

## S.1 NASLOVNA STRAN

Številčna oznaka načrta  
in vrsta načrta:

**8. NAČRT IZKOPOV IN OSNOVNE PODGRADNJE**

Investitor:

**OBČINA ANKARAN**  
**Jardanska cesta 66**  
**6280 ANKARAN**

Objekt:

**ODVODNJA ZALEDNIH PADAVINSKIH VODA NA OBMOČJU**  
**DEBELEGA RTIČA**

Vrsta projektne  
dokumentacije

**GEOLOŠKO GEOTEHNIČNI ELABORAT O POGOJIH GRADNJE**  
**KANALA ZA ODVODNJO ZALEDNIH PADAVINSKIH VODA NA**  
**PARCELAH 106/3, 107, 123/1, 1009, 1328/1, k.o. OLTRA [PGD]**

Za gradnjo:


**NOVOGRADNJA**

Projektant:

**GEOTRIAS, družba za geološki inženiring d.o.o.,**  
**Gabrje 2a**  
**1356 DOBROVA**

Odgovorni projektant:

**Marko Kočevar, univ.dipl.inž.geol., IZS RG – 0059**

<b>MARKO KOČEVAR</b> univ. dipl. inž. geol. <b>IZS RG0059</b>
---------------------------------------------------------------------

Odgovorni vodja projekta:

**Iztok Leben, univ.dipl.inž.grad., IZS RG – 0515**

Številka načrta, kraj in datum  
izdelave načrta:

**MK – 225/2018, Ljubljana, april 2018**

## **S.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA**

### **VSEBINA**

- 1.0 UVOD
- 2.0 MORFOLOŠKI IN GEOLOŠKI OPIS LOKACIJE
- 3.0 HIDROGEOLOŠKE IN HIDROLOŠKE RAZMERE
- 4.0 SEIZMIČNI PODATKI
- 5.0 OPIS OBJEKTA IN GRADBENIH POSEGOV
- 6.0 TERENSKE RAZISKAV
  - 6.1 Sondiranje terena z dinamičnim penetrometrom
- 7.0 INŽENIRSKO GEOLOŠKE RAZMERE
- 8.0 EROZIJSKA OGROŽENOST IN OPREDELITEV TVEGANJA ZA NAČRTOVANI POSEG
- 9.0 KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI TRDNOSTNIH IN ELASTIČNIH LASTNOSTI MATERIALOV
- 10.0 POGOJI GRADNJE OBJEKTA

### **GRAFIČNE PRILOGE**

- G.1 Pregledna situacija M 1: 1.000

# **GEOLOŠKO GEOTEHNIČNI ELABORAT O POGOJIH GRADNJE KANALA ZA ODVODNJO ZALEDNIH PADAVINSKIH VODA NA PARCELAH 106/3, 107, 123/1, 1009, 1328/1, k.o. OLTRA [PGD]**

Investitor: **OBČINA ANKARAN**  
**Jardanska cesta 66**  
**6280 ANKARAN**

## **1. UVOD**

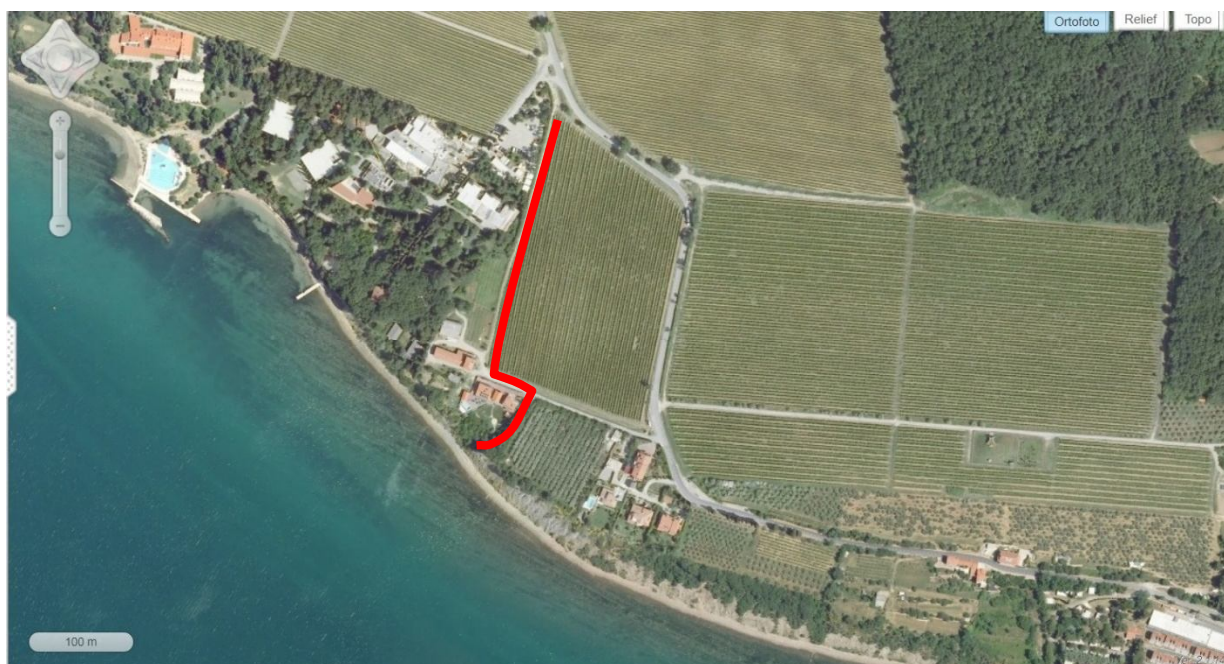
Na osnovi naročila projektanta »Odvodnje zalednih padavinskih voda na območju Debelega rtiča«, GLG projektiranje, d.o.o., smo dne 11.04.2018 opravili pregled terena in preiskave tal z dinamičnim penetrometrom, na območju načrtovane gradnje.

Problematika odvodnje padavinskih voda je na tem območju prisotna že dalj časa, nazadnje pri gradnji Centra Obala Debeli rtič, leta 2017. S tem v zvezi je projektant podal rešitev za odvodnjo padavinskih voda, ki dotekajo iz območja vinogradov na zahodni strani in iz načrtovane dostopne ceste do Centra Obala Debeli rtič, na nivoju idejnih zasnov.

V postopku pridobivanja gradbenega dovoljenja je soglasodajalec, RS Ministrstvo RS za okolje in prostor, Direkcija RS za vode, Sektor območja Jadranski rek z morjem, izdal projektne pogoje (št.: 35506-3370/2017-2, z dne 18.12.2018). Med pogoji tehnične narave, ki zadevajo geološko geomehansko problematiko, so:

- Geomehansko poročilo, ki zadeva gradnjo na erozijsko ogroženem območju
- Problematika stabilnosti brežin in obale ob izpustu

Namen poročila je podati oceno dejanske erozijske ogroženosti in predloge za preprečitev, oz. pogoje gradnje odvodnjevalnega jarka, kanalizacije in izpusta. Elaborat je sestavni del projektne dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja [PGD].



Slika 1: Aerofoto posnetek obravnavanega območja (vir GURS Geopedija)

## 2. MORFOLOŠKI IN GEOLOŠKI OPIS LOKACIJE

Obravnavana lokacija se nahaja na južni strani polotoka Debeli rtič. Obala, ki je odprta proti jugu, je zelo strma, oblikovana kot klif, ki se razteza do Valdoltre oz. Ankarana v dolžini približno 2 km. Klif se dviga do 30 m nad nivo morja, brežine pa so v spodnjem delu oblikovane v naklonu 2: 3 do 3: 2 v zgornjem delu pobočja. Na območju predvidenega iztoka meteorne kanalizacije je padnica brežine klifa orientirana v smeri  $225^{\circ} - 240^{\circ}/45^{\circ} - 71^{\circ}$ .

V zaledju klifa je teren rahlo valovit, na nadmorski višini približno 22 m do 35 m. Projektirani odvodnjevalni kanal, ob Jadranski cesti, je na robu urbaniziranega prostora. Vzhodno od kanala so vinogradi, teren se dviguje proti severu in proti vzhodu v naklonu do  $5^{\circ}$ . Zahodno od kanala in Jadranske ceste, je prostor v celoti urbaniziran, Hotel Arija, Mladinsko zdravilišče, igrišča in stanovanjski objekti.

Geološka zgradba širše okolice je monotona. V tektonskem smislu pripada obravnavano ozemlje tržaškemu paleogenemu bazenu, ki ga gradijo eocenske flišne plasti. Plastovitost je večinoma subhorizontalna, ali z vpadi do  $16^{\circ}$  proti severu in severovzhodu.

Fliš predstavlja menjavo plasti klastičnih kamnin zelo različnih granulacij, od glinovcev in laporovcev do peščenjakov in kalkarenitov.

Zaradi vsesplošne podvrženosti intenzivnemu preperevanju glinovcev in laporovcev, je površje prekrito s plastjo preperine - **deluvija**. Preperina je zemljinska zmes produktov preperevanja matične podlage ali pa sekundarnih nanosov iz višje ležečih pobočij. Spekter granulometrične sestave teh zemljin je zelo širok. Nastopajo kot močno zaglinjene peščeno gruščne zemljine rjave barve [GC], mestoma prevladujejo puste meljne gline [ML-CL] rjave barve s posameznimi drobcami preperelih flišnih kamnin, ki so pretežno poltrdne in trdne konsistence.

Debelina deluvija močno variira, tako zaradi lokalnih morfoloških značilnosti območja, kakor tudi litološke sestave tal, na obravnavanem območju pa je približno 0,5 m do 1,2 m.

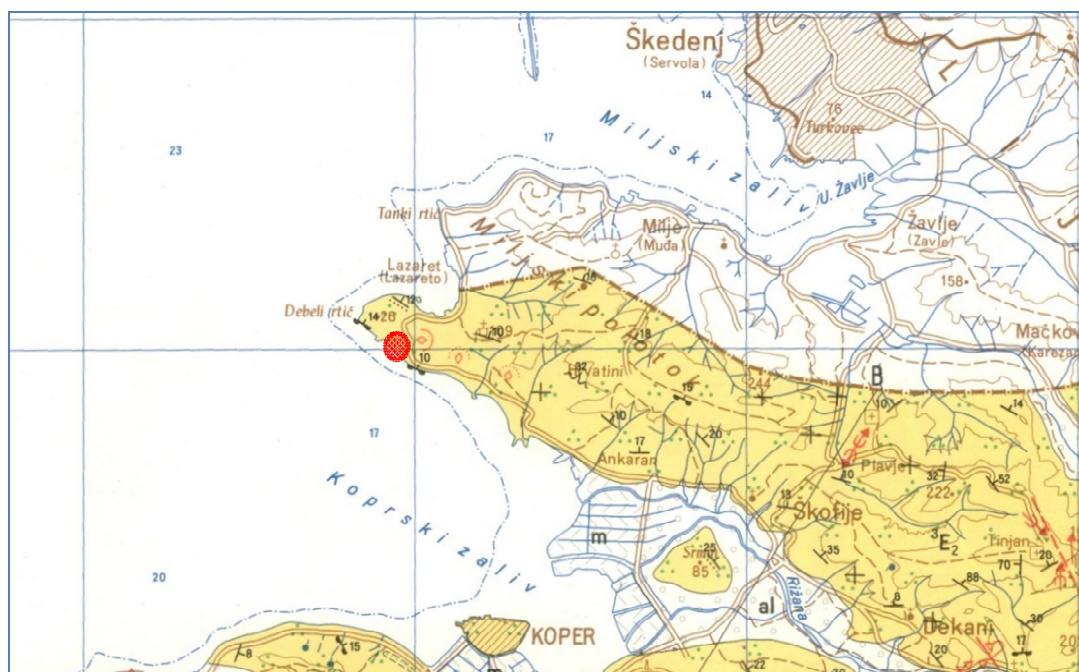


**Peščenjaki** so odporni proti preperevanju, vendar so razpokani. Razpoke so strukturne narave. Pojavljata se dva izrazita sistema, ki krojita kamnino na paralelepipede (bloke) dimenzij od 0,20 m x 0,20 m x 0,10 m do 1 m x 0,3 m x 0,3 m.

Zaradi specifične zgradbe fliša, menjave različno debelih plasti glinovcev, meljevcev, laporovcev in peščenjakov so brežine klifa zelo neravne. Na mestih kjer nastopajo plasti glinovcev in laporovcev proces preperevanja hitro degradira kamnino, tako da nastajajo vdolbine v brežini. Ko proces preperevanja odstrani plast mehkejših kamnin, ki je približno tako debela, kot je razdalja med razpokami v peščenjaku, iz brežine klifa pade blok peščenjaka.

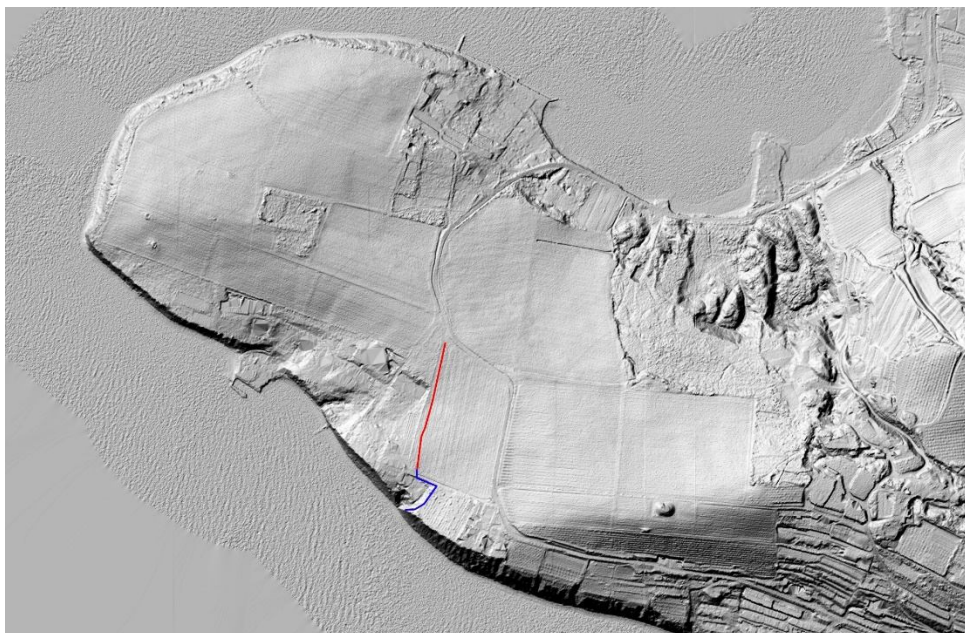
Na obravnavanem območju ni stalnih vodotokov. Skozi klif je v osrednjem delu obravnavanega prostora vrezana globoka erozijska grapa, ki je sedaj oblikovana v pot do obale. Občasni vodotok ni urejen in se prosto izliva v morje. Erozijska grapa je zasuta s smetmi.

S pregledom terena ugotavljamo elemente vpada flišnih plasti  $10^\circ/7^\circ-10^\circ$ . Peščenjake krojita dva izrazita sistema navpičnih razpok in sicer  $R_1: 320^\circ(140^\circ)/90^\circ$  in  $R_2: 220^\circ(40^\circ)/90^\circ$ . Sistem  $R_2$  je približno vzporeden s padnico pobočja, sistem  $R_1$  pa oklepa s sistemom  $R_2$  kot  $100^\circ$ . Razdalja med razpokami  $R_1$  je 10 cm do 1 m, med razpokami sistema  $R_2$  pa 15 cm do 30 cm. Razpoke obeh sistemov so delno odprte in delno zapolnjene z glino.



Slika 2: OGK SFRJ, List Trst M1: 100.000 (izrez ni v merilu)

Na platoju severno od klifa je 0,5 do 1,2 m debela plast preperine – rjave meljne gline z drobci in kosi preperelega laporja in peščenjaka. Preperino prerašča vegetacija. Na brežini opažamo, da koreninski sistemi dreves prodirajo skozi preperino v plasti preperelega laporja. Na tak način pospešujejo preperevanje in razpadanje brežin klifa.



Slika 3: Digitalni model reliefa širšega območja Debelega rtiča

Zaradi podvrženosti meljevcev in laporovcev preperevanju, opazamo med plastmi peščenjaka površinsko močno preperel lapor, ki je že spremenjen v meljno glino. Meteorna voda ta material sproti izpira, zato se nabira ob vznožju brežine.

### 3.0 HIDROGEOLOŠKE IN HIDROLOŠKE RAZMERE

Po javno dostopnih podatkih ARSO atlasa okolja obravnavana lokacija ne leži znotraj območja z vodovarstvenim režimom. Po istih virih lokacija ne leži na poplavno ogroženem območju.

Hidrografska mreža je v širši okolici slabo razvejana. Na platoju severno od klifa ne opazamo erozijskih grap, meteorne vode se stekajo v umetne kanale ob glavni cesti in drugih poteh. Erozijske grape opazamo le na klifu.

Podtalnica na obravnavanem območju nima zveznega nivoja. Pri izkopnih delih lahko pričakujemo le precejne vode iz nasipnega ali aluvialnega območja.

Površinske vode imajo zaradi relativno slabih mehanskih lastnosti meljevcev in glinovcev močan erozijski učinek, ki je lepo viden na strmih pobočjih klifa.

Na obravnavanem območju nastopajo kamnine, ki jih v hidrogeološkem smislu okarakteriziramo kot:

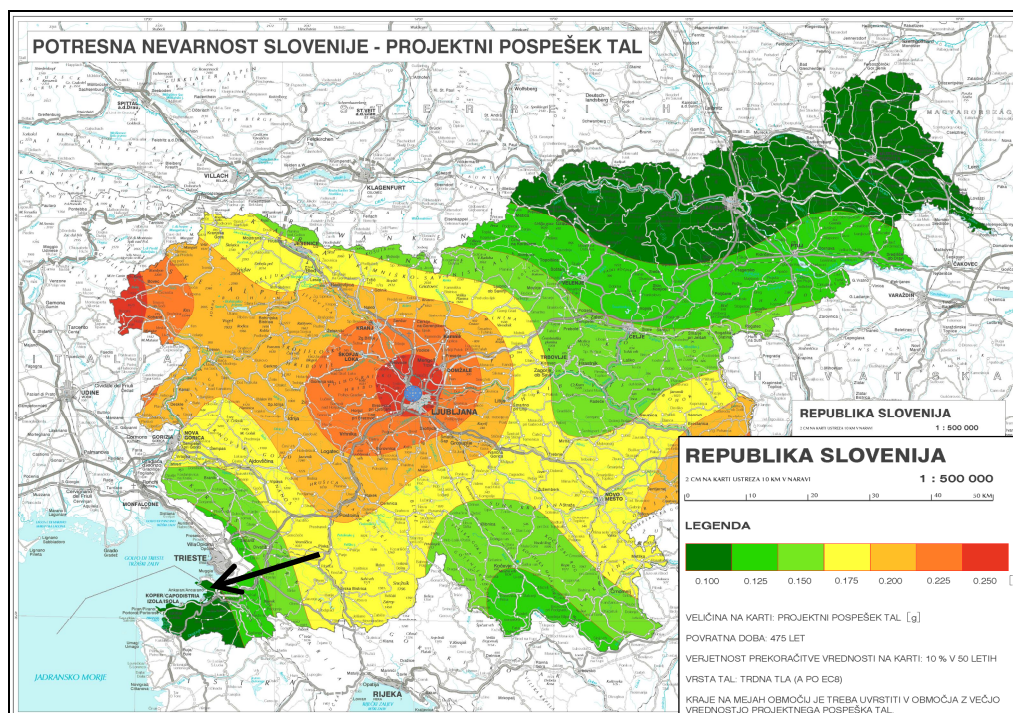
- **Deluvialne gline in grušči** s tipično **medzrnsko poroznostjo**, predstavljajo vodonosniki nizke izdatnosti. Koeficient vodoprepustnosti teh materialov je  $1 \times 10^{-5}$  do  $1 \times 10^{-7}$  m/s.
- **Flišne kamnine** (laporji, peščenjaki, meljevci, glinovci), izrazito **razpoklinsko poroznostjo**, predstavljajo manjše vodonosnike z lokalno omejenimi viri podzrmne vode. Koeficient vodoprepustnosti teh materialov je  $1 \times 10^{-6}$  do  $1 \times 10^{-10}$  m/s.

#### 4.0 SEIZMIČNI PODATKI

Po podatkih karte potresne nevarnosti Slovenije iz leta 2001, leži trasa načrtovanega objekta v območju s projektnim pospeškom tal  $a = 0,100 \text{ g}$ . (vir: <http://www.arso.gov.si/podrocja/potresi/podatki/>). Skladno s določili Evrokod 8 uvrščamo tla na območju projektiranega objekta v tip tal A:

Tip tal	Opis stratigrafskega profila	Parametri		
		$V_{s,30}$ (m/s)	$N_{SPT}$ (ud./30cm)	$c_u$ (kPa)
A	Skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala	> 800	-	-

Vrednost projektnega pospeška tal velja za tla tipa A (skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala). Za druge, slabše vrste tal se upoštevata korekcijska faktorja  $S_s$  (stratigrafski amplifikacijski faktor) in  $S_T$  (topografski amplifikacijski faktor), s katerim korigiramo projektni pospešek.



Slika 4: Karta potresne nevarnosti 2001. Avtorji J. Lapajne, B. Motnikar in P. Zupančič.

#### 5.0 OPIS OBJEKTA IN GRADBENIH POSEGOV

Obravnavani objekt je namenjen odvodnjavanju padavinskih voda iz zaledja objekta Centra Obala Debeli rtič.

Predvidena je izgradnja novega odprtega jarka ob zahodnem robu vinograda Vinakoper, v dolžini približno 250 m. Jarek bo imel padec v smeri proti jugu. Ob južnem robu vinograda je predviden vtok v cevovod, ki bo odvajal vodo v morje. Minimalna širina dna jarka bo 0,30 m, globina pa od 0,85 m na severnem robu vinograda, do cca 4 m ob južnem robu vinograda. Širina jarka se bo spreminjala od cca 2,0 m od severnem robu vinograda, v dolžini odseka cca 165, do 8,5 m ob južnem robu vinograda. Struga odprtega jarka bo predvidoma trapeznega pretočnega profila z naklonom brežin 1:1 ali 1:1,5. Zaradi preprečitve erozije bo dno struge predvidoma zavarovano z vgradnjo kamnov debeline cca 20 cm brez uporabe betona. Ostali del brežine bodo v celoti zemeljske in zatravljene.

Na južnem robu vinograda voda iz jarka vteka v cevovod  $\varnothing$  60 cm z minimalnim padcem (predvidoma 0,3 %), ki bo vodo odvajal v morje. Skupna dolžina cevovoda bo cca 130 m. Cevovod bo zgrajen predvidoma iz rebrastih PP cevi iz propilena ali iz AB cevi. Pred vtokom v cevovod je predvidena izgradnja usedalnika ustreznih dimenzij, ki bo zadrževal morebitne delce zemeljskega materiala. Izza vtoka je najprej predvidena vgradnja dušilnega cevovoda predvidoma  $\varnothing$  30 cm, ki bo omejeval količino odtoka v cevovod  $\varnothing$  60 cm in tako omogočal zadrževanje dotekajoče padavinske vode v času večjih padavin v strugi odprtega jarka.

Trasa cevovoda se predvidoma zaključi pred zaključkom predvidene pešpoti. Oblikovan bo razpršen iztok iz cevovoda z izvedbo iztočne glave v kamniti izvedbi. Brežina terena tik iztoka bo pred erozijo zavarovana z vgradnjo kamnov peščenjaka predvidoma dimenzij cca  $d = 30$  cm, ki bodo vtisnjeni v zemeljsko brežino brez uporabe betona. Kamni bodo vgrajeni tako, da bo oblikovana »groba hrapava« površina, ki bo omogočala zmanjševanje energije toka in preprečevala erozijo zemeljske brežine. V območju terena tik pod iztokom cevovoda do spodnjega dela poti bo oblikovan širši »podest«, tlakovan s kamni iz peščenjaka.

Ob odseku cevovoda  $\varnothing$  60 cm južno od obstoječe lokalne dostopne ceste do obale morja je predvidena tudi preureditev obstoječe pešpoti za dostop do morja v skupni dolžini cca 90m. Pešpot bo predvidoma razširjena na širino 1,50 m. Pohodna površina poti bo v zgornjem delu makadamske izvedbe iz peščenega materiala. Zaradi precejšnjega padca terena in premostitve višinske razlike bo potrebna izvedba stopnic. Te bodo izvedene z uporabo kamnitega materiala (peščenjak), tako da bo hkrati zagotovljena tudi varnost poti pred erozijo v času iztekanja večjih količin padavinske vode iz padavinskega cevovoda. V območju iztoka cevovoda do spodnjega dela poti bo oblikovan širši »podest«, tlakovan s kamni iz peščenjaka. Dostopna pot se bo zaključila na mestu dostopa do vznožnega dela klifa, to je do notranjega roba obalne terase pod klifom, kjer se zaključi tudi obstoječa pot.

## 6.0 TERENSKÉ RAZISKAVE

Terenske raziskave so obsegale inženirsko geološko kartiranje in izvedbo štirih sond dinamične penetracije (DPL). Sondažnih jaškov, zaradi nedostopnosti lokacije, nismo kopali.

### 6.1 Sondiranje terena z dinamičnim penetrometrom

Lokacije sond dinamične penetracije so bile ob robovih obstoječega igrišča:

Sonda	Y	X	Z	Dosežena globina
DPL-1	399.832,75	49.912,52	24,30	1,30



DPL-2	399.856,13	49.864,54	23,10	0,90
DPL-3	399.832,28	49.837,16	19,90	1,00
DPL-4	399.813,08	49.837,10	7,60	0,90

Uporabili smo opremo DPL, proizvajalca Stitz GmbH, ki je skladna s standardom SIST EN ISO 22476-2:2005. Preiskava poteka tako, da bat z maso 10 kg spuščamo iz višine 0,5 m na nakovalo z drogovjem, ki prodira v zemljine. Drogovje je opremljeno s konusnim nastavkom prereza 5 cm<sup>2</sup>, vrh konusa pa je oblikovan pod kotom 90°. Pri tem beležimo število udarcev, potrebnih za penetracijo 10 cm (število N<sub>10</sub>). Korigirane in normalizirane vrednosti števila udarcev SPT, pridobljene na osnovi preiskav DPL so:

$$(N_1)_{60} = N_{10} \times C_z \times C_e \times \lambda \times C_n, \text{ kjer je:}$$

(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	korigirana vrednost udarcev na 30 cm pri SPT testu
N <sub>10</sub>	izmerjena vrednost udarcev na 10 cm pri DPL testu
C <sub>z</sub>	koeficient, odvisen od vrste zemljine (3 in 1)
C <sub>e</sub>	koeficient prenosa energije (1)
λ	koeficient dolžine drogovja
C <sub>n</sub>	koeficient efektivne napetosti

Oceno gostote nekoherentnih zemljin in konsistenčnega stanja koherentnih zemljin smo ovrednotili na osnovi uveljavljenih statističnih povezav (Skempton, 1986; Terzaghi & Peck, 1946). Rezultate meritev podajamo v grafični in tabelarni obliki v prilogah T.2.

Izvedli smo štiri sonde dinamične penetracije. Lokacije sond so prikazane na situaciji, Priloga G.1. Preiskane materiale smo razdelili v tri skupine, koherentne materiale (gline, melje in peščene melje), zaglinjene gruše v gostem in zelo gostem gostotnem stanju. Na dnu je tretja plast – flišna podlaga. Debelina preperine je zelo majhna, med 0,3 m in 1,1 m:

GLINA	izmerjeno število udarcev	ekvivalentno število udarcev SPT	enoos. tl. trd. [TABELA]	nedrenirana strižna trdnost [Terzaghi & Peck]	modul elast. [Begemann]	modul stis. [TABELA]	dopustna obremenitev tal (Olandesi & L'Herminier)
d	N <sub>10</sub>	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	qu	s <sub>u</sub>	E	M	q <sub>dop</sub>
[m]	[ud./10cm ]	[ud./30cm]	[kPa]	[kPa]	[MPa]	[kPa]	[kPa]
do 1,0 m	8	11	148	74	5,18	7.346	232
do 0,8 m	9	12	165	83	5,79	8.228	260
do 0,4 m	10	14	187	94	6,23	9.301	293
do 0,4 m	12	17	221	110	6,99	10.971	346
št. meritev:	4	4	4	4	4	4	4
poprečje	9	14	180	90	6	8.961	283
standardna deviacija:	1,64	2,36	31,37	16	0,76	1.560	49
<b>vrednost na nivoju zaupanja 97,5 %</b>	<b>5,98</b>	<b>8,64</b>	<b>114,67</b>	<b>57</b>	<b>4,46</b>	<b>5.703</b>	<b>180</b>

Gline so v težkognetnem konsistenčnem stanju, s karakteristično vrednostjo nedrenirane strižne trdnosti s<sub>u</sub> = 57 kPa. Modul elastičnosti gline je E = 4,40 MPa.

GRUŠČ	izmerjeno število udarcev	ekvivalentno število udarcev SPT	indeks gostote (N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub> /I <sub>D</sub> <sup>2</sup> =60	strižni kot [po Gibbsu]	modul elast. [Begemann]
d	N <sub>10</sub>	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	I <sub>D</sub>	φ	E
[m]	[ud./10cm]	[ud./30cm]	[%]	[o]	[MPa]
od 1,0 m do 1,2	26	28	68	36	26,19
od 0,4 do 0,9 m	46	50	88	40	47,87
od 0,4 m do 0,8 m	48	52	91	41	49,76
št. meritev:	3	3	3	3	3
poprečje	40	43	82	39	41
standardna deviacija	12,08	13,10	12,60	2,72	13,10
<b>vrednost na nivoju zaupanja 97,5 %</b>	<b>35,40</b>	<b>38,63</b>	<b>79,30</b>	<b>37,67</b>	<b>36,51</b>

Grušči so v povprečju v gostem gostotnem stanju, s strižnim kotom  $\varphi = 37^\circ$ . Modul elastičnosti gruščev je  $E = 36$  MPa.

