

OBRAZAC 1

elektronski potpis projektanta	elektronski potpis revidenta
INVESTITOR	OPŠTINA BUDVA
OBJEKAT	Izgradnja kanalizacionog voda višeg reda sa pomorskim ispustom
LOKACIJA	kat.parcele broj 501/1, 1835/1, 556/1, 552/3, 591/2, 1835/2 i 1833 KO Buljarica
VRSTA TEHNIČKE DOKUMENTACIJE	GLAVNI PROJEKAT
PROJEKTANT	„AQUA ENGINEERING“ d.o.o. Podgorica Broj licence UPI 107/7-3980/4
ODGOVORNO LICE	Obren Bakrač, Spec. Sci. građ.
GLAVNI INŽENJER	Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ. Broj licence UPI 107/7-1482/2

GENERALNI SADRŽAJ PROJEKTA

OPŠTA DOKUMENTACIJA

KNJIGA 0 / OPŠTA DOKUMENTACIJA

- **ZBIRNA REKAPITULACIJA PROJEKTA**
- **PROJEKTNI ZADATAK**

Glavni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ. Br. licence: UPI 107/7-1482/2

TEHNIČKA DOKUMENTACIJA

KNJIGA A – IZGRADNJA KANALIZACIONOG VODA VIŠEG REDA SA POMORSKIM ISPUSTOM

KNJIGA A.1 – GRAĐEVINSKI PROJEKAT

SVESKA: A.1.1 / PROJEKAT HIDROTHNIKE

Odgovorni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ. Br. licence: UPI 107/7-1482/2

SVESKA: A.1.2 / PROJEKAT KONSTRUKCIJE

Odgovorni inženjer: Darko Ognjenović, Spec. Sci. građ. Br. licence: UPI 12-332/22-1242/2

SADRŽAJ SVESKE A.1.1: PROJEKAT HIDOTEHNIKE

I. OPŠTA DOKUMENTACIJA

II. TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

- A. Tehnički opis
- B. Izbor parametara difuzora na osnovu procjene stanja racepijenta numeričkim modelom
- C. Hidraulička analiza u dimenzionisanje sistema dozračni bazen – podmorski ispust – difuzorska sekcija
- D. Modelska analiza valnog polja za potrebe statičkog dimenzionisanja cjevovoda podmorskog ispusta
- E. Statičko dimenzionisanje cjevovoda podmorskog ispusta
- F. Opšti tehnički uslovi za izvođenje radova
- G. Rekapitulacija predmjera i predračuna radova

III. NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

- A. Dokaznice količina
- B. Predmjer radova sa predračunom

IV. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

- prilog 1 Pregledna situacija, R 1:2500
- prilog 2.1 Situacija, R 1:1000
- prilog 2.2 Situacija, R 1:1000
- prilog 2.3 Situacija, R 1:1000
- prilog 3.1 Uzdužni profil kopnenog dijela cjevovoda
(od stac. 0+000.00 do stac. 0+450.00), R 1:100/500
- prilog 3.2 Uzdužni profil kopnenog dijela cjevovoda
(od stac. 0+450.00 do stac. 0+950.00), R 1:100/500
- prilog 4.1 Uzdužni profil kpodmorskog dijela cjevovoda
(od stac. 0+950.00 do stac. 1+400.00), R 1:100/500
- prilog 4.2 Uzdužni profil kpodmorskog dijela cjevovoda
(od stac. 1+400.00 do stac. 1+900.00), R 1:100/500
- prilog 4.3 Uzdužni profil kpodmorskog dijela cjevovoda
(od stac. 1+900.00 do stac. 2+500.00), R 1:100/500
- prilog 5 Osnova i uzdužni profil difuzora, R 1:100/500
- prilog 6.1 Osnova dozračnog bazena, R 1:50
- prilog 6.2.1 Presjek dozračnog bazena A-A, R 1:50
- prilog 6.2.2 Presjek dozračnog bazena B-B, R 1:50
- prilog 6.2.3 Presjek dozračnog bazena C-C, R 1:50
- prilog 7 Detalj nosača difuzora, R 1:20
- prilog 8 Detalj vazdušnog ventila, R 1:20
- prilog 9 Karakteristični poprečni presjeci rova, R 1:20
- prilog 10 Detalj primarnog i sekundarnog opteživača, R 1:10
- prilog 11.1 Plan armature opteživača
- prilog 11.2 Plan armature nosača difuzora



ŽIRO RAČUN: 520-39275-08 HIPOTEKARNA BANKA, PIB: 03207030, PDV: 30/31-19328-0
U.I. Franca Rozmana bb, Podgorica, Telefon: +382 69 622 500, +382 67 66 55 44, E-mail: aquaeng18@gmail.com

OPŠTA DOKUMENTACIJA

Napomena: Opšta dokumentacija za sve faze Glavnog projekta priložena je u knjizi 0.

TEKSTUALNA DOKUMENTACIJA

- A. Tehnički opis**
- B. Izbor parametara difuzora na osnovu procjene stanja racepijenta numeričkim modelom**
- C. Hidraulička analiza u dimenzionisanje sistema dozračni bazen – podmorski ispust – difuzorska sekcija**
- D. Modelska analiza talasnog polja za potrebe statičkog dimenzionisanja cjevovoda podmorskog ispusta**
- E. Statičko dimenzionisanje cjevovoda podmorskog ispusta**
- F. Opšti tehnički uslovi za izvođenje radova kopnenog dijela**
- G. Rekapitulacija predmjera i predračuna radova**

A: Tehnički opis

A.1. UVOD	
A.2. OSNOVNE ZNAČAJKE RJEŠENJA	
A.2.1. NAMJENA I LOKACIJA	
A.2.2. OSNOVNI KONCEPT I POSTAVKE	
A.3. ULAZNI PODACI	
A.3.1. MJERODAVNE KOLIČINE	
A.3.2. VJETROVNA OBILJEŽJA	
A.3.3. SVOJSTVA DUBINA	
A.3.4. ANALIZA TALASNOG POLJA	
A.3.5. MORSKE STRUJE	
A.3.6. MORSKE MIJENE	
A.3.7. MJERENJA MORSKIH STRUJA U PETROVCU 2018. GODINE	
A.3.8. TERMOHALINSKA SVOJSTVA	
A.4. VELIČINA GRAĐEVINE	
A.4.1. DOŽAŽNI BAZEN	
A.4.2. PODMORSKI ISPUST	
A.4.3. DIFUZORSKA SEKCIJA	
A.5. UREĐENJE PROSTORA OBUHVATA	
A.5.1. KOPNENI DIO PODMORSKOG ISPUSTA	
A.5.2. KRAJ KOPNENOG DIJELA I POČETAK PODMORSKOG DIJELA PODMORSKOG ISPUSTA	
A.5.3. PODMORSKI DIO PODMORSKOG ISPUSTA	
A.6. UTICAJ NA OKOLINU I MJERE ZAŠTITE	
A.6.1. UTICAJ GRAĐENJA NA KOPNO I MORE	
A.7. TEHNIČKO RJEŠENJE IZVOĐENJA	
A.8. USLOVI ODRŽAVANJA I PROJEKTOVANI VIJEK TRAJANJA GRAĐEVINE	
A.9. USLOVI ZA IZVOĐENJE RADOVA	

A.1. UVOD

Glavni projekt podmorskog ispusta Buljarica sastoji se od jedne knjige u kojoj se nalaze svi pisani i grafički dijelovi i prilozi.

Svrha izgradnje ove građevine jeste da na siguran i pouzdan način osigura ispuštanje pročišćenih otpadnih voda naselja Petrovac i Buljarica u Jadransko more uz zadovoljavanje sanitarnih, ekoloških i ostalih propisanih i zahtijevanih uslova i standarda mora. Trasa podmorskog i kopnenog dijela ispusta projektovana je u skladu sa batimetrijskim i geomorfološkim svojstvima, rezultatima prospekcijskog preronu i obavljenim in situ mjerenjima. Podmorski ispust se sastoji od objekata na kopnu (dozažni bazen na kraju uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, odnosno na početku kopnenog dijela podmorskog ispusta, cjevovod ispusta, odzračno okno na kopnenom dijelu cjevovoda i u dozažnom bazenu) i objekata u moru (podmorski ispust i difuzorska sekcija). Nakon usvajanja projektnih parametara provedena je dinamička analiza rada postrojenja u nestacionarnim uslovima kako bi se dobio uvid u pijeometarska stanja u sistemu za vrijeme rada postrojenja. Osim hidrauličkih kriterijuma, u postupku izbora projektnih parametara cjevovoda podmorskog ispusta provedena je modelska analiza stanja recipijenta u uslovima degradacije kvaliteta morske vode uslijed upuštanja efluenta s naglaskom na koliformne bakterije,

Projekt je rađen za cijevi izrađene od tvrdog polietilena (PEHD) kao najprihvatljivijeg materijala za ove vrste objekata. Otpadne pročišćene vode ispuštaju se ispustom gravitacijski zbog čega ispust nema pogonskih mašina, odnosno elektro-mehaničke opreme, osim automatske zapornice i mjerača vodostaja u dozažnom bazenu. Za izvedbu ovog objekta ne postoje posebna ograničenja ili prepreke.

Podmorski ispust i difuzor su projektovani pomoću računalnog modela u skladu s uobičajenim kriterijumima i pravilima struke za ove vrste radova.

A.2. OSNOVNE ZNAČAJKE RJEŠENJA

A.2.1. NAMJENA I LOKACIJA

Podmorski ispust ima namjenu da sigurno, trajno i po životnu sredinu prihvatljivo ispušta prečišćene otpadne vode u Jadransko more ispred uvala Buljarica na za to određenoj i prihvaćenoj lokaciji.

Trasa podmorskog ispusta započinje kod spoja na dozažni bazen te se proteže od sjeverozapadnog dijela naselja Buljarica, prolazi kroz dio nenaseljenog i naseljenog područja te dalje jugozapadno prema otvorenom obalnom moru.

Koordinate početka podmorskog dijela ispusta su:

X=6579538.32

Y=4673576.64

Koordinate kraja podmorskog dijela ispusta (cjevovoda) su:

X=6578905.69

Y=4671528.18

U Tablici A.1. prikazane su koordinate svih lomnih točaka kopnenog i podmorskog dijela podmorskog ispusta.

Stacionaža (m)	Koordinata X	Koordinata Y	Stacionaža (m)	Koordinata X	Koordinata Y
0	6579538.32	4673576.64	489,86	6579840.27	4673272.70
7,37	6579545.14	4673579.43	505,46	6579837.76	4673257.30
31,7	6579553.65	4673556.64	554,57	6579816.63	4673212.97
56,85	6579570.88	4673538.32	585,9	6579801.19	4673185.70
76,83	6579589.17	4673530.28	612,62	6579803.05	4673159.04
90,25	6579600.09	4673522.49	635,47	6579801.20	4673136.27
108,79	6579612.77	4673508.97	655,41	6579804.43	4673116.59
120,68	6579618.88	4673498.77	675,71	6579805.32	4673096.32
135,81	6579620.10	4673483.69	696,47	6579808.40	4673075.78
159,48	6579629.55	4673461.99	713,19	6579807.64	4673059.08
172,95	6579635.71	4673450.01	721,35	6579807.07	4673050.94
183,64	6579641.95	4673441.32	743,16	6579797.74	4673031.22
213,07	6579664.44	4673422.35	768,55	6579780.50	4673012.58
242,5	6579686.93	4673403.37	793,89	6579764.53	4672992.91
279,05	6579710.92	4673375.80	814,89	6579761.69	4672972.10
297	6579728.04	4673370.39	840,49	6579758.96	4672946.65
320,95	6579751.96	4673369.26	880,45	6579754.07	4672907.00
340,05	6579771.05	4673368.56	908,68	6579745.14	4672880.21
371,28	6579801.30	4673360.78	945,07	6579731.45	4672846.47
391,77	6579820.48	4673353.56	2495,08	6578906.70	4671534.10
418,45	6579844.09	4673341.14	2501,08	6578905.69	4671528.18
423,25	6579847.06	4673337.37	(kraj cjevovoda/početak difuzora)		
428,18	6579848.88	4673332.79	2573,08	6578947.36	4671469.45
446,44	6579843.43	4673315.36	(kraj difuzora)		
473,47	6579845.05	4673288.38			

Tablica A.1. Koordinate lomnih točaka kopnenog i podmorskog dijela podmorskog ispusta

A.2.2. OSNOVNI KONCEPT I POSTAVKE

Tehničko rješenje zasnovano je na konceptu sa centralnim uređajem za prečišćavanje otpadnih voda smještenog na lokaciji sjeverozapadno od naselja Buljarica i ispuštanjem prečišćenih voda u Jadransko more jugozapadno od naselja Buljarica. Ovim konceptom otpadne vode naselja Petrovac i Buljarica sakupljaju se na lokaciji uređaja, te se gravitacijski putem podmorskog ispusta ispuštaju u more.

Ispust je planiran sa jednim cjevovodom. Kopneni dio podmorskog ispusta od stac. 0+0.00 do stac. 0+867.05 (L=867.05 m) izvodi se iz PEHD PE100, SDR 26 i to $D_v=400$ mm, $D_u=369.4$ mm. Na stac. 0+867.05 izvodi se redukcija sa DN400/369.4 mm na DN355/312.8 mm. Kopneni dio podmorskog ispusta na dionici od stac. 0+867.05 do stac. 0+945.07, te cjevovod podmorskog dijela podmorskog ispusta od stac. 0+945.07 do stac. 2+501.08 (L=1556.01 m) izvodi se iz PEHD PE100, SDR 17 i to $D_v=355$ mm, $D_u=312.8$ mm. Sve standardne cijevi i cijevni priključci bit će isporučeni za zavarivanje termofuzijom. Isto vrijedi i za fazonske komade izrađene od PEHD-a.

Kanalizacioni sistem naselja Buljarica i Petrovac ima tipične karakteristike manjih turističkih naselja. To znači da su sezonske varijacije u opterećenju kanalizacionog sistema velike pa time i protoci u podmorskom ispustu. Kako bi se pronašlo optimalno rješenje za ovako promjenjive uslove rada podmorskog ispusta, predviđena je izgradnja dozažnog bazena svijetlih dimenzija u osnovi 10.0x10.0 (m), radne visine 1.25 m, sa automatskim zatvaračem. Na ovaj način osiguran je radni volumen dozažnog bazena od 125.00 m³ što odgovara ukupnom volumenu efluenta sadržanom u cijevi ispusta zaostalom iz prethodnog manevra otvaranja i zatvaranja zatvarača. Na ovaj način osigurava se izmjena cjelokupnog efluenta iz cijevi i sprječava proces generiranja zraka ako posljedica aerobnih proces efluenta u cijevi. Kota otvaranja zapornice je 24.75 (m n.m.) dok je kota zatvaranja 23.50 (m n.m.). U zidu dozažnog bazena izvode se dva pravouglata otvora, širine 32.00 cm i visine 40.00 cm koji su predviđeni za postavljanje zatvarača koji se pokreće jednostepenim elektro motorom. U normalnim uslovima predviđen je rad jednog zatvarača dok je drugi zatvarač servisni i za rad u incidentnim situacijama. U operativnim uslovima tečenje ispod zatvarača je nepotopljeno. Po isticanju ispod zatvarača tečenje se odvija putem kinete u odzračnom oknu u uzdužnom nagibu nivelete kinete od 10.0 %, od kuda efluent ulazi u nadmorsku dionicu cjevovoda podmorskog ispusta.

Difuzor je ukupne duljine 72.00 m te se sastoji od cijevi različitih profila:

- Od stacionaže 2+501.08 do 2+513.08 (L=12 m), (0+060.00 do 0+072.00) DN355, Ø321.2, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+513.08 do 2+525.08 (L=12 m), (0+048.00 do 0+060.00) DN355, Ø321.2, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+525.08 do 2+537.08 (L=12 m), (0+036.00 do 0+048.00) DN315, Ø285.0, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+537.08 do 2+549.08 (L=12 m), (0+024.00 do 0+036.00) DN315, Ø285.0, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+549.08 do 2+561.08 (L=12 m), (0+012.00 do 0+024.00) DN280, Ø253.2, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+561.08 do 2+573.08 (L=12 m), (0+0.00 do 0+012.00) DN280, Ø253.2, SDR 21, PE 100.
- Na stacionaži 2+573.08 (0+0.00) projektiran je kraj difuzora sa slijepom prirubnicom sa otvorom od dna u visini od 200 mm.

Trasa kopnenog dijela ispusta odabrana je u skladu sa uslovima lokalne zajednice, lokalnim uslovima na terenu i pretežno se nalazi na javnim površinama. Geometrija cjevovoda i difuzora dimenzionisana je u skladu s proračunatim mjerodavnim količinama za pojedine faze korištenja u vijeku trajanja.

Ovakvim konceptom osiguravaju se tehničko-tehnološki ispravni hidraulički parametri tečenja u cjevovodu i isticanja vode na otvorima difuzora, a zadržavanje vode u dozažnom bazenu bit će u prihvatljivim granicama. Dimenzije cjevovoda i difuzora su odabrane tako da zadovoljavaju raspoložive visinske odnose u sistemu: dozažni bazen-ispust-difuzor.

Sam koncept rješenja ispusta je vrlo jednostavan. Tečenje u ispustu je gravitaciono i upravljano je nivoom vodnog lica u kopnenom dijelu podmorskog ispusta.. Na ulazu u ispust je dozažno-prekidno okno, a na kraju difuzor. Na kopnenom dijelu ispusta nalaze se odzračni ventil smješten u betonskom oknu, na stacionaži 0+800.00 koji služi za evakuaciju zraka zadržanog u cijevi. Cijevni materijal je odabran u skladu sa uobičajenom praksom, što ne znači da se ne može izvesti i iz drugih materijala.

U dozažnom bazenu predviđena su dva sigurnosna preljevna otvora s kotom dna otvora 24.85 (m n.m.). Svaki od dvaju preljevnih otvora je dimenzija 125x35 (cm). Dno ulivne cijevi u dozažni bazen iz uređaja za prečišćavanje otpadnih voda nalazi se na koti 24.60 (m.n.m.). Kota nivelete cijevi podmorskog ispusta na izlazu iz prekidnog okna je 22.80 (m.n.m.).

A.3. ULAZNI PODACI

A.3.1. MJERODAVNE KOLIČINE

Proračun količina otpadnih voda urađen je za planiranu izgradnju na prostoru Petrovca i Buljarice 2043. godine. Na ovom prostoru planirani su korisnici koji pripadaju kategoriji stanovništvo i turizam. Prognoza budućeg broja korisnika je urađena na osnovu prostornih planova: Buljarica 1, Petrovac- šira zona i Petrovac-centar. Postojeći DUP Buljarica 1 pokriva prostor oko 110 ha, od ukupno oko 300 ha površine koja pripada Buljaricama. DUP Petrovac /-šira zona obuhvata površinu 83 ha, dok Petrovac - centar oko 24 ha. U prostornim planovima Petrovca su dati podaci o planiranom broju stanovnika i turista, u DUP Petrovac -centar nisu dati podaci o broju turista u privatni smještaj i tercijalnim djelatnostima, već samo ukupan broj turista bez obzira na kategorije hotela. DUP Buljarica 1 urađen je za oko trećinu od ukupnog površine, također ne daje podatke o kategoriji turista, ali sadrži broj zaposlenih u tercijarnom sektoru i centralnim djelatnostima.

Prognozirani broj korisnika kanalizacionog sistema Petrovac i Buljarica prikazan je u sljedećoj tabeli:

naselje	kategorija potrošača	2043. god.
Petrovac	stanovništvo	5080
	Turizam	9144
Buljarica	stanovništvo	6813
	Turizam	7995

Tablica A.2. Prognozirani broj korisnika kanalizacijskog sistema Petrovac i Buljarica

Usvojene specifične potrošnje vode za piće su dosta različito date u prostornim planovima, primjera radi, za stanovništvo se kreću između 200 do 300 l/st/dan, dok za hotelske smještaje visoke kategorije od 550 do 1000 l/lež/dan. U sljedećoj Tabeli A.3. su prikazane usvojene specifične norme potrošnje vode, kao i specifični rashodi prema kategoriji potrošača sa umanjnjem 20%.

kategorija potrošača	specifična potrošnja vode (l/dan)	specifični rashod (l/dan)
stanovnici	250	200
hoteli sa 5 zvjezdica	650	520
hoteli sa 4 zvjezdica	450	360
hoteli nižih kategorija	350	280
privatni smještaj i odmarališta	350	280

Tablica A.3. Norme potrošnje vode i rashodi kanalizacijskog sistema Petrovac i Buljarica

Usvojeni karakteristični koeficijenti dnevne i satne neravnomjernosti su različiti u prostornim planovima, bez posebnih vrijednosti za kategorije potrošača, za potrebe ovog projekta usvojene su sljedeće vrijednosti:

$$K_{MAX}^{DN} = 1,3 \quad K_{MAX}^{SAT} = 1,8$$

Također, u planskim dokumentima nema proračuna potrošnje vode za piće, osim u DUP-u Buljarica 1, tako da se dalji proračun zasniva na specifičnoj dnevnoj potrošnji od 200 l/st/dan za stanovništvo i 360 l/lež/dan kao prosjek za turiste svih kategorija, s obzirom da u nekim planskim dokumentima nisu navedene kategorije turista. Shodno usvojenom broju korisnika kanalizacionog sistema, usvojenim specifičnim normama rashoda, kao i koeficijenata dnevne i satne neravnomjernosti, u sljedećoj Tabeli A.4. su prikazane ukupne količine otpadnih voda za projektni period 2043. godine.

naselje	Q_{SR}^{DN} (l/s)	Q_{MAX}^{DN} (l/s)	Q_{MAX}^{SAT} (l/s)
Petrovac	49,8	64,7	114,6
Buljarica	49,0	63,7	116,4
UKUPNO	98,8	128,4	231,0

Tablica A.4. Prognozirani broj korisnika kanalizacijskog sistema Petrovac i Buljarica

Ali, u kišnom period dolazi do infiltracije atmosferske vode u sistemu, primjer ovog procesa je karakterističan za kanizacioni sistem u Budvi, gdje u periodu padavina dolazi do značajnog opterećenja primarnih i sekundarnih kanizacionih krakova, a posebno je problem u dodatnom opterećenju postojećeg uređaja za prečišćavanje u Bečićima. Usvaja se postotak od oko 30% od srednjeg protoka kao povećanje uslijed infiltracije atmosferskih voda. U sljedećoj Tabeli A.5. su prikazane količine otpadnih voda kada se uzme u obzir i infiltracija:

naselje	Q_{SR}^{DN} (l/s)	Q_{MAX}^{DN} (l/s)	Q_{MAX}^{SAT} (l/s)
Petrovac	64,7	79,6	131,3
Buljarica	63,7	78,4	129,3
UKUPNO	128,4	158,0	260,6

Tablica A.5. Mjerodavne količine kanalizacijskog sistema Petrovac i Buljarica

Dimenzioniranje podmorskog ispusta u Buljarici će se odrediti na osnovu protoka $260 \text{ l/s} = 0,26 \text{ m}^3/\text{s}$.

A.3.2. VJETROVNA OBILJEŽJA

Za potrebe analize valovitosti i opterećenja uzrokovanih vjetrom generisani talasom na obuhvatu plaže Buljarica na raspolaganju su službeni podaci Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju Crne Gore sa dviju stanica. Sistematska meteorološka mjerenja u Crnoj Gori počela su 1949. godine. Danas, na teritoriju Crne Gore, postoji veliki broj meteoroloških stanica uređenih i opremljenih po standardima koje propisuje Svjetska meteorološka organizacija (WMO–World Meteorological Organization).

Prijemom Crne Gore u Svjetsku meteorološku organizaciju (WMO), agenciju Organizacije ujedinjenih naroda, a u skladu sa važećim zakonima i međunarodnim obavezama preuzetim ratifikacijom Konvencije o Svjetskoj meteorološkoj organizaciji, na teritoriju Crne Gore uspostavljen je nacionalni sistem meteorološkog praćenja koji čini sastavni dio sistema Evropskog meteorološkog praćenja (EMW) u okviru sistema Globalnog meteorološkog praćenja (GMW) Svjetske meteorološke organizacije. U sistemu meteorološkog praćenja funkcioniše mreža meteoroloških stanica.

Mrežu meteoroloških stanica na teritoriju Crne Gore čine osnovna i dopunska mreža meteoroloških stanica. Osnovna mreža meteoroloških stanica Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju Crne Gore sastoji se od 9 glavnih (sinoptičkih), 15 klimatoloških (običnih) i 20 kišomjernih stanica. Iste su prikazane na Slici A.1. u nastavku (plava boja – sinoptičke stanice, crvena boja – klimatološke stanice, žuta boja – kišomjerne stanice). Na glavnim meteorološkim stanicama i manjem broju referentnih klimatoloških stanica, sa kojih se podaci koriste u međunarodnim okvirima, mjerenja i praćenja vrše se svakog sata.

Na većem broju klimatoloških stanica (mjerenja i praćenja se vrše 3 puta dnevno u terminima 07, 14, 21 sati po lokalnom vremenu), a na kišomjernih stanicama (mjerenja i praćenja se vrše u 07 sati po lokalnom vremenu), angažovani su spoljni saradnici na osnovi ugovora o djelu. U cilju efikasnijeg izvršenja poslova iz okvira rada nacionalnih hidrometeoroloških službi, a prema propisima, uputstvima i obavezama ratifikovane konvencije o Svjetskoj Meteorološkoj Organizaciji (WMO), kao i zbog geografskog položaja i specifičnih orografskih svojstava terena te velikog broja korisnika zainteresovanih za hidrometeorološke podatke, smatra se kako je sa postojećim brojem glavnih, a djelomično i klimatoloških stanica, ispunjen uslov funkcionalnosti postojeće mreže.



Slika A.1. Pregled lokacija glavnih meteoroloških, klimatoloških i kišomjernih stanica Crne Gore

Za potrebe kvantifikacije dinamičkih opterećenja na cjevovod podmorskog ispusta Buljarica na raspolaganju su podaci:

- Srednji deset minutni podaci brzine i prevladavajućeg smjera sa klimatološke stanice Budva
- Srednji deset minutni podaci brzine i prevladavajućeg smjera sa sinoptičke stanice Bar
- Srednji satni podaci brzine i prevladavajućeg smjera sa sinoptičke stanice Bar

Deset minutni podaci referirani su na 7, 14 i 21 sati u danu, za stanice Bar i Budva, za razdoblje od 1.1. 2006. do 31.12. 2015. godine. Iako je serija raspoloživih podataka u pogledu vremenskog obuhvata dovoljno duga za potrebe postizanja stanja statističke stacionarnosti, a temeljem čega je moguće izvršiti pouzdane dugoročne prognoze talasnih parametara, podaci su se pokazali manjkavima. Deset minutni podaci standard su WMO-a za potrebe prognoziranja dubokovodnih talasnih parametara, što bi u slučaju kontinuiranog zapisa (144 zapisa dnevno) pružilo dovoljno dobar i gust signal za potrebe pouzdanih prognoza parametara talasa. Raspoloživi zapisi daju uvid u samo tri podatka dnevno što ne ide u prilog potrebama studijske analize primarno iz dva razloga:

- Temeljem tri podatka dnevno pokriveno je samo 2.08 % dana i informacija sadržanih u danu čime se ne dobija kontinuirana informacija o oscilacijama brzina i vektora smjera vjetra, što ne osigurava uvid u promjene brzina i informacije o ekstremima koji mogu rezultirati generisanjem talasa ekstremnih visina. Iako je u ovom slučaju moguće postići stacionarnost serije podataka, informacije su nepotpune u pogledu opisa stvarnih svojstava vjetra na predmetnoj lokaciji
- Osnovni mehanizam generisanja vjetrovnih talasa jest vjetar. Strujanjem po morskoj površini dolazi do poremećaja površine (namreškavanje) čime se površina na koju djeluje vjetar povećava što pospješuje

prijenos energije vjetra na morsku površinu, a posljedično i razvoj talasa. U pogledu potpunog razvoja stanja potpuno razvijenog mora, tj. postizanja stanja u kojem neće doći do promjene parametara talasa u slučaju povećanja trajanja duvanja vjetra, neophodno je definisati trajanje duvanja vjetra pojedinog smjera. U slučaju triju deset minutnih podataka tačnost definisanja trajanja vjetra pojedinog smjera je +/- 8 sati. Ako se u obzir uzme činjenica kako su prosječna trajanja vjetra pojedinog smjera na Jadranskom moru, uz izuzetak bure, 10-25 sati, očigledno je kako je greška značajna.

Srednji satni podaci o brzini i prevladavajućem smjeru sa sinoptičke stanice Bar raspoloživi su za period 1.1.2008. do 31.12.2011. godine.

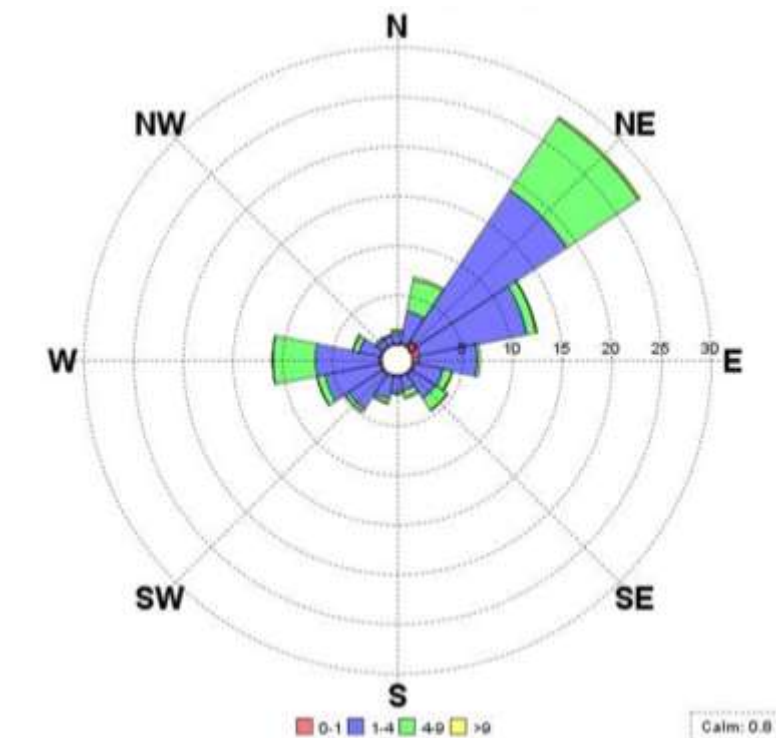
Na osnovi raspoloživog niza srednjih satnih podataka izrađene su tablice kontigencije koje su prikazane u nastavku u Tablici A.6. i Tablici A.7. i na Slici A.2. u obliku ruže vjetrova. Važno je napomenuti kako se u slučaju Slike A.2. radi o službenoj ruži vjetrova za sinoptičku stanicu Bar koja je dostavljena od strane Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju Crne Gore. Usporedbom tablice relativne kontigencije sa ružom vjetrova (ružna vjetrova odgovara desetogodišnjem nizu u periodu od 1.1. 2006. do 31.12. 2015. godine) uočava se sličnost što upućuje na potencijalno dovoljno dugo razdoblje unutar kojeg su podaci o vjetru na raspolaganju. U pogledu učestalosti, prisutna je dominacija vjetrova prvog kvadranta (bura) i vjetra zapadnog smjera. U pogledu ostvarenja najvećih brzina vjetra ističu se smjerovi S (jugo) i SW (garbin) (Slika A.2.). Udio tišine u ukupnom uzorku iznosi 3.95 %.

V(m/s)	0,0-0,3	0,3-1,5	1,5-3,3	3,3-5,5	5,5-8,0	8,0-10,8	10,8-13,9	13,9-17,2	17,2<	Suma
N	0	84	474	450	217	38	0	0	0	1263
NE	0	389	8881	3116	1898	188	0	0	0	14472
E	0	259	3446	319	72	4	0	0	0	4100
SE	0	95	1131	1050	220	10	0	0	0	2506
S	0	101	769	559	156	29	2	0	0	1616
SW	0	120	2257	524	66	44	18	0	0	3029
W	1	148	3138	2096	296	16	3	0	0	5698
NW	1	84	687	189	14	0	1	1401		976
Suma	2	1280	20783	8303	2939	329	24			35061

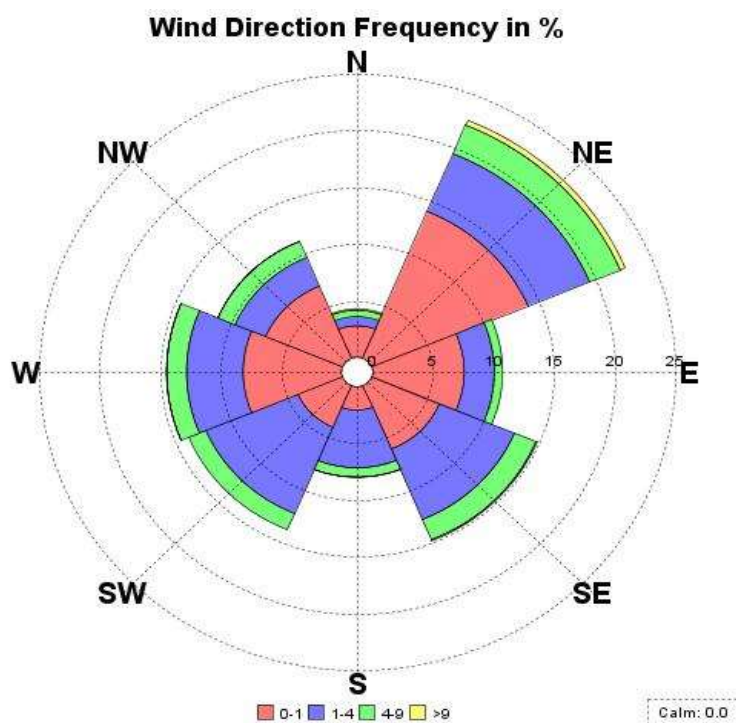
Tablica A.6. Tablica apsolutne kontigencije za sinoptičku stanicu Bar i razdoblje 1.1.2008. – 31.12.2011.

V(m/s)	0,0-0,3	0,3-1,5	1,5-3,3	3,3-5,5	5,5-8,0	8,0-10,8	10,8-13,9	13,9-17,2	17,2<	Suma
N	0,000	2,396	13,519	12,835	6,189	1,084	0,000	0,000	0,000	36,023
NE	0,000	11,095	253,301	88,874	54,134	5,362	0,000	0,000	0,000	412,766
E	0,000	7,387	98,286	9,098	2,054	0,114	0,000	0,000	0,000	116,939
SE	0,000	2,710	32,258	29,948	6,275	0,285	0,000	0,000	0,000	71,475
S	0,000	2,881	21,933	15,944	4,449	0,827	0,057	0,000	0,000	46,091
SW	0,000	3,423	64,374	14,945	1,882	1,255	0,513	0,000	0,000	86,392
W	0,029	4,221	89,501	59,782	8,442	0,456	0,086	0,000	0,000	162,517
NW	0,029	2,396	19,594	5,391	0,399	0,000	0,029	39,959		27,837
Suma	0,057	36,508	592,767	236,816	83,825	9,384	0,685			1000,000

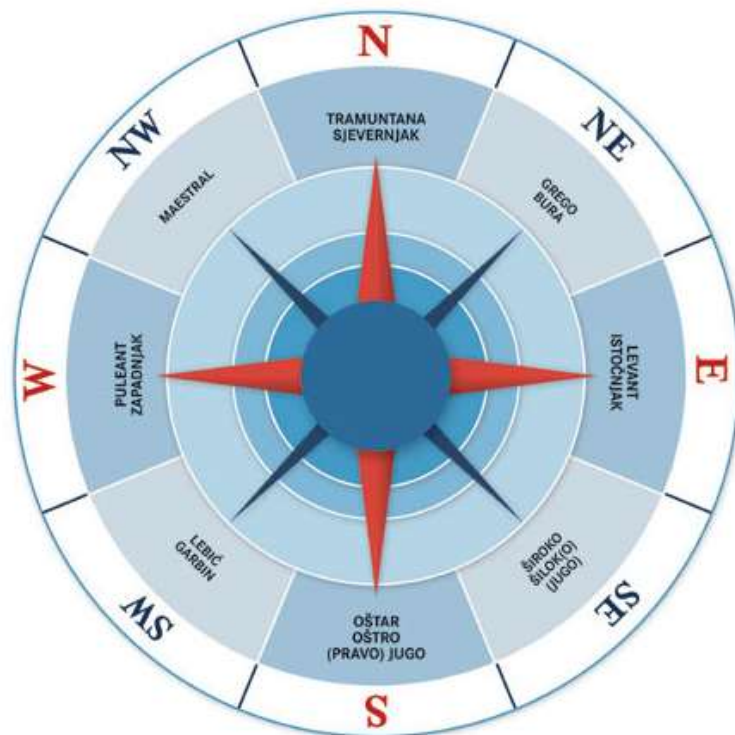
Tablica A.7. Tablica relativne kontigencije za sinoptičku stanicu Bar i razdoblje 1.1.2008. – 31.12.2011.



Slika A.2. Ruža vjetrova za sinoptičku stanicu Bar dostavljena od strane Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju Crne Gore za razdoblje od 01. 01. 2006. do 31. 12. 2015. godine



Slika A.3. Ruža vjetrova za klimatološku stanicu Budva dostavljena od strane Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju Crne Gore za razdoblje od 01. 01. 2006. do 31. 12. 2015. godine



Slika A.4. Glavni i sporedni smjerovi vjetra sa nazivima

Na Slici A.3. u obliku ruže vjetrova prikazana je raspodjela učestalosti smjera i brzina vjetra na klimatološkoj stanici Budva. U usporedbi sa Slikom A.2. uočava se manja zastupljenost vjetra većih brzina (1 - 4 m/s) na stanici Budva. S obzirom kako brzina vjetra definiše razvoj talasa većih talasnih visina, ali i činjenice kako je jugo najekstremniji vjetar na lokaciji od interesa, podaci s mjerne stanice Bar usvajaju se kao mjerodavni za potrebe determinacije opterećenja talasom podmorske dionice podmorskog ispusta Buljarica.

Za vrijednosti srednjih satnih brzina definirana su minimalna potrebna trajanja duvanja za postizanje stanja potpuno razvijenog mora. Za slučaj kada je vrijeme duvanja kraće od minimalnog potrebnog, ukupna energija vjetra ne može se prenijeti na površinu mora u dužini efektivnog privjetrišta, pa se za mjerodavnu dužinu privjetrišta do postizanja stanja potpuno razvijenog mora usvaja minimalna potrebna dužina. Za slučaj kada je vrijeme duvanja duže od minimalnog potrebnog, stanje potpuno razvijenog mora nije postignuto jer je efektivna dužina privjetrišta manja od minimalne. Za mjerodavnu dužinu privjetrišta do postizanja stanja potpuno razvijenog mora u ovom slučaju usvaja se efektivna dužina privjetrišta.

Parametri dubokovodnog talasa za smjer SW i S prikazani su u Tablicama A.8. i A.9.. Za posmatrani period od 01. 01. 2008. do 31. 12. 2011. godine, kako je već rečeno, radi se o uslovima ograničenja vremenom duvanja vjetra, pa se u tom slučaju usvajaju minimalne dužine privjetrišta kao mjerodavne, te se parametri značajne talasne visine i perioda definišu prema Groen-Dorrestein-u.

V [m/s]	1,50	3,30	5,50	8,00	10,80	13,90
F _{EFF} [km]	232,78	232,78	232,78	232,78	232,78	232,78
t _{min} [h]	44,35	30,86	24,39	20,53	17,89	15,93
F _{min} [km]	43,36	71,25	98,29	124,47	150,37	176,28
F [km]	43,36	71,25	98,29	124,47	150,37	176,28
H _s [m]			0,70	1,41	2,20	3,52
T _s [s]			3,30	4,70	5,70	6,99
L ₀ [m]			17,00	34,49	50,73	76,29
n	120	2257	524	66	44	18

Tablica A.8. Parametri dubokovodnog talsa za smjer SW

Za smjer SW maksimalna talasna visina i talasni period, temeljem raspoloživog niza brzina vjetra iznose H_s=3.52 m, odnosno T=6.99 s. Za smjer S maksimalne vrijednosti parametara su H_s=4.10 m, odnosno T=7.90 s.

V [m/s]	1,50	3,30	5,50	8,00	10,80	13,90
F _{EFF} [km]	347,49	347,49	347,49	347,49	347,49	347,49
t _{min} [h]	59,41	41,34	32,68	27,51	23,96	21,34
F _{min} [km]	67,71	111,27	153,52	194,39	234,84	275,31
F [km]	67,71	111,27	153,52	194,39	234,84	275,31
H _s [m]			0,80	1,58	2,55	4,10
T _s [s]			3,61	4,95	6,10	7,90
L ₀ [m]			20,35	38,26	58,10	97,44
n	101	769	559	156	29	2

Tablica A.9. Parametri dubokovodnog talasa za smjer S

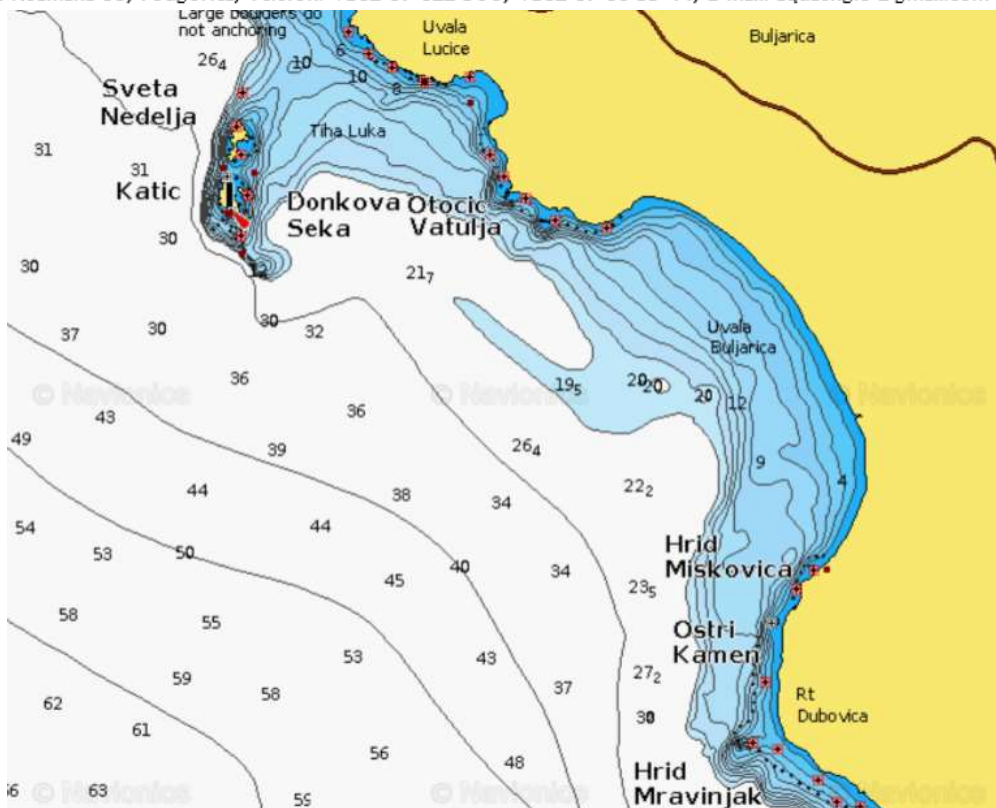
Za potrebe dugoročnih prognoza talasnih parametara korištene su obje navedene distribucije uz "best fit" postupak do minimizacije kvadrata odstupanja. Za smjer SW dugoročne vrijednosti značajne talasne visine i perioda **odabrane su vrijednosti talasnih parametara stogodišnjeg povratnog perioda iznose H_s=4.85 m i T=9.13 s.**

Za smjer S dugoročne vrijednosti značajne talasne visine i perioda **odabrane su vrijednosti talasnih parametara stogodišnjeg povratnog perioda iznose H_s=4.73 m i T=8.81 s.**

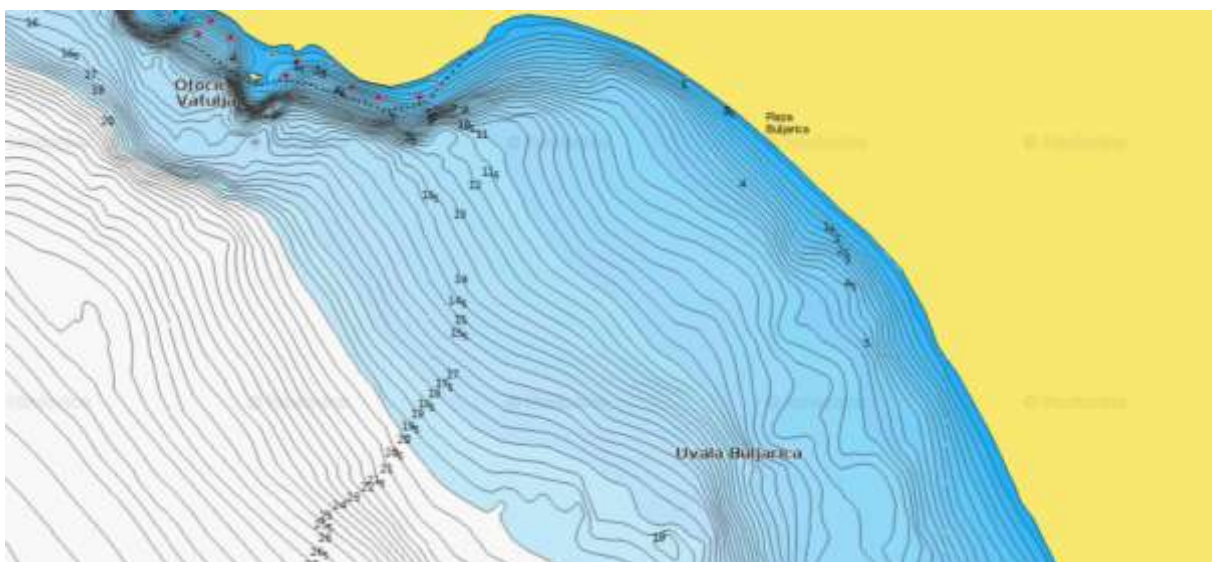
A.3.3. SVOJSTVA DUBINA

Uvid u batimetrijska svojstva temelji se primarno na batimetrijskoj podlozi koja je dostavljena od strane Naručitelja temeljem in-situ premjera obavljenog prikladnom hidrografskom izmjerom. Referentan visinski datum za iskaz dubina u nije jednoznačno definiran pa se pretpostavlja kako se radi o „Nuli Trsta“.

Batimetrijska svojstva šireg područja obuhvata, mjerodavnog u segmentu definicije projektnog talasa do uključivo zone dubokog mora, temelje se na dostupnom servisu Navionics. Izobate unutar akvatorija Buljarice položene su paralelno s obalnom crtom što ukazuje na dominantno pjeskovito dno i činjenicu o visokom postotku sedimenta koji aktivno učestvuje u formiranju morfoloških svojstava obale (Slika A.5. i A.6.).

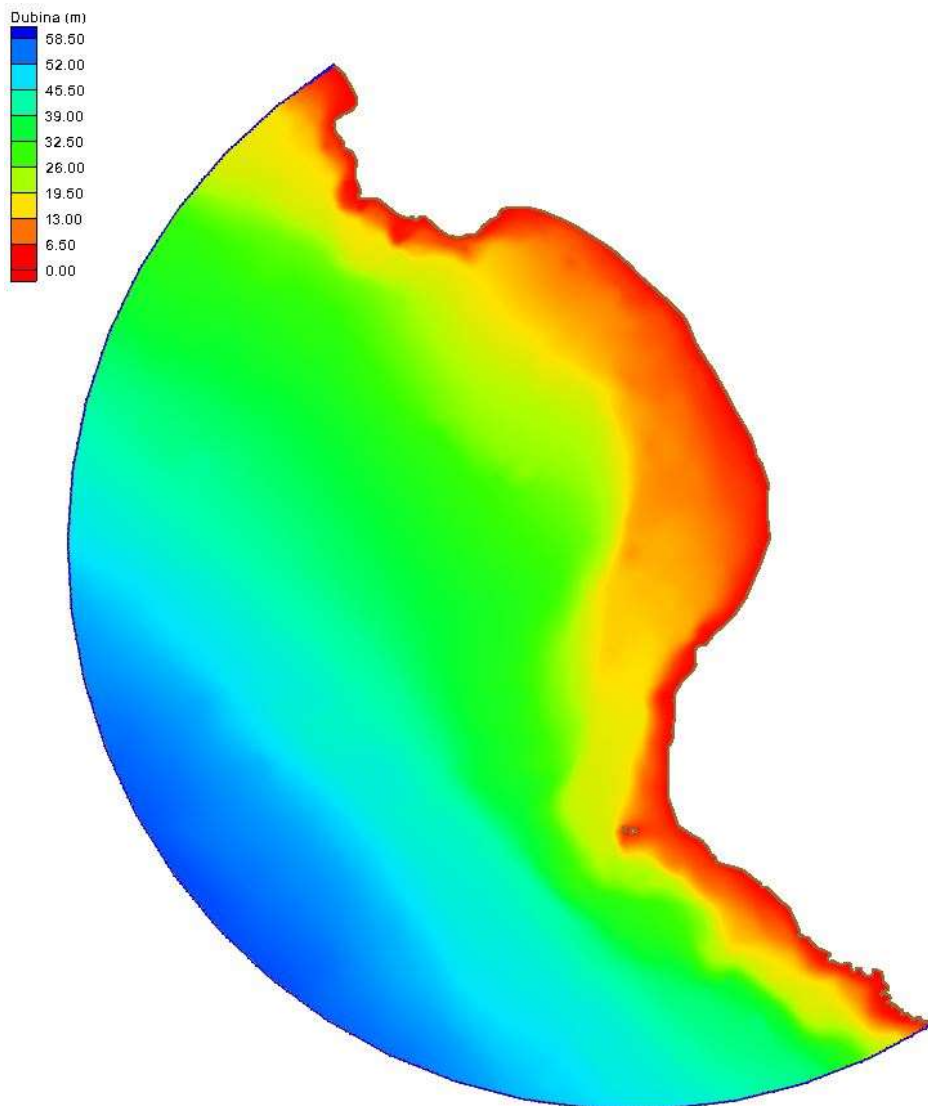


Slika A.5. Batimetrijska svojstva zone obuhvata (Navionics)

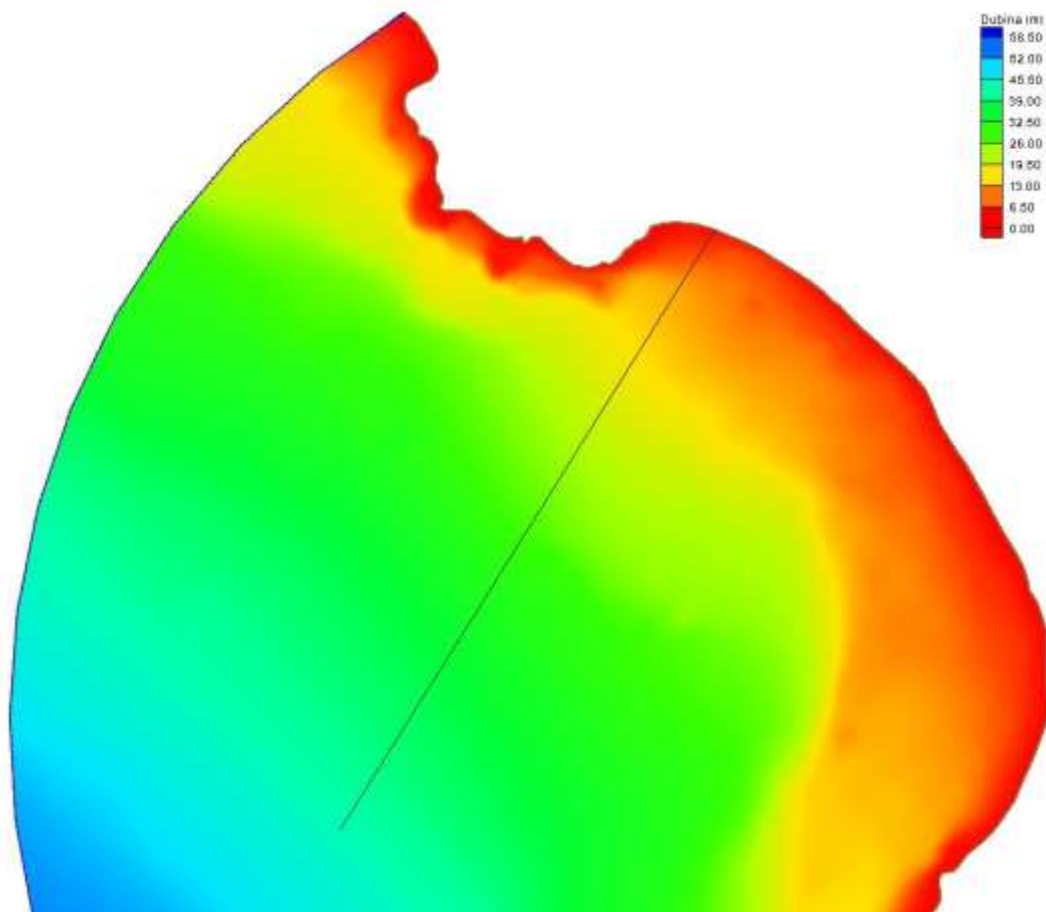


Slika A.6. Batimetrijska svojstva zone obuhvata (Navionics)

Kombinovanjem dostavljene batimetrijske podloge (uži dio obuhvata) i informacije iz Navionics servisa, generisan je model morskog dna za potrebe modelskih analiza (Slika A.7. i A.8.).



Slika A.7. Batimetrijski model šire zone obuhvata



Slika A.8.. Batimetrijski prikaz užeg područja obuhvata sa trasom cjevovoda podmorskog ispusta

Od obalne crte duž trase podmorskog ispusta do uključivo dubine od 9 m morsko dno se pruža u nagibu od 5 %. Nakon toga je zabilježen prijelaz na pijesak čiji je ravnotežni profil u nagibu 1.7 % do krajnje dubine od 40 m. Duž trase ispusta batimetrijska podloga i model ne ukazuju na postojanje većih nepravilnosti na morskom dnu osim na dubinama do 5 m.

A.3.4. ANALIZA TALASNOG POLJA

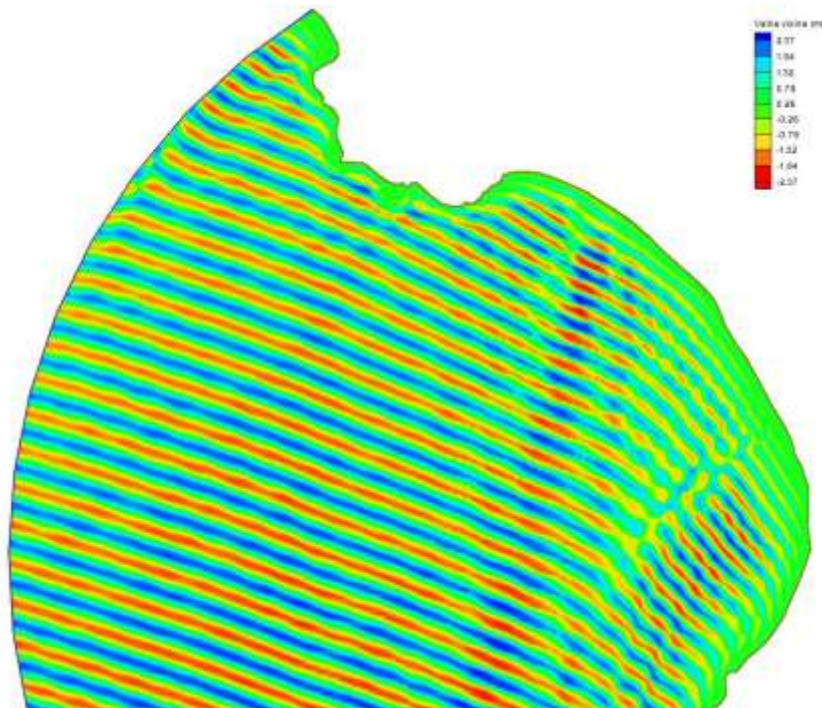
Rezultati su prikazani u nastavku za mjerodavni incidentni smjer juga (S) s ciljem jasne i pregledne identifikacije svojstava talasnog polja u zoni uticaja morskog dna, a u zoni zahvata Buljarica. Posebno je dan prikaz:

- Talasnog polja;
- Polja talasnih visina;
- Vektora pomjeranja talasa;
- Područja loma talasa.

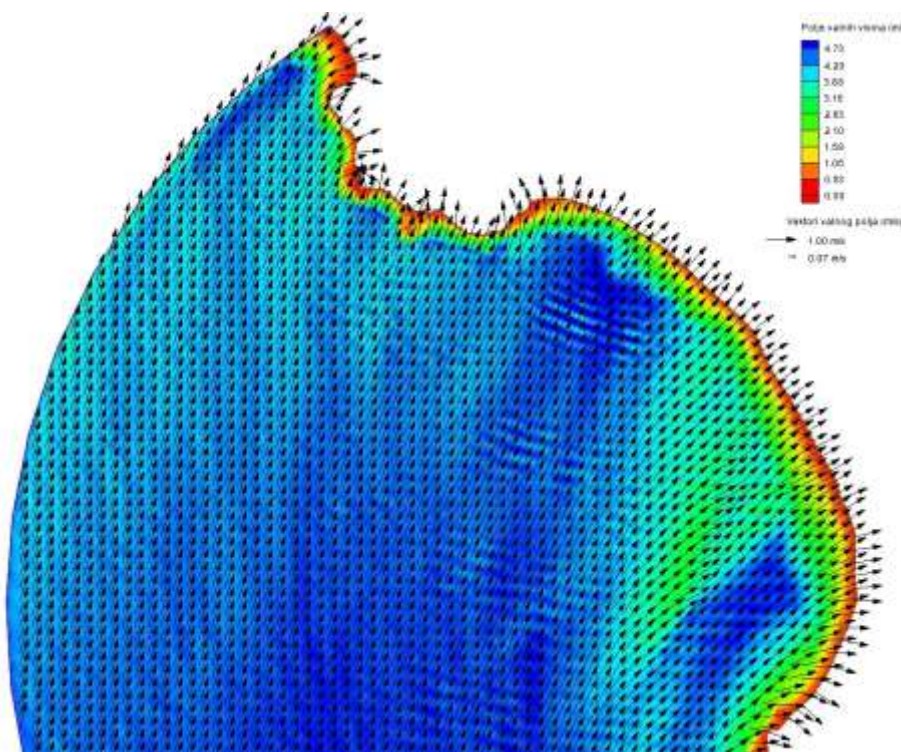
Na ovaj način u potpunosti su definisana svojstva talasnog polja s karakteristikama u nastavku.

Svojstva talasnog polja unutar zone obuhvata za incidentni smjer S u potpunosti su definisana u nastavku na Slikama A.9.- A.11.. Uvidom se uočava značajne transformacije talasa u akvatoriju ispred područja zahvata i to primarno kroz refrakciju i lom talasa. Značajan uticaj refrakcije prisutan je duž cijele uvale uz očit uticaj dna već na incidentnoj liniji talasa. U ovom slučaju refleksija je pravilna i homogena, bez uzroka heterogenosti polja talasnih visina u akvatoriju Buljarice. Zakretanje zraka talasa je prisutno više u južnom dijelu uvale a manje u sjevernom dijelu gdje je izraženija konvergencija zraka i rezultirajuće nešto veće talasne visine nego li na južnom dijelu.

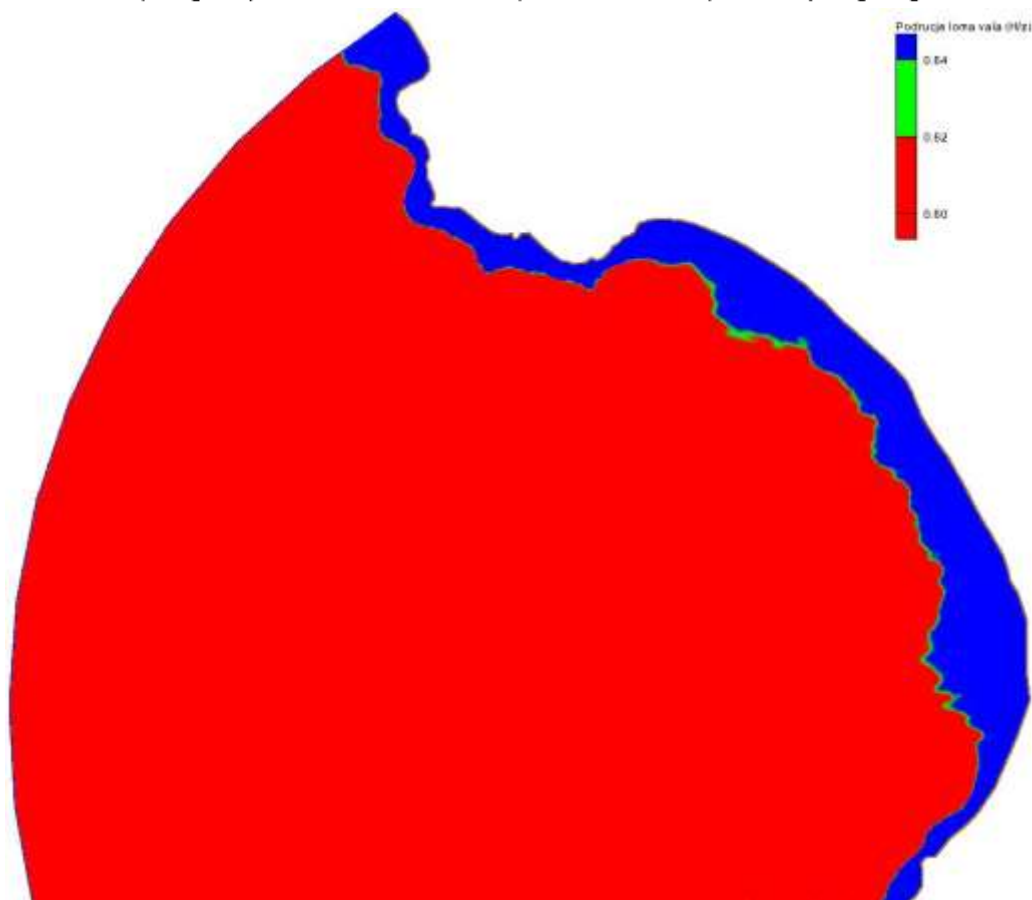
Uvidom u svojstva talasnog polja u području budućeg zahvata, očita je dominacija refrakcije kao mehanizma transformacije talasa za znatnim efektom zakretanja talasnih zraka i prisustvo ortogonalnosti s obalnom crtom (Slika A.9.- A.10.). Lom talasa u području budućeg zahvata ostvaruje se vrlo plitko, u području dubine od 5 do 13 m (Slike A.11.). Ovaj podatak je ključan u definiciji dužine ukapanja trase podmorskog ispusta te se ista ukapa u morsko dno i betonira do dubine od 10 m.



Slika A.9. Prikaz talasnih visina za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda – uže područje obuhvata

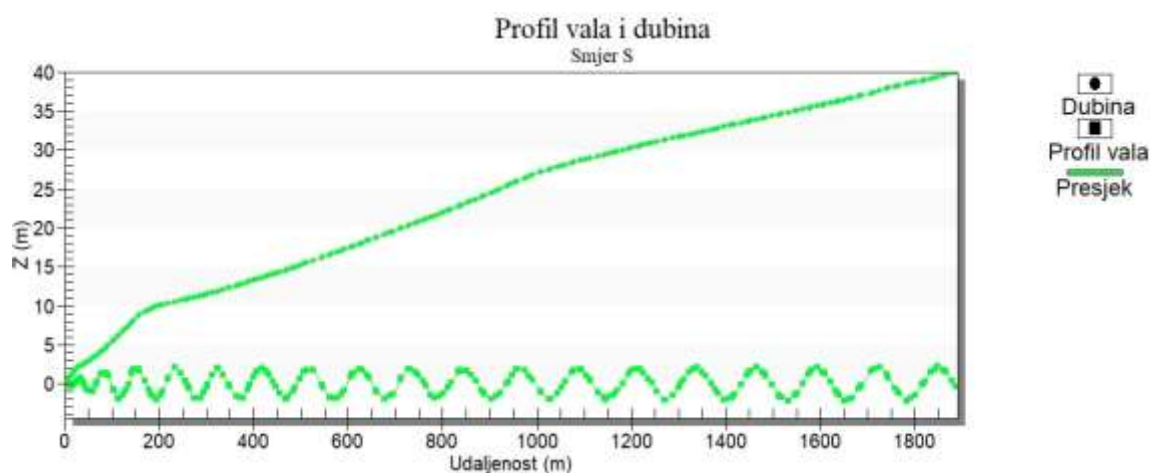


Slika A.10. Prikaz polja talasnih visina za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda s vektorima propagacije – uže područje obuhvata

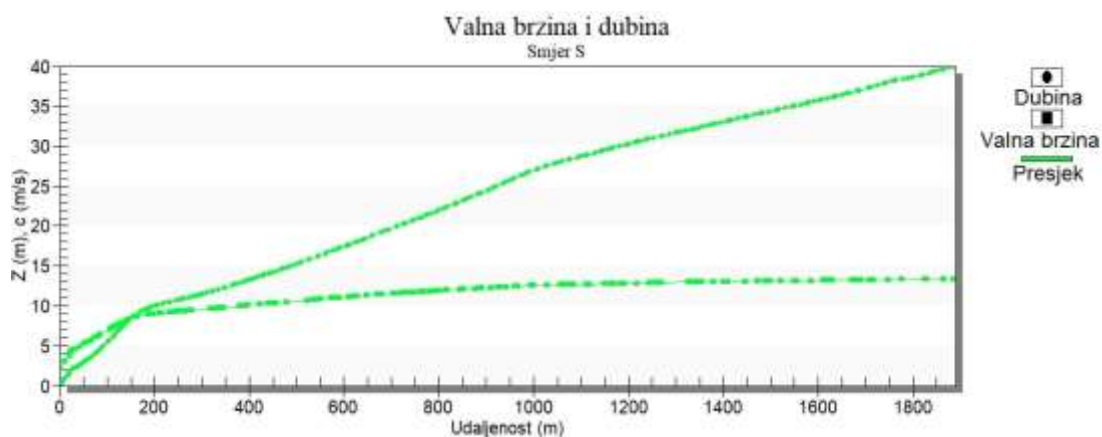


Slika A.11. Prikaz područja loma talasa za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda - uže područje obuhvata

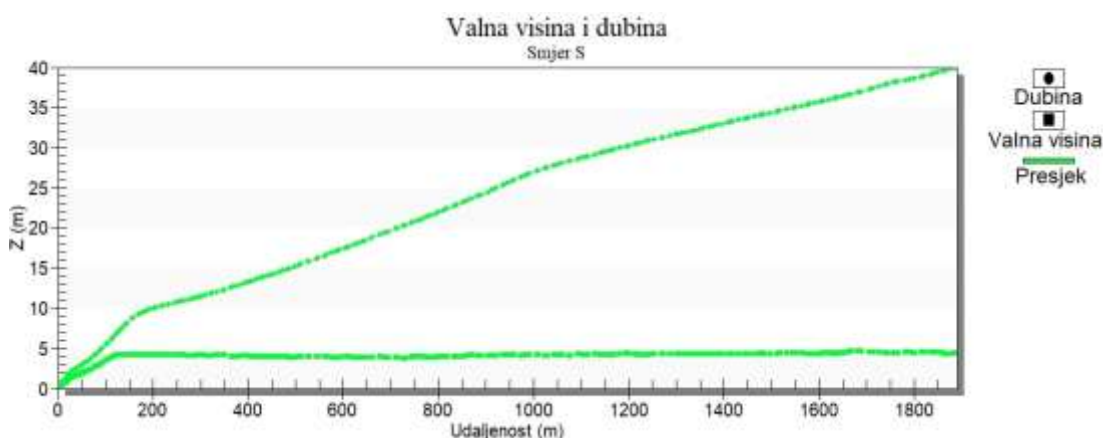
Na Slikama A.12.-A.14. prikazane su vrijednosti talasnih parametara, talasne visine i brzine, duž trase podmorskog ispusta od obalne crte do uključive dubine od 40 m. Vidljiva je beznačajna disipacije energije dolaznog talasa do dubine od 10 m. Od lokacije s dubinom 25 m, talasna dužina se smanjuje prema obali do obalne crte. Drastično smanjenje talasne visine ostvaruje se na dubinama manjim od 7.5 m. Prema Slici A.14., do dubine 7.5 m, talasna visina odgovara otprilike značajnoj talasnoj visini dubokovodnog talasa iako se ne radi u zoni dubokog mora. Vrijednosti brzine talasa koje se koriste kod statičkog dimenzioniranja cjevovoda podmorskog ispusta kreću se od 13.2 m/s na mjestu dubine 40 m pa do 9.8 m/s na mjestu dubine 9 m.



Slika A.12. Prikaz dubine i ostvarenih talasnih visina duž trase za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda



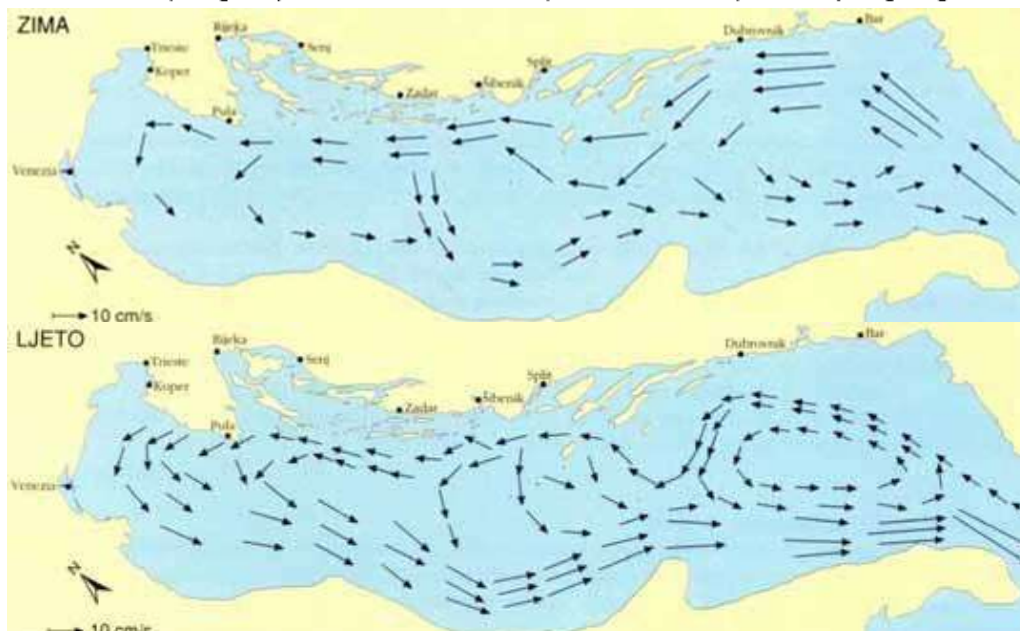
Slika A.13. Prikaz dubine i ostvarenih talasne brzine duž trase za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda



Slika A.14. Prikaz dubine i polja talasne visine duž trase za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda

A.3.5. MORSKE STRUJE

Morske struje predstavljaju vodoravno premještanje vodenih masa, a s obzirom na sile uzročnice mogu biti: struje generisane vjetrom, geostrofičke struje, struje nagiba, struje morskih mijena i struje uzrokovane opštim sistemom cirkulacije. Opšti sistem cirkulacije vode na Jadranu usmjeren je tako da su struje uz istočnu obalu usmjerene u NW smjeru dok su uz zapadnu obalu u SE smjeru, uz nekoliko mjesta gdje skreću s istočne na zapadnu obalu Jadrana (Lastovo i Lošinj). U Jadranskom moru preovladava ciklonalno strujanje zbog razlike gustoće mora: dotok slatke vode sjevernojadranskih rijeka pod utjecajem Coriolisove sile struji duž talijanske obale prema Otrantu, uslovljavajući time strujanje u suprotnom smjeru duž Hrvatske obale. Obično brzina morske struje opada s dubinom na kojoj se opaža. Opšte obilježje strujanja na Jadranu je njihova nestalnost po brzini i smjeru. Brzina struje u najvećem dijelu Jadrana nije veća od 0,5 čvora. Samo za vrijeme vrlo jakih bura površinski sloj vode može dostići brzinu 3-4 čvora, no već na manjoj dubini poprima vrijednosti do 1,5 čvora. Brzina morske struje pri srednjim i malim brzinama vjetra ne prelazi 0,5 čvora.



Slika A.15. Prikaz površinskih struja mora Jadrana za ljeto i zimu (prema M. Zore-Armanda, 1967.)

A.3.6. MORSKE MIJENE

Morske mijene su periodična osciliranja nivoa mora, uglavnom uslijed plimotvornog uticaja Mjeseca i Sunca. Osim astronomskih uslova na visinu vode utiče atmosferski pritisak: pri visokim pritiscima visina vode pada, a pri niskim raste. Nadalje, dugotrajnim duvanjem vjetra dolazi do potiskivanja vodenih masa čime se mijenjaju parametri plimnog talasa. Također, može doći i do kašnjenja vremena nastupa visokih i niskih voda. Morske mijene Jadranskog mora mješovitog su tipa s izrazitom nejednakošću po visini. Ipak, za vrijeme sizigija morske su mijene uglavnom poludnevnog tipa dok su za vrijeme kvadratura jednodnevnog tipa. U prijelaznim fazama su mješovitog tipa. Za vrijeme kvadratura morske mijene nastupaju duž čitavog Jadrana istovremeno, a za sizigija dolazi do kašnjenja koja rastu obrnuto od kazaljka na satu duž jadranske obale. Amplitude morskih mijena se povećavaju od juga prema sjeveru. Srednje amplitude kreću se od 0,22 m (Bar) do 0,68 m (Trst). Povećanje pritiska zraka i jaki, dugotrajni sjeverni vjetrovi (bura i tramontana) mogu uzrokovati opadanje nivoa mora do 0,50 m u južnom i srednjem Jadranu, a u sjevernom Jadranu do 0,60 m. Nasuprot tome jaki i dugotrajni južni vjetrovi (jugo, lebić) mogu uzrokovati porast nivoa mora do 0,80 m u srednjem i južnom Jadranu, a u sjevernom Jadranu do 1,50 m, što može uzrokovati poplave u nekim lukama.

A.3.7. MJERENJA MORSKIH STRUJA U PETROVCU 2018. GODINE

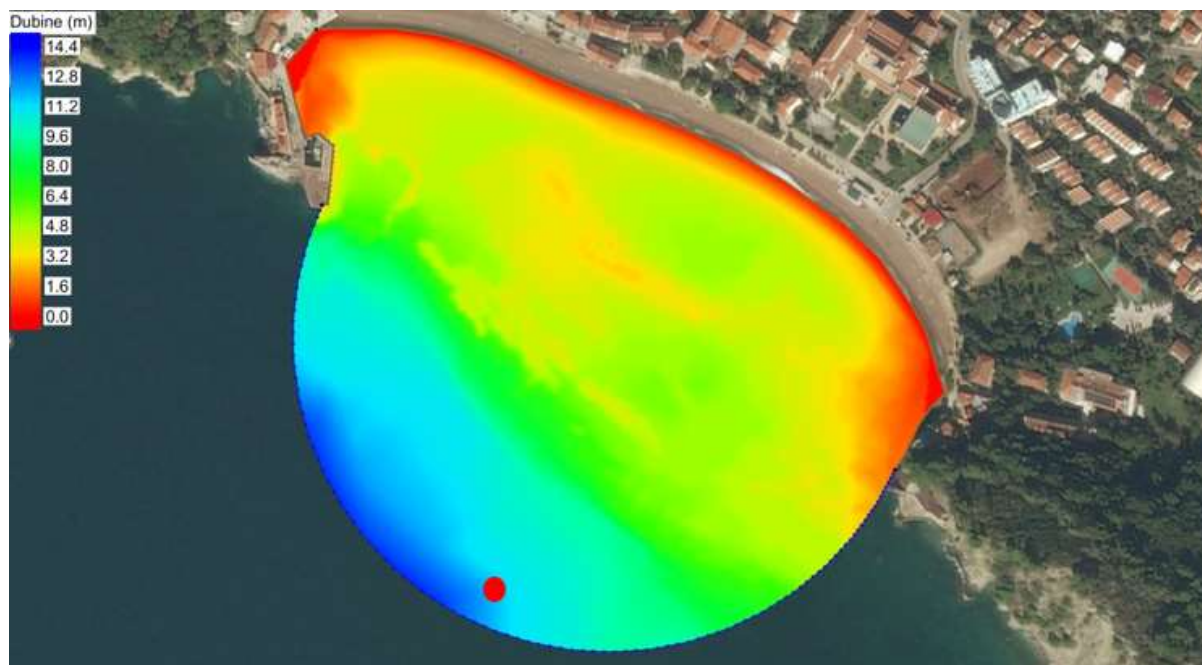
Mjerenja su provedena kontinuirano u trajanju od dva dana, počevši od 25. juna pa do zaključno 25. avgust 2018. godine. U navedenom periodu provedena su mjerenja morskih struja po stupcu mora i to u površinskom (dubina 3 m) i pridnenom (dubina 9 m) sloju.

Za potrebe provedbe mjerenja korišten je uređaj za mjerenje morskih struja: WorkHorse Sentinel Teledyne RD: ADCP, Proizvođača: RD Instruments (RDI), frekvencije rada uređaja od 1200 kHz (<http://www.teledynemarine.com/workhorse-sentinel-adcp?BrandID=16>) (Slika A.16.).



Slika A.16..WorkHorse Sentinel Teledyne RD: ADCP korišten za potrebe mjerenja morskih struja

Uređaj je postavljen u akvatoriju Petrovca na lokaciji: X=42.203207; Y=18.938953 (WGS84), na dubini od 13.5 m (Slika A.17.) prema opažanju u trenutku postavljanja uređaja. S obzirom na dubinu postavljanja od 12.0 m, mjerenja su provedena u 24 horizontalne ćelije, svaka visine po 0.50 m.



Slika A.17. Situacijski prikaz postavljanja uređaja za mjerenje morskih struja

Učestalost bilježenja podataka unutar jednog sata je dva puta, odnosno jedno mjerenje svakih 30 minuta. Korišteni uređaj sadrži internu bateriju i memoriju na kojoj se vrši zapis mjerenih podataka.

Mjerenja su provedena kontinuirano od 25.6.2018. do 25.8.2018. Prije mjerenja odrađene su standardne provjere (npr. reaguju li glave uređaja) i kalibracije uređaja (npr. kalibracija kompasa).

Po izvedbi mjerenja morskih struja u površinskom (3 m) i pridnom (9 m) sloju kolona mora izvršena je obrada raspoloživih vektorskih i skalarnih komponenti iz kojih se zaključuje:

- U površinskom sloju najveća izmjerena brzina iznosi 25.7 cm/s dok najmanja izmjerena brzina odgovara vrijednosti od 1 cm/s.
- U pogledu učestalosti vektora brzina strujanja mora, dominantna je učestalost SE i NW (48 %) dok se u ukupnom uzorku bilježi 11.9 % realiziranih vektora brzina u smjeru NE, tj u smjeru obalne crte.

- U pridnenom sloju maksimalni iznos skalarne komponente je nešto manji i iznosi 17.8 cm/s. Razlog je umanjen intenzitet djelovanja na površini, poput vjetera i posljedično generiranih talasa. Minimalna izmjerena brzina u pridnenom sloju iznosi 1 cm/s.
- Ovdje se bilježi veća učestalost struja smjerova SE i NW (67 %) dok je u smjeru obalne crte zabilježeno svega 1.8 % strujanja mjerenog uzorka.

A.3.8. TERMOHALINSKA SVOJSTVA

Pod termohalinska svojstva podrazumijevaju se temperatura, gustoća i slanost mora. Navedena svojstva međusobni su zavisna. Pod djelovanjem toplotnog zračenja dolazi do zagrijavanja površinskog sloja kolone mora. U uslovima povećane temperature posljedično dolazi do smanjenja gustoće mora a time i pada vrijednosti.

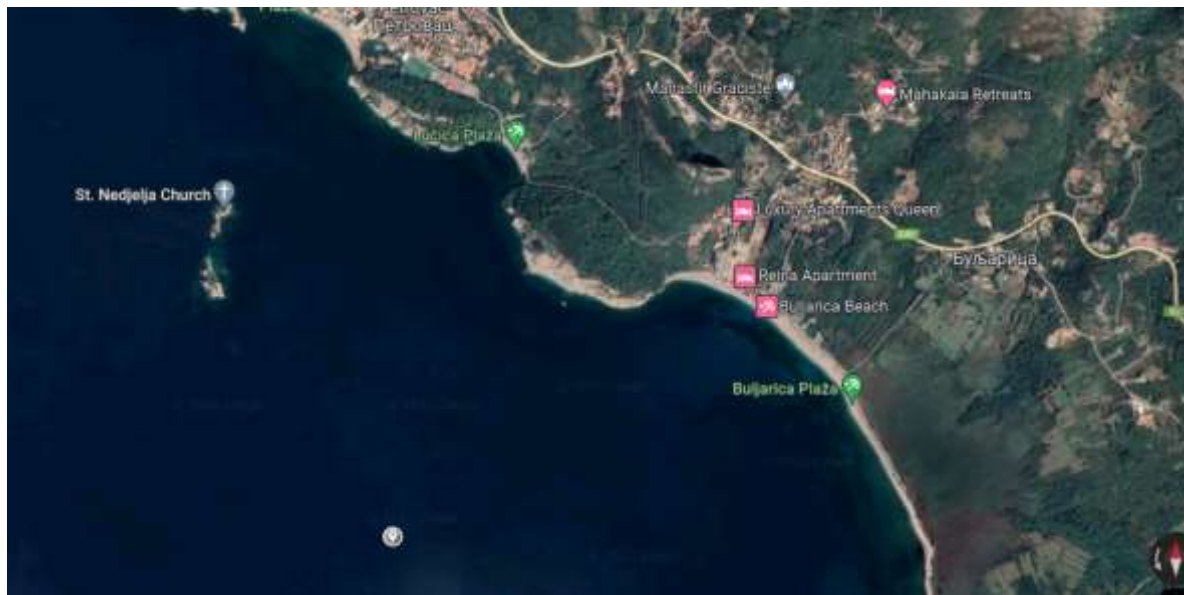
Za potrebe definicije projektnih parametara podmorskog ispusta Buljarica koriste se mjerenja provedena u tri ciklusa:

- 17.07.2018. u akvatoriju Petrovca, na lokaciji : X=42.187272; Y=18.929315 (WGS84), do konačne dubine od 30 m (Slika A.18.);



Slika A.18. Situacijski prikaz lokacije mjerenja termohalinskih svojstava mora u akvatoriju Petrovca (17.07.2018. i 10.08.2018.)

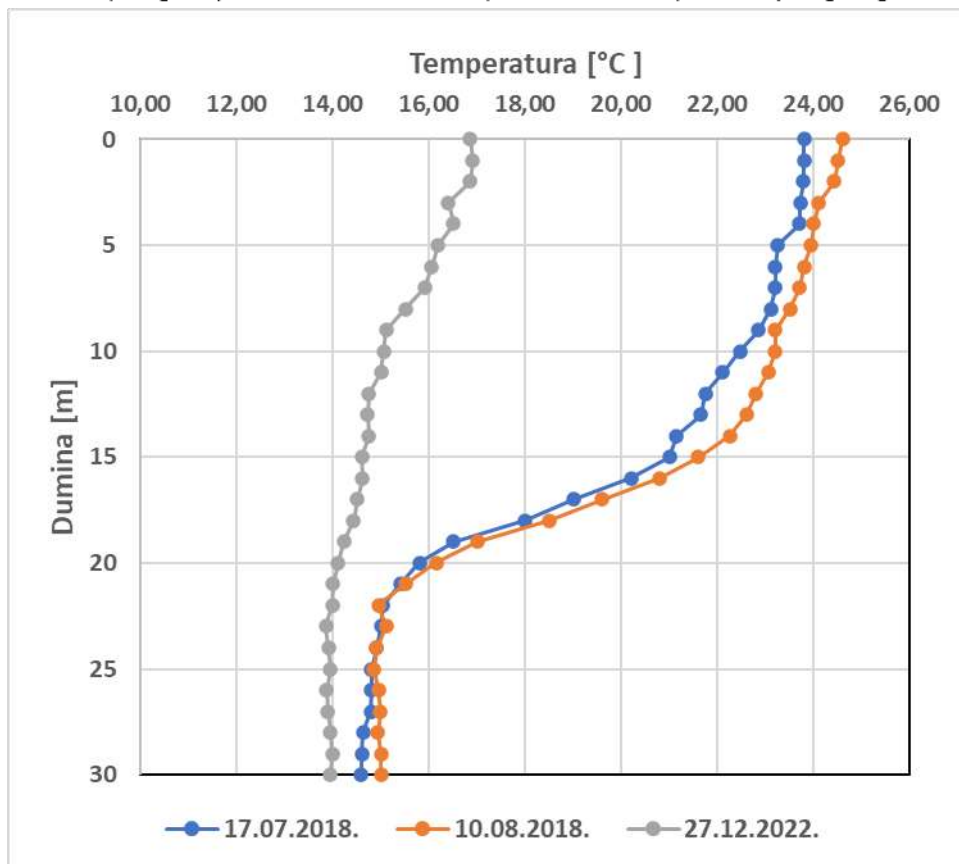
- 10.08.2018. u akvatoriju Petrovca, na lokaciji : X=42.187272; Y=18.929315 (WGS84), do konačne dubine od 30 m (Slika A.18.);
- 27.12.2022. u akvatoriju Buljarica na lokaciji : X=42.186464; Y=18.944863 (WGS84), do konačne dubine od 30 m (Slika A.19.).



Slika A.19. Situacijski prikaz lokacije mjerenja termohalinskih svojstava mora u akvatoriju Buljarica (27.12.2022.)

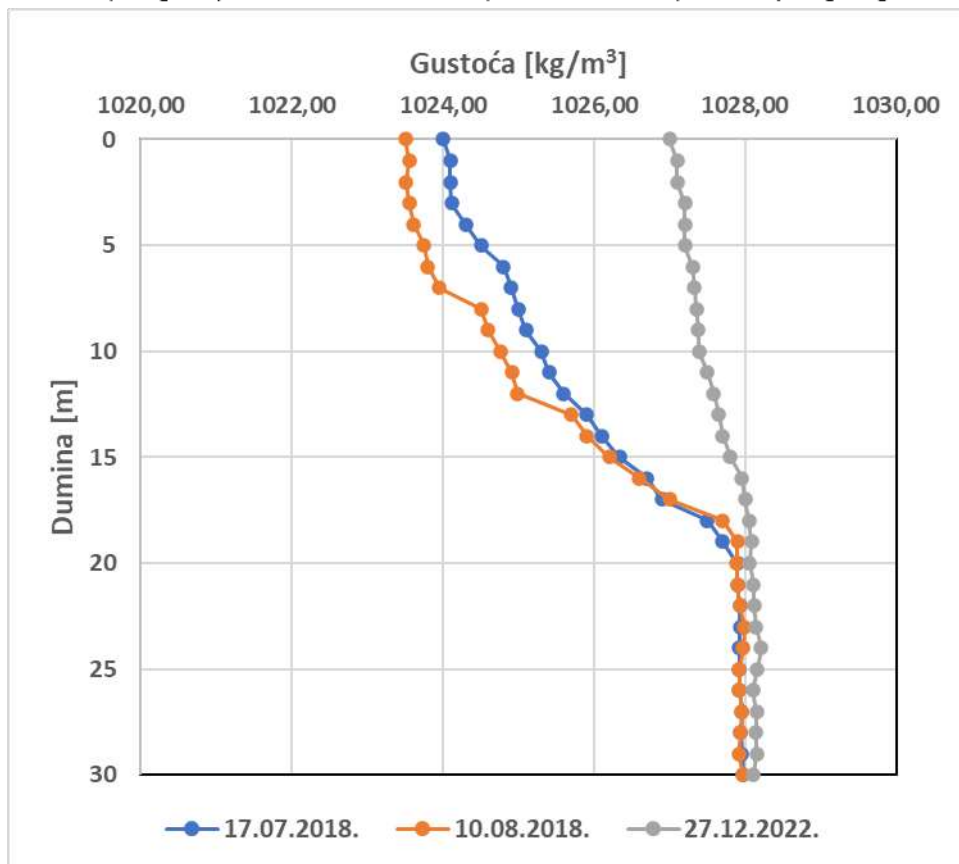
Mjerenja temperature, gustoće i električne vodljivosti provedena su multiparametarskom sondom SEBA KLL Q2 koja je prethodno parametrizirana i kalibrirana. Po završetku mjerenja podaci su obrađeni i prikazani u nastavku.

Na Slici A.20. prikazane su mjerene vrijednosti temperature mora utvrđene mjerenjima i trima prethodno navedenim terminima. U zimskim uslovima (27.12.2022.) izostaje značajnija pojava vertikalne stratifikacije temperature po koloni mora. Ljetno razdoblje karakterizirano je izraženijom stratifikacijom s prisutnošću termoklina na dubini 15-20 m.



Slika A.20. Prikaz temperature po koloni mora dobijen mjerenjima u akvatoriju Buljarice i Petrovca

Na Slici A.21. prikazane su mjerene vrijednosti gustoće mora utvrđene mjerenjima i trima prethodno navedenim terminima. U zimskim uslovima (27.12.2022.) izostaje značajnija pojava vertikalne stratifikacije gustoće po koloni mora. Ovdje gustoća varira u rasponu 1027.1 -1027.99 kg/m³. Ljetno razdoblje karakterizirano je izraženijom stratifikacijom s prisutnošću termoklina na dubini 10-20 m. U ljetnom razdoblju u površinskom sloju bilježi se manja gustoća mora u rasponu 1023.60-1028.98 kg/m³.



Slika A.21. Prikaz gustoće po koloni mora dobijen mjerenjima u akvatoriju Buljarice i Petrovca

A.4. VELIČINA GRAĐEVINE

A.4.1. DOŽAŽNI BAZEN

Dožažni bazen je svijetlih dimenzija 10x10 m i dubine 1.70 m (na dijelu je dubina 2.20 m), koje ima funkciju da povremeno ispušta prečišćene vode u odzračno prekidno okno, iz kojeg se voda ulijeva u podmorski ispust. Ovo prekidno okno (izlazno-ispusno okno) je svijetlih dimenzija 4x2 m, a visine 2.40 m. Zidovi su debljine 35 cm, kao i donja ploča, a gornja ploča je debela 30 cm.

Između dožažnog bazena prekidnog (izlazno-ispusnog) okna projektovan je automatski zatvarač te jedan sigurnosni, na otvorima širine od 32 (cm), i visine 40 (cm). Spoj na podmorski ispust je na kraju izlaznog okna. U izlaznom oknu projektovan je kanal (kineta) dužine 2 (m) promjenjive geometrije. Na početku, kanal je pravouglog poprečnog presjeka širine 94 (cm), a dubine 43 (cm). Kota dna na početku kanala je 22.97 (m n.m.). Dno kanala izvedeno je nagibom 10%. Na udaljenosti od 1 m kanal prelazi u polukrug do izlaza iz prekidnog okna. Kota vrha kanala na izlazu iz prekidnog okna je 23.20 (m.n.m.). Kota dna cijevi na početku podmorskog ispusta na stac. 0+0.00 je 22.80 (m n.m.).

A.4.2. PODMORSKI ISPUST

Ispust je planiran sa jednim cjevovodom.

Kopneni dio podmorskog ispusta od stac. 0+0.00 do stac. 0+867.05 (L=867.05 m) izvodi se iz PEHD PE100, SDR 26 i to $d_v=400$ mm, $d_u=369.4$ mm. Na stac. 0+867.05 izvodi se redukcija sa DN400/369.4 na DN355/312.8 mm. Kopneni dio podmorskog ispusta na dionici od stac. 0+867.05 do stac. 0+945.07, te cjevovod podmorskog dijela podmorskog ispusta od stac. 0+945.07 do stac. 2+501.08 (L=1556.01 m) izvodi se iz PEHD PE100, SDR 17 i to $d_v=355$ mm, $d_u=312.8$ mm.

Na kopnenom dijelu podmorskog ispusta su predviđeno je podzemno odzračno okno svijetlih dimenzija 2.0x2.0x2.79 (m). Odzračno okno smješteno je na stac. 0+800.00. Ispuštanje prikupljenog zraka predviđeno je kroz najbliži rasvjetni ulični stub, kroz cijev promjera min. 100 (mm). Cijev završava u kapi s aktivnim ugljenom. Zidovi su debljine 30 cm, a gornja i donja ploča po 25 cm.

A.4.3. DIFUZORSKA SEKCIJA

Difuzor je ukupne duljine 72 m te se sastoji od cijevi različitih profila:

- Od stacionaže 2+501.08 do 2+513.08 (L=12 m), (0+060.00 do 0+072.00) DN355, $\Phi 321.2$, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+513.08 do 2+525.08 (L=12 m), (0+048.00 do 0+060.00) DN355, $\Phi 321.2$, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+525.08 do 2+537.08 (L=12 m), (0+036.00 do 0+048.00) DN315, $\Phi 285.0$, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+537.08 do 2+549.08 (L=12 m), (0+024.00 do 0+036.00) DN315, $\Phi 285.0$, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+549.08 do 2+561.08 (L=12 m), (0+012.00 do 0+024.00) DN280, $\Phi 253.2$, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+561.08 do 2+573.08 (L=12 m), (0+0.00 do 0+012.00) DN280, $\Phi 253.2$, SDR 21, PE 100.
- Na stacionaži 2+573.08 (0+0.00) projektovan je kraj difuzora sa slijepom priрубnicom sa otvorom od dna u visini od 200 mm.

Difuzorska sekcija u ukupnoj dužini od 72.00 m od spoja na cjevovod podmorskog ispusta do čeonog otvora definiše se kako slijedi. Iskazane stacionaže referirane su lokalno u odnosu na čeonu otvor.

Čeoni profil postavljen je na stacionažu + 0.00 m. Profil cijevi prve sekcije podmorskog ispusta je DN 280, SDR 21, $s = 13.40$ mm, unutrašnjeg prečnika 253.20 mm s dužinom 12.00 m. Kroz ovu dionicu protiče 97.50 l/s što je istovjetno protoku koji se evakuira kroz čeonu otvor. Čeoni otvor vari se komadom PEHD-a, oblika kružnog odsjeka s visinom otvora raspoloživog za protok u iznosu $y = 0.20$ m.

Od stacionaže + 12.00 m do + 24.00 m postavlja se druga dionica s parametrima DN 280, SDR 21, $s = 13.40$ mm, unutrašnjeg prečnika 253.20 mm s dužinom 12.00 m. Na stacionaži + 12.00 m postavljen je prvi bočni otvor u tjemenu cijevi promjera 131.80 mm.

Na stacionaži + 24.00 m je redukcija s DN 280, SDR 21, $s = 13.40$ mm, unutrašnjeg prečnika 253.20 mm na je DN 315, SDR 21, $s = 15.00$ mm, unutrašnjeg prečnika 285.00 mm.

Od stacionaže + 24.00 m do + 36.00 m postavlja se treća dionica s parametrima DN 315, SDR 21, $s = 15.00$ mm, unutrašnjeg prečnika 285.00 mm s dužinom 12.00 m. Na stacionaži + 24.50 m postavljen je drugi bočni otvor u tjemenu cijevi prečnika 108.10 mm.

Od stacionaže + 36.00 m do + 48.00 m postavlja se četvrta dionica s parametrima DN 315, SDR 21, $s = 15.00$ mm, unutrašnjeg prečnika 285.00 mm s dužinom 12.00 m. Na stacionaži + 36.50 m postavljen je treći bočni otvor u tjemenu cijevi prečnika 96.90 mm.

Na stacionaži + 48.00 m je redukcija s DN 315, SDR 21, $s = 15.00$ mm, unutrašnjeg prečnika 285.00 mm na je DN 355, SDR 21, $s = 16.90$ mm, unutrašnjeg prečnika 321.20 mm.

Od stacionaže + 48.00 m do + 60.00 m postavlja se peta dionica s parametrima DN 355, SDR 21, $s = 16.90$ mm, unutrašnjeg prečnika 321.20 mm s dužinom 12.00 m. Na stacionaži + 48.50 m postavljen je četvrti bočni otvor u tjemenu cijevi prečnika 88.60 mm.

Od stacionaže + 60.00 m do + 72.00 m postavlja se šesta dionica s parametrima DN 355, SDR 21, $s = 16.90$ mm, unutrašnjeg prečnika 321.20 mm s dužinom 12.00 m. Na stacionaži + 60.00 m postavljen je treći bočni otvor u tjemenu cijevi prečnika 84.00 mm.

Na stacionaži + 72.00, vrši se spoj difuzorske sekcije na cjevovod podmorskog ispusta.

Kroz svaki od 5 bočnih otvora difuzorske sekcije evakuira se po 32.50 (l/s) dok se kroz čeonu otvor evakuira 97.50 (l/s) što ukupno daje projektovani kapacitet difuzorske sekcije od 260.00 (l/s).

Kote osi pojedinih otvora su:

$Z_{\text{ČEONI}} = -34.42$ (m n.m.)

$Z_{\text{otvora 2}} = -34.16$ (m n.m.)

$Z_{\text{otvora 3}} = -34.135$ (m n.m.)

$Z_{\text{otvora 4}} = -34.135$ (m n.m.)

$Z_{\text{otvora 5}} = -34.099$ (m n.m.)

$Z_{\text{otvora 6}} = -34.099$ (m n.m.)

Proračunom su dobijeni sljedeći prečnici pojedinih otvora:

$y_{\text{ČEONI}} = 200.0$ (mm) (u skladu sa Slikom D.2.)

$D_{\text{otvora 2}} = 131.80$ (mm)

$D_{\text{otvora 3}} = 108.10$ (mm)

$D_{\text{otvora 4}} = 96.90$ (mm)

$D_{\text{otvora 5}} = 88.60$ (mm)

$D_{\text{otvora 6}} = 84.00$ (mm)

A.5. UREĐENJE PROSTORA OBUHVATA

A.5.1. KOPNENI DIO PODMORSKOG ISPUSTA

Nakon završene izgradnje kopnenog dijela podmorskog ispusta pristupit će se pritisnim probama. Nakon uspješno izvedenih pritisnih proba slijedi zatrpavanje rova

Od početka kopnenog dijela podmorskog ispusta (0+0.00), do stac. 0+945.07, zatrpavanje će se izvesti tako da se površina terena vrati u prvobitno stanje.

Od stacionaže 0+7.37 do 0+585.90 trasa podmorskog ispusta nalazi se unutar bujičnog vodotoka što je potrebno uzeti u obzir prilikom izvođenja radova uređenja terena. Od stacionaže 0+585.90 do stacionaže 0+900.00 trasa podmorskog ispusta prolazi lokalnom prometnim putem koju je nakon završetka radova potrebno vratiti u prvobitno stanje (nije predmet ovog projekta). Od stacionaže 0+900.00 do stacionaže 0+945.07 trasa podmorskog ispusta prolazi preko javne plaže, nakon čega ulazi u more. Na tom dijelu je potrebno urediti završni sloj i vratiti plažu u prvobitno stanje nakon završetka radova.

A.5.2. KRAJ KOPNELOG DIJELA I POČETAK PODMORSKOG DIJELA PODMORSKOG ISPUSTA

Na stac. 0+945.07 podmorski ispust ulazi u more. Kota dna cijevi je na -1.86 (m n.m.). Na mjestu ulaska cijevi u more potrebno iskopati rov na dijelu javne plaže. Nakon završetka ugradnje cjevovoda, potrebno je urediti završni sloj i vratiti plažu u prvobitno stanje nakon završetka radova.

A.5.3. PODMORSKI DIO PODMORSKOG ISPUSTA

Podmorski dio podmorskog ispusta od stac. 0+945.07 do stac. 1+150.00 (dubina 10 m), bit će ukopan u dno i zatrpan betonom i kamenom prema nacrtu poprečnog presjeka. Površina dna bit će dovedena u približno prirodno stanje.

Na dijelu podmorskog ispusta od stac. 1+150.00 do 2+501.08 podmorski ispust bit će položen na dno i pridržan betonskim tegovima (sekundarni) mase na suhom 1320 kg svaki..

Difuzor (od stacionaže 2+501.08 do 2+573.08) će biti izdignut od dna oslanjanjem na nosače koje je potrebno horizonatno pozicionirati na morsko dno sukladno lokalnim uslovima. Ukoliko je potrebno moguće je postaviti vreće cementa na morsko dno kako bi se osigurala podloga za postavljanje nosača za difuzor. Razmak nosača za difuzor je 3 m.

A.6. UTICAJ NA OKOLINU I MJERE ZAŠTITE

A.6.1 UTJECAJ GRAĐENJA NA KOPNO I MORE

Svako gradilište, pa i ovo će stvarati buku i prašinu za vrijeme izgradnje kopnenog dijela cjevovoda, ali to neće biti stalno i odvijati će se u periodu izvan turističke sezone. Uticaji su isti kao i u slučaju izvođenja bilo koje druge urbane infrastrukture. Kopneni dio ispusta prolazi kroz obalni dio naselja tako da će isto uiecati na dnevne aktivnosti stanovništva. U tom smislu gradilište će trebati odgovarajuće organizovati i opremiti. Kopanje jarka podmorskog dijela cjevovoda će izazvati kratkotrajno zamućenje mora. Prilikom tegljenja i potapanja cjevovoda brodovima će biti zabranjeno sidrenje i kretanje po ovom dijelu akvatorija.

Uticaj izgradnje ispusta na okoliš bit će vrlo mali i kratkotrajan. Buka i zamućenje mora će trajati na ograničenom prostoru samo za vrijeme gradnje, te nemaju stalni uticaj na okolinu.

Važno je razmotriti i faktore koji mogu uticati na pojavu lošije kvalitete vode prijemnika od zahtijevane. To su sljedeći faktori:

- Uticaj vjetra i plime;
- Mogućnost grešaka tokom rada uređaja;
- Smanjenje početnog razrijeđenja;
- Incidentne situacije.

Vjetar i plima

Kretanje mora u kanalu uglavnom se odvija prema sjevero-zapadu paralelno s obalom. Površinske struje su uglavnom pod uticajem vjetra, a najkritičniji vjetrovi - Južni vjetrovi - (jugozapadni, južni i jugoistočni) relevantni su za statičko dimenzionisanje i osiguranja tražene kakvoće mora. Najveće brzine vjetra pojavljuju se u jesen i zimi kada se mogu zabilježiti površinske struje do 0.27 m/s. To nije tako često, a pojavljuju se izvan ljetne sezone i ne smatra se da će uticati na kvalitetu vode za kupanje i rekreaciju. Plime su na srednjem dijelu Jadrana vrlo male i ne utiču na lokalno strujanje mora.

Incidentne situacije

Incidentne situacije su rijetke, a odnose se na prekid rada ispusta uslijed njegovog oštećenja. Da se isto ne bi dogodilo ispust se označava na svim pomorskim kartama, na kopnu i na ostrvima znakom zabranjenog sidrenja, a na kraju ispusta postavlja se svijetleća plutača žute boje, karakteristike bljeskač žute boje. Prekid rada može nastati i zbog lošeg izvođenja (isplivavanje i slično). Da se isto ne bi dogodilo cjevovod se odgovarajuće opterećuje i zaštićuje.

Korištenje mora

Kočarenje i sidrenje brodova je zabranjeno u blizini ispusta što se označava predviđenom oznakom na kopnu u skladu sa zahtjevima lučke ispostave. Uz to trasa i položaj ispusta označit će se u pomorskim kartama. Shodno zahtjevima Ministarstva urbanizma i prostornog uređenja u krugu od 300 m oko difuzora zabranjuje se ribarenje. Osim navedenih ograničenja, ispust neće imati nikakvih drugih uticaja na planirano korištenje mora.

Program motrenja

Minimalni program praćenja stanja mora propisan i treba biti odobren od nadležnih službi:

Meteorološki parametri

Obavljati trajno praćenje meteoroloških parametara potrebnih za objašnjenje termalnih svojstava mora.

Osnovni fizički parametri:

Mjeriti temperaturu mora, slanost i gustoću (mjerjenje izvršiti CTD sondom od površine do dna na 3 profila, od kojih je srednji na profilu podmorskog ispusta) na ukupno 11 postaja. Učestalost mjerenja: 4 puta godišnje (jun, jul-avgust te zavisno od meteoroloških i klimatskih uslova septembar-oktobar, februar ili april-maj). Prozirnost mora (Sechi pločom), temperaturu, slanost i gustoću mora mjeriti na svim postajama i terminima istraživanja.

Osnovni hemijski parametri:

Otopljeni kiseonik na 7 postaja, istovremenom s mjerenjem fizičkih parametara na standardnim oceanografskim dubinama (4 - 7 razina, ovisno o dubini postaje).

Hranjive soli (nitrat, nitrit, amonijak, organski dušik, organski fosfor, orto-fosfat, orto-silikat) mjeriti na istim postajama i na istim nivoima kao i otopljeni kiseonik.

Teški metali Zn i Cu četiri puta godišnje na 8 postaja. Nakon tri godine temeljem analiza rezultata ocijeniti opravdanost daljnjeg mjerenja.

Planktonske zajednice:

Sastav fitoplanktonskih zajednica na 7 postaja (iste kao za hranjive soli), 4 puta godišnje u istim terminima kao i hranjive soli na četiri razine (0, 5m, 10 m, i dno).

Biomasa fitoplanktona preko koncentracija klorofila na 7 postaja (iste kao za otopljeni kiseonik), 5 puta godišnje u istim terminima i na istim razinama kao otopljeni kiseonik.

Sastav zooplanktonskih zajednica i to: mikrozooplankton na 7 postaja 4 puta u istim terminima i na istim razinama kao i fitoplankton, mrežni zooplankton u vertikalnom potezu od dna do površine mora na istim postajama i u istim terminima kao i mikrozooplankton.

Gustoća heterotrofnih bakterija na istim postajama i dubinama kao i sastav fitoplanktonske zajednice.

Bentoske zajednice:

Ispitivati zajednice supralitorala, mediolitorala i infralitorala na četiri profila u proljetnom razdoblju (autonomnim roniocima i dredžom).

Indikatori fekalnog zagađenja:

Mjeriti koncentracije fekalnih koliforma, ukupnih koliforma i fekalnih streptokoka u površinskom sloju na 12 postaja. Uzorkovanje obavljati tokom sezone kupanja svake dvije nedelje (od 30 maja do 30 septembra), a u ostalom dijelu godine jedanput mjesečno.

Morski sediment:

Mjeriti granulometrijski sastav (površinski sloj debljine 2 cm), organski ugljenik i redox potencijal, na 7 postaja 4 puta godišnje.

Mjerenje koncentracije klornih ugljikohidrata:

Površinski sediment: koncentracije aldrina, klordana, DDT, dieldrina, endrina, heptaklora, heksaklorobenzona, PCB i toksafena jednom godišnje na 7 postaja.

Organizmi - školjke: koncentracija istih spojeva kao i u površinskom sedimentu jednom godišnje na postajama raspoređenim u širem prostoru ispusta, zavisno o pridnenim nalazištima. Organizmi će se uzorkovati u martu.

Mjerenje koncentracije teških metala:

Površinski sediment (debljine 2 cm): koncentracija Zn, Cd, Pb i Cu jednom godišnje na 8 postaja.

Organizmi - školjke: koncentracija istih elemenata kao i u površinskom sedimentu jednom godišnje na postajama raspoređenim u širem prostoru ispusta, zavisno o pridnenim nalazištima. Organizmi će se uzorkovati u ožujku.

Mjerenje treba započeti godinu dana prije puštanja u rad podmorskog ispusta kako bi se utvrdilo "0" stanje, te potom tijekom nekoliko godina kako bi se utvrdile moguće promjene. Nakon rezultata mjerenja druge godine program je potrebno revidirati i prilagoditi stvarnim potrebama.

Rezultati mjerenja trebaju se analizirati i na temelju analize predlagati potrebne dopune u radu sistema uređaj-ispust. Uz to rezultate istraživanja bi bilo poželjno jednom godišnje prezentirati javnosti u obliku godišnjeg izvješća ili postaviti na internet stranice čime bi se osiguralo povjerenje građana u rad sistema.

Održavanje kao mjera zaštite sredine

Dobro održavanje sistema uređaj-ispust je preduslov dobre zaštite sredine. Zbog toga su od velike važnosti kadrovi i njihova stručnost kao i motiviranost za rad. U tom smislu je potrebno da se organizacija koja će upravljati sistemom odgovarajuće u potpunosti pripremi na upravljanje jednim ovakvim objektom. U tom smislu zahtijeva se redovno, barem jednom godišnje (u proljeće) vršiti inspekciju stanja cjevovoda podmorskog ispusta, kao i difuzorske sekcije, te napraviti video zapis. Nužan je pregled kamerom iznutra i izvana. Difuzorsku sekciju ispusta kontrolisati u kraćim vremenskim intervalima (minimalno dva puta godišnje), a otvore na difuzoru treba održavati u nezačepljenom stanju. U slučaju nekontroliranog isticanja treba izvršiti sanaciju.

U dozažnom bazenu projektovan je jedan automatski zatvarač i mjerač vodostaja koji će biti uključen u automatiku rada zatvarača. Zatvarač mora biti ispravan i treba ga redovno kontrolisati (jednom mjesečno).

Potrebno je najmanje dva puta godišnje mjeriti masene koncentracije sumporovodika, metana i amonijaka u zraku iznad dozažnog bazena i odzračnih okana. Ispravnost odzračnih ventila treba kontrolisati jednom mjesečno.

A.7. TEHNIČKO RJEŠENJE IZVOĐENJA

Ključni elementi/objekti ispusta su: dozažni bazen s prekidnim oknom na izlazu iz uređaja za prečišćavanje, odzračno okno, kopneni dio ispusta do obalne crte i podmorski dio, koji se sastoji od cjevovoda i difuzora.

