

Investitor: **Pragrande d.o.o., Trg I. istarske brigade 14, Pula**



Građevina: **Sustav odvodnje otpadnih voda naselja Štinjan, Valbandon, Fažana, Peroj, Galižana i Vodnjan**

Elaborat: **Geotehnički istražni radovi za sustav odvodnje otpadnih voda naselja Štinjan, Valbandon, Fažana, Peroj, Galižana i Vodnjan**

Vrsta dokumentacije: **Izveštaj o istraživanju temeljnog tla - geotehnički elaborat**

Oznaka elaborata: **E-123-16-01 v 1.0**

Zagreb, veljača 2017. godine

kontrolni broj: _____



POTPISNA STRANICA

Investitor:	Pragrande d.o.o., Trg I. istarske brigade 14, Pula	
Izvoditelj:	Geokon-Zagreb d.d., Starotrjanska 16a, Zagreb	
Građevina:	Sustav odvodnje otpadnih voda naselja Štinjan, Valbandon, Fažana, Peroj, Galižana i Vodnjan	
Lokacija:	Pula – Štinjan, Valbandon, Fažana, Peroj, Galižana i Vodnjan	
Elaborat:	Geotehnički istražni radovi za sustav odvodnje otpadnih voda naselja Štinjan, Valbandon, Fažana, Peroj, Galižana i Vodnjan	
Vrsta dokumentacije:	Izveštaj o istraživanju temeljnog tla - geotehnički elaborat	
Vrsta elaborata:	Geotehnička podloga	
Oznaka elaborata:	E-123-16-01 v 1.0	
Oznaka ugovora:	U-123-16-01	
Voditelj istražnih radova:	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl.ing.građ.	
Izrada izveštaja:	Bojan DESPOT, ing.građ.	
Suradnici:	Inženjerskogeološki radovi:	Aleksandar TOŠEVSKI, dipl.ing.geol. Neven KORAČ, mag.ing.geol.
	Interni nadzor nad geotehničkim istražnim radovima:	Ivan MARINOV, građ.tehn. Neven KORAČ, mag.ing.geol. Bojan DESPOT, ing.građ.
	Laboratorijska ispitivanja:	Branimir VELIČKOVIĆ, dipl.ing.rud. Suzana MEDVIDOVIĆ, geol.tehn.
	Uredska obrada:	Ana ZEMLJAK, bacc.inf. Neven KORAČ, mag.ing.geol.
	Izrada izveštaja:	Neven KORAČ, mag.ing.geol.
Pregledao :	Ivan MIHALJEVIĆ, dipl.ing.građ.	
Predsjednik Uprave:	Zlatko BRŠČIĆ, dipl.ing.građ. (M.P.)	
Datum :	veljača 2017.	



SADRŽAJ ELABORATA:

Stranica broj:

NASLOVNA STRANICA.....	I
POTPISNA STRANICA	II
SADRŽAJ ELABORATA:.....	III
SUDSKA REGISTRACIJA PODUZEĆA	V
1 UVOD	1-1
2 LOKACIJA ISTRAŽIVANJA I GRAĐEVINA	2-1
2.1 Opis lokacije	2-1
2.2 Opis građevine	2-3
2.3 Geotehnička kategorizacija	2-3
3 SEIZMOLOŠKI PODACI	3-1
4 GEOTEHNIČKI ISTRAŽNI RADOVI	4-1
4.1 Terenski istražni radovi	4-1
4.1.1 Istražno bušenje uz kontinuirani geotehnički nadzor identifikaciju i klasifikaciju jezgre bušenja ..	4-1
4.1.2 Uzorkovanje poremećenih i neporemećenih uzoraka	4-3
4.1.3 Standardni penetracijski test (SPT)	4-3
4.1.4 Ispitivanje džepnim penetrometrom i džepnom krilnom sondom na jezgri bušenja	4-4
4.2 Ugradnja piezometarske konstrukcije	4-5
4.2.1 Mjerenja razine podzemne vode u piezometrima	4-7
4.3 Mjerenje parametara vode terenskom sondom	4-7
4.3.1 Mjerna oprema	4-7
4.3.2 Rezultati mjerenja	4-8
4.4 Geodetsko snimanje bušotina	4-9
4.5 Laboratorijska ispitivanja	4-10
4.5.1 Laboratorijska ispitivanja tla	4-10
4.5.2 Laboratorijska ispitivanja stijene	4-10
4.5.2.1 Ispitivanja PLT-a	4-11
4.5.2.2 Ispitivanja jednoosne tlačne čvrstoće	4-11
4.5.2.3 Sadržaj CaCO ₃	4-12
5 GEOLOŠKI ISTRAŽNI RADOVI	5-1
5.1 Geološke značajke istraživanog područja	5-1
5.1.1 Stratigrafija i litologija	5-1
5.1.2 Tektonika	5-3
5.2 Inženjerskogeološka situacija	5-4
5.2.1 Inženjerskogeološke jedinice	5-4
5.2.2 Inženjerskogeološki procesi i pojave	5-5
5.2.3 Podaci za projektiranje - stijena podloge	5-6
6 SASTAVI I SVOJSTVA MATERIJALA TEMELJNOG TLA I OSNOVNE STIJENE	6-1



6.1	Materijali temeljnog tla	6-1
6.1.1	Crpna stanica Puntizela	6-1
6.1.2	Crpna stanica Valbandon.....	6-2
6.1.3	Crpna stanica Fažana centar.....	6-3
6.1.4	Crpna stanica Fažana Badel	6-4
6.1.5	Trasa cjevovoda.....	6-5
6.2	Podzemna voda	6-8
6.3	Ocjena vodopropusnost stijenske mase.....	6-9
6.4	Parametri tla.....	6-10
7	KATEGORIZACIJA ISKOPA.....	7-1
8	ZAKLJUČAK.....	8-1
9	PRILOZI	9-1



SUDSKA REGISTRACIJA PODUZEĆA

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Despot Zorka
Zagreb, Lastovska 12

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA	
MBS:	080034532
OIB:	61600467614
TVRTKA:	9 Geokon-Zagreb dioničko društvo za projektiranje, nadzor i razvoj u graditeljstvu
	7 Geokon-Zagreb d.d.
SJEDIŠTE/ADRESA:	1 Zagreb (Grad Zagreb) Starotrnjanska 16/a
PRAVNI OBLIK:	7 dioničko društvo
PREDMET POSLOVANJA:	
1	71.33 - Iznajm. uređ. strojeva i opr., uklj. računala
1	72 - Računalne i srodne aktivnosti
1	74.13 - Istraživanje tržišta i ispit. javnog mnijenja
1	74.4 - Promidžba (reklama i propaganda)
1	74.8 - Ostale poslovne djelatnosti, d. n.
1	* - Geotehnička istraživanja, projektiranja i nadzor
1	* - Projektiranje
1	* - Stručni nadzor nad gradnjem
1	* - Ostalo projektiranje
1	* - Zastupanje inozemnih tvrtki
1	* - Obavljanje usluga u vanjskotrgovinskom prometu
1	* - Izvođenje investicijskih radova u inozemstvu i
1	* - Ustupanje investicijskih radova stranoj pravnoj osobi u RH
2	* - Izrada projektne dokumentacije za vodnogospodarske
3	* - građevine i vodne sustave
3	* - Kupnja i prodaja robe
3	* - Trgovinsko posredovanje na domaćem i inozemnom tržištu
3	* - Izrada stručnih podloga za izdavanje lokacijskih
3	* - dozvola za građevine niskogradnje
7	* - Projektiranje, gradnje i nadzor
7	* - Izrada parcelacijskih i drugih geodetskih elaborata
7	* - katastra nekretnina
7	* - Izrada elaborata katastra vodova i tehničko vođenje
7	* - katastra vodova
7	* - Izrada posebnih geodetskih podloga za prostorno
7	* - planiranje i graditeljsko projektiranje, izrada
7	* - geodetskoga projekta, izrada elaborata o iskošenju
7	* - građevine, kontrolna geodetska mjerenja pri izgradnji
7	* - održavanju građevina (praćenje mogućih pomaka)
7	* - izrada situacijskih nacrti za objekte za koje ne
7	* - treba izraditi geodetski projekt
7	* - iskošenje građevina
7	* - izrada posebnih geodetskih podloga za zaštićena i

Otisnuto: 2016-08-09 12:21:49
Podaci od: 2016-08-09 02:19:27

Stranica: 1 od 6

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA	
PREDMET POSLOVANJA:	štićena područja
13	* - Stručni poslovi prostornog uređenja
13	* - Obavljanje djelatnosti upravljanja projektom gradnje
13	* - Tehničko ispitivanje i analiza
13	* - Istraživanje i razvoj u građevinarstvu
13	* - Stručni poslovi zaštite okoliša
13	* - Organiziranje tečajeva i seminara vezanih za
13	* - inženjerske djelatnosti i tehničko savjetovanje
13	* - Izdavačka djelatnost
13	* - Usluge prevođenja
14	* - vodostajni radovi i drugi hidrogeološki radovi-
14	* - hidrogeološka istraživanja
19	* - Istraživanje i eksploatacija mineralnih sirovina
19	* - Izrada projekta gradnje rudarskih objekata i
19	* - postrojenja
19	* - gradnje ili izvođenje pojedinih radova na rudarskim
19	* - objektima i postrojenjima
19	* - Izrada procjene opasnosti
19	* - Istraživanja, ispitivanja, fotografiranja i/ili
19	* - mjerenja mora, morskog dna i/ili morskog podzemlja
19	* - unutarnjih morskih voda Republike Hrvatske
NADZORNI ODBOR:	
15	Miroslav Ivoš, OIB: 40596077208
15	Zagreb, Kranjčevićeva 11
18	- zamjenik predsjednika nadzornog odbora
18	- postao zamjenik predsjednika Nadzornog odbora dana
18	24.04.2014. godine
20	KREŠIMIR SEVER, OIB: 73628920933
20	Novi Vinodolski, ISTARSKA 9
18	- član nadzornog odbora
18	- postao član Nadzornog odbora dana 24.04.2014. godine
15	Goran Dašić, OIB: 21286350317
15	Zagreb, I. Jordanovački odvojak 15c
18	- predsjednik nadzornog odbora
18	- postao predsjednik Nadzornog odbora dana 24.04.2014. godine
OSOBE OVLAŠTENE ZA ZASTUPANJE:	
11	Goran Grget, OIB: 31604765391
11	Zagreb, Majstora Radovana 22
11	- prokurist
11	- dodjela prokure Odlukom od 11.04.2011. godine
16	Zlatko Brčić, OIB: 66763137906
16	Zagreb, Korčulanska 12
16	- predsjednik uprave
16	- zastupa pojedinačno i samostalno od 14.11.2013. godine
16	Branko Miljković, OIB: 00976606664
16	Zagreb, Burkov put 19 d
16	- član uprave
16	- zastupa pojedinačno i samostalno od 14.11.2013. godine

Otisnuto: 2016-08-09 12:21:49
Podaci od: 2016-08-09 02:19:27

Stranica: 2 od 6



REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Despot Zorka
Zagreb, Lastovska 12

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Despot Zorka
Zagreb, Lastovska 12

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

PROJEKT UPISA

TEMELJNI KAPITAL:

21 4.123.080,00 kuna

PRAVNI ODNOSI:

Osnivački akt:

1 Ugovor o osnivanju od 7. prosinca 1993. godine usklađen sa ZTD-om od 6. prosinca 1995. godine i sačinjen u novom obliku kao Društveni ugovor.

2 Društveni ugovor o usklađenju sa ZTD od 06.12.1995. Odlukom članova Društva od 18.09.1997., u cijelosti je zamijenjen. Potpuni tekst Društvenog ugovora od 18.09.1997. dostavljen je sudu i uložen u zbirku isprava.

3 Odlukom skupštine od 30.10.2000. god. Društveni ugovor zamijenjen je u cjelosti novim tekstom Društvenog ugovora, kojim se poboljša određuje sadržaj odnosa u društvu sukladno čl. 388. ZTD, osobito odnosi u pogledu poslovnih udjela u društvu, s obzirom da je društvu pristupio novi, osmi član. Posebno su uređene i odredbe o nadležnosti skupštine društva i uprave društva, kao i odredbe o ostvarivanju prava prvokupa poslovnog udjela u društvu. Pročišćeni tekst Društvenog ugovora, uz potvrdu javnog bilježnika po čl. 456. ZTD dostavljen sudu i odložen u zbirku isprava.

4 Odlukom članova skupštine društva od 18.11.2005. god. izmjenjen je u cijelosti Društveni ugovor za GEOKON-ZAGREB, d.o.o., od 30.10.2000. god. i zamijenjen je u cijelosti novim tekstom Društvenog ugovora, kojim se poboljša određuje sadržaj odnosa u društvu sukladno čl. 388. ZTD, a zbog istupa jednog člana društva po osnovi ugovora o ustupu udjela, odnosno zbog promjene poslovnog udjela za jednog člana društva temeljem ugovora o ustupu poslovnog udjela. Pročišćeni tekst Društvenog ugovora, uz potvrdu javnog bilježnika po čl. 456. ZTD dostavljen sudu i odložen u zbirku isprava.

5 Odlukom članova skupštine društva od 10.03.2006. god. izmjenjen je u cijelosti Društveni ugovor za GEOKON-ZAGREB, d.o.o. od 18.11.2005. god. i zamijenjen u cijelosti novim tekstom Društvenog ugovora, kojim se poboljša određuje sadržaj odnosa u društvu sukladno čl. 388. ZTD, a zbog istupa dijela poslovnih udjela članova društva po osnovi ugovora o ustupu dijela. Pročišćeni tekst Društvenog ugovora, uz potvrdu javnog bilježnika po čl. 456. ZTD dostavljen sudu i odložen u zbirku isprava.

6 Društveni ugovor GEOKON-ZAGREB d.o.o. od 10.03.2006. god. izmijenjen je Odlukom o povećanju temeljnog kapitala društva, izmjeni poslovnih udjela članova društva i izmjeni Društvenog ugovora GEOKON-ZAGREB d.o.o. od 02. srpnja 2007. g., u članku 8. u pogledu temeljnog kapitala društva i u članku 9. u pogledu poslovnih udjela. Društveni ugovor GEOKON-ZAGREB d.o.o. od 02. srpnja 2007. g. je u pročišćenom tekstu dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.

7 Odlukom Glavne skupštine od 15. travnja 2008. godine usvojen je Statut Geokon-Zagreb d.d. koji je sastavni dio Odluke o preoblikovanju.

13 Odlukom Glavne skupštine od 06. travnja 2012. godine dopunjen je Statut Geokon-Zagreb d.d. od 15. travnja 2008. godine, u čl. 5. u pogledu predmeta poslovanja. Dopunjen Statut Geokon-Zagreb d.d. od 06. travnja 2012. godine je dostavljen sudu i uložen u zbirku isprava.

PROJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:

Statut:

7 Statut dioničkog društva Geokon-Zagreb d.d. usvojen je dana 23. travnja 2008. godine. Odlukom Glavne skupštine od 05.04.2013. godine dopunjen je Statut od 06.04.2012. godine u članku 5. u pogledu predmeta poslovanja društva.

14 Potpuni tekst Statuta od 05.04.2013. godine dostavljen sudu u zbirku isprava.

18 Odlukom Glavne skupštine od 24.04.2014. godine Statut društva od 05.04.2013. godine mijenja se kako slijedi:
- članak 6. stavak 1. - mijenja se (temeljni kapital)
- članak 7. - mijenja se (odredbe o dionicama)
- članak 8. - mijenja se (odredbe o dionicama)
- članak 9. - mijenja se (odredbe o dionicama).

19 Odlukom Glavne skupštine od 2. travnja 2015. godine Statut društva od 24. travnja 2014. mijenja se u cijelosti, te se u potpunom tekstu dostavlja u zbirku isprava.

21 Odlukom Glavne skupštine od 15.04.2016. godine Statut društva od 02.04.2015. godine mijenja se kako slijedi: članak 6. stavak 1. - mijenja se (temeljni kapital); članak 7. - mijenja se (odredbe o dionicama); članak 8. - mijenja se (odredbe o dionicama); članak 32. - mijenja se (odredbe o kvorumu i pravu glasa), te se u potpunom tekstu dostavlja sudu u zbirku isprava.

Promjene temeljnog kapitala:

1 Odlukom osnivača od 5. prosinca 1995. godine povećan temeljni kapital društva za 21.043,60 kn, tako da je time temeljni kapital uvećan na 24.700,00 kn uplatom u novcu.

3 Odlukom članova društva od 30.10.2000. god. temeljni kapital povećan je sa iznosa od 24.700,00 kn za iznos od 75.300,00 kn na iznos od 100.000,00 kn., povećanjem postojećih temeljnih uloga i uplatom jednoga novoga temeljnog uloga od 1.000,00 kn.

6 Odlukom o povećanju temeljnog kapitala društva od 30. svibnja 2007. g., osnivači su povećali temeljni kapital, iz revaloriziranih rezervi zemljišta društva: sa 100.000,00 kn, za 900.000,00 kn, na 1.000.000,00 kn.

7 Odlukom Glavne skupštine od 15. travnja 2008. godine o preoblikovanju društva s ograničenom odgovornošću u dioničko društvo, zamjenjeni su temeljni ulazi u ukupnom iznosu od 1.000.000,00 kn, njih 7, u 60.000 redovnih dionica ime serije "A", izdane na ime serije "A", svaka nominalne vrijednosti od 10,00 kn. Odlukom Glavne skupštine od 24.04.2014. godine temeljni kapital društva smanjuje se sa iznosa od 1.000.000,00 kuna za iznos od 312.820,00 kuna na iznos od 687.180,00 kuna povlačenjem 19.209 redovnih dionica i 12.073 povlaštenih participativnih dionica serije A svake nominalnog iznosa od 10 kuna.

18 Odlukom Glavne skupštine od 24.04.2014. godine temeljni kapital društva povećava se sa iznosa od 687.180,00 kuna za iznos od 2.061.540,00 kuna na iznos od 2.748.720,00 kuna iz sredstava društva, povećanjem redovnih i povlaštenih dionica sa iznosa od 10,00 kuna na iznos od 40,00 kuna.

21 Odlukom Glavne skupštine od 15.04.2016. godine temeljni kapital društva povećava se sa iznosa od 2.748.720,00 kuna za iznos od 1.374.360,00 kuna na iznos od 4.123.080,00 kuna iz sredstava



REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Despot Zorka
Zagreb, Lastovska 12

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

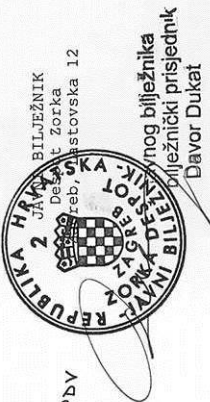
Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU TL	Datum	Naziv suda
0016 TL-13/26246-4	20.01.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0017 TL-14/14037-2	04.08.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0018 TL-14/14038-2	08.08.2014	Trgovački sud u Zagrebu
0019 TL-15/8605-2	05.05.2015	Trgovački sud u Zagrebu
0020 TL-15/38069-1	28.12.2015	Trgovački sud u Zagrebu
0021 TL-16/14668-2	09.05.2016	Trgovački sud u Zagrebu
eu /	02.07.2009	elektronički upis
eu /	14.06.2010	elektronički upis
eu /	16.06.2011	elektronički upis
eu /	28.06.2012	elektronički upis
eu /	28.06.2013	elektronički upis
eu /	30.06.2014	elektronički upis
eu /	18.06.2015	elektronički upis
eu /	28.06.2016	elektronički upis

Pristojba: 25,00 kn

Nagrada: 120,00 kn + PDV

OV-7231/16



REPUBLIKA HRVATSKA
JAVNI BILJEŽNIK
Despot Zorka
Zagreb, Lastovska 12

IZVADAK IZ SUDSKOG REGISTRA

SUBJEKT UPISA

PRAVNI ODNOSI:
Promjene temeljnog kapitala:

drustva, povećanjem nominalnih iznosa postojećih redovnih i
povlaštenih dionica s iznosa od 40,00 kuna za iznos od 60,00 kuna.

Ostale odluke:

- 15 Trgovački sud u Zagrebu, Stalna služba u Karlovcu, rješenjem broj
R1-317/13 od 17. listopada 2013. godine riješio je:
I Članovima Nadzornog odbora trgovačkog društva GEOKON-ZAGREB
d.d. Zagreb, Starotrnjanska 16a, MBS: 080034532, OIB: 61600467614,
imenuje se:
1. Miroslav Ivoš iz Zagreba, Kvančevićeva 11, inženjer
geodezije, rođen 30. studenog 1950.g., osobna iskaznica broj
105812093 izdana od PU Zagrebačke, OIB: 40596077208
2. Krešimir Sever iz Zagreba, Cernička 9, inženjer geotehnike,
rođen 7. prosinca 1950.g., osobna iskaznica broj 101066564 izdana
od PU Zagrebačke, OIB: 73628920933
3. Goran Bašić iz Zagreba, 1. Jordanovački odvojak 15c, dipl.
inženjer građevine, rođen 9. lipnja 1950.g., osobna iskaznica broj
104570246 od PU Zagrebačke, OIB: 21286350317.

OSTALI PODACI:

- 1 Subjekt upisan kod Trgovačkog suda u Zagrebu pod reg. brojem 1-
46304.

