (3,28)	600	0,52
L10	1213,5	500	1,1	2	500	0
L11	3577,4	500 (400)	0,73 (1,15)	0,92 (2,79)	400	0
L12	262,1	200 (150)	0,38 (0,68)	0,84 (3,47)	150	0
L13	1949,5	350 (300)	0,78 (1,06)	1,59 (3,42)	300	0
L14	1375,2	400	0,29		400	1,08

Poleg tega je izračun po količinah vode in premerih cevi primerljiv z obstoječim namakalnim sistemom spodnje Vipavske doline: 1,3 m³/s 1100 mm notranjega premera.

Po natančni analizi rezultatov se je povečalo hitrosti v nekaterih primerih končnih odsekov (večinoma, kjer ni protislanske zaščite). Zaradi tega se je navedlo še tlačne gradiente za dve različni dimenziji cevi, kot primerjava tlačnih padcev za odseke z nižjimi hitrostmi. Tlačni gradienti so nižji od vrednosti 4 m v.s./km. Po primerjavi ekonomičnih tlačnih padcev v Mutschmannu (Tabele 7-32) se je izbralo cev z manjšim premerom (neprečrtano v Tabeli 6.). Poleg tega je glede na problematiko usedanja snovi v obstoječem cevovodu za namakalno območje spodnje Vipavske doline, bolj kritična nizka hitrost kot pa povišan tlačni gradient.

Opomba1: Odsek L12 ima še vedno nizko hitrost, kljub že visokemu tlačnemu padcu (vpliv ostenja na trenje je višji).

Opomba2: Odsek L14 ima nizko hitrost pri namakanju zaradi velike razlike v protoku pri protislanski zaščiti in namakanju.

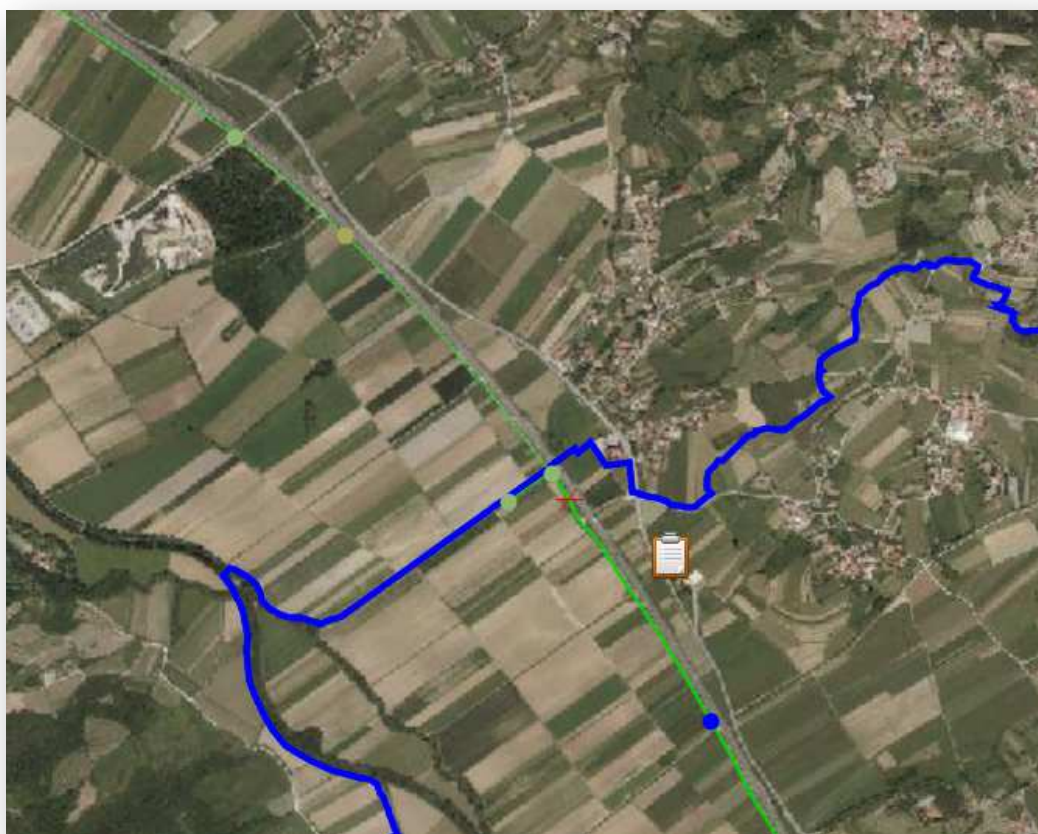
Varianta 5: Varianta Q24 (samo občina Ajdovščina)

