

**GRAĐEVINA:** Projekt vodnokomunalne infrastrukture aglomeracije VIR  
za sufinanciranje iz fondova EU  
Odvodnja otpadnih voda i vodoopskrba otoka Vira:  
**PODMORSKI ISPUST**

Glavni projekt – građevinski projekt

## C. HIDRAULIČKI PRORAČUN

### SADRŽAJ:

	<b>str.</b>
<b>C.1. Uvod .....</b>	<b>C-2</b>
<b>C.2. Dimenzioniranje difuzora .....</b>	<b>C-3</b>
<b>C.3. Hidraulički proračun podmorskog ispusta .....</b>	<b>C-13</b>
<b>C.4. Hidraulički proračun tečenja u kopnenom dijelu podmorskog ispusta .....</b>	<b>C-22</b>

BROJ PROJEKTA:	T.D.–209/2018
RAZINA PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT
VRSTA PROJEKTA:	GRAĐEVINSKI PROJEKT
NASLOV PROJEKTA:	GLAVNI PROJEKT PODMORSKOG ISPUSTA KANALIZACIJSKOG SUSTAVA VIR
OZNAKA MAPE:	MAPA 1/1
INVESTITOR:	VODOVOD-VIR d.o.o., Put Mula 16, 23234 Vir
NARUČITELJ:	HIDROPROJEKT - ING, d.o.o., Draškovićeve 35II, 10000 ZAGREB
PROJEKTANTSKA TVRTKA:	Sveučilište u Splitu, Fakultet Građevinarstva, arhitekture i geodezije, Matice hrvatske 15, 21000 Split
PROJEKTANT:	Dr. sc. Davor Bojanić, dipl.ing.građ.
SURADNICI:	Dr. sc. Veljko Srzić, dipl.ing.građ.  Tatjana Bojanić, dipl.ing.građ.

Split, studeni 2018.

## C.1. UVOD

Kanalizacijski sustav Vir ima tipične karakteristike manjih turističkih naselja. To znači da su sezonske varijacije u opterećenju kanalizacijskog sustava velike pa time i protoci u podmorskom ispustu.

Podmorski ispušt počinje na stac. 0-052.87 iz dozažnog bazena.

**Dozažni bazen, servisno i prekidno okno nisu predmet ovog projekta već su sastavni dijelovi projekta uređaja za pročišćavanje. Ovdje se spominju jer su funkcionalno povezani s podmorskim ispustom.**

Dozažni bazen je svijetlih tlocrtnih dimenzija 10.0x5.0 (m). Debljine stijenske zidova iznose 30 (cm). Iz dozažnog bazena voda prolazi kroz odvodnu cijev do prekidnog okna, kroz servisno okno, te se ulijeva u prekidno okno tlocrtnih dimenzija 1.0x2.0 (m). Tlocrtne dimenzije servisnog okna su 2,30x3,50 (m). Na odvodnoj cijevi izvest će se zatvarač s elektromotornim pogonom kojim se regulira protok prema podmorskom ispustu.

Ovakvim konceptom osiguravaju se tehničko-tehnološki ispravni hidraulički parametri tečenja u cjevovodu i istjecanja vode na otvorima difuzora.

Dimenzije cjevovoda i difuzora su odabrane tako da zadovoljavaju raspoložive visinske odnose u sustavu: dozažni bazen-ispust-difuzor.

Od stac. 0-052.87 do stac. 0+036.00 (L=88.87 m) cijev je PEHD DN560 PN10 SDR 17 (Dv=560 mm, Du=493.6 mm).

Na stac. 0+036.00 projektirana je asimetrična redukcija PEHD DN560/DN500.

Od stac. 0+036.00 do stac. 0+594.00 (L=558.0 m) cijev je PEHD DN500 PN10 SDR 17 (Dv=500 mm, Du=440.6 mm).

Na stac. 0+594.00 projektirana je asimetrična redukcija PEHD DN500/DN400.

Od stac. 0+594.00 do stac. 1+765.00 (L=1171 m) cijev je PEHD DN400 PN10 SDR 17 (Dv=400 mm, Du=352.6 mm).

Na stac. 1+765.00 završava podmorski ispušt i započinje difuzor. Difuzor je duljine 200 (m).

Kopneni dio podmorskog ispusta započinje na stac. 0-052.87 i završava na stac. 0+710.00 (L=762.87 (m)). Podmorski dio podmorskog ispusta započinje na stac. 0+710.00 i završava na stac. 1+765.00 (L=1055 (m)).

Difuzor je projektiran sa sljedećim cijevima:

Od stac. 1+765.00 do stac. 1+813.00 cijev je PEHD PE100, DN400 PN10 SDR 17 (Dv=400 mm, Du=352.6 mm).

Na stac. 1+813.00 projektirana je asimetrična redukcija PEHD PE100, PN10, SDR17, DN400/DN355.

Od stac. 1+813.00 do stac. 1+853.00 cijev je PEHD PE100, DN355 PN10 SDR 17 (Dv=355 mm, Du=312.8 mm).

Na stac. 1+853.00 projektirana je asimetrična redukcija PEHD PE100, PN10, SDR17, DN355/DN315.

Od stac. 1+853.00 do stac. 1+883.00 cijev je PEHD PE100, DN315 PN10 SDR 17 (Dv=315 mm, Du=277.6 mm).

Na stac. 1+883.00 projektirana je asimetrična redukcija PEHD PE100, PN10, SDR17, DN315/DN280.

Od stac. 1+883.00 do stac. 1+905.00 cijev je PEHD PE100, DN280 PN10 SDR 17 (Dv=280 mm, Du=246.8 mm).

Na stac. 1+905.00 projektirana je asimetrična redukcija PEHD PE100, PN10, SDR17, DN280/DN250.

Od stac. 1+905.00 do stac. 1+915.00 cijev je PEHD PE100, DN250 PN10 SDR 17 (Dv=250 mm, Du=220.4 mm).

Na stac. 1+915.00 projektirana je asimetrična redukcija PEHD PE100, PN10, SDR17, DN250/DN225.

Od stac. 1+915.00 do stac. 1+937.00 cijev je PEHD PE100, DN225 PN10 SDR 17 (Dv=225 mm, Du=198.2 mm).

Na stac. 1+937.00 projektirana je asimetrična redukcija PEHD PE100, PN10, SDR17, DN225/DN200.

Od stac. 1+937.00 do stac. 1+947.00 cijev je PEHD PE100, DN200 PN10 SDR 17 (Dv=200 mm, Du=176.2 mm).

Na stac. 1+947.00 projektirana je asimetrična redukcija PEHD PE100, PN10, SDR17, DN200/DN180.

Od stac. 1+947.00 do stac. 1+965.00 cijev je PEHD PE100, DN180 PN10 SDR 17 (Dv=180 mm, Du=158.6 mm).

Otvori na difuzoru su projektirani samo na desnoj strani (u odnosu na smjer tečenja vode u cijevi), na polovini visine cijevi, na boku.

Otvori su projektirani na sljedećim stacionažama:

1. Otvor je na stac. 1+766.00. Promjer otvora iznosi 49.0 (mm).
2. Otvor je na stac. 1+776.50. Promjer otvora iznosi 49.4 (mm).
3. Otvor je na stac. 1+787.00. Promjer otvora iznosi 49.7 (mm).
4. Otvor je na stac. 1+797.50. Promjer otvora iznosi 50.0 (mm).
5. Otvor je na stac. 1+808.00. Promjer otvora iznosi 50.3 (mm).
6. Otvor je na stac. 1+818.50. Promjer otvora iznosi 51.1 (mm).
7. Otvor je na stac. 1+829.00. Promjer otvora iznosi 51.6 (mm).
8. Otvor je na stac. 1+839.50. Promjer otvora iznosi 52.0 (mm).
9. Otvor je na stac. 1+850.00. Promjer otvora iznosi 52.4 (mm).

10. Otvor je na stac. 1+860.50. Promjer otvora iznosi 53.4 (mm).
11. Otvor je na stac. 1+871.00. Promjer otvora iznosi 54.1 (mm).
12. Otvor je na stac. 1+881.50. Promjer otvora iznosi 54.6 (mm).
13. Otvor je na stac. 1+892.00. Promjer otvora iznosi 56.0 (mm).
14. Otvor je na stac. 1+902.50. Promjer otvora iznosi 57.6 (mm).
15. Otvor je na stac. 1+913.00. Promjer otvora iznosi 58.5 (mm).
16. Otvor je na stac. 1+923.50. Promjer otvora iznosi 61.3 (mm).
17. Otvor je na stac. 1+934.00. Promjer otvora iznosi 63.0 (mm).
18. Otvor je na stac. 1+944.50. Promjer otvora iznosi 69.4 (mm).
19. Otvor je na stac. 1+955.00. Promjer otvora iznosi 75.7 (mm).

20. Otvor je čeonu otvor na kraju difuzora na stac. 1+965.00. Visina nezagrađenog dijela (slika C.3.) iznosi  $y=95.0$  (mm). Difuzor i podmorski ispuš je dimenzioniran na maksimalni satni protok od  $Q_{\max. \text{ satno}}=185,28$  (l/s).

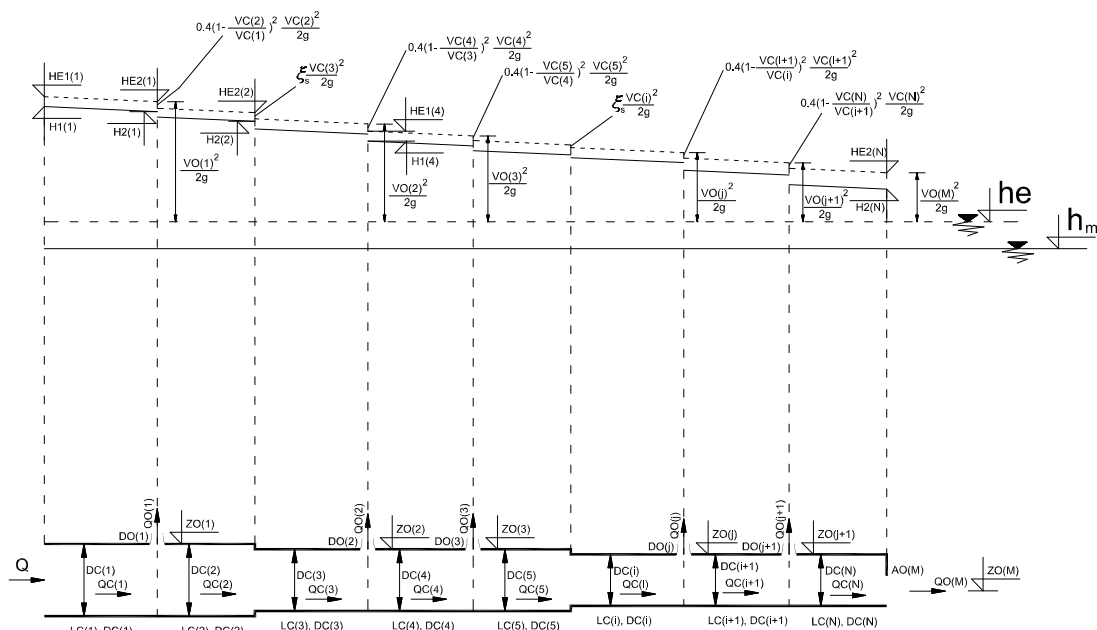
## C.2. DIMENZIONIRANJE DIFUZORA

### C.2.1. OPĆENITO

Za pretpostavljeni oblik difuzora (promjeri i dužine pojedinih cijevi, te broj i položaj otvora) treba izračunati promjere svih otvora, uz uvjet da istjecajni protok na svakom bočnom otvoru bude  $Q/(M+2)$ , a protok na zadnjem (čelnom) otvoru bude  $3xQ/(M+2)$ , gdje je M broj otvora.

- Q - protok na početku difuzora,  
N - broj cijevi,  
M - broj otvora,  
DC(i) - promjer i-te cijevi,  
LC(i) - dužina i-te cijevi,  
QC(i) - protok u i-toj cijevi,  
vc(i) - brzina u i-toj cijevi,  
DO(j) - promjer j-tog bočnog (odnosno čelnog) otvora,  
ZO(j) - kota j-tog bočnog (odnosno čelnog) otvora,  
 $h_m$  - razina morske površine,  
 $\rho_m$  - gustoća mora,  
 $\rho_v$  - gustoća vode.

Na slici C.1. prikazan je uzdužni presjek kroz difuzor s označenim svim hidrauličkim elementima.



Slika C.1. Uzdužni presjek kroz difuzor

Gubitak energije na trenje uzduž cijevi „i“ računa se po Darcy-Weisbach-ovoj formuli:

$$\Delta H_e = \lambda(i) \frac{LC(i) \cdot vc(i)^2}{DC(i) \cdot 2g}$$

gdje je:

LC(i) – dužina i-te cijevi,

vc(i) – srednja brzina u i-toj cijevi,

DC(i) – promjer i-te cijevi.

