

GRADEVINA: Projekt vodnogomunalne infrastrukture aglomeracije VIR
za sufinanciranje iz fondova EU
Odvodnja otpadnih voda i vodoopskrba otoka Vira:
PODMORSKI ISPUST

Glavni projekt – građevinski projekt

E. PRORAČUN KONCENTRACIJA MIKROORGANIZAMA U MORU

SADRŽAJ:

E.1. UVOD	E-2
E.2. MEHANIZMI RAZRJEĐENJA	E-6
E.2.1. Karakteristike efluenta	E-6
E.2.2. Razrjeđenje u bliskoj zoni nestratificiranog stupca morske vode bez djelovanja morskih struja	E-7
E.2.3. Razrjeđenje u bliskoj zoni nestratificiranog stupca morske vode uz djelovanje morskih struja	E-7
E.2.4. Razrjeđenje u bliskoj zoni stratificiranog stupca morske vode bez djelovanja morskih struja	E-8
E.2.5. Razrjeđenje u bliskoj zoni stratificiranog stupca morske vode uz djelovanje morskih struja	E-8
E.2.6. Razrjeđenje u dalekoj zoni uz odumiranje mikroorganizama	E-8
E.3. ZAKONSKA REGULATIVA.....	E-10
E.4. ULAZNI PARAMETRI	E-11
E.5. LJETO – STRATIFICIRANI RECIPIJENT.....	E-16
E.5.1. Varijanta 1 – ljetno razdoblje	E-16
E.5.2. Varijanta 2 – ljetno razdoblje	E-20
E.5.3. Varijanta 3 – ljetno razdoblje	E-24
E.6. ZIMA – NESTRATIFICIRANI RECIPIJENT.....	E-29
E.6.1. Varijanta 1 – zimsko razdoblje	E-29
E.6.2. Varijanta 2 – zimsko razdoblje	E-33
E.6.3. Varijanta 3 – zimsko razdoblje	E-37
E.7. ZAKLJUČAK	E-42

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:	Doc.dr. sc. Veljko Srzić, dipl.ing.građ. Toni Kekez, mag.ing.aedif.

Split, studeni 2018.

E.1. UVOD

U sklopu glavnog projekta podmorskog ispusta Vir, uz hidrauličko i statičko dimenzioniranje potrebno je dokazati stanje recipijenta otpadnih voda tretiranih na Uređaju za pročišćavanje otpadnih voda Vir (UPOV). U sklopu UPOV-a predviđena je izgradnja dozažnog bazena iz kojeg se tretirana voda ispušta u nadmorski, a potom i u podmorski dio ispusta, iz kojeg se putem difuzorske sekcije ispušta u Virsko more (recipijent). Dozažni bazen nije sastavni dio ovog projekta, ali je funkcionalno povezan s podmorskim ispustom. Dozažni bazen je sastavni dio projekta uređaja za pročišćavanje.

Dozažni bazen je svijetlih tlocrtnih dimenzija 10.0x5.0 (m). Svijetla visina dozažnog bazena iznosi 3.10 (m). Iz dozažnog bazena pročišćena otpadna 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 PE100, 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 ispust i započinje difuzor. Difuzor je duljine 200 (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 ($D_v=280$ mm, $D_u=246.8$ 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 ($D_v=250$ mm, $D_u=220.4$ 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 ($D_v=225$ mm, $D_u=198.2$ 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 ($D_v=200$ mm, $D_u=176.2$ 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 ($D_v=180$ mm, $D_u=158.6$ mm).

Otvori na difuzoru su projektirani samo na desnoj strani (u odnosu na smjer tečenja vode u cijevi NE-SW), 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 iznosi $y=95.0$ (mm). Difuzor i podmorski ispust je dimenzioniran na maksimalni satni protok od $Q_{\max, \text{satno}}=185,28$ (l/s).

Dimenzije bočnih i čeonog otvora definirane Projektom prikazane su u Tablici E.1. ispod.

Tablica E.1. Dimenzije bočnih i čeonog otvora difuzorske sekcije

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

Brzine u kontrahiranim presjecima na mjestima bočnih otvora kao i na čeonom otvoru definirane su u poglavlju C ovog Glavnog projekta i korištene u ovom poglavlju prema Tablici E.2..

Tablica E.2. 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.)	$Q_{\text{otvora}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	$v_c \text{ otvora (m/s)}$	D otvora (m)	A otvora (m ²)
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

Mjerodavne količine otpadnih voda za hidrauličko i ekološko dimenzioniranje podmorskog ispusta Vir su definirane Tehničkim opisom Idejnog rješenja Uređaja za pročišćavanje otpadnih voda Vir (Hidroprojekt-ing d.o.o.) i Studijom izvodljivosti poboljšanja vodno-komunalne infrastrukture aglomeracije Vir (Hidroprojekt-ing d.o.o, 2017.), za 53000 ES-a, za projekcije porasta broja stalnih stanovnika, vikend posjetitelja i turista za ljetno razdoblje:

Tablica E.3. Projektni protok mjerodavan za dimenzioniranje sustava dozažni bazen-podmorski ispust- difuzor

Godina - period	Q (l/s)
2050. - ljetni period	185,28

Navedena količina predstavlja maksimalni satni dotok na UPOV Vir. S obzirom na usvojenu tehnologiju obrade otpadnih voda, naglašava se kako je navedena vrijednost usvojena kao mjerodavna u smislu maksimalnog opterećenja u sustavu dozažni bazen – podmorski ispust - difuzorska sekcija, te su svi pogonski parametri u nastavku dimenzionirani s obzirom na navedenu vrijednost.

E.2. MEHANIZMI RAZRJEĐENJA

Za potrebu proračuna kvalitete recipijenta u uvjetima ispuštanja otpadnih voda na raspolaganju su mnoge metode; od analitičkih pristupa pa do složenih modela u prostornoj i vremenskoj domeni. U nastavku je dan prikaz uobičajenog pristupa Marine Wastewater Outfalls and Treatment Systems (2010.). Zasebno se analizira bliska zona, a zasebno daleka zona miješanja efluenta s morem. U bliskoj zoni, zbog manje gustoće efluenta u odnosu na gustoću mora, dominantne su sile uzgona i sile inercije. U dalekoj zoni oblak zagađenja se rasprostire uglavnom pod utjecajem morskih struja. Proračun koncentracija koliformnih bakterija potrebno je provesti za kombinaciju ljetnog mjerodavnog protoka i stratificiranog stupca morske vode s izraženom piknoklinom, te za kombinaciju zimskog mjerodavnog protoka bez razvijene piknokline.

Ukupno smanjenje koncentracije bakterija jednako je:

$$S = S_n \cdot S_f ,$$

gdje je :

S_n - razrjeđenje u bliskoj zoni,

S_f - razrjeđenje u dalekoj zoni uz uginuće mikroorganizama.

Najveća koncentracija koliformnih bakterija dobije se kao:

$$c_{\max} = \frac{c_o + c_m}{S} + c_m$$

gdje je:

c_o - početna koncentracija koliformnih bakterija u otpadnoj vodi,

c_m - koncentracija koliformnih bakterija u moru prije ispuštanja otpadnih voda.

E.2.1. Karakteristike efluenta

Oblak otpadne vode ispuštene kroz otvore na difuzoru ovisi o odnosu s/H , gdje je s razmak među bočnim otvorima, a H je dubina na kojoj je postavljen difuzor. Za odnos:

$$\frac{s}{H} < 0.3 \text{ ispuštanje je linijsko,}$$

$$\frac{s}{H} > 1 \text{ ispuštanje je točkasto.}$$

U konkretnom slučaju, riječ je o linijskom ispuštanju.

Veličine koje karakteriziraju linijski oblak efluenta su:

$$q = \frac{Q_T}{L} - \text{tok volumena,}$$

$$m = u_j \cdot q - \text{tok inercijalne sile}$$

$$b = g_o' \cdot q, \text{ tok sile uzgona,}$$

gdje je:

Q_T - mjerodavni protok (m^3/s),

L - dužina difuzora (m),

u_j - izlazna brzina (m/s),

g_o' - modificirano gravitacijsko ubrzanje (m/s^2).

Ako je razlika između gustoće efluenta i gustoće mora mala, one se mogu kombinirati u jedan parametar. Navedena pretpostavka poznata je kao Boussinesq-ova pretpostavka :

$$g_o' = g \frac{\rho_a - \rho_o}{\rho_a} = \frac{\Delta \rho_o}{\rho_a}$$

gdje je:

ρ_a - gustoća mora,

ρ_o - gustoća efluenta koja je prema (MW) za 2.5% manja od gustoće mora.

E.2.2. Razrjeđenje u bliskoj zoni nestratificiranog stupca morske vode bez djelovanja morskih struja

Razrjeđenje se definira prema:

$$\frac{S_n q}{b^{1/3} H} = 0.49$$

Debljina zahvaćenog površinskog sloja jednaka je:

$$h_n = 0.36 \cdot H$$

dok je dužina zahvaćenog sloja:

$$x_n = 0.9 \cdot H$$

E.2.3. Razrjeđenje u bliskoj zoni nestratificiranog stupca morske vode uz djelovanje morskih struja

Dinamičko djelovanje morskih struja izražava se Froude-ovim brojem:

$$F = \frac{u^3}{b},$$

gdje je u brzina strujanja.

Za $F \leq 1$, dominiraju sile inercije, a za $F \geq 1$, dominiraju sile uzgona.

Prisutnost morskih struja implicira uvođenje nove varijable Θ koja predstavlja kut nailaska morske struje u odnosu na os difuzora.

Razrjeđenje se računa iz izraza:

$$\frac{S_n q}{u H} = f(F, \Theta)$$

E.2.4. Razrjeđenje u bliskoj zoni stratificiranog stupca morske vode bez djelovanja morskih struja

Razrjeđenje se određuje iz izraza:

$$\frac{S_n q N}{b^{2/3}} = 0.86.$$

N predstavlja učestalost uzgona i definira se kao:

$$N = \sqrt{-\frac{g}{\rho} \frac{\Delta \rho_a}{H}},$$

gdje je:

$\Delta \rho_a$ - razlika gustoća mora po dubini,

ρ - gustoća vode na dubini difuzora.

Uvode se nove veličine koje se odnose na ponašanje toka efluenta:

$l_m = \frac{m}{b^{2/3}}$ - dužina zahvaćenog područja pod utjecajem inercijalnih sila

$l_b = \frac{b^{1/3}}{N}$ - dužina zahvaćenog područja pod utjecajem sila uzgona.

Utjecaj inercijalnih sila može se zanemariti ako vrijedi $l_m / l_b < 0.2$.

Karakteristike oblaka efluenta računaju se iz:

$$\frac{x_n}{l_b} = 2.3 \quad \frac{h_n}{l_b} = 1.5 \quad \frac{z_n}{l_b} = 1.7 \quad \frac{z_m}{l_b} = 2.5$$

E.2.5. Razrjeđenje u bliskoj zoni stratificiranog stupca morske vode uz djelovanje morskih struja

Razrjeđenje se određuje iz izraza:

$$\frac{S_n q N}{b^{2/3}} = f(F, \Theta)$$

E.2.6. Razrjeđenje u dalekoj zoni uz odumiranje mikroorganizama

Razrjeđenje rasprostiranjem u dalekoj zoni određuje se prema Brooksovom modelu za dominantno strujanje u moru.

Koeficijent rasprostiranja dobije se iz:

$$\varepsilon = \alpha \cdot L^{4/3},$$

gdje je:

α – konstanta difuzije = 0.000464 (m^{2/3}/s),

L - dužina difuzora (m).

Koeficijent uginuća mikroorganizama računa se za vrijeme u kojem uquine 90 % mikroorganizama prema:

$$k = \frac{1}{T_{90} \log_{10} e}$$

Najveća koncentracija koliformnih bakterija u smjeru 'x' jednaka je:

$$c_m(x) = c_o e^{-kx/u} \operatorname{erf} \sqrt{\frac{3/2}{\left(1 + \frac{2}{3}\beta \frac{x}{L}\right)^3 - 1}},$$

gdje je:

c_o - početna koncentracija koliformnih bakterija u otpadnoj vodi,

u - brzina površinske morske struje (m/s),

x - udaljenost proračunskog presjeka od difuzora (m),

erf - funkcija pogreške,

$$\beta = \frac{12\varepsilon}{uL}.$$

Razrjeđenje rasprostiranjem uz uginuće mikroorganizama dobije se iz odnosa:

$$S_f = c_o / c_m$$

E.3. ZAKONSKA REGULATIVA

Otpadna voda, koja se ispušta putem podmorskog ispusta, prethodno je pročišćena na UPOV-u. Kod ispuštanja pročišćene vode u more nastoji se iskoristiti moć samopročišćavanja mora kako bi se smanjila koncentracija otpadnih tvari u moru i zadovoljile potrebne kakvoće mora u skladu s propisima. Glavni indikatori za dimenzioniranje ispusta su bakteriološki pokazatelji, prvenstveno koliformne bakterije. S obzirom na veliku koncentraciju bakterija u pročišćenim otpadnim vodama, ostali pokazatelji se zadovoljavaju sa znatno manjim veličinama razrjeđenja.

Položaj i karakteristike difuzora moraju zadovoljiti sljedeće kriterije:

- na granici obalnog mora udaljenoj 300 (m) od obale zahtjeve za kakvoćom mora prema Pravilniku o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 80/2013, 43/2014, 27/2015, 3/2016).

Prema Pravilniku o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 80/2013, 43/2014, 27/2015, 3/2016), nakon odgovarajućeg stupnja pročišćavanja, na granici obalnog mora udaljenoj 300 (m) od obale, moraju se ispuniti zahtjevi iz Tablice E.4. za mikrobiološke pokazatelje kako slijedi:

Tablica E.4. Granične vrijednosti mikrobioloških pokazatelja u dodatno pročišćenim komunalnim otpadnim vodama koje se ispuštaju u površinske vode, a koje se koriste za kupanje i rekreaciju

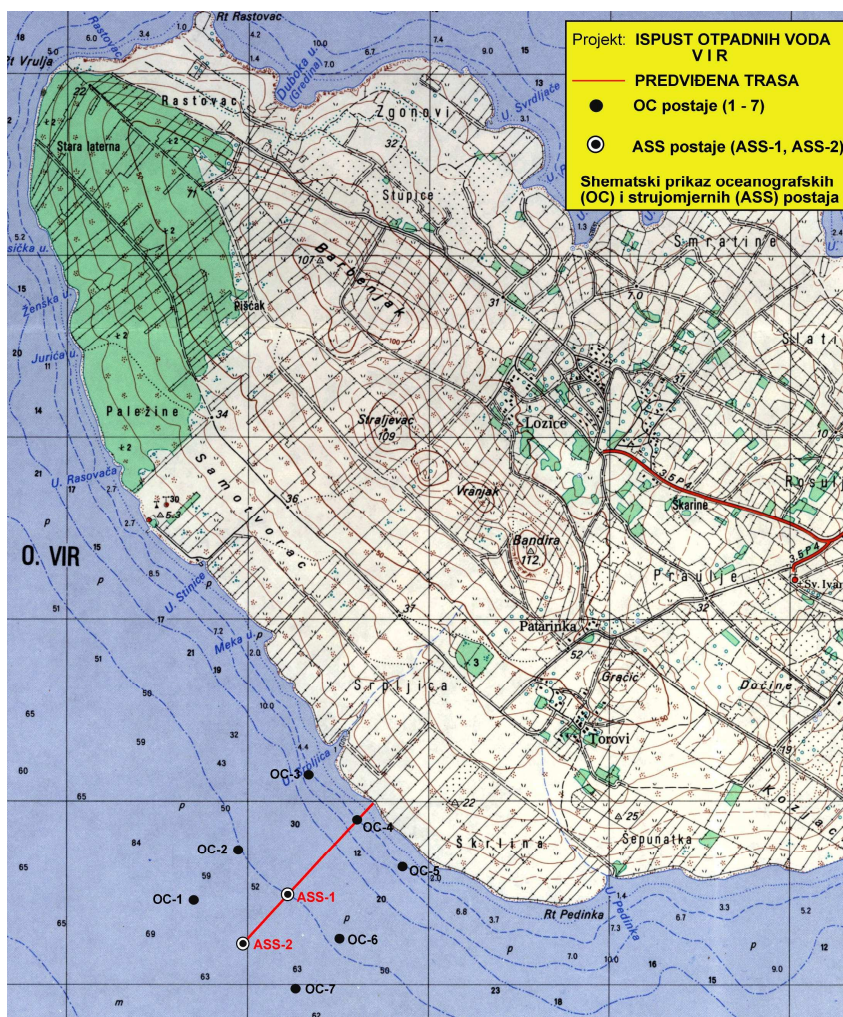
Pokazatelji	Mjerna jedinica	Kopnene površinske vode	Priobalne vode
Crijevni enterokoki	broj u 100 ml	400	200
Koliformne bakterije	broj u 100 ml	1000	500

E.4. ULAZNI PARAMETRI

Procjena kvalitete recipijenta u zoni utjecaja podmorskog ispusta Vir izvršena je numeričkim modelom UM3 (USEPA, 2003). Riječ je o 3D modelu koji simulira prethodno navedene mehanizme razrjeđenja u recipijentu Lagrange-ovim pristupom. U nastavku je dan pregled ulaznih parametara za ljetno razdoblje i uvjete stabilnog vodnog stupca recipijenta, prema podmorskim istraživačkim radovima (HHI, 2004.) i izmjerenim termohalinskim svojstvima. Podaci za zimsko razdoblje nisu dostupni, te su procijenjeni iskustvom projektanta.

