



Vodovod Dubrovnik d.o.o.
Vladimira Nazora 19
20000 Dubrovnik
OIB 00862047577



"HIDROPROJEKT - ING"

10000 ZAGREB, DRAŠKOVIĆEVA 35/1
OIB: 07963942338

Projekt zaštite voda od onečišćenja na priobalnom području 2

PODPROJEKT DUBROVNIK - Južno priobalno područje

Projekt vodnokomunalne infrastrukture aglomeracije Dubrovnik za sufinanciranje iz fondova EU



**Sustav odvodnje i pročišćavanja
otpadnih voda na otoku Lopudu**

PODMORSKI ISPUST LOPUD

GLAVNI PROJEKT

**Mapa 4 – GRAĐEVINSKI
PROJEKT**

Zajednička oznaka projekta:
2079/2014/O-7

Oznaka projekta struke:
2079/2014/O-7-5

Svibanj 2016.



Investitor:

"VODOVOD DUBROVNIK" d.o.o.

Vladimira Nazora 19

20 000 Dubrovnik

Lokacija zahvata:

K.O. LOPUD

Zahvat u prostoru:

**Projekt zaštite voda od onečišćenja na
priobalnom području 2**

PODPROJEKT DUBROVNIK - Južno

priobalno područje

Projekt vodnokomunalne infrastrukture

aglomeracije Dubrovnik za sufinanciranje iz fondova EU

SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA NA OTOKU LOPUDU

Zajednička oznaka projekta: 2079/2014/O-7

Broj projekta struke: 2079/2014/O-7 - 5

MAPA 4 – PODMORSKI ISPUST

GRAĐEVINSKI PROJEKT

Glavni projekt

PROJEKTANT:

Nataša Todorčić Rex, dipl. ing. građ.

GLAVNI PROJEKTANT:

DIREKTOR:

Mladen Lišnjić, dipl. ing. građ.

Luka Jelić, dipl. ing. građ.

Zagreb, svibanj 2016.

INVESTITOR: **VODOVOD DUBROVNIK d.o.o. - Dubrovnik**
Vladimira Nazora 19, 20000 Dubrovnik

GRAĐEVINA: **SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA**
NA OTOKU LOPUDU
PODMORSKI ISPUST LOPUD
(k.o. Lopud)

ZOP: **2079/2014/O-7**
MAPA: **4 - GRAĐEVINSKI PROJEKT**

BROJ PROJEKTA: **2079/2014/O-7-5**
ŠIFRA: **1244**

1.2. OPĆI PODACI – POPIS SURADNIKA

GRAĐEVINA: **SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA**
NA OTOKU LOPUDU
PODMORSKI ISPUST LOPUD
(k.o. Lopud)

OZNAKA PROJEKTA: **2079/2014/O-7-5:**
Glavni građevinski projekt - Mapa 4

INVESTITOR: **VODOVOD DUBROVNIK d.o.o. - Dubrovnik**
Vladimira Nazora 19, 20000 Dubrovnik
OIB 00862047577

TVRTKA PROJEKTANT: **"HIDROPROJEKT-ING" d.o.o.**
Draškovićeve 35/1, 10000 Zagreb
OIB 07963942338

GLAVNI PROJEKTANT: **Mladen Lišnjić, dipl.ing.građ.**

PROJEKTANT: **Nataša Todorčić Rex, dipl.ing.građ.**

PROJEKTANT KONSTRUKCIJE: **Ninoslav Rex, dipl.ing.građ.**

SURADNICI: **Marijana Čanađija Žikić, dipl.ing.građ.**

Antonija Kolić, mag.ing.aedif.

Bojan Novak, struč.spec.ing.aedif.

Goran Mačukat, građ.teh.

Svibanj 2016.g.

DIREKTOR:

Luka Jelić, dipl.ing.građ.

Investitor: "VODOVOD DUBROVNIK" d.o.o., DUBROVNIK

Građevina: SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA
NA OTOKU LOPUDU

1.3. POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA

Mapa 1 – UVODNA KNJIGA

"HIDROPROJEKT-ING" d.o.o. Zagreb
Broj projekta struke: 2079/2014/O-7-1
Glavni projektant: Mladen Lišnjić, dipl.ing.građ.

Mapa 2 –KANALI FEKALNE KANALIZACIJE - GRAĐEVINSKI PROJEKT

"HIDROPROJEKT-ING" d.o.o. Zagreb
Broj projekta struke: : 2079/2014/O-7-2
Projektant: Mladen Lišnjić, dipl.ing.građ.

Mapa 3/1 –CRPNE STANICE SUTIONA I LUKOVICA - GRAĐEVINSKI PROJEKT

"HIDROPROJEKT-ING" d.o.o. Zagreb
Broj projekta struke: : 2079/2014/O-7-3
Projektant: Mladen Lišnjić, dipl.ing.građ.

Mapa 3/2 – CRPNE STANICE SUTIONA I LUKOVICA - ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT

"HIDROPROJEKT-ING" d.o.o. Zagreb
Broj projekta struke: : 2079/2014/O-7-4
Projektant: Luka Magaš, mag.ing.el.

Mapa 4 –PODMORSKI ISPUST - GRAĐEVINSKI PROJEKT

"HIDROPROJEKT-ING" d.o.o. Zagreb
Broj projekta struke: : 2079/2014/O-7-5
Projektant: Nataša Todorčić Rex, dipl.ing.građ.

Mapa 5/1 –UREĐAJ ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA - GRAĐEVINSKI I ARHITEKTONSKI PROJEKT

"HIDROPROJEKT-ING" d.o.o. Zagreb
Broj projekta struke: : 2079/2014/O-7-6
Projektant: Danko Mihelčić, dipl.ing.arh.
Projektant: Nataša Todorčić Rex, dipl.ing.građ.

Mapa 5/2 – UREĐAJ ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA - STROJARSKI PROJEKT

"HIDROPROJEKT-ING" d.o.o. Zagreb

Broj projekta struke: : 2079/2014/O-7-7

Projektant: Zoran Kovačev, dipl.ing.stroj.

Mapa 5/3 – UREĐAJ ZA PROČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA - ELEKTROTEHNIČKI PROJEKT

"HIDROPROJEKT-ING" d.o.o. Zagreb

Broj projekta struke: : 2079/2014/O-7-8

Projektant: Luka Magaš, mag.ing.el.

Glavni projektant:

Mladen Lišnjić, dipl. ing. građ..

Zagreb, svibanj 2016. godine

INVESTITOR: **VODOVOD DUBROVNIK d.o.o. - Dubrovnik**
Vladimira Nazora 19, 20000 Dubrovnik

GRAĐEVINA: **SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA**
NA OTOKU LOPUDU
PODMORSKI ISPUST LOPUD
(k.o. Lopud)

ZOP: **2079/2014/O-7**
MAPA: **4 - GRAĐEVINSKI PROJEKT**

BROJ PROJEKTA: **2079/2014/O-7-5**
ŠIFRA: **1244**

1.4. SADRŽAJ MAPE 4

A. OPĆI DIO

- Naslovni list
- 1.2. Opći podaci – popis suradnika
- 1.3. Popis mapa GLAVNOG PROJEKTA
- 1.4. Sadržaj mape **4**

B. TEHNIČKI DIO

B1. TEKSTUALNI DIO

- B1.1 TEHNIČKI OPIS**
- B1.2 HIDRAULIČKI PRORAČUN**
- B1.3 STATIČKI PRORAČUN**
- B1.4 PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE**
- B1.5 PRIKAZ TEHNIČKOG RJEŠENJA ZAŠTITE NA RADU**
- B1.6 PRIKAZ MJERA ZAŠTITE OD POŽARA**
- B1.7 PRIKAZ UREĐENJA OKOLIŠA**
- B1.8 PRIKAZ POSTUPANJA S OTPADOM**

B2. GRAFIČKI PRILOZI

- | | |
|-----------------------------------------------|-----------------|
| B.2.1. POMORSKA SITUACIJA | mj. 1 : 100 000 |
| B.2.2. GENERALNA SITUACIJA | mj. 1 : 25000 |
| B.2.3. PREGLEDNA SITUACIJA GRAĐEVINE NA DOF-u | mj. 1 : 5000 |

B.2.4.SITUACIJA KOPNE NE DIONICE PODMORSKOG ISPUSTA SA PRIOBALJEM	mj. 1 : 500
B.2.5.SITUACIJA PODMORSKE DIONICE ISPUSTA	mj. 1 : 1000
B.2.6.UZDUŽNI PROFIL KOPNE NE DIONICE PODMORSKOG ISPUSTA SA PRIOBALJEM	mj. 1 : 100/100
B.2.7.UZDUŽNI PROFIL PODMORSKE DIONICE ISPUSTA	mj. 1 : 500/200
B.2.8.UZDUŽNI PROFIL DIFUZORA ISPUSTA	mj. 1 : 200/200
B.2.9.KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJECI CJEVOVODA ISPUSTA	mj. 1 : 20
B.2.10.DETALJ ODZRAČNOG OKNA	mj. 1 : 50
B.2.11.DETALJ PRIMARNOG OPTEŽIVAČA	mj. 1 : 5
B.2.12.DETALJ PODMETAČA DIFUZORA	mj. 1 : 5
B.2.13.DETALJ DETALJ VODONEPROPUSNOG POKLOPCA	mj. 1 : 5
B.2.14.DETALJ OZNAKE „ZABRANA SIDRENJA“	mj. 1 : 20

Svibanj 2016.g.

PROJEKTANT:

Nataša Todorić Rex, dipl.ing.građ.

INVESTITOR: **VODOVOD DUBROVNIK d.o.o. - Dubrovnik**
Vladimira Nazora 19, 20000 Dubrovnik

GRAĐEVINA: **SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA**
NA OTOKU LOPUDU
PODMORSKI ISPUST LOPUD
(k.o. Lopud)

ZOP: **2079/2014/O-7**
MAPA: **4 - GRAĐEVINSKI PROJEKT**

BROJ PROJEKTA: **2079/2014/O-7-5**
ŠIFRA: **1244**

B. TEHNIČKI DIO

B1. TEKSTUALNI DIO

B2. GRAFIČKI PRILOZI

Svibanj 2016.g.

PROJEKTANT:

Nataša Todorčić Rex, dipl.ing.građ.

INVESTITOR: **VODOVOD DUBROVNIK d.o.o. - Dubrovnik**
Vladimira Nazora 19, 20000 Dubrovnik

GRAĐEVINA: **SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA**
NA OTOKU LOPUDU
PODMORSKI ISPUST LOPUD
(k.o. Lopud)

ZOP: **2079/2014/O-7**
MAPA: **4 - GRAĐEVINSKI PROJEKT**

BROJ PROJEKTA: **2079/2014/O-7-5**
ŠIFRA: **1244**

B1. TEKSTUALNI DIO

- B1. 1 TEHNIČKI OPIS**
- B1. 2 HIDRAULIČKI PRORAČUN**
- B1. 3 STATIČKI PRORAČUN**
- B1. 4 PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE**
- B1. 5 PRIKAZ TEHNIČKOG RJEŠENJA ZAŠTITE NA RADU**
- B1. 6 PRIKAZ MJERA ZAŠTITE OD POŽARA**
- B1. 7 PRIKAZ UREĐENJA OKOLIŠA**
- B1. 8 PRIKAZ POSTUPANJA S OTPADOM**

Svibanj 2016.g.

PROJEKTANT:

Nataša Todorć Rex, dipl.ing.građ.

INVESTITOR: **VODOVOD DUBROVNIK d.o.o. - Dubrovnik**
Vladimira Nazora 19, 20000 Dubrovnik

GRAĐEVINA: **SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA**
NA OTOKU LOPUDU
PODMORSKI ISPUST LOPUD
(k.o. Lopud)

ZOP: **2079/2014/O-7**
MAPA: **4 - GRAĐEVINSKI PROJEKT**

BROJ PROJEKTA: **2079/2014/O-7-5**
ŠIFRA: **1244**

B1. 1 TEHNIČKI OPIS

Svibanj 2016.g.

PROJEKTANT:

Nataša Todorčić Rex, dipl.ing.građ.

INVESTITOR: **VODOVOD DUBROVNIK d.o.o. - Dubrovnik**
Vladimira Nazora 19, 20000 Dubrovnik

GRAĐEVINA: **SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA**
NA OTOKU LOPUDU
PODMORSKI ISPUST LOPUD
(k.o. Lopud)

ZOP: **2079/2014/O-7**
MAPA: **4 - GRAĐEVINSKI PROJEKT**

BROJ PROJEKTA: **2079/2014/O-7-5**
ŠIFRA: **1244**

B1. 2 HIDRAULIČKI PRORAČUN

Svibanj 2016.g.

PROJEKTANT:

Nataša Todorić Rex, dipl.ing.građ.

INVESTITOR: **VODOVOD DUBROVNIK d.o.o. - Dubrovnik**
Vladimira Nazora 19, 20000 Dubrovnik

GRAĐEVINA: **SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA**
NA OTOKU LOPUDU
PODMORSKI ISPUST LOPUD
(k.o. Lopud)

ZOP: **2079/2014/O-7**
MAPA: **4 - GRAĐEVINSKI PROJEKT**

BROJ PROJEKTA: **2079/2014/O-7-5**
ŠIFRA: **1244**

B1. 3 STATIČKI PRORAČUN

Svibanj 2016.g.

PROJEKTANT:

Ninoslav Rex, dipl.ing.građ.

INVESTITOR: **VODOVOD DUBROVNIK d.o.o. - Dubrovnik**
Vladimira Nazora 19, 20000 Dubrovnik

GRAĐEVINA: **SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA**
NA OTOKU LOPUDU
PODMORSKI ISPUST LOPUD
(k.o. Lopud)

ZOP: **2079/2014/O-7**
MAPA: **4 - GRAĐEVINSKI PROJEKT**

BROJ PROJEKTA: **2079/2014/O-7-5**
ŠIFRA: **1244**

B1. 4 PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

Svibanj 2016.g.

PROJEKTANT:

Nataša Todorć Rex, dipl.ing.građ.

INVESTITOR: **VODOVOD DUBROVNIK d.o.o. - Dubrovnik**
Vladimira Nazora 19, 20000 Dubrovnik

GRAĐEVINA: **SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA**
NA OTOKU LOPUDU
PODMORSKI ISPUST LOPUD
(k.o. Lopud)

ZOP: **2079/2014/O-7**
MAPA: **4 - GRAĐEVINSKI PROJEKT**

BROJ PROJEKTA: **2079/2014/O-7-5**
ŠIFRA: **1244**

B1.5 PRIKAZ TEHNIČKOG RJEŠENJA ZAŠTITE NA RADU

Svibanj 2016.g.

PROJEKTANT:

Nataša Todorčić Rex, dipl.ing.građ.

INVESTITOR: **VODOVOD DUBROVNIK d.o.o. - Dubrovnik**
Vladimira Nazora 19, 20000 Dubrovnik

GRAĐEVINA: **SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA**
NA OTOKU LOPUDU
PODMORSKI ISPUST LOPUD
(k.o. Lopud)

ZOP: **2079/2014/O-7**
MAPA: **4 - GRAĐEVINSKI PROJEKT**

BROJ PROJEKTA: **2079/2014/O-7-5**
ŠIFRA: **1244**

B1.6 PRIKAZ MJERA ZAŠTITE OD POŽARA

Svibanj 2016.g.

PROJEKTANT:

Nataša Todorčić Rex, dipl.ing.građ.



INVESTITOR: **VODOVOD DUBROVNIK d.o.o. - Dubrovnik**
Vladimira Nazora 19, 20000 Dubrovnik

GRAĐEVINA: **SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA**
NA OTOKU LOPUDU
PODMORSKI ISPUST LOPUD
(k.o. Lopud)

ZOP: **2079/2014/O-7**
MAPA: **4 - GRAĐEVINSKI PROJEKT**

BROJ PROJEKTA: **2079/2014/O-7-5**
ŠIFRA: **1244**

B1. 7 PRIKAZ UREĐENJA OKOLIŠA

Svibanj 2016.g.

PROJEKTANT:

Nataša Todorčić Rex, dipl.ing.građ.

INVESTITOR: **VODOVOD DUBROVNIK d.o.o. - Dubrovnik**
Vladimira Nazora 19, 20000 Dubrovnik

GRAĐEVINA: **SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA**
NA OTOKU LOPUDU
PODMORSKI ISPUST LOPUD
(k.o. Lopud)

ZOP: **2079/2014/O-7**
MAPA: **4 - GRAĐEVINSKI PROJEKT**

BROJ PROJEKTA: **2079/2014/O-7-5**
ŠIFRA: **1244**

B1. 8 PRIKAZ POSTUPANJA S OTPADOM

Svibanj 2016.g.

PROJEKTANT:

Nataša Todorčić Rex, dipl.ing.građ.

INVESTITOR: **VODOVOD DUBROVNIK d.o.o. - Dubrovnik**
Vladimira Nazora 19, 20000 Dubrovnik

GRAĐEVINA: **SUSTAV ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA**
NA OTOKU LOPUDU
PODMORSKI ISPUST LOPUD
(k.o. Lopud)

ZOP: **2079/2014/O-7**
MAPA: **4 - GRAĐEVINSKI PROJEKT**

BROJ PROJEKTA: **2079/2014/O-7-5**
ŠIFRA: **1244**

B2. GRAFIČKI PRILOZI

B.2.1.POMORSKA SITUACIJA	mj. 1 : 100 000
B.2.2.GENERALNA SITUACIJA	mj. 1 : 25000
B.2.3.PREGLEDNA SITUACIJA GRAĐEVINE NA DOF-u	mj. 1 : 5000
B.2.4.SITUACIJA KOPNENE DIONICE PODMORSKOG ISPUSTA SA PRIOBALJEM	mj. 1 : 500
B.2.5.SITUACIJA PODMORSKE DIONICE ISPUSTA	mj. 1 : 1000
B.2.6.UZDUŽNI PROFIL KOPNENE DIONICE PODMORSKOG ISPUSTA SA PRIOBALJEM	mj. 1 : 100/100
B.2.7.UZDUŽNI PROFIL PODMORSKE DIONICE ISPUSTA	mj. 1 : 500/200
B.2.8.UZDUŽNI PROFIL DIFUZORA ISPUSTA	mj. 1 : 200/200
B.2.9.KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJECI CJEVOVODA ISPUSTA	mj. 1 : 20
B.2.10.DETALJ ODZRAČNOG OKNA	mj. 1 : 50
B.2.11.DETALJ PRIMARNOG OPTEŽIVAČA	mj. 1 : 5
B.2.12.DETALJ PODMETAČA DIFUZORA	mj. 1 : 5
B.2.13.DETALJ DETALJ VODONEPROPUSNOG POKLOPCA	mj. 1 : 5
B.2.14.DETALJ OZNAKE „ZABRANA SIDRENJA“	mj. 1 : 20

Svibanj 2016.g.

PROJEKTANT GRAĐEVINSKOG DIJELA:

Nataša Todorić Rex, dipl.ing.građ.

B.1. 1 TEHNIČKI OPIS

PODMORSKI ISPUST OTPADNIH VODA Lopud

✦ Sustav odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na otoku Lopudu ✦

B1. 1.1 UVODNE NAPOMENE

Predmetnom MAPOM br. 4 GLAVNOG PROJEKTA Sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na otoku Lopudu obuhvaćena je izgradnja PODMORSKOG ISPUSTA OTPADNIH VODA LOPUD.

Otok Lopud smješten je na južnom Jadranu u Dubrovačko - neretvanskoj županiji, drugi po veličini u skupini Elafitskih otoka, 7 nautičkih milja sjeverozapadno od Dubrovnika s istoimenim priobalnim turističkim naseljem. Smješten je između Koločepa i Šipana. Ukupan broj stanovnika prema popisu stanovništva iz 2001. godine iznosi 279.

Elafiti su niz otoka nedaleko od Dubrovnika, između poluotoka Pelješca i poluotoka Lapada, koji su danas dio grada Dubrovnika. Osim stijena i manjih otočića, u Elafite se ubrajaju Koločep, Lopud, Šipan, Daksa, Jakljan i Olipa. Ovaj arhipelag bio je vrlo važan u životu starog Dubrovnika zbog nadzora pomorskih putova uz obalu i na otvorenom moru. Svojim prekrasnim krajolicima i pješčanim plažama privlače brojne turiste. Dnevno su povezani stalnom brodskom linijom s Dubrovnikom.

Na otoku Lopudu ne postoji izvedena kanalizacijska mreža, već se odvodnja otpadnih voda svodi na pojedinačne septičke jame i nekoliko izravnih ispusta u more.

Tijekom izgradnje magistralnog vodovodnog cjevovoda za Elafitske otoke zbog racionalizacije gradnje izgrađen je instalacijski betonski kanal. U njemu su smještene sve potrebne infrastrukturne instalacije: magistralni i opskrbeni vodovodni cjevovod, glavni kanalizacijski priobalni kolektor (gravitacijske i tlačne dionice) te električni i telekomunikacijski kablovi. Instalacijski kanal je prema projektu izvedenog stanja duljine 613 m. Ukupno je izvedeno 764 m tlačnog cjevovoda DN150 te 1127 m gravitacijskih kanala DN250. Na izgrađenim gravitacijskom kanalima nisu izvedeni priključci jer ostatak kanalizacijskog sustava (uređaj za pročišćavanje, crpne stanice i podmorski ispust) nije izgrađen.

Gospodarska osnova i razvoj, svakako iziskuju i kvalitetno rješenje organiziranog prikupljanja, odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na području naselja Elafitskih otoka.

Izgradnja sustava odvodnje, pročišćavanja i dispozicije otpadnih voda predstavlja jedan od važnih čimbenika razvoja svakog naselja. Dugoročna orijentacija na turizam, kao osnovnu gospodarsku djelatnost, nameće 'goruću' potrebu rješavanja zadane problematike.

Time bi bili stvoreni preduvjeti za udovoljavanje kriterijima kvalitetne turističke ponude, kao i standardima kvalitetnog življenja, uz primarnu svrhu očuvanja okoliša.

Svaki kanalizacijski sustav predstavlja složen zahvat u prostoru (zbog kompleksnosti izvedbe i obima radova), kojeg nije uvijek moguće realizirati odjednom. Mogućnost izvedbe pojedinih dijelova kanalizacijskog sustava implicira usuglašenost i pravilno funkcioniranje dijelova zasebno te u cjelini konačno dovršenog sustava.

Kao osnova za projektiranje podmorskog ispusta Lopud korištena je dosad izrađena projektna dokumentacija koja obrađuje problematiku sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda Lopud:

- *Smjernice za projektiranje kanalizacijskih sustava otoka Koločepa, Lopuda i Šipana* ("Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet", Zagreb, 2002. godine);
- *Projekt zaštite od onečišćenja voda na priobalnom području; Analiza izvedivosti - pilot projekti; dubrovačko područje* ("Hrvatske vode", Zagreb 2002. godine);
- *Studija zaštite voda i mora na području Dubrovačko-neretvanske županije* ("Hidroprojekt-ing" d.o.o., Zagreb, 2009. godine).

Svi ovi elaborati imali su za cilj određivanje optimalnog načina prikupljanja, odvodnje, pročišćavanja i ispuštanja otpadnih voda s područja otoka Lopuda.

Temeljem njih izrađeni su i elaborati:

- *Sustav odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda otoka Lopuda*, Idejno rješenje kanalizacijske mreže, ("Hidroprojekt-ing" d.o.o - Zagreb, travanj 2006. godine);
- *Sustav odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda otoka Lopuda*, Idejno rješenje uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, ("Hidroprojekt-ing" d.o.o - Zagreb, travanj 2006. godine);
- *Idejni projekt za izdavanje lokacijske dozvole - Sustav odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda Lopud; Glavni projekt sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda Lopud*, izradio Hidroprojekt-ing d.o.o. – Zagreb, svibanj 2016.g.;
- *Rezultati istraživačkih radova trase podmorskog ispusta otpadnih voda sustava javne odvodnje itoka Lopuda*, Hidrografska izmjera, geologija podmorja i magnetometrijska detekcija – Studija, izradio Hrvatski hidrografski institut (HHI) – Split, rujan 2015.g.;
- *Studija izvodljivosti i aplikacije na EU fondove za područje grada Dubrovnika*, Podprojekt Dubrovnik, Južno priobalno područje.

Izrađeni elaborati daju temeljne okvire za konkretni planski obuhvat, uz određenje svih bitnih pretpostavki dugoročnog razvojnog procesa ove složene cjeline.

Osnova za izradu glavnog projekta podmorskog ispusta, pored navedene prethodno izrađene projektne i studijske dokumentacije, je i :

- Lokacijska dozvola, Klasa: UP/I-350-05/02-01/505, Ur.broj: 2117-05/2-07-23, Dubrovnik, 05. ožujka 2007.g., izdala: REPUBLIKA HRVATSKA, URED DRŽAVNE

UPRAVE U DUBROVAČKO-NERETVANSKOJ ŽUPANIJ, Služba za prostorno uređenje, zaštitu okoliša, graditeljstvo i imovinsko-pravne poslove,

- Rješenje o produljenju važenja lokacijske dozvole: Klasa: UP/I-350-05/14-01/45, Ur.broj: 2117/01-15-14-2, Dubrovnik, 04. rujna 2014.g., izdala: REPUBLIKA HRVATSKA, DUBROVAČKO-NERETVANSKA ŽUPANIJA, GRAD DUBROVNIK, Upravni odjel za izdavanje i provedbu dokumenata prostornog uređenja i gradnje.

Stupanjem na snagu **Pravilnika o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda** (NN 80/2013) definirani su zahtjevi, usklađeni s Direktivom 91/271/EEZ, koji se izravno referiraju na osjetljivost područja (recipijent) te veličinu naselja i stupanj pročišćavanja.

Sukladno članku 7. navedenog **Pravilnika** (NN 80/2013) stavak 7, odnosno stavak 10 (prema **Pravilniku o izmjenama i dopunama Pravilnika o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda** (NN 03/16)), komunalne otpadne vode iz sustava javne odvodnje aglomeracije s opterećenjem manjim od 2 000 ES (što je slučaj s naseljem Lopud) koje otpadne vode ispuštaju u recipijent normalne osjetljivosti, pročišćavaju se ODGOVARAJUĆIM PROČIŠĆAVANJEM prije ispuštanja otpadnih voda u prijemnik.

Člankom 8. **Pravilnika o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda** (NN 80/2013) definiran je pojam „odgovarajuće pročišćavanje“ kao „...obrada komunalnih voda bilo kojim postupkom, uključivo i niža razina obrade od I. stupnja, uz minimalnu primjenu postupka kojima se iz otpadnih voda uklanjanju krupne raspršene i plutajuće tvari uključujući ulja i masnoće i/ili načinom ispuštanja, uključujući i podmorske ispuste, koja omogućava da prijemnik zadovoljava odgovarajuće ciljeve kakvoće voda“.

Obzirom na karakteristike sustava odvodnje naselja Lopud (veličina, odnosno broj korisnika N = 1400 ES (< 2000 ES) te planirano ispuštanje obrađenih otpadnih voda putem podmorskog ispusta u Mljetski kanal („normalno područje“) usvojeni koncept je usklađen sa važećom legislativom.

Osnovni zahtjevi Direktive 91/271/EEZ te Pravilnika o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda (NN 80/13, 43/14), koji se odnose na uspostavljanje sustava odvodnje i stupnja pročišćavanja, ovisno o osjetljivosti područja te veličinu aglomeracije

Osjetljivost područja	Veličina aglomeracije	Sustav odvodnje	Stupanj pročišćavanja
Normalno	< 2.000 ES	Bez zahtjeva	Odgovarajući (najmanje I. stupanj), za postojeći sustav odvodnje
	2.000 – 10.000 ES	Opremiti sa sustavom odvodnje	Odgovarajući (najmanje I. stupanj)
	> 10.000 ES	Opremiti sa sustavom odvodnje	prvi (I) + drugi (II)
Osjetljivo	< 2.000 ES	Bez zahtjeva	Odgovarajući (najmanje I. stupanj), za postojeći sustav odvodnje
	2.000 – 10.000 ES	Opremiti sa sustavom odvodnje	Odgovarajući (najmanje II. stupanj)
	> 10.000 ES	Opremiti sa sustavom odvodnje	prvi (I) + drugi (II) + treći (III)

Pri izradi ovog projekta, osim uvažavanja urbanističkih i razvojnih planova te i posebnih uvjeta izdanih od strane poduzeća zaduženih za izvedbu i održavanje ostalih infrastrukturnih sadržaja, pridržavalo se i **geodetskih podloga (snimanje situacije i iskolčenja kopnenog dijela trase ispusta)** kao i **elaborata rezultata istraživačkih radova trase podmorskog ispusta (hidrografska izmjera, geologija podmorja, oceanografski i meteorološki podaci)**, a sve radi složenosti građevine podmorskog ispusta otpadnih voda "LOPUD".