$\lambda(i)$  – koeficijent otpora trenja ovisan o relativnoj hrapavosti i Reynolds-ovom broju.

Hidraulički proračun izveden je za apsolutnu pogonsku hidrauličku hrapavost od  $\varepsilon=k=0.40$  (mm).

Ostale hidrauličke karakteristike cijevi i vode su:

$\nu$  - kinematički koeficijent viskoznosti tekućine =  $1.31 \cdot 10^{-6}$  (m<sup>2</sup>/s),

$\alpha$  - Coriolisov koeficijent = 1.1.

Za  $Re > 2320$  koeficijent otpora trenja  $\lambda$  računa se prema Colebrook-White-ovoj jednadžbi:

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2.0 \cdot \log \left( \frac{\varepsilon/D}{4.71} \right) + \frac{2.51}{Re \cdot \sqrt{\lambda}}$$

Za  $Re < 2320$  koeficijent otpora trenja  $\lambda$  računa se prema Hagen-Poiseuillovom zakonu:

$$\lambda = \frac{64}{Re}$$

gdje je:

$\lambda$  – koeficijent otpora trenja,

D – promjer cijevi,

Re – Reynolds-ov broj  $Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$ ,

$v$  – prosječna brzina tečenja u presjeku cijevi,

$\nu$  – kinematički koeficijent viskoznosti tekućine,

$\varepsilon=k$  – apsolutna pogonska hidraulička hrapavost = 0.40 (mm).

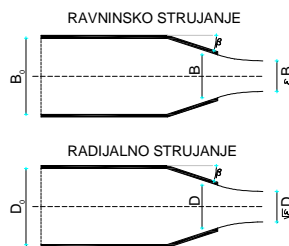
Ukupno ima M otvora za istjecanje otpadne vode. Od toga je (M-1) bočnih otvora, te jedan čelni otvor na kraju cjevovoda.

Kroz svaki bočni otvor istječe jednaki protok  $QO(j)=Q/(M+2)$  (m<sup>3</sup>/s), dok na zadnjem (čelnom) otvoru istječe trostruki protok  $QO(M)=3 \times QO(j)=3 \times Q/(M+2)$  (m<sup>3</sup>/s).

Potrebno je odrediti veličinu svakog pojedinog otvora (bočnog i zadnjeg čelnog). Koeficijent kontrakcije mlaza za zadnji (čelni) otvor može se odrediti prema tablici C.1. (prema Von Misesu).

Tablica C.1. Koeficijenti kontrakcije slobodnog mlaza po Von Misesu

$\frac{A}{A_0}; \frac{d}{D}$	koeficijent kontrakcije mlaza - $\varepsilon$			
	$\beta=45^\circ$	$\beta=90^\circ$	$\beta=135^\circ$	$\beta=180^\circ$
0.0	0.746	0.611	0.537	0.500
0.1	0.747	0.612	0.546	0.513
0.2	0.747	0.616	0.555	0.524
0.3	0.748	0.622	0.566	0.544
0.4	0.749	0.631	0.580	0.564
0.5	0.752	0.644	0.599	0.586
0.6	0.758	0.662	0.620	0.613
0.7	0.768	0.687	0.652	0.646
0.8	0.789	0.722	0.698	0.691
0.9	0.829	0.781	0.761	0.760
1.0	1.000	1.000	1.000	1.000



Slika C.2. Prikaz ravninskog i radijalnog strujanja

Prihvatljivo točne vrijednosti koeficijenta kontrakcije mlaza  $\varepsilon$  za **čelne otvore** dobiju se iz aproksimacije tabličnih podataka (prof. dr. sc. Vinko Jović) u obliku:

$$\varepsilon = \frac{1}{1 + a(\beta) \cdot \sqrt{1 - c b(\beta)}};$$

$$c = \frac{B}{B_0} \text{ ili } c = \frac{D}{D_0};$$

$$a(\beta) = 0.3825 \cdot \frac{4 \cdot \beta}{\pi} \cdot \left(1 - 0.0866 \cdot \frac{4 \cdot \beta}{\pi}\right);$$

$$b(\beta) = 4 \cdot \left(\frac{4 \cdot \beta}{\pi}\right)^{-0.9863}$$

Koeficijent kontrakcije mlaza za **bočne otvore** određuje se prema "Ocean Disposal of Wastewater" I.R.Wood, R.G.Bell, D.L.Wilkinson 1993, str. 130.

$$\varepsilon = 0.975 \cdot \left(1 - \frac{vc(i)^2}{2gE}\right)^{3/8} \text{ za zaobljeni otvor,}$$

$$\varepsilon = 0.630 \cdot \left(1 - \frac{vc(i)^2}{2gE_e}\right)^{3/8} \text{ za oštri otvor.}$$

U ovom projektu odabrani su otvori s oštrim rubovima.

gdje je:

- $vc(i)$  - brzina vode u cijevi uzvodno od pozicije bočnog otvora,  
 $E_e$  - razlika kote linije energije u cijevi i ekvivalentne razine mora.

Protok vode kroz čelni otvor iznosi:

$$Q_0(M) = VO(M) \cdot \varepsilon \cdot AO(M) \text{ (m}^3/\text{s)}$$

gdje je:

- $VO(M)$  - brzina vode u kontrahiranom presjeku čelnog otvora:  $VO(M) = \sqrt{2g \cdot E_e} \text{ (m/s)}$ ,  
 $\varepsilon$  - koeficijent kontrakcije čelnog mlaza,  
 $AO(M)$  - površina poprečnog presjeka čelnog otvora.  
 $E_e$  - razlika kote linije energije u cijevi i ekvivalentne razine mora.

Protok vode kroz bočni otvor iznosi:

$$Q_0(j) = VO(j) \cdot \varepsilon \cdot AO(j) \text{ (m}^3/\text{s)}$$

gdje je:

- $VO(j)$  - brzina vode u kontrahiranom presjeku bočnog otvora:  $VO(j) = \sqrt{2g \cdot E_h} \text{ (m/s)}$ ,  
 $\varepsilon$  - koeficijent kontrakcije bočnog mlaza,  
 $AO(j)$  - površina poprečnog presjeka bočnog otvora.  
 $E_h$  - razlika kote piezometarske linije u cijevi i ekvivalentne razine mora.

### Lokalni gubici specifične energije:

Gubitak specifične energije u smjeru cijevi na mjestu bočnog otvora iznosi:

$$\Delta H_r = \xi_{pr} \cdot \frac{vc(i)^2}{2g} (m),$$

$$\xi_{pr} = 0.4 \cdot \left(1 - \frac{vc(i+1)}{vc(i)}\right)^2$$

gdje je:

- $\Delta H_r$  - gubitak specifične energije u smjeru cijevi,
- $\xi_{pr}$  - koeficijent lokalnog gubitka energije,
- $vc(i)$  - brzina vode u cijevi uzvodno od bočnog otvora (m/s),
- $vc(i+1)$  - brzina vode u cijevi nizvodno od bočnog otvora (m/s).

Gubitak specifične energije u smjeru cijevi na mjestu naglog suženja cijevi iznosi:

$$\Delta H_{suz} = \xi_{suz} \cdot \frac{vc(i+1)^2}{2g} (m),$$

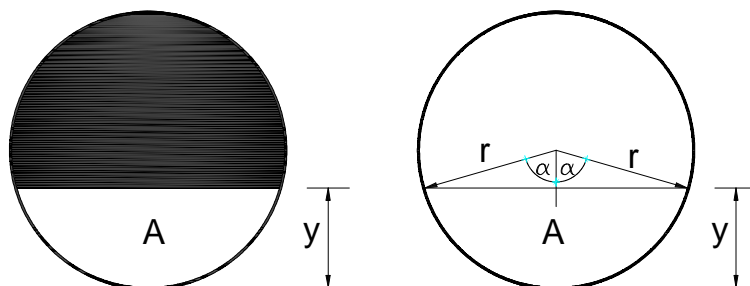
$$\xi_{suz} = 0.5 \cdot (1 - a^2) - 0.13 \cdot [\sin(\pi \cdot (1 - a^2))]^2$$

gdje je:

- $\Delta H_{suz}$  - gubitak specifične energije u smjeru cijevi,
- $\xi_{suz}$  - koeficijent lokalnog gubitka energije,
- $vc(i+1)$  - brzina vode u cijevi nizvodno od mjesta suženja (m/s),
- $a = \frac{AC(i+1)}{AC(i)}$  - omjer nizvodne i uzvodne površine poprečnog presjeka cijevi,
- $AC(i)$  - uzvodna površina poprečnog presjeka cijevi (m<sup>2</sup>),
- $AC(i+1)$  - nizvodna površina poprečnog presjeka cijevi (m<sup>2</sup>).

### Određivanje dubine y za zadnji otvor, za izračunatu površinu A.

Na slici C.3. prikazan je poprečni presjek zadnjeg otvora na difuzoru. Zacrtnjena površina je zagrađeni dio, a otvoreni dio ima površinu A koja je prethodno izračunata.



Slika C.3. Poprečni presjek zadnjeg otvora na difuzoru

$\alpha$ - kut u radijanima

$$\cos(\alpha) = \left(\frac{r-y}{r}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \alpha = \arccos\left(\frac{r-y}{r}\right)$$

$$A = r^2 \left[ \alpha - \sin(\alpha) \left(1 - \frac{y}{r}\right) \right]$$

$$F(y) = r^2 \cdot \left[ \alpha - \sin(\alpha) \cdot \left(1 - \frac{y}{r}\right) \right] - A \equiv 0 \text{ (kod točnog rješenja).}$$

U iteraciji Newton-ovim postupkom, nova vrijednost dubine y računa se na sljedeći način:  $y^n = y^s - \frac{F(y^s)}{\frac{\partial F}{\partial y} \Big|_{y=y^s}}$ .

$$\frac{\partial F}{\partial y} = r^2 \cdot \left[ \frac{\partial \alpha}{\partial y} - \cos(\alpha) \cdot \frac{\partial \alpha}{\partial y} \cdot \left(1 - \frac{y}{r}\right) - \left(-\frac{1}{r}\right) \cdot \sin(\alpha) \right] = r^2 \cdot \left[ \frac{\partial \alpha}{\partial y} - \cos(\alpha) \cdot \frac{\partial \alpha}{\partial y} \cdot \left(1 - \frac{y}{r}\right) + \frac{1}{r} \cdot \sin(\alpha) \right]$$

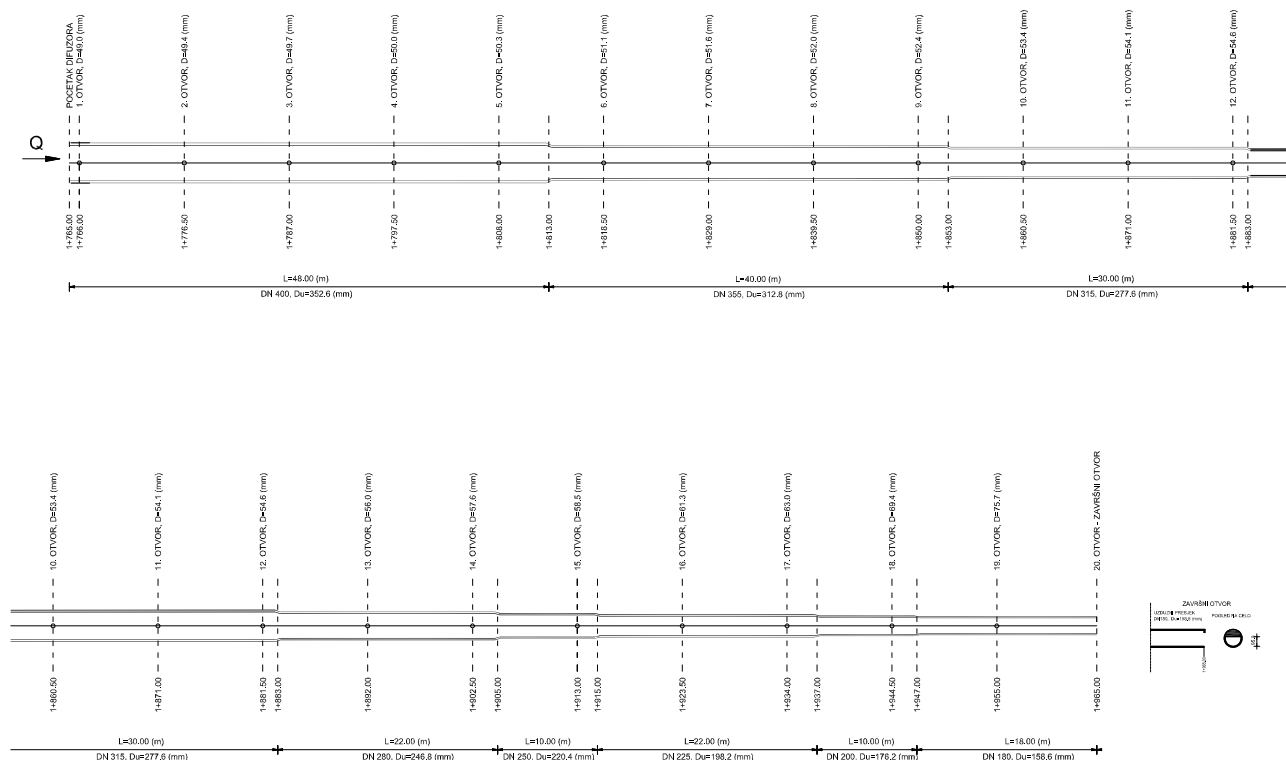
$$\frac{\partial \alpha}{\partial y} = \frac{d}{dy} \left[ \arccos\left(\frac{r-y}{r}\right) \right] = -\frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{r-y}{r}\right)^2}} \cdot \left(-\frac{1}{r}\right) = \frac{1}{r \cdot \sqrt{1 - \left(\frac{r-y}{r}\right)^2}}$$

## C.2.2. OPIS POJEDINIHI DIJELOVA DIFUZORA

Maksimalni satni projektirani protok iznosi 185,28 (l/s).