FLIŠNA PODLAGA	izmerjeno število udarcev	ekvivalentno število udarcev SPT	indeks gostote (N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub> /I <sub>D</sub> <sup>2</sup> =60	strižni kot [po Gibbsu]	modul elast. [Begemann]
d	N <sub>10</sub>	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	I <sub>D</sub>	φ	E
[m]	[ud./10cm]	[ud./30cm]	[%]	[o]	[MPa]
več kot 1,2 m	200	217	190	36	214,81
od 0,8 do 0,9 m	150	163	165	46	160,61
več kot 0,9 m	114	124	144	49	121,89
več kot 0,8 m	200	217	190	36	214,81
št. meritev:	4	4	4	4	4
poprečje	166	180	172	42	178
standardna deviacija	41,80	45,32	22,44	6,43	45,32
<b>vrednost na nivoju zaupanja 97,5 %</b>	<b>78,78</b>	<b>85,40</b>	<b>125,27</b>	<b>28,52</b>	<b>83,40</b>

Podlago gradijo materiali z več kot 100 udarci N<sub>10</sub>. Modul elastičnosti podlage je več kot  $E = 83$  MPa.

S sondiranjem terena z dinamičnim penetrometrom smo ugotovili, da je debelina preperine približno 1,0 m. Zgornja plast, ki jo gradijo meljne glin je debela približno 0,4 m do 1,0 m. Sledi približno 0,2 m debela plast zaglinjenih gruščev. Pod to plastjo nastopajo preperela flišna podlaga. Meljne glin so pretežno v težko gnetnem konsistenčnem stanju. Grušči so pretežno v gostem konsistenčnem stanju.

## 7.0

### NŽENIRSKO GEOLOŠKE RAZMERE

Obravnavana lokacija se nahaja na južni strani polotoka Debeli rtič. Obala, ki je odprta proti jugu, je zelo strma, oblikovana kot klif, ki se razteza do Valdoltre oz. Ankarana v dolžini približno 2 km. Klif se dviga do 30 m nad nivo morja, brežine pa so v spodnjem delu oblikovane v naklonu 2: 3 do 3: 2 v zgornjem delu pobočja. Na območju predvidenega iztoka meteorne kanalizacije je padnica brežine klifa orientirana v smeri 225° – 240°/45° – 71°.

V zaledju klifa je teren rahlo valovit, na nadmorski višini približno 22 m do 35 m. Projektirani odvodnjevalni kanal, ob Jadranski cesti, je na robu urbaniziranega prostora. Vzhodno od kanala so vinogradi, teren se dviguje proti severu in proti vzhodu v naklonu do 5°. Zahodno od kanala in Jadranske ceste, je prostor v celoti urbaniziran.

Plastovitost je večinoma subhorizontalna, ali z vpadi do 16° proti severu in severovzhodu. Razmerje med peščenjakom in laporjem oz. glinovcem ocenjujemo na 30 %: 70 %.

Na osnovi terenskih preiskav smo postavili štiri plasten model terena:

- **Umetni nasip** (ceste, poti) iz karbonatnega tolčenca. Debelina te plasti je 0,2 m do 0,5 m.
- **Deluvialne gline** [CL-ML] se ležijo pod plastjo humusa. Debelina teh plasti ne presega 1,0 m.
- **Deluvialni grušči** [GC, GM] navadno ležijo pod plastjo deluvialnih glin. Debelina gruščev je na obravnavanem območju tanka in ne presega 30 cm.
- **Preperela flišna podlaga** – glinovci, laporji in peščenjaki. Nastopa v globini 0,5 m do 1,2 m.

Na lokaciji načrtovane gradnje ni površinskih vodotokov. Teren je globalno stabilen. Na platoju v zaledju klifa ne opažamo znakov erozije. Erozijske grape opažamo le na strmem pobočju klifa.

## 8.0 EROZIJSKA OGROŽENOST IN OPREDELITEV TVEGANJA ZA NAČRTOVANI POSEG

Po podatkih ARSO – atlasa okolja spada obravnavano območje v erozijsko ogroženo območje s stopnjo zahtevnih zaščitnih ukrepov.

Območje načrtovane gradnje lahko, glede erozije in plazovitosti razdelimo na dva dela:

- Plato z vinogradi, kjer bo vkopan kanal za odvodnjo padavinskih voda. Na tem območju ni znakov erozije in plazovitosti. Teren je oblikovan v blagem naklonu, do 5° in praktično v celoti poraščen z vegetacijo.
- Območje iztoka meteorne kanalizacije, ki je v zaraščeni erozijski grapi, oddaljeno cca 25 m od morja. Teren je na tem mestu oblikovan v naklonu do 40°. Iz severne strani grape doteka manjši občasni vodotok.





Slika 5: erozijsko ogrožena območja (vir ARSO atlas okolja)

Glede na opisane geološke in hidrogeološke značilnosti lokacije lahko ugotovimo da plato z vinogradom ne ustreza pojmom »**erozijsko območje**«, iz 87. člena zakona o vodah:

- Na celotnem območju ni lokacij ki bi bila erozijska žarišča, saj leži na izravnem terenu, z blagim naklonom do 5°. Na območju načrtovanih gradbenih posegov ni površinskih vodotokov, ali razkritih površin, ki bi jih lahko izpirale meteorne vode.
- Območje ni pod vplivom hudournih voda.
- Obravnavano območje gradijo v osnovi flišne kamnine, ki jih prekriva do 1,2 m debela plast deluvialnih glin in zaglinjenih gruščev. Teren prekriva vegetacijski pokrov. Zaradi tega gline in melji niso podvrženi preperevanju.
- Zaledne vode s ceste so zajeta z obcestnim jarkom.

Zadnjih 20 m kanalizacije, od jaška M2 do jaška M1, po zelo strmem terenu, oblikovanem v naklonu do 40°. Območje je gosto poraščeno z vegetacijo. V neposredni bližini trase kanalizacije, približno 3 m do 5 m južno, poteka pešpot iz Jadranske ceste do obale. Približno 8 m severno od trase poteka druga pešpot od objektov Jadranska cesta 61 a in 61 b do obale.

Celotno območje dimenzij približno 40 m x 40 m predstavlja erozijsko zajedo v klifu. V grapo priteka iz severne strni občasni vodotok. Celotna grapa je sicer gosto poraščena z grmovnicami. Kljub temu jo lahko smatramo za **erozijsko žarišče**, saj se na to območje nekontrolirano stekajo meteorne vode iz višje ležečih parcel. Na dnu grape opazamo luže, oz. območja zastajanja vode. Opažamo tudi različno velike bloke peščenjaka, ki so se odkrušili od stranskih brežin grape. Dno grape je tudi divje smetišče.

Splošno znano dejstvo je, da so izpostavljene flišne kamnine podvržene preperevanju in eroziji. Pri tem moramo poudariti, da je hitrost preperevanja odvisna predvsem od vsebnosti karbonatne komponente (kalcijevega karbonata) v laporjih, glinavcih in meljehcih. Materiali z majhno vsebnostjo karbonatnega

veziv hitreje preperevajo in se spreminjajo v melj in glino. V nekaterih primerih lahko opazamo sezonsko spreminjanje kamnine v glino.

Po javno dostopnih podatkih je hitrost preperevanja flišev v Sredozemlju med 0,4 mm/leto do 30 mm/leto. Hitrost je odvisna od mineralne zgradbe laporjev, glinavcev in meljevce, ter lege in izpostavljenosti pobočja.

Po podatkih študije »Umikanje skalnih pobočij na erozijskih žariščih v slovenski Istri« (M. Zorn, M. Mikoš; GEOLOGIJA 51/1, 107-118, Ljubljana 2008) je povprečno letno sproščanje gradiva v Slovenski Istri, 20.000 do 50.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/leto, kar ustreza hitrosti 20 do 50 mm/leto.

## 9.0 KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI TRDNOSTNIH IN ELASTIČNIH LASTNOSTI MATERIALOV

Na osnovi terenskih preiskav in analogije s podobnimi materiali v okolici smo določili naslednje karakteristične vrednosti osnovnih geomehanskih parametrov:

material	Naravna prostor. teža	Enoosna tlačna trdnost	Strižni kot	kohezija	Modul stisljivosti
	$\gamma$	$q_u$	$\varphi$	$c$	$M_v$
	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]
Umetni nasip – cestno telo	19		34 - 38	0	25
Deluvialne gline in melji [CL – ML]	19	30	-	-	4,40
Deluvialni zameljeni gruščji [GM]	18	-	34	0	20 – 40
Preperele flišne kamnine	24	800 – 2.000	25 - 30	7 - 12	80 – 150

## 10.0 POGOJI GRADNJE OBJEKTA

Za kategorizacijo izkopov uporabljamo »Dopolnila splošnih tehničnih pogojev IV knjiga; Ljubljana 2001 (DDC)«.

Na osnovi razpoložljive projektne dokumentacije ocenjujemo da bodo zemeljska dela potekava v naslednjih izkopnih kategorijah:

- 3. izkopna kategorija 70 %
- 4. izkopna kategorija 15 %
- 5. izkopna kategorija 15 %

Začasne izkopne brežine v deluvialnih glinah in gruščjih, višine do 3 m, se lahko izvede v naklonu največ 1,5: 1 (56°). Končne brežine jarka so lahko oblikovane v naklonu največ 1: 1.

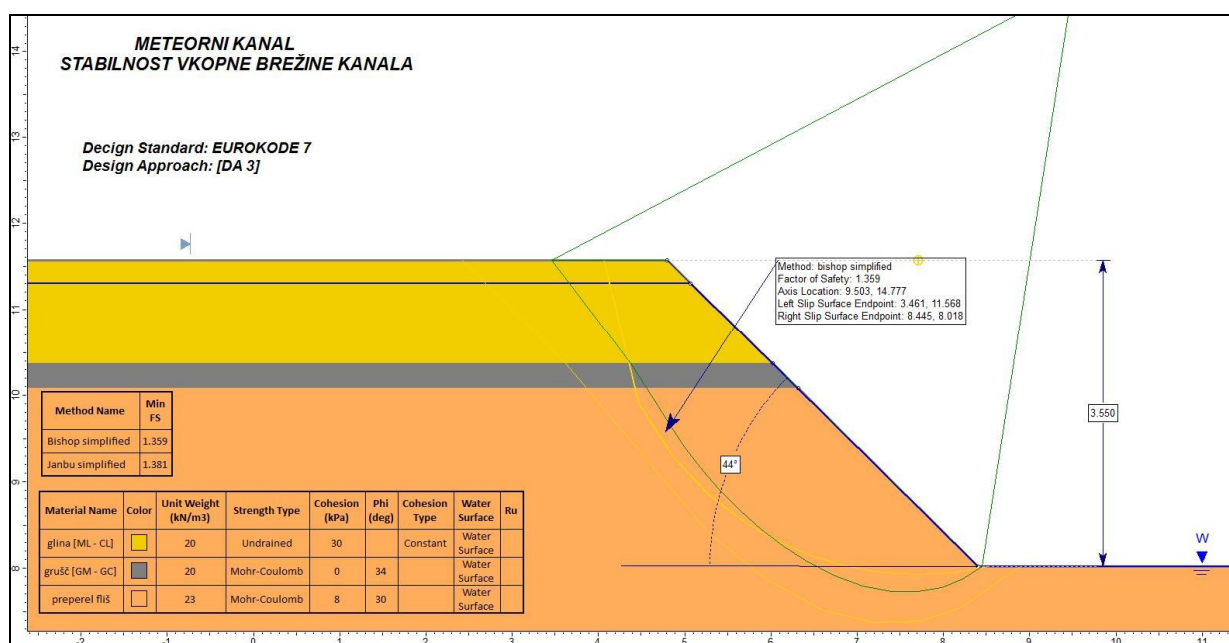
Preverimo še stabilnost vkopnih brežin jarka in pobočja klifa na mestu iztoka meteornege kanala. Račun stabilnosti izvedemo skladno z določili Evrokod 7. V računu smo uporabili projektne pristopa 3 [DA3]:

**(A1 ali A2 + M2 + R3)**

Pri tem so posamezni varnostni količniki:

• Stalni neugodni vplivi	$\gamma_{G, dst}$	1,35
• Stalni ugodni vplivi	$\gamma_{G, stb}$	1,00
• Strižni kot	$\gamma_{\phi'}$	1,25
• Kohezija	$\gamma_{c'}$	1,25
• Nedrenirana strižna trdnost	$\gamma_{cu}$	1,40
• Nosilnostni odpor	$\gamma_{Rv}$	1,40

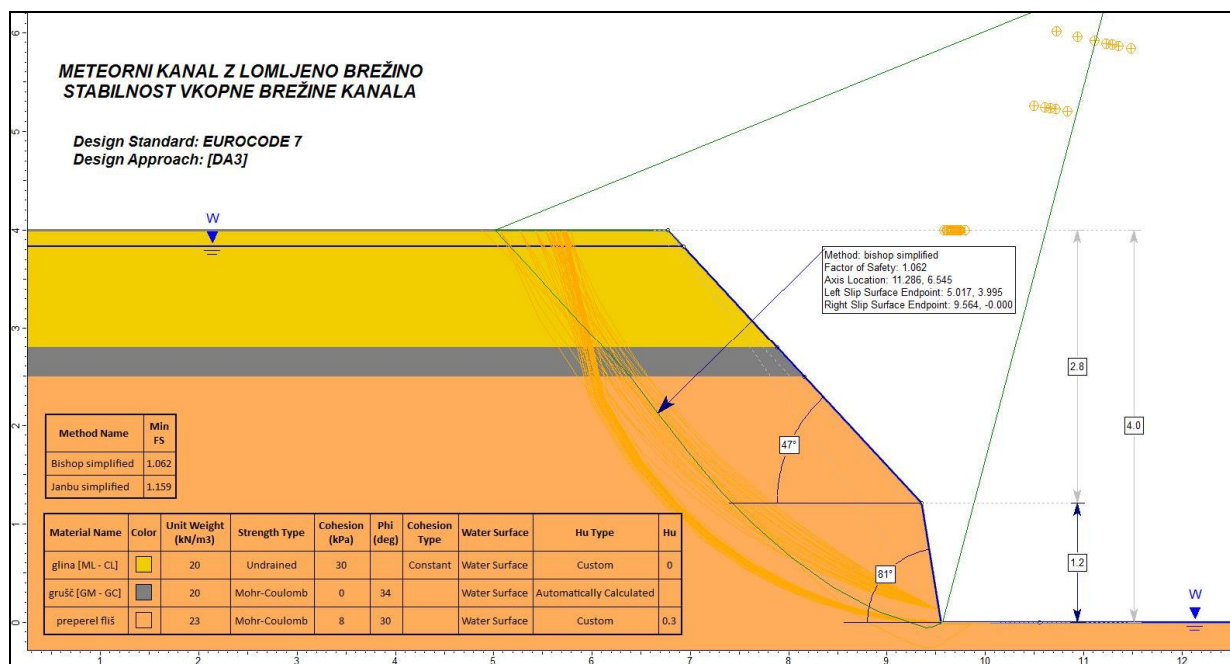
Reakcije [R3] za odpor proti zdrs, pri projektnem pristopu 3, niso obremenjene z varnostnim količnikom ( $R_h = 1,0$ ). Stabilnost brežine je zagotovljena z varnostnim količnikom  $F_{min} > 1,00$ .



Slika 6: Stabilnostna analiza brežine jarka za odvodnjo padavinskih voda

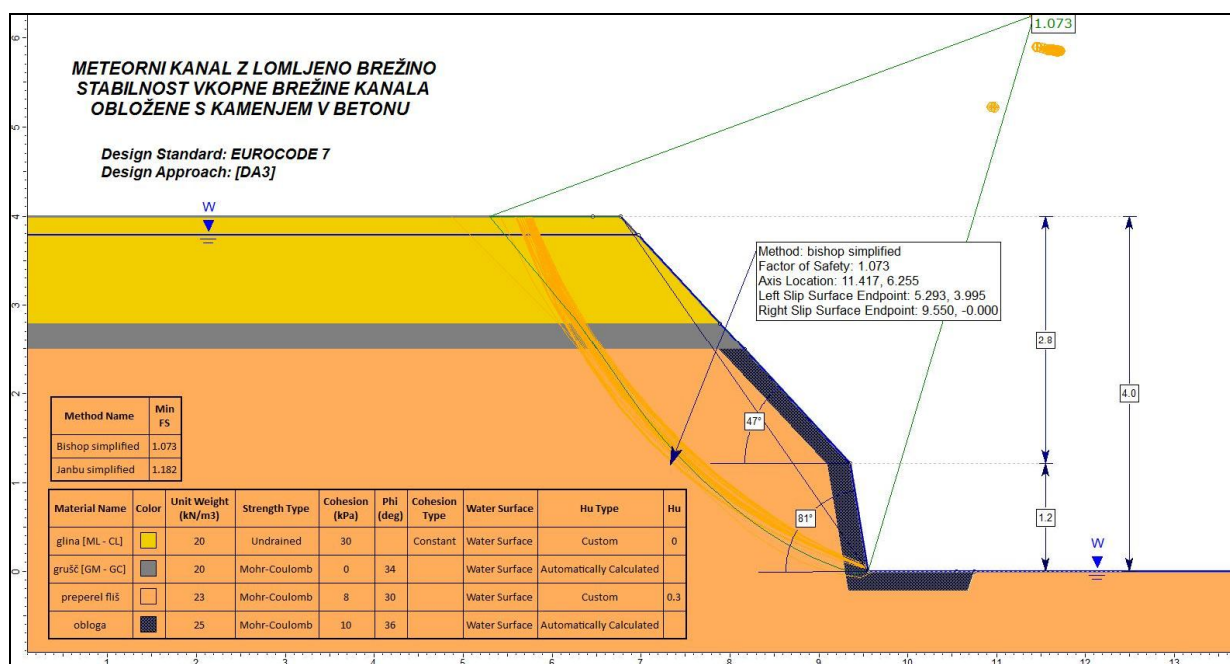
Brežine kanala, oblikovane v naklonu do 1: 1 so stabilne, z varnostnim količnikom  $F_{min} = 1,359$ . Predlagamo da se dno kanala in brežine, do višine Q100, tlakuje s kamnitimi bloki (peščenjak), s čimer bi zmanjšali hitrost vode in erozijo dna jarka.

Glede na to, da varnostni količnik izkazuje zelo visok varnost, preverimo še stabilnost lomljene brežine jarka. Brežina spodnjega dela jarka, višine do 1,2 m, bi bila oblikovana v naklonu do 6: 1 ( $81^\circ$ ). Zgornji del, višine do 3,5 m pa bi bil oblikovan v naklonu približno 1: 1 ( $47^\circ$ ). Stabilnostna analiza kaže, da bi takšna brežina bila stabilna z varnostnim količnikom  $F_{min} = 1,062$ .



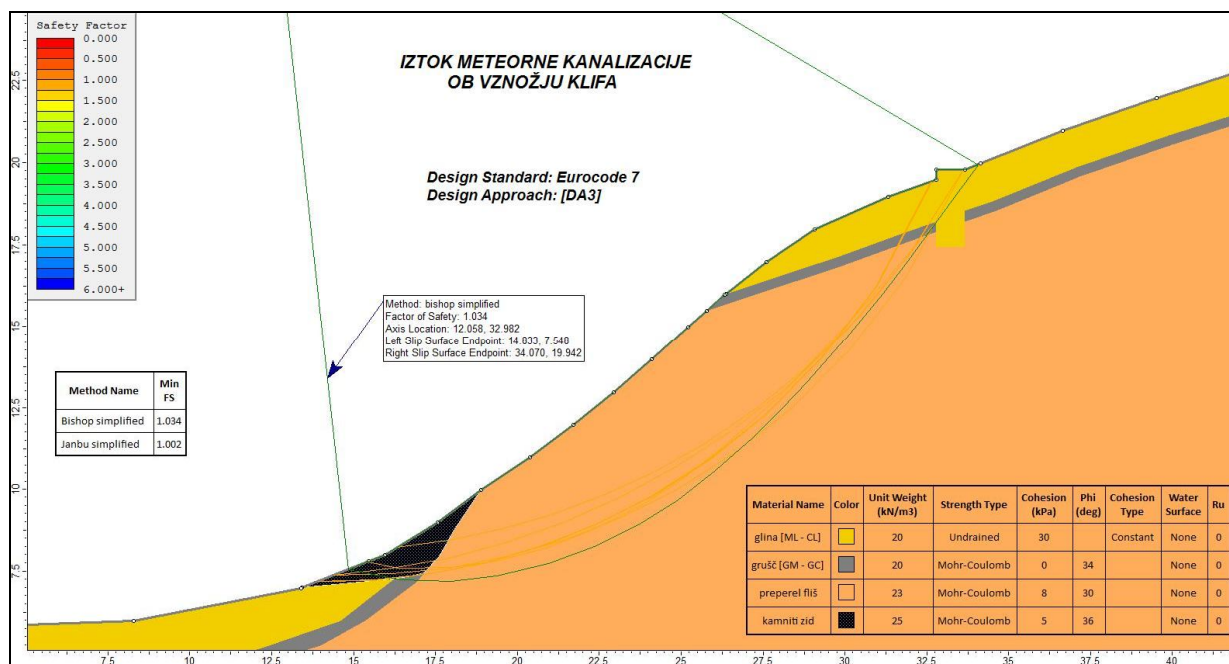
Slika 7: Stabilnostna analiza brežine jarka, oblikovane v lomljenem profilu

Menimo, da bi takšen kanal bilo nujno obložiti z oblogo iz kamena v betonu, do višine stoletnih voda (Q100). Stabilnost »obloženih« brežin se malo izboljša,  $F_{min}=1,073$ . Namen obloge je preprečitev erozije.



Slika 8: Stabilnostna analiza brežine jarka, oblikovane v lomljenem profilu, zaščitene s kamenjem v betonu

Nazadnje preverimo še stabilnost meteorne kanalizacije na območju klifa.



Slika 7: Stabilnost klifa na mestu iztoka meteorne kanalizacije

Brežina klifa je globalno stabilna. Predlagamo, da se iztok meteorne kanalizacije zavaruje s kamnitimi bloki (peščenjak). Poleg tega bo potrebno utrditi zasip kanalizacijske cevi. Predlagamo utrjevanje z vrečami peska. V nasprotnem primeru lahko pride do izpiranja zasipnega materiala.

Ljubljana 22.04.2018

Pripravil:  
Marko Kočevar, univ.dipl.inž.geol.

# PRILOGE

## S.1 NASLOVNA STRAN

Številčna oznaka načrta  
in vrsta načrta:

**8. NAČRT IZKOPOV IN OSNOVNE PODGRADNJE**

Investitor:

**OBČINA ANKARAN**  
**Jardanska cesta 66**  
**6280 ANKARAN**

Objekt:

**ODVODNJA ZALEDNIH PADAVINSKIH VODA NA OBMOČJU**  
**DEBELEGA RTIČA**

Vrsta projektne  
dokumentacije

**GEOLOŠKO GEOTEHNIČNI ELABORAT O POGOJIH GRADNJE**  
**KANALA ZA ODVODNJO ZALEDNIH PADAVINSKIH VODA NA**  
**PARCELAH 106/3, 107, 123/1, 1009, 1328/1, k.o. OLTRA [PGD]**

Za gradnjo:


**NOVOGRADNJA**

Projektant:

**GEOTRIAS, družba za geološki inženiring d.o.o.,**  
**Gabrje 2a**  
**1356 DOBROVA**

Odgovorni projektant:

**Marko Kočevar, univ.dipl.inž.geol., IZS RG – 0059**

<b>MARKO KOČEVAR</b> univ. dipl. inž. geol. <b>IZS RG0059</b>
---------------------------------------------------------------------

Odgovorni vodja projekta:

**Iztok Leben, univ.dipl.inž.grad., IZS RG – 0515**

Številka načrta, kraj in datum  
izdelave načrta:

**MK – 225/2018, Ljubljana, april 2018**



## **S.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA**

### **VSEBINA**

- 1.0 UVOD
- 2.0 MORFOLOŠKI IN GEOLOŠKI OPIS LOKACIJE
- 3.0 HIDROGEOLOŠKE IN HIDROLOŠKE RAZMERE
- 4.0 SEIZMIČNI PODATKI
- 5.0 OPIS OBJEKTA IN GRADBENIH POSEGOV
- 6.0 TERENSKE RAZISKAV
  - 6.1 Sondiranje terena z dinamičnim penetrometrom
- 7.0 INŽENIRSKO GEOLOŠKE RAZMERE
- 8.0 EROZIJSKA OGROŽENOST IN OPREDELITEV TVEGANJA ZA NAČRTOVANI POSEG
- 9.0 KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI TRDNOSTNIH IN ELASTIČNIH LASTNOSTI MATERIALOV
- 10.0 POGOJI GRADNJE OBJEKTA

### **GRAFIČNE PRILOGE**

- G.1 Pregledna situacija M 1: 1.000

# **GEOLOŠKO GEOTEHNIČNI ELABORAT O POGOJIH GRADNJE KANALA ZA ODVODNJO ZALEDNIH PADAVINSKIH VODA NA PARCELAH 106/3, 107, 123/1, 1009, 1328/1, k.o. OLTRA [PGD]**

Investitor: **OBČINA ANKARAN**  
**Jardanska cesta 66**  
**6280 ANKARAN**

## **1. UVOD**

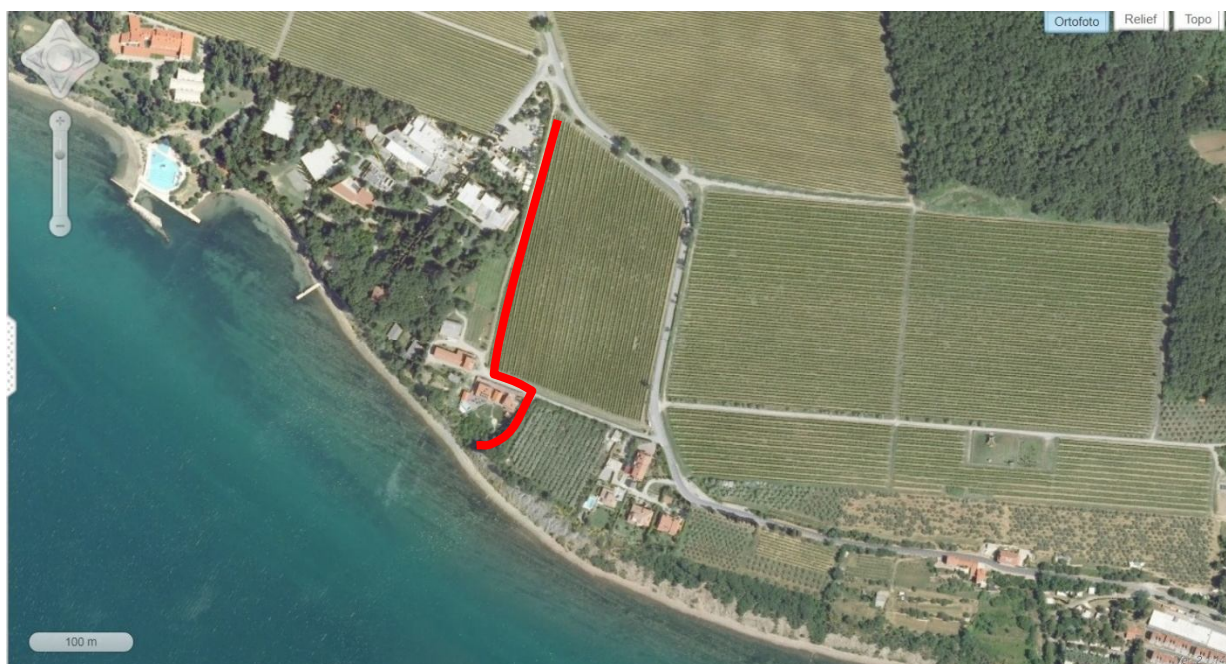
Na osnovi naročila projektanta »Odvodnje zalednih padavinskih voda na območju Debelega rtiča«, GLG projektiranje, d.o.o., smo dne 11.04.2018 opravili pregled terena in preiskave tal z dinamičnim penetrometrom, na območju načrtovane gradnje.

Problematika odvodnje padavinskih voda je na tem območju prisotna že dalj časa, nazadnje pri gradnji Centra Obala Debeli rtič, leta 2017. S tem v zvezi je projektant podal rešitev za odvodnjo padavinskih voda, ki dotekajo iz območja vinogradov na zahodni strani in iz načrtovane dostopne ceste do Centra Obala Debeli rtič, na nivoju idejnih zasnov.

V postopku pridobivanja gradbenega dovoljenja je soglasodajalec, RS Ministrstvo RS za okolje in prostor, Direkcija RS za vode, Sektor območja Jadranski rek z morjem, izdal projektne pogoje (št.: 35506-3370/2017-2, z dne 18.12.2018). Med pogoji tehnične narave, ki zadevajo geološko geomehansko problematiko, so:

- Geomehansko poročilo, ki zadeva gradnjo na erozijsko ogroženem območju
- Problematika stabilnosti brežin in obale ob izpustu

Namen poročila je podati oceno dejanske erozijske ogroženosti in predloge za preprečitev, oz. pogoje gradnje odvodnjevalnega jarka, kanalizacije in izpusta. Elaborat je sestavni del projektne dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja [PGD].



Slika 1: Aerofoto posnetek obravnavanega območja (vir GURS Geopedija)

## 2. MORFOLOŠKI IN GEOLOŠKI OPIS LOKACIJE

Obravnavana lokacija se nahaja na južni strani polotoka Debeli rtič. Obala, ki je odprta proti jugu, je zelo strma, oblikovana kot klif, ki se razteza do Valdoltre oz. Ankarana v dolžini približno 2 km. Klif se dviga do 30 m nad nivo morja, brežine pa so v spodnjem delu oblikovane v naklonu 2: 3 do 3: 2 v zgornjem delu pobočja. Na območju predvidenega iztoka meteorne kanalizacije je padnica brežine klifa orientirana v smeri  $225^{\circ} - 240^{\circ}/45^{\circ} - 71^{\circ}$ .

V zaledju klifa je teren rahlo valovit, na nadmorski višini približno 22 m do 35 m. Projektirani odvodnjevalni kanal, ob Jadranski cesti, je na robu urbaniziranega prostora. Vzhodno od kanala so vinogradi, teren se dviguje proti severu in proti vzhodu v naklonu do  $5^{\circ}$ . Zahodno od kanala in Jadranske ceste, je prostor v celoti urbaniziran, Hotel Arija, Mladinsko zdravilišče, igrišča in stanovanjski objekti.