B1. 1.2. POLAZNE POSTAVKE

Na osnovu rezultata oceanografskih istraživanja Mljetskog kanala, kao prijemnika otpadnih voda te trase samog podmorskog ispusta pročišćenih otpadnih voda sustava odvodnje naselja na otoku Lopudu, proračunata je minimalna potrebna dužina, kao i ostale karakteristike ispusta. Definirani su parametri značajni za projektiranje te izgradnju podmorskog ispusta Lopud, uz maksimalno uvažavanje postavki lokacijske dozvole (definirana dužina podmorskog dijela!) te propisanih zakonskih odrednica o stupnju pročišćavanja otpadnih voda sustava odvodnje otpadnih voda naselja na otoku Lopudu.

Podmorski ispust je kao građevina odmah predviđen za konačno opterećenje, s time da će hidraulički uvjeti tečenja (i za slučaj manjih količina otpadnih voda, odnosno u prvim razvojnim fazama priključenja na sustav odvodnje) biti postignuti doziranjem otpadne vode iz dozažnog bazena u sklopu UPOV-a „Benešin rat – Lopud“.

Podmorski ispust sastavljen je od kopnene i podmorske dionice. Karakteristike građevine ispusta usklađene su sa izrađenom Studijom hidrogrfskih izmjera, geologijom podmorja, oceanografskim i meteorološkim podacima – Rezultati istraživačkih radova trase podmorskog ispusta otpadnih voda sustava javne odvodnje otoka Lopud (HHI-Split, rujan 2015.g.) te važećom Lokacijska dozvola, Klasa: UP/I-350-05/02-01/505, Ur.broj: 2117-05/2-07-23, Dubrovnik, 05. ožujka 2007.g., izdala: REPUBLIKA HRVATSKA, URED DRŽAVNE UPRAVE U DUBROVAČKO-NERETVANSKOJ ŽUPANIJ, Služba za prostorno uređenje, zaštitu okoliša, graditeljstvo i imovinsko-pravne poslove.

Lokacija kopnenog dijela podmorskog ispusta nadovezuje se na lokaciju uređaja za pročišćavanje otpadnih voda „Benešin rat – LOPUD“.

Kopneni dio trase, u kojem je uspostavljeno tlačno-gravitacijsko tečenje, nalazi se na predjelu izlaza iz uvale Lopud prema Benešinom ratu, usmjeren jugozapadno, prema sredini Mljetskog kanala.

Podmorski dio trase je položen u akvatoriju Mljetskog kanala, u završnom kursu 235,26°, prema sredini Mljetskog kanala.

Podmorski ispust proračunat je za **KONAČNI** stupanj izgrađenosti predmetnog kanalizacijskog sustava, odnosno za opterećenje: **$Q_{\max}=25,00$ l/s**

B.1. 1.3. MJERODAVNE KOLIČINE OTPADNIH VODA

Prema navedenoj ranije izrađenoj i usvojenoj dokumentaciji, na osnovu kojeg je prihvaćen koncept sustava javne odvodnje sa područja otoka Lopuda sa uređajem za pročišćavanje otpadnih voda i podmorskim ispustom, dati su slijedeći podaci:

Hidrauličko opterećenje:

Maksimalni dnevni dotok otpadnih voda (ljeti):

$$Q_{\text{dan}} = 600,00 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Dnevni dotok "tuđih" otpadnih voda (30% Q_{dan}):

$$Q_{\text{tu}} = 0,30 \times 600,00 = 180,00 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Maksimalni satni dotok otpadnih voda:

$$Q_{\text{max.sat.}} = 600,00/8 + 180,00/24 = 82,50 \text{ m}^3/\text{h} (22,92 \text{ l/s})$$

Maksimalni dnevni dotok otpadnih voda:

$$Q_{\text{max.sat.}} = 600,00/12 + 180,00/24 = 57,50 \text{ m}^3/\text{h} (15,97 \text{ l/s})$$

Ekvivalentni stanovnici: 1.400 ES

Opterećenje otpadnim tvarima (za 1.400 ES):

BPK ₅	84,00	kgO ₂ /dan
KPK	168,00	kgO ₂ /dan
R.T.	98,00	kg RT/dan
N	15,40	kg N/dan
P	3,52	kg P/dan

Otpadne vode će, nakon obrade na ugrađenoj hidromehaničkoj opremi u sklopu postrojenja uređaja, biti sakupljene u dozažnom bazenu minimalnog korisnog volumena 6,0-10,0 m³ ("ispiranje" min. cca 250-300 m³ cjevovoda podmorskog ispusta). Iz dozažnog bazena će iste, pod određenim hidrauličkim uvjetima biti ispuštane u podmorski ispust pročišćenih otpadnih voda "Lopud".

Namjena dozažnog bazena, kao završnog objekta na UPOV-u "Benešin rat - Lopud", je da pridonese uspostavi pogonskog režima pri kojem će male brzine istjecanja biti eliminirane, a postignuto turbulentno miješanje na graničnim kontaktima ispuštenog efluenta i morske vode kao medija. Na taj način će biti dobiveni efekti optimalnog razrjeđenja otpadne vode u morskoj masi.

To će biti postignuto uz uvjet da brzina istjecanja na difuzoru bude oko 1,50 (max 2,0) m/s.

Dozažni spremnik je detaljnije obrađen u sklopu projektne dokumentacije uređaja za pročišćavanje otpadnih voda otoka Lopuda, iako u tehnološko-hidrauličkom smislu pripada podmorskom ispustu "Lopud".

B.1. 1.4 PROJEKTIRANO RJEŠENJE

B.1. 1.4.1. PODACI O PRIJEMNIKU

Podaci o prijemniku za potrebe proračuna preuzeti su iz elaborata HHI Split.

Područje hidrografske-geoloških istraživanja te magnetometrijske detekcije buduće trase podmorskog ispusta otpadnih voda LOPUD proteže se od LP1 točke smještene u blizini Benešin rata na oko 600 m u pravcu sjeverozapada od dna Uvale Lukovice na jugozapadnoj obali otoka Lopuda, u kursu 235,26° do krajnje točke izmjere A

Istraživanje, kojeg je poduzeo HRVATSKI HIDROGRAFSKI INSTITUT iz Splita sastojalo se od

- geodetske i hidrografske izmjere
- geoloških istraživanja
- magnetometrijske detekcije buduće trase na istočnom dijelu otoka Šipana.

Radovi hidrografske izmjere, geoloških istraživanja i uzorkovanja te magnetometrijske detekcije izvršeni su u razdoblju od 26. kolovoza 2015. do 02. rujna 2015.

Podmorski reljef pretpostavljene trase podmorskog ispusta otpadnih voda LOPUD možemo podijeliti u četiri dijela:

1. Od početka pretpostavljene trase podmorskog ispusta otpadnih voda LOPUD morsko dno strmo ponire od LP1 točke do dubine 59,8 m (Kp 0,142).
U ovom djelu trase stijena podloge dolazi do površineorskog dna. Od Kp 0,097 do Kp 0,142 na površini je pijesak.
2. U drugom dijelu trase morsko dno blaže ponire od dubine 59,8 m (Kp 0,142) do dubine 79,2 m (Kp 0,511) i *prekriveno je s pijeskom.*
3. Treći dio trase većeg nagiba se proteže od 79,2 m dubine (Kp 0,511) do dubine 91,6 m (Kp 0,645) i *prekriveno je s pijeskom.*
4. Zadnji dio trase se blago spušta od dubine 91,6 m (Kp 0,645) do točke A (Kp 0,800) koja je na dubini od 94,5 m a *prekriveno je sa siltoznim pijeskom.*

Na snimcima panoramskog dubinomjera (SSS-a) nisu uočene nikakve prepreke, veća udubljenja ili izbočine kao i drugi objekti na morskom dnu koji bi mogli ugroziti postavljanje

podmorskog ispusta otpadnih voda.

Magnetometrijskim mjerenjem nisu otkriveni veći feromagnetski predmeti na morskom dnu niti neposredno ispodorskog dna koji bi mogli predstavljati prepreku pri postavljanju podmorskog ispusta otpadnih voda.

Na kraju možemo zaključiti da je područje obuhvaćeno hidrografsko-geološko-magnetometrijskim istraživanjem pogodno za postavljanje podmorskog ispusta otpadnih voda.

Na otoku Lopudu pojavljuju se naslage donjokrednih vapnenaca i dolomita. Granicu s dolomitima karakterizira kontinuirani litološki prijelaz, gdje se vertikalno i lateralno izmjenjuju dolomiti s vapnencima.

U inženjerskogeološkom smislu navedeni vapnenci i dolomiti pripadaju čvrstim sedimentnim stijenama karbonatnog tipa.

Kvartarne naslage zauzimaju uski dio jugoistočnog dijela otoka kao akumulirani i nevezani rastrošni materijali karbonatnih naslaga a na morskom dnu pojavljuju se kao recentne naslage.

U tektonskom pogledu otok Lopud predstavlja asimetričnu krednu antiklinalu, sa strmim slojevima u južnom dijelu i blaže nagnutim na sjevernom dijelu otoka.

Slojevi su pretežno nagnuti prema sjeveru-sjeveroistoku pod kutom 30°- 55°. Cijeli je otok ispresijecan skoro paralelnim poprečnim rasjedima smjera sjeverozapad-jugoistok.

Maksimalni stupanj seizmičnosti iznosi $I_{max} = 7^{\circ}$ MCS ljestvice. Ova vrijednost odnosi se na stijensku masu – vapnenac. Za naslage pokrivača treba predvidjeti povećanje stupnja seizmičnosti.

Kod ishodišne točke trase istraživanja na obali Lopuda - buduće lokacije ispusta otpadnih voda, pojavljuju se naslage cenomanskih vapnenaca i dolomita koje tvore osnovnu stijenu na kopnu i u podmorju.

Veoma blizu obale morsko dno strmo ponire do dubine 60 m a zatim postupno pada prema kraju trase ispusta otpadnih voda do dubine 94 m. Dublji dijeloviorskog dna prekriveni su siltoznim pijeskom a bliže obali i u središnjem dijelu akvatorija uglavnom pijeskom. Debljina pokrivača varira u zavisnosti o morfologiji stijenske podloge.

Upotrebom geološko-strukturnog dubinomjera (SES-2000 compact) snimljeno je pet međusobno usporednih presjeka budućeg ispusta otpadnih voda a svi su okomiti na obalu. Presjeciorskog dna i površine ispodorskog dna neznatno se razlikuju po litološkim i stratigrafskim značajkama.

Površina većeg dijelaorskog dna pokrivena je pijeskom a jednim dijelom i siltoznim pijeskom. Debljina sedimentnog pokrivača odorskog dna do stijenske podloge ili konsolidiranih očvrslih naslaga pri kraju trase ispusta otpadnih voda iznosi 6-8 m, po sredini presjeka 2-4 m a prema obali se stanjuje tako da stijena podloge ili konsolidiranih očvrslih naslaga dolazi ili izbija do površineorskog dna.

B.1. 1.4.2. PODACI O OTPADNIM VODAMA

Potrebno je poznavati sastav otpadnih voda da mogla biti ocijenjena štetnost pojedinih sastojaka te, u zavisnosti o njima, poduzete odgovarajuće mjere zaštite.

Sastav otpadnih voda ovisi o stanovništvu i njegovim navikama, kao i ostalim čimbenicima koji utječu na ishranu, navike i život stanovnika. Zbog toga one u svom sastavu variraju od mjesta do mjesta, a točni podaci se mogu dobiti jedino odgovarajućim ispitivanjima. Ovakva ispitivanja provedena su za čitav niz naselja, kako kod nas, tako i u inozemstvu te su objavljena u literaturi. Na osnovu tih literaturnih podataka procjenjuje se sastav otpadnih voda.

Ispuštanje kućanskih otpadnih voda u more može, ali ne mora, imati štetan utjecaj na morski ekosustav. To ovisi o kvaliteti otpadne vode, karakteristikama prijemnika, mjestu i načinu dispozicije.

Otpadne vode naselja, kakvo je područje naselja na otoku Lopudu, po svom sastavu spadaju u biološki razgradljive, tj. lako razgradljive tvari. Ne sadrže otrovne i radioaktivne tvari te nisu toksične za život u moru.

B.1. 1.4.3. KRITERIJ ZA DISPOZICIJU OTPADNIH VODA

Način dispozicije otpadnih voda u obalno more u ovisnosti je o namjeni obalnog mora, oceanografskim prilikama te karakteristikama otpadnih voda.

Karakter otpadnih voda koja dolaze u sustav odvodnje na otoku Lopudu, identičan je gradskim vodama, odnosno potrošnim i fekalnim vodama iz domaćinstava.

Utjecaj otpadnih voda na zagađenje mora, općenito, može se promatrati s tri aspekta:

- estetskog
- higijensko - sanitarnog
- ekološkog

Zagađenje mora u estetskom pogledu relativno lako se može definirati slijedećim pokazateljima:

- krupna plivajuća tvar;
- ulja, masti, nafta i naftni derivati;
- mutež;
- boja;
- miris.

Zagađenje ovog tipa javnosti je najuočljivije, a posebno je neugodno za zone kupanja i rekreacije. Većina nabrojenih pokazatelja relativno jednostavno se uklanja te isti ne bi trebali predstavljati poseban problem u smislu zaštite obalnog mora. Izuzetak čine nafta i naftni derivati, koji u more dospijevaju uslijed udesa brodova, što je posljedica više sile.

Pokazatelji zagađenja sa sanitarno - higijenskog aspekta su mikroorganizmi iz probavnog trakta ljudi i životinja. Kao indikatori obično se uzimaju ukupne koliformne bakterije ili fekalni koliformi, čije prisustvo ukazuje na mogućnost zagađenja mora i patogenim organizmima.

Na osnovi prethodnih razmatranja moguće je primijeniti odgovarajuće kriterije za ispušt otpadne vode u obalno more. Našim važećim propisima (**Uredbe o standardu kakvoće voda**, NN 73/2013, NN 151/2014 i NN 78/2015) određeni su standardi, izraženi kroz skupine pokazatelja:

- A) fizikalno - kemijski (pH, alkalitet, el. vodljivost)
- B) režim kisika (BPK_s, KPK - Mn, otopljeni i zasićeni kisik)
- C) hranjive tvari (amonij, nitriti, nitrati, ukupni N i P)
- D) biološki (P-B indeks saprobnosti)

Obzirom na karakter otpadnih voda, veličinu naselja i namjenu obalnog mora, odnosno unaprijed zadane i poznate uvjete, usvojen je »odgovarajući stupanj« pročišćavanja uz primjenu podmorskog ispusta, a sve kako je navedeno kod opisa uređaja za čišćenje i u skladu sa:

- **Pravilnika o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda** (NN 80/2013)
- **Pravilnika o izmjenama i dopunama Pravilnika o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda** (NN 43/2014)
- **Pravilnika o izmjenama i dopunama Pravilnika o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda** (NN 27/2015)
- **Pravilnika o izmjenama i dopunama Pravilnika o graničnim vrijednostima emisija otpadnih voda** (NN 03/2016)

B.1. 1.4.4. STUPANJ PROČIŠĆAVANJA I DUŽINA PODMORSKOG ISPUSTA

Pročišćavanje otpadne vode može biti izvršeno na uređajima ili se razgradnja otpadne tvari odvija u vodi mora, odnosno, općenito, prijemnika.

Oba postupka se odvijaju po istim biološkim zakonitostima, uz uvjet da se vrši ispuštanje biološki razgradljive otpadne tvari, što za konkretne prilike odgovara.

Zagađivači, odnosno, pokazatelji koji mogu izazvati negativne posljedice u ekološkom pogledu su BPK_s, ukupan dušik i fosfor te, eventualno, suspendirana tvar.

Uklanjanje, odnosno, razgradnja navedenih pokazatelja može se izvršiti na uređaju ili u prijemniku, uz odgovarajući način ispuštanja.

Smanjenje navedenih pokazatelja na biološkim uređajima, odnosno, u morskoj vodi, primjenom razrijeđenja i procesa difuzije, prikazano je u tablici, kako slijedi:

Način pročišćavanja	suspendirana tvar mg / l	BPK ₅ mg O ₂ / l	Ukupni fosfor mg / l	U.K. 100 ml
I stupanj pročišćavanja	150 (- 50 %)	200 (- 20 %)	6	10 ⁸
II stupanj pročišćavanja	35 (> 10000 ES)	25	5	10 ⁷
u moru, iznad difuzora	< 3	< 2,5	< 0,1	< 10 ⁶
u moru, na graničnoj crti	< 0,3	< 0,25	< 0,01	< 0,5 x10 ⁵

Pri proračunu razgradnje u moru, uzeta je u obzir činjenica da, kod dobro projektiranog difuzora i povoljnih oceanografskih prilika, početno razgrađivanje jest reda veličine 100 do 150 puta. Uz to, uzimanjem u obzir i procesa difuzije te razgradnje organske tvari tijekom transporta do branjene zone, ukupni učinak samopročišćavanja iznosi do 1000 i više puta.

B.1. 1.4.5. OPIS GRAĐEVINE ISPUSTA

Usvojene ukupne količine otpadnih voda koje će biti pročišćavane na uređaju za pročišćavanje, a zatim transportirane predmetnim cjevovodom u konačnosti, iznose:

$$Q_{\max, \text{sat}} = 25,00 \text{ l/s}$$

PODMORSKI ISPUST LOPUD		
NAZIV DIJELA PODMORSKOG ISPUSTA	KARAKTERISTIKE CIJEVI	DULJINA (m')
Kopnena dionica podmorskog ispusta	PEHD OD/ID = 200/170 ⁶ mm; PE 100; SDR 13,6; PN 10 bar-a	55,00 m'
Cjevovod podmorske dionice ispusta (dionica bez difuzora)	PEHD OD/ID = 200/170 ⁶ mm; PE 100; SDR 13,6; PN 10 bar-a	419,90 m'
Difuzorska sekcija	PEHD OD/ID = 200/158 ⁶ mm; PE 100; SDR 13,6; PN 10 bar-a:	80,10 m'
UKUPNA DULJINA PODMORSKOG ISPUSTA „LOPUD“		555,00 m'

→ CJEVOVOD KOPNENOG DIJELA ISPUSTA

Lokacija uređaja za pročišćavanje otpadnih voda determinirala je i dužinu te način tečenja u cjevovodu kopnene dionice podmorskog ispusta otpadnih voda „LOPUD“ u ukupnoj dužini od **55,00 m**.

U skladu sa maksimalnim količinama od 25 l/s te mogućnostima doziranja i obrade otpadnih voda na hidromehaničkoj opremi, uz postizanje optimalne brzine tečenja u cjevovodu, određen je nazivni promjer cjevovoda ispusta te iznosi **DN = 200 mm**

Obzirom na tlačno-gravitacijske uvjete tečenja u ispustu te potrebnu tjemenu nosivost cjevovoda zbog dubina iskopa i sl., određeno je da cjevovod bude za tlak od **PN = 10 bar-a**

Na trasi kopnenog dijela podmorskog ispusta predviđena je izvedba rova širine dna 50 cm. Na dnu će biti izveden sloj pješčane posteljice debljine 10 cm u kojeg će biti položena cijev podmorskog ispusta. Nakon polaganja cjevovoda isti će biti zatrpan zamjenskim materijalom do 30 cm iznad tjemena cijevi. U ostatak rova biti će nasut materijal iz iskopa, uz obnavljanje površinskog sloja u skladu s uvjetima na trasi. Odabrani cijevni materijal i način spajanja cijevnih segmenata u rovu treba biti dokazano otporan na moguće deformacije

(slijegavanje i diferencijalna slijeganja) koja se mogu javiti u eksploataciji objekta. Preporuča se omogućavanje kutne deformacije od min. 2° (dva stupnja) na spojcima cijevnih segmenata bez gubitka vodotjesnosti, odnosno integriteta spoja.

Paralelno sa cjevovodom kopnenog dijela podmorskog ispusta predviđeno je položiti i odzračni cjevovod:

ODZRAČNI CJEVOVOD ISPUSTA

Cijev: **PEHD: PE 100, DN 110 mm; 6,3 bar-a /SDR 26/** od odzračnog okna (stac. 0+050,00) do izlaznog okna dozažnog bazna u sklopu UPOV-a „Benešin rat – LOPUD“.

Ukupna dužina odzračnog cjevovoda (od odzračnog okna do izlaznog okna dozažnog spremnika u sklopu UPOV-a „Benešin rat –Lopud“ iznosi:

L= 55,00 m

Trasa kopnenog dijela cjevovoda PEHD DN 200/170,6 mm, PE-100; PN 10 bar-a, SDR 13,6, položena je u nagibu različitih vrijednosti, prateći terenske prilike od lokacije uređaja za pročišćavanje otpadnih voda „Benešin rat – Lopud“ (dozažni spremnik) prema završnom oknu - odzračno okno kopnene dionice ispusta na priobalnom području, sveukupne duljine 55,00 m.

Kopneni dio trase nalazi se izvan granica građevinskog područja, iznad uvale Lopud, prema Benešinom ratu, na jugozapadnom dijelu otoka Lopuda.

1. Stacionaža od 0+000,00 do 0+055,00

Trasa ovog dijela cjevovoda kopnenog segmenta ispusta (PEHD DN 200/170,6 mm, PE-100; PN 10 bar-a, SDR 13,6), ukupne dužine 55,00 m položena je u pravcu, između izlaznog okna dozažnog bazena u sklopu UPOV-a „Benešin rat - LOPUD“ te odzračnog okna i, dalje, obalne crte.

Na ovom dijelu trase, radi topografskih obilježja terena, bit će uspostavljeno tlačno-gravitacijsko tečenje u cijevima.

Uzdužni nagib nivelete cjevovoda prati terenske prilike na trasi.

Odzračno okno predstavlja posljedni objekt na kopnenoj dionici podmorskog ispusta Lopud. Smješteno je na stacionaži 0+050,00). Biti će izvedeno kao armiranobetonsko (C 35/45 – XS 2), kvadratnog tlocrtnog oblika, svijetle veličine 120 x 120 cm, svijetle dubine 355 cm. Na gornjem, površinskom, otvoru biti će ugrađen laki preklopni INOX poklopac. Na pokrovnoj armiranobetonskoj ploči, razinu ispod (35 cm) biti će ugrađen vodotjesni tlačni poklopac. U odzračnom oknu će biti izveden sklop od fazonskih komada za spoj sa odzračnom cijevi te mogućnošću priključka na podmorsku dionicu ispusta.

U odzračnom oknu 2 započinje odzračni cjevovod PEHD PE 100 DN 110 mm SDR 26; PN 6,3 bar-a te se polaže uz cijev ispusta, paralelno, u dužini od 56,00 m do izlaznog okna dozažnog bazena u sklopu lokacije UPOV-a „Benešin rat – Lopud“. Kopnena dionica podmorskog ispusta Lopud završava na obalnoj crti.

Cjelokupna trasa cjevovoda kopnene dionice podmorskog ispusta u potpunosti je ukopana, s time da je dio od odzračnog okna prema obalnoj crti (finalnih 5 m kopnene dionice) ubetoniran.

Kakvoća materijala izrade cjevovoda ispusta na kopnenom dijelu određena je na osnovu hidrauličkih uvjeta. U ovoj situaciji, kod tlačno-gravitacijskih uvjeta rada u isprekidanom režimu ispuštanja, agresivnosti otpadne i morske vode, većih promjera cjevovoda, zahtjeva za trajnošću građevine te značaja ove građevine, predviđena je ugradnja tlačnih cijevi proizvedenih od termoplastičnih (PEHD) cijevi nazivnog promjera DN 200 mm, PE 100, SDR 13,6, PN 10 bar-a. Kakvoća odzračnog cjevovoda: tlačne PEHD cijevi nazivnog promjera 110 mm, odnosno PE 100, SDR 26, PN 6,3 bar-a.

Zbog smanjenja rizika infiltracije i eksfiltracije u/iz cijevnog sustava zahtijeva se izvedba potpuno vodotijesnog kopnenog i podmorskog dijela ispusta, s minimalnim brojem spojeva, koji su u stanju podnijeti sva statička i dinamička (prometna, seizmička) opterećenja koja se mogu javiti u tijeku eksploatacije sustava. Preporuča se korištenje istovrsnih materijala za fazonske komade i sve spojeve na trasi, kako bi se umanjili rizici koji se neizbježno javljaju na točkama dodira različitih materijala.

Uređenje i zaštita okoliša odnosi se na sanaciju gradilišta po završetku građenja. Uređenjem je obuhvaćeno zatrpavanje, nasipavanje, planiranje terena, obnavljanje raskopanih površina te odvoz viška zemljanog materijala.

→ **PODMORSKA DIONICA PODMORSKOG ISPUSTA**

Trasu podmorskog dijela ispusta čini cjevovod od točke prijelaza sa kopnene dionice (odzračnog okna) u smjeru jugozapada, kurs $\delta=235,26^\circ$, 500,00 m dužine, prema sredini Mljetskog kanala.

Podmorska dionica podmorskog ispusta postavljena je od obalne crte, nakon odzračnog okna do završetka podmorske dionice 500,00 m u more Mljetskog kanala.

Hidrauličkim proračunom podmorskog ispusta - kopnena i podmorska dionica ukupne dužine $L= 55,00 + 500,00 = 555,00$ m - u skladu s maksimalnim količinama od 25,00 l/s, uizimajući u obzir mogućnost postave spremnika sa uređajem za doziranje u sklopu lokacije uređaja za pročišćavanje otpadnih voda, na izlazu, izračunat je promjer cjevovoda ispusta: **DN 200 mm**

Obzirom na tlačno-gravitacijske uvjete tečenja u podmorskom dijelu ispusta, potrebne karakteristike cjevovoda tijekom potapanja i manipulacije cjevovoda ispusta te sl. određeno je da cjevovod bude slijedećih karakteristika:

- **MATERIJAL CIJEVI:** **PEHD PE 100**
- **NAZIVNI PROMJER:** **DN 200 mm**
- **NAZIVNI TLAK:** **PN 10 bar-a**
- **OMJER PROMJERA I DEBLJINE STIJENKE:** **SDR 13,6**

Navedena kvaliteta cjevovoda odnosi se na:

- 'osnovnu' cijev ispusta DN 200 mm, u dužini od 400,00 m i
- difuzorsku sekciju DN 200 mm, u dužini od 100,00 m.

UKUPNA DUŽINA PODMORSKE DIONICE PODMORSKOG ISPUSTA:

L= 500,00 m!

1. Stacionaža od 0+000,00 do 0+018,30

Trasa cjevovoda podmorskog dijela ispusta od obalne crte u stacionaži 0+000,00 do stacionaže 0+018,30 polaže se u smjeru $\delta=235,26^\circ$. Na ovom dijelu cjevovod se postavlja sa primarnim betonskim opteživačima (na svakih 3,50 m) u iskopani rov i zaštićuje betonom. Ovo je plitka priobalna dionica pa je iz tih razloga predviđeno da cjevovod i njegova zaštita budu ispod kote morskog dna!

Kota morskog dna na st. 0+018,30 m je -15,00 m.

2. Stacionaža od 0+018,30 do 0+400,00

Trasa cjevovoda podmorskog dijela ispusta od stacionaže 0+018,30 do stacionaže 0+400,00 nastavlja u smjeru $\delta=235,26^\circ$. Na ovom dijelu cjevovod se, također, postavlja sa betonskim opteživačima (primarni na svakih 3,50 m razmaka) na pripremljeno morsko dno. U stacionaži 0+400,00 počinje difuzorska sekcija ispusta.

Kota morskog dna na st. 0+400,00 m je -72,90 m.

3. Stacionaža od 0+400,00 do 0+500,00

Difuzorska sekcija ispusta od PEHD DN 200/170,6 mm, PE-100; PN 10 bar-a, SDR 13,6 u ukupnoj duljini od 100 m postavlja se na pripremljeno morsko dno. Smjera cijevi difuzora je $\delta = 235,26^\circ$. Cijev se postavlja na betonske podmetače i posebno potapa.