Na izlazu iz uređaja za prečišćavanje nalazi se dozažni bazen svijetlih dimenzija 10x10 m i dubine 1.70 m (na dijelu je dubina 2.20 m), koje ima funkciju da povremeno ispušta prečišćene vode u prekidno okno, iz kojeg se voda ulijeva u podmorski ispust. Dozažni bazen je opremljen s dva ulaza dimenzija 80x80 cm i odgovarajućim liveno gvozdanim poklopcima. Za ventilaciju je predviđena jedna čelična cijev prečnika 200 mm, koja se izdiže 3.5 m iznad gornje ploče, te završava sa filterom od aktivnog ugljena. Svi zidovi su debljine 35 cm, kao i donja ploča. Gornja ploča je debljine 30 cm.

Na izlazu iz dozažnog bazena predviđeno je prekidno (izlazno-ispusno) okno svijetlih dimenzija u osnovi 4x2 m, s visinom od 2.4 m. Prekidno okno je opremljeno s jednim ulazom dimenzija 80x80 cm i odgovarajućim liveno željeznim poklopcem. Za ventilaciju je predviđena jedna čelična cijev prečnika 200 mm, koja se izdiže 3.5 m iznad gornje ploče, te završava sa filterom od aktivnog uglja. Funkcija ovog okna je ispuštanje zraka iz cjevovoda, te upuštanje vode u kopneni dio ispusta. Ispuštanje vode iz dozažnog bazena regulisano je automatskim zatvaračem, koja automatski regulira protok prema ispustu zavisno od vodostaja u dozažnom oknu. Zidovi su debljine 35 cm, a ploče 30 cm.

Između dozažnog bazena prekidnog (izlazno-ispusnog) okna projektovan je automatski zatvarač na otvoru širine od 32 (cm) i visine 40 (cm). Spoj na podmorski ispust je na kraju izlaznog okna. U izlaznom oknu projektovan je kanal dužine 2 (m) promjenjive geometrije. Na početku, kanal je pravouglog poprečnog presjeka širine 94 (cm), a dubine 43 (cm). Kota dna na početku kanala je 22.97 (m n.m.). Dno kanala izvedeno je nagibom 10%. Na udaljenosti od 1 m kanal prelazi u polukrug do izlaza iz prekidnog okna. Kota vrha kanala na izlazu iz prekidnog okna je 23.20 (m.n.m.). Kota dna cijevi na početku podmorskog ispusta na stac. 0+0.00 je 22.80 (m n.m.).

Između dozažnog bazena i izlaznog okna projektovan je automatski zatvarač na otvoru širine od 32 (cm) i visine 40 (cm). Uz ovaj automatski zatvarač ugradit će se mjerač vodostaja koji će biti uključen u automatiku rada zatvarača. Svi elektromehanički dijelovi ovog zatvarača smješteni su iznad gornje ploče, tj. izvan prostora dozažnog bazena. Rad elektromotora prenosi se preko čelične motke do samog zatvarača, te nema nikakve opasnosti od izazivanja požara. U dozažnom bazenu je automatski mjerač vodostaja, koji mora biti izveden u protueksplozijskoj S izvedbi.

Odabrana je širina otvora ispod zatvarača $B=0.32$ (m). Visina otvora u zidu je 40 (cm). U dozažnom bazenu izvode se dva otvora za zatvarač od čega je jedan radni a drugi servisni te u normalnim uslovima nije predviđen kombinovani rad. Zatvarač će funkcionisati prema sljedećim principima:

- Osnovni cilj je ispod zatvarača evakuisati protok istovjetan maksimalnom dotoku iz UPOV-a u dozažni bazen u iznosu od 260.00 (l/s) kako bi se optimizirao rad sistema te radni volumen dozažnog bazena;
- Osim toga potrebno je regulacijom rada zatvarača osigurati povoljna pijezometarska stanja u nizvodnom dijelu sistema: nadmorskoj i podmorskoj dionici cijevi ispusta te difuzorskoj sekciji uz zadovoljenje kriterijume samoispiranja i evakuacije zraka;
- Pri postizanju kote + 24.75 m n.m. u dozažnom bazenu, zatvarač kreće u manevar otvaranja u trajanju od 10 s;

- Zavisno od dotoka u UPOV-a u bazen i istjecanju iz dozažnog bazena definisana je razina vodnog lica u dozažnom bazenu;
- Kod postizanja kote + 23.50 m n.m. zatvarača kreće u manevar zatvaranja u trajanju od 10 s;
- Pri istjecanju ispod zatvarača predviđeno je nepotopljeno istjecanje. Zbog ovoga se u odzračnom oknu u sklopu dozažnog bazena izvodi kineta u nagibu od 10 %.

U Tablici A.10. prikazani su rezultati istjecanja ispod zatvarača u nepotopljenim uslovima u zavisnosti od razine vodnog lica u radnom dijelu dozažnog bazena. Prilikom proračuna usvojene su vrijednosti:

- Koeficijent brzine na kontrahiranom presjeku $\varphi = 0.97$;
- Kota dna zatvarača + 23.00 m n.m.;
- Coriolisov broj $\alpha = 1.05$;
- Visina otvora ispod zatvarača pri punom otvaranju iznosi 0.25 (m).

h_{DOZBAZ} (m n.m.)	h (m)	ϵ	V (m/s)	Q (m ³ /s)
23,50	0,50	0,6417	2,4434	0,1254
23,55	0,55	0,6366	2,6214	0,1335
23,60	0,60	0,6329	2,7869	0,1411
23,65	0,65	0,6301	2,9425	0,1483
23,70	0,70	0,6279	3,0899	0,1552
23,75	0,75	0,6261	3,2302	0,1618
23,80	0,80	0,6246	3,3645	0,1681
23,85	0,85	0,6234	3,4935	0,1742
23,90	0,90	0,6223	3,6177	0,1801
23,95	0,95	0,6214	3,7378	0,1858
24,00	1,00	0,6206	3,8540	0,1913
24,05	1,05	0,6199	3,9668	0,1967
24,10	1,10	0,6193	4,0765	0,2020
24,15	1,15	0,6187	4,1832	0,2071
24,20	1,20	0,6182	4,2872	0,2120
24,25	1,25	0,6178	4,3888	0,2169
24,30	1,30	0,6174	4,4880	0,2217
24,35	1,35	0,6170	4,5851	0,2263
24,40	1,40	0,6167	4,6801	0,2309
24,45	1,45	0,6164	4,7732	0,2354
24,50	1,50	0,6161	4,8646	0,2398
24,55	1,55	0,6158	4,9542	0,2441
24,60	1,60	0,6156	5,0423	0,2483
24,65	1,65	0,6153	5,1288	0,2525
24,70	1,70	0,6151	5,2139	0,2566
24,75	1,75	0,6149	5,2976	0,2606
24,80	1,80	0,6147	5,3800	0,2646
24,85	1,85	0,6146	5,4612	0,2685
24,90	1,90	0,6144	5,5411	0,2724
24,95	1,95	0,6142	5,6200	0,2762
25,00	2,00	0,6141	5,6977	0,2799

Tablica A.10. Otvor ispod zatvarača u funkciji vodostaja u dozažnom bazenu

Iz podataka u tablici A.10. vidljivo je da zatvarač pri koti + 24.74 m n.m. u dozažnom bazenu evakuira maksimalnih 260.00 (l/s) čime je osiguran kapacitet zatvarača.

U dozažnom bazenu predviđena su dva sigurnosna prelivna otvora s kotom dna otvora na + 24.85 (m n.m.). Otvori su dimenzija 125 x 35 (cm). Za prelijevanje maksimalnog projektnog protoka potrebna je prelivna visina od

$$H = \left(\frac{Q}{m \cdot B \cdot \sqrt{2g}} \right)^{2/3} = \left(\frac{0.260}{0.45 \cdot 2.50 \cdot \sqrt{2g}} \right)^{2/3} = 0.14(m)$$

pri tom će vodostaj u dozažnom bazenu biti 24.990 (m n.m.). Takav vodostaj će izazvati uspor samo u cijevi od prekidnog okna (uljev u dozažni bazen na + 24.60 m n.m.) Tečenje u toj cijevi (Φ400 mm) bit će pod pritiskom. Uzvodno od ovog prekidnog okna tečenje u dolaznoj cijevi bit će sa slobodnim vodnim licem.

U Tablici A.11. prikazana je zavisnost protoka preko preljeva u funkciji vodostaja u dozažnom bazenu.

h_{DOZBAZ} (m n.m.)	h (m)	Q (m³/s)
24,8500	0,000	0,0000
24,8550	0,005	0,0018
24,8600	0,010	0,0050
24,8650	0,015	0,0092
24,8700	0,020	0,0141
24,8750	0,025	0,0197
24,8800	0,030	0,0259
24,8850	0,035	0,0326
24,8900	0,040	0,0399
24,8950	0,045	0,0476
24,9000	0,050	0,0557
24,9050	0,055	0,0643
24,9100	0,060	0,0732
24,9150	0,065	0,0826
24,9200	0,070	0,0923
24,9250	0,075	0,1024
24,9300	0,080	0,1128
24,9350	0,085	0,1235
24,9400	0,090	0,1345
24,9450	0,095	0,1459
24,9500	0,100	0,1576
24,9550	0,105	0,1695
24,9600	0,110	0,1818
24,9650	0,115	0,1943
24,9700	0,120	0,2071
24,9750	0,125	0,2202
24,9800	0,130	0,2336
24,9850	0,135	0,2472
24,9900	0,140	0,2610
24,9950	0,145	0,2751
25,0000	0,150	0,2895

Tablica A.11. Zavisnost protoka preko preljeva i vodostaja u dozažnom bazenu

Na kopnenom dijelu podmorskog ispusta su predviđeno je podzemno odzračno okno svijetlih dimenzija 2.0x2.0x2.79 (m). Odzračno okno smješteno je na stac. 0+800.00. Ispuštanje prikupljenog zraka predviđeno je kroz najbliži rasvjetni ulični stub, kroz cijev prečnika min. 100 (mm), prema nacrtu. Cijev završava s filterom od aktivnog uglja. Zidovi su debljine 30 cm, a gornja i donja ploča po 25 cm. U oknima se postavlja odzračni ventil za kanalizacijske vode, koji služi za ispuštanje nakupljenih plinova koji se javljaju tokom isticanja. Kako bi se postigao vertikalni položaj odzračnih ventila primijenit će se odgovarajući fazonski komadi, montažno-demontažni komadi, a ispred ventila ugradit će se zatvarač DN200, radi demontaže.

Objekti se grade u stjenovitom vapnenačkom terenu A i B kategorije tako da će se iskop vjerojatno odvijati uz pomoć miniranja. Svi objekti su predviđeni da se izvode iz vodonepropusnog betona C25/30 odgovarajućim dodacima za vodonepropusnost. Svi radovi izvršiti će se u skladu s pravilima struke i važećim standardima za ove radove.

Ispust je planiran sa jednim cjevovodom.

Kopneni dio podmorskog ispusta od stac. 0+0.00 do stac. 0+867.05 (L=867.05 m) izvodi se iz PEHD PE100, SDR 26 i to $d_v=400$ mm, $d_u=369.4$ mm. Kopneni dio cjevovoda od dozažnog bazena do razine dna cijevi od 1.18 (m n.m.) (od stac. 0+0.00 do stac. 0+867.05) ugrađuje se u jarak u skladu s uzdužnim profilom objekta, polaže na posteljicu od sitnozrnatog miješanog kamenog materijala (maks. veličine zrna do 8 mm, ugao naližeganja 120°), te oblaže sitnozrnatim materijalom (do 4 mm) do 30 cm iznad tjemena cijevi. Ostatak rova se zatrpava u slojevima uz nabijanje. Maksimalna veličina zrna je 32 mm. Na dionici kopnenog dijela ispusta od stac. 0+867.05 do stac. 0+945.07 cjevovod se polaže na betonsku posteljicu i oblaže betonom do 30 cm iznad tjemena cijevi. Ostatak rova se popunjava betonom u kombinaciji s kamenim blokovima pojedinačne mase 50-200 kg. Završni sloj uređuje se skladno zahtjevima na terenu. Prilikom betoniranja javlja se povećani uzgon koji treba kompenzirati odgovarajućim opterećenjem. Od stacionaže 0+945.07 do 1+150.00 cjevovod se polaže ispod razine more, unutar rova na na betonsku posteljicu i oblaže betonom do 30 cm iznad tjemena cijevi. Ostatak rova se popunjava betonom u kombinaciji s kamenim blokovima pojedinačne mase 50-200 kg. Od stac. 1+150.00 do stac. 2+501.08 cijev se polaže sa betonskim tegovima.

Na stac. 0+867.05 izvodi se redukcija sa DN400/369.4 mm na DN355/312.8 mm.

Dužina podmorskog dijela podmorskog ispusta je 1556.01 m.

Na kraju podmorskog ispusta, na stac. 2+501.08, predviđena je ugradnja horizontalnog koljena 45° s redukcijom DN 355/312.8 mm na DN 355/321.2 mm, za spoj na difuzor. Difuzor će se postaviti od kraja podmorskog ispusta prema jugoistoku, u kursu od 144.64°, na dubini od 35 m. Difuzor je ukupne duljine 72 m te se sastoji od cijevi različitih profila:

- Od stacionaže 2+501.08 do 2+513.08 (L=12 m), (0+060.00 do 0+072.00) DN355, $\Phi 321.2$, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+513.08 do 2+525.08 (L=12 m), (0+048.00 do 0+060.00) DN355, $\Phi 321.2$, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+525.08 do 2+537.08 (L=12 m), (0+036.00 do 0+048.00) DN315, $\Phi 285.0$, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+537.08 do 2+549.08 (L=12 m), (0+024.00 do 0+036.00) DN315, $\Phi 285.0$, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+549.08 do 2+561.08 (L=12 m), (0+012.00 do 0+024.00) DN280, $\Phi 253.2$, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+561.08 do 2+573.08 (L=12 m), (0+0.00 do 0+012.00) DN280, $\Phi 253.2$, SDR 21, PE 100.

Na stacionaži 2+573.08 (0+0.00) projektovan je kraj difuzora sa slijepom priрубnicom sa otvorom od dna u visini od 200 mm.

Za potrebe potapanja cjevovoda bira se vremensko razdoblje bez vjetra i talasa. Po spajanju sekcija na suhom, cjevovod se navlači u more te se pridržava plovilima uz geodetsko opažanje trase i usklađivanje s projektnom trasom. Na cjevovod se montiraju primarni AB tegovi prstenastog oblika iz dva identična dijela koji se nakon obostranog postavljanja na cjevovod spajaju inoks vijcima M16. Primarni tegovi armiraju se konstruktivnom armaturom, betoniraju u prethodno izrađenu oplatu uz korištenje betonske mješavine za morsko okruženje (min 400 kg cementa po m³ betona, aditiv za sprječavanje prodiranja klorida). Po betoniraju, elementi se vade iz oplata ne ranije od 7 dana od dana betoniranja te se njeguju do transporta i ugradnje.

Za potrebe potapanja podmorske dionice cjevovoda podmorskog ispusta od stac. 0 + 945.07 m do stac. 2 + 501.08 m, s ukupnom dužinom 1634.03 potrebno je ukupno 312 komada primarnih tegova unutrašnjeg prečnika 360.00 mm, vanjskog prečnika 760.00 mm, širine 25.0 cm i mase na suhom 211.115 (kg) Cjevovod se puni morem s kraja koji je u plićem akvatoriju reguliranim ispuštanjem zraka iz cjevovoda. Profil spoja s difuzorom polaže se posljednji „S” postupkom.

Za potrebe osiguranja globalne stabilnosti cjevovoda podmorskog ispusta, po potapanju istog na cjevovod se nanose sekundarni tegovi uz zadržavanje primarnih. Podmorski dio podmorskog ispusta od stac. 0+945.07 do stac. 1+150.00 (dubina 10 m), bit će ukopan u morsko dno i betoniran u debljini ne manjoj od 30 cm sa svake strane i kamenom prema nacrtu poprečnog presjeka.

Proračun sekundarnih tegova svodi se na determinaciju koeficijenata sigurnosti na isplivavanje, klizanje i prevrtanje podmorske dionice ispusta.

Za potrebe proračuna pretpostavljeno je:

- Zanemaruje se učinak betoniranog dijela cjevovoda na globalnu stabilnost cjevovoda;
- Primarni tegovi ne uzimaju se u obzir u postupku izbora težine i raspored sekundarnih opteživača;
- Kao najkritičnija kombinacija opterećenja uzima se kolinearan vektor sila talasa i morskih struja istog smjera bez redukcije zbog incidentnog ugla.

Sekundarni tegovi armiraju se konstruktivnom armaturom, uz postavljanje „omega” ankera na vrhu od rebrastog čelika B500B, promjera 25 mm, betoniraju se u prethodno izrađenu oplatu uz korištenje betonske mješavine za morsko okruženje (min 400 kg cementa po m³ betona, aditiv za sprječavanje prodiranja klorida). Po betoniraju, elementi se vade iz oplata ne ranije od 7 dana od dana betoniranja.

Za potrebe osiguranja globalne stabilnosti na isplivavanje, klizanje i prevrtanje podmorske dionice cjevovoda podmorskog ispusta od stac. 1+150.00 (m) (dubina 10 m), do stac. 2 + 501.08 (m), s ukupnom dužinom 1351.08 (m) potrebno je ukupno 210 komada oblika naopakog „U”.

Širina tegova u tjemenu je 1.00 (m), dok visina iznosi 0.75 (m). S donje strane u sredini raspona ostavljen je otvor pravouglog oblika širine 40.00 (cm) i visine 50.00 (cm). Otvor je predviđen da montažu na cjevovod. Širina lijevog i desnog oslonca iznosi po 30.00 (cm) dok je debljina tega u tjemenu 25.00 (cm). Dužina tega u smjeru cjevovoda iznosi 1.00 (m). Na vrhu tega u sredini se postavlja „omega” anker od rebrastog čelika B500B, prečnika 25 mm koji služi za utovar/istovar te transport i manevriranje sekundarnim tegom pod morem. Nanošenje sekundarnih tegova na cjevovod vrši se padobranom na zrak uz pomoć ronioca. Masa jednog tega na suhom iznosi 1320.00 kg.

Za potrebe osiguranja stabilnosti cjevovoda sekundarni tegovi raspoređuju se prema sljedećem:

- od stac. 1+150.00 (m) (dubina 10 m), do stac. 1 + 900.00 (m) (dubina 25.50 m), po cjevovodu se raspoređuje ukupno 150 sekundarnih tegova mase na suhom 1320.00 (kg) na međusobnom razmaku 5.00 u dužini od 750.00 (m);

- od stac. 1 + 900.00 (m) (dubina 25.50 m), do spoja na difuzorsku sekciju na stac.. 2 + 501.08 m po cjevovodu se raspoređuje ukupno 60 sekundarnih tegova mase na suhom 1320.00 (kg) na međusobnom razmaku 10.00 u dužini od 601.08 (m).

Kontrola naprezanja u fazi vijeka trajanja podmorskog ispusta izvršena je i prikazanu Tablici F.7.. Računska naprezanja manja su od dozvoljenih.

Prije potapanja cjevovoda treba očistiti morsko dno na trasi cjevovoda u širini od 10 m od svih krupnih prepreka koje mogu ometati eventualno pomicanje cjevovoda na dnu, a u širini od 3 m ga treba poravnati radi jednolikog pada i nalijeganja cjevovoda. Nakon izvođenja ovih radova treba napraviti snimak stanjaorskog dna na trasi cjevovoda (videosnimak).

Potapanje cjevovoda se vrši na razne načine shodno lokalnim uvlovima, uslovima koji će vladati u vrijeme kada će se potapanje provesti, tehnologiji koju preferira izvođač shodno svom iskustvu, te vrsti cijevi koje će se koristiti za izvedbu. Zbog toga nije moguće unaprijed u cjelini predvidjeti samu tehnologiju potapanja te provesti cjelovitu kontrolu naprezanja za ovu radnju. U ovom projektu dat je mogući okvir kojeg se potrebno pridržavati ako se budu koristile predviđene cijevi od PEHD i ako se cjevovod bude potapao takozvanim "kabelskim načinom". To je tehnologija u kojoj se potapa cijela dužina cjevovoda odjednom, na način da se cjevovod optereti osnovnim tegovima i postupno puni vodom s jednog kraja, tj. s obale. Voda/more i osnovni tegovi su odabrani tako da osiguravaju da će cjevovod tonuti na dno. Prije potapanja potrebno je cjevovod dovesti u planirani položaj-trasu te ga odgovarajuće učvrstiti na obali.

Poslije potapanja treba provjeriti trasu i izraditi snimak potopljenog cjevovoda (geodetski snimak i video snimak).

Iskop kopnenog dijela podmorskog ispusta vršit će se uglavnom u stjenovitom materijalu miniranjem, a moguć je iskop i jačim otkopnim čekićima. Rov je širine dna 140 cm, s nagibom pokosa 3:1. Minimalna dubina iskopa na kopnenom dijelu trase iznosi 180 cm, a maksimalna 621 cm.

Iskop podmorskog dijela podmorskog ispusta vršit će se također uglavnom u stjenovitom materijalu miniranjem, a moguć je iskop i jačim otkopnim čekićima. Rov je širine dna 140 cm, s nagibom pokosa 3:1. Minimalna dubina iskopa iznosi 195 cm, a maksimalna 432 cm.

Prije početka iskopa izvođač će pregledati morsko dno i ispitati njegove značajke i u skladu sa svojim mogućnostima predložiti način izvođenja jarka nadzornom organu. To se posebno odnosi na miniranje koje zahtijeva odgovarajuću zaštitu okoline i odobrenje nadležnih službi. Dno jarka mora biti ravno i očišćeno od svih oštih dijelova.

Predviđeno je da se na dnu jarka postavi posteljica debljine 15 cm od krupnijeg tucanika (16-32 mm) na koju će se položiti cjevovod sa osnovnim opterećenjem. Da bi se moglo izvesti betoniranje, potrebno je dodatno opteretiti cjevovod zbog povećanog uzgona pri betoniranju. U tu svrhu će se postaviti po jedan dodatni (sekundarni) teg na svaki 60 cm¹ cjevovoda. Tako se može izvršiti betoniranje do 30 cm iznad tjemena cijevi, odjednom. Betoniranje treba izvesti pažljivo kako ne bi došlo do bočnog pomicanja cijevi. Preostali dio jarka do površine terena zapunit će se betonom miješanim sa krupnijim kamenom pojedinačne mase 50-200 kg.

Završno betoniranje, odnosno zapunjavanje kamenim zasipom, obaviti će se tako da u najvećoj mjeri oponaša okolni prirodni stjenoviti materijal dna. To je posebno važno da se obavi kvalitetno u plićim obalnim dijelovima ispusta. Cijev je potrebno ukopati u dno tako da gornja površina betonske obloge ne strši iznad kote okolnog terena, radi mogućih oštećenja od plovila i priobalne zaštite. Betoniranje se izvodi uz eventualno korištenje odgovarajuće oplate i stalnu kontrolu ronioca. Koristi se beton C25/30. Betoniranje se izvodi poslije tlačne probe i kontrole cjevovoda roniocem uz izradu video zapisa stanja prije betoniranja i nakon betoniranja.

Kopneni dio podmorskog ispusta, od stac. 0+0.00 do stac. 0+867.05, je cijev sljedećih karakteristika: DN400, Φ 369.4, SDR 26.

Kopneni dio podmorskog ispusta od stac. 0+867.05 do stac. 0+945.07 te podmorski dio podmorskog ispusta, od stac. 0+945.07 do stac. 2.501.08, je cijev sljedećih karakteristika: DN355, Φ 312.8, SDR 17.

Na stac. 0+867.05 izvest će se prijelazni komad s DN400/369.4 na DN355/312.8. Cijevi će se spojiti postupkom varenja na odgovarajućoj lokaciji. Varenje će obaviti ovlašteni varioci, a kvaliteta spoja će se kontrolirati u skladu sa važećim normama.

Na kraju ispusta nalazi se difuzor dužine 72 m. Na difuzoru je predviđeno 5 otvora promjera od 84 mm do 131,8 mm na razmaku od 11,5 do 12,5 m. Zadnji otvor (sedmi) ima površinu od 321 (cm²).

Difuzor je ukupne dužine 72 m te se sastoji od cijevi različitih profila:

- Od stacionaže 2+501.08 do 2+513.08 (L=12 m), (0+060.00 do 0+072.00) DN355, Φ 321.2, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+513.08 do 2+525.08 (L=12 m), (0+048.00 do 0+060.00) DN355, Φ 321.2, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+525.08 do 2+537.08 (L=12 m), (0+036.00 do 0+048.00) DN315, Φ 285.0, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+537.08 do 2+549.08 (L=12 m), (0+024.00 do 0+036.00) DN315, Φ 285.0, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+549.08 do 2+561.08 (L=12 m), (0+012.00 do 0+024.00) DN280, Φ 253.2, SDR 21, PE 100.
- Od stacionaže 2+561.08 do 2+573.08 (L=12 m), (0+0.00 do 0+012.00) DN280, Φ 253.2, SDR 21, PE 100.

Na stacionaži 2+573.08 (0+0.00) projektiran je kraj difuzora sa slijepom prirubnicom sa otvorom od dna u visini od 200 mm.

Difuzor je postavljen iznad dna na visinu veću od 60 cm i to postavljanjem na tipske betonske nosače Nosači će se postaviti na razmaku od 3 m. Ovi nosači su ujedno potrebno opterećenje difuzora radi njegove stabilizacije. Zbog toga je pričvršćenje cjevovoda tegovima/nosačima potrebno vrlo kvalitetno izvesti sa šarafima od nehrđajućeg materijala. Ukupno je predviđena ugradnja 25 nosača difuzora.

Nakon završetka izvođenja ispusta potrebno je izraditi video zapis sa stanjem ispusta u kojem će se zorno vidjeti sve oznake tegova.

Nakon završetka radova treba napraviti geodetski i video snimak izvedenog stanja podmorskog ispusta i difuzora.

Svi ostali detalji vezani uz izvođenje i pznake objekata vidljivi su u nacrtnoj dokumentaciji u prilogu.

Horizontalni lomovi na kopnenom dijelu podmorskog ispusta (DN400/369.4 mm):

STACIONAŽA (m)	Uglovi (°)
7,37	88,19
31,70	157,22
56,85	156,99
76,83	168,24
90,25	168,59
108,79	167,73

120,68	153,69
135,81	161,06
159,48	176,34
172,95	171,50
183,64	165,87
213,07	180,00
242,50	171,20
279,05	148,57
297,00	165,17
320,95	179,42
340,05	167,69
371,28	173,80
391,77	172,88
418,45	155,96
423,25	163,43
428,18	141,02
446,44	159,23
473,47	159,60
489,86	172,29
505,46	163,78
554,57	175,96
585,90	146,49
612,62	171,35
635,47	166,01
655,41	173,18
675,71	173,97
696,47	168,82
713,19	178,64
721,35	158,69
743,16	162,54
768,55	176,30
793,89	148,71
814,89	178,33
840,49	179,08

Tablica A.12. Horizontalni lomovi trase kopnenog dijela ispusta DN 400/369.4

Horizontalni lomovi na kopnenom dijelu podmorskog ispusta (DN355/312.8 mm)

STACIONAŽA (m)	Uglovi (°)
880,45	168,60
908,68	176,34
945,07	169,95

Tablica A.13. Horizontalni lomovi trase konenog dijela ispusta DN 355/312.8

Horizontalni lomovi na podmorskom dijelu podmorskog ispusta (DN355/312.8 mm)

STACIONAŽA (m)	Uglovi (°)
2495,08	157.5
2501,08	135

Na kopnenom dijelu podmorskog ispusta (DN400/369.4 mm) predviđeni vertikalni lomovi veći od 1°:

0+7.37 – vertikalni ugao loma iznosi 17.38°.

0+505.46 – vertikalni ugao loma iznosi 1,00°.

Na kopnenom dijelu podmorskog ispusta (DN355/312.8 mm) predviđeni vertikalni lomovi veći od 1°:

0+867.05 – vertikalni ugao loma iznosi 1.54°.

Na podmorskom dijelu podmorskog ispusta (DN355/312.8 mm) predviđeni vertikalni lomovi veći od 1°:

1+100.00 – vertikalni ugao loma iznosi 2.85°.

A.8. USLOVI ODRŽAVANJA I PROJEKTOVANI VIJEK TRAJANJA GRAĐEVINE

Jedini pogonski element je zatvarač u dozažnom bazenu. Pravilno funkcionisanje zatvarača je od velikog značaja za ispravan rad podmorskog ispusta. Između dozažnog bazena i izlaznog okna projektovan je automatski zatvarač na otvoru širine od 32 (cm), i visine 40 (cm). Uz ovaj automatski zatvarač ugradit će se mjerac vodostaja koji će biti uključen u automatiku rada zatvarača. Zatvarač mora biti ispravan i treba ga redovno kontrolisati. U slučaju kvara automatskog zatvarača aktivirat će se sigurnosni zatvarač koji je također potrebno redovno kontrolisati.

Ispravnost odzračnog ventila treba kontrolisati jednom mjesečno.

Održavanje ostalih dijelova sistema na kopnu se sprovodi na uobičajeni način kako se već održavaju kanalizacijski objekti u cijelom sistemu. Posebnih zahtjeva nema.

Redovno, barem jednom godišnje, treba sprovesti inspekciju stanja cjevovoda podmorskog ispusta, te difuzora. Preporučuje se korištenje video zapisa i/ili foto dokumentacije. U slučaju nekontrolisanog isticanja treba izvršiti sanaciju. Difuzorsku sekciju ispusta kontrolisati u kraćim vremenskim intervalima (minimalno dva puta godišnje), a mlaznice sistema održavati u nezačepljenom stanju.

Građevina se treba održavati u stanju projektom predviđene sigurnosti i funkcionalnosti, a u skladu odredbama odgovarajućih zakona, normativa i pravila struke. Vremenski razmak između pojedinih kontrolnih pregleda ne smije biti veći od 2 godine. Pri svakom pregledu posebnu pažnju posvetiti snimanju možebitnih pukotina u cijevima i betonu, stanju spojeva, te svih drugih oštećenja i deformacija bitnih za sigurnost

infrastrukture. Ako se vizualnim pregledom stanja infrastrukture i konstrukcije uoče promjene i defekti koji mogu umanjiti ili ugroziti sigurnost objekta u upotrebi, treba odmah pristupiti sanaciji uočenih oštećenja u dogovoru s projektantom.

U cilju održavanja infrastrukture i konstrukcije te povećanja njenog vijeka trajanja, potrebno je povremeno vršiti vizualne kontrole okana, te indirektno odgovarajućom opremom i cjevovoda najmanje jednom godišnje, te analizu vodonepropusnosti sistema.

Tekućim (kontrolnim) pregledima potrebno je, posebnu pažnju obratiti na:

- pukotine u armirano-betonskoj konstrukcijama;
- pukotine u cijevima sistema odvodnje;
- moguće otpadanje dijelova konstrukcije (raspucavanje i otpadanje komada betona i drugih materijala);
- koroziju penjalica, poklopaca i drugih metalnih dijelova,
- veličinu protoka u kanalizacijskom sistemu,
- kontrola količina tuđih voda,
- kontrola stabilnosti i vododrživosti okana i poklopaca.

Sve uočene nedostatke i oštećenja potrebno je što hitnije otkloniti, kako bi se postiglo projektovano stanje, odnosno povećala sigurnost, trajnost i funkcionalnost objekta.

Da bi se što više smanjili troškovi održavanja objekta i povećala njegova upotrebna vrijednost, odabrana su takva rješenja, materijali i oprema koji imaju dostatnu kvalitetu i trajnost.

Uz pravilno održavanje građevine projektovani vijek trajanja iznosi 50 godina. Preduslov za postizanje očekivanog vijeka trajanja je pravilno održavanje u skladu s prethodno navedenim zahtjevima, programom kontrole i osiguranja kvaliteta, te zakonima i pravilima struke.

A.9. USLOVI ZA IZVODJENJE RADOVA

Privredni subjekat koji izvodi radove na izgradnji cjevovoda podmorskog ispusta, treba da posjeduje minimum opreme, i to:

- Hidrotehnički ploovni objekat na sopstveni pogon (zbog projektovanih karakteristika radova)

Privredni subjekat koji izvodi radove na izgradnji cjevovoda podmorskog ispusta, treba da posjeduje minimum stručnih i kadrovskih kapaciteta, i to:

- Licence komercionalnih ronionica (minimum 3), u skladu sa međunarodnim standardom za izvođenje podvodnih radova

B: Izbor parametara difuzora na osnovu procjene stanja racepijenta numeričkim modelom

B.1. UVOD	
B.2. MEHANIZMI RAZRJEĐENJA.....	
B.2.1. Karakteristike efluenta.....	
B.2.2. Razrjeđenje u bliskoj zoni nestratificiranog stubaa morske vode bez djelovanja morskih struja .	
B.2.3. Razrjeđenje u bliskoj zoni nestratificiranog stuba morske vode uz djelovanje morskih struja	
B.2.4. Razrjeđenje u bliskoj zoni stratificiranog stuba morske vode bez djelovanja morskih struja	
B.2.5. Razrjeđenje u bliskoj zoni stratificiranog stuba morske vode uz djelovanje morskih struja	
B.2.6. Razrjeđenje u dalekoj zoni uz odumiranje mikroorganizama.....	
B.3. ZAKONSKA REGULATIVA	
B.4. ULAZNI PARAMETRI	
B.5. LJETO – STRATIFICIRANI RECIPIJENT	
B.6. ZIMA – NESTRATIFICIRANI RECIPIJENT	
B.7. REZULTATI ZA MAKSIMALNI DOTOK IZ DOŽAŽNOG BAZENA	

B.1. UVOD

Proračun količina otpadnih voda urađen je za planiranu izgradnju na prostoru Petrovca i Buljarice 2043. godine. Na ovom prostoru planirani su korisnici koji pripadaju kategoriji stanovništvo i turizam. Prognoza budućeg broja korisnika je urađena na osnovu prostornih planova: Buljarica 1, Petrovac- šira zona i Petrovac-centar. Postojeći DUP Buljarica 1 pokriva prostor oko 110 ha, od ukupno oko 300 ha površine koja pripada Buljaricama. DUP Petrovac /-šira zona obuhvata površinu 83 ha, dok Petrovac - centar oko 24 ha. U prostornim planovima Petrovca su dati podaci o planiranom broju stanovnika i turista, u DUP Petrovac - centar nisu dati podaci o broju turista u privatni smještaj i tercijalnim djelatnostima, već samo ukupan broj turista bez obzira na kategorije hotela. DUP Buljarica 1 urađen je za oko trećinu od ukupnog površine, također ne daje podatke o kategoriji turista, ali sadrži broj zaposlenih u tercijarnom sektoru i centralnim djelatnostima.

Prognozirani broj korisnika kanalizacijskog sistema Petrovac i Buljarica prikazan je u sljedećoj tabeli

naselje	kategorija potrošača	2043. god.
Petrovac	stanovništvo	5080
	Turizam	9144
Buljarica	stanovništvo	6813
	Turizam	7995

Tablica B.1. Prognozirani broj korisnika kanalizacijskog sistema Petrovac i Buljarica

Usvojene specifične potrošnje vode za piće su dosta različito date u prostornim planovima, primjera radi, za stanovništvo se kreću između 200 do 300 l/st/dan, dok za hotelske smještaje visoke kategorije od 550 do 1000 l/lež/dan. U sljedećoj tabeli su prikazane usvojene specifične norme potrošnje vode, kao i specifični rashodi prema kategoriji potrošača sa umanjenjem 20%.

kategorija potrošača	specifična potrošnja vode (l/dan)	specifični rashod (l/dan)
stanovnici	250	200
hoteli sa 5 zvjezdica	650	520
hoteli sa 4 zvjezdica	450	360
hoteli nižih kategorija	350	280
privatni smještaj i odmarališta	350	280

Tablica B.2. Norme potrošnje vode i rashodi kanalizacijskog sistema Petrovac i Buljarica

Usvojeni karakteristični koeficijenti dnevne i satne neravnomjernosti su različiti u prostornim planovima, bez posebnih vrijednosti za kategorije potrošača, za potrebe ovog projekta usvojene su sljedeće vrijednosti:
 $K_{max.dn.} = 1,3$ $K_{max.cas.} = 1,8$

Također, u planskim dokumentima nema proračuna potrošnje vode za piće, osim u DUP-u Buljarica 1, tako da se dalji proračun zasniva na specifičnoj dnevnoj potrošnji od 200 l/st/dan za stanovništvo i 360 l/lež/dan kao prosjek za turiste svih kategorija, s obzirom da u nekim planskim dokumentima nisu navedene kategorije turista.

Shodno usvojenom broju korisnika kanalizacijskog sistema, usvojenim specifičnim normama rashoda, kao i koeficijentima dnevne i satne neravnomjernosti, u sljedećoj tabeli su prikazane ukupne količine otpadnih voda za projektni period 2043. godine.

naselje	$Q_{sr,dn}$ (l/s)	$Q_{max,dn}$ (l/s)	$Q_{max,cas}$ (l/s)
Petrovac	49,8	64,7	114,6
Buljarica	49,0	63,7	116,4
UKUPNO	98,8	128,4	231,0

Tablica B.3. Prognozirani broj korisnika kanalizacijskog sistema Petrovac i Buljarica

Ali, u kišnom period dolazi do infiltracije atmosferske vode u sistemu, primjer ovog procesa je karakterističan za kanalizacioni sistem u Budvi, gdje u periodu padavina dolazi do značajnog opterećenja primarnih i sekunandarnih knalizacionih krakova, a posebno je problem u dodatnom opterećenju postojećeg uređaja za prečišćavanje u Bečićima. Usvaja se postotak od oko 30% od srednjeg protoka kao povećanje uslijed infiltracije atmosferskih voda.

U sljedećoj tabeli su prikazane količine otpadnih voda kada se uzme u obzir i infiltracija:

naselje	$Q_{sr,dn}$ (l/s)	$Q_{max,dn}$ (l/s)	$Q_{max,cas}$ (l/s)
Petrovac	64,7	79,6	131,3
Buljarica	63,7	78,4	129,3
UKUPNO	128,4	158,0	260,6

Tablica B.4. Mjerodavne količine kanalizacijskog sistema Petrovac i Buljarica

Dimenzioniranje podmorskog ispusta u Buljarici će se odrediti na osnovu protoka $260 \text{ l/s} = 0,26 \text{ m}^3/\text{s}$.

B.2. MEHANIZMI RAZRJEĐENJA

Za potrebu proračun kvalitete recipijenta u uslovima ispuštanja otpadnih voda na raspolaganju su mnoge metode; od analitičkih pristupa pa do složenih modela u prostornom i vremenskom domenu. U nastavku je dat prikaz uobičajenog pristupa Marine Wastewater Outfalls and Treatment Systems (2010.). Zasebno se analizira bliska zona, a zasebno daleka zona miješanja efluenta s morskom vodom. U bliskoj zoni, zbog manje gustoće efluenta u odnosu na gustoću mora, dominantne su sile uzgona i sile inercije. U dalekoj zoni oblak efluenta se rasprostire uglavnom pod uticajem morskih struja.

Proračun koncentracija bakterija potrebno je sprovesti za kombinaciju ljetnog mjerodavnog protoka i stratificiranog stuba morske vode s izraženom piknoklinom te za kombinaciju zimskog mjerodavnog protoka bez razvijene piknoklina.

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 (bakterija).

Najveća koncentracija bakterija dobije se kao:

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

gdje je:

c_o - početna koncentracija bakterija u otpadnoj vodi,

c_m - koncentracija bakterija u moru prije ispuštanja otpadnih voda.

B.2.1. KARAKTERISTIKE EFLUENTA

Oblak efluenta ispušten 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:

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

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

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 gravitaciono ubrzanje (m/s^2).

Ako je razlika između gustoće efluenta i gustoće mora mala, one se mogu kombinovati 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 - gustina mora,

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

B.2.2. RAZRJEĐENJE U BLISKOJ ZONI NESTRATIFICIRANOG STUBA MORSKE VODE BEZ DJELOVANJA MORSKIH STRUJA

Razrjeđenje se definiše 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:

$$x_n = 0.9 \cdot H$$

B.2.3. RAZRJEĐENJE U BLISKOJ ZONI NESTRATIFICIRANOG STUPCA MORSKE VODE UZ DJELOVANJE MORSKIH STRUJA

Dinamičko djelovanje morskih struja izražava se Froudivim brojem:

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

gdje je u brzina strujanja.

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

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

Razrjeđenje se računa iz izraza:

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

B.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 definiše 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:

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

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

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

Karakteristike oblaka efluenta računaju se iz:

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

B.2.5. RAZRJEĐENJE U BLISKOJ ZONI STRATIFICIRANOG STUPCA MORSKE VODE UZ DJELOVANJE MORSKIH STRUJA

Razrjeđenje se određuje iz izraza:

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

B.2.6. RAZRJEĐENJE U DALEKOJ ZONI UZ ODUMIRANJE MIKROORGANIZAMA

Razrjeđenje rasprostiranjem u dalekoj zoni određuje se prema Brooks-ovom 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 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:

$$S_f = c_o / c_m$$

B.3. ZAKONSKA REGULATIVA

Temeljem Uredbe o kakvoći mora za kupanje (Narodne novine br. 73/08, članak 5.) definisani su rasponi vrijednosti koncentracije *Escherichia Coli* prema kojima se provodi i razvrstavanje kakvoće mora:

Escherichia coli (E.C.)	<100 EC/100 ml	(izvrsna kvaliteta)
		101-200 EC/100 ml
	(dobra kvaliteta)	
		201-300 EC/100 ml
	(zadovoljavajuća kvaliteta)	

Mjerodavna usvojena udaljenost od obalne crte, a na kojoj se teži postizanju navedenih vrijednosti jest 300 m od obale.

B.4. ULAZNI PARAMETRI

Procjena kvalitete recipijenta u zoni uticaja podmorskog ispusta UPOV-a naselja BULjarica izvršena je za ulazne podatke numeričkim modelom UM3 (USEPA, 2003). Riječ je o 3D modelu koji simulira prethodno navedene mehanizme razrijeđenja u recipijentu Lagrange-ovim pristupom. U nastavku je dan pregled ulaznih parametara za zimsko razdoblje i uslove nestabilnog vodnog stupca recipijenta, a prema rezultatima istraživačkih radova i izmjerenih termohalinskih svojstvima. Podaci o stanju recipijenta za ljetno razdoblje nisu dostupni te su procijenjeni iskustvom projektanta. S obzirom kako se radi o uređaju za pročišćavanje otpadnih voda najprije prvog a potom hronološki drugog stepena (u drugoj fazi), na drugom stepenu predviđena je 90% - na učinkovitost u redukciji bakterija roda E.C. (Margeta 2009.).

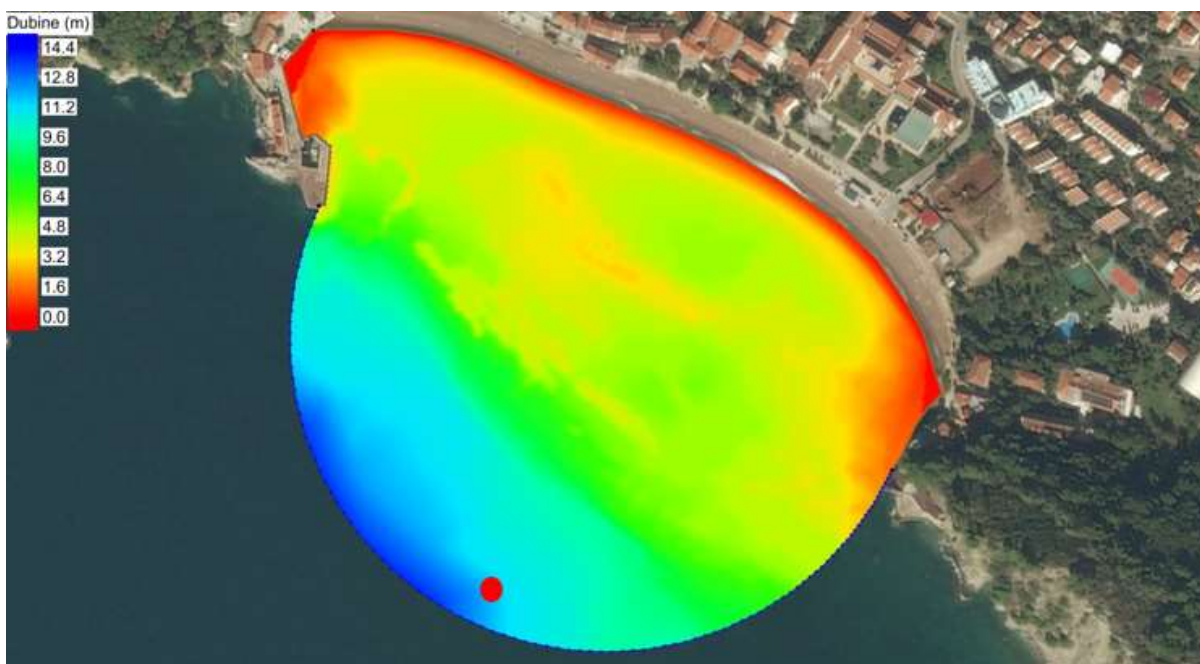
Mjerenje morskih struja sprovedeno je u obuhvatu Petrovca (Slika B.1.). Mjerenja su sprovedena kontinuirano u trajanju od dva dana, počevši od 25. juna pa do zaključno 25. avgusta 2018. godine. U navedenom periodu sprovedena su mjerenja morskih struja po stubu mora i to u površinskom (dubina 3 m) i pridnom (dubina 9 m) sloju.

Za potrebe sprovođenja mjerenja korišten je uređaj za mjerenje morskih struja: WorkHorse Sentinel Teledyne RD: ADCP, Proizvođača: RD Instruments (RDI), frekvencije rada uređaja od 1200 kHz (<http://www.teledynemarine.com/workhorse-sentinel-adcp?BrandID=16>) (Slika B.1.).



Slika B.1. WorkHorse Sentinel Teledyne RD: ADCP korišten za potrebe mjerenja morskih struja

Uređaj je postavljen u akvatoriju Petrovca na lokaciji: X=42.203207; Y=18.938953 (WGS84), na dubini od 13.5 m (Slika B.2.) prema opažanju u trenutku postavljanja uređaja. S obzirom na dubinu postavljanja od 12.0 m, mjerenja su provedena u 24 horizontalne ćelije, svaka visine po 0.50 m.



Slika B.2. Situacijski prikaz postavljanja uređaja za mjerenje morskih struja

Učestalost bilježenja podataka unutar jednog sata je dva puta, odnosno jedno mjerenje svakih 30 minuta. Korišteni uređaj sadrži internu bateriju i memoriju na kojoj se vrši zapis mjerenih podataka.

Mjerenja su provedena kontinuirano od 25.6.2018. do 25.8.2018.. Prije mjerenja odrađene su standardne provjere (npr. reagiraju li glave uređaja) i kalibracije uređaja (npr. kalibracija kompasa).

Po sprovedbi mjerenja morskih struja u površinskom (3 m) i pridnenom (9 m) sloju stuba mora izvršena je obrada raspoloživih vektorskih i skalarnih komponenti iz kojih se zaključuje:

- U površinskom sloju najveća izmjerena brzina iznosi 25.7 cm/s dok najmanja izmjerena brzina odgovara vrijednosti od 1 cm/s.
- U pogledu učestalosti vektora brzina strujanja mora, dominantna je učestalost SE i NW (48 %) dok se u ukupnom uzorku bilježi 11.9 % realizovanih vektora brzina u smjeru NE, tj u smjeru obalne crte.
- U pridnenom sloju maksimalni iznos skalarne komponente je nešto manji i iznosi 17.8 cm/s. Razlog je umanjnjen intenzitet djelovanja na površini, poput vjetra i posljedično generiranih talasa. Minimalna izmjerena brzina u pridnenom sloju iznosi 1 cm/s.
- Ovdje se bilježi veća učestalost struja smjerova SE i NW (67 %) dok je u smjeru obalne crte zabilježeno svega 1.8 % strujanja mjerenog uzorka.

Pod termohalinska svojstva podrazumijevaju se temperatura, gustina i slanost mora. Navedena svojstva međusobno su zavisna. Pod djelovanjem toplinskog zračenja dolazi do zagrijavanja površinskog sloja stuba mora. U uslovima povećane temperature posljedično dolazi do smanjenja gustine mora a time i pada vrijednosti.

Za potrebe definicije projektnih parametara podmorskog ispusta Buljarica koriste se mjerenja sprovedena u tri ciklusa:

- 17.07.2018. u akvatoriju Petrovca, na lokaciji : X=42.187272; Y=18.929315 (WGS84), do konačne dubine od 30 m (Slika B.3.);
- 10.08.2018. u akvatoriju Petrovca, na lokaciji : X=42.187272; Y=18.929315 (WGS84), do konačne dubine od 30 m (Slika B.3.);
- 27.12.2022. u akvatoriju Buljarica na lokaciji : X=42.186464; Y=18.944863 (WGS84), do konačne dubine od 30 m (Slika B.4.);



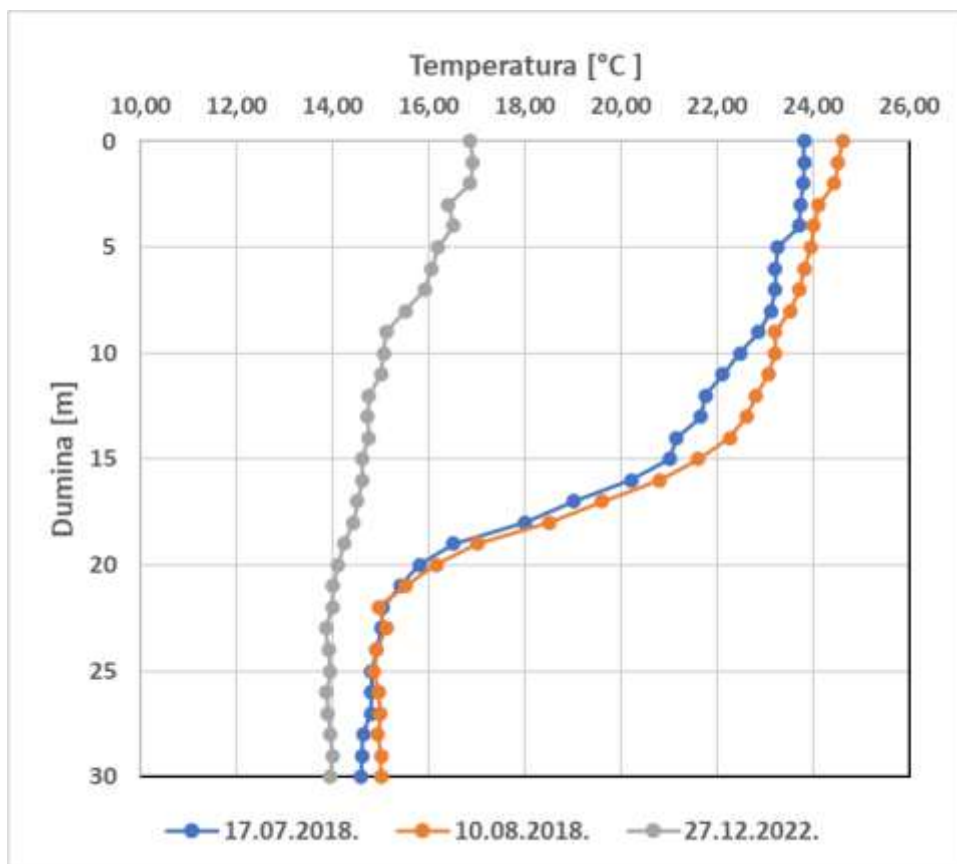
Slika B.3. Situacijski prikaz lokacije mjerenja termohalinskih svojstava mora u akvatoriju Petrovca (17.07.2018. i 10.08.2018.)



Slika B.4. Situacijski prikaz lokacije mjerenja termohalinskih svojstava mora u akvatoriju Buljarica (27.12.2022.)

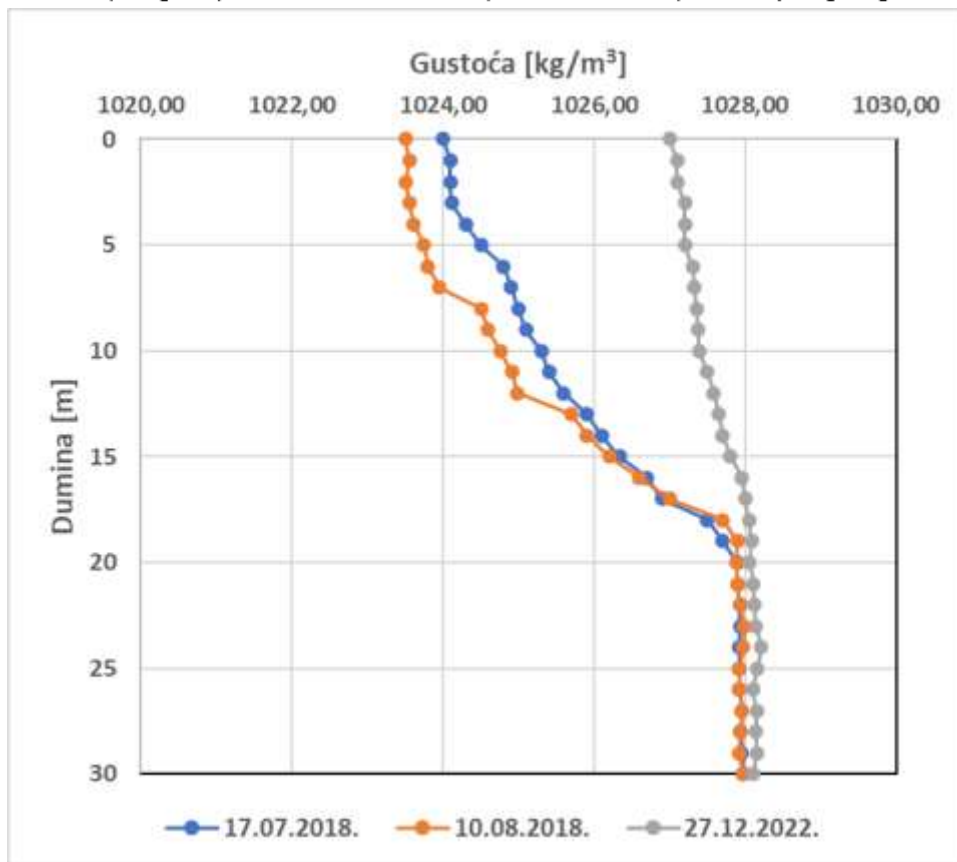
Mjerenja temperature, gustine i električne vodljivosti sprovedena su multiparametarskom sondom SEBA KLL Q2 koja je prethodno parametrizirana i kalibrirana. Po završetku mjerenja podaci su obrađeni i prikazani u nastavku.

Na Slici B.5. prikazane su mjerene vrijednosti temperature mora utvrđene mjerenjima i trima prethodno navedenim terminima. U zimskim uvjetima (27.12.2022.) izostaje značajnija pojava vertikalne stratifikacije temperature po stubu mora. Ljetno razdoblje karakterizirano je izraženijom stratifikacijom s prisutnošću termoklina na dubini 15-20 m.



Slika B.5. Prikaz temperature po stupcu mora dobiven mjerenjima u akvatoriju Buljarice i Petrovca

Na Slici B.6. prikazane su mjerene vrijednosti gustine mora utvrđene mjerenjima i trima prethodno navedenim terminima. U zimskim uslovima (27.12.2022.) izostaje značajnija pojava vertikalne stratifikacije gustine po stubu mora. Ovdje gustina varira u rasponu 1027.1 -1027.99 kg/m³. Ljetno razdoblje karakterizirano je izraženijom stratifikacijom s prisutnošću termoklina na dubini 10-20 m. U ljetnom razdoblju u površinskom sloju bilježi se manja gustina mora u rasponu 1023.60-1028.98 kg/m³.



Slika B.6. Prikaz gustoće po stupcu mora dobiven mjerenjima u akvatoriju Buljarice i Petrovca

B.5. LJETO – STRATIFICIRANI RECIPIJENT

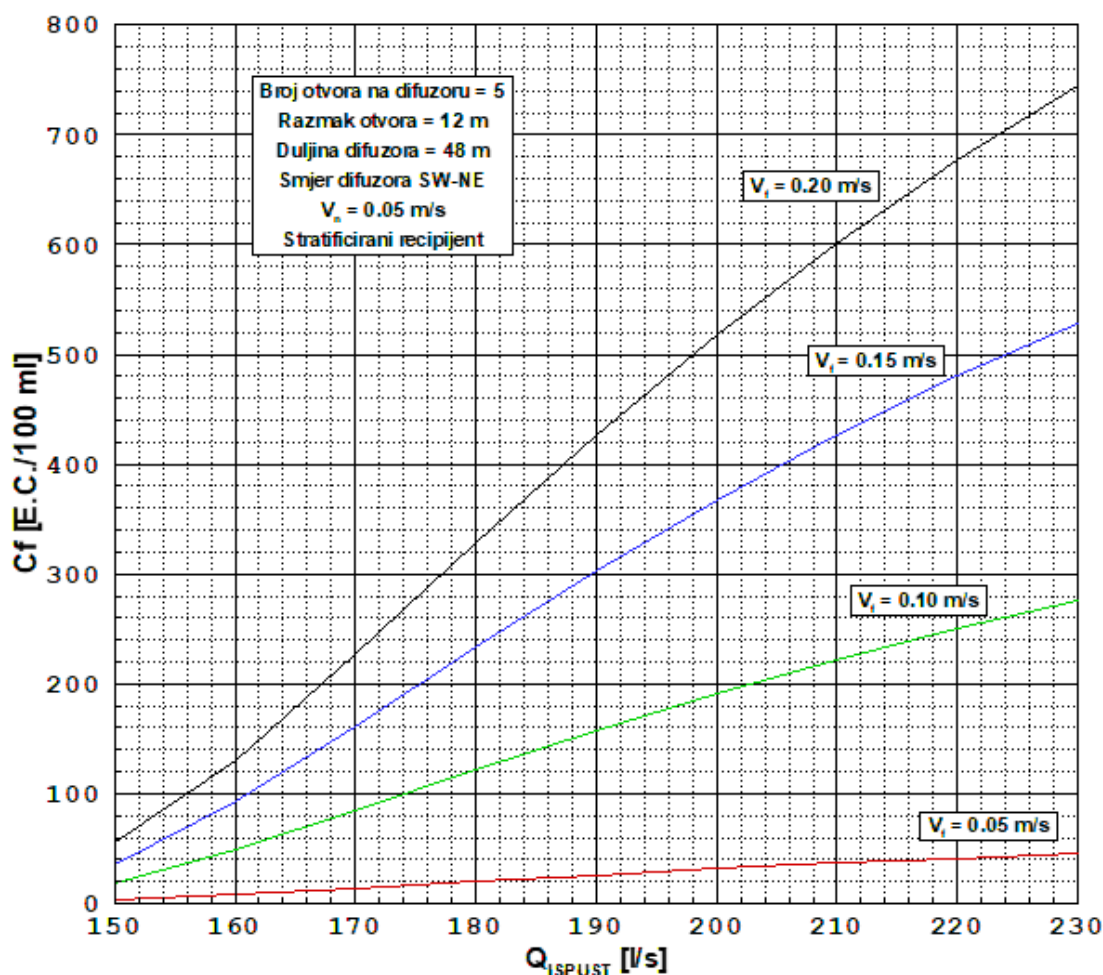
Karakteristika recipijenta u ljetnom razdoblju izražena je vertikalna stratifikacija termohalinskih svojstava. U slučaju predviđene trase za polaganje ispusta Buljarica usvojena je izražena stratifikacija recipijenta na mjestu ispuštanja. U površinskom sloju do dubine 10 metara je gustina recipijenta 1024.0-1025.0 kg/m³, a gdje počinje razvoj piknokline. Od 10 do 20 metara dubine gustina raste do vrijednosti 1028.0 kg/m³, odakle zadržava konstantnu vrijednost do morskog dna.

Brzina strujanja promatra se zasebno, u površinskom i pridnenom sloju, s obzirom na najkritičniji smjer.

- U površinskom sloju najveća izmjerena brzina iznosi 25.7 cm/s dok najmanja izmjerena brzina odgovara vrijednosti od 1 cm/s.
- U pogledu učestalosti vektora brzina strujanja mora, dominantna je učestalost SE i NW (48 %) dok se u ukupnom uzorku bilježi 11.9 % realizovanih vektora brzina u smjeru NE, tj u smjeru obalne crte.
- U pridnenom sloju maksimalni iznos skalarne komponente je nešto manji i iznosi 17.8 cm/s. Razlog je umanjnjen intenzitet djelovanja na površini, poput vjetra i posljedično generiranih talasa. Minimalna izmjerena brzina u pridnenom sloju iznosi 1 cm/s.
- Ovdje se bilježi veća učestalost struja smjerova SE i NW (67 %) dok je u smjeru obalne crte zabilježeno svega 1.8 % strujanja mjerenog uzorka.

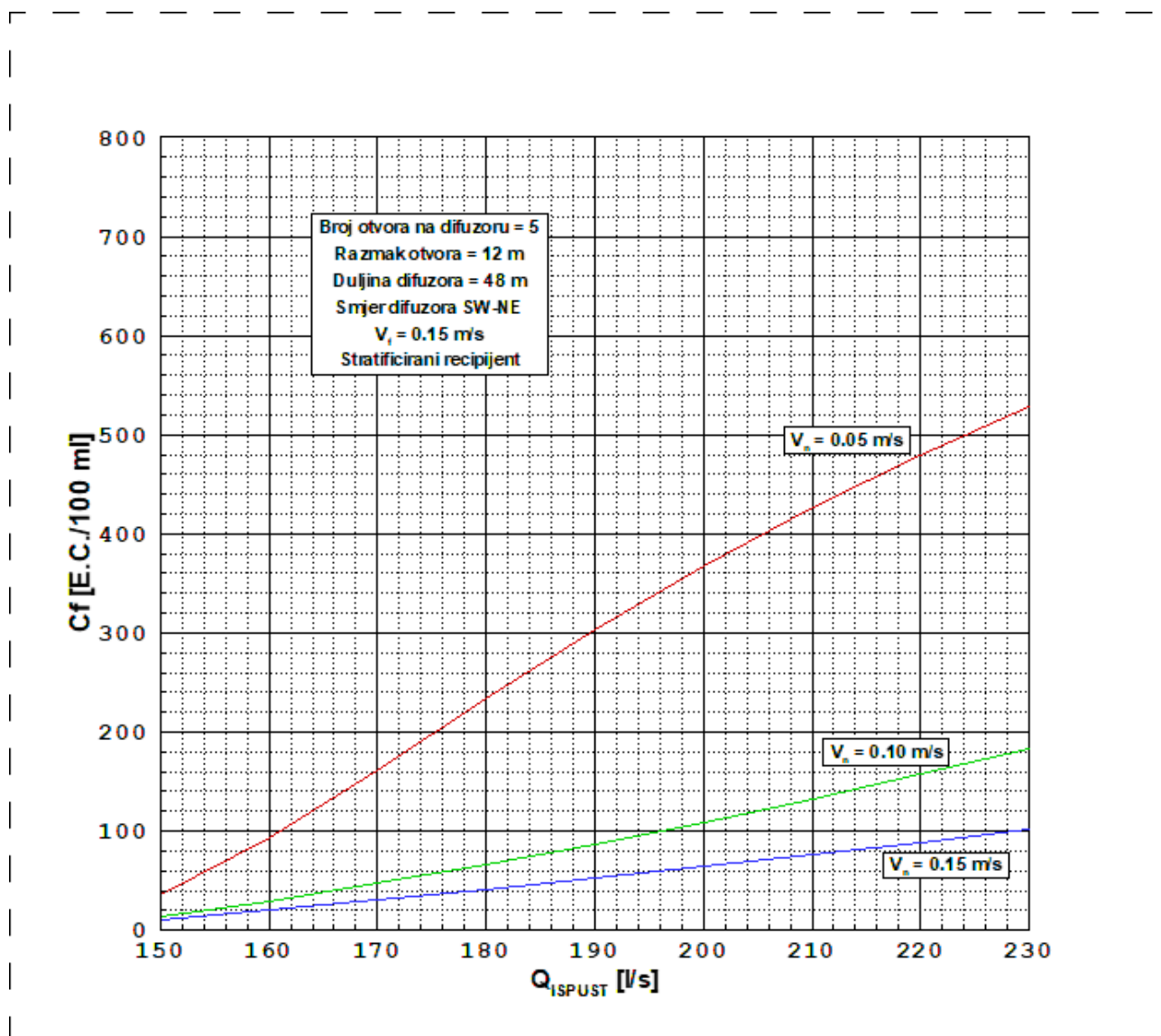
Za početnu vrijednost koncentracije E.C. usvaja se 10^8 E.C./100 ml. Kako se u konačnici radi o uređaju drugog stepena kao mjerodavno opterećenje koje djeluje na recipijent usvaja s 10^7 E.C./100 ml. uz pretpostavku 90 % uklanjanja bakterija na UPOV-u (Margeta, 2009.) Vrijeme odumiranja za ljetno razdoblje definirano je kao $T_{90} = 2.5$ h (Tedeschi, 1981., Brooks, 1972.).

U svrhu definisanja optimalnih parametara difuzora usvojena je brzina morskih struja 0.05 m/s u bliskoj zoni pridnenog sloja čime se a priori smanjuje početno razrjeđenje koje je dominantno uslovljeno brzinom morskih struja, a onda i brzinom efluenta na mjestima bočnih otvora na difuzorskoj sekciji. Pretpostavljena je difuzorska sekcije dužine 48.0 m, sa 5 okruglih bočnih otvora promjera 10.0 cm sa smjerom pružanja NE-SW (u liniji trase ispusta).



Slika B.7. Utjecaj brzine morskih struja u dalekoj zoni podmorskog ispusta Buljarica na koncentraciju E.C. na udaljenosti 300 m od obale

Brzina 0.05 m/s u bliskoj zoni nešto je veća od srednje vrijednosti brzine strujanja izmjerene u pridnenom sloju. Uz smanjenje početnog razrjeđenja u ovom slučaju, na Slici B.7. uočava se povećana koncentracija E.C. na udaljenosti 300 m od obalne crte s porastom brzine strujanja u površinskom sloju. Razlog ovog je smanjenje vremena izloženosti oblaka efluenta sunčevom zračenju i djelovanju mora, koje se s povećanjem brzine strujanja smanjuje u odnosu na T_{90} . Kako dotok sa UPOV-a u dozažni bazen i dalje u ispusit nije definisan, analizira se varijabilan dotok iz dozažnog bazena, u rasponu 150 - 230 l/s.



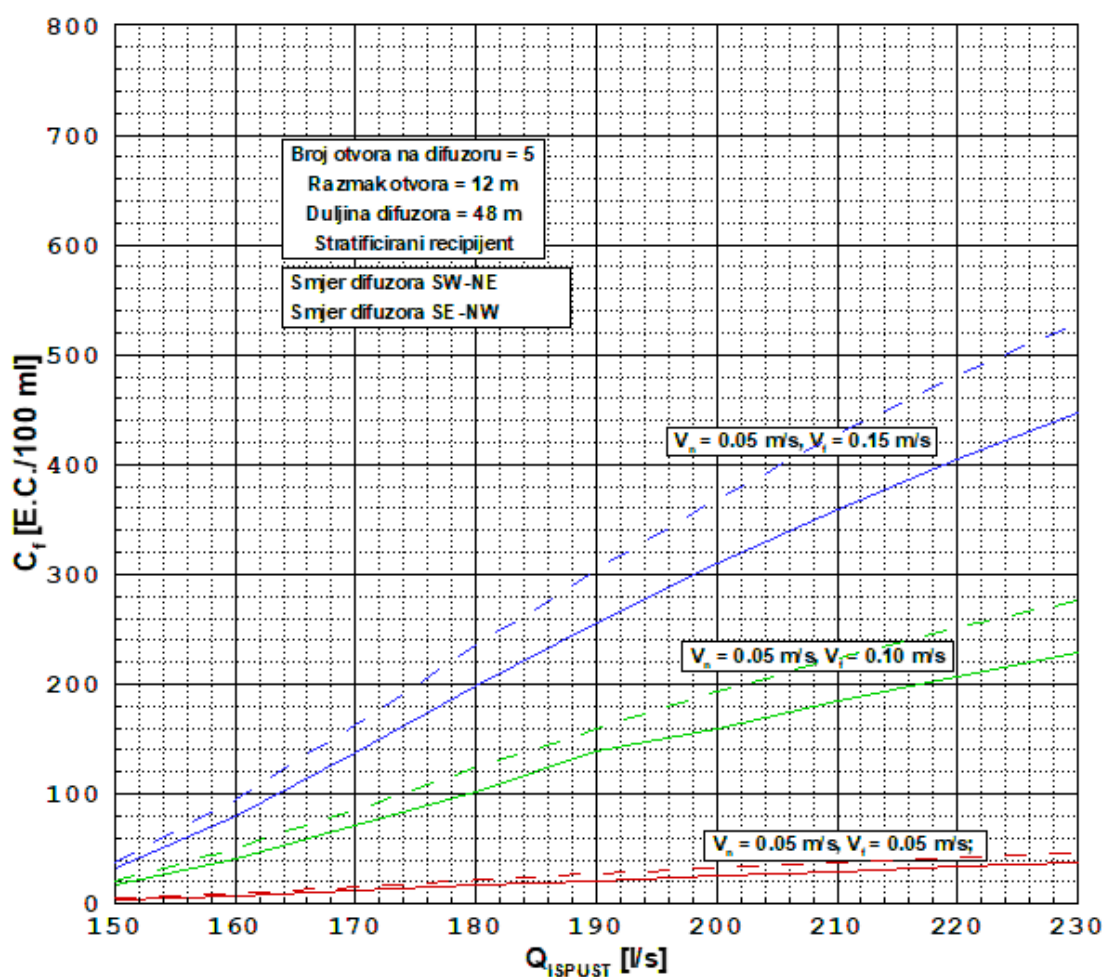
Slika B.8. Utjecaj brzine morskih struja u bliskoj zoni podmorskog ispusta Buljarica na koncentraciju E.C. na udaljenosti 300 m od obale

S obzirom na prethodne rezultate, u dalekoj zoni usvaja se kritični slučaj kada je vektor brzine intenziteta 0.15 m/s usmjeren ka obali, uz varijabilne brzine istog smjera u pridnenom sloju bliske zone u intervalu 0.05 – 0.15 m/s. S povećanjem brzine strujanja postiže se povećanje razrjeđenja u bliskoj zoni čime su koncentracije u zoni 300 m od obale drastično smanjene. S obzirom na rezultate usvaja se mjerodavna kritična kombinacija morskih struja:

- U bliskoj zoni brzina iznosa 0.05 m/s usmjerena ka obali
- U dalekoj zoni brzina iznosa 0.15 m/s usmjerena ka obali

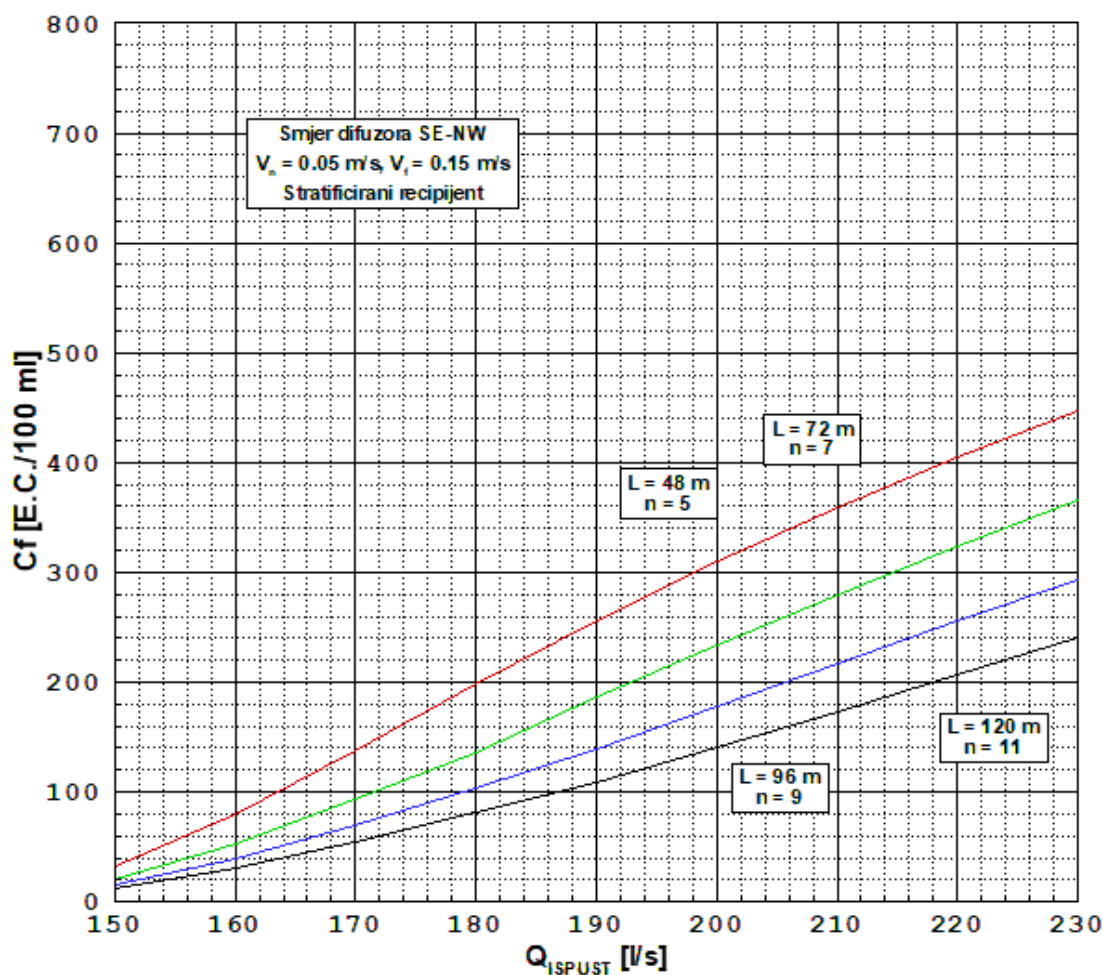
Ovakvim izborom mjerodavnih brzina odlazi se na stranu sigurnosti jer se zadržava mala vrijednost početnog razrijeđenja, a ujedno se smanjuje uticaj naknadnog razrijeđenja koje u ukupnom razrijeđenju ima dominantan učinak na koncentraciju efluenta. Stoga se u daljnjim analizama navedena kombinacija usvaja kao mjerodavna.

U daljnjem postupku ispitan je povoljniji položaj pružanja difuzorske sekcije s obzirom na kvalitetu recipijenta. Difuzorska sekcija dužine $L = 48.0$ m (broj otvora $n = 5$, prečnik otvora $d = 0.10$ m, razmak među otvorima $l = 12$ m) inicijalno je predviđena za polaganje u osi cjevovoda podmorskog ispusta (NE – SW). U slučaju pojave dominantno učestalih smjerova struja (SE – NW) oblak efluenta ima slobodan put prema SE i NW, a do nailaska na obalu potrebno je ostvariti duži put čime se povećava izloženost djelovanju sunca i mora što doprinosi razvoju razrijeđenja kroz mehanizam difuzije i odumiranja bakterija, a samim time i minimizaciji koncentracije. Postavljanjem difuzora okomito na smjer osi cjevovoda podmorskog ispusta (paralelno s obalom) količina ispuštenog efluenta zahvaća veći volumen recipijenta pri čemu se inicijalno povećava razrijeđenje (Slika B.10.). Može se zaključiti kako je smjer pružanja difuzora paralelno s obalnom crtom definitivno sigurnije rješenje s obzirom na mogućnost pojave strujanja usmjerenog ka obali uz zadržavanje dubine polaganja na $d = - 35.00$ m n.m. zbog, kako je mjerenjima utvrđeno, manje učestalosti pojave strujanja usmjerenog prema obali, na lokaciji mjerne postaje.



Slika B.9. Izbor smjera polaganja difuzorske sekcije podmorskog ispusta Buljarica

Uvidom u sliku B.10. jasno je vidljiv uticaj smjera polaganja difuzorske sekcije na kvalitetu recipijenta u zoni 300 m od obalne crte. Kao kritični slučaj usvojena je brzina u bliskoj zoni 0.05 m/s i brzina 0.15 m/s u dalekoj zoni. Polaganjem difuzora u pravcu SE – NW na manjim udaljenostima od mjesta ispuštanja postiže se stanje „dobre kakvoće mora“ koje je Uredbom o kakvoći mora za kupanje propisano za vrijednosti do 200 E.C./100 ml.



Slika B.11. Izbor dužine difuzorske sekcije podmorskog ispusta Buljarica

Povećanjem dužine difuzora (zadržavaju se razmak i promjer otvora na difuzoru) položenog u smjeru SE – NW (Slika B.11.) postiže se drastično povećanje razrjeđenja bez obzira na dotok iz dozažnog bazena. Za difuzor dužine 120.0 m s ekvidistantno položenih 11 otvora, osigurava se zadovoljenje kriterija „dobre kakvoće mora“ koje je Uredbom o kakvoći mora za kupanje propisano za vrijednosti do 200 E.C./100 ml, za dotok iz dozažnog bazena u iznosu $Q = 260.00$ l/s na udaljenosti 500 m od mjesta ispuštanja.

Prema rezultatima i provedenim analizama za stratificirani recipijent u slučaju podmorskog ispusta Buljarica zaključuje se kako je potrebna difuzorska sekcija slijedećih parametara:

- Difuzorsku sekciju položiti u smjeru SE – NW
- Minimalna dužina difuzora treba biti 60.0 m
- Pretpostavljeni broj otvora je 5, okruglog oblika, promjera 10 cm. U projektnoj dokumentaciji potrebno je razraditi parametre difuzorske sekcije, a u slučaju promjena u odnosu na prikazano stanje, osigurati brzinu istjecanja efluenta na bočnim otvorima od $V_{MIN} = 3.5$ m/s.

Za maksimalni dotok iz dozažnog bazena $Q_{MAX} = 260$ l/s i navedene parametre difuzorske sekcije **u potpunosti je zadovoljen** kriterijum:

- na granici obalnog mora na udaljenoj 300 (m) od obale zahtjeve za kakvoćom mora prema Uredbi o kakvoći mora za kupanje -(Narodne novine br. 73/08, članak 5.)

Na udaljenosti 300 metara od obalne crte modelom je definisana koncentracija E.C.-a u iznosu manjem od 200 [E.C./100 ml], čime se prema Uredbi o kakvoći mora za kupanje svrstava u „more dobre kvalitete”.

B.6. ZIMA – NESTRATIFICIRANI RECIPIJENT

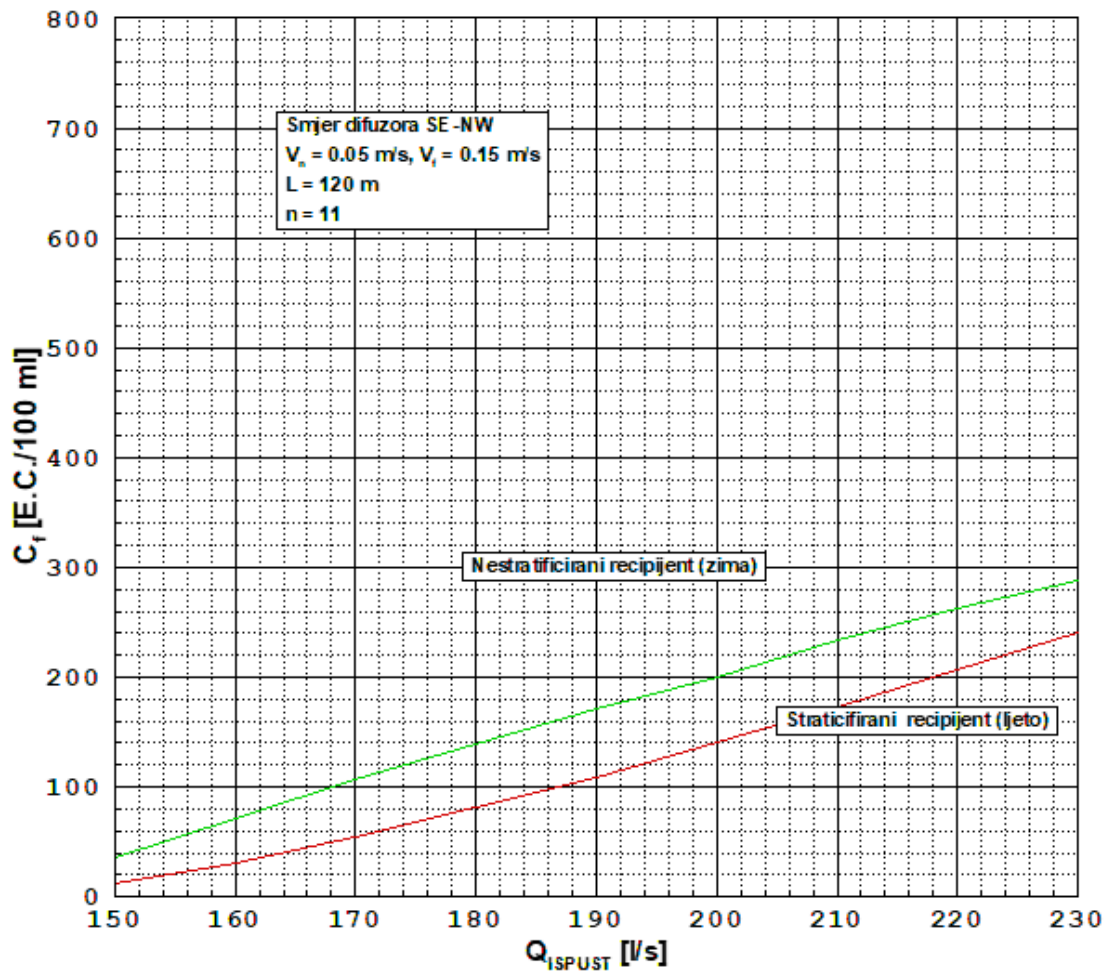
U zimskim uslovima recipijent je pogledu vertikalnih svojstava u nestabilnijem stanju u odnosu na ljetno razdoblje. Sunčeva energija koja se insolacijom prenosi na površinski sloj mora, u zimskim mjesecima izostaje što osigurava poprilično uniformne raspodjele parametara temperature, gustoće i slanosti mora unutar vodnog stuba. Zbog takvog stanja recipijenta, omogućeno je isplivavanje oblaka, upuštenog putem otvora na difuzorskoj sekciji, na morsku površinu.

Za potrebe dokaza učinkovitosti i režima rada prethodno definirane difuzorske sekcije, na Slici B.12. prikazana je usporedba koncentracije E.C.-a na udaljenosti 300 m od obalne crte za slučaj stratificiranog (ljetno) i nestratificiranog (zima) recipijenta. Uz promjenu gustoće recipijenta (usvojeno 1028.0 kg/m^3 prema obavljenim mjerenjima) vrijeme odumiranja E.C.-a je $T_{90} = 5 \text{ h}$.

Rezultati ukazuju kako je zimsko razdoblje u ovom slučaju nepovoljnije. Razlog tome može se objasniti na slijedeći način:

- za pretpostaviti je kako će ispuštanje iz dozažnog bazena u ispust, u zimskim mjesecima biti rjeđe, zbog povećanja vremena potrebnog za punjenje dozažnog bazena. Nešto češće pražnjenje dozažnog bazena je moguće postići smanjenjem kote pri kojoj kreće manevar otvaranja zatvarača ili zasunskog zatvarača (ovisno o načinu ispuštanja) kojima se vrši istjecanje iz dozažnog bazena.
- količina upuštenog efluenta u ispust, za pretpostaviti je, da će biti manja u zimskim mjesecima čime će se postići tražene vrijednosti koncentracije i u pogledu postizanja „dobre i izvrsne kakvoće mora”. Neravnomjernost u potrošnji vode a time i generisanju otpadne vode uobičajena je u priobalnim turističkim mjestima. Omjer zimskog i ljetnog opterećenja sustava može se kretati u intervalu 1:4 do 1:20.
- povećanjem T_{90} u zimskom razdoblju, naknadno razrjeđenje smanjeno je za cca. 2 puta što uzrokuje veće koncentracije E.C.-a na udaljenosti 300 m od obale.

Bez obzira na pojavu nešto većih vrijednosti E.C.-a, granična vrijednost od 300 E.C./100 ml nije premašena u zimskim uslovima ni za dotok $Q = 260.0 \text{ l/s}$ čime je osiguran kriterijum „zadovoljavajuće kakvoće mora” u uslovima kada more ne služi u kupališne svrhe.



Slika B.12. Procjena koncentracije E.C.-a za slučaj rada podmorskog ispusta Buljarica ljetnim i zimskim uvjetima

B.7. REZULTATI ZA MAKSIMALNI DOTOK IZ DOŽAŽNOG BAZENA

U nastavku su prikazani rezultati provedenih modelskih analiza stanja recipijenta za slučaj maksimalnog dotoka 260 l/s iz dožažnog bazena.

/ Windows UM3. 6/7/2023 10:26:34 AM

Case 1; ambient file c:\plumes\VP plume 1.001.db; Diffuser table record 1: -----

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	0.05	45.0	32.41	15.0	0.0	0.000256	0.05	45.0	0.000464
0.1	0.05	45.0	32.41	15.0	0.0	0.000256	0.05	45.0	0.000464

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)		
0.1	0.3	90.0	225.0	5.0	12.0	2000.0	2000.0	35.0	0.25	1000.0	20.0	1.00E+7

Froude number: 38.44

Depth Amb-cur P-dia Polutnt Dilutn x-posn y-posn

Step	(m)	(m/s)	(m) (col/dl)	()	(m)	(m)
0	35.0	0.05	0.1 1.000E+7	1.0	0.0	0.0;
10	34.95	0.05	0.12 8.203E+6	1.213	3.532E-5	3.532E-5;
20	34.88	0.05	0.146 6.730E+6	1.473	0.000166	0.000166;
30	34.8	0.05	0.178 5.521E+6	1.789	0.000457	0.000457;
36	34.75	0.05	0.2 4.902E+6	2.011	0.000746	0.000746; max dilution reached
40	34.71	0.05	0.217 4.529E+6	2.175	0.001	0.001;
50	34.59	0.05	0.264 3.715E+6	2.645	0.00196	0.00196;
60	34.45	0.05	0.321 3.048E+6	3.219	0.00355	0.00355;
70	34.27	0.05	0.39 2.500E+6	3.918	0.00611	0.00611;
80	34.06	0.05	0.473 2.051E+6	4.77	0.0101	0.0101; axial vel 0.00462
90	33.81	0.05	0.574 1.682E+6	5.809	0.0164	0.0164;
100	33.49	0.05	0.695 1.380E+6	7.075	0.0258	0.0258;
110	33.12	0.05	0.839 1.132E+6	8.619	0.04	0.04;
120	32.66	0.05	1.01 928428.2	10.5	0.0609	0.0609;
130	32.11	0.05	1.211 761452.2	12.79	0.0913	0.0913;
140	31.46	0.05	1.444 624446.9	15.59	0.134	0.134;
150	30.7	0.05	1.712 512030.7	19.0	0.194	0.194;
160	29.82	0.05	2.021 419790.8	23.16	0.273	0.273;
170	28.82	0.05	2.38 344106.0	28.22	0.377	0.377;
180	27.69	0.05	2.801 282004.5	34.4	0.511	0.511;
190	26.44	0.05	3.308 231046.9	41.93	0.683	0.683; axial vel 0.00752
200	25.07	0.05	3.947 189229.0	51.11	0.904	0.904;
203	24.63	0.05	4.177 178211.3	54.24	0.983	0.983; trap level,
210	23.59	0.05	4.817 154903.0	62.31	1.194	1.194;
220	22.28	0.05	6.024 129519.1	74.34	1.53	1.53;
227	21.79	0.05	6.781 119996.5	80.14	1.694	1.694; begin overlap,
230	21.63	0.05	7.064 117285.5	81.96	1.752	1.752;
240	21.25	0.05	7.864 112006.4	85.72	1.92	1.92;
250	21.01	0.05	8.506 109598.0	87.52	2.049	2.049;
260	20.86	0.05	9.038 108318.6	88.49	2.15	2.15;
270	20.76	0.05	9.482 107546.4	89.07	2.232	2.232;
280	20.7	0.05	9.853 107038.2	89.45	2.302	2.302;
290	20.65	0.05	10.16 106685.3	89.71	2.362	2.362;
300	20.62	0.05	10.39 106433.4	89.88	2.416	2.416;
310	20.59	0.05	10.57 106252.5	90.0	2.467	2.467;
320	20.58	0.05	10.69 106125.6	90.08	2.514	2.514;
330	20.57	0.05	10.76 106043.0	90.12	2.56	2.56;
336	20.57	0.05	10.77 106012.4	90.13	2.587	2.587; local maximum rise or fall,

Plumes not merged, Brooks method may be overly conservative.

Const Eddy Diffusivity. Farfield dispersion based on wastefield width of 58.77 m

conc	dilutn	width	distnce	time					
(col/dl)	(m)	(m)	(hrs)	(kg/kg)	(T90hr)	(m/s)	(m0.67/s2)		
80690.6	93.5	76.24	50.0	0.257	0.0	2.5	0.05	4.64E-4	
55508.6	105.5	91.42	100.0	0.535	0.0	2.5	0.05	4.64E-4	
38431.7	118.3	104.4	150.0	0.813	0.0	2.5	0.05	4.64E-4	
27059.5	130.3	116.0	200.0	1.091	0.0	2.5	0.05	4.64E-4	
19317.1	141.6	126.5	250.0	1.369	0.0	2.5	0.05	4.64E-4	
13942.5	152.0	136.1	300.0	1.646	0.0	2.5	0.05	4.64E-4	
10148.2	161.9	145.2	350.0	1.924	0.0	2.5	0.05	4.64E-4	
7436.28	171.2	153.7	400.0	2.202	0.0	2.5	0.05	4.64E-4	
5478.18	180.0	161.8	450.0	2.48	0.0	2.5	0.05	4.64E-4	

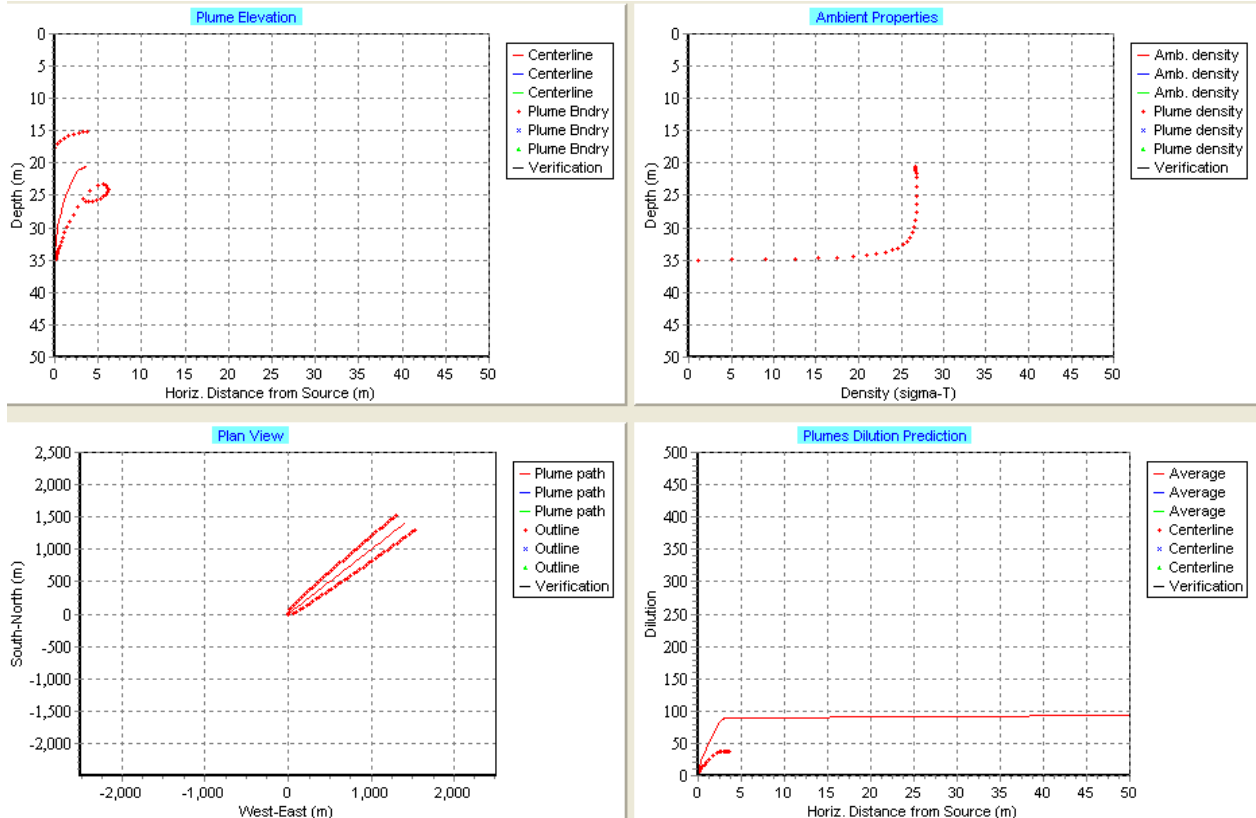
4053.5	188.5	169.4	500.0	2.757	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
3011.01	196.6	176.8	550.0	3.035	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
2243.67	204.4	183.9	600.0	3.313	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
1676.39	211.9	190.6	650.0	3.591	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
1255.49	219.1	197.2	700.0	3.869	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
942.199	226.1	203.6	750.0	4.146	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
708.375	233.0	209.7	800.0	4.424	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
533.416	239.6	215.7	850.0	4.702	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
402.309	246.0	221.5	900.0	4.98	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
303.823	252.3	227.2	950.0	5.257	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
229.717	258.4	232.7	1000.0	5.535	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
173.873	264.4	238.1	1050.0	5.813	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
131.734	270.3	243.4	1100.0	6.091	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
99.8974	276.0	248.6	1150.0	6.369	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
75.8176	281.6	253.6	1200.0	6.646	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
57.5862	287.1	258.6	1250.0	6.924	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
43.7698	292.5	263.5	1300.0	7.202	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
33.2902	297.8	268.3	1350.0	7.48	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
25.3352	303.1	273.0	1400.0	7.757	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
19.2922	308.2	277.6	1450.0	8.035	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
14.6984	313.2	282.1	1500.0	8.313	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
11.2041	318.2	286.6	1550.0	8.591	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
8.54458	323.1	291.0	1600.0	8.869	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
6.52001	327.9	295.4	1650.0	9.146	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
4.97681	332.6	299.6	1700.0	9.424	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
3.80037	337.3	303.9	1750.0	9.702	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
2.9031	341.9	308.0	1800.0	9.98	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
2.21847	346.4	312.1	1850.0	10.26	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
1.69586	350.9	316.2	1900.0	10.54	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
1.29677	355.4	320.2	1950.0	10.81	0.0	2.5	0.05 4.64E-4
0.99191	359.7	324.1	2000.0	11.09	0.0	2.5	0.05 4.64E-4

count: 40

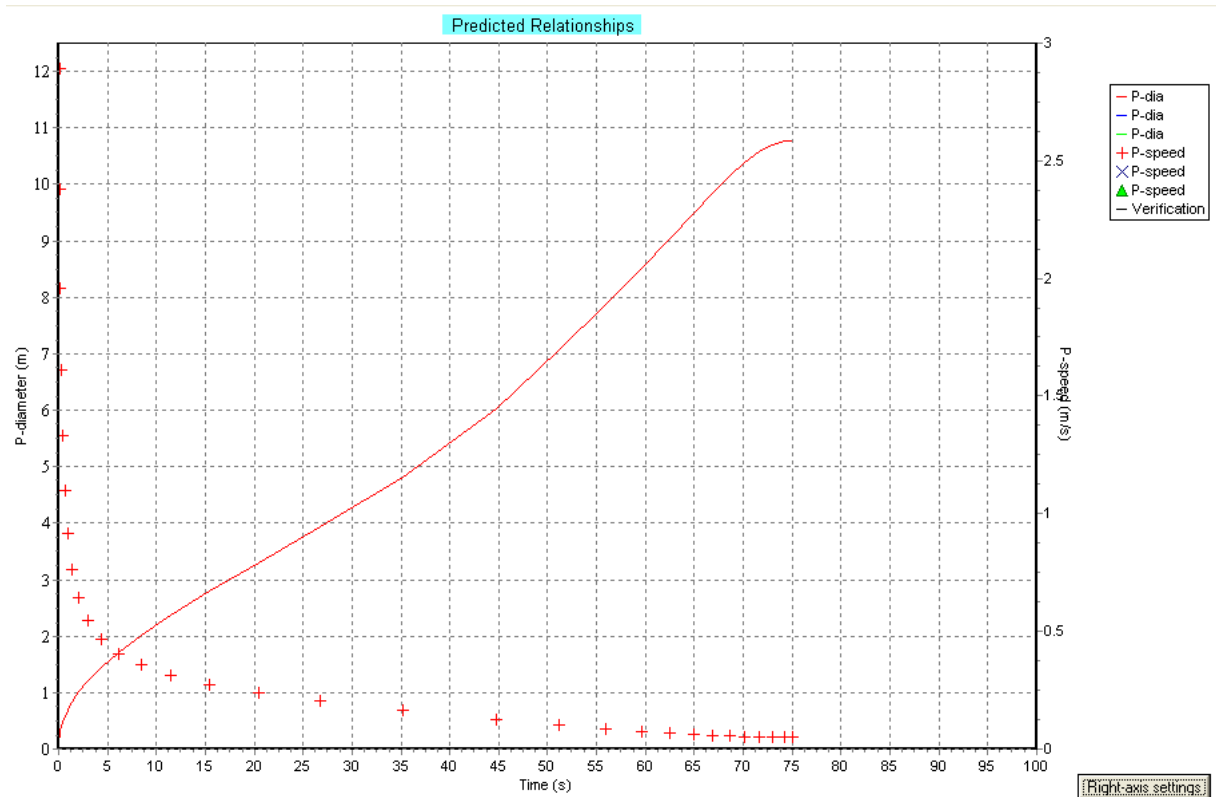
;

10:26:34 AM. amb fills: 2

Grafički prikazi svojstava oblaka efluenta po ispuštanju zajedno sa relevantnim parametrima gustoće oblaka efluenta, prečnika i brzine oblaka, smjera pružanja te dubine oblaka prikazani su na slikama B.13. i B.14.



Slika B.13. Prikaz geometrijskih karakteristika efluenta po ispuštanju s promjenom gustoće za podmorski ispušt Buljarica



Slika B.14. Prikaz prečnika i brzine kretanja efluenta po ispuštanju za podmorski ispušt Buljarica

C: Hidraulička analiza u dimenzionisanje Sistema dozračni bazen – podmorski ispust – difuzorska sekcija

C.1.	UVOD.....
C.2.	HIDRAULIČKO DIMENZIONIRANJE DIFUZORA.....
	C.2.1. Analiza pijezometarskih stanja difuzorske sekcije
	C.2.2. Izbor parametara difuzorske sekcije.....
	C.2.3. Pijezometarska stanja difuzorske sekcije za krajnji slučaj izgradnje.....
	C.2.4. Pijezometarska stanja difuzorske sekcije za inicijalni slučaj izgradnje
C.3.	HIDRAULIČKI PRORAČUN PODMORSKOG ISPUSTA.....
	C.3.1. Jednadžine tečenja u podmorskom ispustu.....
	C.3.2. Jednadžina kontinuiteta za dozažni bazen
	C.3.3. Kapacitet podmorskog ispusta.....
	C.3.4. Nestacionarne analize
C.4.	HIDRAULIČKI PRORAČUN TEČENJA U KOPNENOM DIJELU PODMORSKOG ISPUSTA
	C.4.1. Jednoliko tečenje

C.1. UVOD

Proračun količina otpadnih voda urađen je za planiranu izgradnju na prostoru Petrovca i Buljarice 2043. godine. Na ovom prostoru planirani su korisnici koji pripadaju kategoriji stanovništvo i turizam. Prognoza budućeg broja korisnika je urađena na osnovu prostornih planova: Buljarica 1, Petrovac- šira zona i Petrovac-centar. Postojeći DUP Buljarica 1 pokriva prostor oko 110 ha, od ukupno oko 300 ha površine koja pripada Buljaricama. DUP Petrovac /-šira zona obuhvata površinu 83 ha, dok Petrovac - centar oko 24 ha. U prostornim planovima Petrovca su dati podaci o planiranom broju stanovnika i turista, u DUP Petrovac - centar nisu dati podaci o broju turista u privatni smještaj i tercijalnim djelatnostima, već samo ukupan broj turista bez obzira na kategorije hotela. DUP Buljarica 1 urađen je za oko trećinu od ukupnog površine, također ne daje podatke o kategoriji turista, ali sadrži broj zaposlenih u tercijarnom sektoru i centralnim djelatnostima.

Prognozirani broj korisnika kanalizacijskog sistema Petrovac i Buljarica prikazan je u sljedećoj tabeli

naselje	kategorija potrošača	2043. god.
Petrovac	stanovništvo	5080
	Turizam	9144
Buljarica	stanovništvo	6813
	Turizam	7995

Tablica C.1.1 Prognozirani broj korisnika kanalizacijskog sistema Petrovac i Buljarica

Usvojene specifične potrošnje vode za piće su dosta različito date u prostornim planovima, primjera radi, za stanovništvo se kreću između 200 do 300 l/st/dan, dok za hotelske smještaje visoke kategorije od 550 do 1000 l/lež/dan. U sljedećoj Tabeli C.2. su prikazane usvojene specifične norme potrošnje vode, kao i specifični rashodi prema kategoriji potrošača sa umanjnjem 20%.

kategorija potrošača	specifična potrošnja vode (l/dan)	specifični rashod (l/dan)
stanovnici	250	200
hoteli sa 5 zvjezdica	650	520
hoteli sa 4 zvjezdica	450	360
hoteli nižih kategorija	350	280
privatni smještaj i odmarališta	350	280

Tablica C.1.2 Norme potrošnje vode i rashodi kanalizacijskog sistema Petrovac i Buljarica

Usvojeni karakteristični koeficijenti dnevne i satne neravnomjernosti su različiti u prostornim planovima, bez posebnih vrijednosti za kategorije potrošača, za potrebe ovog projekta usvojene su sljedeće vrijednosti:

$$K_{MAX}^{DN} = 1,3 \quad K_{MAX}^{SAT} = 1,8$$

Također, u planskim dokumentima nema proračuna potrošnje vode za piće, osim u DUP-u Buljarica 1, tako da se dalji proračun zasniva na specifičnoj dnevnoj potrošnji od 200 l/st/dan za stanovništvo i 360 l/lež/dan kao prosjek za turiste svih kategorija, s obzirom da u nekim planskim dokumentima nisu navedene kategorije turista. Shodno usvojenom broju korisnika kanalizacijskog sistema, usvojenim specifičnim normama rashoda, kao i koeficijentata dnevne i satne neravnomjernosti, u sljedećoj tabeli su prikazane ukupne količine otpadnih voda za projektni period 2043. godine.

naselje	Q_{SR}^{DN} (l/s)	Q_{MAX}^{DN} (l/s)	Q_{MAX}^{SAT} (l/s)
Petrovac	49,8	64,7	114,6
Buljarica	49,0	63,7	116,4
UKUPNO	98,8	128,4	231,0

Tablica C.3.1. Prognozirani broj korisnika kanalizacijskog sistema Petrovac i Buljarica

Ali, u kišnom periodu dolazi do infiltracije atmosferske vode u sistemu, primjer ovog procesa je karakterističan za kanalizacioni sistem u Budvi, gdje u periodu padavina dolazi do značajnog opterećenja primarnih i sekundarnih kanalizacionih krakova, a posebno je problem u dodatnom opterećenju postojećeg uređaja za prečišćavanje u Bečićima. Usvaja se postotak od oko 30% od srednjeg protoka kao povećanje uslijed infiltracije atmosferskih voda. U sljedećoj tabeli su prikazane količine otpadnih voda kada se uzme u obzir i infiltracija:

naselje	Q_{SR}^{DN} (l/s)	Q_{MAX}^{DN} (l/s)	Q_{MAX}^{SAT} (l/s)
Petrovac	64,7	79,6	131,3
Buljarica	63,7	78,4	129,3
UKUPNO	128,4	158,0	260,6

Tablica C.4. Mjerodavne količine kanalizacijskog sistema Petrovac i Buljarica

Dimenzioniranje podmorskog ispusta u Buljarici će se odrediti na osnovu protoka $260 \text{ l/s} = 0,26 \text{ m}^3/\text{s}$.

Dozažni bazen je u osnovi dimenzija 10.0×10.0 (m). Iz dozažnog bazena voda se ulijeva u odzračno okno dimenzija u osnovi 4.0×2.0 (m). Otvori u zidu između dozažnog bazena i odzračnog okna za potrebe postavljanja zapornica su širine 32 (cm) i visine 40 (cm). Na otvoru s unutrašnje strane projektovan je automatski zatvarač svijetle širine otvora 32 (cm).

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.

Projektni protok iznosi 260.00 (l/s) .

C.2. HIDRAULIČKO DIMENZIONIRANJE DIFUZORA

C.2.1. ANALIZA PIJEZOMETARSKIH STANJA DIFUZORSKE SEKCIJE

Za pretpostavljeni oblik difuzora (prečnici i dužine pojedinih cijevi, te broj i položaj otvora) treba izračunati prečnike svih otvora, uz uslov da istjecajni protok na svakom bočnom otvoru bude Q/M , a protok na zadnjem (čelnom) otvoru bude $Q/(M+2)$, 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,
- $DO(j)$ - prečnik j -tog bočnog (odnosno čeonog) otvora,
- $ZO(j)$ - kota j -tog bočnog (odnosno čeonog) otvora,
- h_m - razina morske površine,
- ρ_m - gustoća mora,
- ρ_v - gustoća vode.

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

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

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 $\varepsilon=k$ koja se utvrđuje skaldno svojstvima efluenta i materijala cijevi.

Ostale hidrauličke karakteristike cijevi i vode su:

ν - kinematički koeficijent viskoznosti tečnosti = $1.31 \cdot 10^{-6}$ (m²/s),

α - Coriolisov koeficijent = 1.05

Za $Re > 2320$ koeficijent otpora trenja λ računa se prema Colebrock-White-ovoj jednažbi:

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

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

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

gdje je:

λ – koeficijent otpora trenja,

D – prečnik cijevi,

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

v – prosječna brzina tečenja u presjeku cijevi,

ν – kinematički koeficijent viskoznosti tečnosti,

$\varepsilon=k$ – apsolutna pogonska hidraulička hrapavost (odabire se sukladno svojstvima efluenta i materijala cijevi).

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

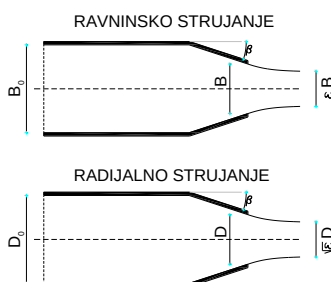
Kroz svaki bočni otvor ističe jednaki protok $QO(j)=Q/(M+2)$ (m^3/s), dok na zadnjem (čelnom) otvoru ističe trostruki protok $QO(M)=3QO(j)=3Q/(M+2)$ (m^3/s).

Potrebno je odrediti veličinu svakog pojedinog otvora (bočnog i zadnjeg čeonog).

Koeficijent kontrakcije mlaza za zadnji (čeonu) otvor može se odrediti prema tablici C.1. (prema Von Misesu).

$\frac{A}{A_0}; \frac{d}{D}$	koeficijent kontrakcije mlaza - ε				
	$\beta=45^\circ$	$\beta=90^\circ$	$\beta=135^\circ$		$\beta=180^\circ$
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

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



Slika C.1. Prikaz ravninskog i radijalnog strujanja

Prihvatljivo točne vrijednosti koeficijenta kontrakcije mlaza ε za **čeonu otvore** dobije se iz aproksimacije tabličnih podataka (prof. dr. sc. Vinko Jović) u obliku:

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

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

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

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

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.

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

$$\varepsilon = 0.63 - 0.58 \left(\frac{vc(i)^2}{2gE} \right) \text{ za oštri otvor.}$$

U ovom projektu odabrani su otvori s zaobljenim otvorima, gdje je:

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

Protok vode kroz čelni otvor iznosi:

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

gdje je:

- $VO(M)$ - brzina vode u kontrahiranom presjeku čelnog otvora: $VO(M) = \sqrt{2gE}$ (m/s),
 ε - koeficijent kontrakcije čeonog mlaza,
 $AO(M)$ - površina poprečnog presjeka čelnog otvora.

Protok vode kroz bočni otvor iznosi:

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

gdje je:

- $VO(j)$ - brzina vode u kontrahiranom presjeku bočnog otvora: $VO(j) = \sqrt{2gE}$ (m/s),
 ε - koeficijent kontrakcije bočnog mlaza,
 $AO(j)$ - površina poprečnog presjeka bočnog otvora.

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

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

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

gdje je:

- ΔH_r - gubitak specifične energije u smjeru cijevi,
 ξ_{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:

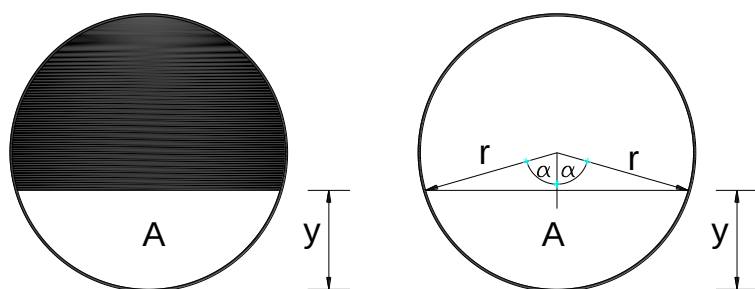
$$\Delta H_{\text{suz}} = \xi_{\text{suz}} \frac{vc(i+1)^2}{2g} \text{ (m)},$$

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

gdje je:

- | | |
|-----------------------------|--|
| ΔH_{suz} | - gubitak specifične energije u smjeru cijevi, |
| ξ_{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, |
| $AC(i)$ | - nizvodna površina poprečnog presjeka cijevi (m ²), |
| $AC(i+1)$ | - uzvodna površina poprečnog presjeka cijevi (m ²). |

Na slici C.2. prikazan je poprečni presjek čeonog otvora na difuzoru. Zacrnjena površina je zagrađeni dio, a otvoreni dio ima površinu A koja je prethodno izračunata.