Geološka zgradba širše okolice je monotona. V tektonskem smislu pripada obravnavano ozemlje tržaškemu paleogenemu bazenu, ki ga gradijo eocenske flišne plasti. Plastovitost je večinoma subhorizontalna, ali z vpadi do  $16^{\circ}$  proti severu in severovzhodu.

Fliš predstavlja menjavo plasti klastičnih kamnin zelo različnih granulacij, od glinovcev in laporovcev do peščenjakov in kalkarenitov.

Zaradi vsesplošne podvrženosti intenzivnemu preperevanju glinovcev in laporovcev, je površje prekrito s plastjo preperine - **deluvija**. Preperina je zemljinska zmes produktov preperevanja matične podlage ali pa sekundarnih nanosov iz višje ležečih pobočij. Spekter granulometrične sestave teh zemljin je zelo širok. Nastopajo kot močno zaglinjene peščeno gruščne zemljine rjave barve [GC], mestoma prevladujejo puste meljne gline [ML-CL] rjave barve s posameznimi drobcami preperelih flišnih kamnin, ki so pretežno poltrdne in trdne konsistence.

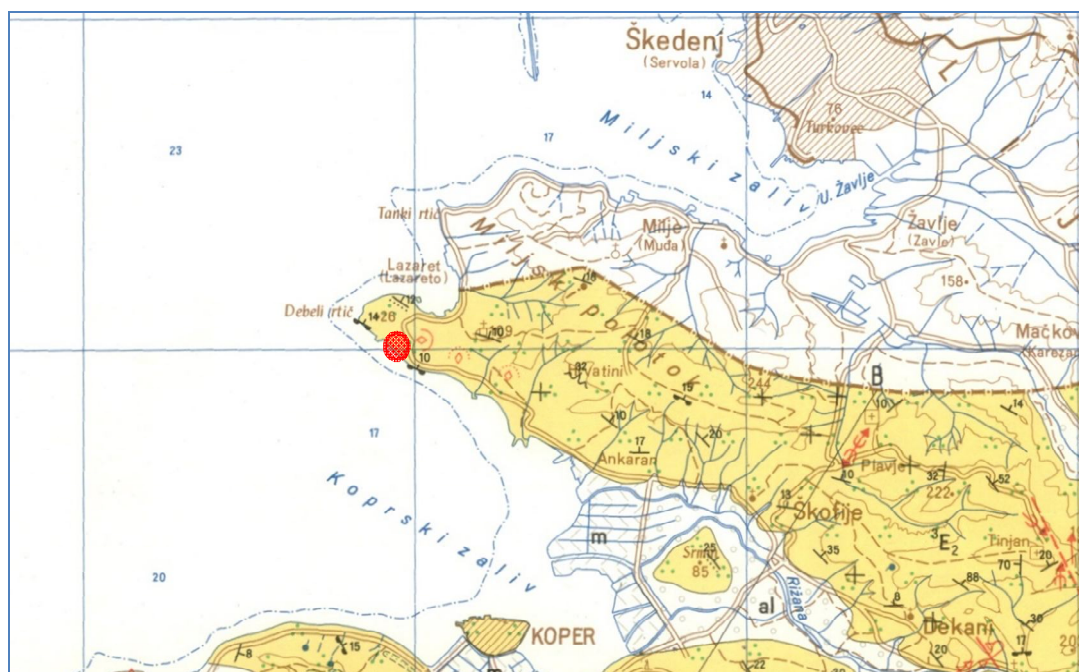
Debelina deluvija močno variira, tako zaradi lokalnih morfoloških značilnosti območja, kakor tudi litološke sestave tal, na obravnavanem območju pa je približno 0,5 m do 1,2 m.

**Peščenjaki** so odporni proti preperevanju, vendar so razpokani. Razpoke so strukturne narave. Pojavljata se dva izrazita sistema, ki krojita kamnino na paralelepipede (bloke) dimenzij od 0,20 m x 0,20 m x 0,10 m do 1 m x 0,3 m x 0,3 m.

Zaradi specifične zgradbe fliša, menjave različno debelih plasti glinovcev, meljevcev, laporovcev in peščenjakov so brežine klifa zelo neravne. Na mestih kjer nastopajo plasti glinovcev in laporovcev proces preperevanja hitro degradira kamnino, tako da nastajajo vdolbine v brežini. Ko proces preperevanja odstrani plast mehkejših kamnin, ki je približno tako debela, kot je razdalja med razpokami v peščenjaku, iz brežine klifa pade blok peščenjaka.

Na obravnavanem območju ni stalnih vodotokov. Skozi klif je v osrednjem delu obravnavanega prostora vrezana globoka erozijska grapa, ki je sedaj oblikovana v pot do obale. Občasni vodotok ni urejen in se prosto izliva v morje. Erozijska grapa je zasuta s smetmi.

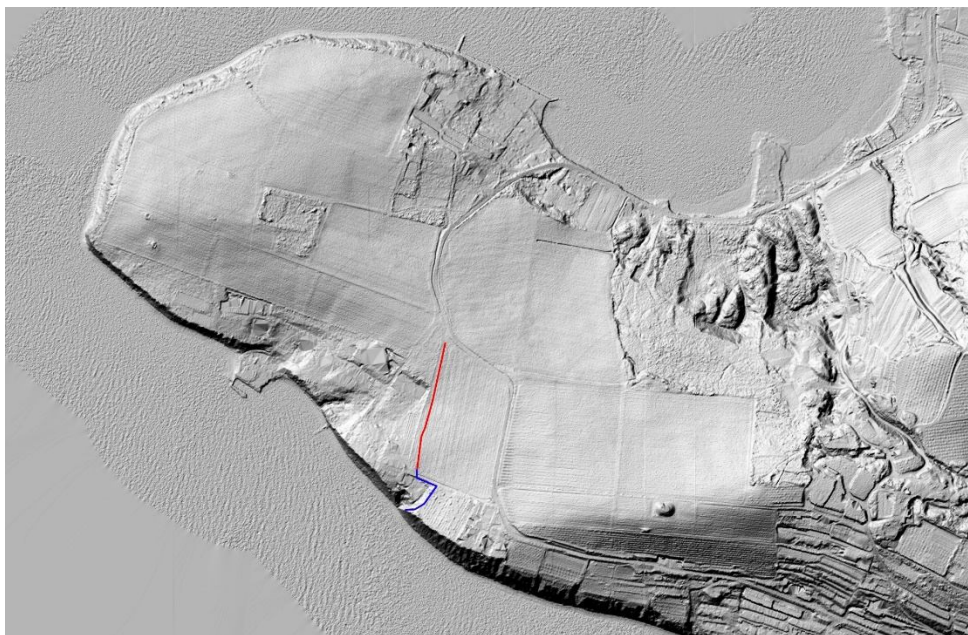
S pregledom terena ugotavljamo elemente vpada flišnih plasti  $10^\circ/7^\circ-10^\circ$ . Peščenjake krojita dva izrazita sistema navpičnih razpok in sicer  $R_1: 320^\circ(140^\circ)/90^\circ$  in  $R_2: 220^\circ(40^\circ)/90^\circ$ . Sistem  $R_2$  je približno vzporeden s padnico pobočja, sistem  $R_1$  pa oklepa s sistemom  $R_2$  kot  $100^\circ$ . Razdalja med razpokami  $R_1$  je 10 cm do 1 m, med razpokami sistema  $R_2$  pa 15 cm do 30 cm. Razpoke obeh sistemov so delno odprte in delno zapolnjene z glino.



Slika 2: OGK SFRJ, List Trst M1: 100.000 (izrez ni v merilu)

Na platoju severno od klifa je 0,5 do 1,2 m debela plast preperine – rjave meljne gline z drobci in kosi preperilega laporja in peščenjaka. Preperino prerašča vegetacija. Na brežini opažamo, da koreninski sistemi dreves prodirajo skozi preperino v plasti preperilega laporja. Na tak način pospešujejo preperevanje in razpadanje brežin klifa.





Slika 3: Digitalni model reliefa širšega območja Debelega rtiča

Zaradi podvrženosti meljevcev in laporovcev preperevanju, opazamo med plastmi peščenjaka površinsko močno preperel lapor, ki je že spremenjen v meljno glino. Meteorna voda ta material sproti izpira, zato se nabira ob vznožju brežine.

### 3.0 HIDROGEOLOŠKE IN HIDROLOŠKE RAZMERE

Po javno dostopnih podatkih ARSO atlasa okolja obravnavana lokacija ne leži znotraj območja z vodovarstvenim režimom. Po istih virih lokacija ne leži na poplavno ogroženem območju.

Hidrografska mreža je v širši okolici slabo razvejana. Na platoju severno od klifa ne opazamo erozijskih grap, meteorne vode se stekajo v umetne kanale ob glavni cesti in drugih poteh. Erozijske grape opazamo le na klifu.

Podtalnica na obravnavanem območju nima zveznega nivoja. Pri izkopnih delih lahko pričakujemo le precejne vode iz nasipnega ali aluvialnega območja.

Površinske vode imajo zaradi relativno slabih mehanskih lastnosti meljevcev in glinovcev močan erozijski učinek, ki je lepo viden na strmih pobočjih klifa.

Na obravnavanem območju nastopajo kamnine, ki jih v hidrogeološkem smislu okarakteriziramo kot:

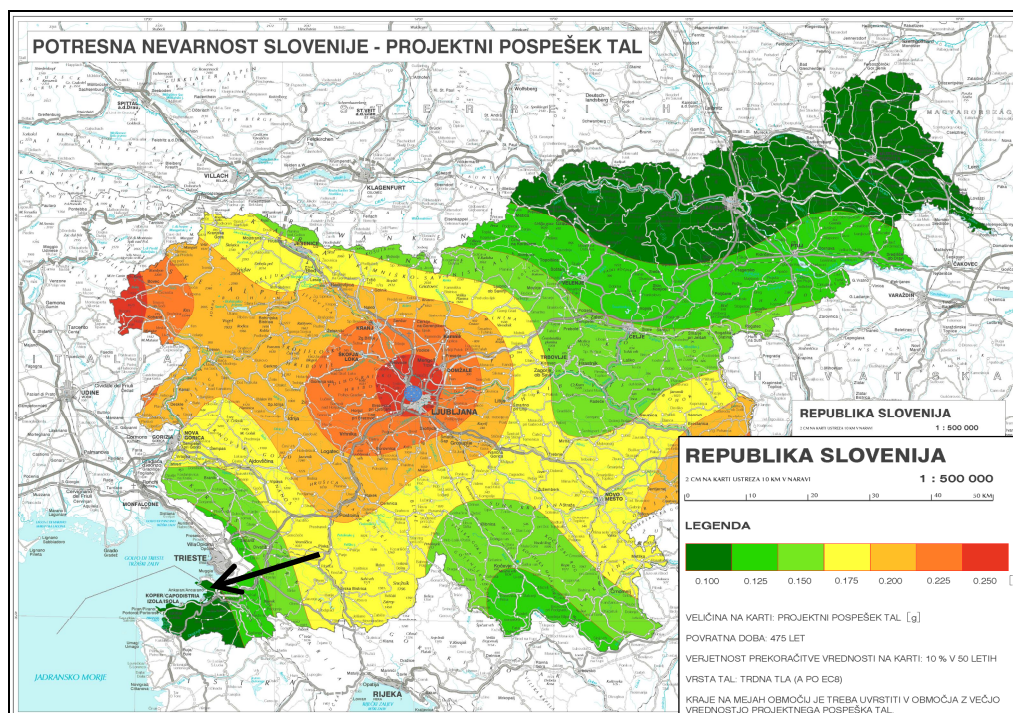
- **Deluvialne gline in grušči** s tipično **medzrnsko poroznostjo**, predstavljajo vodonosniki nizke izdatnosti. Koeficient vodoprepustnosti teh materialov je  $1 \times 10^{-5}$  do  $1 \times 10^{-7}$  m/s.
- **Flišne kamnine** (laporji, peščenjaki, meljevci, glinovci), izrazito **razpoklinsko poroznostjo**, predstavljajo manjše vodonosnike z lokalno omejenimi viri podzrmne vode. Koeficient vodoprepustnosti teh materialov je  $1 \times 10^{-6}$  do  $1 \times 10^{-10}$  m/s.

#### 4.0 SEIZMIČNI PODATKI

Po podatkih karte potresne nevarnosti Slovenije iz leta 2001, leži trasa načrtovanega objekta v območju s projektnim pospeškom tal  $a = 0,100 \text{ g}$ . (vir: <http://www.arso.gov.si/podrocja/potresi/podatki/>). Skladno s določili Evrokod 8 uvrščamo tla na območju projektiranega objekta v tip tal A:

Tip tal	Opis stratigrafskega profila	Parametri		
		$V_{s,30}$ (m/s)	$N_{SPT}$ (ud./30cm)	$c_u$ (kPa)
A	Skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala	> 800	-	-

Vrednost projektnega pospeška tal velja za tla tipa A (skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala). Za druge, slabše vrste tal se upoštevata korekcijska faktorja  $S_s$  (stratigrafski amplifikacijski faktor) in  $S_T$  (topografski amplifikacijski faktor), s katerim korigiramo projektni pospešek.



Slika 4: Karta potresne nevarnosti 2001. Avtorji J. Lapajne, B. Motnikar in P. Zupančič.

#### 5.0 OPIS OBJEKTA IN GRADBENIH POSEGOV

Obravnavani objekt je namenjen odvodnjavanju padavinskih voda iz zaledja objekta Centra Obala Debeli rtič.

Predvidena je izgradnja novega odprtega jarka ob zahodnem robu vinograda Vinakoper, v dolžini približno 250 m. Jarek bo imel padec v smeri proti jugu. Ob južnem robu vinograda je predviden vtok v cevovod, ki bo odvajal vodo v morje. Minimalna širina dna jarka bo 0,30 m, globina pa od 0,85 m na severnem robu vinograda, do cca 4 m ob južnem robu vinograda. Širina jarka se bo spreminjala od cca 2,0 m od severnem robu vinograda, v dolžini odseka cca 165, do 8,5 m ob južnem robu vinograda. Struga odprtega jarka bo predvidoma trapeznega pretočnega profila z naklonom brežin 1:1 ali 1:1,5. Zaradi preprečitve erozije bo dno struge predvidoma zavarovano z vgradnjo kamnov debeline cca 20 cm brez uporabe betona. Ostali del brežine bodo v celoti zemeljske in zatravljene.

Na južnem robu vinograda voda iz jarka vteka v cevovod  $\varnothing$  60 cm z minimalnim padcem (predvidoma 0,3 %), ki bo vodo odvajal v morje. Skupna dolžina cevovoda bo cca 130 m. Cevovod bo zgrajen predvidoma iz rebrastih PP cevi iz propilena ali iz AB cevi. Pred vtokom v cevovod je predvidena izgradnja usedalnika ustreznih dimenzij, ki bo zadrževal morebitne delce zemeljskega materiala. Izza vtoka je najprej predvidena vgradnja dušilnega cevovoda predvidoma  $\varnothing$  30 cm, ki bo omejeval količino odtoka v cevovod  $\varnothing$  60 cm in tako omogočal zadrževanje dotekajoče padavinske vode v času večjih padavin v strugi odprtega jarka.

Trasa cevovoda se predvidoma zaključi pred zaključkom predvidene pešpoti. Oblikovan bo razpršen iztok iz cevovoda z izvedbo iztočne glave v kamniti izvedbi. Brežina terena tik iztoka bo pred erozijo zavarovana z vgradnjo kamnov peščenjaka predvidoma dimenzij cca  $d = 30$  cm, ki bodo vtisnjeni v zemeljsko brežino brez uporabe betona. Kamni bodo vgrajeni tako, da bo oblikovana »groba hrapava« površina, ki bo omogočala zmanjševanje energije toka in preprečevala erozijo zemeljske brežine. V območju terena tik pod iztokom cevovoda do spodnjega dela poti bo oblikovan širši »podest«, tlakovan s kamni iz peščenjaka.

Ob odseku cevovoda  $\varnothing$  60 cm južno od obstoječe lokalne dostopne ceste do obale morja je predvidena tudi preureditev obstoječe pešpoti za dostop do morja v skupni dolžini cca 90m. Pešpot bo predvidoma razširjena na širino 1,50 m. Pohodna površina poti bo v zgornjem delu makadamske izvedbe iz peščenega materiala. Zaradi precejšnjega padca terena in premostitve višinske razlike bo potrebna izvedba stopnic. Te bodo izvedene z uporabo kamnitega materiala (peščenjak), tako da bo hkrati zagotovljena tudi varnost poti pred erozijo v času iztekanja večjih količin padavinske vode iz padavinskega cevovoda. V območju iztoka cevovoda do spodnjega dela poti bo oblikovan širši »podest«, tlakovan s kamni iz peščenjaka. Dostopna pot se bo zaključila na mestu dostopa do vznožnega dela klifa, to je do notranjega roba obalne terase pod klifom, kjer se zaključi tudi obstoječa pot.

## 6.0 TERENSKÉ RAZISKAVE

Terenske raziskave so obsegale inženirsko geološko kartiranje in izvedbo štirih sond dinamične penetracije (DPL). Sondažnih jaškov, zaradi nedostopnosti lokacije, nismo kopali.

### 6.1 Sondiranje terena z dinamičnim penetrometrom

Lokacije sond dinamične penetracije so bile ob robovih obstoječega igrišča:

Sonda	Y	X	Z	Dosežena globina
DPL-1	399.832,75	49.912,52	24,30	1,30



DPL-2	399.856,13	49.864,54	23,10	0,90
DPL-3	399.832,28	49.837,16	19,90	1,00
DPL-4	399.813,08	49.837,10	7,60	0,90

Uporabili smo opremo DPL, proizvajalca Stitz GmbH, ki je skladna s standardom SIST EN ISO 22476-2:2005. Preiskava poteka tako, da bat z maso 10 kg spuščamo iz višine 0,5 m na nakovalo z drogovjem, ki prodira v zemljine. Drogovje je opremljeno s konusnim nastavkom prereza 5 cm<sup>2</sup>, vrh konusa pa je oblikovan pod kotom 90°. Pri tem beležimo število udarcev, potrebnih za penetracijo 10 cm (število N<sub>10</sub>). Korigirane in normalizirane vrednosti števila udarcev SPT, pridobljene na osnovi preiskav DPL so:

$$(N_1)_{60} = N_{10} \times C_z \times C_e \times \lambda \times C_n, \text{ kjer je:}$$

(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	korigirana vrednost udarcev na 30 cm pri SPT testu
N <sub>10</sub>	izmerjena vrednost udarcev na 10 cm pri DPL testu
C <sub>z</sub>	koeficient, odvisen od vrste zemljine (3 in 1)
C <sub>e</sub>	koeficient prenosa energije (1)
λ	koeficient dolžine drogovja
C <sub>n</sub>	koeficient efektivne napetosti

Oceno gostote nekoherentnih zemljin in konsistenčnega stanja koherentnih zemljin smo ovrednotili na osnovi uveljavljenih statističnih povezav (Skempton, 1986; Terzaghi & Peck, 1946). Rezultate meritev podajamo v grafični in tabelarni obliki v prilogah T.2.

Izvedli smo štiri sonde dinamične penetracije. Lokacije sond so prikazane na situaciji, Priloga G.1. Preiskane materiale smo razdelili v tri skupine, koherentne materiale (gline, melje in peščene melje), zaglinjene gruše v gostem in zelo gostem gostotnem stanju. Na dnu je tretja plast – flišna podlaga. Debelina preperine je zelo majhna, med 0,3 m in 1,1 m:

GLINA	izmerjeno število udarcev	ekvivalentno število udarcev SPT	enoos. tl. trd. [TABELA]	nedrenirana strižna trdnost [Terzaghi & Peck]	modul elast. [Begemann]	modul stis. [TABELA]	dopustna obremenitev tal (Olandesi & L'Herminier)
d	N <sub>10</sub>	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	qu	s <sub>u</sub>	E	M	q <sub>dop</sub>
[m]	[ud./10cm ]	[ud./30cm]	[kPa]	[kPa]	[MPa]	[kPa]	[kPa]
do 1,0 m	8	11	148	74	5,18	7.346	232
do 0,8 m	9	12	165	83	5,79	8.228	260
do 0,4 m	10	14	187	94	6,23	9.301	293
do 0,4 m	12	17	221	110	6,99	10.971	346
št. meritev:	4	4	4	4	4	4	4
poprečje	9	14	180	90	6	8.961	283
standardna deviacija:	1,64	2,36	31,37	16	0,76	1.560	49
<b>vrednost na nivoju zaupanja 97,5 %</b>	<b>5,98</b>	<b>8,64</b>	<b>114,67</b>	<b>57</b>	<b>4,46</b>	<b>5.703</b>	<b>180</b>

Gline so v težkognetnem konsistenčnem stanju, s karakteristično vrednostjo nedrenirane strižne trdnosti s<sub>u</sub> = 57 kPa. Modul elastičnosti gline je E = 4,40 MPa.

GRUŠČ	izmerjeno število udarcev	ekvivalentno število udarcev SPT	indeks gostote (N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub> /I <sub>D</sub> <sup>2</sup> =60	strižni kot [po Gibbsu]	modul elast. [Begemann]
d	N <sub>10</sub>	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	I <sub>D</sub>	φ	E
[m]	[ud./10cm]	[ud./30cm]	[%]	[o]	[MPa]
od 1,0 m do 1,2	26	28	68	36	26,19
od 0,4 do 0,9 m	46	50	88	40	47,87
od 0,4 m do 0,8 m	48	52	91	41	49,76
št. meritev:	3	3	3	3	3
poprečje	40	43	82	39	41
standardna deviacija	12,08	13,10	12,60	2,72	13,10
<b>vrednost na nivoju zaupanja 97,5 %</b>	<b>35,40</b>	<b>38,63</b>	<b>79,30</b>	<b>37,67</b>	<b>36,51</b>

Grušči so v povprečju v gostem gostotnem stanju, s strižnim kotom  $\varphi = 37^\circ$ . Modul elastičnosti gruščev je  $E = 36$  MPa.

FLIŠNA PODLAGA	izmerjeno število udarcev	ekvivalentno število udarcev SPT	indeks gostote (N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub> /I <sub>D</sub> <sup>2</sup> =60	strižni kot [po Gibbsu]	modul elast. [Begemann]
d	N <sub>10</sub>	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	I <sub>D</sub>	φ	E
[m]	[ud./10cm]	[ud./30cm]	[%]	[o]	[MPa]
več kot 1,2 m	200	217	190	36	214,81
od 0,8 do 0,9 m	150	163	165	46	160,61
več kot 0,9 m	114	124	144	49	121,89
več kot 0,8 m	200	217	190	36	214,81
št. meritev:	4	4	4	4	4
poprečje	166	180	172	42	178
standardna deviacija	41,80	45,32	22,44	6,43	45,32
<b>vrednost na nivoju zaupanja 97,5 %</b>	<b>78,78</b>	<b>85,40</b>	<b>125,27</b>	<b>28,52</b>	<b>83,40</b>

Podlago gradijo materiali z več kot 100 udarci N<sub>10</sub>. Modul elastičnosti podlage je več kot  $E = 83$  MPa.

S sondiranjem terena z dinamičnim penetrometrom smo ugotovili, da je debelina preperine približno 1,0 m. Zgornja plast, ki jo gradijo meljne glin je debela približno 0,4 m do 1,0 m. Sledi približno 0,2 m debela plast zaglinjenih gruščev. Pod to plastjo nastopajo preperela flišna podlaga. Meljne glin so pretežno v težko gnetnem konsistenčnem stanju. Grušči so pretežno v gostem konsistenčnem stanju.

## 7.0

### NŽENIRSKO GEOLOŠKE RAZMERE

Obravnavana lokacija se nahaja na južni strani polotoka Debeli rtič. Obala, ki je odprta proti jugu, je zelo strma, oblikovana kot klif, ki se razteza do Valdoltre oz. Ankarana v dolžini približno 2 km. Klif se dviga do 30 m nad nivo morja, brežine pa so v spodnjem delu oblikovane v naklonu 2: 3 do 3: 2 v zgornjem delu pobočja. Na območju predvidenega iztoka meteorne kanalizacije je padnica brežine klifa orientirana v smeri 225° – 240°/45° – 71°.

V zaledju klifa je teren rahlo valovit, na nadmorski višini približno 22 m do 35 m. Projektirani odvodnjevalni kanal, ob Jadranski cesti, je na robu urbaniziranega prostora. Vzhodno od kanala so vinogradi, teren se dviguje proti severu in proti vzhodu v naklonu do 5°. Zahodno od kanala in Jadranske ceste, je prostor v celoti urbaniziran.

Plastovitost je večinoma subhorizontalna, ali z vpadi do 16° proti severu in severovzhodu. Razmerje med peščenjakom in laporjem oz. glinovcem ocenjujemo na 30 %: 70 %.

Na osnovi terenskih preiskav smo postavili štiri plasten model terena:

- **Umetni nasip** (ceste, poti) iz karbonatnega tolčenca. Debelina te plasti je 0,2 m do 0,5 m.
- **Deluvialne gline** [CL-ML] se ležijo pod plastjo humusa. Debelina teh plasti ne presega 1,0 m.
- **Deluvialni grušči** [GC, GM] navadno ležijo pod plastjo deluvialnih glin. Debelina gruščev je na obravnavanem območju tanka in ne presega 30 cm.
- **Preperela flišna podlaga** – glinovci, laporji in peščenjaki. Nastopa v globini 0,5 m do 1,2 m.

Na lokaciji načrtovane gradnje ni površinskih vodotokov. Teren je globalno stabilen. Na platoju v zaledju klifa ne opažamo znakov erozije. Erozijske grape opažamo le na strmem pobočju klifa.

## 8.0 EROZIJSKA OGROŽENOST IN OPREDELITEV TVEGANJA ZA NAČRTOVANI POSEG

Po podatkih ARSO – atlasa okolja spada obravnavano območje v erozijsko ogroženo območje s stopnjo zahtevnih zaščitnih ukrepov.

Območje načrtovane gradnje lahko, glede erozije in plazovitosti razdelimo na dva dela:

- Plato z vinogradi, kjer bo vkopan kanal za odvodnjo padavinskih voda. Na tem območju ni znakov erozije in plazovitosti. Teren je oblikovan v blagem naklonu, do 5° in praktično v celoti poraščen z vegetacijo.
- Območje iztoka meteorne kanalizacije, ki je v zaraščeni erozijski grapi, oddaljeno cca 25 m od morja. Teren je na tem mestu oblikovan v naklonu do 40°. Iz severne strani grape doteka manjši občasni vodotok.



Slika 5: erozijsko ogrožena območja (vir ARSO atlas okolja)

Glede na opisane geološke in hidrogeološke značilnosti lokacije lahko ugotovimo da plato z vinogradom ne ustreza pojmom »**erozijsko območje**«, iz 87. člena zakona o vodah:

- Na celotnem območju ni lokacij ki bi bila erozijska žarišča, saj leži na izravnem terenu, z blagim naklonom do 5°. Na območju načrtovanih gradbenih posegov ni površinskih vodotokov, ali razkritih površin, ki bi jih lahko izpirale meteorne vode.
- Območje ni pod vplivom hudournih voda.
- Obravnavano območje gradijo v osnovi flišne kamnine, ki jih prekriva do 1,2 m debela plast deluvialnih glin in zaglinjenih gruščev. Teren prekriva vegetacijski pokrov. Zaradi tega gline in melji niso podvrženi preperevanju.
- Zaledne vode s ceste so zajeta z obcestnim jarkom.

Zadnjih 20 m kanalizacije, od jaška M2 do jaška M1, po zelo strmem terenu, oblikovanem v naklonu do 40°. Območje je gosto poraščeno z vegetacijo. V neposredni bližini trase kanalizacije, približno 3 m do 5 m južno, poteka pešpot iz Jadranske ceste do obale. Približno 8 m severno od trase poteka druga pešpot od objektov Jadranska cesta 61 a in 61 b do obale.

Celotno območje dimenzij približno 40 m x 40 m predstavlja erozijsko zajedo v klifu. V grapo priteka iz severne strni občasni vodotok. Celotna grapa je sicer gosto poraščena z grmovnicami. Kljub temu jo lahko smatramo za **erozijsko žarišče**, saj se na to območje nekontrolirano stekajo meteorne vode iz višje ležečih parcel. Na dnu grape opazamo luže, oz. območja zastajanja vode. Opažamo tudi različno velike bloke peščenjaka, ki so se odkrušili od stranskih brežin grape. Dno grape je tudi divje smetišče.

Splošno znano dejstvo je, da so izpostavljene flišne kamnine podvržene preperevanju in eroziji. Pri tem moramo poudariti, da je hitrost preperevanja odvisna predvsem od vsebnosti karbonatne komponente (kalcijevega karbonata) v laporjih, glinavcih in meljehcih. Materiali z majhno vsebnostjo karbonatnega

veziv hitreje preperevajo in se spreminjajo v melj in glino. V nekaterih primerih lahko opazimo sezonsko spreminjanje kamnine v glino.

Po javno dostopnih podatkih je hitrost preperevanja flišev v Sredozemlju med 0,4 mm/leto do 30 mm/leto. Hitrost je odvisna od mineralne zgradbe laporjev, glinavcev in meljevce, ter lege in izpostavljenosti pobočja.

Po podatkih študije »Umikanje skalnih pobočij na erozijskih žariščih v slovenski Istri« (M. Zorn, M. Mikoš; GEOLOGIJA 51/1, 107-118, Ljubljana 2008) je povprečno letno sproščanje gradiva v Slovenski Istri, 20.000 do 50.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/leto, kar ustreza hitrosti 20 do 50 mm/leto.

## 9.0 KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI TRDNOSTNIH IN ELASTIČNIH LASTNOSTI MATERIALOV

Na osnovi terenskih preiskav in analogije s podobnimi materiali v okolici smo določili naslednje karakteristične vrednosti osnovnih geomehanskih parametrov:

material	Naravna prostor. teža	Enosna tlačna trdnost	Strižni kot	kohezija	Modul stisljivosti
	$\gamma$	$q_u$	$\varphi$	$c$	$M_v$
	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]
Umetni nasip – cestno telo	19		34 - 38	0	25
Deluvialne gline in melji [CL – ML]	19	30	-	-	4,40
Deluvialni zameljeni gruščji [GM]	18	-	34	0	20 – 40
Preperele flišne kamnine	24	800 – 2.000	25 - 30	7 - 12	80 – 150

## 10.0 POGOJI GRADNJE OBJEKTA

Za kategorizacijo izkopov uporabljamo »Dopolnila splošnih tehničnih pogojev IV knjiga; Ljubljana 2001 (DDC)«.