Oceanografska mjerenja obavljena za određivanje najpovoljnije lokacije ispusta otpadnih voda otoka Vir obuhvatila su: mjerenja morskih struja na dvije postaje, mjerenja vertikalnih profila temperature, slanosti i gustoće mora na 9 postaja, te uzorkovanje morske vode na 3 postaje za određivanje koncentracije hranjivih soli, pH i stupnja zasićenosti kisikom.

Određivanje najpovoljnije lokacije ispusta otpadnih voda – otok Vir obavljena su na osnovi mjerenja morskih struja na postajama ASS-1 i ASS-2 (Slika E.1.) u razdoblju od 14. srpnja do 17. kolovoza 2004. godine. Na postaji ASS-1, udaljenoj 800 m od obale u smjeru 225° (od ishodišne točke na obali), strujomjeri su bili postavljeni na dubinama 3 i 48 m, a na postaji ASS-2, udaljenoj 1200 m od obale u smjeru 225° (od ishodišne točke na obali), na dubinama 3 i 53 m.



Slika E.1. Lokacije oceanografskih (OC) i strujomjernih (ASS) postaja.

Tablica E.5. Koordinate postaja na kojima su se mjerile morske struje (ASS-1 i ASS-2) i termohalinska svojstva (OC-1 do OC-7, ASS-1 i ASS-2).

KOORDINATE POSTAJA VIR				
POSTAJA	φ	λ	dubina (m)	Napomena
ASS - 1	44°17.0'	15°02.5'	51	uzorci morske vode
ASS - 2	44°16.8'	15°02.3'	56	uzorci morske vode
OC-1	44°17.1'	15°02.4'	58	
OC-2	44°17.3'	15°02.6'	43	
OC-3	44°17.4'	15°03.0'	12	
OC-4	44°17.2'	15°03.1'	6	uzorci morske vode
OC-5	44°17.1'	15°03.3'	10	
OC-6	44°16.8'	15°03.2'	51	

Od dviju raspoloživih mjernih postaja sa kojih su raspoloživi podaci o mjerenju morskih struja, kao mjerodavna usvojena je mjerna postaja oznake ASS-2 jer se nalazi u zoni difuzora, odnosno 147 (m) nakon početka difuzora i 53 (m) prije kraja difuzora. S obzirom kako se radi o uređaju za pročišćavanje otpadnih voda drugog stupnja, predviđena je 90 postotna učinkovitost u redukciji koncentracije koliformnih bakterija (Margeta, 2009.). Početna vrijednost koncentracije koliformnih bakterija u sirovoj fekalnoj vodi prije tretiranja na UPOV-u usvojena je u iznosu 10^7 [CB/100 ml] (Margeta, 2009.).

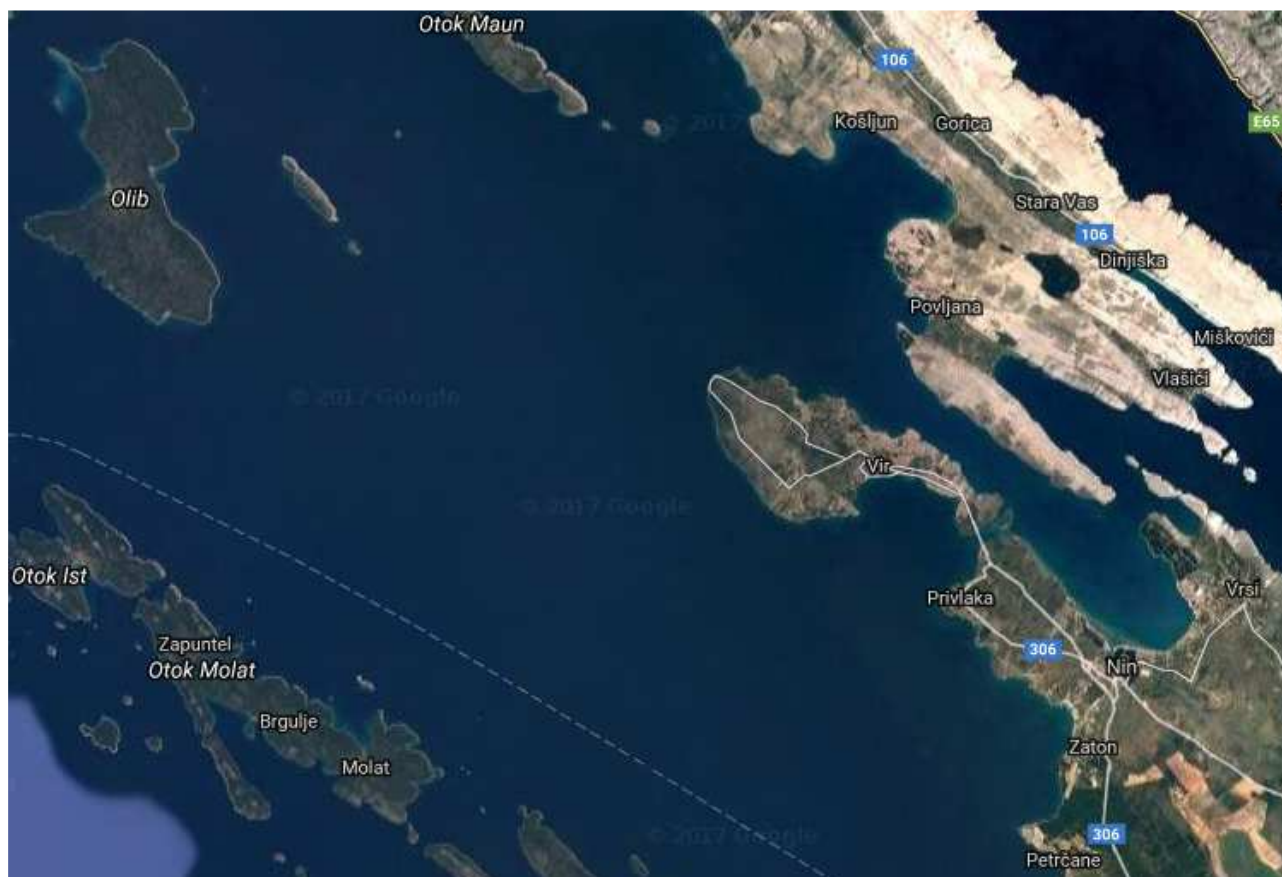
Osnovni statistički parametri morskih struja izmjerenih na postaji ASS-2 u vremenskom razdoblju od 14. srpnja do 17. kolovoza 2003. godine mogu se sumirati prema sljedećem:

- maksimalne izmjerene brzine struja su 30 (cm/s) u površinskom sloju (dubina 3 (m)) i 28 (cm/s) u pridnom sloju (dubina 53 (m)), a srednje vrijednosti brzine su 8.3 (cm/s) (dubina 3 (m)) i 8.5 (cm/s) (dubina 53 (m)).
- rezultatno strujanje je u smjeru NW u površinskom i pridnom sloju, sa relativno malim faktorom stabilnosti u površinskom sloju (15.30%), te 3 puta većim faktorom stabilnosti u pridnom sloju (48.30%). Standardna devijacija brzine struja i u površinskom i u pridnom sloju je manja od srednje vrijednosti, što ukazuje na manju promjenljivost brzine struje.
- u površinskom sloju postaje ASS-2 prevladavaju NW (43 %) i SE (30 %) struje, dok u pridnom sloju prevladavaju NW (42 %) i SE (14 %) struje.
- analizom ruža struja zaključuje se da je u površinskom sloju oko 11% strujanja usmjereno prema obali, a u pridnom oko 25%.

Prema svojstvima morskih struja mjerenih na navedenoj lokaciji tijekom srpnja i kolovoza usvaja se maksimalna brzina strujanja u vodnom stupcu 0,30 (m/s). Dominantan smjer strujanja u pridnom i površinskom sloju je NW. U ovisnosti o smjeru strujanja definirane su udaljenosti do zone 300 metara od obale (slika E.2.) za sljedeće smjerove strujanja:

- NW – 21620 (m),
- SE – 11880 (m),
- NE (prema obali) – 740 (m).

U slučaju gibanja oblaka efluenta prema obali, tj. u smjeru NE, bitno je istaći da u površinskom sloju prevladavaju NW (44 %) i W (11 %) strujanja, a u pridnom sloju NW (45 %) i N (23 %) strujanja. Iz ruže struja i pozicije strujomjerne postaje ASS-1 (mjerodavna za oblak koji se širi u smjeru NE), može se zaključiti da je u površinskom sloju oko 20%, a u pridnom sloju oko 46% strujanja usmjereno prema obali.

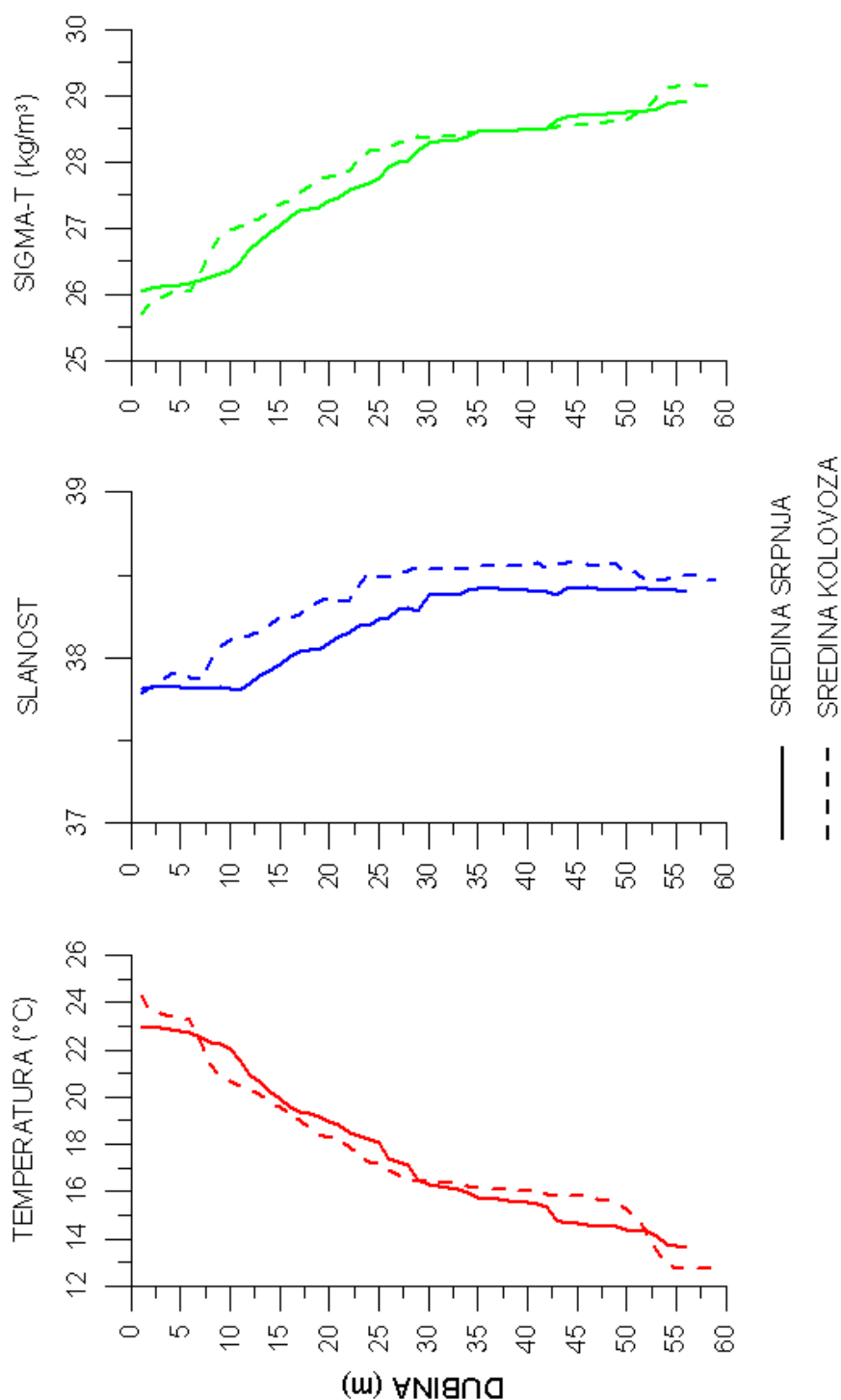


Slika E.2. Područje akvatorija recipijenta otpadne vode tretirane na UPOV-u Vir

Kako je vidljivo, u smjeru NW i SE, a priori nema opasnosti od prekoračenje propisanih vrijednosti koncentracije koliformnih bakterija zbog izrazito velikih udaljenosti od mjesta ispuštanja. U ovisnosti o brzini morskih struja u površinskom sloju, oblak efluenta od trenutka ispuštanja u recipijent pa do dolaska u zonu 300 (m) od obale, vremenski će dugo biti izložen utjecaju sunčevog zračenja što će drastično smanjiti početne koncentracije. Ovaj slučaj obrađen je modelom, a rezultati su prikazani u idućem podpoglavlju. Najmanja udaljenost od mjesta ispuštanja do zone 300 (m) od obale je u smjeru NE. Uzevši u obzir dužinu podmorskog ispusta od stacionaže 0+710,00 do 1+765,00 ($L=1055$ (m)) moguće je, analizom modelski dobivenih vrijednosti, doći do minimalne potrebne udaljenosti od zone 300 (m) od obale do mjesta ispuštanja.

Kao najkritičniji slučaj, bez obzira na učestalost pojave definiranu provedenim mjerenjima, usvaja se onaj kada je strujanje usmjereno prema NE, tj. prema obalnoj crti. U provedenim analizama obuhvaćeni su slučajevi strujanja prema obalnoj crti za karakteristične vrijednosti skalara brzine, prema Tablici E.5..

Termohalinska svojstva u modelu, usvajaju se prema Izvještaju o podmorskim istraživačkim radovima (HHI, 2004.). Kako pregledom navedenog Izvještaja nisu utvrđene značajne razlike u termohalinskim svojstvima unutar zone bliske trasi podmorskog ispusta i difuzorske sekcije, kao mjerodavne usvojene su srednje vrijednosti istih.