FINANCIJSKA IZVJEŠĆA:

Predano God. za razdoblje Vrsta izvještaja
eu 28.06.16 2015 01.01.15 - 31.12.15 GFI-POD izvještaj

Upise u glavnu knjigu proveli su:

RBU TL	Datum	Naziv suda
0001 TL-95/7871-2	02.02.1996	Trgovački sud u Zagrebu
0002 TL-97/4140-2	03.12.1997	Trgovački sud u Zagrebu
0003 TL-00/5699-4	19.02.2001	Trgovački sud u Zagrebu
0004 TL-05/11030-2	16.12.2005	Trgovački sud u Zagrebu
0005 TL-06/3322-2	28.03.2006	Trgovački sud u Zagrebu
0006 TL-07/8462-2	26.07.2007	Trgovački sud u Zagrebu
0007 TL-08/5565-4	07.07.2008	Trgovački sud u Zagrebu
0008 TL-08/5565-5	14.07.2008	Trgovački sud u Zagrebu
0009 TL-08/5565-9	25.07.2008	Trgovački sud u Zagrebu
0010 TL-11/1678-3	22.02.2011	Trgovački sud u Zagrebu
0011 TL-11/6462-2	12.05.2011	Trgovački sud u Zagrebu
0012 TL-11/21442-4	05.12.2011	Trgovački sud u Zagrebu
0013 TL-12/6817-2	23.05.2012	Trgovački sud u Zagrebu
0014 TL-13/10383-2	20.05.2013	Trgovački sud u Zagrebu
0015 TL-13/24043-2	23.10.2013	Trgovački sud u Zagrebu

Otisnuto: 2016-08-09 12:21:49
Podaci od: 2016-08-09 02:19:27

Stranica: 5 od 6

Otisnuto: 2016-08-09 12:21:49
Podaci od: 2016-08-09 02:19:27

Stranica: 6 od 6



1 UVOD

Za potrebe izrade glavnog geotehničkog projekta za Sustav odvodnje otpadnih voda naselja Štinjan, Valbandon, Fažana, Peroj, Galižana i Vodnjan izvedeni su geotehnički istražni radovi koji su se sastojali od sljedećih aktivnosti:

- Pozicioniranje istražnih bušotina. Pozicije izvođenja bušotina određene su prilikom obilaska terena, a uvjetovane su položajem podzemnih instalacija i mogućnošću pristupa bušače garniture,
- Istražnog bušenja koje je obuhvatilo:
 - terenska identifikacija i klasifikacija jezgre bušenja,
 - uzorkovanje neporemećenih (NU) i poremećenih (PU) uzoraka tla te uzoraka stijene,
 - ispitivanje standardnim penetracijskim testom (SPT),
 - ispitivanje džepnim penetrometrom i džepnom krilnom sondom na jezgri bušenja,
 - praćenje pojave i razine podzemne vode u bušotinama za vrijeme istražnih radova,
- Ugradnja piezometarskih cijevi,
- Mjerenje parametara vode terenskom sondom,
- Geodetsko snimanje bušotina,
- Laboratorijskih ispitivanja uzoraka tla i stijene,
- Izrade geotehničkog elaborata sa sintezom provedenih istražnih radova.

Cilj istražnih radova bio je prikupiti podatke o vrstama materijala i karakteristikama temeljnog tla i osnovne stijene na lokacijama gradnje.

Sljedeća tehnička dokumentacija je korištena kao podloga pri izradi elaborata:

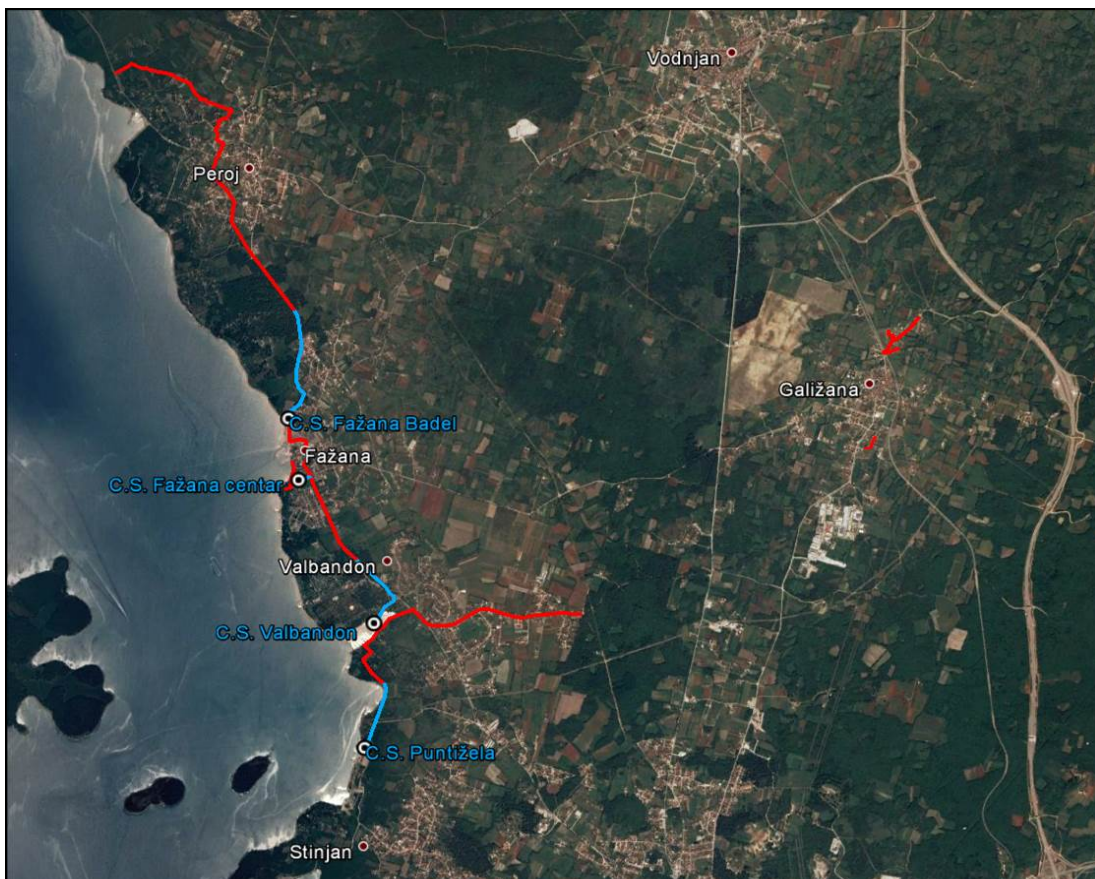
redni broj	vrsta podloge	naziv; (oznaka); mjesto; datum; izvođač
[1]	Glavni projekt	Glavni građevinski projekt za sustav odvodnje i otpadnih voda naselja Štinjan, Valbandon, Fažana i Peroj. Nacrti iz glavnog projekta; pregledne situacije, situacije na katastarskim podlogama, uzdužni profili trase, normalni poprečni profil rova, detalji okna, tlocrti, Zagreb, prosinac 2016.; Hidroprojekt –ing d.o.o.
[2]	Glavni projekt	Glavni građevinski projekt za sustav odvodnje i otpadnih voda naselja Galižana. Nacrti iz glavnog projekta; pregledne situacije, situacije na katastarskim podlogama, uzdužni profili trase, normalni poprečni profil rova, detalji okna, tlocrti, Zagreb / Rijeka, srpanj 2016.; Hidroprojekt –ing d.o.o.
[3]	Glavni projekt	Glavni građevinski projekt i projekt ugradnje opreme, kanalizacijska crpna stanica "Fažana centar". Nacrti iz glavnog projekta; pregledne situacije, situacije na katastarskim podlogama, presjeci i pročelja crpne stanice, Zagreb, prosinac 2016.; Hidroprojekt –ing d.o.o.
[4]	Glavni projekt	Glavni građevinski projekt i projekt ugradnje opreme kanilazijske crpne stanice „Puntižela“, „Valbandon“ i „Fažana Badel“. Nacrti iz glavnog projekta; pregledne situacije, situacije na katastarskim podlogama, presjeci i pročelja crpnih stanica, Rijeka, prosinac 2016.; Hidroconsult d.o.o.
[5]	Geotehnički elaborat	Geomehanički izvještaj za uređaj za pročišćavanje otpadnih voda Peroj; Zagreb; studeni 2014, GT-01-11-2014, Geoindex d.o.o.
[6]	Geološka	Osnovna geološka karta, list Pula, M 1:100 000 i Tumač karte
[7]	Seizmološka	Seizmološka karta Republike Hrvatske, M 1:1.000.000, Geofizički zavod PMF-a – Zagreb, V. Kuk (1987)
[8]	Seizmološka	Karta potresnih područja Republike Hrvatske, M 1:800.000, Geofizički odsjek PMF-a – Zagreb, M.Herak (2011)

2 LOKACIJA ISTRAŽIVANJA I GRAĐEVINA

2.1 OPIS LOKACIJE

Aglomeracija Pula Sjever teritorijalno zauzima naselja Vodnjan, Fažana, Štinjan, Galižana, Barbariga, Valbandon i Peroj u jedinicama lokalne samouprave Grad Pula, Grad Vodnjan te Općina Fažana.

Lokacija istraživanja nalazi se na području Grada Pula, Grada Fažana i Općine Vodnjan. Radi se o sustavu odvodnje otpadnih voda naselja Štinjan, Valbandon, Fažana, Peroj, Galižana i Vodnjan. To su linijski objekti odvodnje – gravitacijski kolektori i tlačni cjevovodi sa četiri crpne stanice koji sve otpadne vode aglomeracije Pula sjever odvođe na jedan zajednički UPOV. Teren na području aglomeracije je blagog reljefa i generalno nagnut prema jugozapadu (prema moru) sa visinskim kotama od 0,47 do 37,50 m n.m. na području od Štinja do Peroja i visinskim kotama od 112,54 do 130,00 m n.m. na području Galižane i do 147,00 m n.m. kod Vodnjana. Šire područje istraživanog područja sa označenim trasama kolektora i lokacijama crpnih stanica prikazano je na sljedećoj slici.



Genralne karakteristike lokacija istraživanja поближе su opisane u sljedećoj tablici.

Značajke lokacije	Opis lokacije
Generalni nagib i pad terena	Teren je blagog reljefa, u padu prema jugozapadu (prema moru). Nagib terena je od 2° do 5°. Visinske kote na lokacijama istraživanja su od 0 do 147 m n.m.
Postojeće građevine	Na lokacijama budućih crpnih stanica nalaze postojeće crpne stanice, osim na crpnoj stanici Fažana centar. Kolektori i cjevovodi se izvode uglavnom u koridoru prometnice od kojih je veći dio asfaltiran, a dio je makadam te rijeđe prolaze neizgrađenim zelenim površinama.
Vegetacija	Vegetacije nema na većini predviđenih pozicija gradnje (asfaltirane i makadamske prometnice), a trase kolektora VA-K-5, PE-GK-2 i PE-GK-1 dijelom prolaze preko neobrađenih zelenih površina.



Značajke lokacije	Opis lokacije
Izdanci osnovne stijene	Stijena podloge je registrirana na zasjeku u blizini crpne stanice Puntizela i na na trasi kolektora VA-K-5 kod bušotine S-123-16-04. Izdanci stijene registrirani su rijetko duž trase gdje je okolina neizgrađena. Na ostalim pozicijama stijena podloge na površini terena nije registrirana.
Zahvati na terenu - zasjeci, usjeci, nasipi	Zahvati izvođeni prilikom gradnje prometnice (zasjecanja, iskopi, nasipavanja).
Izvori, vodotoci i tragovi vodotoka (vododerine)	Povremeni vodotok kod ribnjaka u Valbandonu.
Klizanja, puzanja i dr. pomaci na terenu	Nije registrirano.
Nagnuto drveće ("pijano drveće")	Nije registrirano.
Pukotine u terenu (od klizanja ili pojava sufozije)	Nije registrirano.
Pukotine na građevinama ili njihova vidljiva slijeganja	Nije registrirano.
Drugi znakovi nestabilnosti	Nije registrirano.



2.2 OPIS GRAĐEVINE

U sklopu sustava odvodnje otpadnih voda naselja Štinjan, Valbandon, Fažana, Peroj, Galižana i Vodnjan planira se izgradnja sljedećih cjelina.

Trasa cjevovoda koja se sastoji od:

- gravitacijski kolektor,
- tlačni cjevovodi.

Objekti:

- Crpne stanice Puntizela, Valbandon, Fažana centar i Fažana Badel.

Gravitacijski kolektori su cijevna mreža ukupne dužine oko 11,431 km koja se planira izvesti od profila DN 200, DN 250, DN 300, DN 500 i DN 700. Uglavnom prati već postojeće cjevovode, a položena je duž postojećih prometnih površina, pješačkih staza, ispod razine mora, uz obalu te po zelenim površinama.

Tlačni cjevovodi su cijevna mreža, ukupne dužine oko 1,34 km koja se planira izvesti od profila DN 400, DN 300 i DN 200, prati već postojeći cjevovod, a položena je duž postojećih prometnih površina, pješačkih staza te po zelenim površinama.

Trasa cjevovoda se polaže na dubinu od 0,86 do 5,36 m od površine postojećeg terena.

Crpne stanice Puntizela, Valbandon i Fažana Badel se sastoje od podzemnog i nadzemnog dijela. U podzemnom dijelu se nalaze crpni zdenac, zasunska komora te retencijski spremnik, a predviđena dubina ukapanja je od 5,30 do 5,75 m. U nadzemnom dijelu se nalazi prostorija sa sitom i pristup podzemnom dijelu građevine. Tlocrtna površina crpne stanice Puntizela je 14,95 x 6,30 m, Valbandon 13,45 x 7,50 m i Fažana Badel 15,35 x 10,85 m.

Crpna stanica Fažana centar je predviđena kao podzemna građevina, složena od crpnog zdenca i zasunske komore te retencijskog spremnika, ukomponiranog s ulaznim oknom, a predviđena dubina ukapanja je 6,35 m. Tlocrt je nepravilnog oblika, sastavljenog od više površina pravokutnog oblika. Sveukupna tlocrtna površina kanalizacijske crpne stanice je 3,60 m x 5,40 m, dok je retencijski bazen vanjskih dimenzija 3,10 m x 2,80 m. Uz crpnu stanicu predviđena je i zasebna nadzemna zidana niša. Njene vanjske tlocrtno dimenzije su 2,00 m x 4,00 m. Visina od razine tla do sljemena je cca 3,50 m.

2.3 GEOTEHNIČKA KATEGORIZACIJA

Eurokod 7 uvodi klasifikaciju od tri geotehničke kategorije prema složenosti i rizičnosti geotehničke konstrukcije ili zahvata, a kako bi se racionalizirao opseg istražnih radova i složenost postupka dokazivanja stabilnosti i uporabivosti za građevine bitno različitih stupnjeva složenosti i različitih stupnjeva izloženosti riziku. Norma ne daje posebne upute, već traži rigoroznije kriterije i postupke istražnih radova, projektiranja, opažanja i nadziranja pod vodstvom geotehničara specijalista s odgovarajućim (i dokazanim) iskustvom, a normiranje prepušta potrebama. Primjena kategorizacije nije obvezna, a služi projektantu kao smjernica i pomoć pri projektiranju.

Geotehnička kategorija 1 se odnosi na najjednostavnije konstrukcije (npr. temelji jednokatnica, niski zidovi i nasipi i slično) gdje istražni radovi mogu obuhvaćati najjednostavnije radnje (pregled terena, primjena iskustva sa susjednih objekata i sl.), a dokazi se stabilnosti mogu zamijeniti usporedivim iskustvom.

Geotehnička kategorija 2 obuhvaća najčešće zastupljene geotehničke zahvate kao što su plitki i duboki temelji, potporni zidovi, nasipi i niske nasute brane, jednostavnije građevne jame, stabilnost jednostavnijih kosina i sl.

U *geotehničku kategoriju 3* spadaju vrlo složeni zahvati i zahvati velikog rizika (na primjer temeljenje na mekom tlu, složene građevne jame u blizini postojećih objekata, klizišta, tuneli, visoke nasute brane, nuklearne elektrane i sl.).



Obzirom na značajke građevine i lokacije za predmetni zahvat vrijedi sljedeće:

geotehnička kategorija (raspon od 1 do 3)	2.			
općenito	Uobičajena vrste konstrukcija i temelja, koja ne uključuju pretjerane opasnosti, neobične ili izuzetno teške uvjete u temeljnom tlu ili uvjete opterećenja, te je moguće uz kvantificirane geotehničke podatke i analize rutinskim postupcima provesti projektiranje i gradnju temelja sa zanemarivim opasnostima za vlasništvo i živote.			
geotehnički hazard	Srednji.			
uvjeti u tlu	Mogu se odrediti iz istražnih radova.			
podzemna voda		Geomorfološka cjelina	PPV (m)	RPV (m) od-do (prosjeak)
		Crpne stanice	1,20	1,4 – 2,25 (1,68)
		Trasa cjevovoda - Valbandon	1,10	1,00 – 4,30 (2,07)
		Trasa cjevovoda - Fažana	Nije registrirano	1,00 – 2,25 (1,75)
		Trasa cjevovoda - Peroj	Nije registrirano	1,30 – 5,90 (3,60)
		Trasa cjevovoda - Galižana	Nije registrirano	1,85
istražni radovi	Potrebni su kvantitativni geotehnički podaci dobiveni terenskim istražnim radovima i laboratorijskim ispitivanjima.			
regionalna seizmičnost	<i>Maksimalni intenzitet očekivanih potresa prema MSC skali.</i> - $I_{max} = 5^{\circ}$ MCS za povratni period od 100 godina - $I_{max} = 7^{\circ}$ MCS za povratni period od 500 godina <i>Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A</i> $a_{gR} = 0,045-0,048$ g za $T=95$ godina $a_{gR} = 0,084-0,093$ g za $T=475$ godina <i>Tip lokalnog tla prema Ec 8: tip A</i>			
utjecaj okoliša	Rješava se rutinskim postupcima dimenzioniranja.			
osjetljivost konstrukcije	Pretpostavlja se srednja.			
veličina konstrukcije	Linijaska građevina (sustav odvodnje otpadnih voda) duljine cca 12700 m. Obuhvaća 4 objekta – crpne stanice Puntizela, Valbandon, Fažana centar i Fažana Badel.			
okolina	Okolina je uglavnom izgrađena (prometnica, obiteljske kuće, ostala infrastruktura). Rizik od mogućih oštećenja okolnih građevina i instalacija treba umanjiti stručnim izvođenjem radova.			
geotehnički rizik	Srednji.			
projektni postupci	Proračuni stabilnosti i deformacije u fazi projektiranja.			



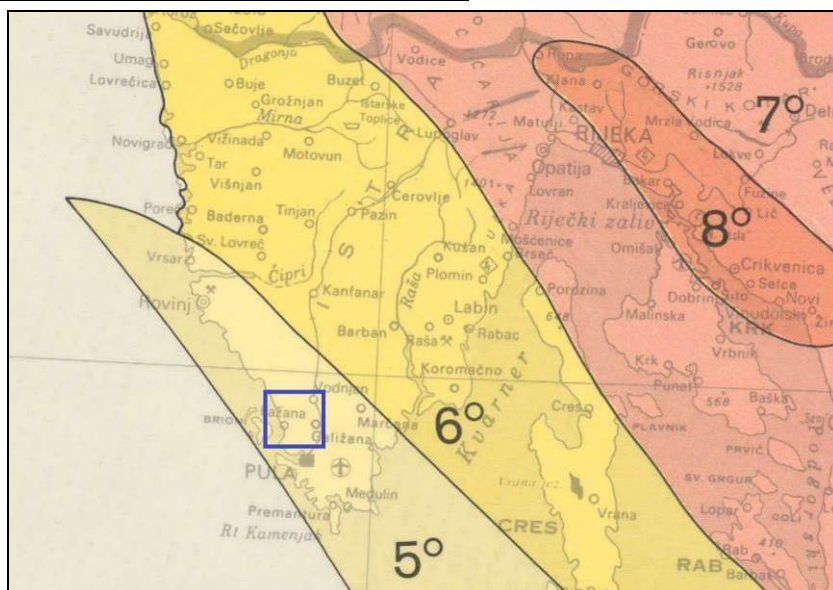
3 SEIZMOLOŠKI PODACI

U ovom poglavlju razmotrit će se seizmološki podaci potrebni za određivanje projektnih seizmičkih parametara za predviđenu lokaciju istraživanja. Kao ulazni podaci za određivanje projektnih seizmičkih parametara definirane su vrijednosti maksimalnog intenziteta potresa (I_{\max} izraženo u stupnjevima MCS), poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A (a_{gR} izraženo u jedinici g) i lokalna kategorizacija tla.

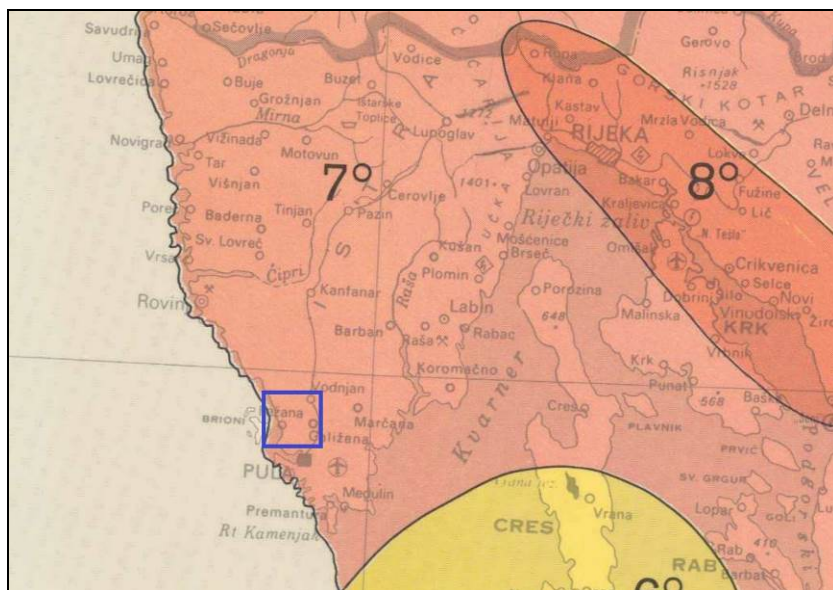
- MAKSIMALNI INTENZITET POTRESA I_{\max}

Na sljedećim slikama prikazani su isječci iz seizmoloških karata¹ sa označenom lokacijom istraživanja na kojima su prikazani stupnjevi maksimalnih intenziteta očekivanih potresa prema MCS skali.

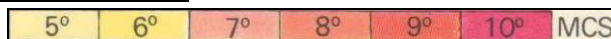
ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 100 GODINA



ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 500 GODINA



LEGENDA UZ KARTU



¹ V. Kuk (1987): Seizmološka karta - SR Hrvatska, M 1:1.000.000, Geofizički zavod PMF-a – Zagreb



Očitani maksimalni intenziteti očekivanih potresa prema MCS skali prikazani su u sljedećoj tablici.