Na osnovi razpoložljive projektne dokumentacije ocenjujemo da bodo zemeljska dela potekava v naslednjih izkopnih kategorijah:

- 3. izkopna kategorija 70 %
- 4. izkopna kategorija 15 %
- 5. izkopna kategorija 15 %

Začasne izkopne brežine v deluvialnih glinah in gruščih, višine do 3 m, se lahko izvede v naklonu največ 1,5: 1 (56°). Končne brežine jarka so lahko oblikovane v naklonu največ 1: 1.

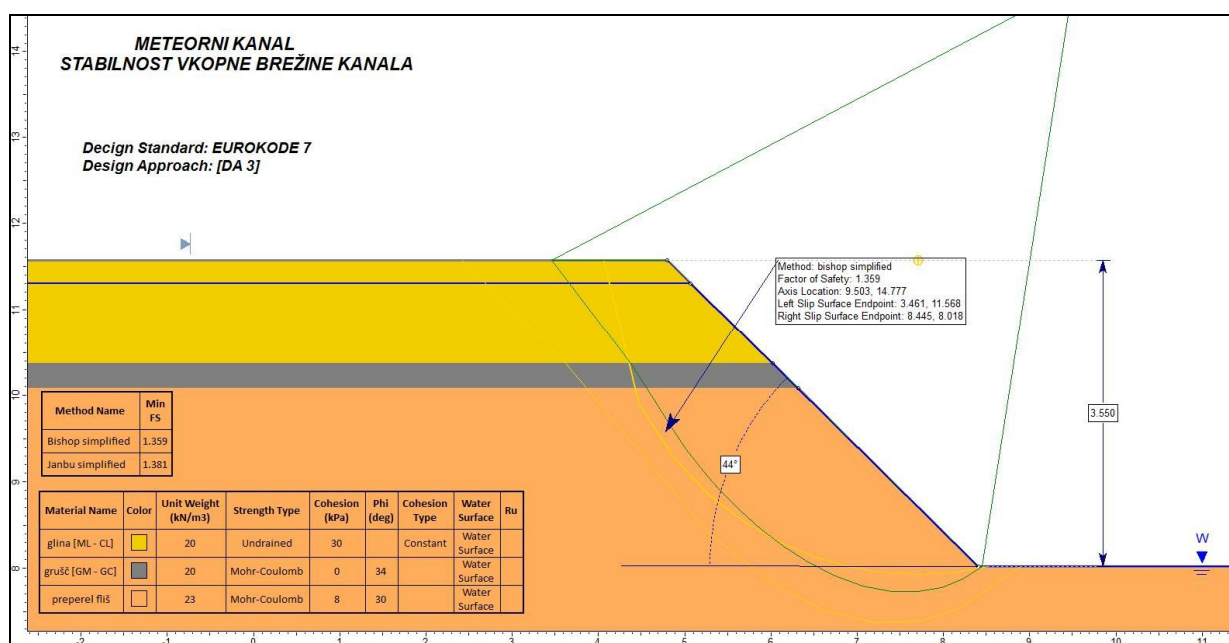
Preverimo še stabilnost vkopnih brežin jarka in pobočja klifa na mestu iztoka meteornega kanala. Račun stabilnosti izvedemo skladno z določili Evrokod 7. V računu smo uporabili projektne pristopa 3 [DA3]:

**(A1 ali A2 + M2 + R3)**

Pri tem so posamezni varnostni količniki:

• Stalni neugodni vplivi	$\gamma_{G, dst}$	1,35
• Stalni ugodni vplivi	$\gamma_{G, stb}$	1,00
• Strižni kot	$\gamma_{\phi'}$	1,25
• Kohezija	$\gamma_{c'}$	1,25
• Nedrenirana strižna trdnost	$\gamma_{cu}$	1,40
• Nosilnostni odpor	$\gamma_{Rv}$	1,40

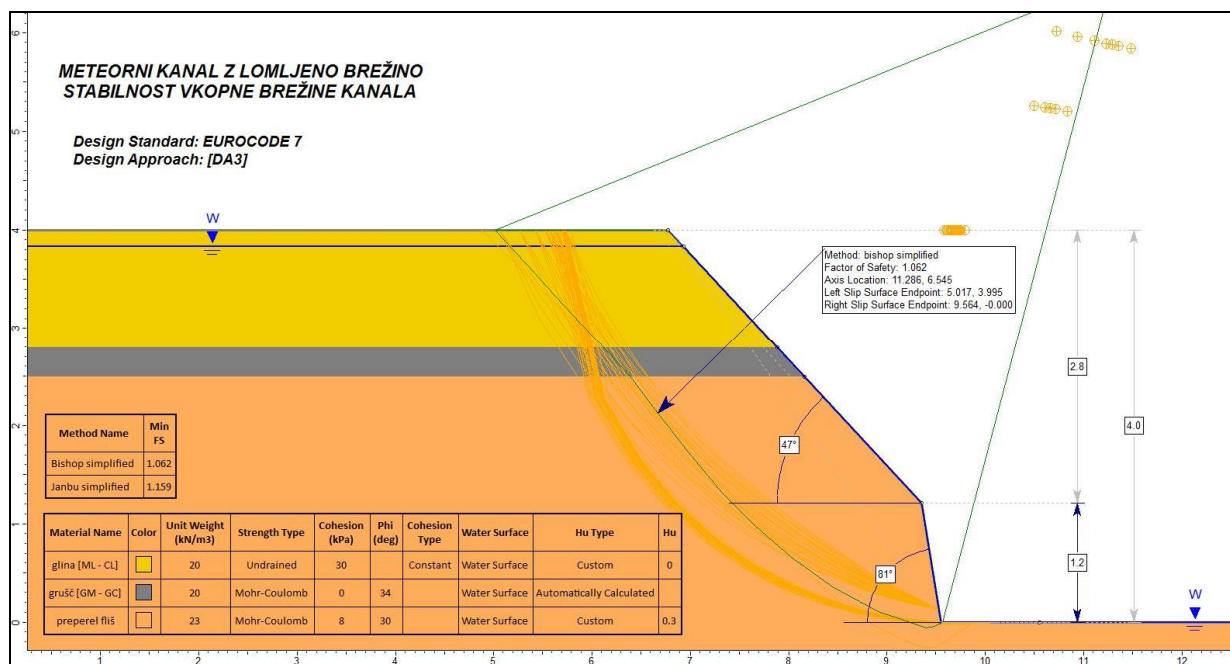
Reakcije [R3] za odpor proti zdrs, pri projektnem pristopu 3, niso obremenjene z varnostnim količnikom ( $R_h = 1,0$ ). Stabilnost brežine je zagotovljena z varnostnim količnikom  $F_{min} > 1,00$ .



Slika 6: Stabilnostna analiza brežine jarka za odvodnjo padavinskih voda

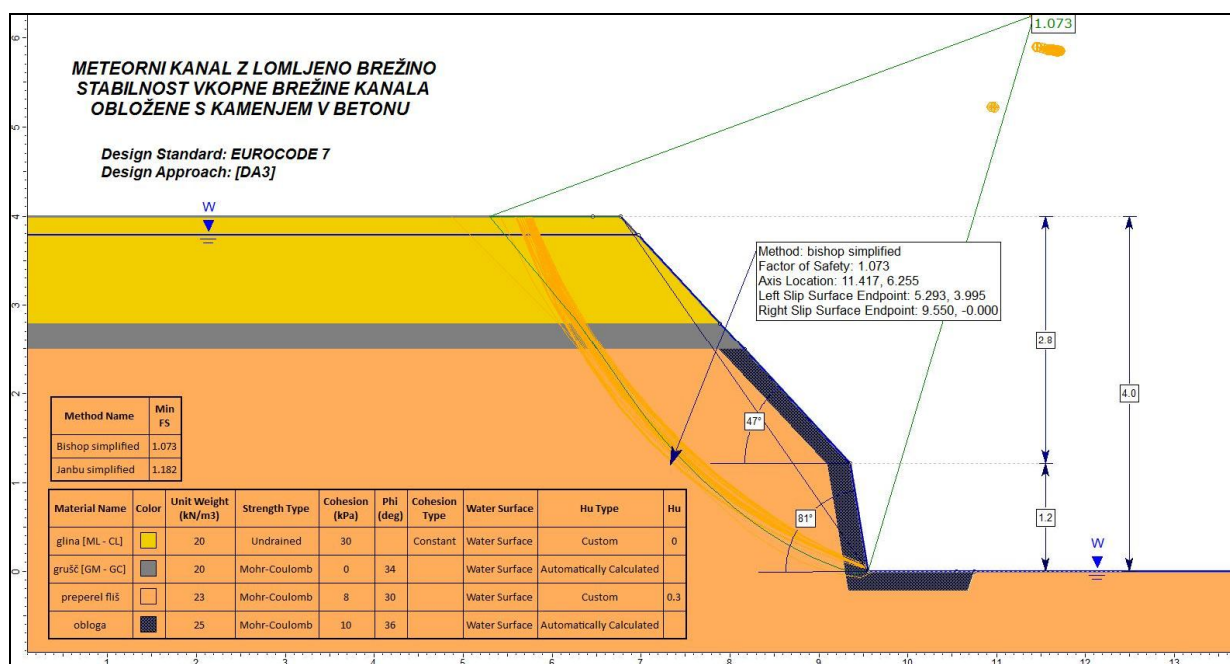
Brežine kanala, oblikovane v naklonu do 1: 1 so stabilne, z varnostnim količnikom  $F_{min} = 1,359$ . Predlagamo da se dno kanala in brežine, do višine Q100, tlakuje s kamnitimi bloki (peščenjak), s čimer bi zmanjšali hitrost vode in erozijo dna jarka.

Glede na to, da varnostni količnik izkazuje zelo visok varnost, preverimo še stabilnost lomljene brežine jarka. Brežina spodnjega dela jarka, višine do 1,2 m, bi bila oblikovana v naklonu do 6: 1 ( $81^\circ$ ). Zgornji del, višine do 3,5 m pa bi bil oblikovan v naklonu približno 1: 1 ( $47^\circ$ ). Stabilnostna analiza kaže, da bi takšna brežina bila stabilna z varnostnim količnikom  $F_{min} = 1,062$ .



Slika 7: Stabilnostna analiza brežine jarka, oblikovane v lomljenem profilu

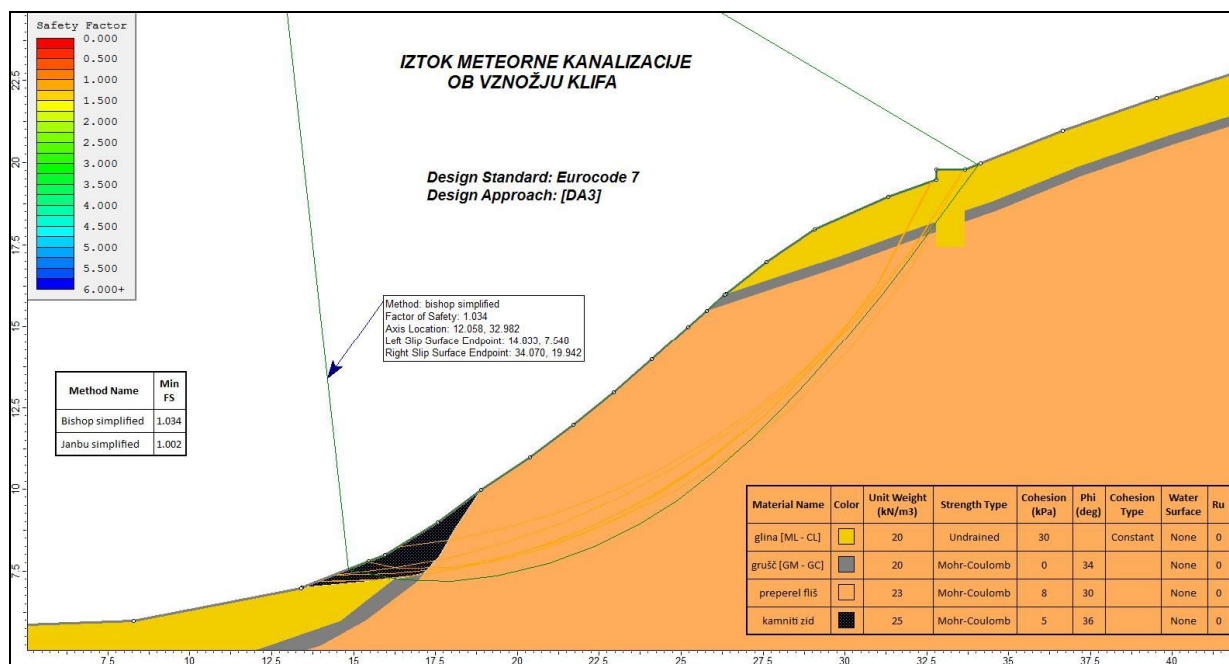
Menimo, da bi takšen kanal bilo nujno obložiti z oblogo iz kamena v betonu, do višine stoletnih voda (Q100). Stabilnost »obloženih« brežin se malo izboljša,  $F_{min}=1,073$ . Namen obloge je preprečitev erozije.



Slika 8: Stabilnostna analiza brežine jarka, oblikovane v lomljenem profilu, zaščitene s kamenjem v betonu

Nazadnje preverimo še stabilnost meteorne kanalizacije na območju klifa.





Slika 7: Stabilnost klifa na mestu iztoka meteorne kanalizacije

Brežina klifa je globalno stabilna. Predlagamo, da se iztok meteorne kanalizacije zavaruje s kamnitimi bloki (peščenjak). Poleg tega bo potrebno utrditi zasip kanalizacijske cevi. Predlagamo utrjevanje z vrečami peska. V nasprotnem primeru lahko pride do izpiranja zasipnega materiala.

Ljubljana 22.04.2018

Pripravil:  
Marko Kočevár, univ.dipl.inž.geol.

# PRILOGE

## S.1 NASLOVNA STRAN

Številčna oznaka načrta  
in vrsta načrta:

**8. NAČRT IZKOPOV IN OSNOVNE PODGRADNJE**

Investitor:

**OBČINA ANKARAN**  
**Jardanska cesta 66**  
**6280 ANKARAN**

Objekt:

**ODVODNJA ZALEDNIH PADAVINSKIH VODA NA OBMOČJU**  
**DEBELEGA RTIČA**

Vrsta projektne  
dokumentacije

**GEOLOŠKO GEOTEHNIČNI ELABORAT O POGOJIH GRADNJE**  
**KANALA ZA ODVODNJO ZALEDNIH PADAVINSKIH VODA NA**  
**PARCELAH 106/3, 107, 123/1, 1009, 1328/1, k.o. OLTRA [PGD]**

Za gradnjo:


**NOVOGRADNJA**

Projektant:

**GEOTRIAS, družba za geološki inženiring d.o.o.,**  
**Gabrje 2a**  
**1356 DOBROVA**

Odgovorni projektant:

**Marko Kočevar, univ.dipl.inž.geol., IZS RG – 0059**

<b>MARKO KOČEVAR</b> univ. dipl. inž. geol. <b>IZS RG0059</b>
---------------------------------------------------------------------

Odgovorni vodja projekta:

**Iztok Leben, univ.dipl.inž.grad., IZS RG – 0515**

Številka načrta, kraj in datum  
izdelave načrta:

**MK – 225/2018, Ljubljana, april 2018**

## **S.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA**

### **VSEBINA**

- 1.0 UVOD
- 2.0 MORFOLOŠKI IN GEOLOŠKI OPIS LOKACIJE
- 3.0 HIDROGEOLOŠKE IN HIDROLOŠKE RAZMERE
- 4.0 SEIZMIČNI PODATKI
- 5.0 OPIS OBJEKTA IN GRADBENIH POSEGOV
- 6.0 TERENSKE RAZISKAV
  - 6.1 Sondiranje terena z dinamičnim penetrometrom
- 7.0 INŽENIRSKO GEOLOŠKE RAZMERE
- 8.0 EROZIJSKA OGROŽENOST IN OPREDELITEV TVEGANJA ZA NAČRTOVANI POSEG
- 9.0 KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI TRDNOSTNIH IN ELASTIČNIH LASTNOSTI MATERIALOV
- 10.0 POGOJI GRADNJE OBJEKTA

### **GRAFIČNE PRILOGE**

- G.1 Pregledna situacija M 1: 1.000

# **GEOLOŠKO GEOTEHNIČNI ELABORAT O POGOJIH GRADNJE KANALA ZA ODVODNJO ZALEDNIH PADAVINSKIH VODA NA PARCELAH 106/3, 107, 123/1, 1009, 1328/1, k.o. OLTRA [PGD]**

Investitor: **OBČINA ANKARAN**  
**Jardanska cesta 66**  
**6280 ANKARAN**

## **1. UVOD**

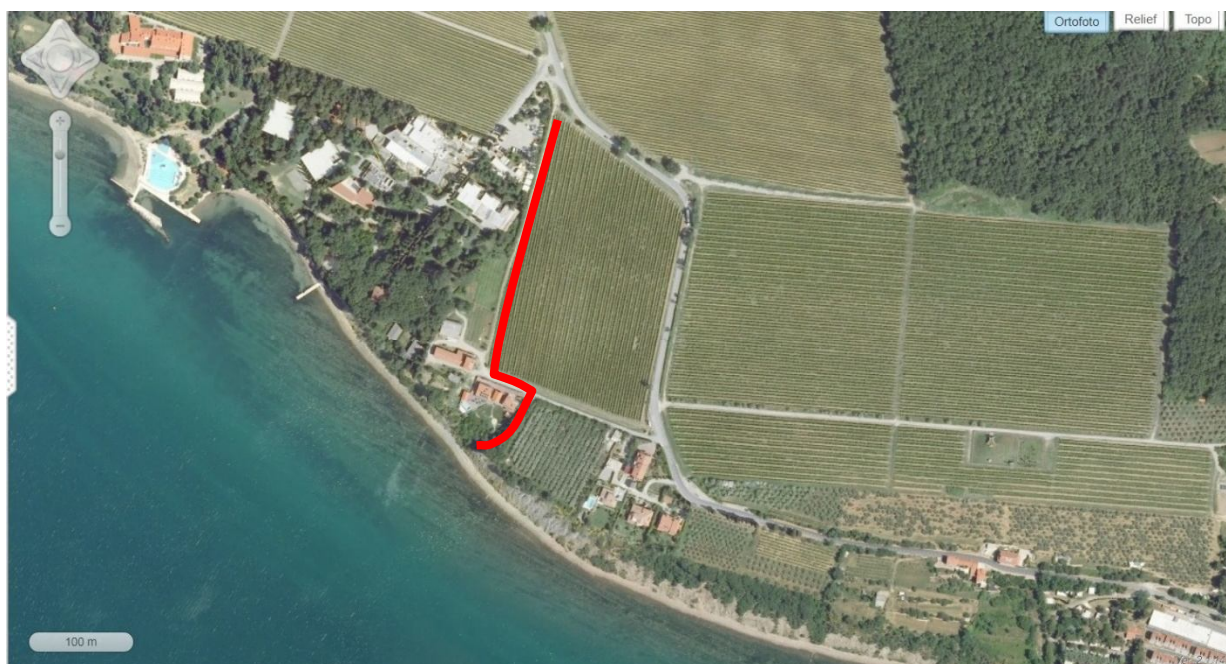
Na osnovi naročila projektanta »Odvodnje zalednih padavinskih voda na območju Debelega rtiča«, GLG projektiranje, d.o.o., smo dne 11.04.2018 opravili pregled terena in preiskave tal z dinamičnim penetrometrom, na območju načrtovane gradnje.

Problematika odvodnje padavinskih voda je na tem območju prisotna že dalj časa, nazadnje pri gradnji Centra Obala Debeli rtič, leta 2017. S tem v zvezi je projektant podal rešitev za odvodnjo padavinskih voda, ki dotekajo iz območja vinogradov na zahodni strani in iz načrtovane dostopne ceste do Centra Obala Debeli rtič, na nivoju idejnih zasnov.

V postopku pridobivanja gradbenega dovoljenja je soglasodajalec, RS Ministrstvo RS za okolje in prostor, Direkcija RS za vode, Sektor območja Jadranski rek z morjem, izdal projektne pogoje (št.: 35506-3370/2017-2, z dne 18.12.2018). Med pogoji tehnične narave, ki zadevajo geološko geomehansko problematiko, so:

- Geomehansko poročilo, ki zadeva gradnjo na erozijsko ogroženem območju
- Problematika stabilnosti brežin in obale ob izpustu

Namen poročila je podati oceno dejanske erozijske ogroženosti in predloge za preprečitev, oz. pogoje gradnje odvodnjevalnega jarka, kanalizacije in izpusta. Elaborat je sestavni del projektne dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja [PGD].



Slika 1: Aerofoto posnetek obravnavanega območja (vir GURS Geopedija)

## 2. MORFOLOŠKI IN GEOLOŠKI OPIS LOKACIJE

Obravnavana lokacija se nahaja na južni strani polotoka Debeli rtič. Obala, ki je odprta proti jugu, je zelo strma, oblikovana kot klif, ki se razteza do Valdoltre oz. Ankarana v dolžini približno 2 km. Klif se dviga do 30 m nad nivo morja, brežine pa so v spodnjem delu oblikovane v naklonu 2: 3 do 3: 2 v zgornjem delu pobočja. Na območju predvidenega iztoka meteorne kanalizacije je padnica brežine klifa orientirana v smeri  $225^{\circ} - 240^{\circ}/45^{\circ} - 71^{\circ}$ .

V zaledju klifa je teren rahlo valovit, na nadmorski višini približno 22 m do 35 m. Projektirani odvodnjevalni kanal, ob Jadranski cesti, je na robu urbaniziranega prostora. Vzhodno od kanala so vinogradi, teren se dviguje proti severu in proti vzhodu v naklonu do  $5^{\circ}$ . Zahodno od kanala in Jadranske ceste, je prostor v celoti urbaniziran, Hotel Arija, Mladinsko zdravilišče, igrišča in stanovanjski objekti.

Geološka zgradba širše okolice je monotona. V tektonskem smislu pripada obravnavano ozemlje tržaškemu paleogenemu bazenu, ki ga gradijo eocenske flišne plasti. Plastovitost je večinoma subhorizontalna, ali z vpadi do  $16^{\circ}$  proti severu in severovzhodu.

Fliš predstavlja menjavo plasti klastičnih kamnin zelo različnih granulacij, od glinovcev in laporovcev do peščenjakov in kalkarenitov.

Zaradi vsesplošne podvrženosti intenzivnemu preperevanju glinovcev in laporovcev, je površje prekrito s plastjo preperine - **deluvija**. Preperina je zemljinska zmes produktov preperevanja matične podlage ali pa sekundarnih nanosov iz višje ležečih pobočij. Spekter granulometrične sestave teh zemljin je zelo širok. Nastopajo kot močno zaglinjene peščeno gruščne zemljine rjave barve [GC], mestoma prevladujejo puste meljne gline [ML-CL] rjave barve s posameznimi drobcami preperelih flišnih kamnin, ki so pretežno poltrdne in trdne konsistence.

Debelina deluvija močno variira, tako zaradi lokalnih morfoloških značilnosti območja, kakor tudi litološke sestave tal, na obravnavanem območju pa je približno 0,5 m do 1,2 m.

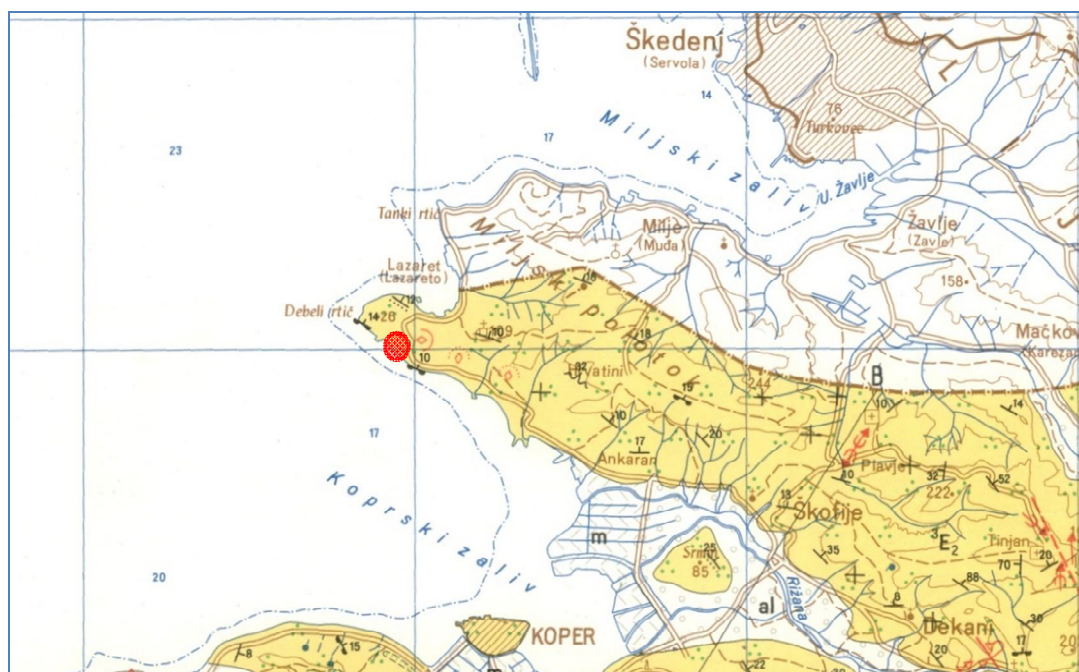


**Peščenjaki** so odporni proti preperevanju, vendar so razpokani. Razpoke so strukturne narave. Pojavljata se dva izrazita sistema, ki krojita kamnino na paralelepipede (bloke) dimenzij od 0,20 m x 0,20 m x 0,10 m do 1 m x 0,3 m x 0,3 m.

Zaradi specifične zgradbe fliša, menjave različno debelih plasti glinovcev, meljevcev, laporovcev in peščenjakov so brežine klifa zelo neravne. Na mestih kjer nastopajo plasti glinovcev in laporovcev proces preperevanja hitro degradira kamnino, tako da nastajajo vdolbine v brežini. Ko proces preperevanja odstrani plast mehkejših kamnin, ki je približno tako debela, kot je razdalja med razpokami v peščenjaku, iz brežine klifa pade blok peščenjaka.

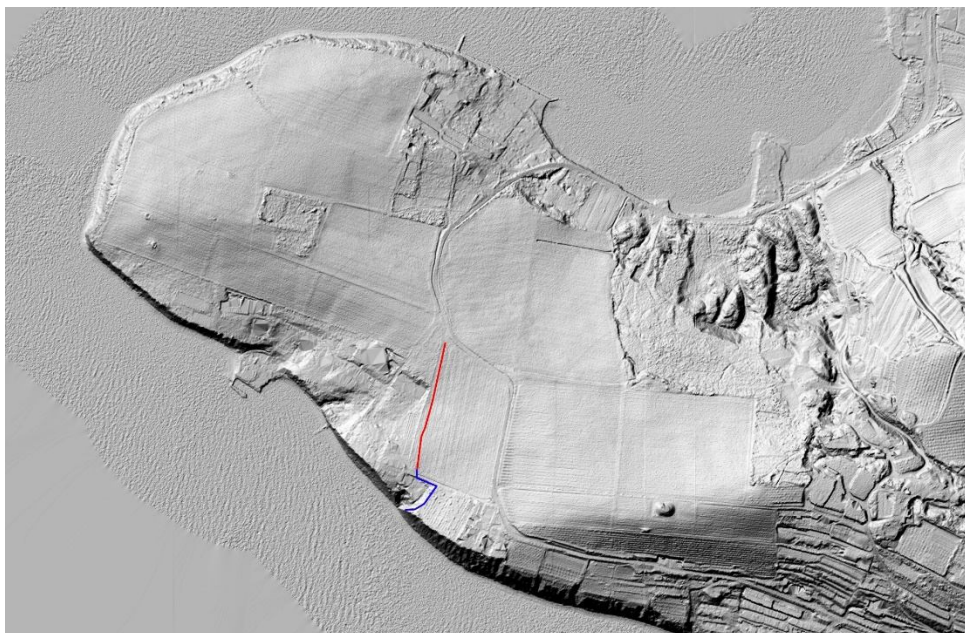
Na obravnavanem območju ni stalnih vodotokov. Skozi klif je v osrednjem delu obravnavanega prostora vrezana globoka erozijska grapa, ki je sedaj oblikovana v pot do obale. Občasni vodotok ni urejen in se prosto izliva v morje. Erozijska grapa je zasuta s smetmi.

S pregledom terena ugotavljamo elemente vpada flišnih plasti  $10^\circ/7^\circ-10^\circ$ . Peščenjake krojita dva izrazita sistema navpičnih razpok in sicer  $R_1: 320^\circ(140^\circ)/90^\circ$  in  $R_2: 220^\circ(40^\circ)/90^\circ$ . Sistem  $R_2$  je približno vzporeden s padnico pobočja, sistem  $R_1$  pa oklepa s sistemom  $R_2$  kot  $100^\circ$ . Razdalja med razpokami  $R_1$  je 10 cm do 1 m, med razpokami sistema  $R_2$  pa 15 cm do 30 cm. Razpoke obeh sistemov so delno odprte in delno zapolnjene z glino.



Slika 2: OGK SFRJ, List Trst M1: 100.000 (izrez ni v merilu)

Na platoju severno od klifa je 0,5 do 1,2 m debela plast preperine – rjave meljne gline z drobci in kosi preperlega laporja in peščenjaka. Preperino prerašča vegetacija. Na brežini opazimo, da koreninski sistemi dreves prodirajo skozi preperino v plasti preperlega laporja. Na tak način pospešujejo preperevanje in razpadanje brežin klifa.



Slika 3: Digitalni model reliefa širšega območja Debelega rtiča

Zaradi podvrženosti meljevcev in laporovcev preperevanju, opazamo med plastmi peščenjaka površinsko močno preperel lapor, ki je že spremenjen v meljno glino. Meteorna voda ta material sproti izpira, zato se nabira ob vznožju brežine.