Slika E.3. Vertikalna stratifikacija temperature, slanosti i gustoće na mjernoj postaji OC-7 u srpnju i kolovozu 2004. godine

E.5. LJETO – STRATIFICIRANI RECIPIJENT

E.5.1. Varijanta 1 – ljetno razdoblje

U ovoj varijanti, usvaja se brzina strujanja od 0,3 (m/s), u smjeru paralelno s osi difuzorske sekcije, prema NE, kako za blisku tako i za daleku zonu. Također, polje strujanja usvaja se kao homogeno na području obuhvata. Proračun je proveden za ljetno razdoblje i stratificirani medij, za maksimalni protok iz dozažnog bazena $Q=185,28$ (l/s). Detaljan prikaz ulaznih parametara prikazan je u nastavku:

Tablica E.6. Pregled ulaznih parametara – recipijent za Varijantu 1

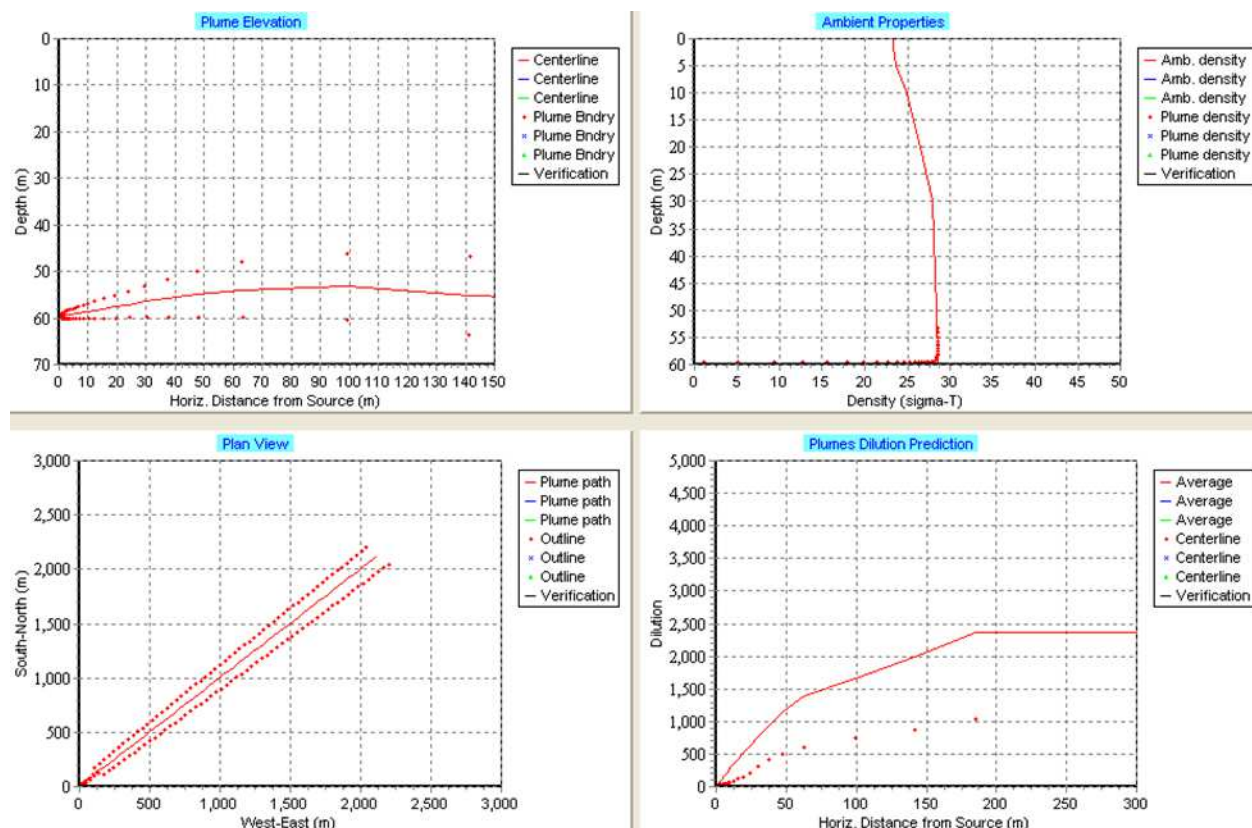
Depth m	Amb-cur m/s	Amb-dir deg	Amb-den psu	Amb-den C	Amb-tem kg/kg	Amb-pol s-1	Amb-pol m/s	Decay deg	Far-spdx m0.67/s2	Far-dir	Disprsn
0.0	0.3	45.0	34.29	24.0	0.0	0.00032	0.3	45.0	0.000464		
1.5	0.3	45.0	34.29	24.0	0.0	0.00032	0.3	45.0	0.000464		
5.0	0.3	45.0	34.55	23.8	0.0	0.00032	0.3	45.0	0.000464		
10.0	0.3	45.0	35.2	21.0	0.0	0.00032	0.3	45.0	0.000464		
20.0	0.3	45.0	36.49	18.5	0.0	0.00032	0.3	45.0	0.000464		
30.0	0.3	45.0	37.52	16.2	0.0	0.00032	0.3	45.0	0.000464		
50.0	0.3	45.0	37.91	15.0	0.0	0.00032	0.3	45.0	0.000464		
60.0	0.3	45.0	37.91	14.5	0.0	0.00032	0.3	45.0	0.000464		

Tablica E.7. Pregled ulaznih parametara – difuzorska sekcija za Varijantu 1

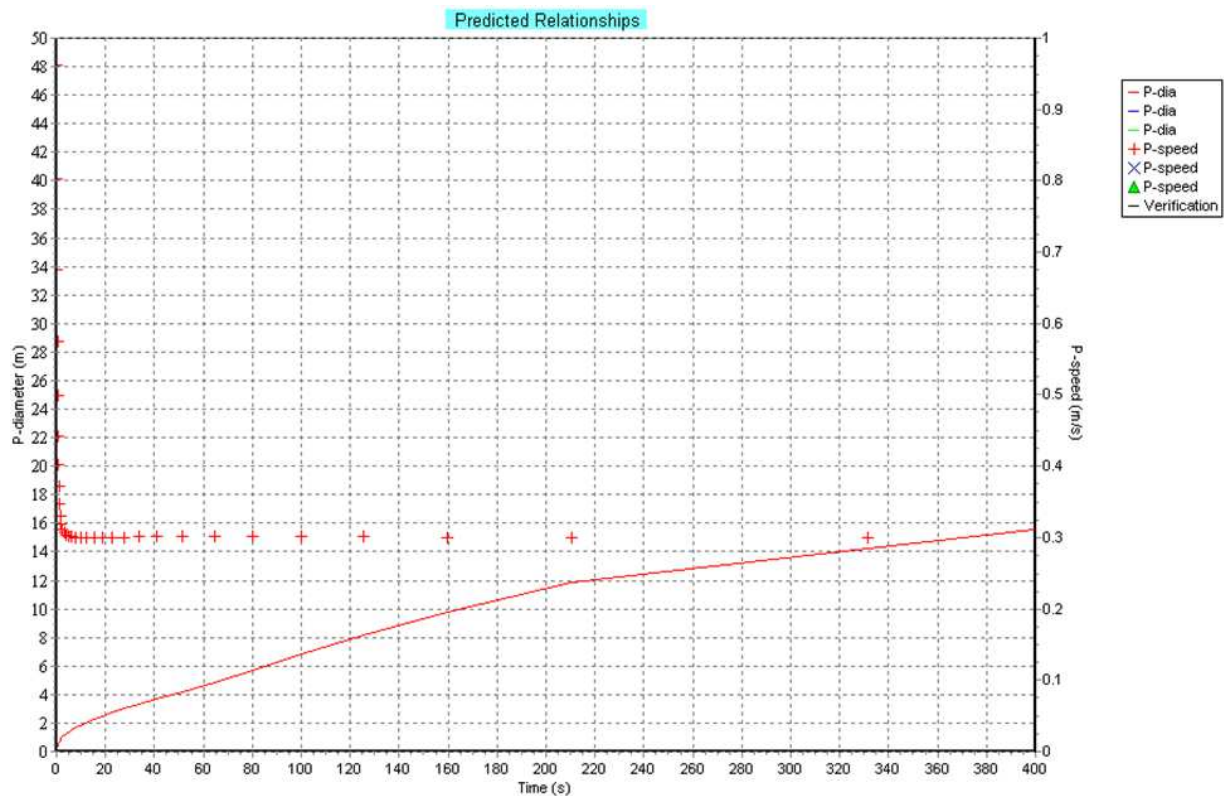
P-dia (m)	P-elev (m)	V-angle (deg)	H-angle (deg)	Ports (°)	Spacing (m)	AcuteMZ (m)	ChrcMZ (m)	P-depth (m3/s)	Ttl-flo (kg/m3)	Eff-den (C)(col/dl)	Temp (C)	Polutnt
0.062	0.4	0.0	135.0	20.0	10.5	500.0	3000.0	59.55	0.186	1000.0	20.0	1.00E+6

Froude number: 23.36

Froude-ov broj iznosi 23.36. Zbog velike brzine strujanja u pridnom sloju, početno razrjeđenje je veliko što značajno pospješuje smanjenje koncentracije efluenta. Prema slikama E.3. do E.7. uočava se zadržavanje oblaka efluenta ispod piknoklina na dubini od cca. 50 (m). S obzirom na činjenicu kako je smjer morskih struja okomit na mlaz na bočnim otvorima, ali i iznos brzine strujanja od 0.3 (m/s), oblak efluenta nakon upuštanja u recipijent transverzalno se ne širi značajno. Već nakon 2 (m), efluent je izmiješan do mjere da gustoća poprima gustoću recipijenta.



Slika E.4. Karakteristike oblaka efluenta



Slika E.5. Promjer oblaka i brzina unutar oblaka

U bliskoj zoni, na dubini 55,1 (m) bilježi se promjer oblaka iznosa 16,97 (m). Brzina oblaka u trenutku upuštanja u recipijent, jednaka je srednjoj brzini na bočnim i čeonom otvoru, dok s porastom udaljenosti od bočnog otvora opada utjecaj inercijalnih sila mlaza što je vidljivo kroz smanjenje brzine oblaka i konvergenciju ka vrijednosti brzine morskih struja (0,30 m/s).

Tablica E.8. Pregled parametara bliske zone za Varijantu 1

Step	Depth (m)	Amb-cur (m/s)	P-dia (m)	Polutnt (col/dl)	Dilutn ()	x-posn (m)	y-posn (m)
0	59.55	0.3	0.062	1.000E+6	1.0	0.0	0.0;
10	59.55	0.3	0.0746	820346.0	1.213	-0.017	0.0174;
20	59.55	0.3	0.0908	672966.7	1.472	-0.0363	0.0381;
30	59.55	0.3	0.11	552064.0	1.789	-0.0576	0.0624;
40	59.55	0.3	0.134	452881.3	2.174	-0.0808	0.0908;
50	59.55	0.3	0.163	371516.5	2.644	-0.106	0.124;
60	59.55	0.3	0.197	304768.7	3.217	-0.131	0.162;
70	59.55	0.3	0.238	250011.9	3.916	-0.156	0.205;
80	59.55	0.3	0.287	205091.9	4.767	-0.18	0.253;
90	59.55	0.3	0.343	168241.8	5.805	-0.202	0.307;
100	59.54	0.3	0.407	138203.6	7.061	-0.219	0.366;
110	59.54	0.3	0.474	114764.0	8.497	-0.23	0.427;
120	59.54	0.3	0.545	95934.5	10.16	-0.236	0.491;
130	59.53	0.3	0.62	80221.9	12.14	-0.235	0.563;
140	59.53	0.3	0.703	66684.4	14.6	-0.226	0.646;
150	59.52	0.3	0.795	54815.6	17.75	-0.204	0.748;
158	59.51	0.3	0.874	46780.0	20.8	-0.176	0.844;
160	59.51	0.3	0.895	44962.2	21.64	-0.167	0.871;
170	59.5	0.3	1.0	36878.7	26.37	-0.108	1.018;
180	59.48	0.3	1.113	30247.1	32.14	-0.0218	1.197;
190	59.46	0.3	1.236	24806.6	39.17	0.1	1.417;
200	59.43	0.3	1.368	20343.3	47.74	0.266	1.684;
210	59.4	0.3	1.513	16681.5	58.19	0.488	2.01;
220	59.35	0.3	1.672	13677.6	70.93	0.775	2.403;
230	59.29	0.3	1.847	11213.2	86.46	1.14	2.875;
240	59.21	0.3	2.039	9191.6	105.4	1.596	3.438;
250	59.12	0.3	2.251	7533.3	128.5	2.158	4.105;
260	59.01	0.3	2.484	6173.0	156.6	2.842	4.892;
270	58.88	0.3	2.742	5057.3	190.9	3.666	5.816;
280	58.72	0.3	3.027	4142.3	232.7	4.651	6.899;
290	58.54	0.3	3.341	3391.8	283.6	5.824	8.166;
298	58.38	0.3	3.617	2890.0	332.3	6.918	9.332;
300	58.32	0.3	3.694	2776.1	345.7	7.284	9.721;
310	57.98	0.3	4.19	2269.5	421.4	9.512	12.07;
320	57.58	0.3	4.856	1854.1	513.7	12.19	14.87;
330	57.09	0.3	5.712	1513.3	626.2	15.49	18.28;
340	56.49	0.3	6.793	1233.6	763.3	19.61	22.52;
350	55.77	0.3	8.143	1003.8	930.5	24.93	27.96;
360	54.91	0.3	9.817	814.6	1134.2	32.09	35.26;
370	53.91	0.3	11.89	657.3	1382.6	42.87	46.22;
379	53.22	0.3	14.1	536.3	1639.4	64.67	68.3;
380	53.29	0.3	14.27	528.4	1654.7	68.36	72.04;
390	55.1	0.3	16.97	419.9	1990.3	97.97	102.0;
399	56.15	0.3	20.14	338.5	2355.1	129.1	133.3;

Tablica E.9. Pregled parametara daleke zone za Varijantu 1

Const Eddy Diffusivity. Farfield dispersion based on wastefield width of 88.38 m							
conc (col/dl)	dilutn	width (m)	distnce (m)	time (hrs)	(kg/kg)	(T90hr)	(m/s)(m0.67/s2)
332.587	2360.6	89.56	200.0	0.0134	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
315.804	2356.9	93.55	250.0	0.0597	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
299.488	2356.3	97.38	300.0	0.106	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
283.567	2359.5	101.1	350.0	0.152	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
267.679	2370.1	104.6	400.0	0.199	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
251.908	2388.3	108.0	450.0	0.245	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
236.457	2413.0	111.4	500.0	0.291	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
221.508	2442.9	114.6	550.0	0.337	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
207.186	2477.2	117.8	600.0	0.384	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
193.635	2513.9	120.8	650.0	0.43	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
180.842	2553.1	123.8	700.0	0.476	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
168.85	2593.5	126.7	750.0	0.523	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
157.621	2635.1	129.6	800.0	0.569	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
147.146	2677.2	132.4	850.0	0.615	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
137.369	2720.0	135.1	900.0	0.662	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
128.27	2762.7	137.8	950.0	0.708	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
119.797	2805.6	140.4	1000.0	0.754	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
111.905	2848.6	143.0	1050.0	0.8	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
104.562	2891.4	145.5	1100.0	0.847	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
97.7319	2933.9	148.0	1150.0	0.893	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
91.3708	2976.2	150.4	1200.0	0.939	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
85.4457	3018.3	152.9	1250.0	0.986	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
79.9271	3060.1	155.2	1300.0	1.032	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
74.7914	3101.4	157.6	1350.0	1.078	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
70.0036	3142.4	159.9	1400.0	1.124	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
65.539	3183.1	162.1	1450.0	1.171	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
61.3743	3223.5	164.4	1500.0	1.217	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
57.4884	3263.6	166.6	1550.0	1.263	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
53.8614	3303.3	168.8	1600.0	1.31	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
50.4783	3342.6	170.9	1650.0	1.356	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
47.3193	3381.4	173.0	1700.0	1.402	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
44.3677	3419.9	175.1	1750.0	1.449	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
41.609	3458.1	177.2	1800.0	1.495	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
39.0299	3496.0	179.3	1850.0	1.541	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
36.618	3533.6	181.3	1900.0	1.587	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
34.3618	3570.8	183.3	1950.0	1.634	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
32.2506	3607.8	185.3	2000.0	1.68	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
30.2747	3644.4	187.2	2050.0	1.726	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
28.4231	3681.0	189.2	2100.0	1.773	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
26.6926	3716.9	191.1	2150.0	1.819	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
25.0716	3752.4	193.0	2200.0	1.865	0.0	2.0	0.3 4.64E-4
23.5528	3787.7	194.9	2250.0	1.912	0.0	2.0	0.3 4.64E-4

Prema rezultatima i provedenim analizama zaključuje se kako u ovoj varijanti parametri podmorskog ispusta Vir i pripadajuće difuzorske sekcije **u potpunosti zadovoljavaju** kriterij:

- na granici obalnog mora na udaljenoj 300 (m) od obale zahtjeve za kakvoćom mora prema Pravilniku o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 80/2013, 43/2014, 27/2015, 3/2016).

Na udaljenosti 300 m od obalne crte koncentracija fekalnih koliformnih bakterija iznosi 168,85 [CB/100 ml] što je vrijednost manja od propisane (500).

E.5.2. Varijanta 2 – ljetno razdoblje

U ovoj varijanti, usvaja se brzina strujanja 0,01 (m/s), u smjeru NE (paralelno s osi difuzorske sekcije), kako za blisku tako i za daleku zonu. Također, polje strujanja usvaja se kao homogeno na području obuhvata. Proračun je proveden za ljetno razdoblje i stratificirani medij.