Maksimalni intenzitet potresa	
Povratni period	I_{\max} (°) ljestvice MCS
100 godina	5°
500 godina	7°

- POREDBENA VRŠNA UBRZANJA a_{gR}

Na temelju karata potresnih područja Republike Hrvatske određuju se potresom prouzročena horizontalna poredbena vršna ubrzanja (a_{gR}) površine temeljnog tla tipa A čiji se premašaj tijekom bilo kojih $t = 50$ godina godina očekuje s vjerojatnošću od $p = 10\%$. Vjerojatnosti premašaja (p) i poredbena razdoblja (t) s povratnim su razdobljem (T) povezana izrazom

$$p = 100 \left[1 - \left(1 - \frac{1}{T} \right)^t \right]$$

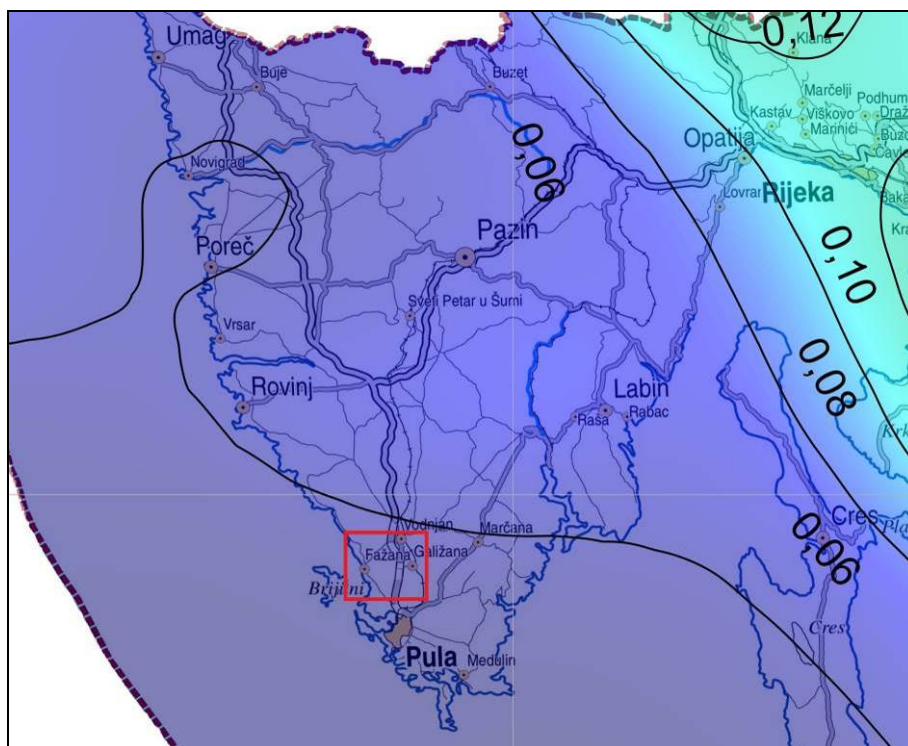
pa vrijednosti prikazane na karti odgovaraju ubrzanjima koja se u prosjeku premašuju svakih $T = 95$ i $T = 475$ godina. Ubrzanja su izražena u jedinicama gravitacijskog ubrzanja g ($1g = 9,81 \text{ m/s}^2$).

Iznosi poredbenih vršnih ubrzanja na karti prikazani su izolinijama s rezolucijom od $0,02g$. Numerički navedene vrijednosti na karti odnose se na prostor između dvije susjedne izolinije. U slučaju dvojbe valja uzeti prvu susjednu veću vrijednost.

Karte sa tumačem su sastavni dio Nacionalnog dodatka za niz normi HRN EN 1998-1:2011/NA:2011, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija – 1. dio – Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade.

Na sljedećim slikama prikazani su isječci karata potresnih područja Republike Hrvatske² za lokaciju istraživanja na kojoj su prikazana vršna ubrzanja tla tipa A.

ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 95 GODINA

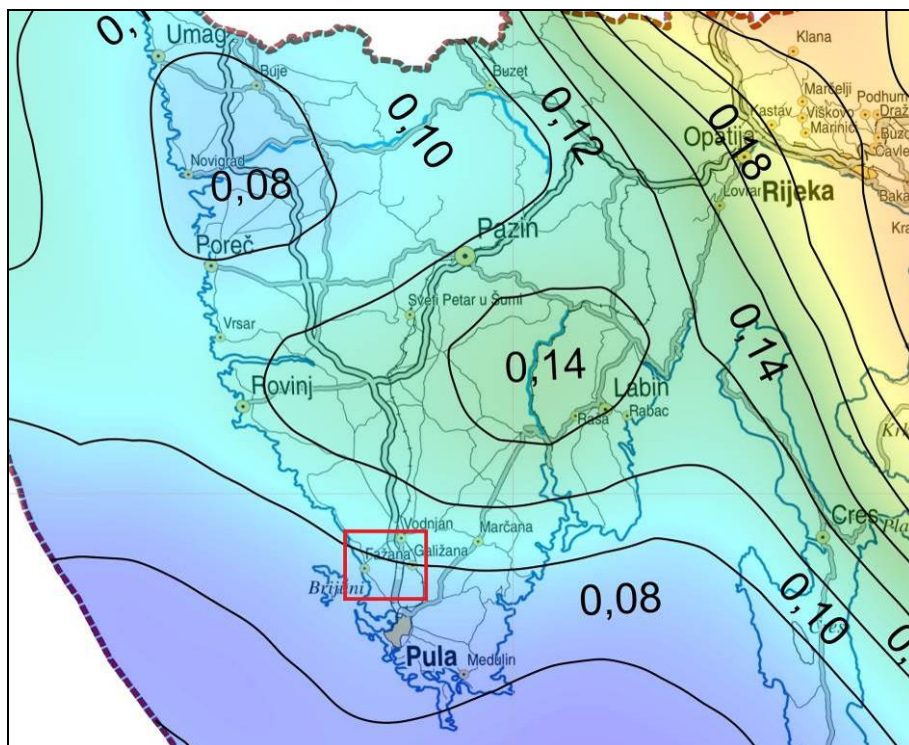


Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A (a_{gR}), s vjerojatnosti premašaja 10% u 10 godina, za poredbeno povratno razdoblje potresa $T_{DLR} = 95$ godina, izraženo u jedinicama gravitacijskog ubrzanja (g)

² M.Herak (2011): Karta potresnih područja Republike Hrvatske, M 1:800.000, Geofizički odsjek PMF-a – Zagreb



ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 475 GODINA



Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A (a_{gR}), s vjerojatnosti premašaja 10 % u 50 godina, za poredbeno povratno razdoblje potresa $T_{NCR} = 475$ godina, izraženo u jedinicama gravitacijskog ubrzanja (g)

LEGENDA:

T_{DLR} – DLR = Damage Limitation Requirement

T_{NCR} - NCR = No-Collapse Requirement

Očitane vrijednosti poredbenih vršnih ubrzanja tla tipa A prikazane su u sljedećoj tablici.

Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A	
Povratni period	a_{gR} (g)
95 godina	0,045-0,048
475 godina	0,084-0,093

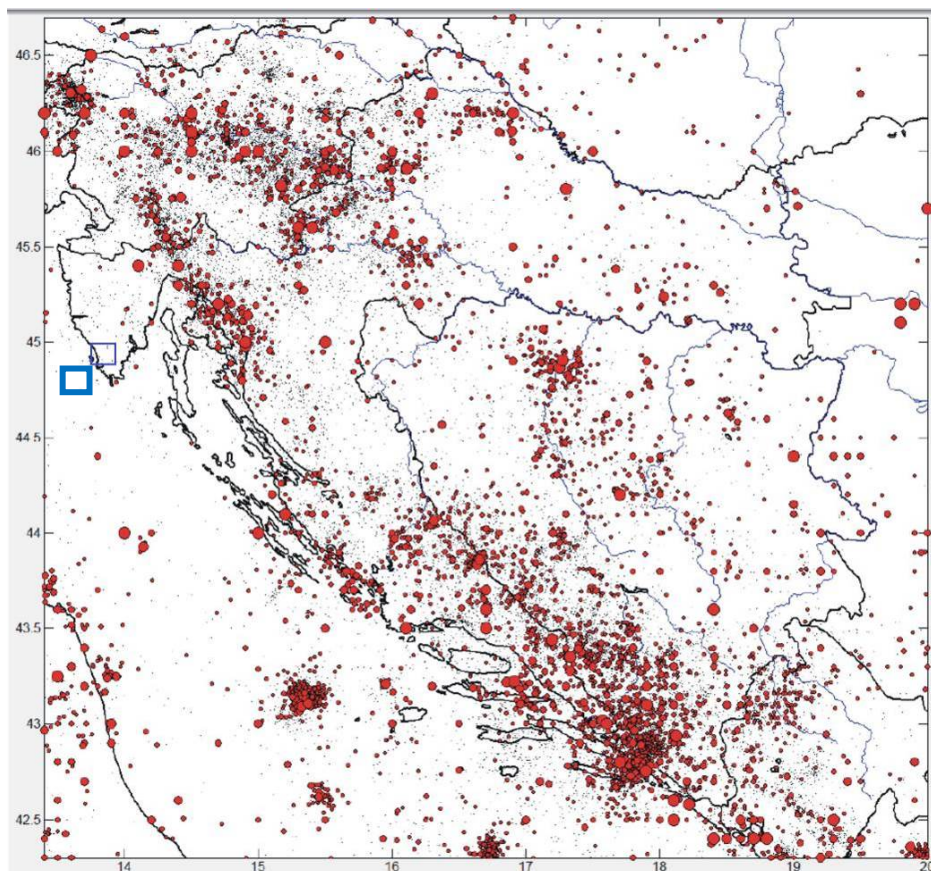
Napomena: za očitavanje poredbenog vršnog ubrzanja predmetne lokacije može se koristiti i web poveznica <http://seizkarta.gfz.hr/karta.php> Geofizičkog zavoda PMF-a. Sukladno uputi, očitavanja na navedenoj poveznici su samo orijentacijska i nužno ih je potvrditi uvidom u karte potresnih područja.

Karte potresnih područja karte su seizmičkog hazarda ili potresne opasnosti koja se procjenjuje na temelju opažene seizmičnosti tijekom što je moguće duljeg razdoblja. Za Hrvatsku osnovna je baza podataka sadržana u Hrvatskom katalogu potresa (Herak et al., 1996) koji održava Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu. Trenutno sadrži osnovne podatke o više od 40 000 potresa koji su se dogodili na teritoriju Republike Hrvatske i susjednim područjima, a redovito se dopunjuje podacima o novim potresima.

Današnja mreža seizmografa u Hrvatskoj omogućuje da se godišnje prosječno locira i u katalog uvrsti više od 3 500 potresa.



Sljedeća slika prikazuje Kartu epicentara potresa Republike Hrvatske na kojoj je označena šira lokacija istraživanja.



Epicentri potresa iz Hrvatskog kataloga potresa (Geofizički odsjek PMF-a, 2011)

Na temelju izvršenih istražnih radova, a sukladno sljedećoj tablici iz Eurokoda 8, lokalno temeljno tlo je klasificirano u **TIP A**:

Tip tla	Opis geotehničkog profila tla	$v_{s,30}$ (m/s)	N_{SPT} (n/30cm)	C_u (kPa)
A	Stijena ili druga geološka formacija uključujući najviše 5 m slabijeg materijala na površini.	>800	-	-
B	Nanosi vrlo zbijenoga pijeska, šljunka ili vrlo krute gline debljine najmanje nekoliko desetaka metara, sa svojstvom postupnoga povećanja mehaničkih svojstava s dubinom.	360 - 800	>50	>250
C	Debeli nanosi srednje zbijenoga pijeska, šljunka ili srednje krute gline debljine od nekoliko desetaka do više stotina metara.	180 - 360	15 - 50	70 - 250
D	Nanosi slabo do srednje koherentni (sa ili bez mekih koherentnih slojeva) ili s predominantno mekim do srednje krutim koherentnim tlama.	<180	<15	<70
E	Profili koji sadrže površinski sloj koji karakterizira brzina v_s tzv. tipove tla C i D i debljine od 5 m do 20 m, a ispod njih je kruti materijal s brzinom većom od v_s 800 m/s			
S1	Nanosi koji sadrže najmanje 10 m debeli sloj mekane gline s visoko plastičnim indeksom ($PI > 40$) i visokim sadržajem vode	<100		10 - 20
S2	Nanosi likvefakcijski osjetljivog tla pijeska i gline ili bilo koji tip tla koji nije opisan od A do E i pod S1			



4 GEOTEHNIČKI ISTRAŽNI RADOVI

4.1 TERENSKI ISTRAŽNI RADOVI

Terenski istražni radovi sastojali su se od slijedećih segmenata:

- Istražno bušenje uz geotehnički nadzor i terensku identifikaciju i klasifikaciju jezgre bušenja
 - Uzimanje poremećenih (PU) i neporemećenih (NU) uzoraka tla i uzoraka stijene
 - Ispitivanje standardnim penetracijskim testom (SPT)
 - Ispitivanje džepnim penetrometrom i džepnom krilnom sondom na jezgri bušenja
- Ugradnja piezometarske konstrukcije u bušotine
- Mjerenje parametara vode terenskom sondom

Rezultati terenskih istražnih radova prikazani su na presjecima bušotina u prilogu 2 elaborata.

4.1.1 ISTRAŽNO BUŠENJE UZ KONTINUIRANI GEOTEHNIČKI NADZOR IDENTIFIKACIJU I KLASIFIKACIJU JEZGRE BUŠENJA

U cilju osiguranja kvalitete i koordinacije terenskih i laboratorijskih istražnih radova te izrade geotehničkog elaborata istražno bušenje je izvedeno uz kontinuirani Geotehnički nadzor. Izvedene su 33 istražne bušotine dubine od 4,00 do 12,00 m, ukupno 230,0 m bušenja. Istražno bušenje je izvedeno u periodu od 30.11.2016. do 24.01.2017., a položaj bušotina je prikazan na situaciji u prilogu 1.

Istražno bušenje je izvedeno strojnom bušačom garniturom "MVS-05". Bušenje je u pokrivaču (tlu) i u stijeni podloge izvedeno jednostrukom jezgrenom cijevi sa vidija krunama vanjskog promjera 131 mm, 116 mm i 101 mm i dijamantnom krunom vanjskog promjera 101 mm. Stjenka bušotine je od zarušavanja mjestimice štićena čeličnim kolonama. Bušenje u stijeni podloge je izvedeno uz korištenje vodne isplake za hlađenje bušačeg pribora.

Jezgra je deponirana u sanduke za jezgru dužine 1,0 metar tako da dubinski ekvivalent jezgre od 1,0 m bude 1,0 m po dužini sanduka. Jezgra je odlagana u sanduke od lijeva na desno, odozgora prema dolje. Nakon slaganja, jezgra je fotografirana uz obilježavanje jezgre u sanducima nazivom bušotine te dubinom bušotine.

Terenska razredba (klasifikacija) i raspoznavanje (identifikacija) slojeva tla nabušene jezgre pomaže u odabiru mjerodavnih uzoraka tla dobivenih istražnim bušenjem kao i za daljnja detaljnija ispitivanja u laboratoriju. Identifikacija i opis tla provodi se na način usvojen u praksi tako da se prema određenom postupku upisuju sve osobine materijala u za to predviđene obrasce.

Tijekom izvođenja istražnog bušenja praćena je pojava podzemne vode u bušotini.

Podaci o izvedenim bušotinama prikazani su u sljedećoj tablici.

OZNAKA BUŠOTINE	OBJEKT/ TRASA	DATUM IZVOĐENJA (dd.mm.gggg.)	KOORDINATE I VISINA UŠĆA BUŠOTINE (E, N, H)			DUBINA BUŠOTINE (m)
S-123-16-01	C.S. Puntizela	30.11.2016.	287667.20	4977217.63	1,93	12,00
S-123-16-02	C.S. Puntizela	01.12.2016.	287657.56	4977233.32	2,17	10,00
S-123-16-03	TC Puntizela	20.12.2016.	287869.23	4977800.00	2,08	4,00
S-123-16-04	VA-GK-1	21.12.2016.	287719.91	4977947.04	4,46	6,00
S-123-16-05	VA-GK-1	21.12.2016.	287738.10	4978110.01	1,47	5,00
S-123-16-06	VA-K-5	21.12.2016.	287847.16	4978340.80	1,53	5,00



OZNAKA BUŠOTINE	OBJEKT/ TRASA	DATUM IZVOĐENJA (dd.mm.gggg.)	KOORDINATE I VISINA UŠĆA BUŠOTINE (E, N, H)			DUBINA BUŠOTINE (m)
S-123-16-07	C.S. Valbandon VA-K-5	06.12.2016.	287795.07	4978366.04	1,09	12,00
S-123-16-08	C.S. Valbandon VA-K-5	07.12.2016.	287790.55	4978384.33	1,61	12,00
S-123-16-09	VA-K-5	09.12.2016.	288105.91	4978476.07	5,51	8,00
S-123-16-10	VA-K-5.1	03.01.2017.	288330.08	4978315.91	9,45	7,00
S-123-16-11	VA-K-6	22.12.2016.	289235.09	4978397.70	16,27	4,00
S-123-16-12	VA-GK-2	04.01.2017.	287607.34	4980571.85	12,86	5,00
S-123-16-13	FA-GK-1	04.01.2017.	287337.13	4979458.75	6,81	5,00
S-123-16-14	C.S. Fažana centar FA-TC-1	19.12.2016.	287152.22	4979720.20	2,26	12,00
S-123-16-15	C.S. Fažana centar FA-TC-1	15.12.2016.	287140.55	4979707.72	2,72	12,00
S-123-16-16	FA-K-2	05.01.2017.	287062.72	4979664.75	2,21	6,50
S-123-16-17	FA-K-1A	05.01.2017.	287080.85	4979894.14	1,32	4,00
S-123-16-18	FA-GK-1	09.01.2017.	287229.30	4980066.01	4,52	7,00
S-123-16-19	C.S. Fažana Badel FA-GK-1	14.12.2016.	287073.80	4980299.01	2,35	12,00
S-123-16-20	C.S. Fažana Badel FA-GK-1	12.12.2016.	287094.03	4980271.81	1,87	12,00
S-123-16-21	TC-F-B	10.01.2017.	287155.78	4980575.00	12,96	4,00
S-123-16-22	TC-F-B	10.01.2017.	287206.03	4981085.90	29,58	4,00
S-123-16-23	PE-GK-2	10.01.2017.	287061.10	4981435.95	36,34	4,00
S-123-16-24	PE-GK-2	11.01.2017.	286790.10	4981794.02	33,21	5,00
S-123-16-25	PE-GK-2	12.01.2017.	286617.91	4982225.38	23,92	5,00
S-123-16-26	PE-GK-2	16.01.2017.	286518.81	4982485.10	23,11	7,00
S-123-16-27	PE-GK-2	16.01.2017.	286534.12	4982890.05	21,32	7,00
S-123-16-28	PE-GK-2	17.01.2017.	286564.94	4983102.93	18,49	6,00
S-123-16-29	PE-GK-1	17.01.2017.	286310.99	4983350.13	15,15	5,00
S-123-16-30	PE-GK-1	18.01.2017.	286095.01	4983552.90	15,87	8,00
S-123-16-31	PE-GK-1	19.01.2017.	285872.01	4983606.10	11,87	5,00
S-123-16-32	GA-K-7	23.01.2017.	292410.05	4980699.05	112,51	5,00
S-123-16-33	GA-K-7	20.01.2017.	292709.90	4980999.86	128,54	4,50
Ukupno						230,00

4.1.2 UZORKOVANJE POREMEĆENIH I NEPOREMEĆENIH UZORAKA

Cilj uzorkovanja je dobivanje uzoraka za laboratorijska ispitivanja radi određivanja geotehničkih svojstava tla i stijena u skladu s akreditiranim normama. U sklopu uzorkovanja na jezgri bušenja izvršeno je slijedeće:

- uzimanje uzoraka za laboratorijska ispitivanja fizičkih i mehaničkih svojstava tla,
- uzimanje intaktnih uzoraka stijene za ispitivanje jednoosne tlačne čvrstoće i PLT-a,
- označavanje uzoraka u skladu sa zahtjevima akreditiranog laboratorija.

Neporemećeni uzorci. Za uzorkovanje neporemećenih uzoraka tla korišten je uzorkivač. Nakon što je dosegnuta odgovarajuća dubina, uzorkivač se spuštao u bušotinu. Dubinu uzorkovanja na terenu definirao je geotehnički nadzor. Uzorci su se nakon vađenja ostavljali u cilindrima kako bi se sačuvali od poremećaja i gubitka vlage.

Poremećeni uzorci za klasifikacijska ispitivanja uzimani su sistematski iz svakog sloja, minimalno po jedan uzorak. Uzorci su uzimani iz sanduka, a nakon fotografiranja jezgre. Poremećeni uzorci su pohranjivani u plastične vrećice kako bi se zaštitili od gubitka vlage.

Uzorci stijene za laboratorijska ispitivanja jednoosne tlačne čvrstoće i PLT-a su uzeti iz bušace jezgre (intaktni uzorci). Odabir reprezentativnih uzoraka stijene za laboratorijska ispitivanja obavili su geolozi poduzeća Geokon-Zagreb d.d. Uzorci su nakon uzimanja zaštićeni kako bi se sačuvali od udaraca i sl.

Prilikom transporta uzorci su pohranjeni u odgovarajućem sanduk u kojemu su zaštićeni od mogućih vanjskih utjecaja (vrućine, hladnoće, vibracija i udaraca). Po preuzimanju uzoraka, izvršen je njihov popis (broj NU i PU), pregled te su zaduženi i pohranjeni u vlažnoj komori. Nakon što je definiran laboratorijski program ispitivanja, na ispitnim uzorcima su se izvela odgovarajuća ispitivanja. Svi uzorci su pravovaljano označeni, a u slijedećoj tablici prikazan je način označavanja bušotine i ispitnog uzoraka prema broju radnog naloga.

Oznaka radnog naloga	Oznaka bušotine	Oznaka uzorka	Opis
NA-123-16	S-123-16-01	S-123-16-01-01	Bušotina br. 01, ispitni uzorak broj 01

4.1.3 STANDARDNI PENETRACIJSKI TEST (SPT)

Rezultati ispitivanja SPT-a služe za:

- procjenu parametara čvrstoće i relativne zbijenosti nekoherentnih materijala prema postojećim korelacijama, te
- uspostavljanje neposrednih korelacija SPT s rezultatima laboratorijskih pokusa.

Uz svako mjerno mjesto zabilježene su slijedeće informacije: dubina i profil zacjevljenja, nivo vode u bušotini, tip šipki koje su se koristile. Nakon spuštanja cilindra sa šipkama u bušotini se zabilježila dubina do dna bušotine, te iznos inicijalne penetracije cilindra u tlo pod utjecajem vlastite težine i težine šipki i opreme.