Za taj protok dimenzioniran je difuzor podmorskog ispusta Vir.

Na slici C.4. prikazan je shematski uzdužni presjek difuzora. Otvori se postavljaju na sjeveroistočnoj strani difuzora, odnosno s desne strane u odnosu na os difuzora, gledano u smjeru strujanja.



Slika C.4. Shematski prikaz difuzora

Kote osi pojedinih otvora su sve oko -60.0 (m n.m.).

Proračunom su dobiveni sljedeći promjeri pojedinih otvora:

$D_{\text{otvora } 1} = 49.0 \text{ (mm)}$	$D_{\text{otvora } 11} = 54.1 \text{ (mm)}$
$D_{\text{otvora } 2} = 49.4 \text{ (mm)}$	$D_{\text{otvora } 12} = 54.6 \text{ (mm)}$
$D_{\text{otvora } 3} = 49.7 \text{ (mm)}$	$D_{\text{otvora } 13} = 56.0 \text{ (mm)}$
$D_{\text{otvora } 4} = 50.0 \text{ (mm)}$	$D_{\text{otvora } 14} = 57.6 \text{ (mm)}$
$D_{\text{otvora } 5} = 50.3 \text{ (mm)}$	$D_{\text{otvora } 15} = 58.5 \text{ (mm)}$
$D_{\text{otvora } 6} = 51.1 \text{ (mm)}$	$D_{\text{otvora } 16} = 61.3 \text{ (mm)}$
$D_{\text{otvora } 7} = 51.6 \text{ (mm)}$	$D_{\text{otvora } 17} = 63.0 \text{ (mm)}$
$D_{\text{otvora } 8} = 52.0 \text{ (mm)}$	$D_{\text{otvora } 18} = 69.4 \text{ (mm)}$
$D_{\text{otvora } 9} = 52.4 \text{ (mm)}$	$D_{\text{otvora } 19} = 75.7 \text{ (mm)}$
$D_{\text{otvora } 10} = 53.4 \text{ (mm)}$	$y = 95.0 \text{ (mm)}$

Površina zadnjeg otvora (deseti otvor) iznosi 123.17 (cm<sup>2</sup>). U skladu sa slikom C.3. izračunata vrijednost za y je y=95.0 (mm).

U tablici C.2. prikazani su rezultati proračuna protoka u cijevi, brzina u cijevi, piezometarskih kota i kota linije energije duž difuzora.

Tablica C.2. Rezultati proračuna protoka, brzina, piezometarskih kota i kota linije energije duž difuzora.

Stac. (m)	z (m n.m.)	Q <sub>cijevi</sub> (m <sup>3</sup> /s)	v <sub>cijevi</sub> (m/s)	h (m n.m.)	He (m n.m.)
1965,0	-60,0000	0,02527	1,2789	2,7895	2,8812
1955,0	-60,0000	0,02527	1,2789	2,9183	3,0100
1955,0	-60,0000	0,02527	1,2789	2,9183	3,0100
1955,0	-60,0000	0,03369	1,7052	2,8470	3,0100
1947,0	-60,0000	0,03369	1,7052	3,0281	3,1911
1947,0	-60,0000	0,03369	1,3815	3,0910	3,1980
1944,5	-60,0000	0,03369	1,3815	3,1238	3,2308
1944,5	-60,0000	0,04211	1,7269	3,0660	3,2332
1937,0	-60,0000	0,04211	1,7269	3,2692	3,4364
1937,0	-60,0000	0,04211	1,3648	3,3393	3,4437
1934,0	-60,0000	0,04211	1,3648	3,4552	3,5596
1934,0	-60,0000	0,05053	1,6378	3,4107	3,5611
1923,5	-60,0000	0,05053	1,6378	3,5765	3,7269
1923,5	-60,0000	0,05895	1,9108	3,5237	3,7284
1915,0	-60,0000	0,05895	1,9108	3,7054	3,9101
1915,0	-60,0000	0,05895	1,5452	3,7849	3,9188
1913,0	-60,0000	0,05895	1,5452	3,8096	3,9434
1913,0	-60,0000	0,06737	1,7660	3,7696	3,9444
1905,0	-60,0000	0,06737	1,7660	3,8978	4,0726
1905,0	-60,0000	0,06737	1,4084	3,9689	4,0801
1902,5	-60,0000	0,06737	1,4084	3,9912	4,1024
1902,5	-60,0000	0,07580	1,5844	3,9623	4,1031
1892,0	-60,0000	0,07580	1,5844	4,0803	4,2210
1892,0	-60,0000	0,08422	1,7605	4,0479	4,2217
1883,0	-60,0000	0,08422	1,7605	4,1723	4,3461
1883,0	-60,0000	0,08422	1,3915	4,2451	4,3536
1881,5	-60,0000	0,08422	1,3915	4,2563	4,3649
1881,5	-60,0000	0,09264	1,5306	4,2339	4,3653
1871,0	-60,0000	0,09264	1,5306	4,3291	4,4604
1871,0	-60,0000	0,10106	1,6698	4,3045	4,4608
1860,5	-60,0000	0,10106	1,6698	4,4174	4,5737
1860,5	-60,0000	0,10948	1,8089	4,3907	4,5741
1853,0	-60,0000	0,10948	1,8089	4,4851	4,6685
1853,0	-60,0000	0,10948	1,4247	4,5628	4,6766
1850,0	-60,0000	0,10948	1,4247	4,5831	4,6969
1850,0	-60,0000	0,11791	1,5343	4,5652	4,6972
1839,5	-60,0000	0,11791	1,5343	4,6476	4,7796
1839,5	-60,0000	0,12633	1,6439	4,6283	4,7798
1829,0	-60,0000	0,12633	1,6439	4,7227	4,8742
1829,0	-60,0000	0,13475	1,7535	4,7020	4,8744
1818,5	-60,0000	0,13475	1,7535	4,8092	4,9815
1818,5	-60,0000	0,14317	1,8631	4,7872	4,9818
1813,0	-60,0000	0,14317	1,8631	4,8504	5,0450
1813,0	-60,0000	0,14317	1,4662	4,9330	5,0535
1808,0	-60,0000	0,14317	1,4662	4,9639	5,0845
1808,0	-60,0000	0,15159	1,5525	4,9495	5,0846
1797,5	-60,0000	0,15159	1,5525	5,0222	5,1573
1797,5	-60,0000	0,16001	1,6387	5,0069	5,1574
1787,0	-60,0000	0,16001	1,6387	5,0877	5,2382
1787,0	-60,0000	0,16844	1,7250	5,0716	5,2384
1776,5	-60,0000	0,16844	1,7250	5,1610	5,3278
1776,5	-60,0000	0,17686	1,8112	5,1440	5,3279
1766,0	-60,0000	0,17686	1,8112	5,2424	5,4263
1766,0	-60,0000	0,18528	1,8975	5,2246	5,4265
1765,0	-60,0000	0,18528	1,8975	5,2349	5,4368

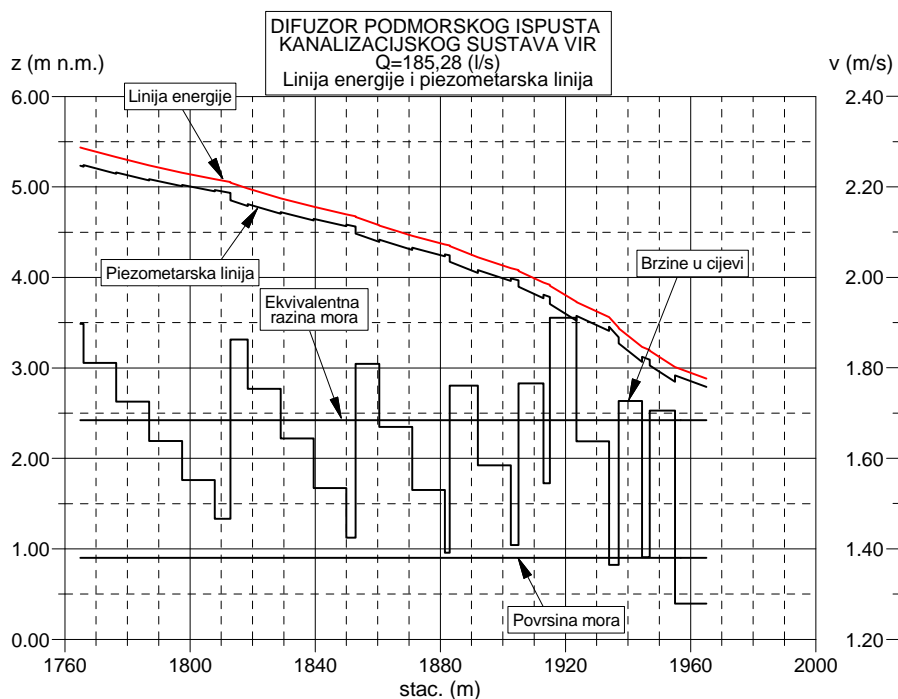
U tablici C.3. prikazani su rezultati proračuna protoka kroz pojedine bočne i kroz čelni otvor, brzine u kontrahiranim presjecima svakog pojedinog otvora, te promjer otvora i njegova površina.



Tablica C.3. Rezultati proračuna protoka kroz bočne i čelni otvor, brzine u kontrahiranim presjecima otvora, te promjer otvora i njegova površina.

Stac. otvora (m)	z otvora (m n.m.)	Q otvora (m <sup>3</sup> /s)	v <sub>c</sub> otvora (m/s)	D otvora (m)	A otvora (m <sup>2</sup> )
1965,0	-60,0000	0,0253	3,0000	0,1252	0,012317
1955,0	-60,0000	0,0084	3,1189	0,0757	0,004500
1944,5	-60,0000	0,0084	3,7093	0,0694	0,003784
1934,0	-60,0000	0,0084	4,5012	0,0630	0,003118
1923,5	-60,0000	0,0084	4,7583	0,0613	0,002950
1913,0	-60,0000	0,0084	5,2167	0,0585	0,002691
1902,5	-60,0000	0,0084	5,3800	0,0576	0,002609
1892,0	-60,0000	0,0084	5,7032	0,0560	0,002461
1881,5	-60,0000	0,0084	5,9983	0,0546	0,002340
1871,0	-60,0000	0,0084	6,1162	0,0541	0,0022950
1860,5	-60,0000	0,0084	6,2562	0,0534	0,0022436
1850,0	-60,0000	0,0084	6,5109	0,0524	0,0021558
1839,5	-60,0000	0,0084	6,6073	0,0520	0,0021244
1829,0	-60,0000	0,0084	6,7178	0,0516	0,0020894
1818,5	-60,0000	0,0084	6,8430	0,0511	0,0020512
1808,0	-60,0000	0,0084	7,0614	0,0503	0,0019878
1797,5	-60,0000	0,0084	7,1418	0,0500	0,0019654
1787,0	-60,0000	0,0084	7,2313	0,0497	0,0019411
1776,5	-60,0000	0,0084	7,3300	0,0494	0,0019149
1766,0	-60,0000	0,0084	7,4382	0,0490	0,0018871

Na slici C.5. prikazana je linija energije i piezometarska linija duž difuzora.