Varianta 5 predstavlja primer simulacije brez občine Vipave. Obtežba se zreducira za območja Slap I, Slap II, Vipavsko polje, Manče-Podnanos in delno Log Zemono, ki leži delno v občini Ajdovščina oz. v občini Vipava. Po dogovoru na sestanku dne 15.6.2020 se upošteva samo del površin, ki je v občini Ajdovščina. Pretok tega polja je premo sorazmerno zreduciran glede na površino v občini Ajdovščina. V občini Ajdovščina je 45% površine polja Log Zemono. Z zmanjševanjem pretoka za namakanje Q24 se zmanjša tudi maksimalni premer cevi (v tem primeru 1100 mm).

Tabela 7: Rezultati Varianta 5

Var5		Varianta Q24-samo OB Ajdovščina	Varianta Q24-samo OB Ajdovščina	Varianta 0,58*Q3-OB Ajdovščina	Varianta 0,58*Q3-OB Ajdovščina
Odsek	Dolžina (m)	dN (mm) (notranji)	v(Q24) (m/s)	dN (mm) (notranji)	v(0,58*Q3) (m/s)
L1	5974,3	1100	1,16	1100	1,2
L2	2074,6	1100	1,14	1100	1,17
L3	113,7	1100	1,12	1100	1,16
L4	5142,3	800	1,2	800	1,01
L5	2320,9	700	0,88	700	1,09
L6	553,1	600	1,06	600	1,01
L7	2705,3	400	1,2	400	1,08
L12	262,1	150	0,68	150	0
L13	1949,5	300	1,06	300	0
L14	1375,2	400	0,29	400	1,08

Vse cevi imajo tlačni gradient manjši od 4 m v.s./km.



Slika 6: Namakalni sistem na občinski meji

Preverjanje relativnega tlaka

Pogoj iz tabel o zahtevanih tlakih je naveden v Tabeli 1 s porabami:

- za protislansko zaščito je potreben tlak 5 bar,
- za namakanje je potreben tlak 7 bar.

Definiran tlak je vezan na lokacije odjemnih mest, ki se nahajajo na namakalnih sistemih (NS1-NS12).

Preverjanje tlačnega gradienta

Tlačni gradient je bil načeloma že preverjen pri dimenzioniranju poleg hitrosti. V vseh primerih znaša tlačni gradient do 4 m v.s./km.

Umestitev prečrpalnic na namakalnem sistemu in izračuni moči

Glede na profil vzdolžne trase primarnega cevovoda so dimenzionirane prečrpalnice v sistemu. S simulacijami je bilo izvedenih več rešitev glede zagotavljanja ustreznih relativnih tlakov na odjemu. Analiza je izdelana za pretok **Q24** in so uporabljeni notranji premeri cevi iz Tabele 6.

Na Sliki 7 je prikazanih 5 objektov črpalk. K označenim lokacijam so dodane še smeri delovanja črpanja vode (modre puščice). PU1 je na lokaciji akumulacije Vogršček. Črpalka je na višini 71 m, upoštevana kota gladine akumulacije znaša 80 m. Torej je tlak na sesalni strani črpalke 0,9 bar. Druge izbrane lokacije predstavljajo odcepe do višje ležečih namakalnih polj (PU4 in PU5). Na osnovi simulacije je bilo prepoznano možnost nižanje tlaka na PU1 z vstavljanjem dodatnih prečrpalnic PU2 in PU3.