Od stacionaže 0+419,90 na cijevi će biti izvedeni otvori $\varnothing 50$ mm, na razmaku od 26,7 m (sveukupno 3 otvora) te, završno, na izlazu iz cijevi jedan otvor od $\varnothing 100$ mm. Time će biti postignuto dostatno raspršivanje medija u recipijent.

Kota morskog dna završnog dijela difuzora/ispusta: st. 0+500,00 m je -80,00 m.

Na cjevovod podmorske dionice podmorskog ispusta LOPUD bit će postavljeni primarni betonski opteživači koji osiguravaju cjevovod na morskom dnu uslijed djelovanja morskih struja i valova te predstavljaju dodatnu masu koja je potrebna da cjevovod, koji je lakši od morske vode, bude potopljen. Svi opteživači biti će pričvršćeni na cjevovod vijcima, dovoljnom silom da se onemogući klizanje opteživača i rotacija na dnu.

Oblik i međusobni razmaci "primarnih" betonskih opteživača za potapanje cjevovoda trebaju biti prilagođeni uvjetima cjevovoda i tehnologiji potapanja cjevovoda.

Betonski opteživači biti će simetričnog okruglog oblika (težina cca 70,0 kg 'na zraku'), što ih čini pogodnim u pogledu onemogućavanja prevrtanja - okretanja cijevi na morskom



dnu. Raspored opteživača je takav da bude nadomještena potrebna težina za eventualne "sekundarne" opteživače potopljene cijevi.

Opteživač ove težine trebao bi biti ugrađen na svakih 3,50 m.

B.1. 1.4.6. DOŽAŽNI BAZEN

Dožažni spremnik je podzemna građevina armiranobetonske konstrukcije, koja se izravno nadovezuje na kanal za mjerenje protoka, a prethodi cjevovodu podmorskog ispusta pročišćenih otpadnih voda.

U tehnološkom smislu dožažni spremnik čini cjelinu sa podmorskim ispustom (dispozicija otpadne vode). No, u graditeljskom (tehničkom) pogledu, zbog svog smještaja na lokaciji uređaja za pročišćavanje otpadnih voda u sklopu ograđene lokacije, biti će obrađivan i u projektu UPOV „Benešin rat - LOPUD“.

Osnovna namjena građevine dožažnog bazena je prihvati i svojevrsna „egalizacija“ pročišćene otpadne vode (u hidrauličkom smislu). Nakon toga će, putem zasebnog uređaja u spremniku, ugrađenom na glavnom ispusnom cjevovodu, biti omogućeno adekvatno doziranje u prijemnik, uz postizanje učinkovitog razrjeđenja efluenta u mediju. Uspostava potrebnog hidrauličkog režima turbulentnog istjecanja iziskuje postizanje minimalne brzine istjecanja od 2,0 m/s. Na taj način će biti postignuto granično vrtložno miješanje efluenta s medijem (morem), a rezultirati će efektima optimalnog razrjeđenja.

Dožažni bazen je podzemna armiranobetonska struktura, u sklopu lokacije UPOV-a „Benešin rat – LOPUD“. Bazen je pravokutnog oblika, svijetle dužine 300 cm i širine 200 cm. Na njega se nadovezuje izlazno okno, tlocrtna površina 140 x 200 cm.

Debljina dna i zidova konstrukcije je 30 cm, dok je pokrovnica ploča predviđena u debljini od 20 cm. Na njoj će biti ostavljeni otvori opremljeni INOX poklopcima. Dno izlaza bazena će biti izvedeno u padu prema izlaznom oknu, dodatno produbljeno. Izvedba konstrukcije predviđena je minimalno betonom C 35/45 razreda izloženosti XS2. Na spoju vertikale i horizontale i na dilatacijskim reškama (radnim) postaviti gumene brtve unutar betonskog presjeka! Obavezan je dodatak sredstva za vodonepropusnost! Primjenjena je armatura B500B. Na dnu građevinske jame postavlja se nabijena kamena (šljunčane) podloga u debljini 30 cm. Na nju će biti položen sloj betona C 16/20 za izravnjanje u debljini od 10 cm. Obavezno prisustvo geodetske službe kod izgradnje konstrukcije.

Na cijevi izlaznog dijela biti će ugrađena leptirasta zaklopka sa elektromotornim upravljanjem. Putem zaklopke biti će doziran protok iz dožažnog spremnika u cjevovod podmorskog ispusta „Lopud“, radi postizanja efekata optimalnog razrjeđenja.

Vezano na izložene uvjete, za predmetno rješenje je predviđena izvedba dožažnog bazena minimalnog korisnog volumena 6,0 do 10,0 m³, („ispiranje“ min. cca 250-300 m³ cjevovoda podmorskog ispusta).

Svibanj 2016.g.

PROJEKTANT

Nataša Todorić Rex, dipl.ing.građ.

B.1. 2 HIDRAULIČKI PRORAČUN

PODMORSKI ISPUST OTPADNIH VODA Lopud

✦ Sustav odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na otoku Lopudu ✦

B 1.2.1. UVOD

Kao osnova za projektiranje te provedbu hidrauličke provjere (proračuna) podmorskog ispusta korištena je dosad izrađena projektna dokumentacija koja obrađuje problematiku odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda otoka Lopuda:

- *Smjernice za projektiranje kanalizacijskih sustava otoka Koločepa, Lopuda i Šipana* ("Sveučilište u Zagrebu Građevinski fakultet", Zagreb, 2002. godine);
- *Projekt zaštite od onečišćenja voda na priobalnom području; Analiza izvedivosti - pilot projekti; dubrovačko područje* ("Hrvatske vode", Zagreb 2002. godine);
- *Studija zaštite voda i mora na području Dubrovačko-neretvanske županije* ("Hidroprojekt-ing" d.o.o., Zagreb, 2009. godine).

Svi ovi elaborati imali su za cilj određivanje optimalnog načina prikupljanja, odvodnje, pročišćavanja i ispuštanja otpadnih voda s područja otoka Lopuda.

Temeljem njih izrađeni su i elaborati:

- *Sustav odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda otoka Lopuda, Idejno rješenje kanalizacijske mreže*, ("Hidroprojekt-ing" d.o.o - Zagreb, travanj 2006. godine);
- *Sustav odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda otoka Lopuda, Idejno rješenje uređaja za pročišćavanje otpadnih voda*, ("Hidroprojekt-ing" d.o.o - Zagreb, travanj 2006. godine);
- *Idejni projekt za izdavanje lokacijske dozvole - Sustav odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda Lopud; Glavni projekt sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda Lopud, izradio Hidroprojekt-ing d.o.o. – Zagreb, svibanj 2016.g.;*
- *Rezultati istraživačkih radova trase podmorskog ispusta otpadnih voda sustava javne odvodnje otoka Lopuda, Hidrografska izmjera, geologija podmorja i magnetometrijska detekcija – Studija, izradio Hrvatski hidrografski institut (HHI) – Split, rujan 2015.g.;*
- *Studija izvodljivosti i aplikacije na EU fondove za područje grada Dubrovnika, Podprojekt Dubrovnik, Južno priobalno područje.*

Izrađeni elaborati daju temeljne okvire za konkretni planski obuhvat, uz određenje svih bitnih pretpostavki dugoročnog razvojnog procesa ove složene cjeline.

Osnova za izradu ovog glavnog projekta, pored navedene prethodno izrađene projektne i studijske dokumentacije, je i :

- Lokacijska dozvola, Klasa: UP/I-350-05/02-01/505, Ur.broj: 2117-05/2-07-23, Dubrovnik, 05. ožujka 2007.g., izdala: REPUBLIKA HRVATSKA, URED DRŽAVNE UPRAVE U DUBROVAČKO-NERETVANSKOJ ŽUPANIJ, Služba za prostorno uređenje, zaštitu okoliša, graditeljstvo i imovinsko-pravne poslove,

- Rješenje o produljenju važenja lokacijske dozvole: Klasa: UP/I-350-05/14-01/45, Ur.broj: 2117/01-15-14-2, Dubrovnik, 04. rujna 2014.g., izdala: REPUBLIKA HRVATSKA, DUBROVAČKO-NERETVANSKA ŽUPANIJA, GRAD DUBROVNIK, Upravni odjel za izdavanje i provedbu dokumenata prostornog uređenja i gradnje.

Planirano hidrauličko opterećenje uređaja za pročišćavanje otpadnih voda "Lopud", odnosno dozažni bazen u sklopu UPOV-a "Lopud", na kraju planskog razdoblja iznosi:

- Vršni dotok na UPOV "Lopud": 22,92 l/s;
- Potrebni kapacitet (hidraulički uvjeti) podmorskog ispusta: 25,0 l/s!
- **Minimalno** potrebna zapremina crpnog spremnika: 6 m³
(hidraulički uvjeti podmorskog ispusta – "ispiranje" cca 250 m' podmorskog ispusta u jednom prepumpavanju)

Prihvaćen je postupak "odgovarajućeg stupnja čišćenja" ("mehaničkog predtretmana") otpadnih voda, uz napomenu da cjevovod podmorskog ispusta LOPUD predstavlja konačno rješenje za konačno opterećenje.

Izrađenim projektima i dodatno provedenim analizama, utvrđene su količine i karakteristike otpadnih voda koje će biti dovedene na uređaj za pročišćavanje i podmorski ispušt kanalizacijskog sustava s područja otoka Lopuda.

Podmorski ispušt dimenzioniran je na maksimalne količine otpadne vode u završnoj fazi izgradnje sustava odvodnje otpadnih voda sa područje otoka Lopuda, odnosno onoliko koliko iznose minimalni hidraulički uvjeti tehnički ispravnog funkcioniranja podmorskog ispusta otpadnih voda otoka Lopuda.

Prema provednom proračunu iznose:

$$\Rightarrow Q_{\max.} = 25,0 \text{ l/s.}$$

B 1.2.2. POLAZNI PODACI

Prema navedenoj ranije izrađenoj i usvojenoj dokumentaciji, na osnovu kojeg je prihvaćen koncept sustava javne odvodnje sa područja otoka Lopuda sa uređajem za pročišćavanje otpadnih voda i podmorskim ispuustom, dati su slijedeći podaci:

Hidrauličko opterećenje:

Maksimalni dnevni dotok otpadnih voda (ljeti):

$$Q_{\text{dan}} = 600,00 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Dnevni dotok "tuđih" otpadnih voda (30% Q_{dan}):

$$Q_{\text{tu}} = 0,30 \times 600,00 = 180,00 \text{ m}^3/\text{dan}$$

Maksimalni satni dotok otpadnih voda:

$$Q_{\text{max.sat.}} = 600,00/8 + 180,00/24 = 82,50 \text{ m}^3/\text{h} (22,92 \text{ l/s})$$

Maksimalni dnevni dotok otpadnih voda:

$$Q_{\text{max.sat.}} = 600,00/12 + 180,00/24 = 57,50 \text{ m}^3/\text{h} (15,97 \text{ l/s})$$

Ekvivalentni stanovnici: 1.400 ES

Opterećenje otpadnim tvarima (za 1.400 ES):

BPK ₅	84,00	kgO ₂ /dan
KPK	168,00	kgO ₂ /dan
R.T.	98,00	kg RT/dan
N	15,40	kg N/dan
P	3,52	kg P/dan

Otpadne vode će, nakon obrade na ugrađenoj hidromehaničkoj opremi u sklopu postrojenja uređaja, biti sakupljene u dozažnom bazenu minimalnog korisnog volumena 6,0-10,0 m³ ("ispiranje" min. cca 250-300 m' cjevovoda podmorskog ispusta). Iz dozažnog bazena će iste, pod određenim hidrauličkim uvjetima biti ispuštane u podmorski ispust pročišćenih otpadnih voda "Lopud".

Namjena dozažnog bazena, kao završnog objekta na UPOV-u "Benešin rat - Lopud", je da pridonesu uspostavi pogonskog režima pri kojem će male brzine istjecanja biti eliminirane, a postignuto turbulentno miješanje na graničnim kontaktima ispuštenog efluenta i morske vode kao medija. Na taj način će biti dobiveni efekti optimalnog razrjeđenja otpadne vode u morskoj masi.

To će biti postignuto uz uvjet da brzina istjecanja na difuzoru bude oko 1,50 (max 2,0) m/s.

Dozažni spremnik je detaljnije obrađen u sklopu projektne dokumentacije uređaja za pročišćavanje otpadnih voda otoka Lopuda, iako u tehnološko-hidrauličkom smislu pripada podmorskom ispustu "Lopud".

U skladu sa usvojenim količinama i uvjetima lokacije (akvatorija) ispuštanja prema istraživačkim i studijskim radovima i elaboratima te hidrauličkoj, ekološkoj i statičkoj provjeri, predviđena je **izvedba podmorskog ispusta otpadnih voda ukupne duljine 555,00 m'.**

Podmorski ispust LOPUD čine 55,00 m' kopnene dionice, promjera ("glavna" cijev) PEHD cijevi OD/ID 200/170⁶ mm (DN 200, SDR 13,6, PN 10 bar-a) i 500,00 m' podmorske dionice PEHD cijevi OD/ID 200/170⁶ mm (DN 200, SDR 13,6, PN 10 bar-a), a na dubinu cijevi difuzorskog otvora -80,0 m.

Materijal izrade PEHD (tvrđi polietilen), PE 100, SDR 13,6 PN 10 bar-a, debljina stijenke cijevi 14,70 mm, jedinična težina cca 8,65 kg/m'.

PODMORSKI ISPUST LOPUD		
NAZIV DIJELA PODMORSKOG ISPUSTA	KARAKTERISTIKE CIJEVI	DULJINA (m')
Kopnena dionica podmorskog ispusta	PEHD OD/ID = 200/170 ⁶ mm; PE 100; SDR 13,6; PN 10 bar-a	55,00 m'
Cjevovod podmorske dionice ispusta (dionica bez difuzora)	PEHD OD/ID = 200/170 ⁶ mm; PE 100; SDR 13,6; PN 10 bar-a	419,90 m'
Difuzorska sekcija	PEHD OD/ID = 200/158 ⁶ mm; PE 100; SDR 13,6; PN 10 bar-a:	80,10 m'
UKUPNA DULJINA PODMORSKOG ISPUSTA „LOPUD“		555,00 m'

B 1.2.3. PRORAČUN PODMORSKOG ISPUSTA »LOPUD«

B 1.2.3.1. PRORAČUN DULJINE PODMORSKOG ISPUSTA

NAPOMENE: - Detaljni podaci o ulaznim parametrima za proračun i projektiranje podmorskog ispusta usvojeni su prema REZULTATIMA ISTRAŽIVAČKIH RADOVA TRASE PODMORSKOG ISPUSTA OTPADNIH VODA SUSTAVA JAVNE ODVODNJE OTOKA LOPUDA koje je izradilo stručno ovlašteno poduzeće/institut - "HHI"- Split, rujan 2015.g.

Podmorski ispust predviđen je s difuzorom na kraju. Početno hidrauličko razrijeđenje otpadne vode u stupcu morske vode iznad difuzora izraženo je kao:

$$S_1 = \frac{Q_v + Q_m}{Q_v}$$

Q_v = količina vode koja istječe iz difuzora;

Q_m = količina vode mora u kojoj se vrši razrijeđenje.

Najmanje razrijeđenje izračunati će se za slučaj da se ne uzima u obzir turbulentna disperzija, koja nastaje utjecanjem jednog fluida u drugi, već samo miješanje u stupcu vode koji se pomiče uslijed djelovanja morskih struja.

Količina vode mora u kojoj se vrši razrijeđenje jednaka je:

$$Q_m = v \times b \times h$$

gdje je: v = brzina struje mora;

b = duljina difuzora;

h = visina stupca vode u kojem se vrši razrijeđenje.

Uz ukupnu duljinu ispusta (od "odzračnog okna" do difuzora) od 500,00 m, utvrđuje se maksimalna dubina morskog dna od -80,0 m (os cjevovoda difuzorske sekcije na prosječnoj je dubini -80,0 m!) uz prosječnu (usvojenu!) ljetnu visinu sloja termokline -0,0 - -5,0) m, a kao najnepovoljnije dubina termokline 0 m (homotermni uvjeti).

Maksimalna visina stupca u kojem se vrši razrijeđenje (termoklina 0 m):

$$h = \frac{z}{3} = \frac{(80,00 - 0,00)}{3} = 26,70m$$

Minimalna brzina morskih struja: 1,0 cm/s.

Duljina difuzora ovisna je o količini istjecanja otpadne vode, brzini istjecanja te dubini stupca vode.

Količina dotjecanja otpadne vode funkcija je maksimalnog kapaciteta uređaja za pročišćavanje otpadnih voda kanalizacijskog sustava sa područja otoka Lopuda i iznosi:

$$q_{\max} = 25,0 \text{ l/s} = 0,025 \text{ m}^3/\text{s}.$$

Odabrani otvor difuzora je $\varnothing 50 \text{ mm}$ i brzina istjecanja $v \geq 1,5$ (do 2,0) m/s.

Količina istjecanja iz jednog otvora difuzora:

$$q = 2,0 \times \frac{0,050^2 \times \Pi}{4} = 0,00393 \text{ m}^3 / \text{s} (3,93 \text{ l} / \text{s})$$

Potreban broj otvora:

$$n = \frac{0,0250}{0,00393} = 6,36$$

Kako je završni otvor difuzora jednak 3-strukoj površini, potrebno je 4 otvora (2 + 3x1).

Udaljenost između otvora difuzora mora biti tolika da se protoci iz pojedinih otvora međusobno ne miješaju prije termokline (eventualno prije površine).

Usvojen je razmak otvora difuzora za homotermne uvjete (termoklina 0,00 m):

$$a = \frac{z}{3} = \frac{80,00 - 00,0}{3} = 26,70 \text{ m}$$

U cilju postizanja povoljnije brzine tečenja, usvaja se zadnji otvor difuzora trostruke veličine površine ostalih otvora na trasi difuzorske sekcije, a DULJINA DIFUZORA će biti:

$$b = (n - 1) \times a = (4 - 1) \times 26,70 = 81,10 \text{ m}$$

Količina (minimalna za termoklinu na 0,0 m) vode mora u kojoj se vrši razrijeđenje:

$$Q_m = 0,01 \text{ m}^3 / \text{s} \times 80,10 \text{ m} \times (80,00 - 0,00 \text{ m}) = 64,08 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Početno hidrauličko razrijeđenje:

$$S_1 = \frac{0,025 + 64,08}{0,025} = 2563 \text{ puta}$$

Da bi se izvršilo potrebno miješanje otpadne vode u stupcu mora, potrebno je da istjecanje iz difuzora bude u punom presjeku, odnosno Froud-ov broj mora biti veći od 2.

Za konkretne prilike Froud-ov broj iznosi:

$$F = \frac{V_d}{\sqrt{\frac{\Delta\gamma}{\gamma_v} \times g \times d}}$$

$$\Delta\gamma = \gamma_M - \gamma_v = 1,03 - 1,00 = 0,03$$

$$F = \frac{2,00}{\sqrt{\frac{0,03}{1,00} \times 9,81 \times 0,050}} = 32,98 > 2,00$$

Za slučaj stagnacije u moru, izračunava se početno razrijeđenje iznad otvora difuzora prema Cumming-u:

$$S_1' = 0,144 \times \frac{H}{D}$$

gdje je:

H = dubina mora iznad otvora difuzora

D = promjer otvora difuzora

$$S_1' = 0,144 \times \frac{80,0}{0,050} = 230,40$$

Kod najnepovoljnijih prilika koje se mogu pojaviti i trajati vrlo kratko vrijeme, veličina početnog razrijeđenja iznositi će $S_1' = 230,40$ puta.

Dalje se može izračunati koncentracija zagađivača iznad difuzora prema:

$$C_o = \frac{C_v - C_m}{S_1} + C_m$$

gdje je:

C_v = koncentracija zagađivača u otpadnoj vodi (BPK₅)

C_m = postojeća koncentracija zagađivača u morskoj vodi (BPK₅)

Koncentracija BPK₅ u otpadnoj vodi procijenjena je na:

$C_v = 240 \text{ mg/l}$ (u samo mehanički pročišćenoj vodi), odnosno:

Nije izmjerena srednja koncentracija BPK₅ akvatorija ispred obale sa koje se polaže podmorski ispušt, pa se pretpostavlja:

$$C = 2,0 \text{ mg/l!}$$

U slučaju stagnantne situacije koncentracija iznad difuzora biti će:

$$C_o = \frac{240,0 - 2,00}{230,40} + 2,0 = 3,03 \text{ mg/l}$$

U slučaju djelovanja minimalnih morskih struja koncentracija iznad difuzora biti će:

$$C_o = \frac{240,0 - 2,00}{2563} + 2,0 = 2,10 \text{ mg/l}$$

Iz prethodnih podataka vidi se da je koncentracija za vrijeme stagnantnih situacija povećana.

Povećane koncentracije BPK₅ vezane su uz pridneni sloj vode iznad difuzora i naglo padaju s udaljenošću uslijed biološke razgradnje difuzije te su kratkog trajanja.

Obzirom na važnost sanitarnog standarda, izračunata je vrijednost bakteriološkog zagađenja.

Koncentracija bakterija izračunata je na granici branjene zone, uzimajući u obzir difuziju i odumiranje bakterija tijekom transporta od difuzora do branjene zone.

Rješenje diferencijalne jednačbe za smanjenje koncentracije otpadne tvari prema Brooks-u za zadane granične uvjete glasi:

$$C_{\max} = C_o \exp\left(\frac{kx}{u}\right) \operatorname{erf}\left(\frac{3/2}{(1 + 2/3\beta \times b)^3 - 1}\right)^{1/2}$$

$$\beta = \frac{12 \times E_y}{u \times b}$$

gdje je:

- x = udaljenost difuzora od granične linije; maksimalna koncentracija od raspršivača (m);
- u = brzina morskih struja (m/s);
- k = utjecaj morske vode na odumiranje bakterija;
- E_y = koeficijent dispozicije;
- b = duljina difuzora (m).

Koncentracija bakterija iznad difuzora, ne računajući s učinkom prethodnog čišćenja, kao najnepovoljniji slučaj:

$$\text{Ukupno koliformnih bakterija: } 9,9 \bullet 10^6 \div 9,9 \bullet 10^8 \text{ b.c. / 100 ml}$$

$$C_o = \frac{1,0 \times 10^7}{2563} = 0,390 \times 10^4 \text{ b.c./100ml}$$

Kontrola bakterija vrši se za ljetno razdoblje, kada je izvršena stratifikacija, pa se transport vrši ispod termokline. Rezultantna brzina na dubini cca -80,00 usvojena je s vrijednosti 5,0 cm/s ili 3,0 m'/min (na trasi nije/nisu postavljane automatske strujomjerne stanice – ASS, pa je navedena vrijednost pretpostavljena u skladu sa podmorskim ispuštima na relativnoj blizini lokacija i trasa!). Koeficijent disperzije može se izračunati prema:

$$E_y = 0,01 \times b^{4/3} = 8010^{4/3} = 1602 \text{ cm}^3 / \text{sec}$$

$$\beta = \frac{12 \times 1602}{3,00 \times 80,1} \times (60 / 10000) = 0,480$$

Prema brojnim istraživanjima na Mediteranu može se, s dovoljno sigurnosti, računati sa:

$$K = \frac{2,3}{2,5} \text{ sati}^{-1}$$

$$t_{90} = 2,5 \text{ h}$$

Pretpostavljena duljina ispusta od "branjenog obalnog pojasa" širine od 300 m do prvog otvora difuzora (uz prethodnu provjeru iteracijom s primjenom računalnih aplikacija!):

$$x' = 500,00 - 300,00 - 80,10 = 119,90 \text{ m}$$

gdje je:

- 300 m: branjeni obalni pojas;
- 0 m: lokacija LP1 (odzračno okno!) do obalne crte;
- 80,10 m: duljina difuzora;
- $x' = 119,90 \text{ m}$: najbliža udaljenost otvora difuzora od branjenog pojasa od 300 m';
- 500 m: ukupna duljina podmorskog dijela ispusta (uključivo i difuzorsku sekciju).

Projektirana vrijednost udaljenosti prvog otvora difuzora na preporučenoj trasi i lokaciji u skladu s konfiguracijom dna i obale prema Studiji HHI-a od obalne crte okomito na branjeni pojas od 300 m' = 419,90 m !

Prethodna provjera iteracijom s primjenom računalne aplikacije pokazala je slijedeće potrebne udaljenosti prvog otvora difuzora do branjenog obalnog pojasa:

- za 25,0 l/s i termoklinu 0,0 m: 250 m' ili ukupno do obalne crte: 300+250 = 550 m';

Konfiguracija morskog dna je relativno nepovoljna za polaganje podmorske dionice podmorskog ispusta!

Zaključeno je da će kod protoke 25,0 l/s, duljina ispusta biti zadovoljavajuća!

Kod udaljenosti od $x = 250 \text{ m'}$ od prvog otvora difuzora do branjene zone, najvjerojatniji broj koliformnih bakterija bio bi ispod propisanog minimuma od 500 b.c./100 ml !

Ovo znači da je odabrana duljina podmorskog dijela ispusta (od obalne crte "odzračnog okna" do završetka difuzora) zadovoljavajuća, odnosno iznosi:

$$L = \boxed{500,0 \text{ m'}}$$

B 1.2.3.2. KONTROLA HIDRODINAMIČKIH PARAMETARA PODMORSKOG ISPUSTA »LOPUD«

Maksimalni dotok (dozažni bazen u sklopu UPOV-a!) iznosi: $Q = 0,025 \text{ m}^3/\text{s}$

Od dozažnog bazena na uređaju za pročišćavanje otpadnih voda sustava "Lopud" do podvodnog dijela ispusta predviđena je polietilenska (PEHD; PE100) tlačna cijev OD/ID = 200/170⁶ mm (PN 10 bar-a; SDR 13,6):

$$F = 0,1706^2 \times \Pi \times 0,25 = 0,02286 \text{ m}^2,$$

a podmorski ispust također kao polietilenska (PEHD; PE 100) tlačna cijev OD/ID = 200/170⁶ mm (PN 10 bar-a; SDR 13,6).

Brzina protjecanja u ispustu:

$$v = \frac{0,0250}{0,02286} = 1,094 \text{ m/s}$$

Maksimalna visina plime, mjerena od geodetske nule, iznosi za proračun 1,50 m (prema studijama HHI i do cca 228 cm).

Dubina (max) mora (cijevi ispusta) na mjestu ispusta otpadne vode iznosi -80,0 m.

Potrebna kota istjecanja kod maksimalne računske plime od 1,50 m i razlike gustoće morske i otpadne vode, na izlasku iz cijevi, biti će:

$$Z_1 = (1,50 + 80,0) \times 1,03 - 80,0 = 3,95 \text{ mn.m.}$$

Gubitak u cjevovodu uslijed trenja izračunati će se prema Darcy - Weisbachu:

$$h_v = \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2 \times g}$$

Koeficijent λ izračunat je (očitan) iz Moody-evog dijagrama prema Prandtl-Colebrook-u.

Za temperaturu $T = 20^\circ \text{C}$:

- kinematski koeficijent viskoznosti je $\nu = 1,1 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- a viskoznost tekućine: $\nu = 1,31 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$

Koeficijent hrapavosti za kopneni i podmorski dio cjevovoda bez priključaka izveden od termički zavarenih polietilenskih cijevi usvaja se kao: $K_B = 0,25 \text{ mm}$.

Gubitci na ukupnoj duljini podmorskog ispusta biti će izračunat cjevovod $\varnothing 200/170^6 \text{ mm}$

$$R_e = \frac{v \times D}{\nu} = \frac{1,094 \times 0,1706}{1,1 \times 10^{-6}} = 1,697 \times 10^5$$

$$D / K = 170,6 / 0,25 = 682,4$$

Koeficijent otpora iz dijagrama $\rightarrow \lambda = 0,0220$

Gubitak u cijevi duljine $L = 55,00 + 419,90 = 474,90 \text{ m}$:

$$h_r = 0,0220 \times \frac{474,90}{0,1706} \times \frac{1,094^2}{19,62} = 3,74 \text{ m}$$

Gubitci na difuzoru:

Gubitci na difuzoru računaju se sumiranjem linijskih gubitaka i gubitaka nastalih pri istjecanju iz otvora difuzora, prema jednadžbama:

$$h_r = \lambda \times \frac{L}{D} \times \frac{v^2}{2 \times g} \quad (\text{Darcy Weisbach}) \quad \text{i} \quad q = C_D \times B \times \sqrt{2 \times g \times H}$$

Ukupni gubici za difuzor: = cca **0,50 m**.