Slika C.5. Linija energije i piezometarska linija duž difuzora

Izračunate brzine na pojedinim bočnim otvorima u kontrahiranim presjecima za maksimalni satni ljetni protok iznose:

Otvor 1, stac. 1+766.00:  $v_{c, \text{otvora } 1} = 7.438 \text{ (m/s)}$ ,  
Otvor 2, stac. 1+776.50:  $v_{c, \text{otvora } 2} = 7.330 \text{ (m/s)}$ ,  
Otvor 3, stac. 1+787.00:  $v_{c, \text{otvora } 3} = 7.231 \text{ (m/s)}$ ,  
Otvor 4, stac. 1+797.50:  $v_{c, \text{otvora } 4} = 7.142 \text{ (m/s)}$ ,  
Otvor 5, stac. 1+808.00:  $v_{c, \text{otvora } 5} = 7.061 \text{ (m/s)}$ ,  
Otvor 6, stac. 1+818.50:  $v_{c, \text{otvora } 6} = 6.843 \text{ (m/s)}$ ,  
Otvor 7, stac. 1+829.00:  $v_{c, \text{otvora } 7} = 6.718 \text{ (m/s)}$ ,  
Otvor 8, stac. 1+839.50:  $v_{c, \text{otvora } 8} = 6.607 \text{ (m/s)}$ ,  
Otvor 9, stac. 1+850.00:  $v_{c, \text{otvora } 9} = 6.511 \text{ (m/s)}$ ,  
Otvor 10, stac. 1+860.50:  $v_{c, \text{otvora } 10} = 6.256 \text{ (m/s)}$ ,  
Otvor 11, stac. 1+871.00:  $v_{c, \text{otvora } 11} = 6.116 \text{ (m/s)}$ ,  
Otvor 12, stac. 1+881.50:  $v_{c, \text{otvora } 12} = 5.998 \text{ (m/s)}$ ,  
Otvor 13, stac. 1+892.00:  $v_{c, \text{otvora } 13} = 5.703 \text{ (m/s)}$ ,  
Otvor 14, stac. 1+902.50:  $v_{c, \text{otvora } 14} = 5.380 \text{ (m/s)}$ ,  
Otvor 15, stac. 1+913.00:  $v_{c, \text{otvora } 15} = 5.217 \text{ (m/s)}$ ,  
Otvor 16, stac. 1+923.50:  $v_{c, \text{otvora } 16} = 4.758 \text{ (m/s)}$ ,  
Otvor 17, stac. 1+934.00:  $v_{c, \text{otvora } 17} = 4.501 \text{ (m/s)}$ ,  
Otvor 18, stac. 1+944.50:  $v_{c, \text{otvora } 18} = 3.709 \text{ (m/s)}$ ,  
Otvor 19, stac. 1+955.00:  $v_{c, \text{otvora } 19} = 3.119 \text{ (m/s)}$ ,  
Otvor 20, stac. 1+965.00:  $v_{c, \text{otvora } 19} = 3.000 \text{ (m/s)}$ .

Ukupni gubitak energije na difuzoru iznosi:

$$DH_{DIF} = 5.4368 - 2.4225 = 3.0143 \text{ (m)}.$$

Ekvivalentna razina mora iznosi 2.4225 (m n.m.) za plimu u moru (0.90 (m n.m.)), i gustoću mora od 1025 (kg/m<sup>3</sup>).  
Gustoća vode je 1000 (kg/m<sup>3</sup>).

Koeficijent lokalnog gubitka energije difuzora iznosi:

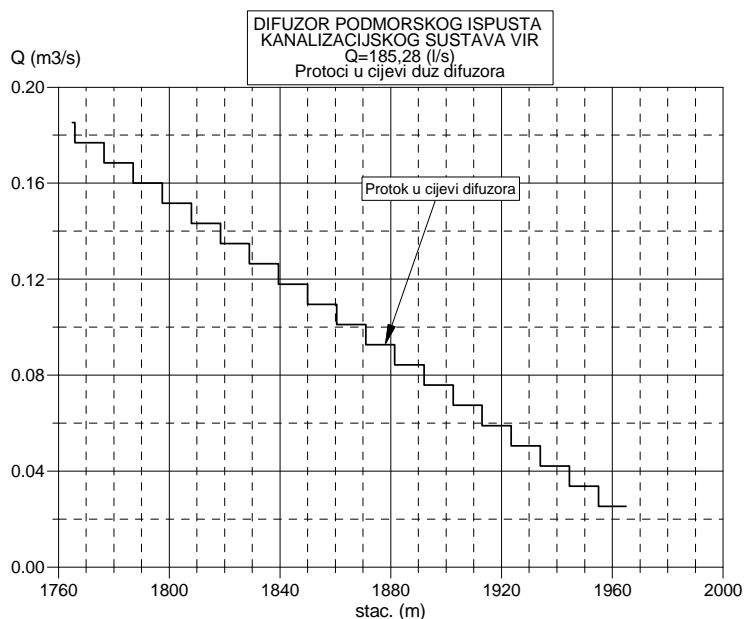
$$\xi_{DIF} = \frac{\Delta H_{DIF}}{\frac{v_{ispusta}^2}{2g}}$$

Gdje je  $v_{ispusta}$  brzina tečenja u cijevi podmorskog ispusta:

$$v_{ispusta} = \frac{Q}{\frac{D_u^2 \cdot \pi}{4}} = \frac{0.18528}{\frac{0.3526^2 \cdot \pi}{4}} = 1.8975 \text{ (m/s)},$$

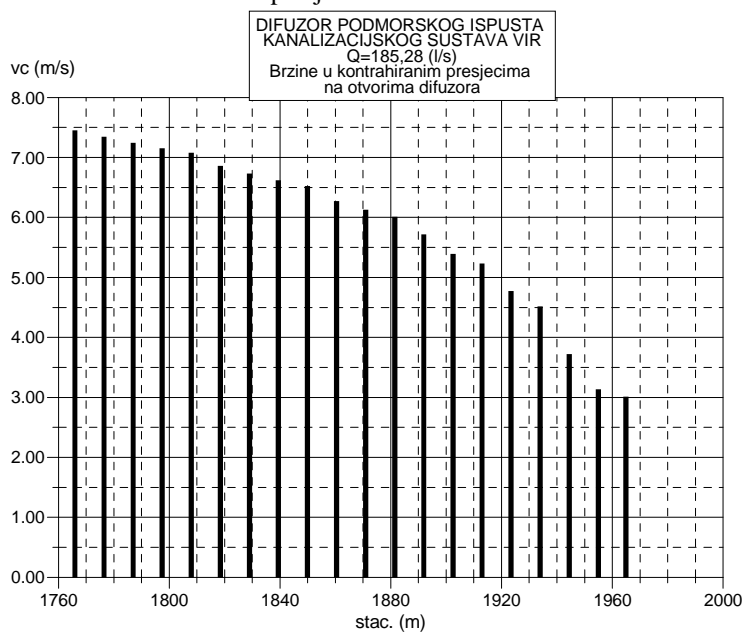
$$\xi_{DIF} = \frac{3.0143}{\frac{1.8975^2}{2g}} = 16.4262$$

Na slici C.6. prikazani su protoci u cijevima duž difuzora.



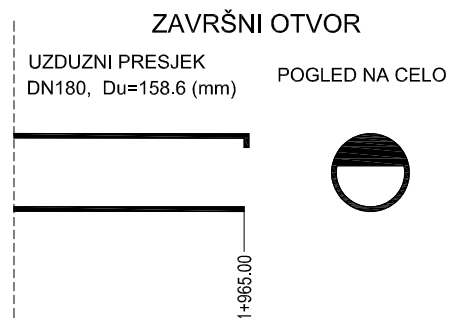
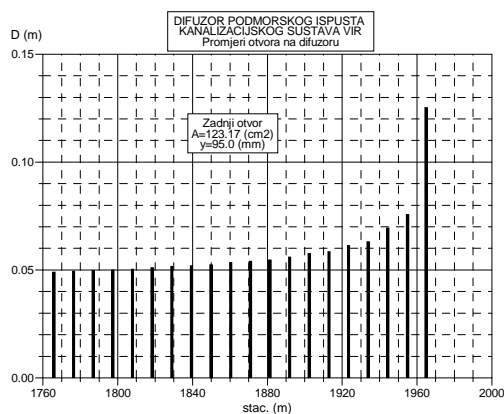
Slika C.6. Protoci u cijevima duž difuzora

Na slici C.7. prikazane su brzine u kontrahiranim presjecima na otvorima difuzora.



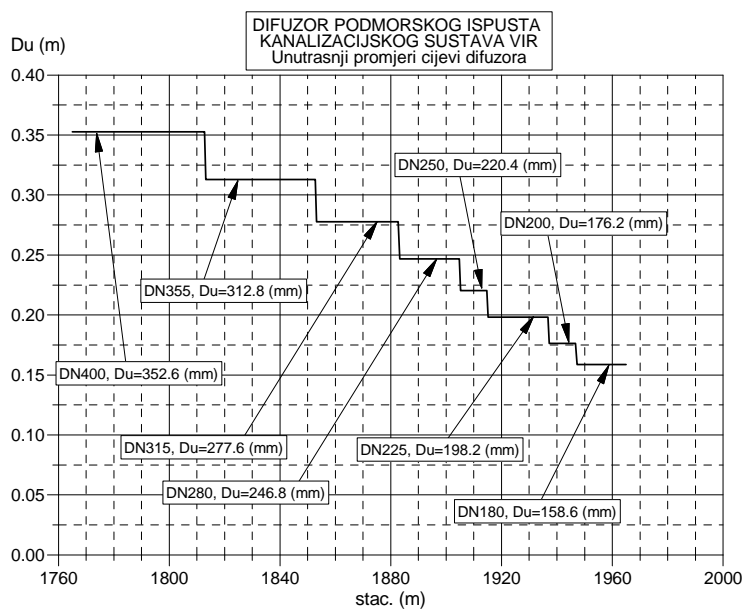
Slika C.7. Brzine u kontrahiranim presjecima na otvorima difuzora

Na slici C.8. prikazani su promjeri otvora duž difuzora i skica završnog otvora.



Slika C.8. Promjeri otvora duž difuzora i skica završnog otvora

Na slici C.9. prikazani su unutrašnji promjeri cijevi duž difuzora.

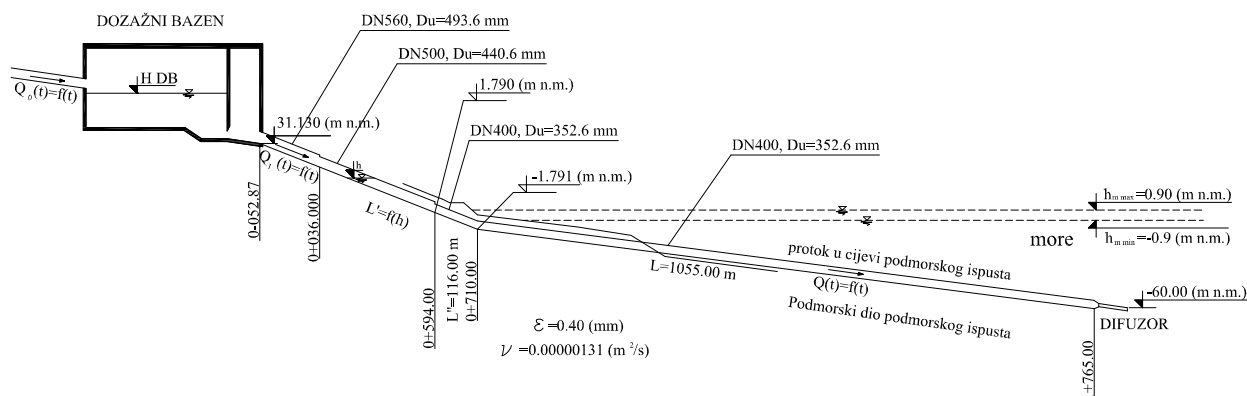


Slika C.9. Unutrašnji promjeri cijevi duž difuzora

## C.3. HIDRAULIČKI PRORAČUN PODMORSKOG ISPUSTA

### C.3.1. UVOD

Na slici C.10. shematski je prikazan kopneni i podmorski dio podmorskog ispusta.