Tablica E.10. Pregled ulaznih parametara – recipijent za Varijantu 2

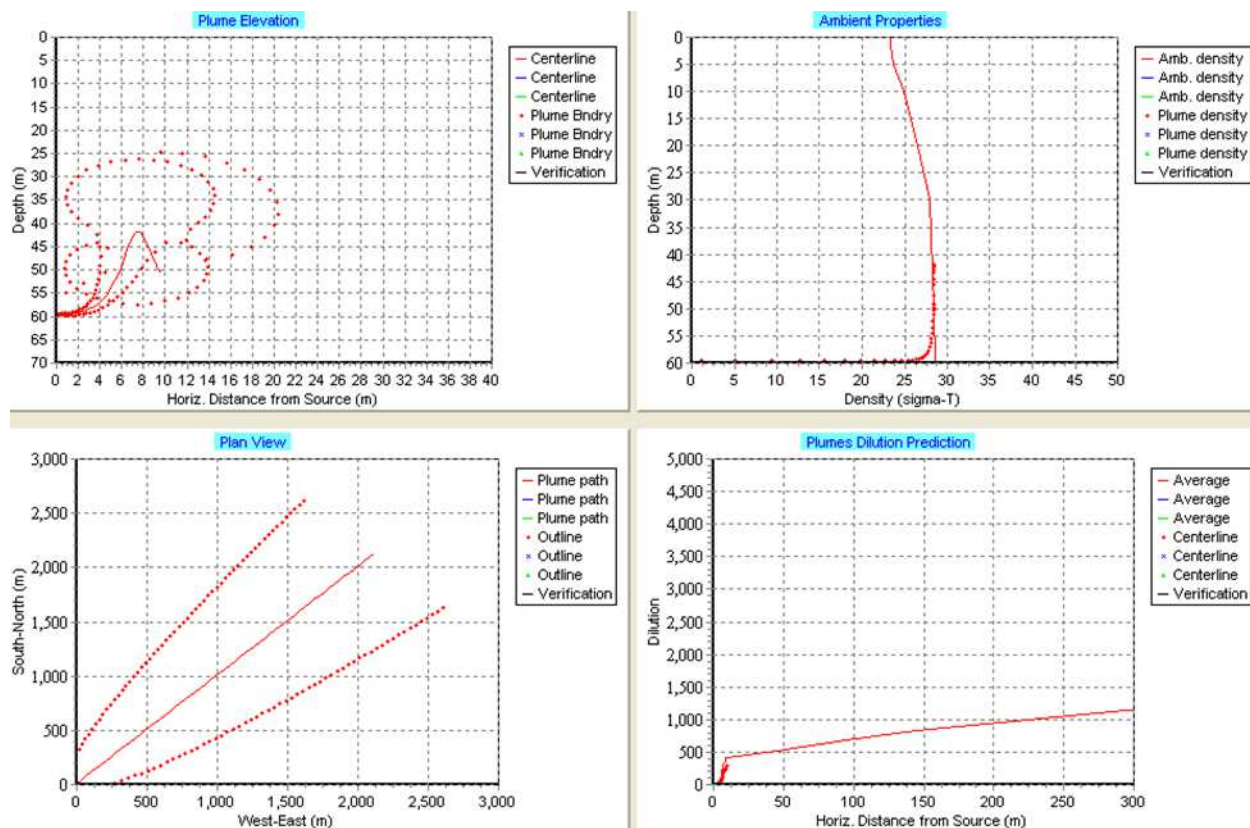
Depth m	Amb-cur m/s	Amb-dir deg	Amb-den psu	Amb-den C	Amb-tem kg/kg	Amb-pol s-1	Amb-pol m/s	Decay deg	Far-spđ m0.67/s2	Far-dir	Disprsn
0.0	0.01	45.0	34.66	24.0	0.0	0.00032	0.01	45.0	0.000464		
1.5	0.01	45.0	34.66	24.0	0.0	0.00032	0.01	45.0	0.000464		
5.0	0.01	45.0	34.92	23.8	0.0	0.00032	0.01	45.0	0.000464		
10.0	0.01	45.0	35.57	21.0	0.0	0.00032	0.01	45.0	0.000464		
20.0	0.01	45.0	36.87	18.5	0.0	0.00032	0.01	45.0	0.000464		
30.0	0.01	45.0	37.9	16.2	0.0	0.00032	0.01	45.0	0.000464		
50.0	0.01	45.0	38.29	15.0	0.0	0.00032	0.01	45.0	0.000464		
60.0	0.01	45.0	38.29	14.5	0.0	0.00032	0.01	45.0	0.000464		

Tablica E.11. Pregled ulaznih parametara – difuzorska sekcija za Varijantu 2

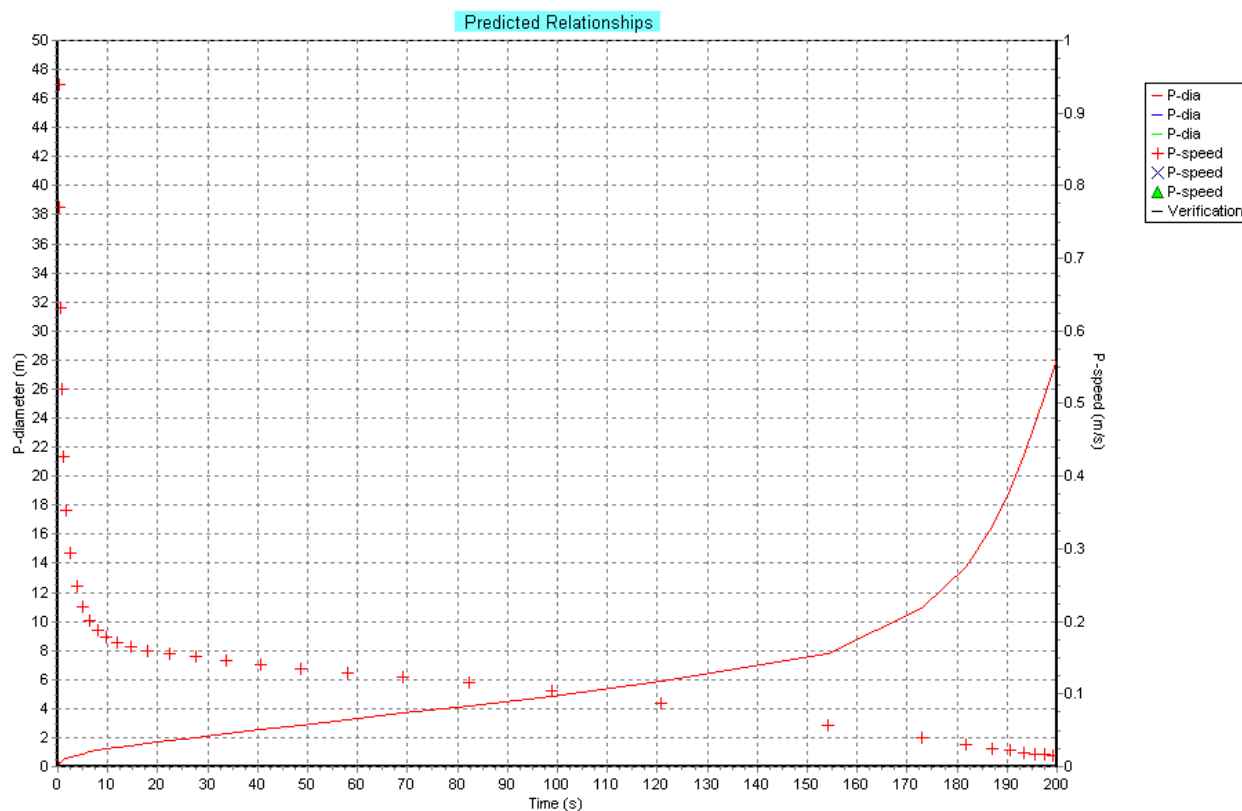
P-dia (m)	P-elev (m)	V-angle (deg)	H-angle (deg)	Ports (°)	Spacing (m)	AcuteMZ (m)	ChrcMZ (m)	P-depth (m3/s)	Ttl-flo (kg/m3)	Eff-den (C)(col/dl)	Temp (C)	Polutnt
0.062	0.4	0.0	135.0	20.0	10.5	500.0	3000.0	59.55	0.186	1000.0	20.0	1.00E+6

Froude number: 23.36

Froude-ov broj iznosi 23,36. Na kraju bliske zone bilježi se razrjeđenje u iznosu 451,98 što je manje u odnosu na prethodni slučaj kada je početno razrjeđenje potpomognuto većom brzinom strujanja recipijenta. Prema slikama od E.6. i E.7. uočava se zadržavanje oblaka efluenta ispod piknoklina na dubini od cca. 25 (m). Već nakon 5 (m), efluent je izmiješan do mjere da gustoća poprima gustoću recipijenta. Dominantan smjer širenja oblaka je prema NE tj. prema obali. U odnosu na prethodnu varijantu, ovdje se bilježi kumulativno veće razrjeđenje. Zbog male brzine strujanja recipijenta, početno razrjeđenje je manje, ali se u dalekoj zoni povećava izloženost bakterija sunčevom djelovanju, čime dolazi do značajnog razrjeđenja u dalekoj zoni.



Slika E.6. Karakteristike oblaka efluenta



Slika E.7. Promjer oblaka i brzina unutar mlaza oblaka

Brzina oblaka u trenutku upuštanja u recipijent, jednaka je brzini na bočnom otvoru, dok s porastom udaljenosti od bočnog otvora opada utjecaj inercijalnih sila mlaza, što je vidljivo kroz smanjenje brzine oblaka i konvergenciju vrijednosti morskih struja.

Tablica E.10. Pregled parametara bliske zone za Varijantu 2

Step	Depth (m)	Amb-cur (m/s)	P-dia (m)	Polutnt (col/dl)	Dilutn ()	x-posn (m)	y-posn (m)
0	59.55	0.01	0.062	1.000E+6	1.0	0.0	0.0;
10	59.55	0.01	0.0746	820345.2	1.213	-0.0228	0.0229;
20	59.55	0.01	0.0908	672965.0	1.472	-0.0507	0.0508;
30	59.55	0.01	0.11	552061.1	1.789	-0.0846	0.0848;
40	59.55	0.01	0.135	452876.8	2.174	-0.126	0.126;
50	59.55	0.01	0.164	371510.0	2.644	-0.176	0.177;
60	59.55	0.01	0.199	304759.4	3.217	-0.236	0.238;
70	59.54	0.01	0.243	249998.9	3.916	-0.309	0.312;
80	59.54	0.01	0.296	205074.1	4.767	-0.398	0.403;
90	59.53	0.01	0.36	168217.7	5.805	-0.504	0.512;
100	59.51	0.01	0.438	137979.6	7.071	-0.631	0.644;
110	59.48	0.01	0.532	113170.5	8.613	-0.782	0.802;
120	59.43	0.01	0.644	92814.6	10.49	-0.959	0.99;
130	59.35	0.01	0.772	76457.7	12.73	-1.159	1.205;
140	59.24	0.01	0.892	64990.1	14.96	-1.345	1.407;
150	59.1	0.01	1.003	56367.5	17.24	-1.519	1.6;
160	58.94	0.01	1.111	49318.7	19.69	-1.687	1.789;
170	58.73	0.01	1.22	43195.6	22.46	-1.855	1.981;
180	58.47	0.01	1.335	37621.4	25.77	-2.028	2.183;
190	58.13	0.01	1.464	32355.4	29.94	-2.21	2.402;
200	57.68	0.01	1.619	27234.8	35.52	-2.407	2.645;
210	57.06	0.01	1.812	22358.8	43.2	-2.615	2.915;
220	56.34	0.01	2.029	18311.6	52.65	-2.807	3.178;
230	55.51	0.01	2.276	14993.3	64.18	-2.98	3.435;
240	54.57	0.01	2.558	12272.6	78.23	-3.136	3.687;
250	53.5	0.01	2.881	10042.0	95.35	-3.275	3.937;
260	52.29	0.01	3.254	8213.2	116.2	-3.396	4.19;
270	50.92	0.01	3.687	6713.8	141.7	-3.499	4.45;
280	49.37	0.01	4.196	5484.2	172.7	-3.584	4.722;
290	47.59	0.01	4.859	4475.4	210.5	-3.649	5.018;
297	46.19	0.01	5.495	3878.0	241.8	-3.681	5.255;
300	45.54	0.01	5.843	3645.7	256.6	-3.692	5.37;
309	43.42	0.01	7.534	3027.4	306.1	-3.703	5.804;
310	43.24	0.01	7.81	2994.3	309.1	-3.703	5.85;
315	42.66	0.01	9.349	2901.7	317.8	-3.699	6.014;
320	42.37	0.01	10.88	2869.0	320.7	-3.696	6.111;
330	42.1	0.01	13.77	2847.1	322.2	-3.692	6.23;
336	42.01	0.01	15.43	2841.0	322.6	-3.69	6.276;
340	41.97	0.01	16.51	2837.9	322.7	-3.689	6.302;
350	41.9	0.01	19.09	2832.5	323.0	-3.687	6.352;
360	41.86	0.01	21.47	2828.8	323.1	-3.686	6.389;
370	41.83	0.01	23.63	2826.1	323.2	-3.685	6.419;
380	41.81	0.01	25.55	2823.9	323.3	-3.684	6.445;
390	41.8	0.01	27.21	2822.1	323.3	-3.683	6.466;

Tablica E.11. Pregled parametara daleke zone za Varijantu 2

Const Eddy Diffusivity. Farfield dispersion based on wastefield width of 119.32 m							
conc (col/dl)	dilutn	width (m)	distnce (m)	time (hrs)	(kg/kg)	(T90hr)	(m/s)(m0.67/s2)
454.582	521.2	201.6	50.0	1.121	0.0	2.0	0.01 4.64E-4
70.1056	686.7	270.8	100.0	2.51	0.0	2.0	0.01 4.64E-4
11.861	822.5	325.6	150.0	3.899	0.0	2.0	0.01 4.64E-4
2.10213	939.6	372.5	200.0	5.288	0.0	2.0	0.01 4.64E-4
0.38287	1043.8	414.1	250.0	6.677	0.0	2.0	0.01 4.64E-4
7.10E-2	1138.8	451.8	300.0	8.066	0.0	2.0	0.01 4.64E-4
1.33E-2	1226.3	486.7	350.0	9.454	0.0	2.0	0.01 4.64E-4
2.53E-3	1308.1	519.2	400.0	10.84	0.0	2.0	0.01 4.64E-4
4.83E-4	1385.1	549.8	450.0	12.23	0.0	2.0	0.01 4.64E-4
9.27E-5	1458.0	578.8	500.0	13.62	0.0	2.0	0.01 4.64E-4
1.79E-5	1527.4	606.4	550.0	15.01	0.0	2.0	0.01 4.64E-4
3.47E-6	1593.7	632.8	600.0	16.4	0.0	2.0	0.01 4.64E-4
6.74E-7	1657.5	658.1	650.0	17.79	0.0	2.0	0.01 4.64E-4
1.31E-7	1718.8	682.5	700.0	19.18	0.0	2.0	0.01 4.64E-4
2.57E-8	1778.1	706.1	750.0	20.57	0.0	2.0	0.01 4.64E-4
5.03E-9	1835.5	728.9	800.0	21.95	0.0	2.0	0.01 4.64E-4
0.0	1891.1	751.0	850.0	23.34	0.0	2.0	0.01 4.64E-4

Prema rezultatima i provedenim analizama zaključuje se kako u ovoj varijanti parametri podmorskog ispusta Vir i pripadajuće difuzorske sekcije **u potpunosti zadovoljavaju** kriterij:

- na granici obalnog mora na udaljenoj 300 (m) od obale zahtjeve za kakvoćom mora prema Pravilniku o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 80/2013, 43/2014, 27/2015, 3/2016).

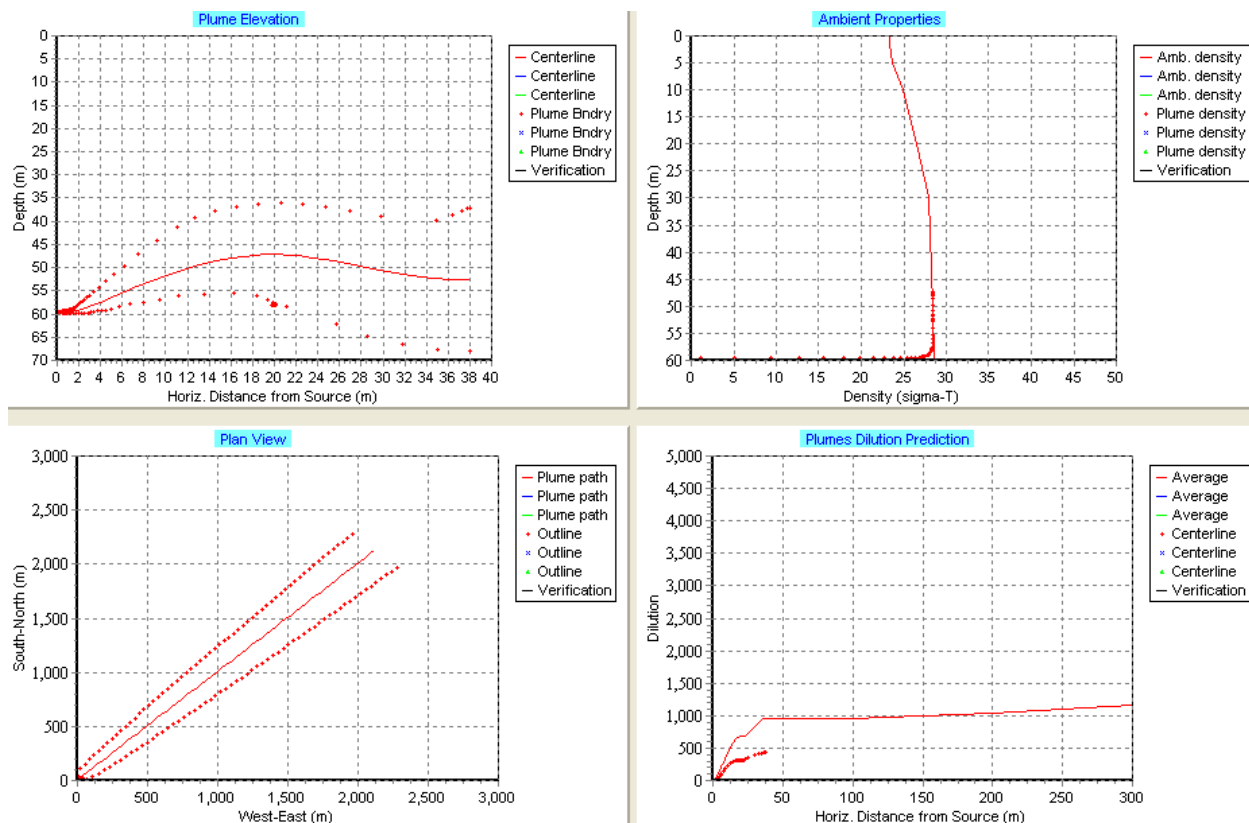
Na udaljenosti 300 (m) od osi difuzorske sekcije modelom je definirana koncentracija fekalnih koliforma u iznosu 0.071 [CB/100 ml]. Na udaljenosti 300 (m) od obalne crte koncentracija fekalnih koliformnih bakterija iznosi $2,57 \cdot 10^{-8}$ [CB/100 ml], što je manje od propisane veličine (500).