Ukupni gubici na trasi podmorskog ispusta otpadnih voda "Lopud" od uređaja za pročišćavanje (dozažnog bazena!) do kraja podmorskog ispusta i kod maksimalne plime su:

$$Z = 3,95 + 3,74 + 0,50 = \mathbf{8,19 \text{ m n.m.}}$$

Kota nivelete cijevi na ulazu u kopneni dio tlačno-gravitacijskog ispusta (55,0 m' kopnenog dijela podmorskog ispusta), iznosi cca 10,20 m n. m. (niveleta automatskog „leptirastog“ zasuna), a kota vodenog lica kod punog dozažnog bazena iznosi cca 11,70 m n.m.. Slijedom navedenog osiguran je minimalni "nadtak" u "odzračnom oknu", odnosno

(10,20 i 11,70) m n.m. > 8,19 m n.m.. Time je omogućen normalan rad (tlačno-gravitacijsko istjecanje!) projektiranog ispusta.

B 1.2.4. PRORAČUN STABILITETA CJEVOVODA

B 1.2.4.1. PRORAČUN STABILITETA U EKSPLOATACIJI

Na cjevovod, koji je položen na morsko dno, djeluje sila unutarnjeg pritiska te sile nastale uslijed vanjskog utjecaja. Cjevovod mora na sve te sile imati odgovarajuću otpornost, koja se može postići bilo kriterijem debljine stijenke, bilo uz pomoć dodatnih opteživača ili pomoću načina polaganja cjevovoda.

Čimbenici usko povezani sa stabilitetom cjevovoda jesu:

- uzgon cjevovoda
- morske struje
- valovi
- unutrašnji tlak vode
- promjena temperature
- nejednoliko nalijeganje na dno

Utjecaj svakog od tih čimbenika razmotren je kako slijedi:

B 1.2.4.1.1. UZGON CJEVOVODA

Specifična težina tvrdog polietilena (PEHD) nešto je malo manja (ili gotovo ista) od specifične težine morske vode, pa bi cjevovod ispunjen morskom ili slatkom vodom još uvijek plivao. Stoga je cjevovod potrebno sidriti betonskim utezima da bi bio otkonjen utjecaj uzgona.

Cijev : DN 200 (OD/ID = 200/170,6 mm !)

$$\text{Površina stijenke: } F = \frac{(0,200^2 - 0,1706^2) \times \Pi}{4} = 0,0085574 m^2$$

$$\begin{aligned} \text{Težina cijevi po m': } T_c &= 0,0085574 \times 9650 = 84 \text{ N/m' (komerc. težina: 86,50 N/m')} \\ \gamma_c &= 9650 \text{ N/m}^3 \text{ za PE80 (komercijalno i za PE100: } \gamma_c = 10139 \text{ N/m}^3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Težina vode u cijevi: } T_v &= \frac{0,1706^2 \times \Pi}{4} \times 10000 = 229 \text{ N / m'} \\ (\gamma_v &= 10000 \text{ N/m}^3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Težina istisnute morske vode: } T_M &= \frac{0,200^2 \times \Pi}{4} \times 10300 = 324 \text{ N / m'} \\ (\gamma_M &= 10300 \text{ N/m}^3) \end{aligned}$$

Uzgon cijevi ispunjene zrakom:

$$U_o = T_M - T_c = 324 - 84 = 240 \text{ N/m'}$$

Uzgon cijevi ispunjene vodom:

$$U_P = U_0 - T_V = 240 - 229 = 11 \text{ N/m'}$$

Razmak "primarnih opteživača": 3,50 m' !

- Težina izvan mora $\approx 70,0 \text{ kg} \Rightarrow 20,0 \text{ kg/m' (200,0 N/m')}$

- Težina pod morem $\approx 42,0 \text{ kg} \Rightarrow 12,0 \text{ kg/m' (120,0 N/m')}$

B 1.2.4.1.2. UTJECAJ MORSKIH STRUJA

Na podmorski cjevovod pritisak vrše i morske struje, čija je veličina određena iskustveno (podmorski ispusti Slano, Kupari, Brna...) jer u elaboratu istraživačkih radova nije određena, odnosno nisu postavljane strujomjerne stanice s rezultatima ovih istraživačkih radova za predmetni akvatorij.

Na početnom dijelu podmorskog ispusta, cjevovod će biti ukopan u rov i **ubetoniran do dubine -15,0 m**, te je utjecaj morskih struja eliminiran.

Kao mjerodavna veličina u obzir se uzima pretpostavljeni maksimalni iznos pretpostavljene pridnene morske struje na dubini od -80,0 m od $v_t = 0,35 \text{ m/s!}$.

Veličine sile tlaka uslijed djelovanja morskih struja je :

$$P_{xt} = 0,60 \times \frac{\gamma_m}{g} \times d_v \times v_t^2$$

Uvrštenjem poznatih vrijednosti dobije se:

$$P_{xt} = 0,60 \times \frac{10300}{9,81} \times 0,200 \times 0,35^2 = 15,43 \text{ N / m'}$$

B 1.2.4.1.3. UTJECAJ VALOVA MORA

Glavni činitelji za oblikovanje određenog valnog modela su:

- brzina i smjer vjetra;
- vrijeme trajanja vjetra određenog smjera;
- veličina prostranstva nad kojim vjetar puše.

Predmetna lokacija, u ovom slučaju, je specifična i s većim prostranstvom. S obzirom na jačinu i smjer vjetra i vrijeme njegovog trajanja, nailazimo na model potpuno razvijenog živog mora u akvatoriju podmorskog ispusta otpadnih voda Lopud.

U svakom slučaju, vjetrovi smjera SE (dugotrajno olujno jugo), oblikovati će valni model s najkarakterističnijim elementima valova za proračun. Val koji ima maksimalne elemente, pretpostavljen je od vjetra smjera SE maksimalne visine $H = 9,30 \text{ m}$, (VP Dubrovnik - Koločep).

Proračun sila, koje nastaju uslijed djelovanja valova, biti će izvršen prema normama za proračun stabilnosti cjevovoda. Iz tog razloga uvodi se oznaka za visinu vala "h" te za duljinu "λ".

Proračun sila uslijed djelovanja valova i strujanja mora po stacionažama izračunat je pomoću računalne aplikacije "Submar 3".

Osiguranje cjevovoda može biti izvedeno na dva načina: ukopavanjem, odnosno postavljanjem betonskih utega.

Cijev ispunjena vodom (uzgon $U_p = 11,0 \text{ N/m}^3$) bez utega bi još uvijek plivala. Stoga, cjevovod mora biti opterećen "osnovnim" opterećenjem (tzv. "primarnim opteživačima") tako da bi, ispunjen vodom, mogao biti potopljen !

Osnovno opterećenje se odabire tako da ono predstavlja, ukoliko je to moguće, ujedno i konačnu težinu utega, počevši od neke proračunske dubine. Cjevovod se ukopava u rov te betonira u slučaju dubina manjih od proračunske.

Proračunska dubina do koje će cjevovod biti ukopan, odnosno težina utega (iz tablice min. G, povećan za koeficijent sigurnosti $K_{\min.} = 1,3$) određena je prema uvjetima potapanja i batimetrije cjevovoda podmorskog ispusta.

B 1.2.4.1.4. KONTROLA NAPREZANJA KOD POTAPANJA

Kritično naprezanje cjevovoda od tvrdog polietilena pojavljuje se, upravo kod potapanja. Uz uvjet (pretpostavku) da će biti primijenjeno "punjenje vodom" kao način potapanja, tada, uz poznate karakteristike cijevi, zadanu maksimalnu dubinu potapanja i poznate dozvoljene deformacije, veličina kratkotrajnog maksimalnog naprezanja ovisi isključivo o odnosu ukupne težine cjevovoda ispunjenog vodom i ukupne težine cjevovoda ispunjenog zrakom.

Težina cijevi i težina vode su funkcija osnovnih dimenzija cjevovoda, pa je, za daljnji proračun bitna (isključivo!) težina utega, odnosno, osnovnog opterećenja primarnim opteživačima.

Potapanje će biti vršeno punjenjem cjevovoda morskom vodom, nakon postavljanja u predviđenu trasu.

Punjenje morskom vodom započeti će s kopnene strane, nakon pričvršćenja početka cjevovoda. Na kraju cjevovoda kontrolirano će biti ispuštan zrak.

Kontrola naprezanja biti će izvršena prema metodi Lars-Eric Jansona "Plastic Pipes for Water Supply and Sewage Disposal" (1972.g.), uz korištenje dijagrama za taj način proračuna.

Za cjevovod vanjskog promjera $D = 0,200 \text{ m}$, klase cjevovoda PE100, PN 10 bar-a te koeficijenta opterećenja $a = 0,25$, dubina do koje vrijedi proračun "1" iznosi $H=26,0 \text{ m}$.

Maksimalna dubina potapanja iznosi $H=80,0 \text{ m}$, pa je potrebno primijeniti proračun "2".

Za $H = 80,0 \text{ m}$, odnosno, $R/D > 75$ veći je od kritičnog $(R/D) \cdot k = a$ te neće doći do ispušćenja cijevi.

Radius zakrivljenosti cjevovoda kod potapanja iznosi:

$$R = 0,200 \cdot 75 = 15,0 \text{ m !}$$

U dijelu cjevovoda ispunjenog zrakom, tijekom potapanja potrebno je održavati tlak od:

$$P = 0,95 - 1,0 \text{ bar-a}$$

Za koef. opterećenja $a=0,25$ opterećenje pod vodom, usmjereno prema dolje, iznositi će:

$$q_1 = 10 \times a \times \Pi \times d^2 \cdot 0,25$$

$$q_1 = 10 \times 0,25 \times \Pi \times 0,200^2 \times 0,25 = 0,0785 \text{ kN/m'}$$

Temeljna pretpostavka proračuna naprezanja cjevovoda prilikom potapanja je linearni odnos između momenta i savijenosti.

Učinjene greške su na strani sigurnosti, jer su izračunati radijusi manji od stvarnih, a ne postoji linearan odnos između napona i deformacije kod plastičnih materijala te kod savijanja poprečni presjek cjevovoda postaje ovalan.

Za kratkotrajno stanje savijenosti cijevi (potapanje dijela trase do 3 min.) izračunato je naprezanje koje je moralo biti manje od: $\sigma \leq 1000 \text{ N/cm}^2$!

$$W = \Pi / 32 \cdot D^3 \cdot (1 - (d/D)^4) = \Pi / 32 \cdot 20,0^3 \cdot (1 - (17,06/20,0)^4) = 369,60 \text{ cm}^3$$

$$J = W \cdot D/2 = 369,6 \cdot 20,0/2 = 3696 \text{ cm}^4$$

$$1/R = M/EJ \Rightarrow M = E \cdot J/R$$

$$M = 90000 \cdot 3696 / 1500 = 221760 \text{ Ncm}$$

$$\sigma = M/W = 221760 / 369,60 = 600 \text{ N/cm}^2 < 1000 \text{ N/cm}^2$$

B 1.2.4.1.5. RAZMAK BETONSKIH UTEGA (OPTEŽIVAČA)

B 1.2.4.1.5.1. RAZMAK "PRIMARNIH" BETONSKIH UTEGA

Da se spriječi veća lokalna zakrivljenost cijevi od one proračunske, **potrebno je da minimalni razmak 'primarnih' utega iznosi:**

$$C = 10 \times D \times (2 - D)$$

OSNOVNA CIJEV ISPUSTA (I CIJEV DIFUZORA!): PEHD DN 140:
OD/ID = 200/170,6 mm :

$$C = 10 \times 0,200 \times (2 - 0,200) = 3,60 \text{ m}$$

Kod primjene manjih razmaka biti će bolje ostvarene pretpostavke u proračunu te je, stoga, **odabran razmak "primarnih opteživača" :**

C = 3,50 m

Prema naprijed proračunatim težinama utega, uvrštenjem koeficijenta sigurnosti $K = 1,3$, izračunato opterećenje kod potapanja odgovara težini utega za dubinu veću od $-15,0$ m.

Za dubine manje od $-15,0$ m cjevovod će biti ukopan i betoniran u rovu.

Razmak podmetača difuzorske sekcije (cijev kao i cijev ispusta 200/170,6 mm):

Odabrano (proračun!): $3,50$ m

B 1.2.4.1.5.2. RAZMAK "SEKUNDARNIH" BET. UTEGA (OPTEŽIVAČA)

Eventualna potreba za ugradnjom sekundarnih opteživača izračunata je na osnovu proračuna opterećenja uslijed najvećih pridnenih struja $0,35$ m/s uz minimalni koeficijent sigurnosti $1,3$: $G \times 1,3$, za konkretne stacionaže cijevi, uz osiguranje stabilnosti cjevovoda u "dubokom moru" što će osigurati cjevovod od isplivavanja!

Proračun sila uslijed djelovanja valova i morske struje po stacionažama provjeren je pomoću računalne aplikacije.

Ugradnja "sekundarnih" opteživača nije potrebna jer raspored primarnih opteživača u priobalnom dijelu podmorskog ispusta prema proračunu stabilnosti, pokazuje dovoljnu stabilnost cjevovoda kod ugradnje projektiranih "primarnih" opteživača na svakih $3,50$ m' ($120,0$ N/m'), odnosno na razmaku cca $1,5-2,0$ m u dijelu plićeg mora. !

B 1.2.4.2. KONTROLA NAPREZANJA CJEVOVODA U EKSPLOATACIJI

B 1.2.4.2.1. NAPONI USLIJED UNUTARNJEG TLAKA

Maksimalni tlak, koji može nastati u cjevovodu kod najnepovoljnijih prilika, iznosi $\sim 1,20$ bar-a (tlak na odzračnom oknu otpadne vode iz dozažnog bazena u sklopu UPOV-a Lopud).

$$r_v = 10,00 \text{ cm}$$

$$r_u = 8,53 \text{ cm}$$

$$\begin{aligned} P_{\max} &= P_{NT} \cdot \{ (r_v^2 / r_u^2) + 1 / (r_v^2 / r_u^2) - 1 \} = \\ &= 10,0 \cdot \{ (10,00^2 / 8,53^2) + 1 / (10,00^2 / 8,53^2) - 1 \} = 63,43 \text{ N/cm}^2 \end{aligned}$$

B 1.2.4.2.2. NAPONI USLIJED PROMJENE TEMPERATURE

U poprečnom presjeku:

temperatura 12°C

temperatura otpadne vode 30°C

$$\Delta T = 30 - 12 = 18^\circ \text{C}$$

$$E_k = 20000 \text{ N/cm}^2$$

$$\alpha_T = 2 \cdot 10^{-4} / ^\circ\text{C}$$

$$\sigma = \Delta T \cdot \alpha \cdot E_k \cdot 1/2 = 18 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 20000 \cdot 1/2 = 36,0 \text{ N/cm}^2$$

U uzdužnom smjeru:

$$\sigma = \Delta T \cdot \alpha \cdot E_k = 18 \cdot 2 \cdot 10^{-4} \cdot 20000 = 72,0 \text{ N/cm}^2$$

B 1.2.4.2.3. NAPONI USLIJED NEJEDNOLIKOG NALIJEKANJA

$$W = \Pi / 32 \cdot D^3 \cdot (1 - (d/D)^4) = \Pi / 32 \cdot 20,0^3 \cdot (1 - (17,06/20,0)^4) = 369,60 \text{ cm}^3$$

$$q = T_c - U_p = 86,50 - 11,00 = 75,50 \text{ N/m'}$$

$$M = q \cdot L^2 / 8 = 75,50 \cdot 3,50^2 / 8 = 155,61 \text{ Nm}$$

(L= razmak "primarnih opteživača")

$$\sigma = M/W = 11561 / 369,60 = 31,28 \text{ N/cm}^2$$

B 1.2.4.2.4. NAPONI USLIJED UZGONA IZMEĐU BLOKOVA

(Slučaj 'otkačivanja' dva bloka)

$$U_p = 11,00 \text{ N/m'}$$

$$M = 11,61 \cdot 3,50^2 / 8 = 16,84 \text{ Nm}$$

$$\sigma = M/W = 1684 / 369,60 = 4,56 \text{ N/cm}^2$$

B 1.2.4.2.5. NAPONI USLIJED DJELOVANJA STALNE STRUJE

$$P_{XT} = 15,43 \text{ N/m'}$$

$$M = 15,43 \cdot 3,50^2 / 8 = 23,62 \text{ Nm}$$

$$\sigma = M/W = 2362 / 369,60 = 6,32 \text{ N/cm}^2$$

B 1.2.4.2.6. KONTROLA GLAVNIH NAPONA

Normalni napon u poprečnom smjeru:

$$\sigma_x = 63,43 + 36,0 = 99,43 \text{ N/cm}^2$$

U uzdužnom smjeru:

$$\sigma_y = 72,0 + 31,28 + 4,56 + 6,32 = 114,16 \text{ N/cm}^2$$

Napon smicanja:

$$\tau = 1/2 \cdot (99,43 - 114,16) = 7,37 \text{ N/cm}^2$$

Glavni napon:

$$\sigma_1 = \sqrt{(\sigma_x^2 + \sigma_y^2)} = \sqrt{(99,43^2 + 114,16^2)} = 151,39 \text{ N/cm}^2$$

Podmorski cjevovod treba biti izveden od tvrdog polietilena, kod kojeg se dimenzioniranje stijenke vrši prema dozvoljenim naponima kod trajanja opterećenja u vremenu od 50 godina.

Dozvoljeni napon od 400 (do 500) N/cm² vrijedi uz uvjet da temperatura u cijevi ne prelazi 20° C!

Cjevovodom će teći otpadna voda temperature do 30°C, pa je potrebno odrediti reduciranu vrijednost dozvoljenih napona u eksploataciji.

Dozvoljeni napon biti će određen na osnovu naprezanja popuštanja nakon 50 godina, uz koeficijent sigurnosti $n = 1,3$ / za temperaturu 30° C /.

$$\sigma_{\text{dozv}} = 400 / 1,3 = 307,70 \text{ N/cm}^2$$

Pojedine dionice cijevi biti će termičkim zavarivanjem i prirubničkm spojevima spojene u cjevovod podmorskog ispusta.

Postignuta sigurnost čvrstoće vara kod termičkog zavarivanja mora iznositi: $s = 0,95$.

Smanjeni dozvoljeni napon na mjestu zavarivanja:

$$\sigma_{\text{dozv}} = 307,70 \cdot 0,95 = 292,31 \text{ N/cm}^2$$

Maksimalni napon u eksploataciji manji je od dozvoljenog:

$$\sigma_p = 151,39 \text{ N/cm}^2 < 292,31 \text{ N/cm}^2$$

B 1.2.4.3. NAPREZANJE KOD TRANSPORTA I MANIPULACIJE

Za glavni (ali važnije za izvedbeni) projekt izračunati su uvjeti manipulacije cijevima i manipulacije prilikom izvođenja radova – opterećenja opteživačima i potapanja cjevovoda (potrebna je ponovna provjera uz izvedbeni projekt u skladu s načinima izvedbe).

Cijevi su uobičajeno proizvedene u dionicama ('štapovima') duljine 12 m.

Predviđeno je transportiranje vozilima čija duljina omogućuje nalijezanje cijevi po čitavoj duljini. Potreban broj bodova za pridržavanje biti će određen ovisno o veličini morske struje.

Prilikom manipulacije pojedinih dionica, cijevi će biti zakvačene na dva kraja dizalicom.

Za kratkotrajno naprezanje dozvoljeni napon iznosi:

$$\sigma_{\text{dozv}} = 1000 \text{ N/cm}^2, \text{ a } E_k = 90000 \text{ N/cm}^2$$

Težina cijevi Ø 200/170,6 mm (PE100; SDR 13,6; e = 14,7 mm):

$$T_c = 8,65 \text{ kg/m}^3 = 86,5 \text{ N/m}^3 = 0,865 \text{ N/cm}$$

/Trgovačka težina, uz uračunato dozvoljeno odstupanje debljine stijenki/
(komercijalno: PE100; $\gamma_c = 10139 \text{ N/m}^3$)

Visina dizanja jednog kraja:

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W} \Rightarrow L_{\max} = \sqrt{\left(\frac{2 \times \sigma_{\max} \times W}{q} \right)} = \sqrt{\left(\frac{2 \times 1000 \times 369,60}{0,8650} \right)} = 924 \text{ cm} = 9,24 \text{ m}$$

Cijev može (približno) slobodno biti podizana na jednom kraju, uz uvjet da manipulacija ne traje dulje od 3 (tri) minute!

Kod svih normalnih radova koji traju duže od 5 (pet) minuta, visina dizanja smije iznositi:

$$L_{\max} = \sqrt{\frac{(1500 \times 369,60)}{0,8650}} = 801 \text{ cm}$$

$$= 8,01 \text{ m} < 12,0 \text{ m (duljina pojedine cijevi)}$$

Iz ovog proizlazi da se u slučaju manipulacije koja traje dulje od 5 minuta, treba pridržavati cijev na maksimalnom razmaku cca 8,0 m.

Za slučaj da se vrši dizanje već spojenih dionica cjevovoda, na koji je postavljeno osnovno opterećenje (u moru), maksimalni razmak između zahvata dizalicom smije iznositi:

$$q = T_c + G = (86,50 + 700,0/3,5) : (24000 / (24000 - 10300)) = 1,635 \text{ N/cm} = 163,50 \text{ N/m}^3$$

$$L_{\max} = \sqrt{\frac{(1500 \times 369,60)}{1,6350}} = 582 \text{ cm} = 5,82 \text{ m}$$

B 1.2.4.4. KONTROLA NAPREZANJA KOD PRIDRŽAVANJA U PRAVAC PRIJE POTAPANJA

Cjevovod se deformira pod pritiskom morskih struja. Kod pridržavanja cjevovoda brodovima na razmaku "L", deformacija cjevovoda iznosi:

$$\delta = (\sigma \cdot L^2) / (16 \cdot E_k \cdot D)$$

Dozvoljeno naprezanje i modul elastičnosti (puzanja) biti će određeni za navedenu operaciju, uz uvjet da se postupak vrši na temperaturi manjoj ili jednakoj 20° C i da trajanje radnje nije dulje od 20 sati.

Za ove uvjete dozvoljeno naprezanje i modul naprezanja biti će:

$$\sigma = 450 \text{ N/cm}^2$$

$$\varepsilon = 1 \%$$

$$E_k = 450 / 0,01 = 45000 \text{ N/cm}^2$$

Deformacije su izračunate za razmak brodova.

$$L_1 = 50 \text{ m}$$

$$L_2 = 100 \text{ m}$$

$$L_3 = 200 \text{ m}$$

$$\delta_1 = (450 / 16 \cdot 45000) \cdot 50^2 / 0,140 = 11,16 \text{ m}$$

$$\delta_2 = (450 / 16 \cdot 45000) \cdot 100^2 / 0,140 = 44,64 \text{ m}$$

$$\delta_3 = (450 / 16 \cdot 45000) \cdot 200^2 / 0,140 = 178,57 \text{ m}$$

Veličina opterećenja koje djeluje na cjevovod iznosi:

$$q = \frac{6 \cdot \Pi \cdot E_k \cdot (D^4 - d^4)}{L^4} \cdot \delta$$

a veličina sila izazvana morskim strujama:

$$P_{xT} = 0,6 \cdot \gamma_m / g \cdot d \cdot v_T^2$$

Izjednačenjem izraza te uvrštavanjem poznatih veličina slijedi:

$$V_{xT} = \frac{1}{L^2} \cdot \sqrt{\frac{10 \cdot \pi \cdot E_k \cdot (D^4 - d^4)}{\frac{\gamma_m}{g} \times d}} \cdot \delta$$

$$V_{xT} = \frac{1}{L^2} \cdot \sqrt{59471 \times \delta}$$

Za pretpostavljene razmake brodova, maksimalna brzina struje smije iznositi:

$$V_{1T} = \frac{1}{50^2} \cdot \sqrt{59471 \times 7,81} = 0,273 \text{ m/s}$$

$$V_{2T} = \frac{1}{100^2} \cdot \sqrt{59471 \times 31,25} = 0,136 \text{ m/s}$$

$$V_{3T} = \frac{1}{200^2} \cdot \sqrt{59471 \times 125,0} = 0,068 \text{ m/s}$$

Potreban broj bodova za pridržavanje biti će određen ovisno o veličini morske struje u fazi radnji prilikom postavljanja cjevovoda na površinu iznad trase na dnu i samog potapanja!

B 1.2.5. DOŽAŽNI UREĐAJ (DOŽAŽNI BAZEN U SKLOPU UPOV-a LOPUD)

Dožažni uređaj je građevina koja služi za uspostavu takvog pogonskog režima pri kojem su brzine istjecanja usmjerene na optimalne uvjete, tj. eliminiranje mogućih malih brzina (eliminiranje laminarnog režima istjecanja iz difuzora) i uspostavu turbulentnog miješanja na graničnim kontaktima ispuštenog efluenta i morske vode kao medija.

Ovo se postiže uz uvjet da brzina istjecanja na difuzoru bude oko 1,5 - 2 m/s.

Za odabrane cjevne karakteristike podmorskog ispusta (OD/ID=200/170,6 mm), a kod protoke od 25 l/s biti će postignuta minimalna brzina tečenja u cijevima od cca 1,09 m/s, i brzina istjecanja iz mlaznice(a) (min.1,5) - 2,0 m/s, pa je potrebno istjecanje iz dožažnog bazena regulirati radom automatskog leptirastog zasuna na izlaznom dijelu dožažnog bazena u sklopu UPOV-a Lopud!

Minimalni korisni volumen dožažnog bazena (1-kratno ispuštanje!) iznosi: min. 5,71 m³, a zbog potrebne duljine propirnja cjevovoda – preporučeno min. 250 m!

Preporuka: za jednokratno propiranje cca 300 m cjevovoda usvojeni minimalni volumen bi trebao biti oko 7,0 m³!

Minimalna apsolutna visinska kota vodenog lica u dožažnom bazenu iznosi: 11,70 m n.m. > potrebnih 8,19 m n.m. nadmorske visine kod najnepovoljnijih situacija !

B 1.2.6. REZULTATI IZRAČUNA ELEMENATA PODMORSKOG ISPUSTA PRIMJENOM RAČUNALNE APLIKACIJE "Submar"

PRORAČUN RAZRIJEĐENJA NA PODMORSKOM ISPUSTU ZA PROJEKT:

"Podmorski ispust LOPUD"

VARIJANTA 1.:

- HIDRAULIČKO OPTEREĆENJE: 25,0 l/s
- TERMOKLINA 0,00 (homotermni uvjeti)
- DUBINA MORA (srednja dubina osi cijevi difuzora) -80,00 m
- DUBINA MORA (srednja dubina dna na trasi cijevi difuzora) -80,25 m
- $t_{90} = 2,5$ h

1. PRORAČUN DIFUZORA:

Protok otpadne vode Q_{OTP} u (l/s) =	25,0
Brzina istjecanja na otvorima difuzora V_{IST} u (m/s) =	2,0
Promjer otvora difuzora D_{OD} u (cm) =	5,0
Površina otvora difuzora A_{OD} u (m ²) =	0,001963
Protok na 1 otvoru difuz.-na prvom trostruko Q_{OD} (l/s) =	3,93
Broj otvora difuzora N_{OD} =	4
Dubina mora (srednja dubina na trasi cijevi difuzora) na mjestu difuzora H_M u (m) =	- 80,0
Dubina mora (srednja dubina osi cijevi difuzora) na mjestu difuzora H_M u (m) =	- 80,00
Dubina termokline H_T u (m) =	0,00
Udaljenost termokline do dna mora (osi cijevi) Y_0 u (m) =	80,00
Udaljenost među otvorima difuzora L_{OD} u (m) =	26,70
Duljina difuzora L_D u (m) =	80,10

2. PRORAČUN PRIMARNOG RAZRIJEĐENJA:

Jedinična protoka po difuzoru Q_D u $((l/s)/m) =$	0,31
Gustoća mora R_{OM} u $(kg/m^3) =$	1029,00
Gustoća otpadne vode R_{OV} u $(kg/m^3) =$	1000,00
Relativna gravitacija u moru G_{REL} u $(m/s^2) =$	0,28
Brzina morskih struja za primarno razrijeđenje V_1 u $(m/s) =$	0,030

Za dva para vrijednosti Y (udaljenost od termokline) i H (udaljenost od dna mora) proračunati su S_1 (stupanj primarnog razrijeđenja) i Q_M (protok mora za primarno razrijeđenje) :

I	$Y(I)$	$S_{1Y}(I)$	$Q_{MY}(I)$	$H(I)$	$S_{1H}(I)$	$Q_{MH}(I)$
1	75,00	271,67	6,77	5,00	481,80	180,23
2	5,00	4075,03	101,85	75,00	7210,00	180,23

Analitički je određeno presjecište gornja dva pravca, a zatim i :

Visina sloja mora za primarno razrijeđenje H_H u $(m) =$	28,88
Protok mora za primarno razrijeđenje Q_M u $(l/s) =$	69,41
Stupanj primarnog razrijeđenja $S_1 =$	2.777,32

Redom će se ispisati koncentracije za 5 štetnih tvari i to za:

- Ukup.colli (NVB/l)
- BPK_5 (mg/l)
- Ulja, masti (mg/l)
- Susp.tvari (mg/l)
- Vidljiva tvar (l/l):

Početna %Proč. Pročišć. U moru Na difuz. Ilktg. Illktg.