Slika 7: Umestitev prečrpalnic na primarni cevovod

Iz nanizanih variant na Sliki 7 so v Tabeli 8 navedene različne variante prečrpalnic. Križec v tabeli pomeni upoštevanja obratovanja prečrpalnic za potrebe namakalnega sistema.

Tabela 8: Variante 1-3 za lokacije prečrpalnic

Št. variante	PU1	PU2	PU3	PU4	PU5
Varianta 1 OB AJD+VIP	x				
Varianta 2 OB AJD+VIP	x			x	x
Varianta 3 OB AJD+VIP	x	x	x	x	x
Varianta 4 OB AJD	x				
Varianta 5 OB AJD	x	x		x	

V Tabeli 9 so prikazani pretoki Q in potreben dvig tlaka dH za zagotavljanje 7 bar za namakanje. Vrednost dH definirajo višje ležeče točke. Dodatne prečrpalnice zmanjšujejo vrednost dH na PU1.

Moč je definirana z enačbo $P = R_o * g * dH * Q / \text{izkoristek črpalke}$. Izkoristek je predpostavljen na 0,9.

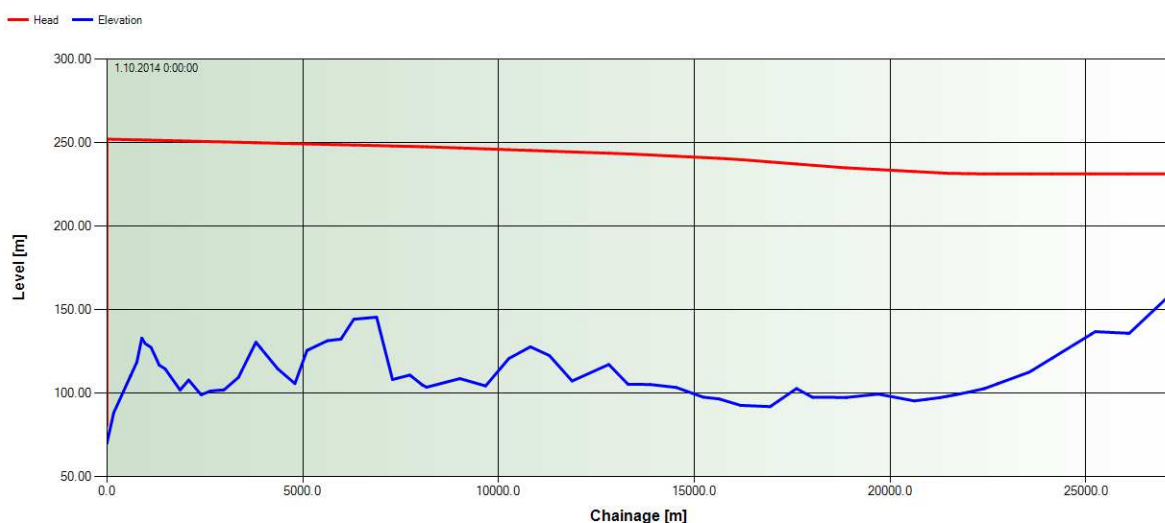
Tabela 9: Skupna moč kombinacij prečrpalnic

		PU1	PU2	PU3	PU4	PU5	Moč (W)
Varianta 1 OB AJD+VIP	dH (m v.s.)	168,0					3.058.104
	Q (m3/s)	1,670					
Varianta 2 OB AJD+VIP	dH (m v.s.)	122,0			21,0	57,0	2.373.736
	Q (m3/s)	1,670			0,075	0,218	
Varianta 3 OB AJD+VIP	dH (m v.s.)	103,5	18,5	7,0	40,0	68,3	2.153.388
	Q (m3/s)	1,670	0,023	0,906	0,075	0,218	
Varianta 4 OB AJD	dH (m v.s.)	147,7					1.774.143
	Q (m3/s)	1,102					
Varianta 5 OB AJD	dH (m v.s.)	111,3	12,9		36,3		1.369.823
	Q (m3/s)	1,102	0,023		0,075		