α - kut u radijanima

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

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

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

Slika C.2. Poprečni presjek zadnjeg otvora na difuzoru

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

U iteraciji Newton-ovim postupkom, nova vrijednost dubine y računa se na sljedeći način:

$$y^n = y^s - \frac{F(y^s)}{\left. \frac{\partial F}{\partial y} \right|_{y=y^s}}$$

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

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

C.2.2. IZBOR PARAMETARA DIFUZORSKE SEKCIJE

Projektom je uzeta u obzir faznost tj. tok izgradnje sistema odvodnje otpadnih voda i uređaja za prečišćavanje. Kako je predviđena izvedba sistema dozažni bazen – podmorski ispust – difuzorska sekcija prethodno uređaju za prečišćavanje, u hidrauličkoj analizi pijezometarskih stanja analizirana su dva slučaja:

1. Krajnji slučaj – izgrađen UPOV, otpadna voda tretira se drugim stepenom prečišćavanja, usvaja se vrijednost apsolutne pogonske hidrauličke hrapavosti $\epsilon=k=0.4$ mm (Jure Margeta, Kanalizacija naselja, 2009.)
2. Inicijalni slučaj- UPOV nije izgrađen, netretiran efluent se upušta u recipijent, usvaja se vrijednost apsolutne pogonske hidrauličke hrapavosti $\epsilon=k=1.0$ mm (Jure Margeta, Kanalizacija naselja, 2009.)

O obje faze projektni protok iznosi $Q_{ms}=260.00$ (l/s).

Za taj protok dimenzionirana je difuzorska sekcije u sklopu čega su definisani projektni parametri difuzorske sekcije. Analiza pijezometarskih stanja uzduž difuzorske sekcije provedena je u nestacionarnih uslovima skladno definisanim gubicima i to za :

1. Krajnji slučaj – izgrađen UPOV, otpadna voda tretira se drugim stepenom prečišćavanja, usvaja se vrijednost apsolutne pogonske hidrauličke hrapavosti $\epsilon=k=0.4$ mm (Jure Margeta, Kanalizacija naselja, 2009.)
2. Inicijalni slučaj- UPOV nije izgrađen, netretiran efluent se upušta u recipijent, usvaja se vrijednost apsolutne pogonske hidrauličke hrapavosti $\epsilon=k=1.0$ mm (Jure Margeta, Kanalizacija naselja, 2009.)

Provedbom ekološke analize stanja recipijenta definisani su opći parametri difuzorske sekcije:

- Ukupna dužina difuzorske sekcije iznosi 72.00 m;
- Difuzorska sekcija sastoji se od ukupno 6 dionica
- Ukupan broj otvora iznosi 6, od čega je 5 bočnih otvora koji se postavljaju uzduž tjemena difuzorske sekcije, a na krajnjem presjeku postavlja se čeonni otvor;
- Razmak otvora iznosi 12.00 m +/- 0.5 m, detaljan iskaz dan je u nastavku;
- Difuzorska sekcija polaže se u smjeru sjevero-zapad jugo-istog i prati izobatu – 35.00 m.

Dionica	Duljina (m)	Stac poč	Stac kraj	Q_i (m ³ /s)	DN	s (mm)	D_u (mm)	A (m ²)	q (m ³ /s)
1	12,00	0,00	12,00	0,0975	280,00	13,40	0,2532	0,0504	0,0975
2	12,00	12,00	24,00	0,1301	280,00	13,40	0,2532	0,0504	0,0325
3	12,00	24,00	36,00	0,1626	315,00	15,00	0,2850	0,0638	0,0325
4	12,00	36,00	48,00	0,1951	315,00	15,00	0,2850	0,0638	0,0325
5	12,00	48,00	60,00	0,2276	355,00	16,90	0,3212	0,0810	0,0325
6	12,00	60,00	72,00	0,2601	355,00	16,90	0,3212	0,0810	0,0325

Tablica C.2. Pregled protoka kroz sekcije difuzora, parametre poprečnih presjeka i izlaznih protoka

Difuzorska sekcija u ukupnoj dužinii od 72.00 m od spoja na cjevovod podmorskog ispusta do čeonog otvora definira se kako slijedi. Iskazane stacionaže referirane su lokalno u odnosu na čeonni otvor.

Čeonni profil postavljen je na stacionažu + 0.00 m. Profil cijevi prve sekcije podmorskog ispusta je DN 280, SDR 21, s = 13.40 mm, unutrašnjeg prečnika 253.20 mm s dužinom 12.00 m. Kroz ovu dionicu protiče 97.50 l/s što je istovjetno protoku koji se evakuira kroz čeonni otvor. Čeonni otvor vari se komadom PEHD-a, oblika kružnog odsjeka s visinom otvora raspoloživog za protok u iznosu $y = 0.20$ m (Tablica C.3.).

Od stacionaže + 12.00 m do + 24.00 m postavlja se druga dionica s parametrima DN 280, SDR 21, $s = 13.40$ mm, unutrašnjeg prečnika 253.20 mm s dužinom 12.00 m. Na stacionaži + 12.00 m postavljen je prvi bočni otvor u tjemenu cijevi prečnika 131.80 mm.

Na stacionaži + 24.00 m je redukcija s DN 280, SDR 21, $s = 13.40$ mm, unutrašnjeg prečnika 253.20 mm na je DN 315, SDR 21, $s = 15.00$ mm, unutrašnjeg prečnika 285.00 mm.

Od stacionaže + 24.00 m do + 36.00 m postavlja se treća dionica s parametrima DN 315, SDR 21, $s = 15.00$ mm, unutrašnjeg prečnika 285.00 mm s dužinom 12.00 m. Na stacionaži + 24.50 m postavljen je drugi bočni otvor u tjemenu cijevi prečnika 108.10 mm.

y (m)	r (m)	cos (α)	α (rad)	α (°)	A (m ²)	A/A0
0,000	0,1166	1,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0,005	0,1166	0,957	0,294	16,840	0,000	0,005
0,010	0,1166	0,914	0,417	23,902	0,001	0,015
0,015	0,1166	0,871	0,513	29,384	0,001	0,027
0,020	0,1166	0,828	0,594	34,058	0,002	0,042
0,025	0,1166	0,786	0,667	38,225	0,002	0,058
0,030	0,1166	0,743	0,734	42,037	0,003	0,075
0,035	0,1166	0,700	0,796	45,587	0,004	0,094
0,040	0,1166	0,657	0,854	48,933	0,005	0,114
0,045	0,1166	0,614	0,910	52,116	0,006	0,135
0,050	0,1166	0,571	0,963	55,167	0,007	0,157
0,055	0,1166	0,528	1,014	58,109	0,008	0,180
0,060	0,1166	0,485	1,064	60,960	0,009	0,204
0,065	0,1166	0,443	1,112	63,734	0,010	0,228
0,070	0,1166	0,400	1,160	66,443	0,011	0,253
0,075	0,1166	0,357	1,206	69,098	0,012	0,278
0,080	0,1166	0,314	1,252	71,706	0,013	0,304
0,085	0,1166	0,271	1,296	74,276	0,014	0,330
0,090	0,1166	0,228	1,341	76,813	0,015	0,356
0,095	0,1166	0,185	1,384	79,324	0,016	0,383
0,100	0,1166	0,142	1,428	81,815	0,017	0,410
0,105	0,1166	0,099	1,471	84,290	0,019	0,437
0,110	0,1166	0,057	1,514	86,755	0,020	0,464
0,115	0,1166	0,014	1,557	89,214	0,021	0,491
0,120	0,1166	-0,029	1,600	91,671	0,022	0,519
0,125	0,1166	-0,072	1,643	94,131	0,023	0,546
0,130	0,1166	-0,115	1,686	96,599	0,024	0,573
0,135	0,1166	-0,158	1,729	99,079	0,026	0,600
0,140	0,1166	-0,201	1,773	101,577	0,027	0,627
0,145	0,1166	-0,244	1,817	104,097	0,028	0,654
0,150	0,1166	-0,286	1,861	106,646	0,029	0,680
0,155	0,1166	-0,329	1,906	109,228	0,030	0,706
0,160	0,1166	-0,372	1,952	111,852	0,031	0,731
0,165	0,1166	-0,415	1,999	114,525	0,032	0,756
0,170	0,1166	-0,458	2,047	117,257	0,033	0,781
0,175	0,1166	-0,501	2,095	120,057	0,034	0,805
0,180	0,1166	-0,544	2,146	122,939	0,035	0,828
0,185	0,1166	-0,587	2,198	125,918	0,036	0,851
0,190	0,1166	-0,630	2,252	129,013	0,037	0,872
0,195	0,1166	-0,672	2,308	132,251	0,038	0,893
0,200	0,1166	-0,715	2,368	135,665	0,039	0,913
0,205	0,1166	-0,758	2,431	139,301	0,040	0,931
0,210	0,1166	-0,801	2,500	143,228	0,041	0,948
0,215	0,1166	-0,844	2,575	147,555	0,041	0,964
0,220	0,1166	-0,887	2,661	152,473	0,042	0,978
0,225	0,1166	-0,930	2,764	158,384	0,042	0,989
0,230	0,1166	-0,973	2,907	166,546	0,043	0,997

Tablica C.3. Iterativni proračun visine otvora čeonog otvora

Od stacionaže + 36.00 m do + 48.00 m postavlja se četvrta dionica s parametrima DN 315, SDR 21, $s = 15.00$ mm, unutrašnjeg prečnika 285.00 mm s dužinom 12.00 m. Na stacionaži + 36.50 m postavljen je treći bočni otvor u tjemenu cijevi prečnika 96.90 mm.

Na stacionaži + 48.00 m je redukcija s DN 315, SDR 21, $s = 15.00$ mm, unutrašnjeg prečnika 285.00 mm na je DN 355, SDR 21, $s = 16.90$ mm, unutrašnjeg prečnika 321.20 mm.

Od stacionaže + 48.00 m do + 60.00 m postavlja se peta dionica s parametrima DN 355, SDR 21, $s = 16.90$ mm, unutrašnjeg prečnika 321.20 mm s duljinom 12.00 m. Na stacionaži + 48.50 m postavljen je četvrti bočni otvor u tjemenu cijevi prečnika 88.60 mm.

Od stacionaže + 60.00 m do + 72.00 m postavlja se šesta dionica s parametrima DN 355, SDR 21, $s = 16.90$ mm, unutrašnjeg prečnika 321.20 mm s dužinom 12.00 m. Na stacionaži + 60.00 m postavljen je treći bočni otvor u tjemenu cijevi prečnika 84.00 mm.

Na stacionaži + 72.00, vrši se spoj difuzorske sekcije na cjevovod podmorskog ispusta.

Kroz svaki od 5 bočnih otvora difuzorske sekcije evakuira se po 32.50 (l/s) dok se kroz čeonu otvor evakuira 97.50 (l/s) što ukupno daje projektovani kapacitet difuzorske sekcije od 260.00 (l/s).

Kote osi pojedinih otvora su:

$Z_{\text{čEONI}} = -34.42$ (m n.m.)
 $Z_{\text{otvora 2}} = -34.16$ (m n.m.)
 $Z_{\text{otvora 3}} = -34.135$ (m n.m.)
 $Z_{\text{otvora 4}} = -34.135$ (m n.m.)
 $Z_{\text{otvora 5}} = -34.099$ (m n.m.)
 $Z_{\text{otvora 6}} = -34.099$ (m n.m.)

Proračunom su dobijeni sljedeći prečnici pojedinih otvora:

$y_{\text{čEONI}} = 200.0$ (mm) (u skladu sa Slikom C.2.)
 $D_{\text{otvora 2}} = 131.80$ (mm)
 $D_{\text{otvora 3}} = 108.10$ (mm)
 $D_{\text{otvora 4}} = 96.90$ (mm)
 $D_{\text{otvora 5}} = 88.60$ (mm)
 $D_{\text{otvora 6}} = 84.00$ (mm)

C.2.3. PIJEZOMETARSKA STANJA DIFUZORSKE SEKCIJE ZA KRAJNI SLUČAJ IZGRADNJE

Za parametre difuzorske sekcije iz prethodnog podpoglavlja, ovdje se provodi analiza pijezometarskih stanja s kvantifikacijom gubitaka u liniji energije i pijezometarskoj liniji za potrebe korištenja u nestacionarnoj hidrauličkoj analizi rada sistema u narednom poglavlju. Pri dimenzioniranju difuzorske sekcije i definicije projektnih parametara pretpostavljena je jednolika raspodjela izlaznog protoka po svim bočnim otvorima u tjemenu cjevovoda.

Proračun je proveden za krajnji slučaj – izgrađen UPOV, otpadna voda tretira se drugim stepenom prečišćavanja, usvaja se vrijednost apsolutne pogonske hidrauličke hrapavosti $\varepsilon = k = 0.4$ mm (Jure Margeta, Kanalizacija naselja, 2009.).

Raspodjela protoka po sekcijama difuzora sa brzina tečenja prikazane se u Tablici C.4. gdje je vidljivo kako je brzina kroz krajnju sekciju neposredno pred čeonim otvorom (dionica 1) $v = 1.937$ (m/s) dok je maksimalna brzina tečenja dobijena za sekciju br. 6 (spojna s cjevovodom podmorskog ispusta) i iznosi $v = 3.21$ (m/s).

Dionica	Duljina (m)	Stac poč	Stac kraj	Qi (m ³ /s)	A (m ²)	v (m/s)	Re	ε (mm)	E/Du	λ _{pr}	λ _{izr}
1	12,00	0,00	12,00	0,0975	0,0504	1,937	405390,9	0,4	0,0016	0,0213	0,0213
2	12,00	12,00	24,00	0,1301	0,0504	2,583	540521,2	0,4	0,0016	0,0212	0,0212
3	12,00	24,00	36,00	0,1626	0,0638	2,548	600263,1	0,4	0,0014	0,0206	0,0206
4	12,00	36,00	48,00	0,1951	0,0638	3,058	720315,7	0,4	0,0014	0,0205	0,0205
5	12,00	48,00	60,00	0,2276	0,0810	2,809	745656,8	0,4	0,0012	0,0199	0,0199
6	12,00	60,00	72,00	0,2601	0,0810	3,210	852179,2	0,4	0,0012	0,0199	0,0199

Tablica C.4. Pregled parametara cijevnih sekcija difuzora

Linijski gubici proračunati su za turbulentno prijelazni režim strujanja te su potom definirani iznosi linijskih gubitaka u sekcijama podmorskog ispusta (Tablica C.5.) kao i iznosi brzinskih visina. Iznosi gubitaka na bočnim otvorima i mjestima suženja (redukcije) sekcija difuzora prikazani su u Tablici C.6. i C.7..

Dionica	Duljina (m)	Stac poč	Stac kraj	v (m/s)	λ _{izr}	D _u (mm)	ΔH _{linijski} (m)	Br.vis. (m)
1	12,00	0,00	12,00	1,937	0,0213	0,2532	0,2031	0,201
2	12,00	12,00	24,00	2,583	0,0212	0,2532	0,3586	0,357
3	12,00	24,00	36,00	2,548	0,0206	0,2850	0,3012	0,348
4	12,00	36,00	48,00	3,058	0,0205	0,2850	0,4321	0,501
5	12,00	48,00	60,00	2,809	0,0199	0,3212	0,3147	0,422
6	12,00	60,00	72,00	3,210	0,0199	0,3212	0,4100	0,552

Tablica C.5. Pijezometarska stanja uzduž difuzorske sekcije

Oznaka	Dionica	Stac. osi otv. (m)	V _c (m/s)	V _{c-1} (m/s)	ξ _{BO}	ΔH _{BO} (m)
BO1	1	12,00	2,583	1,937	0,025	0,009
BO2	2	24,50	2,548	2,583	0,000	0,000
BO3	2	36,50	3,058	2,548	0,011	0,005
BO4	3	48,50	2,809	3,058	0,003	0,001
BO5	3	60,00	3,210	2,809	0,006	0,003

Tablica C.6. Gubici u pijezometarskoj liniji i liniji energije na bočnim otvorima

Oznaka	Dionica	Stacionaža (m)	A _c (m ²)	A _{c-1} (m ²)	a	ξ _{SU}	V _{c-1} (m/s)	V _c (m/s)	ΔH _{SU} (m)
SU1	1	12,00	0,0504	0,0390	0,774	0,0825	3,000	1,937	0,0158
SU2	2	24,50	0,0638	0,0504	0,789	0,0770	2,583	2,548	0,0255
SU3	3	36,50	0,0810	0,0638	0,787	0,0777	3,058	2,809	0,0312

Tablica C.7. Gubici u pijezometarskoj liniji i liniji energije na mjestu suženja (redukcija) uzduž difuzorske sekcije

U Tablici C.8. definisane su isticajne brzine na bočnim (tjemenim) otvorima na profilu kontrahiranog mlaza i promjeri istih (Slika C.3. i C.4.). Otvori su kružnog oblika s obrađenim rubovima s prečnikom koji se smanjuje od čeonog otvora prema spoju difuzorske sekcije na cjevovod podmorskog ispusta kako bi se osigurala ravnomjerna količina ispuštanja kroz bočne otvore u iznosu $q = 32.50$ (l/s). Na kontrahiranom profilu čeonog otvora osigurana je istjecajna brzina $v = 3.00$ (m/s).

Oznaka	Stac. osi otv. (m)	Lin en. (m)	V _{BO} (m/s)	ε	A _{BO} (m ²)	D _{BO} (m)	q (m ³ /s)
BO1	12,00	0,5845	3,3864	0,7031	0,0137	0,1319	0,0325
BO2	24,50	0,9336	4,2799	0,8274	0,0092	0,1081	0,0325
BO3	36,50	1,4185	5,2755	0,8362	0,0074	0,0969	0,0325
BO4	48,50	1,8049	5,9508	0,8871	0,0062	0,0886	0,0325
BO5	60,00	2,2521	6,6473	0,8826	0,0055	0,0840	0,0325

Tablica C.8. Pregled promjera bočnih otvora i brzina istjecanja na bočnim otvorima difuzorske sekcije

Izračunate brzine na pojedinim otvorima za maksimalni projektni protok $Q = 260.00$ (l/s) iznose:

$V_{\text{ČEONI}} = 3.00$ (m/s),

$V_{\text{BO1}} = 3.38$ (m/s),

$V_{\text{BO2}} = 4.28$ (m/s),

$V_{\text{BO3}} = 5.28$ (m/s),

$V_{\text{BO4}} = 5.95$ (m/s),

$V_{\text{BO5}} = 6.65$ (m/s).



Slika C.3. Brzine istjecanja na kontrahiranim presjecima otvora difuzorske sekcije



Slika C.4. Svijetle dimenzije čeonog i bočnih otvora difuzorske sekcije

Ukupni gubitak energije na difuzoru iznosi: $\Delta H_{\text{DIFUZOR}} = \Delta H_{\text{LINIJSKO}} + \Delta H_{\text{LINIJSKO}} + \Delta H_{\text{LINIJSKO}} = 2.0197 + 0.018 + 0.0725 = 2.1105$ (m).

Koeficijent lokalnog gubitka energije difuzora za konačnu fazu izgrađenosti iznosi računa se prema:

$$\zeta_{\text{DIF}} = \frac{\Delta H_{\text{DIFUZOR}}}{\frac{v_{\text{ispusta}}^2}{2g}}$$

Gdje je $v_{ispusta}$ brzina tečenja u cijevi podmorskog ispusta i iznosi 3.21 (m/s).

$$\zeta_{DIF} = \frac{2.1105}{\frac{3.21 * 3.21}{2g}} = 3.827$$

C.2.4. PIJEZOMETARSKA STANJA DIFUZORSKE SEKCIJE ZA INICIJALNI SLUČAJ IZGRADNJE

Proračun je proveden za inicijalni slučaj – izgrađen UPOV, otpadna voda tretira se drugim stepenom prečišćavanja, usvaja se vrijednost apsolutne pogonske hidrauličke hrapavosti $\epsilon=k=1.0$ mm (Jure Margeta, Kanalizacija naselja, 2009.).

Raspodjela protoka po sekcijama difuzora sa brzina tečenja prikazane se u Tablici C.9. gdje je vidljivo kako je brzina kroz krajnju sekciju neposredno pred čeonim otvorom (dionica 1) $v = 1.937$ (m/s) dok je maksimalna brzina tečenja dobivena za sekciju br. 6 (spojna s cjevovodom podmorskog ispusta) i iznosi $v = 3.21$ (m/s).

Dionica	Duljina (m)	Stac poč	Stac kraj	Qi (m³/s)	A (m²)	v (m/s)	Re	ε (mm)	E/Du	λpr	λizr
1	12,00	0,00	12,00	0,0975	0,0504	1,937295	405390,9	1,00	0,0039	0,0267	0,0267
2	12,00	12,00	24,00	0,1301	0,0504	2,58306	540521,2	1,00	0,0039	0,0267	0,0267
3	12,00	24,00	36,00	0,1626	0,0638	2,548485	600263,1	1,00	0,0035	0,0258	0,0258
4	12,00	36,00	48,00	0,1951	0,0638	3,058182	720315,7	1,00	0,0035	0,0258	0,0258
5	12,00	48,00	60,00	0,2276	0,0810	2,808981	745656,8	1,00	0,0031	0,0249	0,0249
6	12,00	60,00	72,00	0,2601	0,0810	3,210264	852179,2	1,00	0,0031	0,0249	0,0249

Tablica C.9. Pregled parametara cijevnih sekcija difuzora

Dionica	Duljina (m)	Stac poč	Stac kraj	v (m/s)	λizr	Du (mm)	ΔH _{LINIJSKI} (m)	Br.vis. (m)
1	12,00	0,00	12,00	1,937	0,0267	0,2532	0,2546	0,201
2	12,00	12,00	24,00	2,583	0,0267	0,2532	0,4512	0,357
3	12,00	24,00	36,00	2,548	0,0258	0,2850	0,3776	0,348
4	12,00	36,00	48,00	3,058	0,0258	0,2850	0,5428	0,501
5	12,00	48,00	60,00	2,809	0,0249	0,3212	0,3935	0,422
6	12,00	60,00	72,00	3,210	0,0249	0,3212	0,5134	0,552

Tablica C.10. Pijezometarska stanja uzduž difuzorske sekcije

Oznaka	Dionica	Stac. osi otv. (m)	V _{ci} (m/s)	V _{ci-1} (m/s)	ξ _{BO}	ΔH _{BO} (m)
BO1	1	12,00	2,583	1,937	0,025	0,009
BO2	2	24,50	2,548	2,583	0,000	0,000
BO3	2	36,50	3,058	2,548	0,011	0,005
BO4	3	48,50	2,809	3,058	0,003	0,001
BO5	3	60,00	3,210	2,809	0,006	0,003

Tablica C.11. Gubici u pijezometarskoj liniji i liniji energije na bočnim otvorima

Oznaka	Dionica	Stacionaža (m)	Aci (m²)	Aci-1 (m²)	a	ξ _{SU}	V _{ci-1} (m/s)	V _{ci} (m/s)	ΔH _{SU} (m)
SU1	1	12,00	0,0504	0,0390	0,774	0,0825	3,000	1,937	0,0158
SU2	2	24,50	0,0638	0,0504	0,789	0,0770	2,583	2,548	0,0255
SU3	3	36,50	0,0810	0,0638	0,787	0,0777	3,058	2,809	0,0312

Tablica C.12. Gubici u pijezometarskoj liniji i liniji energije na mjestu suženja (redukcija) uzduž difuzorske sekcije

Ukupni gubitak energije na difuzoru (prema iskazu iz Tablica C.10. - C.12.) iznosi: $\Delta H_{DIFUZOR} = \Delta H_{LINIJSKO} + \Delta H_{LINIJSKO} + \Delta H_{LINIJSKO} = 2.533 + 0.018 + 0.0725 = 2.6234$ (m).

Koeficijent lokalnog gubitka energije difuzora za konačnu fazu izgrađenosti iznosi računa se prema:

$$\zeta_{\text{DIF}} = \frac{\Delta H_{\text{DIFUZOR}}}{\frac{v_{\text{ispusta}}^2}{2g}}$$

gdje je v_{ispusta} brzina tečenja u cijevi podmorskog ispusta i iznosi 3.21 (m/s). Ukupan koeficijent gubitka na difuzorskoj sekciji u ovom slučaju iznosi 4.7575.

C.3. HIDRAULIČKI PRORAČUN PODMORSKOG ISPUSTA

C.3.1. JEDNAČINE TEČENJA U PODMORSKOM ISPUSTU

U dinamičkoj analizi sistema dozažni bazen – podmorski ispust – difuzorska sekcija potrebno je odrediti vodostaj u kopnenom dijelu podmorskog ispusta, te protok u podmorskom dijelu podmorskog ispusta. Za rješavanje navedenog problema postavljene su jednačba kontinuiteta i dinamička jednačba.

1. Jednačina kontinuiteta

$$A \cdot \frac{dh}{dt} = Q_1 - Q \Rightarrow dh = \frac{Q_1 - Q}{A} \cdot dt \Rightarrow \int_{h^k}^{h^{k+1}} dh = \int_t^{t+\Delta t} \frac{Q_1 - Q}{A} \cdot dt$$

Nakon integracije dobije se približno rješenje:

$$h^{k+1} = h^k + (1 - \Theta) \frac{Q_1^k - Q^k}{A^k} \cdot \Delta t + \Theta \frac{Q_1^{k+1} - Q^{k+1}}{A^{k+1}} \cdot \Delta t$$

gdje je:

- h^k - razina vode u kopnenom dijelu podmorskog ispusta u trenutku k ,
- h^{k+1} - razina vode u kopnenom dijelu podmorskog ispusta u trenutku $k+1$,
- Q_1^k - dotok iz dozažnog bazena u trenutku k ,
- Q_1^{k+1} - dotok iz dozažnog bazena u trenutku $k+1$,
- Q^k - protok u podmorskom ispustu u trenutku k ,
- Q^{k+1} - protok u podmorskom ispustu u trenutku $k+1$,
- A^k - horizontalna površina vodnog lica na početku tlačnog tečenja u trenutku k ,
- A^{k+1} - horizontalna površina vodnog lica na početku tlačnog tečenja u trenutku $k+1$,

2. Dinamička jednačina

$$h = h_{ekv} + \left(\xi_u + \lambda' \cdot \frac{L'}{D'} \right) \frac{v'^2}{2g} + \left(\lambda \cdot \frac{L}{D} + \xi_d \right) \frac{v^2}{2g} + \frac{L'}{g} \cdot \frac{dv'}{dt} + \frac{L}{g} \cdot \frac{dv}{dt}$$

gdje je:

- h - nivo vode u kopnenom dijelu podmorskog ispusta,
- h_{ekv} - ekvivalentna razina mora. Za maksimalnu plimu (1.20 (m n.m.) $h_{ekv}=1.0136$ (m n.m.) za gutoću recipijenta 1028.00 (kg/m³) i gustoću efluente 1000.00 (kg/m³).
- ξ_u - koeficijent lokalnog gubitka energije u cjevovodu ispusta predstavlja sumu svih horizontalnih i vertikalnih lomova nivelete cijevi. Kako su svi lomovi osim prvog koljena nakon dozažnog bazena i dvaju koljena na kraju cjevovoda izvedeni pod jako malim uglom, odabrana je vrijednost sume svih lokalnih gubitaka = 3.00,
- λ' - koeficijent otpora trenja u dijelu kopnenog dijela podmorskog ispusta s prečnikom 369.40 (mm),
- L' - dio kopnenog dijela podmorskog ispusta (Φ 369.40 (mm)), koji je pod tlakom,
- D' - promjer cijevi kopnenog dijela podmorskog ispusta $\Phi= 369.40$ (mm),
- v' - brzina tečenja u dijelu kopnenog dijela podmorskog ispusta (Φ 369.40 (mm)), koji je pod pritiskom,
- λ - koeficijent otpora trenja u podmorskom dijelu podmorskog ispusta (Φ 312.80 mm),
- L - podmorski dio podmorskog ispusta (Φ 312.80 mm) $L= 1634.03$ (m),

- D - prečnik cijevi podmorskog dijela podmorskog ispusta i dijela kopnenog dijela podmorskog ispusta $\Phi=312.80$ (mm),
- v - brzina tečenja u podmorskom dijelu podmorskog ispusta $\Phi=312.80$ (mm),
- ξ_d - koeficijent lokalnog gubitka energije na difuzoru, izračunato u prethodnoj tački:
1. Krajnji slučaj – izgrađen UPOV, otpadna voda tretira se drugim stepenom prečišćavanja, usvaja se vrijednost apsolutne pogonske hidrauličke hrapavosti $\varepsilon=k=0.4$ mm (Jure Margeta, Kanalizacija naselja, 2009.), koeficijent lokalnog gubitka na difuzoru 3.827,
 2. Inicijalni slučaj- UPOV nije izgrađen, netretiran efluent se upušta u recipijent, usvaja se vrijednost apsolutne pogonske hidrauličke hrapavosti $\varepsilon=k=1.0$ mm (Jure Margeta, Kanalizacija naselja, 2009.) koeficijent lokalnog gubitka na difuzoru 4.7575.

Iz uslova kontinuiteta slijedi:

$$v' \cdot A' = v \cdot A$$

$$v' = v \cdot \frac{A}{A'} = v \cdot \left(\frac{D}{D'} \right)^2$$

$$h = h_{ekv} + \left[\left(\xi_u + \lambda' \cdot \frac{L'}{D'} \right) \cdot \left(\frac{D}{D'} \right)^4 + \left(\lambda \cdot \frac{L}{D} + \xi_d \right) \right] \cdot \frac{v^2}{2g} + \left[L' \cdot \left(\frac{D}{D'} \right)^2 + L \right] \cdot \frac{1}{gA_c} \cdot \frac{dQ}{dt}$$

$$h = h_{ekv} + \left[\left(\xi_u + \lambda' \cdot \frac{L'}{D'} \right) \cdot \left(\frac{D}{D'} \right)^4 + \left(\lambda \cdot \frac{L}{D} + \xi_d \right) \right] \cdot \frac{Q^2}{2gA_c^2} + \left[L' \cdot \left(\frac{D}{D'} \right)^2 + L \right] \cdot \frac{1}{gA_c} \cdot \frac{dQ}{dt}$$

$$\frac{dQ}{dt} = \left\{ h - h_{ekv} - \left[\left(\xi_u + \lambda' \cdot \frac{L'}{D'} \right) \cdot \left(\frac{D}{D'} \right)^4 + \left(\lambda \cdot \frac{L}{D} + \xi_d \right) \right] \cdot \frac{Q^2}{2gA_c^2} \right\} \cdot \frac{gA_c}{\left[L' \cdot \left(\frac{D}{D'} \right)^2 + L \right]}$$

Nakon približne integracije dobije se:

$$Q^{k+1} = Q^k + (1 - \Theta) \cdot \Delta t \cdot \frac{gA_c}{\left[L'^k \cdot \left(\frac{D}{D'} \right)^2 + L \right]} \cdot \left\{ h^k - h_{ekv} - \left[\left(\xi_u + \lambda'^k \cdot \frac{L'^k}{D'} \right) \cdot \left(\frac{D}{D'} \right)^4 + \left(\lambda^k \cdot \frac{L}{D} + \xi_d \right) \right] \cdot \frac{|Q^k|Q^k}{2gA_c^2} \right\}$$

$$+ \Theta \cdot \Delta t \cdot \frac{gA_c}{\left[L'^{k+1} \cdot \left(\frac{D}{D'} \right)^2 + L \right]} \cdot \left\{ h^{k+1} - h_{ekv} - \left[\left(\xi_u + \lambda'^{k+1} \cdot \frac{L'^{k+1}}{D'} \right) \cdot \left(\frac{D}{D'} \right)^4 + \left(\lambda^{k+1} \cdot \frac{L}{D} + \xi_d \right) \right] \cdot \frac{|Q^{k+1}|Q^{k+1}}{2gA_c^2} \right\}$$

gdje su:

- Q^{k+1} - protok u podmorskom ispustu u trenutku k+1,
- Q^k - protok u podmorskom ispustu u trenutku k,
- Θ - parametar integracije, odabrano $\Theta=0.50$,
- Δt - vremenski interval. Za sve analize Δt iznosi 1 (s),
- A_c - površina poprečnog presjeka cijevi podmorskog dijela podmorskog ispusta ($\Phi 312.80$ mm),
- L'^k - dio kopnenog dijela podmorskog ispusta koji je pod tlakom u trenutku k ($\Phi 369.40$ mm),
- L'^{k+1} - dio kopnenog dijela podmorskog ispusta koji je pod tlakom u trenutku k+1 ($\Phi 369.40$ mm),
- λ'^k - koeficijent otpora trenja u kopnenom dijelu podmorskog ispusta u trenutku k ($\Phi 369.40$ mm),
- λ'^{k+1} - koeficijent otpora trenja u kopnenom dijelu podmorskog ispusta u trenutku k+1 ($\Phi 369.40$ mm),
- λ^k - koeficijent otpora trenja u podmorskom dijelu podmorskog ispusta ($\Phi 312.80$ mm) u trenutku k,

λ^{k+1} - koeficijent otpora trenja u podmorskom dijelu podmorskog ispusta (Φ 312.80 mm) u trenutku $k + 1$.

Rješenje navedenih nelinearnih jednačina dobijeno je Newton-ovom metodom. Za sve proračune odabran je vremenski interval $\Delta t = 1$ (s). Odabran je koeficijent integracije $\Theta = 0.5$.

C.3.2. JEDNAČINA KONTINUITETA ZA DOŽAŽNI BAZEN

U dinamičkoj analizi rada dožažnog bazena potrebno je izračunati vodostaj u dožažnom bazenu i protok ispod automatski pogonjenog zatvarača za svaki vremenski korak duž vršnog dana.

Za radni volumen dožažnog bazena usvaja se volumen od 125.00 (m^3) što odgovara volumnu efluenta sadržanog u cjevovodu podmorskog ispusta od prethodnog manevra otvaranja i zatvaranja zatvarača (124.89 (m^3)).

Odabrana je širina otvora ispod zatvarača $B = 0.32$ (m). Visina otvora u zidu je 40 (cm). U dožažnom bazenu izvode se dva otvora za zatvarač od čega je jedan radni a drugi servisni te u normalnim uslovima nije predviđen kombiniran rad. Zatvarač će funkcionisati prema sljedećim principima:

- Osnovni cilj je ispod zatvarača evakuirati protok istovjetan maksimalnom dotoku iz UPOV-a u dožažni bazen u iznosu od 260.00 (l/s) kako bi se optimizirao rad sistema te radni volumen dožažnog bazena;
- Osim toga potrebno je regulacijom rada zatvarača osigurati povoljna pijezometarska stanja u nizvodnom dijelu sistema: nadmorskoj i podmorskoj dionici cijevi ispusta te difuzorskoj sekciji uz zadovoljenje kriterija samoispiranja i evakuacije zraka;
- Pri postizanju kote + 24.75 m n.m. u dožažnom bazenu, zatvarač kreće u manevar otvaranja u trajanju od 10 s;
- Zavisno o dotoku s UPOV-a u bazen i isticanju iz dožažnog bazena definisana je razina vodnog lica u dožažnom bazenu;
- Kod postizanja kote + 23.50 m n.m. zatvarač kreće u manevar zatvaranja u trajanju od 10 s;
- Pri isticanju ispod zatvarača predviđeno je nepotopljeno isticanje. Zbog ovoga se u odzračnom oknu u sklopu dožažnog bazena izvodi kineta u nagibu od 10 %.

U Tablici C.13. prikazani su rezultati isticanja ispod zatvarača u nepotopljenim uslovima u zavisnosti o razini vodnog lica u radnom dijelu dožažnog bazena. Prilikom proračuna usvojene su vrijednosti:

- Koeficijent brzine na kontrahiranom presjeku $\varphi = 0.97$;
- Kota dna zatvarača + 23.00 m n.m.;
- Coriolisov broj $\alpha = 1.05$;
- Visina otvora ispod zatvarača pri punom otvaranju iznosi 0.25 (m).

h_{DOZBAZ} (m n.m.)	h (m)	ϵ	V (m/s)	Q (m ³ /s)
23,50	0,50	0,6417	2,4434	0,1254
23,55	0,55	0,6366	2,6214	0,1335
23,60	0,60	0,6329	2,7869	0,1411
23,65	0,65	0,6301	2,9425	0,1483
23,70	0,70	0,6279	3,0899	0,1552
23,75	0,75	0,6261	3,2302	0,1618
23,80	0,80	0,6246	3,3645	0,1681
23,85	0,85	0,6234	3,4935	0,1742
23,90	0,90	0,6223	3,6177	0,1801
23,95	0,95	0,6214	3,7378	0,1858
24,00	1,00	0,6206	3,8540	0,1913
24,05	1,05	0,6199	3,9668	0,1967
24,10	1,10	0,6193	4,0765	0,2020
24,15	1,15	0,6187	4,1832	0,2071
24,20	1,20	0,6182	4,2872	0,2120
24,25	1,25	0,6178	4,3888	0,2169
24,30	1,30	0,6174	4,4880	0,2217
24,35	1,35	0,6170	4,5851	0,2263
24,40	1,40	0,6167	4,6801	0,2309
24,45	1,45	0,6164	4,7732	0,2354
24,50	1,50	0,6161	4,8646	0,2398
24,55	1,55	0,6158	4,9542	0,2441
24,60	1,60	0,6156	5,0423	0,2483
24,65	1,65	0,6153	5,1288	0,2525
24,70	1,70	0,6151	5,2139	0,2566
24,75	1,75	0,6149	5,2976	0,2606
24,80	1,80	0,6147	5,3800	0,2646
24,85	1,85	0,6146	5,4612	0,2685
24,90	1,90	0,6144	5,5411	0,2724
24,95	1,95	0,6142	5,6200	0,2762
25,00	2,00	0,6141	5,6977	0,2799

Tablica C.13. Otvor ispod zapornice u funkciji vodostaja u dozažnom bazenu

Iz podataka u tablici C.13. vidljivo je da zatvarač pri koti + 24.74 m n.m. u dozažnom bazenu evakuira maksimalnih 260.00 (l/s) čime je osiguran kapacitet zatvarača.

U dozažnom bazenu predviđena su dva sigurnosna preljevna otvora s kotom dna otvora na + 24.85 (m n.m.). Otvori su dimenzija 125 x 35 (cm). Za prelijevanje maksimalnog projektnog protoka potrebna je preljevna visina od

$$H = \left(\frac{Q}{m \cdot B \cdot \sqrt{2g}} \right)^{2/3} = \left(\frac{0.260}{0.45 \cdot 2.50 \cdot \sqrt{2g}} \right)^{2/3} = 0.14(m)$$

pri tom će vodostaj u dozažnom bazenu biti 24.990 (m n.m.). Takav vodostaj će izazvati uspor samo u cijevi od prekidnog okna (uljev u dozažni bazen na + 24.60 m n.m.) Tečenje u toj cijevi (Φ400 mm) bit će pod pritiskom. Uzvodno od ovog prekidnog okna tečenje u dolaznoj cijevi bit će sa slobodnim vodnim licem.

U Tablici C.14. prikazana je zavisnost protoka preko preljeva u funkciji vodostaja u dozažnom bazenu.

$h_{DOZBAZ} \text{ (m n.m.)}$	$h \text{ (m)}$	$Q \text{ (m}^3\text{/s)}$
24,8500	0,000	0,0000
24,8550	0,005	0,0018
24,8600	0,010	0,0050
24,8650	0,015	0,0092
24,8700	0,020	0,0141
24,8750	0,025	0,0197
24,8800	0,030	0,0259
24,8850	0,035	0,0326
24,8900	0,040	0,0399
24,8950	0,045	0,0476
24,9000	0,050	0,0557
24,9050	0,055	0,0643
24,9100	0,060	0,0732
24,9150	0,065	0,0826
24,9200	0,070	0,0923
24,9250	0,075	0,1024
24,9300	0,080	0,1128
24,9350	0,085	0,1235
24,9400	0,090	0,1345
24,9450	0,095	0,1459
24,9500	0,100	0,1576
24,9550	0,105	0,1695
24,9600	0,110	0,1818
24,9650	0,115	0,1943
24,9700	0,120	0,2071
24,9750	0,125	0,2202
24,9800	0,130	0,2336
24,9850	0,135	0,2472
24,9900	0,140	0,2610
24,9950	0,145	0,2751
25,0000	0,150	0,2895

Tablica C.14. Ovisnost protoka preko preljeva i vodostaja u dozažnom bazenu

Jednačina koja definiše stanje u dozažnom bazenu je jednačina kontinuiteta:

$$A_{DB} \cdot \frac{dh_{DB}}{dt} = Q_0 - Q_1 \Rightarrow dh_{DB} = \frac{Q_0 - Q_1}{A_{DB}} \cdot dt \Rightarrow \int_{h_{DB}^k}^{h_{DB}^{k+1}} dh = \int_t^{t+\Delta t} \frac{Q_0 - Q_1}{A_{DB}} \cdot dt$$

Nakon integracije dobije se približno rješenje:

$$h_{DB}^{k+1} = h_{DB}^k + (1 - \Theta) \frac{Q_0^k - Q_1^k}{A_{DB}^k} \cdot \Delta t + \Theta \frac{Q_0^{k+1} - Q_1^{k+1}}{A_{DB}^{k+1}} \cdot \Delta t$$

gdje su:

h_{DB}^k - razina vode u dozažnom bazenu u trenutku k,

h_{DB}^{k+1} - razina vode u dozažnom bazenu u trenutku k+1,

Q_0^k - dotok u dozažni bazen u trenutku k,

Q_0^{k+1} - dotok u dozažni bazen u trenutku k+1,

Q_1^k - protok iz dozažnog bazena u trenutku k,

Q_1^{k+1} - protok iz dozažnog bazena u trenutku k+1,

A_{DB}^k - površina dozažnog bazena u trenutku k ,

A_{DB}^{k+1} - površina dozažnog bazena u trenutku $k+1$.

U dinamičkoj analizi funkcionisanja cjelokupnog sistema koji uključuje dozažni bazen i podmorski ispust, usvojena je aproksimacija da protok koji izlazi iz dozažnog bazena istovremeno dolazi u kontakt sa vodom pod pritiskom u podmorskom ispustu, čime je zanemarena određena transformacija toka od dozažnog bazena do vode pod pritiskom u podmorskom ispustu. Također je zanemarena vremenska razlika od 200 do 250 sekundi koliko prosječno traje putovanje vode od dozažnog bazena do vode pod pritiskom u podmorskom ispustu. Ova aproksimacija predstavlja inženjersko rješenje i zanemarivo malo utječe na rezultate dinamičkih proračuna.

C.3.3. KAPACITET PODMORSKOG ISPUSTA

Odabrani parametri cijevi dijela kopnenog dijela podmorskog ispusta na dionici od stac. 0+000.00 m do stac. 0+867.05 su DN400/ 369.40 (mm), SDR 26, PE 100.

Odabrani parametri cijevi podmorskog dijela podmorskog ispusta od stac. 0+867.05 m do stac. 2+501.08 su DN355/312.80 (mm), SDR 17, PE 100.

Dionica	Stac. Poč.	Stac. Kon.	I ₀ (%)	H _{POČ} (m n.m.)	H _{KON} (m n.m.)	L (m)	ΔH (m)	ΔH/L	tan (α)	b (m)	a (m)	A _{ELIPSE} (m ²)
1	0,00	7,37	33,88	22,80	20,34	7,37	2,46	0,333786	0,322158	0,58	0,18	0,34
2	7,37	76,83	2,07	20,34	18,91	69,46	1,435	0,020659	0,020656	8,94	0,18	5,19
3	76,83	140,00	3,06	18,91	16,98	63,17	1,93	0,030552	0,030543	6,05	0,18	3,51
4	140,00	220,00	2,45	16,98	15,02	80,00	1,96	0,0245	0,024495	7,54	0,18	4,38
5	220,00	300,00	3,95	15,02	11,84	80,00	3,18	0,03975	0,039729	4,65	0,18	2,70
6	300,00	391,77	2,22	11,84	9,82	91,77	2,0197	0,022008	0,022005	8,39	0,18	4,87
7	391,77	460,00	2,02	9,82	8,44	68,23	1,3794	0,020217	0,020214	9,14	0,18	5,30
8	460,00	505,46	4,73	8,44	6,28	45,46	2,1606	0,047527	0,047492	3,89	0,18	2,26
9	505,46	554,57	2,97	6,28	4,82	49,11	1,46	0,029729	0,02972	6,22	0,18	3,61
10	554,57	585,90	1,82	4,82	4,25	31,33	0,57	0,018193	0,018191	10,15	0,18	5,89
11	585,90	760,00	1,02	4,25	2,47	174,10	1,78	0,010224	0,010224	18,07	0,18	10,48
12	760,00	867,05	1,19	2,47	1,20	107,05	1,2653	0,01182	0,011819	15,63	0,18	9,07
13	867,05	945,07	3,88	1,20	-1,84	78,02	3,04	0,038964	0,038945	4,02	0,16	1,97

Tablica C.15. Iskaza parametara nadmorskog dijela podmorskog cjevovoda i prve sekcije podmorskog dijela podmorskog ispusta za potrebe hidrauličke analize i stacionarnim i nestacionarnim stanjima

U daljnjim analizama prikazuju se rezultati za varijabilan dotok sa UPOV-a u dozažni bazen u kombinaciji s trajanjem istog uz uvjet osiguranja nepotopljenog isticanja ispod zatvarača u dozažnom bazenu.

C.3.3.1. KRAJNI SLUČAJ - UPOV IZGRAĐEN I U FUNKCIJI, Q_{UPOV} = 260 l/s

Za kontinuirani dotok s UPOV-a u dozažni bazen u iznosu 260.00 (l/s).

$$\zeta_{DIF} = 3.8267$$

Razina mora je 1.20 (m n.m.)

Vodostaj u nadmorskoj dionici cjevovoda podmorskog ispusta od 28.80 (m n.m.) ostvaruje se pri dotoku iz UPOV-a u dozažni bazen u trajanju od 590 (s). Maksimalan iznos brzine tečenja u podmorskoj dionici cjevovoda iznosi 1.698 (m/s).

C.3.3.2. KRAJNI SLUČAJ - UPOV IZGRAĐEN I U FUNKCIJI, Q_{UPOV} = 240 l/s

Za kontinuirani dotok s UPOV-a u dozažni bazen u iznosu 240.00 (l/s).

$$\zeta_{DIF} = 3.8267$$

Razina mora je 1.20 (m n.m.)

Vodostaj u nadmorskoj dionici cjevovoda podmorskog ispusta od 28.80 (m n.m.) ostvaruje se pri dotoku iz UPOV-a u dozažni bazen u trajanju od 643 (s). Maksimalan iznos brzine tečenja u podmorskoj dionici cjevovoda iznosi 1.697 (m/s).

C.3.3.3. KRAJNI SLUČAJ - UPOV IZGRAĐEN I U FUNKCIJI, Q_{UPOV} = 220 l/s

Za kontinuirani dotok s UPOV-a u dozažni bazen u iznosu 220.00 (l/s).

$$\zeta_{DIF} = 3.8267$$

Razina mora je 1.20 (m n.m.)

Vodostaj u nadmorskoj dionici cjevovoda podmorskog ispusta od 28.80 (m n.m.) ostvaruje se pri dotoku iz UPOV-a u dozažni bazen u trajanju od 702 (s). Maksimalan iznos brzine tečenja u podmorskoj dionici cjevovoda iznosi 1.708 (m/s).

C.3.3.4. KRAJNI SLUČAJ - UPOV IZGRAĐEN I U FUNKCIJI, $Q_{\text{UPOV}} = 200 \text{ l/s}$

Za kontinuirani dotok s UPOV-a u dozažni bazen u iznosu 200.00 (l/s).

$$\zeta_{\text{DIF}} = 3.8267$$

Razina mora je 1.20 (m n.m.)

Vodostaj u nadmorskoj dionici cjevovoda podmorskog ispusta od 28.80 (m n.m.) ostvaruje se pri dotoku iz UPOV-a u dozažni bazen u trajanju od 772 (s). Maksimalan iznos brzine tečenja u podmorskoj dionici cjevovoda iznosi 1.716 (m/s).

C.3.4. NESTACIONARNE ANALIZE

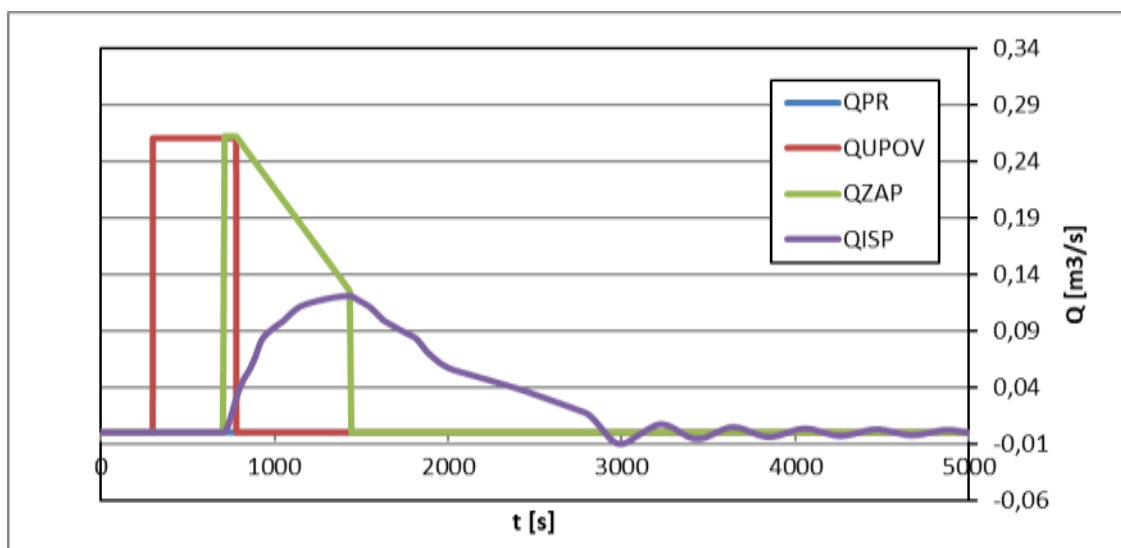
U sklopu nestacionarnih analiza pijezometarskih stanja u sistemu dozažni bazen – podmorski ispust – difuzorska sekcija proveden je modelski proračun za:

1. Krajnji slučaj – izgrađen UPOV, otpadna voda tretira se drugim stepenu prečišćavanja, usvaja se vrijednost apsolutne pogonske hidrauličke hrapavosti $\epsilon=k=0.4$ mm (Jure Margeta, Kanalizacija naselja, 2009.)
2. Inicijalni slučaj- UPOV nije izgrađen, netretiran efluent se upušta u recipijent, usvaja se vrijednost apsolutne pogonske hidrauličke hrapavosti $\epsilon=k=1.0$ mm (Jure Margeta, Kanalizacija naselja, 2009.)

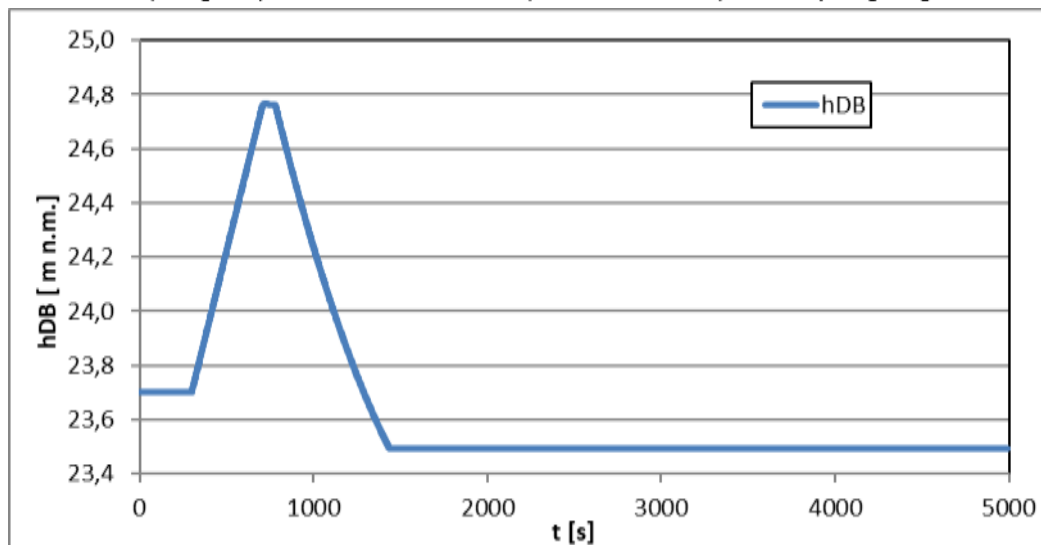
te su zasebno definirana stanja u sistemu. S obzirom kako je unutar dostavljenih ulaznih parametara zahtjevan proračun na 260.00 (l/s) sa UPOV-a u dozažni bazen predviđeno je potpuno punjenje dozažnog bazena u manevru ispuštanja vode retencirane na UPOV-u u iznosu od 125.00 (m³) što u uvjetima jednolikog tečenja rezultira dotokom u trajanju od 480.77 (s).

C.3.4.1. KRAJNI SLUČAJ IZGRAĐENOSTI

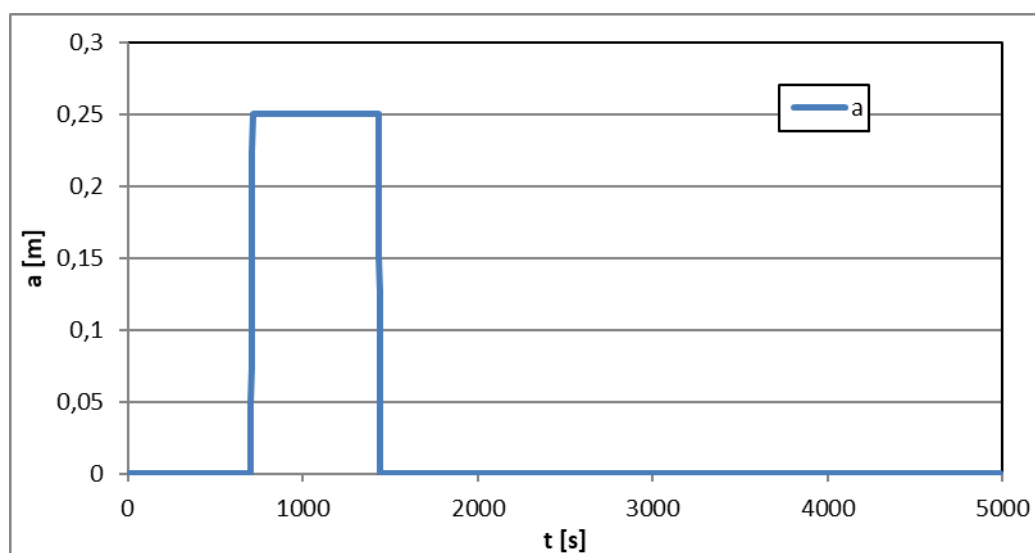
Da bi se utvrdilo dinamičko ponašanje otjecanja vode u ispustu, i s tim u svezi provjera odabranih tehnoloških značajki, provedeno je matematičko modeliranje nestacionarnog tečenja. Analizirano je funkcioniranje podmorskog ispusta za jedan ciklus punjenja dozažnog bazena vodom tretiranom na UPOV-u u iznosu od 260.00 (l/s) i trajanju 480.77 (s). U moru je plima (+ 1.20 m n.m.) što predstavlja najkritičniji slučaj u pogledu raspoloživog bruto pada. Za apsolutno pogonsku hrapavost usvojeno je $\epsilon=k=0.4$ mm, dok koeficijent gubitka na difuzoru iznosi 3.827.



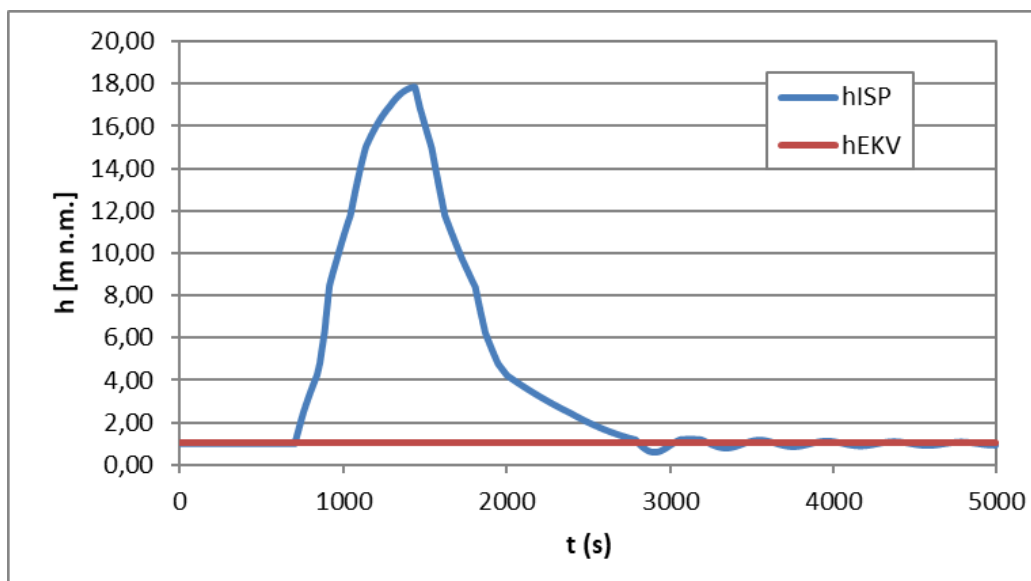
Slika C.5. Prikaz protoka u/iz dozažnog bazena za jednog ciklusa punjenja i pražnjenja bazena



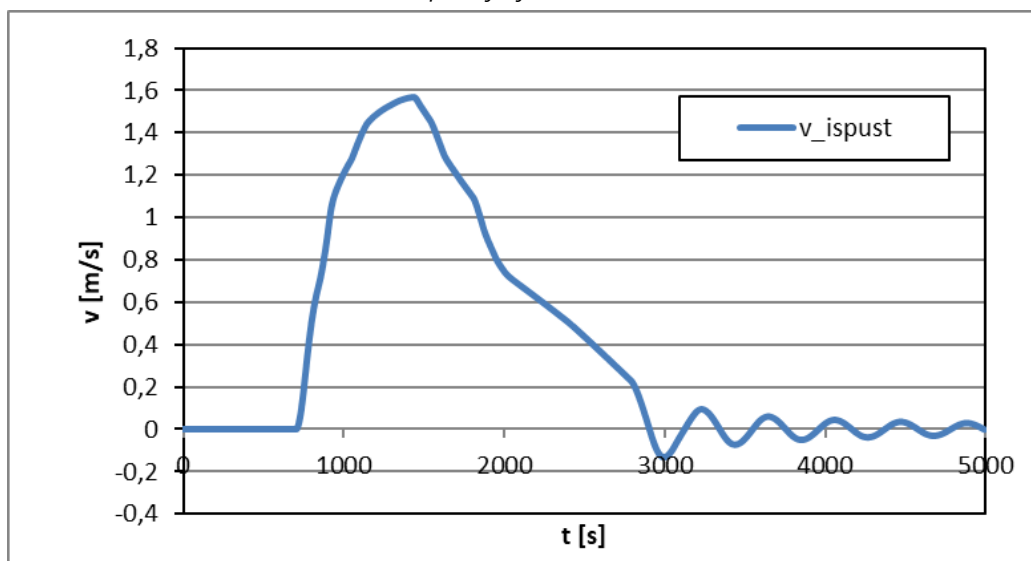
Slika C.6. Prikaz promjene razine vodnog lica u dozažnom bazenu za jednog ciklusa punjenja i pražnjenja bazena



Slika C.7. Prikaz otvorenosti zapornice u dozažnom bazenu za jednog ciklusa punjenja i pražnjenja bazena



Slika C.8. Prikaz promjene razine vodnog lica u nadmorskoj dionici cjevovoda ispusta za jednog ciklusa punjenja i pražnjenja bazena



Slika C.9. Prikaz promjene brzine tečenje u podmorskoj dionici ispusta za jednog ciklusa punjenja i pražnjenja bazena

Maksimalna vrijednost protoka ostvarenog u podmorskoj dionici ispusta iznosi 120.59 (l/s) (Slika C.5.) uz ostvarenje maksimalne brzine tečenje u podmorskoj dionici od 1.533 (m/s). Maksimalna kota vodnog lica u nadmorskoj dionici cjevovoda podmorskog ispusta iznosi + 17.367 (m n.m.) (Slika C.8.). Zatvarač nakon manevra otvaranja ostaje otvorena ukupno 738 (s) (Slika C.7.). Iz Slike C.6. razvidno je kako ne dolazi do aktivacije preljeva.

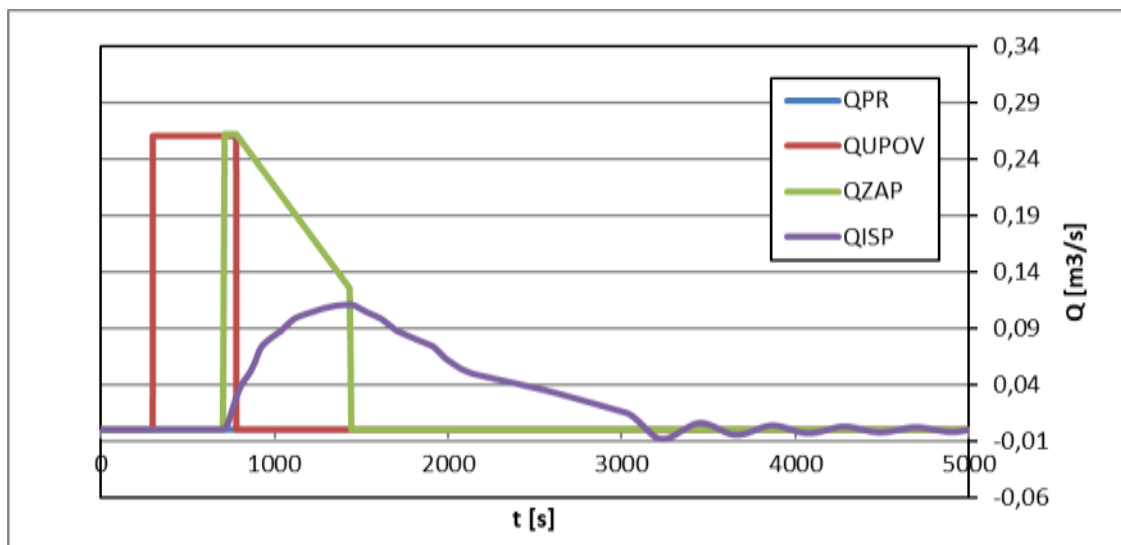
U pogledu kriterija samoispiranja prema Marine Wastewater Outfalls and Treatment Systems, 2010. utvrđeno je za periodički rad sistema kako je potrebno osigurati brzinu od minimalno 1.20 (m/s.)

Za potrebe evakuacije zraka iz cijevi, za najkritičniji nagib nivelete podmorskog ispusta 5.486 %, prema Marine Wastewater Outfalls and Treatment Systems, 2010., potrebno je osigurati brzinu tečenja od 1.086 (m/s).

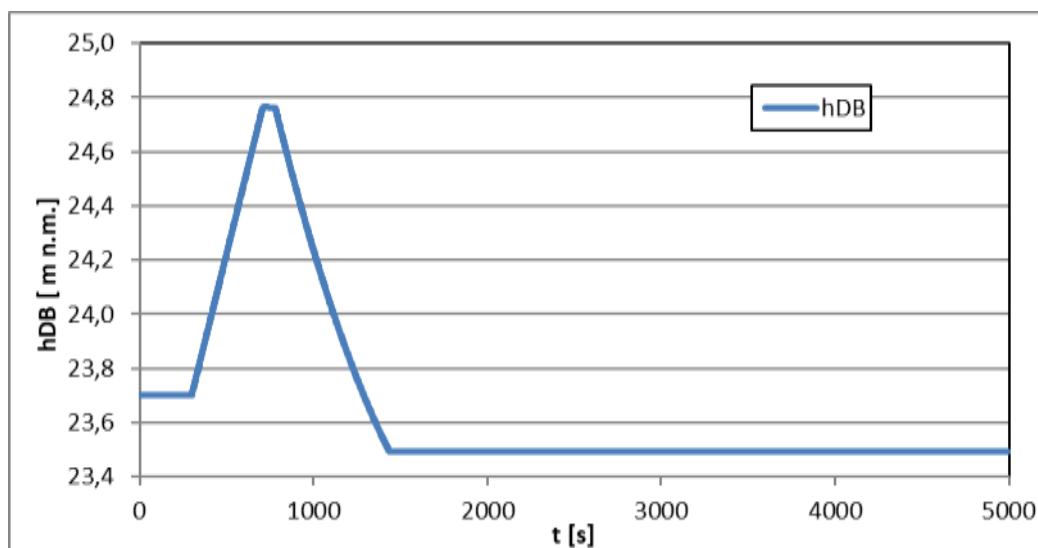
Uvidom u modelski dobijene vrijednosti brzina u podvodnom dijelu ispusta na Slici C.9. vidljivo je kako su oba kriterijuma zadovoljena.

C.3.4.2. INICIJALNI SLUČAJ IZGRAĐENOSTI

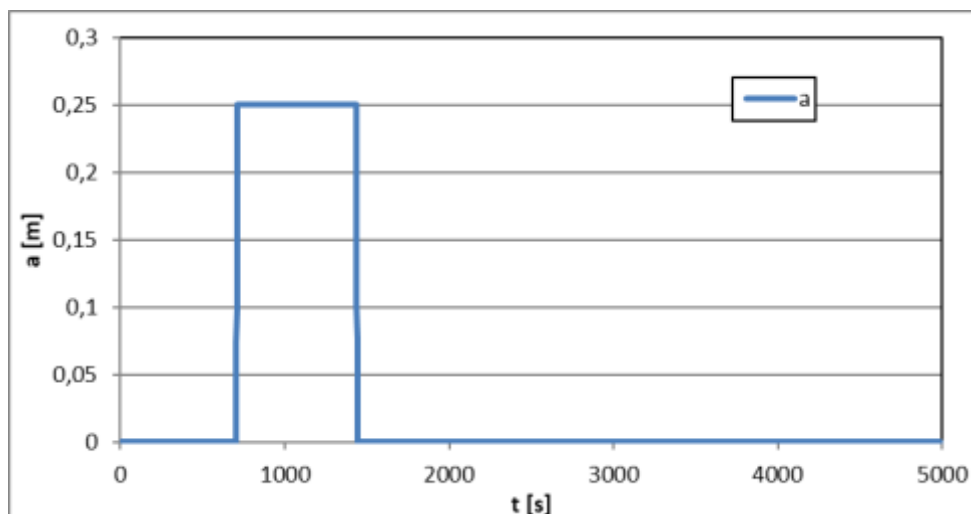
Da bi se utvrdilo dinamičko ponašanje oticanja vode u ispustu, i s tim u svezi provjera odabranih tehnoloških značajki, provedeno je matematičko modeliranje nestacionarnog tečenja. Analizirano je funkcioniranje podmorskog ispusta za jedan ciklus punjenja dozažnog bazena vodom tretiranom na UPOV-u u iznosu od 260.00 (l/s) i trajanju 480.77 (s). U moru je plima (+ 1.20 m n.m.) što predstavlja najkritičniji slučaj u pogledu raspoloživog bruto pada. Za apsolutno pogonsku hrapavost usvojeno je $\epsilon=k=1.0$ mm, dok koeficijent gubitka na difuzoru iznosi 4.7575.



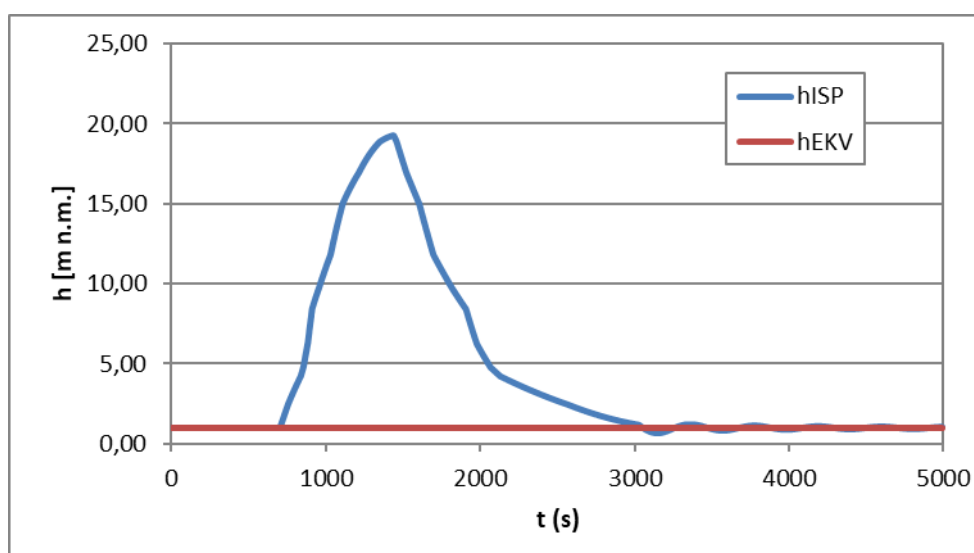
Slika C.10. Prikaz protoka u/iz dozažnog bazena za jednog ciklusa punjenja i pražnjenja bazena



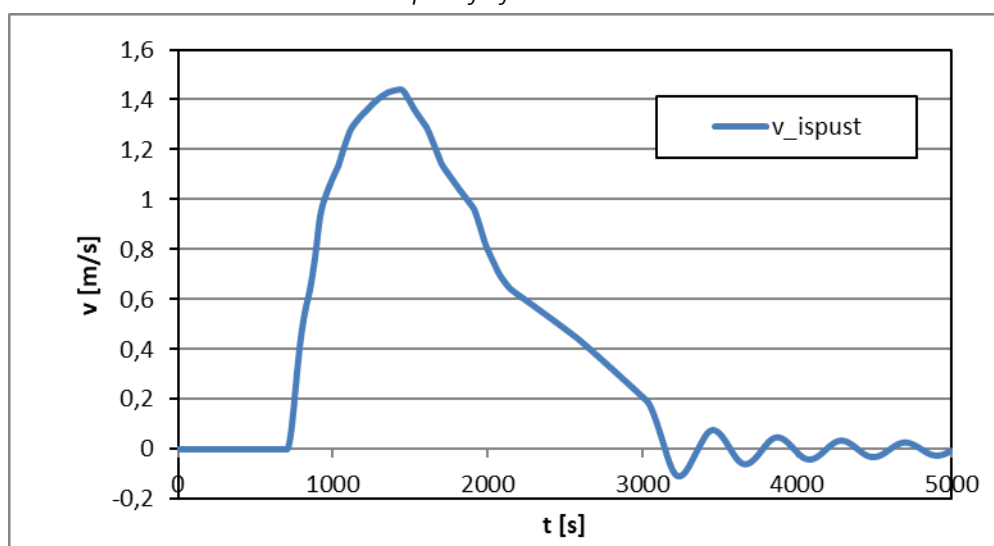
Slika C.11. Prikaz promjene razine vodnog lica u dozažnom bazenu za jednog ciklusa punjenja i pražnjenja bazena



Slika C.12. Prikaz otvorenosti zapornice u dozažnom bazenu za jednog ciklusa punjenja i pražnjenja bazena



Slika C.13. Prikaz promjene razine vodnog lica u nadmorskoj dionici cjevovoda ispusta za jednog ciklusa punjenja i pražnjenja bazena



Slika C.14. Prikaz promjene brzine tečenje u podmorskoj dionici ispusta za jednog ciklusa punjenja i pražnjenja bazena

Maksimalna vrijednost protoka ostvarenog u podmorskoj dionici ispusta iznosi 110.668 (l/s) (Slika C.10.) uz ostvarenje maksimalne brzine tečenje u podmorskoj dionici od 1.415 (m/s). Maksimalna kota vodnog lica u nadmorskoj dionici cjevovoda podmorskog ispusta iznosi + 18.647 (m n.m.) (Slika C.13.). Zatvarač nakon manevra otvaranja ostaje otvorena ukupno 740 (s) (Slika C.12.). Iz Slike C.11. razvidno je kako ne dolazi do aktivacije preljeva.

U pogledu kriterija samoispiranja prema Marine Wastewater Outfalls and Treatment Systems, 2010. utvrđeno je za periodički rad sistema kako je potrebno osigurati brzinu od minimalno 1.20 (m/s.)

Za potrebe evakuacije zraka iz cijevi, za najkritičniji nagib nivelete podmorskog ispusta 5.486 %, prema Marine Wastewater Outfalls and Treatment Systems, 2010., potrebno je osigurati brzinu tečenja od 1.086 (m/s).

Uvidom u modelski dobijene vrijednosti brzina u podvodnom dijelu ispusta na Slici C.14. vidljivo je kako su oba kriterija zadovoljena.

Iz dobijenih rezultata se vidi da je minimalna razina vodostaja u cjevovodu +0.307 (m n.m.), za nagli prestanak dotoka u dozažni bazen i oseku u moru. Odzračno okno nužno je postaviti približno na ovu kotu shodno lokalnim uslovima izvedbe. Kako je na lokaciji obuhvata na ovoj visini plaža, odzračno okno postavlja se na na stac. 0+800.00.

Kako je iz rezultata razvidno kako nije moguće ostvariti protok od 260.00 (l/s) u cjevovodu podmorskog ispusta zbog ograničenog volumena dozažnog bazena, ponovljen je proračun brzina na kontrahiranim presjecima otvora difuzorske sekcije za maksimalan utvrđen protok za krajnji slučaj izgrađenosti 120.59 (l/s) i prethodno utvrđene dimenzije otvora difuzora.



Slika C.15. Brzine istjecanja na kontrahiranim presjecima otvora difuzorske sekcije

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 bazena do početka tečenja pod pritiskom, koji je promjenjiv zavisno od nivoa vode u kopnenom dijelu podmorskog ispusta.

Kapacitet cijevi definisan je za slučaj potpunog ispunjenja svake dionice cijevi gravitacijskog kolektora oborinske odvodnje. Svaka dionica karakterizirana je padom I_0 (% ili m/m) i prečnikom, čime su definisani različiti uslovi tečenja od dionice do dionice. Maksimalni kapacitet (propusna moć) kolektora definisana je za slučaj potpunog ispunjenja profila cijev. Za takav slučaj definiše se brzina tečenja prema Colebrook-White-u u cijevi:

$$V = -2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot I_0} \cdot \log \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{2,51 \cdot \nu}{D \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot I_0}} \right)$$

Protok je definisan kao:

$$Q = \frac{D^2 \cdot \pi}{4} \left[-2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot I_0} \cdot \log \left(\frac{\varepsilon}{3,7 \cdot D} + \frac{2,51 \cdot \nu}{D \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot D \cdot I_0}} \right) \right]$$

U slučaju da se radi o cijevnim sustavima čiji poprečni presjeci nisu okruglog oblika umjesto promjera cijevi D uvrštava se vrijednost hidrauličkog radijusa:

$$R = \frac{D}{4} \Rightarrow D = 4 \cdot R$$

Za potrebe hidrauličkog proračuna korišteni su slijedeći parametri:

- ν – kinematički koeficijent viskoznosti tečnosti = (m²/s),
- I_0 – uzdužni pad nivelete cijevi,
- D – unutrašnji prečnik cijevi (odabire se u skladu s dostavljenim nacrtima od strane proizvođača)

Za potrebe hidrauličkog proračuna u uslovima tečenja sa slobodnim vodnim licem u nastavku jedan pregled izraza za kvantifikaciju površine rapoložive za protok, omočenog opsega, širine vodnog lica i hidrauličkog radijusa.

$$\begin{aligned} \alpha &= \cos^{-1} \cdot \left(r - \frac{y_N}{r} \right) \\ A &= (O \cdot r - B \cdot (r \cdot y_N)) / 2 \\ O &= 2 \cdot r \cdot \alpha \\ B &= 2 \cdot \sqrt{(r^2 - (r - y_N)^2)} \end{aligned}$$

$$R = A/O$$

U uslovima tečenja u otvorenim presjecima uobičajeno se koristi Manning-ov izraz kojim se opisuju karakteristika toka u uslovima jednolikog tečenja.

Normalna brzina vode u cijevi za maksimalni projektni protok definiše se prema Manningu:

$$V_N = K \cdot R^{2/3} \cdot I_0^{1/2}$$

pri čemu je:

K – Stricklerov koeficijent hrapavosti ($1/n$),

R – hidraulički radijus $R = A/O$ (m)

A – površina mokrog dijela cijevi (m^2)

O – omočeni opseg cijevi (m)

I_0 – uzdužni pad nivelete cijevi

Za normalnu brzinu vode u cijevi protok ($Q-y_N$) se definira prema:

$$Q = A \cdot K \cdot R^{2/3} \cdot I_0^{1/2}$$

Prikazanim postupcima Colebrook-White-a i Manning-a moguće je kvantificirati kapacitete cijevi i utvrditi pogonsku hrapavost istih. Za razliku od Manning-ovog izraza koji se temelji na poznavanju Manning-ove hrapavosti, Colebrook-White koristi apsolutnu pogonsku hrapavost koju je za predmetne cijevi pouzdanije procijeniti prema geometriji cijevi. Ackers P (Hydraulics research paper no. 1, HMSO, London, 1958) pokazuje da se kvalitativno dobra aproksimacija Manning-ove hrapavosti temeljem poznavanja apsolutne pogonske hrapavosti, može procijeniti prema izrazu:

$$n = \varepsilon^{1/6} / 26$$

pri čemu je:

n – Manning-ov koeficijent hrapavosti

ε – pogonska hrapavost (mm)

Za potrebe analize tečenja u kopnenom dijelu ispusta usvojena je hrapavost PEHD cijevi $n = 0.009$.

Rezultati proračuna prikazani su tablično u Tablicama C.16.-C.27.

Vidljivo je kako kapacitet svake dionice nadmorske dionice cjevovoda premašuje predviđenih 260.00 (l/s) uz minimalnu ispunjenost profila 24.1 % i maksimalnu 89.3 %. Navedena maksimalna popunjenost veća je od preporučenih 60 % ali se radi o dionici cjevovoda do kote + 4.25 (m n.m.) koja je kod dotoka većeg od 120.00 (l/s) pod pritiskom.

α [°]	y [m]	α [RAD]	B [m]	A [m ²]	O [m]	R [m]	ϵ (mm)	n	I_0	Q [m ³ /s]	y/D_u [%]	A/A_0 [%]	Fr	V_N [m/s]
37,880	0,010	0,661	0,120	0,001	0,122	0,007	0,40	0,00900	0,0119	0,00034	2,707	0,750	2,894	0,426
53,821	0,020	0,939	0,167	0,002	0,173	0,013	0,40	0,00900	0,0119	0,00151	5,414	2,104	3,562	0,670
66,230	0,030	1,156	0,202	0,004	0,214	0,019	0,40	0,00900	0,0119	0,00357	8,121	3,832	3,983	0,870
76,848	0,040	1,341	0,230	0,006	0,248	0,025	0,40	0,00900	0,0119	0,00655	10,828	5,849	4,278	1,045
86,346	0,050	1,507	0,253	0,009	0,278	0,031	0,40	0,00900	0,0119	0,01043	13,535	8,102	4,495	1,201
95,069	0,060	1,659	0,272	0,011	0,306	0,037	0,40	0,00900	0,0119	0,01520	16,243	10,555	4,655	1,344
103,221	0,070	1,802	0,290	0,014	0,333	0,042	0,40	0,00900	0,0119	0,02083	18,950	13,179	4,773	1,475
110,936	0,080	1,936	0,304	0,017	0,358	0,048	0,40	0,00900	0,0119	0,02729	21,657	15,951	4,856	1,596
118,309	0,090	2,065	0,317	0,020	0,381	0,053	0,40	0,00900	0,0119	0,03454	24,364	18,852	4,911	1,710
125,409	0,100	2,189	0,328	0,023	0,404	0,058	0,40	0,00900	0,0119	0,04254	27,071	21,864	4,941	1,815
132,288	0,110	2,309	0,338	0,027	0,426	0,063	0,40	0,00900	0,0119	0,05123	29,778	24,973	4,951	1,914
138,989	0,120	2,426	0,346	0,030	0,448	0,067	0,40	0,00900	0,0119	0,06057	32,485	28,164	4,941	2,007
145,546	0,130	2,540	0,353	0,034	0,469	0,072	0,40	0,00900	0,0119	0,07051	35,192	31,425	4,914	2,094
151,989	0,140	2,653	0,358	0,037	0,490	0,076	0,40	0,00900	0,0119	0,08098	37,899	34,745	4,873	2,175
158,343	0,150	2,764	0,363	0,041	0,510	0,080	0,40	0,00900	0,0119	0,09193	40,606	38,110	4,816	2,251
164,630	0,160	2,873	0,366	0,044	0,531	0,084	0,40	0,00900	0,0119	0,10329	43,313	41,512	4,747	2,322
170,870	0,170	2,982	0,368	0,048	0,551	0,087	0,40	0,00900	0,0119	0,11500	46,021	44,939	4,666	2,388
177,084	0,180	3,091	0,369	0,052	0,571	0,091	0,40	0,00900	0,0119	0,12699	48,728	48,380	4,573	2,449
183,289	0,190	3,199	0,369	0,056	0,591	0,094	0,40	0,00900	0,0119	0,13919	51,435	51,827	4,468	2,506
189,503	0,200	3,307	0,368	0,059	0,611	0,097	0,40	0,00900	0,0119	0,15152	54,142	55,268	4,353	2,558
195,746	0,210	3,416	0,366	0,063	0,631	0,100	0,40	0,00900	0,0119	0,16392	56,849	58,693	4,228	2,606
202,036	0,220	3,526	0,363	0,067	0,651	0,102	0,40	0,00900	0,0119	0,17629	59,556	62,093	4,093	2,649
208,395	0,230	3,637	0,358	0,070	0,672	0,104	0,40	0,00900	0,0119	0,18855	62,263	65,456	3,947	2,688
214,844	0,240	3,750	0,352	0,074	0,693	0,106	0,40	0,00900	0,0119	0,20062	64,970	68,772	3,792	2,722
221,409	0,250	3,864	0,346	0,077	0,714	0,108	0,40	0,00900	0,0119	0,21240	67,677	72,029	3,627	2,751
228,119	0,260	3,981	0,337	0,081	0,735	0,110	0,40	0,00900	0,0119	0,22380	70,384	75,216	3,452	2,776
235,011	0,270	4,102	0,328	0,084	0,758	0,111	0,40	0,00900	0,0119	0,23469	73,091	78,320	3,266	2,796
242,125	0,280	4,226	0,316	0,087	0,781	0,112	0,40	0,00900	0,0119	0,24498	75,799	81,326	3,070	2,811
249,516	0,290	4,355	0,303	0,090	0,804	0,112	0,40	0,00900	0,0119	0,25452	78,506	84,219	2,862	2,820
257,255	0,300	4,490	0,289	0,093	0,829	0,112	0,40	0,00900	0,0119	0,26318	81,213	86,983	2,641	2,823
265,437	0,310	4,633	0,271	0,096	0,856	0,112	0,40	0,00900	0,0119	0,27079	83,920	89,598	2,406	2,820
274,199	0,320	4,786	0,251	0,099	0,884	0,112	0,40	0,00900	0,0119	0,27713	86,627	92,039	2,154	2,809
283,753	0,330	4,952	0,228	0,101	0,915	0,110	0,40	0,00900	0,0119	0,28195	89,334	94,279	1,881	2,790
294,454	0,340	5,139	0,200	0,103	0,949	0,109	0,40	0,00900	0,0119	0,28488	92,041	96,281	1,581	2,761
307,008	0,350	5,358	0,165	0,105	0,990	0,106	0,40	0,00900	0,0119	0,28530	94,748	97,989	1,240	2,717
323,284	0,360	5,642	0,116	0,106	1,042	0,102	0,40	0,00900	0,0119	0,28189	97,455	99,316	0,821	2,648
360,000	0,369	6,283	0,000	0,107	1,161	0,092	0,40	0,00900	0,0119	0,26540	100,000	100,000	0,000	2,476

Tablica C.16. Parametri tečenja sa slobodnim vodnim licem u dionici br. 12 nadmorskog dijela cjevovoda

α [°]	y [m]	α [RAD]	B [m]	A [m ²]	O [m]	R [m]	ϵ (mm)	n	I_0	Q [m ³ /s]	y/D_u [%]	A/A_0 [%]	Fr	V_N [m/s]
37,880	0,010	0,661	0,120	0,001	0,122	0,007	0,40	0,00900	0,0102	0,00032	2,707	0,750	2,480	0,394
53,821	0,020	0,939	0,167	0,002	0,173	0,013	0,40	0,00900	0,0102	0,00140	5,414	2,104	3,054	0,620
66,230	0,030	1,156	0,202	0,004	0,214	0,019	0,40	0,00900	0,0102	0,00331	8,121	3,832	3,414	0,806
76,848	0,040	1,341	0,230	0,006	0,248	0,025	0,40	0,00900	0,0102	0,00606	10,828	5,849	3,667	0,967
86,346	0,050	1,507	0,253	0,009	0,278	0,031	0,40	0,00900	0,0102	0,00966	13,535	8,102	3,853	1,112
95,069	0,060	1,659	0,272	0,011	0,306	0,037	0,40	0,00900	0,0102	0,01407	16,243	10,555	3,990	1,244
103,221	0,070	1,802	0,290	0,014	0,333	0,042	0,40	0,00900	0,0102	0,01929	18,950	13,179	4,091	1,365
110,936	0,080	1,936	0,304	0,017	0,358	0,048	0,40	0,00900	0,0102	0,02527	21,657	15,951	4,163	1,478
118,309	0,090	2,065	0,317	0,020	0,381	0,053	0,40	0,00900	0,0102	0,03198	24,364	18,852	4,209	1,583
125,409	0,100	2,189	0,328	0,023	0,404	0,058	0,40	0,00900	0,0102	0,03938	27,071	21,864	4,236	1,681
132,288	0,110	2,309	0,338	0,027	0,426	0,063	0,40	0,00900	0,0102	0,04743	29,778	24,973	4,243	1,772
138,989	0,120	2,426	0,346	0,030	0,448	0,067	0,40	0,00900	0,0102	0,05608	32,485	28,164	4,235	1,858
145,546	0,130	2,540	0,353	0,034	0,469	0,072	0,40	0,00900	0,0102	0,06528	35,192	31,425	4,212	1,938
151,989	0,140	2,653	0,358	0,037	0,490	0,076	0,40	0,00900	0,0102	0,07497	37,899	34,745	4,176	2,013
158,343	0,150	2,764	0,363	0,041	0,510	0,080	0,40	0,00900	0,0102	0,08511	40,606	38,110	4,128	2,084
164,630	0,160	2,873	0,366	0,044	0,531	0,084	0,40	0,00900	0,0102	0,09563	43,313	41,512	4,069	2,149
170,870	0,170	2,982	0,368	0,048	0,551	0,087	0,40	0,00900	0,0102	0,10647	46,021	44,939	3,999	2,211
177,084	0,180	3,091	0,369	0,052	0,571	0,091	0,40	0,00900	0,0102	0,11757	48,728	48,380	3,919	2,267
183,289	0,190	3,199	0,369	0,056	0,591	0,094	0,40	0,00900	0,0102	0,12886	51,435	51,827	3,830	2,320
189,503	0,200	3,307	0,368	0,059	0,611	0,097	0,40	0,00900	0,0102	0,14028	54,142	55,268	3,731	2,368
195,746	0,210	3,416	0,366	0,063	0,631	0,100	0,40	0,00900	0,0102	0,15176	56,849	58,693	3,624	2,413
202,036	0,220	3,526	0,363	0,067	0,651	0,102	0,40	0,00900	0,0102	0,16321	59,556	62,093	3,508	2,453
208,395	0,230	3,637	0,358	0,070	0,672	0,104	0,40	0,00900	0,0102	0,17457	62,263	65,456	3,383	2,488
214,844	0,240	3,750	0,352	0,074	0,693	0,106	0,40	0,00900	0,0102	0,18574	64,970	68,772	3,250	2,520
221,409	0,250	3,864	0,346	0,077	0,714	0,108	0,40	0,00900	0,0102	0,19665	67,677	72,029	3,109	2,547
228,119	0,260	3,981	0,337	0,081	0,735	0,110	0,40	0,00900	0,0102	0,20719	70,384	75,216	2,959	2,570
235,011	0,270	4,102	0,328	0,084	0,758	0,111	0,40	0,00900	0,0102	0,21728	73,091	78,320	2,800	2,589
242,125	0,280	4,226	0,316	0,087	0,781	0,112	0,40	0,00900	0,0102	0,22681	75,799	81,326	2,631	2,602
249,516	0,290	4,355	0,303	0,090	0,804	0,112	0,40	0,00900	0,0102	0,23564	78,506	84,219	2,453	2,611
257,255	0,300	4,490	0,289	0,093	0,829	0,112	0,40	0,00900	0,0102	0,24366	81,213	86,983	2,264	2,614
265,437	0,310	4,633	0,271	0,096	0,856	0,112	0,40	0,00900	0,0102	0,25070	83,920	89,598	2,062	2,611
274,199	0,320	4,786	0,251	0,099	0,884	0,112	0,40	0,00900	0,0102	0,25657	86,627	92,039	1,846	2,601
283,753	0,330	4,952	0,228	0,101	0,915	0,110	0,40	0,00900	0,0102	0,26104	89,334	94,279	1,612	2,583
294,454	0,340	5,139	0,200	0,103	0,949	0,109	0,40	0,00900	0,0102	0,26375	92,041	96,281	1,355	2,556
307,008	0,350	5,358	0,165	0,105	0,990	0,106	0,40	0,00900	0,0102	0,26414	94,748	97,989	1,063	2,515
323,284	0,360	5,642	0,116	0,106	1,042	0,102	0,40	0,00900	0,0102	0,26098	97,455	99,316	0,703	2,452
360,000	0,369	6,283	0,000	0,107	1,161	0,092	0,40	0,00900	0,0102	0,24572	100,000	100,000	0,000	2,293

Tablica C.17. Parametri tečenja sa slobodnim vodnim licem u dionici br. 11 nadmorskog dijela cjevovoda

α [°]	y [m]	α [RAD]	B [m]	A [m ²]	O [m]	R [m]	ϵ (mm)	n	I_0	Q [m ³ /s]	y/D_u [%]	A/A_0 [%]	Fr	V_N [m/s]
37,880	0,010	0,661	0,120	0,001	0,122	0,007	0,40	0,00900	0,0182	0,00042	2,707	0,750	4,425	0,526
53,821	0,020	0,939	0,167	0,002	0,173	0,013	0,40	0,00900	0,0182	0,00187	5,414	2,104	5,448	0,829
66,230	0,030	1,156	0,202	0,004	0,214	0,019	0,40	0,00900	0,0182	0,00442	8,121	3,832	6,091	1,076
76,848	0,040	1,341	0,230	0,006	0,248	0,025	0,40	0,00900	0,0182	0,00810	10,828	5,849	6,543	1,292
86,346	0,050	1,507	0,253	0,009	0,278	0,031	0,40	0,00900	0,0182	0,01290	13,535	8,102	6,874	1,485
95,069	0,060	1,659	0,272	0,011	0,306	0,037	0,40	0,00900	0,0182	0,01880	16,243	10,555	7,120	1,662
103,221	0,070	1,802	0,290	0,014	0,333	0,042	0,40	0,00900	0,0182	0,02576	18,950	13,179	7,300	1,824
110,936	0,080	1,936	0,304	0,017	0,358	0,048	0,40	0,00900	0,0182	0,03375	21,657	15,951	7,427	1,974
118,309	0,090	2,065	0,317	0,020	0,381	0,053	0,40	0,00900	0,0182	0,04272	24,364	18,852	7,511	2,114
125,409	0,100	2,189	0,328	0,023	0,404	0,058	0,40	0,00900	0,0182	0,05261	27,071	21,864	7,557	2,245
132,288	0,110	2,309	0,338	0,027	0,426	0,063	0,40	0,00900	0,0182	0,06336	29,778	24,973	7,572	2,367
138,989	0,120	2,426	0,346	0,030	0,448	0,067	0,40	0,00900	0,0182	0,07491	32,485	28,164	7,557	2,482
145,546	0,130	2,540	0,353	0,034	0,469	0,072	0,40	0,00900	0,0182	0,08720	35,192	31,425	7,516	2,589
151,989	0,140	2,653	0,358	0,037	0,490	0,076	0,40	0,00900	0,0182	0,10015	37,899	34,745	7,452	2,689
158,343	0,150	2,764	0,363	0,041	0,510	0,080	0,40	0,00900	0,0182	0,11369	40,606	38,110	7,366	2,783
164,630	0,160	2,873	0,366	0,044	0,531	0,084	0,40	0,00900	0,0182	0,12774	43,313	41,512	7,261	2,871
170,870	0,170	2,982	0,368	0,048	0,551	0,087	0,40	0,00900	0,0182	0,14222	46,021	44,939	7,136	2,953
177,084	0,180	3,091	0,369	0,052	0,571	0,091	0,40	0,00900	0,0182	0,15705	48,728	48,380	6,993	3,029
183,289	0,190	3,199	0,369	0,056	0,591	0,094	0,40	0,00900	0,0182	0,17213	51,435	51,827	6,834	3,099
189,503	0,200	3,307	0,368	0,059	0,611	0,097	0,40	0,00900	0,0182	0,18739	54,142	55,268	6,658	3,164
195,746	0,210	3,416	0,366	0,063	0,631	0,100	0,40	0,00900	0,0182	0,20271	56,849	58,693	6,466	3,223
202,036	0,220	3,526	0,363	0,067	0,651	0,102	0,40	0,00900	0,0182	0,21801	59,556	62,093	6,259	3,276
208,395	0,230	3,637	0,358	0,070	0,672	0,104	0,40	0,00900	0,0182	0,23318	62,263	65,456	6,037	3,324
214,844	0,240	3,750	0,352	0,074	0,693	0,106	0,40	0,00900	0,0182	0,24811	64,970	68,772	5,800	3,366
221,409	0,250	3,864	0,346	0,077	0,714	0,108	0,40	0,00900	0,0182	0,26268	67,677	72,029	5,547	3,403
228,119	0,260	3,981	0,337	0,081	0,735	0,110	0,40	0,00900	0,0182	0,27677	70,384	75,216	5,279	3,433
235,011	0,270	4,102	0,328	0,084	0,758	0,111	0,40	0,00900	0,0182	0,29024	73,091	78,320	4,996	3,458
242,125	0,280	4,226	0,316	0,087	0,781	0,112	0,40	0,00900	0,0182	0,30296	75,799	81,326	4,695	3,476
249,516	0,290	4,355	0,303	0,090	0,804	0,112	0,40	0,00900	0,0182	0,31477	78,506	84,219	4,377	3,487
257,255	0,300	4,490	0,289	0,093	0,829	0,112	0,40	0,00900	0,0182	0,32548	81,213	86,983	4,039	3,491
265,437	0,310	4,633	0,271	0,096	0,856	0,112	0,40	0,00900	0,0182	0,33488	83,920	89,598	3,679	3,487
274,199	0,320	4,786	0,251	0,099	0,884	0,112	0,40	0,00900	0,0182	0,34273	86,627	92,039	3,294	3,474
283,753	0,330	4,952	0,228	0,101	0,915	0,110	0,40	0,00900	0,0182	0,34869	89,334	94,279	2,877	3,451
294,454	0,340	5,139	0,200	0,103	0,949	0,109	0,40	0,00900	0,0182	0,35231	92,041	96,281	2,418	3,414
307,008	0,350	5,358	0,165	0,105	0,990	0,106	0,40	0,00900	0,0182	0,35283	94,748	97,989	1,896	3,360
323,284	0,360	5,642	0,116	0,106	1,042	0,102	0,40	0,00900	0,0182	0,34862	97,455	99,316	1,255	3,275
360,000	0,369	6,283	0,000	0,107	1,161	0,092	0,40	0,00900	0,0182	0,32822	100,000	100,000	0,000	3,063

Tablica C.18. Parametri tečenja sa slobodnim vodnim licem u dionici br. 10 nadmorskog dijela cjevovoda

α [°]	y [m]	α [RAD]	B [m]	A [m ²]	O [m]	R [m]	ϵ (mm)	n	I_0	Q [m ³ /s]	y/D_u [%]	A/A_0 [%]	Fr	V_N [m/s]
37,880	0,010	0,661	0,120	0,001	0,122	0,007	0,40	0,00900	0,0297	0,00054	2,707	0,750	7,222	0,673
53,821	0,020	0,939	0,167	0,002	0,173	0,013	0,40	0,00900	0,0297	0,00239	5,414	2,104	8,891	1,058
66,230	0,030	1,156	0,202	0,004	0,214	0,019	0,40	0,00900	0,0297	0,00565	8,121	3,832	9,940	1,375
76,848	0,040	1,341	0,230	0,006	0,248	0,025	0,40	0,00900	0,0297	0,01034	10,828	5,849	10,677	1,650
86,346	0,050	1,507	0,253	0,009	0,278	0,031	0,40	0,00900	0,0297	0,01648	13,535	8,102	11,218	1,898
95,069	0,060	1,659	0,272	0,011	0,306	0,037	0,40	0,00900	0,0297	0,02401	16,243	10,555	11,619	2,123
103,221	0,070	1,802	0,290	0,014	0,333	0,042	0,40	0,00900	0,0297	0,03291	18,950	13,179	11,912	2,330
110,936	0,080	1,936	0,304	0,017	0,358	0,048	0,40	0,00900	0,0297	0,04312	21,657	15,951	12,120	2,522
118,309	0,090	2,065	0,317	0,020	0,381	0,053	0,40	0,00900	0,0297	0,05457	24,364	18,852	12,257	2,701
125,409	0,100	2,189	0,328	0,023	0,404	0,058	0,40	0,00900	0,0297	0,06720	27,071	21,864	12,333	2,868
132,288	0,110	2,309	0,338	0,027	0,426	0,063	0,40	0,00900	0,0297	0,08094	29,778	24,973	12,356	3,024
138,989	0,120	2,426	0,346	0,030	0,448	0,067	0,40	0,00900	0,0297	0,09569	32,485	28,164	12,332	3,170
145,546	0,130	2,540	0,353	0,034	0,469	0,072	0,40	0,00900	0,0297	0,11139	35,192	31,425	12,265	3,307
151,989	0,140	2,653	0,358	0,037	0,490	0,076	0,40	0,00900	0,0297	0,12793	37,899	34,745	12,161	3,436
158,343	0,150	2,764	0,363	0,041	0,510	0,080	0,40	0,00900	0,0297	0,14523	40,606	38,110	12,021	3,556
164,630	0,160	2,873	0,366	0,044	0,531	0,084	0,40	0,00900	0,0297	0,16318	43,313	41,512	11,848	3,668
170,870	0,170	2,982	0,368	0,048	0,551	0,087	0,40	0,00900	0,0297	0,18168	46,021	44,939	11,645	3,772
177,084	0,180	3,091	0,369	0,052	0,571	0,091	0,40	0,00900	0,0297	0,20062	48,728	48,380	11,412	3,869
183,289	0,190	3,199	0,369	0,056	0,591	0,094	0,40	0,00900	0,0297	0,21989	51,435	51,827	11,152	3,959
189,503	0,200	3,307	0,368	0,059	0,611	0,097	0,40	0,00900	0,0297	0,23938	54,142	55,268	10,865	4,041
195,746	0,210	3,416	0,366	0,063	0,631	0,100	0,40	0,00900	0,0297	0,25896	56,849	58,693	10,552	4,117
202,036	0,220	3,526	0,363	0,067	0,651	0,102	0,40	0,00900	0,0297	0,27850	59,556	62,093	10,215	4,185
208,395	0,230	3,637	0,358	0,070	0,672	0,104	0,40	0,00900	0,0297	0,29788	62,263	65,456	9,852	4,246
214,844	0,240	3,750	0,352	0,074	0,693	0,106	0,40	0,00900	0,0297	0,31694	64,970	68,772	9,465	4,300
221,409	0,250	3,864	0,346	0,077	0,714	0,108	0,40	0,00900	0,0297	0,33556	67,677	72,029	9,053	4,347
228,119	0,260	3,981	0,337	0,081	0,735	0,110	0,40	0,00900	0,0297	0,35355	70,384	75,216	8,615	4,386
235,011	0,270	4,102	0,328	0,084	0,758	0,111	0,40	0,00900	0,0297	0,37077	73,091	78,320	8,152	4,417
242,125	0,280	4,226	0,316	0,087	0,781	0,112	0,40	0,00900	0,0297	0,38702	75,799	81,326	7,662	4,440
249,516	0,290	4,355	0,303	0,090	0,804	0,112	0,40	0,00900	0,0297	0,40210	78,506	84,219	7,142	4,455
257,255	0,300	4,490	0,289	0,093	0,829	0,112	0,40	0,00900	0,0297	0,41578	81,213	86,983	6,591	4,460
265,437	0,310	4,633	0,271	0,096	0,856	0,112	0,40	0,00900	0,0297	0,42779	83,920	89,598	6,004	4,455
274,199	0,320	4,786	0,251	0,099	0,884	0,112	0,40	0,00900	0,0297	0,43781	86,627	92,039	5,375	4,438
283,753	0,330	4,952	0,228	0,101	0,915	0,110	0,40	0,00900	0,0297	0,44543	89,334	94,279	4,695	4,408
294,454	0,340	5,139	0,200	0,103	0,949	0,109	0,40	0,00900	0,0297	0,45005	92,041	96,281	3,946	4,362
307,008	0,350	5,358	0,165	0,105	0,990	0,106	0,40	0,00900	0,0297	0,45072	94,748	97,989	3,094	4,292
323,284	0,360	5,642	0,116	0,106	1,042	0,102	0,40	0,00900	0,0297	0,44534	97,455	99,316	2,048	4,184
360,000	0,369	6,283	0,000	0,107	1,161	0,092	0,40	0,00900	0,0297	0,41929	100,000	100,000	0,000	3,912

Tablica C.19. Parametri tečenja sa slobodnim vodnim licem u dionici br. 9 nadmorskog dijela cjevovoda

α [°]	y [m]	α [RAD]	B [m]	A [m ²]	O [m]	R [m]	ϵ (mm)	n	I_0	Q [m ³ /s]	y/D_u [%]	A/A_0 [%]	Fr	V_N [m/s]
37,880	0,010	0,661	0,120	0,001	0,122	0,007	0,40	0,00900	0,0473	0,00068	2,707	0,750	11,501	0,849
53,821	0,020	0,939	0,167	0,002	0,173	0,013	0,40	0,00900	0,0473	0,00301	5,414	2,104	14,160	1,336
66,230	0,030	1,156	0,202	0,004	0,214	0,019	0,40	0,00900	0,0473	0,00712	8,121	3,832	15,830	1,735
76,848	0,040	1,341	0,230	0,006	0,248	0,025	0,40	0,00900	0,0473	0,01305	10,828	5,849	17,004	2,083
86,346	0,050	1,507	0,253	0,009	0,278	0,031	0,40	0,00900	0,0473	0,02079	13,535	8,102	17,866	2,395
95,069	0,060	1,659	0,272	0,011	0,306	0,037	0,40	0,00900	0,0473	0,03030	16,243	10,555	18,504	2,679
103,221	0,070	1,802	0,290	0,014	0,333	0,042	0,40	0,00900	0,0473	0,04153	18,950	13,179	18,972	2,940
110,936	0,080	1,936	0,304	0,017	0,358	0,048	0,40	0,00900	0,0473	0,05441	21,657	15,951	19,303	3,183
118,309	0,090	2,065	0,317	0,020	0,381	0,053	0,40	0,00900	0,0473	0,06887	24,364	18,852	19,520	3,409
125,409	0,100	2,189	0,328	0,023	0,404	0,058	0,40	0,00900	0,0473	0,08481	27,071	21,864	19,641	3,619
132,288	0,110	2,309	0,338	0,027	0,426	0,063	0,40	0,00900	0,0473	0,10214	29,778	24,973	19,678	3,816
138,989	0,120	2,426	0,346	0,030	0,448	0,067	0,40	0,00900	0,0473	0,12076	32,485	28,164	19,639	4,001
145,546	0,130	2,540	0,353	0,034	0,469	0,072	0,40	0,00900	0,0473	0,14057	35,192	31,425	19,534	4,174
151,989	0,140	2,653	0,358	0,037	0,490	0,076	0,40	0,00900	0,0473	0,16145	37,899	34,745	19,367	4,336
158,343	0,150	2,764	0,363	0,041	0,510	0,080	0,40	0,00900	0,0473	0,18328	40,606	38,110	19,144	4,487
164,630	0,160	2,873	0,366	0,044	0,531	0,084	0,40	0,00900	0,0473	0,20593	43,313	41,512	18,869	4,629
170,870	0,170	2,982	0,368	0,048	0,551	0,087	0,40	0,00900	0,0473	0,22927	46,021	44,939	18,545	4,760
177,084	0,180	3,091	0,369	0,052	0,571	0,091	0,40	0,00900	0,0473	0,25318	48,728	48,380	18,175	4,883
183,289	0,190	3,199	0,369	0,056	0,591	0,094	0,40	0,00900	0,0473	0,27750	51,435	51,827	17,760	4,996
189,503	0,200	3,307	0,368	0,059	0,611	0,097	0,40	0,00900	0,0473	0,30209	54,142	55,268	17,304	5,100
195,746	0,210	3,416	0,366	0,063	0,631	0,100	0,40	0,00900	0,0473	0,32680	56,849	58,693	16,806	5,195
202,036	0,220	3,526	0,363	0,067	0,651	0,102	0,40	0,00900	0,0473	0,35146	59,556	62,093	16,268	5,281
208,395	0,230	3,637	0,358	0,070	0,672	0,104	0,40	0,00900	0,0473	0,37591	62,263	65,456	15,690	5,359
214,844	0,240	3,750	0,352	0,074	0,693	0,106	0,40	0,00900	0,0473	0,39998	64,970	68,772	15,073	5,427
221,409	0,250	3,864	0,346	0,077	0,714	0,108	0,40	0,00900	0,0473	0,42346	67,677	72,029	14,417	5,486
228,119	0,260	3,981	0,337	0,081	0,735	0,110	0,40	0,00900	0,0473	0,44618	70,384	75,216	13,721	5,535
235,011	0,270	4,102	0,328	0,084	0,758	0,111	0,40	0,00900	0,0473	0,46790	73,091	78,320	12,983	5,574
242,125	0,280	4,226	0,316	0,087	0,781	0,112	0,40	0,00900	0,0473	0,48841	75,799	81,326	12,202	5,604
249,516	0,290	4,355	0,303	0,090	0,804	0,112	0,40	0,00900	0,0473	0,50744	78,506	84,219	11,375	5,622
257,255	0,300	4,490	0,289	0,093	0,829	0,112	0,40	0,00900	0,0473	0,52470	81,213	86,983	10,497	5,629
265,437	0,310	4,633	0,271	0,096	0,856	0,112	0,40	0,00900	0,0473	0,53986	83,920	89,598	9,562	5,622
274,199	0,320	4,786	0,251	0,099	0,884	0,112	0,40	0,00900	0,0473	0,55251	86,627	92,039	8,561	5,601
283,753	0,330	4,952	0,228	0,101	0,915	0,110	0,40	0,00900	0,0473	0,56212	89,334	94,279	7,477	5,563
294,454	0,340	5,139	0,200	0,103	0,949	0,109	0,40	0,00900	0,0473	0,56796	92,041	96,281	6,284	5,504
307,008	0,350	5,358	0,165	0,105	0,990	0,106	0,40	0,00900	0,0473	0,56880	94,748	97,989	4,927	5,416
323,284	0,360	5,642	0,116	0,106	1,042	0,102	0,40	0,00900	0,0473	0,56201	97,455	99,316	3,262	5,280
360,000	0,369	6,283	0,000	0,107	1,161	0,092	0,40	0,00900	0,0473	0,52913	100,000	100,000	0,000	4,937

Tablica C.20. Parametri tečenja sa slobodnim vodnim licem u dionici br. 8 nadmorskog dijela cjevovoda