.10E+09	15.	.85E+08	0.	34278.	5000.	100000.
.25E+03	10.	.23E+03	2.	2.	3.	6.
.40E+02	60.	.16E+02	1.	1.	1.	10.
.26E+03	20.	.21E+03	3.	3.	30.	80.
.10E+00	70.	.30E-01	1.	1.	1.	10.
.00E+00	0.	.00E+00	0.	0.	0.	0.

3. PRORAČUN NAKNADNOG RAZRIJEĐENJA:

Naknadno razrijeđenje računati će se za koliformne organizme po modificiranom Brooks-ovom modelu (uz odumiranje bakterija), a :

Vrijeme odumiranja 90 % bakterija T_{90} u (h) =	2,50
Konstanta za račun koef. difuzije E_{YK} u $((\text{cm}^{**}(2/3))/\text{s})$ =	0,0100
Koeficijent difuzije $E_Y = E_{YK} * L_D^{**}(4/3)$ u $(\text{cm}^{**}2/\text{s})$ =	1602,66800
Brzina morskih struja za naknadno razrijeđenje V_2 u (m/s) =	0,050
$BETA = 12. * E_Y / V_2 / L_D$ =	0,48020

Dalje će se tablično računati koncentracija Ukup.colli (NVB/l) za različite dužine puta razrijeđenja. Značenje parametara je:

$$A = \exp(-2.3/T_{90} * L_p/V_2), B = (1 + 2/3 * BETA * L_p/L_D)^{**}3 - 1, C = S_{QRT}(1.5/B)$$

$$D = C * S_{QRT}(2), E = \text{ERF}(D), \text{funkc.ERF je Gauss-integral vjerojatnosti}$$

$$\text{KONCENTRACIJA NAKON RAZRIJEĐENJA} = \text{KONCENTR.NA DIFUZORU} * A * E$$

L_p (m) A B C D E KONCENTR.

100	.5998	1.7420	.9279	1.3123	.8106	16666.
200	.3598	4.8255	.5575	.7885	.5996	7025.
250	.2787	6.9900	.4632	.6551	.4876	4657. < 5000./l

Na 250 metara udaljenosti od difuzora (u smjeru dominantne morske struje – okomito na obalnu crtu) biti će postignuta II vrsta mora prema mikrobiološkim pokazateljima!

HIDRAULIČKI PRORAČUN PODMORSKOG ISPUSTA I DIFUZORA

ZA PROJEKT : "Podmorski ispust LOPUD"

USVOJENA VARIJANTA:

- HIDRAULIČKO OPTEREĆENJE: 25,0 l/s
- TERMOKLINA 0,00 m (homotermni uvjeti)
- DUBINA MORA (srednja dubina osi cijevi difuzora) -80,00 m
- DUBINA MORA (srednja dubina dna na trasi cijevi difuzora) -80,25 m
- ŠIRINA BRANJENOG POJASA: 300 m
- $t_{90} = 2,50$ h

ULAZNI PODACI ZA PRORAČUN SU:

Gustoća mora (kg/m^3) =	1029,00
Gustoća otpadne vode u (kg/m^3) =	1000,00
Viskoznost otpadne vode u (m^2/s) =	0,131E-05
Koef.pogonske hrapavosti stjenki ispusta u (mm) =	0,25
Protoka otpadne vode u (l/s) =	25,0
Visina plime u (m n.m.) =	1,50
Dubina mora (osi cijevi) na završetku difuzora u (m) =	- 80,00
Dubina mora na završetku difuzora u (m) =	- 80,0
Duljina difuzora u (m) =	80,10
Pad difuzora prema završnom otvoru u (%) =	0,05
Broj otvora difuzora =	4
Tip otvora difuzora (1=oštrobridni otvor, 2=zaobljeni otvor) =	2.
Brzina istjecanja na završnom otvoru difuzora u (m/s) =	2,00
Duljina podmorskog ispusta bez difuzora u (m) = (55,00 m'=kopnena dionica + 419,90 m'=podmorska dionica do dif.)	474,90

**TABLIČNO SU DATI REZULTATI PRORAČUNA
UZ ZNAČENJE OZNAKA:**

I - redni broj otvora difuzora (završni otvor je broj 1)

H_M - dubina mora na mjestu otvora difuzora u (m)

D_{OD} - promjer otvora difuzora u (cm)

V_{OD} - brzina istjecanja na otvoru difuzora u (m/s)

D_D - promjer dionice difuzora uzvodno od otvora difuzora u (mm)

Q_D - protoka na dionici uzvodno od otvora difuzora u (l/s)

V_D - brzina tečenja na dionici uzvodno od otvora u (m/s)

E - potrebna energetska kota na otvoru difuzora u (m n.m.)

I	H_M (m)	D_{OD} (cm)	V_{OD} (m/s)	D_D (mm)	Q_D (l/s)	V_D (m/s)	E (m n.m.)
1	80.00	8.9	2.00	124.0	12.50	1.04	4.07
2	79.99	4.1	3.19	159.6	16.67	.83	4.39
3	79.97	3.8	3.67	177.2	20.83	.84	4.55
4	79.96	3.6	4.04	199.4	25.00	.80	4.69

Gubitak energije na trenju kroz 519,90 m podmorskog ispusta (kopnena i podmorska dionica bez gubitaka u difuzorskoj sekciji), za $q_{max} = 25,0$ l/s, je:

$$H_{TR} = 4,61 \text{ (m)}$$

Gubitak energije na trenju kroz 80,10 m difuzorske sekcije ispusta:

$$dif. H_{TR} = 0,62 \text{ m}$$

Gubitak energije zbog razlike u gustoći morske i otpadne vode kod max plime:

$$Z_1 = (1,50 + 80,00) \times 1.03 - 80,00 = 3,95 \text{ m}$$

Minimalna nadmorska visina sa koje će biti moguće istjecanje kod 25,0 l/s, uključivo maksimalnu računsku plimu 1,50 m, iznosi:

$$H = 4,61 + 3,95 + 0,62 = 9,18 \text{ m n.m.}$$

**PRORAČUN STABILNOSTI PODMORSKOG CJEVOVODA
ZA PROJEKT:**

"Podmorski ispust LOPUD"

USVOJENA VARIJANTA:

- HIDRAULIČKO OPTEREĆENJE: 25,0 l/s
- TERMOKLINA 0,00 m (homotermni uvjeti)
- DUBINA MORA (srednja dubina osi cijevi difuzora) -80,0 m
- DUBINA MORA (srednja dubina dna na trasi cijevi difuzora) -80,25 m
- ŠIRINA BRANJENOG POJASA: 300 m
- DULJINA DIFUZORA: 81,10 m
- DULJINA ISPUSTA (trasa od LP1 do difuzora): 419,90 m

Vanjski promjer cjevovoda (mm) =	200,00
Unutrašnji promjer cjevovoda (mm) =	170,60
Gustoća materijala cjevovoda (kg/m^3) =	1033,40
Gustoća mora (kg/m^3) =	1030,00
Gustoća otpadne vode (kg/m^3) =	1000,00
Težina cjevovoda (N/m) =	82,97 (komerc. 86,50)
Težina vode u cjevovodu (N/m) =	224,24
Težina istisnutog mora (N/m) =	316,82
Uzgon cjevovoda ispunjenog zrakom (N/m) =	233,94
Uzgon cjevovoda ispunjenog vodom (N/m) =	9,70
Maximalna pridnena morska struja V_{XT} (m/s) =	0,64
Sila pritiska uslijed morske struje P_{XT} (N/m) =	50,53
Visina osnovnog vala H_{OSN} (m) =	9,20
Duljina osnovnog vala DUZ_{OSN} (m) =	75,00

Koef.nejednovremenosti djelovanja sila po cjevovodu AKSN = 0,80
Kut između normale na trasu i smjera valova FI = 0.
Kut između normale na trasu i smjera struja BETA = 0.
Koeficijenti opterećenja su:
M₁ = 1,00
M₂ = 1,05
M₃ = 0,95
M₄ = 0,90
Koeficijent utjecaja trenja utega o tlo 1./NF = 1./1.65

Dalje se tablično daju rezultati proračuna potrebnih opterećenja podmorskog cjevovoda uz koeficijent sigurnosti: K_s = 1,3

TABLICA 1

STACIONAŽA (m)	DUBINA MORA (m)	VISINA VALA (m)	DULJINA VALA (m)	Pxi (N/m)	Pxs (N/m)
25.00	15.00	5.23	47.29	88.27	207.76
50.00	35.00	7.98	72.24	31.35	38.75
100.00	56.00	10.10	91.38	14.02	9.77
200.00	63.00	10.71	96.92	11.10	6.49
300.00	68.00	11.13	100.69	9.47	4.91
400.00	72.50	11.49	103.97	8.25	3.85
500.00	80.00	12.07	109.22	6.61	2.60

TABLICA 2

STACIONAŽA (m)	Pxi (N/m)	Pxs (N/m)	A	Px max (N/m)	Pz (N/m)
25.00	88.27	207.76	.42	207.76	207.76
50.00	31.35	38.75	.81	45.09	32.41
100.00	14.02	9.77	1.44	14.80	4.74
200.00	11.10	6.49	1.71	11.24	1.75
300.00	9.47	4.91	1.93	9.48	.34
400.00	8.25	3.85	2.15	8.25	.00
500.00	6.61	2.60	2.55	6.61	.00

TABLICA 3

STACIONAŽA	DUBINA MORA	Px rac	Pz rac	Gmin	Gx1,3
(m)	(m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)	(N/m)
25.00	15.00	216.74	196.52	636.87	827.93
50.00	35.00	86.60	56.24	234.63	305.02
100.00	56.00	62.37	34.11	164.38	213.69
200.00	63.00	59.32	31.72	156.37	203.28
300.00	68.00	58.11	30.59	152.47	198.21
400.00	72.50	57.13	30.32	150.35	195.45
500.00	80.00	55.82	30.32	147.95	192.33

Svibanj 2016.g.

PROJEKTANT:

Nataša Todorić Rex, dipl.ing.građ.

B.1. 3 STATIČKI PRORAČUN

PODMORSKI ISPUST OTPADNIH VODA Lopud

✦ Sustav odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na otoku Lopudu ✦

B1. 2.1. Tekstualni dio

Tehnički opis

Predmet ovog dijela projekta je proračun mehaničke otpornosti i stabilnosti nosive konstrukcije odzračnog okna podmorskog ispusta.

Predmetna građevina je armiranobetonska konstrukcija i sastoji se od nosivih zidova i ploča. Armiranobetonski zidovi i ploče svojim međudjelovanjem čine cjelinu otpornu na horizontalna i vertikalna djelovanja. Sve dimenzije konstruktivnih elemenata vidljive su u grafičkim prilogima.

Proračun nosivosti i uporabljivosti prikazan je u nastavku i obuhvaća:

Podaci o predviđenim djelovanjima i utjecajima na građevinu

Prilikom dokaza mehaničke otpornosti i stabilnosti konstrukcije analizirana su sljedeća opterećenja za krajnje granično stanje (KGS) i granično stanje uporabljivosti (GSU):

- stalno opterećenje i vlastita težina konstrukcije
- uporabno opterećenje
- pritisak tla na ukopani dio konstrukcije
- uzgon (morska voda)

Proračun nosivosti i uporabljivosti AB konstrukcije za predvidiva djelovanja i utjecaje

- proračun AB ploča i zidova

Otpornost nosive konstrukcije na požar

- na građevinu nema utjecaja od požarnog opterećenja

Beton za konstrukciju je razreda C35/45 s nivoom zaštite XS2 (korozija armature, uzrok: kloridi iz morske vode) sa slojem zaštite do armature 5 cm. Armatura je mrežasta i rebrasta B500B.

Geotehnički elaborat nije izrađen te se pretpostavlja nosivost tla od 200 kN/m². Prilikom iskopa temeljnih jama potrebno je **konzultirati geomehaničara da bi se utvrdila stvarna nosivost tla te adekvatnost odabranog tipa temeljenja**. Ukoliko se pokaže da je nosivost temeljnog tla manja od pretpostavljene temelje i način temeljenja potrebno je preračunati.

Za proračun djelovanja uzgona na konstrukciju pretpostavljena je razina mora do razine gotovog terena te iz tog uvjeta proizlazi:

- potrebno je izvesti „istake“ temeljne ploče za 50 cm (vidljivo u grafičkim prilogima)

Statički proračun proveden je prema zakonima, propisima i normama navedenima u nastavku na elektroničkom računalu uz korištenje programa na bazi metode konačnih elemenata (*Tower 7*). Veličina konačnog elementa je 15x15 cm. Proračun je proveden u prostornom modelu s elastičnom podlogom krutosti podloge iznosa $k = 3000 \text{ kN} / \text{m}^3$.

Nosiva konstrukcija izvodi se na temelju izvedbenog građevinskog projekta. Sve mora biti usklađeno s ovim glavnim projektom. Svi upotrijebljeni materijali i postupci izvedbe moraju imati



dokaze kvalitete u skladu s važećim zakonima, tehničkim propisima i normama. Za sve izmjene i dopune potrebna je prethodna suglasnost projektanta.

Sve napomene, opisi i opaske date uz proračune pojedinih pozicija sastavni su dio ovog tehničkog opisa. Podaci i proračuni, koji nisu priloženi (zbog sažetosti i preglednosti) unutar projekta, nalaze se kod projektanta konstrukcije.

Primijenjeni zakoni, propisi i norme

Zakon o gradnji (NN. br. 153/13)

Zakon o prostornom uređenju (NN. br. 153/13)

Tehnički propis za betonske konstrukcije (NN. br. 139/09, 14/10, 125/10, 136/12)

Tehnički propis za čelične konstrukcije (NN. br. 112/08, 125/10, 73/12, 136/12)

HRN EN 1991 - Djelovanja na konstrukcije

HRN EN 1992 - Projektiranje betonskih konstrukcija

HRN EN 1997 - Geotehničko projektiranje

HRN EN 12390 - Ispitivanje očvrsloga betona

HRN EN 206-1 (HRN 1128:2007 - Beton - smjernice za primjenu norme HRN EN 206-1)

HRN EN 13670:2010 - Izvedba betonskih konstrukcija

HRN EN 10080:2012 - Čelik za armiranje betona - zavarljivi čelik za armiranje – općenito



B1. 2.2. Proračun nosivosti i uporabljivosti

Analiza opterećenja

1. Stalno (vlastita težina)

Vlastita težina konstrukcije automatski je uzeta u programu.

2. Stalno (pritisk tla na ukopani dio konstrukcije)

Koeficijent pritiska tla: $k = 0,5$ (pretpostavka statičara)

Specifična težina tla: $\gamma = 21,0 \text{ kN} / \text{m}^3$ (pretpostavka statičara)

3. Stalno (na gornju ploču)

$$0,15 \cdot 21,0 = 3,15 \text{ kN} / \text{m}^2$$

4. Uporabno (voda izvana – morska voda)

Specifična težina vode: $\gamma = 10,3 \text{ kN} / \text{m}^3$

Opterećenje vodom: $q_w = 10,3 \cdot h$

Osnovni podaci o modelu

Način proračuna:

3D model

☒ Teorija I-og reda

☐ Modalna analiza

☐ Stabilnost

☐ Teorija II-og reda

☐ Seizmički proračun

☐ Faze građenja

☐ Nelinearni proračun

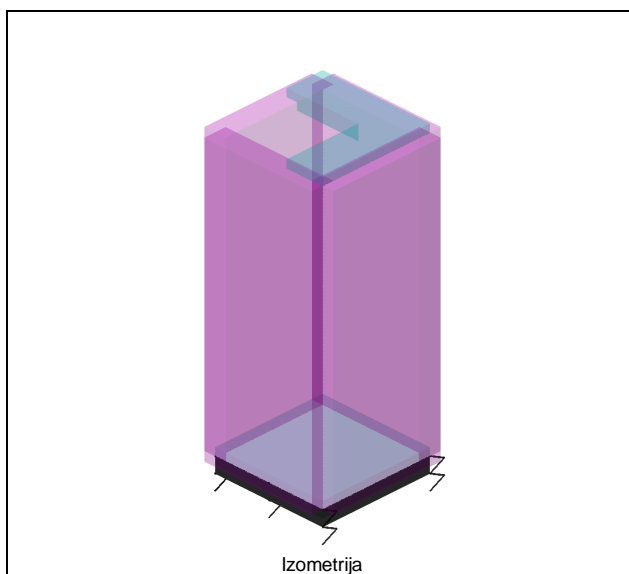
Veličina modela

Broj čvorova:	1166
Broj pločastih elemenata:	1151
Broj grednih elemenata:	0
Broj graničnih elemenata:	1200
Broj osnovnih slučajeva opterećenja:	3
Broj kombinacija opterećenja:	15

Jedinice mjera

Dužina:	m [cm, mm]
Sila:	kN
Temperatura:	Celsius

Prostorni prikaz konstrukcije



Ulazni podaci – konstrukcija

Schema nivoa

Naziv	z [m]	h [m]
GP	3.70	3.70
TP	0.00	

Tabela materijala

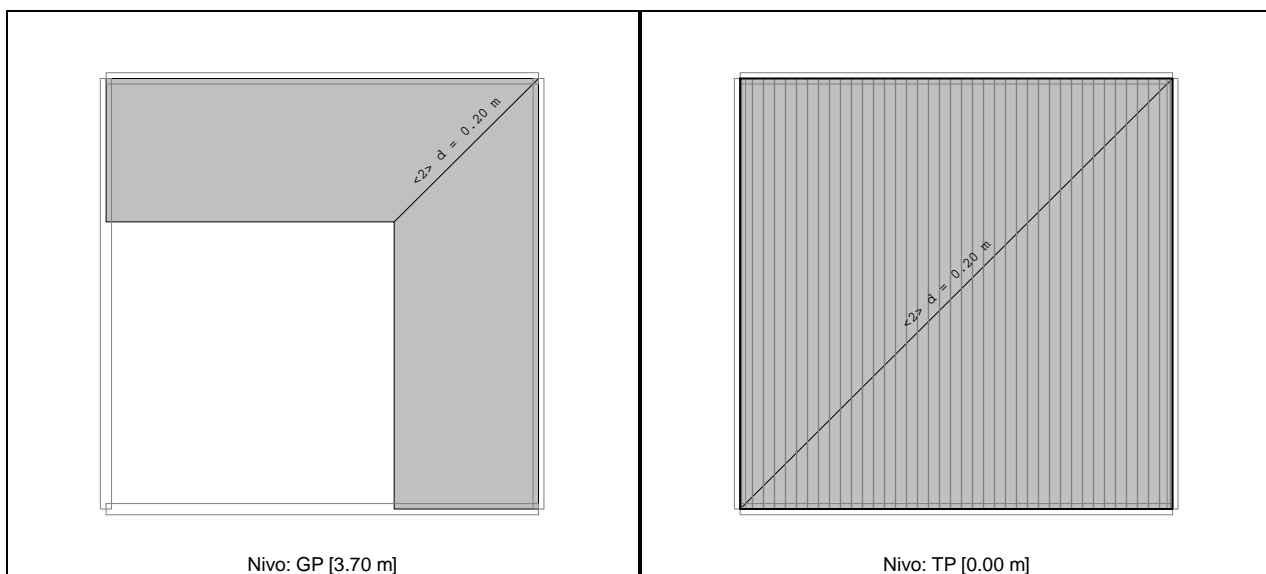
No	Naziv materijala	E[kN/m ²]	μ	γ[kN/m ³]	α[1/C]	Em[kN/m ²]	μm
1	C35/45	3.500e+7	0.20	25.00	1.000e-5	3.500e+7	0.20

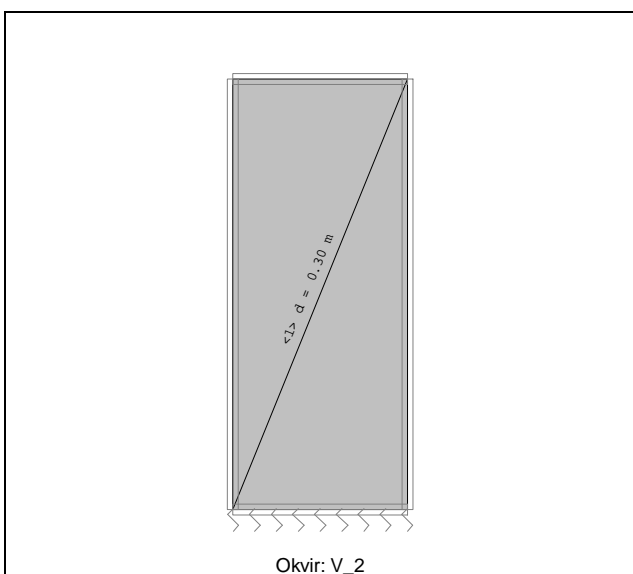
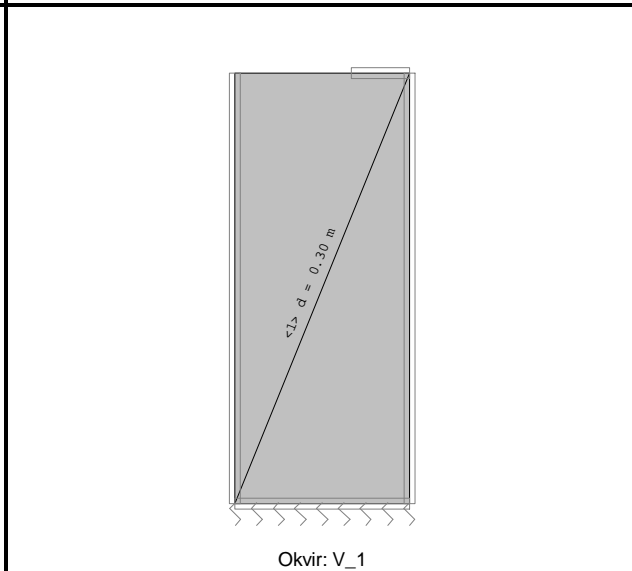
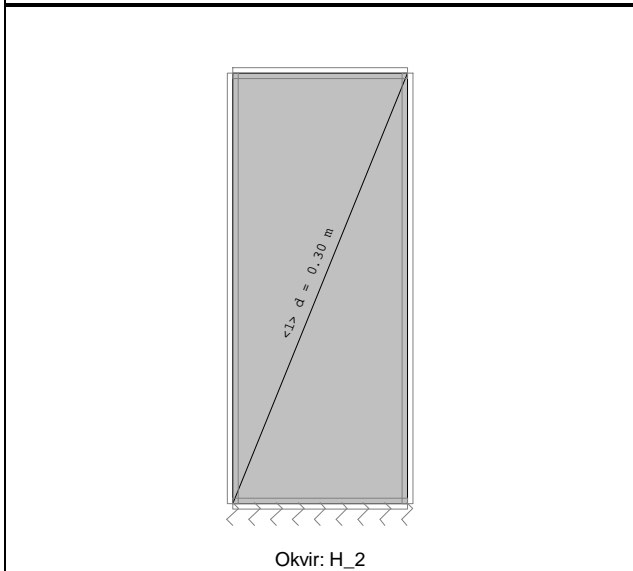
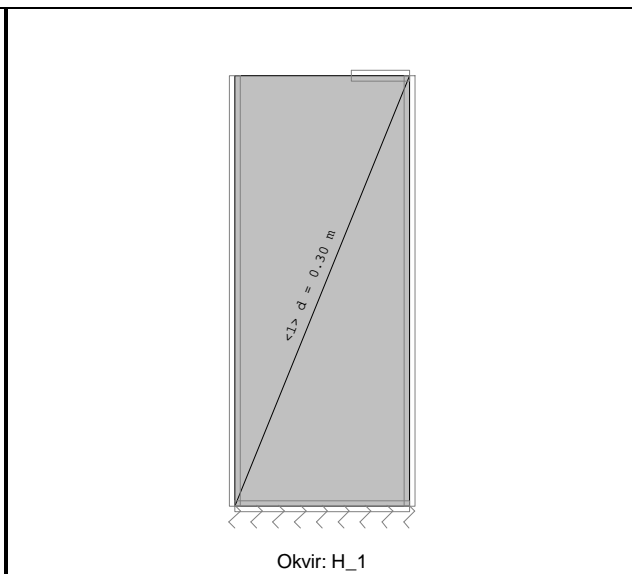
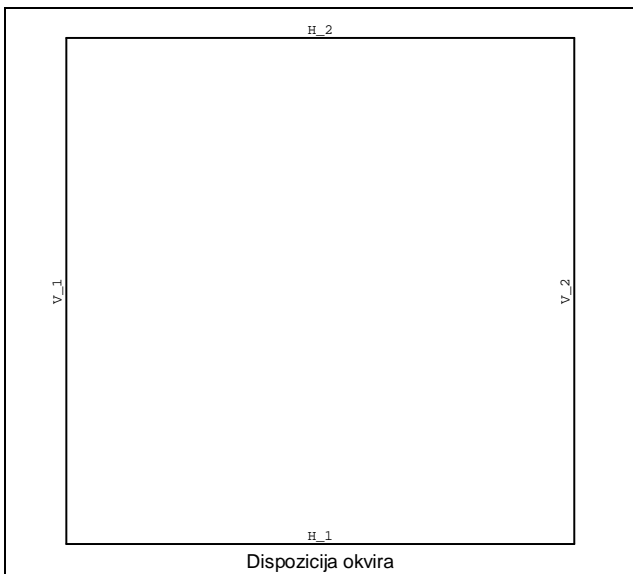
Setovi ploča

No	d[m]	e[m]	Materijal	Tip proračuna	Ortotropija	E2[kN/m ²]	G[kN/m ²]	α
<1>	0.300	0.150	1	Tanka ploča	Izotropna			
<2>	0.200	0.100	1	Tanka ploča	Izotropna			