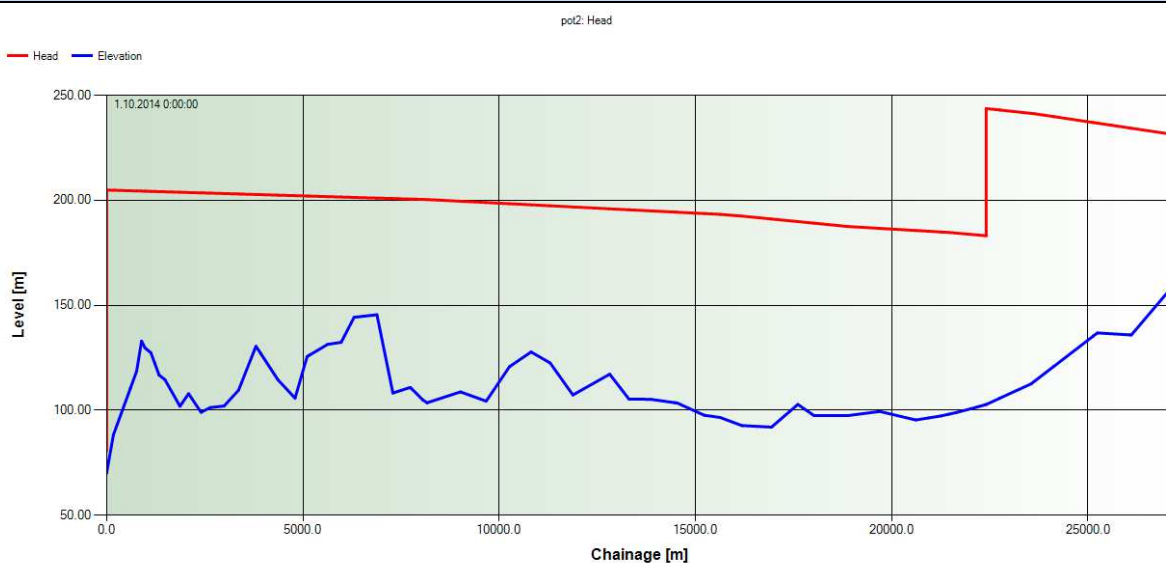
Iz vzdolžnih profil tlačnih črt je mogoče razbrati relativne tlake na L1-L11.