α [°]	y [m]	α [RAD]	B [m]	A [m ²]	O [m]	R [m]	ϵ (mm)	n	I_0	Q [m ³ /s]	y/D_u [%]	A/A_0 [%]	Fr	V_N [m/s]
37,880	0,010	0,661	0,120	0,001	0,122	0,007	0,40	0,00900	0,0202	0,00045	2,707	0,750	4,912	0,555
53,821	0,020	0,939	0,167	0,002	0,173	0,013	0,40	0,00900	0,0202	0,00197	5,414	2,104	6,047	0,873
66,230	0,030	1,156	0,202	0,004	0,214	0,019	0,40	0,00900	0,0202	0,00466	8,121	3,832	6,760	1,134
76,848	0,040	1,341	0,230	0,006	0,248	0,025	0,40	0,00900	0,0202	0,00853	10,828	5,849	7,262	1,361
86,346	0,050	1,507	0,253	0,009	0,278	0,031	0,40	0,00900	0,0202	0,01359	13,535	8,102	7,630	1,565
95,069	0,060	1,659	0,272	0,011	0,306	0,037	0,40	0,00900	0,0202	0,01980	16,243	10,555	7,902	1,751
103,221	0,070	1,802	0,290	0,014	0,333	0,042	0,40	0,00900	0,0202	0,02714	18,950	13,179	8,102	1,922
110,936	0,080	1,936	0,304	0,017	0,358	0,048	0,40	0,00900	0,0202	0,03556	21,657	15,951	8,243	2,080
118,309	0,090	2,065	0,317	0,020	0,381	0,053	0,40	0,00900	0,0202	0,04500	24,364	18,852	8,336	2,227
125,409	0,100	2,189	0,328	0,023	0,404	0,058	0,40	0,00900	0,0202	0,05542	27,071	21,864	8,388	2,365
132,288	0,110	2,309	0,338	0,027	0,426	0,063	0,40	0,00900	0,0202	0,06675	29,778	24,973	8,404	2,494
138,989	0,120	2,426	0,346	0,030	0,448	0,067	0,40	0,00900	0,0202	0,07892	32,485	28,164	8,387	2,615
145,546	0,130	2,540	0,353	0,034	0,469	0,072	0,40	0,00900	0,0202	0,09186	35,192	31,425	8,342	2,728
151,989	0,140	2,653	0,358	0,037	0,490	0,076	0,40	0,00900	0,0202	0,10551	37,899	34,745	8,271	2,833
158,343	0,150	2,764	0,363	0,041	0,510	0,080	0,40	0,00900	0,0202	0,11977	40,606	38,110	8,176	2,932
164,630	0,160	2,873	0,366	0,044	0,531	0,084	0,40	0,00900	0,0202	0,13457	43,313	41,512	8,058	3,025
170,870	0,170	2,982	0,368	0,048	0,551	0,087	0,40	0,00900	0,0202	0,14983	46,021	44,939	7,920	3,111
177,084	0,180	3,091	0,369	0,052	0,571	0,091	0,40	0,00900	0,0202	0,16545	48,728	48,380	7,762	3,191
183,289	0,190	3,199	0,369	0,056	0,591	0,094	0,40	0,00900	0,0202	0,18135	51,435	51,827	7,585	3,265
189,503	0,200	3,307	0,368	0,059	0,611	0,097	0,40	0,00900	0,0202	0,19742	54,142	55,268	7,390	3,333
195,746	0,210	3,416	0,366	0,063	0,631	0,100	0,40	0,00900	0,0202	0,21356	56,849	58,693	7,177	3,395
202,036	0,220	3,526	0,363	0,067	0,651	0,102	0,40	0,00900	0,0202	0,22968	59,556	62,093	6,947	3,451
208,395	0,230	3,637	0,358	0,070	0,672	0,104	0,40	0,00900	0,0202	0,24566	62,263	65,456	6,701	3,502
214,844	0,240	3,750	0,352	0,074	0,693	0,106	0,40	0,00900	0,0202	0,26138	64,970	68,772	6,437	3,546
221,409	0,250	3,864	0,346	0,077	0,714	0,108	0,40	0,00900	0,0202	0,27673	67,677	72,029	6,157	3,585
228,119	0,260	3,981	0,337	0,081	0,735	0,110	0,40	0,00900	0,0202	0,29158	70,384	75,216	5,860	3,617
235,011	0,270	4,102	0,328	0,084	0,758	0,111	0,40	0,00900	0,0202	0,30578	73,091	78,320	5,545	3,643
242,125	0,280	4,226	0,316	0,087	0,781	0,112	0,40	0,00900	0,0202	0,31918	75,799	81,326	5,211	3,662
249,516	0,290	4,355	0,303	0,090	0,804	0,112	0,40	0,00900	0,0202	0,33161	78,506	84,219	4,858	3,674
257,255	0,300	4,490	0,289	0,093	0,829	0,112	0,40	0,00900	0,0202	0,34289	81,213	86,983	4,483	3,678
265,437	0,310	4,633	0,271	0,096	0,856	0,112	0,40	0,00900	0,0202	0,35280	83,920	89,598	4,084	3,674
274,199	0,320	4,786	0,251	0,099	0,884	0,112	0,40	0,00900	0,0202	0,36107	86,627	92,039	3,656	3,660
283,753	0,330	4,952	0,228	0,101	0,915	0,110	0,40	0,00900	0,0202	0,36735	89,334	94,279	3,193	3,636
294,454	0,340	5,139	0,200	0,103	0,949	0,109	0,40	0,00900	0,0202	0,37116	92,041	96,281	2,684	3,597
307,008	0,350	5,358	0,165	0,105	0,990	0,106	0,40	0,00900	0,0202	0,37171	94,748	97,989	2,104	3,540
323,284	0,360	5,642	0,116	0,106	1,042	0,102	0,40	0,00900	0,0202	0,36727	97,455	99,316	1,393	3,451
360,000	0,369	6,283	0,000	0,107	1,161	0,092	0,40	0,00900	0,0202	0,34579	100,000	100,000	0,000	3,226

Tablica C.21. Parametri tečenja sa slobodnim vodnim licem u dionici br. 7 nadmorskog dijela cjevovoda

α [°]	y [m]	α [RAD]	B [m]	A [m ²]	O [m]	R [m]	ϵ (mm)	n	I_0	Q [m ³ /s]	y/D_u [%]	A/A_0 [%]	Fr	V_N [m/s]
37,880	0,010	0,661	0,120	0,001	0,122	0,007	0,40	0,00900	0,0222	0,00047	2,707	0,750	5,398	0,581
53,821	0,020	0,939	0,167	0,002	0,173	0,013	0,40	0,00900	0,0222	0,00206	5,414	2,104	6,646	0,915
66,230	0,030	1,156	0,202	0,004	0,214	0,019	0,40	0,00900	0,0222	0,00488	8,121	3,832	7,430	1,188
76,848	0,040	1,341	0,230	0,006	0,248	0,025	0,40	0,00900	0,0222	0,00894	10,828	5,849	7,981	1,427
86,346	0,050	1,507	0,253	0,009	0,278	0,031	0,40	0,00900	0,0222	0,01424	13,535	8,102	8,385	1,641
95,069	0,060	1,659	0,272	0,011	0,306	0,037	0,40	0,00900	0,0222	0,02076	16,243	10,555	8,685	1,835
103,221	0,070	1,802	0,290	0,014	0,333	0,042	0,40	0,00900	0,0222	0,02845	18,950	13,179	8,904	2,014
110,936	0,080	1,936	0,304	0,017	0,358	0,048	0,40	0,00900	0,0222	0,03728	21,657	15,951	9,060	2,181
118,309	0,090	2,065	0,317	0,020	0,381	0,053	0,40	0,00900	0,0222	0,04718	24,364	18,852	9,162	2,335
125,409	0,100	2,189	0,328	0,023	0,404	0,058	0,40	0,00900	0,0222	0,05810	27,071	21,864	9,218	2,479
132,288	0,110	2,309	0,338	0,027	0,426	0,063	0,40	0,00900	0,0222	0,06997	29,778	24,973	9,236	2,615
138,989	0,120	2,426	0,346	0,030	0,448	0,067	0,40	0,00900	0,0222	0,08273	32,485	28,164	9,218	2,741
145,546	0,130	2,540	0,353	0,034	0,469	0,072	0,40	0,00900	0,0222	0,09630	35,192	31,425	9,168	2,859
151,989	0,140	2,653	0,358	0,037	0,490	0,076	0,40	0,00900	0,0222	0,11061	37,899	34,745	9,090	2,970
158,343	0,150	2,764	0,363	0,041	0,510	0,080	0,40	0,00900	0,0222	0,12556	40,606	38,110	8,985	3,074
164,630	0,160	2,873	0,366	0,044	0,531	0,084	0,40	0,00900	0,0222	0,14108	43,313	41,512	8,856	3,171
170,870	0,170	2,982	0,368	0,048	0,551	0,087	0,40	0,00900	0,0222	0,15707	46,021	44,939	8,704	3,261
177,084	0,180	3,091	0,369	0,052	0,571	0,091	0,40	0,00900	0,0222	0,17345	48,728	48,380	8,530	3,345
183,289	0,190	3,199	0,369	0,056	0,591	0,094	0,40	0,00900	0,0222	0,19011	51,435	51,827	8,336	3,423
189,503	0,200	3,307	0,368	0,059	0,611	0,097	0,40	0,00900	0,0222	0,20696	54,142	55,268	8,121	3,494
195,746	0,210	3,416	0,366	0,063	0,631	0,100	0,40	0,00900	0,0222	0,22389	56,849	58,693	7,888	3,559
202,036	0,220	3,526	0,363	0,067	0,651	0,102	0,40	0,00900	0,0222	0,24078	59,556	62,093	7,635	3,618
208,395	0,230	3,637	0,358	0,070	0,672	0,104	0,40	0,00900	0,0222	0,25753	62,263	65,456	7,364	3,671
214,844	0,240	3,750	0,352	0,074	0,693	0,106	0,40	0,00900	0,0222	0,27402	64,970	68,772	7,075	3,718
221,409	0,250	3,864	0,346	0,077	0,714	0,108	0,40	0,00900	0,0222	0,29011	67,677	72,029	6,767	3,758
228,119	0,260	3,981	0,337	0,081	0,735	0,110	0,40	0,00900	0,0222	0,30567	70,384	75,216	6,440	3,792
235,011	0,270	4,102	0,328	0,084	0,758	0,111	0,40	0,00900	0,0222	0,32056	73,091	78,320	6,094	3,819
242,125	0,280	4,226	0,316	0,087	0,781	0,112	0,40	0,00900	0,0222	0,33460	75,799	81,326	5,727	3,839
249,516	0,290	4,355	0,303	0,090	0,804	0,112	0,40	0,00900	0,0222	0,34764	78,506	84,219	5,339	3,852
257,255	0,300	4,490	0,289	0,093	0,829	0,112	0,40	0,00900	0,0222	0,35947	81,213	86,983	4,927	3,856
265,437	0,310	4,633	0,271	0,096	0,856	0,112	0,40	0,00900	0,0222	0,36985	83,920	89,598	4,488	3,852
274,199	0,320	4,786	0,251	0,099	0,884	0,112	0,40	0,00900	0,0222	0,37852	86,627	92,039	4,018	3,837
283,753	0,330	4,952	0,228	0,101	0,915	0,110	0,40	0,00900	0,0222	0,38510	89,334	94,279	3,509	3,811
294,454	0,340	5,139	0,200	0,103	0,949	0,109	0,40	0,00900	0,0222	0,38910	92,041	96,281	2,949	3,771
307,008	0,350	5,358	0,165	0,105	0,990	0,106	0,40	0,00900	0,0222	0,38968	94,748	97,989	2,313	3,711
323,284	0,360	5,642	0,116	0,106	1,042	0,102	0,40	0,00900	0,0222	0,38502	97,455	99,316	1,531	3,617
360,000	0,369	6,283	0,000	0,107	1,161	0,092	0,40	0,00900	0,0222	0,36250	100,000	100,000	0,000	3,382

Tablica C.22. Parametri tečenja sa slobodnim vodnim licem u dionici br. 6 nadmorskog dijela cjevovoda

α [°]	y [m]	α [RAD]	B [m]	A [m ²]	O [m]	R [m]	ϵ (mm)	n	I_0	Q [m ³ /s]	y/D_u [%]	A/A_0 [%]	Fr	V_N [m/s]
37,880	0,010	0,661	0,120	0,001	0,122	0,007	0,40	0,00900	0,0395	0,00062	2,707	0,750	9,605	0,776
53,821	0,020	0,939	0,167	0,002	0,173	0,013	0,40	0,00900	0,0395	0,00275	5,414	2,104	11,825	1,221
66,230	0,030	1,156	0,202	0,004	0,214	0,019	0,40	0,00900	0,0395	0,00651	8,121	3,832	13,219	1,585
76,848	0,040	1,341	0,230	0,006	0,248	0,025	0,40	0,00900	0,0395	0,01193	10,828	5,849	14,200	1,903
86,346	0,050	1,507	0,253	0,009	0,278	0,031	0,40	0,00900	0,0395	0,01900	13,535	8,102	14,920	2,188
95,069	0,060	1,659	0,272	0,011	0,306	0,037	0,40	0,00900	0,0395	0,02769	16,243	10,555	15,453	2,448
103,221	0,070	1,802	0,290	0,014	0,333	0,042	0,40	0,00900	0,0395	0,03795	18,950	13,179	15,843	2,687
110,936	0,080	1,936	0,304	0,017	0,358	0,048	0,40	0,00900	0,0395	0,04972	21,657	15,951	16,120	2,909
118,309	0,090	2,065	0,317	0,020	0,381	0,053	0,40	0,00900	0,0395	0,06293	24,364	18,852	16,301	3,115
125,409	0,100	2,189	0,328	0,023	0,404	0,058	0,40	0,00900	0,0395	0,07750	27,071	21,864	16,402	3,307
132,288	0,110	2,309	0,338	0,027	0,426	0,063	0,40	0,00900	0,0395	0,09334	29,778	24,973	16,433	3,487
138,989	0,120	2,426	0,346	0,030	0,448	0,067	0,40	0,00900	0,0395	0,11036	32,485	28,164	16,401	3,656
145,546	0,130	2,540	0,353	0,034	0,469	0,072	0,40	0,00900	0,0395	0,12846	35,192	31,425	16,313	3,814
151,989	0,140	2,653	0,358	0,037	0,490	0,076	0,40	0,00900	0,0395	0,14754	37,899	34,745	16,174	3,962
158,343	0,150	2,764	0,363	0,041	0,510	0,080	0,40	0,00900	0,0395	0,16748	40,606	38,110	15,987	4,101
164,630	0,160	2,873	0,366	0,044	0,531	0,084	0,40	0,00900	0,0395	0,18818	43,313	41,512	15,758	4,230
170,870	0,170	2,982	0,368	0,048	0,551	0,087	0,40	0,00900	0,0395	0,20952	46,021	44,939	15,487	4,350
177,084	0,180	3,091	0,369	0,052	0,571	0,091	0,40	0,00900	0,0395	0,23136	48,728	48,380	15,178	4,462
183,289	0,190	3,199	0,369	0,056	0,591	0,094	0,40	0,00900	0,0395	0,25359	51,435	51,827	14,832	4,566
189,503	0,200	3,307	0,368	0,059	0,611	0,097	0,40	0,00900	0,0395	0,27606	54,142	55,268	14,450	4,661
195,746	0,210	3,416	0,366	0,063	0,631	0,100	0,40	0,00900	0,0395	0,29864	56,849	58,693	14,034	4,748
202,036	0,220	3,526	0,363	0,067	0,651	0,102	0,40	0,00900	0,0395	0,32118	59,556	62,093	13,585	4,826
208,395	0,230	3,637	0,358	0,070	0,672	0,104	0,40	0,00900	0,0395	0,34352	62,263	65,456	13,103	4,897
214,844	0,240	3,750	0,352	0,074	0,693	0,106	0,40	0,00900	0,0395	0,36551	64,970	68,772	12,588	4,959
221,409	0,250	3,864	0,346	0,077	0,714	0,108	0,40	0,00900	0,0395	0,38698	67,677	72,029	12,040	5,013
228,119	0,260	3,981	0,337	0,081	0,735	0,110	0,40	0,00900	0,0395	0,40773	70,384	75,216	11,458	5,058
235,011	0,270	4,102	0,328	0,084	0,758	0,111	0,40	0,00900	0,0395	0,42759	73,091	78,320	10,842	5,094
242,125	0,280	4,226	0,316	0,087	0,781	0,112	0,40	0,00900	0,0395	0,44633	75,799	81,326	10,190	5,121
249,516	0,290	4,355	0,303	0,090	0,804	0,112	0,40	0,00900	0,0395	0,46372	78,506	84,219	9,499	5,138
257,255	0,300	4,490	0,289	0,093	0,829	0,112	0,40	0,00900	0,0395	0,47949	81,213	86,983	8,766	5,144
265,437	0,310	4,633	0,271	0,096	0,856	0,112	0,40	0,00900	0,0395	0,49335	83,920	89,598	7,985	5,138
274,199	0,320	4,786	0,251	0,099	0,884	0,112	0,40	0,00900	0,0395	0,50491	86,627	92,039	7,149	5,119
283,753	0,330	4,952	0,228	0,101	0,915	0,110	0,40	0,00900	0,0395	0,51369	89,334	94,279	6,244	5,084
294,454	0,340	5,139	0,200	0,103	0,949	0,109	0,40	0,00900	0,0395	0,51902	92,041	96,281	5,248	5,030
307,008	0,350	5,358	0,165	0,105	0,990	0,106	0,40	0,00900	0,0395	0,51979	94,748	97,989	4,115	4,950
323,284	0,360	5,642	0,116	0,106	1,042	0,102	0,40	0,00900	0,0395	0,51358	97,455	99,316	2,724	4,825
360,000	0,369	6,283	0,000	0,107	1,161	0,092	0,40	0,00900	0,0395	0,48354	100,000	100,000	0,000	4,512

Tablica C.23. Parametri tečenja sa slobodnim vodnim licem u dionici br. 5 nadmorskog dijela cjevovoda

α [°]	y [m]	α [RAD]	B [m]	A [m ²]	O [m]	R [m]	ϵ (mm)	n	I_0	Q [m ³ /s]	y/D_u [%]	A/A_0 [%]	Fr	V_N [m/s]
37,880	0,010	0,661	0,120	0,001	0,122	0,007	0,40	0,00900	0,0245	0,00049	2,707	0,750	5,957	0,611
53,821	0,020	0,939	0,167	0,002	0,173	0,013	0,40	0,00900	0,0245	0,00217	5,414	2,104	7,334	0,961
66,230	0,030	1,156	0,202	0,004	0,214	0,019	0,40	0,00900	0,0245	0,00513	8,121	3,832	8,199	1,249
76,848	0,040	1,341	0,230	0,006	0,248	0,025	0,40	0,00900	0,0245	0,00940	10,828	5,849	8,808	1,499
86,346	0,050	1,507	0,253	0,009	0,278	0,031	0,40	0,00900	0,0245	0,01496	13,535	8,102	9,254	1,723
95,069	0,060	1,659	0,272	0,011	0,306	0,037	0,40	0,00900	0,0245	0,02181	16,243	10,555	9,584	1,928
103,221	0,070	1,802	0,290	0,014	0,333	0,042	0,40	0,00900	0,0245	0,02989	18,950	13,179	9,827	2,116
110,936	0,080	1,936	0,304	0,017	0,358	0,048	0,40	0,00900	0,0245	0,03916	21,657	15,951	9,998	2,291
118,309	0,090	2,065	0,317	0,020	0,381	0,053	0,40	0,00900	0,0245	0,04956	24,364	18,852	10,111	2,453
125,409	0,100	2,189	0,328	0,023	0,404	0,058	0,40	0,00900	0,0245	0,06104	27,071	21,864	10,174	2,605
132,288	0,110	2,309	0,338	0,027	0,426	0,063	0,40	0,00900	0,0245	0,07351	29,778	24,973	10,192	2,747
138,989	0,120	2,426	0,346	0,030	0,448	0,067	0,40	0,00900	0,0245	0,08691	32,485	28,164	10,173	2,879
145,546	0,130	2,540	0,353	0,034	0,469	0,072	0,40	0,00900	0,0245	0,10117	35,192	31,425	10,118	3,004
151,989	0,140	2,653	0,358	0,037	0,490	0,076	0,40	0,00900	0,0245	0,11620	37,899	34,745	10,032	3,120
158,343	0,150	2,764	0,363	0,041	0,510	0,080	0,40	0,00900	0,0245	0,13190	40,606	38,110	9,916	3,229
164,630	0,160	2,873	0,366	0,044	0,531	0,084	0,40	0,00900	0,0245	0,14821	43,313	41,512	9,774	3,331
170,870	0,170	2,982	0,368	0,048	0,551	0,087	0,40	0,00900	0,0245	0,16501	46,021	44,939	9,606	3,426
177,084	0,180	3,091	0,369	0,052	0,571	0,091	0,40	0,00900	0,0245	0,18221	48,728	48,380	9,414	3,514
183,289	0,190	3,199	0,369	0,056	0,591	0,094	0,40	0,00900	0,0245	0,19972	51,435	51,827	9,199	3,596
189,503	0,200	3,307	0,368	0,059	0,611	0,097	0,40	0,00900	0,0245	0,21741	54,142	55,268	8,963	3,671
195,746	0,210	3,416	0,366	0,063	0,631	0,100	0,40	0,00900	0,0245	0,23520	56,849	58,693	8,705	3,739
202,036	0,220	3,526	0,363	0,067	0,651	0,102	0,40	0,00900	0,0245	0,25295	59,556	62,093	8,426	3,801
208,395	0,230	3,637	0,358	0,070	0,672	0,104	0,40	0,00900	0,0245	0,27055	62,263	65,456	8,127	3,857
214,844	0,240	3,750	0,352	0,074	0,693	0,106	0,40	0,00900	0,0245	0,28786	64,970	68,772	7,808	3,906
221,409	0,250	3,864	0,346	0,077	0,714	0,108	0,40	0,00900	0,0245	0,30477	67,677	72,029	7,468	3,948
228,119	0,260	3,981	0,337	0,081	0,735	0,110	0,40	0,00900	0,0245	0,32112	70,384	75,216	7,107	3,984
235,011	0,270	4,102	0,328	0,084	0,758	0,111	0,40	0,00900	0,0245	0,33675	73,091	78,320	6,725	4,012
242,125	0,280	4,226	0,316	0,087	0,781	0,112	0,40	0,00900	0,0245	0,35151	75,799	81,326	6,320	4,033
249,516	0,290	4,355	0,303	0,090	0,804	0,112	0,40	0,00900	0,0245	0,36521	78,506	84,219	5,892	4,046
257,255	0,300	4,490	0,289	0,093	0,829	0,112	0,40	0,00900	0,0245	0,37763	81,213	86,983	5,437	4,051
265,437	0,310	4,633	0,271	0,096	0,856	0,112	0,40	0,00900	0,0245	0,38854	83,920	89,598	4,953	4,046
274,199	0,320	4,786	0,251	0,099	0,884	0,112	0,40	0,00900	0,0245	0,39764	86,627	92,039	4,434	4,031
283,753	0,330	4,952	0,228	0,101	0,915	0,110	0,40	0,00900	0,0245	0,40456	89,334	94,279	3,873	4,004
294,454	0,340	5,139	0,200	0,103	0,949	0,109	0,40	0,00900	0,0245	0,40876	92,041	96,281	3,255	3,961
307,008	0,350	5,358	0,165	0,105	0,990	0,106	0,40	0,00900	0,0245	0,40937	94,748	97,989	2,552	3,898
323,284	0,360	5,642	0,116	0,106	1,042	0,102	0,40	0,00900	0,0245	0,40448	97,455	99,316	1,689	3,800
360,000	0,369	6,283	0,000	0,107	1,161	0,092	0,40	0,00900	0,0245	0,38082	100,000	100,000	0,000	3,553

Tablica C.24. Parametri tečenja sa slobodnim vodnim licem u dionici br. 4 nadmorskog dijela cjevovoda

α [°]	y [m]	α [RAD]	B [m]	A [m ²]	O [m]	R [m]	ϵ (mm)	n	I_0	Q [m ³ /s]	y/D_u [%]	A/A_0 [%]	Fr	V_N [m/s]
37,880	0,010	0,661	0,120	0,001	0,122	0,007	0,40	0,00900	0,0306	0,00055	2,707	0,750	7,441	0,683
53,821	0,020	0,939	0,167	0,002	0,173	0,013	0,40	0,00900	0,0306	0,00242	5,414	2,104	9,161	1,074
66,230	0,030	1,156	0,202	0,004	0,214	0,019	0,40	0,00900	0,0306	0,00573	8,121	3,832	10,241	1,395
76,848	0,040	1,341	0,230	0,006	0,248	0,025	0,40	0,00900	0,0306	0,01050	10,828	5,849	11,001	1,675
86,346	0,050	1,507	0,253	0,009	0,278	0,031	0,40	0,00900	0,0306	0,01672	13,535	8,102	11,558	1,926
95,069	0,060	1,659	0,272	0,011	0,306	0,037	0,40	0,00900	0,0306	0,02437	16,243	10,555	11,971	2,155
103,221	0,070	1,802	0,290	0,014	0,333	0,042	0,40	0,00900	0,0306	0,03340	18,950	13,179	12,273	2,365
110,936	0,080	1,936	0,304	0,017	0,358	0,048	0,40	0,00900	0,0306	0,04376	21,657	15,951	12,488	2,560
118,309	0,090	2,065	0,317	0,020	0,381	0,053	0,40	0,00900	0,0306	0,05539	24,364	18,852	12,628	2,742
125,409	0,100	2,189	0,328	0,023	0,404	0,058	0,40	0,00900	0,0306	0,06821	27,071	21,864	12,707	2,911
132,288	0,110	2,309	0,338	0,027	0,426	0,063	0,40	0,00900	0,0306	0,08215	29,778	24,973	12,730	3,070
138,989	0,120	2,426	0,346	0,030	0,448	0,067	0,40	0,00900	0,0306	0,09713	32,485	28,164	12,705	3,218
145,546	0,130	2,540	0,353	0,034	0,469	0,072	0,40	0,00900	0,0306	0,11307	35,192	31,425	12,637	3,357
151,989	0,140	2,653	0,358	0,037	0,490	0,076	0,40	0,00900	0,0306	0,12986	37,899	34,745	12,529	3,487
158,343	0,150	2,764	0,363	0,041	0,510	0,080	0,40	0,00900	0,0306	0,14741	40,606	38,110	12,385	3,609
164,630	0,160	2,873	0,366	0,044	0,531	0,084	0,40	0,00900	0,0306	0,16563	43,313	41,512	12,207	3,723
170,870	0,170	2,982	0,368	0,048	0,551	0,087	0,40	0,00900	0,0306	0,18441	46,021	44,939	11,998	3,829
177,084	0,180	3,091	0,369	0,052	0,571	0,091	0,40	0,00900	0,0306	0,20364	48,728	48,380	11,758	3,927
183,289	0,190	3,199	0,369	0,056	0,591	0,094	0,40	0,00900	0,0306	0,22320	51,435	51,827	11,490	4,018
189,503	0,200	3,307	0,368	0,059	0,611	0,097	0,40	0,00900	0,0306	0,24298	54,142	55,268	11,194	4,102
195,746	0,210	3,416	0,366	0,063	0,631	0,100	0,40	0,00900	0,0306	0,26285	56,849	58,693	10,872	4,179
202,036	0,220	3,526	0,363	0,067	0,651	0,102	0,40	0,00900	0,0306	0,28269	59,556	62,093	10,524	4,248
208,395	0,230	3,637	0,358	0,070	0,672	0,104	0,40	0,00900	0,0306	0,30236	62,263	65,456	10,150	4,310
214,844	0,240	3,750	0,352	0,074	0,693	0,106	0,40	0,00900	0,0306	0,32171	64,970	68,772	9,751	4,365
221,409	0,250	3,864	0,346	0,077	0,714	0,108	0,40	0,00900	0,0306	0,34060	67,677	72,029	9,327	4,412
228,119	0,260	3,981	0,337	0,081	0,735	0,110	0,40	0,00900	0,0306	0,35887	70,384	75,216	8,876	4,452
235,011	0,270	4,102	0,328	0,084	0,758	0,111	0,40	0,00900	0,0306	0,37635	73,091	78,320	8,399	4,484
242,125	0,280	4,226	0,316	0,087	0,781	0,112	0,40	0,00900	0,0306	0,39284	75,799	81,326	7,894	4,507
249,516	0,290	4,355	0,303	0,090	0,804	0,112	0,40	0,00900	0,0306	0,40815	78,506	84,219	7,359	4,522
257,255	0,300	4,490	0,289	0,093	0,829	0,112	0,40	0,00900	0,0306	0,42203	81,213	86,983	6,791	4,527
265,437	0,310	4,633	0,271	0,096	0,856	0,112	0,40	0,00900	0,0306	0,43422	83,920	89,598	6,186	4,522
274,199	0,320	4,786	0,251	0,099	0,884	0,112	0,40	0,00900	0,0306	0,44440	86,627	92,039	5,538	4,505
283,753	0,330	4,952	0,228	0,101	0,915	0,110	0,40	0,00900	0,0306	0,45213	89,334	94,279	4,837	4,475
294,454	0,340	5,139	0,200	0,103	0,949	0,109	0,40	0,00900	0,0306	0,45682	92,041	96,281	4,065	4,427
307,008	0,350	5,358	0,165	0,105	0,990	0,106	0,40	0,00900	0,0306	0,45750	94,748	97,989	3,188	4,356
323,284	0,360	5,642	0,116	0,106	1,042	0,102	0,40	0,00900	0,0306	0,45203	97,455	99,316	2,110	4,247
360,000	0,369	6,283	0,000	0,107	1,161	0,092	0,40	0,00900	0,0306	0,42559	100,000	100,000	0,000	3,971

Tablica C.25. Parametri tečenja sa slobodnim vodnim licem u dionici br. 3 nadmorskog dijela cjevovoda

α [°]	y [m]	α [RAD]	B [m]	A [m ²]	O [m]	R [m]	ϵ (mm)	n	I_0	Q [m ³ /s]	y/D_u [%]	A/A_0 [%]	Fr	V_N [m/s]
37,880	0,010	0,661	0,120	0,001	0,122	0,007	0,40	0,00900	0,0207	0,00045	2,707	0,750	5,033	0,561
53,821	0,020	0,939	0,167	0,002	0,173	0,013	0,40	0,00900	0,0207	0,00199	5,414	2,104	6,197	0,884
66,230	0,030	1,156	0,202	0,004	0,214	0,019	0,40	0,00900	0,0207	0,00471	8,121	3,832	6,928	1,148
76,848	0,040	1,341	0,230	0,006	0,248	0,025	0,40	0,00900	0,0207	0,00864	10,828	5,849	7,442	1,378
86,346	0,050	1,507	0,253	0,009	0,278	0,031	0,40	0,00900	0,0207	0,01376	13,535	8,102	7,819	1,584
95,069	0,060	1,659	0,272	0,011	0,306	0,037	0,40	0,00900	0,0207	0,02005	16,243	10,555	8,098	1,772
103,221	0,070	1,802	0,290	0,014	0,333	0,042	0,40	0,00900	0,0207	0,02747	18,950	13,179	8,303	1,945
110,936	0,080	1,936	0,304	0,017	0,358	0,048	0,40	0,00900	0,0207	0,03600	21,657	15,951	8,448	2,106
118,309	0,090	2,065	0,317	0,020	0,381	0,053	0,40	0,00900	0,0207	0,04556	24,364	18,852	8,543	2,255
125,409	0,100	2,189	0,328	0,023	0,404	0,058	0,40	0,00900	0,0207	0,05610	27,071	21,864	8,596	2,394
132,288	0,110	2,309	0,338	0,027	0,426	0,063	0,40	0,00900	0,0207	0,06757	29,778	24,973	8,612	2,525
138,989	0,120	2,426	0,346	0,030	0,448	0,067	0,40	0,00900	0,0207	0,07989	32,485	28,164	8,595	2,647
145,546	0,130	2,540	0,353	0,034	0,469	0,072	0,40	0,00900	0,0207	0,09299	35,192	31,425	8,549	2,761
151,989	0,140	2,653	0,358	0,037	0,490	0,076	0,40	0,00900	0,0207	0,10680	37,899	34,745	8,476	2,868
158,343	0,150	2,764	0,363	0,041	0,510	0,080	0,40	0,00900	0,0207	0,12124	40,606	38,110	8,378	2,968
164,630	0,160	2,873	0,366	0,044	0,531	0,084	0,40	0,00900	0,0207	0,13623	43,313	41,512	8,258	3,062
170,870	0,170	2,982	0,368	0,048	0,551	0,087	0,40	0,00900	0,0207	0,15167	46,021	44,939	8,116	3,149
177,084	0,180	3,091	0,369	0,052	0,571	0,091	0,40	0,00900	0,0207	0,16749	48,728	48,380	7,954	3,230
183,289	0,190	3,199	0,369	0,056	0,591	0,094	0,40	0,00900	0,0207	0,18358	51,435	51,827	7,773	3,305
189,503	0,200	3,307	0,368	0,059	0,611	0,097	0,40	0,00900	0,0207	0,19984	54,142	55,268	7,573	3,374
195,746	0,210	3,416	0,366	0,063	0,631	0,100	0,40	0,00900	0,0207	0,21619	56,849	58,693	7,355	3,437
202,036	0,220	3,526	0,363	0,067	0,651	0,102	0,40	0,00900	0,0207	0,23251	59,556	62,093	7,119	3,494
208,395	0,230	3,637	0,358	0,070	0,672	0,104	0,40	0,00900	0,0207	0,24868	62,263	65,456	6,866	3,545
214,844	0,240	3,750	0,352	0,074	0,693	0,106	0,40	0,00900	0,0207	0,26460	64,970	68,772	6,597	3,590
221,409	0,250	3,864	0,346	0,077	0,714	0,108	0,40	0,00900	0,0207	0,28014	67,677	72,029	6,309	3,629
228,119	0,260	3,981	0,337	0,081	0,735	0,110	0,40	0,00900	0,0207	0,29516	70,384	75,216	6,005	3,662
235,011	0,270	4,102	0,328	0,084	0,758	0,111	0,40	0,00900	0,0207	0,30954	73,091	78,320	5,682	3,688
242,125	0,280	4,226	0,316	0,087	0,781	0,112	0,40	0,00900	0,0207	0,32310	75,799	81,326	5,340	3,707
249,516	0,290	4,355	0,303	0,090	0,804	0,112	0,40	0,00900	0,0207	0,33569	78,506	84,219	4,978	3,719
257,255	0,300	4,490	0,289	0,093	0,829	0,112	0,40	0,00900	0,0207	0,34711	81,213	86,983	4,594	3,723
265,437	0,310	4,633	0,271	0,096	0,856	0,112	0,40	0,00900	0,0207	0,35714	83,920	89,598	4,185	3,719
274,199	0,320	4,786	0,251	0,099	0,884	0,112	0,40	0,00900	0,0207	0,36551	86,627	92,039	3,746	3,705
283,753	0,330	4,952	0,228	0,101	0,915	0,110	0,40	0,00900	0,0207	0,37187	89,334	94,279	3,272	3,680
294,454	0,340	5,139	0,200	0,103	0,949	0,109	0,40	0,00900	0,0207	0,37573	92,041	96,281	2,750	3,641
307,008	0,350	5,358	0,165	0,105	0,990	0,106	0,40	0,00900	0,0207	0,37629	94,748	97,989	2,156	3,583
323,284	0,360	5,642	0,116	0,106	1,042	0,102	0,40	0,00900	0,0207	0,37179	97,455	99,316	1,427	3,493
360,000	0,369	6,283	0,000	0,107	1,161	0,092	0,40	0,00900	0,0207	0,35004	100,000	100,000	0,000	3,266

Tablica C.26. Parametri tečenja sa slobodnim vodnim licem u dionici br. 2 nadmorskog dijela cjevovoda

α [°]	y [m]	α [RAD]	B [m]	A [m ²]	O [m]	R [m]	ϵ (mm)	n	I_0	Q [m ³ /s]	y/D_u [%]	A/A_0 [%]	Fr	V_N [m/s]
37,880	0,010	0,661	0,120	0,001	0,122	0,007	0,40	0,00900	0,3390	0,00183	2,707	0,750	82,430	2,272
53,821	0,020	0,939	0,167	0,002	0,173	0,013	0,40	0,00900	0,3390	0,00806	5,414	2,104	101,485	3,576
66,230	0,030	1,156	0,202	0,004	0,214	0,019	0,40	0,00900	0,3390	0,01907	8,121	3,832	113,452	4,644
76,848	0,040	1,341	0,230	0,006	0,248	0,025	0,40	0,00900	0,3390	0,03495	10,828	5,849	121,871	5,576
86,346	0,050	1,507	0,253	0,009	0,278	0,031	0,40	0,00900	0,3390	0,05566	13,535	8,102	128,044	6,411
95,069	0,060	1,659	0,272	0,011	0,306	0,037	0,40	0,00900	0,3390	0,08112	16,243	10,555	132,618	7,172
103,221	0,070	1,802	0,290	0,014	0,333	0,042	0,40	0,00900	0,3390	0,11118	18,950	13,179	135,970	7,872
110,936	0,080	1,936	0,304	0,017	0,358	0,048	0,40	0,00900	0,3390	0,14567	21,657	15,951	138,343	8,521
118,309	0,090	2,065	0,317	0,020	0,381	0,053	0,40	0,00900	0,3390	0,18436	24,364	18,852	139,903	9,125
125,409	0,100	2,189	0,328	0,023	0,404	0,058	0,40	0,00900	0,3390	0,22704	27,071	21,864	140,768	9,689
132,288	0,110	2,309	0,338	0,027	0,426	0,063	0,40	0,00900	0,3390	0,27344	29,778	24,973	141,030	10,217
138,989	0,120	2,426	0,346	0,030	0,448	0,067	0,40	0,00900	0,3390	0,32330	32,485	28,164	140,755	10,711
145,546	0,130	2,540	0,353	0,034	0,469	0,072	0,40	0,00900	0,3390	0,37633	35,192	31,425	140,000	11,174
151,989	0,140	2,653	0,358	0,037	0,490	0,076	0,40	0,00900	0,3390	0,43222	37,899	34,745	138,806	11,607
158,343	0,150	2,764	0,363	0,041	0,510	0,080	0,40	0,00900	0,3390	0,49065	40,606	38,110	137,209	12,013
164,630	0,160	2,873	0,366	0,044	0,531	0,084	0,40	0,00900	0,3390	0,55129	43,313	41,512	135,237	12,392
170,870	0,170	2,982	0,368	0,048	0,551	0,087	0,40	0,00900	0,3390	0,61379	46,021	44,939	132,914	12,744
177,084	0,180	3,091	0,369	0,052	0,571	0,091	0,40	0,00900	0,3390	0,67779	48,728	48,380	130,260	13,072
183,289	0,190	3,199	0,369	0,056	0,591	0,094	0,40	0,00900	0,3390	0,74290	51,435	51,827	127,289	13,375
189,503	0,200	3,307	0,368	0,059	0,611	0,097	0,40	0,00900	0,3390	0,80873	54,142	55,268	124,015	13,654
195,746	0,210	3,416	0,366	0,063	0,631	0,100	0,40	0,00900	0,3390	0,87488	56,849	58,693	120,446	13,908
202,036	0,220	3,526	0,363	0,067	0,651	0,102	0,40	0,00900	0,3390	0,94091	59,556	62,093	116,590	14,139
208,395	0,230	3,637	0,358	0,070	0,672	0,104	0,40	0,00900	0,3390	1,00637	62,263	65,456	112,451	14,346
214,844	0,240	3,750	0,352	0,074	0,693	0,106	0,40	0,00900	0,3390	1,07079	64,970	68,772	108,031	14,528
221,409	0,250	3,864	0,346	0,077	0,714	0,108	0,40	0,00900	0,3390	1,13367	67,677	72,029	103,328	14,686
228,119	0,260	3,981	0,337	0,081	0,735	0,110	0,40	0,00900	0,3390	1,19448	70,384	75,216	98,337	14,818
235,011	0,270	4,102	0,328	0,084	0,758	0,111	0,40	0,00900	0,3390	1,25264	73,091	78,320	93,050	14,924
242,125	0,280	4,226	0,316	0,087	0,781	0,112	0,40	0,00900	0,3390	1,30754	75,799	81,326	87,452	15,002
249,516	0,290	4,355	0,303	0,090	0,804	0,112	0,40	0,00900	0,3390	1,35848	78,506	84,219	81,523	15,051
257,255	0,300	4,490	0,289	0,093	0,829	0,112	0,40	0,00900	0,3390	1,40470	81,213	86,983	75,232	15,068
265,437	0,310	4,633	0,271	0,096	0,856	0,112	0,40	0,00900	0,3390	1,44528	83,920	89,598	68,532	15,051
274,199	0,320	4,786	0,251	0,099	0,884	0,112	0,40	0,00900	0,3390	1,47915	86,627	92,039	61,354	14,995
283,753	0,330	4,952	0,228	0,101	0,915	0,110	0,40	0,00900	0,3390	1,50488	89,334	94,279	53,587	14,894
294,454	0,340	5,139	0,200	0,103	0,949	0,109	0,40	0,00900	0,3390	1,52050	92,041	96,281	45,037	14,735
307,008	0,350	5,358	0,165	0,105	0,990	0,106	0,40	0,00900	0,3390	1,52276	94,748	97,989	35,315	14,500
323,284	0,360	5,642	0,116	0,106	1,042	0,102	0,40	0,00900	0,3390	1,50457	97,455	99,316	23,376	14,135
360,000	0,369	6,283	0,000	0,107	1,161	0,092	0,40	0,00900	0,3390	1,41655	100,000	100,000	0,000	13,217

Tablica C.27. Parametri tečenja sa slobodnim vodnim licem u dionici br. 1 nadmorskog dijela cjevovoda

D: Modelska analiza talasng polja za potrebe statičkog dimenzionisanja cjevovoda

D.1. PODACI O VJETRU.....	
D.2. DEFINISANJE PRIVJETRIŠTA	
D.3. DUBOKOVODNI TALASNI PARAMETRI.....	
D.4. DUGOROČNE TALASNE PROGNOZE	
D.5. SVOJSTVA DUBINA I REFLEKSIJSKIH SVOJSTAVA OBALE.....	
D.6. TALASNE TRANSFORMACIJE U OBUHVATU	
D.7. NUMERIČKI MODEL ZA ANALIZU TALASNOG POLJA.....	
D.8. REZULTATI ANALIZE TALASNOG POLJA	

D.1. PODACI O VJETRU

Za potrebe analize talasanja i opterećenja uzrokovanih vjetrom generisanim talasom na obuhvatu plaže Buljarica na raspolaganju su službeni podaci Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju Crne Gore sa dviju stanica. Sistematska meteorološka mjerenja u Crnoj Gori počela su 1949. godine. Danas, na teritoriju Crne Gore, postoji veliki broj meteoroloških stanica uređenih i opremljenih po standardima koje propisuje Svjetska meteorološka organizacija (WMO–World Meteorological Organization).

Prijemom Crne Gore u Svjetsku meteorološku organizaciju (WMO), agenciju Organizacije ujedinjenih naroda, a u skladu sa važećim zakonima i međunarodnim obavezama preuzetim ratifikacijom Konvencije o Svjetskoj meteorološkoj organizaciji, na teritoriju Crne Gore uspostavljen je nacionalni sistem meteorološkog praćenja koji čini sastavni dio sistema Evropskog meteorološkog praćenja (EMW) u okviru sistema Globalnog meteorološkog praćenja (GMW) Svjetske meteorološke organizacije. U sistemu meteorološkog praćenja funkcioniše mreža meteoroloških stanica.

Mrežu meteoroloških stanica na teritoriju Crne Gore čine osnovna i dopunska mreža meteoroloških stanica.

Osnovna mreža meteoroloških stanica Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju Crne Gore sastoji se od 9 glavnih (sinoptičkih), 15 klimatoloških (običnih) i 20 kišomjernih stanica. Iste su prikazane na Slici 2.1. u nastavku (plava boja – sinoptičke stanice, crvena boja – klimatološke stanice, žuta boja – kišomjerne stanice). Na glavnim meteorološkim stanicama i manjem broju referentnih klimatoloških stanica, sa kojih se podaci koriste u međunarodnim okvirima, mjerenja i praćenja vrše se svakog sata.

Na većem broju klimatoloških stanica (mjerenja i praćenja se vrše 3 puta dnevno u terminima 07, 14, 21 sati po lokalnom vremenu), a na kišomjernim stanicama (mjerenja i praćenja se vrše u 07 sati po lokalnom vremenu), angažovani su vanjski saradnici na osnovu ugovora o djelu. U cilju efikasnijeg izvršenja poslova iz domena rada nacionalnih hidrometeoroloških službi, a prema propisima, uputstvima i obavezama ratificirane konvencije o Svjetskoj Meteorološkoj Organizaciji (WMO), kao i zbog geografskog položaja i specifičnih orografskih svojstava terena te velikog broja korisnika zainteresiranih za hidrometeorološke podatke, smatra se kako je sa postojećim brojem glavnih, a djelomično i klimatoloških stanica, ispunjen uslov funkcionalnosti postojeće mreže.



Slika D.1. Pregled lokacija glavnih meteoroloških, klimatoloških i kišomjernih stanica Crne Gore

Za potrebe kvantifikacije dinamičkih opterećenja na cjevovod podmorskog ispusta Buljarica na raspolaganju su podaci:

- Srednji deset minutni podaci brzine i prevladavajućeg smjera sa klimatološke stanice Budva
- Srednji deset minutni podaci brzine i prevladavajućeg smjera sa sinoptičke stanice Bar
- Srednji satni podaci brzine i prevladavajućeg smjera sa sinoptičke stanice Bar

Deset minutni podaci referirani su na 7, 14 i 21 sati u danu, za stanice Bar i Budva, za razdoblje od 1.1. 2006. do 31.12. 2015. godine. Iako je serija raspoloživih podataka u pogledu vremenskog obuhvata dovoljno duga za potrebe postizanja stanja statističke stacionarnosti, a temeljem čega je moguće izvršiti pouzdane dugoročne prognoze talasnih parametara, podaci su se pokazali manjkavima. Deset minutni podaci standard su WMO-a za potrebe prognoziranja dubokovodnih talasnih parametara, što bi u slučaju kontinuiranog zapisa (144 zapisa dnevno) pružilo dovoljno dobar i gust signal za potrebe pouzdanih prognoza parametara talasa. Raspoloživi zapisi daju uvid u samo tri podatka dnevno što ne ide u prilog potrebama studijske analize primarno iz dva razloga:

- Temeljem tri podatka dnevno pokriveno je samo 2.08 % dana i informacija sadržanih u danu čime se ne dobija kontinuirana informacija o oscilacijama brzina i vektora smjera vjetera, što ne osigurava uvid u promjene brzina i informacije o ekstremima koji mogu rezultirati generisanjem talasa ekstremnih

visina. Iako je u ovom slučaju moguće postići stacionarnost serije podataka, informacije su nepotpune u pogledu opisa stvarnih svojstava vjetra na predmetnoj lokaciji

- Osnovni mehanizam generisanja vjetrovnih talasa jest vjetar. Strujanjem po morskoj površini dolazi do poremećaja površine (namreškavanje) čime se površina na koju djeluje vjetar povećava što pospješuje prijenos energije vjetra na morsku površinu, a posljedično i razvoj talasa. U pogledu potpunog razvoja stanja potpuno razvijenog mora, tj. postizanja stanja u kojem neće doći do promjene parametara talasa u slučaju povećanja trajanja duvanja vjetra, neophodno je definisati trajanje duvanja vjetra pojedinog smjera. U slučaju triju deset minutnih podataka točnost definiranja trajanja vjetra pojedinog smjera je ± 8 sati. Ako se u obzir uzme činjenica kako su prosječna trajanja vjetra pojedinog smjera na Jadranskom moru, uz izuzetak bure, 10-25 sati, očigledno je kako je greška značajna.

Srednji satni podaci o brzini i prevladavajućem smjeru sa sinoptičke stanice Bar raspoloživi su za razdoblje 1.1.2008. do 31.12.2011. godine.

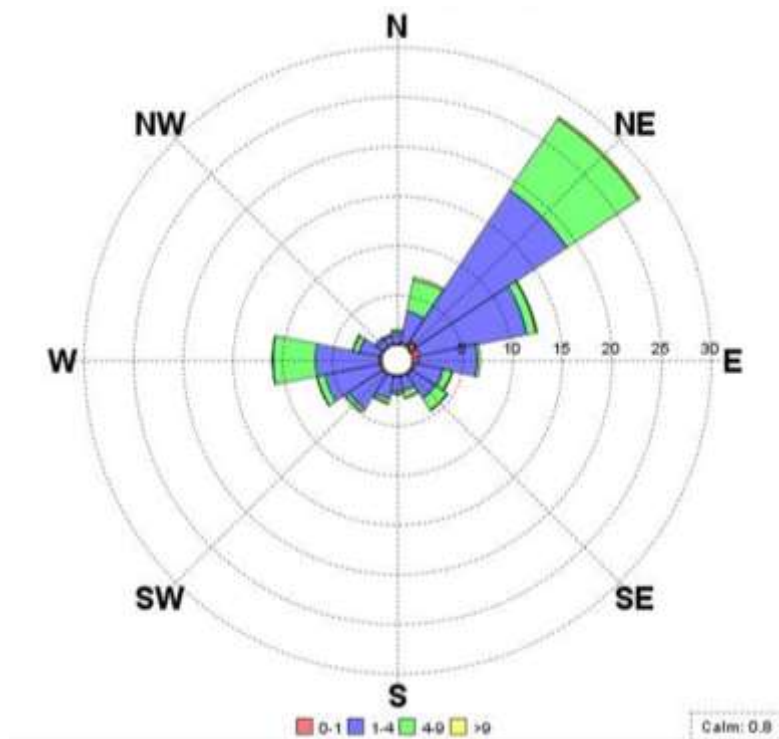
Na osnovi raspoloživog niza srednjih satnih podataka izrađene su tablice kontigencije koje su prikazane u nastavku u Tablici D.1. i Tablici D.2. i na Slici D.2. i D.3. u obliku ruže vjetrova. Važno je napomenuti kako se u slučaju Slike D.2. i D.3. radi o službenoj ruži vjetrova za sinoptičku stanicu Bar i Budva koje su dostavljene od strane Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju Crne Gore. Usporedbom tablice relativne kontigencije sa ružom vjetrova (ruža vjetrova odgovara desetogodišnjem nizu u razdoblju od 1.1. 2006. do 31.12. 2015. godine) uočava se sličnost što upućuje na potencijalno dovoljno dugo razdoblje unutar kojeg su podaci o vjetru na raspolaganju. U pogledu učestalosti, prisutna je dominacija vjetrova prvog kvadranta (bura) i vjetra zapadnog smjera. U pogledu ostvarenja najvećih brzina vjetra ističu se smjerovi S (jugo) i SW (garbin) (Slika D.2.). Udio tišine u ukupnom uzorku iznosi 3.95 %.

V(m/s)	0,0-0,3	0,3-1,5	1,5-3,3	3,3-5,5	5,5-8,0	8,0-10,8	10,8-13,9	13,9-17,2	17,2<	Suma
N	0	84	474	450	217	38	0	0	0	1263
NE	0	389	8881	3116	1898	188	0	0	0	14472
E	0	259	3446	319	72	4	0	0	0	4100
SE	0	95	1131	1050	220	10	0	0	0	2506
S	0	101	769	559	156	29	2	0	0	1616
SW	0	120	2257	524	66	44	18	0	0	3029
W	1	148	3138	2096	296	16	3	0	0	5698
NW	1	84	687	189	14	0	1	1401		976
Suma	2	1280	20783	8303	2939	329	24			35061

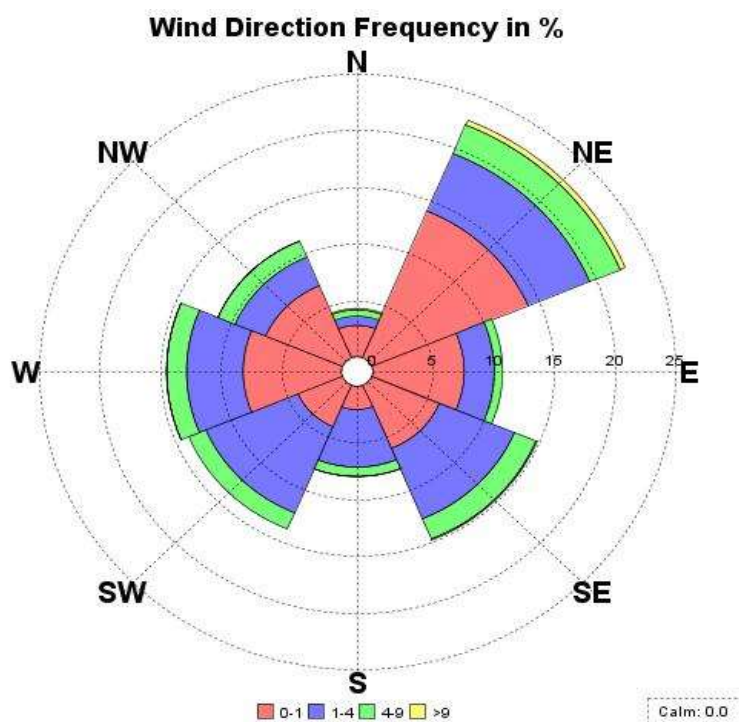
Tablica D.1. Tablica apsolutne kontigencije za sinoptičku stanicu Bar i razdoblje 1.1.2008. – 31.12.2011.

V(m/s)	0,0-0,3	0,3-1,5	1,5-3,3	3,3-5,5	5,5-8,0	8,0-10,8	10,8-13,9	13,9-17,2	17,2<	Suma
N	0,000	2,396	13,519	12,835	6,189	1,084	0,000	0,000	0,000	36,023
NE	0,000	11,095	253,301	88,874	54,134	5,362	0,000	0,000	0,000	412,766
E	0,000	7,387	98,286	9,098	2,054	0,114	0,000	0,000	0,000	116,939
SE	0,000	2,710	32,258	29,948	6,275	0,285	0,000	0,000	0,000	71,475
S	0,000	2,881	21,933	15,944	4,449	0,827	0,057	0,000	0,000	46,091
SW	0,000	3,423	64,374	14,945	1,882	1,255	0,513	0,000	0,000	86,392
W	0,029	4,221	89,501	59,782	8,442	0,456	0,086	0,000	0,000	162,517
NW	0,029	2,396	19,594	5,391	0,399	0,000	0,029	39,959		27,837
Suma	0,057	36,508	592,767	236,816	83,825	9,384	0,685			1000,000

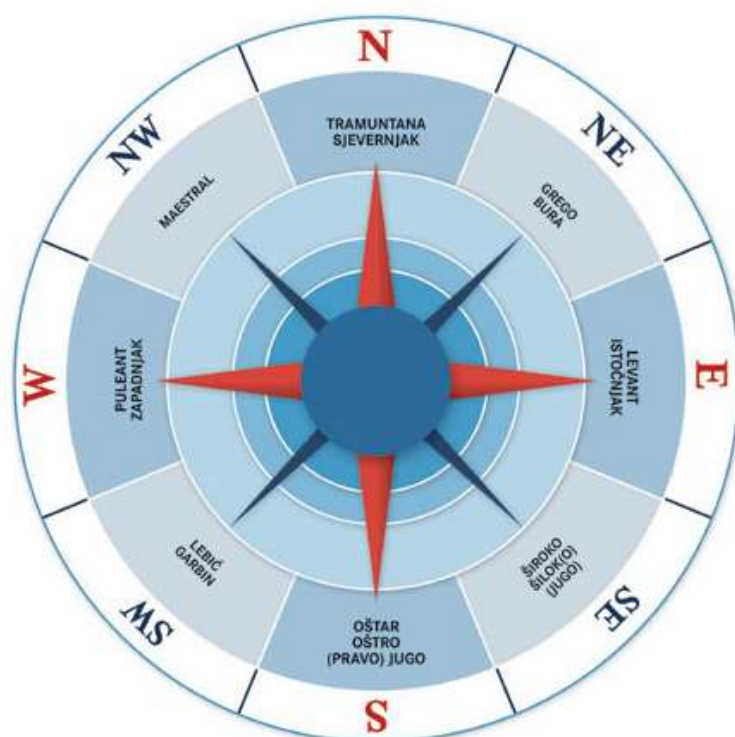
Tablica D.2. Tablica relativne kontigencije za sinoptičku stanicu Bar i razdoblje 1.1.2008. – 31.12.2011.



Slika D.2. Ruža vjetrova za sinoptičku stanicu Bar dostavljena od strane Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju Crne Gore za razdoblje od 01. 01. 2006. do 31. 12. 2015. godine



Slika D.3. Ruža vjetrova za klimatološku stanicu Budva dostavljena od strane Zavoda za hidrometeorologiju i seizmologiju Crne Gore za razdoblje od 01. 01. 2006. do 31. 12. 2015. godine



Slika D.4. Glavni i sporedni smjerovi vjetra sa nazivima

Na Slici D.3. u obliku ruže vjetrova prikazana je raspodjela učestalosti smjera i brzina vjetra na klimatološkoj stanici Budva. U usporedbi sa Slikom D.2. uočava se manja zastupljenost vjetra većih brzina (1- 4 m/s) na stanici Budva. S obzirom kako brzina vjetra definiše razvoj talasa većih talasnih visina, ali i činjenice kako je jugo najekstremniji vjetar na lokaciji od interesa, podaci s mjerne stanice Bar usvajaju se kao mjerodavni za potrebe determinacije opterećenja talasom podmorske dionice podmorskog ispusta Buljarica.

D.2. DEFINICIJA PRIVJETRIŠTA

Postoji širok spektar metoda i proračunskih modela namijenjenih rješavanju problematike definisanja dužine privjetrišta za razvoj talasa. Jednu od metoda korištenu za proračun efektivnih privjetrišta razvio je Saville (1954. g.). Pretpostavka je da vjetar prenosi energiju na vodenu površinu ne samo u smjeru njegovog dominantnog duvanja, već i u smjerovima koji imaju odklon od glavnog smjera za $\pm 45^\circ$.

Postupak definisanja dužine privjetrišta sprovodi se na način da se postavi glavna snop u smjeru duvanja vjetra, zatim se rotacijom od po 6° u smjeru kazaljke na satu (u prvom koraku 3° a potom svaka ostala po 6°) i suprotno od smjera kazaljke na satu postavljaju pravci kroz istu ishodišnu točku. Određuju se dužine svakog snopa od ishodišta do prve točke prepreke te se proračunava suma njihovih projekcija na centralni snop pomnoženu s kosinusom ugla između centralnog snopa i pojedinog rotiranog snopa. Ta suma se dijeli sa sumom kosinusa uglova centralne zrake i ostalih rotiranih snopova, čime se dobija vrijednost dužine efektivnog privjetrišta.

$$F_{EFF} = \frac{\sum_i f_i \cdot \cos^2 \theta_i}{\sum_i \cos \theta_i}$$

F_{EFF} = efektivno privjerište [km]

θ_i = ugao otklona snopa talsa u odnosu na snop smjera za koji se izračunava efektivno privjetrište [°]

f_i = dužina privjetrišta snopa otklonjene za ugao θ_i

Druga metoda za definisanje duljine privjetrišta je takozvana metoda jednostavnih privjetrišta, gdje su privjetrišta određena preko aritmetičkih sredina privjetrišta u koracima od po 3° (sveukupni raspon 24°). Ova metoda je konzervativnija od prethodno navedene, ali je jednostavnija za primjenu. Obje metode pretpostavljaju da se smjer talasa podudara sa smjerom vjetra, te da je oblik energije spektra nezavisan o obliku privjetrišta.

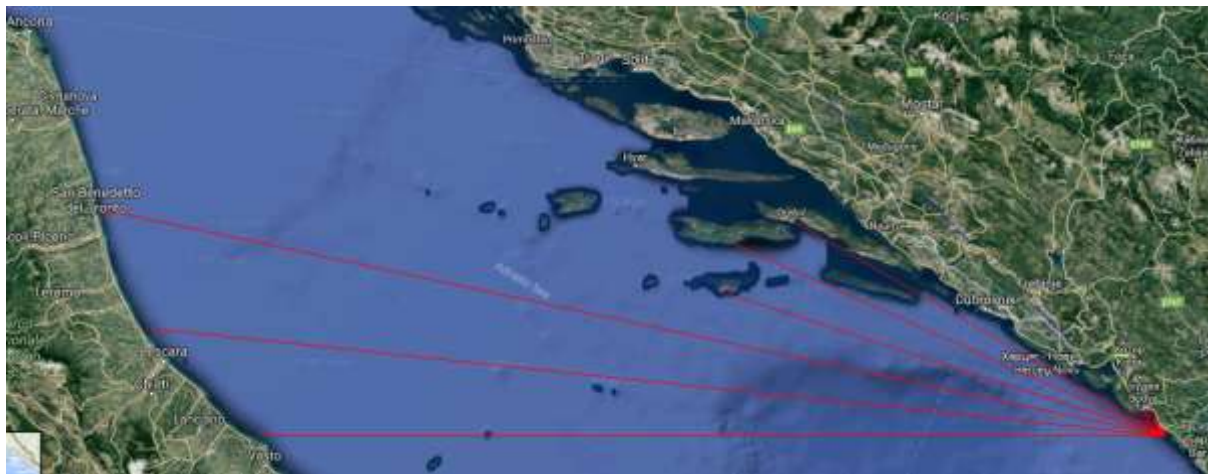
Rezultati prikaza proračuna dužina efektivnih privjetrišta za smjerove vjetra koji su mjerodavni u pogledu predmetne lokacije i zahvata definisani su temeljem sljedećih kriterijuma:

- Položaj zahvata u odnosu na prostorni položaj kopna i obalne crte u okolini
- Značajne učestalosti većih brzina vjetra za pojedine smjerove
- Značajne dužine privjetrišta kao dominantnog faktora u definisanju talasne visine

Na ovaj način definisano je pet mjerodavnih smjerova za koje su definisana privjetrišta:

- NW
- W
- SW
- S
- SE

Grafički prikaz izračuna efektivnog privjetrišta za svaki od navedenih smjerova prikazan je grafički (Slike D.5.-D.9.) i analitički (Tablice D.3.-D.7.). Važno je napomenuti kako su rezultati dobijeni metodom Saville-a. Metoda jednostavnih privjetrišta daje značajna odstupanja rezultata sa slučaj kada je izražena nepravilnost obalne crte, što je slučaj u konkretnom obuhvatu. Manji raspon snopa za izračun privjetrišta za ovakav slučaj rezultira većim dužinama efektivnog privjetrišta. Usporedbom parametara talasa definisanih na osnovi dužina privjetrišta dobijenih metodom Saville-a i metodom jednostavnih privjetrišta odabrana je metoda Saville-a kao mjerodavna. U nastavku su prikazani postupci definisanja privjetrišta za zahvat Petrovac na situacijskim nacrtima sa glavnim i sporednim snopovima, te prikazom rezultata proračuna efektivnog privjetrišta.



Slika D.5. Definisanje efektivnog privjetrišta za smjer NW

$\alpha [^\circ]$	f_i [km]	$\cos(\alpha)$	$f_i * \cos^2(\alpha)$
-45	344,360	0,707	172,180
-39	388,789	0,777	234,812
-33	414,095	0,839	291,261
-27	177,699	0,891	141,074
-21	180,556	0,934	157,368
-15	163,617	0,966	152,657
-9	15,239	0,988	14,866
-3	15,202	0,999	15,160
3	12,475	0,999	12,441
9	12,419	0,988	12,115
15	11,205	0,966	10,455
21	3,380	0,934	2,946
27	2,241	0,891	1,779
33	2,204	0,839	1,550
39	2,204	0,777	1,331
45	2,185	0,707	1,093
F_{EFF} [km]	86,136	14,200	1223,088

Tablica D.3. Definisanje efektivnog privjetrišta za smjer NW



Slika D.6. Definisane efektivnog privjetrišta za smjer W

$\alpha [^\circ]$	f_i [km]	$\cos(\alpha)$	$f_i * \cos^2(\alpha)$
-45	191,322	0,707	95,661
-39	199,844	0,777	120,697
-33	210,407	0,839	147,993
-27	226,619	0,891	179,911
-21	247,443	0,934	215,664
-15	246,139	0,966	229,651
-9	227,300	0,988	221,737
-3	326,050	0,999	325,157
3	366,242	0,999	365,238
9	402,956	0,988	393,095
15	424,980	0,966	396,512
21	172,747	0,934	150,561
27	124,449	0,891	98,799
33	14,059	0,839	9,888
39	13,586	0,777	8,205
45	10,506	0,707	5,253
F_{EFF} [km]	208,741	14,200	2964,024

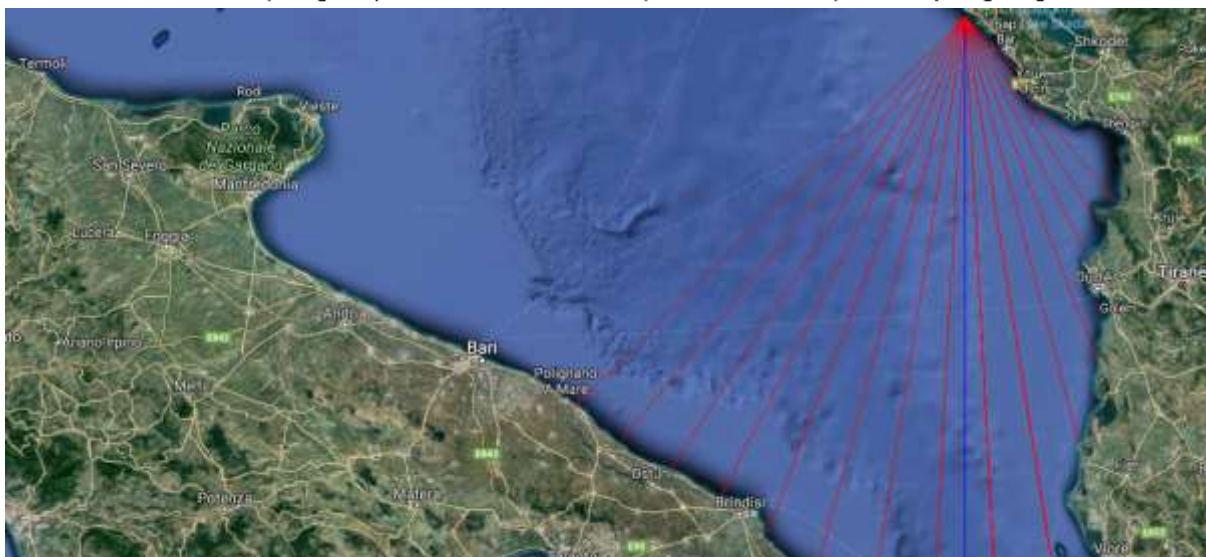
Tablica D.4. Definisane efektivnog privjetrišta za smjer W



Slika D.7. Definisanje efektivnog privjetrišta za smjer SW

$\alpha [^\circ]$	$f_i \text{ [km]}$	$\cos(\alpha)$	$f_i * \cos^2(\alpha)$
-45	1319,520	0,707	659,760
-39	219,551	0,777	132,599
-33	202,948	0,839	142,747
-27	196,916	0,891	156,330
-21	183,675	0,934	160,086
-15	186,047	0,966	173,584
-9	188,904	0,988	184,281
-3	189,707	0,999	189,187
3	192,023	0,999	191,497
9	202,052	0,988	197,107
15	217,683	0,966	203,101
21	235,108	0,934	204,913
27	254,343	0,891	201,921
33	225,452	0,839	158,576
39	294,963	0,777	178,145
45	342,997	0,707	171,498
$F_{\text{EFF}} \text{ [km]}$	232,778	14,200	3305,334

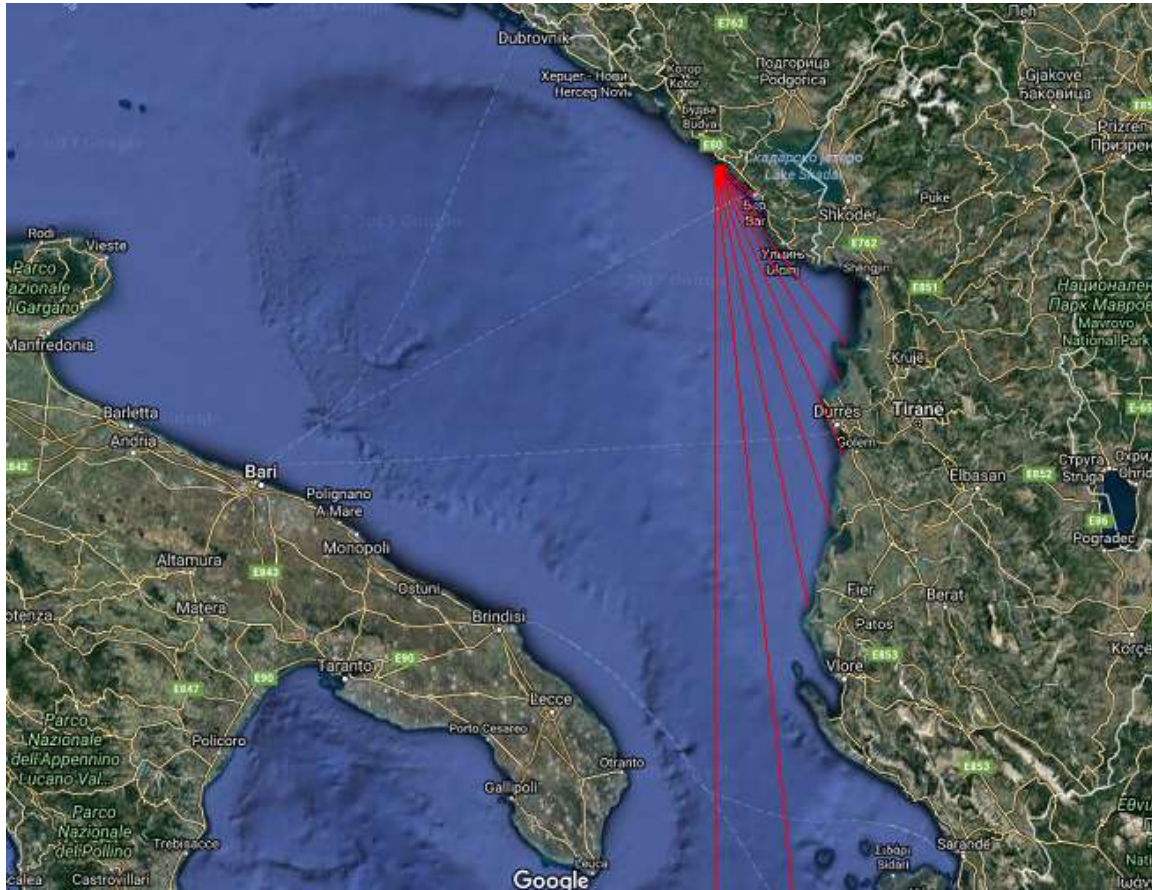
Tablica D.5. Definisanje efektivnog privjetrišta za smjer SW



Slika D.8. Definisane efektivnog privjetrišta za smjer S

$\alpha [^\circ]$	$f_i \text{ [km]}$	$\cos(\alpha)$	$f_i * \cos^2(\alpha)$
-45	28,252	0,707	14,126
-39	85,344	0,777	51,544
-33	82,838	0,839	58,265
-27	97,951	0,891	77,763
-21	130,721	0,934	113,933
-15	155,024	0,966	144,639
-9	213,940	0,988	208,705
-3	1239,950	0,999	1236,554
3	1116,790	0,999	1113,731
9	1084,870	0,988	1058,321
15	202,319	0,966	188,766
21	195,522	0,934	170,412
27	189,807	0,891	150,687
33	189,769	0,839	133,478
39	192,370	0,777	116,183
45	194,250	0,707	97,125
$F_{EFF} \text{ [km]}$	347,493	14,200	4934,231

Tablica D.6. Definisane efektivnog privjetrišta za smjer S



Slika D.9. Definisanje efektivnog privjetrišta za smjer SE

$\alpha [^\circ]$	f_i [km]	$\cos(\alpha)$	$f_i * \cos^2(\alpha)$
-45	2,678	0,707	1,339
-39	2,932	0,777	1,771
-33	3,255	0,839	2,290
-27	3,717	0,891	2,951
-21	4,410	0,934	3,843
-15	6,256	0,966	5,837
-9	16,992	0,988	16,576
-3	17,661	0,999	17,613
3	26,780	0,999	26,707
9	82,581	0,988	80,560
15	94,009	0,966	87,711
21	120,143	0,934	104,713
27	141,175	0,891	112,077
33	168,740	0,839	118,686
39	1089,770	0,777	658,173
45	1322,960	0,707	661,480
F_{EFF} [km]	133,971	14,200	1902,328

Tablica D.7. Definisanje efektivnog privjetrišta za smjer SE

D.3. DUBOKOVODNI TALASNI PARAMETRI

Za potrebe definisanja mjerodavnih ulaznih podataka na osnovi srednje satne brzine vjetra, potrebno je doći do minimalnih vremena trajanja duvanja vjetra za definisanu dužinu privjetrišta, s ciljem detekcije eventualnog postizanja stanja potpuno razvijenog mora. Za probleme ovog tipa može poslužiti Wilson-ov izraz:

$$t_{\min} = 43 \cdot \frac{X^{0,73}}{U^{0,46} \cdot g^{0,27}}$$

$t_{\min}$ = minimalno vrijeme duvanja vjetra [s],

X = dužina privjetrišta [m],

U = brzina vjetra [m/s].

Za rješenje problema definisanja minimalnog privjetrišta za zadani vjetar i pripadajuću skalu osrednjavanja izraz se preoblikuje:

$$X_{\min} = 0,73 \sqrt{\frac{t \cdot U^{0,46} \cdot g^{0,27}}{43}}$$

U prethodnom izrazu sve varijable zadržavaju identično značenje i mjerne jedinice kao u izrazu za minimalno vrijeme duvanja vjetra. Za definisanje minimalnog privjetrišta koristit će se brzine vjetra prikazane u prethodnom poglavlju za mjerodavne smjerove vjetra sa trajanjem koje se dobija na osnovi pojave uzastopnog ponavljanja smjera vjetra u raspoloživom nizu.

Za mjerodavne brzine i pripadajuća vremena duvanja vjetra kontrolira se tzv. „fetch limited“ i „duration limited“ uslov, tj ograničenost dužinom privjetrišta, odnosno trajanjem vjetra u pogledu razvoja valne visine do stanja potpune razvijenosti. Oba uvjeta utječu u konačnici na mjerodavnu visinu vala. Uvjet je moguće provjeriti i prema Godi:

$$t_{\min} = X^{0,73} \cdot U^{-0,46}$$

$$X_{\min} = t^{1,37} \cdot U^{0,63}$$

pri čemu je :

$t_{\min}$ = minimalno vrijeme duvanja vjetra [h],

X = dužina privjetrišta [km],

U = brzina vjetra [m/s].

U pogledu mjerodavnih smjerova, za daljnje analize usvojeni su W, SW, S i SE, za koje su, na osnovi raspoloživih podataka o vjetru, definirana privjetrišta.

Smjer:	W		t=13h	13			
v(m/s)	0,30	1,50	3,30	5,50	8,00	10,80	13,90
tmin(h)	85,87	40,96	28,50	22,53	18,96	16,52	14,71
Fmin(km)	15,73	43,36	71,25	98,29	124,47	150,37	176,28
Feff(km)	208,74	208,74	208,74	208,74	208,74	208,74	208,74

Tablica D.8. Definiranje vremena trajanja i uvjeta ograničenja postizanja stanja potpuno razvijenog mora za smjer W

Smjer:	SW		t=13h	13			
v(m/s)	0,30	1,50	3,30	5,50	8,00	10,80	13,90
tmin(h)	92,98	44,35	30,86	24,39	20,53	17,89	15,93
Fmin(km)	15,73	43,36	71,25	98,29	124,47	150,37	176,28
Feff(km)	232,78	232,78	232,78	232,78	232,78	232,78	232,78

Tablica D.9. Definisanje vremena trajanja i uslova ograničenja postizanja stanja potpuno razvijenog mora za smjer SW

Smjer:	S		t=18h	18			
v(m/s)	0,30	1,50	3,30	5,50	8,00	10,80	13,90
tmin(h)	124,57	59,41	41,34	32,68	27,51	23,96	21,34
Fmin(km)	24,56	67,71	111,27	153,52	194,39	234,84	275,31
Feff(km)	347,49	347,49	347,49	347,49	347,49	347,49	347,49

Tablica D.10. Definisanje vremena trajanja i uslova ograničenja postizanja stanja potpuno razvijenog mora za smjer S

Smjer:	SE		t=29h	29			
v(m/s)	0,30	1,50	3,30	5,50	8,00	10,80	
tmin(h)	62,12	29,63	20,62	16,30	13,72	11,95	
Fmin(km)	47,21	130,14	213,87	295,06	373,62	451,38	
Feff(km)	133,97	133,97	133,97	133,97	133,97	133,97	

Tablica D.11. Definisanje vremena trajanja i uslova ograničenja postizanja stanja potpuno razvijenog mora za smjer SE

Za vrijednosti srednjih satnih brzina definisana su minimalna potrebna trajanja duvanja za postizanje stanja potpuno razvijenog mora. Za slučaj kada je vrijeme duvanja kraće od minimalnog potrebnog, ukupna energija vjetra ne može se prenijeti na površinu mora u dužini efektivnog privjetrišta, pa se za mjerodavnu dužinu privjetrišta do postizanja stanja potpuno razvijenog mora usvaja minimalna potrebna dužina. Za slučaj kada je vrijeme duvanja duže od minimalnog potrebnog, stanje potpuno razvijenog mora nije postignuto jer je efektivna duljina privjetrišta manja od minimalne. Za mjerodavnu dužinu privjetrišta do postizanja stanja potpuno razvijenog mora u ovom slučaju usvaja se efektivna dužina privjetrišta.

Rezultati proračuna trajanja uzastopnog duvanja vjetra mjerodavnih smjerova i postizanje uslova potpuno razvijenog mora prikazani su u Tablicama D.8. – D.11.. Za smjer duvanja W i SW utvrđeno je trajanje duvanja od po 13 h, za smjer S trajanje iznosi 18 h, dok je najduže trajanje zabilježeno za smjer SE u iznosu od 29 h. Prema prikazanim rezultatima u tablicama, uočava se da je prisutno ograničenje trajanjem duvanja vjetra, osim u slučaju smjera SE i brzina vjetra do uključivo 1.50 m/s. S obzirom na definirane duljine privjetrišta, ograničenje je očekivano te će se uzeti u obzir kod definisanja parametara dubokovodnog talasa.

Po definisanju mjerodavnih privjetrišta Goda definiše izraze i nomograme za definisanje značajnih talasnih visina i pripadajućih perioda:

$$\frac{gH_s}{U^2} = 0,3 \left\{ 1 - \left[1 + 0,004 \left(\frac{gX}{U^2} \right)^{1/2} \right]^{-2} \right\}$$

$$\frac{gT_s}{2\pi U} = 1,37 \left\{ 1 - \left[1 + 0,008 \left(\frac{gX}{U^2} \right)^{1/3} \right]^{-5} \right\}$$

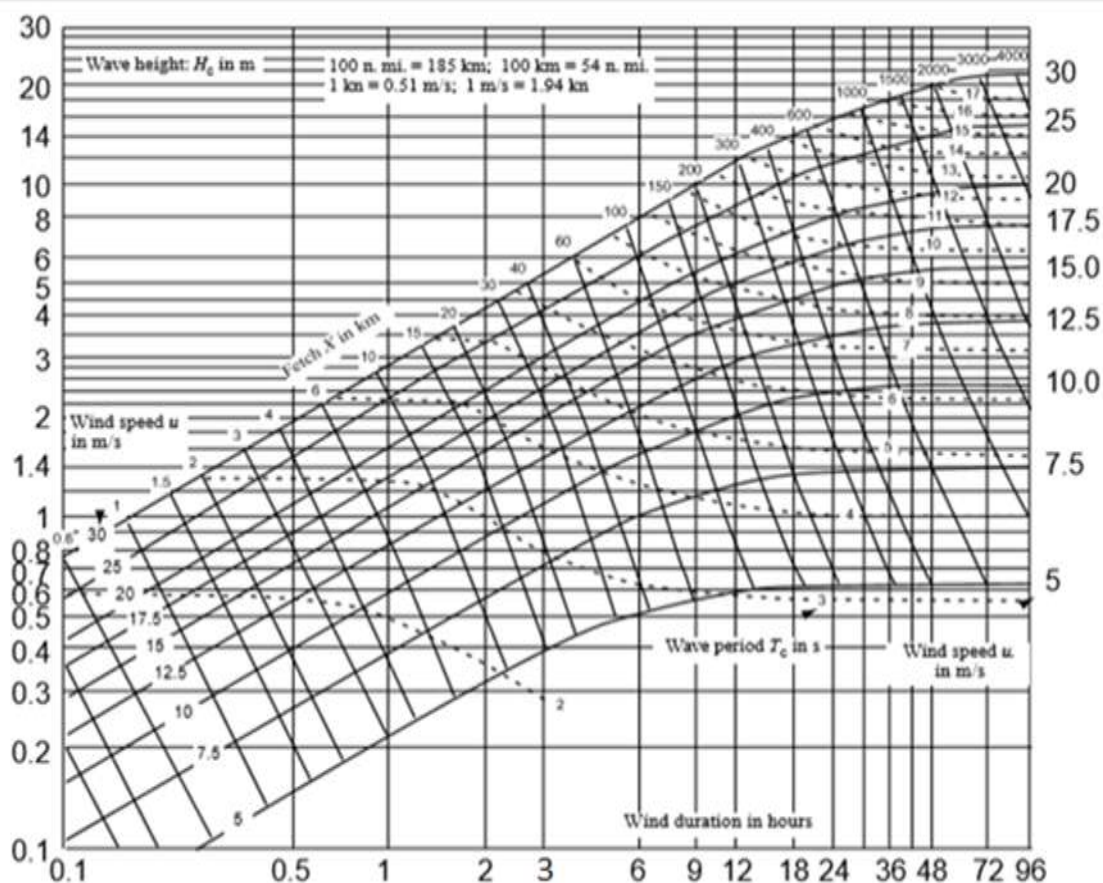
pri čemu je:

H_s = značajna talsna visina [m],

X = dužina privjetrišta [m],

U = brzina vjetra [m/s].

Drugi način definisanja parametara dubokovodnog talasa jest temeljem Groen-Dorrestein nomograma (Slika D.10.) koji je nastao na osnovi mjerenja na području Mediterana. Brzina vjetra, dužina privjetrišta i trajanje vjetra na ovom nomogramu međusobno su zavisni.



Slika D.10. Groen - Dorrestein nomogram

D.4. DUGOROČNE TALASNE PROGNOZE

Dugoročna talasna prognoza sprovodi se na uzorku značajnih talasnih visina H_S i pripadajućih perioda za smjerove NW i W za povratne periode 5, 20, 50 i 100 godina. Problem iznalaženja navedenih parametara talasa određenog povratnog perioda svodi se na rješenje problema:

$$P = \frac{1}{T} \cdot \frac{T_m}{n}$$

gdje su:

P = funkcija prekoračenja,

T = vrijednost povratnog perioda za koji se traži značajna talasna visina,

T_m = -vremenski period mjerenja - povratni period,

n = ukupan broj mjerenja u rasponu mjerenja za pojedini smjer.

$$P = 1 - F = 1 - \int_0^{T_s^{PP}} f(T_s) dT_s$$

$$P = 1 - F = 1 - \int_0^{H_s^{PP}} f(H_s) dH_s$$

Kako se povratni periodi definišu proizvoljno, a gustoća mjerenja zavisi o raspoloživim podacima, rješenje problema je iznalaženje gornje granice integrala funkcije distribucije značajne talasne visine i perioda talasa. Tome prethodi iznalaženje teorijske funkcije gustoće koja je rezultat prihvatanja hipoteze o ravnanju uzoračke statistike teorijskom.

Distribucija značajne talasne visine i pripadajućeg perioda nisu identične s obzirom na vrijednosti parametara distribucija, dok se izbor tipa distribucije u oba slučaja svodi na problem testiranja hipoteza o ravnanju uzorka po nekoj od teorijskih distribucija.

Uobičajeno korištene funkcije gustoće u problemima ovog tipa su:

- Gumbelova,
- Pareto,
- Lognormalna,

s tim da mogu biti korištene i druge distribucije. Izbor distribucije zavisi o prilagodljivosti distribucije uzorku.

Za Lognormalnu distribuciju koja ima širok spektar primjene, a samim time je opšte poznata, neće se posebno iznositi teorijska osnova, dok je za Gumbelovu i Pareto distribuciju u nastavku dat kratki teoretski prikaz.

Gumbelova distribucija dobila je ime po njemačkom matematičaru E. J. Gumbel-u. Njegov glavni fokus bio je prvenstveno na primjeni teorije ekstremnih vrijednosti u inženjerskim problemima, posebno u modeliranju meteoroloških fenomena poput godišnjih tokova poplava. Gumbelova distribucija poznata je kao i log-Weibulova, odnosno dvostruka eksponencijalna distribucija. Definisana je kako slijedi ($\gamma = 0,5772$ je Eulerova konstanta):

$$E(H_s) = \mu + \beta\gamma \rightarrow \mu = E(H_s) - \gamma \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{HS}^2 \cdot 6}{\pi^2}}$$

$$\beta = \sqrt{\frac{\sigma_{HS}^2 \cdot 6}{\pi^2}}$$

$$f(H_s) = \frac{1}{\beta} \cdot e^{-(z+e^{-z})}$$

$$F(H_s) = e^{-e^{-\frac{(x-\mu)}{\beta}}}$$

Pareto distribucija nazvana je po talijanskom inženjeru Vilfredu Paretu. Koristila se u opisivanju društvenih, znanstvenih i geofizičkih problema. Pareto distribucija je jednoparametarska distribucija s eksponencijalnim repom, koja se inače koristi za predviđanje ekstremnih događaja. Jedinu parametar je parametar oblika α , a vrijednost H_{sm} najmanja pozitivna vrijednost značajne talasne visine. Izrazi za potpunu definiciju Pareto distribucije prikazani su u nastavku:

$$E(H_s) = \frac{\alpha \cdot H_{sm}}{\alpha - 1}$$

$$H_{sm} = \frac{E(H_s) \cdot (\alpha - 1)}{\alpha}$$

$$\sigma^2(H_s) = \frac{H_{sm}^2 \cdot \alpha}{(\alpha - 1)^2 \cdot (\alpha - 2)}$$

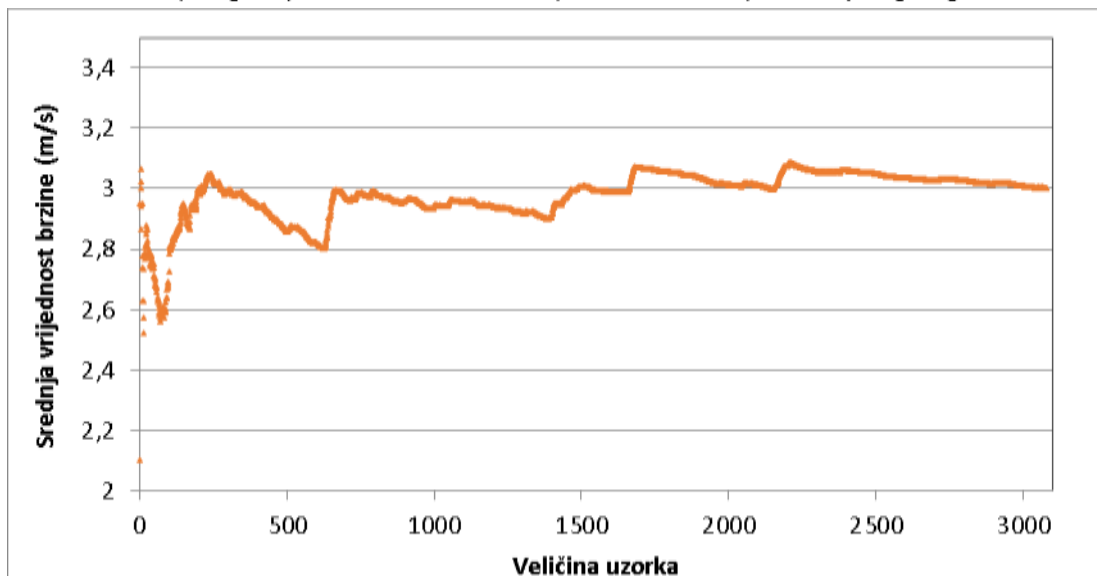
$$f(H_s) = \frac{H_{sm}^\alpha \cdot \alpha}{H_s^{\alpha+1}}$$

$$F(H_s) = 1 - \left(\frac{H_{sm}}{H_s} \right)^\alpha$$

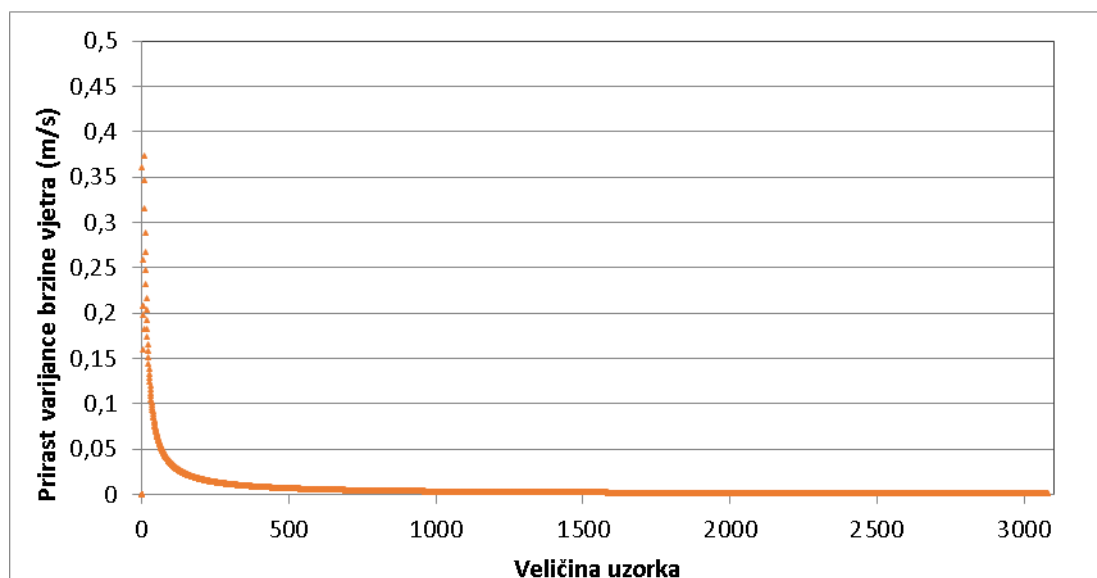
Dugoročna prognoza značajne talasne visine i perioda talasa izrađena je za smjerove SW i S s obzirom na informacije sa lokacije obuhvata i već dobro poznate posljedice djelovanja talasa navedenih smjerova na obalu.

Postupak iznalaženja prikladne teorijske distribucije sveden je na „best fit“ postupak parametarskih vrijednosti distribucija uz minimiziranje kvadrata odstupanja teorijske i uzoračke distribucije. Za potrebe definisanja minimalne potrebne dužine uzorka testirana je stacionarnost raspoložive vremenske serije za svaki od promatranih smjerova vjetrovnog talasa. U oba slučaja ispitana je stacionarnost drugog reda. Rezultati prikazani na Slikama D.11.-D.14. ukazuju na nešto povoljniju situaciju u slučaju smjera SW kojim su obuhvaćena 3029 podataka. Unutar prvih 2350 podataka bilježe se izolirani vjetrovni događaji koji rezultiraju odstupanjem srednje vrijednosti i varijance od krajnje vrijednosti. Nakon 2350 podataka, do uključivo 3029-og podatka, parametri distribucije se „smiruju“, uz napomenu kako statistička stacionarnost nije u potpunosti osigurana.

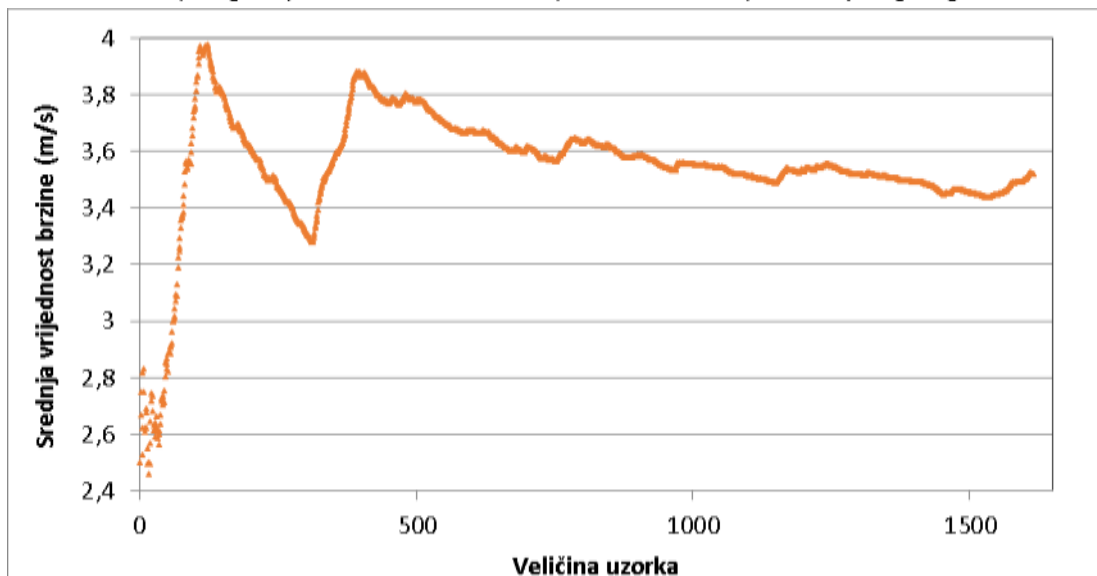
U slučaju smjera S broj podataka je nešto manji i iznosi 1616. Ovdje se bilježe izolirani događaji vjetra nešto ekstremnijih brzina pa su time i oscilacije u statističkim momentima izraženije. U pogledu stacionarnosti drugog reda u slučaju vjetra smjera S, također se može reći kako serija podataka nije dovoljno duga. U odnosu na smjer SW srednja vrijednost je nešto veća s tim da ne dolazi do iščezavanja osjetljivosti momenta na veličinu uzorka.



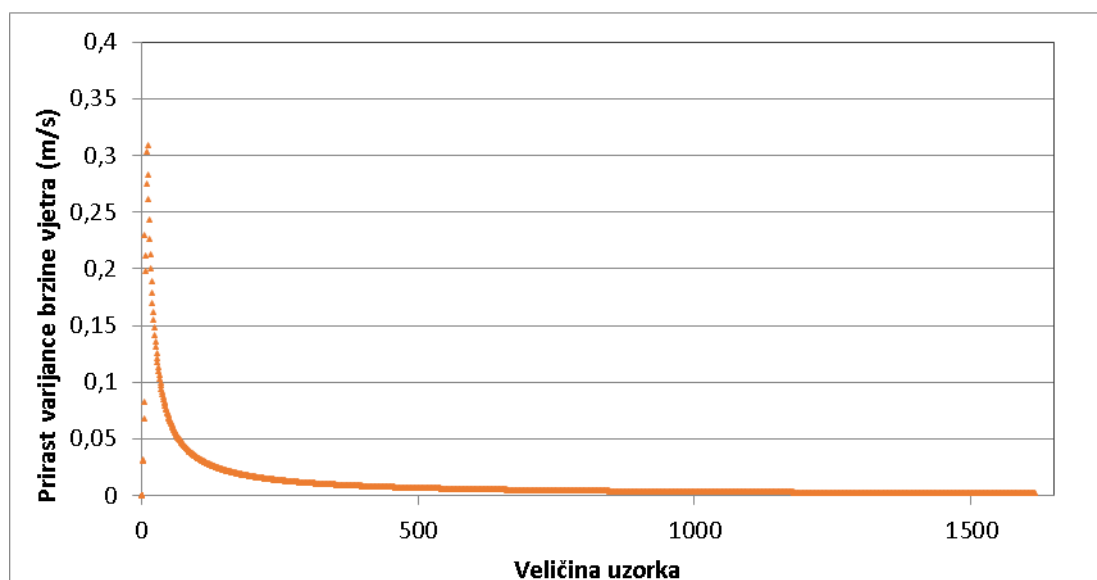
Slika D.11. Prikaz promjene srednje vrijednosti brzine vjetra smjera SW u ovisnosti o veličini uzorka



Slika D.12. Prikaz promjene prirasta varijance brzine vjetra smjera SW u ovisnosti o veličini uzorka



Slika D.13. Prikaz promjene srednje vrijednosti brzine vjetra smjera S u ovisnosti o veličini uzorka



Slika D.14. Prikaz promjene prirasta varijance brzine vjetra smjera S u ovisnosti o veličini uzorka

Parametri dubokovodnog vala za smjer SW i S prikazani su u Tablicama D.12. i D.13. Za promatrano razdoblje od 01. 01. 2008. do 31. 12. 2011. godine, kako je već rečeno, radi se o uslovima ograničenja vremenom duvanja vjetra, pa se u tom slučaju usvajaju minimalne dužine privjetrišta kao mjerodavne, te se parametri značajne talasner visine i perioda definišu prema Groen-Dorrestein-u.

V [m/s]	1,50	3,30	5,50	8,00	10,80	13,90
F_{EFF} [km]	232,78	232,78	232,78	232,78	232,78	232,78
t_{min} [h]	44,35	30,86	24,39	20,53	17,89	15,93
F_{min} [km]	43,36	71,25	98,29	124,47	150,37	176,28
F [km]	43,36	71,25	98,29	124,47	150,37	176,28
H_s [m]			0,70	1,41	2,20	3,52
T_s [s]			3,30	4,70	5,70	6,99
L₀ [m]			17,00	34,49	50,73	76,29
n	120	2257	524	66	44	18

Tablica D.12. Parametri dubokovodnog talasa za smjer SW

Za smjer SW maksimalna talsna visina i talasni period, temeljem raspoloživog niza brzina vjetra iznose $H_s=3.52$ m, odnosno $T=6.99$ s. Za smjer S maksimalne vrijednosti parametara su $H_s=4.10$ m, odnosno $T=7.90$ s.

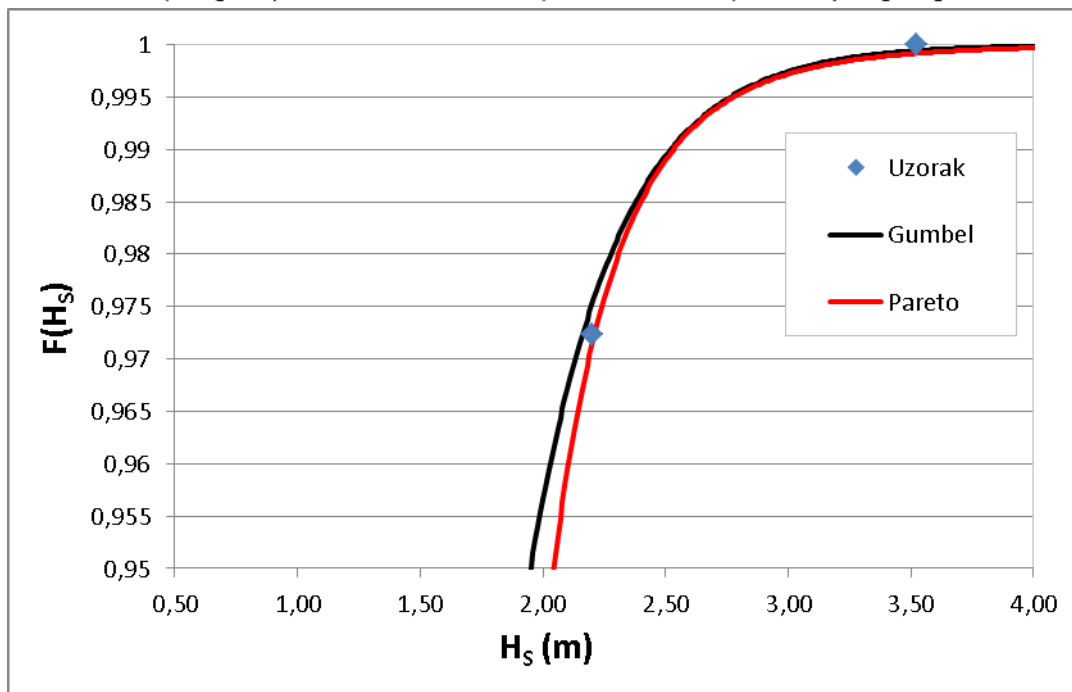
V [m/s]	1,50	3,30	5,50	8,00	10,80	13,90
F_{EFF} [km]	347,49	347,49	347,49	347,49	347,49	347,49
t_{min} [h]	59,41	41,34	32,68	27,51	23,96	21,34
F_{min} [km]	67,71	111,27	153,52	194,39	234,84	275,31
F [km]	67,71	111,27	153,52	194,39	234,84	275,31
H_s [m]			0,80	1,58	2,55	4,10
T_s [s]			3,61	4,95	6,10	7,90
L₀ [m]			20,35	38,26	58,10	97,44
n	101	769	559	156	29	2

Tablica D.13. Parametri dubokovodnog talasa za smjer S

Za potrebe dugoročnih prognoza talasnih parametara korištene su obje navedene distribucije uz "best fit" postupak do minimizacije kvadrata odstupanja. Za smjer SW dugoročne vrijednosti značajne talasne visine i perioda prikazane su na Slikama D.15. i D.16., te u Tablicama D.14. i D.15. **Odabrane vrijednosti talasnih parametara stogodišnjeg povratnog perioda iznose $H_s=4.85$ m i $T=9.13$ s.**

T	P	1-P	H_s^{Tpareto} (m)	H_s^{Tgumbel} (m)
5	0,000264	0,999736	4,110	3,790
20	6,6E-05	0,999934	4,950	4,280
50	2,64E-05	0,999974	5,600	4,610
100	1,32E-05	0,999987	6,140	4,850

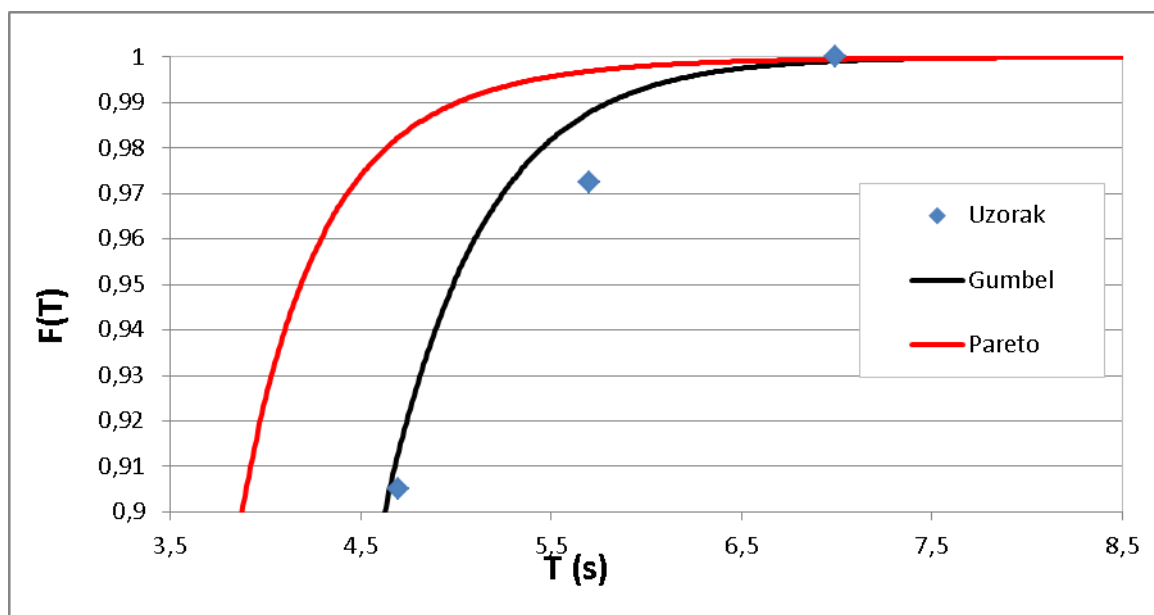
Tablica D.14. Dugoročna prognoza značajne talasne visine za smjer SW



Slika D.15. Dugoročna prognoza značajne talasne visine za smjer SW

T	P	1-P	$T^{T_{\text{pareto}}} \text{ (s)}$	$T^{T_{\text{gumbel}}} \text{ (s)}$
5	0,000264	0,999736		7,620
20	6,6E-05	0,999934		8,320
50	2,64E-05	0,999974		8,790
100	1,32E-05	0,999987		9,130

Tablica D.15. Dugoročna prognoza perioda talasa za smjer SW

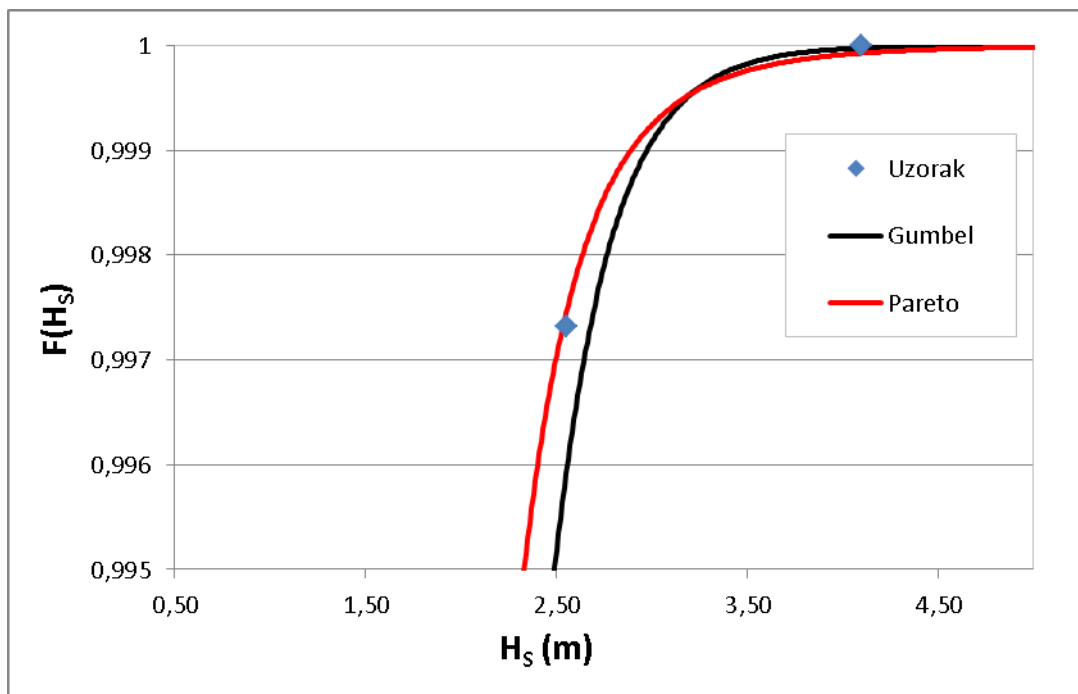


Slika D.16. Dugoročna prognoza perioda talasa za smjer SW

Za smjer S dugoročne vrijednost značajne talasne visine i perioda prikazane su na Slikama D.17. i D.18. te u Tablicama D.16. i D.17.. **Odabrane vrijednosti talasnih parametara stogodišnjeg povratnog perioda iznose $H_S=4.73$ m i $T=8.81$ s.**

T	P	1-P	$H_S^{T_{pareto}}$ (m)	$H_S^{T_{gumbel}}$ (m)
5	0,000495	0,999505	3,175	3,185
20	0,000124	0,999876	3,820	3,600
50	4,95E-05	0,99995	4,310	3,880
100	2,48E-05	0,999975	4,730	4,080

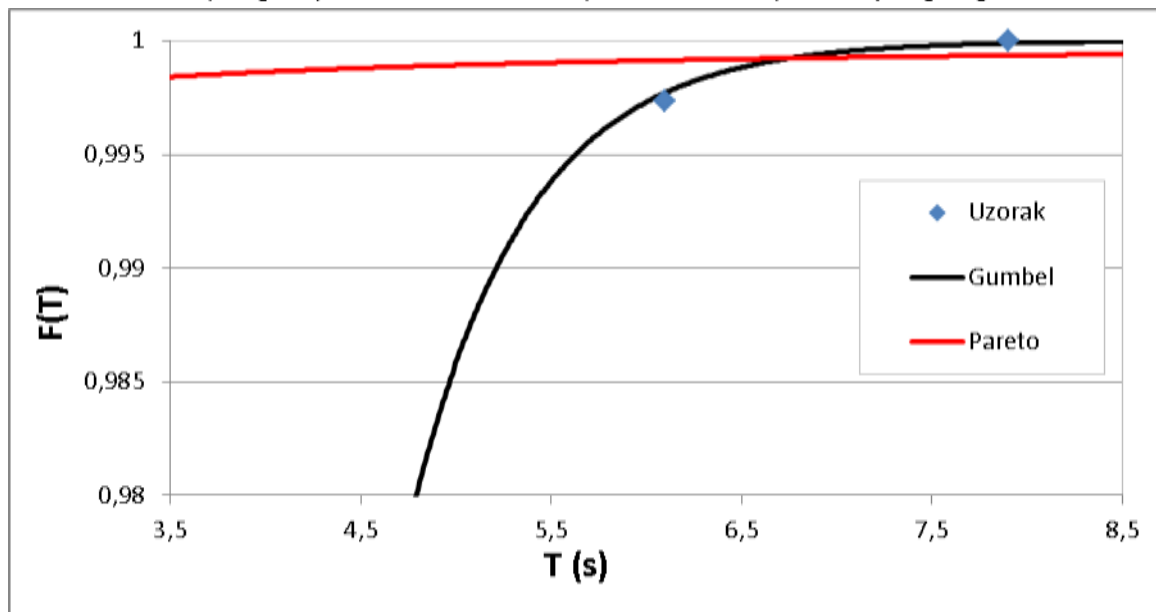
Tablica D.16. Dugoročna prognoza značajne talasne visine za smjer S



Slika D.17. Dugoročna prognoza značajne talasne visine za smjer S

T	P	1-P	$T^{T_{pareto}}$ (s)	$T^{T_{gumbel}}$ (s)
5	0,000495	0,999505		7,02
20	0,000124	0,999876		7,82
50	4,95E-05	0,99995		8,4
100	2,48E-05	0,999975		8,81

Tablica D.17. Dugoročna prognoza perioda talsa za smjer S

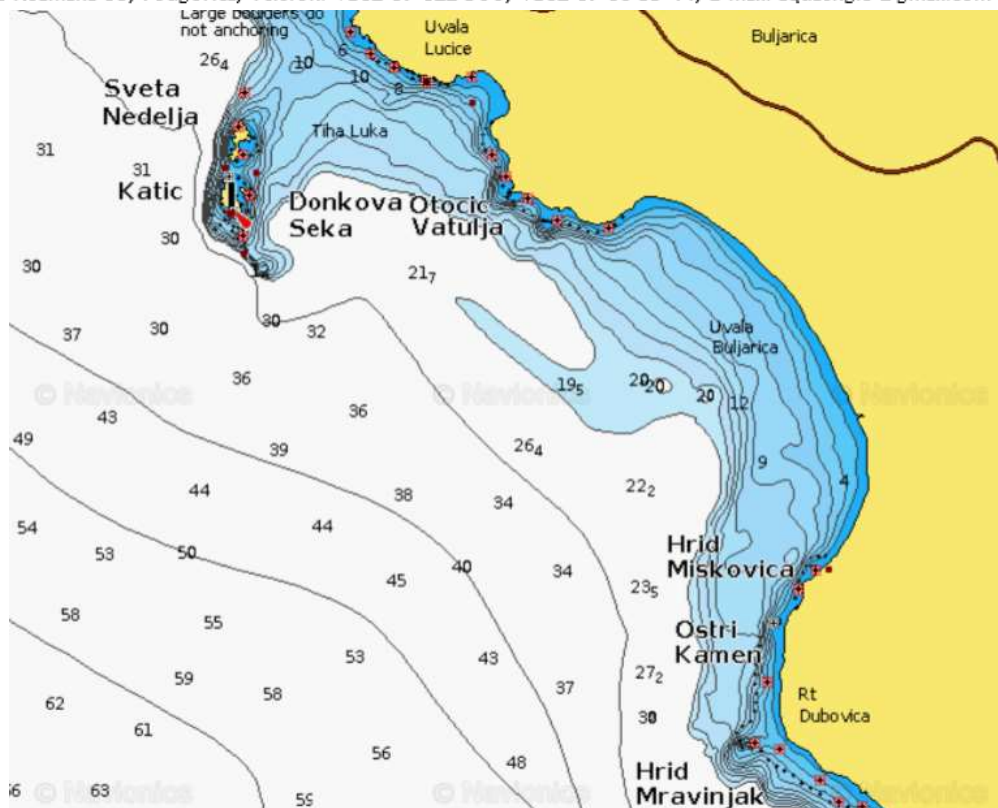


Slika D.18. Dugoročna prognoza perioda talasa za smjer S

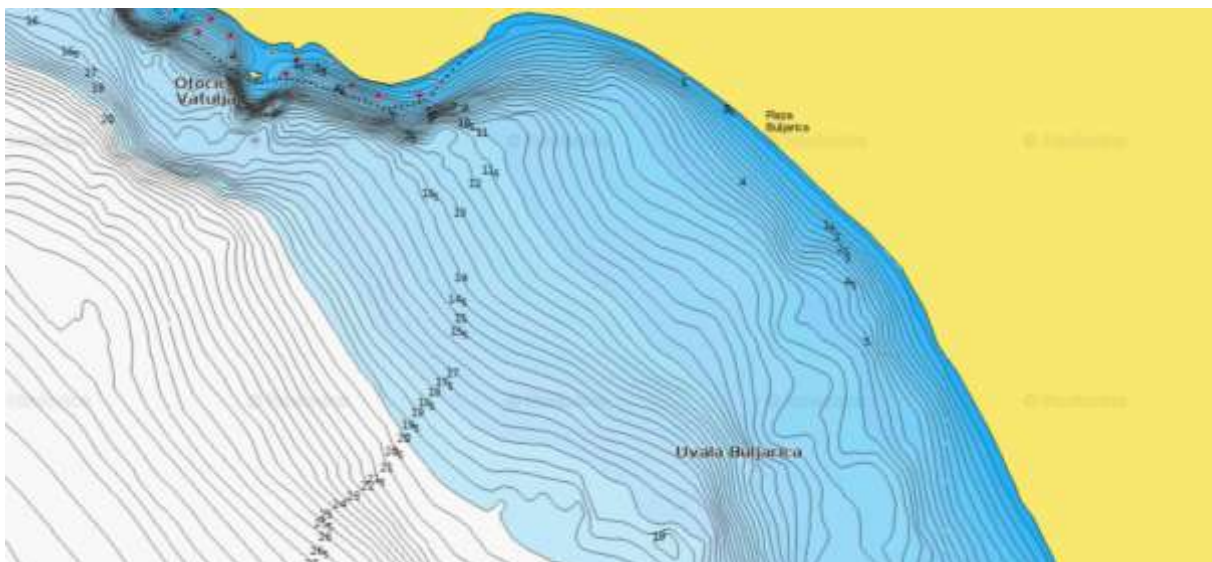
D.5. SVOJSTVA DUBINA I REFLEKSIJSKIH SVOJSTAVA OBALE U OBUHVATU

Uvid u batimetrijska svojstva temelji se primarno na batimetrijskoj podlozi koja je dostavljena od strane Naručioca temeljem in-situ premjera obavljenog prikladnom hidrografskom izmjerom. Referentan visinski datum za iskaz dubina u nije jednoznačno definisan pa se pretpostavlja kako se radi o „Nuli Trsta“.