Setovi površinskih ležajeva

Set	K,R1	K,R2	K,R3
1	1.000e+10	1.000e+10	3.000e+3

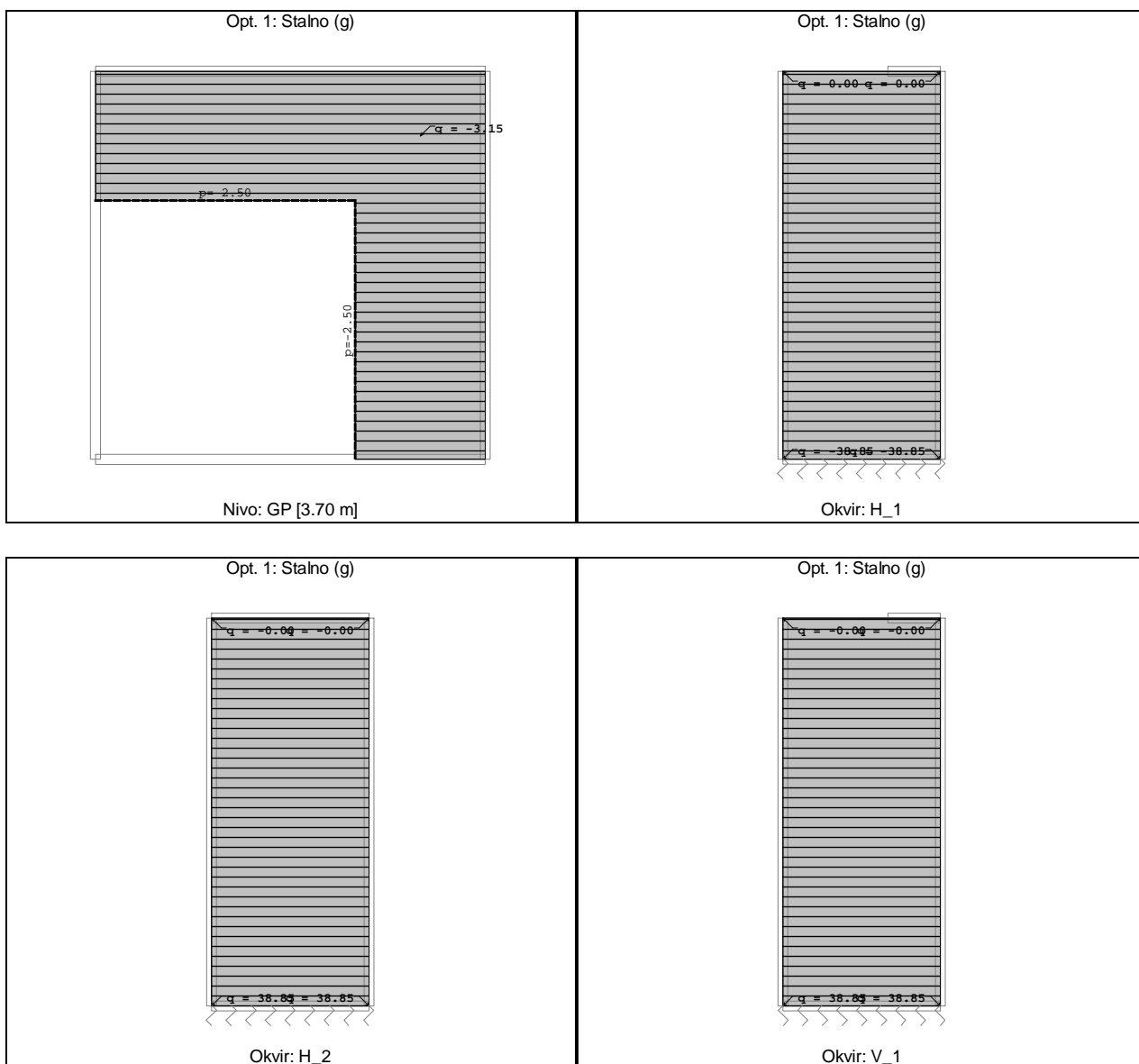


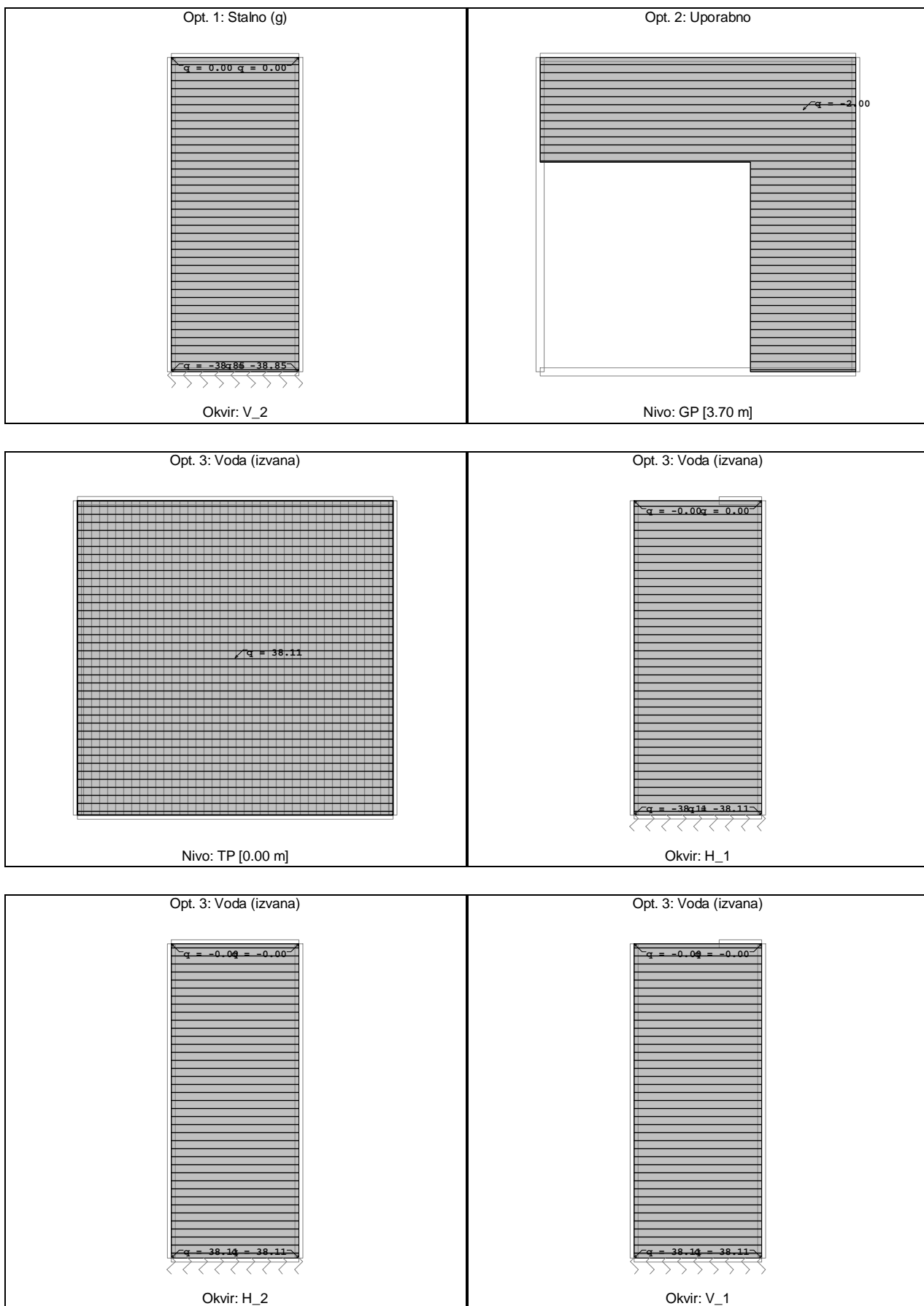


Ulazni podaci – opterećenje

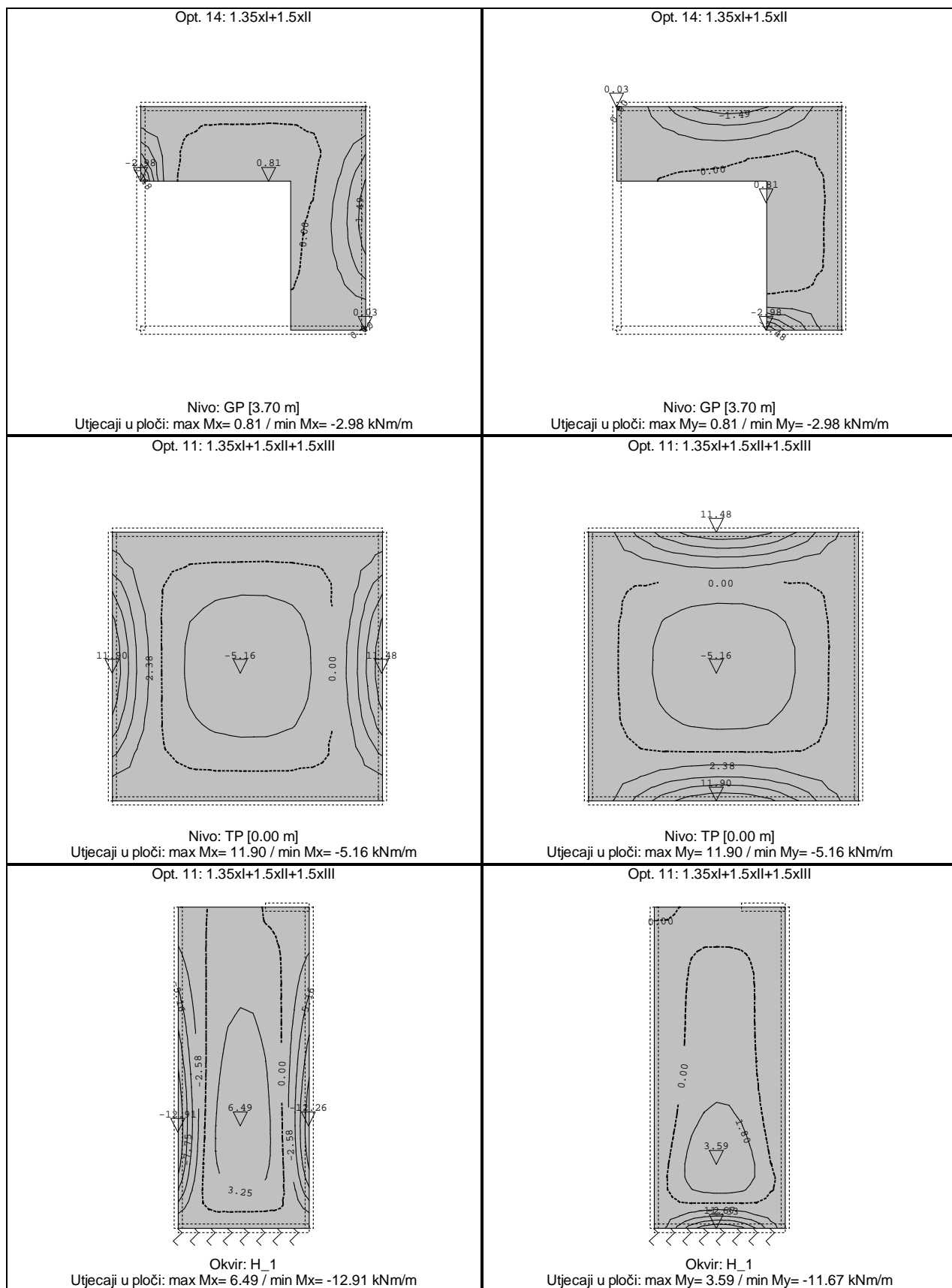
Lista slučajeva opterećenja

LC	Naziv	pX [kN]	pY [kN]	pZ [kN]
1	Stalno (g)	-0.00	0.00	-192.94
2	Uporabno	0.00	0.00	-2.50
3	Voda (izvana)	-0.00	0.00	85.75
4	Komb.: I	-0.00	0.00	-192.94
5	Komb.: II	0.00	0.00	-2.50
6	Komb.: I+II	-0.00	0.00	-195.44
7	Komb.: III	-0.00	0.00	85.75
8	Komb.: I+III	-0.00	0.00	-107.19
9	Komb.: II+III	-0.00	0.00	83.25
10	Komb.: I+II+III	-0.00	0.00	-109.69
11	Komb.: 1.35xl+1.5xII+1.5xIII	-0.00	0.00	-135.59
12	Komb.: I+1.5xII+1.5xIII	-0.00	0.00	-68.07
13	Komb.: 1.35xl+1.5xIII	-0.00	0.00	-131.84
14	Komb.: 1.35xl+1.5xII	-0.00	0.00	-264.22
15	Komb.: I+1.5xII	-0.00	0.00	-196.69
16	Komb.: I+1.5xIII	-0.00	0.00	-64.32
17	Komb.: 1.35xl	-0.00	0.00	-260.47
18	Komb.: I	-0.00	0.00	-192.94





Statički proračun



Dimenzioniranje (beton)

Mjerodavno opterećenje - EC 2 (EN 1992-1-1:2004)

Slučajevi opterećenja

- I Stalno (g) - <Stalno>(dugotrajno)
- II Uporabno - <Povremeno>(kratkotrajno)($\Psi_0=1.00$,
 $\Psi_1=1.00$, $\Psi_2=1.00$)
- III Voda (izvana) - <Povremeno>(kratkotrajno)($\Psi_0=1.00$,
 $\Psi_1=1.00$, $\Psi_2=1.00$)

Koeficijenti sigurnosti za materijal

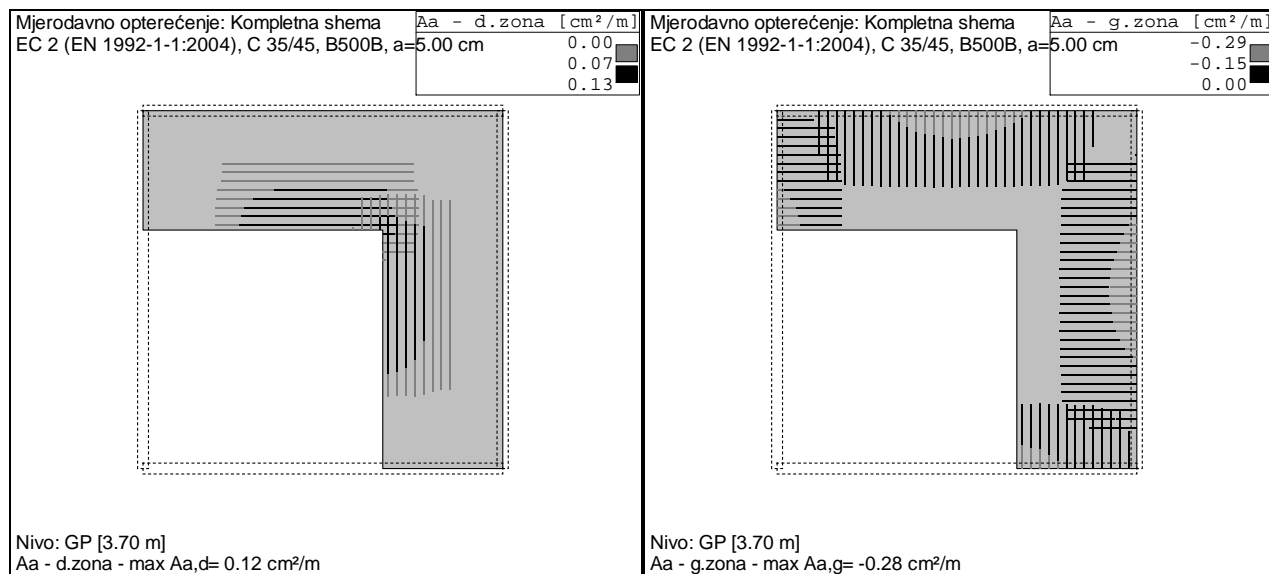
- [SP] Stalne i povremene kombinacije: $\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$
- [SE] Potresne kombinacije: $\gamma_C = 1.50$, $\gamma_S = 1.15$
- [IN] Izvanredne kombinacije: $\gamma_C = 1.20$, $\gamma_S = 1.00$

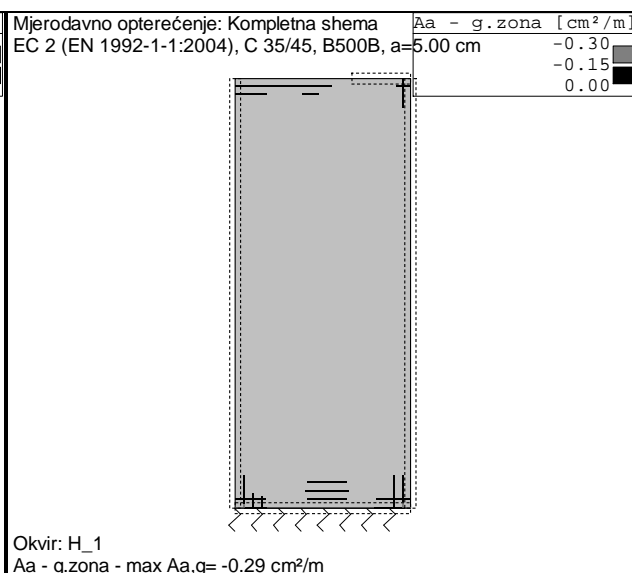
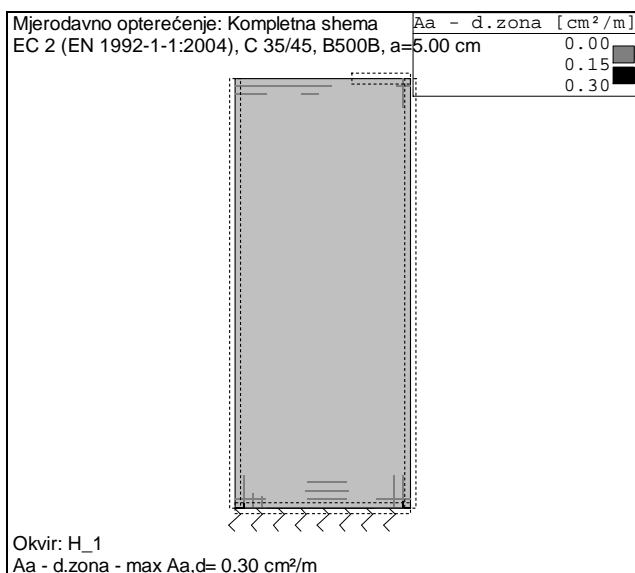
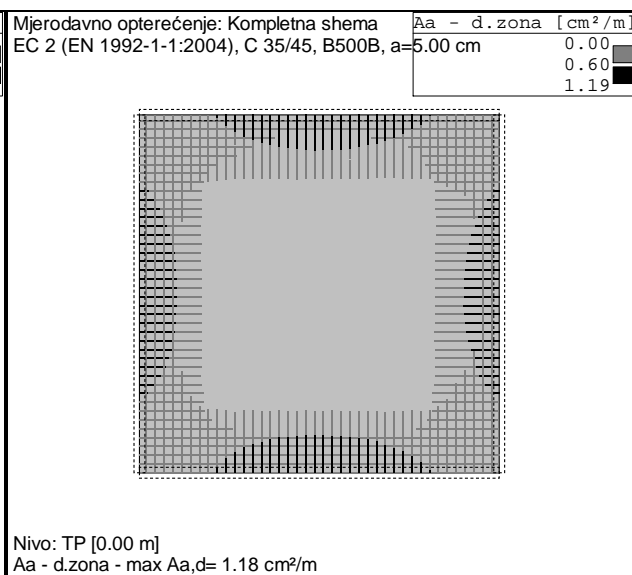
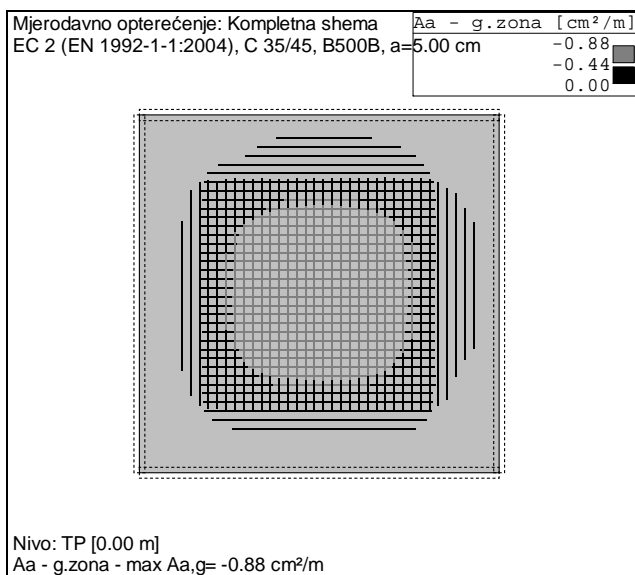
Kombinacije opterećenja iz sheme kombinacija

1. [SP] 1.35xI+1.50xII+1.50xIII
2. [SP] I+1.50xII+1.50xIII
3. [SP] 1.35xI+1.50xIII
4. [SP] 1.35xI+1.50xII
5. [SP] I+1.50xII
6. [SP] I+1.50xIII
7. [SP] 1.35xI
8. [SP] I

Korisnički definirane kombinacije opterećenja

01. [SP] I
02. [SP] II
03. [SP] I+II
04. [SP] III
05. [SP] I+III
06. [SP] II+III
07. [SP] I+II+III
08. [SP] 1.35xI+1.50xII+1.50xIII
09. [SP] I+1.50xII+1.50xIII
10. [SP] 1.35xI+1.50xIII
11. [SP] 1.35xI+1.50xII
12. [SP] I+1.50xII
13. [SP] I+1.50xIII
14. [SP] 1.35xI
15. [SP] I





Minimalne armature zidova i ploča

- za ploču D=20 cm, d=20-5=15 cm

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 0,26 \cdot 100,0 \cdot 15,0 \cdot \frac{0,32}{50} = 2,50 \text{ cm}^2 / m' - \text{mjerodavno}$$

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 100,0 \cdot 15,0 = 1,95 \text{ cm}^2 / m'$$

- za zidove i ploču D=30 cm, d=30-5=25 cm

$$A_{s1,min} = 0,26 \cdot b \cdot d \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 0,26 \cdot 100,0 \cdot 25,0 \cdot \frac{0,32}{50} = 4,16 \text{ cm}^2 / m' - \text{mjerodavno}$$

$$A_{s1,min} = 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 100,0 \cdot 25,0 = 3,25 \text{ cm}^2 / m'$$

Armaturu je potrebno odabrati prema dobivenim potrebnim površinama armature te poštivati uvjete minimalne armature. Oko otvora u ploči i zidovima potrebno je dodati 2 ϕ 14 gore i dolje.

Kontrola uzgona (za razinu morske vode u razini terena)

Prema Eurokodu 7 kontrolira se slom prouzročen izdizanjem uslijed djelovanja uzgona (UPL):

1) Uzgona

$$U = 10,3 \cdot (1,8 \cdot 1,8 \cdot 4,0) = 133,5kN \uparrow$$

2) Vlastita težina konstrukcije (dobivena programskim paketom Tower 7)

$$G = 192,94kN \downarrow$$

Stabilizirajuće uspravno djelovanje: $G_{stb;d} = 192,94kN \downarrow$

Destabilizirajuće uspravno djelovanje: $V_{dst;d} = 133,5kN \uparrow$

$$\gamma_{Q;dst} \cdot V_{dst;d} \leq \gamma_{G;stb} \cdot G_{stb;d}$$

$$1,5 \cdot 133,5kN = 200,25kN > 0,9 \cdot 192,94kN = 173,65kN$$

Nije zadovoljen uvjet prema Eurokodu 7 za provjeru na izdizanje uslijed djelovanja uzgona (UPL) te je potrebno izvesti istake temeljnih ploča za 50 cm (vidljivo u grafičkim prilogima).

3) Betonske istake

$$G = (25 - 10,3) \cdot [0,96] = 14,1kN \downarrow$$

4) Stabilizirajuće djelovanje tla

$$G = (21 - 10,3) \cdot [11,2] = 119,84kN \downarrow$$

Stabilizirajuće uspravno djelovanje: $G_{stb;d} = 326,88kN \downarrow$

Destabilizirajuće uspravno djelovanje: $V_{dst;d} = 133,5kN \uparrow$

$$\gamma_{Q;dst} \cdot V_{dst;d} \leq \gamma_{G;stb} \cdot G_{stb;d}$$

$$1,5 \cdot 133,5kN = 200,25kN < 0,9 \cdot 326,88kN = 294,19kN$$

Zadovoljen je uvjet prema Eurokodu 7 za provjeru na izdizanje uslijed djelovanja uzgona (UPL).

Za proračun djelovanja uzgona na konstrukciju pretpostavljena je razina mora do razine gotovog terena te iz tog uvjeta proizlazi:

- potrebno je izvesti „istake“ temeljne ploče za 50 cm (vidljivo u grafičkim prilogima)

Projektant suradnik:

Projektant konstrukcije:

Antonija Kolić, mag.ing.aedif.

Ninoslav Rex, dipl.ing.građ.

Svibanj 2016.g.

B.1. 4 PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

PODMORSKI ISPUST Lopud

✦ Sustav odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na otoku Lopudu ✦

Na osnovu *Zakona o gradnji (NN 153/2013)* te *Zakona o građevnim proizvodima (NN 86/08 i 76/13)*, *Zakona o izmjenama i dopunama Zakona o građevnim proizvodima (NN 25/13 i 30/14)* izrađen je ovaj *Program kontrole i osiguranja kakvoće* za izvedbu građevinskih radova građevine: **Podmorski ispust Lopud (kopnena i podmorska dionica)** kao dijela **sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na otoku Lopudu**.

Zbog postizanja tehničkih svojstava bitnih za građevinu, građevinski materijali, proizvodi i oprema mogu se upotrebljavati, odnosno ugrađivati samo ako je njihova kakvoća dokazana ispravom proizvođača ili certifikatom sukladnosti.

Kontrola kakvoće mora biti organizirana kao proizvodna, koju provodi osnovni proizvođač materijala, proizvoda i opreme, i kao dokazana koju provode nadležne ovlaštene institucije i poduzeća (nadzorna služba Investitora, registrirane i ovlaštene organizacije te građevinska inspekcija).

Proizvodna kontrola mora se temeljiti prvenstveno na preventivnoj kontroli osnovnih materijala te kontroli ispravnosti i kakvoće pojedinih aktivnosti i procesa u proizvodnji, transportu i ugradnji, a dokazana na kontroli i vrednovanju konačnih svojstava materijala i kakvoći izvedenih radova.

A) MEHANIČKA OTPORNOST I STABILNOST GRAĐEVINE

Navedene osobine građevine provjerene su i obuhvaćene u projektu konstrukcije građevine. Svi građevinski materijali i oprema moraju odgovarati traženim uvjetima prema specifikacijama iz predmjera radova i troškovnika. Građevina je projektirana, a mora biti i izvedena tako, da tijekom građenja i uporabe predvidiva djelovanja ne prouzroče rušenje građevina ili njihova dijelova, deformacije nedopuštena stupnja, oštećenja građevnog sklopa ili opreme zbog deformacija nosive konstrukcije te nerazmjerno velika oštećenja u odnosu na uzrok zbog kojih su nastala.

B) ZAŠTITA OD POŽARA

Zaštita od požara provjerena je i obuhvaćena u dijelu *B.1.6. Prikaz mjera zaštite od požara*.

Građevina je projektirana, a tako mora biti i izvedena, da u slučaju požara bude očuvana nosivost konstrukcije tijekom propisanog vremena, spriječeno širenje vatre i dima unutar građevine te na susjedne građevine, da se omogući osobama spašavanje, odnosno da neozlijeđeni napuste građevine te da se omogući zaštita spašavatelja.

C) **HIGIJENA, ZDRAVLJE I ZAŠTITA OKOLIŠA**

Higijena, zdravlje, zaštita života te radnog i životnog okoliša provjerena je i obuhvaćena u dijelu *B.1.5. Prikaz tehničkog rješenja zaštite na radu*.

Građevina je projektirana, a tako mora biti i izvedena, da se ne ugrožava higijena i zdravlje ljudi, radni i životni okoliš posebice zbog oslobađanja opasnih plinova, para i slično (onečišćenje zraka), opasnih zračenja, onečišćenja voda i tla, neodgovarajućeg odvođenja otpadnih voda, dima, plinova i tekućeg otpada, nepropisnog postupanja s krutim otpadom, sakupljanje vlage u dijelovima građevine ili na površinama unutar građevine.

D) **SIGURNOST U KORIŠTENJU**

Zaštita korisnika građevine od povreda - sigurnost u korištenju - provjerena je i obuhvaćena u dijelu *B1.5. Prikaz tehničkog rješenja zaštite na radu*.

Građevina je projektirana, a tako mora biti i izvedena, da tijekom uporabe budu izbjegnute moguće ozljede korisnika, bilo od poskliznuća, pada, sudara, opekline, električnog udara, eksplozije.

Projektirana oprema i instalacije mora odgovarati traženim uvjetima prema specifikacijama iz troškovnika.

E) **ZAŠTITA OD BUKE**

Građevina je projektirana i mora biti izgrađena tako da zvuk što ga zamjećuju osobe koje borave u građevini ili u njezinoj blizini bude na takvoj razini da ne ugrožava zdravlje ljudi te osigurava noćni mir i zadovoljavajuće uvjete za odmor i rad.

Zaštita od buke predviđena je s razinom buke u granicama ispod 65 dBA danju i 50 dBA noću u skladu sa *Zakonom o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13 i 153/13)* i pripadnim *Pravilnikom o najvećim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN 145/04 i 156/08)*.

F) **KONTROLA KAKVOĆE GRAĐEVINSKIH RADOVA**

Na temelju *Zakona o gradnji (NN 153/2013)*, građevinski proizvodi, materijali i oprema mogu se upotrebljavati, odnosno ugrađivati samo ako je njihova kakvoća dokazana ispravom proizvođača ili certifikatom sukladnosti. Pravilnici i norme trebaju biti u skladu s *Zakonom o normizaciji (NN 80/2013)*, *Zakonom o mjernim jedinicama (NN 58/93)* i *Zakonom o mjeriteljstvu (NN 163/03, 194/2003 i 111/2007)* i *Zakonom o građevnim proizvodima (NN 86/08 i 76/13)*.