Tabela 10: Za Variante 1-3 so navedene še tlačne črte po vzdolžnem profilu

Tlačna črta trasa L1-L11, Varianta 1 občina Ajdovščina in Vipava



Tlačna črta trasa L1-L11, Varianta 2 občina Ajdovščina in Vipava

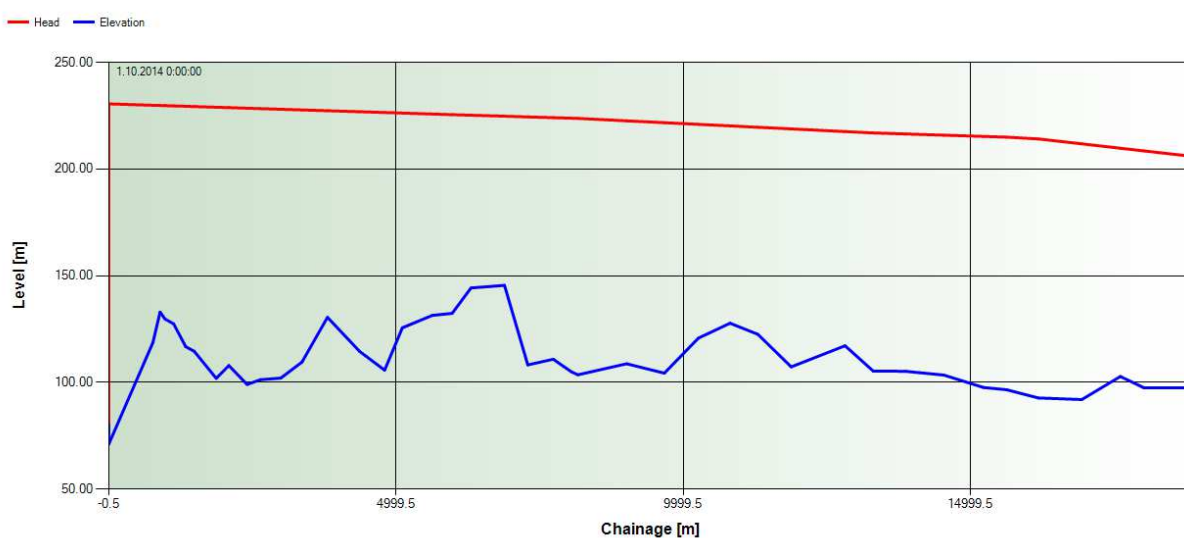


Opomba: Varinata 2 lovi tlak na polje 6 Selo Batulje 7 bar, zato so tlaki pred PU5 > 7 bar

Tlačna črta trasa L1-L11, Varianta 3 občina Ajdovščina in Vipava

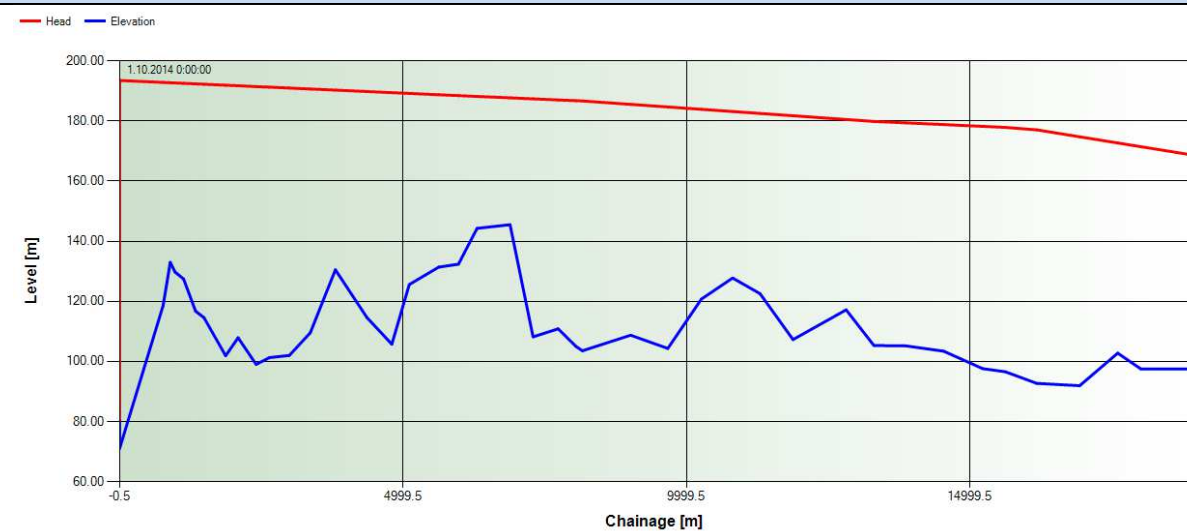


Tlačna črta trasa L1-L7, Varianta 4 občina Ajdovščina



*Opomba: Varianta 4 lovi tlak na polju 4 Lokavec 7 bar, tlak je zato na koncu trase L7>7bar

Tlačna črta trasa L1-L7, Varianta 5 občina Ajdovščina



5 Viri

Smernice za namakanje (AUS):

<https://www.irrigationaustralia.com.au/documents/item/434>

Berdajs. A., Galonja. S., Gruden. T., et al. Gradbeniški priročnik. 2006.

PAM – priročnik za dimenzioniranje.

Slokan. I., Petek. I. Oskrba z vodo.

Mutschmann, Stimmelmayer. Taschenbuch der Wasserversorgung, Auflage 15.