### 3.0 HIDROGEOLOŠKE IN HIDROLOŠKE RAZMERE

Po javno dostopnih podatkih ARSO atlasa okolja obravnavana lokacija ne leži znotraj območja z vodovarstvenim režimom. Po istih virih lokacija ne leži na poplavno ogroženem območju.

Hidrografska mreža je v širši okolici slabo razvejana. Na platoju severno od klifa ne opazamo erozijskih grap, meteorne vode se stekajo v umetne kanale ob glavni cesti in drugih poteh. Erozijske grape opazamo le na klifu.

Podtalnica na obravnavanem območju nima zveznega nivoja. Pri izkopnih delih lahko pričakujemo le precejne vode iz nasipnega ali aluvialnega območja.

Površinske vode imajo zaradi relativno slabih mehanskih lastnosti meljevcev in glinovcev močan erozijski učinek, ki je lepo viden na strmih pobočjih klifa.

Na obravnavanem območju nastopajo kamnine, ki jih v hidrogeološkem smislu okarakteriziramo kot:

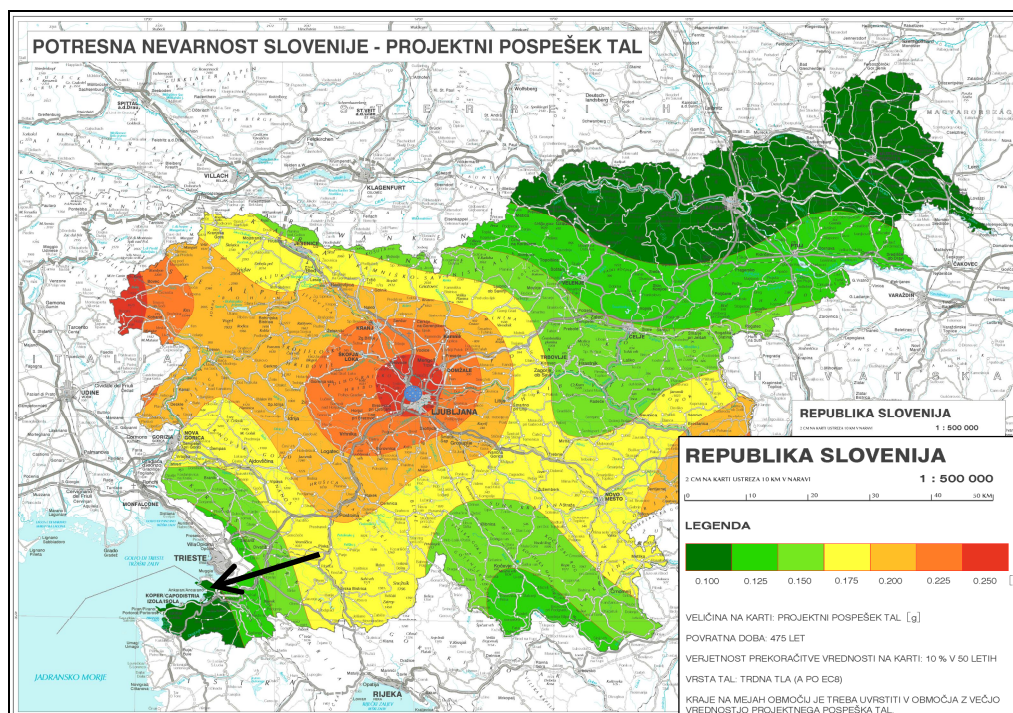
- **Deluvialne gline in grušči** s tipično **medzrnsko poroznostjo**, predstavljajo vodonosniki nizke izdatnosti. Koeficient vodoprepustnosti teh materialov je  $1 \times 10^{-5}$  do  $1 \times 10^{-7}$  m/s.
- **Flišne kamnine** (laporji, peščenjaki, meljevci, glinovci), izrazito **razpoklinsko poroznostjo**, predstavljajo manjše vodonosnike z lokalno omejenimi viri podzrmne vode. Koeficient vodoprepustnosti teh materialov je  $1 \times 10^{-6}$  do  $1 \times 10^{-10}$  m/s.

#### 4.0 SEIZMIČNI PODATKI

Po podatkih karte potresne nevarnosti Slovenije iz leta 2001, leži trasa načrtovanega objekta v območju s projektnim pospeškom tal  $a = 0,100 \text{ g}$ . (vir: <http://www.arso.gov.si/podrocja/potresi/podatki/>). Skladno s določili Evrokod 8 uvrščamo tla na območju projektiranega objekta v tip tal A:

Tip tal	Opis stratigrafskega profila	Parametri		
		$V_{s,30}$ (m/s)	$N_{SPT}$ (ud./30cm)	$c_u$ (kPa)
A	Skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala	> 800	-	-

Vrednost projektnega pospeška tal velja za tla tipa A (skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala). Za druge, slabše vrste tal se upoštevata korekcijska faktorja  $S_s$  (stratigrafski amplifikacijski faktor) in  $S_T$  (topografski amplifikacijski faktor), s katerim korigiramo projektni pospešek.



Slika 4: Karta potresne nevarnosti 2001. Avtorji J. Lapajne, B. Motnikar in P. Zupančič.

#### 5.0 OPIS OBJEKTA IN GRADBENIH POSEGOV

Obravnavani objekt je namenjen odvodnjavanju padavinskih voda iz zaledja objekta Centra Obala Debeli rtič.

Predvidena je izgradnja novega odprtega jarka ob zahodnem robu vinograda Vinakoper, v dolžini približno 250 m. Jarek bo imel padec v smeri proti jugu. Ob južnem robu vinograda je predviden vtok v cevovod, ki bo odvajal vodo v morje. Minimalna širina dna jarka bo 0,30 m, globina pa od 0,85 m na severnem robu vinograda, do cca 4 m ob južnem robu vinograda. Širina jarka se bo spreminjala od cca 2,0 m od severnem robu vinograda, v dolžini odseka cca 165, do 8,5 m ob južnem robu vinograda. Struga odprtega jarka bo predvidoma trapeznega pretočnega profila z naklonom brežin 1:1 ali 1:1,5. Zaradi preprečitve erozije bo dno struge predvidoma zavarovano z vgradnjo kamnov debeline cca 20 cm brez uporabe betona. Ostali del brežine bodo v celoti zemeljske in zatravljene.

Na južnem robu vinograda voda iz jarka vteka v cevovod  $\varnothing$  60 cm z minimalnim padcem (predvidoma 0,3 %), ki bo vodo odvajal v morje. Skupna dolžina cevovoda bo cca 130 m. Cevovod bo zgrajen predvidoma iz rebrastih PP cevi iz propilena ali iz AB cevi. Pred vtokom v cevovod je predvidena izgradnja usedalnika ustreznih dimenzij, ki bo zadrževal morebitne delce zemeljskega materiala. Izza vtoka je najprej predvidena vgradnja dušilnega cevovoda predvidoma  $\varnothing$  30 cm, ki bo omejeval količino odtoka v cevovod  $\varnothing$  60 cm in tako omogočal zadrževanje dotekajoče padavinske vode v času večjih padavin v strugi odprtega jarka.

Trasa cevovoda se predvidoma zaključi pred zaključkom predvidene pešpoti. Oblikovan bo razpršen iztok iz cevovoda z izvedbo iztočne glave v kamniti izvedbi. Brežina terena tik iztoka bo pred erozijo zavarovana z vgradnjo kamnov peščenjaka predvidoma dimenzij cca  $d = 30$  cm, ki bodo vtisnjeni v zemeljsko brežino brez uporabe betona. Kamni bodo vgrajeni tako, da bo oblikovana »groba hrapava« površina, ki bo omogočala zmanjševanje energije toka in preprečevala erozijo zemeljske brežine. V območju terena tik pod iztokom cevovoda do spodnjega dela poti bo oblikovan širši »podest«, tlakovan s kamni iz peščenjaka.

Ob odseku cevovoda  $\varnothing$  60 cm južno od obstoječe lokalne dostopne ceste do obale morja je predvidena tudi preureditev obstoječe pešpoti za dostop do morja v skupni dolžini cca 90m. Pešpot bo predvidoma razširjena na širino 1,50 m. Pohodna površina poti bo v zgornjem delu makadamske izvedbe iz peščenega materiala. Zaradi precejšnjega padca terena in premostitve višinske razlike bo potrebna izvedba stopnic. Te bodo izvedene z uporabo kamnitega materiala (peščenjak), tako da bo hkrati zagotovljena tudi varnost poti pred erozijo v času iztekanja večjih količin padavinske vode iz padavinskega cevovoda. V območju iztoka cevovoda do spodnjega dela poti bo oblikovan širši »podest«, tlakovan s kamni iz peščenjaka. Dostopna pot se bo zaključila na mestu dostopa do vznožnega dela klifa, to je do notranjega roba obalne terase pod klifom, kjer se zaključi tudi obstoječa pot.

## 6.0 TERENSKÉ RAZISKAVE

Terenske raziskave so obsegale inženirsko geološko kartiranje in izvedbo štirih sond dinamične penetracije (DPL). Sondažnih jaškov, zaradi nedostopnosti lokacije, nismo kopali.

### 6.1 Sondiranje terena z dinamičnim penetrometrom

Lokacije sond dinamične penetracije so bile ob robovih obstoječega igrišča:

Sonda	Y	X	Z	Dosežena globina
DPL-1	399.832,75	49.912,52	24,30	1,30



DPL-2	399.856,13	49.864,54	23,10	0,90
DPL-3	399.832,28	49.837,16	19,90	1,00
DPL-4	399.813,08	49.837,10	7,60	0,90

Uporabili smo opremo DPL, proizvajalca Stitz GmbH, ki je skladna s standardom SIST EN ISO 22476-2:2005. Preiskava poteka tako, da bat z maso 10 kg spuščamo iz višine 0,5 m na nakovalo z drogovjem, ki prodira v zemljine. Drogovje je opremljeno s konusnim nastavkom prereza 5 cm<sup>2</sup>, vrh konusa pa je oblikovan pod kotom 90°. Pri tem beležimo število udarcev, potrebnih za penetracijo 10 cm (število N<sub>10</sub>). Korigirane in normalizirane vrednosti števila udarcev SPT, pridobljene na osnovi preiskav DPL so:

$$(N_1)_{60} = N_{10} \times C_z \times C_e \times \lambda \times C_n, \text{ kjer je:}$$

(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	korigirana vrednost udarcev na 30 cm pri SPT testu
N <sub>10</sub>	izmerjena vrednost udarcev na 10 cm pri DPL testu
C <sub>z</sub>	koeficient, odvisen od vrste zemljine (3 in 1)
C <sub>e</sub>	koeficient prenosa energije (1)
λ	koeficient dolžine drogovja
C <sub>n</sub>	koeficient efektivne napetosti

Oceno gostote nekoherentnih zemljin in konsistenčnega stanja koherentnih zemljin smo ovrednotili na osnovi uveljavljenih statističnih povezav (Skempton, 1986; Terzaghi & Peck, 1946). Rezultate meritev podajamo v grafični in tabelarni obliki v prilogah T.2.

Izvedli smo štiri sonde dinamične penetracije. Lokacije sond so prikazane na situaciji, Priloga G.1. Preiskane materiale smo razdelili v tri skupine, koherentne materiale (gline, melje in peščene melje), zaglinjene gruše v gostem in zelo gostem gostotnem stanju. Na dnu je tretja plast – flišna podlaga. Debelina preperine je zelo majhna, med 0,3 m in 1,1 m:

GLINA	izmerjeno število udarcev	ekvivalentno število udarcev SPT	enoos. tl. trd. [TABELA]	nedrenirana strižna trdnost [Terzaghi & Peck]	modul elast. [Begemann]	modul stis. [TABELA]	dopustna obremenitev tal (Olandesi & L'Herminier)
d	N <sub>10</sub>	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	qu	Su	E	M	q <sub>dop</sub>
[m]	[ud./10cm ]	[ud./30cm]	[kPa]	[kPa]	[MPa]	[kPa]	[kPa]
do 1,0 m	8	11	148	74	5,18	7.346	232
do 0,8 m	9	12	165	83	5,79	8.228	260
do 0,4 m	10	14	187	94	6,23	9.301	293
do 0,4 m	12	17	221	110	6,99	10.971	346
št. meritev:	4	4	4	4	4	4	4
poprečje	9	14	180	90	6	8.961	283
standardna deviacija:	1,64	2,36	31,37	16	0,76	1.560	49
<b>vrednost na nivoju zaupanja 97,5 %</b>	<b>5,98</b>	<b>8,64</b>	<b>114,67</b>	<b>57</b>	<b>4,46</b>	<b>5.703</b>	<b>180</b>

Gline so v težkognetnem konsistenčnem stanju, s karakteristično vrednostjo nedrenirane strižne trdnosti s<sub>u</sub> = 57 kPa. Modul elastičnosti gline je E = 4,40 MPa.

GRUŠČ	izmerjeno število udarcev	ekvivalentno število udarcev SPT	indeks gostote (N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub> /I <sub>D</sub> <sup>2</sup> =60	strižni kot [po Gibbsu]	modul elast. [Begemann]
d	N <sub>10</sub>	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	I <sub>D</sub>	φ	E
[m]	[ud./10cm]	[ud./30cm]	[%]	[o]	[MPa]
od 1,0 m do 1,2	26	28	68	36	26,19
od 0,4 do 0,9 m	46	50	88	40	47,87
od 0,4 m do 0,8 m	48	52	91	41	49,76
št. meritev:	3	3	3	3	3
poprečje	40	43	82	39	41
standardna deviacija	12,08	13,10	12,60	2,72	13,10
<b>vrednost na nivoju zaupanja 97,5 %</b>	<b>35,40</b>	<b>38,63</b>	<b>79,30</b>	<b>37,67</b>	<b>36,51</b>

Grušči so v povprečju v gostem gostotnem stanju, s strižnim kotom  $\varphi = 37^\circ$ . Modul elastičnosti gruščev je  $E = 36$  MPa.

FLIŠNA PODLAGA	izmerjeno število udarcev	ekvivalentno število udarcev SPT	indeks gostote (N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub> /I <sub>D</sub> <sup>2</sup> =60	strižni kot [po Gibbsu]	modul elast. [Begemann]
d	N <sub>10</sub>	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	I <sub>D</sub>	φ	E
[m]	[ud./10cm]	[ud./30cm]	[%]	[o]	[MPa]
več kot 1,2 m	200	217	190	36	214,81
od 0,8 do 0,9 m	150	163	165	46	160,61
več kot 0,9 m	114	124	144	49	121,89
več kot 0,8 m	200	217	190	36	214,81
št. meritev:	4	4	4	4	4
poprečje	166	180	172	42	178
standardna deviacija	41,80	45,32	22,44	6,43	45,32
<b>vrednost na nivoju zaupanja 97,5 %</b>	<b>78,78</b>	<b>85,40</b>	<b>125,27</b>	<b>28,52</b>	<b>83,40</b>

Podlago gradijo materiali z več kot 100 udarci N<sub>10</sub>. Modul elastičnosti podlage je več kot  $E = 83$  MPa.

S sondiranjem terena z dinamičnim penetrometrom smo ugotovili, da je debelina preperine približno 1,0 m. Zgornja plast, ki jo gradijo meljne glin je debela približno 0,4 m do 1,0 m. Sledi približno 0,2 m debela plast zaglinjenih gruščev. Pod to plastjo nastopajo preperela flišna podlaga. Meljne glin so pretežno v težko gnetnem konsistenčnem stanju. Grušči so pretežno v gostem konsistenčnem stanju.

## 7.0

### NŽENIRSKO GEOLOŠKE RAZMERE

Obravnavana lokacija se nahaja na južni strani polotoka Debeli rtič. Obala, ki je odprta proti jugu, je zelo strma, oblikovana kot klif, ki se razteza do Valdoltre oz. Ankarana v dolžini približno 2 km. Klif se dviga do 30 m nad nivo morja, brežine pa so v spodnjem delu oblikovane v naklonu 2: 3 do 3: 2 v zgornjem delu pobočja. Na območju predvidenega iztoka meteorne kanalizacije je padnica brežine klifa orientirana v smeri 225° – 240°/45° – 71°.



V zaledju klifa je teren rahlo valovit, na nadmorski višini približno 22 m do 35 m. Projektirani odvodnjevalni kanal, ob Jadranski cesti, je na robu urbaniziranega prostora. Vzhodno od kanala so vinogradi, teren se dviguje proti severu in proti vzhodu v naklonu do 5°. Zahodno od kanala in Jadranske ceste, je prostor v celoti urbaniziran.

Plastovitost je večinoma subhorizontalna, ali z vpadi do 16° proti severu in severovzhodu. Razmerje med peščenjakom in laporjem oz. glinovcem ocenjujemo na 30 %: 70 %.

Na osnovi terenskih preiskav smo postavili štiri plasten model terena:

- **Umetni nasip** (ceste, poti) iz karbonatnega tolčenca. Debelina te plasti je 0,2 m do 0,5 m.
- **Deluvialne gline** [CL-ML] se ležijo pod plastjo humusa. Debelina teh plasti ne presega 1,0 m.
- **Deluvialni grušči** [GC, GM] navadno ležijo pod plastjo deluvialnih glin. Debelina gruščev je na obravnavanem območju tanka in ne presega 30 cm.
- **Preperela flišna podlaga** – glinovci, laporji in peščenjaki. Nastopa v globini 0,5 m do 1,2 m.

Na lokaciji načrtovane gradnje ni površinskih vodotokov. Teren je globalno stabilen. Na platoju v zaledju klifa ne opažamo znakov erozije. Erozijske grape opažamo le na strmem pobočju klifa.

## 8.0 EROZIJSKA OGROŽENOST IN OPREDELITEV TVEGANJA ZA NAČRTOVANI POSEG

Po podatkih ARSO – atlasa okolja spada obravnavano območje v erozijsko ogroženo območje s stopnjo zahtevnih zaščitnih ukrepov.

Območje načrtovane gradnje lahko, glede erozije in plazovitosti razdelimo na dva dela:

- Plato z vinogradi, kjer bo vkopan kanal za odvodnjo padavinskih voda. Na tem območju ni znakov erozije in plazovitosti. Teren je oblikovan v blagem naklonu, do 5° in praktično v celoti poraščen z vegetacijo.
- Območje iztoka meteorne kanalizacije, ki je v zaraščeni erozijski grapi, oddaljeno cca 25 m od morja. Teren je na tem mestu oblikovan v naklonu do 40°. Iz severne strani grape doteka manjši občasni vodotok.



Slika 5: erozijsko ogrožena območja (vir ARSO atlas okolja)

Glede na opisane geološke in hidrogeološke značilnosti lokacije lahko ugotovimo da plato z vinogradom ne ustreza pojmom »**erozijsko območje**«, iz 87. člena zakona o vodah:

- Na celotnem območju ni lokacij ki bi bila erozijska žarišča, saj leži na izravnem terenu, z blagim naklonom do 5°. Na območju načrtovanih gradbenih posegov ni površinskih vodotokov, ali razkritih površin, ki bi jih lahko izpirale meteorne vode.
- Območje ni pod vplivom hudournih voda.
- Obravnavano območje gradijo v osnovi flišne kamnine, ki jih prekriva do 1,2 m debela plast deluvialnih glin in zaglinjenih gruščev. Teren prekriva vegetacijski pokrov. Zaradi tega gline in melji niso podvrženi preperevanju.
- Zaledne vode s ceste so zajeta z obcestnim jarkom.

Zadnjih 20 m kanalizacije, od jaška M2 do jaška M1, po zelo strmim terenu, oblikovanem v naklonu do 40°. Območje je gosto poraščeno z vegetacijo. V neposredni bližini trase kanalizacije, približno 3 m do 5 m južno, poteka pešpot iz Jadranske ceste do obale. Približno 8 m severno od trase poteka druga pešpot od objektov Jadranska cesta 61 a in 61 b do obale.

Celotno območje dimenzij približno 40 m x 40 m predstavlja erozijsko zajedo v klifu. V grapo priteka iz severne strni občasni vodotok. Celotna grapa je sicer gosto poraščena z grmovnicami. Kljub temu jo lahko smatramo za **erozijsko žarišče**, saj se na to območje nekontrolirano stekajo meteorne vode iz višje ležečih parcel. Na dnu grape opazamo luže, oz. območja zastajanja vode. Opažamo tudi različno velike bloke peščenjaka, ki so se odkrušili od stranskih brežin grape. Dno grape je tudi divje smetišče.

Splošno znano dejstvo je, da so izpostavljene flišne kamnine podvržene preperevanju in eroziji. Pri tem moramo poudariti, da je hitrost preperevanja odvisna predvsem od vsebnosti karbonatne komponente (kalcijevega karbonata) v laporjih, glinavcih in meljehcih. Materiali z majhno vsebnostjo karbonatnega

veziv hitreje preperevajo in se spreminjajo v melj in glino. V nekaterih primerih lahko opazamo sezonsko spreminjanje kamnine v glino.

Po javno dostopnih podatkih je hitrost preperevanja flišev v Sredozemlju med 0,4 mm/leto do 30 mm/leto. Hitrost je odvisna od mineralne zgradbe laporjev, glinavcev in meljevce, ter lege in izpostavljenosti pobočja.

Po podatkih študije »Umikanje skalnih pobočij na erozijskih žariščih v slovenski Istri« (M. Zorn, M. Mikoš; GEOLOGIJA 51/1, 107-118, Ljubljana 2008) je povprečno letno sproščanje gradiva v Slovenski Istri, 20.000 do 50.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/leto, kar ustreza hitrosti 20 do 50 mm/leto.

## 9.0 KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI TRDNOSTNIH IN ELASTIČNIH LASTNOSTI MATERIALOV

Na osnovi terenskih preiskav in analogije s podobnimi materiali v okolici smo določili naslednje karakteristične vrednosti osnovnih geomehanskih parametrov:

material	Naravna prostor. teža	Enosna tlačna trdnost	Strižni kot	kohezija	Modul stisljivosti
	$\gamma$	$q_u$	$\varphi$	$c$	$M_v$
	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]
Umetni nasip – cestno telo	19		34 - 38	0	25
Deluvialne gline in melji [CL – ML]	19	30	-	-	4,40
Deluvialni zameljeni gruščji [GM]	18	-	34	0	20 – 40
Preperele flišne kamnine	24	800 – 2.000	25 - 30	7 - 12	80 – 150

## 10.0 POGOJI GRADNJE OBJEKTA

Za kategorizacijo izkopov uporabljamo »Dopolnila splošnih tehničnih pogojev IV knjiga; Ljubljana 2001 (DDC)«.

Na osnovi razpoložljive projektne dokumentacije ocenjujemo da bodo zemeljska dela potekava v naslednjih izkopnih kategorijah:

- 3. izkopna kategorija 70 %
- 4. izkopna kategorija 15 %
- 5. izkopna kategorija 15 %

Začasne izkopne brežine v deluvialnih glinah in gruščih, višine do 3 m, se lahko izvede v naklonu največ 1,5: 1 (56°). Končne brežine jarka so lahko oblikovane v naklonu največ 1: 1.

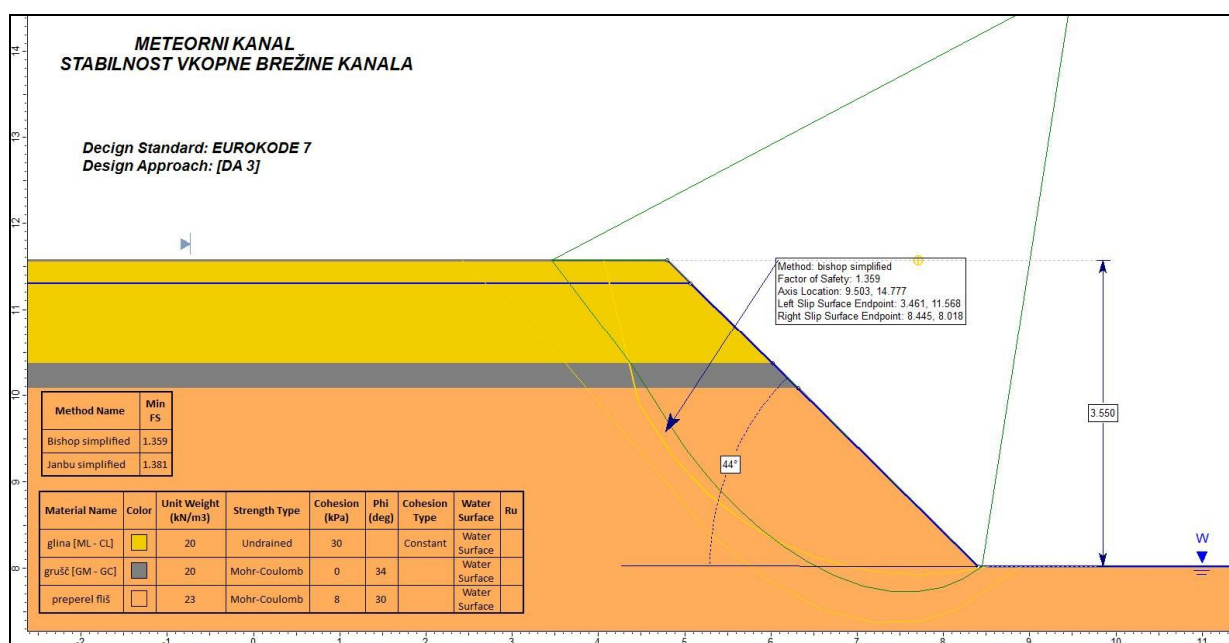
Preverimo še stabilnost vkopnih brežin jarka in pobočja klifa na mestu iztoka meteornega kanala. Račun stabilnosti izvedemo skladno z določili Evrokod 7. V računu smo uporabili projektne pristopa 3 [DA3]:

**(A1 ali A2 + M2 + R3)**

Pri tem so posamezni varnostni količniki:

• Stalni neugodni vplivi	$\gamma_{G, dst}$	1,35
• Stalni ugodni vplivi	$\gamma_{G, stb}$	1,00
• Strižni kot	$\gamma_{\phi'}$	1,25
• Kohezija	$\gamma_{c'}$	1,25
• Nedrenirana strižna trdnost	$\gamma_{cu}$	1,40
• Nosilnostni odpor	$\gamma_{Rv}$	1,40

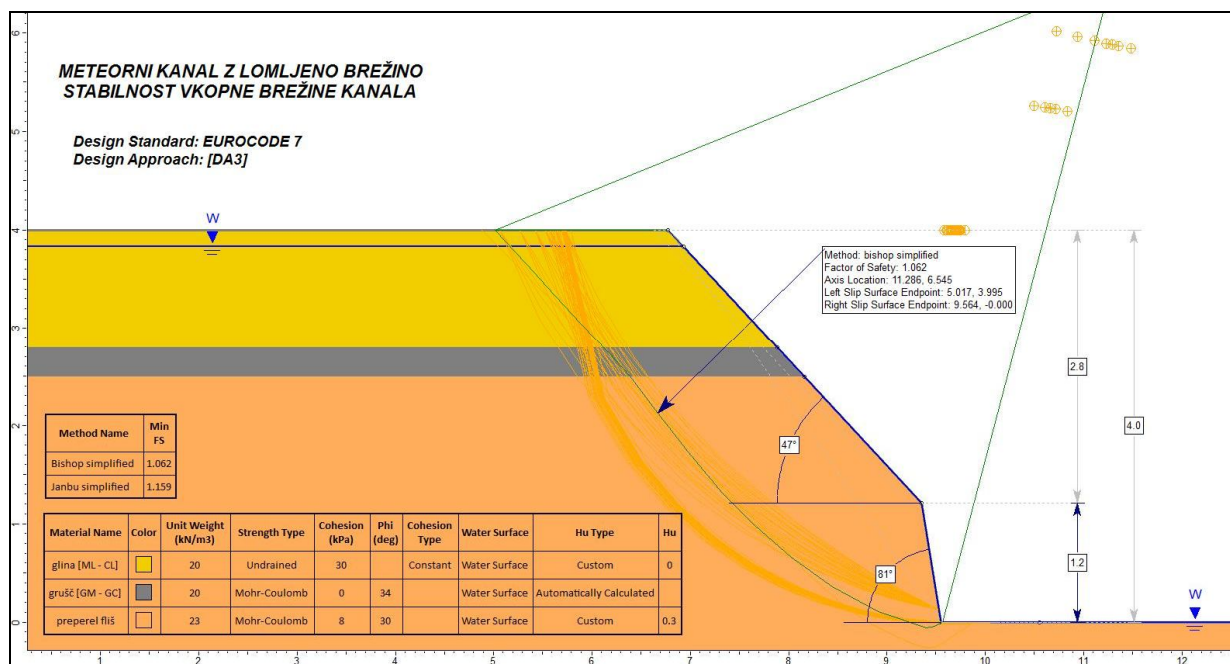
Reakcije [R3] za odpor proti zdrs, pri projektne pristopu 3, niso obremenjene z varnostnim količnikom ( $R_h = 1,0$ ). Stabilnost brežine je zagotovljena z varnostnim količnikom  $F_{min} > 1,00$ .