E.5.3. Varijanta 3 – ljetno razdoblje

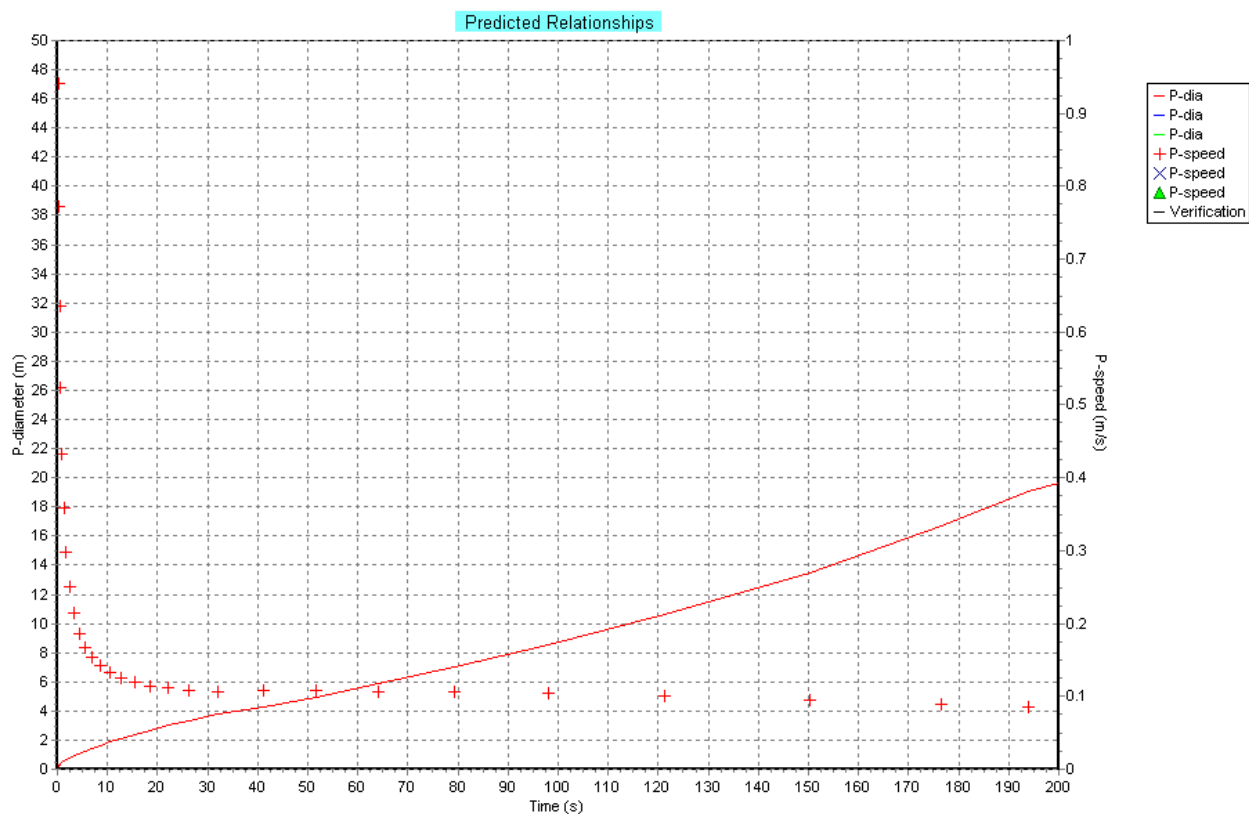
U ovoj varijanti, za blisku zonu usvaja se brzina strujanja u pridnom sloju u iznosu od 0,08 (m/s), u smjeru NE (paralelno s osi difuzorske sekcije). U dalekoj zoni usvaja se identična brzina (0,08 m/s) istog smjera. Polje strujanja usvaja se kao homogeno u bliskoj i dalekoj zoni, prema prethodno definiranim brzinama i smjerovima. Proračun je proveden za ljetno razdoblje i stratificirani medij, za maksimalni protok iz dozažnog bazena $Q=185,28$ (l/s). Detaljan prikaz ulaznih parametara prikazan je u nastavku:

Tablica E.12. Pregled ulaznih parametara – recipijent za Varijantu 3												
Depth	Amb-cur	Amb-dir	Amb-den	Amb-tem	Amb-pol	Decay	Far-sp	Far-dir	Disprsn			
	m	m/s	deg	psu	C	kg/kg	s-1	m/s	deg	m0.67/s2		
	0.0	0.08	45.0	34.75	24.0	0.0	0.00032	0.08	45.0	0.000464		
	1.5	0.08	45.0	34.75	24.0	0.0	0.00032	0.08	45.0	0.000464		
	5.0	0.08	45.0	35.01	23.8	0.0	0.00032	0.08	45.0	0.000464		
	10.0	0.08	45.0	35.65	21.0	0.0	0.00032	0.08	45.0	0.000464		
	20.0	0.08	45.0	36.95	18.5	0.0	0.00032	0.08	45.0	0.000464		
	30.0	0.08	45.0	37.99	16.2	0.0	0.00032	0.08	45.0	0.000464		
	50.0	0.08	45.0	38.38	15.0	0.0	0.00032	0.08	45.0	0.000464		
	60.0	0.08	45.0	38.38	14.5	0.0	0.00032	0.08	45.0	0.000464		
Tablica E.13. Pregled ulaznih parametara – difuzorska sekcija za Varijantu 3												
P-dia	P-elev	V-angle	H-angle	Ports	Spacing	AcuteMZ	ChrcMZ	P-depth	Ttl-flo	Eff-den	Temp	Polutnt
(m)	(m)	(deg)	(deg)	()	(m)	(m)	(m)	(m)	(m3/s)	(kg/m3)	(C)(col/dl)	
0.062	0.4	0.0	135.0	20.0	10.5	500.0	3000.0	59.55	0.186	1000.0	20.0	1.00E+6
Froude number: 23.36												

Froude-ov broj 23,36. Manja vrijednost razrjeđenja u bliskoj zoni posljedica je manje brzine strujanja u pridnom sloju. Prema slikama E.8. i E.9. uočava se zadržavanje oblaka ispod piknoklina na dubini od cca. 35 (m). Dominantan smjer širenja oblaka je prema NE tj. prema obali. S obzirom na brzinu i smjer strujanja recipijenta, oblaku efluenta je, za dospijeće od mjesta ispuštanja do zone 300 (m) od obale, potrebno 2.47 sati.



Slika E.8. Karakteristike oblaka efluenta



Slika E.9. Promjer oblaka i brzina unutar mlaza oblaka

U bliskoj zoni bilježi se rast promjera oblaka efluenta do iznosa 33,57 (m). Brzina oblaka efluenta u trenutku upuštanja u recipijent, jednaka je brzini na bočnom otvoru, dok s porastom udaljenosti od bočnog otvora opada utjecaj inercijalnih sila mlaza, što je vidljivo kroz smanjenje brzine oblaka efluenta i konvergenciju ka vrijednosti morskih struja.

Tablica E.14. Pregled parametara bliske zone za Varijantu 3

Step	Depth (m)	Amb-cur (m/s)	P-dia (m)	Polutnt (col/dl)	Dilutn (l)	x-posn (m)	y-posn (m)
0	59.55	0.08	0.062	1.000E+6	1.0	0.0	0.0;
10	59.55	0.08	0.0746	820345.4	1.213	-0.0211	0.0213;
20	59.55	0.08	0.0908	672965.6	1.472	-0.0463	0.0469;
30	59.55	0.08	0.11	552062.0	1.789	-0.0762	0.0779;
40	59.55	0.08	0.134	452878.3	2.174	-0.111	0.115;
50	59.55	0.08	0.164	371512.2	2.644	-0.153	0.159;
60	59.55	0.08	0.199	304762.6	3.217	-0.2	0.212;
70	59.55	0.08	0.243	250003.5	3.916	-0.255	0.275;
80	59.54	0.08	0.295	205080.8	4.767	-0.317	0.349;
90	59.54	0.08	0.359	168227.2	5.805	-0.386	0.437;
100	59.53	0.08	0.436	137992.9	7.071	-0.461	0.538;
110	59.51	0.08	0.529	113188.9	8.613	-0.542	0.656;
120	59.49	0.08	0.639	92839.6	10.49	-0.627	0.79;
130	59.46	0.08	0.77	76144.8	12.79	-0.711	0.943;
140	59.41	0.08	0.921	62448.2	15.58	-0.793	1.115;
150	59.35	0.08	1.087	51568.3	18.85	-0.865	1.298;
160	59.28	0.08	1.255	43200.9	22.49	-0.922	1.484;
170	59.18	0.08	1.433	36336.6	26.72	-0.965	1.677;
180	59.07	0.08	1.629	30417.5	31.9	-0.993	1.882;
190	58.92	0.08	1.852	25158.7	38.54	-1.003	2.108;
200	58.75	0.08	2.105	20623.4	46.97	-0.989	2.354;
210	58.56	0.08	2.38	16903.8	57.26	-0.948	2.612;
220	58.33	0.08	2.679	13853.3	69.79	-0.878	2.887;
230	58.08	0.08	3.007	11351.5	85.07	-0.776	3.185;
240	57.79	0.08	3.366	9299.8	103.7	-0.635	3.511;
246	57.61	0.08	3.599	8250.5	116.8	-0.531	3.723;
250	57.41	0.08	3.762	7615.0	126.4	-0.416	3.939;
260	56.8	0.08	4.263	6229.1	154.1	-0.0486	4.575;
270	56.06	0.08	4.945	5092.9	187.8	0.413	5.296;
280	55.17	0.08	5.848	4161.2	228.9	0.994	6.131;
290	54.12	0.08	7.031	3397.0	279.0	1.726	7.115;
300	52.87	0.08	8.586	2770.2	340.2	2.652	8.295;
310	51.42	0.08	10.65	2255.7	414.6	3.83	9.73;
320	49.79	0.08	13.46	1833.3	505.4	5.341	11.51;
322	49.45	0.08	14.14	1758.3	525.9	5.694	11.92;
330	48.57	0.08	16.73	1560.0	589.0	6.722	13.09;
331	48.49	0.08	17.0	1543.0	595.2	6.819	13.2;
340	47.95	0.08	19.03	1436.9	636.0	7.641	14.13;
350	47.55	0.08	20.52	1377.8	660.0	8.456	15.04;
360	47.31	0.08	21.44	1346.8	672.3	9.179	15.85;
370	47.2	0.08	21.95	1329.6	678.3	9.846	16.6;
377	47.18	0.08	22.09	1322.8	679.9	10.3	17.1;
380	47.18	0.08	22.11	1320.8	680.2	10.49	17.32;

Tablica E.15. Pregled parametara daleke zone za Varijantu 3

Const	Eddy	Diffusivity.	Farfield	dispersion based on wastefield width of				99.06 m
conc	dilutn	width	distnce	time				
(col/dl)		(m)	(m)	(hrs)	(kg/kg)	(T90hr)	(m/s)	(m0.67/s2)
837.605	951.5	102.8	50.0	0.0416	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
682.32	956.6	117.3	100.0	0.215	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
538.991	992.6	130.2	150.0	0.389	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
419.324	1046.1	141.9	200.0	0.562	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
325.395	1105.4	152.8	250.0	0.736	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
253.011	1165.5	162.9	300.0	0.91	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
197.363	1224.8	172.4	350.0	1.083	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
154.487	1282.5	181.4	400.0	1.257	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
121.297	1338.6	190.0	450.0	1.43	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
95.5304	1392.8	198.2	500.0	1.604	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
75.4256	1445.5	206.1	550.0	1.778	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
59.6852	1496.7	213.7	600.0	1.951	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
47.3356	1546.2	221.0	650.0	2.125	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
37.609	1594.3	228.1	700.0	2.299	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
29.9297	1641.2	235.0	750.0	2.472	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
23.8534	1687.0	241.7	800.0	2.646	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
19.0406	1731.2	248.2	850.0	2.819	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
15.2157	1774.6	254.6	900.0	2.993	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
12.1725	1817.0	260.8	950.0	3.167	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
9.74779	1858.5	266.8	1000.0	3.34	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
7.81329	1899.1	272.7	1050.0	3.514	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
6.26806	1939.0	278.5	1100.0	3.687	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
5.03239	1978.1	284.2	1150.0	3.861	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
4.04353	2016.4	289.7	1200.0	4.035	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
3.25125	2053.9	295.2	1250.0	4.208	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
2.61586	2090.8	300.5	1300.0	4.382	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
2.10589	2127.1	305.8	1350.0	4.555	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
1.69627	2162.7	311.0	1400.0	4.729	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
1.36703	2197.9	316.1	1450.0	4.903	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
1.10223	2232.4	321.1	1500.0	5.076	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
0.88913	2266.5	326.0	1550.0	5.25	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
0.71754	2300.1	330.9	1600.0	5.424	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
0.5793	2333.2	335.6	1650.0	5.597	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
0.46788	2365.9	340.4	1700.0	5.771	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
0.37802	2398.1	345.0	1750.0	5.944	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
0.30552	2430.0	349.6	1800.0	6.118	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
0.24701	2461.4	354.1	1850.0	6.292	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
0.19977	2492.4	358.6	1900.0	6.465	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
0.1616	2523.2	363.0	1950.0	6.639	0.0	2.0	0.08	4.64E-4
0.13078	2553.4	367.4	2000.0	6.812	0.0	2.0	0.08	4.64E-4

Prema rezultatima i provedenim analizama zaključuje se kako u ovoj varijanti parametri podmorskog ispusta Vir i pripadajuće difuzorske sekcije **u potpunosti zadovoljavaju** kriterij:

- na granici obalnog mora na udaljenoj 300 (m) od obale zahtjeve za kakvoćom mora prema Pravilniku o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 80/2013, 43/2014, 27/2015, 3/2016).

Na udaljenosti 300 (m) od osi difuzorske sekcije modelom je definirana koncentracija fekalnih koliforma u iznosu od 253,011 [CB/100 ml], dok na udaljenosti 300 (m) od obalne crte koncentracija iznosi 29,927 [CB/100 ml], što je manje od propisanog iznosa (500).

Prema provedenim analizama, utvrđuje se kako za ljetno razdoblje projektni parametri podmorskog ispusta i difuzorske sekcije, u potpunosti zadovoljavaju granične vrijednosti koncentracije propisane Pravilnikom. Ljetno razdoblje, u pogledu količina unosa koliformnih bakterija i visine vodnog stupca raspoloživog za širenje oblaka, kritičnije je u odnosu na zimsko razdoblje. Provedenim analizama, neupitno je jasno kako je u pogledu smjerova strujanja NW i SE, lokacija ispuštanja postavljena povoljno. Smjer NE je zbog blizine zone 300 (m) od obale kritičan, ali se pokazuje kako za različite kombinacije parametara zadovoljava u pogledu vrijednosti koncentracije koliforma. Varijantom 3 obuhvaćen je kritičan slučaj za koji vrijedi:

- brzina od 0,08 (m/s) u bliskoj zoni (smjer NE) koja rezultira malim razrjeđenjem u bliskoj zoni
- brzina 0,08 (m/s) u dalekoj zoni (smjer NE) koja rezultira dovoljnim vremenom izloženosti oblaka sunčevom zračenju.