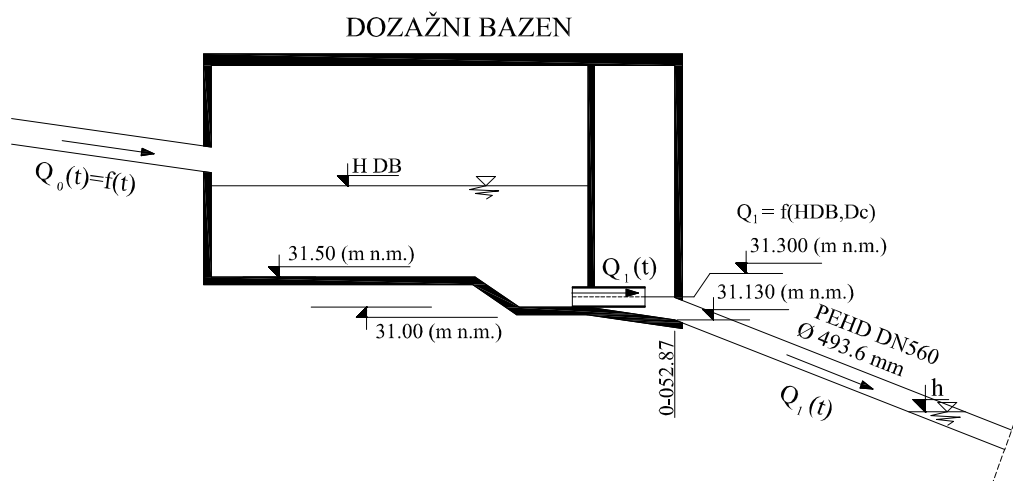
Slika C.10. Shematski prikaz kopnenog i podmorskog dijela podmorskog ispusta

Lokalni gubici energije na difuzoru:

Prema detaljnom proračunu prikazanom u prethodnoj točki:  $\xi_{DIF} = 16.4262$

Gubici energije na kopnenom dijelu podmorskog ispusta uzimaju se direktno u dinamičkoj jednadžbi. Lokalni gubici energije se zanemaruju jer su uključeni u pogonsku hidrauličku hrapavost.

Na slici C.11. shematski je prikazan dozažni bazen. Tlocrtne dimenzije dozažnog bazena su 10x5 (m).



Slika C.11. Shematski prikaz dozažnog bazena

### C.3.2. RAD DOŽAŽNOG BAZENA

Odabrana cijev kroz koju se prazni dožažni bazen je DN300, s unutrašnjim promjerom cijevi od  $Du=300$  (mm). Ovom cijevi voda teče iz dožažnog bazena kroz servisno okno i istječe u prekidno okno. Dužina cijevi iznosi 3.23 (m). Na cijevi je automatski zatvarač koji će funkcionirati prema sljedećim principima:

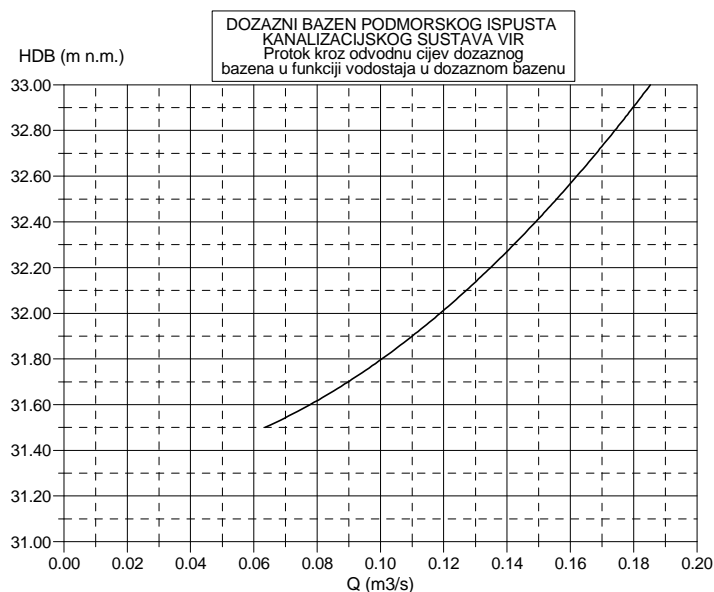
Kad je zatvarač zatvoren, ostaje zatvoren sve dok vodostaj u dožažnom bazenu ne dostigne kotu od 33.00 (m n.m.). Kad vodostaj u dožažnom bazenu dostigne kotu od 33.00 (m n.m.), zatvarač se otvara gotovo u potpunosti. Naime, zbroj svih lokalnih koeficijenata gubitka energije na dva pomoćna zatvarača, na regulacijskom zatvaraču i na montažno-demontažnom komadu treba iznositi 3.022 kako bi se protok kroz cijev ograničio na 185,28 (l/s) pri vodostaju u dožažnom bazenu od 33.00 (m n.m.) (tablica C.2.).

Kad se vodostaj u dožažnom bazenu spusti na kotu od 31.50 (m n.m.), zatvarač se zatvara, a dožažni bazen se puni.

Tablica C.2. Protok kroz cijev DN300 u funkciji vodostaja u dožažnom bazenu

HDB (m n.m.)	v (m/s)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Q (l/s)
31,500	0,898	0,0635	63,5
31,550	1,005	0,0710	71,0
31,600	1,101	0,0778	77,8
31,650	1,189	0,0840	84,0
31,700	1,271	0,0898	89,8
31,750	1,348	0,0953	95,3
31,800	1,421	0,1005	100,5
31,850	1,491	0,1054	105,4
31,900	1,557	0,1101	110,1
31,950	1,621	0,1146	114,6
32,000	1,682	0,1189	118,9
32,050	1,741	0,1231	123,1
32,100	1,798	0,1271	127,1
32,150	1,853	0,1310	131,0
32,200	1,907	0,1348	134,8
32,250	1,959	0,1385	138,5
32,300	2,010	0,1421	142,1
32,350	2,060	0,1456	145,6
32,400	2,109	0,1490	149,0
32,450	2,156	0,1524	152,4
32,500	2,202	0,1557	155,7
32,550	2,248	0,1589	158,9
32,600	2,292	0,1620	162,0
32,650	2,336	0,1651	165,1
32,700	2,379	0,1682	168,2
32,750	2,421	0,1711	171,1
32,800	2,462	0,1741	174,1
32,850	2,503	0,1769	176,9
32,900	2,543	0,1798	179,8
32,950	2,583	0,1826	182,6
33,000	2,622	0,1853	185,3

Na slici C.12. prikazana je ovisnost protoka kroz odvodnu cijev iz dožažnog bazena u funkciji vodostaja u dožažnom bazenu.



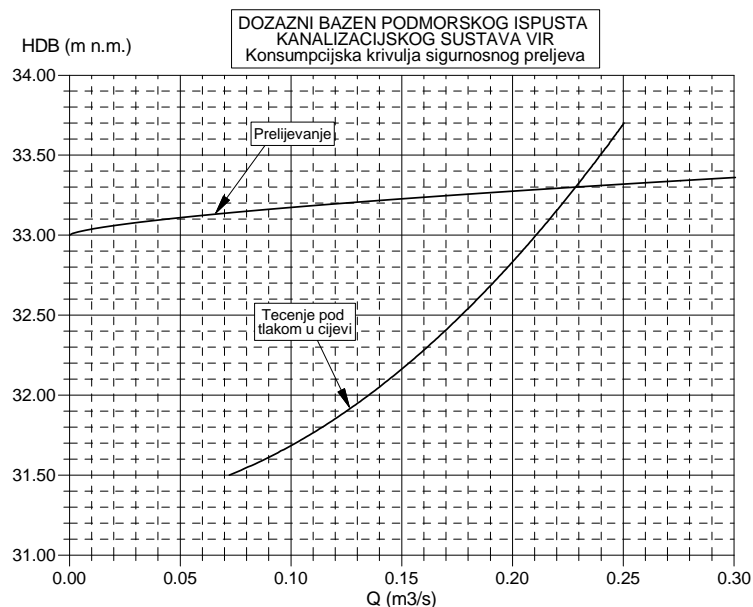
Slika C.12. Ovisnost protoka kroz odvodnu cijev iz dožaznog bazena u funkciji vodostaja u dožaznom bazenu

U dožaznom bazenu predviđen je šahtni sigurnosni preljev s vrhom kružnog otvora na koti 33.00 (m n.m.). Sigurnosni preljev je spojen sa odvodnom cijevi nizvodno od zatvarača, tako da je protok kroz sigurnosni odvod uvijek moguć, čim se vodostaj u dožaznom bazenu podigne iznad kote 33.00 (m n.m.). Uljevni komad je DN300, s promjerom otvora od 400 (mm). Za prelijevanje maksimalnog projektnog protoka potrebna je preljevna visina od:

$$H = \left( \frac{Q}{m \cdot D \cdot \pi \cdot \sqrt{2g}} \right)^{2/3} = \left( \frac{0.18528}{0.25 \cdot 0.400 \cdot \pi \cdot \sqrt{2g}} \right)^{2/3} = 0.261(m).$$

Pri tom će vodostaj u dožaznom bazenu biti 33.261 (m n.m.). Takav vodostaj neće izazvati uspor u dovodnoj cijevi čije se dno na ulazu u dožazni bazen nalazi na koti 33.25 (m n.m.). Naime, kritični vodostaj na kraju dovodne cijevi (DN500) s kotom dna 33.25 (m n.m.), pri protoku od 185.3 (l/s) iznosi 33.551 (m n.m.) (kritična dubina iznosi 0.301 (m)). Budući da će, pri radu incidentnog preljeva, vodostaj u dožaznom bazenu biti na koti 33.261 (m n.m.) što je manje od 33.551 (m n.m.), neće biti uspora u dovodnoj cijevi do dožaznog bazena.

Na slici C.13. dana je konsumpcijska krivulja incidentnog preljeva.



Slika C.13. Konsumpcijska krivulja incidentnog preljeva

Iz slike C.13. uočava se da je odvodna cijev sigurnosnog preljeva dobro odabrana jer prelijevanje preko kružnog preljeva definira konsumpcijsku krivulju za sve dotoke u dozažni bazen koji se mogu pojaviti ( $Q_{\max}=185,28$  (l/s)). Istjecanje pod tlakom počinje tek kod protoka od 228 (l/s).



### C.3.3. STACIONARNA STANJA U PODMORSKOM ISPUSTU

Odabrani unutarnji promjer cijevi dijela kopnenog dijela podmorskog ispusta na dionici od stac. 0-052.87 do stac. 0+036.00 je 493.6 (mm). Vanjski promjer cijevi na toj dionici je 560 (mm) (cijev PEHD DN560, PN10, PE 100 SDR 17).

Odabrani unutarnji promjer cijevi dijela kopnenog dijela podmorskog ispusta na dionici od stac. 0+036.00 do stac. 0+594.00 je 440.6 (mm). Vanjski promjer cijevi na toj dionici je 500 (mm) (cijev PEHD DN500, PN10, PE 100 SDR 17).

Odabrani unutarnji promjer cijevi podmorskog ispusta od stac. 0+594.00 do stac. 1+765.00 je 352.6 (mm). Vanjski promjer cijevi podmorskog ispusta na istoj dionici je 400 (mm). Odabrana je cijev PEHD DN400, PN 10, PE 100 SDR 17.

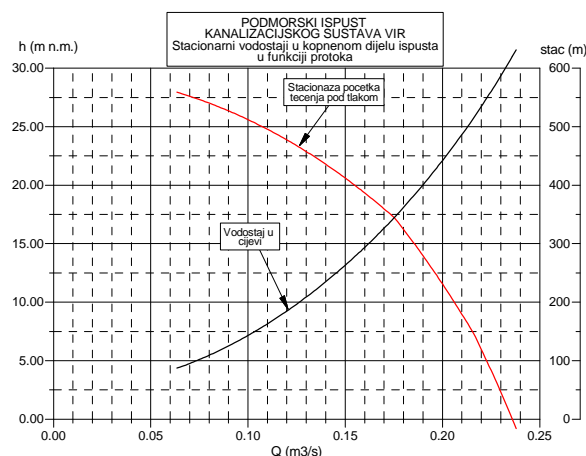
Razina vode u cijevi podmorskog ispusta ovisi o protoku u cijevi podmorskog ispusta, kao i o razini mora. U tablici C.3. dati su rezultati proračuna stacionarnih razina vode u cijevi podmorskog ispusta za protoke od 63.5 do 185.3 (l/s). Značenje pojedinih veličina u tablici C.3. je:

- Q - protok u cijevi podmorskog ispusta ( $\text{m}^3/\text{s}$ ),  
v2 - brzina u cijevi podmorskog ispusta DN400 ( $D_u=352.6$  (mm)) (m/s),  
L1 - dužina tečenja pod tlakom u cijevi podmorskog ispusta DN500 ( $D_u=440.6$  (mm)),  
v1 - brzina u cijevi podmorskog ispusta DN500 ( $D_u=440.6$  (mm)) (m/s),  
h - vodostaj u cijevi podmorskog ispusta (m n.m.),  
stac - stacionaža početka tečenja pod tlakom u cijevi podmorskog ispusta (m).