Slika 6: Stabilnostna analiza brežine jarka za odvodnjo padavinskih voda

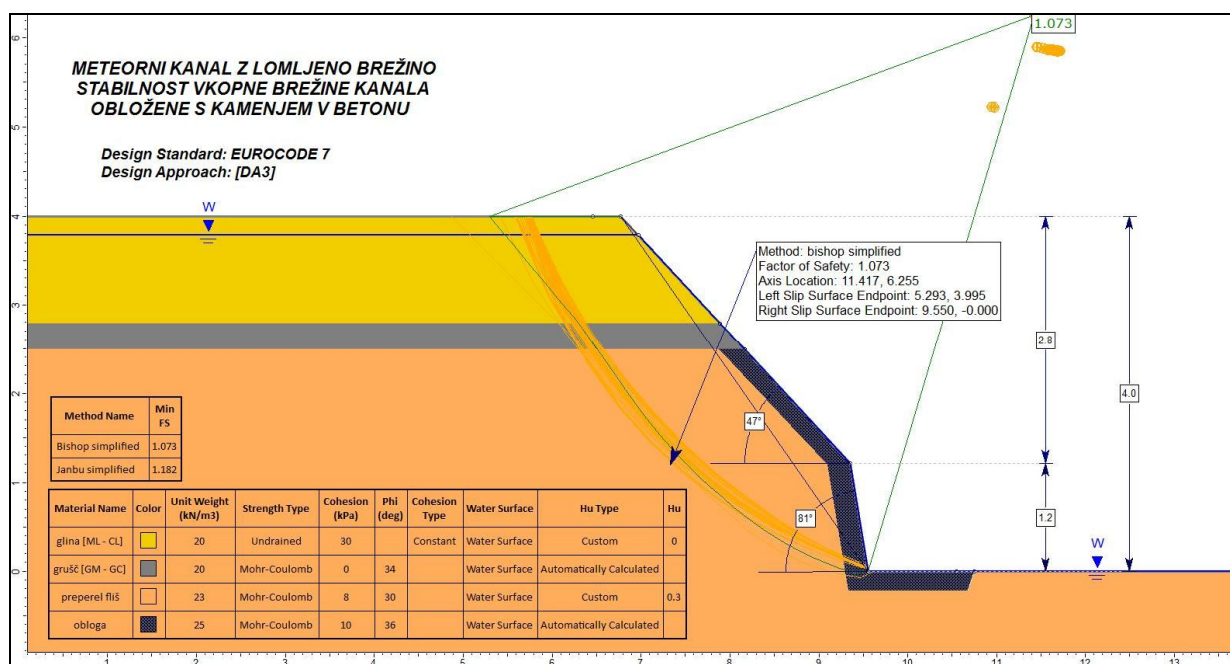
Brežine kanala, oblikovane v naklonu do 1: 1 so stabilne, z varnostnim količnikom  $F_{min} = 1,359$ . Predlagamo da se dno kanala in brežine, do višine Q100, tlakuje s kamnitimi bloki (peščenjak), s čimer bi zmanjšali hitrost vode in erozijo dna jarka.

Glede na to, da varnostni količnik izkazuje zelo visok varnost, preverimo še stabilnost lomljene brežine jarka. Brežina spodnjega dela jarka, višine do 1,2 m, bi bila oblikovana v naklonu do 6: 1 ( $81^\circ$ ). Zgornji del, višine do 3,5 m pa bi bil oblikovan v naklonu približno 1: 1 ( $47^\circ$ ). Stabilnostna analiza kaže, da bi takšna brežina bila stabilna z varnostnim količnikom  $F_{min} = 1,062$ .



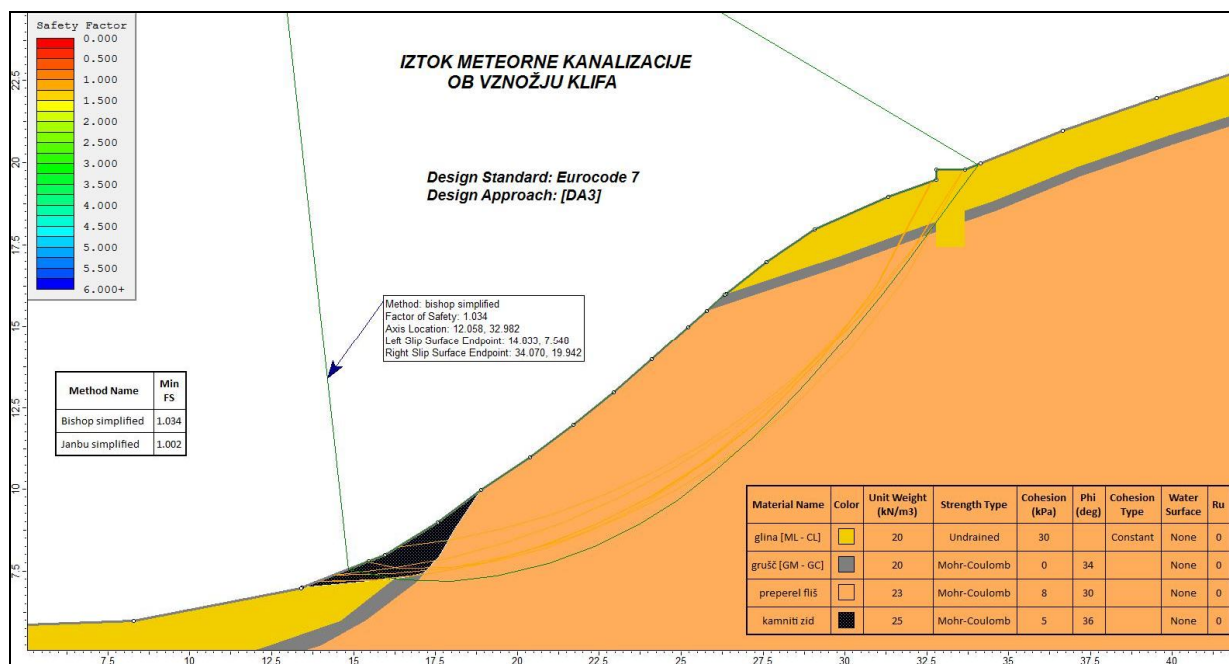
Slika 7: Stabilnostna analiza brežine jarka, oblikovane v lomljenem profilu

Menimo, da bi takšen kanal bilo nujno obložiti z oblogo iz kamena v betonu, do višine stoletnih voda (Q100). Stabilnost »obloženih« brežin se malo izboljša,  $F_{min}=1,073$ . Namen obloge je preprečitev erozije.



Slika 8: Stabilnostna analiza brežine jarka, oblikovane v lomljenem profilu, zaščitene s kamenjem v betonu

Nazadnje preverimo še stabilnost meteorne kanalizacije na območju klifa.



Slika 7: Stabilnost klifa na mestu iztoka meteorne kanalizacije

Brežina klifa je globalno stabilna. Predlagamo, da se iztok meteorne kanalizacije zavaruje s kamnitimi bloki (peščenjak). Poleg tega bo potrebno utrditi zasip kanalizacijske cevi. Predlagamo utrjevanje z vrečami peska. V nasprotnem primeru lahko pride do izpiranja zasipnega materiala.

Ljubljana 22.04.2018

Pripravil:  
Marko Kočevar, univ.dipl.inž.geol.



# PRILOGE

## S.1 NASLOVNA STRAN

Številčna oznaka načrta  
in vrsta načrta:

**8. NAČRT IZKOPOV IN OSNOVNE PODGRADNJE**

Investitor:

**OBČINA ANKARAN  
Jardanska cesta 66  
6280 ANKARAN**

Objekt:

**ODVODNJA ZALEDNIH PADAVINSKIH VODA NA OBMOČJU  
DEBELEGA RTIČA**

Vrsta projektne  
dokumentacije

**GEOLOŠKO GEOTEHNIČNI ELABORAT O POGOJIH GRADNJE  
KANALA ZA ODVODNJO ZALEDNIH PADAVINSKIH VODA NA  
PARCELAH 106/3, 107, 123/1, 1009, 1328/1, k.o. OLTRA [PGD]**

Za gradnjo:


**NOVOGRADNJA**

Projektant:

**GEOTRIAS, družba za geološki inženiring d.o.o.,  
Gabrje 2a  
1356 DOBROVA**

Odgovorni projektant:

**Marko Kočevar, univ.dipl.inž.geol., IZS RG – 0059**

<b>MARKO KOČEVAR</b> univ. dipl. inž. geol. IZS RG0059
--------------------------------------------------------------

Odgovorni vodja projekta:

**Iztok Leben, univ.dipl.inž.grad., IZS RG – 0515**

Številka načrta, kraj in datum  
izdelave načrta:

**MK – 225/2018, Ljubljana, april 2018**

## **S.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA**

### **VSEBINA**

- 1.0 UVOD
- 2.0 MORFOLOŠKI IN GEOLOŠKI OPIS LOKACIJE
- 3.0 HIDROGEOLOŠKE IN HIDROLOŠKE RAZMERE
- 4.0 SEIZMIČNI PODATKI
- 5.0 OPIS OBJEKTA IN GRADBENIH POSEGOV
- 6.0 TERENSKE RAZISKAV
  - 6.1 Sondiranje terena z dinamičnim penetrometrom
- 7.0 INŽENIRSKO GEOLOŠKE RAZMERE
- 8.0 EROZIJSKA OGROŽENOST IN OPREDELITEV TVEGANJA ZA NAČRTOVANI POSEG
- 9.0 KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI TRDNOSTNIH IN ELASTIČNIH LASTNOSTI MATERIALOV
- 10.0 POGOJI GRADNJE OBJEKTA

### **GRAFIČNE PRILOGE**

- G.1 Pregledna situacija M 1: 1.000

**GEOLOŠKO GEOTEHNIČNI ELABORAT O POGOJIH GRADNJE KANALA ZA ODVODNJO ZALEDNIH PADAVINSKIH VODA NA PARCELAH 106/3, 107, 123/1, 1009, 1328/1, k.o. OLTRA [PGD]**

Investitor: **OBČINA ANKARAN**  
**Jardanska cesta 66**  
**6280 ANKARAN**

## **1. UVOD**

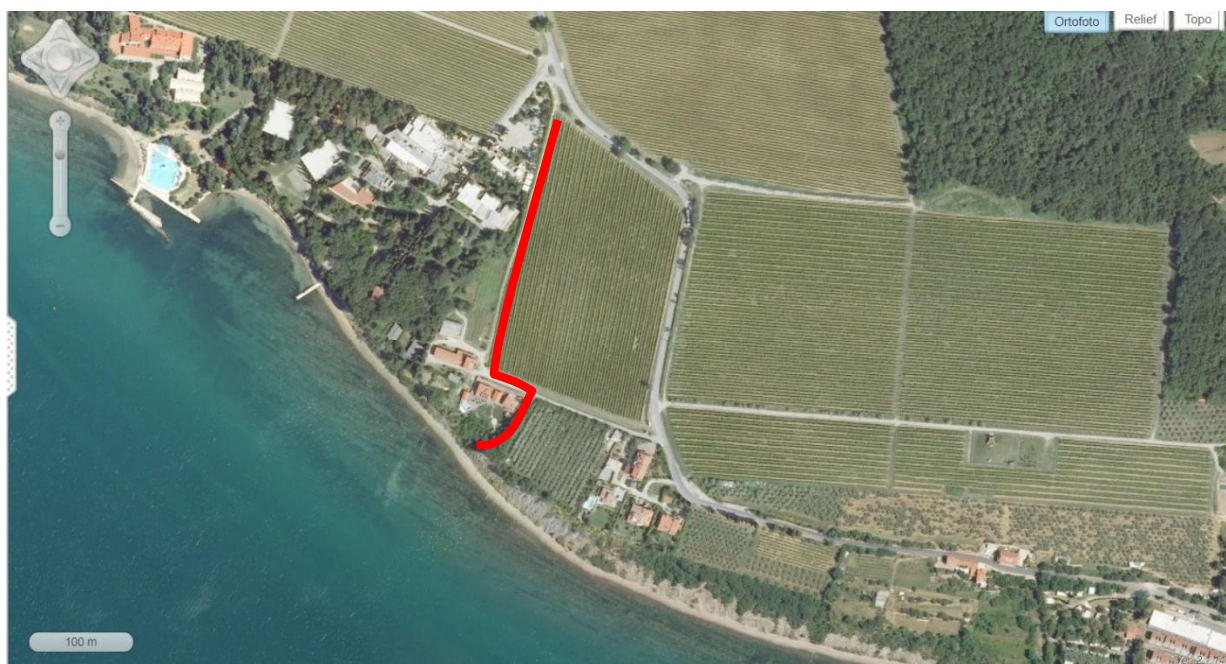
Na osnovi naročila projektanta »Odvodnje zalednih padavinskih voda na območju Debelega rtiča«, GLG projektiranje, d.o.o., smo dne 11.04.2018 opravili pregled terena in preiskave tal z dinamičnim penetrometrom, na območju načrtovane gradnje.

Problematika odvodnje padavinskih voda je na tem območju prisotna že dalj časa, nazadnje pri gradnji Centra Obala Debeli rtič, leta 2017. S tem v zvezi je projektant podal rešitev za odvodnjo padavinskih voda, ki dotekajo iz območja vinogradov na zahodni strani in iz načrtovane dostopne ceste do Centra Obala Debeli rtič, na nivoju idejnih zasnov.

V postopku pridobivanja gradbenega dovoljenja je soglasodajalec, RS Ministrstvo RS za okolje in prostor, Direkcija RS za vode, Sektor območja Jadranski rek z morjem, izdal projektne pogoje (št.: 35506-3370/2017-2, z dne 18.12.2018). Med pogoji tehnične narave, ki zadevajo geološko geomehansko problematiko, so:

- Geomehansko poročilo, ki zadeva gradnjo na erozijsko ogroženem območju
- Problematika stabilnosti brežin in obale ob izpustu

Namen poročila je podati oceno dejanske erozijske ogroženosti in predloge za preprečitev, oz. pogoje gradnje odvodnjevalnega jarka, kanalizacije in izpusta. Elaborat je sestavni del projektne dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja [PGD].



Slika 1: Aerofoto posnetek obravnavanega območja (vir GURS Geopedija)

## 2. MORFOLOŠKI IN GEOLOŠKI OPIS LOKACIJE

Obravnavana lokacija se nahaja na južni strani polotoka Debeli rtič. Obala, ki je odprta proti jugu, je zelo strma, oblikovana kot klif, ki se razteza do Valdoltre oz. Ankarana v dolžini približno 2 km. Klif se dviga do 30 m nad nivo morja, brežine pa so v spodnjem delu oblikovane v naklonu 2: 3 do 3: 2 v zgornjem delu pobočja. Na območju predvidenega iztoka meteorne kanalizacije je padnica brežine klifa orientirana v smeri  $225^{\circ} - 240^{\circ}/45^{\circ} - 71^{\circ}$ .

V zaledju klifa je teren rahlo valovit, na nadmorski višini približno 22 m do 35 m. Projektirani odvodnjevalni kanal, ob Jadranski cesti, je na robu urbaniziranega prostora. Vzhodno od kanala so vinogradi, teren se dviguje proti severu in proti vzhodu v naklonu do  $5^{\circ}$ . Zahodno od kanala in Jadranske ceste, je prostor v celoti urbaniziran, Hotel Arija, Mladinsko zdravilišče, igrišča in stanovanjski objekti.

Geološka zgradba širše okolice je monotona. V tektonskem smislu pripada obravnavano ozemlje tržaškemu paleogenemu bazenu, ki ga gradijo eocenske flišne plasti. Plastovitost je večinoma subhorizontalna, ali z vpadi do  $16^{\circ}$  proti severu in severovzhodu.

Fliš predstavlja menjavo plasti klastičnih kamnin zelo različnih granulacij, od glinovcev in laporovcev do peščenjakov in kalkarenitov.

Zaradi vsesplošne podvrženosti intenzivnemu preperevanju glinovcev in laporovcev, je površje prekrito s plastjo preperine - **deluvija**. Preperina je zemljinska zmes produktov preperevanja matične podlage ali pa sekundarnih nanosov iz višje ležečih pobočij. Spekter granulometrične sestave teh zemljin je zelo širok. Nastopajo kot močno zaglinjene peščeno gruščne zemljine rjave barve [GC], mestoma prevladujejo puste meljne gline [ML-CL] rjave barve s posameznimi drobcami preperelih flišnih kamnin, ki so pretežno poltrdne in trdne konsistence.

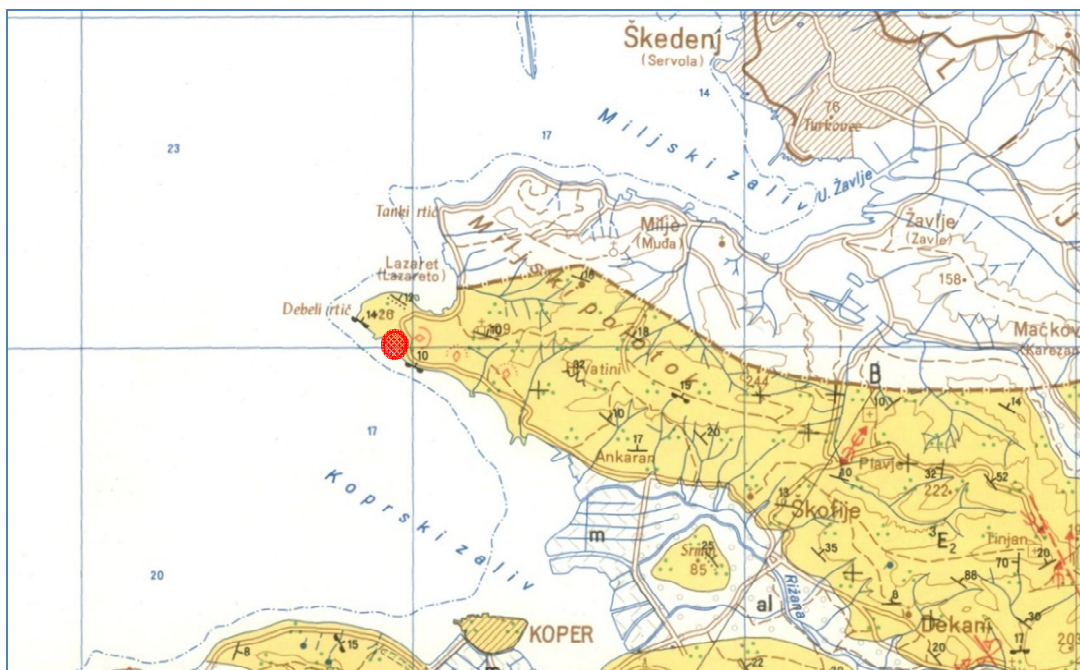
Debelina deluvija močno variira, tako zaradi lokalnih morfoloških značilnosti območja, kakor tudi litološke sestave tal, na obravnavanem območju pa je približno 0,5 m do 1,2 m.

**Peščenjaki** so odporni proti preperevanju, vendar so razpokani. Razpoke so strukturne narave. Pojavljata se dva izrazita sistema, ki krojita kamnino na paralelepipede (bloke) dimenzij od 0,20 m x 0,20 m x 0,10 m do 1 m x 0,3 m x 0,3 m.

Zaradi specifične zgradbe fliša, menjave različno debelih plasti glinovcev, meljevcev, laporovcev in peščenjakov so brežine klifa zelo neravne. Na mestih kjer nastopajo plasti glinovcev in laporovcev proces preperevanja hitro degradira kamnino, tako da nastajajo vdolbine v brežini. Ko proces preperevanja odstrani plast mehkejših kamnin, ki je približno tako debela, kot je razdalja med razpokami v peščenjaku, iz brežine klifa pade blok peščenjaka.

Na obravnavanem območju ni stalnih vodotokov. Skozi klif je v osrednjem delu obravnavanega prostora vrezana globoka erozijska grapa, ki je sedaj oblikovana v pot do obale. Občasni vodotok ni urejen in se prosto izliva v morje. Erozijska grapa je zasuta s smetmi.

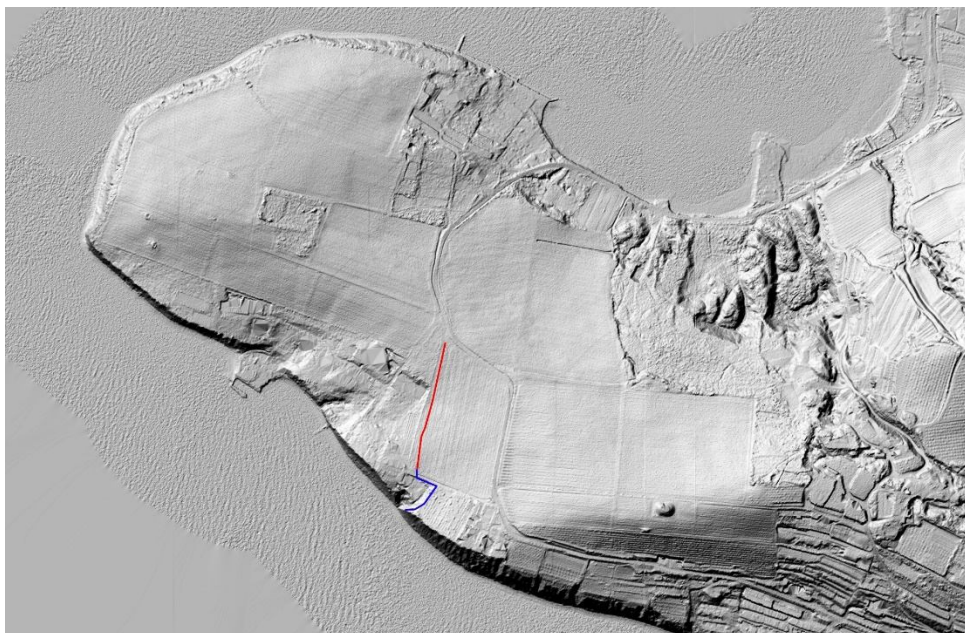
S pregledom terena ugotavljamo elemente vpada flišnih plasti  $10^\circ/7^\circ-10^\circ$ . Peščenjake krojita dva izrazita sistema navpičnih razpok in sicer  $R_1: 320^\circ(140^\circ)/90^\circ$  in  $R_2: 220^\circ(40^\circ)/90^\circ$ . Sistem  $R_2$  je približno vzporeden s padnico pobočja, sistem  $R_1$  pa oklepa s sistemom  $R_2$  kot  $100^\circ$ . Razdalja med razpokami  $R_1$  je 10 cm do 1 m, med razpokami sistema  $R_2$  pa 15 cm do 30 cm. Razpoke obeh sistemov so delno odprte in delno zapolnjene z glino.



Slika 2: OGK SFRJ, List Trst M1: 100.000 (izrez ni v merilu)

Na platoju severno od klifa je 0,5 do 1,2 m debela plast preperine – rjave meljne gline z drobci in kosi preperlega laporja in peščenjaka. Preperino prerašča vegetacija. Na brežini opažamo, da koreninski sistemi dreves prodirajo skozi preperino v plasti preperlega laporja. Na tak način pospešujejo preperevanje in razpadanje brežin klifa.





Slika 3: Digitalni model reliefa širšega območja Debelega rtiča

Zaradi podvrženosti meljevcev in laporovcev preperevanju, opazamo med plastmi peščenjaka površinsko močno preperel lapor, ki je že spremenjen v meljno glino. Meteorna voda ta material sproti izpira, zato se nabira ob vznožju brežine.

### 3.0 HIDROGEOLOŠKE IN HIDROLOŠKE RAZMERE

Po javno dostopnih podatkih ARSO atlasa okolja obravnavana lokacija ne leži znotraj območja z vodovarstvenim režimom. Po istih virih lokacija ne leži na poplavno ogroženem območju.

Hidrografska mreža je v širši okolici slabo razvejana. Na platoju severno od klifa ne opazamo erozijskih grap, meteorne vode se stekajo v umetne kanale ob glavni cesti in drugih poteh. Erozijske grape opazamo le na klifu.

Podtalnica na obravnavanem območju nima zveznega nivoja. Pri izkopnih delih lahko pričakujemo le precejne vode iz nasipnega ali aluvialnega območja.

Površinske vode imajo zaradi relativno slabih mehanskih lastnosti meljevcev in glinovcev močan erozijski učinek, ki je lepo viden na strmih pobočjih klifa.

Na obravnavanem območju nastopajo kamnine, ki jih v hidrogeološkem smislu okarakteriziramo kot:

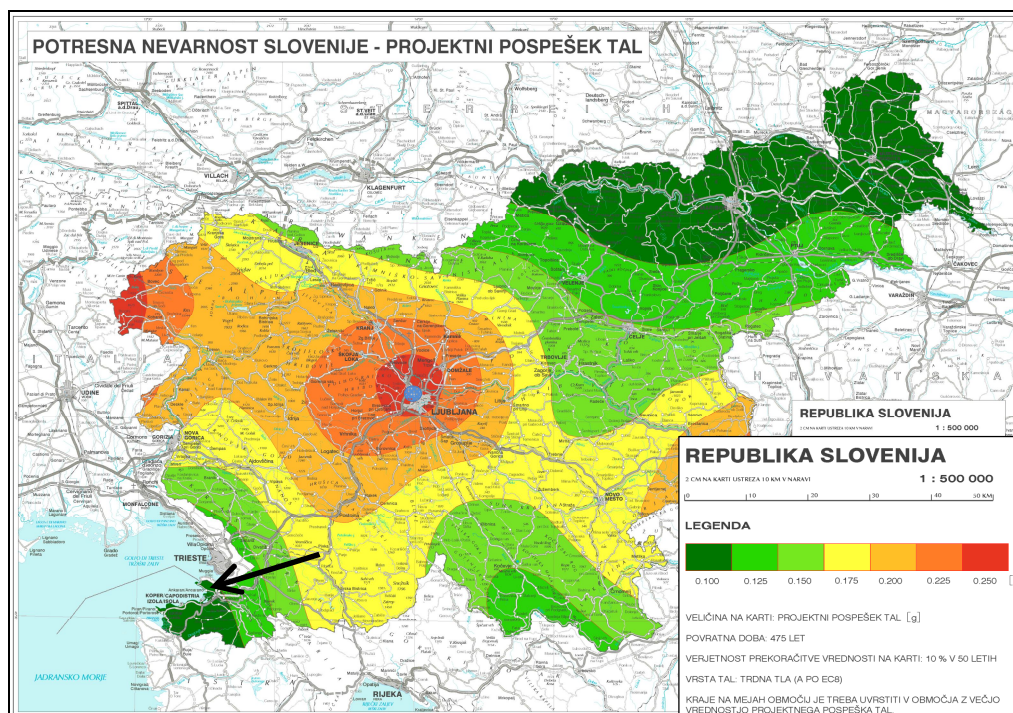
- **Deluvialne gline in grušči** s tipično **medzrnsko poroznostjo**, predstavljajo vodonosniki nizke izdatnosti. Koeficient vodoprepustnosti teh materialov je  $1 \times 10^{-5}$  do  $1 \times 10^{-7}$  m/s.
- **Flišne kamnine** (laporji, peščenjaki, meljevci, glinovci), izrazito **razpoklinsko poroznostjo**, predstavljajo manjše vodonosnike z lokalno omejenimi viri podzrmne vode. Koeficient vodoprepustnosti teh materialov je  $1 \times 10^{-6}$  do  $1 \times 10^{-10}$  m/s.

#### 4.0 SEIZMIČNI PODATKI

Po podatkih karte potresne nevarnosti Slovenije iz leta 2001, leži trasa načrtovanega objekta v območju s projektnim pospeškom tal  $a = 0,100 \text{ g}$ . (vir: <http://www.arso.gov.si/podrocja/potresi/podatki/>).  
Skladno s določili Evrokod 8 uvrščamo tla na območju projektiranega objekta v tip tal A:

Tip tal	Opis stratigrafskega profila	Parametri		
		$V_{s,30}$ (m/s)	$N_{SPT}$ (ud./30cm)	$c_u$ (kPa)
A	Skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala	> 800	-	-

Vrednost projektnega pospeška tal velja za tla tipa A (skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala). Za druge, slabše vrste tal se upoštevata korekcijska faktorja  $S_s$  (stratigrafski amplifikacijski faktor) in  $S_T$  (topografski amplifikacijski faktor), s katerim korigiramo projektni pospešek.



Slika 4: Karta potresne nevarnosti 2001. Avtorji J. Lapajne, B. Motnikar in P. Zupančič.

#### 5.0 OPIS OBJEKTA IN GRADBENIH POSEGOV

Obravnavani objekt je namenjen odvodnjavanju padavinskih voda iz zaledja objekta Centra Obala Debeli rtič.

Predvidena je izgradnja novega odprtega jarka ob zahodnem robu vinograda Vinakoper, v dolžini približno 250 m. Jarek bo imel padec v smeri proti jugu. Ob južnem robu vinograda je predviden vtok v cevovod, ki bo odvajal vodo v morje. Minimalna širina dna jarka bo 0,30 m, globina pa od 0,85 m na severnem robu vinograda, do cca 4 m ob južnem robu vinograda. Širina jarka se bo spreminjala od cca 2,0 m od severnem robu vinograda, v dolžini odseka cca 165, do 8,5 m ob južnem robu vinograda. Struga odprtega jarka bo predvidoma trapeznega pretočnega profila z naklonom brežin 1:1 ali 1:1,5. Zaradi preprečitve erozije bo dno struge predvidoma zavarovano z vgradnjo kamnov debeline cca 20 cm brez uporabe betona. Ostali del brežine bodo v celoti zemeljske in zatravljene.

Na južnem robu vinograda voda iz jarka vteka v cevovod  $\varnothing$  60 cm z minimalnim padcem (predvidoma 0,3 %), ki bo vodo odvajal v morje. Skupna dolžina cevovoda bo cca 130 m. Cevovod bo zgrajen predvidoma iz rebrastih PP cevi iz propilena ali iz AB cevi. Pred vtokom v cevovod je predvidena izgradnja usedalnika ustreznih dimenzij, ki bo zadrževal morebitne delce zemeljskega materiala. Izza vtoka je najprej predvidena vgradnja dušilnega cevovoda predvidoma  $\varnothing$  30 cm, ki bo omejeval količino odtoka v cevovod  $\varnothing$  60 cm in tako omogočal zadrževanje dotekajoče padavinske vode v času večjih padavin v strugi odprtega jarka.

Trasa cevovoda se predvidoma zaključi pred zaključkom predvidene pešpoti. Oblikovan bo razpršen iztok iz cevovoda z izvedbo iztočne glave v kamniti izvedbi. Brežina terena tik iztoka bo pred erozijo zavarovana z vgradnjo kamnov peščenjaka predvidoma dimenzij cca  $d = 30$  cm, ki bodo vtisnjeni v zemeljsko brežino brez uporabe betona. Kamni bodo vgrajeni tako, da bo oblikovana »groba hrapava« površina, ki bo omogočala zmanjševanje energije toka in preprečevala erozijo zemeljske brežine. V območju terena tik pod iztokom cevovoda do spodnjega dela poti bo oblikovan širši »podest«, tlakovan s kamni iz peščenjaka.