Napominje se kako se uvidom u vrijednosti faktora stabilnosti morskih struja ne očekuju značajne razlike brzina strujanja u površinskom i pridnenom sloju. Analize sa većim brzinama usmjerenima prema obali u dalekoj zoni mogu dovesti do prekoračenja zakonom propisanih vrijednosti, ali takve realizacije nisu mjerodavne zbog značajne koreliranosti skalarnih i vektorskih karakteristika polja strujanja u površinskom i pridnenom sloju na lokacijama mjernih postaja ASS-1 i ASS-2, što je vidljivo iz hodograma. U tom slučaju povećanje brzine u dalekoj zoni, značilo bi povećanje brzine strujanja i u bliskoj zoni, čime bi se razrjeđenje u bliskoj zoni značajnije povećalo.

E.6. ZIMA – NESTRATIFICIRANI RECIPIJENT

E.6.1. Varijanta 4 – zimsko razdoblje

U ovoj varijanti, usvaja se brzina strujanja od 0,3 (m/s), u smjeru paralelno s osi difuzorske sekcije, prema NE, kako za blisku tako i za daleku zonu. Također, polje strujanja usvaja se kao homogeno na području obuhvata. Proračun je proveden za zimsko razdoblje i nestratificirani medij, a za maksimalni protok iz dozažnog bazena $Q=185,28$ (l/s). Detaljan prikaz ulaznih parametara prikazan je u nastavku:

Tablica E.16. Pregled ulaznih parametara – recipijent za Varijantu 4

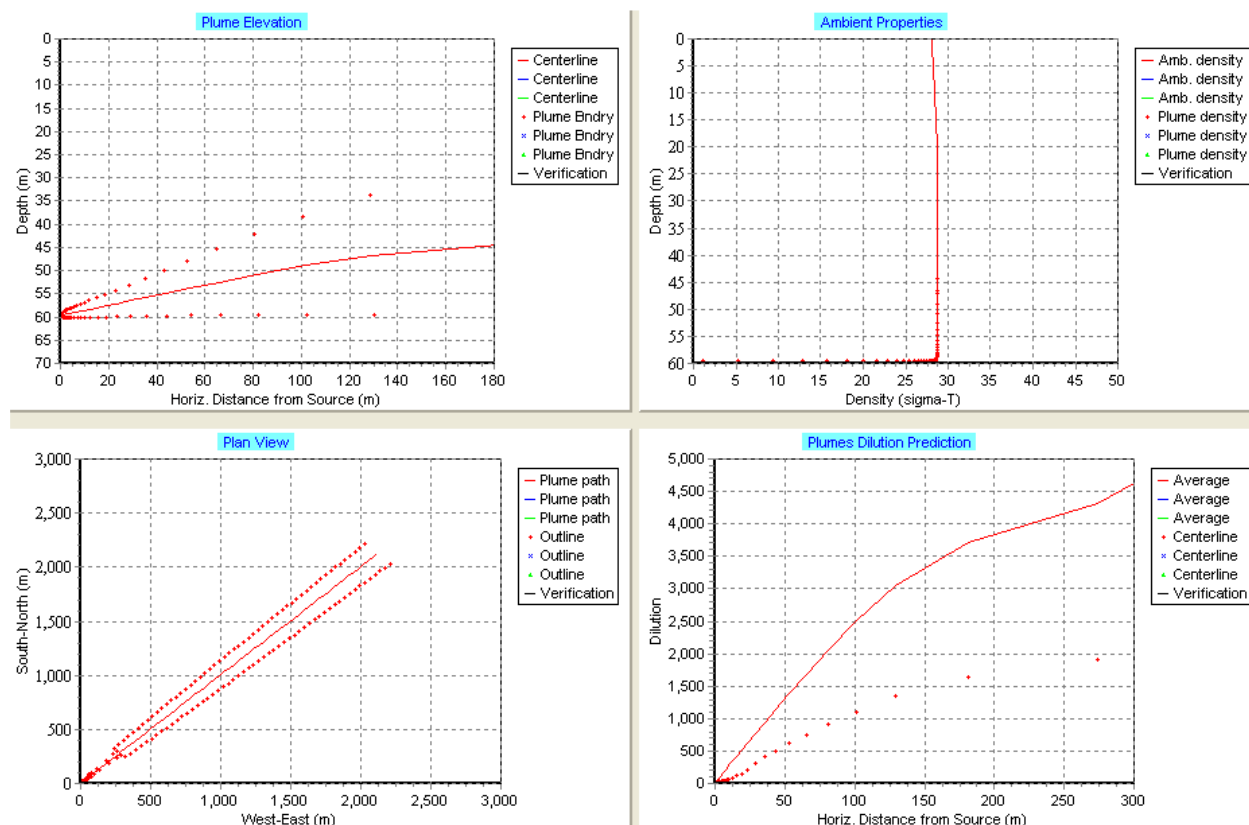
Depth m	Amb-cur m/s	Amb-dir deg	Amb-den psu	Amb-den C	Amb-tem kg/kg	Amb-pol s-1	Amb-pol m/s	Decay deg	Far-spđ m0.67/s2	Far-dir	Disprsn
0.0	0.3	45.0	37.17	13.0	0.0	0.000142	0.3	45.0	0.000464		
1.5	0.3	45.0	37.17	13.0	0.0	0.000142	0.3	45.0	0.000464		
5.0	0.3	45.0	37.29	13.0	0.0	0.000142	0.3	45.0	0.000464		
10.0	0.3	45.0	37.55	13.0	0.0	0.000142	0.3	45.0	0.000464		
20.0	0.3	45.0	37.94	13.1	0.0	0.000142	0.3	45.0	0.000464		
30.0	0.3	45.0	37.94	13.2	0.0	0.000142	0.3	45.0	0.000464		
50.0	0.3	45.0	38.07	13.4	0.0	0.000142	0.3	45.0	0.000464		
60.0	0.3	45.0	38.2	13.8	0.0	0.000142	0.3	45.0	0.000464		

Tablica E.17. Pregled ulaznih parametara – difuzorska sekcija za Varijantu 4

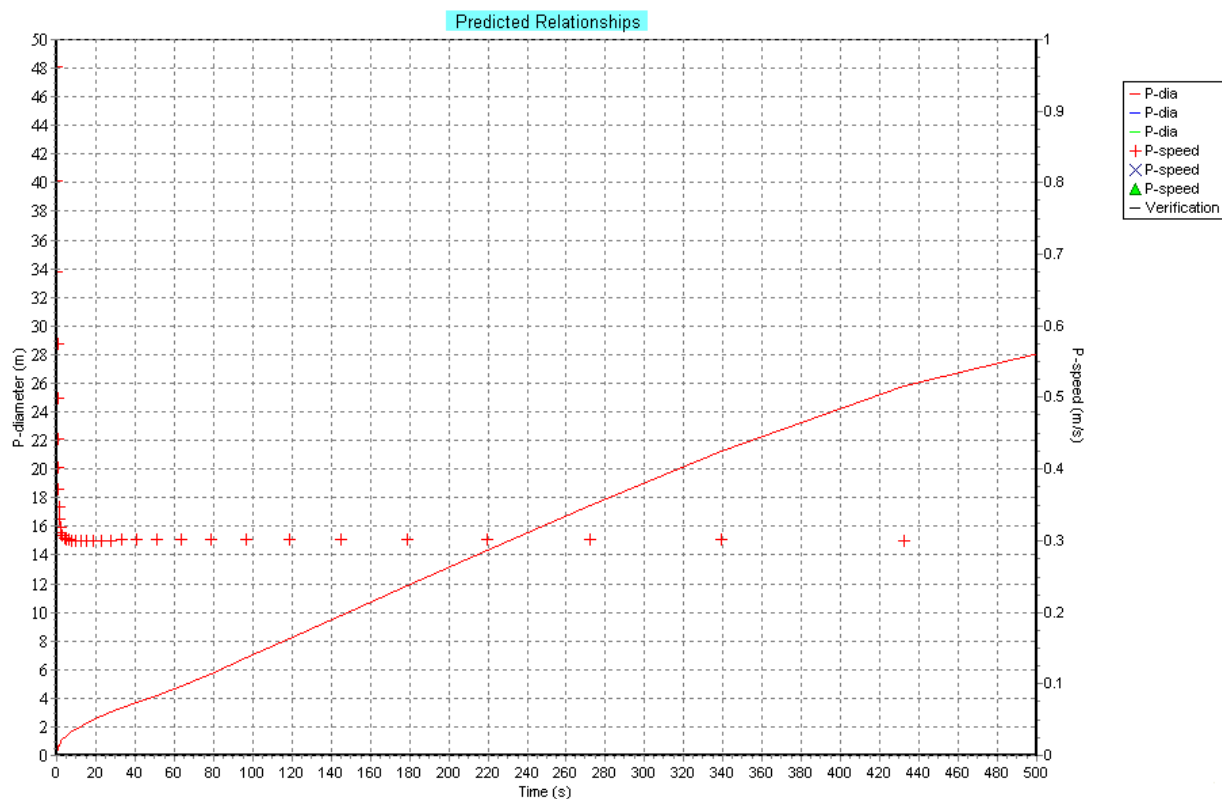
P-dia (m)	P-elev (m)	V-angle (deg)	H-angle (deg)	Ports (°)	Spacing (m)	AcuteMZ (m)	ChrcMZ (m)	P-depth (m3/s)	Ttl-flo (kg/m3)	Eff-den (C)(col/dl)	Temp	Polutnt
0.062	0.4	0.0	135.0	20.0	10.5	500.0	3000.0	59.55	0.186	1000.0	15.0	1.00E+6

Froude number: 23.28

Froude-ov broj iznosi 23,28. S obzirom na okomit smjer morskih struja i mlaza na bočnim otvorima, ali i iznos brzine strujanja od 0.3 (m/s), oblak efluenta nakon upuštanja u recipijent transversalno se ne širi značajno. Već nakon 2 (m), efluent je izmiješan do mjere da gustoća poprima gustoću recipijenta.



Slika E.10. Karakteristike oblaka efluenta



Slika E.11. Promjer oblaka i brzina unutar mlaza oblaka

Brzina oblaka u trenutku upuštanja u recipijent, jednaka je srednjoj brzini na bočnim i čeonom otvoru, dok s porastom udaljenosti od bočnog otvora opada utjecaj inercijalnih sila mlaza što je vidljivo kroz smanjenje brzine oblaka i konvergenciju ka vrijednosti brzine morskih struja.

Tablica E.18. Pregled parametara bliske zone za Varijantu 4

Step	Depth (m)	Amb-cur (m/s)	P-dia (m)	Polutnt (col/dl)	Dilutn ()	x-posn (m)	y-posn (m)
0	59.55	0.3	0.062	1.000E+6	1.0	0.0	0.0;
10	59.55	0.3	0.0746	820347.3	1.213	-0.017	0.0174;
20	59.55	0.3	0.0907	672969.3	1.472	-0.0363	0.0381;
30	59.55	0.3	0.11	552067.8	1.788	-0.0576	0.0624;
40	59.55	0.3	0.134	452886.4	2.174	-0.0808	0.0907;
50	59.55	0.3	0.163	371522.8	2.644	-0.105	0.124;
60	59.55	0.3	0.197	304776.2	3.217	-0.131	0.162;
70	59.55	0.3	0.238	250020.6	3.915	-0.156	0.205;
80	59.55	0.3	0.287	205101.8	4.766	-0.18	0.253;
90	59.55	0.3	0.343	168252.7	5.804	-0.202	0.307;
100	59.54	0.3	0.407	138215.6	7.06	-0.219	0.366;
110	59.54	0.3	0.474	114776.8	8.495	-0.23	0.427;
120	59.54	0.3	0.545	95947.8	10.16	-0.236	0.491;
130	59.53	0.3	0.62	80235.8	12.14	-0.235	0.563;
140	59.53	0.3	0.703	66698.5	14.6	-0.226	0.646;
150	59.52	0.3	0.795	54830.2	17.75	-0.204	0.748;
158	59.51	0.3	0.874	46795.0	20.79	-0.176	0.844;
160	59.51	0.3	0.895	44977.3	21.63	-0.167	0.87;
170	59.5	0.3	1.0	36894.4	26.36	-0.108	1.018;
180	59.48	0.3	1.113	30263.5	32.13	-0.0218	1.197;
190	59.46	0.3	1.235	24823.7	39.16	0.0999	1.416;
200	59.43	0.3	1.368	20361.0	47.73	0.266	1.684;
210	59.4	0.3	1.513	16700.0	58.18	0.487	2.009;
220	59.35	0.3	1.672	13696.7	70.91	0.774	2.402;
230	59.29	0.3	1.846	11232.9	86.44	1.139	2.873;
240	59.21	0.3	2.039	9211.7	105.4	1.594	3.435;
250	59.12	0.3	2.25	7553.7	128.4	2.155	4.101;
260	59.01	0.3	2.484	6193.6	156.5	2.837	4.885;
270	58.88	0.3	2.742	5077.9	190.8	3.657	5.806;
280	58.72	0.3	3.026	4162.8	232.6	4.637	6.882;
290	58.54	0.3	3.341	3412.1	283.5	5.799	8.138;
298	58.37	0.3	3.616	2910.0	332.2	6.879	9.29;
300	58.32	0.3	3.693	2796.4	345.6	7.239	9.671;
310	57.98	0.3	4.189	2290.5	421.3	9.413	11.96;
320	57.57	0.3	4.853	1875.7	513.6	12.0	14.66;
330	57.08	0.3	5.707	1535.5	626.0	15.11	17.88;
340	56.47	0.3	6.784	1256.4	763.1	18.88	21.76;
350	55.74	0.3	8.127	1027.5	930.3	23.49	26.48;
360	54.85	0.3	9.79	839.7	1134.0	29.14	32.24;
370	53.77	0.3	11.84	685.6	1382.3	36.11	39.32;
380	52.45	0.3	14.35	559.1	1685.0	44.8	48.12;
390	50.86	0.3	17.44	455.3	2054.0	55.77	59.21;
400	48.94	0.3	21.22	369.9	2503.8	69.95	73.52;

Tablica E.19. Pregled parametara daleke zone za Varijantu 4

Const Eddy Diffusivity. Farfield dispersion based on wastefield width of 114.96 m							
conc (col/dl)	dilutn	width (m)	distnce (m)	time (hrs)	(kg/kg)	(T90hr)	(m/s)(m0.67/s2)
146.377	5492.3	115.7	400.0	0.00806	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
143.257	5480.2	120.1	450.0	0.0544	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
139.967	5477.6	124.4	500.0	0.101	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
136.662	5478.8	128.5	550.0	0.147	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
133.23	5488.6	132.5	600.0	0.193	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
129.587	5511.5	136.3	650.0	0.24	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
125.775	5546.5	140.1	700.0	0.286	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
121.85	5592.5	143.7	750.0	0.332	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
117.867	5647.6	147.3	800.0	0.378	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
113.866	5710.9	150.8	850.0	0.425	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
109.918	5779.3	154.2	900.0	0.471	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
106.053	5851.7	157.5	950.0	0.517	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
102.27	5928.1	160.8	1000.0	0.564	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
98.6034	6006.6	164.0	1050.0	0.61	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
95.0509	6087.3	167.1	1100.0	0.656	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
91.6277	6168.9	170.2	1150.0	0.703	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
88.3283	6251.6	173.2	1200.0	0.749	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
85.1504	6335.2	176.2	1250.0	0.795	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
82.1024	6418.6	179.1	1300.0	0.841	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
79.1734	6502.2	182.0	1350.0	0.888	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
76.3589	6586.0	184.8	1400.0	0.934	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
73.6547	6669.9	187.6	1450.0	0.98	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
71.0668	6752.9	190.3	1500.0	1.027	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
68.5815	6835.7	193.0	1550.0	1.073	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
66.1948	6918.2	195.7	1600.0	1.119	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
63.9028	7000.4	198.3	1650.0	1.165	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
61.7014	7082.2	200.9	1700.0	1.212	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
59.5914	7163.1	203.5	1750.0	1.258	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
57.565	7243.4	206.0	1800.0	1.304	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
55.6175	7323.2	208.5	1850.0	1.351	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
53.7455	7402.5	211.0	1900.0	1.397	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
51.9456	7481.4	213.4	1950.0	1.443	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
50.2146	7559.7	215.9	2000.0	1.49	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
48.5496	7637.5	218.2	2050.0	1.536	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
46.9482	7714.7	220.6	2100.0	1.582	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
45.4096	7790.9	223.0	2150.0	1.628	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
43.9284	7866.5	225.3	2200.0	1.675	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
42.502	7941.7	227.6	2250.0	1.721	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
41.128	8016.3	229.8	2300.0	1.767	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
39.8043	8090.4	232.1	2350.0	1.814	0.0	4.5	0.3 4.64E-4
38.5287	8164.0	234.3	2400.0	1.86	0.0	4.5	0.3 4.64E-4

Prema rezultatima i provedenim analizama zaključuje se kako u ovoj varijanti parametri podmorskog ispusta Vir i pripadajuće difuzorske sekcije **u potpunosti zadovoljavaju** kriterij:

- na granici obalnog mora na udaljenoj 300 (m) od obale zahtjeve za kakvoćom mora prema Pravilniku o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 80/2013, 43/2014, 27/2015, 3/2016).