Tablica C.3. Stacionarne razine vode u cijevi podmorskog ispusta u funkciji protoka kroz cijev, za maksimalnu plimu

Q ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	v2 (m/s)	L1 (m)	v1 (m/s)	h (m n.m.)	stac (m)
0.0635	0.6503	35,199	0.4165	4,345	558,80
0.0650	0.6657	36,701	0.4263	4,435	557,30
0.0700	0.7169	41,963	0.4591	4,751	552,04
0.0750	0.7681	47,616	0.4919	5,091	546,38
0.0800	0.8193	53,665	0.5247	5,454	540,34
0.0850	0.8705	60,111	0.5575	5,841	533,89
0.0900	0.9217	66,958	0.5903	6,253	527,04
0.0950	0.9729	74,209	0.6231	6,688	519,79
0.1000	1.0241	81,868	0.6559	7,148	512,13
0.1050	1.0753	89,939	0.6887	7,633	504,06
0.1100	1.1265	98,426	0.7215	8,143	495,57
0.1150	1.1777	107,333	0.7543	8,678	486,67
0.1200	1.2289	116,664	0.7871	9,239	477,34
0.1250	1.2801	126,425	0.8198	9,825	467,58
0.1300	1.3313	136,620	0.8526	10,438	457,38
0.1350	1.3825	147,256	0.8854	11,077	446,74
0.1400	1.4338	158,337	0.9182	11,742	435,66
0.1450	1.4850	169,869	0.9510	12,435	424,13
0.1500	1.5362	181,858	0.9838	13,155	412,14
0.1550	1.5874	194,311	1.0166	13,903	399,69
0.1600	1.6386	207,235	1.0494	14,680	386,77
0.1650	1.6898	220,636	1.0822	15,485	373,36
0.1700	1.7410	234,522	1.1150	16,319	359,48
0.1750	1.7922	248,900	1.1478	17,183	345,10
0.1800	1.8434	269,728	1.1806	18,096	324,27
0.1850	1.8946	291,817	1.2134	19,044	302,18
0.1900	1.9458	314,711	1.2462	20,027	279,29
0.1950	1.9970	338,431	1.2790	21,045	255,57
0.2000	2.0482	362,997	1.3118	22,100	231,00
0.2050	2.0994	388,431	1.3445	23,192	205,57
0.2100	2.1506	414,755	1.3773	24,322	179,24
0.2150	2.2018	441,994	1.4101	25,491	152,01
0.2200	2.2530	474,733	1.4429	26,723	119,27
0.2250	2.3042	510,542	1.4757	28,008	83,46
0.2300	2.3554	547,670	1.5085	29,341	46,33
0.2350	2.4067	586,162	1.5413	30,723	7,84
0.2380	2.4374	609,932	1.5610	31,576	-15,93

Isti rezultati su prikazani i na slici C.14.



Slika C.14. Stacionarne razine vode u cijevi podmorskog ispusta u funkciji protoka kroz cijev

Za pojedine karakteristične dotoke izračunati su stacionarni vodostaji u kopnenom dijelu podmorskog ispusta za maksimalnu i za minimalnu razinu mora.

**Stacionarni vodostaji u kopnenom dijelu podmorskog ispusta za maksimalnu razinu mora (0.90 (m n.m.)).**

- a1) Zimska sezona (I-IV, XI-XII),  $h_m=0.90$  (m n.m.) - sušni dotok:  $Q_{a1}=54$  (m³/h)=0,015 (m³/s).  $h_{stac.}=2.542$  (m n.m.).
- a2) Zimska sezona (I-IV, XI-XII),  $h_m=0.90$  (m n.m.) - kišni dotok:  $Q_{a2}=273$  (m³/h)=0,0758 (m³/s).  $h_{stac.}=5.150$  (m n.m.).
- b1) Polu-sezona (V-VI, IX-X),  $h_m=0.90$  (m n.m.) - sušni dotok:  $Q_{b1}=146$  (m³/h)=0,04055 (m³/s).  $h_{stac.}=3.224$  (m n.m.).
- b2) Polu-sezona (V-VI, IX-X),  $h_m=0.90$  (m n.m.) - kišni dotok:  $Q_{b2}=365$  (m³/h)=0,10139 (m³/s).  $h_{stac.}=7.281$  (m n.m.).
- c1) Ljetna sezona (VII, VIII),  $h_m=0.90$  (m n.m.) - sušni dotok:  $Q_{c1}=448$  (m³/h)=0,12444 (m³/s).  $h_{stac.}=9.759$  (m n.m.).
- c2) Ljetna sezona (VII, VIII),  $h_m=0.90$  (m n.m.) - kišni dotok:  $Q_{c2}=667$  (m³/h)=0,18528 (m³/s).  $h_{stac.}=19.098$  (m n.m.).

**Stacionarni vodostaji u kopnenom dijelu podmorskog ispusta za minimalnu razinu mora (-0.90 (m n.m.)).**

- a1) Zimska sezona (I-IV, XI-XII),  $h_m=-0.90$  (m n.m.) - sušni dotok:  $Q_{a1}=54$  (m³/h)=0,015 (m³/s).  $h_{stac.}=0.696$  (m n.m.).
- a2) Zimska sezona (I-IV, XI-XII),  $h_m=-0.90$  (m n.m.) - kišni dotok:  $Q_{a2}=273$  (m³/h)=0,0758 (m³/s).  $h_{stac.}=3.286$  (m n.m.).
- b1) Polu-sezona (V-VI, IX-X),  $h_m=-0.90$  (m n.m.) - sušni dotok:  $Q_{b1}=146$  (m³/h)=0,04055 (m³/s).  $h_{stac.}=1.373$  (m n.m.).
- b2) Polu-sezona (V-VI, IX-X),  $h_m=-0.90$  (m n.m.) - kišni dotok:  $Q_{b2}=365$  (m³/h)=0,10139 (m³/s).  $h_{stac.}=5.403$  (m n.m.).
- c1) Ljetna sezona (VII, VIII),  $h_m=-0.90$  (m n.m.) - sušni dotok:  $Q_{c1}=448$  (m³/h)=0,12444 (m³/s).  $h_{stac.}=7.864$  (m n.m.).
- c2) Ljetna sezona (VII, VIII),  $h_m=-0.90$  (m n.m.) - kišni dotok:  $Q_{c2}=667$  (m³/h)=0,18528 (m³/s).  $h_{stac.}=17.098$  (m n.m.).

**Kapacitet podmorskog ispusta**

Kapacitet podmorskog ispusta za stanje plime u moru i odabranu pogonsku hidrauličku hrapavost od 0.4 (mm), iznosi 238 (l/s). Vodostaj u kopnenom dijelu podmorskog ispusta iznosio bi 31.576 (m n.m.). Tečenje pod tlakom u kopnenom dijelu podmorskog ispusta počinjalo bi na stacionaži 0-015.93.

Kapacitet podmorskog ispusta za stanje oseke u moru i odabranu pogonsku hidrauličku hrapavost od 0.4 (mm), iznosi 245.5 (l/s). Vodostaj u kopnenom dijelu podmorskog ispusta iznosio bi 31.582 (m n.m.). Tečenje pod tlakom u kopnenom dijelu podmorskog ispusta počinjalo bi na stacionaži 0-016.09.

U slučaju da se ostvari pogonska hrapavost u iznosu od 0.25 (mm), tada bi kapacitet podmorskog ispusta za stanje plime bio 248.0 (l/s), a za stanje oseke 256 (l/s).

### C.3.4. RAD DOŽAŽNOG BAZENA

U ovom podpoglavlju analizira se rad dožažnog bazena u raznim uvjetima dotoka u bazen. U poglavlju C.3.2. definirani su hidraulički odnosi dožažnog bazena. Tlocrtne dimenzije dožažnog bazena su 10x5 (m), od kote 31.50 (m n.m.) do kote 33.00 (m n.m.).

Dožažni bazen funkcionira prema sljedećem režimu:

Kad je zatvarač zatvoren, ostaje zatvoren sve dok vodostaj u dožažnom bazenu ne dostigne kotu od 33.00 (m n.m.). Kad vodostaj u dožažnom bazenu dostigne kotu od 33.00 (m n.m.), zatvarač se otvara. Kad vodostaj u dožažnom bazenu padne na kotu od 31.50 (m n.m.), zatvarač na ispusnoj cijevi se zatvara.

**a1) Zimska sezona (I-IV, XI-XII), sušni dotok:  $Q_{a1}=54 \text{ (m}^3/\text{h)}=0,015 \text{ (m}^3/\text{s)}$ .**

Vrijeme punjenja dožažnog bazena iznosi:  $T_{PUNJENJA} = \frac{V_{DB}}{Q_0} = \frac{75}{0,015} = 5000 \text{ (s)}$ .

Vrijeme pražnjenja dožažnog bazena iznosi:  $T_{PRAŽNJENJA} = 695,9 \text{ (s)}$ .

Otpadna voda se u dožažnom bazenu zadržava 1,39 sati što je manje od 2 (h), te neće doći do razvoja neugodnih mirisa. Jedan kompletan ciklus punjenja i pražnjenja traje 5695,9 (s), odnosno 1,58 sati ili 94,9 min.

**a2) Zimska sezona (I-IV, XI-XII), kišni dotok:  $Q_{a2}=273 \text{ (m}^3/\text{h)}=0,0758 \text{ (m}^3/\text{s)}$ .**

Budući da je dotok veći od minimalnog protoka kroz izlaznu cijev iz dožažnog bazena, zatvarač na cijevi će biti stalno otvoren, a vodostaj u dožažnom bazenu će biti na koti 31,585 (m n.m.). Otpadna voda se neće zadržavati u dožažnom bazenu.

**b1) Polu-sezona (V-VI, IX-X), sušni dotok:  $Q_{b1}=146 \text{ (m}^3/\text{h)}=0,04055 \text{ (m}^3/\text{s)}$ .**

Vrijeme punjenja dožažnog bazena iznosi:  $T_{PUNJENJA} = \frac{V_{DB}}{Q_0} = \frac{75}{0,04055} = 1849,3 \text{ (s)}$ .

Vrijeme pražnjenja dožažnog bazena iznosi:  $T_{PRAŽNJENJA} = 972 \text{ (s)}$ .

Otpadna voda se u dožažnom bazenu zadržava 0,51 sat. Jedan kompletan ciklus punjenja i pražnjenja traje 2821,3 (s), odnosno 0,78 sati ili 47 min.

**b2) Polu-sezona (V-VI, IX-X), kišni dotok:  $Q_{b2}=365 \text{ (m}^3/\text{h)}=0,10139 \text{ (m}^3/\text{s)}$ .**

Budući da je dotok veći od minimalnog protoka kroz izlaznu cijev iz dožažnog bazena, zatvarač na cijevi će biti stalno otvoren, a vodostaj u dožažnom bazenu će biti na koti 31,809 (m n.m.). Otpadna voda se neće zadržavati u dožažnom bazenu.

**c1) Ljetna sezona (VII, VIII), sušni dotok:  $Q_{c1}=448 \text{ (m}^3/\text{h)}=0,12444 \text{ (m}^3/\text{s)}$ .**

Budući da je dotok veći od minimalnog protoka kroz izlaznu cijev iz dožažnog bazena, zatvarač na cijevi će biti stalno otvoren, a vodostaj u dožažnom bazenu će biti na koti 32,067 (m n.m.). Otpadna voda se neće zadržavati u dožažnom bazenu.

**c2) Ljetna sezona (VII, VIII), kišni dotok:  $Q_{c2}=667 \text{ (m}^3/\text{h)}=0,18528 \text{ (m}^3/\text{s)}$ .**

Budući da je dotok veći od minimalnog protoka kroz izlaznu cijev iz dožažnog bazena, zatvarač na cijevi će biti stalno otvoren, a vodostaj u dožažnom bazenu će biti na koti 33,00 (m n.m.). Otpadna voda se neće zadržavati u dožažnom bazenu.

### C.3.5. Zaključno razmatranje

Utvrđene radne razine otpadne vode u kopnenom dijelu podmorskog ispusta su znatno manje od maksimalno moguće (kota dna cijevi na početku kopnenog dijela podmorskog ispusta je 31,130 (m n.m.)), te su odabrane dimenzije zadovoljavajuće.

Brzine vode u podmorskom dijelu podmorskog ispusta su u granicama dozvoljenih i iznose:

**a1) Zimska sezona (I-IV, XI-XII), sušni dotok:  $Q_{a1}=54 \text{ (m}^3/\text{h)}=0,015 \text{ (m}^3/\text{s)}$ .** Dozažni bazen, u jednom ciklusu, radi 695,9 (s) sa srednjim protokom  $0,1228 \text{ (m}^3/\text{s)}$ , što daje prosječnu brzinu u cijevi podmorskog ispusta od  $v=1,257 \text{ (m/s)}$ , za vrijeme izlivanja vode u podmorski ispust. Volumen vode u podmorskom ispustu od stac. 0+600,00 do stac. 1+765,00 iznosi  $113,758 \text{ (m}^3)$ . U jednom ciklusu rada dozažnog bazena, pri dotoku od 15 (l/s), iz dozažnog bazena isteče ukupno  $85,44 \text{ (m}^3)$ . Za jednu kompletnu izmjenu otpadne vode u podmorskom ispustu potrebno je 1,331 ciklusa. Obzirom da jedan kompletan ciklus traje 5695,9 (s), u prosjeku je potrebno vrijeme od 7584 (s), odnosno 2 sata i 6 minuta za kompletnu izmjenu otpadne vode u cijevi podmorskog ispusta.