Ob odseku cevovoda  $\varnothing$  60 cm južno od obstoječe lokalne dostopne ceste do obale morja je predvidena tudi preureditev obstoječe pešpoti za dostop do morja v skupni dolžini cca 90m. Pešpot bo predvidoma razširjena na širino 1,50 m. Pohodna površina poti bo v zgornjem delu makadamske izvedbe iz peščenega materiala. Zaradi precejšnjega padca terena in premostitve višinske razlike bo potrebna izvedba stopnic. Te bodo izvedene z uporabo kamnitega materiala (peščenjak), tako da bo hkrati zagotovljena tudi varnost poti pred erozijo v času iztekanja večjih količin padavinske vode iz padavinskega cevovoda. V območju iztoka cevovoda do spodnjega dela poti bo oblikovan širši »podest«, tlakovan s kamni iz peščenjaka. Dostopna pot se bo zaključila na mestu dostopa do vznožnega dela klifa, to je do notranjega roba obalne terase pod klifom, kjer se zaključi tudi obstoječa pot.

## 6.0 TERENSKÉ RAZISKAVE

Terenske raziskave so obsegale inženirsko geološko kartiranje in izvedbo štirih sond dinamične penetracije (DPL). Sondažnih jaškov, zaradi nedostopnosti lokacije, nismo kopali.

### 6.1 Sondiranje terena z dinamičnim penetrometrom

Lokacije sond dinamične penetracije so bile ob robovih obstoječega igrišča:

Sonda	Y	X	Z	Dosežena globina
DPL-1	399.832,75	49.912,52	24,30	1,30

DPL-2	399.856,13	49.864,54	23,10	0,90
DPL-3	399.832,28	49.837,16	19,90	1,00
DPL-4	399.813,08	49.837,10	7,60	0,90

Uporabili smo opremo DPL, proizvajalca Stitz GmbH, ki je skladna s standardom SIST EN ISO 22476-2:2005. Preiskava poteka tako, da bat z maso 10 kg spuščamo iz višine 0,5 m na nakovalo z drogovjem, ki prodira v zemljine. Drogovje je opremljeno s konusnim nastavkom prereza 5 cm<sup>2</sup>, vrh konusa pa je oblikovan pod kotom 90°. Pri tem beležimo število udarcev, potrebnih za penetracijo 10 cm (število N<sub>10</sub>). Korigirane in normalizirane vrednosti števila udarcev SPT, pridobljene na osnovi preiskav DPL so:

$$(N_1)_{60} = N_{10} \times C_z \times C_e \times \lambda \times C_n, \text{ kjer je:}$$

(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	korigirana vrednost udarcev na 30 cm pri SPT testu
N <sub>10</sub>	izmerjena vrednost udarcev na 10 cm pri DPL testu
C <sub>z</sub>	koeficient, odvisen od vrste zemljine (3 in 1)
C <sub>e</sub>	koeficient prenosa energije (1)
λ	koeficient dolžine drogovja
C <sub>n</sub>	koeficient efektivne napetosti

Oceno gostote nekoherentnih zemljin in konsistenčnega stanja koherentnih zemljin smo ovrednotili na osnovi uveljavljenih statističnih povezav (Skempton, 1986; Terzaghi & Peck, 1946). Rezultate meritev podajamo v grafični in tabelarni obliki v prilogah T.2.

Izvedli smo štiri sonde dinamične penetracije. Lokacije sond so prikazane na situaciji, Priloga G.1. Preiskane materiale smo razdelili v tri skupine, koherentne materiale (gline, melje in peščene melje), zaglinjene gruše v gostem in zelo gostem gostotnem stanju. Na dnu je tretja plast – flišna podlaga. Debelina preperine je zelo majhna, med 0,3 m in 1,1 m:

GLINA	izmerjeno število udarcev	ekvivalentno število udarcev SPT	enoos. tl. trd. [TABELA]	nedrenirana strižna trdnost [Terzaghi & Peck]	modul elast. [Begemann]	modul stis. [TABELA]	dopustna obremenitev tal (Olandesi & L'Herminier)
d	N <sub>10</sub>	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	qu	s <sub>u</sub>	E	M	q <sub>dop</sub>
[m]	[ud./10cm ]	[ud./30cm]	[kPa]	[kPa]	[MPa]	[kPa]	[kPa]
do 1,0 m	8	11	148	74	5,18	7.346	232
do 0,8 m	9	12	165	83	5,79	8.228	260
do 0,4 m	10	14	187	94	6,23	9.301	293
do 0,4 m	12	17	221	110	6,99	10.971	346
št. meritev:	4	4	4	4	4	4	4
poprečje	9	14	180	90	6	8.961	283
standardna deviacija:	1,64	2,36	31,37	16	0,76	1.560	49
<b>vrednost na nivoju zaupanja 97,5 %</b>	<b>5,98</b>	<b>8,64</b>	<b>114,67</b>	<b>57</b>	<b>4,46</b>	<b>5.703</b>	<b>180</b>

Gline so v težkognetnem konsistenčnem stanju, s karakteristično vrednostjo nedrenirane strižne trdnosti s<sub>u</sub> = 57 kPa. Modul elastičnosti gline je E = 4,40 MPa.

GRUŠČ	izmerjeno število udarcev	ekvivalentno število udarcev SPT	indeks gostote ( $N_1$ ) <sub>60</sub> /I <sub>D</sub> <sup>2</sup> =60	strižni kot [po Gibbsu]	modul elast. [Begemann]
d	N <sub>10</sub>	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	I <sub>D</sub>	φ	E
[m]	[ud./10cm]	[ud./30cm]	[%]	[o]	[MPa]
od 1,0 m do 1,2	26	28	68	36	26,19
od 0,4 do 0,9 m	46	50	88	40	47,87
od 0,4 m do 0,8 m	48	52	91	41	49,76
št. meritev:	3	3	3	3	3
poprečje	40	43	82	39	41
standardna deviacija	12,08	13,10	12,60	2,72	13,10
<b>vrednost na nivoju zaupanja 97,5 %</b>	<b>35,40</b>	<b>38,63</b>	<b>79,30</b>	<b>37,67</b>	<b>36,51</b>

Grušči so v povprečju v gostem gostotnem stanju, s strižnim kotom  $\varphi = 37^\circ$ . Modul elastičnosti gruščev je  $E = 36$  MPa.

FLIŠNA PODLAGA	izmerjeno število udarcev	ekvivalentno število udarcev SPT	indeks gostote ( $N_1$ ) <sub>60</sub> /I <sub>D</sub> <sup>2</sup> =60	strižni kot [po Gibbsu]	modul elast. [Begemann]
d	N <sub>10</sub>	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	I <sub>D</sub>	φ	E
[m]	[ud./10cm]	[ud./30cm]	[%]	[o]	[MPa]
več kot 1,2 m	200	217	190	36	214,81
od 0,8 do 0,9 m	150	163	165	46	160,61
več kot 0,9 m	114	124	144	49	121,89
več kot 0,8 m	200	217	190	36	214,81
št. meritev:	4	4	4	4	4
poprečje	166	180	172	42	178
standardna deviacija	41,80	45,32	22,44	6,43	45,32
<b>vrednost na nivoju zaupanja 97,5 %</b>	<b>78,78</b>	<b>85,40</b>	<b>125,27</b>	<b>28,52</b>	<b>83,40</b>

Podlago gradijo materiali z več kot 100 udarci N<sub>10</sub>. Modul elastičnosti podlage je več kot  $E = 83$  MPa.

S sondiranjem terena z dinamičnim penetrometrom smo ugotovili, da je debelina preperine približno 1,0 m. Zgornja plast, ki jo gradijo meljne glin je debela približno 0,4 m do 1,0 m. Sledi približno 0,2 m debela plast zaglinjenih gruščev. Pod to plastjo nastopajo preperela flišna podlaga. Meljne glin so pretežno v težko gnetnem konsistenčnem stanju. Grušči so pretežno v gostem konsistenčnem stanju.

## 7.0

### NŽENIRSKO GEOLOŠKE RAZMERE

Obravnavana lokacija se nahaja na južni strani polotoka Debeli rtič. Obala, ki je odprta proti jugu, je zelo strma, oblikovana kot klif, ki se razteza do Valdoltre oz. Ankarana v dolžini približno 2 km. Klif se dviga do 30 m nad nivo morja, brežine pa so v spodnjem delu oblikovane v naklonu 2: 3 do 3: 2 v zgornjem delu pobočja. Na območju predvidenega iztoka meteorne kanalizacije je padnica brežine klifa orientirana v smeri 225° – 240°/45° – 71°.

V zaledju klifa je teren rahlo valovit, na nadmorski višini približno 22 m do 35 m. Projektirani odvodnjevalni kanal, ob Jadranski cesti, je na robu urbaniziranega prostora. Vzhodno od kanala so vinogradi, teren se dviguje proti severu in proti vzhodu v naklonu do 5°. Zahodno od kanala in Jadranske ceste, je prostor v celoti urbaniziran.

Plastovitost je večinoma subhorizontalna, ali z vpadi do 16° proti severu in severovzhodu. Razmerje med peščenjakom in laporjem oz. glinovcem ocenjujemo na 30 %: 70 %.

Na osnovi terenskih preiskav smo postavili štiri plasten model terena:

- **Umetni nasip** (ceste, poti) iz karbonatnega tolčenca. Debelina te plasti je 0,2 m do 0,5 m.
- **Deluvialne gline** [CL-ML] se ležijo pod plastjo humusa. Debelina teh plasti ne presega 1,0 m.
- **Deluvialni grušči** [GC, GM] navadno ležijo pod plastjo deluvialnih glin. Debelina gruščev je na obravnavanem območju tanka in ne presega 30 cm.
- **Preperela flišna podlaga** – glinovci, laporji in peščenjaki. Nastopa v globini 0,5 m do 1,2 m.

Na lokaciji načrtovane gradnje ni površinskih vodotokov. Teren je globalno stabilen. Na platoju v zaledju klifa ne opažamo znakov erozije. Erozijske grape opažamo le na strmem pobočju klifa.

## 8.0 EROZIJSKA OGROŽENOST IN OPREDELITEV TVEGANJA ZA NAČRTOVANI POSEG

Po podatkih ARSO – atlasa okolja spada obravnavano območje v erozijsko ogroženo območje s stopnjo zahtevnih zaščitnih ukrepov.

Območje načrtovane gradnje lahko, glede erozije in plazovitosti razdelimo na dva dela:

- Plato z vinogradi, kjer bo vkopan kanal za odvodnjo padavinskih voda. Na tem območju ni znakov erozije in plazovitosti. Teren je oblikovan v blagem naklonu, do 5° in praktično v celoti poraščen z vegetacijo.
- Območje iztoka meteorne kanalizacije, ki je v zaraščeni erozijski grapi, oddaljeno cca 25 m od morja. Teren je na tem mestu oblikovan v naklonu do 40°. Iz severne strani grape doteka manjši občasni vodotok.





Slika 5: erozijsko ogrožena območja (vir ARSO atlas okolja)

Glede na opisane geološke in hidrogeološke značilnosti lokacije lahko ugotovimo da plato z vinogradom ne ustreza pojmom »**erozijsko območje**«, iz 87. člena zakona o vodah:

- Na celotnem območju ni lokacij ki bi bila erozijska žarišča, saj leži na izravnem terenu, z blagim naklonom do 5°. Na območju načrtovanih gradbenih posegov ni površinskih vodotokov, ali razkritih površin, ki bi jih lahko izpirale meteorne vode.
- Območje ni pod vplivom hudournih voda.
- Obravnavano območje gradijo v osnovi flišne kamnine, ki jih prekriva do 1,2 m debela plast deluvialnih glin in zaglinjenih gruščev. Teren prekriva vegetacijski pokrov. Zaradi tega gline in melji niso podvrženi preperevanju.
- Zaledne vode s ceste so zajeta z obcestnim jarkom.

Zadnjih 20 m kanalizacije, od jaška M2 do jaška M1, po zelo strmem terenu, oblikovanem v naklonu do 40°. Območje je gosto poraščeno z vegetacijo. V neposredni bližini trase kanalizacije, približno 3 m do 5 m južno, poteka pešpot iz Jadranske ceste do obale. Približno 8 m severno od trase poteka druga pešpot od objektov Jadranska cesta 61 a in 61 b do obale.

Celotno območje dimenzij približno 40 m x 40 m predstavlja erozijsko zajedo v klifu. V grapo priteka iz severne strni občasni vodotok. Celotna grapa je sicer gosto poraščena z grmovnicami. Kljub temu jo lahko smatramo za **erozijsko žarišče**, saj se na to območje nekontrolirano stekajo meteorne vode iz višje ležečih parcel. Na dnu grape opazamo luže, oz. območja zastajanja vode. Opažamo tudi različno velike bloke peščenjaka, ki so se odkrušili od stranskih brežin grape. Dno grape je tudi divje smetišče.

Splošno znano dejstvo je, da so izpostavljene flišne kamnine podvržene preperevanju in eroziji. Pri tem moramo poudariti, da je hitrost preperevanja odvisna predvsem od vsebnosti karbonatne komponente (kalcijevega karbonata) v laporjih, glinavcih in meljehcih. Materiali z majhno vsebnostjo karbonatnega

veziv hitreje preperevajo in se spreminjajo v melj in glino. V nekaterih primerih lahko opazamo sezonsko spreminjanje kamnine v glino.

Po javno dostopnih podatkih je hitrost preperevanja flišev v Sredozemlju med 0,4 mm/leto do 30 mm/leto. Hitrost je odvisna od mineralne zgradbe laporjev, glinavcev in meljevce, ter lege in izpostavljenosti pobočja.

Po podatkih študije »Umikanje skalnih pobočij na erozijskih žariščih v slovenski Istri« (M. Zorn, M. Mikoš; GEOLOGIJA 51/1, 107-118, Ljubljana 2008) je povprečno letno sproščanje gradiva v Slovenski Istri, 20.000 do 50.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/leto, kar ustreza hitrosti 20 do 50 mm/leto.

## 9.0 KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI TRDNOSTNIH IN ELASTIČNIH LASTNOSTI MATERIALOV

Na osnovi terenskih preiskav in analogije s podobnimi materiali v okolici smo določili naslednje karakteristične vrednosti osnovnih geomehanskih parametrov:

material	Naravna prostor. teža	Enosna tlačna trdnost	Strižni kot	kohezija	Modul stisljivosti
	$\gamma$	$q_u$	$\varphi$	$c$	$M_v$
	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]
Umetni nasip – cestno telo	19		34 - 38	0	25
Deluvialne gline in melji [CL – ML]	19	30	-	-	4,40
Deluvialni zameljeni gruščji [GM]	18	-	34	0	20 – 40
Preperele flišne kamnine	24	800 – 2.000	25 - 30	7 - 12	80 – 150

## 10.0 POGOJI GRADNJE OBJEKTA

Za kategorizacijo izkopov uporabljamo »Dopolnila splošnih tehničnih pogojev IV knjiga; Ljubljana 2001 (DDC)«.

Na osnovi razpoložljive projektne dokumentacije ocenjujemo da bodo zemeljska dela potekava v naslednjih izkopnih kategorijah:

- 3. izkopna kategorija 70 %
- 4. izkopna kategorija 15 %
- 5. izkopna kategorija 15 %

Začasne izkopne brežine v deluvialnih glinah in gruščih, višine do 3 m, se lahko izvede v naklonu največ 1,5: 1 (56°). Končne brežine jarka so lahko oblikovane v naklonu največ 1: 1.

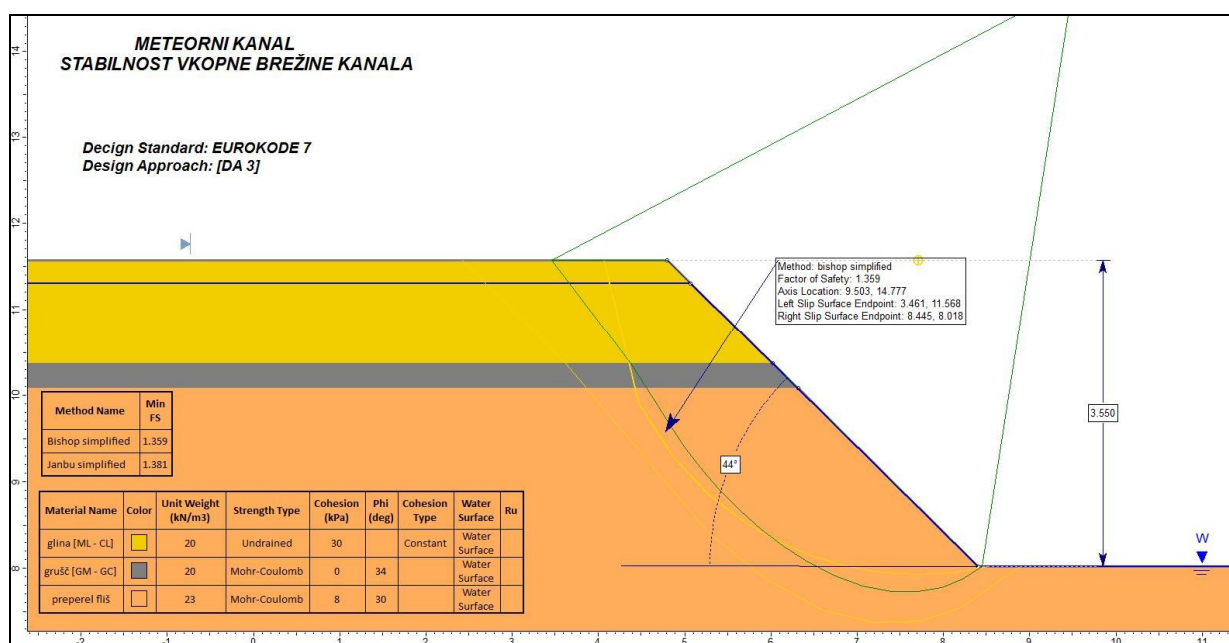
Preverimo še stabilnost vkopnih brežin jarka in pobočja klifa na mestu iztoka meteornege kanala. Račun stabilnosti izvedemo skladno z določili Evrokod 7. V računu smo uporabili projektne pristopa 3 [DA3]:

**(A1 ali A2 + M2 + R3)**

Pri tem so posamezni varnostni količniki:

• Stalni neugodni vplivi	$\gamma_{G, dst}$	1,35
• Stalni ugodni vplivi	$\gamma_{G, stb}$	1,00
• Strižni kot	$\gamma_{\phi'}$	1,25
• Kohezija	$\gamma_{c'}$	1,25
• Nedrenirana strižna trdnost	$\gamma_{cu}$	1,40
• Nosilnostni odpor	$\gamma_{Rv}$	1,40

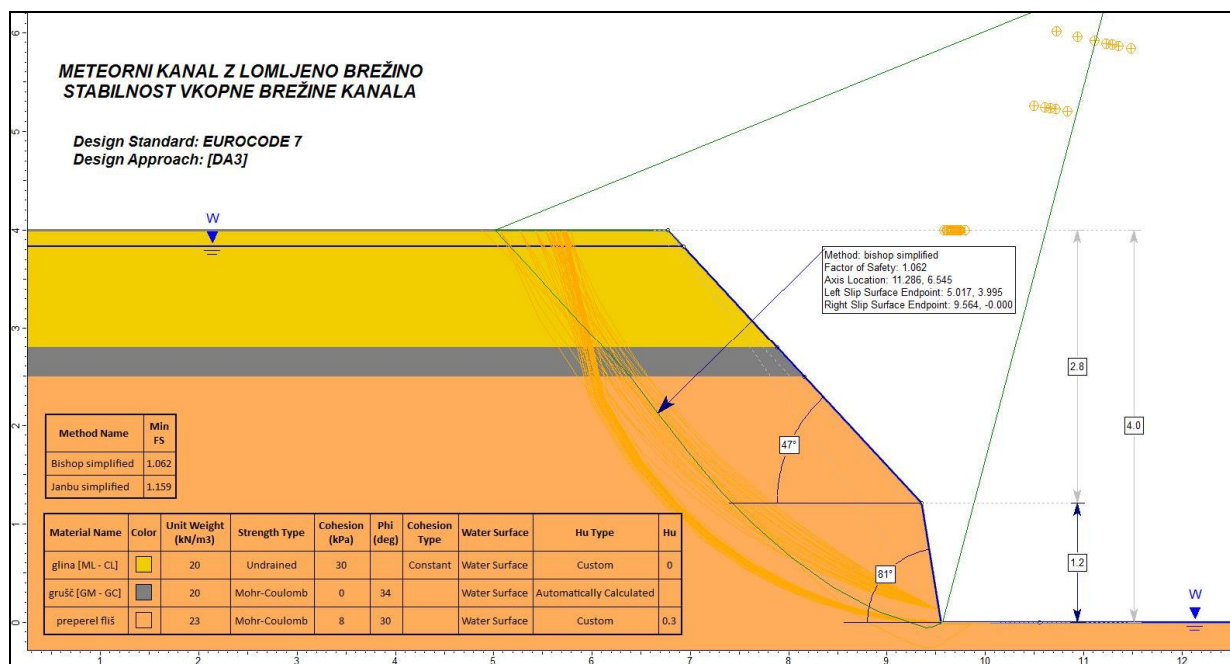
Reakcije [R3] za odpor proti zdrs, pri projektnem pristopu 3, niso obremenjene z varnostnim količnikom ( $R_h = 1,0$ ). Stabilnost brežine je zagotovljena z varnostnim količnikom  $F_{min} > 1,00$ .



Slika 6: Stabilnostna analiza brežine jarka za odvodnjo padavinskih voda

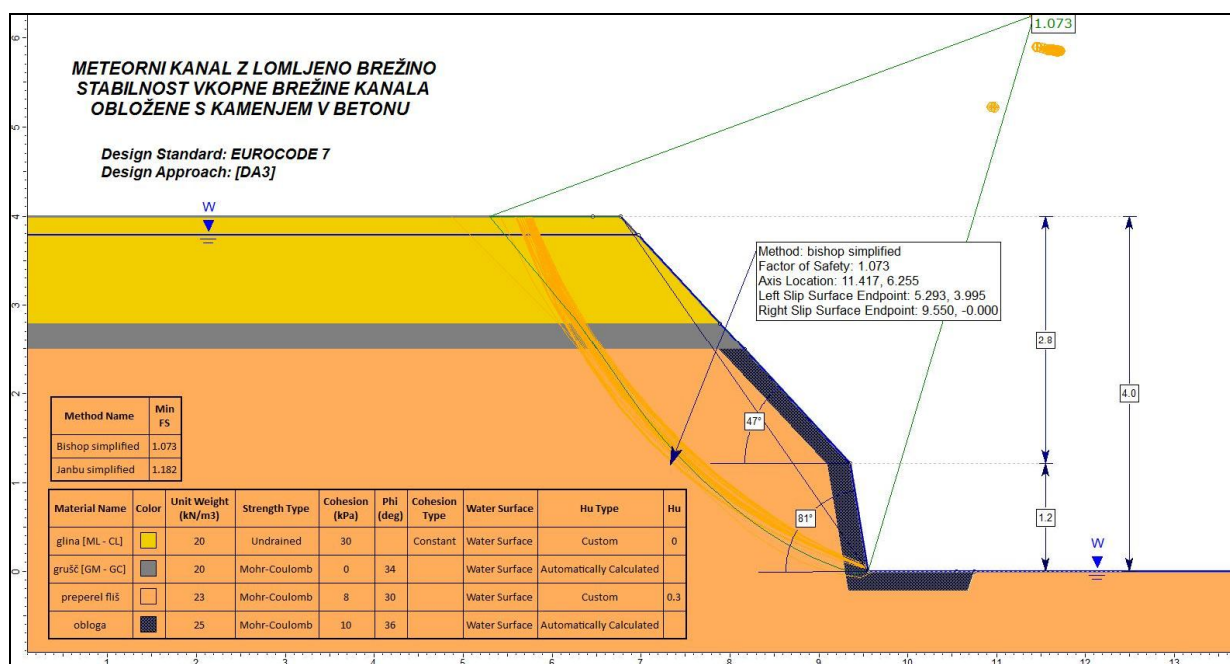
Brežine kanala, oblikovane v naklonu do 1: 1 so stabilne, z varnostnim količnikom  $F_{min} = 1,359$ . Predlagamo da se dno kanala in brežine, do višine Q100, tlakuje s kamnitimi bloki (peščenjak), s čimer bi zmanjšali hitrost vode in erozijo dna jarka.

Glede na to, da varnostni količnik izkazuje zelo visok varnost, preverimo še stabilnost lomljene brežine jarka. Brežina spodnjega dela jarka, višine do 1,2 m, bi bila oblikovana v naklonu do 6: 1 ( $81^\circ$ ). Zgornji del, višine do 3,5 m pa bi bil oblikovan v naklonu približno 1: 1 ( $47^\circ$ ). Stabilnostna analiza kaže, da bi takšna brežina bila stabilna z varnostnim količnikom  $F_{min} = 1,062$ .



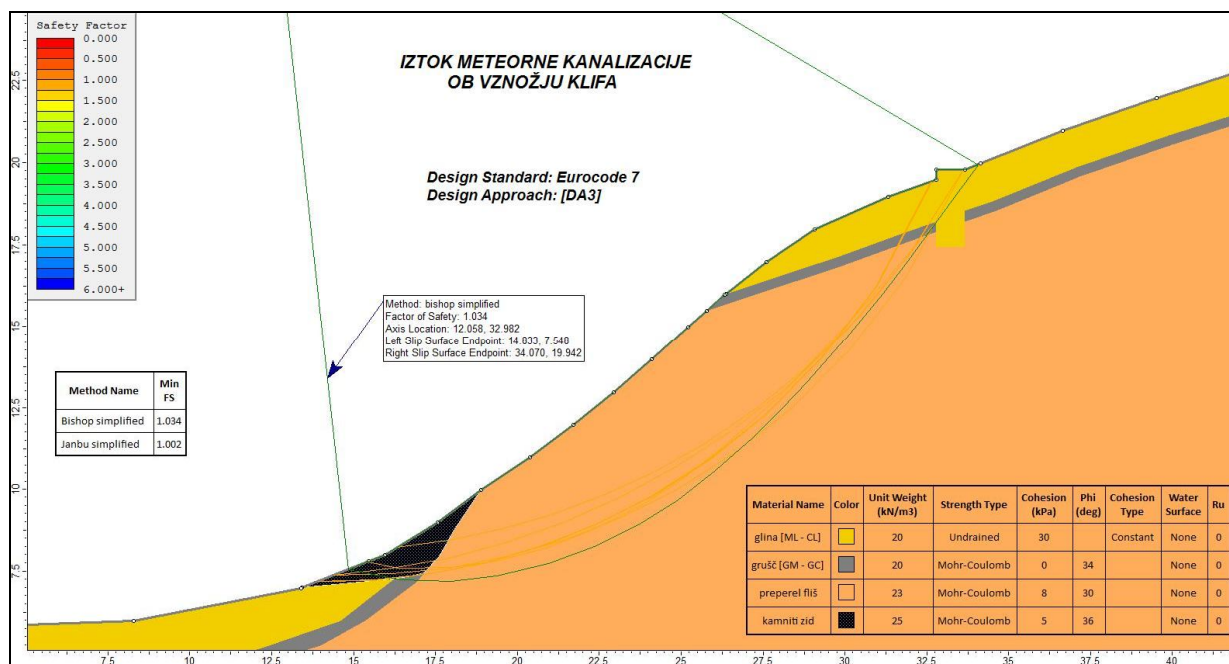
Slika 7: Stabilnostna analiza brežine jarka, oblikovane v lomljenem profilu

Menimo, da bi takšen kanal bilo nujno obložiti z oblogo iz kamena v betonu, do višine stoletnih voda (Q100). Stabilnost »obloženih« brežin se malo izboljša,  $F_{min}=1,073$ . Namen obloge je preprečitev erozije.



Slika 8: Stabilnostna analiza brežine jarka, oblikovane v lomljenem profilu, zaščitene s kamenjem v betonu

Nazadnje preverimo še stabilnost meteorne kanalizacije na območju klifa.



Slika 7: Stabilnost klifa na mestu iztoka meteorne kanalizacije

Brežina klifa je globalno stabilna. Predlagamo, da se iztok meteorne kanalizacije zavaruje s kamnitimi bloki (peščenjak). Poleg tega bo potrebno utrditi zasip kanalizacijske cevi. Predlagamo utrjevanje z vrečami peska. V nasprotnem primeru lahko pride do izpiranja zasipnega materiala.

Ljubljana 22.04.2018

Pripravil:  
Marko Kočevar, univ.dipl.inž.geol.