Batimetrijska svojstva šireg područja obuhvata, mjerodavnog u segmentu definicije projektnog talsa do uključivo zone dubokog mora, temelje se na dostupnom servisu Navionics. Izobate unutar akvatorija Buljarice položene su paralelno s obalnom crtom što ukazuje na dominantno pjeskovito dno i činjenicu o visokom postotku sedimenta koji aktivno sudjeluje u formiranju morfoloških svojstava obale (Slika D.19. i D.20.).

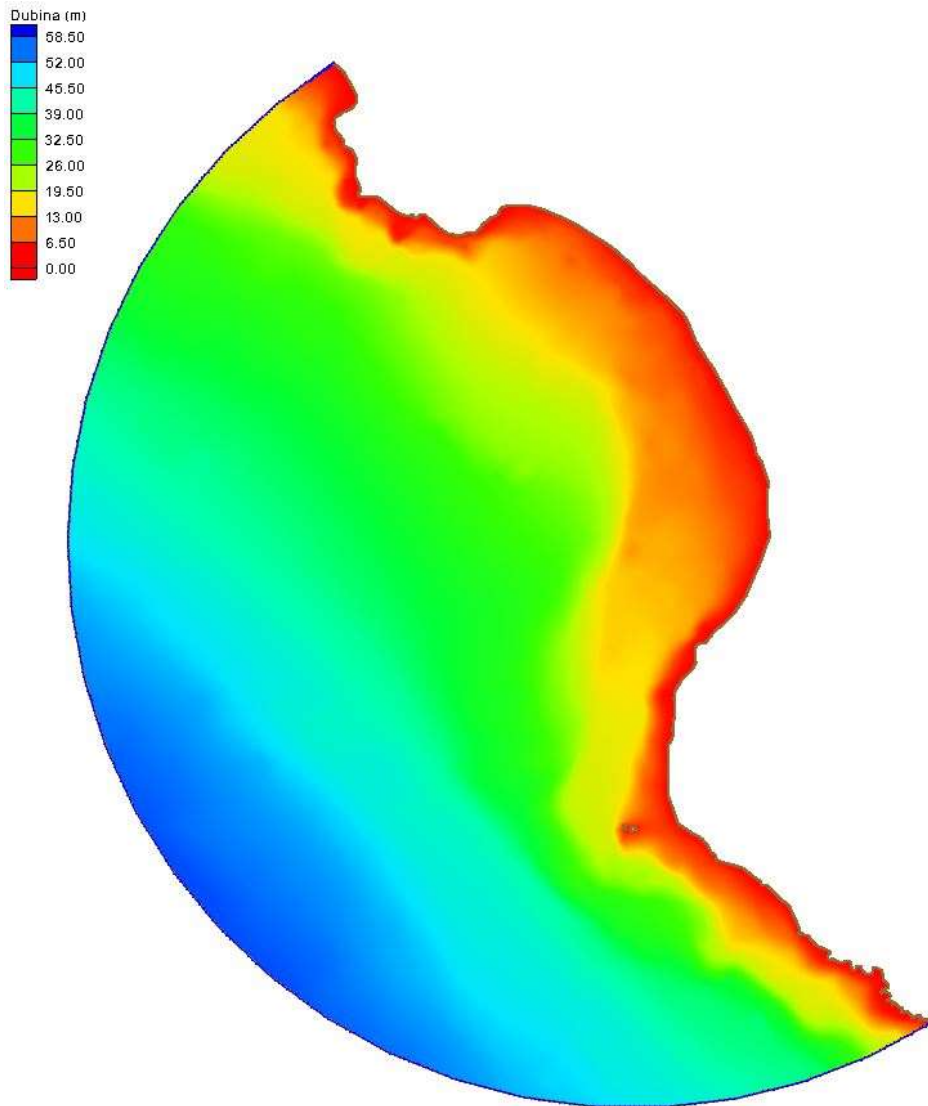


Slika D.19. Batimetrijska svojstva zone obuhvata (Navionics)

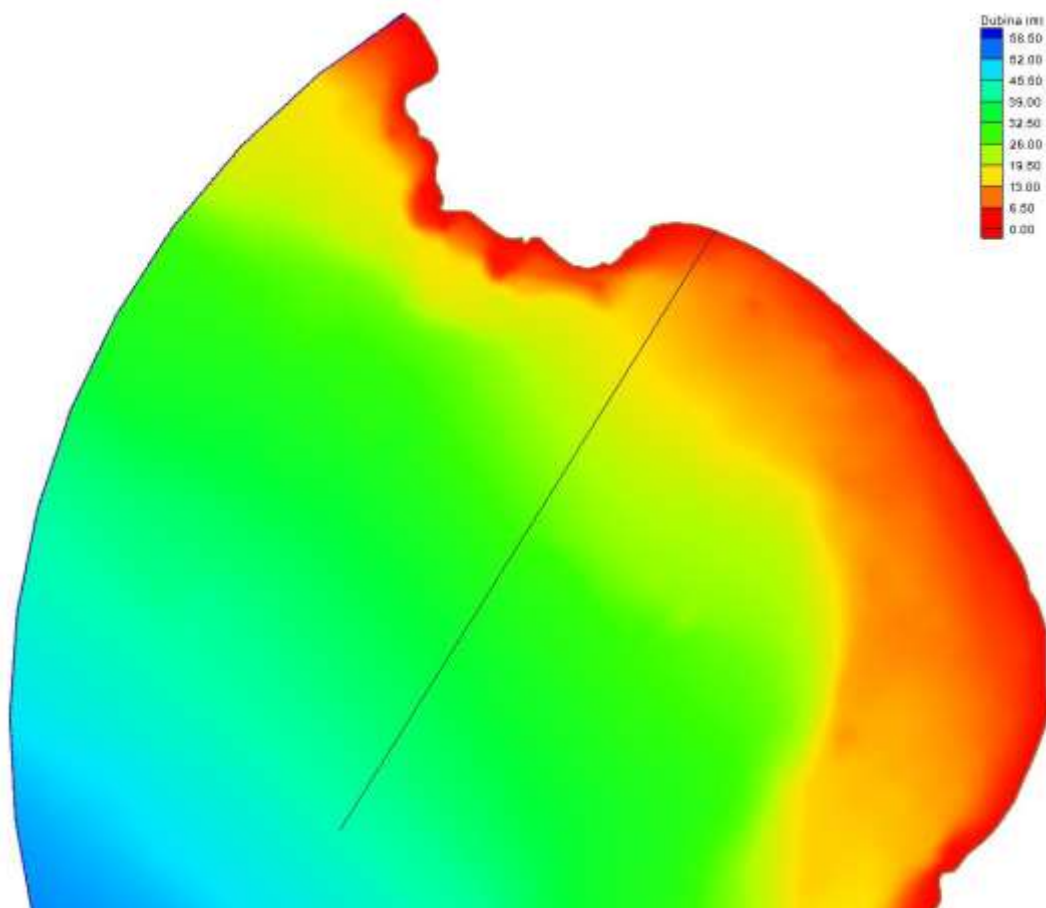


Slika D.20. Batimetrijska svojstva zone obuhvata (Navionics)

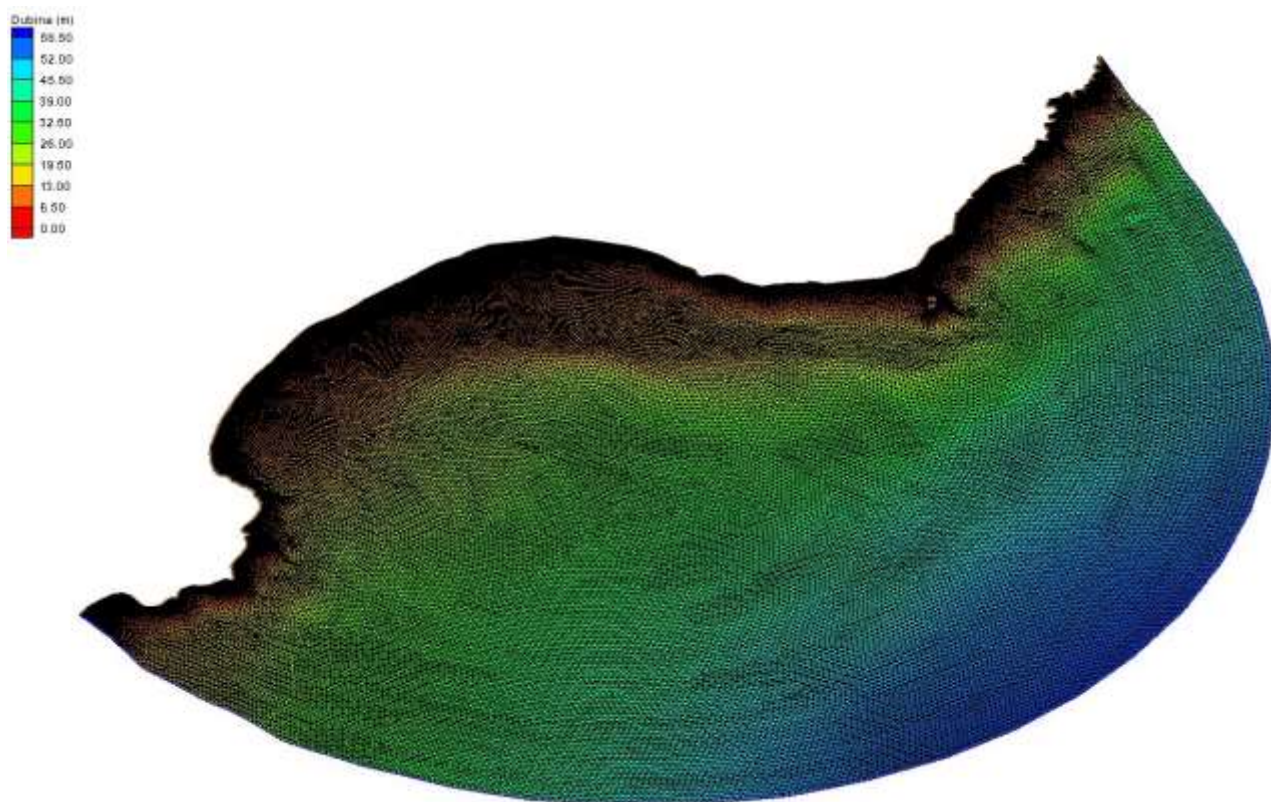
Kombiniranjem dostavljene batimetrijske podloge (uži dio obuhvata) i informacije iz Navionics servisa, generisan je model morskog dna za potrebe modelskih analiza (Slika D.21. i D.22.) s izometrijskim prikazima (Slika D.23. i D.24.).



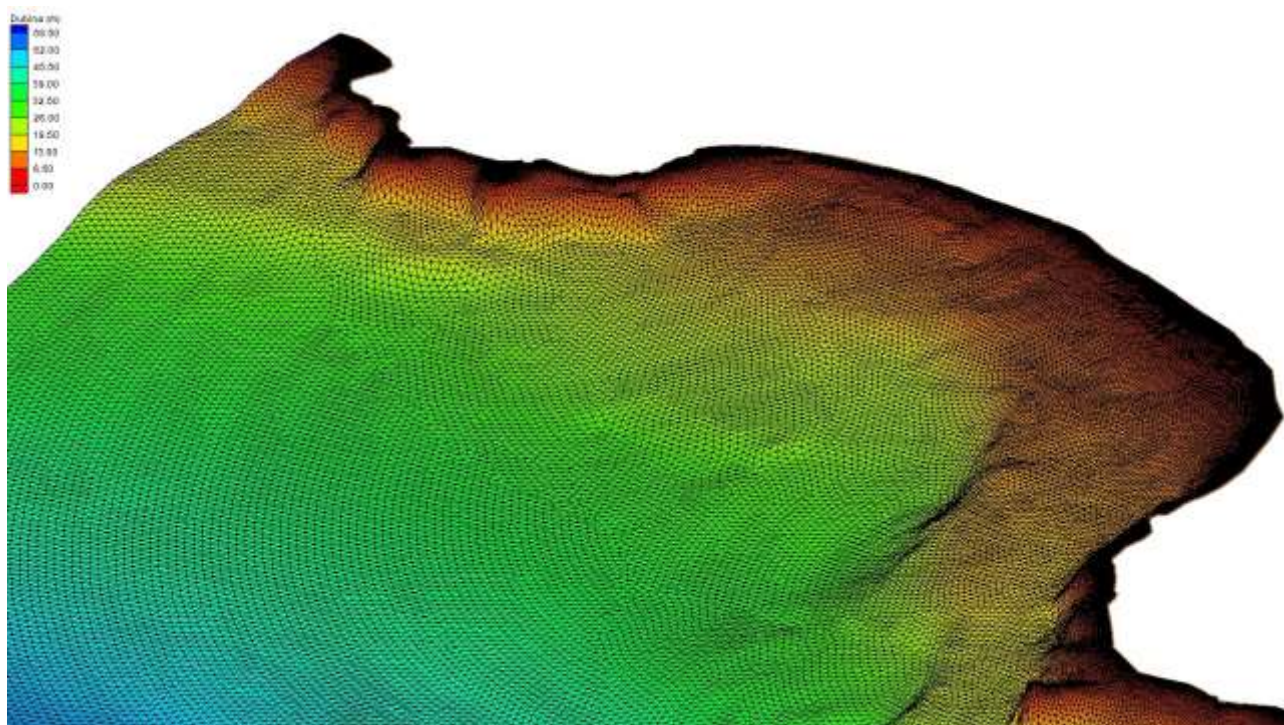
Slika D.21. Batimetrijski model šire zone obuhvata



Slika D.22. Batimetrijski prikaz užeg područja obuhvata sa trasom cjevovoda podmorskog ispusta



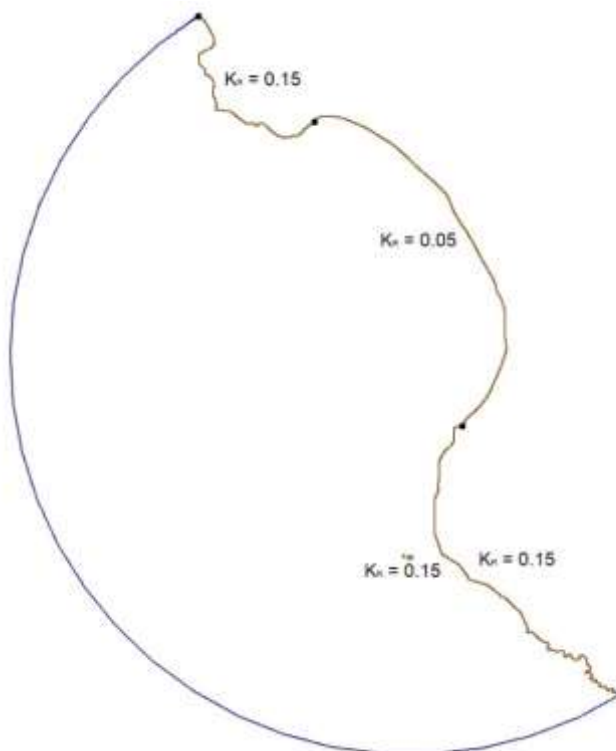
Slika D.23. 3D model morskog dna s prikazom dubina dubina šire zone obuhvata



Slika D.24. 3D model morskog dna s prikazom dubina i šire zone obuhvata

Od obalne crte duž trase podmorskog ispusta do uključivo dubine od 9 m morsko dno se pruža u nagibu od 5 %. Nakon toga je zabilježen prijelaz na pijesak čiji je ravnotežni profil u nagibu 1.7 % do krajnje dubine od 40 m. Duž trase ispusta batimetrijska podloga i model ne ukazuju na postojanje većih nepravilnosti na morskom dnu osim na dubinama do 5 m.

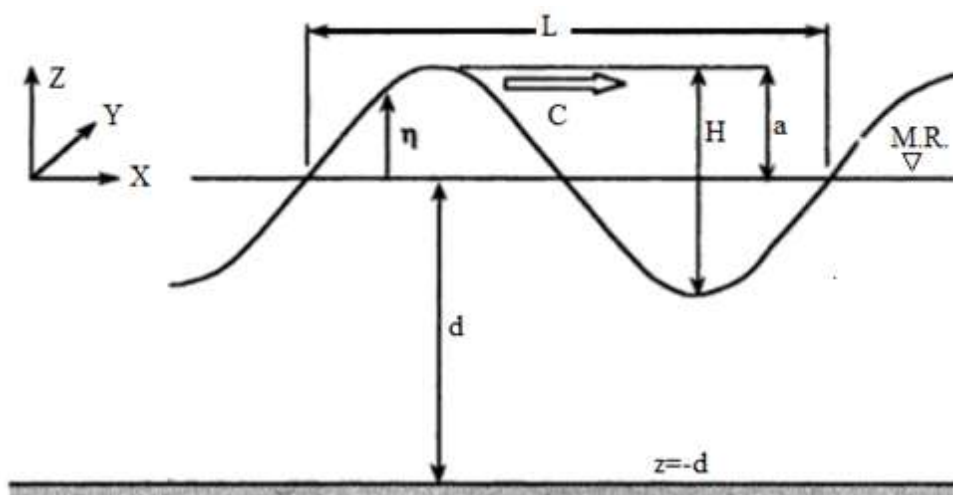
Na Slici D.25. definisana je obalna crte za potrebe modelske analize talasa s incidentnom linijom vala polukružnog oblika. Duž obalne crte definisana su refleksijska svojstva obale. Uvidom u sliku vidljivo je kako izostaju zone sa većim vrijednostima koeficijenta refleksije što je odlika prirodnog stanja obale u području zone obuhvata. Koeficijenti refleksije utvrđeni su iskustveno temeljem prospekcijskog pregleda obale na licu mjesta 22.03.2023. te uvidom u izmjerene dubine na licu mjesta.



Slika D.25. Definicija refleksijskih svojstava obalne crte

D.6. Talasne TRANSFORMACIJE

Za razumijevanje transformacija talasa potrebno je navesti osnovna načela teorije talasa malih amplituda (linearne valne teorije), bazirane na idealnom talasu na Slici D.26. koji oscilira oko mirne razine mora. Talasna visina predstavlja vertikalnu udaljenost od žljeba do grebena talasa, a amplituda maksimalni otklon površine mora od srednjice talasa i odgovara polovini talasne visine. Vremenski period između dva uzastopna prolaza grebena kroz istu točku naziva se period talasa i konstantan je parametar talasa, dok se vrijednosti talasne visine, brzine i dužine talasa mijenjaju pri promjeni dubine.



Slika D.26. Definicija parametara idealnog talasa

Jednačina visinskog položaja talasa koji putuje s lijeva na desno u odnosu na srednju razinu mora ima pozitivan predznak i zavisi od udaljenosti u smjeru propagacije talasa x i vremenu t . Ukoliko je smjer talasanja suprotan, predznak je negativan:

$$\eta = a \cos(kx - \omega t) = \frac{H}{2} \cos\left(\frac{2\pi x}{L} - \frac{2\pi t}{T}\right)$$

gdje su:

a - amplituda talasa (m),

k - talasni broj (rad/m),

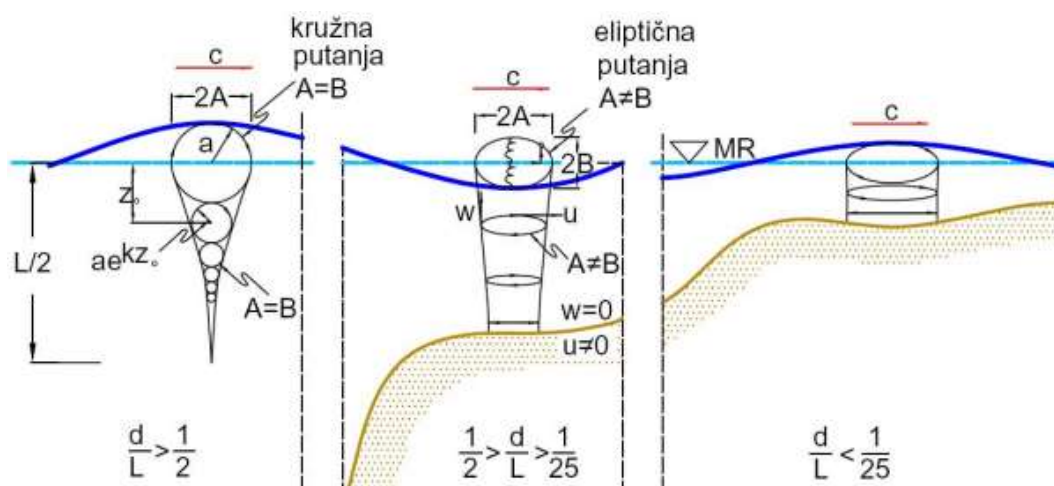
ω - talasna ugaona frekvencija (rad/s).

H - valna visina (m),

L - talasna dužina (m),

T - talasni period (s).

Pomaci vodnih čestica talasa se u dubokom moru odvijaju u kružnoj putanji, dok se u prijelazu iz dubokog u plitko more odvijaju po eliptičnoj putanji (Slika D.27. Tablica ED18.) prikazuje parametre talasa prema teoriji talasa malih amplituda za područje zone dubokog mora, prijelaznog područja i plitkog mora.



Slika D.27. Utjecaj dubine na kinematička svojstva talasa

Relativna dubina	Duboka voda $\frac{d}{L} > \frac{1}{2}$	Prelazno područje $\frac{1}{25} < \frac{d}{L} < \frac{1}{2}$	Plitka voda $\frac{d}{L} < \frac{1}{25}$
1. Profil vala	isto	$\eta = \frac{H}{2} \cos \left[\frac{2\pi x}{L} - \frac{2\pi t}{T} \right] = \frac{H}{2} \cos \theta$	isto
2. Brzina vala	$C = C_0 = \frac{L}{T} = \frac{gT}{2\pi} = \sqrt{\frac{gT}{2\pi}}$	$C = \frac{L}{T} = \frac{gT}{2\pi} \tanh \left(\frac{2\pi d}{L} \right) = \sqrt{\frac{gT}{2\pi} \tanh \frac{2\pi d}{L}}$	$C = \frac{L}{T} = \sqrt{gd}$
3. Dužina vala	$L = L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} = C_0 T, T = \sqrt{\frac{2\pi L}{g}}$	$L = \frac{gT^2}{2\pi} \tanh^2 \left(\frac{2\pi d}{L} \right)$	$L = T \sqrt{gd} = CT$
4. Brz. grupe valova	$C_g = \frac{1}{2} C = \frac{gT}{4\pi}$	$C_g = nC = \frac{1}{2} \left[\frac{4\pi d/L}{\sinh(4\pi d/L)} \right] \cdot C$	$C_g = C = \sqrt{gd}$
5. Brzine čestica a) horizontalna	$u = \frac{\pi H}{T} e^{2\pi z/L} \cos \theta$	$u = \frac{H g T}{2 L} \frac{\cosh \left[\frac{2\pi(z+d)/L}{\cosh(2\pi d/L)} \right]}{\cosh(2\pi d/L)} \cos \theta$	$u = \frac{H}{2} \sqrt{\frac{g}{d}} \cos \theta$
b) vertikalna	$w = \frac{\pi H}{T} e^{2\pi z/L} \sin \theta$	$w = \frac{H g T}{2 L} \frac{\sinh \left[\frac{2\pi(z+d)/L}{\cosh(2\pi d/L)} \right]}{\cosh(2\pi d/L)} \sin \theta$	$w = \frac{H \pi}{T} \left(1 + \frac{z}{d} \right) \sin \theta$
6. Ubrzanja čestica a) horizontalna	$a_x = 2 H \left(\frac{\pi}{T} \right)^2 e^{2\pi z/L} \sin \theta$	$a_x = \frac{g \pi H}{L} \frac{\cosh \left[\frac{2\pi(z+d)/L}{\cosh(2\pi d/L)} \right]}{\cosh(2\pi d/L)} \sin \theta$	$a_x = \frac{H \pi}{T} \sqrt{\frac{g}{d}} \sin \theta$
b) vertikalna	$a_z = -2 H \left(\frac{\pi}{T} \right)^2 e^{2\pi z/L} \cos \theta$	$a_z = -\frac{g \pi H}{L} \frac{\sinh \left[\frac{2\pi(z+d)/L}{\cosh(2\pi d/L)} \right]}{\cosh(2\pi d/L)} \cos \theta$	$a_z = -2 H \left(\frac{\pi}{T} \right)^2 \left(1 + \frac{z}{d} \right) \cos \theta$
7. Pomaci čestica a) horizontalni	$\xi = -\frac{H}{2} e^{2\pi z/L} \sin \theta$	$\xi = -\frac{H}{2} \frac{\cosh \left[\frac{2\pi(z+d)/L}{\sinh(2\pi d/L)} \right]}{\sinh(2\pi d/L)} \sin \theta$	$\xi = -\frac{HT}{4\pi} \sqrt{\frac{g}{d}} \sin \theta$
b) vertikalni	$\zeta = \frac{H}{2} e^{2\pi z/L} \cos \theta$	$\zeta = \frac{H}{2} \frac{\sinh \left[\frac{2\pi(z+d)/L}{\sinh(2\pi d/L)} \right]}{\sinh(2\pi d/L)} \cos \theta$	$\zeta = \frac{H}{2} \left(1 + \frac{z}{d} \right) \cos \theta$
8. Putanje čestica a) horizontalna os	$A = \frac{H}{2} e^{2\pi z/L}, A = B$	elipsa $A = \frac{H}{2} \frac{\cosh \left[\frac{2\pi(d+z)/L}{\sinh(2\pi d/L)} \right]}{\sinh(2\pi d/L)}$	elipsa $A = \frac{H}{2} \frac{1}{2\pi d/L}$
b) vertikalna os	$B = \frac{H}{2} e^{2\pi z/L}, A = B$	$B = \frac{H}{2} \frac{\sinh \left[\frac{2\pi(d+z)/L}{\sinh(2\pi d/L)} \right]}{\sinh(2\pi d/L)}$	$B = \frac{H}{2} \frac{2\pi(d+z)/L}{2\pi d/L}$
9. Pritisak ispod vala	$p = p_0 + \rho g \eta e^{2\pi z/L} - \rho g z$	$p = p_0 + \rho g \eta \frac{\cosh \left[\frac{2\pi(z+d)/L}{\cosh(2\pi d/L)} \right]}{\cosh(2\pi d/L)} - \rho g z$	$p = p_0 + \rho g (\eta - z)$

Tablica D.18. Prikaz parametara vala prema teoriji talasa malih amplituda

Ukupnu energiju koja se prenosi talasom čini potencijalna energija kao posljedica vertikalnog izdizanja morske površine i kinetička energija nastala pomjeranjem čestica talasa:

$$E_{uk} = \overline{PE} + \overline{KE} = \frac{1}{8} \rho g H^2$$

Kako se dubokovodni talas približava obali, sve je veći uticaj dna koji se očituje kroz promjene parametara talasa i smjera pomjeranja talasnih zraka. U nastavku su opisani mehanizmi talasnih transformacija u zoni uticaja morskog dna.

Uplicavanje je pojava koja se javlja kada talas nailazi okomito na ravnu obalu čije su izobate paralelne s linijom obale. U tom slučaju se cjelokupna talasna energija prenosi prema obali, što znači da je protok energije konstantan bez obzira na udaljenost grebena od obale pa se može pisati:

$$EC_g = E n C = const.$$

Ako se u izraz uvrsti jednačica za energiju talasa dobije se:

$$nCH^2 = n_1 C_1 H_1^2 = n_2 C_2 H_2^2 = n_0 C_0 H_0^2 = const.$$

iz čega se odnos bilo koje dvije talasne visine može prikazati kao:

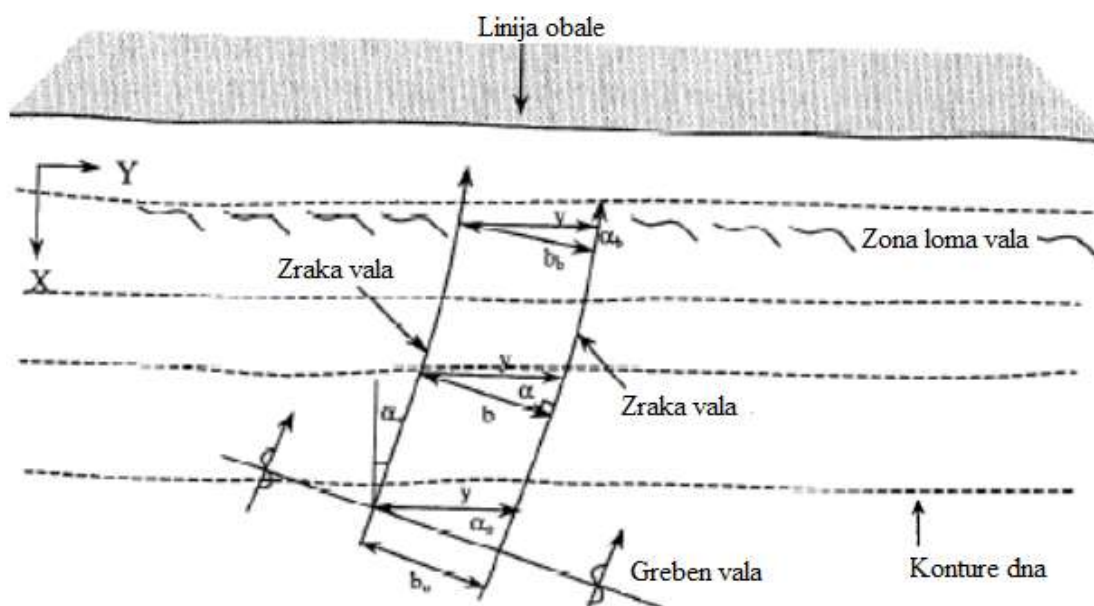
$$\frac{H_2}{H_1} = \sqrt{\frac{n_1 C_1}{n_2 C_2}}$$

Uopšteno, pomoću talasne visine u dubokom moru H_0 je moguće dobiti talasnu visinu H na bilo kojoj dubini:

$$\frac{H}{H_0} = \sqrt{\frac{n_0 C_0}{n C}} = \sqrt{\frac{1}{2} \frac{1}{n \operatorname{tg} h(kd)}} = \frac{H}{H_0'} = K_S$$

gdje je K_S koeficijent uplićavanja koji u dubokom moru iznosi 1.0, a s dubinom se smanjuje do vrijednosti 0.91, nakon čega raste do beskonačnosti kako dubina mora ide u nulu.

Refrakcija se događa kada talasii kao posljedica promjene dubine nailaze na obalu pod nekim uglom (Slika 3.3.3.). Talasna brzina je funkcija dubine i opada proporcionalno smanjenju dubine, stoga greben talasa iz dubljeg mora stigne greben u plićem moru zbog veće talasne brzine pa su za posljedicu grebeni talasa u neposrednoj blizini obale paralelni s obalom, a talasne zrake se poklapaju s normalama na obalnu liniju. Pretpostavlja se da se sva energija prenosi uzduž zrake talasa i da nema gubitka energije okomito na zraku.



Slika D.28. Refrakcija vjetrovnog vala

Uz uslov da vrijedi zakon održanja među zrakama međusobne udaljenosti b , slijedi:

$$nCH^2b = n_1C_1H^2_1b_1 = n_2C_2H^2_2b_2 = n_0C_0H^2_0b_0 = const.$$

iz čega se odnos bilo koje dvije talasne visine može prikazati kao:

$$\frac{H_2}{H_1} = \sqrt{\frac{n_1 C_1}{n_2 C_2}} \sqrt{\frac{b_1}{b_2}}$$

Uopšteno, pomoću talasne visine u dubokom moru H_0 je moguće dobiti talasnuvisinu H na bilo kojoj dubini:

$$\frac{H}{H_0} = \sqrt{\frac{n_0 C_0}{n C}} \sqrt{\frac{b_1}{b_2}} = \sqrt{\frac{1}{2} \frac{1}{n} \frac{1}{\tan h(kd)}} \sqrt{\frac{b_0}{b}} = K_S K_R$$

Jednačina propagacije talasa glasi:

$$\frac{\partial}{\partial x}(k \sin \alpha) - \frac{\partial}{\partial y}(k \cos \alpha) = 0$$

a kako za obalu koja je postavljena okomito na x os nema promjene u y smjeru, slijedi:

$$k \sin \alpha = const.$$

Uzimajući u obzir da je period talasa konstantan, slijedi Snell-ov zakon refrakcije vala:

$$k \sin \alpha = \frac{\sin \alpha}{C} = \text{konst.}$$

pomoću kojeg se računaju uglovi nailaska talasa:

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \alpha_0} = \frac{C}{C_0} = \tanh \frac{2\pi d}{L}$$

S obzirom da se svaka zraka talasa refraktira po istom zakonu, međusobna udaljenost zraka u smjeru pružanja obale ostaje konstanta:

$$\frac{b}{\cos \alpha} = \text{const.}$$

$$\sqrt{\frac{b_1}{b_2}} = \sqrt{\frac{\cos \alpha_1}{\cos \alpha_2}}$$

gdje je K_R koeficijent refrakcije

$$K_R = \sqrt{\frac{b_0}{b}} = \sqrt{\frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}}$$

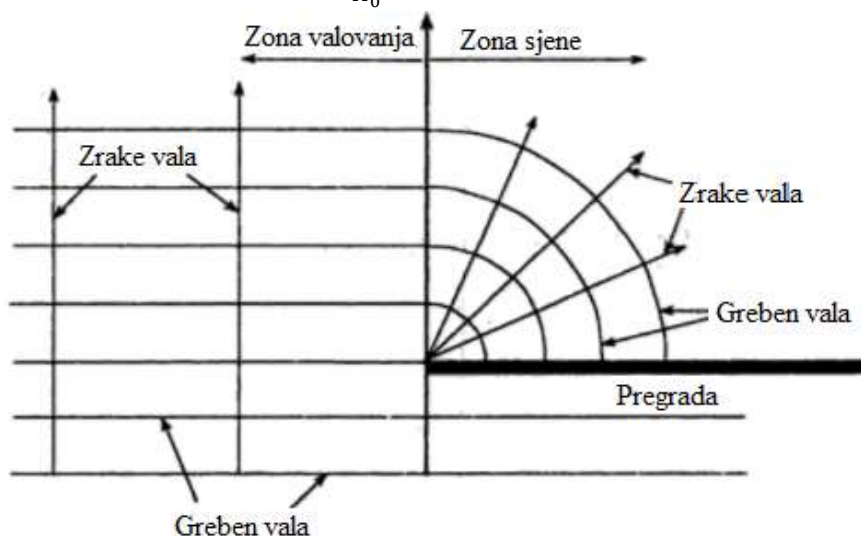
Difrakcija ili ogib nastaje kada talasi naiđu na prepreku i rezultat je bočnog rasprostiranja energije koje se javlja iza prepreke. Iako se u prirodi uglavnom odvija istovremeno s refrakcijom, radi potrebe razmatranja uzima se da nema promjene dubine pa refrakcija nije prisutna. Radi se o slučaju čiste difrakcije prikazanom na Slici D.29., gdje incidentni dubokovodni talas nailazi na pregradu na vrhu koje je razdjelnica područja sjene i zone incidentnog vala. Zrake talasa se lome i usmjeravaju prema zoni sjene, gdje dolazi do prijenosa energije.

Koeficijent difrakcije K_D se očitava iz nomograma, a pomnožen s talasnom visinom incidentnog talasa rezultira talasnom visinom u zoni sjene pregrade:

$$K_D = \frac{H}{H_S}$$

Proračun talasne visine uslijed istovremenog djelovanja uplićavanja, refrakcije i difrakcije moguće je provesti prema:

$$\frac{H}{H_0} = K_S K_R K_D$$



Slika D.29. Primjer čiste jednostrane difrakcije

Kada talas naiđe na kruti, nepropusni vertikalni zid događa se totalna refleksija ukupne energije nadolazećeg talasa, koja se superponira s energijom nadolazećeg incidentnog talasa formirajući potpuni stojni talas kojeg karakterizira maksimalna visina $2H$.

Koeficijent refleksije C_R je u rasponu od nula do jedan i predstavlja udio ukupne količine energije dolaznog talasa koji se reflektira od konstrukcije, čiji se reflektirani talas superponira sa dolaznim talasom, a opterećenje talasa na konstrukciju se povećava:

$$C_R = \frac{H_R}{H_I}$$

gdje je:

H_R - visina reflektiranog talasa (m),

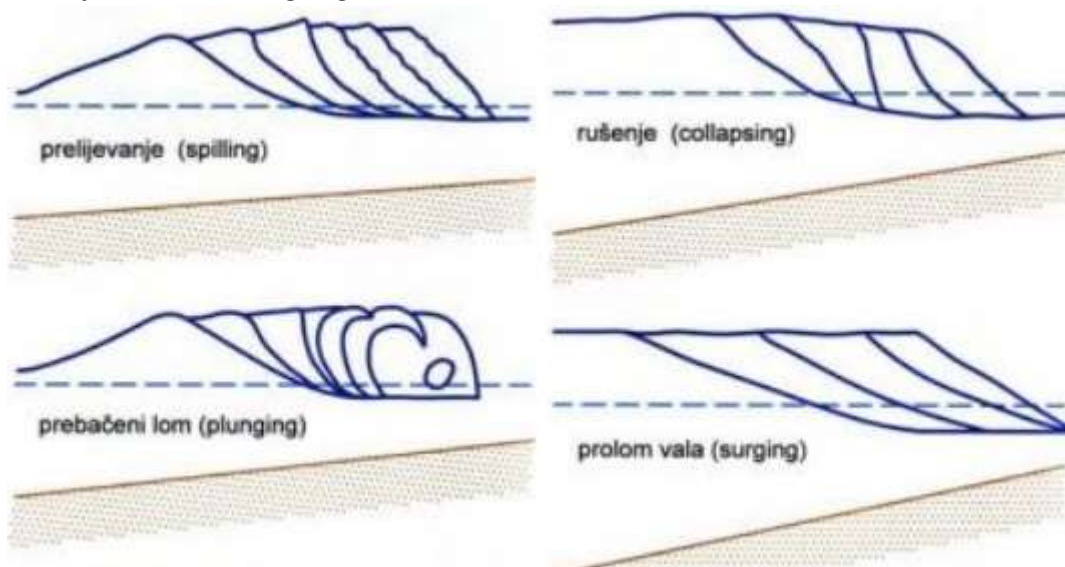
H_I - visina incidentnog talasa (m).

Postojanje gradijenta dubine također uzrokuje refleksiju. Koeficijent refleksije povećava se sa porastom gradijenta dubine. Reflektirani tok energije talasa moguće je definirati koeficijentom refleksije kao udio ukupnog toka energije nadolazećeg talasa, koji se zbog promjene nagiba dna reflektira nazad, suprotno smjeru incidentnog talasa za slučaj kada se zraka incidentnog talasa poklapa sa gradijentom dubine.

Plaže su zbog prirodnog položaja i materijala jako dobri disipatori energije incidentnog talasa pa imaju jako male vrijednosti koeficijenta refleksije. Za varijabilne parametre incidentnih talasa plaža mijenja geometriju i koeficijent refleksije.

Lom talasa će se dogoditi kada se prekorači strmost talasa - omjer talasne visine i talasne dužine. Prema Galvinu postoje četiri tipa loma talasa (Slika D.30.).

- prelijevanje kod vrlo blagog nagiba dna (prebačeni lom),
- lom guranjem s obuhvaćenim mjehurom zraka kod strmog nagiba dna,
- propadajući lom kao prijelazna forma i prolom talasa,
- izdizanje kod vrlo strmog nagiba.



Slika D.30. Vrste loma vala prema Galvinu

Kriterijumi loma talasa zavise od maksimalne strmosti talasa:

- za duboko more:

$$\left(\frac{H_0}{L_0}\right)_{max} = \frac{1}{7} = 0,142$$

- za plitko more:

$$\left(\frac{H}{L}\right)_{max} = \frac{1}{7} \frac{2\pi d}{L}$$

- Micheov opšti izraz:

$$\left(\frac{H}{L}\right)_{max} = \frac{1}{7} tgh\left(\frac{2\pi d}{L}\right)$$

D.7. NUMERIČKI MODEL ZA ANALIZU TALASNOG POLJA

CG WAVE je dvodimenzionalni model koji služi za predviđanje propagacije i transformacije talasa i njegovih parametara kao što su talasnih visina, brzina i pritisci. Također modelom je moguće prikazati pojavu talasne refrakcije uslijed dubine, difrakciju talasa od objekata i dubine, refleksiju talasa od objekata i obalne linije, trenje od dna, lom talasa i uticaj plutajućih objekata. Model je primjenjiv za različite vrste domena i za različite rasporede dubina. Ulazni parametri za CG WAVE su smjer incidentnog talasa, period talasa i talasna visina ili spektralna kombinacija ovih parametara.

Model koristi SMS grafičko sučelje, koje je napravljeno kao pomoć pri vizualizaciji zadavanja parametara modela i za pomoć prikaza rezultata. Za proračun difrakcije i refrakcije talasa software rješava eliptičnu parcijalnu diferencijalnu jednačbu blagog nagiba:

$$\nabla \times (CC_g \nabla \phi) + k^2 CC_g \phi = 0$$

gdje su:

$\phi(x, y)$ - funkcija razine mora,

σ - frekvencija talasa,

$C(x, y)$ - brzina faze talasa:

$$C(x, y) = \left(\frac{\sigma}{k}\right)$$

$C_g(x, y)$ - grupna brzina talasa:

$$C_g(x, y) = \left(\frac{\partial \sigma}{\partial k}\right)$$

$k(x, y)$ - talasni broj.

Prije samog rješavanja jednačine potrebno je odabrati područje proračuna i zadati granične uslove. Prvi korak je učitavanje geodetske podloge, odnosno batimetrije u kojoj svaka tačka mora sadržavati x, y i z koordinatu, te se zatim odredi područje za proračun. Određivanjem područja proračuna definišu se granični uslovi tj. odredi se linija obale (mjesto gdje se spajaju more i kopno) i polukružno se definiše otvorena granica mora, te se definiraju koeficijenti refleksije na obali. Numerički model CG WAVE koristi metodu konačnih elemenata za rješavanje jednačine blagog nagiba pa je potrebno promatrano područje diskretizirati. Diskretizacija se vrši tročvornim trougaonim elementima.

Veličina elemenata zavisi od lokalne dužine talasa koja zavisi od lokalne dubine. Rezolucija elemenata se odabire podjelom talasne dužine na određeni broj tačaka, preporučuje se odabrati 8-12 tačaka po talasnoj

dužini. S obzirom da se talasna dužina smanjuje kako se talas propagira prema obali, potrebno je definisati i minimalnu veličinu elementa kako bi imali racionalnu rezoluciju elemenata.

Ulazni parametri se mogu zadati u obliku monokromatski talasa ili realnog talasa (preko spektralnog talasa). Ukoliko se zadaju parametri monokromatskog talasa onda se zadaje amplituda talasa a , period talasa T i smjer talasa, a za spektralni talas se koristi karakteristična talasna visina, period talasa T i smjer talasa te dodatni parametri odabranog spektra. U ovim primjerima je korišten JONSWAP spektralni talas pa su dodatni parametri: spektralni koeficijent disperzije γ i koeficijent direkcijske disperzije nn . Spektralni talas se razlaže na više monokromatskih talasa po frekvenciji i smjeru. Iterativnim postupkom se dobivaju rješenja za svaki talas pojedinačno pa je potrebno zadati kriterij točnosti ili kriterij broja iteracija. Kada je jedan od ta dva kriterija zadovoljen, proračun se prekida. Proračun se vrši za svaki monokromatski talas posebno te se sva rješenja interpoliraju u jedno jedinstveno rješenje za odabrani spektralni talas.

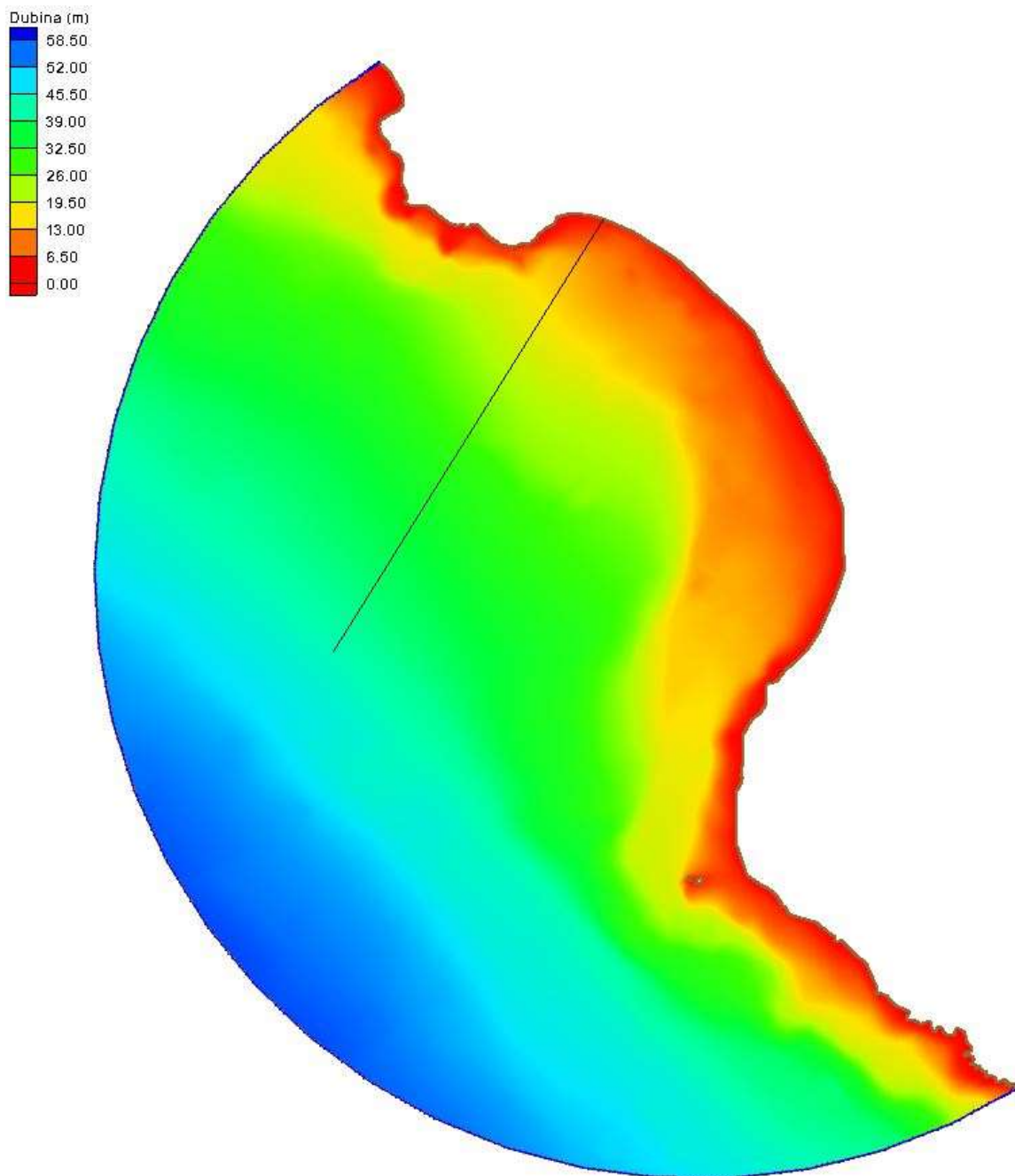
Za obuhvat Buljarica odabran je jedan mjerodavan incidentan smjer dolaska talasa na koje će se vršiti proračun (Tablica D.19.). Korišten je JONSWAP spektralni val.

<i>Smjer (meteorološki)</i>	<i>Hs (m)</i>	<i>T (s)</i>	<i>γ</i>	<i>nn</i>
<i>S (180°)</i>	<i>4.85</i>	<i>9.13</i>	<i>3.3</i>	<i>10</i>

Tablica D.19. Ulazni parametri talasa za model

Koeficijent γ se uzima 3.3 za sve talase koji imaju period manji od 10 s, a koeficijent nn prilagođava uvidom u rezultate talasnog polja. S obzirom na oblik domene i nemogućnost proračuna talasa koji na otvorenoj granici mora svojim smjerom izlaze iz domene i idu od obale prema otvorenom moru potrebno je povećati koeficijent nn kako bi se smanjila direkcijska disperzija.

Dubina unutar domene, korištena unutar modela, definirana je na osnovu izvršenih mjerenja i odgovara prikazu na Slici D.31. U području obalne linije dubina je 0.0 m, i povećava se do maksimalnih 58.50 m na lokaciji linije incidentnog talasa.



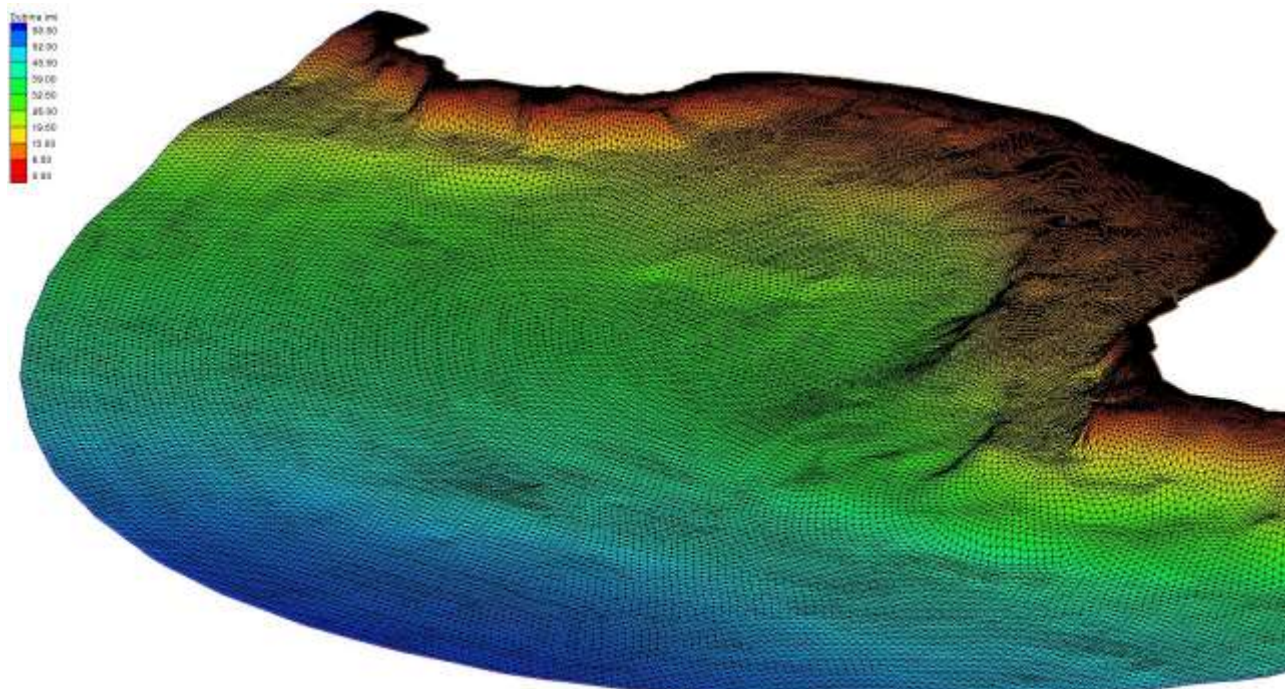
Slika D.31. Batimetrijski prikaz u zoni obuhvata

Prostorna diskretizacija u modelu za analizu valnog polja izvršena je tročvornim konačnim elementima (Slika D.32.). S obzirom na smanjenje talasne dužine, s manjom dubinom potrebno je osigurati finiju prostornu diskretizaciju s ciljem osiguranja uvida u proces talasanja i transformacije talasnog polja u zoni uticaja morskog dna.

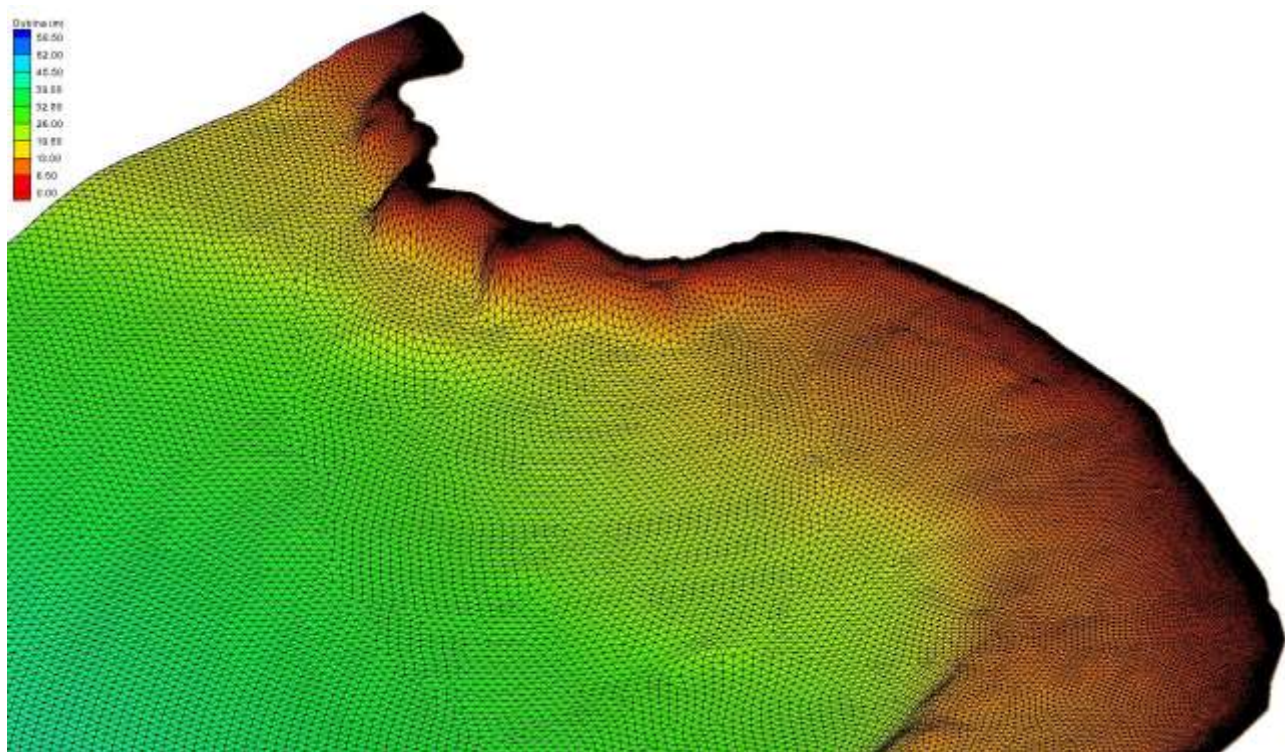


Slika D.32. Diskretizacija domene modela tročvornim elementima

Obalna linija u sklopu izometrijskog prikaza prikazana je na Slikama D.33. i D.34. zajedno s poljem dubina i linijom incidentnog talasa za uže područje obuhvata.



Slika D.33. 3D izometrijski model dna s diskretizacijom



Slika D.34. 3D izometrijski model dna s diskretizacijom

D.8. REZULTATI ANALIZE TALASNOG POLJA

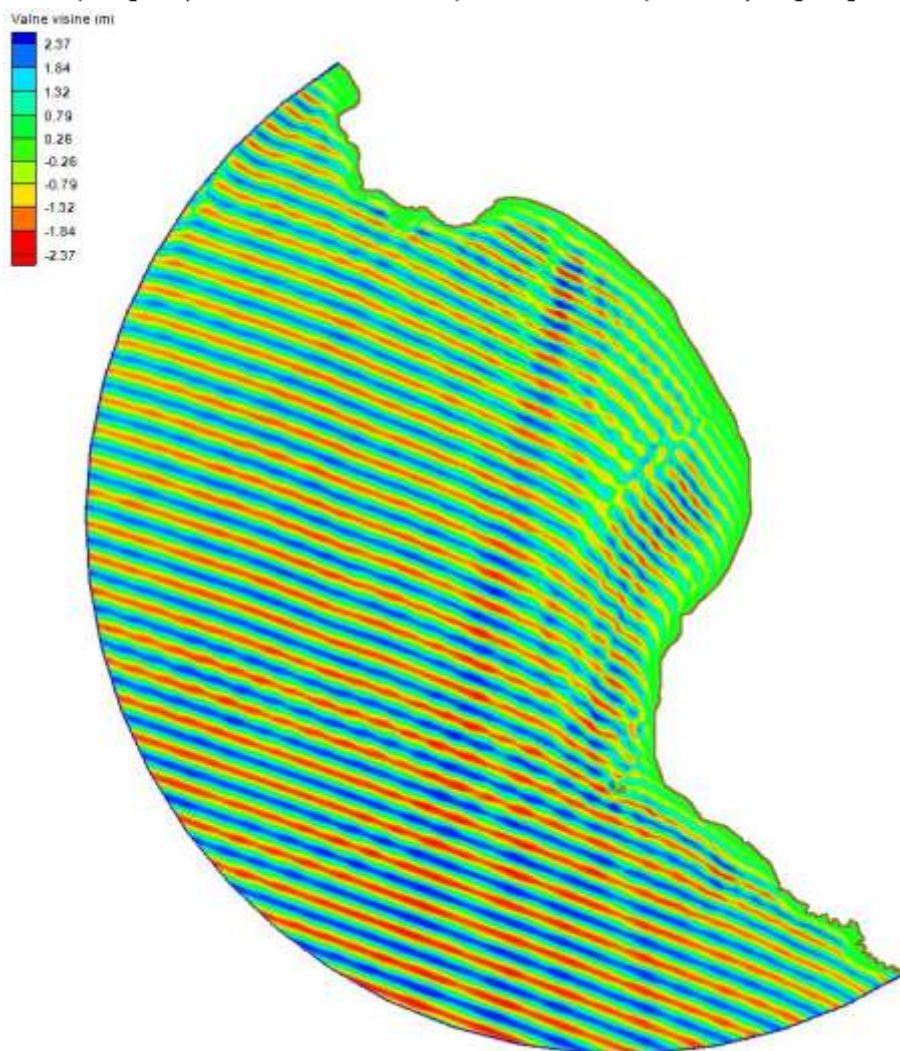
Rezultati su prikazani u nastavku, zasebno za incidentne smjerove S i SW s ciljem jasne i pregledne identifikacije svojstava talasnog polja u zoni uticaja morskog dna, a u zoni zahvata Buljarica. Posebno je dan prikaz:

- Talasnog polja;
- Polja talasnih visina;
- Vektora pomjeranja talasa;
- Područja loma talasa.

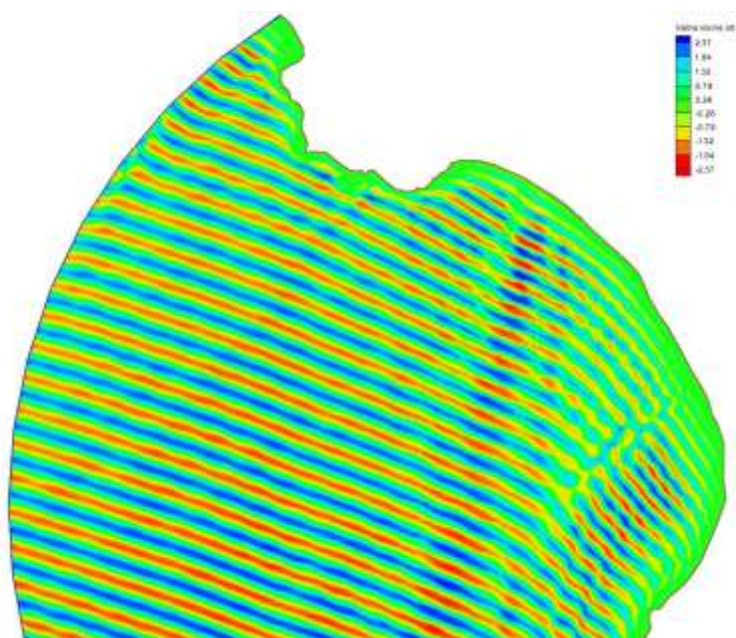
Na ovaj način u potpunosti su definirana svojstva talasnog polja s karakteristikama u nastavku.

Svojstva talasnog polja unutar zone obuhvata za incidentni smjer S u cijelosti su definirana u nastavku na Slikama D.35.- D.43.. Uvidom se uočava značajne transformacije talasa u akvatoriju ispred područja zahvata i to primarno kroz refrakciju i lom talasa. Značajan uticaj refrakcije prisutan je duž cijele uvale uz očit uticaj dna već na incidentnoj liniji talasa. U ovom slučaju refleksija je pravilna i homogena, bez uzroka heterogenosti polja talasnih visina u akvatoriju Buljarice. Zakretanje zraka talasa je prisutno više u južnom dijelu uvale a manje u sjevernom dijelu gdje je izraženija konvergencija zraka i rezultirajuće nešto veće talasne visine nego li na južnom dijelu.

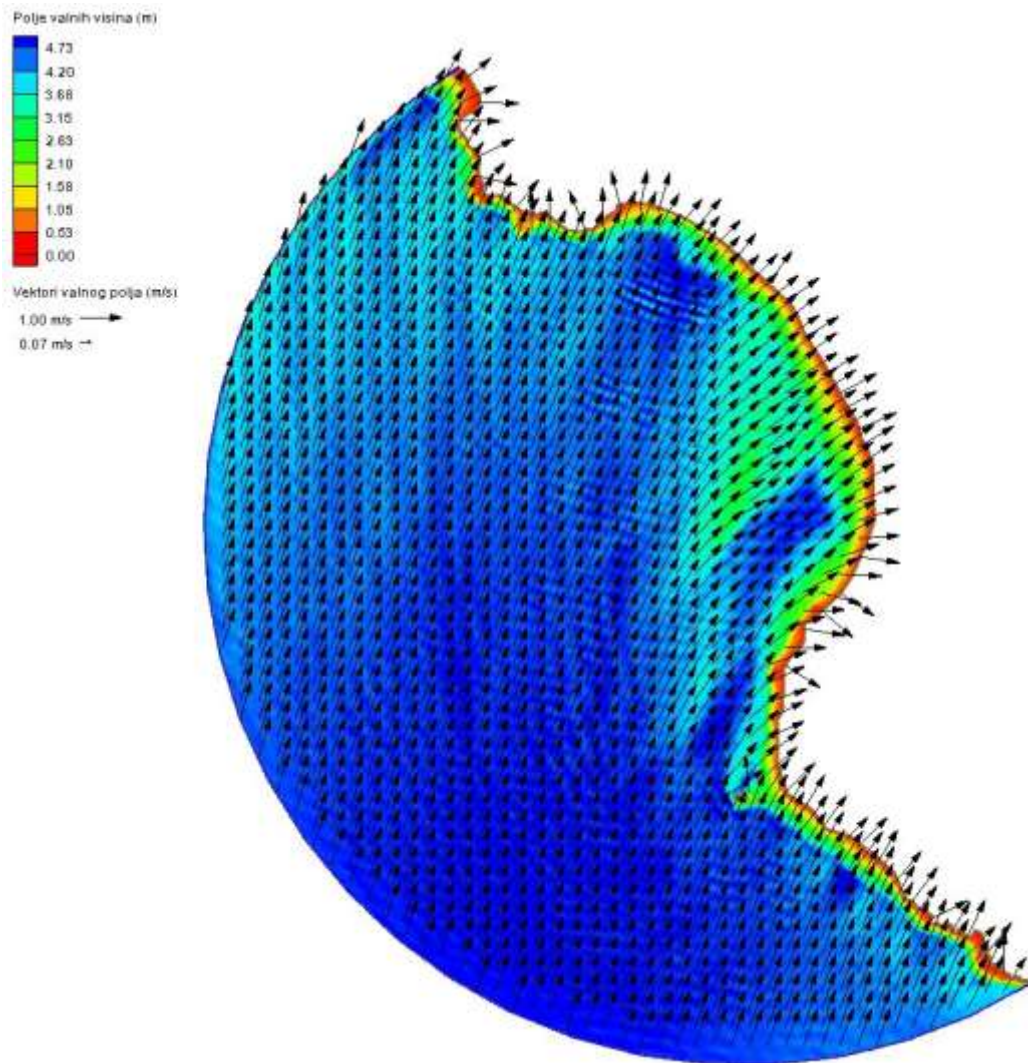
Uvidom u svojstva talasnog polja u području budućeg zahvata, očita je dominacija refrakcije kao mehanizma transformacije talasa za znatnim efektom zakretanja talasnih zraka i prisustvo ortogonalnosti s obalnom crtom (Slika D.37. i D.38.). Lom talasa u području budućeg zahvata ostvaruje se vrlo plitko, u području dubine od 5 do 13 m (Slike D.39 i D.40.). Ovaj podatak je ključan u definiciji dužine ukapanja trase podmorskog ispusta.



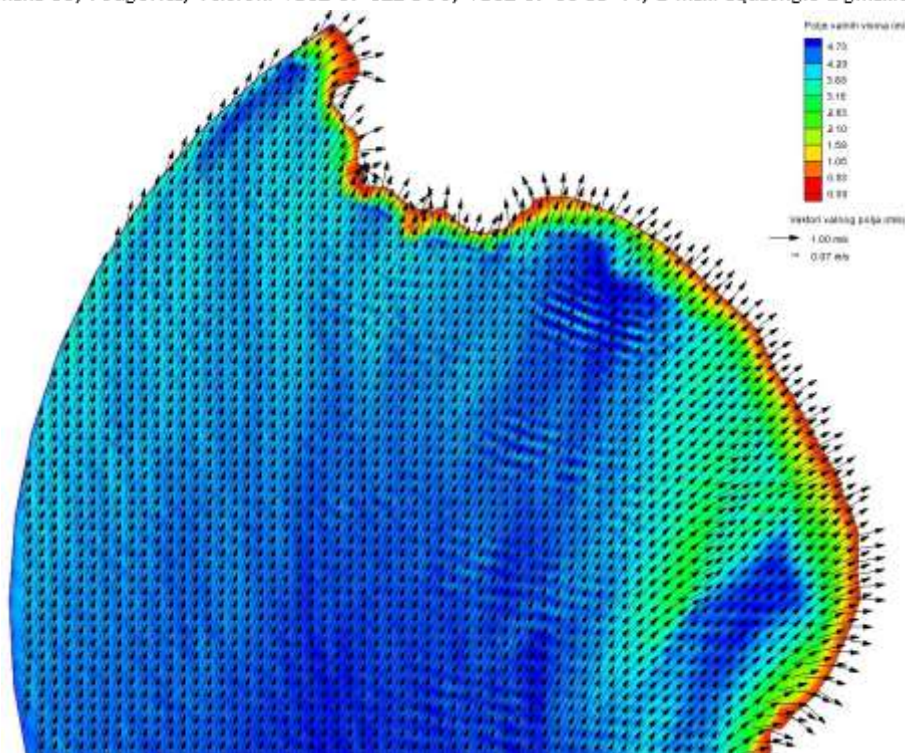
Slika D.35. Prikaz valnih visina za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda



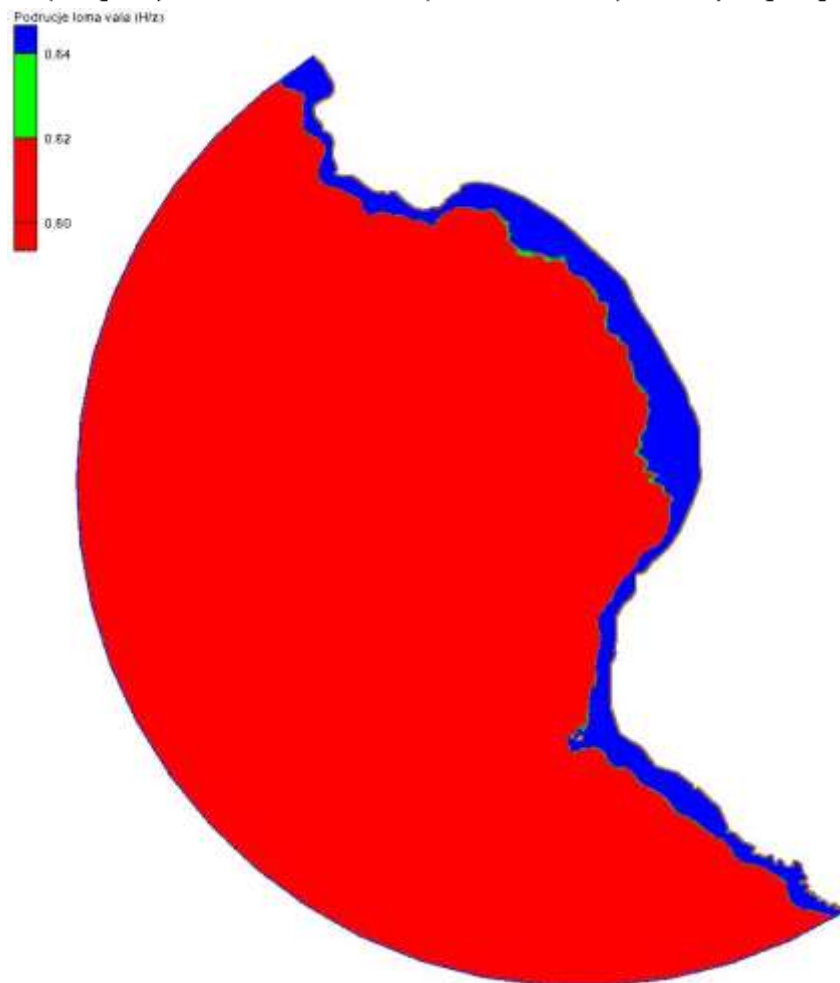
Slika D.36. Prikaz talasnih visina za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda – uže područje obuhvata



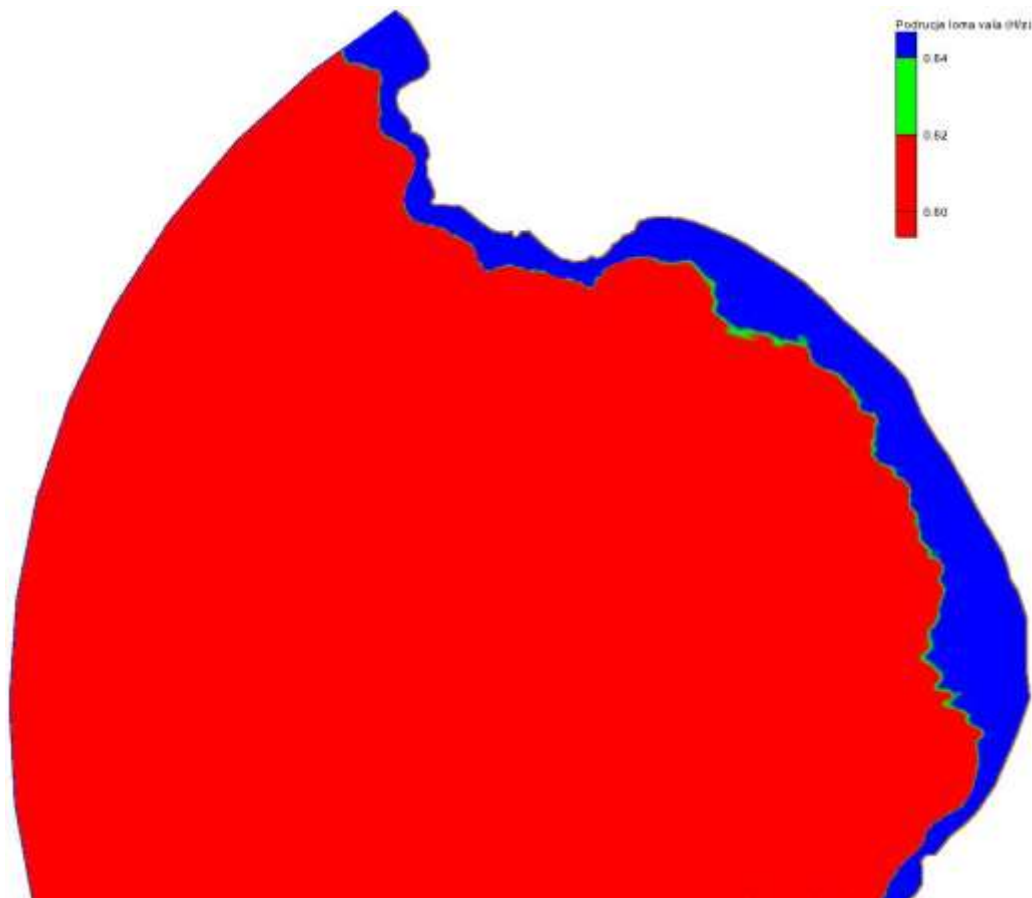
Slika D.37. Prikaz polja talasnih visina za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda s vektorima propagacije



Slika D.38. Prikaz polja talasnih visina za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda s vektorima propagacije – uže područje obuhvata

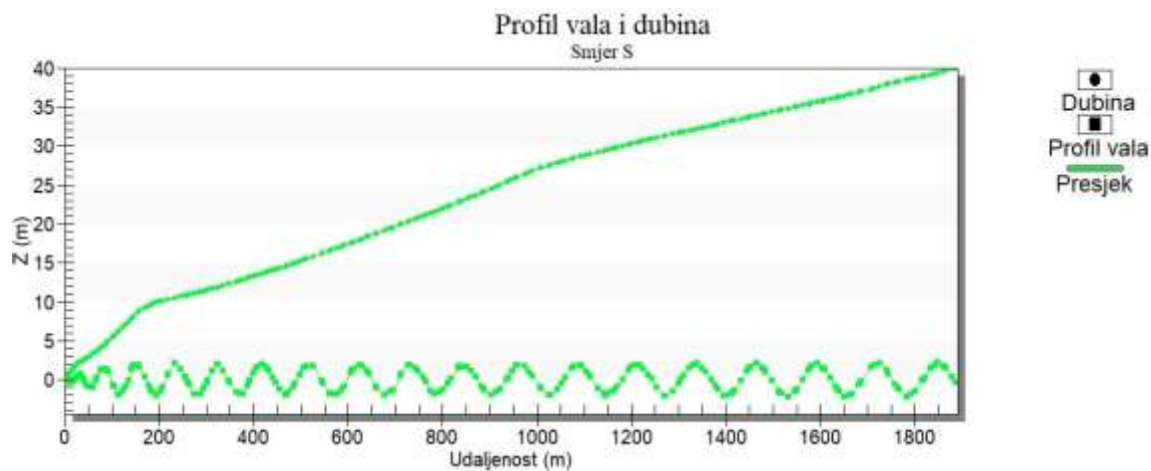


Slika D.39. Prikaz područja loma talasa za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda

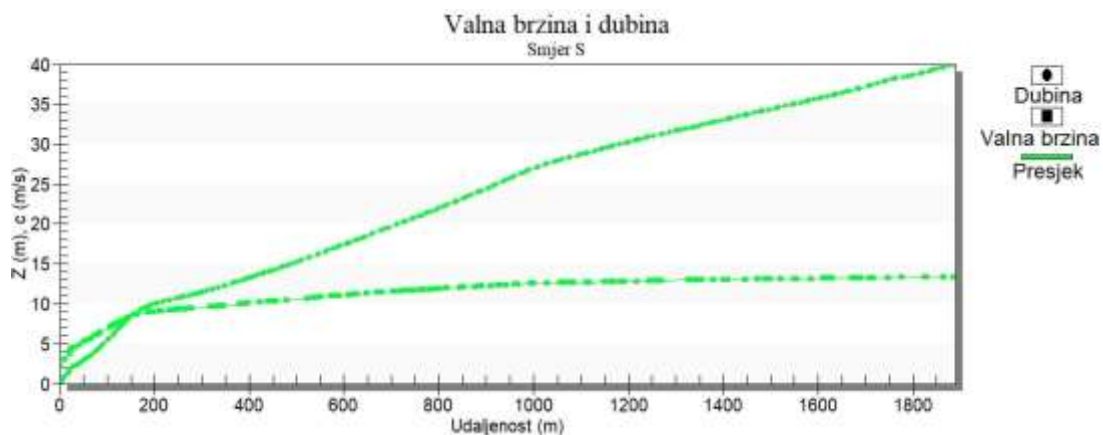


Slika D.40. Prikaz područja loma talasa za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda - uže područje obuhvata

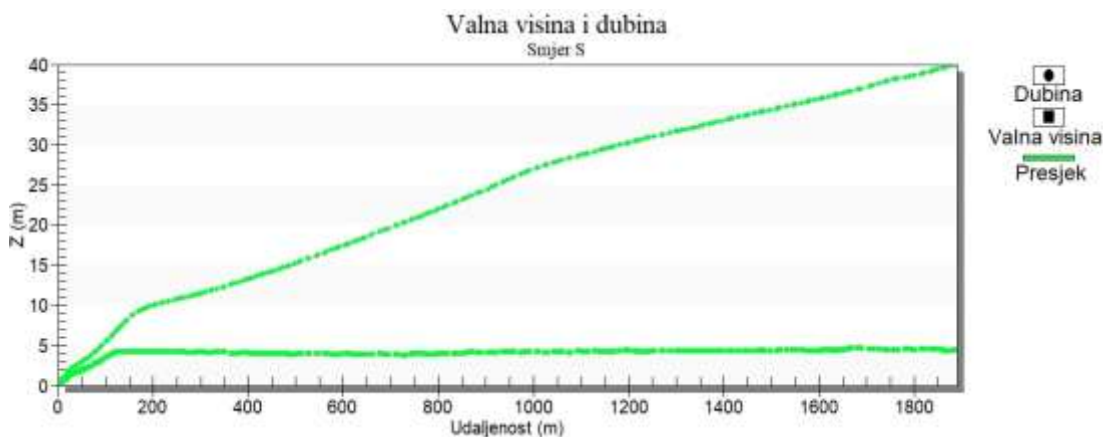
Na Slikama D.41.-D.43. prikazane su vrijednosti talasnih parametara, talasne visine i brzine, duž trase podmorskog ispusta od obalne crte do uključivo dubine od 40 m. Vidljiva je beznačajna disipacije energije dolaznog talasa do dubine od 10 m. Od lokacije s dubinom 25 m, talasna dužina se smanjuje prema obali do obalne crte. Drastično smanjenje talasne visine ostvaruje se na dubinama manjim od 7.5 m. Prema Slici D.43. do dubine 7.5 m, valna visina odgovara otprilike značajnoj talasnoj visini dubokovodnog talasa iako se ne radi u zoni dubokog mora. Vrijednosti brzine talasa koje se koriste kod statičkog dimenzioniranja cjevovod podmorskog ispusta kreću se od 13.2 m/s na mjestu dubine 40 m pa do 9.8 m/s na mjestu dubine 9 m.



Slika D.41. Prikaz dubine i ostvarenih talasnih visina duž trase za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda



Slika D.42. Prikaz dubine i ostvarenih talasne brzine duž trase za talasa juga stogodišnjeg povratnog perioda



Slika D.43. Prikaz dubine i polja talasne visine duž trase za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda

E: Statičko dimenzionisanje cjevovoda podmorskog ispusta

E.1.	ULAZNI PODACI
E.1.1.	Talasno polje.....
E.1.2.	Strujanje mora
E.2.	OPTEREĆENJA NA CJEVOVOD
E.2.1.	Sile talasa
E.2.2.	Sile morskih struja
E.2.3.	Gravitacijska djelovanja
E.2.4.	Uzgonska djelovanja.....
E.3.	FAZA POTAPANJA CJEVOVODA.....
E.4.	FAZA VIJEKA TRAJANJA CJEVOVODA

E.1. ULAZNI PODACI

E.1.1. TALASNO POLJE

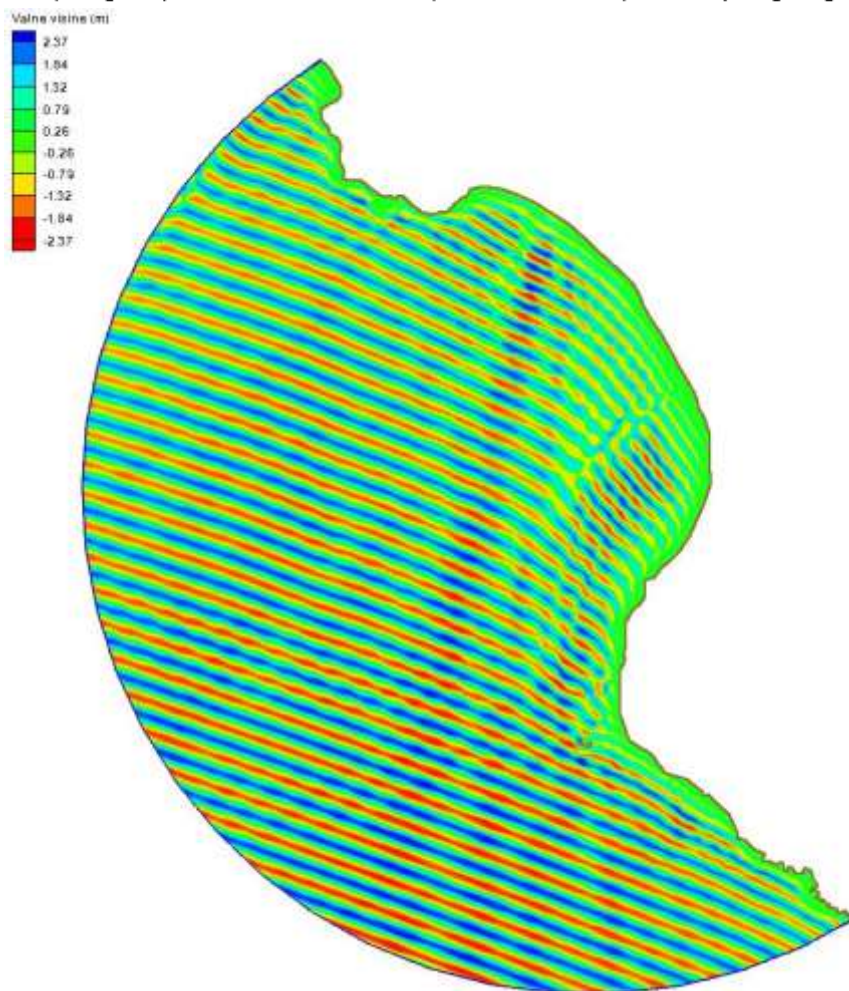
Rezultati su prikazani u nastavku za mjerodavni incidentni smjer juga (S) s ciljem jasne i pregledne identifikacije svojstava talasnog polja u zoni uticaja morskog dna, a u zoni zahvata Buljarica. Posebno je dat prikaz:

- Talasnog polja;
- Polja talasnih visina;
- Vektora pomjeranja talasa;
- Područja loma talasa.

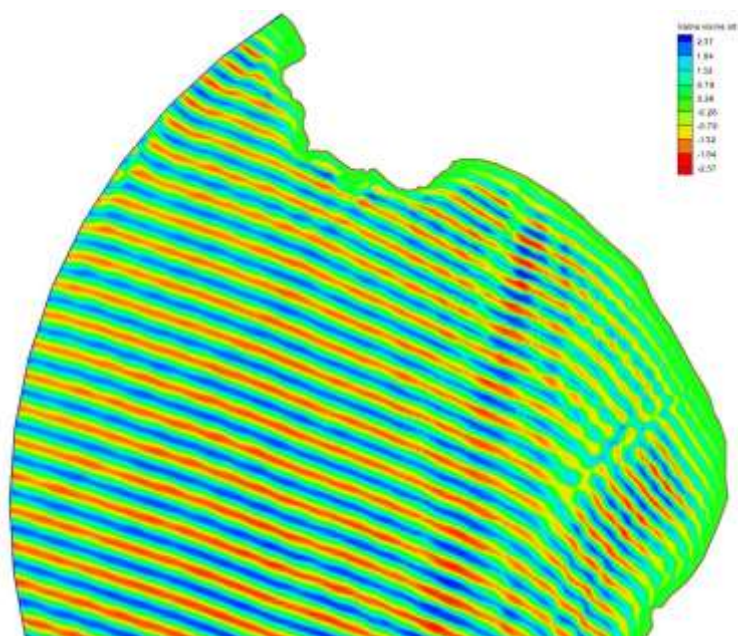
Na ovaj način u potpunosti su definisana svojstva talasnog polja s karakteristikama u nastavku.

Svojstva talasnog polja unutar zone obuhvata za incidentni smjer S u cijelosti su definirana u nastavku na Slikama E.1.- E.6.. Uvidom se uočava značajne transformacije talasa u akvatoriju ispred područja zahvata i to primarno kroz refrakciju i lom talasa. Značajan utjecaj refrakcije prisutan je duž cijele uvale uz očit utjecaj dna već na incidentnoj liniji talasa. U ovom slučaju refleksija je pravilna i homogena, bez uzroka heterogenosti polja talasnih visina u akvatoriju Buljarice. Zakretanje zraka talasa je prisutno više u južnom dijelu uvale a manje u sjevernom dijelu gdje je izraženija konvergencija zraka i rezultirajuće nešto veće talasne visine nego li na južnom dijelu.

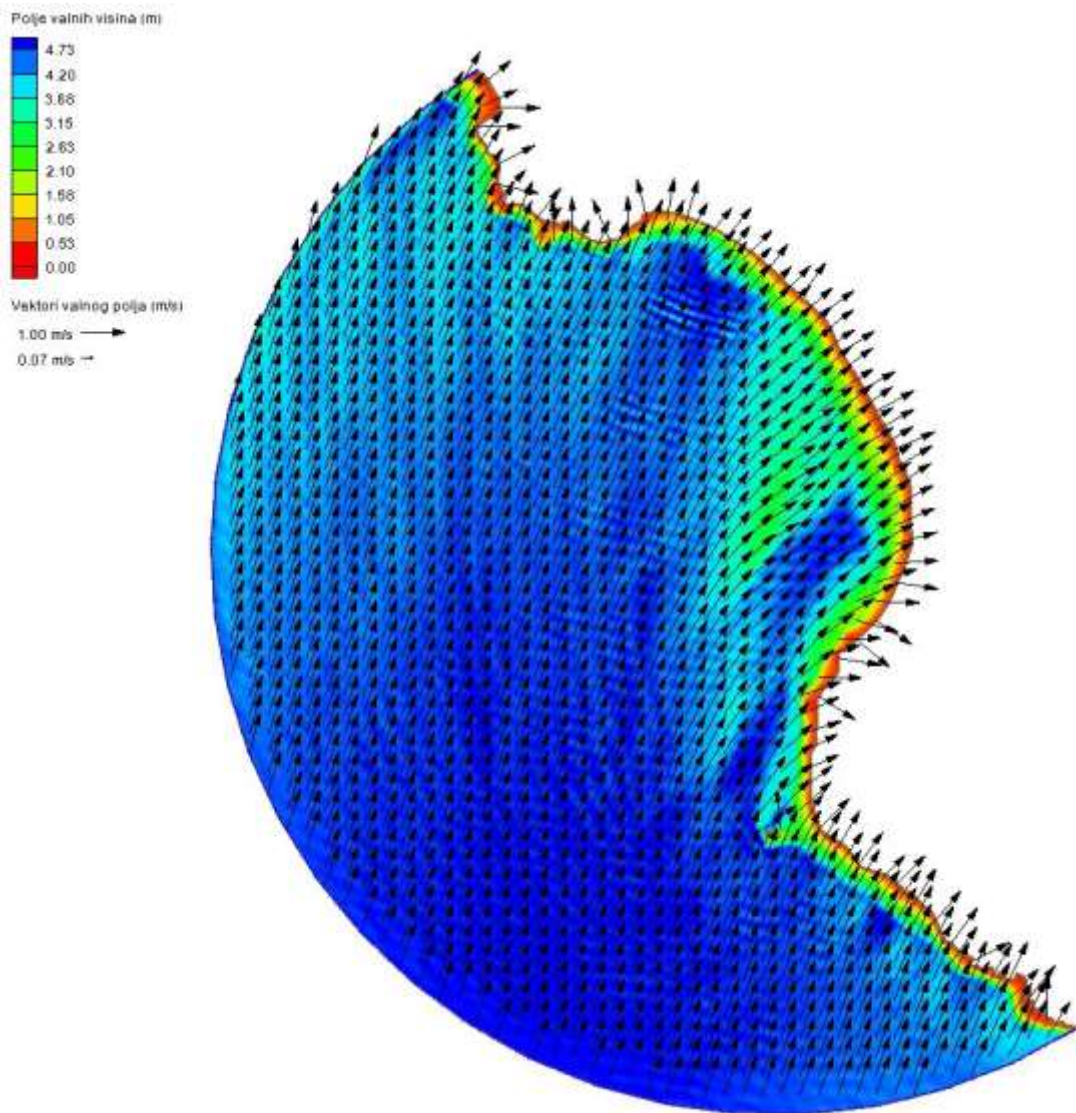
Uvidom u svojstva talasnog polja u području budućeg zahvata, očita je dominacija refrakcije kao mehanizma transformacije talasa za znatnim efektom zakretanja talasnih zraka i prisustvo ortogonalnosti s obalnom crtom (Slika E.1. i E.2.). Lom talasa u području budućeg zahvata ostvaruje se vrlo plitko, u području dubine od 5 do 13 m (Slike E.5 i E.6.). Ovaj podatak je ključan u definiciji duljine ukapanja trase podmorskog ispusta.



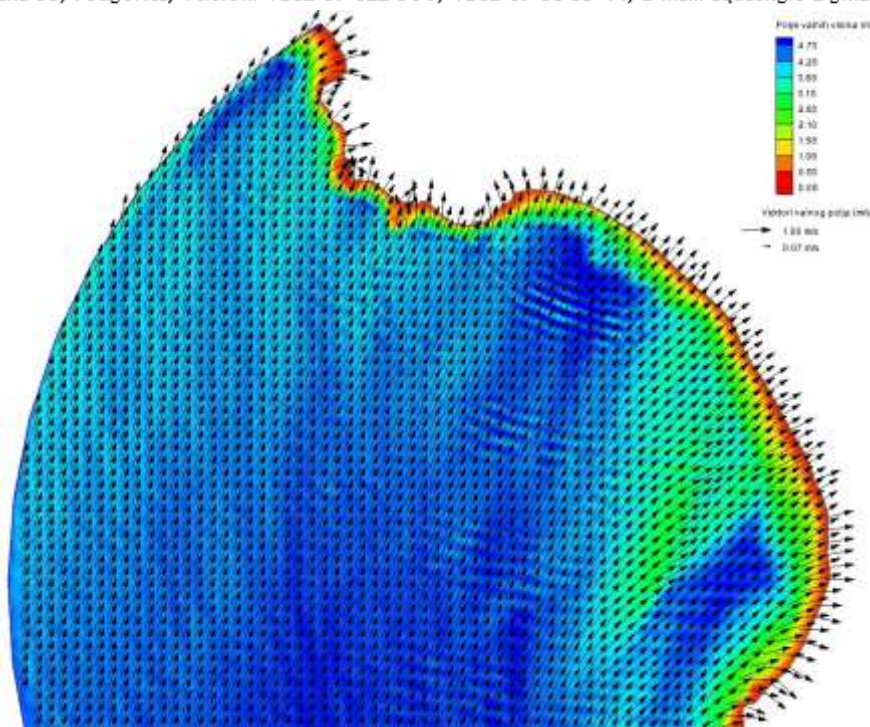
Slika E.1. Prikaz talasnih visina za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda



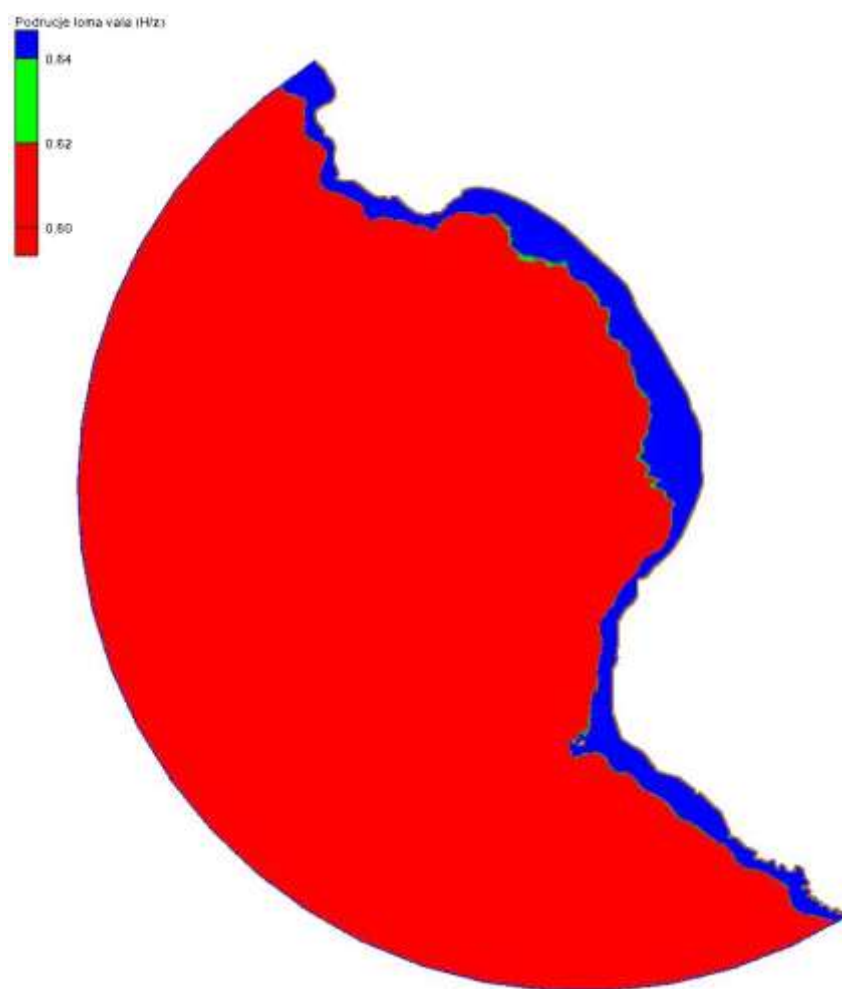
Slika E.2. Prikaz talasnih visina za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda – uže područje obuhvata



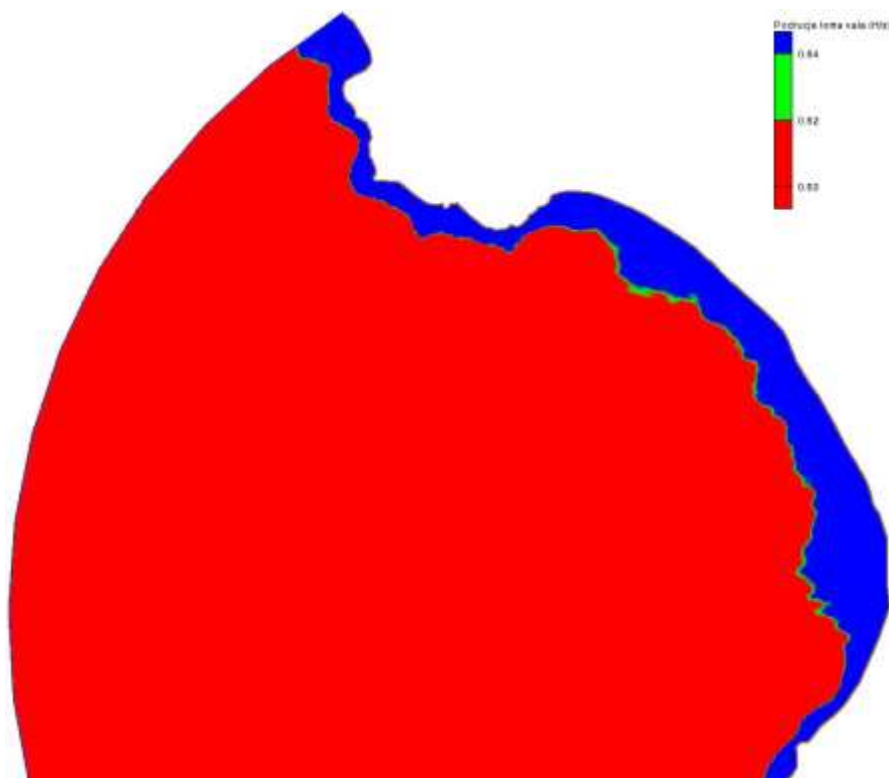
Slika E.3. Prikaz polja talasnih visina za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda s vektorima propagacije



Slika E.4. Prikaz polja talasnih visina za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda s vektorima propagacije – uže područje obuhvata

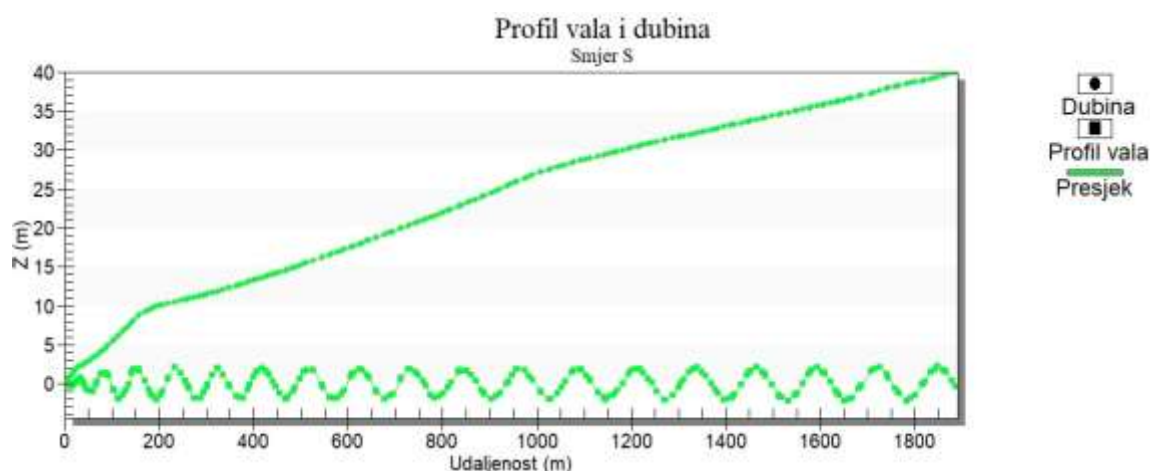


Slika E.5. Prikaz područja loma talasa za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda

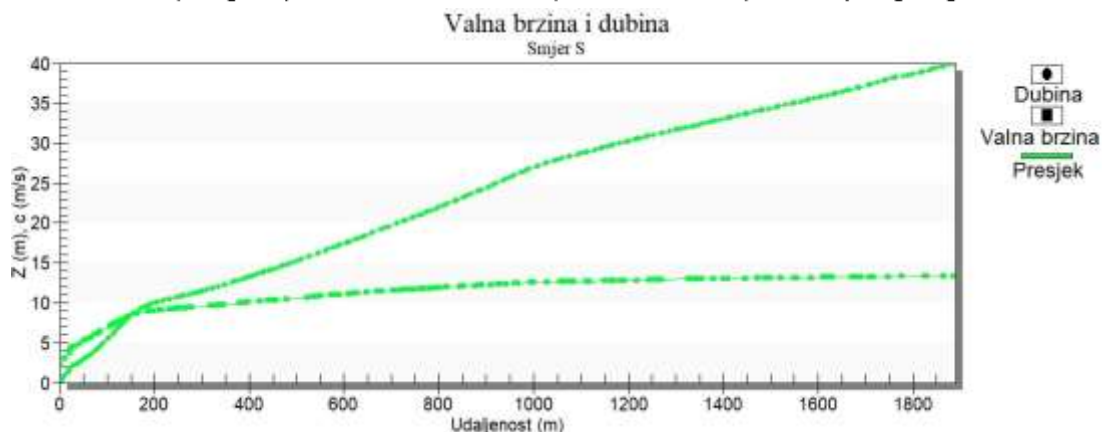


Slika E.6. Prikaz područja loma talasa za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda - uže područje obuhvata

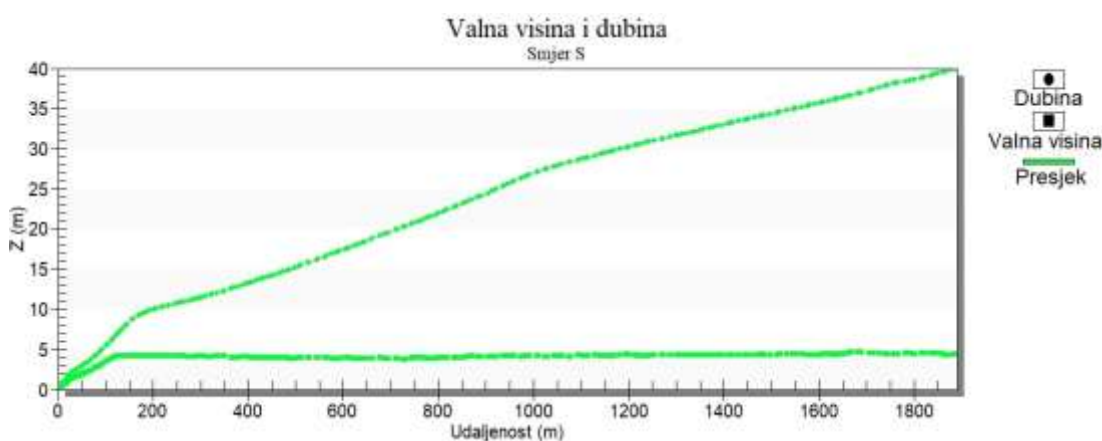
Na Slikama E.7.-E.9. prikazane su vrijednosti talasnih parametara, talasne visine i brzine, duž trase podmorskog ispusta od obalne crte do uključivo dubine od 40 m. Vidljiva je beznačajna disipacije energije dolaznog talasa do dubine od 10 m. Od lokacije s dubinom 25 m, talasna dužina se smanjuje prema obali do obalne crte. Drastično smanjenje talasne visine ostvaruje se na dubinama manjim od 7.5 m. Prema Slici E.7. do dubine 7.5 m, talasna visina odgovara otprilike značajnoj talasnoj visini dubokovodnog talasa iako se ne radi u zoni dubokog mora. Vrijednosti brzine talasa koje se koriste kod statičkog dimenzioniranja cjevovoda podmorskog ispusta kreću se od 13.2 m/s na mjestu dubine 40 m pa do 9.8 m/s na mjestu dubine 9 m.



Slika E.7. Prikaz dubine i ostvarenih talasnih visina duž trase za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda



Slika E.8. Prikaz dubine i ostvarene talasne brzine duž trase za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda



Slika E.9. Prikaz dubine i polja talasne visine duž trase za talas juga stogodišnjeg povratnog perioda

U Tablicama E.1. i E.2. prikazane su vrijednosti talasnih parametara, talasne visine i brzine, duž trase podmorskog ispusta od obalne crte do uključivo dubine od 35 m. Iste se koriste u statičkom dimenzioniranju za potrebe definicije opterećenja talasa na cjevovod.