Pokus se izvodio u dvije faze:

U prvoj fazi brojali su se udarci za penetraciju od 0,15 m koja uključuje i inicijalnu penetraciju od vlastite težine. Ukoliko se ova penetracija nije mogla ostvariti za 50 udaraca, bilježila se dubina penetracije za 50 udaraca uz posebnu naznaku da je riječ o prvoj fazi pokusa, te se bušenjem prilazilo novom mjernom mjestu.

U drugoj fazi brojali su se udarci za penetraciju cilindra od narednih 0,30 m uz bilježenje broja udaraca za svakih 0,15 m penetracije, čiji je zbroj dao N mjernog mjesta. Ukoliko se penetracija od 0,30 m nije mogla postići za ukupno 50 udaraca, zabilježila se dubina penetracije za 50 udaraca i postupilo se kao u sličnom slučaju u prvoj fazi pokusa. Ispitivana su se izvela optimalnom brzinom koja je omogućila kvalitetno obavljanje traženih operacija, a frekvencija udaraca nije prelazili 15-18 udaraca u minuti.

Pregled rezultata ispitivanja SPT-a prikazan je u sljedećoj tablici.

Oznaka bušotine	Kota ušća bušotine (m n.m.)	Dubina ispitivanja (m n.m.)	Od (m)	Do (m)	N1 0-15 cm	N2 15-30 cm	N3 30-45 cm	N2 + N3 (ud/30 cm)	PRIBOR NOŽ /ŠILJAK	N ₆₀ (udaraca)
S-123-16-03	2,08	0,18	1,90	2,01	10	-	-	>50	ŠILJAK	>50
S-123-16-09	5,51	3,51	2,00	2,45	6	10	14	24	ŠILJAK	18
S-123-16-09	5,51	-2,49	8,00	8,45	11	13	13	26	NOŽ	26
S-123-16-11	16,27	14,27	2,00	2,45	6	16	19	35	NOŽ	35
S-123-16-16	2,21	-4,29	6,50	6,95	10	20	25	45	NOŽ	45
S-123-16-17	1,32	-0,88	2,20	2,45	25	10		>50	ŠILJAK	>50

4.1.4 ISPITIVANJE DŽEPNIM PENETROMETROM I DŽEPNOM KRILNOM SONDOM NA JEZGRI BUŠENJA

Na jezgri bušenja, u glinenim materijalima izvršeno je ispitivanje jednoosne tlačne čvrstoće džepnim penetrometrom - q_u (kPa), te ispitivanje vršne i rezidualne nedrenirane čvrstoće džepnom krilnom sondom - c_u i c_{ur} (kPa).

Džepni penetrometar je ručni instrument za ispitivanje približne vrijednosti jednoosne tlačne čvrstoće koherentnog tla na terenu ili u laboratoriju. Instrument se sastoji od kućišta sa mjernom skalom i pokazivačem unutar kojeg se nalazi kalibrirana opruga. Mjerenje se izvodi utiskivanjem mjerne sonde penetrometra u tlo do dubine 6,4 mm te očitavanja vrijednosti sa mjerne skale. Mjerni raspon se kreće od 0 do maksimalno 450 kPa.

Džepna krilna sonda je ručni instrument za ispitivanje približne vrijednosti vršne i rezidualne nedrenirane posmične čvrstoće koherentnog tla na terenu ili u laboratoriju. Instrument se sastoji od kućišta sa pokazivačem i mjernom skalom na koji se pričvršćuje nastavak (disk) sa lopaticama na jednoj strani. Mjerenje se izvodi utiskivanjem nastavka sa lopaticama u tlo te rotiranjem kućišta u smjeru kazaljke na satu do sloma tla. Nakon sloma tla očitava se vrijednost sa mjerne skale. Nakon sloma tla te očitavanja vršne čvrstoće vrši se mjerenje rezidualne čvrstoće na istom mjestu. Pokazivač se vrati na početni položaj (0), a princip mjerenje je isti kao i kod mjerenja vršne čvrstoće. Ovisno o konzistentnom stanju tla koristi se jedan od tri raspoloživa nastavka. Najveći nastavak ima mjerni raspon 0-20 kPa, a koristi se u mekanim tlima. Srednji nastavak ima mjerni raspon 0-100 kPa, dok najmanji nastavak ima mjerni raspon 0-250 kPa te se koristi u tvrdim glinama.

Rezultati ispitivanja džepnim penetrometrom i džepnom krilnom sondom prikazani su na geotehničkim presjecima istražnih bušotina u prilogu 2.

Pregled rezultata ispitivanja džepnim penetrometrom i džepnom krilnom sondom prikazan je u sljedećoj tablici te na geotehničkim presjecima bušotina u prilogu 2.

Oznaka bušotine	Kota ušća bušotine (m n.m.)	Dubina ispitivanja (m n.m.)	Dubina ispitivanja (m)	q_u (kPa)	c_u (kPa)	c_r (kPa)
S-123-16-03	2,08	0,88	1,20	200	68	23
S-123-16-03	2,08	0,28	1,80	70	25	13
S-123-16-09	5,51	1,81	3,70	210	80	28
S-123-16-09	5,51	1,41	4,10	300	65	25
S-123-16-09	5,51	0,71	4,80	330	75	30
S-123-16-09	5,51	0,31	5,20	340	78	25
S-123-16-09	5,51	-0,49	6,00	320	73	28
S-123-16-09	5,51	-1,19	6,70	325	70	25
S-123-16-09	5,51	-1,89	7,40	320	70	28
S-123-16-10	9,45	9,05	0,40	>450	170	18
S-123-16-11	16,72	16,12	0,60	450	218	65
S-123-16-11	16,72	14,72	2,00	290	203	50
S-123-16-12	12,86	12,46	0,40	275	168	30
S-123-16-16	2,21	1,57	0,64	250	165	43
S-123-16-16	2,21	-3,24	5,45	75	40	12
S-123-16-16	2,21	-3,99	6,20	125	53	11
S-123-16-18	4,52	3,82	0,70	330	173	25



Oznaka bušotine	Kota ušća bušotine (m n.m.)	Dubina ispitivanja (m n.m.)	Dubina ispitivanja (m)	q_u (kPa)	c_u (kPa)	c_r (kPa)
S-123-16-18	2,21	1,01	1,20	>450	-	-
S-123-16-19	2,35	1,75	0,60	330	163	30
S-123-16-19	2,35	1,35	1,00	375	175	40
S-123-16-20	1,87	1,27	0,60	180	90	28
S-123-16-20	1,87	0,72	1,15	275	145	35
S-123-16-24	5,00	4,10	0,90	>450	215	38
S-123-16-25	5,00	4,65	0,35	350	175	88

4.2 UGRADNJA PIEZOMETARSKE KONSTRUKCIJE

U istražne bušotine na pozicijama crpnih stanica izvršene su ugradnje piezometarskih konstrukcija za potrebe mjerenja (monitoringa) razine podzemne (morske) vode.

U bušotine su ugrađene plastične cijevi unutarnjeg promjera 3" ($\approx 7,6$ cm) te su ugrađene od površine terena do dna piezometarske bušotine.

Ugrađena je sljedeća piezometarska konstrukcija idući od dna prema vrhu bušotine:

- **Taložnik** unutarnjeg promjera $\phi \approx 76$ mm. Dubina ugradnje i dužina taložnika je različita ovisno o dubini piezometra. Taložnik se sastoji od pune cijevi čije je dno zatvoreno čepom.
- **Filtarska (perforirana) cijev** unutarnjeg promjera $\phi \approx 76$ mm i veličine perforacija (otvora) ≈ 3 mm. Dubina ugradnje filtarske cijevi je različita ovisno o dubini piezometra. Prije ugradnje filterska dionica je omotana geotekstilom koji je fiksiran namatanjem samoljepljive trake sa vanjske strane. Svrha geotekstila je sprečavanje prodora sitnih čestica tla kroz otvore na filteru u piezometar, čime se poboljšava funkcionalnost piezometra.
- **Puna nadfilterska cijev** unutarnjeg promjera $\phi \approx 76$ mm. Dubina ugradnje nadfilterske cijevi je različita ovisno o dubini piezometra.
- Nakon ugradnje piezometarskih cijevi ugrađen je šljunčani zasip. Prstenasti otvor između cijevi piezometra i stijenke bušotine u filterskom dijelu bušotine zasut je granuliranim šljunkom veličine zrna 4-8 mm.
- Zatim je ostatak bušotine iznad šljunčanog zasipa tamponiran bentonitnim peletima, odnosno ugrađen je bentonitni čep do površine terena.
- U bušotine u kojima se piezometarska cijev nije ugrađivala do dubine bušenja, prethodno ugradnji, bušotina je zasipana šljunčanim zasipom do dubine ugradnje.
- U bušotinu S-123-16-20 ugrađena je samo piezometarska cijev bez zasipa i bentonitnog čepa, a u bušotinu S-123-16-08 ugrađen je samo šljunčani zasip bez bentonitnog čepa.

Nakon ugradnje piezometarske konstrukcije (piezometarske cijevi, šljunčani zasip i bentonitni čep), za zaštitu ušća piezometra postavljena je zaštitna čelična kapa.

Podatke o izvedenim istražno-piezometarskim bušotinama i ugrađenim piezometarskim konstrukcijama pruža sljedeća tablica:

OZNAKA BUŠOTINE / PIEZOMETRA	DUBINA BUŠOTINE (m)	DULJINA PIEZOMETRA				CRPNA SATANICA
		Ukupno (m)	Taložnik (m)	Filter (m)	Puna cijev (m)	
S-123-16-02	10,00	6,00	0,50	2,00	3,50	Puntižela
S-123-16-08	12,00	12,00	6,00	2,00	4,00	Valbandon
S-123-16-15	12,00	6,00	0,50	2,00	3,50	Fažana centar
S-123-16-20	12,00	12,00	6,00	2,00	4,00	Fažana Badel



Prikaz ugrađenih piezometarskih konstrukcija u izvedene bušotine dan je na geotehničkim presjecima bušotina u prilogu 2.

Na sljedećim fotografijama prikazana je ugradnja piezometarskih konstrukcija u izvedene bušotine.



Zasipavanje bušotine do željene dubine za ugradnju piezometarske konstrukcije.



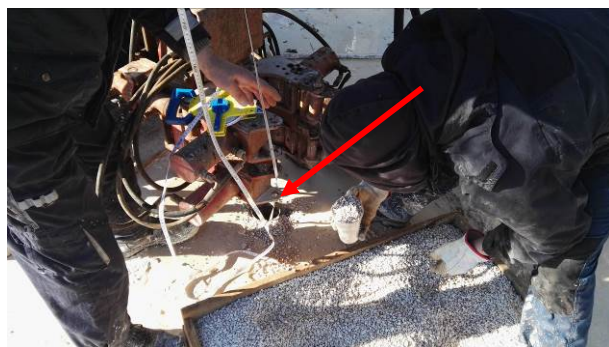
Taložnik sa čepom i filtarska dionica obložena geotekstilom i fiksirana samoljepljivom trakom.



Ugradnja piezometrske cijevi unutarnjeg promjera 3" ($\phi \approx 76$ mm).



Ugradnja piezometarskih cijevi u izvedenu bušotinu S-123-16-15



Ugradnja zasipa granulacije 4 - 8 mm.



Piezometarska konstrukcija sa zaštitnom čeličnom kapom.

4.2.1 MJERENJA RAZINE PODZEMNE VODE U PIEZOMETRIMA

Po ugradnji piezometarskih cijevi u bušotine izvršena je kontrola dubine, prohodnosti i funkcionalnosti piezometara. Nakon toga su izvršena mjerenja razine podzemne vode u piezometrima.

Tijekom provođenja terenskih geotehničkih istražnih radova u izvedenim piezometrima mjerena je razina podzemne vode (RPV). Mjerenja RPV-a u piezometrima su vršena od kote ušća bušotine. Ukupno je izvršeno 5 mjerenja, a rezultati su prikazani u sljedećoj tablici.

datum mjerenja (dd.mm.yy.)	r.br. mjerenja	PIEZOMETAR S-123-16-02	PIEZOMETAR S-123-16-08	PIEZOMETAR S-123-16-15	PIEZOMETAR S-123-16-20
		RPV (m / m n.m.)	RPV (m / m n.m.)	RPV (m / m n.m.)	RPV (m / m n.m.)
19.12.2016.	1	1,80 / 0,37	1,30 / 0,31	2,00 / 0,72	1,70 / 0,17
28.12.2016.	2	1,82 / 0,35	1,40 / 0,21	2,10 / 0,62	1,63 / 0,24
03.01.2017	3	1,75 / 0,42	1,20 / 0,41	1,95 / 0,77	1,70 / 0,17
18.01.2017.	4.	1,62 / 0,55	1,20 / 0,41	1,80 / 0,92	1,53 / 0,34
24.01.2017.	5	1,90 / 0,27	1,40 / 0,21	2,25 / 0,47	1,80 / 0,07

4.3 MJERENJE PARAMETARA VODE TERENSKOM SONDOM

U sklopu terenskih istražnih radova provedena su mjerenja parametara vode u piezometrima na pozicijama crpnih stanica.

4.3.1 MJERNA OPREMA

Izvršeno je po jedno mjerenje podzemne vode u piezometrima S-123-16-02, S-123-16-08, S-123-16-15 i S-123-16-20.

Mjerenje je provedeno uređajem američke tvrtke Hanna Instruments - "HI 9828 Multiparameter meter" koji ima mogućnost mjerenja više parametara istovremeno. Sam uređaj se sastoji od sonde te uređaja za prikaz i pohranu podataka. Mjerenje je moguće izvršiti trenutno ili kontinuirano u vremenu.

Uređaj je prikazan na sljedećim slikama.



HI 9828 multiparametar metar



Sonda se sastoji od 4 mjerna osjetila (senzora) preko kojih se mjere sljedeće vrijednosti:

- temperatura t (°C)
- pH vrijednost
- oksidacijsko redukcijski potencijal ORP (mV)
- električna vodljivost EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
- otpor Ω (Ohm·cm)
- ukupno otopljene tvari TDS (mg/l)
- atmosferski pritisak p (kPa)

4.3.2 REZULTATI MJERENJA

Za potrebe mjerenja parametara vode provedeno je kontinuirano mjerenje vode u periodu od cca 15 min, odnosno do trenutka stabilizacije vrijednosti mjerenih parametara. Takve vrijednosti preuzete su kao rezultat mjerenja.

Rezultati mjerenja na mjestima kontrole kvalitete podzemne vode prikazani su u sljedećoj tablici:

Zapažanje	Datum	Temperatura (°C)	pH	Oksidacijsko redukcijski potencijal (mV)	Električna vodljivost ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Otpor (Ohm·cm)	Ukupna otopljena tvar (mg/l)
S-123-16-02	24.01.2017.	12,88	7,47	-44,5	11000	91	0,66
S-123-16-08	24.01.2017.	14,02	7,84	-62,5	31300	32	0,86
S-123-16-15	24.01.2017.	15,98	6,76	-7,7	1176	850	0,21
S-123-16-20	24.01.2017.	14,42	6,83	-11,5	1672	598	0,15

Izmjerenom vrijednosti elektrovodljivosti se može procijeniti stupanj mineralizacije vode i tako ocijeniti o kojoj je vrsti vode riječ³.

Rasponi elektrovodljivosti za određene vrste voda prikazani su u sljedećoj tablici:

Vrsta vode	Električna vodljivost ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
Jako čista voda (demineralizirana voda)	< 0,05
Pitka voda	< 1 000
Mineralna voda	1 000 – 3 000
Bočata voda	> 1 000
Morska voda	> 50 000

Prema rezultatima ispitivanja elektrovodljivosti vode u piezometrima S-123-16-02, S-123-16-08, S-123-16-15 i S-123-16-20 može se utvrditi da se radi o bočatoj vodi čija elektrovodljivost opada s udaljenošću od mora.

³ Pregled kvalitete pitke vode u Hrvatskoj", Literatura: "Priručnik o temeljnoj kakvoći vode u Hrvatskoj", Dr. sc. Željko Dadić



4.4 GEODETSKO SNIMANJE BUŠOTINA

Pozicije bušotina određene su u suradnji s Projektantom i Investitorom uvažavajući projektirano stanje, rasterski položaj sonde, očekivane uvjete u temeljnom tlu te postojeće stanje na terenu (imovinsko-pravne odnose, promet, postojeće instalacije i sl.). Za pozicioniranje bušotina i sonde korišten ručni GPS uređaj. Nakon izvršenih radova svaka pozicija bušotine je geodetski snimljena te je dan podatak o njihovim koordinatama i visinama u važećem državnom koordinatnom sustavu (HTRS96/TM).

4.5 LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Laboratorijska ispitivanja uzoraka tla provedena su u geotehničkom laboratoriju tvrtke Geokon-Zagreb d.d., dok su laboratorijska ispitivanja uzoraka stijene provedena u geotehničkom laboratoriju tvrtke Institut IGH d.d. Oba laboratorija su akreditirani za laboratorijska ispitivanja prema normi HRN EN ISO/IEC 17025:2008.

4.5.1 LABORATORIJSKA ISPITIVANJA TLA

U sljedećoj tablici dan je popis provedenih vrsta laboratorijskih ispitivanja za materijale tla sa pripadajućim normama ispitivanja:

Vrsta ispitivanja	Oznaka	Jed.	Norma
Razredbena ispitivanja, raspoznavanje i opis tla			
Određivanje sadržaja prirodne vode (vlažnosti)	w_o	%	HRN U. B1. 012
Određivanje ukupne gustoće mase (zapreminska težina)	γ i γ_d	kN/m ³	HRN U. B1. 016
Određivanje gustoće mase čestica (specifična težina)	γ_s	kN/m ³	HRN U. B1. 014
Određivanje granica konzistentnih stanja (Atterbergove granice)	w_L i w_P	%	HRN U. B1. 020
Granulometrijska analiza	--	%	ASTM D-422
Ispitivanje čvrstoće tla			
Jednoosno tlačno ispitivanje s praćenjem deformacija - pritiska čvrstoća - relativna deformacija	q_u ε	kPa %	ASTM D2850
Konsolidirano ispitivanje izravnim posmikom - kohezija - kut unutrašnjeg trenja	c φ	kPa °	HRN U. B1. 028
Ispitivanje stišljivosti i deformiranja tla			
Edometarsko ispitivanje stišljivosti	M_s	MPa	HRN U. B1. 032
Ispitivanje propusnosti tla			
Određivanje koeficijenta propusnosti (hidrauličke provodljivosti) uz promjenjiv hidraulički gradijent u edometru	k	(cm/s)	HRN U. B1. 034

Ispitivanja su provedena u skladu s važećim propisima i normama. Rezultati laboratorijskih ispitivanja prikazani su na presjecima bušotina u prilogu 2 te tablično u prilogu 5.

Laboratorijski izvještaj o provedenim laboratorijskim ispitivanjima prikazan je u prilogu 4.

4.5.2 LABORATORIJSKA ISPITIVANJA STIJENE

Laboratorijska ispitivanja uzoraka stijene provedena su u geomehaničkom laboratoriju tvrtke Institut IGH d.d., koji je akreditiran za laboratorijska ispitivanja prema normi HRN EN ISO/IEC 17025:2007.

Na intaktnim uzorcima stijene (kernovima) uzetim iz nabušene jezgre izvršena su sljedeća ispitivanja:

- ispitivanja PLT-a
- ispitivanja jednoosne tlačne čvrstoće
- ispitivanje sadržaja CaCO₃

4.5.2.1 Ispitivanja PLT-a

Na 7 uzoraka stijene izvršena su po 3 ispitivanja indeksa čvrstoće postupkom opterećenja u točki – PLT test. Ispitivanja čvrstoće u točki – PLT test su provedena prema preporukama Međunarodnog društva za mehaniku stijena SM-ISM (International Society for Rock Mechanics, Suggested Methods for Determining Point Load Strength – 1985). Rezultati ispitivanja prikazani su u sljedećoj tablici.

LABORATORJSKA ISPITIVANJA ČVRSTOĆE U TOČKI - PLT													
REDNI BROJ UZORKA	OZNAKA BUŠOTINE	DUBINA BUŠOTINE (m)	DUBINA (m)	OZNAKA UZORKA	TIP POKUSA	PRITISAK (bar)	P SILA LOMA (kN)	I ₁₀ INDEKS ČVRSTOĆE (kPa)	F KOREKCIJSKI FAKTOR	I ₁₀₍₅₀₎ KORIGIRANI INDEKS ČVRSTOĆE (kPa)	LITOLOGIA / STRATIGRAFIJA	KORELIRANA JEDNOOSNA ČVRSTOĆA σ _u (MPa)	PROSJEČNA VRIJEDNOST KORELIRANE ČVRSTOĆE PO UZORCIMA σ _u (MPa)
1	S-123-16-01	12	1,30-1,50	170031pt1	A	315,0	31,5	3443	1,34	4610	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	101,42	116,81
	S-123-16-01	12	1,30-1,50	170031pt2	A	370,0	37,0	4690	1,30	6074	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	133,63	
	S-123-16-01	12	1,30-1,50	170031pt3	A	335,0	33,5	3994	1,31	5245	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	115,39	
2	S-123-16-10	7	3,69-4,00	170035pt1	D	255,0	25,5	3369	1,28	4323	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	95,11	95,28
	S-123-16-10	7	3,69-4,00	170035pt2	A	195,0	19,5	3314	1,21	4017	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	88,37	
	S-123-16-10	7	3,69-4,00	170035pt3	D	275,0	27,5	3625	1,28	4653	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	102,37	
3	S-123-16-12	5	2,58-2,90	170036pt1	N	170,0	17,0	2487	1,25	3119	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	68,62	67,74
	S-123-16-12	5	2,58-2,90	170036pt2	N	195,0	19,5	3209	1,22	3919	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	86,22	
	S-123-16-12	5	2,58-2,90	170036pt3	N	160,0	16,0	1613	1,36	2199	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	48,38	
4	S-123-16-19	6	4,53-4,76	170038pt1	D	210,0	21,0	3898	1,19	4633	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	101,93	82,40
	S-123-16-19	6	4,53-4,76	170038pt2	A	150,0	15,0	3004	1,17	3510	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	77,22	
	S-123-16-19	6	4,53-4,76	170038pt3	A	160,0	16,0	2505	1,23	3094	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	68,07	
5	S-123-16-20	12	3,75-4,00	170039pt1	D	145,0	14,5	2751	1,18	3254	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	71,59	74,44
	S-123-16-20	12	3,75-4,00	170039pt2	N	205,0	20,5	2678	1,29	3444	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	75,77	
	S-123-16-20	12	3,75-4,00	170039pt3	N	200,0	20,0	2705	1,28	3453	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	75,97	
6	S-123-16-32	12	3,55-3,79	170042pt1	D	130,0	13,0	2453	1,18	2905	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	63,91	71,28
	S-123-16-32	12	3,55-3,79	170042pt2	D	170,0	17,0	3181	1,19	3774	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	83,03	
	S-123-16-32	12	3,55-3,79	170042pt3	A	125,0	12,5	2633	1,16	3041	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	66,90	
7	S-123-16-33	4,5	2,65-3,00	170043pt1	D	60,0	6,0	1132	1,18	1341	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	29,50	72,59
	S-123-16-33	4,5	2,65-3,00	170043pt2	D	175,0	17,5	3266	1,19	3877	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	85,29	
	S-123-16-33	4,5	2,65-3,00	170043pt3	A	190,0	19,0	4067	1,15	4681	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	102,98	

Ispitivanja su provedena u skladu s važećim propisima i normama. Rezultati ispitivanja prikazani su na geotehničkim presjecima bušotina u prilogu 2 te na ispitnim izvještajima u prilogu 6.