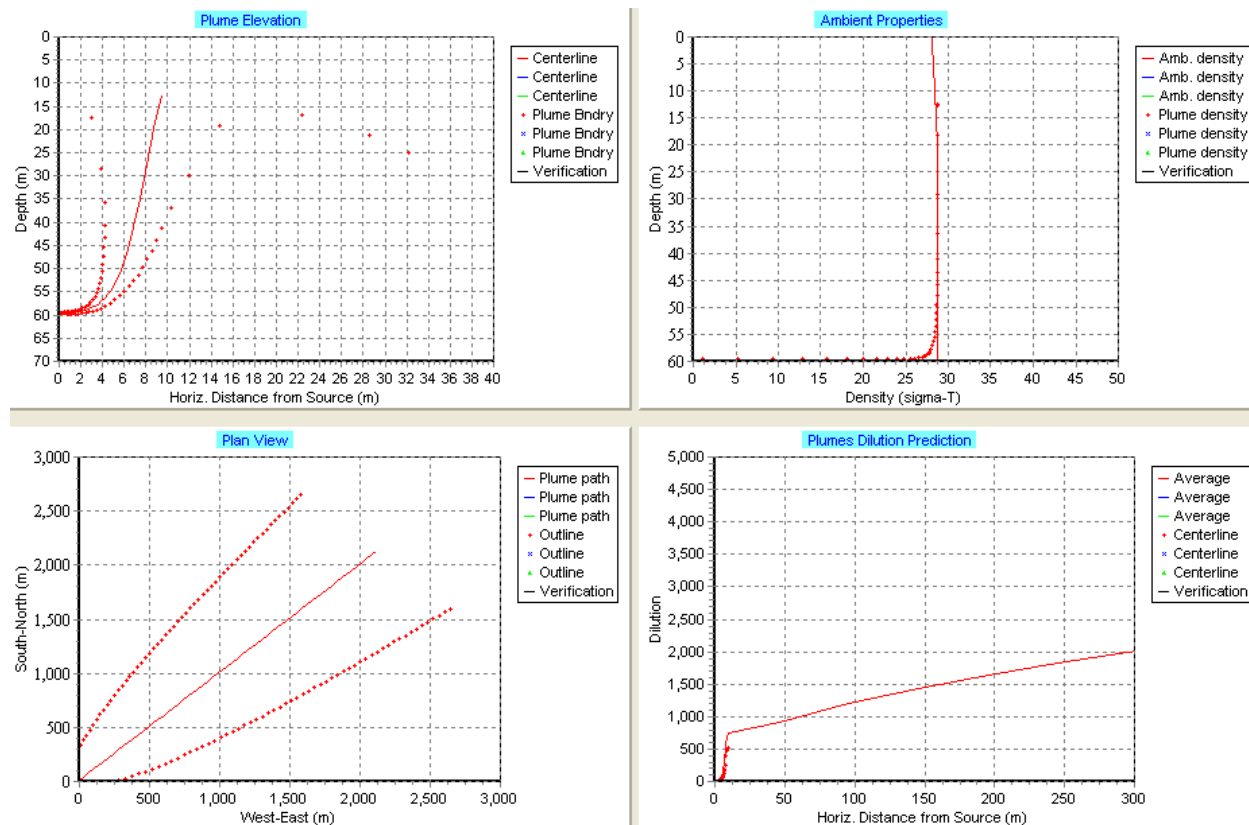
Na udaljenosti 300 (m) od obalne crte koncentracija iznosi 121,85 [CB/100 ml] što je manje od propisane vrijednosti (500).

E.6.2. Varijanta 5 – zimsko razdoblje

U ovoj varijanti, usvaja se brzina strujanja od 0,01 (m/s), u smjeru paralelno sa osi difuzorske sekcije, prema NE, kako za blisku tako i za daleku zonu. Također, polje strujanja usvaja se kao homogeno na području obuhvata. Proračun je proveden za zimsko razdoblje i nestratificirani medij, za maksimalni protok iz dozažnog bazena $Q=185,28$ (l/s). Detaljan prikaz ulaznih parametara prikazan je u nastavku:

Tablica E.20. Pregled ulaznih parametara – recipijent za Varijantu 5												
Depth	Amb-cur	Amb-dir	Amb-den	Amb-tem	Amb-pol	Decay	Far-sp	Far-dir	Disprsn			
m	m/s	deg	psu	C	kg/kg	s-1	m/s	deg	m0.67/s2			
0.0	0.01	45.0	37.17	13.0	0.0	0.000142	0.01	45.0	0.000464			
1.5	0.01	45.0	37.17	13.0	0.0	0.000142	0.01	45.0	0.000464			
5.0	0.01	45.0	37.29	13.0	0.0	0.000142	0.01	45.0	0.000464			
10.0	0.01	45.0	37.55	13.0	0.0	0.000142	0.01	45.0	0.000464			
20.0	0.01	45.0	37.94	13.1	0.0	0.000142	0.01	45.0	0.000464			
30.0	0.01	45.0	37.94	13.2	0.0	0.000142	0.01	45.0	0.000464			
50.0	0.01	45.0	38.07	13.4	0.0	0.000142	0.01	45.0	0.000464			
60.0	0.01	45.0	38.2	13.8	0.0	0.000142	0.01	45.0	0.000464			
Tablica E.21. Pregled ulaznih parametara – difuzorska sekcija za Varijantu 5												
P-dia	P-elev	V-angle	H-angle	Ports	Spacing	AcuteMZ	ChrcMZ	P-depth	Ttl-flo	Eff-den	Temp	Polutnt
(m)	(m)	(deg)	(deg)	(°)	(m)	(m)	(m)	(m3/s)	(kg/m3)	(C)(col/dl)		
0.062	0.4	0.0	135.0	20.0	10.5	500.0	3000.0	59.55	0.186	1000.0	15.0	1.00E+6
Froude number:		23.28										

Froude-ov broj iznosi 23,28. S obzirom na međusobno okomit smjer morskih struja i mlaza na bočnim otvorima, ali i iznos brzine strujanja od 0.01 (m/s), oblak efluenta nakon upuštanja u recipijent transversalno se širi značajno. Na dubini 12,8 m promjer oblaka iznosi 33,97 m uz postignuto razrjeđenje od 744,3. Već nakon 6 (m), efluent je izmiješan do mjere da gustoća poprima gustoću recipijenta. Pod utjecajem uzgona, uz izostanak vertikalne stratifikacije termohalinskih svojstava, oblak isplutava na površinu.



Slika E.12. Karakteristike oblaka efluenta

Tablica E.22. Pregled parametara bliske zone za Varijantu 5

Step	Depth (m)	Amb-cur (m/s)	P-dia (m)	Polutnt (col/dl)	Dilutn ()	x-posn (m)	y-posn (m)
0	59.55	0.01	0.062	1.000E+6	1.0	0.0	0.0;
10	59.55	0.01	0.0746	820346.9	1.213	-0.0228	0.0229;
20	59.55	0.01	0.0908	672968.5	1.472	-0.0507	0.0508;
30	59.55	0.01	0.11	552066.6	1.788	-0.0846	0.0848;
40	59.55	0.01	0.134	452884.4	2.174	-0.126	0.126;
50	59.55	0.01	0.164	371519.9	2.644	-0.176	0.177;
60	59.55	0.01	0.199	304772.1	3.217	-0.236	0.238;
70	59.54	0.01	0.243	250014.8	3.915	-0.309	0.312;
80	59.54	0.01	0.296	205093.9	4.766	-0.397	0.403;
90	59.53	0.01	0.36	168242.0	5.804	-0.504	0.512;
100	59.51	0.01	0.438	138009.3	7.069	-0.631	0.644;
110	59.48	0.01	0.532	113206.4	8.611	-0.782	0.802;
120	59.43	0.01	0.644	92857.7	10.49	-0.959	0.99;
130	59.35	0.01	0.772	76519.7	12.72	-1.159	1.204;
140	59.24	0.01	0.892	65074.5	14.95	-1.344	1.407;
150	59.1	0.01	1.002	56466.2	17.23	-1.518	1.598;
160	58.94	0.01	1.11	49428.9	19.67	-1.685	1.787;
170	58.73	0.01	1.218	43316.7	22.44	-1.853	1.979;
180	58.47	0.01	1.332	37754.6	25.73	-2.025	2.18;
190	58.14	0.01	1.46	32502.7	29.87	-2.206	2.397;
200	57.68	0.01	1.613	27400.2	35.41	-2.401	2.638;
210	57.07	0.01	1.803	22524.2	43.04	-2.607	2.905;
220	56.35	0.01	2.017	18464.2	52.47	-2.798	3.166;
230	55.53	0.01	2.258	15134.5	63.95	-2.969	3.42;
240	54.59	0.01	2.531	12403.7	77.95	-3.122	3.667;
250	53.53	0.01	2.84	10164.1	95.01	-3.258	3.911;
260	52.33	0.01	3.191	8327.4	115.8	-3.374	4.154;
270	50.98	0.01	3.588	6821.2	141.2	-3.473	4.399;
280	49.45	0.01	4.039	5586.0	172.1	-3.551	4.65;
290	47.72	0.01	4.552	4573.1	209.8	-3.608	4.91;
300	45.76	0.01	5.142	3742.5	255.7	-3.643	5.183;
310	43.53	0.01	5.821	3061.3	311.7	-3.65	5.477;
312	43.04	0.01	5.969	2940.5	324.3	-3.648	5.539;
320	40.97	0.01	6.612	2502.6	379.9	-3.626	5.8;
330	36.32	0.01	7.99	2039.5	463.1	-3.53	6.355;
340	29.16	0.01	10.89	1655.8	564.5	-3.312	7.17;
350	18.21	0.01	15.72	1335.7	688.2	-2.873	8.4;
352	15.63	0.01	16.64	1278.7	716.0	-2.758	8.683;
356	13.17	0.01	25.08	1227.6	742.1	-2.613	9.028;
360	12.8	0.01	33.97	1222.7	744.3	-2.582	9.102;
370	12.46	0.01	51.66	1219.4	745.4	-2.544	9.191;
377	12.37	0.01	63.16	1218.5	745.6	-2.529	9.224;

Tablica E.23. Pregled parametara daleke zone za Varijantu 5

Const Eddy Diffusivity. Farfield dispersion based on wastefield width of 131.39 m

conc (col/dl)	dilutn	width (m)	distnce (m)	time (hrs)	(kg/kg)	(T90hr)	(m/s)	(m0.67/s2)
558.829	919.9	217.6	50.0	1.123	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
211.044	1203.2	290.7	100.0	2.512	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
87.0296	1437.6	348.9	150.0	3.901	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
37.5459	1640.1	398.6	200.0	5.29	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
16.6389	1820.6	442.8	250.0	6.679	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
7.5039	1985.4	483.0	300.0	8.068	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
3.42757	2137.1	520.1	350.0	9.457	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
1.58019	2278.9	554.7	400.0	10.85	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
0.73375	2412.5	587.3	450.0	12.23	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
0.34267	2539.2	618.1	500.0	13.62	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
0.16078	2660.0	647.5	550.0	15.01	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
7.57E-2	2775.0	675.6	600.0	16.4	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
3.58E-2	2885.6	702.6	650.0	17.79	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
1.70E-2	2992.2	728.6	700.0	19.18	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
8.06E-3	3095.2	753.7	750.0	20.57	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
3.84E-3	3194.8	778.0	800.0	21.96	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
1.83E-3	3291.5	801.5	850.0	23.35	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
8.74E-4	3385.4	824.4	900.0	24.73	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
4.18E-4	3476.7	846.6	950.0	26.12	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
2.00E-4	3565.8	868.3	1000.0	27.51	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
9.62E-5	3652.7	889.5	1050.0	28.9	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
4.62E-5	3737.5	910.1	1100.0	30.29	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
2.22E-5	3820.5	930.3	1150.0	31.68	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
1.06E-5	3901.8	950.1	1200.0	33.07	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
5.14E-6	3981.4	969.5	1250.0	34.46	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
2.48E-6	4059.4	988.5	1300.0	35.85	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
1.19E-6	4136.0	1007.1	1350.0	37.23	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
5.77E-7	4211.2	1025.4	1400.0	38.62	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
2.79E-7	4285.0	1043.4	1450.0	40.01	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
1.35E-7	4357.7	1061.1	1500.0	41.4	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
6.51E-8	4429.1	1078.5	1550.0	42.79	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
3.15E-8	4498.1	1095.6	1600.0	44.18	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
1.52E-8	4567.2	1112.4	1650.0	45.57	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
7.37E-9	4635.3	1129.0	1700.0	46.96	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
3.57E-9	4702.3	1145.4	1750.0	48.35	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
1.73E-9	4768.5	1161.5	1800.0	49.73	0.0	4.5	0.01	4.64E-4
0.0	4833.7	1177.4	1850.0	51.12	0.0	4.5	0.01	4.64E-4

Prema rezultatima i provedenim analizama zaključuje se kako u ovoj varijanti parametri podmorskog ispusta Vir i pripadajuće difuzorske sekcije **u potpunosti zadovoljavaju** kriterij:

- na granici obalnog mora na udaljenoj 300 (m) od obale zahtjeve za kakvoćom mora prema Pravilniku o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 80/2013, 43/2014, 27/2015, 3/2016).

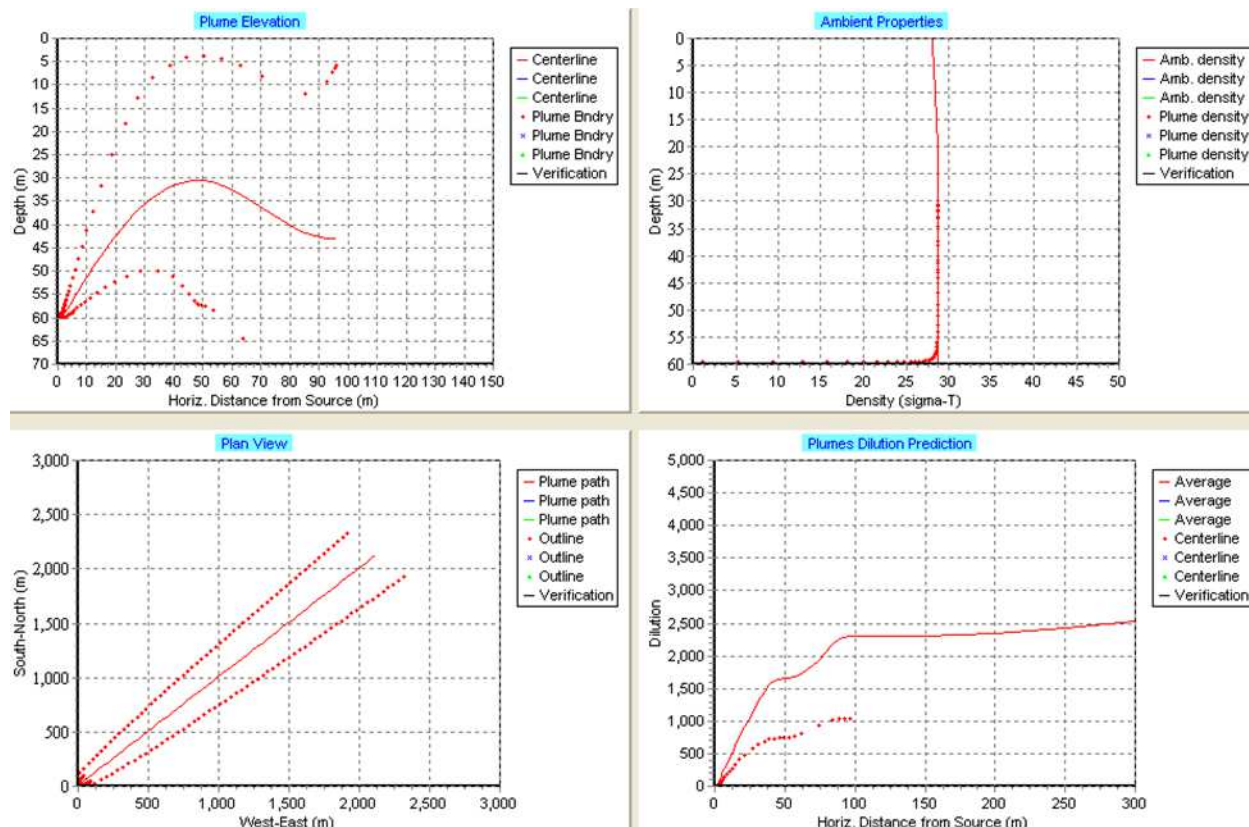
Na udaljenosti 300 metara od osi difuzorke sekcije modelom je definirana koncentracija fekalnih koliforma u iznosu od 7,504 [CB/100 ml]. Na udaljenosti 300 (m) od obalne crte koncentracija iznosi $8,06 \cdot 10^{-3}$ [CB/100 ml] što je manja vrijednost od propisane (500).