Dubina (m)	Valna visina (m)	Dubina (m)	Valna visina (m)	Dubina (m)	Valna visina (m)
0,05	0,03	11,84	4,06	24,11	4,06
0,11	0,07	11,84	4,06	24,47	4,05
0,16	0,10	11,85	4,06	24,73	4,07
0,20	0,13	12,03	4,14	24,92	4,09
0,28	0,18	12,24	4,20	25,31	4,18
0,34	0,22	12,26	4,20	25,38	4,19
0,41	0,26	12,28	4,19	25,65	4,18
0,51	0,33	12,57	4,01	25,87	4,16
0,56	0,36	12,65	4,01	25,94	4,15
0,60	0,38	12,84	4,01	26,33	4,10
0,75	0,48	13,03	4,07	26,58	4,19
0,87	0,55	13,11	4,11	26,77	4,24
0,94	0,60	13,26	4,05	27,12	4,14
1,09	0,70	13,36	4,01	27,13	4,14
1,15	0,74	13,40	4,00	27,15	4,14
1,17	0,75	13,58	3,94	27,44	4,09
1,39	0,89	13,76	3,93	27,50	4,11
1,55	0,99	13,80	3,92	27,76	4,22
1,86	1,19	13,87	3,93	27,91	4,23
2,11	1,35	14,03	3,95	28,06	4,24
2,15	1,37	14,13	3,95	28,30	4,11
2,28	1,46	14,28	3,98	28,35	4,09
2,30	1,47	14,52	3,98	28,60	4,25
2,37	1,52	14,55	3,98	28,63	4,26
2,45	1,57	14,64	3,96	28,79	4,21
2,49	1,59	14,84	3,92	28,89	4,19
2,73	1,75	14,92	3,91	28,91	4,18
2,93	1,88	15,15	3,90	29,15	4,27
3,05	1,95	15,36	3,94	29,33	4,21
3,15	2,02	15,46	3,95	29,42	4,14
3,33	2,13	15,78	3,95	29,56	4,18
3,55	2,27	15,80	3,94	29,68	4,21
3,65	2,33	15,80	3,94	29,77	4,21
4,04	2,58	16,18	3,94	29,95	4,32
4,06	2,60	16,24	3,94	30,15	4,40
4,22	2,70	16,54	3,94	30,25	4,26
4,41	2,83	16,65	3,93	30,43	4,26
4,54	2,90	16,87	3,89	30,51	4,23
4,86	3,11	17,07	3,89	30,61	4,20
4,96	3,17	17,21	3,89	30,76	4,20
5,54	3,55	17,49	3,98	30,86	4,23
5,55	3,55	17,56	4,00	31,02	4,29
5,60	3,58	17,63	3,95	31,25	4,30
6,11	3,91	17,91	3,83	31,26	4,30
6,26	4,01	18,06	3,86	31,27	4,30
6,75	4,15	18,31	3,86	31,48	4,26
7,09	4,19	18,42	3,86	31,63	4,26
7,38	4,17	18,73	3,87	31,70	4,26
7,85	4,15	18,78	3,87	31,79	4,27
8,07	4,14	19,15	3,94	31,93	4,30
8,73	4,23	19,16	3,94	32,06	4,30
8,78	4,24	19,36	3,87	32,16	4,33
8,82	4,24	19,53	3,81	32,28	4,32
9,21	4,14	19,54	3,81	32,41	4,33
9,45	4,17	19,89	3,90	32,56	4,29
9,57	4,18	19,92	3,90	32,68	4,25
9,71	4,17	20,24	3,78	32,77	4,27
9,90	4,14	20,31	3,79	32,94	4,30
10,05	4,20	20,58	3,90	33,12	4,32
10,12	4,22	20,70	3,95	33,19	4,33
10,28	4,22	20,94	3,97	33,25	4,33
10,29	4,21	21,10	3,93	33,42	4,35
10,47	4,20	21,35	3,87	33,59	4,33
10,48	4,20	21,52	3,87	33,65	4,32
10,66	4,23	21,75	3,86	33,70	4,32
10,66	4,23	21,93	3,91	33,87	4,29
10,78	4,24	22,18	4,01	34,03	4,35
10,85	4,24	22,35	4,01	34,08	4,37
10,87	4,23	22,72	3,94	34,13	4,35
10,90	4,22	22,78	3,93	34,30	4,33
11,05	4,10	22,89	3,95	34,49	4,34
11,19	4,11	23,21	3,95	34,53	4,33
11,25	4,11	23,39	4,04	34,57	4,36
11,37	4,14	23,62	4,14	34,76	4,42
11,45	4,17	23,94	4,08	34,96	4,38
11,49	4,15	24,04	4,07	34,99	4,37

Tablica E.1. Prikaz vrijednosti talasnihvisina uzduž cjevovoda podmorskog ispusta

Stacionaža (m)	Valna dužina (m)	Stacionaža (m)	Valna dužina (m)
0,05	6,17	680,03	100,87
10,17	20,89	704,44	101,70
20,73	33,35	716,50	102,10
21,80	35,26	728,51	102,49
23,21	38,34	738,32	102,81
26,05	39,04	748,49	103,14
31,40	40,18	761,42	103,56
42,28	42,68	770,60	103,86
51,55	46,42	782,15	104,23
51,87	46,54	794,31	104,63
60,90	48,83	803,72	104,93
65,71	50,05	817,37	105,35
65,84	50,08	844,41	106,19
65,97	50,13	848,86	106,33
74,97	53,27	851,99	106,42
76,85	53,75	875,97	107,10
80,94	54,89	885,36	107,37
84,42	55,85	887,31	107,42
85,76	56,24	890,09	107,50
105,67	62,50	911,20	108,07
110,01	63,66	924,68	108,46
111,16	64,06	928,88	108,58
114,63	64,98	942,11	108,93
120,98	66,73	960,70	109,48
124,15	67,59	966,51	109,64
125,29	67,90	995,56	110,31
127,67	68,56	1001,21	110,42
137,56	71,00	1029,34	110,87
144,37	72,61	1056,59	111,30
147,27	73,31	1068,59	111,46
159,96	76,27	1078,99	111,60
161,00	76,30	1083,86	111,67
163,17	76,30	1111,81	112,01
187,15	78,81	1119,37	112,10
198,59	79,67	1151,20	112,47
210,51	80,20	1163,49	112,61
214,35	80,36	1168,45	112,67
231,76	81,11	1184,15	112,84
240,91	81,50	1185,16	112,85
249,31	81,84	1188,82	112,89
254,85	82,08	1191,73	112,92
261,67	82,38	1218,10	113,20
264,04	82,47	1243,70	113,46
271,03	82,76	1247,42	113,50
275,79	82,95	1252,35	113,55
278,42	83,07	1258,61	113,61
279,23	83,11	1261,67	113,64
317,71	84,89	1262,83	113,65
321,41	85,06	1265,03	113,67
333,34	85,62	1266,42	113,68
336,09	85,74	1271,16	113,72
343,01	86,06	1327,40	114,19
345,47	86,18	1338,68	114,28
379,01	87,86	1344,04	114,32
386,88	88,25	1349,83	114,36
390,96	88,45	1354,40	114,40
395,76	88,68	1379,44	114,60
397,18	88,75	1400,81	114,78
422,87	89,92	1409,93	114,85
439,98	90,69	1445,78	115,11
446,81	90,98	1472,88	115,31
456,59	91,41	1474,92	115,32
479,82	92,46	1489,46	115,42
522,18	94,40	1499,77	115,49
536,16	95,06	1521,04	115,63
540,21	95,24	1549,54	115,83
549,68	95,65	1552,42	115,84
572,27	96,59	1554,66	115,86
582,51	97,02	1585,17	116,04
589,96	97,29	1612,14	116,21
610,31	98,11	1617,78	116,24
613,63	98,24	1625,13	116,29
624,42	98,69	1629,39	116,31
627,81	98,83	1670,95	116,59

Tablica E.2. Prikaz vrijednosti talasnih dužina uzduž cjevovoda podmorskog ispusta

E.1.2. STRUJANJE MORA

Po provedbi mjerenja morskih struja u površinskom (3 m) i pridnenom (9 m) sloju stupca mora izvršena je obrada raspoloživih vektorskih i skalarnih komponenti iz kojih se zaključuje:

- U površinskom sloju najveća izmjerena brzina iznosi 25.7 cm/s dok najmanja izmjerena brzina odgovara vrijednosti od 1 cm/s.
- U pogledu učestalosti vektora brzina strujanja mora, dominantna je učestalost SE iNW (48 %) dok se u ukupnom uzorku bilježi 11.9 % realiziranih vektora brzina u smjeru NE, tj u smjeru obalne crte.
- U pridnenom sloju maksimalni iznos skalarne komponente je nešto manji i iznosi 17.8 cm/s. Razlog je umanjnjen intenzitet djelovanja na površini, poput vjetra i posljedično generiranih talasa. Minimalna izmjerena brzina u pridnenom sloju iznosi 1 cm/s.
- Ovdje se bilježi veća učestalost struja smjerova SE i NW (67 %) dok je u smjeru obalne crte zabilježeno svega 1.8 % strujanja mjerenog uzorka.

Za potrebe statičkog dimenzioniranja u fazi vijeka trajanja objekta kao mjerodavna usvojiti će se brzina strujanja od 40.00 (cm/s).

E.2. OPTEREĆENJA NA CJEVOVOD

E.2.1. SILE TALASA

Sile talasa na cjevovod djeluju u skladu s definicijom talasnog polja prema prikazu iz prethodnog podpoglavlja. Ukupno djelovanje talasa na cjevovod sastoji se od superpozicije inercijalnih sila i sila otpora oblika. Cjevovod se proračunava na horizontalno i vertikalno opterećenje talasom. Proračun se provodi prema postupku prikazanom u sklopu Marine Wastewater Outfalls and Treatment Systems, 2010..

E.2.2. SILE MORSKIH STRUJA

Sile morskih struja na cjevovod djeluju u skladu sa intenzitetom skalarne komponente morskih struja kao sila otpora oblik. Cjevovod se proračunava na horizontalno i vertikalno opterećenje morskim strujama. Proračun se provodi prema postupku prikazanom u sklopu Marine Wastewater Outfalls and Treatment Systems, 2010..

E.2.3. GRAVITACIJSKA DJELOVANJA

Gravitacijska djelovanja su stalna djelovanja na cjevovod. Od gravitacijskih djelovanja u obzir se uzimaju:

- Težina cjevovoda ($\rho_{PEHD} = 950.00 \text{ kg/m}^3$). PEHD je lakši od morske vode te će bez obzira da li je cijev ispunjena zrakom ili morskom vodom imati pozitivnu plovnost.
- Težina morske vode u cijevi ($\rho_{MORE} = 1028.00 \text{ kg/m}^3$). Ovo opterećenje prisutno je u fazi potapanja cjevovoda tokom kojeg se regulira punjenje cjevovoda morskom vodom kako bi se osiguralo potapanje cjevovoda uz pomoć primarnih opteživača.
- Težina efluenta u cijevi ($\rho_{EFLUENT} = 1000.00 \text{ kg/m}^3$). Ovo opterećenje prisutno je u fazi vijeka trajanja cjevovoda tijekom kojeg se regulira ispuštanje efluenta kroz ispust.
- Težina primarnih opteživača ($\rho_{BETON} = 2400.00 \text{ kg/m}^3$). Uzima se u obzir kod potapanja cjevovoda.

- Težina sekundarnih opteživača ($\rho_{\text{BETON}} = 2400.00 \text{ kg/m}^3$). Uzima se u obzir kod osiguranja cjevovoda od vanjskih djelovanja morskih struja i talasa.

E.2.4. UZGONSKA DJELOVANJA

Uzgonska djelovanja su stalna djelovanja na cjevovod. Od uzgonskih djelovanja u obzir se uzimaju:

- Uzgon na cjevovod ($\rho_{\text{MORE}} = 1028.00 \text{ kg/m}^3$).
- Uzgon na primarne opteživače ($\rho_{\text{BETON}} = 2400.00 \text{ kg/m}^3$). Uzima se u obzir kod potapanja cjevovoda.
- Uzgon na sekundarne opteživače ($\rho_{\text{BETON}} = 2400.00 \text{ kg/m}^3$). Uzima se u obzir kod osiguranja cjevovoda od vanjskih djelovanja morskih struja i talasa.

E.3. FAZA POTAPANJA CJEVOVODA

Za potrebe potapanja cjevovoda odabire se vremensko razdoblje bez vjetra i talasa. Po spajanju sekcija na suhom, cjevovod se navlači u more te se pridržava plovilima uz geodetsko opažanje trase i usklađivanje s projektnom trasom. Na cjevovod se montiraju primarni AB opteživači prstenastog oblika iz dva identična dijela koji se nakon obostranog postavljanja na cjevovod spajaju inoks vijcima M16. Primarni opteživači armiraju se konstruktivnom armaturom, betoniraju u prethodno izrađenu oplatu uz korištenje betonske mješavine za morsko okruženje (min 400 kg cementa po m^3 betona, aditiv za sprječavanje prodiranja klorida). Po betoniraju, elementi se vade iz oplata ne ranije od 7 dana od dana betoniranja te se njeguju do transporta i ugradnje

Proračun broja i rasporeda opteživača vrši se iterativno i prikazan je u Tablici E.3..

g	9,810	m/s ²		U_{PROPT}	887,094785	N
D_V	0,760	m		U_{PEHD+MORE}	998,179645	N/m'
D_U	0,360	m		V_{CJEV}	0,0989798	m³/m'
A_V	0,454	m ²				
A_U	0,102	m ²				
A_{PROPT}	0,352	m ²				
š	0,250	m				
V_{PROPT}	0,088	m ³		G_{PROPT}	2071,038	N
ρ_{BETON}	2400,000	kg/m ³		G_{PEHD}	206,272513	N/m'
m_{PROPT}	211,115	kg		G_{MORE}	774,971073	N/m'
G_{PROPT}	2071,038	N		U_{PROPT}	887,094785	N
ρ_{MORE}	1028,000	kg/m ³		U_{PEHD+MORE}	998,179645	N/m'
ρ_{PEHD}	950,000	kg/m ³		L	1556,01	m
D_V^{PEHD}	0,355	m		n	312	kom
D_U^{PEHD}	0,313	m		G_{PROPT}	646163,983	N
A_V^{PEHD}	0,099	m ²		G_{PEHD}	320962,093	N
A_U^{PEHD}	0,077	m ²		G_{MORE}	1205862,74	N
A_{PEHD}	0,022	m ²		U_{PROPT}	276773,573	N
V_{PEHD}	0,022133	m ³ /m'		U_{PEHD+MORE}	1553177,51	N
m_{PEHD}	21,02676	kg/m'				
G_{PEHD}	206,2725	N/m'		K_{SI}	1,18745732	
V_{MORE}	0,076846	m ³ /m'		Δ	5	m
m_{MORE}	78,99807	kg/m'		L/n	5,00324759	m
G_{MORE}	774,9711	N/m'		n_{PRIM OPT}	312	kom

Tablica E.3. Proračun primarnih opteživača podmorskog ispusta

Za potrebe potapanja podmorske dionice cjevovoda podmorskog ispusta od stac. 0 + 945.07 m do stac. 2 + 501.08 m, s ukupnom dužinom 1634.03 potrebno je ukupno 312 komada primarnih opteživača unutrašnjeg prečnika 360.00 mm, vanjskog prečnika 760.00 mm, širine 25.0 cm i mase na suhom 211.115 (kg) Cjevovod se puni morem s kraja koji je u plićem akvatoriju reguliranim ispuštanjem zraka iz cjevovoda. Profil spoja s difuzorom polaže se posljednji „S” postupkom.

Kontrola naprezanja ufazi potapanja izvršena je i prikazanu Tablici E.4.. Računska naprezanja manja su od dozvoljenih.

F	1183,94	N
W	236,79	N/m
M	246,65	Nm
I	0,0003	m⁴
σ	141372,76	N/m²
σ	14,1372758	N/cm³

Tablica E.4. Kontrola naprezanja cjevovoda podmorskog ispusta

E.4. FAZA VIJEKA TRAJANJA CJEVOVODA

Za potrebe osiguranja globalne stabilnosti cjevovoda podmorskog ispusta, po potapanju istog na cjevovod se nanose sekundarni opteživači uz zadržavanje primarnih. Podmorski dio podmorskog ispusta od stac. 0+945.07 do stac. 1+150.00 (dubina 10 m), bit će ukopan u morsko dno i betoniran u debljini ne manjoj od 30 cm sa svake strane i kamenom prema nacrtu poprečnog presjeka.

Proračun sekundarnih opteživača svodi se na determinaciju koeficijenata sigurnosti na isplivavanje, klizanje i prevrtanje podmorske dionice ispusta.

Za potrebe proračuna pretpostavljeno je:

- Zanemaruje se učinak betoniranog dijela cjevovoda na globalnu stabilnost cjevovoda;
- Primarni opteživači ne uzimaju se u obzir u postupku izbora težine i raspored sekundarnih opteživača;
- Kao najkritičnija kombinacija opterećenja uzima se kolinearan vektor sila talasa i morskih struja istog smjera bez redukcije zbog incidentnog ugla.

Sekundarni opteživači armiraju se konstruktivnom armaturom, uz postavljanje „omega“ ankera na vrhu od rebrastog čelika B500B, promjera 25 mm, betoniraju se u prethodno izrađenu oplatu uz korištenje betonske mješavine za morsko okruženje (min 400 kg cementa po m³ betona, aditiv za sprječavanje prodiranja klorida). Po betoniraju, elementi se vade iz oplata ne ranije od 7 dana od dana betoniranja.

Rezultati proračuna prikazani su u Tablicama E.5. - E.7..

Za potrebe osiguranja globalne stabilnosti na isplivavanje, klizanje i prevrtanje podmorske dionice cjevovoda podmorskog ispusta od stac. 1+150.00 (m) (dubina 10 m), do stac. 2 + 501.08 (m), s ukupnom dužinom 1351.08 (m) potrebno je ukupno 210 komada oblika naopakog „U“.

Širina opteživača u tjemenu je 1.00 (m), dok visina iznosi 0.75 (m). S donje strane u sredini raspona ostavljen je otvor pravouglog oblika širine 40.00 (cm) i visine 50.00 (cm). Otvor je predviđen da montažu na cjevovod. Širina lijevog i desnog oslonca iznosi po 30.00 (cm) dok je debljina opteživača u tjemenu 25.00 (cm). Dužina opteživača u smjeru cjevovoda iznosi 1.00 (m). Na vrhu opteživača u sredini se postavlja „omega“ anker od rebrastog čelika B500B, promjera 25 mm koji služi za utovar/istovar te transport i manevriranje sekundarnim opteživačem pod morem. Nanošenje sekundarnih opteživača na cjevovod vrši se padobranom na zrak uz pomoć ronioca. Masa jednog opteživača na suhom iznosi 1320.00 kg.

Za potrebe osiguranja stabilnosti cjevovoda sekundarni opteživači raspoređuju se prema sljedećem:

- od stac. 1+150.00 (m) (dubina 10 m), do stac. 1 + 900.00 (m) (dubina 25.50 m), po cjevovodu se raspoređuje ukupno 150 sekundarnih opteživača mase na suhom 1320.00 (kg) na međusobnom razmaku 5.00 u duljini od 750.00 (m);
- od stac. 1 + 900.00 (m) (dubina 25.50 m), do spoja na difuzorsku sekciju na stac.. 2 + 501.08 m po cjevovodu se raspoređuje ukupno 60 sekundarnih opteživača mase na suhom 1320.00 (kg) na međusobnom razmaku 10.00 u dužini od 601.08 (m).

Kontrola naprezanja u fazi vijeka trajanja podmorskog ispusta izvršena je i prikazanu Tablici E.7.. Računska naprezanja manja su od dozvoljenih.

g	9,810	m/s^2		U_{PROPT}	887,094785	N
D_V	0,760	m		$U_{PEHD+EFFE}$	998,179645	N/m'
D_U	0,360	m		V_{CUEV}	0,0989798	m^3/m'
A_V	0,454	m^2				
A_U	0,102	m^2				
A_{PROPT}	0,352	m^2				
$\check{s}$	0,250	m				
V_{PROPT}	0,088	m^3		G_{PROPT}	2071,038	N
ρ_{BETON}	2400,000	kg/m^3		G_{PEHD}	206,272513	N/m'
m_{PROPT}	211,115	kg		G_{MORE}	774,971073	N/m'
G_{PROPT}	2071,038	N		U_{PROPT}	887,094785	N
ρ_{MORE}	1028,000	kg/m^3		$U_{PEHD+MORE}$	998,179645	N/m'
ρ_{PEHD}	950,000	kg/m^3		L	1556,01	m
D_V^{PEHD}	0,355	m		n	312	kom
D_U^{PEHD}	0,313	m		G_{PROPT}	646163,983	N
A_V^{PEHD}	0,099	m^2		G_{PEHD}	320962,093	N
A_U^{PEHD}	0,077	m^2		G_{MORE}	1205862,74	N
A_{PEHD}	0,022	m^2		U_{PROPT}	276773,573	N
V_{PEHD}	0,022133431	m^3/m'		$U_{PEHD+MORE}$	1553177,51	N
m_{PEHD}	21,02675974	kg/m'				
G_{PEHD}	206,2725131	N/m'		K_{SI}	1,18745732	
V_{EFF}	0,076846372	m^3/m'		Δ	5	m
m_{EFF}	78,99807066	kg/m'		L/n	5,00324759	m
G_{EFF}	774,9710732	N/m'		$n_{PRIM OPT}$	312	kom
ρ_{EFF}	995,000	kg/m^3				
$\check{s}_{SEKOPT}$	1,00	m		U_{SEKOPT}	5546,574	N
H_{SEKOPT}	0,75	m				
$\check{s}_{OTV}$	0,40	m				
H_{OTV}	0,50	m				
d_{SEKOPT}	1,00	m				
A_{SEKOPT}	0,55	m^2				
V_{SEKOPT}	0,55	m^3				
m_{SEKOPT}	1320,00	kg				
G_{SEKOPT}	12949,20	N				

Tablica E.5. Proračun sekundarnih opteživača podmorskog ispusta

Stac. (m)	d (m)	d _{OSCIJEV} (m)	H (m)	L (m)	L _{IZR} (m)	ω (s ⁻¹)	k (m ⁻¹)	u _x (m/s)	a _x (m/s ²)	F ^H _{VALINERCIJA} (N)	F ^H _{VALOTPOR} (N)	F ^V _{VALOTPOR} (N)
1160	10,14	9,9125	4,20	80,134	80,134	0,713	0,078	1,699	0,801	183,471	342,479	237,101
1180	10,42	10,1925	4,20	81,017	81,017	0,713	0,078	1,665	0,794	181,711	328,663	227,536
1200	10,7	10,4725	4,24	81,879	81,879	0,713	0,077	1,649	0,794	181,893	322,421	223,214
1220	10,97	10,7425	4,10	82,692	82,692	0,713	0,076	1,566	0,762	174,487	290,897	201,390
1240	11,3	11,0725	4,14	83,661	83,661	0,713	0,075	1,549	0,763	174,580	284,498	196,960
1260	11,61	11,3825	4,04	84,548	84,548	0,713	0,074	1,479	0,736	168,496	259,479	179,639
1280	11,93	11,7025	4,06	85,442	85,442	0,713	0,074	1,456	0,732	167,656	251,555	174,154
1300	12,29	12,0625	4,19	86,420	86,420	0,713	0,073	1,468	0,746	170,880	255,437	176,841
1320	12,67	12,4425	4,01	87,424	87,424	0,713	0,072	1,374	0,707	161,865	223,967	155,054
1340	13,04	12,8125	4,07	88,373	88,373	0,713	0,071	1,363	0,709	162,327	220,434	152,608
1360	13,42	13,1925	4,00	89,320	89,320	0,713	0,070	1,308	0,688	157,455	203,025	140,556
1380	13,8	13,5725	3,92	90,240	90,240	0,713	0,070	1,254	0,666	152,471	186,514	129,125
1400	14,19	13,9625	3,95	91,157	91,157	0,713	0,069	1,234	0,662	151,593	180,681	125,087
1420	14,6	14,3725	3,98	92,093	92,093	0,713	0,068	1,213	0,657	150,524	174,539	120,834
1440	15,02	14,7925	3,90	93,023	93,023	0,713	0,068	1,162	0,636	145,585	160,026	110,787
1460	15,44	15,2125	3,95	93,924	93,924	0,713	0,067	1,149	0,635	145,377	156,521	108,361
1480	15,85	15,6225	3,95	94,777	94,777	0,713	0,066	1,121	0,625	143,149	149,040	103,182
1500	16,28	16,0525	3,94	95,645	95,645	0,713	0,066	1,094	0,616	140,988	141,962	98,281
1520	16,71	16,4825	3,93	96,486	96,486	0,713	0,065	1,065	0,605	138,457	134,535	93,140
1540	17,15	16,9225	3,89	97,320	97,320	0,713	0,065	1,030	0,590	135,111	125,925	87,179
1560	17,59	17,3625	4,00	98,128	98,128	0,713	0,064	1,033	0,597	136,569	126,548	87,610
1580	18,03	17,8025	3,86	98,910	98,910	0,713	0,064	0,975	0,568	129,997	112,854	78,130
1600	18,5	18,2725	3,86	99,719	99,719	0,713	0,063	0,951	0,558	127,716	107,170	74,195
1620	18,97	18,7425	3,87	100,500	100,500	0,713	0,063	0,930	0,550	125,916	102,555	71,000
1640	19,41	19,1825	3,87	101,209	101,209	0,713	0,062	0,908	0,541	123,874	97,873	67,758
1660	19,85	19,6225	3,90	101,895	101,895	0,713	0,062	0,896	0,537	123,050	95,279	65,962
1680	20,29	20,0625	3,78	102,560	102,560	0,713	0,061	0,849	0,513	117,338	85,519	59,205
1700	20,73	20,5025	3,95	103,203	103,203	0,713	0,061	0,866	0,526	120,432	88,967	61,593
1720	21,19	20,9625	3,93	103,855	103,855	0,713	0,060	0,842	0,514	117,771	84,014	58,164
1740	21,66	21,4325	3,86	104,499	104,499	0,713	0,060	0,809	0,498	113,899	77,616	53,734
1760	22,14	21,9125	4,01	105,134	105,134	0,713	0,060	0,820	0,507	116,123	79,705	55,180
1780	22,64	22,4125	3,86	105,773	105,773	0,713	0,059	0,770	0,479	109,772	70,367	48,716
1800	23,13	22,9025	3,95	106,377	106,377	0,713	0,059	0,769	0,482	110,254	70,183	48,588
1820	23,63	23,4025	4,14	106,971	106,971	0,713	0,059	0,787	0,495	113,386	73,405	50,819
1840	24,11	23,8825	4,06	107,521	107,521	0,713	0,058	0,753	0,476	109,020	67,168	46,501
1860	24,61	24,3825	4,05	108,074	108,074	0,713	0,058	0,732	0,466	106,631	63,600	44,031
1880	25,13	24,9025	4,18	108,628	108,628	0,713	0,058	0,737	0,471	107,913	64,477	44,638
1900	25,68	25,4525	4,18	109,190	109,190	0,713	0,058	0,717	0,461	105,469	60,956	42,200
1920	26,21	25,9825	4,10	109,711	109,711	0,713	0,057	0,687	0,443	101,489	55,907	38,705
1940	26,7	26,4725	4,24	110,175	110,175	0,713	0,057	0,692	0,449	102,742	56,815	39,333
1960	27,14	26,9125	4,11	110,577	110,577	0,713	0,057	0,656	0,427	97,792	51,099	35,376
1980	27,51	27,2825	4,11	110,905	110,905	0,713	0,057	0,645	0,421	96,336	49,297	34,128
2000	27,87	27,6425	4,23	111,215	111,215	0,713	0,056	0,653	0,427	97,803	50,525	34,979
2100	29,46	29,2325	4,14	112,487	112,487	0,713	0,056	0,592	0,392	89,670	41,517	28,742
2200	30,97	30,7425	4,23	113,558	113,558	0,713	0,055	0,562	0,375	85,925	37,406	25,896
2300	32,31	32,0825	4,32	114,408	114,408	0,713	0,055	0,538	0,362	82,967	34,359	23,787
2400	33,67	33,4425	4,32	115,182	115,182	0,713	0,055	0,504	0,341	78,160	30,084	20,828
2500	34,9	34,6725	4,37	115,811	115,811	0,713	0,054	0,480	0,327	74,937	27,354	18,937

Tablica E.6. Pregled dokaznice globalne stabilnosti cjevovoda podmorskog ispusta

Stac. (m)	d (m)	d _{OSCUV} (m)	G _{PROPT} (N)	G _{SEKOPT} (N)	G _{PEHD} (N)	G _{EFF} (N)	U _{PROPT} (N)	U _{PEHDAEFF} (N)	U _{SEKOPT} (N)	F _{STRUJA} ^H (N)	F _{STRUJA} ^V (N)	KSI	KSK	KSP
1160	10,14	9,9125	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,572	1,228	1,291
1180	10,42	10,1925	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,578	1,274	1,301
1200	10,7	10,4725	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,581	1,293	1,306
1220	10,97	10,7425	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,595	1,423	1,330
1240	11,3	11,0725	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,597	1,447	1,335
1260	11,61	11,3825	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,609	1,569	1,356
1280	11,93	11,7025	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,612	1,607	1,362
1300	12,29	12,0625	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,610	1,578	1,358
1320	12,67	12,4425	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,625	1,766	1,385
1340	13,04	12,8125	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,626	1,783	1,388
1360	13,42	13,1925	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,634	1,906	1,403
1380	13,8	13,5725	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,642	2,038	1,419
1400	14,19	13,9625	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,645	2,084	1,424
1420	14,6	14,3725	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,648	2,135	1,429
1440	15,02	14,7925	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,655	2,280	1,444
1460	15,44	15,2125	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,656	2,311	1,447
1480	15,85	15,6225	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,660	2,393	1,454
1500	16,28	16,0525	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,663	2,475	1,461
1520	16,71	16,4825	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,667	2,570	1,469
1540	17,15	16,9225	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,671	2,692	1,478
1560	17,59	17,3625	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,671	2,671	1,476
1580	18,03	17,8025	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,677	2,899	1,492
1600	18,5	18,2725	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,680	2,999	1,498
1620	18,97	18,7425	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,682	3,084	1,503
1640	19,41	19,1825	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,685	3,178	1,508
1660	19,85	19,6225	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,686	3,229	1,511
1680	20,29	20,0625	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,691	3,472	1,523
1700	20,73	20,5025	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,689	3,366	1,518
1720	21,19	20,9625	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,692	3,492	1,524
1740	21,66	21,4325	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,695	3,675	1,532
1760	22,14	21,9125	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,694	3,597	1,529
1780	22,64	22,4125	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,698	3,900	1,541
1800	23,13	22,9025	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,698	3,895	1,541
1820	23,63	23,4025	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,697	3,768	1,536
1840	24,11	23,8825	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,700	3,986	1,544
1860	24,61	24,3825	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,702	4,120	1,549
1880	25,13	24,9025	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,701	4,071	1,547
1900	25,68	25,4525	415,270	2589,840	206,273	774,971	177,874	998,180	1109,315	17,517	13,138	1,703	4,211	1,552
1920	26,21	25,9825	415,270	1294,920	206,273	774,971	177,874	998,180	554,657	17,517	13,138	1,510	2,111	1,311
1940	26,7	26,4725	415,270	1294,920	206,273	774,971	177,874	998,180	554,657	17,517	13,138	1,509	2,084	1,310
1960	27,14	26,9125	415,270	1294,920	206,273	774,971	177,874	998,180	554,657	17,517	13,138	1,513	2,230	1,319
1980	27,51	27,2825	415,270	1294,920	206,273	774,971	177,874	998,180	554,657	17,517	13,138	1,514	2,279	1,321
2000	27,87	27,6425	415,270	1294,920	206,273	774,971	177,874	998,180	554,657	17,517	13,138	1,513	2,239	1,319
2100	29,46	29,2325	415,270	1294,920	206,273	774,971	177,874	998,180	554,657	17,517	13,138	1,518	2,520	1,334
2200	30,97	30,7425	415,270	1294,920	206,273	774,971	177,874	998,180	554,657	17,517	13,138	1,521	2,672	1,341
2300	32,31	32,0825	415,270	1294,920	206,273	774,971	177,874	998,180	554,657	17,517	13,138	1,523	2,800	1,346
2400	33,67	33,4425	415,270	1294,920	206,273	774,971	177,874	998,180	554,657	17,517	13,138	1,525	3,015	1,354
2500	34,9	34,6725	415,270	1294,920	206,273	774,971	177,874	998,180	554,657	17,517	13,138	1,527	3,173	1,359

Tablica E.7. Pregled dokaznice globalne stabilnosti cjevovoda podmorskog ispusta

L	10,00	m
W	543,47	N/m
M	4528,89	Nm
I	0,0003	m ⁴
σ	2595779,97	N/m ²
σ	259,577997	N/cm ²

Tablica E.8. Kontrola naprezanja cjevovoda podmorskog ispusta

TEHNIČKI USLOVI ZA IZVOĐENJE SPOLJAŠNIH INSTALACIJA

U nastavku se daju Opšti tehnički uslovi za izvođenje radova iz oblasti hidrotehnike – spoljne instalacije kanalizacije. Prilikom izvođenja radova Izvođač je dužan da se pridržava standarda DIN EN 1610, prEN1610 kao i ostalih relevantnih standarda iz oblasti hidrotehnike. U slučaju bilo kakvih nejasnoća i neusaglašenosti prilikom tumačenja standarda, konsultovati nadzornog inženjera.

1. GEODETSKI RADOVI

Izvođač je dužan da:

- prije početka radova obidje teren i zahvat radova i da skrene pažnju na okolnosti i prilike koje nijesu obuhvaćene glavnim projektom odnosno predmjerom
- sačuva i održava sve tačke i repere primljene od investitora;
- postavi, čuva i održava (ako su izvan iskopa) sve ostale geodetske oznake date/iskolčene od strane geometra, a koje su potrebne za izvođenje objekta;
- snimi nulto stanje svih (budućih) profila za obračun količina;
- uz kontrolu Nadzornog organa izvrši sve što je predviđeno u glavnom projektu, odnosno obilježi pojedinačne konstrukcije, ako to nije investitorova obaveza;
- za slučaj oštećenja ili uništenja bilo kakve geodetske oznake, izvrši o svom trošku i u najkraćem mogućem roku obnavljanje i osiguranje iste;
- da nabavi odgovarajuće precizne instrumente i dovede osoblje za rad sa njima za sve radove iz Glavnog projekta.

2. ZEMLJANI RADOVI

2.1 OPŠTE ODREDBE

Zemljani radovi će se izvoditi prema konturi temelja u planovima oplata datim u Glavnom projektu, odnosno prema definisanim sirinama rova. U toku izvođenja radova, Nadzorni organ i Naručilac uz saglasnost Projektanta, a prema okolnostima, mogu mijenjati granice iskopa kao i nagibe useka i nasipa. Sve izmjene i odstupanja od Glavnog projekta moraju se unijeti u građevinsku knjigu jer se obračun kolicina vrši prema stvarno izvedenim radovima.

2.2 ČIŠĆENJE TERENA

Prije početka zemljanih radova izvršiće se čišćenje terena – sječa drveća, uklanjanje žbunja, grmlja i ostalog rastinja, i sl. Koštanje čišćenja terena obuhvaćeno je jediničnim cijenama za zemljane radove.

Postavljanje profila od letava za izvršenje zemljanih radova vrši Izvođač.

Ukonjeni građevinski materijal biće deponovan na mjesta koja odredi Nadzorni organ u saglasnosti sa Naručiocem. Jediničnom cijenom iz Predmjera obuhvaćene su i sve moguće deponijske takse.

2.4 SKIDANJE HUMUSA

Sa površine terena ispod svih nasipa, kao i površina svih iskopa koji će se koristiti za izradu nasipa, treba ukloniti humusni sloj. Skidanje se vrši do dubine predviđene projektom, odnosno dubine koju odrede Nadzorni organ i Naručilac. Skinuti materijal odlaže se na deponije koje odrede Nadzorni organ i Naručilac. Pri tome treba deponovati posebno materijal pogodan za humiziranje, na način koji će kasnije olakšati upotrebu ovog materijala.

Plaćanje za skidanje humusa i svih radova koji su sa tim u vezi, biće vršeno po jediničnim cijenama ponuđenim u predračunu, u koje je uključen i transport na određene deponije. Ukoliko se radovi izvode na lokaciji postojećih ili planiranih saobraćajnica ova pozicija se ne uključuje u Predmjer i predračun.

2.5 ISKOPI

Iskopani materijal se mjeri i klasifikuje u iskopu, i to do granica prikazanih na crtežima ili određenim od strane Naručioca i Nadzornog organa.

Način iskopa bira Izvođač, vodeći računa o terenskim uslovima, raspoloživoj mehanizaciji, siurnosti radova i drugim okolnostima.

Sve iskope izvršene izvan linije profila i temeljnih jama objekata, odnosno prekope nastale krivicom Izvođača radova, Izvođač je dužan dovesti u projektovano stanje nasipanjem odgovarajućeg materijala i njegovim zbijanjem. Odstupanje od ovoga može biti samo po dozvoli Naručioca i Nadzornog organa. U slučaju potrebe izvođenja dodatnih radova na iskopu kao i viška iskopa zbog nepredviđenih okolnosti, plaćanje vrši Investitor ali tek po sprovođenju procedure odobravanja viška/dodatnih radova od strane Naručioca. Višak/dodatni iskop treba detaljno snimiti i konstatovati u građevinskom dnevniku.

Ako u temeljnu jamu, kanal i rovove dolazi voda bilo kojeg porijekla, onda se ona mora odstaniti i spriječiti njeno doticanje. Površinskoj vodi se ne smije dozvoliti slivanje u temeljne jame ili rovove. Jediničnom cijenom iskopa obuhvaćene su i sve potrebne mjere za održavanje rova tj. temeljne jame u suvom stanju. Obračun plaćanja ove pozicije vrši se po m³ u uraslom stanju.

Materijal iz iskopa će se deponovati samo na ona mjesta koja odrede Naručilac i Nadzorni organ, uz saglasnost Investitora. Materijal iz iskopa koji zadovoljava propisane uslove kvaliteta, korišće se za sva nasipanja.

2.6 DEPONIJJE

Pogodan materijal dobijen iz iskopa upotrebiće se za izgradnju nasipa ili za zasipanje oko objekta ili rova. Višak ovog materijala, kao i materijal koji nije pogodan za izgradnju nasipa biće

deponovan. Deponovanje materijala iz iskopa vršiće se na površinama gdje to odobrene od strane Naručioca i Nadzornog organa.

Deponovanje materijala mora se vršiti na takav način da deponije budu uvijek ocjedne i isplanirane. Kosine deponija, kao i same deponije, moraju biti stabilne. Deponovanje materijala ne smije da dovede do klizanja terena na kojem su locirane deponije, niti klizanja okolnog terena. Ukoliko dođe do ovakvih klizanja, usled nebrzižljivog deponovanja materijala, Izvođač će sve sanacione mjere, koje naredi Naručilac, izvesti o svom trošku.

Ukoliko se ukaže potreba, Izvođač mora vršiti i privremeno deponovanje materijala iz iskopa na mjestima koja budu za to određena, s tim da kada prestane potreba za privremenim deponovanjem iz iskopa, sav preostali materijal odveze do stalnih deponija, a mjesta privremenih deponija uredi na način kako to odrede Naručilac i Nadzorni odgan.

Uređenje deponija ne plaća se posebno već se smatra da je obuhvaćeno jediničnim cijenama pozicije Odvoza preostalog materijala iz iskopa.

2.7. NASIPANJE

Nasipanje pojedinih materijala vršiće se prema mjerama i dimenzijama datim u projektu. Sva nasipanja materijalom iz iskopa treba vršiti u horizontalnim slojevima visine do 30 cm, zavisno od vrste materijala, a zbijaće se ručno ili mašinski prema uslovima za zemljane radove. Pri tome treba voditi računa o blizini betonskih objekata. Ugrađivanje materijala pored betonskih građevina može početi tek kada beton postigne dovoljnu čvrstoću.

Ukoliko u toku izvođenja konstrukcije, dođe do sleganja ovako nasutog i nabijenog materijala, treba izvršiti nova nasipanja do projektovanih kota i do postizanja potrebnog stepena zbijenosti za tu poziciju.

Nadzorni organ će stalno kontrolisati efekat zbijanja nasipa i postizanje potrebne zbijenosti.

2.8. MJERENJA I PLAĆANJA

Mjerenje i plaćanje svih površinskih iskopa biće vršeno samo do granica (i nagiba) prikazanih u crtežima glavnog projekta, ili naređenih ili odobrenih od strane Naručioca.

Plaćanje iskopa u širokom otkopu biće vršeno samo do granica i nagiba prikazanih u crtežima glavnog projekta, ili naređenih ili odobrenih od strane Naručioca, po jediničnim cijenama iskopa ponuđenim u predračunu.

Ponuđene jedinične cijene iskopa obuhvataju koštanje rada i materijala, crpljenje vode i odvodnjavanje, kao i sve ostale radove potrebne da se iskop održi u dobrom stanju. Takođe, uračunato je odvoženje iskopanog materijala do 5km, na mjesta koja određuju Naručioc i Nadzorni organ, zatim koštanje svih prethodnih i pripremnihi radova, sigurnosnih mjera, održavanja i uređenja iskopa i deponija, kao i mjera koje zahtijevaju važeći propisi.

Ukoliko dođe do namjernih ili nenamjernih prekopa krivicom Izvođača, to neće biti posebno plaćeno Izvođaču. Smatraće se da su svi ovakvi prekopi uključeni u jedinične cijene.

Eventualni preklopi bez krivice Izvođača ili po nalogu Naručioca, platiće se po jediničnoj cijeni za dotičnu kategoriju.

3. BETONSKI I ARMIRANO-BETONSKI RADOVI

Svi betonski i armirano-betonski radovi se imaju izvesti u svemu prema Pravilniku o betonu i armiranom betonu, ili drugim važećim standardima po zahtjevu Naručioca.

Prije početka betoniranja izvršiti pregled oplata, podupirača i skele u pogledu stabilnosti i oblika i u toku betoniranja vršiti kontrolu istih. Kod armature voditi računa da je ista pravilno postavljena a u toku betoniranja voditi računa da ista ostane u postavljenom položaju i da bude sa svih strana obuhvaćena betonom.

Spravljanje i ugrađivanje betona vršiti isključivo mašinskim putem. Naznačena marka betona mora se postići pravilnom mešavinom portland cementa, vode i agregata, kao i kvalitetom ovih sastojaka. Izvođač je dužan redovno da kontroliše kvalitet betona uzimanjem probnih kocki i uredno da pribavlja ateste o njihovom ispitivanju.

Ispitivanje probnih tela se vrši se na pritisak i vodopropustljivost gdje je to Projektom definisano, i uključeno je u jedinične cijene betonskih radova.

Prekid i nastavljavanje betoniranja vršiti po tehničkim propisima i uputstvu nadzornog organa i projektanta konstrukcije. Prekid mora biti ranije određen.

Segregaciju betona spriječiti pravilnim ugrađivanjem betona. Izvedenu konstrukciju od betona štititi od sunca, mraza i vjetrova i polivati ga vodom u trajanju od najmanje tri dana, a u svemu prema Pravilniku o betonu i armiranom betonu.

Posle skidanja oplata, sve betonske površine odmah dok je beton još svež, očistiti od iscurelog mleka, ostataka od žica, cevi i sl. koje su služile za montažu oplata. U sastav cijene betonskih radova je uključena oplata, skela i podupiranje. Oplata mora biti izvedena tačno prema crtežima iz projekta, dobro razuprta i učvršćena. Podupirači i skela moraju biti dobro dimenzionisani i pravilno raspoređeni i ukrućeni kako ne bi došlo do pomeranja prilikom betoniranja.

Sve unutrašnje površine oplata moraju biti potpuno ravne, u istoj ravni sa nastavcima, kako bi vidne površine gotovog elementa bile ravne. Oplata mora biti tako postavljena da se može lako demontirati.

Betonski čelik za armiranje betonskih konstrukcija mora odgovarati JUS standardima i mora biti u skladu sa čelikom naznačenim u statičkim proračunima. Svaka izmena čelika mora biti prijavljena i odobrena od strane nadzornog organa i projektanta konstrukcije. Čelik mora biti isječen i savijen u svemu prema detaljima armature. Postavljanje armature izvršiti u svemu prema detaljima Projekta konstrukcije sa obaveznom postavljanjem podmetača od istog čelika ili plastike tako da se ostvari potrebno odstojanje od oplata i isto zadrži prilikom betoniranja. Vezivanje armature je obavezno 100%. Pre početka betoniranja izvođač je obavezan da traži prijem armature i saglasnost nadzornog organa da može početi sa betoniranjem. Tokom betoniranja voditi računa da armatura ostane u postavljenom položaju.

Nabavka, transport, sečenje, čišćenje, savijanje i montaža armature, obračunava se po m³ ugrađenog betona, mjereno prema stvarno izvedenim delovima objekta zajedno sa betonom, armaturom, oplatom i ostalim što je potrebno za ugradnju betona.

4. IZRADA PODLOGE (JASTUKA) ISPOD CIJEVI

Radi što boljeg nalijezanja cijevi, a u cilju ravnomjernijeg opterećenja po dužini cjevovoda neophodna je izrada jastuka. Jastuk mora biti pažljivo pripremljen i ravnomeran u zemljanom materijalu (bez prisustva kamena) u tu svrhu služi dno rova, koje treba da bude pažljivo iskopano tačnosti do na - 1 cm, poravnato sa niveletom cevovoda.

Ako se cevovod postavlja u kamenitom terenu, neophodna je izrada posebnog jastuka od pijeska po cijeloj širini rova debljine $d = 10$ cm, odnosno prema DIN EN1610. Prostor oko cijevi i iznad cevi, odgovarajuće debljine prema DIN EN1610, mora biti od pijeska. U izuzetnim slučajevima može se umesto pijeska koristiti rastresita zemlja iz iskopa ali nikako glina, posto bi došlo do lepljenja za cijevi, kasnije zbog promjene vlažnosti došlo bi do pucanja i time bi bila prouzrokovana dopunska opterećenja na cjevovodu.

Pijesak koji se stavlja ispod, kao i iznad i oko cevi mora biti nabijen. Izbor alata za nabijanje mora biti takav, kao i operacija nabijanja - podbijanja da ne dođe do oštećenja cijevi ili fazonskih komada.

5. TRANSPORT CIJEVI I ARMATURA

Kod preuzimanja cijevi, svaku pošiljku treba pažljivo kontrolisati i ustanoviti da li je kompletna i neoštećena.

Oštećenja na cijevima obično su posledica nepažljivog rukovanja prilikom transporta kao i manipulacije pri istovaru.

Transportovanje opreme od fabrike (skladišta) do gradilišta vrši se vozom odnosno kamionom. Istovar i pretovar cijevi treba vršiti pod stalnom kontrolom stručne i odgovorne osobe, koja je u tu svrhu posebno određena. Cijevi treba slagati na sasvim ravnu podlogu i to u obliku piramide ili prizme. Prilikom transporta voditi računa o tome da cijevi moraju cijelom dužinom ležati na tovarnoj površini. Cijevi su osjetljive na udar, pa se ne smiju bacati ni vući, a udarno opterećenje cjevovoda može biti posebno opasno na temperaturama ispod 0°C. Udarno opterećenje delova cjevovoda mora se izbegavati.

Pri utovaru i transportu treba paziti da se cijevi ne vuku preko tovarne površine transportnog vozila ili preko tla.

Izvođač monterskih radova mora se pridržavati uputstva isporučioca opreme, kako i na koji način se postupa prilikom transporta i uskladištenja cijevi i cijevnog materijala. Cijevi i fazonski elementi se mogu skladištiti na otvorenom prostoru, uz njihovu zaštitu od sunčevih zraka. Prilikom skladištenja cijevi se slažu u gomile čija visina ne smijee biti veća od 1m za cijevi do

DN63mm, odnosno 1.5m za cijevi većih prečnika. Cijevi se polažu na drvene podmetače čije rastojanje ne smije biti veće od 80cm, a ispremještanim položajem naglavaka postiže se približno puno oslanjanje pojedinačnih slojeva cijevi. Sve delove cjevovoda treba skladištiti tako, da se njihova unutrašnjost ne može zaprljati.

Gumeni zaptivni elementi ne smiju dugo ležati na otvorenom prostoru izloženi sunčevim zracima. Ne preporučuje se da ovi elementi stoje duže na lageru, ali ukoliko je to neophodno treba ih držati bez opterećenja, na hladnom, bez uticaja svjetlosti i po mogućnosti u prostoriji gdje ne rade nikakvi električni aparati. Gumene zaptivke ne smiju doći u dodir sa mazivom i motornim gorivom kao ni sa hemikalijama. Cijevi se po potrebi mogu sjeći finozupčanom testerom, a zatim na odsječenom dijelu zakositi ivice pod uglom od 15°. Spojni djelovi se ne smiju skraćivati. Cijevi i spojni djelovi spajaju se utičnim naglavkom sa gumenim prstenom.

6. USLOVI ZA PVC KANALIZACIONE CIJEVI

Cijevi za sisteme kućne i ulične kanalizacije zajedno sa odgovarajućim spojnicama su predviđeni za uklanjanje svih vrsta otpadnih voda. Veoma lako se postavljaju, a spajaju se međusobno spojnim elementima pri čemu se gumenim prstenovima obezbeđuje potpuna zaptivenost spoja. Cijevi izdržavaju temperature do + 60°C. Otporne su na slanu vodu, alkohol, kiseline, alkale, sulfate, agresivne gasove i sve vrste deterdženata. Sa druge strane, ne mogu se koristiti kod otpreme vode koja sadrži visok procenat benzena, benzina (nafta) ili acetona.

Osnovne karakteristike, tehnički podaci i primenljivost

- veoma lak materijal
- jednostavan i lak način kako transporta tako i rukovanja
- brzo i jeftino montiranje
- spojnice su otporne na vodu i druge tipove tečnosti
- otporne su na koroziju u alkalnim, kiselim ili agresivnim okruženjima
- dobar su električni izolator, a takođe su otporni na mehanički uticaj
- vek trajanja duži od 50 godina
- praktično bez troškova održavanja cevovoda
- spojevi sa mufovima i zaptivni prstenovi su napravljeni od EPDM gume (EN 681)
- EN1401, EN 1610 a fazonski komadi EN 1452
- DIN19531

Područje primene i statičke preporuke

Primena serije cijevi zavisi od mjesta polaganja, kvaliteta zemljišta i od vrste podloge, od opterećenja, od različitih uslova i sl.

- Cijevi serije S-20 i S-16 koriste se u normalnim uslovima, što znači gdje su zemljište, rov, metode zatrpavanja i sabijanja zemljišta normalni. Cijevi serije S-25 polažu se na terenima

gde je izričito sipak materijal.

Polaganje kanalizacionih cijevi i spojnih elemenata dozvoljeno je bez posebnog statičkog dokaza pod sledećim uslovima:

- Pri polaganju u zemlju ispod zgrada pokrivni sloj iznad naglavka cijevi mora da iznosi najmanje 150mm.

Ukoliko se ne mogu izbjeći opterećenja usled ugradnih konstrukcionih delova, treba ugraditi zaštitne cevi.

- Pri polaganju u kanale minimalne širine, pokrivni sloj ne smije da prelazi 6m , dok pri polaganju ispod nasipa i u veoma široke kanale taj sloj ne treba da prelazi 4m .

- Zemljište za nasipanje treba da ima približno sledeće karakteristike:

$g < 20,5 \text{ KN/m}^3$ $r < 22,50$

- Polaganje u području podzemnih voda dozvoljeno je samo pod uslovom da se spriječi odnošenje nasipnog materijala.

- Nasipanje u zoni cjevovoda (do najmanje 30 cm iznad temena cevi) vrši se bezkamenitim materijalom koji se ujedno, može i sabijati. Materijal za zasipanje, koji je u direktnom dodiru sa cevi, može se uzeti sa gomile od iskopanog kanala, ali ga treba prethodno očistiti od krupnog materijala. Sabijanje oko cijevi vrši se ručnim ili hidrauličkim alatom. Materijal se svaki put nasipa samo do tjemena cevi i sabijanje se vrši samo sa strane, a nikako u zoni koju zauzima cev. Materijal se sabija sve dok se ne ostvari dobro podgrađivanje kanalizacionog voda sa strane. Nasipanje iznad temena cevi vrši se u slojevima, tako da viši slojevi sabijaju niže.

7. MONTAŽA ŠAHTOVA KANALIZACIJE

Projektnom dokumentacijom predviđena je ugradnja atestiranih vodonepropusnih armirano-betonskih prefabrikovanih šahtova na dionicama sa padovima manjim od 6%. Ostavljena je mogućnost Naručiocu da umjesto AB prefabrikovanih šahtova upotrijebi šahtove od polietilena ili polipropilena. U nastavku se daje opis načina montaže predviđenih šahtova.

Nakon izvršenog iskopa za potrebe polaganja AB prefabrikovanih šahtova, vrši se nasipanje sloja šljunkovito-pjeskovitog materijala $D_{max}=16\text{mm}$ do debljine od 20cm, sa zbijanjem do postizanja propisanog modula stišljivosti ($M_s=50\text{MPa}$). Nakon toga se izvodi podloga od mršavog betona MB 20 (C16/20 prema EN206) debljine 10cm. Na tako formiranu podlogu vrši se postavljanje prvog elementa šahta - dna sa kinetom. Svi elementi šahtova se spajaju preko pero-žljeb veze i montiraju se uz upotrebu auto-dizalice, pri čemu je neophodno voditi računa o pravilnom kačenju betonskih elemenata kako ne bi došlo do njihovog oštećenja, ili povrede osoblja koje radi na montaži. Vodozaptivenost spojeva se ostvaruje upotrebom vodozaptivnog prstena ili upotrebom specijalne bitumenske mase kojom se obrađuje spoj dva elementa šahta po cijelom obimu. Kod pojedinih proizvođača se međusobna veza elemenata ostvaruje pomoću gumenog integrisanog prstena koji se ugrađuje u svježu betonsku masu u toku izrade

elementa. Prilikom formiranja spoja između elemenata šahta moraju se poštovati preporuke proizvođača po pitanju materijala i načina obrade spojeva kako bi se dobili potpuno nepropusni spojevi. Završni element armirano-betonskih šahtova predstavlja završni prsten sa konusnim suženjem na vrhu koji je predviđen za ugradnju poklopaca Ø600mm sa ramom od nodularnog liva prema standardu MEST EN124. Svi elementi šahta se naručuju sa fabrički ugrađenim penjalicama otpornim na agresivno dejstvo otpadnih voda, dok se poklopac sa ramom naručuje posebno i te je dat kao posebna stavka predmjera i predračuna. Nakon montaže baze šahta geodetskim snimanjem se definiše položaj ulivnih odnosno izlivnih cijevi, nakon čega se pristupa bušenju otvora odgovarajućih dimenzija u zidu šahta pomoću specijalizovanog alata (dijatuba sa brentačom). Moguće je i naručiti šahtove sa potrebnim otvorima, ali zbog mogućih izmjena na terenu, otvori se mogu formirati i na gradilištu upotrebom odgovarajućeg alata od strane obučenog i kvalifikovanog osoblja. Nakon što se dobije obrađen kružni otvor u zidu šahta vrši se montaža odgovarajućeg KGF uložka od PVC sa zaptivnom gumom. KGF uložak omogućava ispravljanje montirane cijevi do 5Ø. Nakon toga pristupa se montaži kratkih PVC cijevi dužine 1m i spajanje sa izvedenim cjevovodom. Zatrpavanje cjevovoda i šahta izvesti nakon izvršenog hidrauličkog ispitivanja. Posebnu pažnju obratiti na zbijanje tla oko postavljenih elemenata šahta i montiranih cijevi, kako bi se ostvarila potrebna zbijenost na nivou kolovozne konstrukcije.

U slučaju primjene PE šahtova i šahtova za kompenzaciju energije proizvođača "Romold" moraju se ispoštovati smjernice proizvođača po pitanju transporta, skladištenja i montaže šahtova. Elementi šahtova se moraju skladištiti u uspravnom položaju na tlu. Sav dostavljeni materijal za brtvljenje mora se skladištiti u originalnom pakovanju, zaštićen od smrzavanja i direktne sunčeve svjetlosti. Šahtovi od polietilena ovog proizvođača dostavljaju se na gradilište spremni za montažu. Svaku isporuku treba iskontrolisati po pitanju kompletnosti. Neophodno je provjeriti da li dostavljeni materijal ima oštećenja ili bilo kakvih onečišćenja prije instalacije. Ukoliko je potrebno, izvršiti čišćenje elementa ili njegovu zamjenu. Oštećene komponente se ne smiju ugrađivati. Šaht se postavlja na prethodno pripremljenoj podlozi pripremljenoj prema DIN EN1610.



Slika 1 i 2: Priprema podloge za polaganje šahtova

Prilikom izvođenja posteljice cijevi treba imati na umu osnovne karakteristike šahtova koji se ugrađuju, naročito o visinskoj razlici između osnove šahta i kote dna izlivnog cjevovoda (kod ovog proizvođača ona iznosi 19cm za PE šahtove, dok je kod šahtova za kompenzaciju energije izlivna cijev u nivou osnove šahta koja je oblika kupole). Osnova šahta se postavlja na pripremljenu podlogu vodeći računa o cijevima koji se na nju povezuju. Pri tom se vrši kontrola položaja odvoda.



Slika 3 i 4: Kontrola položaja odvoda

Svi priključci na šaht se uglavnom predviđaju preko naglavka. Naglavci su predviđeni za direktno spajanje PVC cijevi prema EN401. Propisno nalijeganje izvedenih spojeva cijevi treba provjeriti po pitanju eventualnih oštećenja ili onečišćenja, koja po potrebi treba očistiti. Na cijev koja se spaja na šaht, na naglavak kao i na dihtujući prsten nanijeti pastu predviđenu za PVC cijevi i nakon toga uvući kraj cijevi do kraja naglavka. Svaki naglavak ima određeno dozvoljeno odstupanje, kojim se donekle koriguju greške koje se javljaju u izvođenju po pitanju nagiba i pravca cijevi. Ukoliko se vrši montaža nekog kanalizacionog fittinga, a ne cijevi, obavezno provjeriti položaj zaptivnog prstena kao i da li je fitting namontiran do kraja naglavka.



Slika 5 i 6: Izvođenje spoja šahta sa PVC cijevima

Međusobno spajanje pojedinih elemenata šahtova vrši se pomoću gumenog dihtunga koji se postavlja na osnovu šahta ili prsten, provjeri se njihovo pravilno nalijeganje, a nakon njegovog detaljnog čišćenja, na njega se nanosi dovoljna količina sredstva za podmazivanje (koje preporuči proizvođač šahtova). Zatim se očisti žljeb elementa koji se montira na već pripremljeni gumeni dihtung prethodnog elementa. Spajanje elemenata izvršiti bez naginjanja. Izvršiti poravnanje svih vertikalnih oznaka na šahtu kako bi se poravnale penjalice koje su fabrički ugrađene u elemente šahta.



Slika 7 i 8: Postavljanje dihtunga na spoju dva elementa šahta

Za spajanje elemenata šahtova nije potrebna upotreba veće sile od težine radnog osoblja. Voditi računa da se na spoju elemenata ne formira vazdušni jastuk što se može spriječiti upotrebom parčeta kanapa koje se stavlja preko dihtunga. Nasipanje oko šahtova vršiti u svemu prema zahtjevima iz ovih tehničkih uslova kao i prema DIN EN1610. Dozvoljena je upotreba lakših sredstava za kompaktiranje slojeva oko šahta, dok se iznad same cijevi, zbijanje vrši ručno. Nasipanje se vrši uporedo sa montažom elemenata šahta, a sprečavanje unošenja materijala u unutrašnjost šahta postiže se na taj način što se prije početka nasipanja na već montirane i zaptivene elemente nanese i ostali elementi šahta ali bez dihtunga, i gradilišni poklopac koji odgovara otvoru šahta. Korekcija visine šahta vrši se testerisanjem završnog, vratnog dijela gornjeg elementa. Moguće je skraćivanje dubine šahta do 25cm. Upotrebom dodatnog pribora mogu se izvoditi i dodatni priključci PVC cijevi na obične PE šahtove. Nakon definisanja potrebne visine šahta, pristupa se montaži betonskog prstena za prihvatanje opterećenja kojim se sprečava prenos opterećenja sa poklopca na tijelo šahta. Iz tog razloga, ne smije biti direktnog kontakta između betonskog prstena i tijela šahta, već se ispod betonskog prstena priprema podloga (može se koristiti pijesak ili mršavi beton. Po potrebi prije montaže betonskog prstena završni element šahta se može zatvoriti poklopcem uz prethodno nanošenje dovoljne količine paste.



Slika 9 i 10: Postavljanje betonskog prstena za prihvat opterećenja

8. IZVOĐENJE KUĆNIH PRIKLJUČAKA

Priključenje objekata na gravitacionu mrežu fekalne kanalizacije vrši se u potpunosti prema zahtjevima standarda DIN EN1610. U tom slučaju neophodno je voditi računa da cijev koja se priključuje na kolektor gradske kanalizacione mreže prilikom montaže ne zađe u unutrašnjost cijevi čime bi se smanjio njen proticajni profil, kao i da je obezbijedena potpuna vodonepropustljivost priključka. Kako bi navedeni uslovi bili ispunjeni, prema DIN EN1610, može biti potrebno ojačanje cjevovoda u zoni priključka ugradnjom dodatnog šahta (ukoliko je potrebno priključiti više objekata na kratkoj dionici gradskog kolektora). Izvođenje priključaka vrši se nekim od metoda propisanim u gore navedenom standardu, u zavisnosti od prečnika i materijala cijevi. Ovim projektom se predviđa priključenje na gradski kanalizacioni sistem priključkom sa račvom (direktno na cijev) ili direktnim priključenjem na šaht.

U slučaju da se priključenje vrši priključkom sa račvom, neophodno je račvu ugraditi pod odgovarajućim uglom kako bi mogla prihvatiti dovodni cjevovod. S obzirom da se radi o priključnim vodovima koje tek treba izvesti (u predmetnim oblastima do sada nije postojala gradska kanalizaciona mreža), prije početka radova na formiranju kućnih priključaka Izvođač radova je dužan da izvrši geodetska snimanja za potrebe definisanja nivelete priključnih vodova. Izvođenju zemljanih radova prethodi čišćenje terena, sječa drveća, uklanjanje žbunja, grmlja i ostalog rastinja, te rezanje popločanih i površina pod asfaltom i betonom. Iskop rova za kućne priključke vrši se do maksimalne dubine od 1,75 m. S obzirom da nema tačnih podataka o kategorizaciji tla, može doći do pojave podzemnih voda u rovu za polaganje cijevi. U tom slučaju izvođač je dužan održavati rov suvim u toku izvođenja radova, kao i preduzeti sve neophodne mjere kako bi se obezbijedila potrebna stabilnost rova. Sami priključci izvode se od cijevi PVC DN 160mm, a polaganje priključnih vodova vrši se u rovu širine 0.60m. Spoj sa uličnim kolektorima vrši se preko KGEA račvi DN200/160mm (45°, 87°). Prilikom polaganja cijevi i izvođenja priključka potrebno je ispoštovati zahtjeve standarda DIN EN 1610. Na mjestima gdje je potrebno naknadno ugraditi račvu za formiranje priključka, može biti potrebno ukloniti jednu ili više cijevi, vodeći računa da se ukloni najmanja moguća dužina cijevi kako se ne bi

narušio kontinuitet cjevovoda. Pored račve, može biti potrebno ugraditi i dodatno parče cijevi pri čemu ubačeni elementi moraju u potpunosti odgovarati cjevovodu, mora se osigurati tačan pravac i položaj i propisno zaptivanje spojeva.

U slučaju da se priključenje korisnika vrši direktno na AB šahtove gradske kanalizacije, neophodno je najprije definisati mjesto prodora priključne cijevi kroz šaht. Potom se pristupa izvođenju otvora u AB šahtu korišćenjem za to predviđenog alata (dijatuba sa brentačom) kojim se dobija čist kružni otvor, sprečava nepotrebno rušenje strukture okolnog betona, a samim tim utiče na vodonepropusnost izvedenog priključka. Nakon izvođenja kružnog otvora za prolaz priključne cijevi kroz zid šahta, vodonepropusan spoj se formira ugradnjom KGF uloška DN160mm za brtvljenje spoja priključne cijevi i AB šahta. Prilikom brtvljenja spojeva obavezno nanositi pastu za podmazivanje prema uputstvu proizvođača cijevi. U slučaju da je potrebno visinsko prilagođavanje priključnog voda u odnosu na gradsku kanalizaciju, potrebno je predvidjeti i dodatne količine PVC cijevi DN160 i potrebne lukove, što je sve uključeno u jediničnu cijenu izvođenja priključka objekta.

Zbog hidrauličkog ispitivanja cjevovoda neophodno je sve vodove ka kućnim priključcima završiti tipskim trajno vodonepropusnim poklopcima. Položaj poklopaca se mora izmjeriti i obilježiti.

Jediničnom cijenom obuhvaćeno je i izvođenje ukrštanja priključnih vodova sa postojećim instalacijama, čuvanje postojećih instalacija, njihovo održavanje u toku izgradnje i eventualna reparacija u slučaju oštećenja istih. Posteljica za polaganje cijevi priključnih vodova izvodi se u svemu kao kod cjevovoda sekundarne kanalizacione mreže. Nasipanje rova vrši se u slojevima debljine do 30cm, uz konstantno kompaktiranje nasutih slojeva. Potreban stepen zbijenosti slojeva je $M_s=50\text{MPa}$. Obračun navedenih pozicija vrši se po metru dužnom iskopanog rova za polaganje priključnih rovova, prema jediničnim cijenama iz Predmjera.

U slučaju da je objekte potrebno priključiti na fekalnu kanalizaciju koja ima pad veći od 6% , tj. kod koje su upotrijebljeni Romold šahtovi za kompenzaciju energije, priključenje okolnih objekata se vrši na cijev gradske kanalizacije, po gore opisanom postupku, s obzirom da predviđeni "Romold" šahtovi imaju ograničenje po pitanju broja dozvoljenih uliva. Dodadni priključci na šaht za kompenzaciju energije su teški za izvođenje, zahtijevaju poseban alat, pribor za brtvljenje spojeva i obučenu radnu snagu jer se ne izvode upravno na površinu šahta, već tangencijalno na nju. Stoga takav način priključivanja nije dozvoljen.

Ručni iskop vrši se oko postojećih instalacija kao i na svim pozicijama gdje nije moguć pristup mehanizaciji. Obračun količina vrši se prema m^3 iskopanog materijala u sraslom stanju, a prema prethodnom odobrenju Nadzora odnosno Naručioca. U slučaju izvođenja radova u otežanim uslovima usled neočekivane geologije terena (izvođenje radova u stjenovitom materijalu V kategorije bez miniranja), predviđeno je dodatno plaćanje uz prethodno odobrenje Nadzora odnosno Naručioca. Obračun količina za ovu poziciju vrši se prema stvarno izvedenim količinama u m^3 .

Višak iskopanog materijala, kao i materijal lošijeg kvaliteta koji nije moguće ponovo upotrijebiti prilikom zatrpavanja rovova Izvođač radova je dužan odvesti na za to predviđenu deponiju. Pri tom Izvođač je dužan preduzeti potrebne mjere kako ne bi došlo do ugrožavanja životne sredine. Pozicija obuhvata i sve moguće deponijske takse. Obračun se vrši po m³ odvezenog materijala u sraslom stanju.

Sav materijal koji se, nakon sortiranja materijala iz iskopa, odveze na deponiju viška/neupotrebljivog materijala, neophodno je zamijeniti odgovarajućim materijalom za zatrpavanje rova. Takvi materijali imaju koeficijent uniformnosti granulometrijskog sastava $U \geq 9$. Ukoliko se nasipanje vrši nekoherentnim materijalima, krupnoća zrna ne smije biti veća od 30mm, sa maksimalno 10% zrna veličine do 40mm. Obračun ove pozicije vrši se po m³ ugrađenog materijala.

Nakon završenog zatrpavanja rova priključnog voda, Izvođač je dužan da sve prekopane površine, uključujući i one na kućnim ulazima, dovede u prvobitno stanje. Pod tim se podrazumijeva da se na pozicijama gdje postoje pločnici ili druga vrsta obloge, izvrši rekonstrukcija iste na mjestima rova. Rekonstrukcija obloge se vrši pločama koje su prije početka radova na iskopu uklonjene, sortirane i složene u blizini rova, na udaljenosti do 10m. Sve ploče koje nije moguće ponovo upotrijebiti, Izvođač je dužan zamijeniti novim pločama. Odbačeni materijal Izvođač je dužan da odveze na deponiju. Na kućnim priključcima kod kojih se priključni vod polaže ispod betonskih površina, iste je potrebno zasjeći u širini rova, a nakon završenih instalaterskih i zemljanih radova, sanacija površine vrši se betonom marke MB20 (C16/20 prema EN206).

Sve količine za naplatu moraju biti evidentirane u gradilišnoj dokumentaciji i ovjerene od strane Naručioca. Izvođač radova je dužan da sve radove izvodi u skladu sa važećim propisima i normativima. Jediničnim cijenama obuhvaćena je i kontrola kvaliteta radova i materijala potrebnih za izvođenje kućnih priključaka.

9. UČVRŠĆIVANJE I ISPITIVANJE GRAVITACIONIH CJEVOVODA (DIN EN 1610)

Posle izvedene montaže cjevovoda, a prije ispitivanja vodonepropusnost, mora se izvršiti osiguranje cjevovoda na način kako je objašnjeno u nastavku.

Provjeravanje kanalizacione mreže na vodonepropusnost vrši se prije zatrpavanja cijevi u rovu, a u svemu prema zahtjevima iz standarda DIN EN 1610. U terenu sa visokom podzemnom vodom vodonepropusnost cjevovoda se određuje putem mjerenja količine vode koja prodire u cjevovod na prelivu koji se postavlja u kanalu kod nizvodnog šahta.

Kod suvog terena mjerenje se vrši na dva načina. Po prvom načinu istovremeno će se vršiti ispitivanje na dvije susjedne dionice za tri reviziona silaza. Na krajnjim silazima blindira se mreža a kroz srednji silaz kanali se pune vodom do određene kote. Zatim se vrši osmatranje spojnica na vodonepropusnost i održavanje konstantnog nivoa vode u šahtu u toku 30 minuta.

Kada je izvršeno ispitivanje na vodonepropusnost i dat nalog od strane nadzornog organa za

izvođenje sledeće faze radova na cjevovodu, neophodno je sve privremene potpore oko učvršćivanja cevovoda za fazu ispitivanja zamijeniti stalnim objektima.

Cjevovod se mora učvrstiti od pomjeranja zbog nastupajućih unutrašnjih sila i spoljnih uticaja. Kod ugrađivanja cjevovoda na strminama treba vršiti zatrpavanje cijevi i nabijanje materijala u slojevima od po 10 cm debljine sve do nivelete terena. Nabijanje mora biti izvedeno tako da ne dozvoli prodiranje atmosferskih padavina u rov, jer bi mogle izazvati ispiranje pijeska a time i havariju cjevovoda.

U nastavku se daje predlog formulara za ispitivanje gravitacionih cjevovoda prema DIN EN 1610.

ZAPISNIK O IZVRŠENOM ISPITIVANJU GRAVITACIONOG CJEVOVODA Postupak "W" - sa vodom							
					Veza: MEST EN1610:2011 t. 13.3.		
Ponovljeno ispitivanje:		DA / NE		Datum ispitivanja:			
Veza sa zapisnikom:				Broj zapisnika:			
A/ OPŠTI PODACI:							
1/ Ovlašćeni predstavnici:							
Investitora:							
Izvođača:							
Nadzora:							
2/ Ispitivanje se odnosi na (zaokružiti):							
				a) cjevovod			
				b) cjevovod sa šahtovima			
				c) šahtove i revizione otvore			
3) Naziv objekta koji se ispituje:							
4) Mjesto izvođenja radova:							
5) Dionica koja se ispituje:		od km		do km		, ukupna dužina	
6) Isporučilac/proizvođač cijevi:							
7) Materijal cijevi/šahtova/revizionih otvora:							
8) Tip cijevi:							
9) Prečnik cijevi:							
B/ PRIPREMA ZA ISPITIVANJE:							
1) Punjenje vode: početak h , kraj h , ukupno vrijeme punjenja h							
2) Vrijeme prilagođavanja uslovima: ukupno h							
C/ REZULTATI ISPITIVANJA							
- Ovlažena unutrašnja površina cijevi A: $A=L \times DN \times \pi \times 10^{-3} \text{ (m}^2\text{)}$							
R. br.	Prečnik cijevi DN	Ovlažena unutrašnja površina cijevi A	Količina dodate vode u toku ispitivanja V	Razlika pritiska u odnosu na ispitni pritisak Δp	Ukupna zapremina dodate vode ΣV	Zapremina dodate vode po jedinici površine	
	(mm)	(m ²)	(l)	(kPa)	(l)	(l/m ²)	
/	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)=(6)/(3)	
1							
2							
3							
4							
5							
6							
Napomena: Ispitivanje se zasniva na održavanju pritiska u okviru 1kPa u odnosu na visini prethodno definisanog pritiska ispitivanja, u roku od 30±1min . Održavanje pritiska vrši se dopunjavanjem ispitne dionice/objekta potrebnom količinom vode koja se bilježi zajedno sa razlikom pritiska vode. Ukoliko se ispitivanjem dobije zapremina dodate vode veća od dozvoljene date u narednoj tabeli, pristupa se otklanjanju defekata na mreži i ponovnog ispitivanja po istom postupku, do dobijanja zadovoljavajućih rezultata ispitivanja. Kod ispitivanja prečnika većih od DN1000mm može se, umjesto ispitivanja cjevovoda, prihvatiti ispitivanje pojedinačnih spojeva, ukoliko nije drugačije utvrđeno.							

D/ OCJENA REZULTATA ISPITIVANJA	
Dozvoljene vrijednosti zapremine dodate vode u toku 30 min ispitivanja	
za cjevovode	0.15 l/m²
za cjevovod uključujući i šahtove	0.20 l/m²
za šahtove i revizione otvore	0.40 l/m²
Dobijeni rezultat ispitivanja: a) zadovoljava (nije potrebno dodatno ispitivanje)	
b) ne zadovoljava (potrebno dodatno ispitivanje)	
E/ OTKLANJANJE DEFEKATA	
1) Pozicije na kojima su otkriveni defekti:	
2) Opis načina otklanjanja defekata:	
3) Ostale napomene u vezi ispitivanja:	
F) OVJERA ZAPISNIKA	
Za Investitora:	
Za Izvođača:	
Za Nadzor:	

10. USLOVI ZA POLIETILENSKE CIJEVI

Karakteristike polietilenskih cijevi

- Materijal je apsolutno netoksičan i potpuno inertan u kontaktu sa vodom;
- Lake su za transport i rukovanje;
- Lako se nastavljaju zavarivanjem ili spojnicama;
- Životni vijek im je preko 50 godina;
- Nemaju uticaja na miris i ukus vode;
- Ne hvata se na njima kamenac pa se ne smanjuje protok vremenom;
- Vrlo su fleksibilne i izuzetno otporne na vibracije, na seizmičke udare i na pomeranje tla;
- Zbog svoje elastičnosti trasa cjevovoda može da prati konfiguraciju terena, pa nema potrebe za mnogim fazonskim elementima;
- Radijus savijanja je 20 d;
- Cijevi su postojane na UV zrake i na temperature: -30°C do 60°C (80°C);
- Imaju visoku otpornost na abraziju;
- Vrlo su niski gubici pritiska jer je koeficijent trenja 10 puta manji nego kod čeličnih cijevi.

Izrada PEHD I PE cijevi

Cijevi se proizvode od polietilena , u skladu sa zahtjevima standarda MEST EN12201-1/2012 , MEST EN12201-2/2012 i MEST EN ISO 9080/2014.

Cijevi se proizvode za radne pritiske od 6 bara klasa S8 i 10 bara klasa S5, spoljnih prečnika od 20, 25, 32, 40, 63, 75, 90, 110, 125, 140, 160, 180, 200, 225 i 250 mm. Sve dimenzije cijevi do prečnika DN110 mm isporučuju se u koturovima dužine po želji kupca. Cijevi prečnika od 50 do 250 mm sijeku se na dužine 6 odnosno 12 m.

Transport

Polietilen je žilav elastičan materijal. I pored toga, cijevima .treba pažljivo rukovati, budući da su mekše od metala, te su moguća oštećenja. Kod transporta cijevi treba odabrati odgovarajuće prevozno sredstvo bez oštih ivica, eksera, nečistoća i slično. Cijevi se pri istovaru ne smeju vući po podu prevoznog sredstva.

Skladištenje

Cijevi se skladište na otvorenom prostoru. Za skladištenje duže od jedne godine moraju se zaštititi od štetnog dejstva sunčevih zraka.

Ravne cijevi se skladište horizontalno, na ravnoj podlozi bez kamenja i oštih predmeta, do visine od jednog metra. Cijevi u koturu se skladište vertikalno ili slaganjem jednog kotura na drugi, vodeći računa da pri tome ne dođe do deformacije cevi. Cijevi moraju na krajevima biti zatvorene da se spreči ulaz nečistoća.

Cijevi se ne smeju skladištiti u blizini zagrejanih površina niti doći u kontakt sa gorivima, rastvaračima, bojama i sl.

Polaganje cevi

Polietilenske cijevi se mogu polagati u zemlju, iznad zemlje i pod vodom. Za polaganje cijevi u zemlju u potpunosti se moraju poštovati uslovi propisani standardom DIN EN1610. Kod ukrštanja sa saobraćajnicama ili vodotocima, prilagođava se i dubina polaganja uz primjenu zaštitne cevi.

Prije polaganja u kanal, kotur treba odvititi najmanje 24 h ranije. Polaganje cjevovoda ne treba vršiti pri temperaturama oko 0°C. Kod spoljnih temperatura bliskih 0°C cijevi se odmotavaju sa kotura uz zagrevanje toplim vazduhom do 100°C.

Preporučuje se da se, pre polaganja, cijevi provjere da nisu oštećene, zatim spojene tj. zavarene pored rova i posle hlađenja položene. Rov za cev treba da je širi 30-40 cm od prečnika cevi. Na podlozi od kamena cijevi se mogu polagati neposredno na dno rova ali je bolje u svim slučajevima polagati cev na posteljicu od peska debljine 10-15 cm.

Treba voditi računa o linearnom toplotnom koeficijentom širenja polietilena (2 x10-4/K). Iz tog razloga se cijevi polažu u rov vijugasto.

Kod promene pravca trase treba uzeti u obzir najmanje dozvoljene prečnike savijanja za različite temperature:

Rmin=50 d na 0°C.

Rmin=35 d na 10°C

Rmin=20 d na 20°C

Cijev položena u rov se zatrpa peskom ili finim materijalom bez kamenja do visine 30-40 cm iznad temena cevi. Nasuti materijal treba dobro nabiti da ispuni sve praznine oko cevi.

Mesta spajanja na cevovodu se zatrpavaju tek posle obavljenog ispitivanja na probni pritisak.

Način spajanja polietilenskih cijevi

Polietilenske cijevi se mogu spajati na više načina (MEST EN 12201-3/2012)

- rastavljivom vezom (metalne spojnice, spojnice i fazonski komadi od PE i PP, prirubnice)
- nerastavljivom vezom (zavarivanje suočeono, polifuzijsko i elektrofuzionim spojnim elementima)

U prvu grupu spadaju:

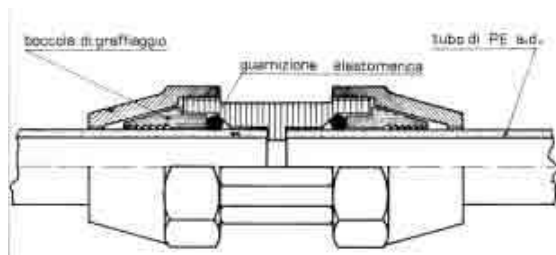
1. mehaničke spojnice
2. spojnice spajane kompresijom cijevi
3. spojnice sa gumenim dihtungom
4. spojevi sa slobodnom prirubnicom
5. dilatacijski spojevi

U drugu grupu spadaju:

6. spajanje estruzijom
7. električne spojnice
8. ručno (džepno) spajanje
9. suočeono spajanje

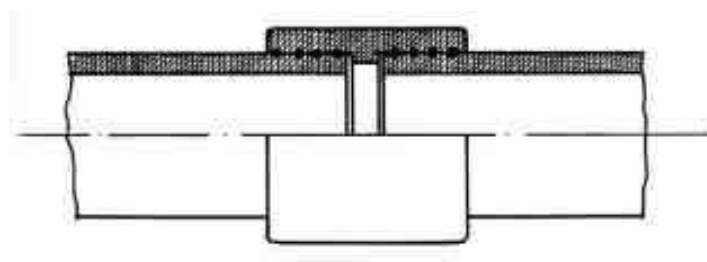
PLASTIČNA MEHANIČKA SPOJNICA

Ovaj tip spoja se jako koristi za polietilen visoke gustoće i niske gustoće u kolutima, sa radnim pritiskom do PN 16. Montaža je jako jednostavna.



SPAJANJE ELEKTROSPOJNICAMA

Polietilenske spojnice, korištene za ovaj tip spajanja cijevi, imaju u unutrašnjosti promjera, elektrodu koja aparatom sa transformatorom i satom kojim se regulira vrijeme zagrijavanja, topi materijal koji postaje jedno tijelo između spojnice i cijevi koja je već prije uvučena u spojnicu.



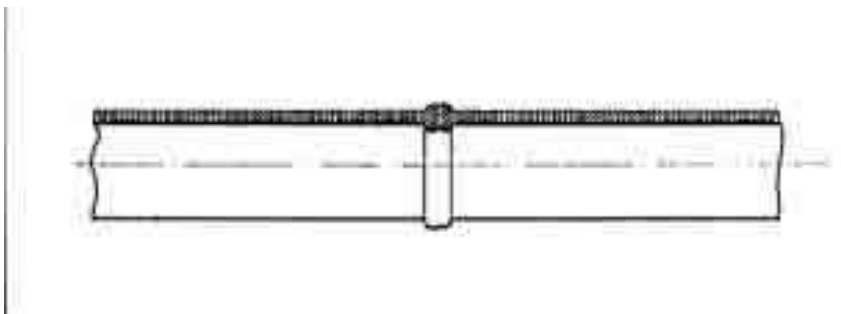
PEHD električna spojnica

SUČEONO SPAJANJE

Najčešći i najefikasniji način spajanja PE cijevi je sučeono spajanje, koje se koristi i kod izrade fazonskih komada.

Sučeonno spajanje PEHD cijevi visoke gustoće

Za izvođenje sučeonog spajanja sa termoelementom, potrebno je imati aparat sa sledećim karakteristikama:



- mora imati napravu (nosač cijevi ili dva specijalna dijela) koja mora garantovati stabilnost, izbjegavajući eventualna zakrivljenja;
- brusilicu za brušenje i čišćenje dva kraja cijevi koje se spajaju a kojagarantira savršeno prijanjanje istih;
- hidrauličnu centralu pod pritiskom za pomicanje cijevi postavljene na aparat;
- termoploču za ugrijavanje spojnih površina.

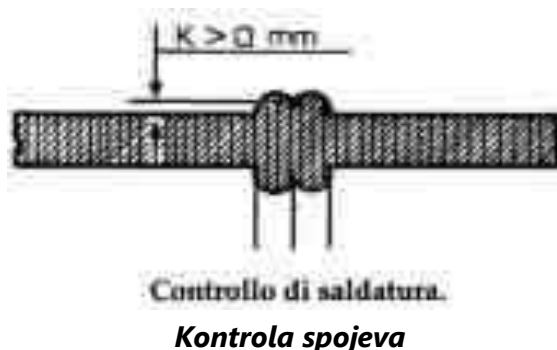
Spajanje se vrši u tri faze:

- 1) Zagrijavanje krajeva preko ugrijanog termoelementa do 210 -220 'C.
- 2) Samo sjedinjavanje (spajanje) može se podijeliti u slijedeće faze:
 - a) približavanje dvaju krajeva;
 - b) spajanje cijelom površinom;
 - c) pritisak do kompletnog spajanja dvaju krajeva ovisno o vrijednostima iz tablice.

Važno je da se ova operacija izvrši u roku od 10 sek.

- 3) Hlađenje.

Hlađenje se mora vršiti prirodnim putem i to na mašini, sa pritiskom do temperature od 50 do 60 'C (ovisno o vrijednostima u tabeli), važno je izbjegavati neke vanjske rashlađivače. Za neposredno utvrđivanje kakvoće spoja dvaju krajeva, treba biti vidljiv prsten po cijeloj kružnici gdje K (vidi sliku) treba biti uvijek veći od 0 (vanjski promjer cijevi). Prije kontrole koja se izvodi pod pritiskom spojene cijevi, uobičajeno je da se pričeka jedan sat nakon zadnjeg varenja.



Spojevi i fazonski komadi za stalnu upotrebu

Sistem stalnih spojeva za cijevi zahtijeva fazonske komade koji se lako pronalaze na tržištu. Oni su napravljeni od polietilena visoke gustoće (PE v.g.). Tipovi spojeva proizvedenih po gorenavedenoj normi su:

- koljeno od 90°
- koljeno od 45°
- T komad od 90°
- redukcije

11. UČVRŠĆIVANJE I ISPITIVANJE POTISNIH CJEVOVODA

Posle izvedene montaže cjevovoda, a pre ispitivanja na probni pritisak, mora se izvršiti osiguranje cjevovoda. Kada je izvršeno ispitivanje na probni pritisak i dat nalog, od strane nadzornog organa za izvođenje sledeće faze radova na cjevovodu, neophodno je sve privremene potpore oko učvršćivanja cevovoda za fazu ispitivanja zamijeniti stalnim objektima. Cjevovod se mora učvrstiti od pomjeranja zbog nastupajućih unutrašnjih sila i spoljnih uticaja. Učvršćivanje cjevovoda posebnim betonskim blokovima predviđeno je u sledećim slučajevima:

- a) kad cjevovod mijenja pravac po horizontali ili vertikalni
- b) na strmim terenima

Veličina, oblik i položaj zaštitnog bloka zavise od nastupajućih sila, prečnika cijevi dozvoljenog opterećenja zemljišta i vrste fazonskog komada ili armature.

Na osnovu toga, daju su dimenzije i oblik te je obaveza izvođača da se pridržava projektovanih dimenzija i oblika. Za anker blokove je predviđena MB-20. Na dionicama gdje se cjevovod postavlja po strmoj ravni predviđa se usidrenje, da ne bi došlo do toga da cjevovod zajedno na nasutim materijalom počne da klizi. Na takvim strminama predviđaju se poprečni zidovi koji će zadržati cijevi odnosno nasuti materijal.

Kod ugrađivanja cjevovoda na strminama treba vršiti zatrpavanje cijevi i nabijanje materijala u slojevima od po 10 cm debljine sve do nivelete terena. Nabijanje mora biti izvedeno tako da ne dozvoli prodiranje atmosferskih padavina u rov, jer bi mogle izazvati ispiranje pijeska a time i havariju cjevovoda.

Ispitivanje cjevovoda vrši se u svemu prema zahtjevima standarda MEST EN 805/2010, čiji se isječak daje u nastavku teksta. Takođe, u nastavku je dat i predlog formulara za ispitivanje potisnih cjevovoda.

12. ISPITIVANJE CJEVOVODA NA PROBNI PRITISAK

Isječak iz propisa EN 805 : 2010

11 Ispitivanje cjevovoda

11.1 Uopšteno

U svakom cjevovodu nakon postavljanja treba ispitati pritisak vode, kako bi osigurali zaptivenost odnosno pravilno postavljanje cijevi, cijevne spojke, spojnice i dalje djelove cjevovoda kao i podupirače/oslonce.

11.2 Sigurnosne mjere opreza

11.2.1. Oprema i odjeća

Prije početka treba ispitati da li je na raspolaganju odgovarajuća sigurnosna oprema i da li personal raspolaže prikladnom sigurnosnom odjećom.

11.2.2 Rovovi za cijevi

Nakon polaganja cijevi rove treba ostaviti dobro osigurane do završetka uspostavljanja u prvobitno stanje. Radovi u kanalima, koji nisu u vezi sa ispitivanjem pritiska, nisu dozvoljeni za vrijeme hidrauličnog ispitivanja .

11.2.3. Punjenje i ispitivanje

Cjevovode treba polako puniti vodom sa otvorenim vazдушnim ventilima i dovoljnim obezvazdušenjem.

Prije sprovođenja ispitivanja pritiska treba osigurati, da je oprema za ispitivanje kalibrirana, da bude spremna za rad i pravilno povezana sa cjevovodom.

Hidraulično ispitivanje treba sprovoditi sa zatvorenim uređajima za provjetravanje i sa otvorenim armaturama.

Za vrijeme cjelokupnog ispitivanja treba nadgledati planirani tok i svaku promjenu toka ispitivanja, kako bi se izbjeglo ugrožavanje personala. Personal mora da bude upoznat sa djelovanjem nastupajućeg pritiska na ugrađene cijevne spojke i podupirače i poslasticama u slučaju otkazivanja.

Cjevovod treba lagano popustiti i isprazniti pri otvorenim uređajima za ispuštanje vazduha.

11.3. Hidraulično ispitivanje

11.3.1 Pripreme

11.3.1.1. Zatrpavanje i ankerisanje

U slučaju da je neophodno, prije hidrauličkog ispitivanja cijevi moraju biti zatrpane da bi se izbjegla promjena položaja, koja može dovesti do nezaptivenosti. Zatrpavanje u dijelu spojeva je prema slobodnom izboru. Potpore/oslonce i ankere treba tako izvesti, da oni izdrže i opterećenja od probnog pritiska. Potpore/oslonci od betona moraju prije početka ispitivanja da posjeduju dovoljnu čvrstinu. Treba obratiti pažnju na to, da su završni djelovi cijevi i druge privremeno

ugrađene, završni fazonski djelovi dovoljno pričvršćeni i da je opterećenje podjednako raspoređeno shodno dozvoljenom zemljišnom pritisku. Privremeno ugrađene potpore ili ankeri na krajevima djelova koji se testiraju ne smiju da budu uklonjene prije oslobađanja pritiska cjevovoda.

11.3.1.2. Utvrđivanje i punjenje djelova koji se ispituju

Cjevovod može u cjelini, ili ukoliko je to neophodno, da se ispita u segmentima. Djelove koji se ispituju treba tako odrediti, da se:

- dostigne kontrolni pritisak na najnižem mjestu svakog ispitnanog segmenta;
- na najvišoj tački svakog segmenta može dostignuti najmanji MDP (radni pritisak sistema), osim prema drugim uputstvima projektanta;
- obezbijedi neophodna količina vode za hidraulično ispitivanje koja može da se ispusti bez poteškoća.

Svaka vrsta šteta i stranih tijela prije početka testiranja mora da bude uklonjena iz cjevovoda. Dio koji se ispituje se puni vodom. Ukoliko projektant drugačije ne propisuje, kod cjevovoda za pijaću vodu za hidraulično ispitivanje treba koristiti pijaću vodu.

Cjevovod treba što je moguće bolje obezvazdušiti. Cjevovod treba puniti, po mogućstvu od najniže tačke, da bi se sprečilo povratno usisavanje i da vazduh može da se ispušta na odgovarajuće dimenzionirane uređaje za obezvazdušenje.

11.3.2. Kontrolni pritisak

Za sve cjevovode treba, polazeći od najvišeg radnog pritiska sistema (MPD), izračunati kontrolni pritisak sistema (STP) kako sledi:

- prilikom izračunavanja tlačnog udara: $STP = MDP_c + 100 \text{ kPa}$
- ako se tlačni udar ne izračunava: $STP = MDP_a \cdot 1,5$
ili: $STP = MDP_a + 500 \text{ kPa}$. U svakom slučaju važi niža vrijednost.

Vrijednost tlačnog udara koja je sadržana u MDP_a ne smije da bude manja od 200 kPa.

Izračunavanje tlačnog udara mora da se sprovede pogodnim postupkom primjenom odgovarajuće jednačine i odgovarajuće pretpostavke projektanta. Uz to treba uzeti u obzir najnepovoljnije uslove radnih uslova. Uobičajeno je, da su mjerni uređaji priključeni na najnižoj tački dionice koja se ispituje.

Ukoliko mjerni uređaji ne mogu da se priključe na najnižoj tački testiranog djela, kao rezultat se dobija pritisak za hidraulično ispitivanje iz kontrolnog pritiska sistema, izračunava se za najnižu tačku kontrolne deonice minus visinska razlika.

U specijalnim slučajevima, naročito pri kraćim dužinama cjevovoda i priključcima $\leq DN 80$ i kraće od 100 m, radni pritisak može da se predvidi kao kontrolni pritisak sistema, ukoliko projektant nije predvideo drugačije.

11.3.3 Postupak ispitivanja na pritisak

11.3.3.1. Uopšteno

Za sve vrste cijevi i materijala smiju da se primjene različiti potvrđeni procesi ispitivanja na pritisak. Postupak ispitivanja određuje projektant i smije da se sprovede u tri faze:

- *predispitavanje*
- *ispitivanje opadanja pritiska*
- *glavno hidrauličko ispitivanje*

Pojedinačne faze određuje projektant.

11.3.3.2. Predispitivanje

Predispitivanje služi za:

- *Stabilizovanje dijela cjevovoda koji će da se ispituje od daljih mogućih odstupanja od početnih slijeganja;*
- *Dovoljno zasićenje vodom kod primjene hidroskopijskih materijala cijevi i oplastenja;*
- *Da se predvidi porast volumena zbog pritiska kod fleksibilnih cijevi prije glavnog ispitivanja.*

Cjevovod treba podijeliti na odgovarajuće segmente, potpuno napuniti vodom, odzračiti i pritisak dovesti najmanje na radni pritisak, a da se pri tome ne prekorači kontrolni pritisak sistema.

Ukoliko nastupe neprihvatljive promjene dužine djela cjevovoda ili da se pojave propuštanja, treba rasteretiti cjevovod i otkloniti uzroke.

Trajanje predispitivanja zavisi od materijala od kojeg su cijevi i oplastenja cijevi a propisuje ga projektant uzimajući u obzir odgovarajuće norme proizvoda.

11.3.3.3 Kontrola opadanja pritiska

Kontrola opadanja pritiska omogućava određivanje preostalog vazduha u cjevovodu.

Vazduh u kontrolnom dijelu cjevovoda vodi do pogrešnih rezultata, koji pokazuju prividnu nezaptivenost ili u pojedinim slučajevima mogu da prikriju malu nezaptivenost. Prisutan vazduh smanjuje tačnost rezultata postupka gubitka pritiska i rezultata gubitka vode.

Projektant propisuje da li treba preduzeti kontrolu opadanja pritiska. Postupak za sprovođenje kontrole kao i neophodno obračunavanje su opisani u dodatku A.26 – (važi samo za postupak ispitivanja opadanja pritiska i računanja dopuštenog gubitka vode).

11.3.3.4 Glavno tlačno hidrauličko ispitivanje

11.3.3.4.1 Uopšteno

Glavnim hidrauličnim ispitivanjem ne smije se početi, prije nego se uspješno završi predispitivanje i kontrola opadanja pritiska, ukoliko projektant nije drugačije propisao.

Treba uzeti u obzir uticaje većih promjena temperature.

Postoje dva osnovna postupka ispitivanja.

- *postupak gubitka vode;*

- postupak gubitka pritiska.

Projektant propisuje koji postupak će se primjeniti. Za cijevi sa viskoelastičnim svojstvima planer može da utvrdi alternativni postupak kontrole, kao što je opisano u dodatku A.27.

11.3.3.4.2 Postupak gubitka vode

Mogu da se primjene dva mjerna postupka jednake vrijednosti za utvrđivanje gubitka vode. To su, kao što je dalje opisano, mjerenje ispuštene količine vode ili mjerenje naknadno upumpane količine vode.

a) Mjerenje ispuštene količine vode

Pritisak je ravnomjeran do kontrolnog pritiska sistema (STP). Kontrolni pritisak sistema treba držati naknadnim upumpavanjem, ukoliko je neophodno, najmanje jedan sat.

Povezivanje pumpe treba osloboditi i treba spriječiti dalji dotok vode u kontrolni dio za vrijeme kontrole od jednog sata ili duže, ukoliko projektant to propisuje.

Treba izmjeriti opadanje pritiska na kraju kontrolnog ispitivanja i uspostaviti STP naknadnim upumpavanjem. Gubitak treba mjeriti ispuštanjem vode, dok se ponovo ne dostigne vrijednost opalog pritiska na kraju kontrole.

b) Mjerenje naknadno upumpane količine vode

Pritisak treba ravnomjerno povećavati do kontrolnog pritiska sistema (STP).

Kontrolni pritisak sistema treba održati najmanje jedan sat ili duže, ukoliko projektant to propisuje.

Za vrijeme trajanja ispitivanja pogodnim uređajem treba mjeriti kontrolu količinu vode koja se upumpava za održavanje kontrolnog pritiska sistema i istu bilježiti.

Postupak propisuje projektant.

Izmerena količina gubitka vode na kraju prvog sata trajanja kontrole ne smije da prekorači proračunate vrijednosti prema sledećoj jednačini:

$$\Delta V_{\max} = 1.2 \cdot V \cdot \Delta p \cdot \left(\frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \cdot E_r} \right)$$

Pritom je:

$\Delta V_{\max}$ dozvoljen gubitak vode u litrima;

V volumen kontrolnog dijela u litrima

Δp u odjeljku 11.3.3.4.3 utvrđen dozvoljen gubitak pritiska u kilopaskalima

E_w modul kompresije vode u kilopaskalima

D unutrašnji prečnik cijevi u metrima

e debljina zida cijevi u metrima

E_r modul elastičnosti zida cijevi u pravcu obima u kilopaskalima

1,2 dozvoljeni faktor (npr. udio vazduha) za glavno ispitivanje pritiska.

11.3.3.4.3 Postupak gubitka pritiska

Pritisak mora ravnomjerno da bude povećan na kontrolni pritisak sistema (STP).

Trajanje ispitivanja gubitka pritiska iznosi 1 sat ili duže, na osnovu odgovarajuće odluke projektanta. Kod glavne kontrole pritiska gubitak pritiska Δp mora da pokazuje opadajuću tendenciju i na kraju prvog sata ne smije da prekorači sledeće vrijednosti:

- 20 kPa za cijevi kao što su duktilne livene cijevi sa ili bez obloge od cementnog maltera, čelične cijevi sa ili bez obloge od cementnog maltera, cijevi od lima, plastične cijevi;
- 40 kPa za cijevi kao što su cijevi od cementnih vlakana i ne okrugle betonske cijevi. Za cijevi od cementnih vlakana može dozvoljeni gubitak pritiska od 40 kPa da se poveća na 60 kPa, ako je projektant ubjeđen da predstoje prekomjerni uslovi apsorpcije.

Za cijevi sa viskoelastičnim svojstvima (npr. PE-cijevi), za koje ne može da se dokaže vodootpornost, u vremenu prikladnom za ovaj postupak, treba alternativno preduzeti odvojena ispitivanja (vidi dodatak A.27). Za kontrolu osiguranog položaja treba u ovom slučaju u jednakim intervalima ponovo uspostavljati kontrolni pritisak sistema STP u toku propisanog vremena, pri čemu gubitak pritiska mora da pokaže opadajuću tendenciju.

11.3.3.4.4 Vrednovanje rezultata ispitivanja

Ukoliko gubitak prelazi propisane vrijednosti ili se utvrdi greška, mora da se kontroliše dionica ispitivanja i prema potrebi popravi. Ispitivanje treba ponoviti, dok gubitak ne odgovara propisanim vrijednostima.

11.3.3.5 Zaključno ispitivanje sistema cjevovoda

Ukoliko je trasa cjevovoda za hidraulično ispitivanje podjeljena na više dionica i da su pri tome sve dionice pokazale pozitivne rezultate, ukupna trasa mora najmanje 2 h da se napuni radnim pritiskom, ukoliko je projektant to propisao. Svaki dodatni dio cjevovoda, koji se ugradi nakon hidrauličkog ispitivanja ukupne trase, mora da se vizuelno ispita na nezaptivenost i promjenu dužine.

11.3.4 Bilježenje rezultata ispitivanja

Treba sastaviti potpunu dokumentaciju rezultata ispitivanja i čuvati je.

A.27 dodatak uz 11.3.3.4 - Glavno tlačno hidrauličko ispitivanje

A.27.1 Uopšteno

Ovo alternativno tlačno hidrauličko ispitivanje za cjevovode sa viskoelastičnim svojstvima (kao na primjer cjevovodi iz polietilena (PE) i polipropilena (PP) bazira na temelju činjenice da se za ove materijale sa karakterističnom ekspanzijom glavno tlačno hidrauličko ispitivanje prema 11.3.3.4 ne može smatrati dovoljnim.

Ovo alternativno tlačno hidrauličko ispitivanje je u nastavku opisano.

A.27.2 Postupak ispitivanja

Cjelokupan postupak ispitivanja sastoji se od neophodnih predispitivanja uključujući fazu popuštanja, od integrisanog ispitivanja opadanja pritiska i glavnog ispitivanja.

A.27.3 Predispitivanje

Sprovođenje predispitivanja je preduslov za glavno ispitivanje.

Predispitivanje ima za cilj da stvori preduslove za promjene unutrašnjeg pritiska i promjene obima zavisnih od vremena i temperature.

Predispitivanje treba izvesti prema sledećim koracima da bi se izbegli pogrešni rezultati prilikom glavnog ispitivanja.

- Nakon ispiranja i obezvušavanja napraviti najmanje jednočasovnu fazu popuštanja da bi se smanjili naponi koji su zavisni od pritiska. Pri tome ne smije da ulazi vazduh u dio koji se ispituje;
- Nakon ove faze popuštanja pritisak treba podizati kontinuirano i brzo (tokom 10 minuta) na kontrolni pritisak sistema (STP). Kontrolni pritisak sistema treba održati putem stalnog i kratkotrajnog naknadnog upumpavanja u vremenskom periodu od 30 minuta. Za to vrijeme treba pregledati cjevovod na vidljive nezaptivenosti;
- Nakon toga slijedi jednočasovna faza mirovanja bez naknadnog upumpavanja tokom koje se cjevovod može viskoelastično preoblikovati;
- Pritisak koji preostane na kraju faze mirovanja treba izmjeriti.

Usled uspešnog predispitivanja nastavlja se sa postupkom ispitivanja. Ukoliko opadanje pritiska prekorači 30% od kontrolnog pritiska sistema (STP), treba prekinuti sa predispitivanjem a dio koji se ispituje treba rasteretiti. Okvirne uslove ispitivanja (npr. uticaj temperature, znaci koji upućuju na mjesta curenja) treba proveriti i ponovo uspostaviti. Predispitivanje treba ponoviti tek nakon jednočasovne faze mirovanja.

A.27.4 Integrisana kontrola opadanja pritiska

Rezultat glavnog ispitivanja se može prosuditi samo kada je volumen vazduha koji je preostao u dijelu koji se ispituje prilično neznan. Treba se pridržavati sledećih koraka.

- Brzo snižavanja pritiska postojećeg pritiska od Δp (10% bis 15% von STP) na kraju predispitivanja putem ispuštanja vode iz dijela koji se ispituje.
- Precizno mjerenje ispuštenog volumena vode ΔV .
- Račun dozvoljenog gubitka vode ΔV_{max} je prema sledećoj jednačini i kontroli, da li je volumen ispuštene vode ΔV prekoračio vrijednost ΔV_{max} .

$$\Delta V_{max} = 1.2 \cdot V \cdot \Delta p \cdot \left(\frac{1}{E_w} + \frac{ID}{e \cdot E_r} \right)$$

Pri tome je:

ΔV_{max} dozvoljeni gubitak vode u litrima;

- V* volumen kontrolnog dijela u litrima;
 Δp izmjereni gubitak pritiska u kilopaskalima;
EW modul kompresije vode u kilopaskalima;
D unutrašnji presjek cijevi u metrima;
e debljina zida cijevi u metrima;
ER modul elastičnosti zida cijevi u pravcu obima u kilopaskalima;
1,2 dozvoljeni faktor za dozvoljeni udio vazduha za glavno ispitivanje pritiska.

Za procjenjivanje rezultata ispitivanja važan je precizan podatak o ER kao i da se uzme u obzir temperatura i trajanje ispitivanja. Posebno kod manjih prečnika i kratkih kontrolnih djelova na isti način je moguće mjeriti Δp i ΔV . Ukoliko je vrijednost ΔV veća od ΔV_{max} mora se prekinuti kontrola pritiska i cjevovod nakon rasterećenja obezvazdušiti.

A.27.5 Glavno ispitivanje

Viskoelastično istezanje koje je prouzrokovano usled napona prilikom kontrolnog pritiska sistema STP, prekida se putem integrisanog ispitivanja pada pritiska. Brzo smanjenje pritiska dovodi do stezanja/kontrakcije cjevovoda. Porast pritiska koji prouzrokuje kontrakcija treba posmatrati i zabilježiti u vremenskom periodu od 30 minuta (glavno ispitivanje). Glavno ispitivanje se prihvata kao uspješno, ako linija pritiska ne pokaže tendenciju opadanja u periodu kontrakcije od 30 minuta. 30-minutno vrijeme kontrakcije je normalno dovoljno za prosuđivanje (pogledati sliku A6). Ukoliko za ovaj period linija pritiska pokaže opadajuću tendenciju to ukazuje na nezaptivenost u dijelu koji se ispituje.

U slučaju sumnje treba produžiti trajanje ispitivanja na 90 min.. Pri tome pad pritiska ne smije da bude veći od 25 kPa, ako se mjeri počevši od najviše vrijednosti u toku faze kontrakcije.

Ukoliko pritisak padne ispod 25 kPa, smatra se da kontrola pritiska nije bila uspješna.

Preporučuje se da se sve mehaničke spojnice cijevi vizuelno kontrolišu prije kontrole zavarenih spojnica.

Greške i nedostatke u cjevovodu treba popraviti prije ponavljanja kontrole pritiska.

Ponavljanje glavnog ispitivanja mora da slijedi samo pod pridržavanjem ukupnog redosleda ispitivanja uključujući 60-minutnu fazu mirovanja tokom procesa predispitivanja.

Predlog formulara za ispitivanje potisnih cjevovoda dat je u nastavku, a formiran je prema zahtjevima iz standarda MEST EN 805.

ZAPISNIK O ISPITIVANJU CJEVOVODA NA PRITISAK

br. _____

1. Opšti podaci

1.1. Ovlašćeni predstavnici:

Naručilac:

Izvođač:

Podizvođač:

Investitor (nadzor):

1.2. Mjesto i datum ispitivanja:

1.3. Naziv cjevovoda (objekat):

1.4. Dionica se ispituje : od _____ do _____ ukupno _____ m

1.5. Isporučilac cijevi:

1.6. Materijal i dimenzije cijevi: Ø/d, SDR, debljina zida cijevi:

1.7. Vrsta spojeva i broj spojeva:

1.8. Tip manometra:

2. ISPITIVANJE NA PRITISAK prema EN 805:2000 – A.27.4.

2.1. Maksimalni ispitni pritisak (STP): _____ bara

2.2. PETHODNO ISPITIVANJE

2.2.1 Vrijeme stavljanja cjevovoda pod ispitni pritisak (STP) od: _____ do _____ ukupno _____ min
(maksimalno 10 minuta)

2.2.2. Postignuti ispitni pritisak (STP) nakon 30 minuta održavanja pritiska: _____ bar

2.2.3. Protisak u cjevovodu nakon perioda od 60 minuta (P_{90}): _____ bar

2.2.4. Pretkodno ispitivanje je izvedeno _____ uspješno _____ neuspješno

2.3. INTEGRISANO ISPITIVANJE OPADANJA PRITISKA

2.3.1 Pritisak na manometru nakon brzog sniženja pritiska ispuštanjem vode iz cjevovoda u najkraćem vremenu (sniženje pritiska za $\Delta p = 10-15\%$)

2.3.1. Zapremina ispuštene vode $\Delta V =$ _____ lit. ($\Delta V_{max} =$ _____ lit)

2.3.3 Integrirano ispitivanje opadanja pritiska je (uslov $\Delta V < \Delta V_{max}$) izvedeno: _____ uspješno/ _____ neuspješno

2.4. GLAVNO ISPITIVANJE

2.4.1 Izmjereni pritisak nakon 30 minuta: _____ bara

2.4.2.1. Pritisak nema opadajuću tendenciju: DA: (Glavno ispitivanje je uspješno)

2.4.2.2. Pritisak ima opadajuću tendenciju:

2.4.2.2.1. Pritisak u cjevovodu na kraju dodatnog perioda od 90 minuta je: _____ bara

2.4.2.2.2. Pad pritiska na kraju dodatnog vremena u trajanju od 90 minuta je:

(manji od 25kPa) : DA : (Glavno ispitivanje je uspješno)

ZAKLJUČAK: Ispitivanje cjevovoda na pritisak je uspješno sprovedeno

Za Naručioca:

Za Izvođača:

Za Podizvođača:

Za Nadzornog organa:

13. ZATRPAVANJE ROVA

Položene i montirane cijevi treba zatrpiti pjeskovito-šljunkovitim materijalom u visini od najmanje 30 cm iznad cijevi, ali tako da spojnice ostanu vidljive. Cijevi po svojoj cijeloj dužini moraju biti dobro podbijene. Najčešće greške su šupljine, "kaverne" ispod i oko cijevi koje mogu prouzrokovati promjenu geometrije cjevovoda i probleme u njegovom funkcionisanju. Do mehaničkog oštećenja dolazi najčešće usled obrušavanja bokova iskopanog rova, pada teških predmeta na cijev i sl.

Ne smije se dozvoliti punjenje rova vodom prilikom jakih pljuskova, tada može doći do plivanja cjevovoda ukoliko nije zaštićen.

Zatrpavanjem rova ne postiže se samo zaštita položenog cjevovoda od mehaničkih udara, nego i prilagođavanja cevi uz "jastuk".

Iz prednjeg proizilazi da se na ovaku cijev pažljivo postavlja opterećenje, ali tako da spojevi budu vidljivi, te da se može intervenirati ako se ukaže potreba, odnosno ako spoj curi.

Preostali dio rova, treba nasipati materijalom iz iskopa uz odbacivanje kamenih samaca u slojevima od po 30 cm. Zbijanje materijala u rovu nakon dostignute debljine nadsloja iznad cijevi $d=10\text{cm}$, vršiti u svemu prema zahtjevima DIN EN1610. Prvi nadsloj u debljini iznad cijevi prema DIN EN 1610 obavezno izvesti od pijeska frakcije 0-4mm, dok se sledećih 30cm izvodi od anorganskog šljunkovitog materijala iz iskopa. S obzirom da nijesu vršena prethodna geomehanička ispitivanja za potrebe ovog Projekta, za nasipanje preostalog dijela rovova do kote posteljice kolovozne konstrukcije predviđa se upotreba materijala iz iskopa, ukoliko je za njih moguće dokazati stabilnost u trupu puta. Takvi materijali imaju koeficijent uniformnosti granulometrijskog sastava $U \geq 9$. Ukoliko se nasipanje vrši nekoherentnim materijalima, krupnoća zrna ne smije biti veća od 30mm, sa maksimalno 10% zrna veličine do 40mm.

Naručilac i nadzorni organ mogu da zahtijevaju izmjenu materijala iz iskopa ukoliko se pokaže da se sa tim materijalom ne može postići odgovarajući stepen zbijenosti rova. Kontrola zbijenosti vrši se pomoću ploče sa padajućim tegom. Za obezbjeđivanje potrebnog stepena zbijenosti predviđa se izvođenje 2 do 5 opita između šahtova na svakom sloju debljine 30cm, pri čemu je obavezno izvođenje najmanje po jednog opita na pozicijama gdje je planirana ugradnja šahtova. Slojeve je potrebno zbijati do postizanja modula stišljivosti tla od 40MPa na svakom pojedinačnom sloju nasipa i na sloju tampona ispod šahtova, a na koti posteljice kolovozne konstrukcije neophodno je postići modul stišljivosti od 50MPa.

Ako se desi da je rov prekopan na dubini većoj od projektovane, dodavanje materijala mora se izvesti u slojevima sa nabijanjem mehaničkim sredstvima do prirodne zbijenosti.

Za cjevovod koji se polaže u trotoaru - bankini, mora se postići zbijenost koja važi na putevima. Prijem svakog sloja nasipa izvršiće Nadzorni organ, prema propisanim kriterijumima. Sve utvrđene nedostatke u odnosu na navedene uslove kvaliteta Izvođač mora da popravi, odnosno da odstrani.

U slučaju da Nadzorni organ pri kontrolnim ispitivanjima utvrdi veća odstupanja rezultata od propisanih, može naknadno da promijeni obim ispitivanja. Sporazumno s Nadzornim organom, može se odrediti kvalitet ugrađenih slojeva i po drugim priznatim metodama. U tom slučaju moraju biti, u saglasnosti sa Nadzornim organom, navedeni i kriterijumi kvaliteta ugrađivanja, kao i način i obim ispitivanja.

13. OSTALI USLOVI IZVODJENJA RADOVA

13.1. Radovi na sanaciji kolovozne konstrukcije

Donji noseći sloj

Izradi donjeg nosećeg sloja kolovozne konstrukcije pristupa se nakon izvršenog zbijanja materijala u rovu do kote posteljice i postizanja modula stišljivosti M_s od 50MPa kao i potvrde o prijemu izvedenih slojeva od strane Nadzornog organa. Posteljicu treba izvesti ravno sa tačnošću kota od $\pm 2\text{cm}$. Posteljicu izvesti sa blagim nagibom u smjeru poprečnog pada kolovoza.