4.5.2.2 Ispitivanja jednoosne tlačne čvrstoće

Ispitivanje jednoosne tlačne čvrstoće na uzorcima stijene provedeno je prema normi ASTM D 7012-10 Metoda C. Priprema uzoraka iz nabušene jezgre i tolerancije dimenzija i oblika zadovoljile su kriterije norme ASTM D 4543-08.

Jednoosna tlačna čvrstoća stijene definirana je kao odnos maksimalne sile i površine poprečnog presjeka uzorka. Rezultati ispitivanja prikazani su u sljedećoj tablici.

LABORATORJSKA ISPITIVANJA JEDNOOSNE TLAČNE ČVRSTOĆE STIJENE										
REDNI BROJ UZORKA	OZNAKA BUŠOTINE	DUBINA BUŠOTINE (m)	DUBINA UZORKA (m)	OZNAKA UZORKA	GUSTOĆA ρ [g/cm³]	JEDNOOSNA ČVRSTOĆA σ _u (MPa)	MODUL DEFORMABILNOSTI E (GPa)	LITOLOGIA / STRATIGRAFIJA	PROSJEČNA VRIJEDNOST ČVRSTOĆE PO LITOLOGIJ (MPa)	PROSJEČNA VRIJEDNOST MODULA DEFORMABILNOSTI PO LITOLOGIJ (GPa)
1	S-123-16-01	12	4,60-4,95	17 0033-1J	2,46	137,40	34,36	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵	119,94	36,08
2	S-123-16-07	12	7,50-7,67	17 0034-1J	2,6	124,56	38,86	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵		
3	S-123-16-15	12	4,22-4,51	17 0037-1J	2,42	107,14	32,50	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵		
4	S-123-16-24	5	4,77-5,00	17 0040-1J	2,42	59,14	30,10	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵		
5	S-094-15-31	5	4,40-4,68	17 0041-1J	2,64	171,44	44,60	Dolomitični vapnenac / K ₁ ⁵		

Rezultati ispitivanja prikazani su na geotehničkim presjecima bušotina u prilogu 2 te na ispitnim izvještajima u prilogu 6.



4.5.2.3 Sadržaj CaCO_3

Ispitivanje sadržaja minerala kalcita (CaCO_3) na uzorcima stijene provedeno je prema normi HRN U.B1.024, HRN U.B1.026. Rezultati ispitivanja prikazani su u sljedećoj tablici.

LABORATORIJSKA ISPITIVANJA SADRŽAJA CaCO_3							
REDNI BROJ UZORKA	OZNAKA BUŠOTINE	DUBINA BUŠOTINE (m)	DUBINA UZORKA (m)	OZNAKA UZORKA	SADRŽAJ CaCO_3 [%]	METODA ISPITIVANJA	LITOLOGIJA / STRATIGRAFIJA
1	S-123-16-01	12	1,30-1,50	170032	77,90	kalcimetrija	Dolomitični vapnenac / K_1^5
2	S-123-16-12	5	4,60-4,95	170036	71,28	kalcimetrija	Dolomitični vapnenac / K_1^5
3	S-123-16-20	12	3,75-4,00	170039	70,64	kalcimetrija	Dolomitični vapnenac / K_1^5
4	S-123-16-31	5	4,40-4,68	170041	74,27	kalcimetrija	Dolomitični vapnenac / K_1^5
5	S-123-16-33	4,5	2,65-3,00	170043	75,55	kalcimetrija	Dolomitični vapnenac / K_1^5

Rezultati ispitivanja prikazani su u ispitnim izvještajima u prilogu 6.



5 GEOLOŠKI ISTRAŽNI RADOVI

Geološki istražni radovi izvedeni su tijekom prosinca 2016. i siječnja 2017. godine, a sastojali su se od sljedećih aktivnosti

- Uvid u postojeća geološka istraživanja
Uvidom u postojeća geološka istraživanja utvrđeno je da za predmetno područje postoji Osnovna geološka karta mjerila 1:100 000, a lokacija se nalazi na listu Pula (Polšak i dr., 1963). Kartom su definirane opće geološke značajke i tektonika šireg područja istraživanja što je opisano u pripadajućem tumaču.
- Inženjerskogeološka determinacija jezgre bušenja
Determinacijom jezgre bušenja utvrđeni su sastav i svojstva materijala, izdvojene su i opisane inženjerskogeološke jedinice te su odabrani uzorci za laboratorijska istraživanja. Za potrebe istraživanja izvedene su 33 istraživačke bušotine ukupne duljine 230 m.

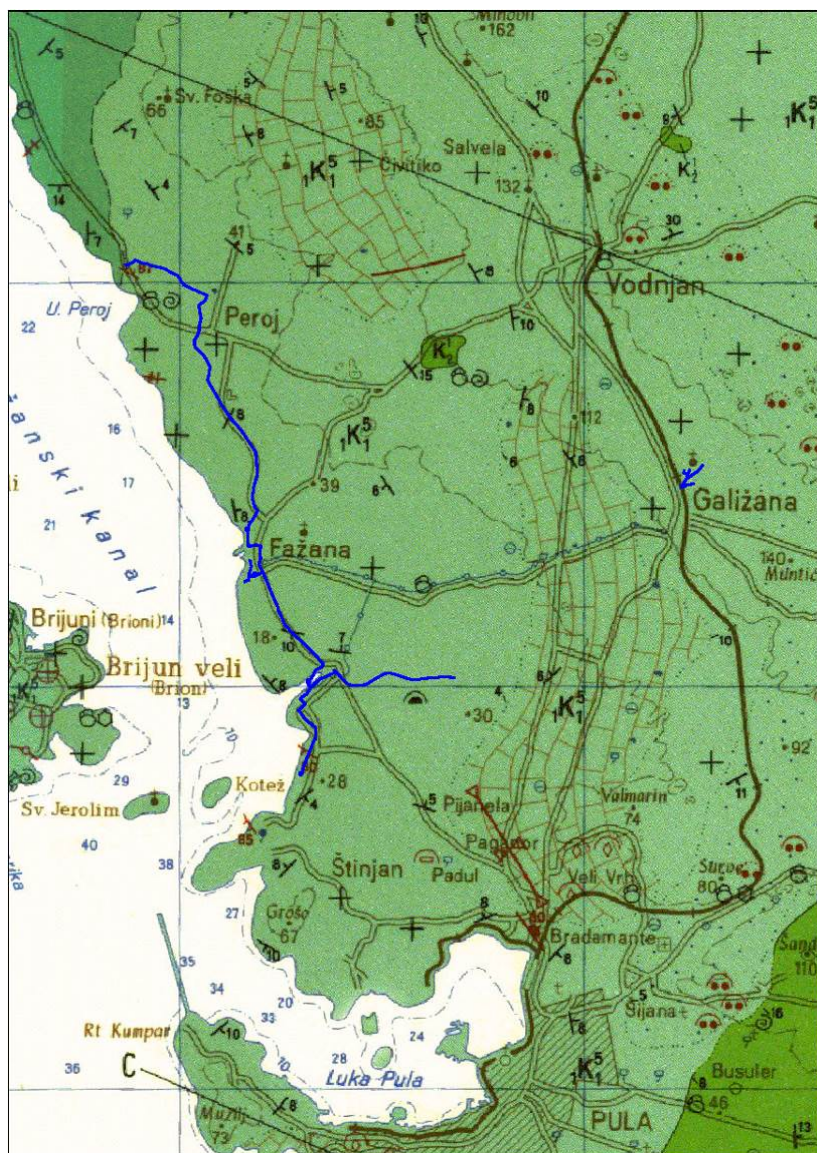
5.1 GEOLOŠKE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

5.1.1 STRATIGRAFIJA I LITOLOGIJA

Prema osnovnoj geološkoj karti (OGK), list Pula, M 1:100000, (Polšak i dr., 1963) i pripadajućem tumaču, lokaciju izgrađuju gotovo isključivo karbonatne naslage Alba - donja Kreda (K_1^5) sastavljene od tanko slojevitih vapnenaca s rijetkim ulomcima dolomita, lapora i breča. Na širem području u puno manjem obimu prisutne su i stratigrafski susjedne karbonatne naslage kredne starosti: Apt (K_1^4) tanko slojeviti i pločasti vapnenac s ulošcima karbonatne breče; te debelo slojeviti mjestimice masivni rudistni vapnenac Cenomanske starosti (K_2^1).



Na sljedećoj slici prikazan je isječak iz OGK (Polšak i dr., 1963) s pripadajućom legendom i naznačenom trasom budućih kolektora.



LEGENDA:

- 11 Cenoman:
a/ debelo-uslojeni i masivni rudisti vapnenac s lećama
zoogenog konglomerata
b/ rudisti vapnenac u izmjeni s tanko-pločastim
vapnencom
- 13 Alb:
a/ tanko-uslojeni vapnenac s rijetkim ulošcima dolomita,
lapora i breča
b/ tanko-uslojeni vapnenac s čestim i debljim ulošcima
dolomita
c/ područje s izdancima kremenog pijeska (saldane)
- 14 Apt. tanko-uslojeni vapnenac s ulošcima vapnene breče
- 1 / 32 Elementi pada sloja
- 2 + Horizontalni sloj
- 9 / Vertikalni rasjed
- 8 / Rasjed bez oznake karaktera
- 12 ⊙ Mikroflora
- 13 ⊙ Mikrofauna
- 14 ⊙ Morska makrofauna
- 20 ⊙ Ležište pijeska
- 21 ⊙ Kamenolom građevinskog kamena
- 23 ⊙ Važnije pijeske
- 24 ⊙ Važnija gliništa
- 26 ⊙ Izvor, vrela
- 27 ⊙ Važniji ponori
- 28 ⊙ Pećina
- 29 ⊕ Duboka bušotina



Kratki opis stratigrafskih jedinica

Donja kreda

Apt (K_1^4): Sedimenti apta prisutni su u krajnje sjeverozapadnom dijelu promatranog područja u blizini mjesta Peroj. Sastoje se od odlično slojevitog i pločastog vapnenca bijele, svjetlosive i sivo-smeđe boje. Slojevi su najčešće debljine 20-50 cm i javljaju se u izmjeni sa vrlo tanko pločastim vapnencem. Vapnenac kemijski pripada čistim vapnencima, najčešće s preko 99% CaCO_3 . Pretežno je grumulozno-pseudoolitične strukture, a rijede kriptokristalaste. Često se u jednom sloju izmjenjuju sve ove tri strukture, što je uzrokovano većim ili manjim udjelom glinovite komponente. Vapnenac ima najčešće plitkoškoljkast, a rjeđe nepravilan lom. Rijetko se javljaju 50-100 cm debeli ulošci vapneno-konglomeratične breče s laporovitim vezivom. Debljina aptskih naslaga iznosi 200 metara.

Alb (K_1^5): Ovom katu pripadaju površinski najrasprostranjenije naslage na zahvaćenom području. To su pretežito svjetlosivi i žućkasti, jedri i kompaktni vapnenci. Slojevi su najčešće debeli 30-50 cm, ali su dosta česti i oni debljine 10-20 cm. U području Vodnjana, Sv. Tome i Galižane vapnenac je sve tanje slojevit (5-20 cm), a često i sasvim tankopločast te po superpozicijskom slijedu pripada srednjem dijelu albske serije. U ovom dijelu vrlo je rasprostranjen tankopločasti vapnenac sa slojevima debljine 1-5 cm. Prelaz iz vapnenca u dolomit izražen je u lateralnom i vertikalnom smislu i često se mijenja. Dolomit je uvijek sive boje i kristalinične strukture te često lateralno prelazi u vapnenac. Rijetko se javlja u obliku uložaka i leća. Češći ulošci dolomita utvrđeni su i između Fažane i Galižane te u sjevernoj okolini Pule. Debljina albskih naslaga je 400-600 metara.

Gornja kreda

Cenoman (K_2^1): Debelo slojeviti do masivni rudistni vapnenac cenomana prisutan je na vrlo ograničenom prostoru uz cestu Vodnjan-Fažana. Litološki sastav mu je jednoličan, pripada čistim vapnencima sa preko 98% udjela CaCO_3 . Najčešće je biljele ili žućkaste boje, a rijede svijetlosive ili smeđe. Struktura mu je grumulozna, a rijede pseudoolitična ili mikroznata. Postanak mu je vezan za okolicu rudistnih grebena, pa dio naslaga ima i bioklastičnu strukturu sa vrlo bogatim makrofosilnim sadržajem koji se najvećim dijelom sastoji od fragmenata i ljuštura rudista. Stijena je jedra i kompaktna, plitkoškoljkastog ili nepravilnog loma. Debljina ovih naslaga u Istri je 500-800 metara.

Neogen-Kvartar

Terra rossa (zemlja crvenica): Prekriva u obliku tankog, nesuvislog pokrivača velika prostranstva južne Istre. Njena je debljina varijabilna i iznosi uglavnom 0,5-1 metar. Osim toga, ova zemlja katkada ispunjava podzemne kaverne i špilje u karbonatnim stijenama. Ona je u području Istre prvenstveno rezultat intenzivnog kemijskog trošenja karbonatnih stijena pod utjecajem oborinske vode. U suhom stanju je praškasta i vjetar je lako raznosi. Kada je vlažna ona je plastična i vodonepropusna.

5.1.2 TEKTONIKA

Prema tumaču OGK, list Pula, M 1:100000, (Polšak i dr., 1963) tektonska struktura obrađenog područja je vrlo jednostavna. Sve naslage pripadaju jugoistočnom krilu prostrane i blage Zapadnoistarske antiklinale, koja se prostire na cijelom području zapadne i centralne Istre. Naslage su u ovoj antiklinali vrlo blago nagnute. Kut nagiba najčešće ne prelazi 5-10°. Osim toga stijene su vrlo blago sekundarno naborane. Naslage apta i alba imaju maksimalne nagibe od 10°, pa stoga imaju veliko površinsko rasprostiranje. Znatnim dijelom su ove naslage horizontalne ili subhorizontalne što osobito dolazi do izražaja u široj okolini Vodnjana i Galižane. Radijalni pokreti su u naslagama donje krede također slabog intenziteta, a javljaju se kao gravitacijski vertikalni rasjedi s malim skokovima. Prevladavaju vertikalne i subvertikalne pukotine vrlo raznolikih pravaca pružanja.



5.2 INŽENJERSKOGEOLOŠKA SITUACIJA

5.2.1 INŽENJERSKOGEOLOŠKE JEDINICE

Za potrebe projektiranja trase sustava odvodnje, uz istraživačko bušenje obavljena je inženjerskogeološka determinacija i uzorkovanje jezgre bušenja. Rezultati determinacije i laboratorijskih ispitivanja prikazani su na logovima u prilogu 2. Istražnim bušenjem su utvrđene naslage antropogenog pokrivača, prirodnog (geološkog) pokrivača i osnovne stijene (stijene podloge). Opis utvrđenih inženjerskogeoloških jedinica prikazan je u nastavku.

Antropogeni pokrivač

Antropogeni pokrivač duž projektirane trase čine materijali i naslage koji su posljedica ljudskog djelovanja. To su površine izgrađene od asfalta, betona te površine koje su uređene nasipavanjem drobljenog kamena, šljunka, gline, humusa i njihovom mješavinom.

Asfalt i beton (n; rec) – vezani su za uređene prometnice i nogostupe u područjima naselja. Debljina im iznosi 5-15 cm.

Nasip od drobljenog kamena (n; rec) – nalazi se u podlozi betonskih i asfaltiranih prometnica. Bušenjem utvrđena debljina nasipa je do 45 cm. Nasip se sastoji od odlomaka i blokova oštih i tupih bridova veličine od par milimetara do 8 cm. Koeficijent hidrauličke vodljivosti nasipa utvrđena je laboratorijskim istraživanjima i iznosi preko 10 cm/sek, te stoga ima vrlo veliku vodopropusnost.

Humus – humusni pokrov je debljine 10-20 cm, a predstavlja površinski nasuti sloj tla, tamno smeđe boje, pretežito organogenog porijekla u kojem rastu biljke te u njemu ima dosta korjenja.

Šljunak (GW, GP, GC; n; rec) - Nasipi izgrađeni od šljunka su registrirani na "bijelim putevima" gdje izgrađuju trup prometnice te na površini terena gdje su korišteni za uređenje okoliša. Klasti šljunka su veličine od nekoliko milimetara do nekoliko centimetara a mjestimično ima odlomaka i blokova većih od profila bušenja. Fragmenti šljunka pomješani su sa manjim udjelom praha i gline u promjenjivim omjerima. Udio praha je do 20%, a gline do 15%. Fragmenti su najčešće karbonatnog sastava (dolomitični vapnenac), no mjestimično ima i odlomaka pješčenjaka, betona, cigle i keramičkih pločica. Klasti su oštrobriđni do zaobljenih rubova. Poroznost ovog materijala je međuzrnska. Koeficijent hidrauličke vodljivosti šljunkovitog nasipa utvrđen je laboratorijskim ispitivanjima te se kreće u rasponu od 2 do 10^{-2} cm/sek. Bušenjem je utvrđena debljina ove jedinice od 0,3 do 2,80 metara.

Gglin (CH; n; rec) - Glin kao nasip je korištena za uređenje površine terena. Glin je visoke plastičnosti, srednje do kruto plastične konzistencije, crveno-smeđe do smeđe boje. Sadrži oštrobriđne odlomke i blokove stijena te komade cigle i metala. Koeficijent hidrauličke vodljivosti nasipa od gline utvrđen je laboratorijskim ispitivanjima i iznosi 10^{-5} cm/sek. Debljina glinovitog nasipa utvrđena bušenjem iznosi 0,40 metra.

Geološki pokrivač

Geološki pokrivač na lokaciji izgrađuju deluvijalne gline, te pokrivač izgrađen od kršja i blokova.

Deluvij (padinski nanos) (CH, CI, CL; dl; Q) – Deluvijalna glina po genezi je Terra rossa, nastala prvenstveno kao rezultat intenzivnog kemijskog trošenja karbonatnih stijena. Glin je niske do visoke plastičnosti, krute do meke plastične konzistencije. Crveno-smeđe, mjestimično tamnosmeđe boje. Sadrži visoki udio željeznih i aluminijskih oksida i hidroksida. Mjestimično sadrži oko 10 % kršja i odlomaka vapnenca veličine nekoliko milimetara do nekoliko centimetara, a ponegdje i preko promjera bušenja. Odlomci su oštrobriđni, a blokovi često poluzaobljenih bridova sa vidljivim tragovima okrašavanja i glinenom prevlakom na površini. Koeficijent hidrauličke vodljivosti deluvijalne gline utvrđen je laboratorijskim ispitivanjima te se kreće u rasponu od 10^{-6} do 10^{-7} cm/sek, a poroznost je međuzrnska. Debljina deluvijalnog pokrivača je jako promjenjiva duž trase i iznosi u prosjeku od 0,2 do 2,15 metara. U bušotini S-123-16-09 izbušeno je 4,95 metara ovog materijala te je zabilježen na maksimalnoj dubini bušotine od 8,45 metara.

Deluvij (padinski nanos) (GC; dl; Q) - Prirodni pokrivač klasificiran kao glinoviti šljunak izgrađen od kršja, blokova, gline i praha, crvenosmeđe boje. Kršje i blokovi su sastavljeni od dolomitičnog vapnenca. Debljina ove jedinice utvrđena bušenjem iznosi 1,3 metra.

Osnovna stijena (stijena podloge)

Alb (V; γK_1^5) – Osnovnu stijenu na svim lokacijama bušenja duž trase izgrađuje dolomitični vapnenac koji prema OGK, list Pula, M 1:100000, (Polšak i dr., 1963), pripada naslagama albske starosti. Debljina slojeva znatno varira od bušotine do bušotine, ali i po dubini u pojedinim bušotinama. Debljina slojeva je generalno u rasponu od 1 do 30 cm što ga prema Vlahović (1999) svrstava u vrlo tanko i tanko slojevite materijale. Slojevi su položeni subhorizontalno i horizontalno sa izmjerenim maksimalnim kutom nagiba od 10° . Debljina ove jedinice bušenjem nije utvrđena, a prema OGK (Polšak i dr., 1963) iznosi 400-600 m. Laboratorijskim istraživanjima utvrđen je udio od 70-77% $CaCO_3$, u mineralnom sastavu. Struktura je mikritna do sitnokristalasta, a vrlo rijetko intervali u kojima je došlo do intenzivnije dolomitizacije imaju krupnokristalastu (šećerastu) strukturu. Boja je svijetlosiva do svijetlosmeđa i žućkasta. Mjestimično je prožet nepravilnim kalcitnim žilama debljine do 3 mm. Svježi lomovi su školjkasti i nepravilni. Pukotine su uglavnom subvertikalne i strmo nagnute, $70-90^\circ$, a stijenske pukotine su većinom umjereno trošne i mjestimično sadrže glinovitu ispunu. Na jezgri su na više mjesta zabilježeni tragovi okršavanja u obliku škrapa i nepravilnih šupljina centimetarskih dimenzija koje mogu biti djelomično ispunjene kalcitom ili glinom. Temeljem terenske procjene dolomitični vapnenci spadaju u vrlo dobro vodopropusne naslage koje karakterizira sekundarna pukotinska i kavernoza poroznost koja omogućava infiltraciju oborina u podzemlje bez formiranja površinskih tokova. Karbonatnim stijenskim masama sa pukotinskom i kavernoza poroznošću svojstveno je formiranje privilegiranih podzemnih tokova vode. S obzirom na subhorizontalan položaj slojeva na lokaciji te vrlo blagii reljef, tok podzemne vode vrlo vjerojatno je uvjetovan vertikalnim procjeđivanjem kroz pukotinske sustave. Pretpostavljeni koeficijent hidrauličke vodljivosti (cm/s) ovih naslaga je veći od 10^{-1} . Geološki indeks čvrstoće precizno je izračunat pomoću podataka dobivenih determinacijom bušotine. Stupanj trošnosti stijenske mase osnovne stijene je procijenjen na W2, a trošnih intervala osnovne stijene na W3-W4.