**a2) Zimska sezona (I-IV, XI-XII), kišni dotok:  $Q_{a2}=273 \text{ (m}^3/\text{h)}=0,0758 \text{ (m}^3/\text{s)}$ .** Dozažni bazen radi kontinuirano sa protokom  $0,0758 \text{ (m}^3/\text{s)}$ , što daje prosječnu brzinu u cijevi podmorskog ispusta od  $v=0,777 \text{ (m/s)}$ . Za kompletnu izmjenu otpadne vode u cijevi podmorskog ispusta od stac. 0+600,00 do stac. 1+765,00, potrebno je vrijeme od 1499 (s), odnosno 25,0 (min.).

**b1) Polu-sezona (V-VI, IX-X), sušni dotok:  $Q_{b1}=146 \text{ (m}^3/\text{h)}=0,04055 \text{ (m}^3/\text{s)}$ .** Dozažni bazen, u jednom ciklusu, radi 972 (s) sa srednjim protokom  $0,1177 \text{ (m}^3/\text{s)}$ , što daje prosječnu brzinu u cijevi podmorskog ispusta od  $v=1,206 \text{ (m/s)}$ , za vrijeme izlivanja vode u podmorski ispust. U jednom ciklusu rada dozažnog bazena, pri dotoku od 40,55 (l/s), iz dozažnog bazena isteče ukupno  $114,42 \text{ (m}^3)$ . Za jednu kompletnu izmjenu otpadne vode u podmorskom ispustu potrebno je 0,994 ciklusa. Obzirom da jedan kompletan ciklus traje 2821,4 (s), u prosjeku je potrebno vrijeme od 2805 (s), odnosno 46,75 (min.) za kompletnu izmjenu otpadne vode u cijevi podmorskog ispusta.

**b2) Polu-sezona (V-VI, IX-X), kišni dotok:  $Q_{b2}=365 \text{ (m}^3/\text{h)}=0,10139 \text{ (m}^3/\text{s)}$ .** Dozažni bazen radi kontinuirano sa protokom  $0,10139 \text{ (m}^3/\text{s)}$ , što daje prosječnu brzinu u cijevi podmorskog ispusta od  $v=1,038 \text{ (m/s)}$ . Za kompletnu izmjenu otpadne vode u cijevi podmorskog ispusta od stac. 0+600,00 do stac. 1+765,00, potrebno je vrijeme od 1122 (s), odnosno 18,7 (min.).

**c1) Ljetna sezona (VII, VIII), sušni dotok:  $Q_{c1}=448 \text{ (m}^3/\text{h)}=0,12444 \text{ (m}^3/\text{s)}$ .** Dozažni bazen radi kontinuirano sa protokom  $0,12444 \text{ (m}^3/\text{s)}$ , što daje prosječnu brzinu u cijevi podmorskog ispusta od  $v=1,274 \text{ (m/s)}$ . Za kompletnu izmjenu otpadne vode u cijevi podmorskog ispusta od stac. 0+600,00 do stac. 1+765,00, potrebno je vrijeme od 910 (s), odnosno 15,2 (min.).

**c2) Ljetna sezona (VII, VIII), kišni dotok:  $Q_{c2}=667 \text{ (m}^3/\text{h)}=0,18528 \text{ (m}^3/\text{s)}$ .** Dozažni bazen radi kontinuirano sa protokom  $0,18528 \text{ (m}^3/\text{s)}$ , što daje prosječnu brzinu u cijevi podmorskog ispusta od  $v=1,897 \text{ (m/s)}$ . Za kompletnu izmjenu otpadne vode u cijevi podmorskog ispusta od stac. 0+600,00 do stac. 1+760,00, potrebno je vrijeme od 614 (s), odnosno 10,24 (min.).

Utvrđene i očekivane oscilacije u iznosima protoka i vodostaja u cijevi podmorskog ispusta, za različite uvjete rada (promjene dotoka tijekom dana i godine), zahtijevaju postavljanje 2 usisno-odzračna ventila za ispuštanje zraka iz podmorskog ispusta.

Početni dio kopnenog dijela podmorskog ispusta od stac. 0-052,87 do stac. 0+036,00 ima unutarnji promjer cijevi od 493,6 (mm). Vanjski promjer cijevi na toj dionici je 560 (mm). Od stac. 0+036,00 do stac. 0+594,00 cijev je s unutrašnjim promjerom od 440,6 (mm). Vanjski promjer cijevi na toj dionici je 500 (mm). Na preostalom dijelu podmorskog ispusta cijev je s unutrašnjim promjerom od 352,6 (mm). Vanjski promjer cijevi na toj dionici je 400 (mm).

Promjeri cijevi su tako odabrani da, na dijelu sa tečenjem sa slobodnim vodnim licem, bude dovoljno zračnog prostora iznad površine vode, kako bi se mogao evakuirati zrak i plinovi nastali u procesu razgradnje otpadne vode (sumporovodik i metan), sve do dozažnog bazena, gdje se kroz odzračne cijevi s filterima evakuira u atmosferu.

Odzračna okna su projektirana na stac. 0+575,00 i na stac. 0+605,00. Uloga ovih zračnih okana je da se kroz odzračne ventile odzračuje cijev od uvučenog zraka koji se u vodu uvlači na mjestu vodnog skoka, tj. na pozicijama na kojima tečenje sa slobodnim vodnim licem prelazi u tečenje pod tlakom. Veći dio tog zraka se evakuiira iznad slobodnog vodnog lica sve do dozažnog bazena, a manji dio se, nošen osnovnim tokom, transportira nizvodno duž cijevi, te će se prikupljati u odzračnim oknima i evakuirati kroz odzračne ventile u okna, a zatim kroz visoke cijevi s filterima u atmosferu.

Treba napomenuti i da će se kroz odzračna okna evakuirati i dio plinova nastalih razgradnjom otpadne vode u cijevi podmorskog ispusta.

## C.4. HIDRAULIČKI PRORAČUN TEČENJA U KOPNENOM DIJELU PODMORSKOG ISPUSTA

### C.4.1. JEDNOLIKO TEČENJE

Tečenje u kopnenom dijelu podmorskog ispusta je sa slobodnim vodnim licem od dozažnog-prekidnog okna do početka tečenja pod tlakom, čija lokacija je promjenjiva ovisno o razini vode u kopnenom dijelu podmorskog ispusta.

Minimalni uzdužni nagib usvojen je u iznosu od 1,0 %, jer je to nagib kod kojeg je tečenje u silovitom režimu. Ovakvim izborom minimalnog uzdužnog nagiba tečenje u cijelom cjevovodu od dozažnog-prekidnog okna do početka tečenja pod tlakom bit će u silovitom režimu, a vodni skok će se dogoditi samo na mjestu spoja tečenja sa slobodnim vodnim licem i tečenja pod tlakom. Na taj način je na minimum svedeno uvlačenje zraka u tok.

**a1) Zimska sezona (I-IV, XI-XII), sušni dotok:  $Q_{a1}=54 \text{ (m}^3/\text{h)}=0,015 \text{ (m}^3/\text{s)}$ .**

Dozažni bazen, u jednom ciklusu, radi 695,9 (s) sa srednjim protokom 0,1228 (m<sup>3</sup>/s). Maksimalni protok iznosi 185,3 (l/s), a minimalni protok je 63,6 (l/s). U tablici C.4. prikazani su rezultati proračuna jednolikog tečenja u svim cijevima kopnenog dijela podmorskog ispusta za zimsku sezonu (I-IV, XI-XII) i srednji protok iz dozažnog bazena od 122,8 (l/s).

Tablica C.4. Rezultati proračuna jednolikog tečenja u svim cijevima kopnenog dijela podmorskog ispusta za protok od 122,8 (l/s).

a1) Q=122,8 (l/s)													
STACIONAŽA POČETKA CIJEVI (m)	STACIONAŽA KRAJA CIJEVI (m)	Duljina cijevi (m)	z1 (m n.m.)	z2 (m n.m.)	l <sub>0</sub>	ε (m)	ν (m <sup>2</sup> /s)	Dv cijevi (m)	Du cijevi (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	v (m/s)	y <sub>n</sub> (m)	ispunjenost profilu (%)
-52,87	10,00	62,87	31,1297	30,5010	0,0100000	0,0004	0,00000131	0,560	0,4936	0,12280	1,954	0,1794	36,35
10,00	36,00	26,00	30,5010	29,5345	0,0371746	0,0004	0,00000131	0,560	0,4936	0,12280	3,168	0,1265	25,64
36,00	250,00	214,00	29,5345	21,3297	0,0383400	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,12280	3,238	0,1308	29,69
250,00	350,00	100,00	21,3297	16,5297	0,0480000	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,12280	3,516	0,1233	27,99
350,00	450,00	100,00	16,5297	10,5297	0,0600000	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,12280	3,814	0,1164	26,41
450,00	500,00	50,00	10,5297	7,2495	0,0656050	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,12280	3,940	0,1137	25,81
500,00	594,00	94,00	7,2495	1,7897	0,0580824	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,12280	3,769	0,1173	26,63
594,00	640,13	46,13	1,7897	-0,8087	0,0563278	0,0004	0,00000131	0,400	0,3526	0,12280	3,794	0,1290	36,60
640,13	710,00	69,87	-0,8087	-1,7909	0,0140575	0,0004	0,00000131	0,400	0,3526	0,12280	2,244	0,1931	54,76

**a2) Zimska sezona (I-IV, XI-XII), kišni dotok:  $Q_{a2}=273 \text{ (m}^3/\text{h)}=0,0758 \text{ (m}^3/\text{s)}$ .**

Dozažni bazen radi kontinuirano sa protokom od 0,0758 (m<sup>3</sup>/s). U tablici C.5. prikazani su rezultati proračuna jednolikog tečenja u svim cijevima kopnenog dijela podmorskog ispusta za zimsku sezonu (I-IV, XI-XII) i konstantan protok iz dozažnog bazena od 75,8 (l/s).

Tablica C.5. Rezultati proračuna jednolikog tečenja u svim cijevima kopnenog dijela podmorskog ispusta za protok od 75,8 (l/s).

a2) Q=75,8 (l/s)													
STACIONAŽA POČETKA CIJEVI (m)	STACIONAŽA KRAJA CIJEVI (m)	Duljina cijevi (m)	z1 (m n.m.)	z2 (m n.m.)	l <sub>0</sub>	ε (m)	ν (m <sup>2</sup> /s)	Dv cijevi (m)	Du cijevi (m)	Q (m <sup>3</sup> /s)	v (m/s)	y <sub>n</sub> (m)	ispunjenost profilu (%)
-52,87	10,00	62,87	31,1297	30,5010	0,0100000	0,0004	0,00000131	0,560	0,4936	0,07580	1,716	0,1389	28,15
10,00	36,00	26,00	30,5010	29,5345	0,0371746	0,0004	0,00000131	0,560	0,4936	0,07580	2,767	0,0991	20,07
36,00	250,00	214,00	29,5345	21,3297	0,0383400	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,07580	2,833	0,1020	23,16
250,00	350,00	100,00	21,3297	16,5297	0,0480000	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,07580	3,073	0,0964	21,87
350,00	450,00	100,00	16,5297	10,5297	0,0600000	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,07580	3,332	0,0911	20,67
450,00	500,00	50,00	10,5297	7,2495	0,0656050	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,07580	3,441	0,0890	20,21
500,00	594,00	94,00	7,2495	1,7897	0,0580824	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,07580	3,293	0,0918	20,84
594,00	640,13	46,13	1,7897	-0,8087	0,0563278	0,0004	0,00000131	0,400	0,3526	0,07580	3,331	0,0999	28,34
640,13	710,00	69,87	-0,8087	-1,7909	0,0140575	0,0004	0,00000131	0,400	0,3526	0,07580	1,994	0,1455	41,26

**b1) Polu-sezona (V-VI, IX-X), sušni dotok:  $Q_{b1}=146 \text{ (m}^3/\text{h)}=0,04055 \text{ (m}^3/\text{s)}$ .**

Dozažni bazen, u jednom ciklusu, radi 972 (s) sa srednjim protokom  $0,1177 \text{ (m}^3/\text{s)}$ . U tablici C.6. prikazani su rezultati proračuna jednolikog tečenja u svim cijevima kopnenog dijela podmorskog ispusta za polu-sezonu (V-VI, IX-X) i srednji protok iz dozažnog bazena od  $117,7 \text{ (l/s)}$ .