Na temelju atestne dokumentacije, izvršenih ispitivanja i pregleda, koji se evidentiraju u građevinskom dnevniku i knjizi, voditelj radova i nadzorni inženjer, u građevinski dnevnik upisuju da je osigurana stabilnost, sigurnost i kvaliteta izvršenih radova.

Svi ostali tipski proizvodi, koji se gotovi ugrađuju u građevinu moraju imati zvanične ateste, koji su u skladu s važećim tehničkim normama i propisima.

Isto važi i za sve instalaterske radove i opremu, gdje je potrebno sav materijal ispitati prije ugradnje, a nakon ugradnje, izvršiti sva potrebna ispitivanja i regulacije, te o tome voditi potrebnu evidenciju, putem građevinskog dnevnika, a po završetku izgradnje izvoditelj je dužan investitoru predati sve zapisnike o primopredaji u ispravnom stanju preko stručne službe investitora-nadzornog inženjera.

U projektiranju su poštivane i odredbe slijedećih pravilnika i standarda:

- Tehnički propis za betonske konstrukcije (NN 139/09, 14/10, 125/10 i 136/12);
- Tehnički propis za cement za betonske konstrukcije (NN 64/05 i 85/06);
- Tehnički propis za zidane konstrukcije (NN 01/07);
- Zakon o cestama (NN 84/11, 22/13 i 54/13);
- Projektiranje i izvođenje drvenih skela i oplata, HRN U.C9.400.

G₁) ZEMljANI RADOVI

Materijali koji se koriste moraju zadovoljiti kakvoću utvrđenu odredbama:

- HRN B.B0.001, prirodni agregat - uzimanje uzoraka za podlogu
- HRN B.B3.010, kamen za podlogu i kaldrmu
- HRN B.B8.012, ispitivanje čvrstoće na pritisak

G₂) BETONSKI I ARMIRANOBETONSKI RADOVI

Materijali koji se koriste moraju zadovoljiti kakvoću utvrđenu odredbama *Tehničkih propisa za betonske konstrukcije* (TPBK) NN 139/09, 14/10, 125/10 i 136/12.

- HRN ENV 13670-1 ugradnja betona prema projektu betonske konstrukcije
- HRN EN 12620 tehnička svojstva agregata za beton
- HRN EN 933-1 granulometrijski sastav agregata
- HRN EN 197-1, HRN EN 197-1prA1, HRN EN 197-4, HRN B.C1.015 ili HRN EN 14216
 - cement (*Tehnički propis za cement za betonske konstrukcije* NN 64/2005)
- HRN EN 1008:2002 voda za spravljanje betona
- HRN EN 934-2 i nHRN EN 934-5 kemijski dodaci za beton
- HRN U.M1.035 dodatak za betoniranje pri niskim temperaturama
- HRN EN 206-1, točka 4.2.1 razredi i svojstva svježeg betona
- HRN EN 206-1 razredi očvrstlog betona
- EN 1065 skele i oplata
- ENV 1992-1-1 sidreni i spojni elementi
- EN 10080 čelik za armiranje betona (MA 500/560, GA 240/360 i RA 400/500)

Tehnička svojstva betona i razred tlačne čvrstoće određuje se projektnom dokumentacijom, a ispitivanje:

- svježeg betona prema normama niza HRN EN 12350;
- očvrslog betona prema normama niza HRN EN 12390;
- ispitivanje betona na smrzavanje prema normi HRN U.M1.016;

Kakvoća betona:

- Podmorski ispušt predviđen je za transport sanitarno-fekalnih otpadnih voda;
- Beton pojedinih elemenata (okna, opteživači i sl.) bi stoga kompletno trebao biti kakvoće C 30/37, vodonepropusan (XA2) i otporan na sulfate te na vanjskim površinama u doticaju s atmosferom i otporan na utjecaj atmosferskih promjena;
- Ukoliko krajnji korisnik očekuje upuštanje i nekih drugih specifično zagađenih voda treba beton prilagoditi i tim vodama da ne dođe do kemijskog razaranja betona;
- Na građevini, gdje je troškovnikom predviđeno premazivanje površina betona, to treba napraviti vodonepropusnim (min. Dvokomponentnim) premazom na pripremljenu betonsku podlogu, a koji po atestu pruža garanciju da neće biti razoren medijem koji protječe uz premazane i zaštićene površine (atest daje dobavljač);
- Na temelju gornjih podataka izvođač radova treba napraviti *Projekt betona* od strane ovlaštenog poduzeća (kojega ovjerava projektant), a kojim se rješava sastav smjese betona, tehnologije ugradbe, transport, njega, ispitivanje i sl. (*Tehnički propis za betonske konstrukcije* NN 139/09, 14/10, 125/10 i 136/126).

G₃) ZIDARSKI RADOVI – prema EN 1996

Materijali koji se koriste moraju zadovoljiti kakvoću utvrđenu odredbama:

- HRN U.M2.010, mort za zidanje
- HRN U.M2.012, mort za žbukanje
- HRN B.C1.010-012, cementi za mort
- HRN B.C1.020, vapno za mort
- HRN B.C1.030, gips za mort
- HRN B.D1.011, pune opeke od gline
- HRN B.D1.014, blokovi od gline
- HRN B.D1.015, šuplje opeke i blokovi od gline

Sve u skladu s *Tehničkim propisima za zidane konstrukcije* (NN 01/07).

G₄) TESARSKI RADOVI

Materijali koji se koriste moraju zadovoljiti kakvoću utvrđenu odredbama:

- HRN D.C1.040-041, drvena rezana građa (jela, smreka).

H) KONTROLA KAKVOĆE ZAVRŠNIH RADOVA U GRAĐEVINARSTVU

Na temelju *Zakona o gradnji (NN 153/2013)* te *Zakona o građevnim proizvodima (NN 86/08 i 76/13)*, *Zakona o izmjenama i dopunama Zakona o građevnim proizvodima (NN 25/13 i 30/14)*, građevinski proizvodi, materijali i oprema mogu se upotrebljavati, odnosno ugrađivati samo ako je njihova kakvoća dokazana ispravom proizvođača ili certifikatom sukladnosti prema posebnom zakonu.

U projektiranju su poštivane odredbe slijedećih pravilnika i standarda:

- Pravilnik o tehničkim normativima za projektiranje i izvođenje završnih radova u građevinarstvu, a u skladu sa HRVATSKIM NORMAMA za pojedine vrste radova, *Zakonom o standardizaciji* i *Zakonom o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjeni sukladnosti*.

I) ISPITIVANJE CJEVOVODA

I₁) ISPITIVANJE VODONEPROPUSNOSTI

Cjevovodi predviđen za gravitacijsko tečenje podvrgavaju se ispitivanju vodonepropusnosti. Ispitivanje se izvodi punjenjem dionica cjevovoda vodom i praćenjem gubitka vode kroz vremensko razdoblje od minimalno 2 sata. Pojava propuštanja u tom vremenu nije dozvoljena. Ukoliko se na ispitnoj dionici pokažu mjesta koja propuštaju na spojevima ili samim cijevima, ispitivanje se prekida, dionica prazni te uklanjaju nedostaci.

Ovo ispitivanje se odnosi na vanjsku odvodnju otpadne vode i oborinskih voda.

I₂) ISPITIVANJE CJEVOVODA NA TLAK (TLAČNA PROBA)

1. Općenito

Tlačni (podmorski ispust je tlačno-gravitacijski) cjevovod, uključivo fazonske komade su skupi dijelovi kanalizacijskog sustava na lokaciji te je stoga potrebna njihova besprijekorna izvedba i održavanje.

Kako su tlačni tlačno-gravitacijski cjevovodi ukopani te stoga nepristupačni, kontrola njihovog stanja i popravci su vrlo otežani. Iz tog razloga zahtijeva se da svi dijelovi cjevovoda (cijevi i fazonski komadi) imaju dovoljnu čvrstoću i da su tako sastavljeni da ne dođe do nepoželjnih pomaka i da gotov cjevovod bude potpuno nepropustan za vodu.

Nedovoljna čvrstoća i pomaci uzrokuju različite smetnje i štete, kao i lom cjevovoda. Otpadna voda koja pod tlakom ističe na propusnim mjestima cijevi ili spoja, pa ma kako neznatna bila ta propusnost u početku, s vremenom sve više proširuje ta oštećena mjesta, a dolazi i do razaranja uslijed korozije radi čega dolazi do smanjenja vijeka trajanja cijevi.

Te nepoželjne pojave izbjegavamo time što se tlačni cjevovodi za vrijeme i na kraju izvedbe ispituju na čvrstoću i nepropusnost i uklone svi uzroci šteta.

Pripremljene, položene ili djelomično zatrpane cjevovode potrebno je (prema DIN-u ili sl.) podvrgnuti tlačnom ispitivanju.

Tlačna proba je vremenski ograničen postupak kojim se ispituje položen, montiran i djelomično zatrpan cjevovod, prije puštanja u pogon, radi provjere ispravnosti montaže i eventualno nastalih oštećenja u toku izvedbe.

Nepropusnost i čvrstoću obično ispituje zajedno, ali se mogu ispitati i svaka za sebe. Tako je npr. zavarene cjevovode pogodno ispitati na nepropusnost komprimiranim zrakom, a na čvrstoću vodom.

Tlačne cjevovode smije polagati samo stručni kadar poduzeća s iskustvom u tim radovima i ovlaštenjem za te radove.

2. Dionice ispitivanja

Dužina ispitne dionice ovisi o konfiguraciji terena, promjeru cijevi i drugim konkretnim uvjetima i uzima se uglavnom u duljini do 500 m. Duljine ispitnih dionica cjevovoda ne bi trebale prelaziti 500 m. Ako se na trasi cjevovoda javljaju velike visinske razlike, moraju se izabrati takve dužine dionica da se prilikom ispitivanja u najvišoj točki cjevovoda ostvari bar radni pritisak.

3. Vrste tlačnih proba

Za ispitivanje cjevovoda na tlak, prema DIN-u 4279 T3, predviđena su tri postupka:

- normalni postupak
- ubrzani normalni postupak
- posebni postupak.

U nastavku se opisuje normalni postupak provedbe tlačne probe.

Normalni postupak provedbe tlačne probe

Normalni postupak ispitivanja cjevovoda na tlak provodi se u slijedećim fazama:

- osiguranje cjevovoda
- punjenje cjevovoda
- prethodno ispitivanje
- glavno ispitivanje
- kontrolno ispitivanje
- skupno (zajedničko) ispitivanje i
- izvješće o uspješno provedenoj tlačnoj probi.

Izvođač radova dužan je na vrijeme obavijestiti investitora o namjeravanom početku prethodnog i glavnog ispitivanja. Izvođač je dužan osigurati dovoljan broj stručnih radnika za pomoć ispitnoj komisiji.

4. Provedba tlačne probe

Provedba tlačne probe sastoji se iz slijedećih faza:

a) Osiguranje cjevovoda

Prije punjenja vodom, cjevovod mora biti poduprt na krajevima ispitnih dionica te usidren na svim horizontalnim i vertikalnim zavojima, koljenima, ev. redukcijama promjera, završnim komadima i ograncima, da se spriječi promjena položaja, a time i mogućnost propuštanja na spojevima za vrijeme ispitivanja i u kasnijoj eksploataciji.

Osiguranje cjevovoda obavlja se zasipavanjem cijevi, ali tako da se ne zatrpaju spojevi cijevi na čitavoj dužini ispitne dionice.

Cijevni vod se na krajevima ispitne dionice zatvara putem fazonskih komada kojima je omogućeno punjenje cijevi vodom odnosno evakuacija zraka iz cijevi.

Privremene podupirače na krajevima ispitne dionice ne skidati dok se probni tlak ne spusti do nule.

b) Zaštita protiv utjecaja temperature

Zbog zaštite od temperaturnih utjecaja potrebno je cjevovod, naročito na spojevima, za vrućina zasjeniti.

c) Postavljanje tlačne pumpe i sistema za odzračivanje

Tlačnu pumpu i sustav za odzračivanje treba postaviti tako da se cijevni sistem osigura i od najmanjeg pomicanja uslijed djelovanja hidrauličke aksijalne sile da ne dođe do nesreća. Za postavljanje tlačne pumpe i sistema za odzračivanje potrebno je postaviti završne komade s prirubnicom. Na prirubnicu završnog komada ugrađuje se priključak za spoj sa pumpom na jednom kraju cjevovoda odnosno sistema za odzračivanje na drugom kraju. Nakon toga je potrebno izvršiti podupiranje navedenih priključaka za pumpu i sistem za odzračivanje, koje se ne smije ukloniti dok se probni tlak ne spusti do nule.

d) Punjenje cjevovoda

Cjevovod treba puniti vodom čija kvaliteta odgovara onoj pitke vode. Doprema vode potrebne kvalitete vrši se prema mjesnim prilikama.

Vod punimo tako pažljivo da ga potpuno ispunimo vodom, a bez opasnih udara u vezi s istiskivanjem zraka. Preporuča se punjenje cjevovoda čistom vodom s najnižeg mjesta ispitne dionice brzinom 0.04 do 0.05 m/s. Istovremeno se na najvišim točkama i na kraju ispitne dionice provodi ispuštanje zraka. Da bi se omogućila evakuacija zraka punjenje treba vršiti polako. Izlaženje zraka mora se odvijati bez jačih šumova. Nakupine zraka ugrožavaju cjevovod, dovode do loma cjevovoda, a ometaju i tlačnu probu, naročito kod većih temperaturnih promjena u toku probe.

Za postepeno i optimalno punjenje cjevovoda preporučuje se punjenje količinama vode prema sljedećoj tablici:

DN (mm)	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350
Količina punjenja (1/s)	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	1.3	2.0	2.8	3.8

e) Prethodno ispitivanje (pretpoba)

Izvođač mora investitora pravovremeno obavijestiti kada će vršiti pretpobu.

Samo tlačno ispitivanje treba započeti tek 24-sata nakon punjenja cjevovoda. Na početku pretprobe cjevovod treba još jednom obilno isprati vodom i to pod tlakom, a zbog boljeg odzračivanja.

Jedan dan nakon punjenja, izvođač provodi pretpobu polaganim tlačenjem do najvećeg mogućeg pogonskog tlaka (bolje je do nazivnog tlaka - NP). Tlak treba u pravilnim razmacima ponovno uspostavljati, a najkasnije nakon pada tlaka od 0.5 bara.

Ako se već kod pogonskog tlaka pokažu pomaci ili propusnosti, treba tlak po mogućnosti povećati do ispitnog tlaka da bi se lakše ocijenile izvedbene pogreške. Ako investitor dopusti popravak spojeva bez obnavljanja, ne treba vodu isprazniti nego samo otpustiti tlak.

Propisano trajanje pretprobe za ovu vrstu i profil cjevovoda je kao i kod glavne probe, tj. min. 6 sati.

Ukoliko se za vrijeme pretprobe ukažu neispravnosti na cjevovodu, a nadzorni inženjer investitora odluči da je popravak moguće izvršiti dok je cjevovod pun, tada nije potrebno isprazniti cjevovod već samo osloboditi od tlaka.

Smatra se da je pretpoba uspješno obavljena, ako se tijekom ispitivanja ne primjeti propuštanje vode na spojevima i cijevima.

f) Glavno ispitivanje (glavna tlačna proba)

Glavno ispitivanje mora se obaviti komisijski s predstavnikom građevinske inspekcije, investitora i izvođača.

Uvjet za glavno ispitivanje je uspješno završeno prethodno ispitivanje. Ono se obavlja nastavno na prethodno ispitivanje bez smanjivanja tlaka.

Ispitni tlak kod glavne tlačne probe za cjevovod iznosi $1.5 \times NP$ ($1,5 \times$ nominalni tlak). Trajanje glavne tlačne probe je min 6 sati.

Sve spojeve treba temeljito pregledati. U slučaju da se tijekom glavnog ispitivanja primjete nedostaci na cjevovodu, ispitivanje treba prekinuti, vodu ispustiti do te mjere da loša mjesta ostanu bez vode, nedostatke ukloniti i ispitivanje ponoviti.

Da bi se ustanovila ona eventualno propusna mjesta koja su već prekrivena, poželjno je mjeriti količinu vode u posudi tlačne pumpe i to za svakih 1 bar povišenja tlaka, te

pomoću dijagrama pratiti funkcijsku vezu tih veličina. Kod idealno nepropusnog cjevovoda funkcija ovisnosti je pravac, a kod propusnog parabola.

Tijekom glavnog ispitivanja se ne smije dopumpavati voda u cjevovod radi izjednačenja na ispitni tlak.

Glavno ispitivanje je zadovoljavajuće ako mjerodavni investitorov manometar (po mogućnosti na najnižem mjestu cjevovoda), uzevši u obzir sve od investitora priznate vanjske utjecaje, promjene temperature i sl., nije pokazao za vrijeme tlačne probe veće sniženje tlaka od $0,1 \text{ kg/cm}^2$, te ako se prilikom pregleda cjevovoda ne ustanovi propuštanje vode niti nepravilne promjene na cjevovodu. Usidrena mjesta se ne smiju pomaknuti iz prvobitnog položaja.

g) Kontrolno ispitivanje

Nakon uspješno obavljene glavne probe, cjevovod treba ostaviti pod pogonskim tlakom sve dok svi spojevi ne budu na svojem položaju kako bi se manometrom moglo kontrolirati eventualno oštećenje cijevi koje nastane kod postavljanja.

h) Skupno ispitivanje (skupna proba)

Skupna proba se obavlja nakon uspješno provedenih glavnih tlačnih probi pojedinih dionica. Skupna tlačna proba provodi se za cijelu dionicu cjevovoda odjednom, a svrha ovog ispitivanja je da se ustanovi stanje spojeva između pojedinih dionica koji za vrijeme ove probe moraju ostati slobodni, ispravnost zasuna, brtvi i ostalih dijelova, te radi provjere da uslijed svih radova nakon tlačnih proba i kontrolnog ispitivanja nije došlo do propuštanja uslijed oštećenja ili pomaka cijevi.

Za vrijeme skupne probe potrebno je tlak dignuti do pogonskog, u trajanju od 12 sati. Ispitivanje zadovoljava, ako se na spojevima ne opazi propuštanje vode, utvrdi ispravnost zasuna, brtvi i ostalih dijelova, te da nije došlo do propuštanja uslijed oštećenja ili pomaka cijevi.

i) Mjerenje tlaka, temperature i nepomičnosti

Za mjerenje ispitnog tlaka upotrebljavaju se provjereni manometri koji imaju takvu podjelu da se može očitati promjena tlaka od 0.1 bara. Preporučuju se dva mjerna instrumenta, od kojih jedan registrira tlak, a drugi je kontrolni.

Za nadziranje tlačne probe potrebno je da i investitor i izvođač imaju svaki svoj manometar i na najvišoj i na najnižoj točki ispitivanog odsjeka. Investitor mora na svoj račun za čitavog trajanja tlačne probe držati na njoj stručnjaka koji je u stanju da stručno nadzire ispitivanja. Za trajanja probe nisu dozvoljeni nikakvi radovi na cjevovodu. Naročito je nedozvoljeno popravljivanje naglavnih spojeva kao i dopumpavanje vode zbog održanja tlaka.

Manometri za tlačnu probu moraju imati takvu skalu da u području probnog tlaka omogućuju besprijeorno očitavanje promjene tlaka od $0,1 \text{ kg/cm}^2$. Prije tlačne probe ih treba prekontrolirati.

Za utvrđivanje nepomičnosti cjevovoda treba mjeriti pomake naročito na zavojima, na usidrenjima lukova, redukcijama i sl.

j) **Nepropusnost**

Ako se pokažu propusna mjesta na stijenci dijelova cjevovoda (uslijed pukotina i sl.) ili na spoju treba probu prekinuti i polako prazniti cjevovod dok sva propusna mjesta ne ostanu izvan vode. Probu se smije ponoviti tek nakon što su te greške potpuno uklonjene.

Kod zavarenih se spojeva preporuča prije tlačne probe vodom izvesti tlačnu probu zrakom do 2 kg/cm² nadtlaka, da bi se otkrile i najmanje propustljivosti.

5. Preuzimanje

Smatramo da su tlačne probe dokazale upotrebljivost cjevovoda, ako za to mjerodavni investitorov manometar, uzevši u obzir sve od investitora priznate vanjske utjecaje promjene temperature i sl., nije pokazao za vrijeme tlačne probe veće sniženje tlaka od 0,1 kg/cm², a detaljni pregled cjevovoda osobito ukrućenja, usidrenja i spojeva nije pokazao ništa prema čemu bi se dalo zaključiti da je došlo do pomaka ili propuštanja ili da će postepeno doći.

Tlačne probe se priznaju samo, ako ih prizna od investitora imenovani preuzimač.

6. Izvješće

O uspješno provedenoj tlačnoj probi mora se izraditi zapisnik uz potpis svih odgovornih osoba. Tek nakon toga može se izvršiti potpuno zatrpavanje cijevi u rovovima.

J) KONTROLA NA GRADILIŠTU

U svezi sa *Zakonom o prostornom uređanju i gradnji* (NN 153/13), stručni nadzor nad izgradnjom u ime *Investitora* obavlja pravna osoba registrirana za obavljanje poslova nadzora.

U provođenju stručnog nadzora nadzorni inženjer dužan je voditi brigu poglavito o tome da se gradnja odvija u skladu sa dobivenom *Potvrdom glavnog projekta, Izvedbenim projektom* i sa *Zakonom o gradnji* te da je kakvoća radova, ugrađenih proizvoda i opreme u skladu sa zahtjevima projekta, i da je kakvoća ugrađenih materijala i opreme dokazana propisanim ispitivanjima i dokumentima.

K) OSTALI RADovi

Ako se na izvedbi građevine pojave i radovi koji nisu obuhvaćeni ovim popisom, za iste se moraju primijeniti odgovarajuće norme i pravila.

**L) POPIS PROPISA I ZAKONA ČIJA JE PRIMJENA OBAVEZNA
KOD KONTROLE I OSIGURANJA KAKVOĆE**

1. Zakon o gradnji (NN br. 153/2013);
2. Zakon o normizaciji (NN br. 80/13);
3. Zakon o mjernim jedinicama (NN 58/93);
4. Zakon o mjeriteljstvu (NN 163/03, 194/03, 111/07);
5. Zakon o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjeni sukladnosti (NN 158/03);
6. Zakon o građevnim proizvodima (NN 86/08 i 76/13);
7. Zakon o izmjenama i dopunama zakona o građevnim proizvodima (NN 25/13 i 30/14);
8. Tehnički propis o građevnim proizvodima (NN 33/10, 87/10 i 146/10);
9. Tehnički propis o izmjeni i dopuni Tehničkog propisa o građevnim proizvodima (NN 81/11, 130/12 i 81/13);
10. Zakon o zaštiti na radu (NN br. 59/96, 114/03 i 100/04),
11. Zakon o zaštiti na radu i Zakon o izmjenama i dopunama Zakona o o zaštiti na radu (NN 59/96, 94/96, 114/03, 100/04, 86/08, 116/08, 75/09, 143/12 i 71/14);
12. Pravilnik o zaštiti na radu na privremenim i pokretnim gradilištima (51/08);
13. Pravilnik o zaštiti na radu za radne i pomoćne prostorije i prostore (06/84, 42/05 i 113/06);
14. Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 29/13);
15. Pravilnik o vrsti objekata namijenjenih za rad kod kojih inspekcija rada sudjeluje u postupku izdavanja građevinskih dozvola i u tehničkim pregledima izgrađenih objekata (NN 48/97);
16. Zakon o zaštiti od požara (NN br. 92/10),
17. Tehnički propis za betonske konstrukcije (NN 139/09);
18. Tehnički propis o izmjeni dopuni tehničkog propisa za betonske konstrukcije (NN 14/10, 125/10 i 136/12);
19. Tehnički propis za cement za betonske konstrukcije (NN 64/05 i 85/06);
20. Tehnički propis za zidane konstrukcije (NN 01/07);

Svibanj 2016.g.

PROJEKTANT

Nataša Todorić Rex, dipl.ing.građ.



B.1. 5 PRIKAZ TEHNIČKOG RJEŠENJA ZAŠTITE NA RADU

PODMORSKI ISPUST OTPADNIH VODA Lopud

✦ Sustav odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na otoku Lopudu ✦

B.1. 5.1. POPIS PROPISA I PRAVILA ZAŠTITE NA RADU KOJA SU PRIMJENJENA U DOKUMENTACIJI

B.1. 5.2. OPIS SADRŽAJA GRAĐEVINE

B.1. 5.3. PRIKAZ TEHNIČKIH RJEŠENJA ZA OSIGURANJE UVJETA SIGURNOG RADA TIJEKOM IZVEDBE GRAĐEVINE

B.1. 5.3.1. Gradilište i okoliš

B.1. 5.3.2. Radovi u moru

B.1. 5.3.3. Građevina u funkciji

B.1. 5.1. POPIS PROPISA I PRAVILA ZAŠTITE NA RADU KOJA SU PRIMJENJENA U TEHNIČKOJ DOKUMENTACIJI

Primijenjeni zakoni:

- | | |
|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| - Zakon o prostornom uređenju | NN 153/13 |
| - Zakon o gradnji | NN 153/13 |
| - Zakon o građevinskoj inspekciji | NN 153/13 |
| - Zakon o zaštiti prirode | NN 70/05; 139/08; 57/11 |
| - Zakon o građevinskom zemljištu | NN 48/88, 16/90, NN 53/90 |
| - Zakon o vodama | NN 153/09; 130/11; 56/13 |
| - Zakon o otpadu | NN 178/04; 153/05; 111/06; 110/07;
60/08; 87/09 |
| - Zakon o zaštiti na radu | NN 59/96; 111/06; 60/08; 87/09 |
| - Zakon o izmjenama i dopunama
Zakona o zaštiti na radu | NN 114/03; 86/08; 75/09; 143/12
i 71/14 |
| - Zakon o zaštiti od buke | NN 20/03; 30/09; 55/13 |
| - Zakon o zaštiti od požara | NN 92/10 |
| - Zakon o javnim cestama | NN 180/04; NN 138/06;
NN 146/08; NN 153/09; NN 73/10 |
| - Zakon o normizaciji | NN 80/13 |

Primijenjeni pravilnici, uredbe, odluke, norme i tehnički propisi:

- | | |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------|
| - Pravilnikom o zaštiti na radu na privremenim ili pokretnim gradilištima | NN 51/08 |
| - Pravilnikom o uvjetima i načinu provedbe tehničke zaštite | NN 198/03 |
| - Normama za pojedine vrste radova | |
| - Zakonom o tehničkim zahtjevima za proizvode i ocjeni sukladnosti | NN 158/03,
79/07; |

- Tehnički propis za betonske konstrukcije	NN 139/09
- Uredba preporučenim i graničnim vrijednostima kakvoće zraka	NN 101/96
- Pravilnik o uvjetima za postupanje s otpadom	NN 123/97
- Uredba o kategorijama, vrstama i klasifikaciji otpada	NN 50/05
- Pravilnik o zaštiti poljoprivrednog zemljišta od onečišćenja štetnim tvarima	NN 09/14

B.1. 5.2. OPIS SADRŽAJA GRAĐEVINE

Građevina obrađivana ovom mapom **BR. 4 Glavnog projekta** predstavlja:

Podmorski ispust pročišćenih otpadnih voda sustava odvodnje naselja na otoku Lopudu u Dubrovačko - neretvanskoj županiji.

Ispust pročišćenih otpadnih voda Lopud ima ulogu rješenja odlaganja otpadnih voda na lokaciju koja osigurava kakvoću obalnog mora prema zakonskim standardima.

Građevina podmorskog ispusta Lopud sastoji se od slijedećih dijelova:

- podmorskog dijela ispusta Ø 200/170⁶ mm, duljine 500,00 m' uključivo i 100,0 m difuzora, i
- kopnene dionice ispusta Ø 200/170⁶ mm, sveukupne duljine 55,0 m od izlaznog okna dožnog bazena u sklopu lokacije uređaja za pročišćavanje otpadnih voda „LOPUD“ do odzračnog okna.

Ukupna duljina podmorskog ispusta (kopnena i podmorska dionica): 555 m'.

Pristup do građevine podmorskog ispusta omogućen je samo ovlaštenim osobama u sklopu održavanja sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na otoku Lopudu.