U sljedećoj tablici prikazane su klase trošnosti stijenske mase prema ISRM (1981).

KLASA	OPIS	SIMBOL
Svježa stijenska masa	Nema vidljivih znakova trošenja; moguća neznatna promjena boje na površinama glavnih diskontinuiteta.	W1
Neznatno trošna stijenska masa	Promjena boje indicira trošenje materijala stijene i površine diskontinuiteta. Cijeli volumen materijala stijene može promijeniti boju uzrokovano trošenjem i može imati manju čvrstoću nego u svježem stanju.	W2
Umjereno trošna stijenska masa	Manje od polovice materijala stijene je dezintegrirano u tlo. Svježa stijenska masa ili stijenska masa koja je promijenila boju je prisutna sa vidljivim strukturnim sklopom ili u blokovima.	W3
Jako trošna stijenska masa	Više od polovice materijala stijene je dezintegrirano u tlo. Svježa stijenska masa ili stijenska masa koja je promijenila boju je prisutna sa vidljivim strukturnim sklopom ili u blokovima.	W4
Potpuno trošna stijenska masa	Cijeli volumen stijenske mase je dezintegriran u tlo, ali matična stijena klasta je još uvijek jasno prepoznatljiva.	W5

5.2.2 INŽENJERSKOGEOLOŠKI PROCESI I POJAVE

Okršavanje – Okršavanje je jedno od najizraženijih procesa na karbonatnim terenima, odnosno terenima izgrađenima od vapnenaca i dolomita. Karakterizirano je kemijskim otapanjem stijena pod utjecajem oborinske i podzemne vode. Karbonatne stijene zbog tektonske razlomljenosti imaju vrlo izraženu pukotinsku poroznost. Oborinska voda koja ulazi u pukotine i prsline u stijeni otapa kalcijev karbonat ($CaCO_3$) i odnosi u otopini dublje u podzemlje. Tako se pukotine i prsline sve više proširuju i propuštaju sve više vode, čime se proces ubrzava. Na ovaj način nastaju krški oblici poput škrapa, kaverni, vrtača, udolina ili krških polja. Kada se pukotine dovoljno prošire, zovemo ih kaverne, pa možemo govoriti i o kavernoza poroznosti. U tako nastale šupljine kasnije se zbog promjenjenih uvjeta mogu ponovo istaložiti drugi materijali npr. glina ili kalcit. U krškim područjima najčešće susrećemo više ili većinu ovakvih krških pojava.

Na istraživanom području tijekom bušenja, a kasnije i determinacije jezgre bušenja zabilježeno je više pojava okršavanja u osnovnoj stijeni dolomitičnom vapnencu. Tijekom determinacije jezgre bušenja na više



mjesta zabilježeno je okršavanje u obliku podzemnih šupljina nepravilnog oblika različitih veličina koje su bile u rasponu od nekoliko centimetara do metarskih dimenzija. Šupljine su bile djelomično ili potpuno ispunjene naknadno istaloženim glinovitim materijalom. Najveća kaverna utvrđena je bušotinom S-123-16-16. Glina koja čini ispunu kaverne visoke je plastičnosti i kruto plastične konzistencije, žuto-smeđe do narančasto-smeđe boje. Mjestimično prahovita. Sadrži manganske okside te kršje i odlomke dolomitičnog vapnenca. Odlomci su oštrobriđni, veličine od nekoliko milimetara do preko promjera bušenja. Koeficijent hidrauličke vodljivosti za glinovitu ispunu određen je laboratorijskim ispitivanjima i iznosi 10^{-3} cm/sek.

5.2.3 PODACI ZA PROJEKTIRANJE - STIJENA PODLOGE

Kao podaci za projektiranje u nastavku su dani sljedeći ulazni parametri za osnovnu stijenu dolomitični vapnenac (γK_1^5) i trošne zone osnovne stijene:

- Jednoosna tlačna čvrstoća intaktne stijene - σ_c ,
- Konstanta intaktne stijene - m_i ,
- RQD indeks,
- Geološki indeks čvrstoće (GSI)

Jednoosna tlačna čvrstoća intaktne stijene - σ_c

Jednoosna tlačna čvrstoća intaktnog reprezentativnog uzorka stijene definirana je kao odnos maksimalne sile i površine poprečnog presjeka uzorka. Utvrđena je laboratorijskim ispitivanjima na uzorcima iz ukupno pet bušotina. Detaljni pregled vrijednosti jednoosne tlačne čvrstoće prikazan je u prilogu 6.

Konstanta intaktne stijene - m_i

Konstanta intaktne stijene određena je litološkim sastavom stijenske mase, te na temelju podataka iz stručne literature (Hoek, 1994) pretpostavljena je vrijednosti konstante m_i za mikritni vapnenac do dolomit. Treba napomenuti da konstanta intaktne stijene (m_i) kod sedimentnih i karbonatnih stijena ne ovisi samo o veličini zrna i teksturi nego i o mineralnom sastavu i različitim strukturnim elementima: pakiranju čestica, poroznosti, cementu i dijagenetskim procesima. Hoek napominje da se m_i vrijednost intaktne stijene znatno smanjuje ako slom nastaje po nekoj od predisponiranih ploha oslabljenja.

RQD indeks

Indeks kvalitete jezgre (RQD - Rock Quality Designation) je linearni pokazatelj cjelovitosti stijenske mase, a predstavlja omjer zbroja dužina svih nabušanih komada ("svijeća") jezgre dužih od 10 cm i intervala bušenja. RQD se određuje tijekom determinacije jezgre bušenja na terenu. Što je stijena razlomljenija to je RQD manji, što je stijena kompaktnija, to je RQD veći. Izražava se u postocima.

Geološki indeks čvrstoće (GSI)

GSI klasifikacija se bazira na vizualnoj impresiji strukture stijene i to u pogledu blokovitosti i stanja površine stijenki diskontinuiteta (hrapavost i trošnost). Za izračun GSI-a na jezgri bušenja korišten je izraz kojeg su publicirali Hoek i dr. (2013) a koji glasi:

$$GSI = 1,5J_{cond_{89}} + RQD/2.$$

$J_{cond_{89}}$ je stanje diskontinuiteta opisano i bodovano prema RMR klasifikaciji iz 1989. godine (Bienawski, 1989). Budući da jezgri nije moguće odrediti duljinu diskontinuiteta, za sve setove je pretpostavljena u rasponu od 1 do 3 m). RQD je indeks kvalitete jezgre kako ga je definirao Deere (1963).

GSI u trošnim intervalima je pretpostavljen i iznosi manje od 25. Pod trošnim intervalima se podrazumijevaju intervali koji su mehanički i/ili kemijski trošni. U takvim intervalima najčešće nije moguće prepoznati setove pukotina i njihove značajke zbog čega su polja za vrijednosti „RQD/2“ i „raspon $J_{cond_{89}}$ “ ostavljena prazna. U svim ostalim intervalima GSI je izračunat prema gore navedenom izrazu.



U sljedećoj tablici su prikazane vrijednosti GSI-a po bušotinama.

OZNAKA BUŠOTINE	LITOLOGIJA / STRATIGRAFIJA	RASPON VRIJEDNOSTI GSI-a	GSI U TROŠNIM INTERVALIMA
S-123-16-01	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	50-72	<25
S-123-16-02	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	68-72	<25
S-123-16-03	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	51	-
S-123-16-04	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	41-58	<25
S-123-16-05	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	49-55	<25
S-123-16-06	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	49-55	<25
S-123-16-07	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	49-55	<25
S-123-16-08	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	42-57	<25
S-123-16-10	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	44	<25
S-123-16-11	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	28-39	<25
S-123-16-12	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	47-54	<25
S-123-16-13	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	30-43	<25
S-123-16-14	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	41-52	<25
S-123-16-15	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	29-46	<25
S-123-16-16	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	--	<25
S-123-16-17	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	56	<25
S-123-16-18	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	57-65	<25
S-123-16-19	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	32-49	<25
S-123-16-20	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	40-50	<25
S-123-16-21	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	55-59	<25
S-123-16-22	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	35-45	<25
S-123-16-23	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	--	<25
S-123-16-24	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	51-57	<25
S-123-16-25	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	34-41	<25
S-123-16-26	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	45-65	<25
S-123-16-27	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	47-61	<25
S-123-16-28	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	49-56	<25
S-123-16-29	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	43-56	<25
S-123-16-30	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	48-62	<25
S-123-16-31	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	50-61	<25
S-123-16-32	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	37-45	<25
S-123-16-33	Dolomitični vapnenac (K_1^5)	41-46	<25

U bušotini S-123-16-09 osnovna stijena nije nabušena, pa u tablici nije prikazana, u bušotinama S-123-16-16 i S-123-16-23 osnovna stijena u cijelom intervalu klasificirana kao trošna, a GSI pretpostavljen <25 te u bušotini S-123-16-03 trošna stijena podloge nije registrirana.

Zaključno, za osnovnu stijenu dolomitični vapnenac (K_1^5) mogu se navesti sljedeće GSI vrijednosti.

LITOLOGIJA / STRATIGRAFIJA	RASPON GSI VRIJEDNOSTI			PROSJEČNA MINIMALNA VRIJEDNOST	PROSJEČNA MAXIMALNA VRIJEDNOST	GSI U TROŠNIM INTERVALIMA
	MIN.	PROSJEČNA VRIJEDNOST	MAX.			
Dolomitični vapnenac (K_1^5)	28	50	72	44	54	< 25



Odabir vrijednosti ulaznih parametara stijenske mase izvršen je na temelju inženjerskogeološke determinacije jezgre bušenja, na temelju rezultata laboratorijskih ispitivanja te korištenjem stručne literature. Ulazni parametri su dani u sljedećoj tablici:

Litološki član	σ_c (MPa)	Gustoća intaktna (g/cm ³)	m_i	RQD indeks	Geološki indeks čvrstoće (GSI)	Modul deformabilnosti (GPa)
Dolomitični vapnenac; trošan	-	-		~0	<25	-
Dolomitični vapnenac	59,14-137,40 (UCS, laboratorij) – prosjek 119,94	2,508	±2	42	28-72	30,10-44,60
	67,74-74,44 (iz PLT-a, laboratorij) - prosjek 72,77					(prosjeck 36,08)

Na temelju tablice o ocjeni stijenske mase (preuzeto iz *"Legenda za izradu inženjerskogeološke karte RH, M 1:100 000"*; Institut za geološka istraživanja, dr. Karlo Braun, dipl.ing.geol., Zagreb, 1998.), stijenska masa je okarakterizirana kao vrlo slaba za trošni dolomitični vapnenac i slaba do dobra za dolomitični vapnenac.

GSI	INŽENJERSKOGEOLOŠKA SVOJSTVA
< 20	Vrlo slabe stijenske mase
20 – 40	Slabe stijenske mase
40 – 60	Povoljne stijenske mase
60 – 80	Dobre stijenske mase
> 80	Vrlo dobre stijenske mase

Tablični prikaz ocjene stijenske mase

6 SASTAVI I SVOJSTVA MATERIJALA TEMELJNOG TLA I OSNOVNE STIJENE

6.1 MATERIJALI TEMELJNOG TLA

Istražnim radovima je utvrđeno da na trasi kolektora i crpnim stanicama temeljno tlo izgrađuju naslage pokrivača i podloge. U nastavku se zasebno za svaku crpnu stanicu i trasu cjevovoda, prema genezi i dubini pojavljivanja te fizikalno - mehaničkim svojstvima daju sljedeće grupe materijala / inženjerskogeološke sredine, zajedno sa rezultatima terenskih i laboratorijskih ispitivanja. Detaljan opis sastava i svojstva materijala prikazan je na geotehničkim presjecima bušotina u prilogu 2, dok su vrijednosti laboratorijskih ispitivanja sumarno prikazane u tablici rezultata fizikalnih i mehaničkih svojstava materijala tla u prilogu 6.

6.1.1 CRPNA STANICA PUNTIŽELA

Za crpnu stanicu Puntžela izvedene su dvije istražne bušotine S-123-16-01 i S-123-16-02 dubina 12,0 i 10,0 m. Dubina ukapanja crpne stanice je 5,30 m. Utvrđene se sljedeće vrste materijala temeljnog tla.

grupa materijala	vrsta materijala / geološka determinacija	oznaka materijala	opis materijala
ANTROPOGENI POKRIVAČ			
(1)	NASIP <i>nasip; n; rec</i>	N(GW)	Nasip je izgrađen od kršja i blokova, prema granulometriji je klasificiran kao dobro građurani šljunak, srednje krupan do krupan. Klasti šljunka su oštrobridni. Matična stijena šljunka je vapnenac. Registriran je u obje bušotine do dubine 0,45 m. <u>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA</u> <i>granulometrijski sastav</i> $G = 79,10\%, S = 20,10\%, M + C = 0,80\%$ <i>korelacija VDP-a iz granulometrije prema USBR-u $k = 10^7$ cm/s</i>
TROŠNA STIJENA PODLOGE			
(4)	POVRŠINSKA ZONA TROŠENJA STIJENE PODLOGE I TROŠNA STIJENA PODLOGE DOLOMITIČNI VAPNENAC <i>Donja kreda; ${}_1K_1^5$</i>	$V_{ptr}; {}_1K_1^5$ $V_{tr}; {}_1K_1^5$	Trošnu stijenu podloge izgrađuje dolomitični vapnenac, svjetlosive boje, razlomljen na fragmente veličine od nekoliko mm do preko Ø bušenja. Fragmenti su oštrobridni i imaju prevlaku crvenosmeđe kalcitizirane gline. Registrirana je u obje bušotine ispod sloja nasipa, u bušotini S-123-16-01 u intervalima od 0,40 do 0,60 i 1,70 do 3,10 m i u bušotini S-123-16-02 u intervalu od 0,45 do 2,50 m. <u>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA</u> Sadržaj minerala kalcita – $CaCO_3 = 77,90\%$ Korelirana jednoosna čvrstoća $\sigma_u = 101,42-133,63$ MPa – iz ispitivanja PLT-a Geološki indeks čvrstoće - GSI = < 25
STIJENA PODLOGE			
(5)	DOLOMITIČNI VAPNENAC <i>Donja kreda; ${}_1K_1^5$</i>	$V; {}_1K_1^5$	Stijenu podloge izgrađuje dolomitični vapnenac Dolomitični vapnenac je sitnokristalast rijetko mikritan, svjetlosive i smeđe boje, mjestimično prožet kalicitničnim žilama širine do 3 mm. Stijena podloge registrirana je u obje bušotine ispod površinske zone trošenja stijene podloge u bušotini S-123-16-01 u intervalima od 0,60 do 1,40 i 3,10 do 12,0 m, u bušotini S-123-16-02 u intervalu od 2,50 do 12,00 m. <u>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA</u> <i>Jednoosna tlačna čvrstoća (UCS, MPa) = 137,10</i> <i>Geološki indeks čvrstoće - GSI = 50-72</i>

Napomena: naslage deluvija (grupa materijala 2 i 3) nisu registrirane.



6.1.2 CRPNA STANICA VALBANDON

Za crpnu stanicu Valbandon izvedene su dvije istražne bušotine S-123-16-07 i S-123-16-08 dubine 12,0 m. Dubina ukapanja crpne stanice je 5,75 m. Utvrđene se sljedeće vrste materijala temeljnog tla.

grupa materijala	vrsta materijala / geološka determinacija	oznaka materijala	opis materijala
ATROPOGENI POKRIVAČ			
(1)	NASIP <i>nasip; n; rec</i>	N(CI, GW)	Nasip izgrađen od gline, komada cigle, kršja i blokova koji su oštrobridni i izgrađeni od dolomitičnog vapnenca i pješčenjaka. Registriran je u bušotini S-123-16-07 do dubine 0,70 m i u bušotini S-123-16-08 do dubine 0,80 m. <u>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA</u> <i>granulometrijski sastav</i> $G = 33,10-80,50\%$, $S = 10,80-18,60\%$, $M = 0-49,40\%$, $C = 0-6,70\%$ <i>korelacija VDP-a iz granulometrije prema USBR-u</i> $= 10^0 - 10^{-5}$ cm/s
GEOLOŠKI POKRIVAČ			
(2)	GLINA SA KRŠJEM I BLOKOVIMA DOLOMITIČNOG VAPNENCA kvartar; dl, Q	GC	Geološki pokrivač je izgrađen od kršja, blokova i gline u promjenjivim omjerima, crvenosmeđe boje, prema granulometriji klasificiran kao zaglinjeni šljunak. Matična stijena kršja i odlomaka je dolomitični vapnenac, kršje i odlomci su oštrobridni, veličine od nekoliko mm do preko Ø bušenja. Registriran je u bušotini S-123-16-07 u intervalu od 0,70 – 2,00 m. <u>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA</u> <i>granulometrijski sastav</i> $G = 65,80\%$, $S = 10,70\%$, $M = 20,70\%$, $C = 2,80\%$ <i>korelacija VDP-a iz granulometrije prema USBR-u</i> $k = 10^{-4}$ cm/s
(3)	GLINA kvartar; dl, Q	CI	Glina je srednje plastičnosti, srednje plastične konzistencije, tamno smeđe boje, sadrži oko 10% kršja dolomitičnog vapnenca te mjestimično ostatke korijenja. Registrirana u bušotini S-123-16-08 u intervalu od 0,80 do 1,35 m. <u>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA</u> $w_p=25,70\%$, $w_L=39,47\%$, $I_p=16,97\%$, $I_c=0,60$
TROŠNA STIJENA PODLOGE			
(4)	POVRŠINSKA ZONA TROŠENJA STIJENE PODLOGE I TROŠNA STIJENA PODLOGE DOLOMITIČNI VAPNENAC <i>Donja kreda; ${}_1K_1^5$</i>	$V_{ptr}; {}_1K_1^5$ $V_{tr}; {}_1K_1^5$	Trošnu stijenu podloge izgrađuje dolomitični vapnenac, svjetlosive boje, razlomljen na fragmente veličine od nekoliko mm do preko Ø bušenja. Fragmenti su oštrobridni i mjestimično imaju prevlaku crvenosmeđe kalcitizirane gline. Registrirana je u bušotini S-123-16-07 u intervalu od 2,00 do 4,65 m i u bušotini S-123-16-08 u intervalima od 1,35 do 2,95 i 8,45 do 9,70 m. <i>Geološki indeks čvrstoće - GSI = < 25</i>
STIJENA PODLOGE			
(5)	DOLOMITIČNI VAPNENAC <i>Donja kreda; ${}_1K_1^5$</i>	$V; {}_1K_1^5$	Stijenu podloge izgrađuje dolomitični vapnenac koji je mikritan i rijetko sitnokristalast, svjetlosive boje, mjestimično prožet kalcitičnim žilama širine do 3 mm. Stijena podloge registrirana je u obje bušotine ispod površinske zone trošenja stijene podloge u bušotini S-123-16-07 u intervalu od 4,65 do 12,00 m, i u bušotini S-123-16-08 u intervalima od 2,95 do 8,45 m i 9,70 do 12,00 m. <u>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA</u> <i>Jednoosna tlačna čvrstoća (UCS, MPa)</i> $= 124,56$ <i>Geološki indeks čvrstoće - GSI = 42-57</i>

6.1.3 CRPNA STANICA FAŽANA CENTAR

Za crpnu stanicu Fažana centar izvedene su dvije istražne bušotine S-123-16-14 i S-123-16-15 dubine 12,0 m. Dubina ukapanja crpne stanice je 6,35 m. Utvrđene se sljedeće vrste materijala temeljnog tla.

grupa materijala	vrsta materijala / geološka determinacija	oznaka materijala	opis materijala
ANTROPOGENI POKRIVAČ			
(1)	NASIP – BETON; <i>nasip; n; rec</i>	N(GP)	Nasip je umjetna tvorevina nastala nasipavanjem i betoniranjem. Sastoji se od betona, kršja i blokova, koji su oštrobridni i tupobridni, matična stijena je dolomitični vapnenac. Nasip je registriran u bušotini S-123-16-14 do dubine 0,40 i S-123-16-15 do dubine 0,35 m. <u>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA</u> <i>granulometrijski sastav</i> $G = 91,80\%$, $S = 8,00\%$, $M + C = 0,20\%$ <i>korelacija VDP-a iz granulometrije prema USBR-u</i> $k = 10^1 \text{ cm/s}$
GEOLOŠKI POKRIVAČ			
(2)	GLINA SA BLOKOVIMA I ODLOMCIMA DOLOMITIČNOG VAPNENCA kvartar; dl, Q	CH	Glina je visoke plastičnosti, kruto plastične konzistencije, smeđe boje sadrži oštrobridne odlomke i blokove. Registrirana je u bušotini S-123-16-14 u intervalu od 0,40 do 0,90 m i u bušotini S-123-16-15 u intervalu od 0,35 do 0,80 m. <u>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA</u> $w_o = 22,84\%$, $w_L = 57,98\%$, $I_P = 19,92\%$, $I_c = 0,92$ <i>granulometrijski sastav</i> $G = 10,60-11,70\%$, $S = 3,50-14,90\%$, $M = 41,90-47,00\%$, $C = 31,50-38,80\%$
TROŠNA STIJENA PODLOGE			
(4)	POVRŠINSKA ZONA TROŠENJA STIJENE PODLOGE I TROŠNA STIJENA PODLOGE DOLOMITIČNI VAPNENAC <i>Donja kreda; ${}_1K_1^5$</i>	$V_{\text{otr}}; {}_1K_1^5$ $V_{\text{tr}}; {}_1K_1^5$	Trošnu stijenu podloge izgrađuje dolomitični vapnenac, svjetlosive boje, razlomljen na fragmente veličine od 1 cm do preko Ø bušenja. Fragmenti su oštrobridni i imaju mjestimično ispunu od crvenosmeđe gline i prevlaku crvenosmeđe kalcitizirane gline. Registrirana je u bušotini S-123-16-14 u intervalima od 0,90 do 2,65 m i 4,00 do 7,00 m te u bušotini S-123-16-15 u intervalima od 0,80 do 2,65, 5,25 do 6,95 i 7,70 do 8,70 m. <i>Geološki indeks čvrstoće - GSI = < 25</i>
STIJENA PODLOGE			
(5)	DOLOMITIČNI VAPNENAC <i>Donja kreda; ${}_1K_1^5$</i>	$V; {}_1K_1^5$	Stijenu podloge izgrađuje dolomitični vapnenac, mikritan i sitnokristalast, svjetlosive do bijele boje. Stijena podloge registrirana je u bušotini S-123-16-14 u intervalima od 2,65 do 4,00 i 7,00 do 12,00 m i u bušotini od S-123-16-15 u intervalima od 2,65 do 5,25 m, 6,95 do 7,70 i 8,70 do 12,00 m. <u>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA</u> <i>Jednoosna tlačna čvrstoća (UCS, MPa) = 107,14</i> <i>Geološki indeks čvrstoće - GSI = 37-52</i>

Napomena: naslage deluvija (grupa materijala 3) nisu registrirane.