Tablica C.6. Rezultati proračuna jednolikog tečenja u svim cijevima kopnenog dijela podmorskog ispusta za protok od  $117,7 \text{ (l/s)}$ .

b1) $Q=117,7 \text{ (l/s)}$													
STACIONAŽA POČETKA CIJEVI (m)	STACIONAŽA KRAJA CIJEVI (m)	Duljina cijevi (m)	z1 (m n.m.)	z2 (m n.m.)	$l_0$	$\epsilon$ (m)	$\frac{1}{\sqrt{f}}$ ( $\text{m}^2/\text{s}$ )	Dv cijevi (m)	Du cijevi (m)	Q ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	v (m/s)	$y_n$ (m)	ispunjenost profila (%)
-52,87	10,00	62,87	31,1297	30,5010	0,0100000	0,0004	0,00000131	0,560	0,4936	0,11770	1,932	0,1753	35,52
10,00	36,00	26,00	30,5010	29,5345	0,0371746	0,0004	0,00000131	0,560	0,4936	0,11770	3,131	0,1238	25,08
36,00	250,00	214,00	29,5345	21,3297	0,0383400	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,11770	3,201	0,1280	29,04
250,00	350,00	100,00	21,3297	16,5297	0,0480000	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,11770	3,475	0,1206	27,38
350,00	450,00	100,00	16,5297	10,5297	0,0600000	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,11770	3,769	0,1139	25,84
450,00	500,00	50,00	10,5297	7,2495	0,0656050	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,11770	3,894	0,1113	25,25
500,00	594,00	94,00	7,2495	1,7897	0,0580824	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,11770	3,725	0,1148	26,06
594,00	640,13	46,13	1,7897	-0,8087	0,0563278	0,0004	0,00000131	0,400	0,3526	0,11770	3,752	0,1261	35,77
640,13	710,00	69,87	-0,8087	-1,7909	0,0140575	0,0004	0,00000131	0,400	0,3526	0,11770	2,222	0,1881	53,34

**b2) Polu-sezona (V-VI, IX-X), kišni dotok:  $Q_{b2}=365 \text{ (m}^3/\text{h)}=0,10139 \text{ (m}^3/\text{s)}$ .**

Dozažni bazen radi kontinuirano sa protokom od  $0,10139 \text{ (m}^3/\text{s)}$ . U tablici C.7. prikazani su rezultati proračuna jednolikog tečenja u svim cijevima kopnenog dijela podmorskog ispusta za polu-sezonu (V-VI, IX-X) i konstantan protok iz dozažnog bazena od  $101,39 \text{ (l/s)}$ .

Tablica C.7. Rezultati proračuna jednolikog tečenja u svim cijevima kopnenog dijela podmorskog ispusta za protok od  $101,39 \text{ (l/s)}$ .

b2) $Q=101,39 \text{ (l/s)}$													
STACIONAŽA POČETKA CIJEVI (m)	STACIONAŽA KRAJA CIJEVI (m)	Duljina cijevi (m)	z1 (m n.m.)	z2 (m n.m.)	$l_0$	$\epsilon$ (m)	$\frac{1}{\sqrt{f}}$ ( $\text{m}^2/\text{s}$ )	Dv cijevi (m)	Du cijevi (m)	Q ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	v (m/s)	$y_n$ (m)	ispunjenost profila (%)
-52,87	10,00	62,87	31,1297	30,5010	0,0100000	0,0004	0,00000131	0,560	0,4936	0,10139	1,857	0,1619	32,79
10,00	36,00	26,00	30,5010	29,5345	0,0371746	0,0004	0,00000131	0,560	0,4936	0,10139	3,004	0,1147	23,25
36,00	250,00	214,00	29,5345	21,3297	0,0383400	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,10139	3,072	0,1184	26,88
250,00	350,00	100,00	21,3297	16,5297	0,0480000	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,10139	3,334	0,1117	25,36
350,00	450,00	100,00	16,5297	10,5297	0,0600000	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,10139	3,616	0,1055	23,94
450,00	500,00	50,00	10,5297	7,2495	0,0656050	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,10139	3,735	0,1031	23,40
500,00	594,00	94,00	7,2495	1,7897	0,0580824	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,10139	3,573	0,1064	24,14
594,00	640,13	46,13	1,7897	-0,8087	0,0563278	0,0004	0,00000131	0,400	0,3526	0,10139	3,605	0,1164	33,02
640,13	710,00	69,87	-0,8087	-1,7909	0,0140575	0,0004	0,00000131	0,400	0,3526	0,10139	2,145	0,1719	48,75



**c1) Ljetna sezona (VII, VIII), sušni dotok:  $Q_{c1}=448 \text{ (m}^3/\text{h)}=0,12444 \text{ (m}^3/\text{s)}$ .**

Dozažni bazen radi kontinuirano sa protokom  $0,12444 \text{ (m}^3/\text{s)}$ . U tablici C.8. prikazani su rezultati proračuna jednolikog tečenja u svim cijevima kopnenog dijela podmorskog ispusta za ljetnu sezonu (VII, VIII) i konstantan protok iz dozažnog bazena od 124,44 (l/s).

Tablica C.8. Rezultati proračuna jednolikog tečenja u svim cijevima kopnenog dijela podmorskog ispusta za protok od 124,44 (l/s).

c1) $Q=124,44 \text{ (l/s)}$													
STACIONAŽA POČETKA CIJEVI (m)	STACIONAŽA KRAJA CIJEVI (m)	Duljina cijevi (m)	z1 (m n.m.)	z2 (m n.m.)	$l_0$	$\epsilon$ (m)	$\frac{1}{\sqrt{f}}$ ( $\text{m}^2/\text{s}$ )	Dv cijevi (m)	Du cijevi (m)	Q ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	v (m/s)	$y_n$ (m)	ispunjenost profila (%)
-52,87	10,00	62,87	31,1297	30,5010	0,0100000	0,0004	0,00000131	0,560	0,4936	0,12444	1,961	0,1807	36,61
10,00	36,00	26,00	30,5010	29,5345	0,0371746	0,0004	0,00000131	0,560	0,4936	0,12444	3,180	0,1274	25,81
36,00	250,00	214,00	29,5345	21,3297	0,0383400	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,12444	3,250	0,1317	29,90
250,00	350,00	100,00	21,3297	16,5297	0,0480000	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,12444	3,528	0,1242	28,18
350,00	450,00	100,00	16,5297	10,5297	0,0600000	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,12444	3,828	0,1172	26,59
450,00	500,00	50,00	10,5297	7,2495	0,0656050	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,12444	3,954	0,1145	25,98
500,00	594,00	94,00	7,2495	1,7897	0,0580824	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,12444	3,783	0,1182	26,82
594,00	640,13	46,13	1,7897	-0,8087	0,0563278	0,0004	0,00000131	0,400	0,3526	0,12444	3,808	0,1300	36,86
640,13	710,00	69,87	-0,8087	-1,7909	0,0140575	0,0004	0,00000131	0,400	0,3526	0,12444	2,250	0,1947	55,22

**c2) Ljetna sezona (VII, VIII), kišni dotok:  $Q_{c2}=667 \text{ (m}^3/\text{h)}=0,18528 \text{ (m}^3/\text{s)}$ .**

Dozažni bazen radi kontinuirano sa protokom  $0,18528 \text{ (m}^3/\text{s)}$ . U tablici C.9. prikazani su rezultati proračuna jednolikog tečenja u svim cijevima kopnenog dijela podmorskog ispusta za ljetnu sezonu (VII, VIII) i konstantan protok iz dozažnog bazena od 185,28 (l/s).

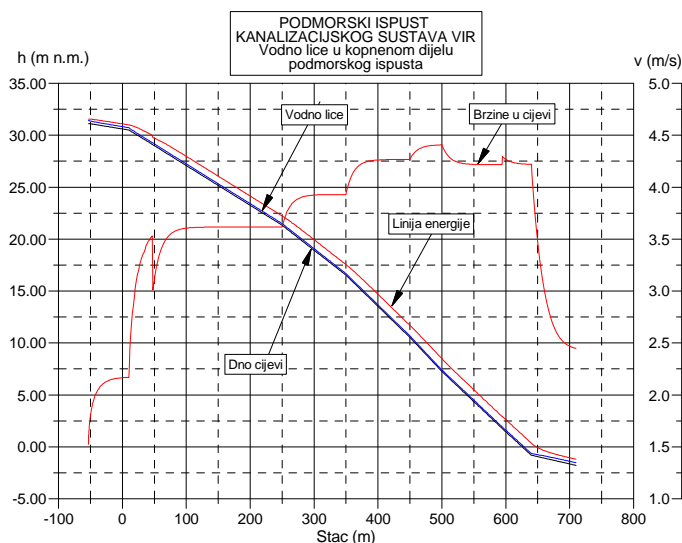
Tablica C.9. Rezultati proračuna jednolikog tečenja u svim cijevima kopnenog dijela podmorskog ispusta za protok od 185,28 (l/s).

c2) $Q=185,28 \text{ (l/s)}$													
STACIONAŽA POČETKA CIJEVI (m)	STACIONAŽA KRAJA CIJEVI (m)	Duljina cijevi (m)	z1 (m n.m.)	z2 (m n.m.)	$l_0$	$\epsilon$ (m)	$\frac{1}{\sqrt{f}}$ ( $\text{m}^2/\text{s}$ )	Dv cijevi (m)	Du cijevi (m)	Q ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	v (m/s)	$y_n$ (m)	ispunjenost profila (%)
-52,87	10,00	62,87	31,1297	30,5010	0,0100000	0,0004	0,00000131	0,560	0,4936	0,18528	2,172	0,2258	45,74
10,00	36,00	26,00	30,5010	29,5345	0,0371746	0,0004	0,00000131	0,560	0,4936	0,18528	3,545	0,1568	31,77
36,00	250,00	214,00	29,5345	21,3297	0,0383400	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,18528	3,615	0,1629	36,98
250,00	350,00	100,00	21,3297	16,5297	0,0480000	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,18528	3,929	0,1533	34,78
350,00	450,00	100,00	16,5297	10,5297	0,0600000	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,18528	4,266	0,1443	32,75
450,00	500,00	50,00	10,5297	7,2495	0,0656050	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,18528	4,409	0,1409	31,98
500,00	594,00	94,00	7,2495	1,7897	0,0580824	0,0004	0,00000131	0,500	0,4406	0,18528	4,215	0,1456	33,04
594,00	640,13	46,13	1,7897	-0,8087	0,0563278	0,0004	0,00000131	0,400	0,3526	0,18528	4,217	0,1624	46,07
640,13	710,00	69,87	-0,8087	-1,7909	0,0140575	0,0004	0,00000131	0,400	0,3526	0,18528	2,429	0,2571	72,92



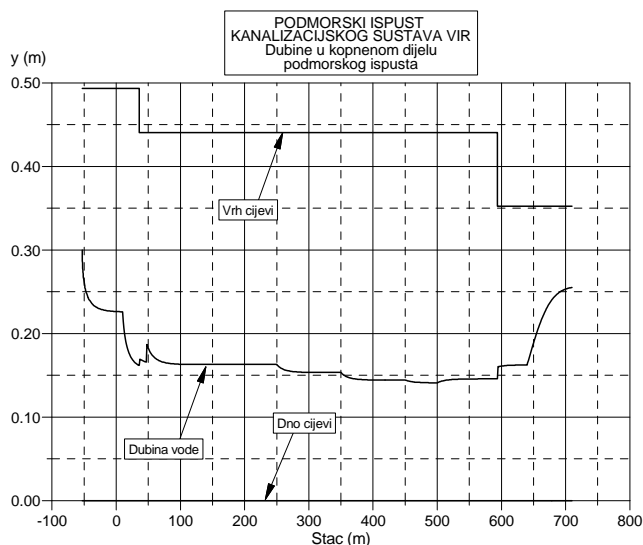
## C.4.2. NEJEDNOLIKO TEČENJE

Osim jednolikog tečenja analizirano je i stacionarno nejednoliko tečenje u kopnenom dijelu podmorskog ispusta, za maksimalni satni kišni dotok u ljetnoj sezoni  $Q=0,18528 \text{ (m}^3/\text{s)}$ . Na slici C.15. prikazano je vodno lice u kopnenom dijelu podmorskog ispusta za protok od 185,28 (l/s).



Slika C.15. Vodno lice u kopnenom dijelu podmorskog ispusta za protok od 185,28 l/s)

Na slici C.16. prikazane su dubine tečenja u kopnenom dijelu podmorskog ispusta za protok od 185,28 (l/s).



Slika C.16. Dubine u kopnenom dijelu podmorskog ispusta za protok od 185,28 l/s)

Iz rezultata proračuna zaključuje se da duž cijevi kopnenog dijela podmorskog ispusta ima dovoljno zračnog prostora iznad površine vodnog lica, što omogućava nesmetan transport zraka duž cijevi sve do dozažnog bazena gdje se evakuira u atmosferu. naravno, evakuacija dijela zraka moguća je i kroz dva odzračna ventila.

Projektant: Dr. sc. Davor Bojanić, dipl.ing.građ.