B.1. 5.3. PRIKAZ TEHNIČKIH RJEŠENJA ZA OSIGURANJE UVJETA SIGURNOG RADA TIJEKOM IZVEDBE GRAĐEVINE

B.1. 6.3.1. Gradilište i okoliš

B.1 6.3.2. Radovi u moru

B1. 6.3.3. Građevina u funkciji

B1. 5.3.1. Gradilište i okoliš

Gradilište mora biti uređeno tako da je omogućeno nesmetano i sigurno izvođenje svih radova prema ovom elaboratu. Gradilište mora biti osigurano od pristupa osoba koje nisu zaposlene na gradilištu.

Izvođač radova sastavlja poseban elaborat o uređenju gradilišta i radu na gradilištu, koji u pogledu zaštite na radu obuhvaća sve potrebne mjere:

- osiguranje granice gradilišta;

- uređenje i održavanje prometnica (pristupi);
- određivanje mjesta, prostora i načina razmještaja te skladištenja građevnog materijala;
- izgradnju i uređenje prostora za čuvanje opasnog materijala;
- način transporta, utovara, istovara i deponiranje raznih vrsta građevnog materijala, teških predmeta i opreme;
- način obilježavanja, odnosno osiguranja opasnih mjesta i ugroženih prostora na gradilištu (opasne zone);
- način rada na mjestima gdje se pojavljuju štetni plinovi, prašina, para, odnosno gdje može nastati vatra;
- uređenje električnih instalacija za pogon i osvjetljenje na pojedinim mjestima na gradilištu;
- određivanje vrste i smještaja građevinskih strojeva i postrojenja te odgovarajuća osiguranja s obzirom na lokaciju gradilišta;
- određivanje vrste i načina izvođenja građevinskih skela;
- način zaštite od pada s visine ili u dubinu;
- određivanje radnih mjesta na kojima postoji povećana opasnost po život i zdravlje radnika, kao i vrste i količine potrebnih osobnih zaštitnih sredstava, odnosno zaštitne opreme;
- mjere i sredstava protupožarne zaštite na gradilištu;
- izgradnju, uređenje i održavanje sanitarnih čvorova na gradilištu;
- organiziranje prve pomoći na gradilištu;
- druge neophodne mjere za zaštitu osoba na radu.

Izvođenje radova na gradilištu smije se otpočeti tek kada je gradilište uređeno prema odredbama Pravilnika

B.1. 5.3.2. Radovi u moru

POSEBNE MJERE ZAŠTITE NA RADU NA POSLOVIMA U MORU TREBA DONIJETI IZVOĐAČ RADOVA PREMA VAŽEĆIM PROPISIMA!

Tehnička rješenja u smislu pravila zaštite na radu

Prema *Zakonu o zaštiti na radu* predviđena su tehnička rješenja i zaštita osoblja, kako bi bile izbjegnute opasnosti koje se mogu pojaviti.

Tijekom gradnje obvezno se mora osigurati kontinuirani nadzor od strane investitora i izvođača, uz primjenu svih propisa u građevinarstvu koji se odnose na ovu vrstu građevina. Izvođač se mora pridržavati svih važećih propisa koji moraju biti usklađeni sa *Zakonom o zaštiti na radu*.

S ovim pravilnicima izvođač mora biti upoznat prije davanja ponude za izvođenje ove građevine, tj. predstavlja sastavni dio ponude i ugovora.

Izvođač radova će svojim *Elaboratom o uređenju gradilišta* obuhvatiti sve potrebne mjere zaštite na radu.

Za provedbu svih zaštitinih tehničkih mjera nadležna je i odgovorna uprava gradilišta.

Korištenje građevinskih strojeva i upravljanje njima mora biti povjereno osposobljenim radnicima koji su upoznati s opasnostima.

Rad strojeva može početi kada se nitko ne nalazi u djelokrugu stroja.

Izvođač radova je dužan radove izvoditi kvalitetno, uz uporabu materijala za koje posjeduje atest ne stariji od 12 mjeseci te se pridržavati podataka iz projekta.

Oprema gradilišta, osiguranje pojedinih uređaja i strojeva na njemu te osiguranje radnika tijekom građenja mora u cijelosti odgovarati HTZ propisima.

Nadzorna služba upisom u građevinski dnevnik utvrđuje ispravnost izvedenih radova na pojedinim etapama rada i stavkama.

Izmjena i odstupanja od projektiranog rješenja mogu se provesti samo uz suglasnost projektanta i investitora te pribavljanjem građevinske dozvole za nastalu promjenu.

MJERE ZAŠTITE NA RADU KOD IZVOĐENJA RADOVA U MORU

Pored općih normi i pravilnika za izvođenje građevinskih radova, ovdje je potrebno navesti i posebne mjere tehničke zaštite kod radova u moru:

Ronilačke radove mogu vršiti samo osobe koje imaju potrebnu stručnu spremu te udovoljavaju svim zdravstvenim i psihofizičkim uvjetima nužnim za ovu kategoriju poslova.

Ronjenjem se smiju baviti samo ljudi u dobnoj skupini između 15 i 50 godina starosti, a kod radova na dubinama 30 - 60 m pod morem, samo osobe mlađe od 45 godina.

Ronionci koji rade na teškim podvodnim radovima u jakoj struji/na miniranju i sl./ u dubinama preko 20 m, kao i oni koji vrše radove u dubinama preko 36 m, moraju se nalaziti pod stalnim liječničkim nadzorom te ih se pregledava svakih 8 dana.

Mjerama zaštite ronilaca na kopnu i u moru upravlja rukovoditelj ronilačke ekipe, koji organizira i nadzire sve radove vezane uz praćenje kretanja ronilaca te funkcioniranje signalnih znakova, kontrolira rad i ispravnost manometara, kompresora, ronilačke opreme i dr.

Na gradilištu je potrebno uredno voditi dnevnik ronjenja te osigurati opremu za prvu pomoć.

Na ronilačkom čamcu, odnosno, plovnom objektu s kojeg se spuštaju ronionci, mora se smjestiti sva potrebna ronilačka oprema.

Održavanje veze s asistentom na čamcu je od iznimne važnosti za sigurnost ronilačkog osoblja. Obavijesti se prenose signalnim konopom ili telefonom.

Podizanje ronilaca na površinu vrši se po pravilima za izronjavanje, a sve u skladu s normama objavljenim u "Narodnim novinama RH" (TABLICA DEKOMPRESIJE).

Asistent na površini je dužan paziti da se izronjavanje vrši točno po normama iz citiranih tablica te da osoba određena za vođenje dnevnika ubilježi vrijeme početka dizanja, dubinu i vrijeme stanki.

Mjesto ronjenja obilježava se danju zastavicom sa oznakom "T-E", a svjetlom kod eventualnih radova noću. Svi plovni objekti su dužni ploviti, odnosno sidriti najmanje na 200 m od obilježenog mjesta ili signala.

Vrijeme zadržavanja ronioca pod vodom je strogo regulirano i iznosi za pojedine dubine najviše do:

DUBINA (m)	VRIJEME ZADRŽAVANJA (h)
do 13	6
13 - 18	5
18 - 22	4
22 - 26	3
26 - 29	2,30
29 - 33	2
33 - 36	1,45
36 - 40	1,30
40 - 43	1,15
43 - 50	1
50 - 54	0,45

Ako se ronjenje izvodi pri temperaturi između 0° C i 5° C, boravak se skraćuje za 25 %, a u slučaju temperature niže od 0° C - 50%. U opravdanim slučajevima rukovoditelja ronilačke ekipe može još skratiti vrijeme zadržavanja pod vodom.

Ronilac se može spuštati u dubine od 26 do 36 m dva puta dnevno. Vrijeme provedeno pod vodom, uzevši u obzir oba spuštanja, ne smije prijeći dozvoljeno vrijeme za rad pod vodom na toj dubini. Poslije izvedenog ronjenja do dubine od 36 m, ronilac ima pravo na odmor koji odgovara ukupnom vremenu ronjenja i dekompresije.

Podvodnim rušenjem i miniranjima rukovodi osoba osposobljena za minerske radove pod vodom. Roniocu nije dozvoljeno mine dodavati signalnim ili drugim konopom.

Ako kod rušenja mina zataji, ronilac se može spustiti pod vodu najmanje 15 minuta poslije izvršenog paljenja, sve uz uvjet da su svi sprovodnici isključeni iz izvora struje.

Sva ronilačka oprema i aparati u uporabi moraju se periodički pregledati. Za čuvanje i održavanje opreme zadužena je stručna osoba.

Eventualne nesretne slučajeve pri ronilačkim radovima ispituje komisija koju imenuje nadležni inspektorat rada, a u sastav komisije ulaze tehnički i zdravstveni stručnjak za ronjenje te stručno lice iz područja pomorstva i riječnog prometa.

B.1.5.3.3. Građevina u funkciji

Tehničke mjere zaštite tijekom uporabe građevine vezane su za sigurnost pri korištenju i održavanju PODMORSKOG ISPUSTA PROČIŠĆENIH OTPADNIH VODA LOPUD, a u sklopu SUSTAVA ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA NA OTOKU LOPUDU.

Pristup u (do) građevine je moguć samo osobama zaduženim za kontrolu rada i održavanje.

Po dovršenoj izgradnji građevine PODMORSKOG ISPUSTA PROČIŠĆENIH OTPADNIH VODA LOPUD i puštanja u redovni rad, potrebno je da poduzeće zaduženo za rad i održavanje kanalizacijskog sustava i predmetne građevine u sklopu kanalizacijskog sustava Božava donese *Pravilnik o radu i održavanju ...* u kojem trebaju biti sadržane i sve mjere zaštite na radu.

Svibanj 2016.g.

PROJEKTANT

Nataša Todorć Rex, dipl.ing.građ.

B.1. 6 PRIKAZ MJERA ZAŠTITE OD POŽARA

PODMORSKI ISPUST OTPADNIH VODA Lopud

✦ Sustav odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na otoku Lopudu ✦

SADRŽAJ:

B.1. 6.1. TEHNIČKA DOKUMENTACIJA

B.1. 6.2. PRIMJENJENI PROPISI

B.1. 6.3. OSNOVNI PODACI O GRAĐEVINI

B.1. 6.3.1. Namjena građevine

B.1.6.3.2. Opasnost od požara

B.1. 6.3.3. Požarno opterećenje

B.1. 6.4. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA PREDVIĐENE U PROJEKTOJ DOKUMENTACIJI

B.1. 6.4.1. Osnovna zaštita

B.1.6.4.2. Vatrogasni pristup, prilazi i površine za operativni rad vatrogasnih vozila

B.1. 6.4.3. Građevinske konstrukcije i vatrootpornost

B.1. 6.5. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KAKVOĆE

B.1. 6.1. TEHNIČKA DOKUMENTACIJA

Ovaj prikaz rađen je na temelju slijedeće tehničke dokumentacije:

B.1. 6.1.1. Glavni građevinski projekt, Oznaka projekta: 2079/2014/O-7-5;

"HIDROPROJEKT-ING" d.o.o. - Zagreb

B.1. 6.2. PRIMJENJENI PROPISI

B.1. 6.2.1. ZAKONI, PRAVILNICI, PROPISI

Kod izrade tehničke dokumentacije korišteni su slijedeći propisi i hrvatske norme

B.1. 6.2.1.1. *Zakon o prostornom uređenju* (NN 153/13)

B.1. 6.2.1.2. *Zakon o gradnji* (NN 153/13)

B.1. 6.1.3. *Zakon o zaštiti od požara* (NN 92/10)

B.1. 6.1.4. *Zakon o zaštiti na radu te Zakon o izmjenama Zakona o zaštiti na radu* (NN 59/96, 94/96, 114/03, 86/08, 75/09, 143/12 i 71/14)

B.1. 6.1.5. *Zakon o normizaciji* (NN 80/13)

B.1. 6.1.6. *Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima* (NN 56/10)

B.1. 6.1.7. *Zakon o elektroničkim komunikacijama* (NN 73/08, 90/11)

B.1. 6.1.8. *Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe* (NN 35/94, 142/03)

B.1. 6.1.9. *Pravilnik o vatrogasnim aparatima* (NN 101/01)

B.1. 6.1.10. *Pravilnik o izmjenama i dopunama Pravilnika o vatrogasnim aparatima* (NN74/13)

- B.1.6.1.11. Pravilnik o zaštiti na radu na privremenim i pokretnim gradilištima (NN 51/08)
- B.1. 6.1.12. Pravilnik o tehničkim normativima za hidrantsku mrežu za gašenje požara (NN 08/06)
- B.1. 6.1.13. Pravilnik o najmanjim zahtjevima sigurnosti i zaštite zdravlja radnika te tehničkom nadgledanju postrojenja, opreme, instalacija i uređaja u prostorima ugroženim eksplozivnom atmosferom (NN 39/06, 106/07)
- B.1.6.1.14. Pravilnik o tehničkim uvjetima za kabelsku kanalizaciju (NN 114/10, 29/13)
- B.1.6.1.15. Pravilnik o sustavima za dojavu požara (NN 56/99)
- B.1.6.1.16. Pravilnik o zaštiti radnika od rizika zbog izloženosti vibracijama na radu (NN 155/08)
- B.1.6.1.17. Tehnički propis za niskonaponske električne instalacije (NN 05/10)
- B.1.6.1.18. Tehnički propis za sustave zaštite od djelovanja munje na građevinama (NN 87/08, 33/10)
- B.1.6.1.19. Opći uvjeti za opskrbu električnom energijom (NN 14/06).

B.1. 6.2.2. NORME

Kod izrade tehničke dokumentacije primijenjene su i važeće norme kojima se regulira zaštita od požara.

B.1. 6.3. OSNOVNI PODACI O GRAĐEVINI

B.1. 6.3.1. NAMJENA GRAĐEVINE

Građevina obrađivana ovom mapom **BR. 4 Glavnog projekta** predstavlja:

Podmorski ispust pročišćenih otpadnih voda sustava odvodnje naselja na otoku Lopudu u Dubrovačko - neretvanskoj županiji.

Ispust pročišćenih otpadnih voda Lopud ima ulogu rješenja odlaganja otpadnih voda na lokaciju koja osigurava kakvoću obalnog mora prema zakonskim standardima.

Građevina podmorskog ispusta Lopud sastoji se od slijedećih dijelova:

- podmorskog dijela ispusta Ø 200/170⁶ mm, duljine 500,00 m' uključivo i 100,0 m difuzora, i
- kopnene dionice ispusta Ø 200/170⁶ mm, sveukupne duljine 55,0 m od izlaznog okna dozažnog bazena u sklopu lokacije uređaja za pročišćavanje otpadnih voda „LOPUD“ do odzračnog okna.

Ukupna duljina podmorskog ispusta (kopnena i podmorska dionica): 555 m'.

Pristup do građevine podmorskog ispusta omogućen je samo ovlaštenim osobama u sklopu održavanja sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na otoku Lopudu.

B.1. 6.3.2. OPASNOST OD POŽARA

Na PODMORSKOM ISPUSTU otpadnih voda nema posebnih opasnosti u procesu eksploatacije. Svi radnici na održavanju moraju biti osposobljeni za postupke kod održavanja opreme i građevina u sklopu sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na otoku Lopudu.

OPASNOST OD POŽARA KOD IZGRADNJE GRAĐEVINE:

Osnovu požarne ugroženosti gradilišnog prostora čini neprikladno uskladištenje zapaljivih materijala, goriva te eksploziva potrebnih tijekom izvođenja radova na izvedbi predmetnog PODMORSKOG ISPUSTA I PRIPADNIH GRAĐEVINA NA KOPNU.

Opasnosti od požara izbjegavaju se primjenom propisa za dotičnu oblast.

B.1 6.3.3. POŽARNO OPTEREĆENJE

Građevina obrađivana ovim glavnim građevinskim projektom je niskog požarnog opterećenja.

POŽARNO OPTEREĆENJE GRAĐEVINE, VATROOTPORNOST MATERIJALA I KONSTRUKCIJA:

Ova građevina je prema propisima svrstana u vrstu objekata sa niskim požarnim opterećenjem. Podmorski ispust je cjevovod u kojem teče medij pa je i iznimno mala vjerojatnost pojave požara i požarne opasnosti.

Minimalna vatrootpornost upotrebljenog materijala (građevinskog) je 30 minuta. Odzračno okno i podmorski ispust su predviđeni za izvedbu od materijala koji zadovoljava vatrootpornost srednje vrijednosti od 30 minuta. To ne iziskuje potrebu uvođenja posebnih mjera zaštite.

B.1. 6.4. MJERE ZAŠTITE OD POŽARA PREDVIĐENE U PROJEKTOJ DOKUMENTACIJI

B.1. 6.4.1. OSNOVNA ZAŠTITA

Kod izrade projektne dokumentacije primjenjeni su hrvatski propisi i pravila tehničke prakse za ovakvu vrstu građevine.

Osnove zaštite jesu :

- osiguran pristup vatrogasnog vozila sa jedne strane građevine;
- sve instalacije bit će izvedene prema propisanim normama i imat će dokaze kakvoće;
- zapaljive materijale za vrijeme izvođenja potrebno je držati udaljene od toplinskih izvora dok ih tijekom eksploatacije građevine nema;
- gorivo i eksploziv skladištiti u posebno osiguranim prostorima na mjestima gdje postoji opasnost od požara potrebno je provesti zaštitne mjere prema važećem "Zakonu o zaštiti od požara".

B.1. 6.4.2. VATROGASNI PRISTUPI, PRILAZI I POVRŠINE ZA OPERATIVNI RAD VATROGASNIH VOZILA

Vatrogasni prilaz do građevina biti će moguć je s prilazne ceste do lokacije uređaja za pročišćavanje otpadnih voda Božava, i to s jedne strane.

Širina prilaza je 5,0 m, Pristup sa prilaza je širine 8,00 m te je ujedno i površina za operativni rad vatrogasnih vozila. Nosivost konstrukcije prilazne ceste bit će 100 kN te je stabilnost i kretanje vatrogasnog vozila osigurano.

B.1. 6.4.3. GRAĐEVINSKE KONSTRUKCIJE I VATROOTPORNOST

Minimalna vatrootpornost građevinskog materijala treba iznositi 90 minuta.

B.1. 6..5. PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KAKVOĆE

Ugrađeni materijali i elementi glede zaštite od požara zadovoljit će slijedeće norme:

1. Vatrogasna armatura (HRN Z.C1.650, HRN Z.C1.020);
2. Pocinčane čelične cijevi (HRN C.B5.225);
3. Ugrađeni građevinski elementi HRN/DIN - grupa 4102 dio 1 - 18;
4. Za sve ugrađene proizvode i opremu te njihovu ugradnju bit će osigurani dokazi kakvoće ugrađenih proizvoda i opreme;
5. Izvođač radova elektro i gromobranske instalacije dužan je ugraditi opremu koja odgovara HRN, a za stranu opremu treba pribaviti dokaz da ona odgovara i hrvatskim normama.

Svibanj 2016.g.

PROJEKTANT

Nataša Todorčić Rex, dipl.ing.građ.

B.1. 7 PRIKAZ UREĐENJA OKOLIŠA **PODMORSKI ISPUST OTPADNIH VODA Lopud**

✦ Sustav odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na otoku Lopudu ✦

Na osnovi *Zakona o gradnji (NN 153/2013)* izrađen je prijedlog uređenja okoliša za građevinu **Podmorski ispušt LOPUD** (kopnena i podmorska dionica ispusta) u sklopu sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na otoku Lopudu.

Kao obveza korisnika ostaje stalna briga za uredni izgled okoliša uz stalno održavanje građevine kao dijela infrastrukturnih sadržaja na otoku Lopudu

Izvođač radova dužan je nakon završetka radova, gradilište i okoliš dovesti u uredno stanje, odnosno:

- Nakon izvedbe PODMORSKOG ISPUSTA OTPADNIH VODA u sklopu SUSTAVA ODVODNJE I PROČIŠĆAVANJA OTPADNIH VODA NA OTOKU LOPUDU, potrebno je okoliš dovesti u uredno i funkcionalno stanje;
- Popraviti i urediti sve cestovne površine koje su prekopane u svrhu polaganja cjevovoda kopnene i podmorske dionice podmorskog ispusta te urediti pristupne ceste i manipulativne površine, kao i cestovne površine korištene tijekom izgradnje;
- Ukloniti sve privremene građevine izgrađene u okviru pripremnih radova kao i opremu gradilišta;
- Odvesti višak građevinskog materijala sa skladišnog prostora;
- Očistiti deponij od smeća i otpadaka;
- Demontirati i odvesti privremene instalacije;
- Očistiti lokaciju gradilišta od smeća i svih otpadaka te zaostalog građevinskog materijala;
- Nasipati, humusirati i zatravniti površine kako je predviđeno projektom;
- Okolišno zemljište (plaža, travnate površine i raslinje) oštećeno gradnjom ozeleniti travom i raslinjem a plažu dovesti u prvobitnu funkciju i izgled;
- Sve potporne i ogradne zidove, rubnjake, i sl. oštećene tijekom izgradnje mora popraviti i vratiti u prvobitno stanje;
- Urediti postojeće vodotoke, tj. omogućiti nesmetano oticanje potoka i bujica;
- Očistiti morsko dno na trasi ispusta od viška zemljanog materijala i betona.
- Kabele ostalih infrastrukturnih sadržaja na kopnenom dijelu i onih položenih na morsko dno zaštititi, popraviti i dovesti u prvobitno stanje. Točan položaj ovih infrastrukturnih sadržaja utvrditi prije početka izgradnje od strane predstavnika poduzeća vlasnika.

Svibanj 2016.g.

PROJEKTANT

Nataša Todorić Rex, dipl.ing.građ.

B.1. 8 PRIKAZ POSTUPANJA S OTPADOM **PODMORSKI ISPUST OTPADNIH VODA Lopud**

✦ Sustav odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na otoku Lopudu ✦

Izvođenjem i korištenjem građevine **Podmorski ispust Lopud (kopnena i podmorska dionica ispusta)** u sklopu **sustava odvodnje i pročišćavanja otpadnih voda na otoku Lopudu** ne predviđa se prisutnost otpada, za kojega je potrebno provoditi *posebne mjere prije odlaganja i zbrinjavanja na sanitarnom odlagalištu !*

GRAĐEVNI OTPAD

Izvođenjem građevine podmorskog ispusta Lopud predviđa se nastanak »građevnog otpada«.

Sukladno *Zakonu o održivom gospodarenju otpada* (NN 94/13) građevni otpad je otpad koji je nastao prilikom gradnje građevina, rekonstrukcije, uklanjanja i održavanja postojećih građevina, te otpad nastao od iskopanog materijala, a ne može se, bez prethodne uporabe, koristiti za građenje građevine zbog kojeg građenja je i nastao.

»Oporaba otpada« je definirana kao svaki postupak čiji je glavni rezultat uporaba otpada u korisne svrhe, kada otpad zamjenjuje druge materijale, koje bi inače trebalo uporabiti za tu svrhu, ili otpad koji se priprema kako bi ispunio tu svrhu, u tvornici ili u širem gospodarskom smislu.

Mogući primjenjivi postupci uporabe mogu biti **R 12** (*Razmjena otpada radi primjene bilo kojeg od prethodno specificiranih postupaka uporabe navedenim pod R 1 – R 11 (ako nijedna druga oznaka R nije odgovarajuća, ovo može obuhvatiti prethodne postupke prije uporabe uključujući prethodnu preradu kao što su između ostalog rasklapanje, sortiranje, drobljenje, sabijanje, peletiranje, sušenje, usitnjavanje, kondicioniranje, ponovno pakiranje, odvajanje, uklapanje ili miješanje prije podvrgavanja bilo kojem od postupaka navedenim pod R1 – R11)*) te **R 13** (*Skladištenje otpada prije bilo kojeg od postupaka uporabe navedenim pod R 1 do R 12 (osim privremenog skladištenja otpada na mjestu nastanka, prije sakupljanja)*), a koji ne isključuje druge moguće postupke uporabe, sve u okviru važećeg *Zakonu o održivom gospodarenju otpada* (NN 94/13).

Posjednik građevnog otpada koji nastaje tijekom gradnje ili uklanjanja građevine, odnosno tijekom izvođenja radova gradnje, rekonstrukcije ili održavanja, dužan je gospodariti tim otpadom na način propisan pravilnikom iz članka 53. stavka 3. *Zakona o održivom gospodarenju otpada* (NN 94/13) te *Pravilniku o gospodarenju otpada* (NN 23/14).

Za sav eventualno izdvojeni otpad u toku održavanja podmorskog ispusta Božava potrebno je u ovlaštenim laboratorijima, pomoću definiranih i usvojenih metoda ispitivanja, izraditi analizu svojstava otpada, slijedom primjene članaka 50. i 51. *Zakonu o održivom gospodarenju otpada* (NN 94/13) te *Pravilniku o gospodarenju otpada* (NN 23/14).

Rezultati mogu biti analizirani te interpretirani prema vrijednostima iz tablica:

1.1. Granične vrijednosti parametara eluata otpada:						
				Granična vrijednost parametra eluata T/K = 10 l/kg		
Parametar	Izražen kao	Metoda	Jedinica	Inertan otpad	Neopasan otpad	Opasan otpad
Arsen	As	S.M. 3114 B 3500- As	mg/kg s.t.	0,5	2	25
Barij	Ba	S.M. 3114 B 3500- Ba	mg/kg s.t.	20	100	300
Kadmij	Cd	S.M. 3111 B 3500- Cd	mg/kg s.t.	0,04	1	5
Ukupni krom	Cr	S.M. 3111 B 3500- Cr	mg/kg s.t.	0,5	10	70
Bakar	Cu	S.M. 3111 B 3500- Cu	mg/kg s.t.	2	50	100
Živa	Hg	S.M. 3114 B 3500- Hg	mg/kg s.t.	0,01	0,2	2
Molibden	Mo	S.M. 3111 B 3500- Mo	mg/kg s.t.	0,5	10	30
Nikal	Ni	S.M. 3111 B 3500- Ni	mg/kg s.t.	0,4	10	40
Olovo	Pb	S.M. 3111 B 3500- Pb	mg/kg s.t.	0,5	10	50
Antimon	Sb	S.M. 3111 B 3500- Sb	mg/kg s.t.	0,06	0,7	5
Selen	Se	S.M. 3111 B 3500- Se	mg/kg s.t.	0,1	0,5	7
Cink	Zn	S.M. 3111 B 3500- Zn	mg/kg s.t.	4	50	200
Kloridi	Cl	HRN ISO 10304 -1	mg/kg s.t.	800	15.000	25.000
Fluoridi	F	HRN ISO 10304 -1	mg/kg s.t.	10	150	500
Sulfati	SO ₃	HRN ISO 10304 -1	mg/kg s.t.	1000*	20.000	50.000
Fenolni indeks		HRN ISO 6439	mg/kg s.t.	1		
Otopljeni organski ugljik – DOC	C	S.M. 5310	mg/kg s.t.	500	800	1.000

Ukupne rastopljene tvari	-	DIN 37 414	mg/kg s.t.	4000	60.000	100.000
--------------------------	---	------------	------------	------	--------	---------

1.2. Dodatne granične vrijednosti parametara onečišćenja otpada:

			Granična vrijednost parametra onečišćenja mg/kg		
Parametar	Izražen kao	Jedinica	Inertan otpad	Neopasan otpad	Opasan otpad
Ukupni organski ugljik – TOC	C	% mase s.t.	30.000	5 %	6 %
BTX (benzen, toluen, etilbenzen i ksileni)	–	mg/kg s.t.	6		
PCB – poliklorirani bifenili		mg/kg s.t.	1		
Mineralna ulja		mg/kg s.t.	500		
PAH – policiklični aromatski ugljikovodici		mg/kg s.t.	10		
pH	–	–		najmanje 6	
Gubitak žarenjem		% mase s.t.			10 %

Kruti otpad izdvojen kod održavanja podmorskog ispusta pročišćenih otpadnih voda Lopud bit će evakuiran od strane osoblja zaduženog za održavanje podmorskog ispusta, uz pomoć specijaliziranih vozila i opreme. Nakon toga će biti otpremljen na komunalnu deponiju.

Zaključno se napominje da se za kruti otpad, koji se u postupcima održavanja uklanja, predviđaju takvi postupci kojima će biti minimalizirani nepoželjni efekti i na zaposlene kod održavanja i na okoliš. Zakonske odrednice odlaganja na komunalnu deponiju biti će ispoštivane.

Svibanj 2016.g.

PROJEKTANT

Nataša Todorić Rex, dipl.ing.građ.