E.6.3. Varijanta 6 – zimsko razdoblje

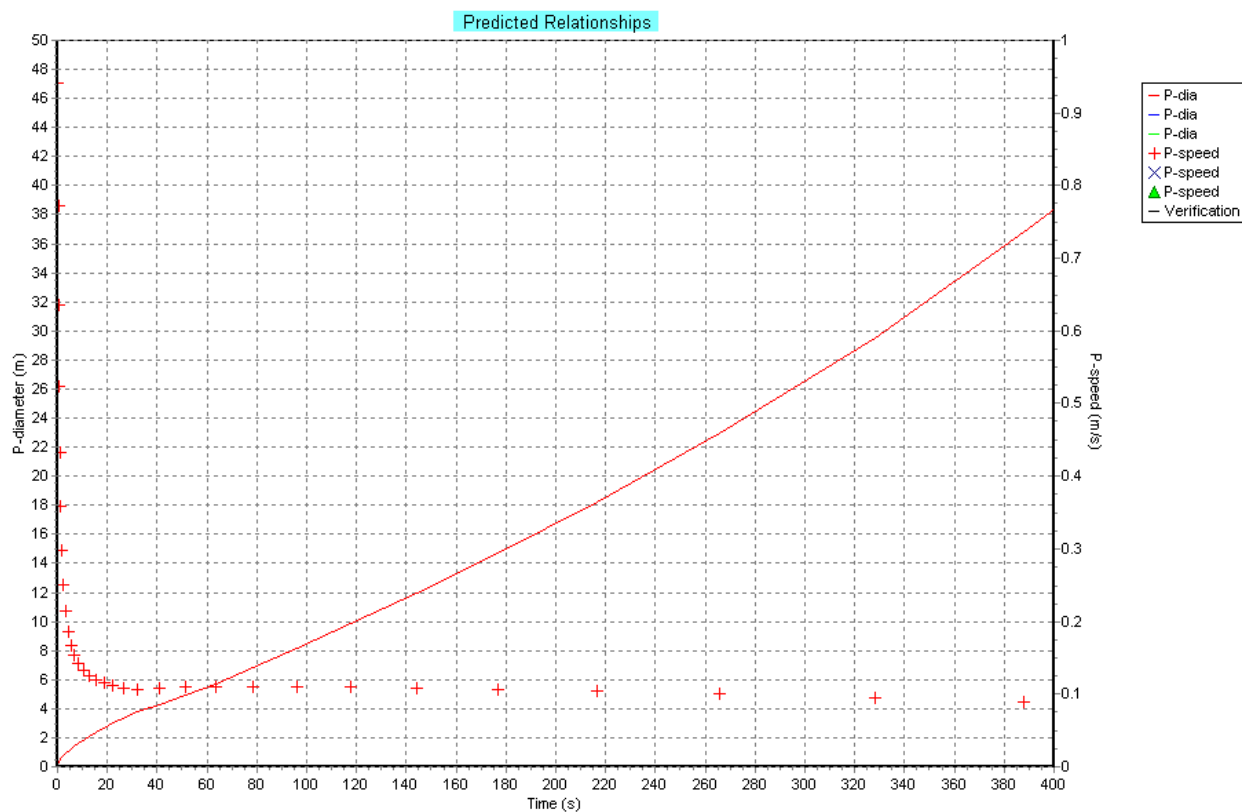
U ovoj varijanti, za blisku zonu usvaja se brzina strujanja u pridnenom sloju od 0,08 (m/s), u smjeru NE (paralelno s osi difuzorske sekcije). U dalekoj zoni usvaja se identična brzina (0,08 (m/s)) istog smjera. Polje strujanja usvaja se kao homogeno u bliskoj i u dalekoj zoni, prema prethodno definiranim brzinama i smjerovima. Proračun je proveden za ljetno razdoblje i stratificirani medij, za maksimalni protok iz dozažnog bazena $Q=185,28$ (l/s). Detaljan prikaz ulaznih parametara prikazan je u nastavku:

Tablica E.24. Pregled ulaznih parametara – recipijent za Varijantu 6												
Depth	Amb-cur	Amb-dir	Amb-den	Amb-tem	Amb-pol	Decay	Far-sp	Far-dir	Disprsn			
m	m/s	deg	psu	C	kg/kg	s-1	m/s	deg	m0.67/s2			
0.0	0.08	45.0	37.14	13.0	0.0	0.000142	0.08	45.0	0.000464			
1.5	0.08	45.0	37.14	13.0	0.0	0.000142	0.08	45.0	0.000464			
5.0	0.08	45.0	37.27	13.0	0.0	0.000142	0.08	45.0	0.000464			
10.0	0.08	45.0	37.52	13.0	0.0	0.000142	0.08	45.0	0.000464			
20.0	0.08	45.0	37.91	13.1	0.0	0.000142	0.08	45.0	0.000464			
30.0	0.08	45.0	37.91	13.2	0.0	0.000142	0.08	45.0	0.000464			
50.0	0.08	45.0	38.04	13.4	0.0	0.000142	0.08	45.0	0.000464			
60.0	0.08	45.0	38.17	13.8	0.0	0.000142	0.08	45.0	0.000464			
Tablica E.25. Pregled ulaznih parametara – difuzorska sekcija za Varijantu 6												
P-dia	P-elev	V-angle	H-angle	Ports	Spacing	AcuteMZ	ChrcMZ	P-depth	Ttl-flo	Eff-den	Temp	Polutnt
(m)	(m)	(deg)	(deg)	(°)	(m)	(m)	(m)	(m3/s)	(kg/m3)	(C)(col/dl)		
0.062	0.4	0.0	135.0	20.0	10.5	500.0	3000.0	59.55	0.186	1000.0	15.0	1.00E+6

Froude-ov broj iznosi 23,28. S obzirom na smjer morskih struja oblak efluenta se širi u smjeru NE, prema obali. Pod dominantnim utjecajem sila uzgona efluent postiže ambijentalnu gustoću na dubini od 56 (m).



Slika E.13. Karakteristike oblaka efluenta



Slika E.14. Promjer oblaka i brzina unutar mlaza oblaka

Brzina oblaka efluenta u trenutku upuštanja u recipijent jednaka je srednjoj brzini na bočnim i čeonom otvoru, dok s porastom udaljenosti od bočnog otvora opada utjecaj inercijalnih sila mlaza, što je vidljivo kroz smanjenje brzine oblaka efluenta i konvergenciju ka vrijednosti brzine morskih struja od 0,08 (m/s). S obzirom na brzinu i smjer strujanja recipijenta, oblaku efluenta je, za dopijanje od mjesta ispuštanja do zone 300 (m) od obale, potrebno 2,27 sati. U odnosu na varijantu sa identičnim ulaznim parametrima za stratificirani recipijent, ovdje se bilježi veće razrjeđenje ($S=3495,20$). Ovo je posljedica veće visine vodnog stupca mora raspoloživog za prihvrat upuštenog efluenta.

Tablica E.26. Pregled parametara bliske zone za Varijantu 6

Step	Depth (m)	Amb-cur (m/s)	P-dia (m)	Polutnt (col/dl)	Dilutn ()	x-posn (m)	y-posn (m)
0	59.55	0.08	0.062	1.000E+6	1.0	0.0	0.0;
10	59.55	0.08	0.0746	820347.0	1.213	-0.0211	0.0213;
20	59.55	0.08	0.0908	672968.8	1.472	-0.0463	0.0469;
30	59.55	0.08	0.11	552067.0	1.788	-0.0762	0.0779;
40	59.55	0.08	0.134	452885.0	2.174	-0.111	0.115;
50	59.55	0.08	0.164	371520.9	2.644	-0.153	0.159;
60	59.55	0.08	0.199	304773.5	3.217	-0.2	0.212;
70	59.55	0.08	0.243	250016.9	3.915	-0.255	0.275;
80	59.54	0.08	0.295	205096.9	4.766	-0.317	0.349;
90	59.54	0.08	0.359	168246.2	5.804	-0.386	0.437;
100	59.53	0.08	0.436	138015.2	7.069	-0.461	0.538;
110	59.51	0.08	0.529	113214.6	8.611	-0.542	0.656;
120	59.49	0.08	0.639	92868.8	10.49	-0.627	0.79;
130	59.46	0.08	0.769	76177.7	12.78	-0.711	0.943;
140	59.41	0.08	0.921	62484.7	15.58	-0.793	1.115;
150	59.35	0.08	1.086	51615.2	18.85	-0.865	1.298;
160	59.28	0.08	1.255	43256.2	22.48	-0.922	1.483;
170	59.18	0.08	1.432	36397.7	26.71	-0.965	1.676;
180	59.07	0.08	1.627	30482.9	31.88	-0.993	1.881;
190	58.92	0.08	1.85	25227.5	38.5	-1.003	2.107;
200	58.75	0.08	2.103	20688.4	46.92	-0.989	2.352;
210	58.55	0.08	2.376	16965.2	57.2	-0.948	2.61;
220	58.33	0.08	2.674	13911.3	69.71	-0.879	2.885;
230	58.08	0.08	3.0	11406.3	84.98	-0.776	3.182;
240	57.79	0.08	3.356	9351.6	103.6	-0.636	3.508;
247	57.56	0.08	3.627	8137.3	119.0	-0.513	3.756;
250	57.42	0.08	3.752	7665.6	126.3	-0.428	3.915;
260	56.8	0.08	4.237	6280.5	153.9	-0.0626	4.548;
270	56.05	0.08	4.888	5144.6	187.6	0.394	5.261;
280	55.14	0.08	5.732	4213.0	228.7	0.964	6.08;
290	54.04	0.08	6.808	3448.8	278.7	1.675	7.037;
300	52.7	0.08	8.162	2822.1	339.8	2.561	8.166;
310	51.09	0.08	9.859	2308.0	414.2	3.664	9.511;
320	49.14	0.08	11.99	1886.2	504.9	5.036	11.12;
330	46.8	0.08	14.7	1540.3	615.5	6.741	13.07;
340	44.05	0.08	18.25	1256.4	750.2	8.864	15.44;
350	40.89	0.08	22.99	1023.5	914.5	11.54	18.36;
358	38.12	0.08	28.02	867.5	1071.5	14.19	21.22;
360	37.41	0.08	29.51	832.2	1114.8	14.94	22.03;
370	34.71	0.08	36.85	706.0	1303.0	18.19	25.49;
379	33.12	0.08	42.6	635.4	1438.5	20.67	28.11;
380	32.97	0.08	43.18	629.2	1451.7	20.94	28.38;
390	31.74	0.08	48.08	583.5	1554.9	23.56	31.14;

Tablica E.27. Pregled parametara daleke zone za Varijantu 6

Const Eddy Diffusivity. Farfield dispersion based on wastefield width of 142.59 m

conc (col/dl)	dilutn	width (m)	distnce (m)	time (hrs)	(kg/kg)	(T90hr)	(m/s)	(m0.67/s2)
353.426	2302.8	144.0	100.0	0.0136	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
323.888	2299.2	161.0	150.0	0.187	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
291.642	2337.4	176.4	200.0	0.361	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
258.063	2419.2	190.5	250.0	0.534	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
226.732	2522.2	203.7	300.0	0.708	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
198.885	2633.8	216.0	350.0	0.882	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
174.612	2747.7	227.7	400.0	1.055	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
153.571	2861.3	238.8	450.0	1.229	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
135.339	2973.3	249.4	500.0	1.403	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
119.536	3082.6	259.6	550.0	1.576	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
105.776	3189.7	269.4	600.0	1.75	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
93.7793	3294.1	278.9	650.0	1.923	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
83.2862	3395.8	288.0	700.0	2.097	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
74.0784	3495.2	296.9	750.0	2.271	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
65.9759	3592.7	305.5	800.0	2.444	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
58.8472	3687.3	313.9	850.0	2.618	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
52.5495	3779.8	322.0	900.0	2.791	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
46.9759	3870.4	330.0	950.0	2.965	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
42.0348	3959.2	337.7	1000.0	3.139	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
37.6475	4046.2	345.3	1050.0	3.312	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
33.7524	4130.9	352.7	1100.0	3.486	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
30.2819	4214.2	360.0	1150.0	3.659	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
27.1879	4296.1	367.2	1200.0	3.833	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
24.4264	4376.5	374.1	1250.0	4.007	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
21.9592	4455.6	381.0	1300.0	4.18	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
19.7527	4533.4	387.8	1350.0	4.354	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
17.7777	4610.0	394.4	1400.0	4.528	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
16.0085	4685.4	400.9	1450.0	4.701	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
14.4223	4759.7	407.3	1500.0	4.875	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
12.9995	4832.7	413.6	1550.0	5.048	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
11.7227	4904.5	419.9	1600.0	5.222	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
10.5755	4975.4	426.0	1650.0	5.396	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
9.54429	5045.2	432.0	1700.0	5.569	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
8.61676	5114.2	438.0	1750.0	5.743	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
7.78205	5182.3	443.9	1800.0	5.916	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
7.03052	5249.5	449.7	1850.0	6.09	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
6.35354	5315.9	455.4	1900.0	6.264	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
5.74346	5381.5	461.1	1950.0	6.437	0.0	4.5	0.08	4.64E-4
5.19344	5446.3	466.6	2000.0	6.611	0.0	4.5	0.08	4.64E-4

Prema rezultatima i provedenim analizama zaključuje se kako u ovoj varijanti parametri podmorskog ispusta Vir i pripadajuće difuzorske sekcije **u potpunosti zadovoljavaju** kriterij:

- na granici obalnog mora na udaljenoj 300 (m) od obale zahtjeve za kakvoćom mora prema Pravilniku o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 80/2013, 43/2014, 27/2015, 3/2016).

Na udaljenosti 300 metara od osi difuzorke sekcije modelom je definirana koncentracija fekalnih koliforma u iznosu od 226,732 [CB/100 ml]. Na udaljenosti 300 (m) od obalne crte koncentracija iznosi 74,078 [CB/100 ml] što je manja vrijednost od propisane (500).

Prema provedenim analizama, utvrđuje se kako za zimsko razdoblje projektni parametri podmorskog ispusta i difuzorske sekcije, u potpunosti zadovoljavaju granične vrijednosti koncentracije propisane zakonom. Zimsko razdoblje, u pogledu količina unosa koliformnih bakterija i visine vodnog stupca raspoloživog za širenje oblaka znatno je povoljnije za razvoj razrjeđenja i redukciju koncentracije efluenta u moru. Bez obzira na varijante (4.-6.) uočava se povoljnije stanje recipijenta u zoni 300 m od mjesta ispuštanja i 300 m od obalne crte. Varijantom 6 obuhvaćen je kritičan slučaj (identično kao za ljetno razdoblje – varijanta 3) za koji vrijedi:

- brzina od 0,08 m/s u bliskoj zoni (smjer NE) koja rezultira malim razrjeđenjem u bliskoj zoni
- brzina 0,08 m/s u dalekoj zoni (smjer NE) koja rezultira dovoljnim vremenom izloženosti oblaka efluenta sunčevom zračenju.

Analize sa većim brzinama usmjerenim prema obali u dalekoj zoni ne dovode u zimskom razdoblju do prekoračenja zakonom propisanih vrijednosti.

Za vrijednosti istjecajnog dotoka iz dozažnog bazena u podmorski ispust manje od $Q=185,28$ (l/s) i za identične projektne parametre podmorskog ispusta i difuzorske sekcije korištene unutar varijanti 1.-6. uočava se:

- smanjenje razrjeđenja u bliskoj zoni što je posljedica manjih brzina na bočnim otvorima (time i manjeg Froude-ovog broja)
- povećanje razrjeđenja u dalekoj zoni uzrok čega je manji unos mase efluenta u jedinici vremena.

Zaključuje se kako u oba slučaja, za stratificirani i nestratificirani recipijent, nema opasnosti od prekoračenja, u ovom projektu prikazanih vrijednosti koncentracija na mjerodavnim lokacijama.

E.7. ZAKLJUČAK

Provedenim analizama stanja recipijenta utvrđuje se kako za projektom definirane parametre nema opasnosti od prekoračenja zakonom propisanih graničnih vrijednosti, i to:

- na granici obalnog mora na udaljenoj 300 (m) od obale zahtjeve za kakvoćom mora prema Pravilniku o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 80/2013, 43/2014, 27/2015, 3/2016).

Projektant: Doc. dr. sc. Davor Bojanić, dipl.ing građ.

Suradnik: Doc. dr. sc. Veljko Srzić, dipl.ing građ.