Donji noseći sloj se izrađuje od tamponskog materijala $D_{\text{max}}=31.5\text{mm}$. Debljina donjeg nosećeg sloja na nekategorisanim i putevima niže kategorije treba da iznosi min 15cm, dok je duž dionica koje se vode magistralnim ili regionalnim pravcima potrebno izvesti dva sloja tampona (20+15cm). Ukoliko Nadležna institucija u čijoj je nadležnosti predmetna saobraćajnica izda uslove za sanaciju, Izvođač je dužan da se u potpunosti pridržava tih uslova i obezbijedi potrebne dokaze o kvalitetu ugrađenog materijala i radova. Stepenu zbijenosti tampona kontrolisati pomoću ploče sa padajućim tegom, izvođenjem 2-5 opita između susjednih šahtova, uz obavezno izvođenje opita uz izvedene šahtove koji predstavljaju slaba mjesta u kolovoznoj konstrukciji. Po potrebi Nadzor može zahtijevati i veći broj opita od propisanog u slučaju da postoji sumnja u kvalitet nasipanja i zbijanja materijala. Na gornjoj koti tamponskog sloja kolovozne konstrukcije potrebno je postići modul stišljivosti $M_s=80\text{MPa}$. Sva ispitivanja stepena zbijenosti materijala uračunata su u jediničnu cijenu pozicije iz Predmjera. Svako dodatno ponavljanje opita zbog nezadovoljavajućih rezultata takođe pada na teret izvođača. Jediničnom cijenom obuhvaćena je izrada izvještaja o stepenu zbijenosti materijala od ovlaštene institucije.

Materijal za izvođenje donjeg nosećeg sloja - tampona treba da zadovolji sledeće uslove po pitanju kvaliteta:

- koeficijent uniformnosti $U = d_{60}/d_{10}$: $15 \geq d_{60}/d_{10} \geq 30$
- materijal ne smije sadržati organske materije (određivanje zagađenosti organskim materijama približnom kolorimetrijskom metodom)
- granulometrijski sastav tamponskog materijala treba da zadovoljava sledeće uslove:

Veličina otvora sita (mm)	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	31.5
Min prolazi kroz sito (%)	2	5	8	11	15	25	35	60	100
Max prolazi kroz sito (%)	9	14	20	30	40	55	65	80	100

Materijal za donji noseći sloj ne smije se ugrađivati preko smrznute površine, niti se smije ugrađivati preko sloja snijega i leda.

Gornji noseći sloj BNS 22 i habajući sloj AB11

S obzirom da se trase cjevovoda polažu duž saobraćajnica različitih kategorija, potrebno je napraviti razliku u odnosu na kategorije puteva odnosno njihovo postojeće stanje. Naime, neophodno je, prilikom izvođenja iskopa, da Izvođač evidentira postojeće stanje kolovozne konstrukcije, pismeno putem gradilišne dokumentacije i fotografski.

Kod lokalnih, nekategorisanih puteva, puteva manje važnosti sanaciju kolovozne konstrukcije izvesti izvođenjem jednog sloja BNS22, debljine 6cm. Sloj BNS 22 izvesti na prethodno pripremljenoj podlozi - donjem nosećem sloju debljine min15cm, propisno nivelisanom i zbijenom do $M_s=80\text{MPa}$. Karakteristike ugrađene asfaltne mješavine treba da odgovaraju u svemu zahtjevima iz standarda JUS U.E9.021 ili drugog važećeg standarda po zahtjevu Naručioca, za srednje saobraćajno opterećenje. Umjesto sloja BNS 22, na zahtjev Naručioca kod navedene kategorije puteva može se ugrađivati sloj BNHS16. O kvalitetu izvedenih asfaltnih radova potrebno je pribaviti odgovarajuće ateste izdate od strane ovlaštene institucije. U jediničnu cijenu pozicije vraćanja kolovozne konstrukcije u prvobitno stanje uračunati su svi troškovi ispitivanja kvaliteta izvedenih radova i ugrađenog materijala u kolovoznu konstrukciju. Asfaltni sloj (BNS 22) može se polagati na podlogu koja je suva i nije smrznuta. Prije početka radova na izvođenju sloja asfalt betona podloga mora biti dobro oprana, očišćena čeličnim četkama i izduvana kompresorom. Pošto se završi čišćenje podloge, nadzorni organ snimiće nivoletu i ravnost podloge. Na djelovima gdje površina tamponskog sloja odstupa od propisane visine za više od 20mm (kod izvođenja BNS22) odnosno 15mm (kod izvođenja habajućeg sloja AB11s) neophodno je da izvođač izvrši popravku podloge prema zahtjevima traženim projektnim rješenjem, odnosno:

- na mjestima gdje je površina podloge ispod propisane nivelete, treba popravku izvršiti povećanjem sloja asfaltne mješavine;
- na mjestima gdje je površina podloge iznad propisane nivelete, treba na odgovarajući način skinuti višak u podlozi.

Prije izrade asfaltnog sloja obavezno je nanošenje sloja emulzije u količini od 150 g bitumenskog veziva po m^2 . Vrsta emulzije je u zavisnosti od vrste podloge.

Kod vođenja trase cjevovoda regionalnim i magistralnim putevima potrebno je veoma pažljivo pristupiti sanaciji kolovozne konstrukcije, s obzirom da neadekvatnim izvođenjem ovih radova može biti ugrožena stabilnost trupa puta usled prodiranja vode sa površine kolovoza. Praksa je pokazala da se kod ove kategorije puteva u našoj zemlji kolovozna konstrukcija uglavnom izvodi od dva noseća i jednog habajućeg sloja. S obzirom da je predmjerom i predračunom radova predviđena širina rova od oko 1m ili nešto više na magistralnim putevima, to se nameće pitanje mogućnosti pravilne ugradnje gornjih nosećih slojeva BNS22, s obzirom na otežano kompaktiranje asfaltnih slojeva upotrebom valjaka širine manje od širine rova, (valjcima manje težine ne postižu se adekvatni rezultati zbijenosti slojeva). Stoga se u ovim situacijama, prema uslovima koje izdaje institucija nadležna za upravljanje magistralnim i regionalnim putevima (Direkcija za saobraćaj), prvi sloj BNS22 izvodi u širini rova, dok se ugradnja drugog sloja vrši na širini rova proširenoj za po 20cm sa obje strane. Sloj asfalt betona ugrađuje se na cijeloj širini kolovozne trake.

Materijal za izvođenje sloja od asfalt betona mora ispunjavati zahtjeve iz standarda JUS U.E4.014 ili drugog važećeg standarda po zahtjevu Naručioca. O kvalitetu izvedenih asfaltnih radova potrebno je pribaviti odgovarajuće ateste izdate od strane ovlaštene institucije, čija je cijena obuhvaćena jediničnim cijenama za poziciju „vraćanje u prvobitno stanje terena“ iz Predmjera i predračuna radova.

Asfaltni sloj ugrađuje se jednim finišerom i odgovarajućom garniturom valjaka po tehnologiji usvojenoj na probnoj deonici. Prilikom nastavljanja radova, posle dužih radnih zastoja ili prekida rada, mjesto sastava odsjeći po cijeloj debljini i premazati bitumenskom emulzijom. Asfaltni slojevi sa specifikacijama iz ovih tehničkih uslova mogu se ugrađivati isključivo kada su temperature vazduha veće od 5°C, bez vjetra ili minimum 10°C sa vjetrom. Asfaltna mješavina ne smije se ugrađivati kada je izmaglica ili kiša. Temperatura podloge ne smije da bude niža od +5°C. Asfaltna masa može se transportovati samo u vozilima čiji je tovarni sanduk prethodno očišćen i premazan rastvorom silikonske emulzije. Upotreba nafte i naftnih derivata je zabranjena. U transportu asfaltna masa se mora pokrivati. Temperatura asfaltna mješavine na mjestu ugrađivanja ne smije biti niža od 140°C i viša od 175°C.

13.2. Ostali uslovi

Za sve materijale koji se koriste prilikom izvođenja radova predviđenih Projektom Izvođač je dužan da pribavi odgovarajuću atestnu dokumentaciju/sertifikate izdate od strane proizvođača materijala odnosno ovlaštenih institucija. Navedena atestna dokumentacija/sertifikati obuhvaćena je jediničnim cijenama iz Predmjera.

Dužnost izvođača je da do konačne predaje odnosno dobijanja upotrebne dozvole obezbedi instalacije i objekte od mehaničkog oštećenja, zapušavanja, bespravnog korišćenja i sl. Ispitivanje, cevovoda na probni pritisak/vodonepropusnost mora se izvesti u svemu prema

uslovima preduzeća "Vodovod i kanalizacija", odnosno važećim standardima iz te oblasti. Sve troškove ispitivanja i obezbeđenja snosi izvođač.

Ispitivanje i pražnjenje mreže može se vršiti samo po uputstvu nadzornog organa. Zabranjeno je pražnjenje mreže u iskopani rov ili korišćenje za te izvedene deonice kanalizacije. Sve troškove za preradu spojeva ili popravke nekvalitetno izvedenih radova snosi izvođač.

Izvođač je dužan da uradi i sve radove (sa davanjem potrebnih materijala) koji nisu obuhvaćeni projektom, ako su isti neophodni za normalno funkcionisanje instalacije ili usaglašavanje sa postojećim propisima. Instalaciju mora da preda ispravnu i sposobnu za pravilno funkcionisanje. Na mestima ukrštanja sa drugim instalacijama mora da izvrši obezbeđenje od slijeganja ili kasnije oštećenja u toku eksploatacije.

Izvođač je dužan da obezbedi katastarsko snimanje instalacija i da na vrijeme (prije zatrpavanja) pozove predstavnike katastra da izvrše snimanje.

Sve troškove za to snosi izvođač ukoliko nije drugačije navedeno kroz predmjer radova. Priključke na postojeće kanale i cjevovode mora da izvede kvalitetno i tačno po uslovima preduzeća koje je zaduženo za upravljanje hidrotehničkom infrastrukturom odnosno prema važećim standardima.

Izvođač je dužan da cevovod i kanale sa objektima na njima preda Investitoru na korišćenje i održavanje i dostavi pismeni dokument o tome u vidu Elaborata terenskih podataka izvedenog stanja cjevovoda urađenog od strane licencirane geodetske institucije.

PRILOG O ZAŠTITI NA RADU

1. Opšte obaveze

- Izvođač radova je obavezan da uradi poseban elaborat o uređenju gradilišta i radu na gradilištu.
- Proizvođač oruđa na mehanizovani pogon je obavezan da dostavi uputstvo za bezbjedan rad i da potvrdi na oruđu da su na istom primenjene propisane mjere i normativi zaštite na radu, odnosno dostavi uz oruđe za rad atest o primenjenim propisima zaštite na radu.
- Izvođač radova je obavezan da pre radova na 8 (osam) dana obavijesti nadležni organ inspekcije rada o početku rada.
- Izvođač radova je obavezan da izradi normativna akta iz oblasti zaštite na radu (Pravilnik o zaštiti na radu, Pravilnik o pregledima, ispitivanju i održavanju oruđa, uređaja i alata za rad itd.).
- Izvođač radova je obavezan da izvrši obučavanje radnika iz materije zaštite na radu i da upozna radnike sa uslovima rada, opasnostima i štetnostima u vezi sa radom i da obavi proveru osposobljenosti radnika za samostalan i bezbjedan rad.
- Izvođač radova je obavezan da utvrdi radna mjesta sa posebnim uslovima, ukoliko takva radna mjesta postoje.
- Prilikom nabavke oruđa za rad i uređaja, uz dokumentaciju koja se prilaže uz oruđe za rad i uređaje moraju se pribaviti i podaci o njihovim akustičnim osobinama, iz kojih će se vidjeti da buka na radnim mjestima neće prelaziti dopuštene vrijednosti.

1.1. Posebne mjere zaštite na radu

Bezbednost radnika prilikom kretanja tokom rada i transportovanja postiže se obezbeđenjem rovova razupiranjem i noćnim osvetljenjem gradilišta. U toku radova na cjevovodima ne koriste se materije koji se mogu smatrati štetnim i opasnim.

Iskop zemlje u dubini do 100 cm (za temelje, kanaliz. i sl.) može se vršiti bez razupiranja, ako to čvrstoća zemlje dozvoljava. Iskop zemlje u dubini većoj od 100 cm smije se vršiti samo uz postupno osiguravanje bočnih strana iskopa.

Razupiranje strana iskopa nije potrebno ako su bočne strane urađene pod uglom unutrašnjeg trenja tla (prirodni nagib terena) u kom se iskop vrši, niti pri etažnom kopanju do dubine od 200 cm i sa uglom od 60°.

Rovovi i kanali moraju se izvoditi u tolikoj širini koja omogućuje nesmetan rad na razupiranju bočnih strana, kao i rad radnika u njima.

Najmanja širina rovova odnosno kanala dubine od 100 cm određuje se slobodno. Pri dubini preko 100 cm širina rova odnosno kanala mora biti tolika da čista širina rova odnosno kanala

posle izvršenog razupiranja bude najmanje 60 cm.

Drvo i drugi materijal koji se pri iskopavanju upotrijebljavaju za razupiranje bočnih strana rovova i kanala moraju po svojoj čvrstoći i dimenzijama odgovarati svrsi kojoj su namenjeni shodno važećim tehničkim propisima odnosno jugoslovenskim standardima.

Razupiranje rovova i kanala mora odgovarati geomehaničkim karakteristikama i pritisku tla u kome se vrši iskop kao i odgovarajućem statičkom proračunu.

Iskopani materijal iz rovova i kanala mora se odbacivati na toliko odstojanje od ivice iskopa da ne postoji mogućnost obrušavanja tog materijala u iskop. Razmak između pojedinih elemenata oplata i strane iskopa mora se odrediti tako da spriječi osipanje zemlje, a u skladu sa osobinama tla.

Oplata za podupiranje bočnih strana iskopa (rov, kanal, jama) mora izlaziti najmanje za 20 cm iznad ivice iskopa, da bi se spriječio pad materijala sa terena u iskop.

Pri ručnom izbacivanju zemlje iz iskopa, za dubine preko 100 cm, moraju se upotrijebljavati međupodovi položeni na posebne podupirače. Međupodovi se ne smijeju opterećivati količinom iskopanog materijala većom od određene, sa kojom mora radnik biti upoznat pre početka rada i moraju imati ivičnu zaštitu visoku najmanje 20 cm.

Skidanje oplata i zasipanje iskopa mora se vršiti po uputstvu i pod nadzorom stručnog lica. Ako bi vađenje oplata moglo ugroziti bezbednost radnika, oplata se mora ostaviti u iskopu.

Sredstva za spajanje i učvršćivanje djelova podupirača, kao što su klinovi, okovi, zavrtnji, ekseri, žica i slično, moraju odgovarati važećim domaćim standardima.

Ako se iskop zemlje za nov objekat vrši do dubine veće od dubine temelja neposredno postojećeg objekta, takav rad mora se vršiti po posebnom projektu, uz obezbeđenje mjera zaštite na radu i mjera za obezbeđenje susednog objekta.

Pri mašinskom iskopu mora se voditi računa o stabilnosti mašine. Prilikom kopanja iskopanu zemlju treba odlagati na odstojanje koje ne ugrožava stabilnost strana iskopa. Ivce iskopa smijeju se opterećivati mašinama ili drugim teškim uređajima samo ako su preduzete mjere protiv obrušavanja usled takvih opterećenja.

Ako se u rovove i kanale nerazuprtih strana iskopa polažu cijevi, vodovi i slično, na mjestima na kojima je neophodan pristup radnika na dno iskopa radi vršenja potrebnih radova na tim cijevima, vodovima i sl. bočne strane rova odnosno kanala moraju se na potrebnoj dužini, obezbijediti od obrušavanja razupiranjem.

PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETA

U cilju sprovođenja Programa kontrole i osiguranja kvaliteta materijala i izvođenja radova predviđenih projektom, izvođač mora u potpunosti poštovati:

- Zakon o planiranju prostora i izgradnji objekata (Službeni list Crne Gore, br. 064/17 od 06.10.2017. i 044/18 od 06.07.2018.)

U cilju osiguranja kvaliteta materijala i izvedenih radova, izvođač mora upoznati svoje podizvođače sa svim odredbama ovog Programa, opštim i posebnim uslovima troškova, te svim tehničkim detaljima sadržanim u glavnom projektu.

Osnovni zahtjev, koji se ovim Programom propisuje, je obaveza ugradnje materijala, sklopova i opreme, koja ima tehničko dopuštenje prema Zakonu o planiranju prostora i izgradnji objekata, sertifikat ili izjavu o usaglašenosti, te odgovaraju navedenim tehničkim propisima i normama.

Ispitivanja će se vršiti za elemente objekta, koji su važni za postizanje bitnih karakteristika, kada je to posebnim propisima propisano.

OPŠTI USLOVI

Instalacija se izvodi na osnovu projekta. Sastavni dio projekta su:

- svi priloženi crteži
- tehnički opis
- opšti i i tehnički uslovi

Ovi tehnički uslovi su dopuna i objašnjenja za ovu vrstu instalacija, i kao takvi, sastavni su dio projekta, pa prema tome obvezni za izvođača.

Instalacija se mora izvesti prema grafičkim priložima, tehničkom opisu, te važećim propisima i tehničkim pravilima struke. Pojeekat mora biti ovjeren u skladu sa Zakonom o planiranju prostora i izgradnji objekata.

Ugovor za izvođenje instalacija sklapa se na osnovu ponude. U cijenama ponude izvođač je dužan ponuditi izvođenje kompletne instalacije, a prema opisu predmjera radova, crtežima, tehničkom opisu i ovim uslovima.

U cijene ponude treba uračunati sav rad i materijal za izvođenje instalacija kao i potrebna ispitivanja.

Izvođač je dužan po završetku montaže dostaviti investitoru projekat stvarno izvedene instalacije za potrebe održavanja objekta, ukoliko u toku izvođenja dođe do izmjena u odnosu na projektovano rješenje.

Prije početka radova i nabavke svih materijala, izvođač je dužan izvršiti pregled lokacije i projekta i da za eventualna odstupanja projekta od stvarnog stanja upozori investitora. Ukoliko izvođač kod pregleda projekta ustanovi da dio projekta ne odgovara ili smatra da projekat

funkcionalno neće zadovoljiti, dužan je na to pismeno upozoriti stručni nadzor. Ukoliko stručni nadzor ocijeni da su primjedbe izvođača opravdane, naložiće investitoru da izvrši izmjenu glavnog projekta i njegovu reviziju i obavijesti nadležni inspekcijski organ.

Mijenjanje projekta od strane izvođača bez pismenog odobrenja nadzora i investitora nije dozvoljeno. Preporučuje se investitoru da se za svaku promjenu konsultuje projektanta, jer u slučaju da investitor s izvođačem izvrši izmjenu projekta, projektant se neće smatrati odgovornim za pravilno funkcionisanje izvedene instalacije.

Izvođač je dužan tokom izvođenja radova voditi građevinski dnevnik u koji upisuje početak radova i svakodnevno upisuje posao koji se obavlja. U građevinskom dnevniku upisuje nadzorni inženjer sve primjedbe na izvođenje instalacija, te sve eventualne promjene u projektu.

Po završetku montaže vodovodne instalacije potrebno je izvršiti ispitivanje instalacije pod pritiskom od 12 bara, odvodnu instalaciju ispitati na funkciju i nepropusnost. Probu treba izvršiti uz prisustvo nadzornog inženjera, koji potpisuje zapisnik o ispitivanju. Tek po uspješno završenom ispitivanju može se prići zatvaranju kanala.

Po završetku građevine odnosno odmah kada građevinski uslovi to dozvoljavaju izvršiti ponovno ispitivanje kompletne instalacije, nakon toga izvršiti dezinfekciju instalacije vodovoda. Izvođač za svoje radove daje garantni rok. Garantni rok počinje teći od dana konačnog izvještaja stručnog nadzora za instalacije odnosno od dana predaje instalacije na upotrebu investitoru.

Za vrijeme trajanja garantnog roka izvođač je dužan, po pozivu investitora, u najkraćem vremenu otkloniti svaki kvar na instalaciji koji je nastao uslijed upotrebe nekvalitetnog materijala ili je uzrokovan nesolidnom montažom. Od garancije su isključeni dijelovi podložni normalnom trošenju u pogonu kao brtvila i slično. Ukoliko se izvođač ne odazove pozivu i ne otkloni nedostatke u određenom roku, investitor može dati otkloniti nedostatke na teret izvođača.

Po isteku garantnog roka investitor održava superkolaudaciju te rješava izvođača garancije. Ukoliko investitor ne održi superkolaudaciju u navedenom roku garantni rok se automatski prekida.

Prije narudžbe materijala kod dobavljača, te isporuke materijala na građevinu, izvođač radova je dužan izvršiti kontrolu količina prema specifikaciji u ponudi i prikaza u crtežima te potrebnu kontrolu i mjerenje izvedenog stanja građevine u odnosu na projektovano stanje.

TEHNIČKI USLOVI

Izvođač radova prije izrade ponude treba dobro pregledati tehničku dokumentaciju, upoznati se s postojećim stanjem, te zatražiti sva objašnjenja, ukoliko su potrebna, od projektanta i investitora.

U tom smislu ponudbene stavke opreme, materijala i radova specificirane ovim projektom moraju sadržati sve nabavke materijala s tačno određenim tipovima i vrstom opreme i sl., kao i sve potrebne Transporte, prijenos po gradilištu te ugradnju do finalnog proizvoda i to tako da su od strane ponuđača provjerene sve količine i prema potrebi korigovane.

Izvođač radova dužan je pridržavati se svih uslova iz ovog projekta, važećih propisa i normi za izvođenje instalacije vodovoda i kanalizacije.

Samovoljno mijenjanje projekta, ugovorene opreme i materijala nije dozvoljeno bez odobrenja projektanta i ovlaštenog predstavnika investitora.

Sav materijal koji se upotrebljava kod izvođenja vodovodne instalacije, sanitarnih uređaja i kanalizacije u pogledu kvaliteta i tehničkom rješenju, mora odgovarati tačno postojećim propisima za ovu struku, kao i opisu u predmjeru te uslovima nadležnih komunalnih poduzeća. Materijal i oprema mora posjedovati odgovarajuće ateste prema važećim standardima. Ako izvođač radova upotrijebi materijal koji ne odgovara po kvalitetu traženim tehničkim normativima i standardima, na zahtjev nadzornog inženjera mora se ukloniti.

Svi radovi moraju se izvesti tačno prema nacrtima i opisu, a po uputstvima projektanta i nadzornog inženjera. Sva instalacija mora biti stručno i kvalitetno izvedena.

S radovima na instalacijama može se započeti tek nakon što je projekat pregledan i potvrđen od nadležnih organa i nakon što je izvođač uveden u posao po projektu instalacija.

Vodovi hladne i tople vode moraju se izvesti od prvoklasnog materijala predviđenog predmjerom i tehničkim opisom.

Potrebna termička izolacija mora se izvesti kod svih vodova. Ispitivanje vodovoda na pritisak mora se izvesti po završnoj montaži cjevovoda. Ukoliko nakon 12 satnog ispitivanja instalacija nigdje ne propusti smatra se ispravnom.

Instalaciju kanalizacije isprobati na funkciju i nepropusnost.

Svim ispitivanjima mora prisustvovati nadzorni inženjer.

Instalacije trebaju biti provjerene:

- rade li bez šumova i udaraca
- da li je instalacija i kod radnih temperatura nepropusna
- da li je cirkulacija tople vode ispravna
- rade li ventili i regulacione sklopke ispravno i mogu li se lako podešavati
- rade li regulacione sklopke prema traženim projektovanim parametrima (hidro stanice)
- pokazuju li svi kontrolni instrumenti ispravne podatke
- postoje li natpisne pločice na svim osnovnim elementima postrojenja s uputstvima o funkcionisanju i rukovanju

Zatrpavanje i zatvaranje cjevovoda u rovovima, podovima, podnim kanalima i zidnim usjecima može se izvršiti tek nakon što je izvršeno uspješno ispitivanje i zapisnički dozvoljen nastavak radova.

Po završetku radova, a prije početka korišćenja građevine potrebno je izvršiti dezinfekciju vodovodne instalacije.

Sanitarne predmete i pripadajuću armaturu potrebno je zaštititi od mehaničkih oštećenja odmah nakon montaže.

ISPITIVANJA KOJE JE POTREBNO IZVRŠITI I CERTIFIKATI KOJE JE POTREBNO PRILOŽITI

Ispitana i završena instalacija mora funkcionisati na taj način koji osigurava ispunjavanje bitnih zahtjeva koji se postavljaju na građevinu posebno:

- ne bude prijenosnik niti izvor požara;
- ne narušava higijenu i zdravlje ljudi;
- nije izvor ili prijenosnik buke;
- ne utiče na zdravlje ljudi, te ne zagađuje svekoliku radnu i drugu okolinu;
- ne narušava sigurnost zgrade i korisnika.

Za ispunjavanje očekivanih zahtjeva Instalacije trebaju biti provjerene:

- rade li bez šumova i udaraca
- da li je instalacija i kod radnih temperatura nepropusna
- da li je cirkulacija tople vode ispravna
- rade li ventili i regulatori ispravno i mogu li se lako podešavati
- rade li regulacione sklopke prema traženim projektovanim parametrima (hidro stanice)
- pokazuju li svi kontrolni instrumenti ispravne podatke
- postoje li natpisne pločice na svim osnovnim elementima postrojenja s uputstvima o funkcionisanju i rukovanju

O izvršenim ispitivanjima i njihovim rezultatima potrebno je priložiti certifikate, protokole ispitivanja i postignute rezultate i to:

- Certifikat o funkcionalnoj probi i dokaz o nepropusnosti instalacije kanalizacije
- Certifikat o ispitivanju instalacije vodovoda na pritisak
- Certifikat o izvršenoj dezinfekciji i ispiranju vodovodne mreže
- Certifikat o ispitivanju kvaliteta pitke vode i dokaz o sanitarnoj ispravnosti vode za piće
- Certifikat o ispitivanju na pritisak i funkcionalnoj probi instalacija hidrantske mreže
- Certifikati ugrađene opreme, postrojenja i materijala
- Dokaz o postignutom kapacitetu postrojenja

MJERENJA I KONTROLNI PREGLEDI

Najmanje jedanput godišnje treba izvršiti kontrolu i funkcionalno ispitivanje svih uređaja.

Kontrolu uređaja i opreme kao što su mjerni uređaji, regulatori pritiska, filteri i slično vrši se više puta u godini, prema potrebi i tehničkim zahtjevima.

Sve uređaje i opremu koja ima posebnu namjenu i posebne tehničke zahtjeve treba kontrolirati i servisirati prema posebnim tehničkim uputstvima koje su date uz navedene uređaje.

Preventivno održavanje, kontrolu i servis mogu vršiti samo osobe koje su za to tehnički osposobljene i ovlaštene od strane odgovorne osobe.

UPUTSTVO ZA UPRAVLJANJE GRAĐEVINSKIM OTPADOM

Tokom izvođenja građevinskih radova doći će do stvaranja velike količine manje i više opasnog građevinskog otpada.

Prilikom iskopa terena radi izvođenja radova na ukopanoj etaži nastaje velika količina zemljanog materijala koji sam po sebi nije štetan za životnu okolinu, međutim, obzirom na urbanu lokaciju gradilišta, mora biti uklonjena. Ukoliko postoji potreba za nivelisanjem ostatka parcele odnosno podizanjem nivoa okolnog terena, ovaj zemljani materijal može biti upotrebljen za tu namenu, ukoliko se dokaže prilikom iskopa da svojom strukturom zadovoljava željeni kvalitet. Ukoliko ne postoji potreba za nivelacijom, obaveza je izvođača radova, u dogovoru sa investitorom da obezbedi transport ovog materijala na deponiju zemljanog materijala, unapred određenu za ovu namenu od ovlašćenog organa.

Prilikom izvođenja zanatskih radova doći će do nastajanja velike količine građevinskog otpada koji je produkt ukrajanja, sečenja, uklapanja, pakovanja različitih proizvoda i alata. Ukoliko su ovi proizvodi bezbedni za okolinu, gledano u kratkom roku, treba imati privremeno skladište na samom gradilištu. Kako se radovi privode kraju, otpadni materijal treba razvrstati po hemijskom sastavu i prirodi materijala (papir i karton, PVC sa pakovanja građevinskog materijala, građevinsko drvo upotrebljeno kao oplata i konstrukcija, metal nastao ukrajanjem i odsecanjem armature i drugih građevinskih elemenata... itd). Ovako razvrstani materijal treba reciklirati, odnosno dati na preradu i topljenje i ukoliko dođe do novčane nadoknade, taj novac treba upotrebiti za troškove uklanjanja ostalog otpada.

Druge vrste građevinskog otpada koje su nastale na gradilištu, a nisu bezbedne po čovekovu okolinu, moraju se obrađivati sa posebnom pažnjom. Viškovi i delovi hidroizolacije, eventualni azbestni otpad nastao rušenjem ili pronalaženjem na terenu, ulja, goriva, bitumen, bitulit, lakovi, maziva, eventualni herbicidi, sredstva za čišćenje, i druge opasne hemikalije, odmah po pronalaženju, odnosno po završetku upotrebe moraju se zapakovati u neprobojna pakovanja bez mogućnosti curenja i predati na trajnu preradu i uništenje u najkraćem roku, preduzeću ovlašćenom za ovakve radove od strane nadležnog organa. Po svaku cenu se mora sprečiti izlivanje ovih materija u bilo kakav vid vodotokova, bujčanih kanala, kanalizacionih kolektora ili morskih recipijenata.

Prilikom izvođenja radova javlja se upotreba velike količine vode koja se kasnije mora ispustiti u kanalizacione kolektore. Ukoliko je ova voda korišćena za ispiranje i vlaženje materijala ona sa sobom može nositi rastvoreni mineralni sadržaj bezopasan po okolinu i može se bez prethodne prerade ispustiti. Međutim ukoliko je ispiranjem voda zaprljana uljanim rastvorima, cementnim mlekom, hemikalijama ili drugim opasnim materijama, pre ispuštanja mora biti tretirana (filtrirana) do kvaliteta koji je bezbedan za ispuštanje u kanalizacione odvođe.

ZBIRNA REKAPITULACIJA PROJEKTA

1	IZGRADNJA DOZRAČNOG BAZENA	67,412.83 €
2	KOPNENI DIO CJEVOVODA	366,246.78 €
3	PODMORSKI DIO CJEVOVODA	1,042,539.95 €

UKUPNO BEZ PDV-a	1,476,198.61 €
PDV	310,001.71 €
UKUPNO SA PDV-om	1,786,200.32 €

NUMERIČKA DOKUMENTACIJA

A. Dokaznice količina

B. Predmjer radova sa predračunom

dionica		kote uzvodnog profila (mm)			kote nizvodnog profila (mm)			duzina dionice(m)	poprečni presjek - uzvodni profil- (površina (m2))	poprečni presjek - nizvodni profil- (površina (m2))	poprečni presjek - prosjek- (površina (m2))	iskop (m3)	poprečni presjek - uzvodni profil- (površina za beton (m2))	poprečni presjek - nizvodni profil- (površina za beton (m2))	poprečni presjek - uzvodni profil- (površina za nasipanje (m2))	poprečni presjek - nizvodni profil- (površina za nasipanje (m2))	Zapremina materijala za nasipanje u dionici (m3)	Zapremina betona u dionici (m3)			
od (stac.)	do (stac.)	terena	dna cijevi	dna rova	terena	dna cijevi	dna rova														
867.05	880.00	3.31	1.18	0.88	3.40	0.67	0.37	12.95	4.44	5.86	5.15	66.72	1.39	1.39	3.05	4.47	48.72	18.00			
880.00	880.45	3.40	0.67	0.37	3.40	0.66	0.36	0.45	5.86	5.89	5.87	2.64	1.39	1.39	4.47	4.50	2.02	0.63			
880.45	900.00	3.40	0.66	0.36	3.51	-0.10	-0.40	19.55	5.89	8.17	7.03	137.39	1.39	1.39	4.50	6.78	110.21	27.18			
900.00	908.68	3.51	-0.10	-0.40	3.58	-0.44	-0.74	8.68	8.17	9.34	8.75	75.99	1.39	1.39	6.78	7.95	63.92	12.07			
908.68	920.00	3.58	-0.44	-0.74	2.47	-0.88	-1.18	11.32	9.34	7.46	8.40	95.08	1.39	1.39	7.95	6.07	79.34	15.74			
920.00	940.00	2.47	-0.88	-1.18	0.50	-1.66	-1.96	20.00	7.46	4.51	5.99	119.70	1.39	1.39	6.07	3.12	91.90	27.80			
940.00	945.07	0.50	-1.66	-1.96	0.00	-1.86	-2.16	5.07	4.51	3.85	4.18	21.19	1.39	1.39	3.12	2.46	14.14	7.05			
78.02									518.70									410.24			108.46

dionica		kote uzvodnog profila (mm)			kote nizvodnog profila (mm)			dužina dionice(m)	poprečni presjek - uzvodni profil- (površina (m2))	poprečni presjek - nizvodni profil- (površina (m2))	poprečni presjek - prosjek- (površina (m2))	iskop (m3)	poprečni presjek - uzvodni profil- (površina za pijesak (m2))	poprečni presjek - nizvodni profil- (površina za pijesak (m2))	poprečni presjek - uzvodni profil- (površina za nasipanje (m2))	poprečni presjek - nizvodni profil- (površina za nasipanje (m2))	Zapremina materijala za nasipanje u dionici (m3)	Zapremina pijeska u dionici (m3)	Širina vrha rova uzvodne dionice (m)	Širina vrha rova nizvodne dionice (m)	Srednja širina rova (m)	Površina asfalta (m2)
od (stac.)	do (stac.)	terena	dna cijevi	dna rova	terena	dna cijevi	dna rova															
0.00	7.37	26.53	22.78	22.63	22.23	20.33	20.23	7.37	8.14	3.51	5.82	42.92	1.19	1.19	6.95	2.31	34.14	8.78				
7.37	20.00	22.23	20.33	20.18	22.04	20.00	19.90	12.63	3.61	3.80	3.71	46.82	1.19	1.19	2.42	2.61	31.77	15.05				
20.00	31.70	22.04	20.00	19.85	21.67	19.82	19.72	11.70	3.91	3.40	3.66	42.78	1.19	1.19	2.72	2.21	28.83	13.95				
31.70	40.00	21.67	19.82	19.67	21.70	19.65	19.55	8.30	3.51	3.83	3.67	30.42	1.19	1.19	2.31	2.63	20.53	9.89				
40.00	56.85	21.70	19.65	19.50	21.27	19.30	19.20	16.85	3.93	3.65	3.79	63.92	1.19	1.19	2.74	2.46	43.84	20.08				
56.85	60.00	21.27	19.30	19.15	21.22	19.24	19.14	3.15	3.76	3.67	3.72	11.71	1.19	1.19	2.57	2.48	7.96	3.75				
60.00	76.83	21.22	19.24	19.09	20.79	19.89	19.79	16.83	3.78	1.58	2.68	45.09	1.19	1.19	2.59	0.38	25.03	20.06				
76.83	80.00	20.79	19.89	19.74	20.77	18.79	18.69	3.17	1.66	3.67	2.67	8.46	1.19	1.19	0.47	2.48	4.68	3.78				
80.00	90.25	20.77	18.79	18.64	20.73	18.48	18.38	10.25	3.78	4.26	4.02	41.23	1.19	1.19	2.59	3.07	29.02	12.22				
90.25	100.00	20.73	18.48	18.33	20.58	18.18	18.08	9.75	4.38	4.60	4.49	43.77	1.19	1.19	3.18	3.41	32.15	11.62				
100.00	108.79	20.58	18.18	18.03	20.42	17.91	17.81	8.79	4.72	4.86	4.79	42.07	1.19	1.19	3.52	3.66	31.59	10.48				
108.79	120.00	20.42	17.91	17.76	20.05	17.57	17.47	11.21	4.97	4.79	4.88	54.69	1.19	1.19	3.78	3.59	41.33	13.36				
120.00	120.68	20.05	17.57	17.42	20.05	17.56	17.46	0.68	4.90	4.81	4.86	3.30	1.19	1.19	3.71	3.62	2.49	0.81				
120.68	135.81	20.05	17.56	17.41	19.22	17.08	16.98	15.13	4.92	4.02	4.47	67.67	1.19	1.19	3.73	2.83	49.64	18.03				
135.81	140.00	19.22	17.08	16.93	18.86	16.96	16.86	4.19	4.13	3.51	3.82	16.00	1.19	1.19	2.94	2.31	11.00	4.99				
140.00	159.48	18.86	16.96	16.81	18.50	16.48	16.38	19.48	3.61	3.76	3.69	71.80	1.19	1.19	2.42	2.57	48.58	23.22				
159.48	160.00	18.50	16.48	16.33	18.50	16.47	16.37	0.52	3.87	3.78	3.83	1.99	1.19	1.19	2.68	2.59	1.37	0.62				
160.00	172.95	18.50	16.47	16.32	18.10	16.15	16.05	12.95	3.89	3.61	3.75	48.57	1.19	1.19	2.70	2.42	33.13	15.44				
172.95	180.00	18.10	16.15	16.00	18.22	15.98	15.88	7.05	3.72	4.24	3.98	28.06	1.19	1.19	2.53	3.05	19.65	8.40				
180.00	183.64	18.22	15.98	15.83	18.26	15.89	15.79	3.64	4.35	4.53	4.44	16.17	1.19	1.19	3.16	3.34	11.84	4.34				
183.64	200.00	18.26	15.89	15.74	17.84	15.49	15.39	16.36	4.65	4.49	4.57	74.73	1.19	1.19	3.46	3.30	55.23	19.50				
200.00	213.07	17.84	15.49	15.34	17.44	15.17	15.07	13.07	4.60	4.31	4.46	58.23	1.19	1.19	3.41	3.12	42.65	15.58				
213.07	220.00	17.44	15.17	15.02	16.90	15.00	14.90	6.93	4.42	3.51	3.96	27.46	1.19	1.19	3.23	2.31	19.20	8.26				
220.00	240.00	16.90	15.00	14.85	16.46	14.21	14.11	20.00	3.61	4.26	3.94	78.75	1.19	1.19	2.42	3.07	54.91	23.84				
240.00	242.50	16.46	14.21	14.06	16.30	14.11	14.01	2.50	4.38	4.13	4.25	10.63	1.19	1.19	3.18	2.94	7.65	2.98				
242.50	260.00	16.30	14.11	13.96	15.66	13.41	13.31	17.50	4.24	4.26	4.25	74.42	1.19	1.19	3.05	3.07	53.56	20.86				
260.00	279.05	15.66	13.41	13.26	15.24	12.66	12.56	19.05	4.38	5.02	4.70	89.48	1.19	1.19	3.18	3.83	66.77	22.71				
279.05	280.00	15.24	12.66	12.51	15.19	12.62	12.52	0.95	5.14	5.00	5.07	4.81	1.19	1.19	3.94	3.80	3.68	1.13				
280.00	297.00	15.19	12.62	12.47	13.82	11.95	11.85	17.00	5.11	3.44	4.28	72.72	1.19	1.19	3.92	2.25	52.45	20.26				
297.00	300.00	13.82	11.95	11.80	13.74	11.83	11.73	3.00	3.55	3.53	3.54	10.61	1.19	1.19	2.36	2.33	7.04	3.58				
300.00	320.00	13.74	11.83	11.68	13.48	11.39	11.29	20.00	3.63	3.91	3.77	75.44	1.19	1.19	2.44	2.72	51.60	23.84				
320.00	320.95	13.48	11.39	11.24	13.46	11.37	11.27	0.95	4.02	3.91	3.97	3.77	1.19	1.19	2.83	2.72	2.64	1.13				
320.95	340.00	13.46	11.37	11.22	13.10	10.95	10.85	19.05	4.02	4.04	4.03	76.80	1.19	1.19	2.83	2.85	54.10	22.71				
340.00	340.05	13.10	10.95	10.80	13.10	10.94	10.84	0.05	4.15	4.06	4.11	0.21	1.19	1.19	2.96	2.87	0.15	0.06				
340.05	360.00	13.10	10.94	10.79	12.78	10.50	10.40	19.95	4.17	4.33	4.25	84.84	1.19	1.19	2.98	3.14	61.07	23.78				
360.00	371.28	12.78	10.50	10.35	12.05	10.25	10.15	11.28	4.44	3.30	3.87	43.65	1.19	1.19	3.25	2.10	30.21	13.44				
371.28	380.00	12.05	10.25	10.10	11.87	10.06	9.96	8.72	3.40	3.32	3.36	29.29	1.19	1.19	2.21	2.13	18.90	10.39				
380.00	391.77	11.87	10.06	9.91	11.70	9.80	9.70	11.77	3.42	3.51	3.46	40.76	1.19	1.19	2.23	2.31	26.73	14.03				
391.77	400.00	11.70	9.80	9.65	11.87	9.63	9.53	8.23	3.61	4.24	3.93	32.31	1.19	1.19	2.42	3.05	22.50	9.81				
400.00	418.45	11.87	9.63	9.48	11.38	9.26	9.16	18.45	4.35	3.98	4.17	76.85	1.19	1.19	3.16	2.79	54.86	21.99				
418.45	420.00	11.38	9.26	9.11	11.38	9.22	9.12	1.55	4.09	4.06	4.08	6.32	1.19	1.19	2.89	2.87	4.47	1.85				
420.00	423.25	11.38	9.22	9.07	11.13	9.16	9.0.															

620.00	635.47	7.34	3.88	3.73	6.95	3.72	3.62	15.47	7.35	6.62	6.98	108.05	1.19	1.19	6.16	5.43	89.61	18.44	2.67	2.57	2.62	40.59																						
635.47	640.00	6.95	3.72	3.57	6.84	3.68	3.58	4.53	6.75	6.44	6.59	29.86	1.19	1.19	5.55	5.25	24.46	5.40	2.59	2.55	2.57	11.65																						
640.00	655.41	6.84	3.68	3.53	6.70	3.52	3.42	15.41	6.57	6.49	6.53	100.59	1.19	1.19	5.37	5.30	82.22	18.37	2.57	2.56	2.56	39.48																						
655.41	660.00	6.70	3.52	3.37	6.72	3.47	3.37	4.59	6.62	6.67	6.64	30.49	1.19	1.19	5.43	5.48	25.02	5.47	2.57	2.58	2.58	11.83																						
660.00	675.71	6.72	3.47	3.32	6.91	3.31	3.21	15.71	6.80	7.59	7.20	113.05	1.19	1.19	5.61	6.40	94.33	18.72	2.60	2.70	2.65	41.66																						
675.71	680.00	6.91	3.31	3.16	6.76	3.27	3.17	4.29	7.73	7.30	7.51	32.24	1.19	1.19	6.54	6.11	27.12	5.11	2.72	2.67	2.69	11.56																						
680.00	696.47	6.76	3.27	3.12	6.25	3.10	3.00	16.47	7.43	6.41	6.92	114.01	1.19	1.19	6.24	5.22	94.38	19.63	2.68	2.55	2.61	43.07																						
696.47	700.00	6.25	3.10	2.95	6.25	3.06	2.96	3.53	6.54	6.51	6.53	23.04	1.19	1.19	5.35	5.32	18.83	4.21	2.56	2.56	2.56	9.04																						
700.00	713.19	6.25	3.06	2.91	6.00	2.93	2.83	13.19	6.64	6.21	6.43	84.77	1.19	1.19	5.45	5.02	69.04	15.72	2.58	2.52	2.55	33.61																						
713.19	720.00	6.00	2.93	2.78	5.68	2.86	2.76	6.81	6.34	5.59	5.96	40.61	1.19	1.19	5.14	4.40	32.50	8.12	2.54	2.43	2.48	16.91																						
720.00	721.35	5.68	2.86	2.71	5.70	2.84	2.74	1.35	5.71	5.69	5.70	7.70	1.19	1.19	4.52	4.50	6.09	1.61	2.45	2.44	2.45	3.30																						
721.35	740.00	5.70	2.84	2.69	5.33	2.65	2.55	18.65	5.81	5.25	5.53	103.19	1.19	1.19	4.62	4.06	80.96	22.23	2.46	2.38	2.42	45.15																						
740.00	743.16	5.33	2.65	2.50	5.26	2.62	2.52	3.16	5.37	5.16	5.27	16.64	1.19	1.19	4.18	3.97	12.88	3.77	2.40	2.37	2.38	7.53																						
743.16	760.00	5.26	2.62	2.47	4.75	2.45	2.35	16.84	5.28	4.38	4.83	81.29	1.19	1.19	4.09	3.18	61.22	20.07	2.38	2.25	2.32	38.99																						
760.00	768.55	4.75	2.45	2.30	4.90	2.35	2.25	8.55	4.49	4.95	4.72	40.34	1.19	1.19	3.30	3.76	30.15	10.19	2.26	2.33	2.30	19.66																						
768.55	780.00	4.90	2.35	2.20	4.49	2.21	2.11	11.45	5.07	4.33	4.70	53.79	1.19	1.19	3.87	3.14	40.15	13.65	2.35	2.24	2.30	26.29																						
780.00	793.89	4.49	2.21	2.06	4.43	2.05	1.95	13.89	4.44	4.56	4.50	62.50	1.19	1.19	3.25	3.36	45.95	16.56	2.26	2.27	2.27	31.47																						
793.89	800.00	4.43	2.05	1.90	4.33	1.99	1.89	6.11	4.67	4.47	4.57	27.91	1.19	1.19	3.48	3.27	20.63	7.28	2.29	2.26	2.28	13.91																						
800.00	814.89	4.33	1.99	1.84	4.12	1.80	1.70	14.89	4.58	4.42	4.50	67.00	1.19	1.19	3.39	3.23	49.26	17.75	2.28	2.25	2.27	33.74																						
814.89	820.00	4.12	1.80	1.65	4.08	1.74	1.64	5.11	4.53	4.47	4.50	22.99	1.19	1.19	3.34	3.27	16.90	6.09	2.27	2.26	2.27	11.58																						
820.00	840.00	4.08	1.74	1.59	3.87	1.50	1.40	20.00	4.58	4.53	4.56	91.13	1.19	1.19	3.39	3.34	67.29	23.84	2.28	2.27	2.27	45.49																						
840.00	840.49	3.87	1.50	1.35	3.87	1.49	1.39	0.49	4.65	4.56	4.60	2.26	1.19	1.19	3.46	3.36	1.67	0.58	2.29	2.27	2.28	1.12																						
840.49	860.00	3.87	1.49	1.34	3.26	1.27	1.17	19.51	4.67	3.70	4.18	81.62	1.19	1.19	3.48	2.50	58.36	23.25	2.29	2.14	2.21	43.21																						
860.00	867.05	3.26	1.27	1.12	3.31	1.18	0.88	7.05	3.80	4.44	4.12	29.07	1.19	1.19	2.61	3.25	20.67	8.40	2.15	2.26	2.21	15.55																						
867.05									3932.26									2898.82									1033.44									685.69								

DOKAZNICE I TABELARNI PRIKAZ POTREBNOG BETONA, ISKOPA I TAMPONA ZA ŠAHT VAZDUŠNOG VENTILA

Debljina zidova okna	d=	0.30	m
Debljina donje ploče okna	d1=	0.25	m
Debljina gornje ploče okna	d2=	0.25	m
Debljina podloženog betona ispod okna	d=	0.10	m
Dimenzije poklopca	d=	0.60	m

Broj okna	Širina okna	Dužina okna	Visina zidova okna	Dubina iskopa okna	UKUPNO m3 BETONA			UKUPNO	
					Donja ploča okna	Gornja AB ploča okna	Zidovi okna	Iskop	Podložni beton
	(m)	(m)	(m)	(m)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)	(m³)
Šaht vazdušnog ventila	2.60	2.60	2.80	3.60	1.69	1.62	7.73	41.62	0.68
					1.69	1.62	7.73	41.62	0.68

PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA - DOZRAČNI BAZEN

Red. br.	Opis opreme, materijala i radova	jed.mj.	količina	Jed. cijena	Cijena [€]
I	PRIPREMNI RADOVI				
1	ČIŠĆENJE TERENA				
	Pripremni radovi obuhvataju dovođenje lokacije u stanje da otpočne izgradnja tj. čišćenje terena od šiblja i makije, uklanjanje ograda, izmještanje instalacija na lokaciji i u okolini lokacije objekta i sl. Obračun paušalno				
		pauš.	1.00	3000.00	3,000.00 €
2	OBILJEŽAVANJE				
	Obilježavanje objekta i prenos kota, visina i vagresa za objekat kompletno kao i izrada i postavljanje nanosne skele.				
		pauš.	1.00	500.00	500.00 €
UKUPNO PRIPREMNI RADOVI (€)					3,500.00 €
II	ZEMLJANI RADOVI				
1	ISKOP				
	Iskop u širokom otkopu u materijalu V i VI kategorije u svemu prema projektnoj dokumentaciji, tehničkim uslovima uz projekat propisima i standardima, kao i prema projektu organizacije građenja urađenom od strane Izvođača i odobrenom od Nadzora uz upotrebu odgovarajuće građevinske mehanizacije bez sistematske upotrebe eksploziva. Cijena obuhvata sav rad, materijal i pogonski materijal koji proizilazi iz projekta organizacije izvršenja iskopa. Prekop van linija iskopa definisanih projektom pada na teret izvođača radova.				
	Obračun po m ³ iskopanog materijala	m ³	568.25	12.50	7103.13
2	NASIPANJE				
	Nasipanje oko zidova objekta zadržanim materijalom iz iskopa, koje treba raditi u slojevima od po 20 cm sa dobrim nabijanjem vibro pločom do potrebne zbijenosti. Zbijenost se dokazuje propisnim ispitivanjem i atestima ovlaštenih firmi za ove poslove.				
	Obračun po m ³ nasutog materijala	m ³	105.75	8.00	846.00

PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA - DOZRAČNI BAZEN

3	TAMPON SLOJ ISPOD DONJE PLOČE				
	Nabavka, nasipanje i razastiranje sloja pijeska prosječne debljine 20cm, sa vlaženjem, kao podlogu za betoniranje izravnavajućeg sloja betona.				
	Obračun po m ³ nasutog materijala	m ³	34.00	18.00	612.00
4	ODVOZ VIŠKA MATERIJALA				
	Utovar u pogodno transportno sredstvo i odvoz viška materijala iz iskopa na gradsku deponiju (do 10km udaljenosti). Za obračun se uzima količina iz iskopa u prirodnom zbijenom stanju uvećana za 40% zbog rastresitosti. NAPOMENA: Tačna količina materijala koji se odvozi (ili dovozi) se utvrđuje nakon završetka radova na uređenju terena - uporediti stavke predmjera.				
	Obračun po m ³ odvezenog materijala	m ³	647.50	8.00	5180.00
7	PRISTUPNI PUT DO OBJEKTA				
	Nabavka i ugradnja tampona debljine 20cm, za izradu pristupnog puta od lokalnog puta do planiranog objekta				
	Obračun paušalno	pauš	1.00	1000.00	1000.00
UKUPNO ZEMLJANI RADOVI (€)					14,741.13 €

PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA - DOZRAČNI BAZEN

III	BETONSKI RADOVI				
1	PODLOŽNI BETON				
	Betoniranje izravnavajućeg sloja betona, debljine 10 + 10cm, marke MB20, a u svemu prema tehničkim uslovima u projektu, važećim propisima i standardima za ovu vrstu betona, kao i Projektu betona ugrađenom od strane Ivođača i odobrenom od strane Nadzora i Projektanta. U cijenu je uračunato spravljanje, transport, ugrađivanje i njega betona tamponskog sloja.				
	Obračun po m ³ ugrađenog betona	m ³	31.10	100.00	3110.00
	ARMIRANI BETON				
	Betoniranje konstrukcije dozračnog bazena u svemu prema detaljima iz projekta, tehničkim uslovima za projekat, važećim standardima i propisima za ovu vrstu konstrukcija. Ugrađivanje betona u konstrukciju vrši se pervibratorima, dimenzionisanim za količine betona koje se ugrađuju i dimenzije elemenata, i koje se u beton ugrađuje. U jediničnu cijenu betona prekidne komore i zatvaračnice ušla je nabavka svih potrebnih komponenata betona, spravljanje uz težinsko doziranje, transport, ugrađivanje nega betona minimum 14 dana, potrebna skela i oplata, skidanje skramice na horizontalnim prekidima, priprema spojnicaza nastavak betoniranja pokovanjem, pranjem i eventualno potrebnim pjeskarenjem.				
1	TEMELJNA PLOČA BAZENA				
	Betoniranje temeljne ploče bazena preko očišćenog i opranog izravnavajućeg betonskog sloja, MB 40 VDP 8 u drvenoj oplati. Beton spravljeti i ugrađivati po važećim tehn. propisima za beton i arm. beton kao i opštim uslovima. Zbijanje pervibratorima, sa perdasanjem završne površine.				
	Obračun po m ³ ugrađenog betona	m ³	39.20	160.00	6272.00

PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA - DOZRAČNI BAZEN

2	ZIDOVI BAZENA				
	Betoniranje arm. bet. temeljnih zidova, d=35cm, MB 40 VDP 8 u drvenoj oplati. Beton spravljati i ugrađivati po važećim tehn. propisima za beton i arm. beton kao i opštim uslovima. Zbijanje pervibratorima u slojevima 30xm, u blokovima ne manje visine od 2m				
	Obračun po m ³ ugrađenog betona	m ³	27.90	180.00	5022.00
3	GORNJA PLOČA BAZENA				
	Betoniranje gornje ploče bazena debljine d30cm, betonom MB 40 VD8, na prethodno urađenoj skeli odobreno od strane nadzora, i plaćenom nerendisanom daskom, zbijanjem pervibratorima. Neposredno pre betoniranja oplatu nakvasiti obilno vodom.				
	Obračun po m ³ ugrađenog betona	m ³	24.00	200.00	4800.00
4	SLOJ ZA PAD U BAZENU				
	Izrada cementne kosuljice kao podloge za pad u bazenu, promjenjive dubine u zavisnosti od pada.				
	Obračun po m ³ ugrađenog betona	m ³	11.15	125.00	1393.75
UKUPNO BETONSKI RADOVI (€)					20,597.75 €
IV	ARMIRAČKI RADOVI				
1	ARMATURA				
	Nabavka, transport, čišćenje, savijanje i ugradnja armaturnih šipki i mreža u rezervoar u skladu sa planom armiranja datim u detaljima projektne dokumentacije.				
	Obračun po kg.	kg	8075.00	1.85	14938.75
UKUPNO ARMIRAČKI RADOVI (€)					14,938.75 €
V	ZIDARSKI RADOVI				
1	DERSOVANJE				
	Dersovanje unutrašnjih zidova i plafona bazena (višak materijala seobriše). Cijenom obuhvatiti sve potrebne pregradnje.				
	Obračun po m ² dersovane površine	m ²	87.20	2.50	218.00
UKUPNO ZIDARSKI RADOVI (€)					218.00 €

PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA - DOZRAČNI BAZEN

VI	IZOLATERSKI RADOVI				
1	PVC FOLIJA				
	Polaganje dva sloja PVC folije min. d=2 mm preko sloja pjeska pre izrade betonskog tampona ispod donje ploče.				
	Obračun po m ² postavljene izolacije	m ²	170.00	2.50	425.00
2	IZOLACIJA				
	Izrada hidro izolacije vertikalnih spoljnih zidova na sledeći način, počev od konstrukcije: - čišćenje i otprašivanje zidova, namaz hladnom bitumenskom emulzijom, namaz vrućim bitumenom, stirodur d=10cm, čepasta folija.				
	Obračun po m ² postavljene izolacije	m ²	115.85	28.00	3243.80
3	IZOLACIJA TEMELJNE PLOČE				
	Izrada hidroizolacije temeljne ploče (bitumenska hidroizolacija). Rastopljeni bitumen se nanosi na suhu podlogu koja je prethodno pripremljena bitulitom. Zagrijavanje bitumena se obavlja u originalnoj ambalaži. Topli premaz bitumena se nanosi razlivanjem, a potom razvlačenjem specijalnim špahtama i ravnjačama. Izolaciju raditi u svemu prema uputstvu proizvođača i detalju u projektu. Obračun po m ² izvedene hidroizolacije.				
	Obračun po m ² razvijene P izolacije	m ²	125.55	16.00	2008.80

PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA - DOZRAČNI BAZEN

4	IZOLACIJA UNUTRAŠNJIH ZIDOVA				
	Nabavka materijala i izrada hidroizolacije unutrašnjih površina bazena. Ugradnju vršiti u svemu prema uputstvu proizvođača. Obračun će se vršiti po kompletno zaštićenim i primljenim površinama od strane nadzornog organa, a po m2.				
	Obračun po m² postavljene izolacije	m²	87.20	22.00	1918.40
5	GUMENA WATER STOP TRAKA				
	Nabavka materijala i ugradnja gumene trake tipa Sika WATERBARS 24cm, na spoju donje ploče i zidova bazena. Traka se postavlja na sredini spoja, između armatura. Traku pričvrstiti koristeći odgovarajući zaptivni materijal.				
	Obračun po metru	m'	50.80	14.00	711.20
UKUPNO IZOLATERSKI RADOVI (€)					8,307.20 €
VII	OSTALI RADOVI				
1	ČIŠĆENJE BAZENA				
	Završno grubo i fino čišćenje objekta sa odvoženjem šuta na pogodnu deponiju do 10km udaljenosti.				
	Obračun paušalno	pauš	1.00	500.00	500.00
2	ISPITIVANJE VODONEPROPUSNOSTI				
	Izvršiti ispitivanje vodonepropusnosti rezervoara u svemu prema uputstvu datom u tehničkom opisu projekta.				
	Obračun paušalno	pauš	1.00	1000.00	1000.00

PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA - DOZRAČNI BAZEN

3	DRENAŽNA CIJEV				
	Nabavka materijala i postavljanje drenažne perforirane cijevi prečnika 160mm oko temeljne ploče rezervoara, umotane u dva sloja geotekstila težine 300g/m2				
	Obračun po metru	m'	60.00	13.50	810.00
4	OGRADA				
	Izgradnja kompletne ograde prema projektovanoj liniji. Ograda će se sastojati od refabrikovanih betonskih stubova. Između stubova razapeti žičano pletivo od pocinkovane žice d=2mm sa okcima max veličine 40mm, visine 2m. Cijena izrade ograde obuhvata iskop temeljnih jama stubova min. dimenzije 50/50/80cm, montažu stubova, betoniranje temeljnih stopa betonom MB 20 i montažu žičane ograde.				
	Obračun po metru	m'	70.00	40.00	2800.00
UKUPNO OSTALI RADOVI (€)					5,110.00 €
REKAPITULACIJA TROŠKOVA					
I	PRIPREMNI RADOVI				3,500.00 €
II	ZEMLJANI RADOVI				14,741.13 €
III	BETONSKI RADOVI				20,597.75 €
IV	ARMIRAČKI RADOVI				14,938.75 €
V	ZIDARSKI RADOVI				218.00 €
VI	IZOLATERSKI RADOVI				8,307.20 €
VII	OSTALI RADOVI				5,110.00 €
UKUPNO bez PDVa:					67,412.83 €
UKUPNO bez PDVa:					67,412.83 €
PDV:					14,156.69 €
UKUPNO sa PDVom:					81,569.52 €

**PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA
KOPNENI DIO PODMORSKOG ISPUSTA**

Red. br.	Opis opreme, materijala i radova	jed.mj.	količina	Jed. cijena	Cijena [€]
I	PRIPREMNI RADOVI				
1	OBIJJEŽAVANJE TRASE				
	Obilježavanje trase, kontrola nivelete rova i cjevovoda prilikom izvođenja. Prije početka radova izvođač je dužan da izvrši obilježavanje trase cjevovoda sa svim potrebnim elementima na cjevovodu. Pozicija obuhvata i kontrolu nivelete cjevovoda prilikom izvođenja, kao i sva neophodna geodetska snimanja. Jediničnom cijenom obuhvaćen je sav potreban rad i oprema u svemu prema tehničkim propisima za ovu vrstu radova. Obračun po m'				
	a) dionica 1: stc.0+000.00 do 0+867.05	m'	867.05	2.00	1,734.10 €
	b) dionica 2: stc.0+867.05 do 0+945.07	m'	78.02	1.00	78.02 €
2	KIDANJE SAOBRAĆAJNIH POVRŠINA				
	Ravno zasijecanje asfaltnog sloja, baze puta i tamponskog sloja pomoću diska, (dvostrano).				
	Obračun po m' stvarno izvedenih radova	m'	281.15	4.00	1,124.60 €
3	RUŠENJE SAOBRAĆAJNIH POVRŠINA				
	Rušenje asfaltnog kolovoza na dijelu trase gdje cjevovod ulazi u zoni postojećeg asfaltnog puta. Širina pojasa za rušenje obračunava se za 20 cm šire od širine rova.				
	Obračun po m ² stvarno izvedenih radova	m ²	685.70	4.00	2,742.80 €
4	DOVOĐENJE SAOBRAĆAJNIH POVRŠINA U PRVOBITNO STANJE				
	Posle montaže, ispitivanja i zatrpavanja cjevovoda, dovesti saobraćajne površine u prvobitno stanje u svemu prema uputstvima nadzornog organa i tehničkim propisima za ovu vrstu radova. Širina ugađenog armiranog betona odnosno asfaltne površine je za 20cm veća u odnosu na širinu rova. U cijenu je uračunata priprema za betoniranje / asfaltiranje (skidanje površinskog tampon sloja i valjanje).				
	Obračun po m ² stvarno izvedenih radova				
	Asfaltni sloj – BNS+habajuci sloj, d=10cm	m ²	685.70	32.00	21,942.40 €

**PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA
KOPNENI DIO PODMORSKOG ISPUSTA**

5	SAOBRAĆAJNA SIGNALIZACIJA				
	Pažljivo skidanje i zaštita putne opreme (vertikalna signalizacija, odbojne ograde, nosači zanka stubovi i slično) i ponovno vraćanje nakon dovodjenja saobraćajnih površina u prvobitno stanje. Pozicija obuhvata i popravku horizontalne saobraćajne signalizacije.				
	Obračun po m'	m'	281.15	2.50	702.88 €
6	ŠLICANJE				
	Iskop kontrolnih rovova 0,6 x 1,5 x 2,0 m u tlu nadjene kategorije za tačno utvrđivanje položaja postojećih podzemnih instalacija. Napomena: točan broj šliceva odredit će se na licu mjesta u dogovoru s vlasnikom instalacija i Nadzornim inženjerom.				
	Obračun po komadu	kom	5.00	25.00	125.00 €
7	PRIVREMENA REGULACIJA SAOBRAĆAJA				
	Privremena regulacija saobraćaja za vrijeme izvodjenja radova s izradom elaborata regulacije saobraćaja.				
	Obračun paušalno	pauš.	1.00	500.00	500.00 €
UKUPNO PRIPREMNI RADOVI (€)					28,949.80 €

**PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA
KOPNENI DIO PODMORSKOG ISPUSTA**

Red. br.	Opis opreme, materijala i radova	jed.mj.	količina	Jed. cijena	Cijena [€]
II	ZEMLJANI RADOVI				
1	ISKOP ROVA				
	Mašinski i ručni iskop u zemljištu svih kategorija. Trasa rova mora da odgovara projektu. Rov je trapeznog poprečnog presjeka. Ako se pri iskopu naiđe na druge instalacije i objekte, izvođač je dužan da izvrši njihovo obezbeđenje. Konačno, izvođač radova je u obavezi da, prije izgradnje, dodatno ispita i locira sve postojeće podzemne objekte i izvrši njihovu zaštitu. U cijenu iskopa su uračunati iskop, zaštita drugih instalacija, deponovanje zemlje na potrebnom odstojanju, grubo planiranje dna, obezbeđenje rova znacima upozorenja, održavanje rova, postavljanje privremenih prelaza preko rova, kao i svi drugi troškovi koji terete ovu poziciju u cilju sveobuhvatnih radova i zaštite na radu. Iskop će se obračunati procentualno po dionicama iz dokaznica. Obračun po m ³ iskopa.				
	a) iskop za dionicu 1				
	a.1: mašinski iskop 95%	m ³	3735.65	9.00	33,620.85 €
	a.2: ručni iskop 5%	m ³	1963.60	25.00	49,090.00 €
	b) iskop za dionicu 2				
	b.1: mašinski iskop 95%	m ³	492.75	9.00	4,434.75 €
	b.2: ručni iskop 5%	m ³	25.95	25.00	648.75 €
2	DODATNI ISKOP				
	Dodatni iskop za šaht vazdušnog ventila, nakon iskopa kanalskog rova. Iskopi se obavljaju u istom materijalu u kome se vrši iskop kanalskog rova. Jediničnom cijenom je obuhvaćen sav potreban rad i materijal uključujući potrebnu pažnju oko čuvanja postojećih instalacija. Obračun po m ³ u samoniklom stanju, uredno i kvalitetno obavljenog iskopa.				
	Obračun po m ³ iskopa.	m ³	41.60	9.00	374.40 €

**PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA
KOPNENI DIO PODMORSKOG ISPUSTA**

3	PLANIRANJE DNA ROVA				
	Ručna dorada i planiranje dna rova nakon mašinskog iskopa. Planiranje se obavlja sa probranim materijalom iz iskopa sa tačnošću od +/- 3cm od projektovane nivelete. Na isplanirano dno rova ugrađuje se posteljica. Jediničnom cijenom je obuhvaćen sav potreban rad. Obračun po m ² isplaniranog dna rova.				
	a) dionica 1: stc.0+000.00 do 0+867.05	m ²	1213.85	2.00	2,427.70 €
	b) dionica 2: stc.0+867.05 do 0+945.07	m ²	109.25	2.00	218.50 €
4	PIJESAK				
	Nabavka, transport i ugradnja pijeska frakcije 0-8 mm . Prvo ubaciti sloj od 10 cm za posteljicu, a posle završene montaže ubaciti, sa podbijanjem uz cijev i nabijanjem kao za posteljicu, ostatak materijala tako da njegova ukupna debljina iznad tjemena cijevi iznosi 20cm za primarni cjevovod, odnosno 10cm za cjevovod veze i cjevovod muljnog ispusta. Obračun po m ³ ubačenog i nabijenog materijala.				
	a) dionica 1: stc.0+000.00 do 0+867.05	m ³	1033.45	28.00	28,936.60 €
5	PODLOŽNI BETON				
	Nabavka, transport i izrada sloja podložnog betona ispod dna šahta vazdušnpg ventila. Podložni beton se izrađuje od betona marke MB20, debljine 10cm.				
	Obračun po m ³	m ³	0.68	100.00	68.00 €
6	BETON				
	Nabavka transport i ugradnja betona MB30, oko cjevovoda podmorskog ispusta, prema detalju iz grafičkog priloga. Jediničnom cijenom obuhvaćen je sav potreban rad i materijal. Obračun po m ³ ugrađenog betona u svemu prema detalju iz projekta i tabelarnim dokaznicama.				
	b) dionica 2: stc.0+867.05 do 0+945.07	m ³	108.45	180.00	19,521.00 €

**PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA
KOPNENI DIO PODMORSKOG ISPUSTA**

7	ZATRPAVANJE ROVA (TAMPONOM)				
	Nabavka, transport i ugradnja šljunkovito-pjeskovitog materijala (tampona 0-63mm) za zatrpavanje kanalskih rovova nakon montiranih cijevi. Zatrpavanje se obavlja u slojevima, debljine 30-40 cm, uz propisno nabijanje. Zatrpavanje prvog sloja rova se obavlja ručno, a ostali slojevi mogu i mašinski uz uslov da se prilikom zatrpavanja rova mašinama ne prelazi preko rova sa montiranim cjevovodom i da slojevi ne budu deblji od 50 cm uz propisno nabijanje. Ukoliko materijal iz iskopa zadovoljava kvalitetom isti koristiti za zatrpavanje, uz prethodnu saglasnost Nadzora i uz formiranje cijene na koju će se dobiti saglasnost Investitora. Obračun po m3.				
	a) dionica 1: stc.0+000.00 do 0+867.05	m ³	2898.82	18.00	52,178.76 €
8	ODVOZ VIŠKA MATERIJALA				
	Utovar, transport, istovar i grubo razastiranje materijala iz iskopa na deponiji udaljenosti do 5 km. Rastresenost materijala obračunati sa 25% povećanja na materijal sračunat kao višak iskopa. Obračun po m3.				
	a) dionica 1: stc.0+000.00 do 0+867.05	m ³	4915.30	6.00	29,491.80 €
	b) dionica 2: stc.0+867.05 do 0+945.07	m ³	648.40	6.00	3,890.40 €
UKUPNO ZEMLJANI RADOVI (€)					224,901.51 €

**PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA
KOPNENI DIO PODMORSKOG ISPUSTA**

Red. br.	Opis opreme, materijala i radova	jed.mj.	količina	Jed. cijena	Cijena [€]
III	BETONSKI RADOVI				
1	DONJA AB PLOČA				
	Nabavka transport i ugradnja betona MB30 VDP 8, u armirano-betonsku donju ploču šahta vazdušnog ventila debljine d=0,25m. Jediničnom cijenom obuhvaćen je sav potreban rad i materijal uključujući postavljanje oplata. Obračun po m ³ ugrađenog betona u svemu prema detalju iz projekta i tabelarnim dokaznicama.				
		m ³	1.70	140.00	238.00 €
2	GORNJA AB PLOČA				
	Nabavka transport i ugradnja betona MB30 VDP 8, u armirano-betonsku gornju ploču šahta vazdušnog ventila debljine d=0,25m. Jediničnom cijenom obuhvaćen je sav potreban rad i materijal uključujući postavljanje oplata. Obračun po m ³ ugrađenog betona u svemu prema detalju iz projekta i tabelarnim dokaznicama.				
		m ³	1.60	155.00	248.00 €
3	AB ZIDOVI				
	Nabavka transport i ugradnja vodonepropusnog betona MB30 VDP8, debljine d=0,30m, u zidove šahta vazdušnog ventila. Jediničnom cijenom obuhvaćen je sav potreban rad i materijal uključujući postavljanje dvostrane oplata. Obračun po m ³ ugrađenog betona u svemu prema detalju iz projekta i tabelarnim dokaznicama.				
		m ³	7.75	165.00	1,278.75 €

**PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA
KOPNENI DIO PODMORSKOG ISPUSTA**

4	ANKER BLOKOVI U VODOVODNIM OKNIMA				
	Nabavka, transport i ugradnja betona MB20 u anker blokove (betonske oslonce ispod fazonskih komada), prema grafičkim priložima. Jediničnom cijenom obuhvaćen je sav potreban rad i materijal.				
	Obračun po komadu	kom	1.00	100.00	100.00 €
5	ARMATURA				
	Nabavka, transport, čišćenje, sečenje, savijanje i montaža armature šahta vazdušnog ventila. Radove izvoditi prema planovima oplata, specifikaciji armature i važećim tehničkim propisima.				
	Obračun po kg	kg	993.60	1.35	1,341.36 €
UKUPNO BETONSKI RADOVI (€)					3,206.11 €

**PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA
KOPNENI DIO PODMORSKOG ISPUSTA**

Red. br.	Opis opreme, materijala i radova	jed.mj.	količina	Jed. cijena	Cijena [€]
IV	MONTERSKI RADOVI				
1	PEHD CIJEVI				
	Nabavka, transport do gradilišta i montaža polietilenskih cijevi za transport vode pod pritiskom, izrađenih od polietilena visoke gustine HDPE PE-100, nazivnog pritiska, prečnika i klase određene projektom. HDPE PE-100 cijevi treba da budu proizvedene i atestirane u skladu sa EN 12201 o čemu će svedočiti DVGW sertifikat kao obavezni prilog uz isporučene i montirane cijevi. Proizvođač, tip, nazivni pritisak i datum proizvodnje moraju biti odštampani na svakoj cijevi. Cijevi su predviđene za pijaću vodu, moraju biti otporne na UV zračenje, radijaciju i mraz, sigurnosni faktor C = 1,25 - SDR 17 PN 10 kako je određeno projektom pogodne za sučeono i elektrofuziono zavarivanje. Jediničnom cijenom je obuhvaćen sav potreban rad i materijal.				
	Obračun po m1 kompletno ugrađene cevi.				
	PEHD PE100 PN6 SDR26 DN400	m'	884.40	57.92	51,224.45 €
	PEHD PE100 PN10 SDR17 DN355	m'	79.60	49.47	3,937.81 €
2	DUKTILNI FAZONSKI KOMADI				
	Nabavka, transport do gradilišta i montaža liveno gvozdених водоводних fazonskih komada od nodularnog liva - duktil u skladu sa EN 545, spoljašnja zaštita epoksid u skladu sa EN 14901, po GSK smjernicama sa istaknutom GSK oznakom na svakom komadu i priрубnicama prema EN 1092-2. Jediničnom cijenom je obuhvaćen sav potreban rad i materijal uključujući i potrebne vijke po standardu DIN 931 kvaliteta A2, navrtke po standardu DIN 934 kvaliteta A2, podloške ravne po standardu DIN 125 A kvaliteta A2 i odgovarajuće EPDM zaptivke za hladnu vodu sa metalnim uloškom po standardu EN 1514-1 i EN 681-1. Obračun po komadu.				
	FAZONSKI KOMADI U ŠAHT VAZDUŠNOG VENTILA				
	T komad DN400/200, PN10	kom	1.00	645.00	645.00

**PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA
KOPNENI DIO PODMORSKOG ISPUSTA**

3	VODOVODNA ARMATURA				
	Nabavka, transport do gradilišta i montaža liveno gvozdene vodovodne armature i to EV ventila po standardu EN 1171, MDK komada po standardu EN 545, leptirastih zatvarača sa dva ekscentra i pužnim reduktorom po standardu EN 593, materijal u skladu sa EN 1563, spoljašnja zaštita epoksid u skladu sa EN 14901 i prirubnicama prema EN 1092-2. Jediničnom cijenom je obuhvaćen sav potreban rad i materijal uključujući i potrebne vijke po standardu DIN 931 kvaliteta A2, navrtke po standardu DIN 934 kvaliteta A2, podloške ravne po standardu DIN 125 A kvaliteta A2 i odgovarajuće EPDM zaptivke za hladnu vodu sa metalnim uloškom po standardu EN 1514-1 i EN 681-1. Obračun po komadu.				
	VODOVODNA ARMATURA U VODOVODNIM OKNIMA				
	Multi/Joint 3050 Plus Wide Range DN400, PN10	kom	2.00	1254.85	2509.70
	MDK komad DN400, PN10	kom	1.00	768.60	768.60
	EV ventil DN200, PN10	kom	1.00	295.40	295.40
	Vazdušni ventil DN200, PN10	kom	1.00	1465.60	1465.60
4	PEHD ELEKTROFUZIONI FITING				
	Nabavka, transport i ugradnja PEHD elektrofuzionog fittinga, od polietilena PN10 PE100.				
	PEHD elf. koljeno 11° DN400, SDR17 PN10	kom	16.00	1295.00	20720.00
	PEHD elf. koljeno 22° DN400, SDR17 PN10	kom	10.00	1295.00	12950.00
	PEHD elf. koljeno 30° DN400, SDR17 PN10	kom	4.00	1295.00	5180.00
	PEHD elf. koljeno 90° DN400, SDR17 PN10	kom	1.00	757.00	757.00
	PEHD elf. redukcija DN400/355, SDR17 PN10	kom	1.00	1400.00	1400.00
5	POKLOPAC				
	Nabavka, transport i ugradnja liveno-željeznih uličnih poklopaca, za saobraćajno opterećenje od 40 tona. Poklopac je sa ramom „vezan“ posredstvom šarke, a „svijetli“ otvor poklopca je 800x800mm. Obračun po komadu komplet ugrađenog poklopca.				
	800x800mm D400	kom	1	460	460.00 €

**PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA
KOPNENI DIO PODMORSKOG ISPUSTA**

6	PENJALICE				
	Nabavka, transport i montaža tipskih liveno gvozdениh penjalica. Obračun se vrši po komadu ugrađene penjalice.				
		kom	9	18	162.00 €
UKUPNO MONTERSKI RADOVI (€)					102,475.56 €
Red. br.	Opis opreme, materijala i radova	jed.mj.	količina	Jed. cijena	Cijena [€]
V	RAZNI RADOVI				
1	HIDRAULIČKO ISPITIVANJE, ISPIRANJE				
	Hidrauličko ispitivanje položenog cevovoda na probni pritisak u svemu svemu prema važećim tehničkim propisima za ovu vrstu radova, uz obavezno prisustvo nadzornog organa i sačinjavanje zapisnika. U cijenu uračunato punjenje cjevovoda. Obračun po m'				
	a) dionica 1: stc.0+000.00 do 0+867.05	m'	867.05	2.00	1,734.10 €
	b) dionica 2: stc.0+867.05 do 0+945.07	m'	78.02	2.00	156.04 €
2	OBEZBJEĐENJE POSTOJEĆIH PODZEMNIH INSTALACIJA				
	Prilikom iskopa rova neophodno je prethodno izvršiti lociranje i rekognosciranje postojećih podzemnih instalacija (elektro i PTT kablovi, vodovodne i kanalizacione cijevi, toplovodi itd.). Sve potrebne dislokacije postojećih instalacija vršiti u prisustvu i uz saglasnost nadležnih organa za predmetne instalacije. Iskop na mjestima ukrštanja sa postojećim podzemnim instalacijama vršiti ručno i veoma pažljivo, uz prisustvo nadležnih predstavnika za predmetne instalacije, a otkopane instalacije, uz konsultacije, propisno obezbediti. Svi kvarovi na postojećim instalacijama, nastali nepažnjom izvođača, moraju se otkloniti o trošku izvođača radova.				
	Obračun paušalno	pauš.	1.00	2000.00	2,000.00 €

**PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA
KOPNENI DIO PODMORSKOG ISPUSTA**

3	UPOZORAVAJUĆA TRAKA				
	Postavljanje upozoravajuće trake sa integrisanim metalnim vlaknom i oznakom "vodovodna cijev". Traka se postavlja 20 cm iznad vodovodne cijevi. Obračun po m' postavljene trake. Obračun po m' postavljene trake.				
	a) dionica 1: stc.0+000.00 do 0+867.05	m'	867.05	0.50	433.53 €
4	GEODETSKO SNIMANJE CJEVOVODA ZA KATASTAR				
	Po završenoj montaži cevovoda za Izvođača je obavezno da izvrši geodetsko snimanje izvedenog vodovoda od strane nadležne geodetske ustanove na osnovu koga izvođač radova na vodovodu pribavlja odgovarajuću potvrdu i kopiju plana snimljenog vodovoda. Obračun po m1 snimljenog cevovoda.				
	a) dionica 1: stc.0+000.00 do 0+867.05	m'	867.05	2.00	1,734.10 €
	b) dionica 2: stc.0+867.05 do 0+945.07	m'	78.02	2.00	156.04 €
5	POVEZIVANJE CJEVOVODA NA BAZEN				
	Izvršiti povezivanje planiranog cjevovoda sa cjevovodom iz dozračnog bazena.				
		kom	1.00	500.00	500.00 €
UKUPNO OSTALI RADOVI (€)					6,713.81 €

REKAPITULACIJA TROŠKOVA			
I	PRIPREMNI RADOVI		28,949.80 €
II	ZEMLJANI RADOVI		224,901.51 €
II	BETONSKI RADOVI		3,206.11 €
IV	MONTERSKI RADOVI		102,475.56 €
V	RAZNI RADOVI		6,713.81 €
UKUPNO bez PDVa:			366,246.78 €
UKUPNO bez PDVa:			366,246.78 €
PDV:			76,911.82 €
UKUPNO sa PDVom:			443,158.60 €

PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA
PODMORSKI DIO CJEVOVODA PODMORSKOG ISPUSTA

Red. br.	Opis opreme, materijala i radova	jed.mj.	količina	Jed. cijena	Cijena [€]
I	PRIPREMNI RADOVI				
1	OBIJEŽAVANJE TRASE				
	Obilježavanje trase, kontrola nivelete rova i cjevovoda prilikom izvodjenja. Prije početka radova izvođač je dužan da izvrši obilježavanje trase cjevovoda sa svim potrebnim elementima na cjevovodu. Pozicija obuhvata i kontrolu nivelete cjevovoda prilikom izvođenja, kao i sva neophodna geodetska snimanja. Jediničnom cijenom obuhvaćen je sav potreban rad i oprema u svemu prema tehničkim propisima za ovu vrstu radova. Obračun po m'				
		m'	1628.00	2.00	3,256.00 €
2	USLUGE VEZA BRODA				
	Usluga veza broda i pilotaže u najbližoj luci radi obezbjedjenja sigurnog veza za brod u slučaju neveremena				
	Obračun paušalno	pauš.	1.00	20000.00	20,000.00 €
3	PLOVILA				
	Mobilizacija i demobilizacija plovila i strojeva.				
	Obračun paušalno	pauš.	1.00	30000.00	30,000.00 €
UKUPNO PRIPREMNI RADOVI (€)					53,256.00 €

Red. br.	Opis opreme, materijala i radova	jed.mj.	količina	Jed. cijena	Cijena [€]
II	ZEMLJANI RADOVI				
1	ISKOP ROVA				
	Mašinski iskop morskog dna u svrhu izvodjenja rova za polaganje cijevi podmorskog ispusta, sukladno glavnom projektu, od stacionaže +945,07 do +1220,00 m. Širina dna iskopa jednaka je 140 cm dok se iskop se izvodi u nagibu 3:1. Obračun prema m3 iskopanog materijala.				
		m ³	999.65	150.00	149,947.50 €

PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA
PODMORSKI DIO CJEVOVODA PODMORSKOG ISPUSTA

2	BETON				
	Betoniranje cijevi podmorskog ispusta betonom marke C 25/30, od stacionaže +945,07 do +1150,00. Betoniranje obaviti na licu mjesta u svrhu stabilizacije cijevi i zaštite od djelovanja talasa. Betonira se posteljica debljine 30 cm na koju se postavlja cijev podmorskog ispusta, nakon čega se cijev betonira do nivoa 30 cm iznad tjemena cijevi. Obračun prema m3 ugrađenog betona				
		m ³	316.00	345.00	109,020.00 €
3	ZATRPAVANJE ROVA				
	Zatrpavanje preostalog dijela rova podmorskog ispusta u skladu sa glavnim projektom, od stacionaže +945,07 do +1150,00. Zatrpavanje izvesti kombinacijom betoniranja betonom marke C 20/25 i ugradnje kamenih blokova pojedinačne mase od 50 do 200 kg. Rov se zatrpava do postojeće kote morskog dna. Obračun prema m3 ugrađenog materijala.				
		m ³	630.00	210.00	132,300.00 €
UKUPNO ZEMLJANI RADOVI (€)					391,267.50 €

PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA
PODMORSKI DIO CJEVOVODA PODMORSKOG ISPUSTA

Red. br.	Opis opreme, materijala i radova	jed.mj.	količina	Jed. cijena	Cijena [€]
III	MONTERSKI I BETONSKI RADOVI				
1	PEHD CIJEVI				
	Nabavka, transport i ugradnja PEHD cijevi profila DN 355/312,8 mm, PE 100, SDR 17, za ugradnju od stacionaže +945,07 do +2501,08. Ugradnja obuhvata nabavku i ugradnju cijevi u skladu sa glavnim projektom, potrebnih koljena (22,5° i 45°) na horizontalnim lomovima, kao i svog potrošnog materijala potrebnog za ugradnju. Tehnologiju ugradnje bira izvođač radova. Obračun po m' ugrađene cijevi.				
	Obračun po m1 kompletno ugrađene cevi.	m'	1587.00	160.00	253,920.00 €
2	SEKUNDARNI BETONSKI OPTEŽIVAČI				
	Dopremanje i ugradnja sekundarnih betonskih opteživača za stabilizaciju cijevi na morskom dnu, od stacionaže +1150,00 do +2501,08. Betonski opteživači težine 1320.00 kg na suvom, izvode se u skladu sa glavnim projektom, te ugrađuju se na razmacima 5.00/10.00 m u skladu sa statičkim proračunom. Obračun prema ugrađenom komadu.				
		kom	210.00	625.00	131250.00
3	PRIMARNI BETONSKI OPTEŽIVAČI				
	Izrada i ugradnja primarnih betonskih opteživača za potpanje cijevi na morskom dnu, od stac. 0 + 945.07 m do stac. 2 + 501.08 m. Betonski opteživači težine 211.115 kg na suvom, izvode se u skladu sa glavnim projektom te ugrađuju se na razmacima 5.00 m u skladu sa statičkim proračunom. Obračun prema ugrađenom komadu.				
		kom	312.00	315.00	98280.00

PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA
PODMORSKI DIO CJEVOVODA PODMORSKOG ISPUSTA

4	NOSAČI DIFUZORA				
	Izrada i ugradnja nosača difuzora na morsko dno za oslanjanje cijevi. Nosači se izvode na kopnu te se ugrađuju na licu mjesta. Nosači se izvode od betona C 25/30, u dimenzijama u skladu sa glavnim projektom. Nosači se ugrađuju na 3 m međusobnog razmaka. Predviđa se ugradnja 4 inox vijka sa maticom na svaki nosač, u svrhu podizanja i spuštanja nosača. Također, na svakom nosaču potrebno je ugraditi gumeni podmetač i inox obujmicu za učvršćivanje cijevi (dimenzija u skladu sa glavnim projektom).				
		kom	25.00	1500.00	37500.00
5	DIFUZOR				
	Izrada i ugradnja difuzora u skaldu sa glavnim projektom, lociranom od stacionaže +2501,08 do +2573,08 m. Difuzor je ukupne dulžine 72 m te se sastoji od 6 sekcija po 12 m. Prva sekcija (+60,00 do +72,00) dužine 12 m spaja se koljenom s redukcijom na cijev podmorskog ispusta te izvodi od cijevi DN 355/321.2 mm, PE 100, SDR 21. Druga sekcija (+48,00 do +60,00) duljine 12 m izvodi se takođe od cijevi DN 355/321.2 mm, PE 100, SDR 21, te se na kraju izvodi redukcija DN 355 / DN 315. Treća sekcija dužine 12 m izvodi se od cijevi DN 315/285 mm, PE 100, SDR 21 kao i četvrta sekcija na čijem kraju se nalazi redukcija DN 315 / DN 280. Peta sekcija dužine 12 m izvodi se od cijevi DN 280/253.2 mm PE 100, SDR 21, kao i šesta sekcija. Predviđeno je ukupno pet bočnih otvora različitih veličina (u skladu sa glavnim projektom) kao i čeonu otvor na stacionaži difuzora +0,00.				
		komplet	1.00	26775.00	26775.00
UKUPNO MONTERSKI I BETONSKI RADOVI (€)					547,725.00 €

PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA
PODMORSKI DIO CJEVOVODA PODMORSKOG ISPUSTA

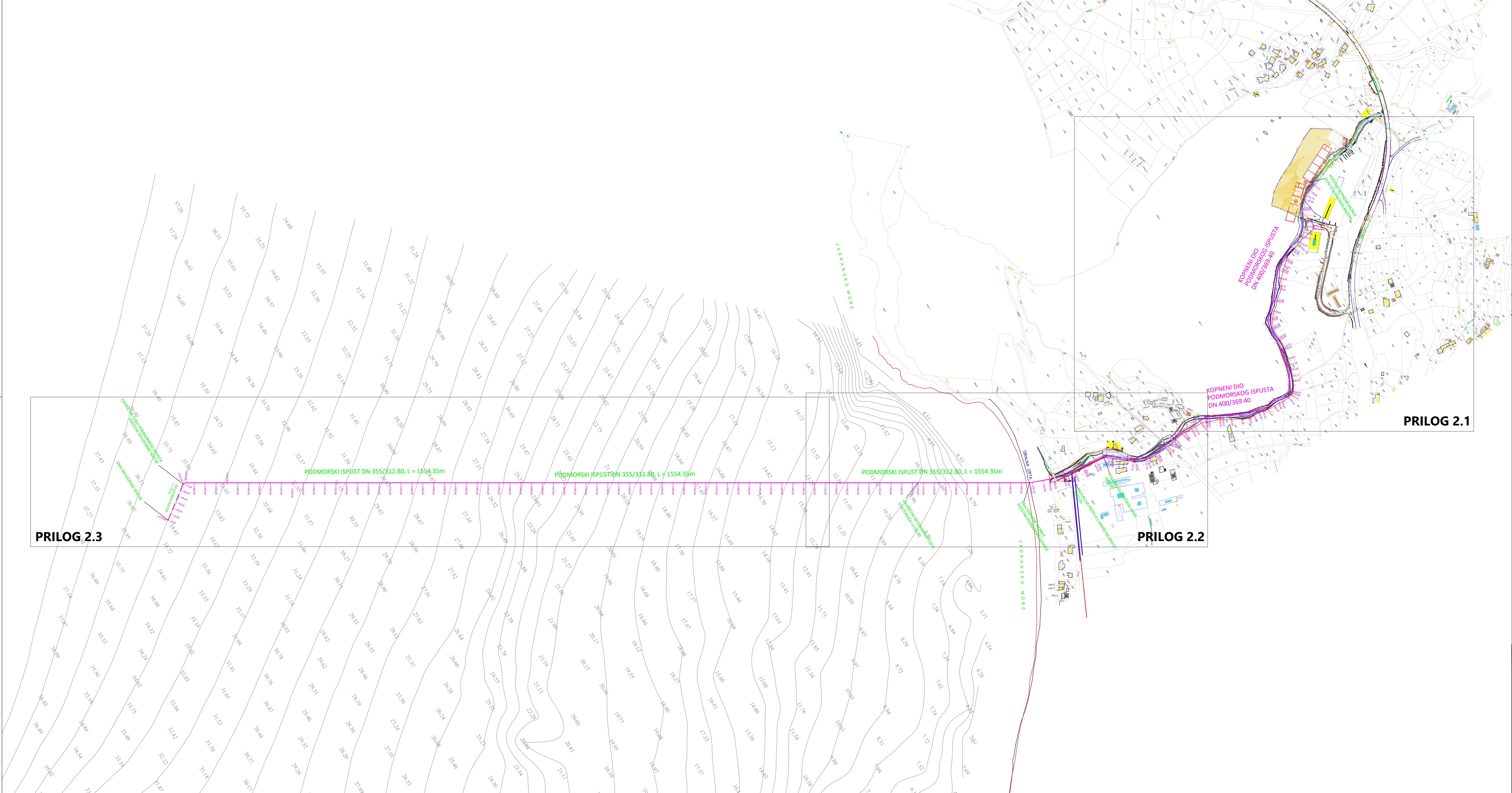
Red. br.	Opis opreme, materijala i radova	jed.mj.	količina	Jed. cijena	Cijena [€]
IV 1	ARMIRAČKI RADOVI ARMATURA Nabavka, transport, čišćenje, savijanje i ugradnja armaturnih šipki i mreža u nosač difuzora, primarni i sekundarni opteživač, u skladu sa planom armiranja datim u detaljima projektne dokumentacije.				
	Obračun po kg.	kg	16890.00	1.85	31246.50
Red. br.	Opis opreme, materijala i radova	jed.mj.	količina	Jed. cijena	Cijena [€]
V	RAZNI RADOVI				
1	HIDRAULIČKO ISPITIVANJE, ISPIRANJE				
	Hidrauličko ispitivanje položenog cevovoda na probni pritisak u svemu svemu prema važećim tehničkim propisima za ovu vrstu radova, uz obavezno prisustvo nadzornog organa i sačinjavanje zapisnika. U cijenu uračunato punjenje cjevovoda. Obračun po m'				
		m'	1587.00	2.00	3,174.00 €
2	SNIMANJE IZVEDENOG CJEVOVODA				
	Po završenoj montaži cevovoda za Izvođača je obavezn da izvrši snimanje izvedenog cjevovoda radi ucrtavanja na karti i izbjegavnja sidrenje u toj zoni. Izvršiti batimetrijsko snimanje, kao i sve ostale radnje potrebne da bi se izvededni cjevovod ucrtao u nautičke karte.				
		m'	1587.00	10.00	15,870.00 €
UKUPNO OSTALI RADOVI (€)					19,044.00 €

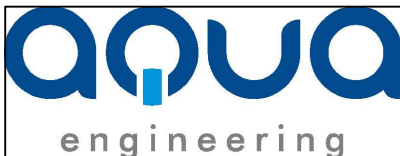
PREDMJER I PREDRAČUN RADOVA
PODMORSKI DIO CJEVOVODA PODMORSKOG ISPUSTA

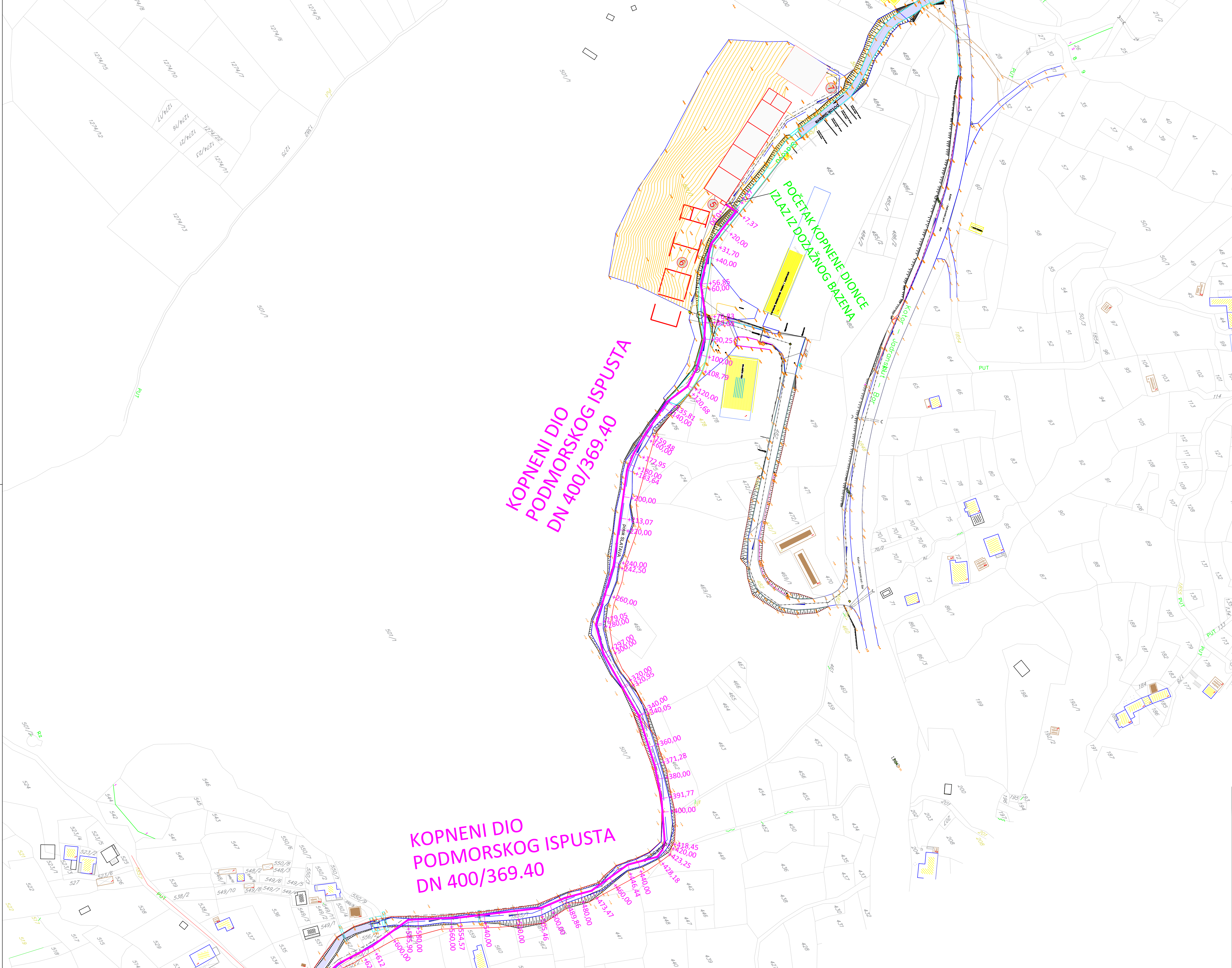
REKAPITULACIJA TROŠKOVA			
I	PRIPREMNI RADOVI		53,256.00 €
II	ZEMljANI RADOVI		391,267.50 €
III	MONTERSKI I BETONSKI RADOVI		547,725.00 €
IV	ARMIRAČKI RADOVI		31,246.50 €
V	RAZNI RADOVI		19,044.00 €
UKUPNO bez PDVa:			1,042,539.00 €
UKUPNO bez PDVa:			1,042,539.00 €
PDV:			218,933.19 €
UKUPNO sa PDVom:			1,261,472.19 €

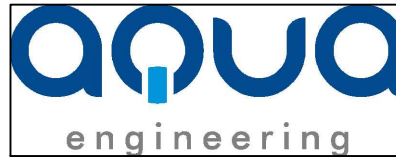
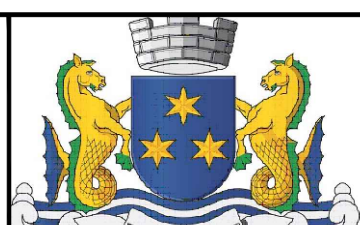
GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

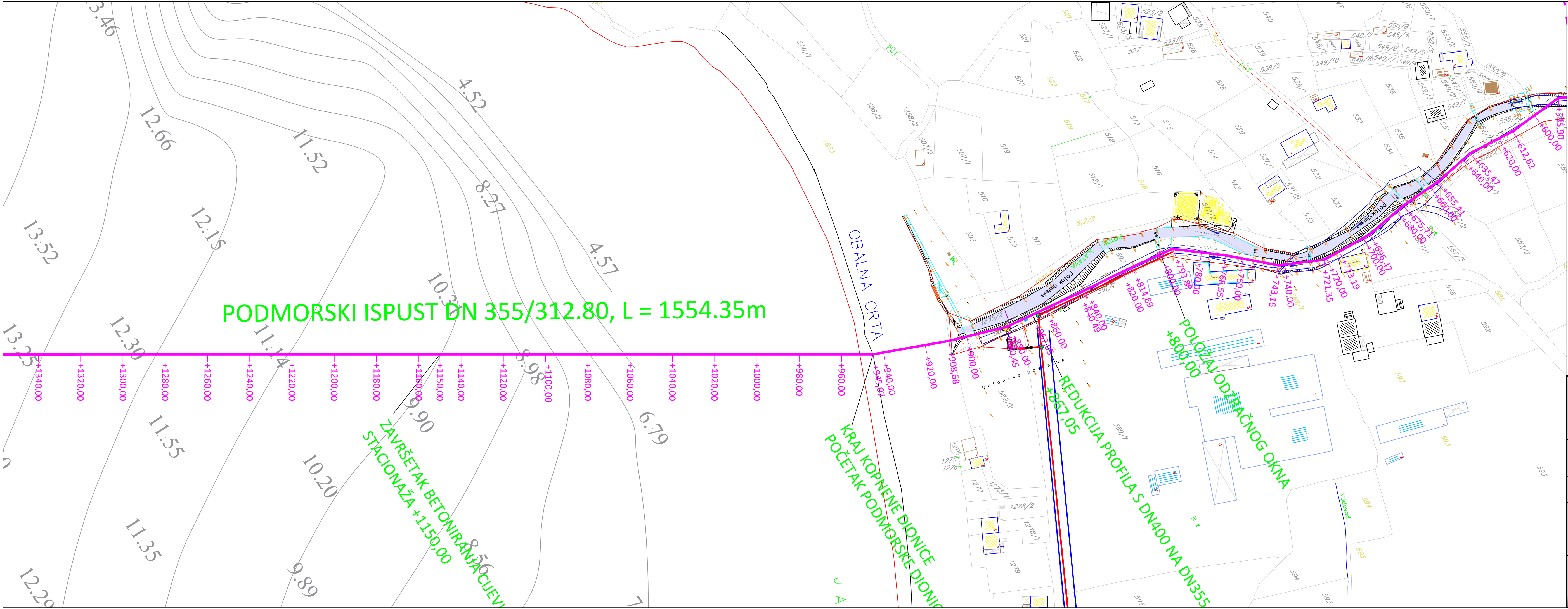
- prilog 1 Pregledna situacija, R 1:2500
- prilog 2.1 Situacija, R 1:1000
- prilog 2.2 Situacija, R 1:1000
- prilog 2.3 Situacija, R 1:1000
- prilog 3.1 Uzdužni profil kopnenog dijela cjevovoda
(od stac. 0+000.00 do stac. 0+450.00), R 1:100/500
- prilog 3.2 Uzdužni profil kopnenog dijela cjevovoda
(od stac. 0+450.00 do stac. 0+950.00), R 1:100/500
- prilog 4.1 Uzdužni profil kpodmorskog dijela cjevovoda
(od stac. 0+950.00 do stac. 1+400.00), R 1:100/500
- prilog 4.2 Uzdužni profil kpodmorskog dijela cjevovoda
(od stac. 1+400.00 do stac. 1+900.00), R 1:100/500
- prilog 4.3 Uzdužni profil kpodmorskog dijela cjevovoda
(od stac. 1+900.00 do stac. 2+500.00), R 1:100/500
- prilog 5 Osnova i uzdužni profil difuzora, R 1:100/500
- prilog 6.1 Osnova dozračnog bazena, R 1:50
- prilog 6.2.1 Presjek dozračnog bazena A-A, R 1:50
- prilog 6.2.2 Presjek dozračnog bazena B-B, R 1:50
- prilog 6.2.3 Presjek dozračnog bazena C-C, R 1:50
- prilog 7 Detalj nosača difuzora, R 1:20
- prilog 8 Detalj vazdušnog ventila, R 1:20
- prilog 9 Karakteristični poprečni presjeci rova, R 1:20
- prilog 10 Detalj primarnog i sekundarnog opteživača, R 1:10
- prilog 11.1 Plan armature opteživača
- prilog 11.2 Plan armature nosača difuzora



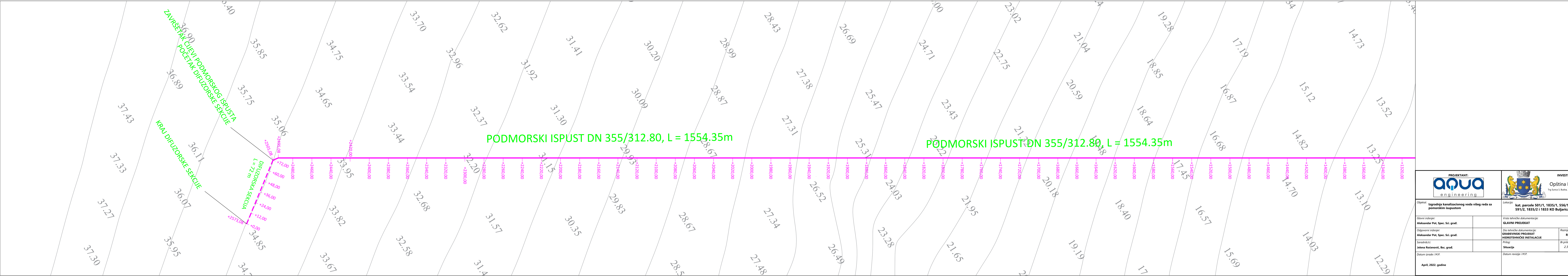
PROJEKTANT: 		INVESTITOR:  Opština Budva Trg Sunca 3, Budva, 85310, Crna Gora	
Objekat: Izgradnja kanalizacionog voda višeg reda sa pomorskim ispuustom		Lokacija: kat. parcele 501/1, 1835/1, 556/1, 552/3, 591/2, 1835/2 i 1833 KO Buljarica	
Glavni inženjer: Aleksandar Pot. Spec. Sci. grad.		Vrsta tehničke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT	
Odgovorni inženjer: Aleksandar Pot. Spec. Sci. grad.		Dio tehničke dokumentacije: GRAĐEVINSKI PROJEKAT HIDROTEHNIČKE INSTALACIJE	
Saradnik(ici): Jelena Ročenović, Bsc. grad.		Razmjera: R = 1 : 2500	
		Br.priloga: 1	
		Br.strane:	
Datum izrade i M.P.		Datum revizije i M.P.	
April, 2022. godine			



PROJEKTANT: 		INVESTITOR:  Opština Budva Trg Sunca 3, Budva, 85310, Crna Gora	
Objekat: Izgradnja kanalizacionog voda višeg reda sa pomorskim isupustom		Lokacija: kat. parcele 501/1, 1835/1, 556/1, 552/3, 591/2, 1835/2 i 1833 KO Buljarica	
Glavni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. grad.		Vrsta tehničke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT	
Odgovorni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. grad.		Dio tehničke dokumentacije: GRAĐEVINSKI PROJEKAT HIDROTEHNIČKE INSTALACIJE	Razmjera: R = 1 : 1000
Saradnik/ci: Jelena Ročenović, Bsc. grad.		Prilog: Situacija	Br.priloga: 2.1
Datum izrade i M.P. April, 2022. godine		Datum revizije i M.P.	

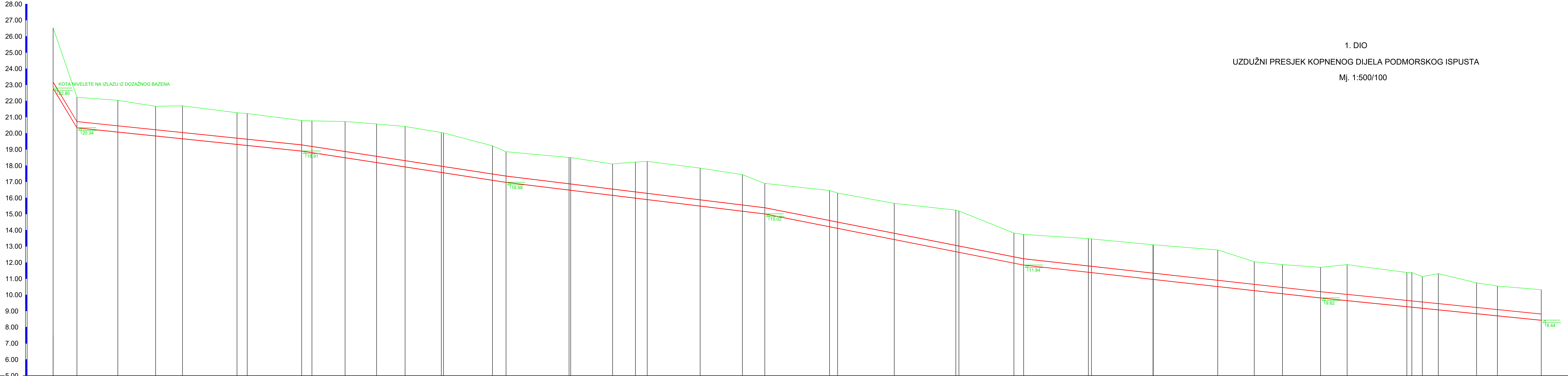


PROJEKTANT: aqua engineering		INVESTITOR: Opština Budva Trg Sunca 3, Budva, 85310, Crna Gora	
Objekat: Izgradnja kanalizacionog voda višeg reda sa pomorskim isupustom		Lokacija: kat. parcele 501/1, 1835/1, 556/1, 552/3, 591/2, 1835/2 i 1833 KO Buljarica	
Glavni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. grad.		Vrsta tehničke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT	
Odgovorni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. grad.		Dio tehničke dokumentacije: GRAĐEVINSKI PROJEKAT HIDROTEHNIČKE INSTALACIJE	Razmjera: R = 1 : 1000
Saradnik/ci: Jelena Ročenović, Bsc. grad.		Prilog: Situacija	Br.priloga: 2.2 Br.strane:
Datum izrade i M.P. April, 2022. godine		Datum revizije i M.P.	



PROJEKTANT: 		INVESTITOR: Opština Budva Trg Sunca 3, Budva, 85310, Crna Gora	
Objekat: Izgradnja kanalizacionog voda višeg reda sa pomorskim ispuustom		Lokacija: kat. parcele 501/1, 1835/1, 556/1, 552/3, 591/2, 1835/2 i 1833 KO Buljarica	
Glavni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. grad.		Vrsta tehničke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT	
Odgovorni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. grad.		Dio tehničke dokumentacije: GRAĐEVINSKI PROJEKAT HIDROTEHNIČKE INSTALACIJE	Razmjera: R = 1 : 1000
Saradnik/ci: Jelena Roćenović, Bsc. grad.		Prilog: Situacija	Br.priloga: 2.3 Br.strane:
Datum izrade i M.P. April, 2022. godine		Datum revizije i M.P.	

z (m n.m.)