6.1.4 CRPNA STANICA FAŽANA BADEL

Za crpnu stanicu Fažana Badel izvedene su dvije istražne bušotine S-123-16-19 i S-123-16-20 dubine 12,0 m. Dubina ukapanja crpne stanice je 5,75 m. Utvrđene se sljedeće vrste materijala temeljnog tla.

grupa materijala	vrsta materijala / geološka determinacija	oznaka materijala	opis materijala
ANTROPOGENI POKRIVAČ			
(1)	NASIP <i>nasip; n; rec</i>	-	Nasip je izgrađen kršja, odlomaka, gline te komada cigle i metala. Fragmenti su oštrobriđni veličine od par mm do 6 cm. Matična stijena kršja i blokova je vapnenac. Registriran je u bušotini S-123-16-19 do dubine 0,50 m.
GEOLOŠKI POKRIVAČ			
(3)	GLINA SREDNJE PLASTIČNOSTI kvartar; dl, Q	CI	Glina je srednje plastičnosti, kruto plastične konzistencije, crvenosmeđe boje, sadrži 5 - 10 % oštrobriđnog kršja. Registrirana je u bušotini S-037-16-19 u intervalu 0,50 - 1,60 m i u bušotini S-037-16-20 u intervalu od 0,00 – 1,50 m <u>TERENSKA ISPITIVANJA</u> Džepni penetrometar - $q_u = 180-275 \text{ kPa}$ Džepna krilna sonda - $c_u = 90-175 \text{ kPa}$ Džepna krilna sonda - $c_{ur} = 28-40 \text{ kPa}$ <u>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA</u> $w_o = 21,87-23,15\%$, $w_L = 40,2-47,99\%$, $I_p = 24,62-24,78\%$, $I_c = 0,74-1,00$, $\gamma = 1,94-2,02 \text{ g/cm}^3$, $q_u = 171 \text{ kPa}$, $c = 2,9-7,3 \text{ kPa}$, $\phi = 22,3-26,9^\circ$ $M_s (\sigma_{50} \text{ kPa}) = 2,3-2,6 \text{ MPa}$; $M_s (\sigma_{100} \text{ kPa}) = 3,2-3,8 \text{ MPa}$; $M_s (\sigma_{200} \text{ kPa}) = 4,3-5 \text{ MPa}$; $k = 10^{-7}-10^{-8} \text{ cm/s}$
TROŠNA STIJENA PODLOGE			
(4)	POVRŠINSKA ZONA TROŠENJA STIJENE PODLOGE I TROŠNA STIJENA PODLOGE DOLOMITIČNI VAPNENAC <i>Donja kreda; ${}_1K_1^5$</i>	$V_{ptr}; {}_1K_1^5$ $V_{tr}; {}_1K_1^5$	Trošnu stijenu podloge izgrađuje dolomitični vapnenac, svjetlosive boje, razlomljen na fragmente veličine od par mm do preko Ø bušenja. Fragmenti su oštrobriđni i imaju prevlaku crvenosmeđe kalcitizirane gline. Registrirana je u bušotini S-123-16-19 u intervalu od 1,60 do 3,6 m te u bušotini S-123-16-20 u intervalima od 1,50 do 2,70, 4,25 do 8,80 i od 10,00 do 11,50 m. <i>Geološki indeks čvrstoće - $GSI = < 25$</i>
STIJENA PODLOGE			
(5)	DOLOMITIČNI VAPNENAC <i>Donja kreda; ${}_1K_1^5$</i>	$V; {}_1K_1^5$	Stijenu podloge izgrađuje dolomitični vapnenac, sitnokristalast i mikritan, svjetlosive boje. Stijena podloge je registrirana u obje bušotine ispod površinske zone trošenja stijene podloge u bušotini S-123-16-19 u intervalu 3,60 do 12,00 m i u bušotini S-123-16-20 u intervalima od 2,70 do 4,25, 8,80 do 10,00 i od 11,50 do 12,00 m. <u>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA</u> Sadržaj minerala kalcita – $\text{CaCO}_3 = 70,64\%$ Korelirana jednoosna čvrstoća $\sigma_u = 68,07 - 101,93 \text{ MPa}$ – iz ispitivanja PLT-a <i>Geološki indeks čvrstoće - $GSI = 32-50$</i>

Napomena: naslage deluvija (grupa materijala 2) nisu registrirane.



6.1.5 TRASA CJEVOVODA

Za trasu cjevovoda izvedeno je 25 bušotina dubina 4,00 do 8,00 m. Dubina ukapanja trase cjevovoda je najmanje 0,86 m a najviše 5,36 m. Utvrđene se sljedeće vrste materijala temeljnog tla.

grupa materijala	vrsta materijala / geološka determinacija	oznaka materijala	opis materijala
ANTROPOGENI POKRIVAČ			
-	HUMUS	-	Humus je površinski sloj debljine od 0,10 do 0,30 m (vegetacija - trava). Registriran je u bušotinama S-123-16-03, S-123-16-04, S-123-16-05, S-123-16-09, S-123-16-12, S-123-16-13, S-123-16-16, S-123-16-18 i S-123-16-28.
(1)	NASIP <i>nasip; n; rec</i>	N(GW, CH)	Nasip je umjetna tvorevina nastala nasipavanjem i betoniranjem. Nasip je izgrađen od kršja, odlomaka, blokova, gline te rijeđe od betona, komada cigle i keramičkih pločica. Fragmenti su oštrobriđni veličine od par mm do preko Ø bušenja cm. Matična stijena kršja, odlomaka i blokova je vapnenac. Registriran je u bušotini S-123-16-09 u intervalu od 0,20 do 3,50 m, u bušotini S-123-16-10 u intervalu od 0,00 do 0,28 m, u bušotini S-123-16-11 u intervalu od 0,00 do 0,30 m, u bušotini S-123-16-16 u intervalu od 0,20 do 0,65 m, u bušotini S-123-16-17 u intervalu od 0,00 do 2,50 m, u bušotini S-123-16-09 u intervalu od 0,20 do 3,50 m, u bušotini S-123-16-21 u intervalu od 0,00 do 0,40 m, u bušotini S-123-16-22 u intervalu od 0,00 do 0,30 m, u bušotini S-123-16-22 u intervalu od 0,00 do 0,20 m, u bušotini S-123-16-24 u intervalu od 0,00 do 0,70 m, u bušotini S-123-16-25 u intervalu od 0,00 do 0,15 m, u bušotini S-123-16-09 u intervalu od 0,20 do 3,50 m, u bušotini S-123-16-30 u intervalu od 0,00 do 0,25 m, u bušotini S-123-16-31 u intervalu od 0,00 do 0,10 m, u bušotini S-123-16-32 u intervalu od 0,00 do 1,00 m i u bušotini S-123-16-33 u intervalu od 0,00 do 0,10 m. <u>TERENSKA ISPITIVANJA:</u> Standardni penetracijski test SPT $N=18 > 50$ udarac/30 cm. <u>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA:</u> $w_c=35,52\%$, $w_L=51,19\%$, $w_P=17,97$, $I_P=33\%$, $I_c=0,47$ granulometrijski sastav $G=69,60-81,40\%$, $S=10,20-23,80\%$, $M=12,00-13,70\%$, $C=3,40-4,30\%$
GEOLOŠKI POKRIVAČ			
(2)	GLINA SA KRŠJEM, ODLOMCIMA I BLOKOVIMA DOLOMITIČNOG VAPNENCA kvartar; dl, Q	CL, CI,	Glina je niske i srednje plastičnosti, meko i kruto plastične konzistencije, rijeđe srednje plastične konzistencije, crvenosmeđe i tamno smeđe boje, sadrži oštrobriđno kršje, odlomke i blokove vapnenačkog porijekla. Registrirana je u bušotini S-123-16-03 u intervalu od 2,00 do 2,60 m, u bušotini S-123-16-04 u intervalu od 0,10 do 0,30 m, u bušotini S-123-16-05 u intervalu od 0,15 do 0,40, u bušotini S-123-16-21 u intervalu od 0,40 do 2,00 m, u bušotini S-123-16-25 u intervalu od 0,15 do 0,45 m, u bušotini S-123-16-27 u intervalu od 0,10 do 0,70 m, u bušotini S-123-16-28 u intervalu od 0,00 do 0,30 m, u bušotini S-123-16-29 u intervalu od 0,00 do 0,40 m, u bušotini S-123-16-30 u intervalu od 0,25 do 0,55 m i u bušotini S-123-16-31 u intervalu od 0,10 do 0,25 m. <u>TERENSKA ISPITIVANJA:</u> Džepni penetrometar - $q_u = 350 \text{ kPa}$ Džepna krilna sonda - $c_u = 175 \text{ kPa}$ Džepna krilna sonda - $c_{ur} = 88 \text{ kPa}$ <u>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA:</u> granulometrijski sastav $G=16,90-33,60\%$, $S=4,40-17,20\%$, $M=47,60-62,70\%$, $C=6,70-12,10\%$ korelacija VDP-a iz granulometrije prema USBR-u $k=10^{-6} \text{ cm/s}$



(3)	GLINA NISKE, SREDNJE I VISOKE PLASTIČNOSTI kvartar; dl, Q	CL, CI, CH	<p>Glina je niske, srednje i visoke plastičnosti, kruto plastične konzistencije, rijede srednje plastične konzistencije, crvenosmeđe i tamno smeđe boje, mjestimično sadrži nešto oštrobriđnog kršja i odlomaka vapnenačkog porijekla. Registrirana je u bušotini S-123-16-03 u intervalu od 0,20 do 2,00 m, u bušotini S-123-16-06 u intervalu od 0,00 do 1,14 m, u bušotini S-123-16-09 u intervalu od 3,50 do 8,45 m, u bušotini S-123-16-10 u intervalu od 0,28 do 0,55 m, u bušotini S-123-16-11 u intervalu od 0,30 do 2,45 m, u bušotini S-123-16-12 u intervalu od 0,10 do 0,70 m, u bušotini S-123-16-13 u intervalu od 0,10 do 1,00 m, u bušotini S-123-16-16 u intervalu od 0,65 do 0,90 m, u bušotini S-123-16-18 u intervalu od 0,10 do 1,90 m, u bušotini S-123-16-24 u intervalu od 0,70 do 1,00 m, u bušotini S-123-16-26 u intervalu od 0,00 do 0,50 m.</p> <p>TERENSKA ISPITIVANJA: Standardni penetracijski test SPT $N=26-50$ udarac/30 cm. Džepni penetrometar - $q_u = 70-450$ kPa Džepna krilna sonda - $c_u = 25-218$ kPa Džepna krilna sonda - $c_{ur} = 13-65$ kPa</p> <p>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA: $w_o = 12,06-29,32\%$, $w_L = 34,09-62,07\%$, $w_P = 17,69-23,28$, $I_P = 14,59-38,79\%$, $I_c = 0,59-1,22$, $\gamma = 1,53-1,98$ g/cm³, granulometrijski sastav $G = 0,20-8,60\%$, $S = 3,60-12,40\%$, $M = 39,60-50,60\%$, $C = 28,40-49,10\%$ $c = 3,20-10,60$ kPa $\phi = 20,30-27,90$ (direktno smicanje) $q_u = 91,00-251,00$ kPa. $M_s (\sigma_{50}$ kPa) = $2,40-7,30$ MPa; $M_s (\sigma_{100}$ kPa) = $2,40-6,60$ MPa; $M_s (\sigma_{200}$ kPa) = $3,10-8,50$ MPa; $k = 10^{-6}-10^{-8}$ cm/s</p>
TROŠNA STIJENA PODLOGE			
(4)	POVRŠINSKA ZONA TROŠENJA STIJENE PODLOGE I TROŠNA STIJENA PODLOGE DOLOMITIČNI VAPNENAC Donja kreda; ${}_1K_1^5$	$V_{ptr}; {}_1K_1^5$ $V_{tr}; {}_1K_1^5$	<p>Trošnu podlogu izgrađuje dlomitični vapnenac, svijetlo sive boje, sitnokristalast do mikritan, razlomljen na oštrobriđne fragmente, rijetko tupobriđne i poulzaobljene, veličine od par mm do preko Ø bušenja. Fragmenti generalno imaju prevlaku od crvenosmeđe kalcitizirane gline i rijede ispunu od crvenosmeđe gline. Mjestimično su vdiljivi tragovi okršavanja. Registrirana je u bušotini S-123-16-04 u intervalima od 0,60 do 2,45 i 3,90 do 6,00 m, u bušotini S-123-16-05 u intervalu od 0,40 do 1,75 m, u bušotini S-123-16-06 u intervalu od 1,14 do 2,45 m, u bušotini S-123-16-10 u intervalu od 0,55 do 4,60 m, u bušotini S-123-16-11 u intervalu od 2,45 do 2,93 m, u bušotini S-123-16-12 u intervalima od 0,70 do 1,70 i 3,00 do 3,70 m, u bušotini S-123-16-13 u intervalu od 1,00 do 1,90 m, u bušotini S-123-16-16 u intervalu od 0,90 do 6,50 m, u bušotini S-123-16-17 u intervalu od 2,50 do 2,75 m, u bušotini S-123-16-18 u intervalu od 1,90 do 3,00 m, u bušotini S-123-16-21 u intervalu od 2,00 do 2,40 m, u bušotini S-123-16-22 u intervalu od 0,30 do 1,00 m, u bušotini S-123-16-23 u intervalu od 0,20 do 4,00 m, u bušotini S-123-16-24 u intervalu od 1,00 do 4,30 m, u bušotini S-123-16-25 u intervalu od 0,45 do 1,50 m, u bušotini S-123-16-26 u intervalima od 0,50 do 1,73, od 3,00 do 3,72 i od 6,50 do 7,00 m, u bušotini S-123-16-27 u intervalima od 0,70 do 1,50 i 3,35 do 4,15 m, u bušotini S-123-16-28 u intervalima od 0,30 do 1,12 i 1,52 do 2,23 m, u bušotini S-123-16-29 u intervalu od 0,40 do 1,35 m, u bušotini S-123-16-30 u intervalu od 0,55 do 1,30 m, u bušotini S-123-16-31 u intervalu od 0,25 do 1,40 m, u bušotini S-123-16-32 u intervalima od 1,00 do 1,70 i 2,55 do 3,55 m i u bušotini S-123-16-33 u intervalu od 0,45 do 0,70 m.</p> <p>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA Korelirana jednoosna čvrstoća $\sigma_u = 95,11 - 102,37$ MPa – iz ispitivanja PLT-a Geološki indeks čvrstoće - $GSI = <25$</p>



STIJENA PODLOGE			
(5)	DOLOMITIČNI VAPNENAC <i>Donja kreda; ${}_1K_1^5$</i>	$V; {}_1K_1^5$	<p>Stijenu podloge izgrađuje dolomitični vapnenac, sitnokristalast i mikritan, mjestimično krupnokristalaste građe, svjetlosive i mjestimično žućkaste boje. Mjestimično su vidljivi znakovi okršavanja u obliku nepravilnih šupljina djelomično ispunjenih kalciton i glinom. Stijena podloge je registrirana u bušotini S-123-16-19 u intervalu od 2,60 do 4,00 m, u bušotini S-123-16-04 u intervalima od 0,60 do 2,45 i 3,90 do 6,00 m, u bušotini S-123-16-05 u intervalu od 1,75 do 5,00 m, u bušotini S-123-16-06 u intervalu od 12,45 do 5,00 m, u bušotini S-123-16-10 u intervalu od 4,60 do 7,00 m, u bušotini S-123-16-11 u intervalu od 2,93 do 4,00 m, u bušotini S-123-16-12 u intervalima od 1,70 do 3,00 i 3,70 do 5,00 m, u bušotini S-123-16-13 u intervalu od 1,90 do 5,00 m, u bušotini S-123-16-17 u intervalu od 2,75 do 4,00 m, u bušotini S-123-16-18 u intervalu od 3,00 do 7,00 m, u bušotini S-123-16-21 u intervalu od 2,40 do 4,00 m, u bušotini S-123-16-22 u intervalu od 1,00 do 4,00 m, u bušotini S-123-16-24 u intervalu od 4,30 do 5,00 m, u bušotini S-123-16-25 u intervalu od 1,50 do 5,00 m, u bušotini S-123-16-26 u intervalima od 1,73 do 3,00 i 3,72 do 6,50 m, u bušotini S-123-16-27 u intervalima od 1,50 do 3,35 i 4,15 do 7,00 m, u bušotini S-123-16-05 u intervalu od 1,75 do 5,00 m, u bušotini S-123-16-28 u intervalima od 1,12 do 1,52 i 2,23 do 6,00 m, u bušotini S-123-16-29 u intervalu od 1,35 do 5,00 m, u bušotini S-123-16-30 u intervalu od 1,30 do 8,00 m, u bušotini S-123-16-31 u intervalu od 1,40 do 5,60 m, u bušotini S-123-16-32 u intervalima od 1,70 do 2,55 i 3,55 do 5,00 m i u bušotini S-123-16-33 u intervalu od 0,70 do 4,50 m.</p> <p><u>LABORATORIJSKA ISPITIVANJA</u> <i>Sadržaj minerala kalcita – CaCO_3 = 71,28 - 75,55%</i> <i>Jednoosna tlačna čvrstoća (UCS, MPa) = 59,14 - 171,44</i> <i>Korelirana jednoosna čvrstoća σ_u = 29,50 – 102,98 MPa – iz ispitivanja PLT-a</i> <i>Geološki indeks čvrstoće - GSI= 28-65</i></p>

6.2 PODZEMNA VODA

Tijekom provođenja terenskih radova praćena je pojava (PPV) i razina (RPV) podzemne vode. Opažanja su vršena od ušća bušotine, a podaci o registriranim razinama su prikazani u sljedećoj tablici:

OZNAKA BUŠOTINE	DATUM IZVOĐENJA (dd.mm.gggg.)	DATUM MJERENJA (dd.mm.gggg.)	KOTA UŠĆA BUŠOTINE (m n.m.)	POJAVA PODZEMNE VODE PPV (m)	RAZINA PODZEMNE VODE RPV (m / m n.m.)	
S-123-16-01	30.11.2016.	01.12.2016.	1,93	1,10	1,60	0,33
S-123-16-02	01.12.2016.	24.01.2017.	2,17	1,20	1,90	0,27
S-123-16-03	20.12.2016.	13.01.2017.	2,08	NIJE REGISTRIRANO	1,15	0,93
S-123-16-04	21.12.2016.	23.01.2017.	4,46	NIJE REGISTRIRANO	4,30	0,16
S-123-16-05	21.12.2017.	24.01.2017.	1,47	NIJE REGISTRIRANO	2,00	-0,53
S-123-16-06	21.12.2016.	23.01.2017.	1,53	NIJE REGISTRIRANO	1,30	0,23
S-123-16-07	06.12.2016.	07.12.2016.	1,09	0,60	1,00	0,09
S-123-16-08	07.12.2016.	24.01.2017.	1,61	NIJE REGISTRIRANO	1,40	0,21
S-123-16-09	09.12.2016.	12.12.2016.	5,51	NIJE REGISTRIRANO	SUHA/PROHODNA DO 8,00	--
S-123-16-10	03.01.2017.	04.01.2017.	9,45	NIJE REGISTRIRANO	4,00	5,45
S-123-16-11	22.12.2016.	24.01.2017.	16,27	NIJE REGISTRIRANO	SUHA/ZARUŠENA DO 2,30	--
S-123-16-12	04.01.2017.	23.01.2017.	12,86	NIJE REGISTRIRANO	SUHA/ZARUŠENA DO 2,50	--
S-123-16-13	04.01.2017.	24.01.2017.	6,81	NIJE REGISTRIRANO	SUHA/ZARUŠENA DO 2,00	--
S-123-16-14	19.12.2016.	24.01.2017.	2,26	NIJE REGISTRIRANO	1,75	0,51
S-123-16-15	15.12.2016.	24.01.2017.	2,72	NIJE REGISTRIRANO	2,25	0,47
S-123-16-16	05.01.2017.	09.01.2017.	2,21	NIJE REGISTRIRANO	2,00	0,21
S-123-16-17	05.01.2017.	23.01.2017.	1,32	NIJE REGISTRIRANO	1,00	0,32
S-123-16-18	09.01.2017.	23.01.2017..	4,52	NIJE REGISTRIRANO	SUHA/ZARUŠENA DO 3,20	--
S-123-16-19	14.12.2016.	15.12.2016.	2,35	NIJE REGISTRIRANO	1,70	0,65
S-123-16-20	12.12.2016.	24.01.2017.	1,87	NIJE REGISTRIRANO	1,80	0,07
S-123-16-21	10.01.2017.	24.01.2017.	12,96	NIJE REGISTRIRANO	1,80	11,16
S-123-16-22	10.01.2017.	11.01.2017.	29,58	NIJE REGISTRIRANO	3,00	26,58
S-123-16-23	10.01.2017.	24.01.2017.	36,34	NIJE REGISTRIRANO	2,80	33,54
S-123-16-24	11.01.2017.	24.01.2017.	33,21	NIJE REGISTRIRANO	3,65	29,56
S-123-16-25	12.01.2017.	13.01.2017.	23,92	NIJE REGISTRIRANO	1,30	22,62
S-123-16-26	16.01.2017.	24.01.2017.	23,11	NIJE REGISTRIRANO	5,90	17,21
S-123-16-27	16.01.2017.	24.01.2017.	21,32	NIJE REGISTRIRANO	4,50	16,82
S-123-16-28	17.01.2017.	24.01.2017.	18,49	NIJE REGISTRIRANO	5,35	13,14
S-123-16-29	17.01.2017.	24.01.2017.	15,15	NIJE REGISTRIRANO	SUHA/PROHODNA DO 5,00	--
S-123-16-30	18.01.2017.	24.01.2017.	15,87	NIJE REGISTRIRANO	SUHA/PROHODNA DO 8,00	--
S-123-16-31	19.01.2017.	24.01.2017.	11,87	NIJE REGISTRIRANO	2,30	9,57



OZNAKA BUŠOTINE	DATUM IZVOĐENJA (dd.mm.gggg.)	DATUM MJERENJA (dd.mm.gggg.)	KOTA UŠĆA BUŠOTINE (m n.m.)	POJAVA PODZEMNE VODE PPV (m)	RAZINA PODZEMNE VODE RPV (m / m n.m.)	
S-123-16-32	23.01.2017.	23.01.2017.	112,51	NIJE REGISTRIRANO	SUHA/ZARUŠENA DO 0,75	--
S-123-16-33	20.01.2017.	24.01.2017.	128,54	NIJE REGISTRIRANO	1,85	126,69

Registrirane razine podzemne vode se odnose na period provođenja istražnog bušenja (30.11.2016. do 24.01.2017.).

Bušenje u stijeni podloge je izvedeno uz korištenje vodne isplake za hlađenje bušačkog pribora te stoga pojava podzemne vode nije mogla biti registrirana. U bušotinama na trasi cjevovoda u zoni obale mora razina podzemne vode se generalno poklapa sa razinom mora i ovisi o oscilacijama plime i oseke. Rezultati mjerenja prikazani su na logovima bušotina u prilogu 2.

6.3 OCJENA VODOPROPUSNOST STIJENSKE MASE

Za potrebe izrade glavnog geotehničkog projekta dana je ocjena vodopropusnosti stijenske mase.

Za ocjenu vodopropusnosti stijenske mase na području aglomeracije Pula sjever korištena je vrijednost RQD-a jer nije rađen in-situ test ispitivanja vodopropusnosti stijenske mase metodom Lugeon. Napravljena je korelacija prema dobivenim vrijednostima RQD-a u bušotinama i vrijednostima vodopropusnosti dane u tablici stanja stijenske mase ovisno o različitim vrijednostima Lugeona (Fell, 2005.).

Lugeon Range	Classification	Hydraulic Conductivity Range (cm/sec)	Condition of Rock Mass Discontinuities	Reporting Precision (Lugeons)
<1	Very Low	$< 1 \times 10^{-5}$	Very tight	<1
1-5	Low	$1 \times 10^{-5} - 6 \times 10^{-5}$	Tight	± 0
5-15	Moderate	$6 \times 10^{-5} - 2 \times 10^{-4}$	Few partly open	± 1
15-50	Medium	$2 \times 10^{-4} - 6 \times 10^{-4}$	Some open	± 5
50-100	High	$6 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-3}$	Many open	± 10
>100	Very High	$> 1 \times 10^{-3}$	Open closely spaced or voids	>100

Stanje stijenske mase ovisno o različitim vrijednostima Lugeona

Korelacija RQD-a sa vrijednostima Lugeona prikazana je u sljedećoj tablici

Vrijednost RQD-a	Raspon Lugeona	Klasifikacija vodopropusnosti	Raspon hidruličke provodljivosti
90-100	<5	Mala do vrlo mala	$< 6 \times 10^{-5}$
75-90	5-15	Umjerena	$6 \times 10^{-5} - 2 \times 10^{-4}$
50-75	15-50	Srednja	$2 \times 10^{-4} - 6 \times 10^{-4}$
25-50	50-100	Velika	$6 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-3}$
<25	>100	Vrlo velika	$> 1 \times 10^{-3}$

Trošnu stijenu podloge izgrađuje dolomitični vapnenac čija poroznost je pukotinska i kavernoza, a vodopropusnost promjenjiva ovisno o stupnju trošnosti i degradacije, pretpostavlja se da je vrlo velika ($k > 1 \times 10^{-3}$ cm/s).

Stijenu podloge izgrađuje dolomitični vapnenac čija poroznost je pukotinska kavernoza, a vodopropusnost je generalno mala do vrlo mala ($k < 6 \times 10^{-5}$ cm/s).



6.4 PARAMETRI TLA

U skladu sa rezultatima provedenih istražnih radova, a prema svojim karakteristikama, materijali temeljnog tla (pokrivača i podloge) se na istraživanom području mogu grupirati u sljedeće vrste:

ANTROPOGENI POKRIVAČ

- Humus, nasip (N)

GEOLOŠKI POKRIVAČ

- Glina sa kršjem, odlomcima i blokovima dolomitičnog vapnenca - kvartar; dl, Q (CL, CI, CH, GC)
- Glina niske, srednje i visoke plastičnosti - kvartar; dl, Q (CL, CI, CH)

STIJENA PODLOGE

- Dolomitični vapnenac - naslage Alba - donja Kreda ($1K_1^5$)

U sljedećoj tablici je za materijale pokrivača dan raspon vrijednosti parametara tla kao okvir za potrebe daljnjeg projektiranja. Parametri su definirani na temelju provedenih terenskih radova, prema saznanjima iz stručne literature te iskustva sa istovrsnim materijalima.

	GLINA SA BLOKOVIMA I ODLOMCIMA DOLOMITIČNOG VAPNENCA (grupa materijala 2)	GLINA NISKE, SREDNJE I VISOKE PLASTIČNOSTI (grupa materijala 3)
Zapreminska težina ⁴ γ (kN/m ³)	19-21	19 – 20
Efektivna kohezija c' (kPa)	2 - 10	10 - 25
Efektivni kut unutrašnjeg trenja ϕ' (°)	20 - 30	15 - 20
Nedrenirana čvrstoća C_u (kPa)	100 - 200	100 -150
SPT N (ud/30cm)	--	26 - >50
Modul stišljivosti M_s (MPa)	2 -15	2 - 15
Vodopropusnost k (cm/s)	$10^{-4} - 10^{-6}$	$10^{-6} - 10^{-8}$

Prema odredbama Eurokoda 7 karakteristične vrijednosti parametara tla odabire projektant kao opreznu procjenu vrijednosti koja utječe na pojavu graničnog stanja (sastavni dio geotehničkog projekta).

Podaci za projektiranje odnosno ulazni parametri (σ_c , m_i , RQD, GSI) za čvrstu stijenu podloge (grupa materijala 4 i 5) prikazani su u točki 5.3.3.

⁴ Zapreminska težina materijala ispod razine podzemne vode umanjuje se za težinu vode ($\gamma'=\gamma-10$ kN/m³)



7 KATEGORIZACIJA ISKOPA

Za iskop materijala u svrhu izgradnje trase cjevovoda u nastavku je dana procjena kategorije iskopa za pojedina naselja:

1) Valbandon - prema procjeni oko 59% trase cjevovoda pripada kategoriji C, oko 32% kategoriji B i oko 9% kategoriji A.

2) Fažana - prema procjeni oko 52% trase cjevovoda pripada kategoriji C, oko 34% kategoriji B i oko 14% kategoriji A.

3) Peroj - prema procjeni oko 18% trase cjevovoda pripada kategoriji C, oko 32% kategoriji B i oko 50% kategoriji A.

4) Galižana - prema procjeni oko 29% trase cjevovoda pripada kategoriji C, oko 23% kategoriji B i oko 48% kategoriji A.

Kategorizacija materijala je izvršena na temelju općih odredbi za kategorizaciju materijala u iskopu, navedenih u dokumentu: "Opći tehnički uvjeti za radove na cestama", Institut Građevinarstva Hrvatske, Zagreb, Janka Rakuše 1; prosinac 2001.

Iz navedene dokumentacije preuzet je opis pojedinih kategorija iskopa koji je dan u nastavku:

Iskop u materijalu kategorije "A"

Pod materijalom kategorije "A" razumijevaju se svi čvrsti materijali, gdje je potrebno miniranje kod cijelog iskopa. Toj skupini pripadaju sve vrste čvrstih i veoma čvrstih kamenih tala kompaktnih stijena (eruptivnih, metamornih i sedimentnih) u zdravom stanju, uključujući i moguće tanje slojeve rastresitog materijala na površini, ili takve stijene s mjestimičnim gnijezdima ilovače i lokalnim trošnim ili zdrobljenim zonama. U ovu se kategoriju ubrajaju i tla koja sadrže više od 50% samaca većih od 0,5 m³, za čiji je iskop također potrebno miniranje.

Iskop u materijalu kategorije "B"

Pod materijalom kategorije "B" razumijevaju se polučvrsta kamenita tla, gdje je potrebno djelomično miniranje, a ostali se dio iskopa obavlja izravnim strojnim radom. Toj skupini materijala pripadaju: flišni materijali, uključujući i rastresiti materijal, homogeni lapori, trošni pješčenjaci i mješavine lapora i pješčenjaka, većina dolomita (osim vrlo kompaktnih), raspadnute stijene na površini u debljim slojevima s miješanim raspadnutim zonama, jako zdrobljeni vapnenac, sve vrste škriljaca, neki konglomerati i slični materijali.

Iskop u materijalu kategorije "C"

Pod materijalom kategorije "C" podrazumijevaju se svi materijali koje nije potrebno minirati, nego se mogu kopati izravno, upotrebom pogodnih strojeva - buldozerom, bagerom, ili skreperom. U ovu kategoriju spadala bi:

- sitnozrnata vezana (koherentna) tla kao što su gline, prašine, prašinate gline (ilovače), pjeskovite prašine i les,

- krupnozrnata nevezana (nekoherentna) tla kao što su pijesak, šljunak odnosno njihove mješavine, prirodne kamene drobine - siparišni ili slični materijali,

- mješovita tla koja su mješavina krupnozrnatih nevezanih i sitnozrnatih vezanih materijala.

Procjenu kategorije iskopa na kolektorima pruža sljedeća tablica.

Trasa cjevovoda za naselje	Duljina cjevovoda (m)	Kategorija iskopa		
		A (%)	B (%)	C (%)
Valbandon	4571,44	9	32	59
Fažana	2947,25	14	34	52
Peroj	3491,50	50	32	18
Galižana	948,15	49	23	29
UKUPNO	11958,34	26	33	41

8 ZAKLJUČAK

Za potrebe izrade glavnog geotehničkog projekta za projekt Sustava odvodnje otpadnih voda naselja Štinjan, Valbandon, Fažana, Peroj, Galižana i Vodnjan izvedeni su geotehnički istražni radovi kojima su prikupljeni podaci o uslojenosti, sastavu i svojstvima temeljnog tla, podaci o razini podzemne vode.

Sažetak istražnih radova

Predmetni sustav odvodnje otpadnih voda aglomeracije Pula sjever je linijski objekti odvodnje, a sastoji se od gravitacijskih kolektora i tlačnih cjevovoda te četiri crpne stanice koji sve otpadne vode odvođe na jedan zajednički UPOV. Značajke lokacije prikazane su u poglavlju 2.

Seizmološki podaci dani su u poglavlju 3, a rezime je sljedeći.

Maksimalni intenzitet očekivanih potresa prema MSC skali
 - $I_{max} = 5^{\circ}$ MCS za povratni period od 100 godina
 - $I_{max} = 7^{\circ}$ MCS za povratni period od 500 godina
 Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A
 - $agR = 0,045-0,048$ za povratni period 95 godina
 - $agR = 0,084-0,093$ g za povratni period 475 godina
 Lokalno temeljno tlo je klasificirano u TIP A prema Ec8.

Prema klasifikaciji iz Eurokoda 7 koja razmatra složenost i rizičnost geotehničke konstrukcije ili zahvat te uvjete u tlu, određena je 2. geotehnička kategorija.

Opis provedenih geotehničkih istražnih radova dan je poglavlju 4, a rezultati geotehničkih istražnih radova prikazani su na geotehničkim presjecima bušotina u prilogu 2.

Geološke značajke šireg područja, inženjerskogeološke značajke lokacije i naslaga te podaci za projektiranje za stijenu podloge dani su u poglavlju 5. Izdvojene su sljedeće inženjerskogeološke jedinice:

Antropogeni pokrivač:

- Humus
- Nasip (n; rec) n - grupa materijala (1)

Geološki pokrivač:

- Deluvijalni nanos (dl; Q) - grupa materijala (2 i 3)

Trošna stijena podloge:

- naslage Alba - donja Kreda ($1K_1^5$) - grupa materijala (4)

Stijena podloge:

- naslage Alba - donja Kreda ($1K_1^5$) - grupa materijala (5)

Parametri trošne stijene podloge i stijene podloge dobiveni istražnim radovima i iz literature dani su u sljedećoj tablici:

Litološki član	σ_c (MPa)	Gustoća intaktna (g/cm^3)	m_i	RQD indeks	Geološki indeks čvrstoće (GSI)	Modul deformabilnosti (GPa)
Dolomitični vapnenac; trošan	-	-		~0	<25	-
Dolomitični vapnenac	59,14 - 137,40 (UCS, laboratorij) – prosjek 119,94	2,508	±2	42	28-72	30,10 - 44,60
	67,74 - 74,44 (iz PLT-a, laboratorij) - prosjek 72,77					(prosjeck 36,08)

Situacije s pozicijama istražnih radova prikazane su u prilogu 1, a odnosi pojedinih inženjerskogeoloških jedinica prikazani su na geotehničkim presjecima tla u prilogu 3.



Pojava i razina podzemne vode

Rezime mjerenja pojave i razine podzemne vode u bušotinama pruža sljedeća tablica.

Crpne stanice / trasa cjevovoda	PPV (m)	RPV (m) od-do (prosjeak)
Crpne stanice	1,20	1,4 – 2,25 (1,68)
Trasa cjevovoda - Valbandon	1,10	1,00 – 4,30 (2,07)
Trasa cjevovoda - Fažana	Nije registrirano	1,00 – 2,25 (1,75)
Trasa cjevovoda - Peroj	Nije registrirano	1,30 – 5,90 (3,60)
Trasa cjevovoda - Galižana	Nije registrirano	1,85

Registrirane razine podzemne vode se odnose na period provođenja istražnih radova (30.11.2016 do 24.01.2017.).

Bušenje u stijeni podloge je izvedeno uz korištenje vodne isplake za hlađenje bušačkog pribora te stoga pojava podzemne vode nije mogla biti registrirana. Razina podzemne vode u bušotinama na trasi cjevovoda uz obalu je generalno u razini mora te ovisi o izmjenama plime i oseke. Obzirom na morfologiju terena i hidrogeološke značajke naslaga pokrivača i podloge, na dijelu trase koji je udaljen od mora procjedna voda može se očekivati unutar propusnijih slojeva u pokrivaču (slojevi sa većim udjelom kršja i odlomaka dolomitičnog vapnenca), te na kontaktu propusnijih naslaga pokrivača i trošne stijene podloge. Podaci o podzemnoj vodi dani su u poglavlju 6.

Kategorizacija iskopa

Trasa cjevovoda za naselje	Duljina cjevovoda (m)	Kategorija iskopa		
		A (%)	B (%)	C (%)
Valbandon	4571,44	8	32	59
Fažana	2947,25	14	34	52
Peroj	3491,50	50	32	18
Galižana	948,15	49	23	28
UKUPNO	11958,34	26	33	41

Sukladno geomorfološkim uvjetima i uvjetima u temeljnom tlu, očekivana je sljedeća geotehnička problematika i geotehnički uvjeti za trasu cjevovoda i crpne stanice.

Trasa cjevovoda:

Geotehnička problematika:

- Iskop ispod razine podzemne vode (mora) na djelu trase uz obalu mora
- Moguća pojava procjedne vode u rovu na djelu trase koji udaljen od mora
- Problem mehaničke i hidrauličke stabilnosti rova
- Iskop u tlu B kategorije (dolomitični vapnenac - trošna stijena podloge) i A kategorije (dolomitični vapnenac - stijena podloge)
- Problem rada u suhom

Geotehnički uvjeti:

- Prilikom izvođenja radova potrebno je osigurati mehaničku i hidrauličku stabilnost rova, projektiranu niveletu rova i rad u suhom (npr. po potrebi razupiranje, zamjena materijala, korištenje geotekstila i geokompozita, crpljenje). Zbog navedene geotehničke problematike tehnologiju izvođenja radova potrebno je prilagoditi uvjetima u tlu.



- Pažljivi iskop u tlu A i B kategorije da se ne iniciraju nestabilnosti terena i/ili oštećenja okolnih građevina.

Crpne stanice:

Geotehnička problematika:

- Temeljenje objekata ispod razine podzemne vode (mora)
- Stabilnost građevne jame i rad u suhom (crpne stanice se ukopavaju od 5,30 do 6,35 m)
- Iskop u tlu B kategorije (dlomitični vapnenac - trošna stijena podloge) i A kategorije (dolomitični vapnenac - stijena podloge)

Geotehnički uvjeti

Crpne stanice:

- Prilikom izvođenja radova potrebno je osigurati mehaničku i hidrauličku stabilnosti građevne jame te rad u suhom. Zbog navedene geotehničke problematike tehnologiju izvođenja radova potrebno je prilagoditi uvjetima u tlu i okolnim građevinama (obiteljska kuća, prometnica s infrastrukturom).
- Pažljivi iskop u tlu A i B kategorije da se ne iniciraju nestabilnosti terena i/ili oštećenja okolnih građevina.

Radove na iskopima je potrebno izvoditi u sušnom periodu godine kada će biti povoljni uvjeti za rad. Zemljane radove je potrebno organizirati na način da se po započinjanju u kontinuitetu i završe.

U fazi izvođenja radova preporuča se provoditi geotehnički nadzor.



9 PRILOZI

Popis priloga pruža sljedeća tablica:

Broj priloga	Naziv priloga	Napomena
1.	SITUACIJE	
1.1.	Situacija sa izvedenim istražnim radovima M 1:5000	3 lista-
1.2.	Situacija C.S. Puntizela M 1:200	
1.3.	Situacija C.S. Valbandon M 1:200	
1.4.	Situacija C.S. Fažana centar M 1:100	
1.5.	Situacija C.S. Fažana Badel M 1:200	-
	GEOTEHNIČKI PRESJECI BUŠOTINA	
2.1.	Bušotina S-123-16-01	-
2.2.	Bušotina S-123-16-02	-
2.3.	Bušotina S-123-16-03	-
2.4.	Bušotina S-123-16-04	-
2.5.	Bušotina S-123-16-05	-
2.6.	Bušotina S-123-16-06	-
2.7.	Bušotina S-123-16-07	-
2.8.	Bušotina S-123-16-08	-
2.9.	Bušotina S-123-16-09	-
2.10.	Bušotina S-123-16-10	-
2.11.	Bušotina S-123-16-11	-
2.12.	Bušotina S-123-16-12	-
2.13.	Bušotina S-123-16-13	-
2.14.	Bušotina S-123-16-14	-
2.15.	Bušotina S-123-16-15	-
2.16.	Bušotina S-123-16-16	-
2.17.	Bušotina S-123-16-17	-
2.18.	Bušotina S-123-16-18	-
2.19.	Bušotina S-123-16-19	-
2.20.	Bušotina S-123-16-20	-
2.21.	Bušotina S-123-16-21	-
2.22.	Bušotina S-123-16-22	-
2.23.	Bušotina S-123-16-23	-
2.24.	Bušotina S-123-16-24	
2.25.	Bušotina S-123-16-25	
2.26.	Bušotina S-123-16-26	



Broj priloga	Naziv priloga	Napomena
2.27.	Bušotina S-123-16-27	
2.28.	Bušotina S-123-16-28	
2.29.	Bušotina S-123-16-29	
2.30.	Bušotina S-123-16-30	
2.31.	Bušotina S-123-16-31	
2.32.	Bušotina S-123-16-32	
2.33.	Bušotina S-123-16-33	
3.	PRESJECI TLA	
3.1.	Geotehnički presjek tla C.S Puntizela	-
3.2.	Geotehnički presjek tla C.S Valbandon	-
3.3.	Geotehnički presjek tla C.S Fažana centar	-
3.4.	Geotehnički presjek tla C.S. Fažana Badel	-
3.5.	Geotehnički uzdužni presjek tla TC_Puntizela	-
3.6.	Geotehnički uzdužni presjek tla VA-GK-1	-
3.7.	Geotehnički uzdužni presjek tla VA-K-5	-
3.8.	Geotehnički uzdužni presjek tla VA-K-5.1	-
3.9.	Geotehnički uzdužni presjek tla VA-K-6	-
3.10.	Geotehnički uzdužni presjek tla TC_Valbandon	-
3.11.	Geotehnički uzdužni presjek tla VA-GK-2	-
3.12.	Geotehnički uzdužni presjek tla FA-GK-1	-
3.13.	Geotehnički uzdužni presjek tla FA-K-1A	-
3.14.	Geotehnički uzdužni presjek tla FA-K-1B	-
3.15.	Geotehnički uzdužni presjek tla FA-K-2	-
3.16.	Geotehnički uzdužni presjek tla FA-TC-1	-
3.17.	Geotehnički uzdužni presjek tla TC_F-B	-
3.18.	Geotehnički uzdužni presjek tla PE-GK-2	-
3.19.	Geotehnički uzdužni presjek tla PE-GK-1	-
3.20.	Geotehnički uzdužni presjek tla GA-K-7	-
4.	LABORATORIJSKA ISPITIVANJA – GEOKON-ZAGREB d.d.	73 stranice
5.	TABLICE REZULTATA LABORATORIJSKIH ISPITIVANJA	-
5.1.	Tablica rezultata fizikalnih svojstava materijala tla	-
5.2.	Tablica rezultata mehaničkih svojstava materijala tla	-
6.	LABORATORIJSKA ISPITIVANJA – IGH d.d.	-
6.1.	Čvrstoća stijene pri opterećenju u točki (point load test – PLT)	-
6.2.	Ispitivanje jednoosne tlačne čvrstoće stijene	-
6.3.	Rezultati određivanja CaCO ₃ komponente u uzorcima stijene	-