1. DIO
UZDUŽNI PRESJEK KOPNELOG DIJELA PODMORSKOG ISPUSTA
Mj. 1:500/100

OZNAKA TOČKE	IZLAZ IZ DOŽAŽNOG BAZENA																																																																																																																														
PODACI O CJEVOVODU	DN 400/369.40 PE 100 SDR 26						DN 400/369.40 PE 100 SDR 26						DN 400/369.40 PE 100 SDR 26						DN 400/369.40 PE 100 SDR 26						DN 400/369.40 PE 100 SDR 26																																																																																																						
DULJINA I PAD CIJEVI (m, ‰)	L=7.37 (m) I=33.38 ‰	L=69.46 (m); I=2.073 ‰						L=63.17 (m); I=3.055 ‰						L=80.00 (m); I=2.450 ‰						L=80.00 (m); I=3.950 ‰						L=91.77 (m); I=2.223 ‰						L=68.23 (m); I=2.023 ‰																																																																																															
STACIONAŽA	0+000	0+050						0+100						0+150						0+200						0+250						0+300						0+350						0+400						0+450																																																																													
KOTE TERENA	26.53	26.53	22.23	22.23	22.04	22.04	21.67	21.67	21.70	21.70	21.27	21.27	21.22	21.22	20.79	20.79	20.77	20.77	20.73	20.73	20.58	20.58	20.42	20.42	20.05	20.05	18.50	18.50	18.10	18.10	18.22	18.22	18.26	18.26	17.84	17.84	16.46	16.46	16.30	16.30	15.66	15.66	13.82	13.82	13.74	13.74	13.48	13.48	13.10	13.10	12.78	12.78	12.05	12.05	11.87	11.87	11.70	11.70	11.38	11.38	11.33	11.33	11.13	11.13	11.31	11.31	10.74	10.74	10.54	10.54	10.32	10.32																																																							
STACIONAŽA	0.00	7.37	20.00	20.00	31.70	31.70	40.00	40.00	56.85	56.85	60.00	60.00	68.00	68.00	76.83	76.83	80.00	80.00	90.25	90.25	100.00	100.00	108.79	108.79	120.00	120.00	126.88	126.88	150.46	150.46	172.95	172.95	18.10	18.10	18.22	18.22	18.26	18.26	200.00	200.00	240.00	240.00	242.50	242.50	260.00	260.00	279.05	279.05	297.00	297.00	300.00	300.00	320.00	320.00	320.95	320.95	340.00	340.00	340.63	340.63	360.00	360.00	371.26	371.26	380.00	380.00	391.77	391.77	400.00	400.00	418.45	418.45	420.00	420.00	422.25	422.25	423.16	423.16	440.00	440.00	446.44	446.44	460.00	460.00																																											
KOTA DNA CIJEVI (m n. m.)	22.78	20.33	20.07	20.07	19.82	19.82	19.65	19.65	19.30	19.30	19.24	19.24	19.09	19.09	18.74	18.69	18.79	18.79	18.48	18.48	18.18	18.18	17.91	17.91	17.57	17.56	17.36	17.36	16.49	16.49	16.15	16.15	17.82	17.82	18.22	18.22	18.26	18.26	200.00	200.00	240.00	240.00	242.50	242.50	260.00	260.00	279.05	279.05	297.00	297.00	300.00	300.00	320.00	320.00	320.95	320.95	340.00	340.00	340.63	340.63	360.00	360.00	371.26	371.26	380.00	380.00	391.77	391.77	400.00	400.00	418.45	418.45	420.00	420.00	422.25	422.25	423.16	423.16	440.00	440.00	446.44	446.44	460.00	460.00																																											
KOTA DNA ISKOPA (m n. m.)	22.63	20.18	19.92	19.92	19.67	19.67	19.50	19.50	19.15	19.15	19.09	19.09	18.94	18.94	18.59	18.54	18.64	18.64	18.33	18.33	18.03	18.03	17.76	17.76	17.42	17.41	17.36	17.36	16.32	16.32	16.00	16.00	15.34	15.34	15.02	15.02	15.17	15.17	14.21	14.21	14.11	14.11	13.39	13.39	13.37	13.37	12.66	12.66	12.52	12.52	11.39	11.39	11.37	11.37	10.95	10.95	10.84	10.84	10.50	10.50	10.25	10.25	10.06	10.06	9.80	9.80	9.63	9.63	9.06	9.06	8.82	8.82	8.69	8.69	8.42	8.42																																																			
DUBINA ISKOPA (m)	3.90	2.05	2.12	2.12	2.00	2.00	2.20	2.20	2.12	2.12	2.13	2.13	2.05	2.05	2.05	2.13	2.13	2.16	2.16	2.40	2.40	2.55	2.55	2.66	2.66	2.63	2.61	2.78	2.78	2.18	2.18	2.10	2.10	2.42	2.42	2.05	2.05	2.39	2.34	2.34	2.39	2.40	2.40	2.27	2.27	2.02	2.06	2.06	2.24	2.24	2.30	2.31	2.43	2.43	1.95	1.95	1.98	1.98	2.05	2.05	2.39	2.39	2.27	2.31	2.12	2.12	2.40	2.40	2.07	2.07	2.00	2.00	2.05	2.05																																																					
HORIZONTALNI LOMOVI	88.19°	157.22°						156.99°						168.24°						168.59°						167.73°						153.69°						161.06°						176.34°						171.50°						165.87°						180.00°						171.20°						148.57°						165.17°						179.42°						167.69°						173.80°						172.88°						155.96°						141.02°						159.23°					

PROJEKTANT:

INVESTITOR:

Opština Budva
Trg Sunca 3, Budva, 85310, Crna Gora

Objekat:
Izgradnja kanalizacionog voda višeg reda sa pomorskim isupustom

Lokacija:
kat. parcele 501/1, 1835/1, 556/1, 552/3, 591/2, 1835/2 i 1833 KO Buljarica

Glavni inženjer:
Aleksandar Pot, Spec. Sci. grad.

Vrsta tehničke dokumentacije:
GLAVNI PROJEKAT

Odgovorni inženjer:
Aleksandar Pot, Spec. Sci. grad.

Dio tehničke dokumentacije:
GRAĐEVINSKI PROJEKAT
HIDROTEHNIČKE INSTALACIJE

Razmjera:
R = 1 : 100/500

Saradnik/ci:
Jelena Ročenić, Bsc. grad.

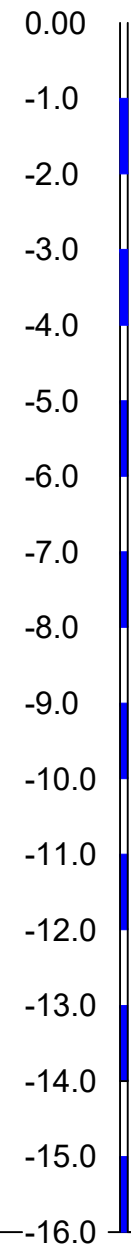
Prilog:
Uzdužni profil kopnenog dijela cjevovoda (stac. 0+000.00 do 0+450.00)

Br.priloga: 3,1
Br.strane:

Datum izrade i M.P.
April, 2022. godine

Datum revizije i M.P.

z (m n.m.)

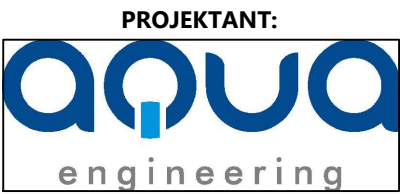


1. DIO
UZDUŽNI PRESJEK PODMORSKOG DIJELA PODMORSKOG ISPUSTA
Mj. 1:500/100

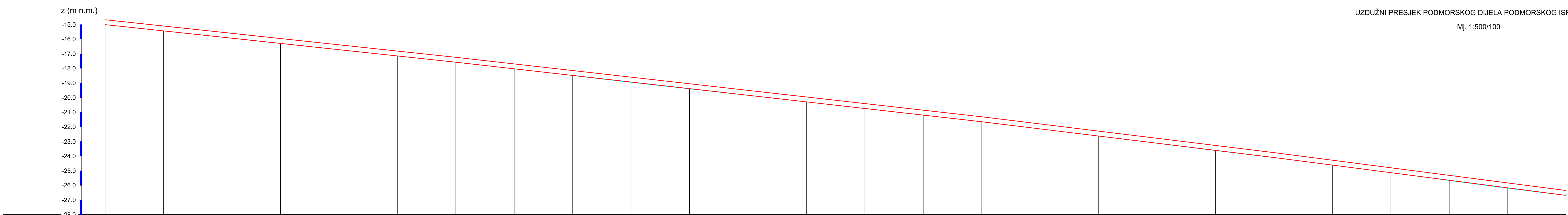
ZAVRŠETAK BETONIRANJA CIJEVI DO STACIONAŽE +1150.00
STABILIZACIJA CIJEVI ISPUSTA BETONSKIM OPTEŽIVAČIMA

IZLAZAK CIJEVI NA MORSKO DNO

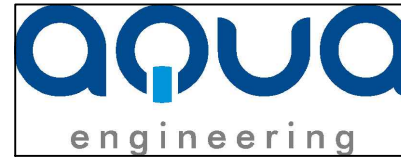
OZNAKA TOČKE	IZLAZAK CIJEVI NA MORSKO DNO																																					
PODACI O CJEVOVODU	DN 355/312.80 PE 100 SDR 17														DN 355/312.80 PE 100 SDR 17							DN 355/312.80 PE 100 SDR 17					DN 355/312.80 PE 100 SDR 17											
DULJINA I PAD CIJEVI (m, %)	L=154.93 (m); I=5.486 %														L=120.00 (m); I=0.508 %							L=60.00 (m); I=1.600 %					L=80.00 (m); I=1.862 %					L=80.00 (m); I=2.000 %						
STACIONAŽA	0+9501+0001+0501+1001+1501+2001+2501+3001+3501+400																																					
KOTA DNA	0.00-0.78-1.82-2.87-3.91-4.95-6.00-7.04-8.26-9.22-9.75-10.14-10.42-10.70-10.97-11.30-11.61-11.93-12.29-12.67-13.04-13.42-13.80-14.19-14.60-15.02																																					
STACIONAŽA	945.07960.00980.001000.001020.001040.001060.001080.001100.001120.001140.001160.001180.001200.001220.001240.001260.001280.001300.001320.001340.001360.001380.001400.001420.001440.00																																					
KOTA DNA CIJEVI (m n. m.)	-1.86-2.67-3.77-4.87-5.97-7.06-8.16-9.26-10.36-10.46-10.56-10.66-10.77-10.87-10.97-11.30-11.61-11.93-12.29-12.67-13.04-13.42-13.80-14.19-14.60-15.02																																					
KOTA DNA ISKOPA (m n. m.)	-2.16-2.97-4.07-5.17-6.27-7.36-8.46-9.56-10.66-10.76-10.86-10.96-10.97-11.17-11.17-11.30-11.61-11.93-12.29-12.67-13.04-13.42-13.80-14.19-14.60-15.02																																					
DUBINA ISKOPA (m)	2.162.192.252.302.362.412.462.522.401.541.110.820.550.47																																					



Objekat: Izgradnja kanalizacionog voda višeg reda sa pomorskim isupustom		Lokacija: kat. parcele 501/1, 1835/1, 556/1, 552/3, 591/2, 1835/2 i 1833 KO Buljarica	
Glavni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. grad.		Vrsta tehničke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT	
Odgovorni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. grad.		Dio tehničke dokumentacije: GRAĐEVINSKI PROJEKAT HIDROTEHNIČKE INSTALACIJE	Razmjera: R = 1 : 100/500
Saradnik/ici: Jelena Ročenočić, Bsc. grad.		Prilog: Uzdužni profil podmorskog dijela cjevovoda (stac. 0+950.00 do 1+400.00)	Br.priloga: 4,1
Datum izrade i M.P. April, 2022. godine		Datum revizije i M.P.	



OZNAKA TOČKE																																																		
PODACI O CJEVOVODU	DN 355/312.80 PE 100 SDR 17										DN 355/312.80 PE 100 SDR 17										DN 355/312.80 PE 100 SDR 17										DN 355/312.80 PE 100 SDR 17										DN 355/312.80 PE 100 SDR 17									
DULJINA I PAD CIJEVI (m, %)	L=140.00 (m); I=1.836 %										L=100.00 (m); I=2.260 %										L=80.00 (m); I=2.263 %										L=100.00 (m); I=2.450 %										L=100.00 (m); I=2.590 %									
STACIONAŽA	1+4501+5001+550										1+6001+650										1+7001+750										1+8001+850										1+900									
KOTA DNA	-15.02	-15.44	-15.85	-16.28	-16.71	-17.15	-17.59	-18.03	-18.50	-18.97	-19.41	-19.85	-20.29	-20.73	-21.19	-21.66	-22.14	-22.64	-23.13	-23.63	-24.11	-24.61	-25.13	-25.68	-26.21	-26.70																								
STACIONAŽA	1440.00	1460.00	1480.00	1500.00	1520.00	1540.00	1560.00	1580.00	1600.00	1620.00	1640.00	1660.00	1680.00	1700.00	1720.00	1740.00	1760.00	1780.00	1800.00	1820.00	1840.00	1860.00	1880.00	1900.00	1920.00	1940.00																								
KOTA DNA CIJEVI (m n. m.)	-15.02	-15.44	-15.85	-16.28	-16.71	-17.15	-17.59	-18.03	-18.50	-18.97	-19.41	-19.85	-20.29	-20.73	-21.19	-21.66	-22.14	-22.64	-23.13	-23.63	-24.11	-24.61	-25.13	-25.68	-26.21	-26.70																								



PROJEKTANT:



INVESTITOR:

Opština Budva

Trg Sunca 3, Budva, 85310, Crna Gora

Objekat:

Izgradnja kanalizacionog voda višeg reda sa pomorskim isupustom

Lokacija:

kat. parcele 501/1, 1835/1, 556/1, 552/3, 591/2, 1835/2 i 1833 KO Buljarica

Glavni inženjer:

Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ.

Vrsta tehničke dokumentacije:

GLAVNI PROJEKAT

Odgovorni inženjer:

Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ.

Dio tehničke dokumentacije:

GRAĐEVINSKI PROJEKAT

HIDROTEHNIČKE INSTALACIJE

Razmjera:

R = 1 : 100/500

Saradnik/i:

Jelena Ročenović, Bsc. građ.

Prilog:

Uzdužni profil podmorskog dijela cjevovoda (stac. 1+400.00 do 1+900.00)

Br.priloga:

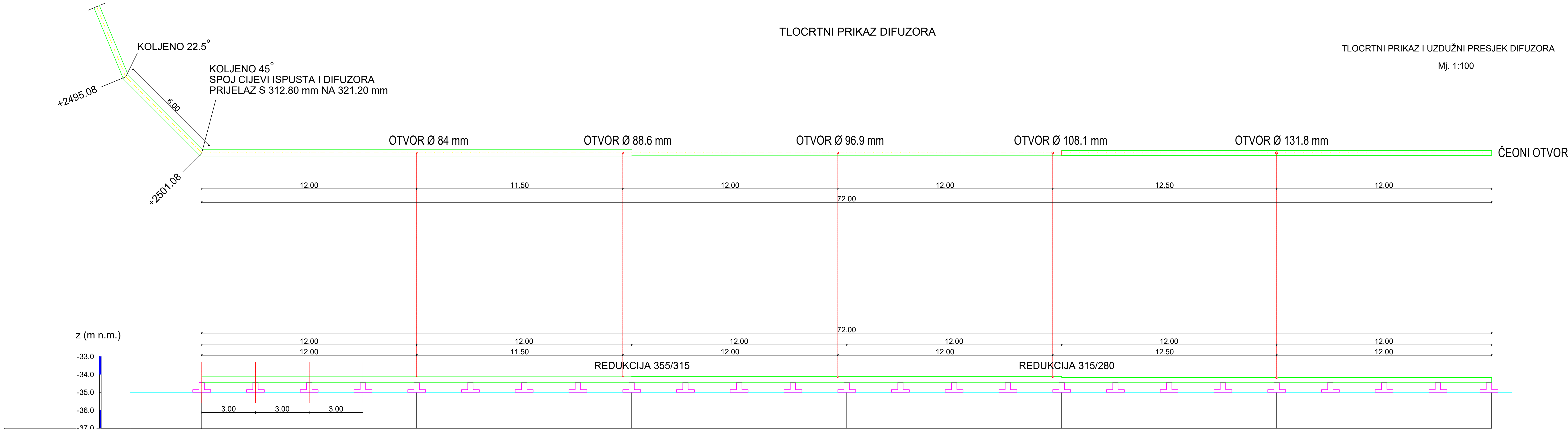
4.2

Br.strane:

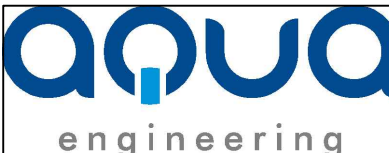
Datum izrade i M.P.

April, 2022. godine

Datum revizije i M.P.



OZNAKA TOČKE	SPOJ CIJEVI ISPUSTA I DIFUZORA						
PODACI O CJEVOVODU	DN 355/321.20 mm PE 100 SDR 21		DN 355/321.20 mm PE 100 SDR 21		DN 315/285 mm PE 100 SDR 21		DN 280/253.20 mm PE 100 SDR 21
KOTA MORSKOG DNA	-35.00	-35.00	-35.00	-35.00	-35.00	-35.00	-35.00
KOTA NIVELETE	-34.42	-34.42	-34.42	-34.42	-34.42	-34.42	-34.42
STACIONAŽA DIFUZORA	72.00	60.00	48.50	48.00	36.50	24.50	12.00
STACIONAŽA UKUPNO	2501.08	2513.08	2524.58	2526.08	2536.58	2537.08	2546.58

PROJEKTANT: 		INVESTITOR:  Opština Budva Trg Sunca 3, Budva, 85310, Crna Gora	
Objekat: Izgradnja kanalizacionog voda višeg reda sa pomorskim isupustom		Lokacija: kat. parcele 501/1, 1835/1, 556/1, 552/3, 591/2, 1835/2 i 1833 KO Buljarica	
Glavni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. grad.		Vrsta tehničke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT	
Odgovorni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. grad.		Dio tehničke dokumentacije: GRAĐEVINSKI PROJEKAT HIDROTEHNIČKE INSTALACIJE	Razmjera: R = 1 : 100/500
Saradnik/ici: Jelena Ročenić, Bsc. grad.		Prilog: Osnova i uzdužni profil difuzora	Br.priloga: 5 Br.strane:
Datum izrade i M.P. April, 2022. godine		Datum revizije i M.P.	



PROJEKTANT:

aqua
engineering


INVESTITOR:
Opština Budva
 Trg Sunca 3, Budva, 85310, Crna Gora

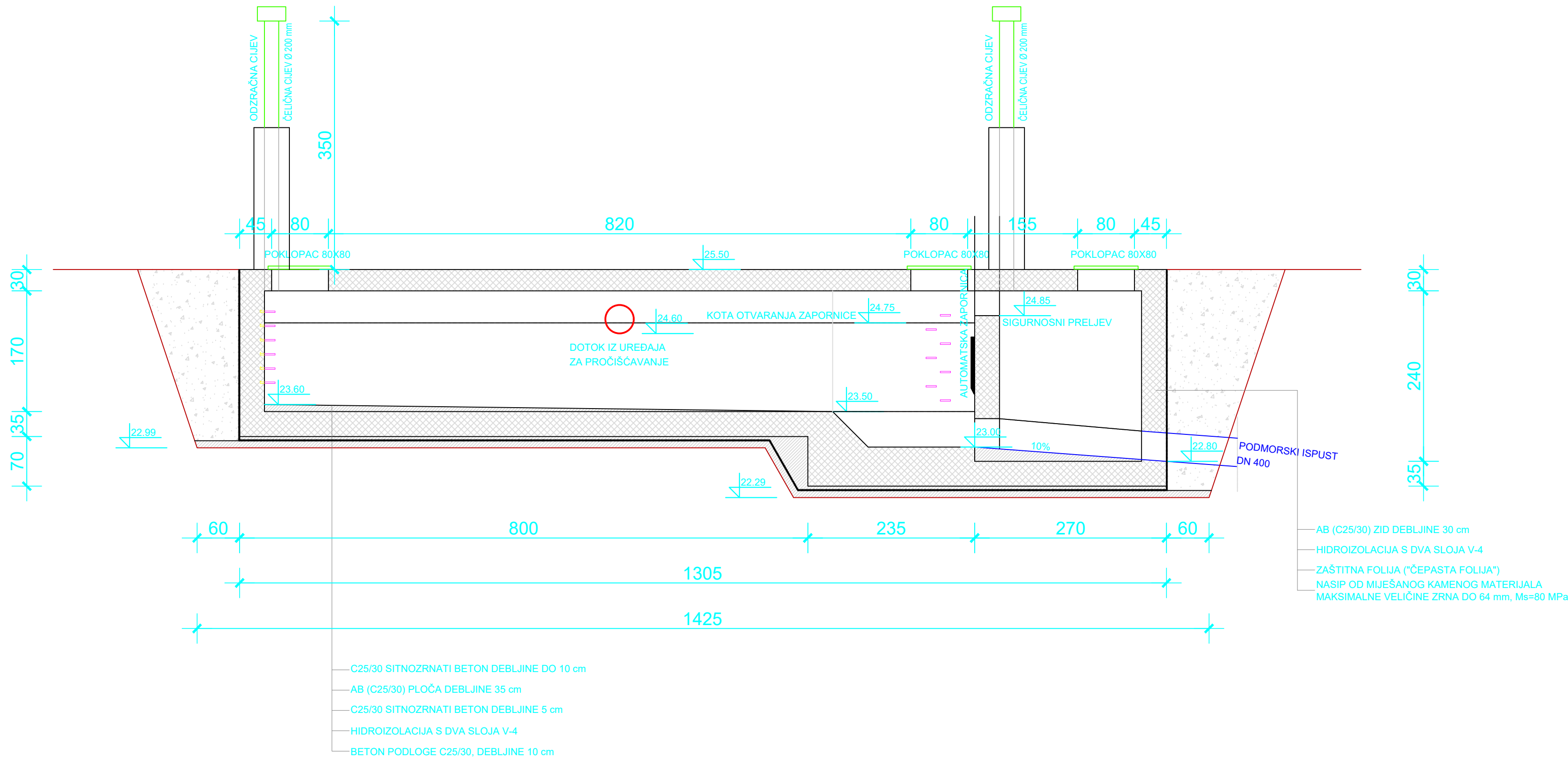
Objekat:	Izgradnja kanalizacionog voda višeg reda sa pomorskim isupustom	Lokacija:	kat. parcele 501/1, 1835/1, 556/1, 552/3, 591/2, 1835/2 i 1833 KO Buljarica
----------	---	-----------	---

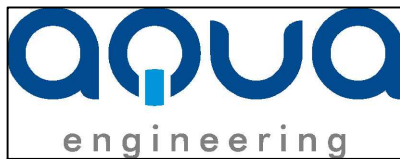
Glavni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ.	Vrsta tehničke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT
---	---

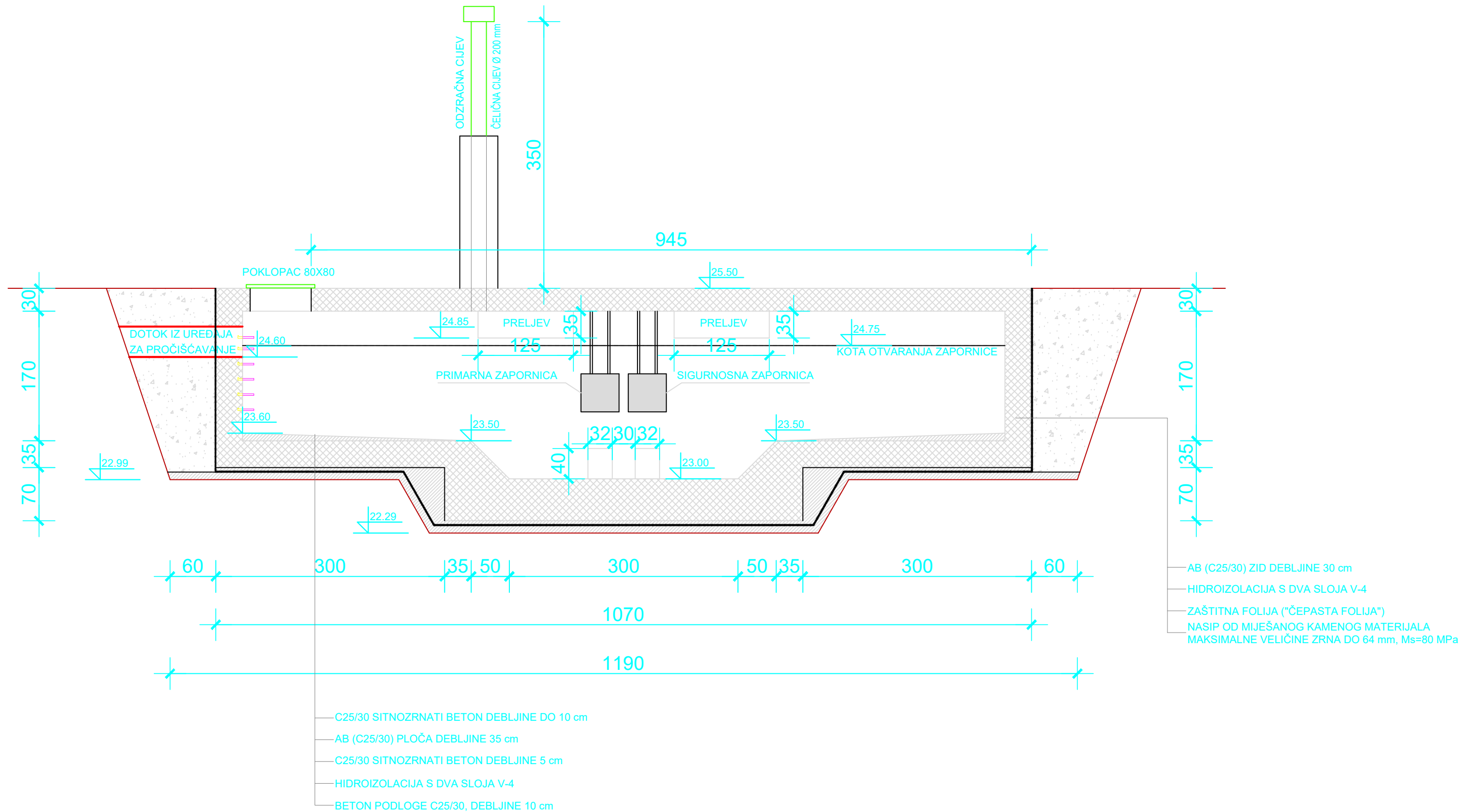
Odgovorni inženjer:		Dio tehničke dokumentacije:	Razmjera:
Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ.		GRAĐEVINSKI PROJEKAT HIDROTEHNIČKE INSTALACIJE	R = 1 : 50

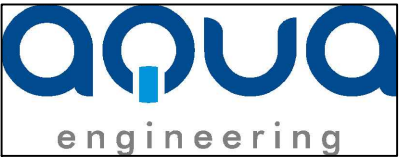
Saradnik/ci:		Prilog:	Br.priloga:	Br.strane:
Jelena Roćenović, Bsc. grad.		Osnova dozračnog bazena	6.1	

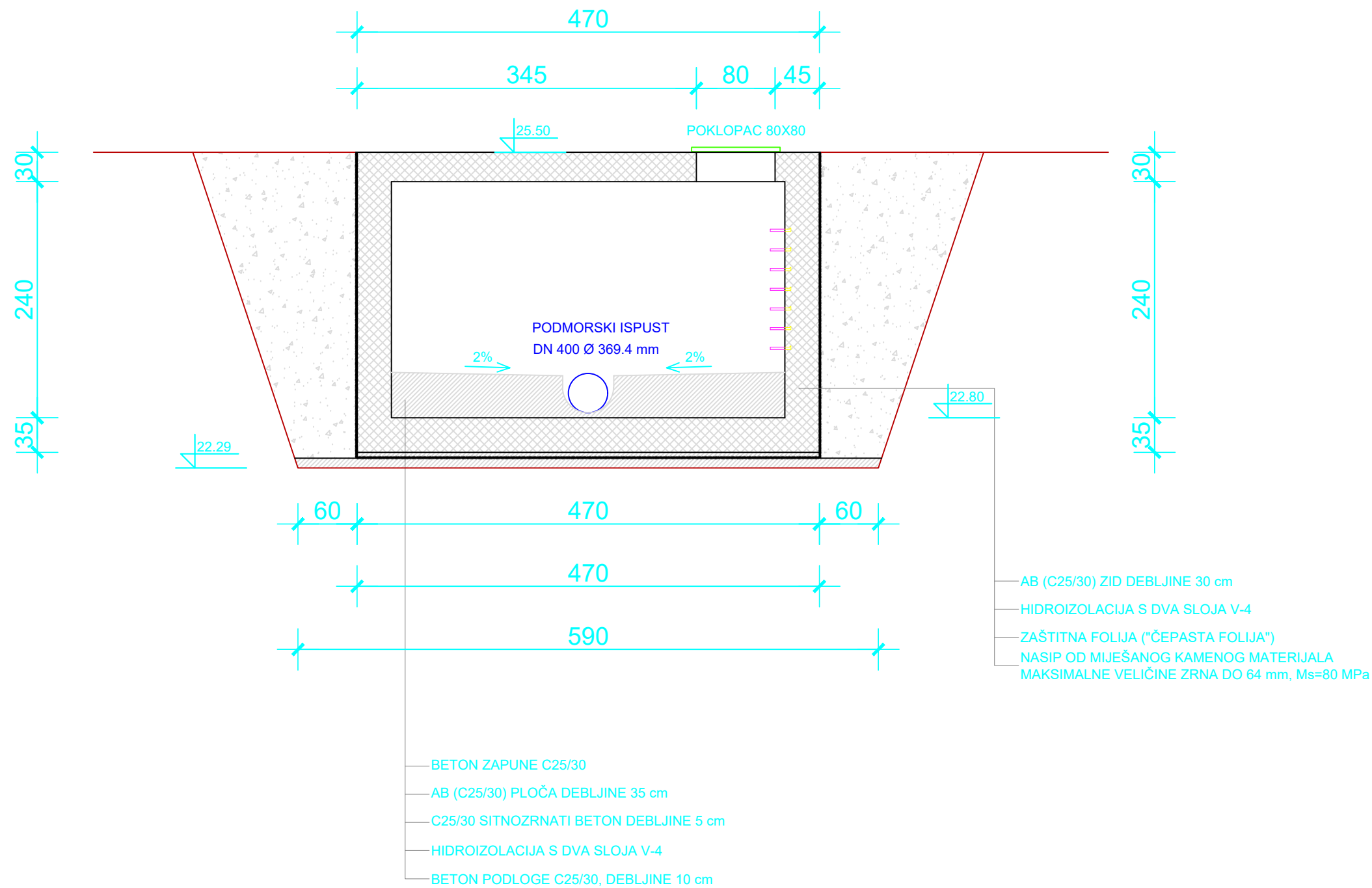
Datum izrade i M.P.	Datum revizije i M.P.
April, 2022. godine	

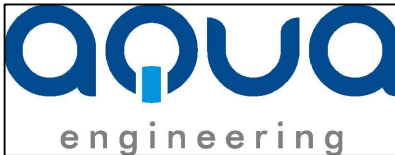


PROJEKTANT: 		INVESTITOR:  Opština Budva Trg Sunca 3, Budva, 85310, Crna Gora	
Objekat: Izgradnja kanalizacionog voda višeg reda sa pomorskim isupustom		Lokacija: kat. parcele 501/1, 1835/1, 556/1, 552/3, 591/2, 1835/2 i 1833 KO Buljarica	
Glavni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ.		Vrsta tehničke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT	
Odgovorni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ.		Dio tehničke dokumentacije: GRAĐEVINSKI PROJEKAT HIDROTEHNIČKE INSTALACIJE	Razmjera: R = 1 : 50
Saradnik/ci: Jelena Ročenović, Bsc. građ.		Prilog: Presjek dozračnog bazena A-A	Br.priloga: 6.2.1 Br.strane:
Datum izrade i M.P. April, 2022. godine		Datum revizije i M.P.	

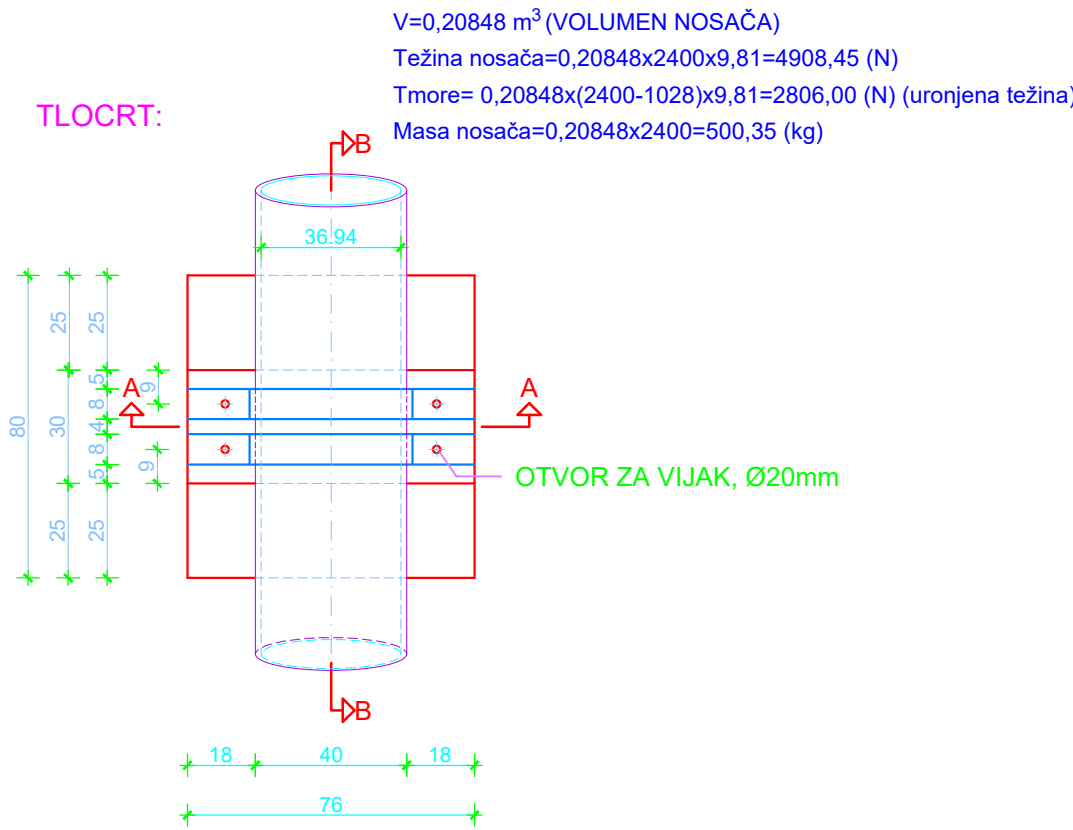


PROJEKTANT: 		INVESTITOR:  Opština Budva Trg Sunca 3, Budva, 85310, Crna Gora	
Objekat: Izgradnja kanalizacionog voda višeg reda sa pomorskim isupustom		Lokacija: kat. parcele 501/1, 1835/1, 556/1, 552/3, 591/2, 1835/2 i 1833 KO Buljarica	
Glavni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ.		Vrsta tehničke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT	
Odgovorni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ.		Dio tehničke dokumentacije: GRAĐEVINSKI PROJEKAT HIDROTEHNIČKE INSTALACIJE	Razmjera: R = 1 : 50
Saradnik/ci: Jelena Ročenović, Bsc. građ.		Prilog: Presjek dozračnog bazena B-B	Br.priloga: 6.2.2
Datum izrade i M.P. April, 2022. godine		Datum revizije i M.P.	

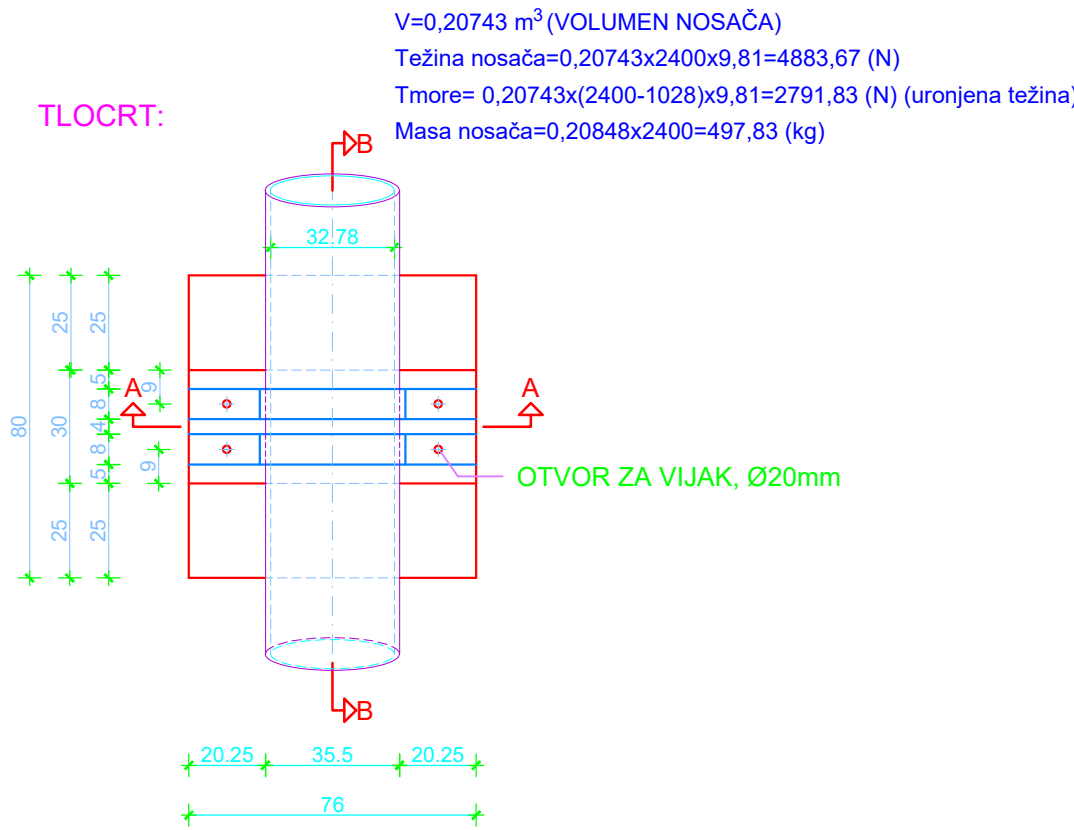


PROJEKTANT: 		INVESTITOR:  Opština Budva Trg Sunca 3, Budva, 85310, Crna Gora	
Objekat: Izgradnja kanalizacionog voda višeg reda sa pomorskim isupustom		Lokacija: kat. parcele 501/1, 1835/1, 556/1, 552/3, 591/2, 1835/2 i 1833 KO Buljarica	
Glavni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ.		Vrsta tehničke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT	
Odgovorni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ.		Dio tehničke dokumentacije: GRAĐEVINSKI PROJEKAT HIDROTEHNIČKE INSTALACIJE	Razmjera: R = 1 : 50
Saradnik/ci: Jelena Roćenović, Bsc. građ.		Prilog: Presjek dozračnog bazena C-C	Br.priloga: 6.2.3 Br.strane:
Datum izrade i M.P. April, 2022. godine		Datum revizije i M.P.	

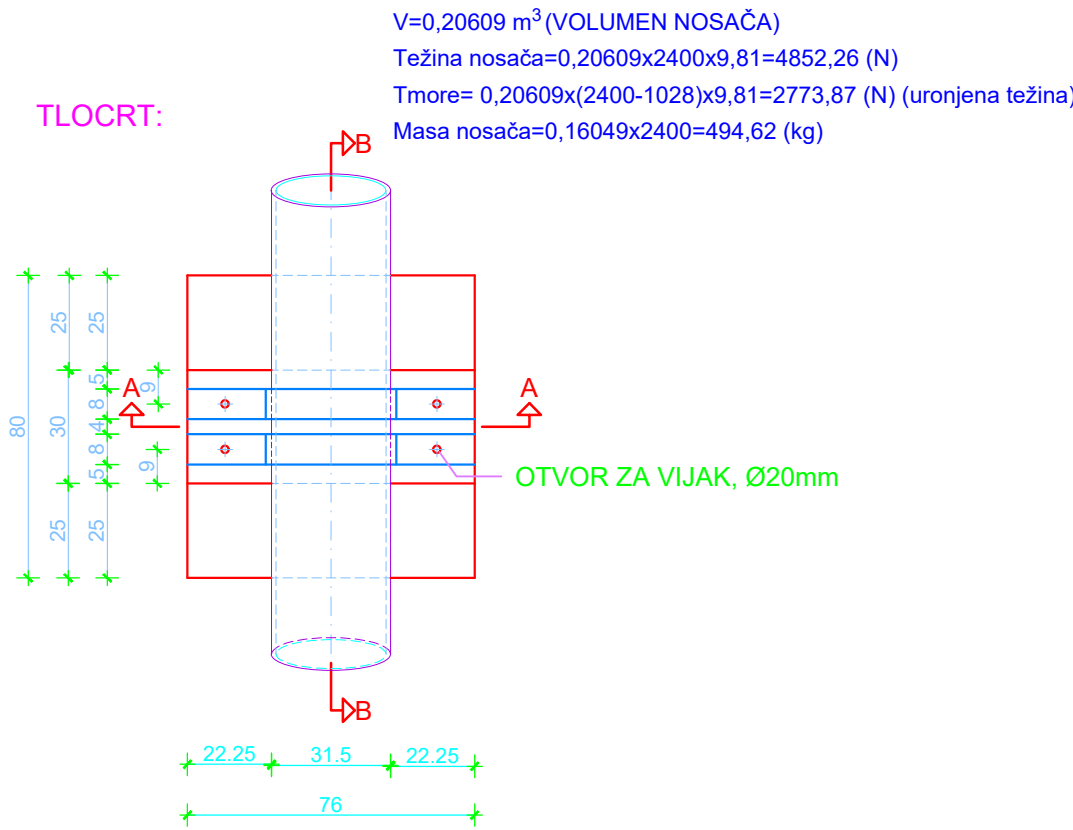
TIP "A", DN 400/369.4 mm



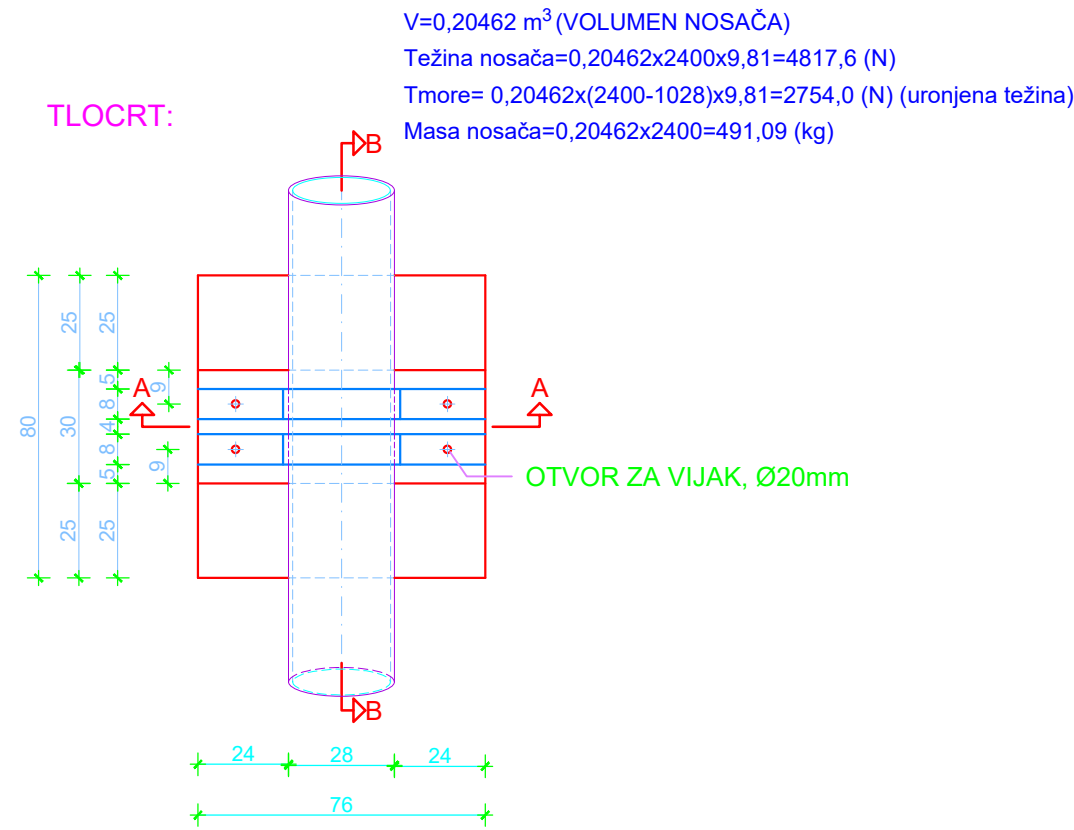
TIP "B", DN 355/327.8 mm



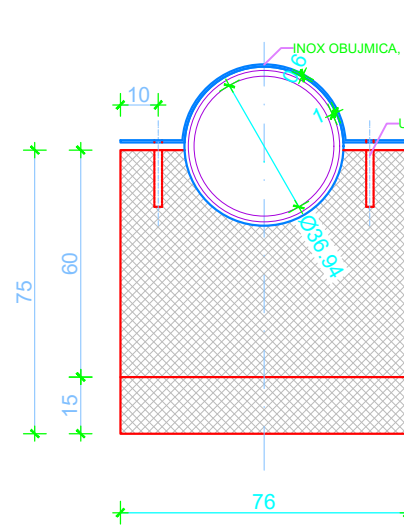
TIP "C", DN 315/290,8 mm



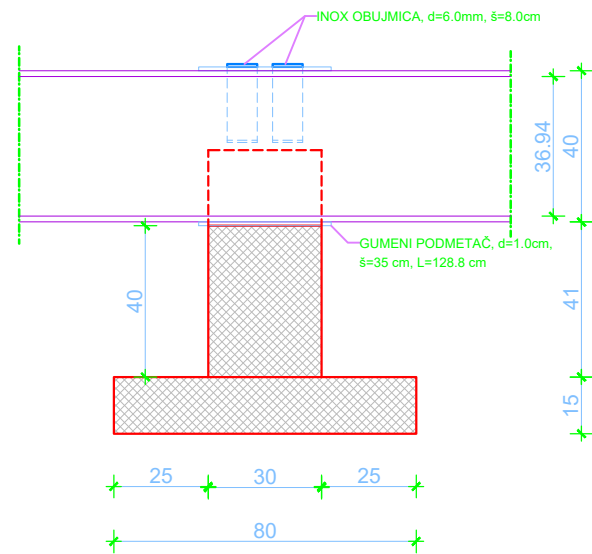
TIP "D", DN 280/256,6 mm



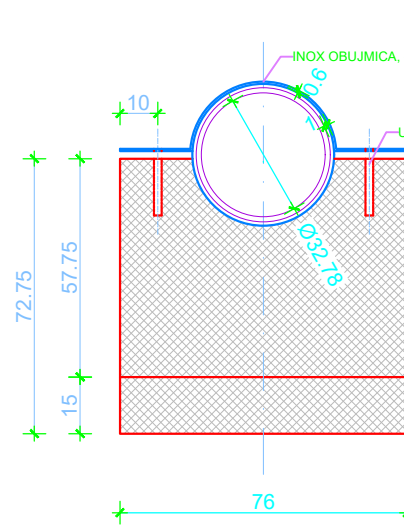
PRESJEK A-A:



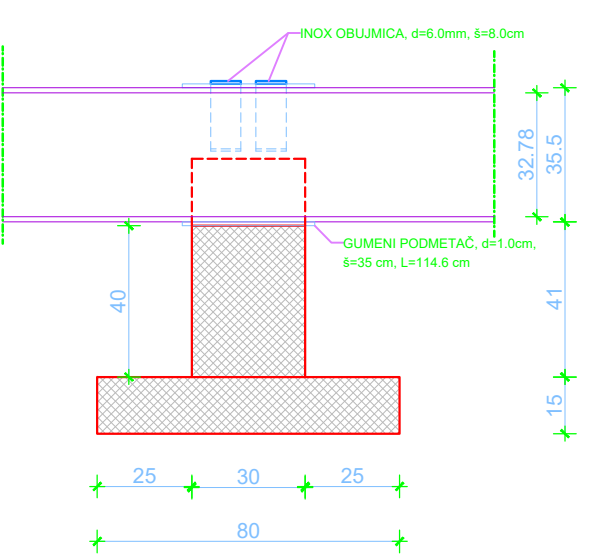
PRESJEK B-B:



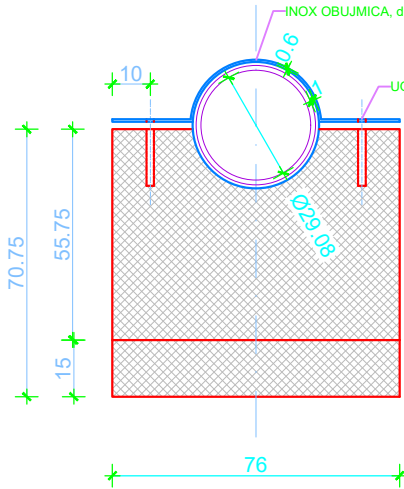
PRESJEK A-A:



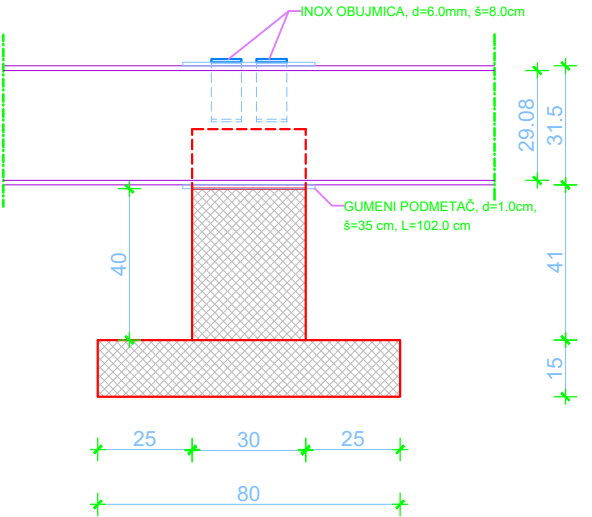
PRESJEK B-B:



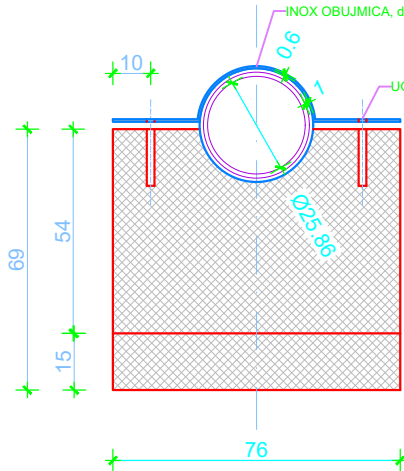
PRESJEK A-A:



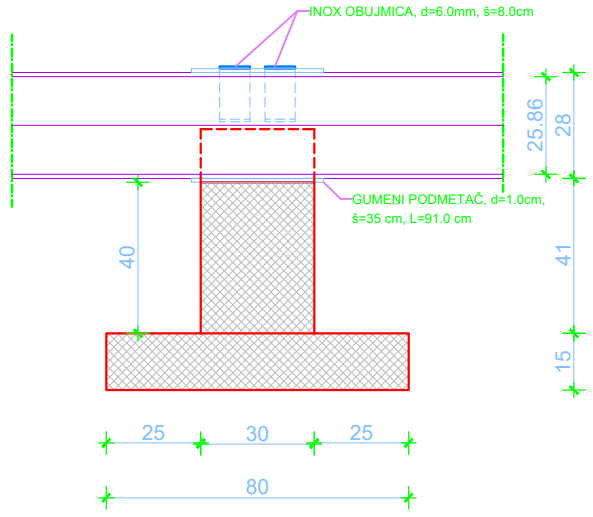
PRESJEK B-B:



PRESJEK A-A:



PRESJEK B-B:



Objekat: Izgradnja kanalizacionog voda višeg reda sa pomorskim isupustom

Lokacija: kat. parcele 501/1, 1835/1, 556/1, 552/3, 591/2, 1835/2 i 1833 KO Buljarica

Glavni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. grad.

Vrsta tehničke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT

Odgovorni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. grad.

Dio tehničke dokumentacije: GRAĐEVINSKI PROJEKAT
HIDROTEHNIČKE INSTALACIJE

Razmjera: R = 1 : 20

Saradnik/ci: Jelena Ročenović, Bsc. grad.

Prilog: Detalji nosača difuzora

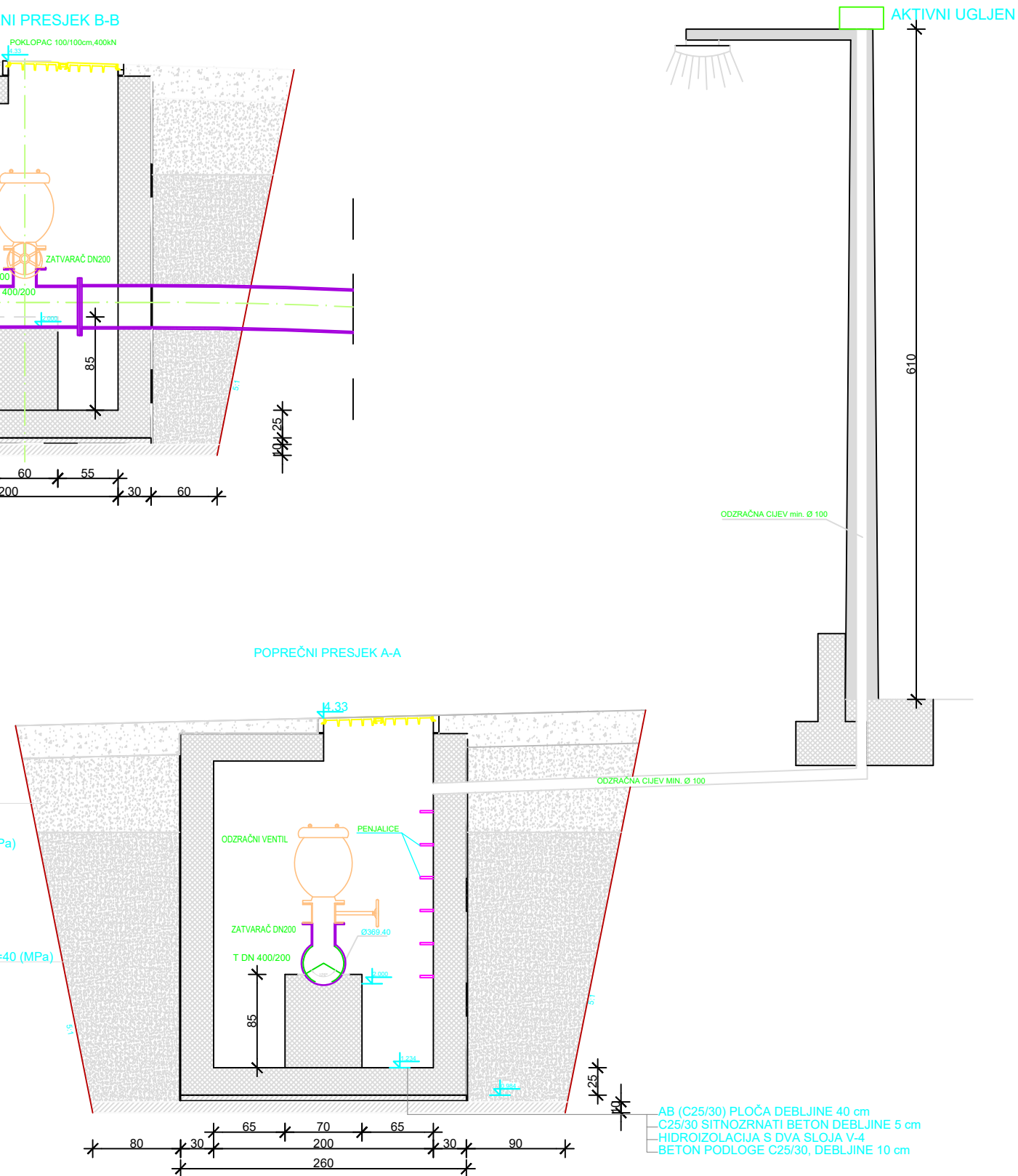
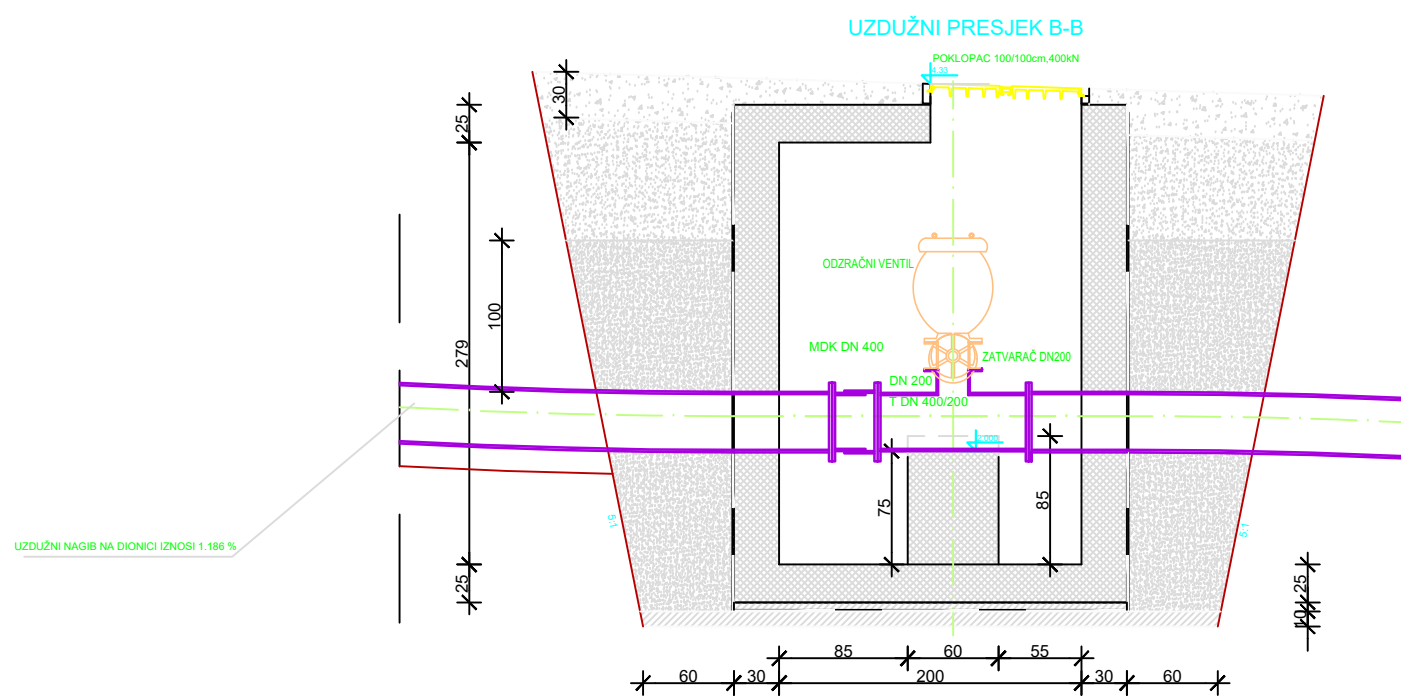
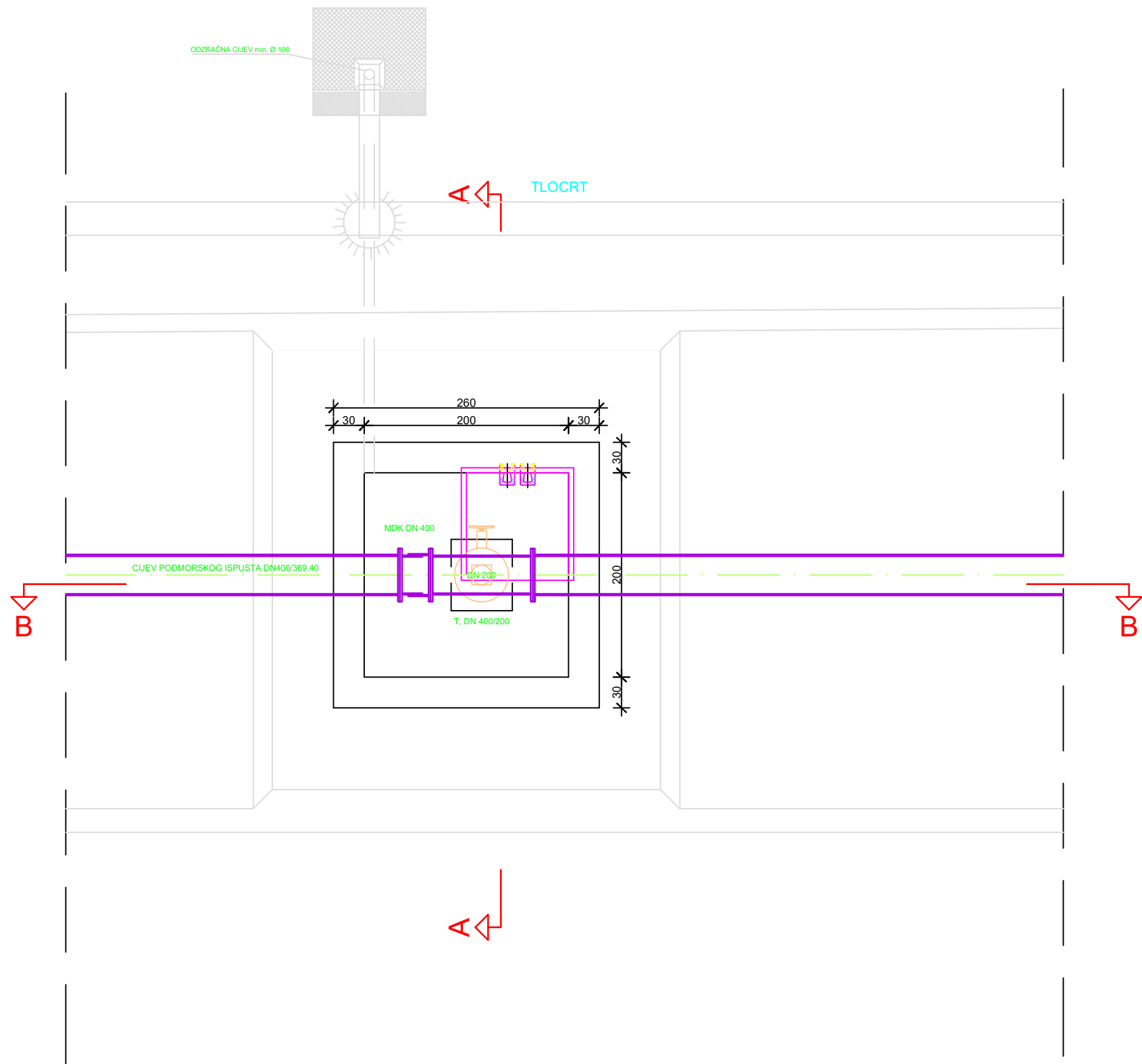
Br.priloga: 7

Br.strane:

Datum izrade i M.P.

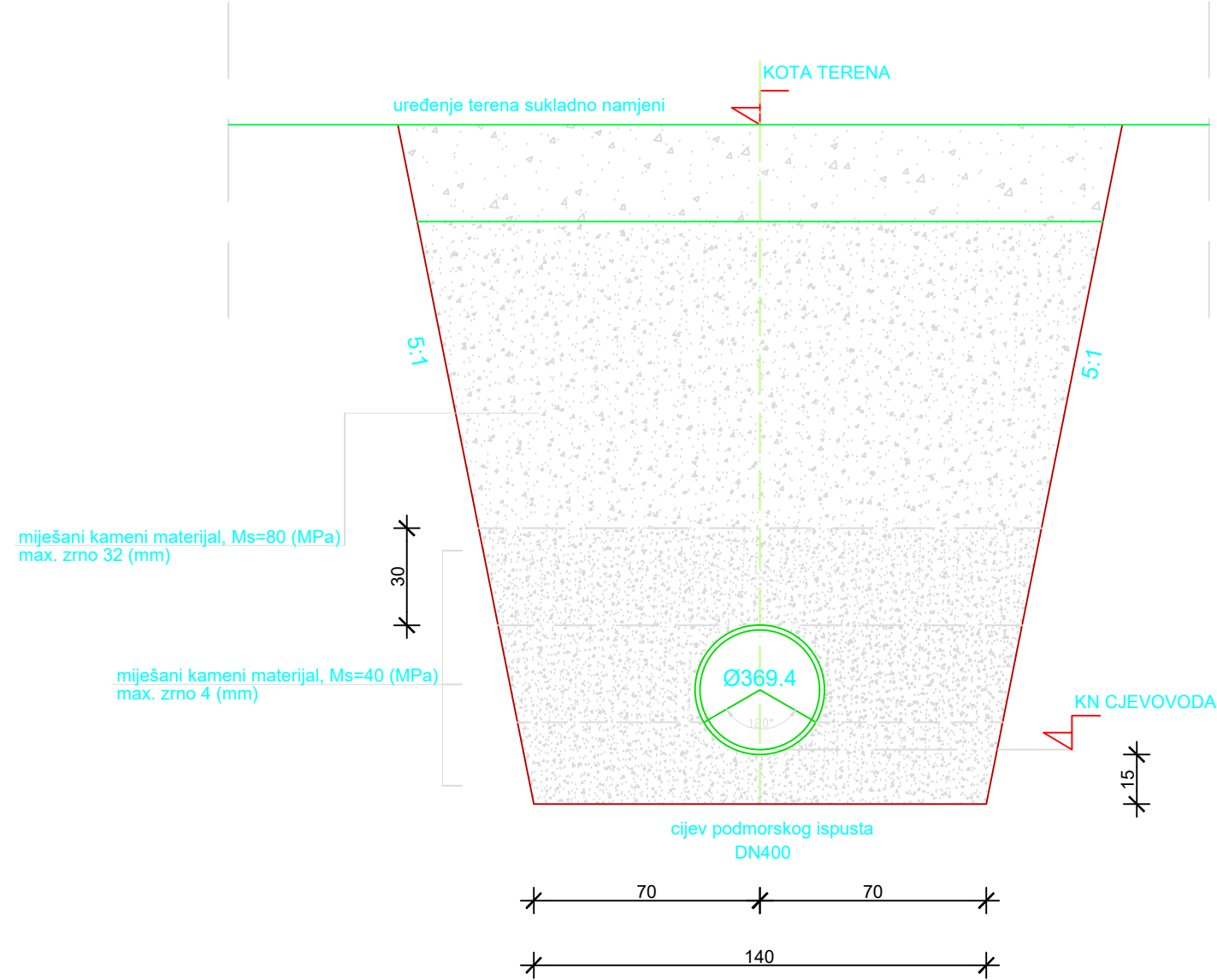
Datum revizije i M.P.

April, 2022. godine

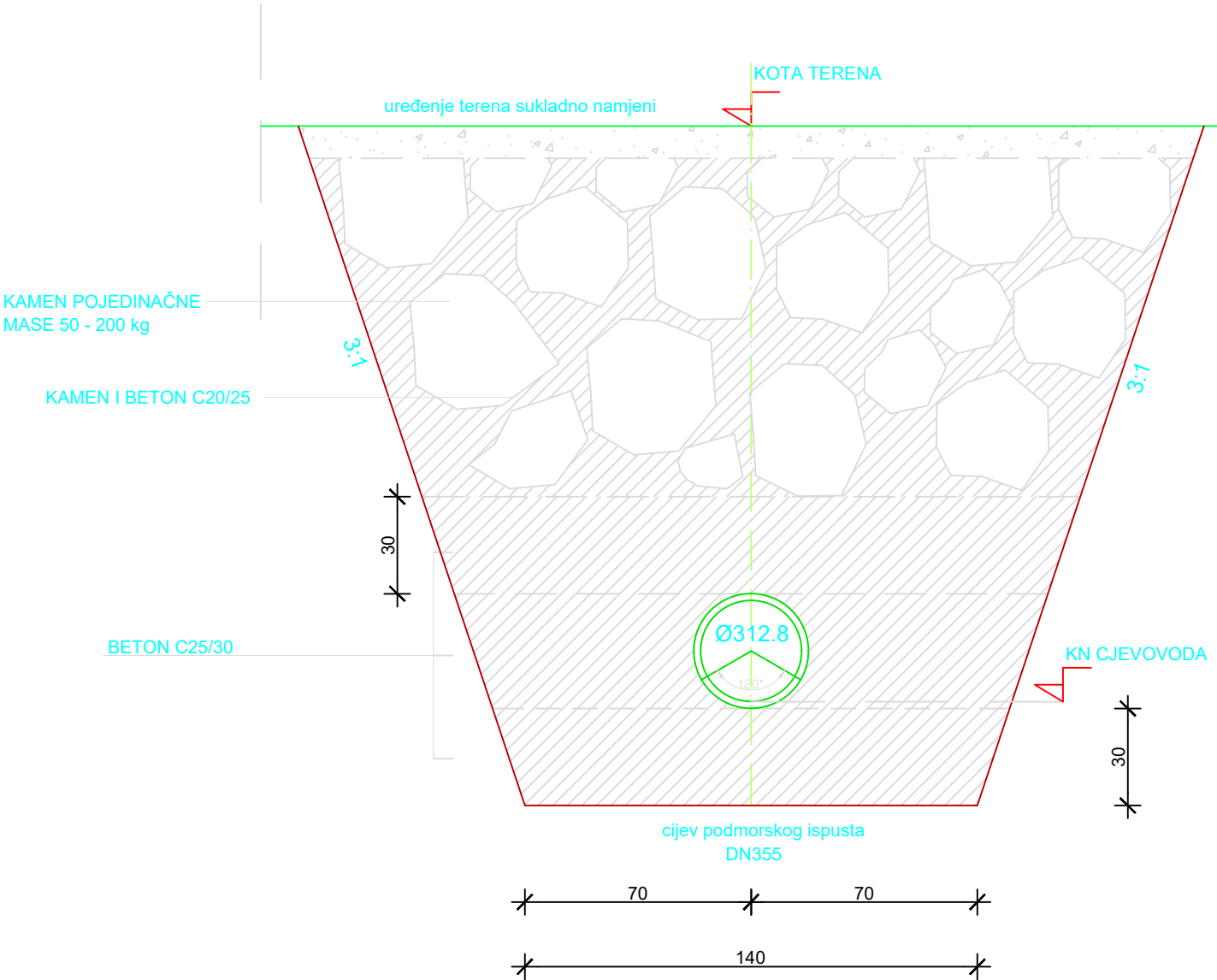


PROJEKTANT: aqua engineering		INVESTITOR: Opština Budva Trg Sunca 3, Budva, 85310, Crna Gora	
Objekat: Izgradnja kanalizacionog voda višeg reda sa pomorskim isupustom		Lokacija: kat. parcele 501/1, 1835/1, 556/1, 552/3, 591/2, 1835/2 i 1833 KO Buljarica	
Glavni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ.		Vrsta tehničke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT	
Odgovorni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ.		Dio tehničke dokumentacije: GRAĐEVINSKI PROJEKAT HIDROTEHNIČKE INSTALACIJE	Razmjera: R = 1 : 20
Saradnik/ci: Jelena Ročenović, Bsc. građ.		Prilog: Detalj vazdušnog ventila	Br.priloga: 8 Br.strane:
Datum izrade i M.P. April, 2022. godine		Datum revizije i M.P.	

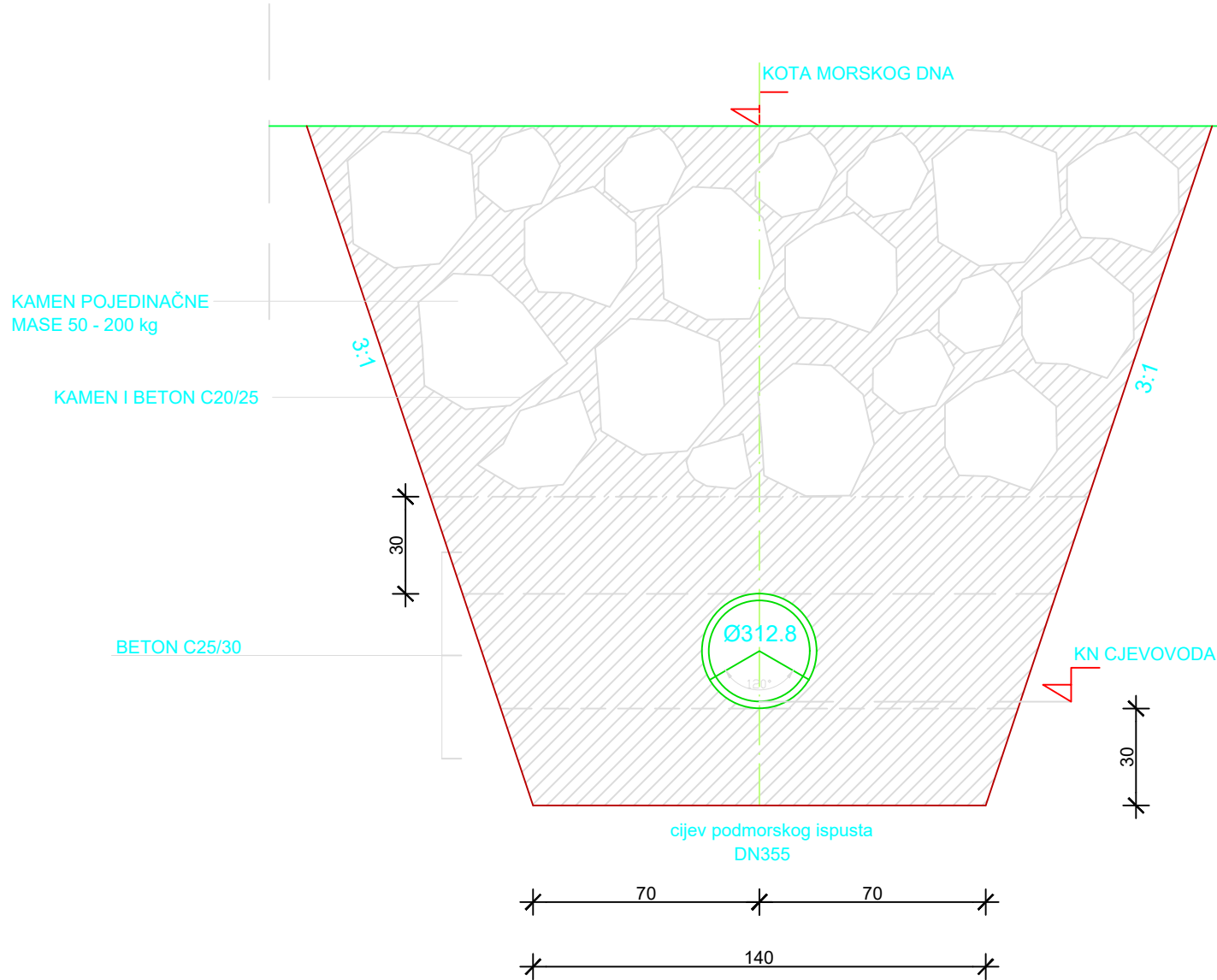
NORMALNI POPREČNI PRESJEK KOPNELOG DIJELA PODMORSKOG ISPUSTA
NA DIONICI OD STAC. O+0.00 DO STAC. O+867.05



NORMALNI POPREČNI PRESJEK KOPNELOG DIJELA PODMORSKOG ISPUSTA
NA DIONICI OD STAC. O+867.05 DO STAC. O+945.07



NORMALNI POPREČNI PRESJEK MORSKOG DIJELA PODMORSKOG ISPUSTA
NA DIONICI OD STAC. O+945.07 DO STAC. 1+150.00

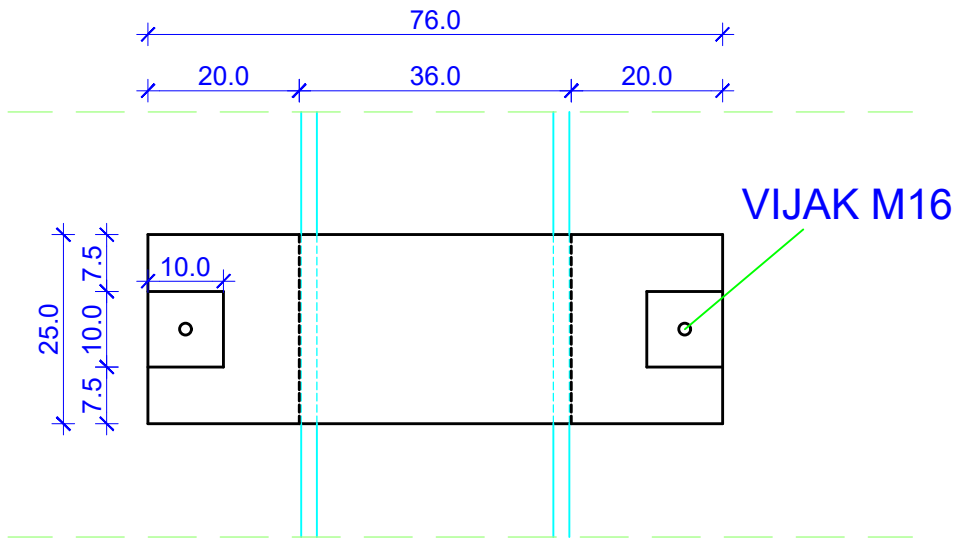


PROJEKTANT: aqua engineering		INVESTITOR: Opština Budva Trg Sunca 3, Budva, 85310, Crna Gora	
Objekat: Izgradnja kanalizacionog voda višeg reda sa pomorskim isupustom		Lokacija: kat. parcele 501/1, 1835/1, 556/1, 552/3, 591/2, 1835/2 i 1833 KO Buljarica	
Glavni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ.		Vrsta tehničke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT	
Odgovorni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ.		Dio tehničke dokumentacije: GRAĐEVINSKI PROJEKAT HIDROTEHNIČKE INSTALACIJE	Razmjera: R = 1 : 20
Saradnik/ci: Jelena Ročenović, Bsc. građ.		Prilog: Karakteristični poprečni presjeci rova	Br.priloga: 9 Br.strane:
Datum izrade i M.P. April, 2022. godine		Datum revizije i M.P.	

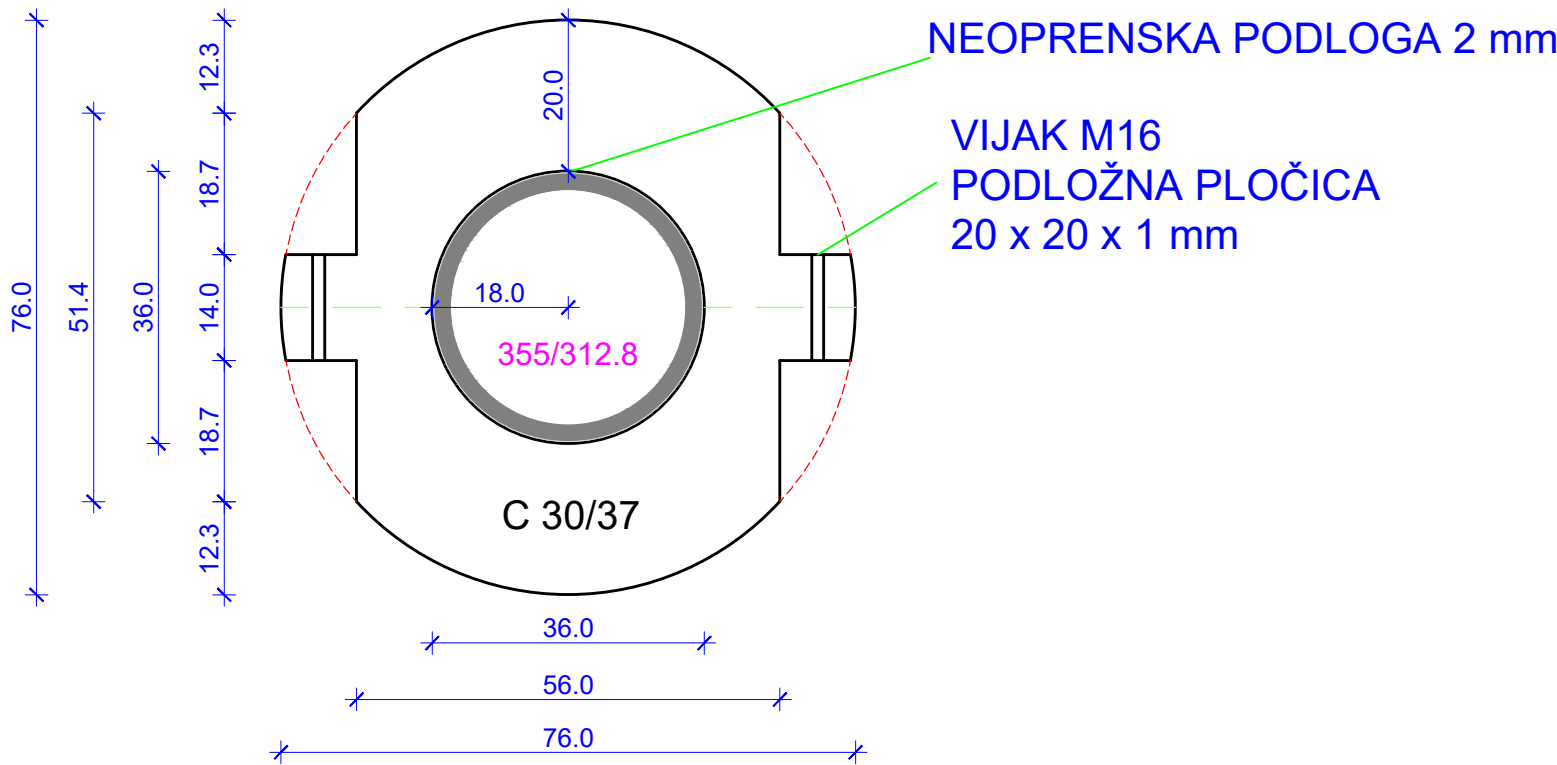
PRIMARNI OPTEŽIVAČ

CIJEV DN 355/312.8 mm

TLOCRT

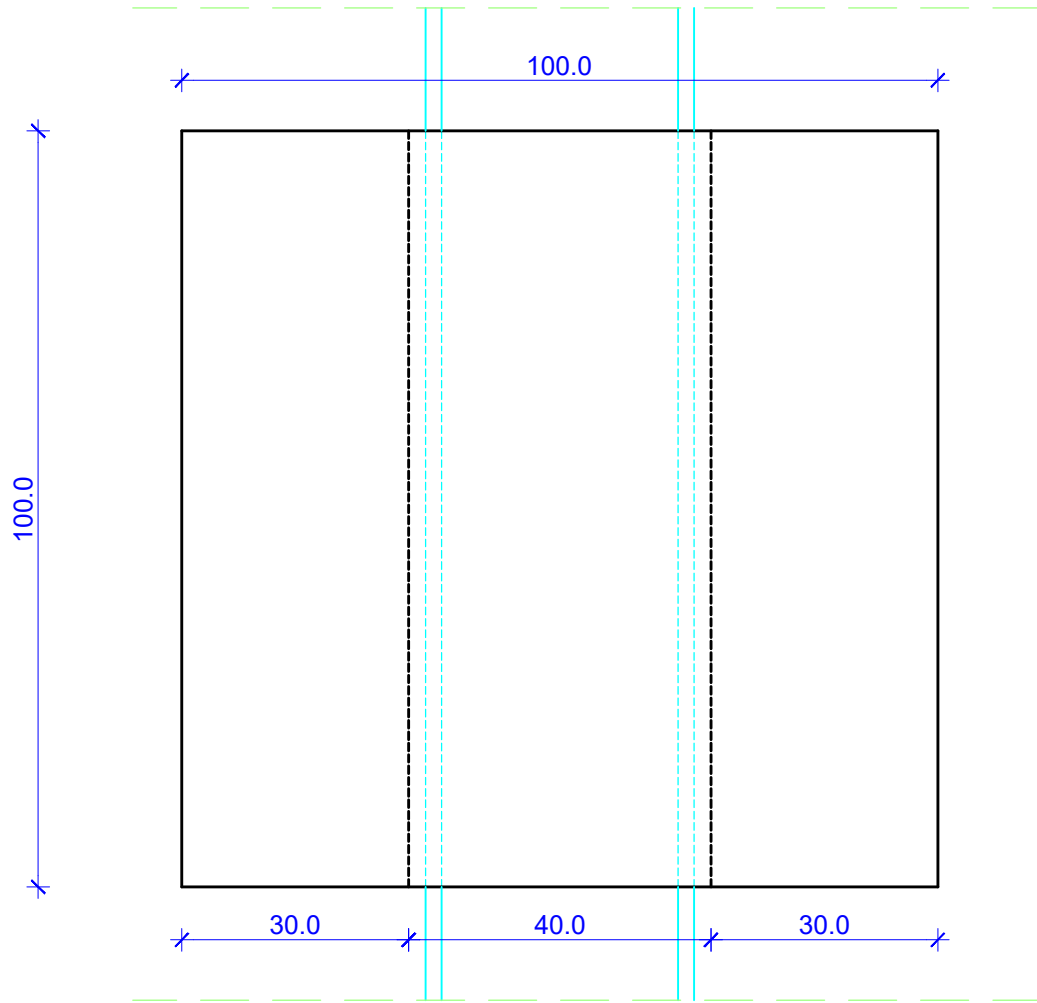


POPREČNI PRESJEK

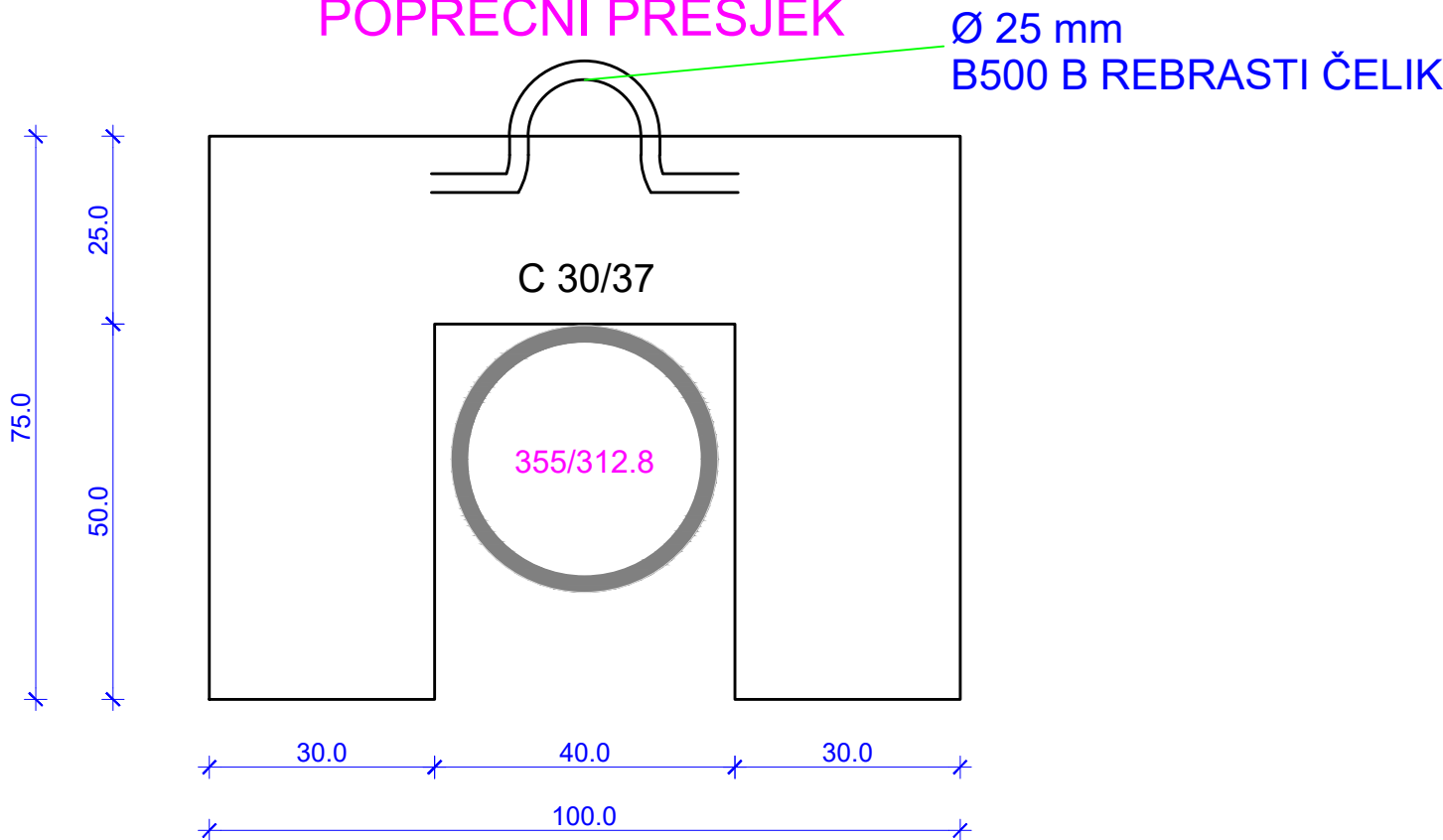


SEKUNDARNI OPTEŽIVAČ

TLOCRT

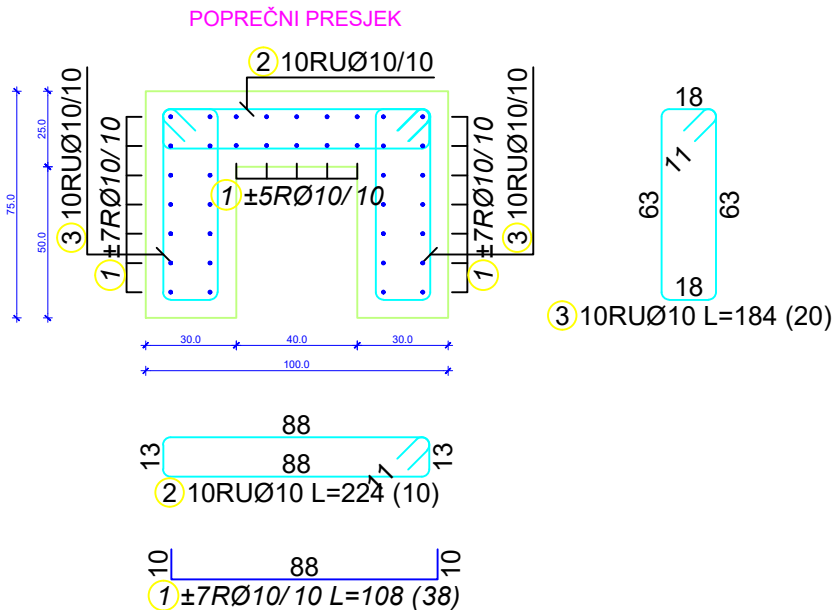


POPREČNI PRESJEK

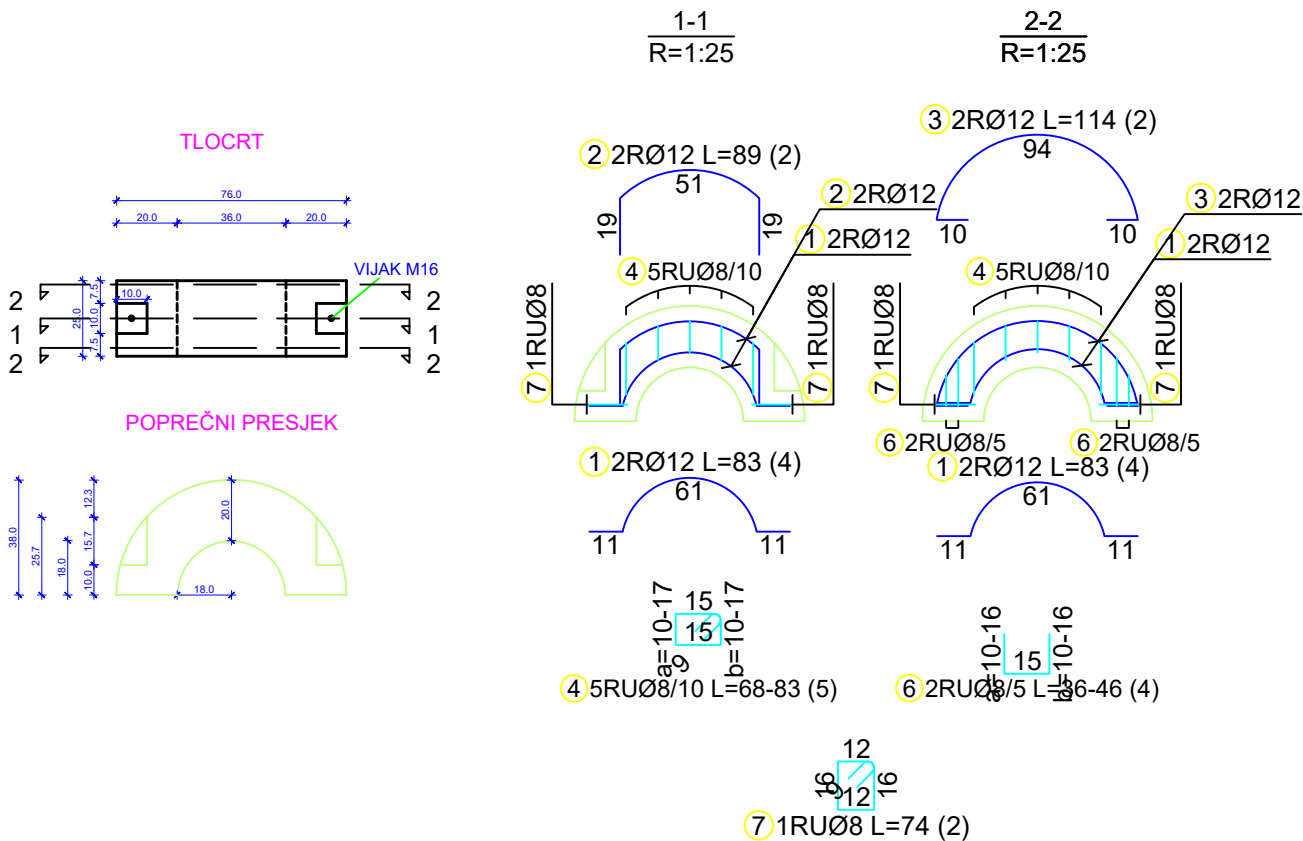


PROJEKTANT: aqua engineering		INVESTITOR: Opština Budva Trg Sunca 3, Budva, 85310, Crna Gora	
Objekat: Izgradnja kanalizacionog voda višeg reda sa pomorskim isupustom		Lokacija: kat. parcele 501/1, 1835/1, 556/1, 552/3, 591/2, 1835/2 i 1833 KO Buljarica	
Glavni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ.		Vrsta tehničke dokumentacije: GLAVNI PROJEKAT	
Odgovorni inženjer: Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ.		Dio tehničke dokumentacije: GRAĐEVINSKI PROJEKAT HIDROTEHNIČKE INSTALACIJE	Razmjera: R = 1 : 10
Saradnik/ci: Jelena Ročenović, Bsc. građ.		Prilog: Detalji primarnog i sekundarnog opteživača	Br.priloga: 10 Br.strane:
Datum izrade i M.P. April, 2022. godine		Datum revizije i M.P.	

SEKUNDARNI OPTEŽIVAČ



PRIMARNI OPTEŽIVAČ



SPECIFIKACIJA ŠIPKI - BAZEN					
ozn.	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lg _n [m]
Plan armature - Primarni opteživač (1 kom)					
1		12	0.83	4	3.32
2		12	0.89	2	1.78
3		12	1.14	2	2.28
4		8	*0.74	1 x 5	3.72
1. a = 17, 11, 10, 11, 17					
6		8	*0.41	2 x 2	1.64
2 x : 1. a = 10, 16					
7		8	0.74	2	1.48
Plan armature - Sekundarni opteživač (1 kom)					
1		10	1.08	38	41.04
2		10	2.24	10	22.40
3		10	1.84	20	36.80



Objekat: Izgradnja kanalizacionog voda višeg reda sa pomorskim isupustom

Lokacija: kat. parcele 501/1, 1835/1, 556/1, 552/3, 591/2, 1835/2 i 1833 KO Buljarica

Glavni inženjer:
Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ.

Vrsta tehničke dokumentacije:
GLAVNI PROJEKAT

Odgovorni inženjer:
Aleksandar Pot, Spec. Sci. građ.

Dio tehničke dokumentacije:
GRAĐEVINSKI PROJEKAT
HIDROTEHNIČKE INSTALACIJE

Razmjera:
R = 1 : 25

Saradnik/ci:
Jelena Roćenović, Bsc. građ.

Prilog:
Plan armature opteživača

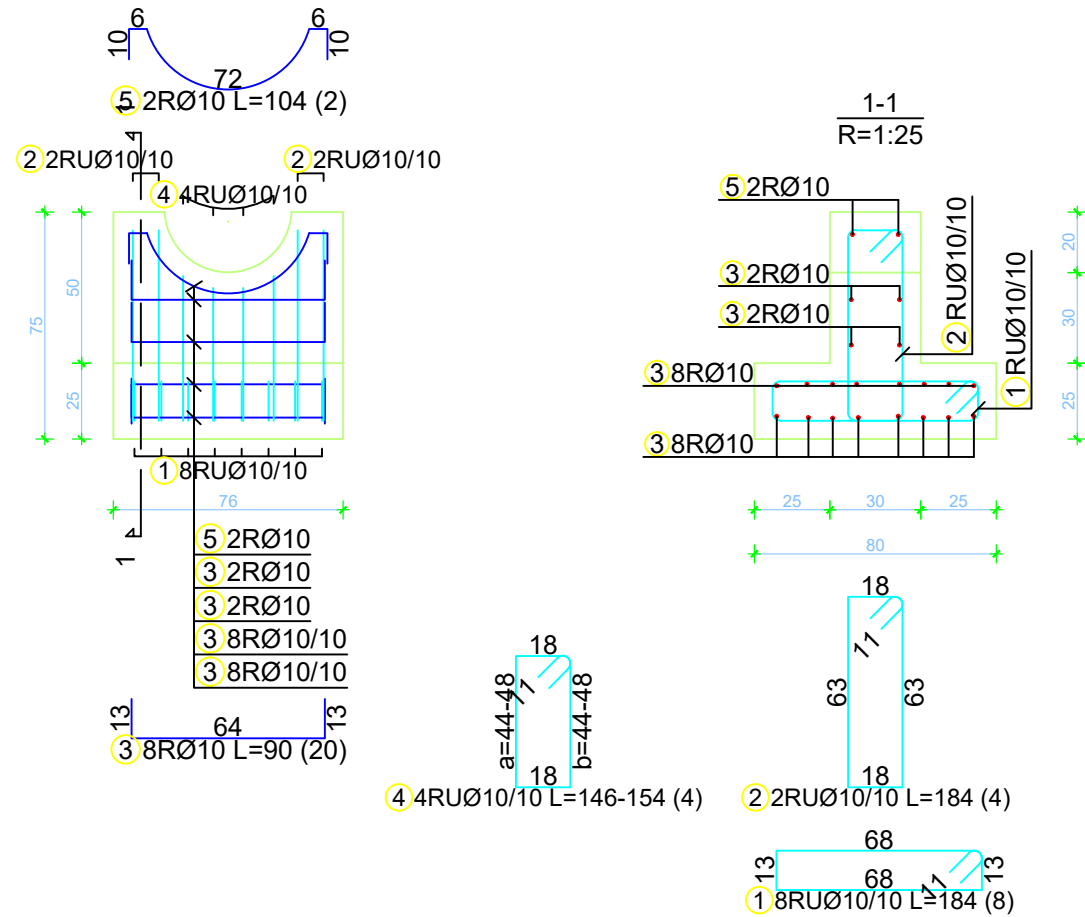
Br.priloga:
11.1

Datum izrade i M.P.

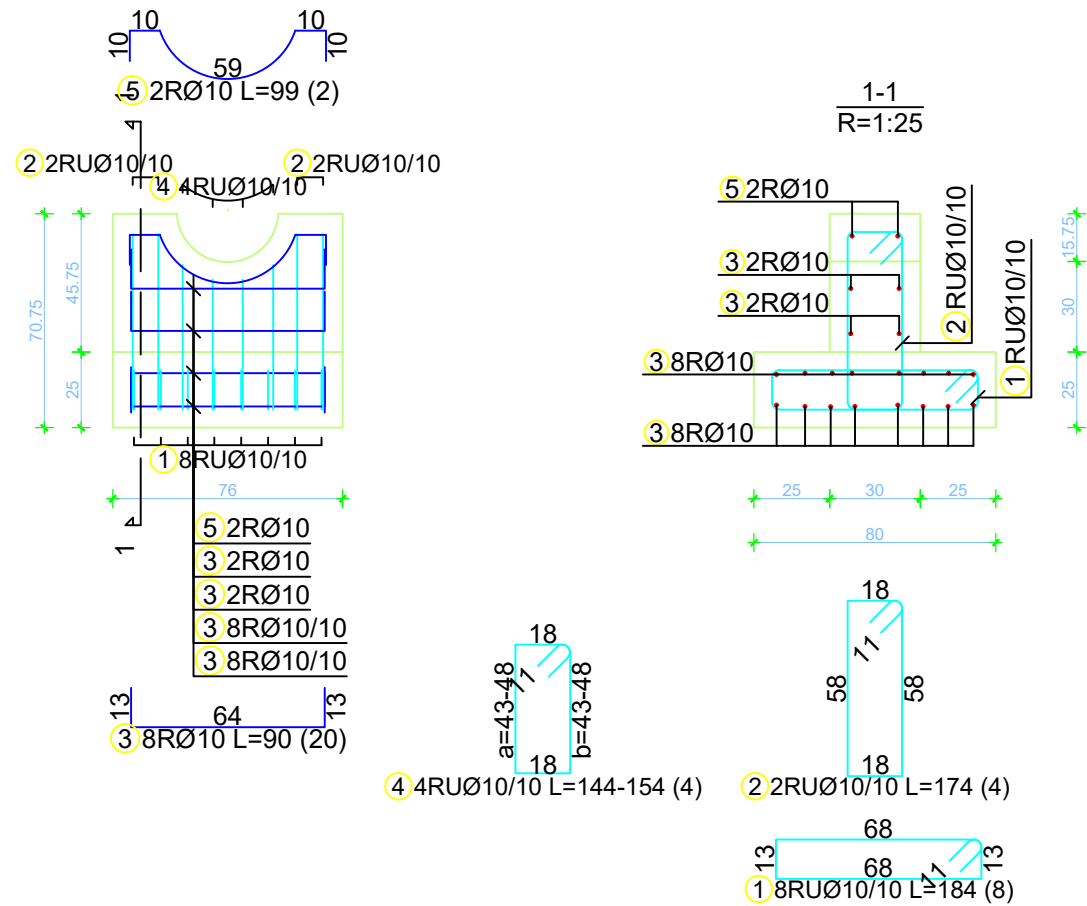
Datum revizije i M.P.

April, 2022. godine

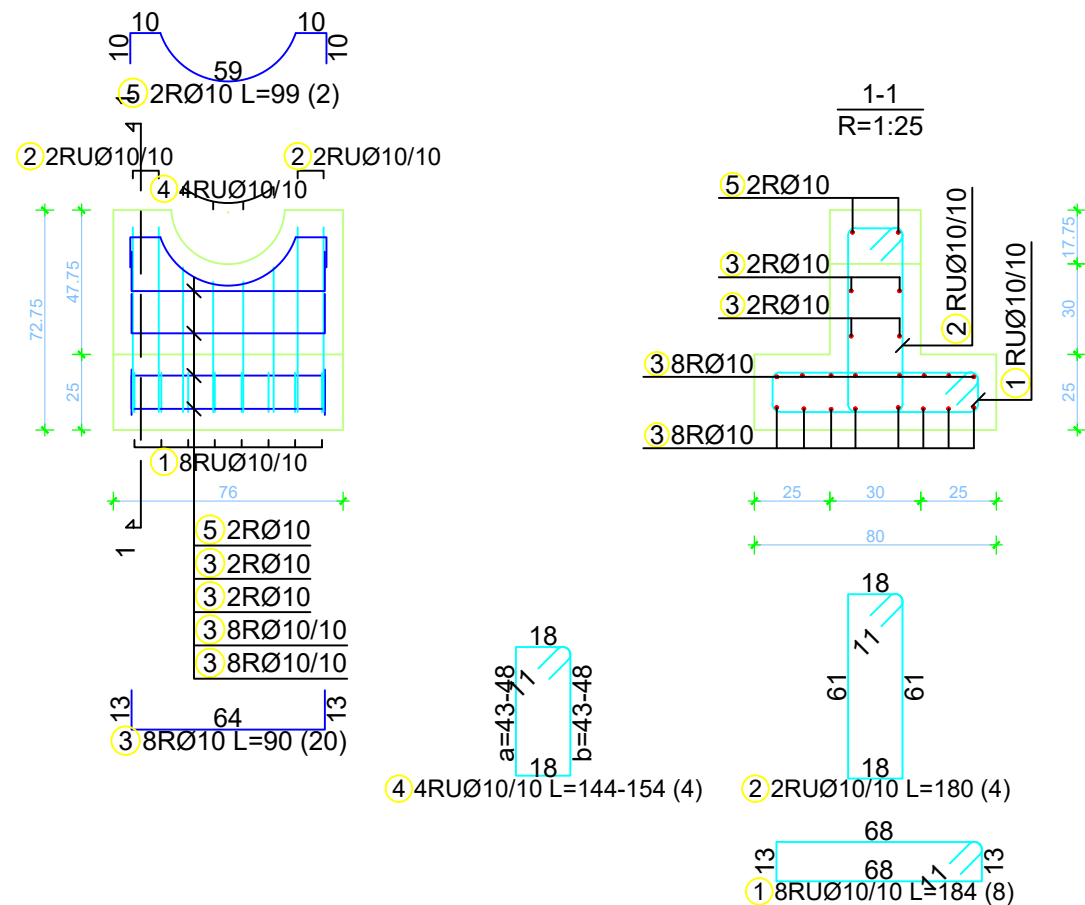
TIP "A", DN 400/369.4 mm



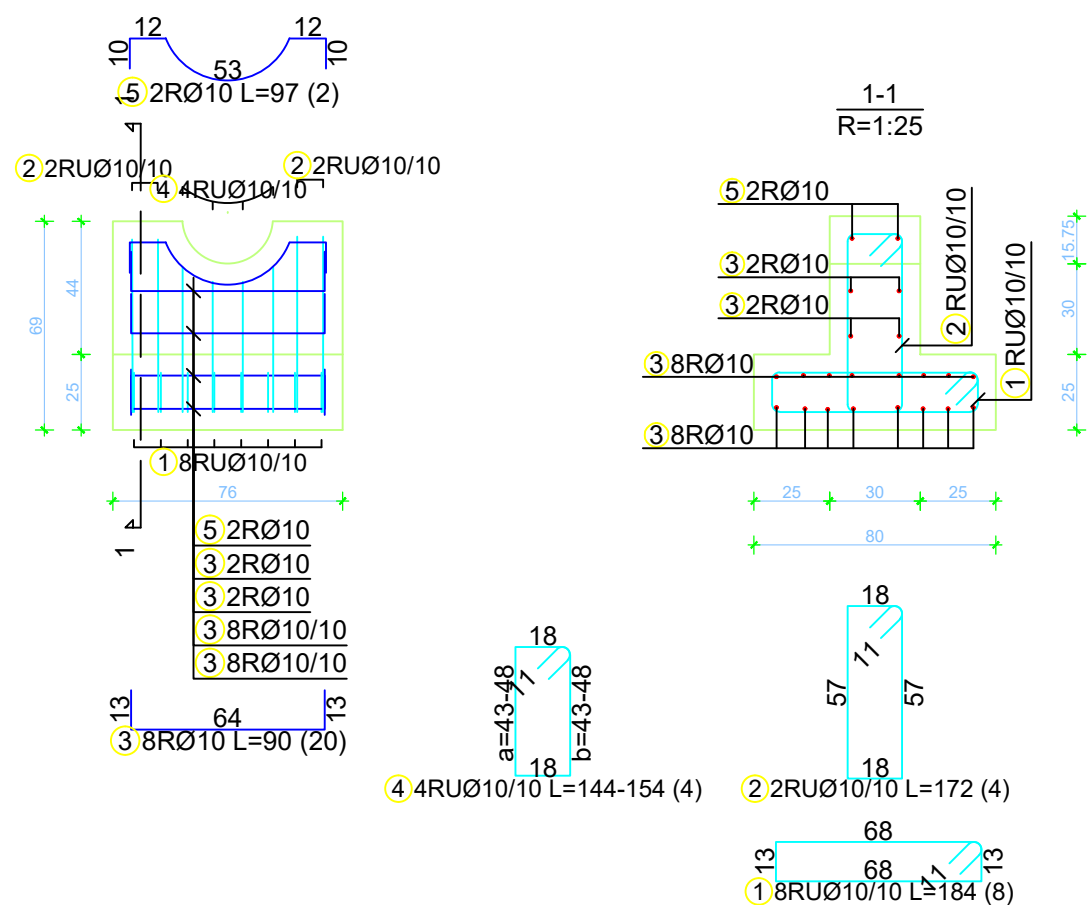
TIP "C", DN 315/290,8 mm



TIP "B", DN 355/327.8 mm



TIP "D", DN 280/256,6 mm



SPECIFIKACIJA ŠIPKI					
ozn.	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
Plan armature - Nosač difuzora tip "A" (1 kom)					
1		10	1.84	8	14.72
2		10	1.84	4	7.36
3		10	0.90	20	18.00
4		10	*1.50	1 x 4	6.00
5		10	1.04	2	2.08

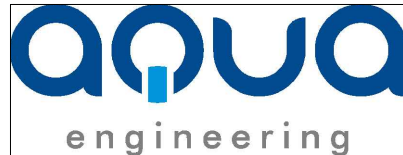
Plan armature - Nosač difuzora tip "B" (1 kom)					
1		10	1.84	8	14.72
2		10	1.80	4	7.20
3		10	0.90	20	18.00
4		10	*1.49	1 x 4	5.96
5		10	0.99	2	1.98

SPECIFIKACIJA ŠIPKI					
ozn.	oblik i mjere [cm]	Ø	lg [m]	n [kom]	lgn [m]
1		10	1.84	8	14.72
2		10	1.74	4	6.96
3		10	0.90	20	18.00
4		10	*1.49	1 x 4	5.96
5		10	0.99	2	1.98

Plan armature - Nosač difuzora tip "D" (1 kom)					
1		10	1.84	8	14.72
2		10	1.72	4	6.88
3		10	0.90	20	18.00
4		10	*1.49	1 x 4	5.96
5		10	0.97	2	1.94

ZAŠTITNI SLOJ JE 6 CM, ARMATURA B500B

PROJEKTANT:



INVESTITOR:



Opština Budva

Trg Sunca 3, Budva, 85310, Crna Gora

Objekat:

Izgradnja kanalizacionog voda višeg reda sa pomorskim isupustom

Lokacija:

kat. parcele 501/1, 1835/1, 556/1, 552/3, 591/2, 1835/2 i 1833 KO Buljarica

Glavni inženjer:

Aleksandar Pot, Spec. Sci. grad.

Vrsta tehničke dokumentacije:

GLAVNI PROJEKAT

Odgovorni inženjer:

Aleksandar Pot, Spec. Sci. grad.

Dio tehničke dokumentacije:

GRAĐEVINSKI PROJEKAT
HIDROTEHNIČKE INSTALACIJE

Razmjera:

R = 1 : 25

Saradnik/ci:

Jelena Ročeno, Bsc. grad.

Prilog:

Plan armature nosača difuzora

Br.priloga:

11.2

Br.strane:

Datum izrade i M.P.

Datum revizije i M.P.

April, 2022. godine