# PRILOGE



## S.1 NASLOVNA STRAN

Številčna oznaka načrta  
in vrsta načrta:

**8. NAČRT IZKOPOV IN OSNOVNE PODGRADNJE**

Investitor:

**OBČINA ANKARAN**  
**Jardanska cesta 66**  
**6280 ANKARAN**

Objekt:

**ODVODNJA ZALEDNIH PADAVINSKIH VODA NA OBMOČJU**  
**DEBELEGA RTIČA**

Vrsta projektne  
dokumentacije

**GEOLOŠKO GEOTEHNIČNI ELABORAT O POGOJIH GRADNJE**  
**KANALA ZA ODVODNJO ZALEDNIH PADAVINSKIH VODA NA**  
**PARCELAH 106/3, 107, 123/1, 1009, 1328/1, k.o. OLTRA [PGD]**

Za gradnjo:


**NOVOGRADNJA**

Projektant:

**GEOTRIAS, družba za geološki inženiring d.o.o.,**  
**Gabrje 2a**  
**1356 DOBROVA**

Odgovorni projektant:

**Marko Kočevar, univ.dipl.inž.geol., IZS RG – 0059**

<b>MARKO KOČEVAR</b> univ. dipl. inž. geol. IZS RG0059
--------------------------------------------------------------

Odgovorni vodja projekta:

**Iztok Leben, univ.dipl.inž.grad., IZS RG – 0515**

Številka načrta, kraj in datum  
izdelave načrta:

**MK – 225/2018, Ljubljana, april 2018**

## **S.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA**

### **VSEBINA**

- 1.0 UVOD
- 2.0 MORFOLOŠKI IN GEOLOŠKI OPIS LOKACIJE
- 3.0 HIDROGEOLOŠKE IN HIDROLOŠKE RAZMERE
- 4.0 SEIZMIČNI PODATKI
- 5.0 OPIS OBJEKTA IN GRADBENIH POSEGOV
- 6.0 TERENSKE RAZISKAV
  - 6.1 Sondiranje terena z dinamičnim penetrometrom
- 7.0 INŽENIRSKO GEOLOŠKE RAZMERE
- 8.0 EROZIJSKA OGROŽENOST IN OPREDELITEV TVEGANJA ZA NAČRTOVANI POSEG
- 9.0 KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI TRDNOSTNIH IN ELASTIČNIH LASTNOSTI MATERIALOV
- 10.0 POGOJI GRADNJE OBJEKTA

### **GRAFIČNE PRILOGE**

- G.1 Pregledna situacija M 1: 1.000

**GEOLOŠKO GEOTEHNIČNI ELABORAT O POGOJIH GRADNJE KANALA ZA ODVODNJO ZALEDNIH PADAVINSKIH VODA NA PARCELAH 106/3, 107, 123/1, 1009, 1328/1, k.o. OLTRA [PGD]**

Investitor: **OBČINA ANKARAN**  
**Jardanska cesta 66**  
**6280 ANKARAN**

## **1. UVOD**

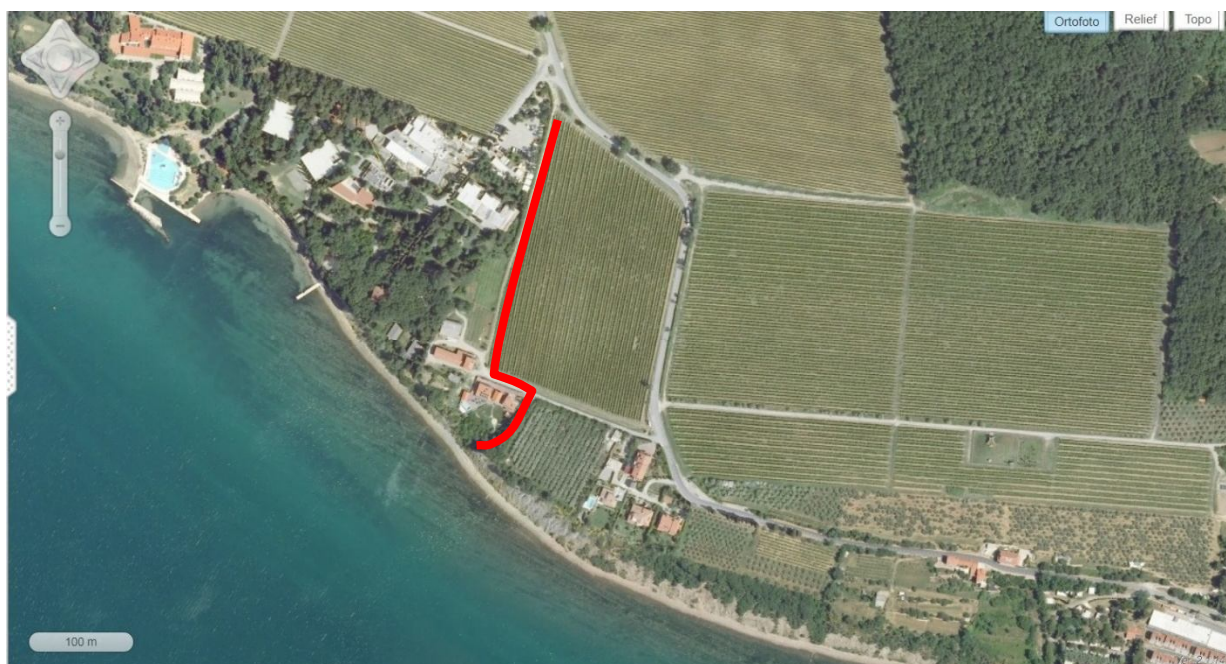
Na osnovi naročila projektanta »Odvodnje zalednih padavinskih voda na območju Debelega rtiča«, GLG projektiranje, d.o.o., smo dne 11.04.2018 opravili pregled terena in preiskave tal z dinamičnim penetrometrom, na območju načrtovane gradnje.

Problematika odvodnje padavinskih voda je na tem območju prisotna že dalj časa, nazadnje pri gradnji Centra Obala Debeli rtič, leta 2017. S tem v zvezi je projektant podal rešitev za odvodnjo padavinskih voda, ki dotekajo iz območja vinogradov na zahodni strani in iz načrtovane dostopne ceste do Centra Obala Debeli rtič, na nivoju idejnih zasnov.

V postopku pridobivanja gradbenega dovoljenja je soglasodajalec, RS Ministrstvo RS za okolje in prostor, Direkcija RS za vode, Sektor območja Jadranski rek z morjem, izdal projektne pogoje (št.: 35506-3370/2017-2, z dne 18.12.2018). Med pogoji tehnične narave, ki zadevajo geološko geomehansko problematiko, so:

- Geomehansko poročilo, ki zadeva gradnjo na erozijsko ogroženem območju
- Problematika stabilnosti brežin in obale ob izpustu

Namen poročila je podati oceno dejanske erozijske ogroženosti in predloge za preprečitev, oz. pogoje gradnje odvodnjevalnega jarka, kanalizacije in izpusta. Elaborat je sestavni del projektne dokumentacije za pridobitev gradbenega dovoljenja [PGD].



Slika 1: Aerofoto posnetek obravnavanega območja (vir GURS Geopedija)

## 2. MORFOLOŠKI IN GEOLOŠKI OPIS LOKACIJE

Obravnavana lokacija se nahaja na južni strani polotoka Debeli rtič. Obala, ki je odprta proti jugu, je zelo strma, oblikovana kot klif, ki se razteza do Valdoltre oz. Ankarana v dolžini približno 2 km. Klif se dviga do 30 m nad nivo morja, brežine pa so v spodnjem delu oblikovane v naklonu 2: 3 do 3: 2 v zgornjem delu pobočja. Na območju predvidenega iztoka meteorne kanalizacije je padnica brežine klifa orientirana v smeri  $225^{\circ} - 240^{\circ}/45^{\circ} - 71^{\circ}$ .

V zaledju klifa je teren rahlo valovit, na nadmorski višini približno 22 m do 35 m. Projektirani odvodnjevalni kanal, ob Jadranski cesti, je na robu urbaniziranega prostora. Vzhodno od kanala so vinogradi, teren se dviguje proti severu in proti vzhodu v naklonu do  $5^{\circ}$ . Zahodno od kanala in Jadranske ceste, je prostor v celoti urbaniziran, Hotel Arija, Mladinsko zdravilišče, igrišča in stanovanjski objekti.

Geološka zgradba širše okolice je monotona. V tektonskem smislu pripada obravnavano ozemlje tržaškemu paleogenemu bazenu, ki ga gradijo eocenske flišne plasti. Plastovitost je večinoma subhorizontalna, ali z vpadi do  $16^{\circ}$  proti severu in severovzhodu.

Fliš predstavlja menjavo plasti klastičnih kamnin zelo različnih granulacij, od glinovcev in laporovcev do peščenjakov in kalkarenitov.

Zaradi vsesplošne podvrženosti intenzivnemu preperevanju glinovcev in laporovcev, je površje prekrito s plastjo preperine - **deluvija**. Preperina je zemljinska zmes produktov preperevanja matične podlage ali pa sekundarnih nanosov iz višje ležečih pobočij. Spekter granulometrične sestave teh zemljin je zelo širok. Nastopajo kot močno zaglinjene peščeno gruščne zemljine rjave barve [GC], mestoma prevladujejo puste meljne gline [ML-CL] rjave barve s posameznimi drobcami preperelih flišnih kamnin, ki so pretežno poltrdne in trdne konsistence.

Debelina deluvija močno variira, tako zaradi lokalnih morfoloških značilnosti območja, kakor tudi litološke sestave tal, na obravnavanem območju pa je približno 0,5 m do 1,2 m.

**Peščenjaki** so odporni proti preperevanju, vendar so razpokani. Razpoke so strukturne narave. Pojavljata se dva izrazita sistema, ki krojita kamnino na paralelepipede (bloke) dimenzij od 0,20 m x 0,20 m x 0,10 m do 1 m x 0,3 m x 0,3 m.

Zaradi specifične zgradbe fliša, menjave različno debelih plasti glinovcev, meljevcev, laporovcev in peščenjakov so brežine klifa zelo neravne. Na mestih kjer nastopajo plasti glinovcev in laporovcev proces preperevanja hitro degradira kamnino, tako da nastajajo vdolbine v brežini. Ko proces preperevanja odstrani plast mehkejših kamnin, ki je približno tako debela, kot je razdalja med razpokami v peščenjaku, iz brežine klifa pade blok peščenjaka.

Na obravnavanem območju ni stalnih vodotokov. Skozi klif je v osrednjem delu obravnavanega prostora vrezana globoka erozijska grapa, ki je sedaj oblikovana v pot do obale. Občasni vodotok ni urejen in se prosto izliva v morje. Erozijska grapa je zasuta s smetmi.

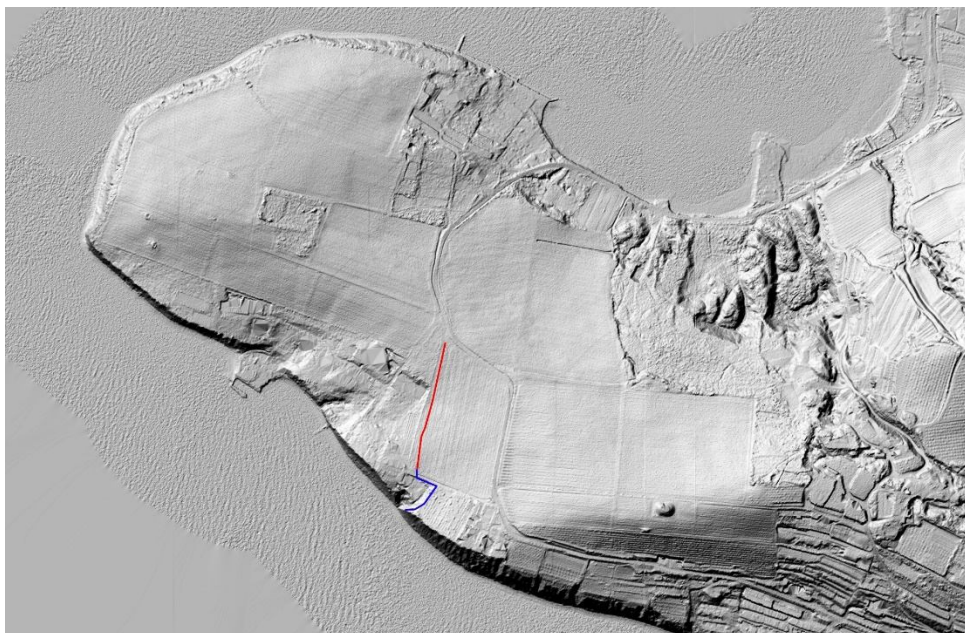
S pregledom terena ugotavljamo elemente vpada flišnih plasti  $10^{\circ}/7^{\circ}$ - $10^{\circ}$ . Peščenjake krojita dva izrazita sistema navpičnih razpok in sicer  $R_1$ :  $320^{\circ}(140^{\circ})/90^{\circ}$  in  $R_2$ :  $220^{\circ}(40^{\circ})/90^{\circ}$ . Sistem  $R_2$  je približno vzporeden s padnico pobočja, sistem  $R_1$  pa oklepa s sistemom  $R_2$  kot  $100^{\circ}$ . Razdalja med razpokami  $R_1$  je 10 cm do 1 m, med razpokami sistema  $R_2$  pa 15 cm do 30 cm. Razpoke obeh sistemov so delno odprte in delno zapolnjene z glino.



Slika 2: OGK SFRJ, List Trst M1: 100.000 (izrez ni v merilu)

Na platoju severno od klifa je 0,5 do 1,2 m debela plast preperine – rjave meljne gline z drobcu in kosi preperilega laporja in peščenjaka. Preperino prerašča vegetacija. Na brežini opazimo, da koreninski sistemi dreves prodirajo skozi preperino v plasti preperilega laporja. Na tak način pospešujejo preperevanje in razpadanje brežin klifa.





Slika 3: Digitalni model reliefa širšega območja Debelega rtiča

Zaradi podvrženosti meljevcev in laporovcev preperevanju, opazamo med plastmi peščenjaka površinsko močno preperel lapor, ki je že spremenjen v meljno glino. Meteorna voda ta material sproti izpira, zato se nabira ob vznožju brežine.

### 3.0 HIDROGEOLOŠKE IN HIDROLOŠKE RAZMERE

Po javno dostopnih podatkih ARSO atlasa okolja obravnavana lokacija ne leži znotraj območja z vodovarstvenim režimom. Po istih virih lokacija ne leži na poplavno ogroženem območju.

Hidrografska mreža je v širši okolici slabo razvejana. Na platoju severno od klifa ne opazamo erozijskih grap, meteorne vode se stekajo v umetne kanale ob glavni cesti in drugih poteh. Erozijske grape opazamo le na klifu.

Podtalnica na obravnavanem območju nima zveznega nivoja. Pri izkopnih delih lahko pričakujemo le precejne vode iz nasipnega ali aluvialnega območja.

Površinske vode imajo zaradi relativno slabih mehanskih lastnosti meljevcev in glinovcev močan erozijski učinek, ki je lepo viden na strmih pobočjih klifa.

Na obravnavanem območju nastopajo kamnine, ki jih v hidrogeološkem smislu okarakteriziramo kot:

- **Deluvialne gline in grušči** s tipično **medzrnsko poroznostjo**, predstavljajo vodonosniki nizke izdatnosti. Koeficient vodoprepustnosti teh materialov je  $1 \times 10^{-5}$  do  $1 \times 10^{-7}$  m/s.
- **Flišne kamnine** (laporji, peščenjaki, meljevci, glinovci), izrazito **razpoklinsko poroznostjo**, predstavljajo manjše vodonosnike z lokalno omejenimi viri podzrmne vode. Koeficient vodoprepustnosti teh materialov je  $1 \times 10^{-6}$  do  $1 \times 10^{-10}$  m/s.

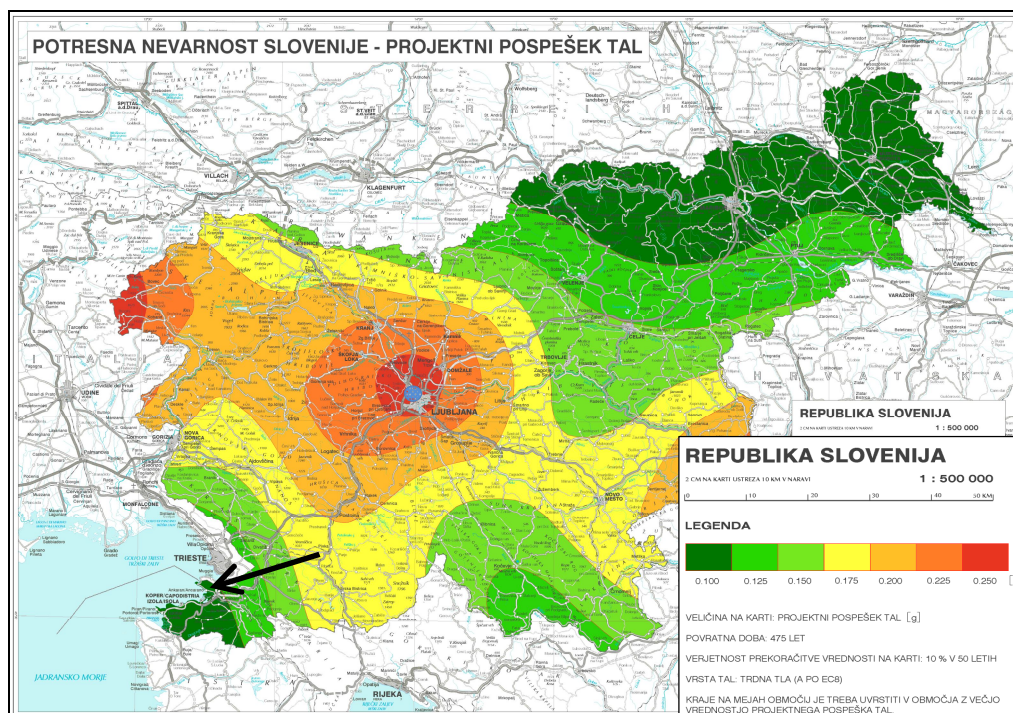


#### 4.0 SEIZMIČNI PODATKI

Po podatkih karte potresne nevarnosti Slovenije iz leta 2001, leži trasa načrtovanega objekta v območju s projektnim pospeškom tal  $a = 0,100 \text{ g}$ . (vir: <http://www.arso.gov.si/podrocja/potresi/podatki/>). Skladno s določili Evrokod 8 uvrščamo tla na območju projektiranega objekta v tip tal A:

Tip tal	Opis stratigrafskega profila	Parametri		
		$V_{s,30}$ (m/s)	$N_{SPT}$ (ud./30cm)	$c_u$ (kPa)
A	Skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala	> 800	-	-

Vrednost projektnega pospeška tal velja za tla tipa A (skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala). Za druge, slabše vrste tal se upoštevata korekcijska faktorja  $S_s$  (stratigrafski amplifikacijski faktor) in  $S_T$  (topografski amplifikacijski faktor), s katerim korigiramo projektni pospešek.



Slika 4: Karta potresne nevarnosti 2001. Avtorji J. Lapajne, B. Motnikar in P. Zupančič.

#### 5.0 OPIS OBJEKTA IN GRADBENIH POSEGOV

Obravnavani objekt je namenjen odvodnjavanju padavinskih voda iz zaledja objekta Centra Obala Debeli rtič.

Predvidena je izgradnja novega odprtega jarka ob zahodnem robu vinograda Vinakoper, v dolžini približno 250 m. Jarek bo imel padec v smeri proti jugu. Ob južnem robu vinograda je predviden vtok v cevovod, ki bo odvajal vodo v morje. Minimalna širina dna jarka bo 0,30 m, globina pa od 0,85 m na severnem robu vinograda, do cca 4 m ob južnem robu vinograda. Širina jarka se bo spreminjala od cca 2,0 m od severnem robu vinograda, v dolžini odseka cca 165, do 8,5 m ob južnem robu vinograda. Struga odprtega jarka bo predvidoma trapeznega pretočnega profila z naklonom brežin 1:1 ali 1:1,5. Zaradi preprečitve erozije bo dno struge predvidoma zavarovano z vgradnjo kamnov debeline cca 20 cm brez uporabe betona. Ostali del brežine bodo v celoti zemeljske in zatravljene.

Na južnem robu vinograda voda iz jarka vteka v cevovod  $\varnothing$  60 cm z minimalnim padcem (predvidoma 0,3 %), ki bo vodo odvajal v morje. Skupna dolžina cevovoda bo cca 130 m. Cevovod bo zgrajen predvidoma iz rebrastih PP cevi iz propilena ali iz AB cevi. Pred vtokom v cevovod je predvidena izgradnja usedalnika ustreznih dimenzij, ki bo zadrževal morebitne delce zemeljskega materiala. Izza vtoka je najprej predvidena vgradnja dušilnega cevovoda predvidoma  $\varnothing$  30 cm, ki bo omejeval količino odtoka v cevovod  $\varnothing$  60 cm in tako omogočal zadrževanje dotekajoče padavinske vode v času večjih padavin v strugi odprtega jarka.

Trasa cevovoda se predvidoma zaključi pred zaključkom predvidene pešpoti. Oblikovan bo razpršen iztok iz cevovoda z izvedbo iztočne glave v kamniti izvedbi. Brežina terena tik iztoka bo pred erozijo zavarovana z vgradnjo kamnov peščenjaka predvidoma dimenzij cca  $d = 30$  cm, ki bodo vtisnjeni v zemeljsko brežino brez uporabe betona. Kamni bodo vgrajeni tako, da bo oblikovana »groba hrapava« površina, ki bo omogočala zmanjševanje energije toka in preprečevala erozijo zemeljske brežine. V območju terena tik pod iztokom cevovoda do spodnjega dela poti bo oblikovan širši »podest«, tlakovan s kamni iz peščenjaka.

Ob odseku cevovoda  $\varnothing$  60 cm južno od obstoječe lokalne dostopne ceste do obale morja je predvidena tudi preureditev obstoječe pešpoti za dostop do morja v skupni dolžini cca 90m. Pešpot bo predvidoma razširjena na širino 1,50 m. Pohodna površina poti bo v zgornjem delu makadamske izvedbe iz peščenega materiala. Zaradi precejšnjega padca terena in premostitve višinske razlike bo potrebna izvedba stopnic. Te bodo izvedene z uporabo kamnitega materiala (peščenjak), tako da bo hkrati zagotovljena tudi varnost poti pred erozijo v času iztekanja večjih količin padavinske vode iz padavinskega cevovoda. V območju iztoka cevovoda do spodnjega dela poti bo oblikovan širši »podest«, tlakovan s kamni iz peščenjaka. Dostopna pot se bo zaključila na mestu dostopa do vznožnega dela klifa, to je do notranjega roba obalne terase pod klifom, kjer se zaključi tudi obstoječa pot.

## 6.0 TERENSKÉ RAZISKAVE

Terenske raziskave so obsegale inženirsko geološko kartiranje in izvedbo štirih sond dinamične penetracije (DPL). Sondažnih jaškov, zaradi nedostopnosti lokacije, nismo kopali.

### 6.1 Sondiranje terena z dinamičnim penetrometrom

Lokacije sond dinamične penetracije so bile ob robovih obstoječega igrišča:

Sonda	Y	X	Z	Dosežena globina
DPL-1	399.832,75	49.912,52	24,30	1,30

DPL-2	399.856,13	49.864,54	23,10	0,90
DPL-3	399.832,28	49.837,16	19,90	1,00
DPL-4	399.813,08	49.837,10	7,60	0,90

Uporabili smo opremo DPL, proizvajalca Stitz GmbH, ki je skladna s standardom SIST EN ISO 22476-2:2005. Preiskava poteka tako, da bat z maso 10 kg spuščamo iz višine 0,5 m na nakovalo z drogovjem, ki prodira v zemljine. Drogovje je opremljeno s konusnim nastavkom prereza 5 cm<sup>2</sup>, vrh konusa pa je oblikovan pod kotom 90°. Pri tem beležimo število udarcev, potrebnih za penetracijo 10 cm (število N<sub>10</sub>). Korigirane in normalizirane vrednosti števila udarcev SPT, pridobljene na osnovi preiskav DPL so:

$$(N_1)_{60} = N_{10} \times C_z \times C_e \times \lambda \times C_n, \text{ kjer je:}$$

(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	korigirana vrednost udarcev na 30 cm pri SPT testu
N <sub>10</sub>	izmerjena vrednost udarcev na 10 cm pri DPL testu
C <sub>z</sub>	koeficient, odvisen od vrste zemljine (3 in 1)
C <sub>e</sub>	koeficient prenosa energije (1)
λ	koeficient dolžine drogovja
C <sub>n</sub>	koeficient efektivne napetosti

Oceno gostote nekoherentnih zemljin in konsistenčnega stanja koherentnih zemljin smo ovrednotili na osnovi uveljavljenih statističnih povezav (Skempton, 1986; Terzaghi & Peck, 1946). Rezultate meritev podajamo v grafični in tabelarni obliki v prilogah T.2.

Izvedli smo štiri sonde dinamične penetracije. Lokacije sond so prikazane na situaciji, Priloga G.1. Preiskane materiale smo razdelili v tri skupine, koherentne materiale (gline, melje in peščene melje), zaglinjene gruše v gostem in zelo gostem gostotnem stanju. Na dnu je tretja plast – flišna podlaga. Debelina preperine je zelo majhna, med 0,3 m in 1,1 m:

GLINA	izmerjeno število udarcev	ekvivalentno število udarcev SPT	enoos. tl. trd. [TABELA]	nedrenirana a strižna trdnost [Terzaghi & Peck]	modul elast. [Begemann]	modul stis. [TABELA]	dopustna obremenitev tal (Olandesi & L'Herminier)
d	N <sub>10</sub>	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	qu	s <sub>u</sub>	E	M	q <sub>dop</sub>
[m]	[ud./10cm ]	[ud./30cm]	[kPa]	[kPa]	[MPa]	[kPa]	[kPa]
do 1,0 m	8	11	148	74	5,18	7.346	232
do 0,8 m	9	12	165	83	5,79	8.228	260
do 0,4 m	10	14	187	94	6,23	9.301	293
do 0,4 m	12	17	221	110	6,99	10.971	346
št. meritev:	4	4	4	4	4	4	4
poprečje	9	14	180	90	6	8.961	283
standardna deviacija:	1,64	2,36	31,37	16	0,76	1.560	49
<b>vrednost na nivoju zaupanja 97,5 %</b>	<b>5,98</b>	<b>8,64</b>	<b>114,67</b>	<b>57</b>	<b>4,46</b>	<b>5.703</b>	<b>180</b>

Gline so v težkognetnem konsistenčnem stanju, s karakteristično vrednostjo nedrenirane strižne trdnosti s<sub>u</sub> = 57 kPa. Modul elastičnosti gline je E = 4,40 MPa.

GRUŠČ	izmerjeno število udarcev	ekvivalentno število udarcev SPT	indeks gostote ( $N_1$ ) <sub>60</sub> /I <sub>D</sub> <sup>2</sup> =60	strižni kot [po Gibbsu]	modul elast. [Begemann]
d	N <sub>10</sub>	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	I <sub>D</sub>	φ	E
[m]	[ud./10cm]	[ud./30cm]	[%]	[o]	[MPa]
od 1,0 m do 1,2	26	28	68	36	26,19
od 0,4 do 0,9 m	46	50	88	40	47,87
od 0,4 m do 0,8 m	48	52	91	41	49,76
št. meritev:	3	3	3	3	3
poprečje	40	43	82	39	41
standardna deviacija	12,08	13,10	12,60	2,72	13,10
<b>vrednost na nivoju zaupanja 97,5 %</b>	<b>35,40</b>	<b>38,63</b>	<b>79,30</b>	<b>37,67</b>	<b>36,51</b>

Grušči so v povprečju v gostem gostotnem stanju, s strižnim kotom  $\varphi = 37^\circ$ . Modul elastičnosti gruščev je  $E = 36$  MPa.

FLIŠNA PODLAGA	izmerjeno število udarcev	ekvivalentno število udarcev SPT	indeks gostote ( $N_1$ ) <sub>60</sub> /I <sub>D</sub> <sup>2</sup> =60	strižni kot [po Gibbsu]	modul elast. [Begemann]
d	N <sub>10</sub>	(N <sub>1</sub> ) <sub>60</sub>	I <sub>D</sub>	φ	E
[m]	[ud./10cm]	[ud./30cm]	[%]	[o]	[MPa]
več kot 1,2 m	200	217	190	36	214,81
od 0,8 do 0,9 m	150	163	165	46	160,61
več kot 0,9 m	114	124	144	49	121,89
več kot 0,8 m	200	217	190	36	214,81
št. meritev:	4	4	4	4	4
poprečje	166	180	172	42	178
standardna deviacija	41,80	45,32	22,44	6,43	45,32
<b>vrednost na nivoju zaupanja 97,5 %</b>	<b>78,78</b>	<b>85,40</b>	<b>125,27</b>	<b>28,52</b>	<b>83,40</b>

Podlago gradijo materiali z več kot 100 udarci  $N_{10}$ . Modul elastičnosti podlage je več kot  $E = 83$  MPa.

S sondiranjem terena z dinamičnim penetrometrom smo ugotovili, da je debelina preperine približno 1,0 m. Zgornja plast, ki jo gradijo meljne glin je debela približno 0,4 m do 1,0 m. Sledi približno 0,2 m debela plast zaglinjenih gruščev. Pod to plastjo nastopajo preperela flišna podlaga. Meljne glin so pretežno v težko gnetnem konsistenčnem stanju. Grušči so pretežno v gostem konsistenčnem stanju.

## 7.0

### NŽENIRSKO GEOLOŠKE RAZMERE

Obravnavana lokacija se nahaja na južni strani polotoka Debeli rtič. Obala, ki je odprta proti jugu, je zelo strma, oblikovana kot klif, ki se razteza do Valdoltre oz. Ankarana v dolžini približno 2 km. Klif se dviga do 30 m nad nivo morja, brežine pa so v spodnjem delu oblikovane v naklonu 2: 3 do 3: 2 v zgornjem delu pobočja. Na območju predvidenega iztoka meteorne kanalizacije je padnica brežine klifa orientirana v smeri  $225^\circ - 240^\circ / 45^\circ - 71^\circ$ .

V zaledju klifa je teren rahlo valovit, na nadmorski višini približno 22 m do 35 m. Projektirani odvodnjevalni kanal, ob Jadranski cesti, je na robu urbaniziranega prostora. Vzhodno od kanala so vinogradi, teren se dviguje proti severu in proti vzhodu v naklonu do 5°. Zahodno od kanala in Jadranske ceste, je prostor v celoti urbaniziran.

Plastovitost je večinoma subhorizontalna, ali z vpadi do 16° proti severu in severovzhodu. Razmerje med peščenjakom in laporjem oz. glinovcem ocenjujemo na 30 %: 70 %.

Na osnovi terenskih preiskav smo postavili štiri plasten model terena:

- **Umetni nasip** (ceste, poti) iz karbonatnega tolčenca. Debelina te plasti je 0,2 m do 0,5 m.
- **Deluvialne gline** [CL-ML] se ležijo pod plastjo humusa. Debelina teh plasti ne presega 1,0 m.
- **Deluvialni grušči** [GC, GM] navadno ležijo pod plastjo deluvialnih glin. Debelina gruščev je na obravnavanem območju tanka in ne presega 30 cm.
- **Preperela flišna podlaga** – glinovci, laporji in peščenjaki. Nastopa v globini 0,5 m do 1,2 m.

Na lokaciji načrtovane gradnje ni površinskih vodotokov. Teren je globalno stabilen. Na platoju v zaledju klifa ne opažamo znakov erozije. Erozijske grape opažamo le na strmem pobočju klifa.

## 8.0 EROZIJSKA OGROŽENOST IN OPREDELITEV TVEGANJA ZA NAČRTOVANI POSEG

Po podatkih ARSO – atlasa okolja spada obravnavano območje v erozijsko ogroženo območje s stopnjo zahtevnih zaščitnih ukrepov.

Območje načrtovane gradnje lahko, glede erozije in plazovitosti razdelimo na dva dela:

- Plato z vinogradi, kjer bo vkopan kanal za odvodnjo padavinskih voda. Na tem območju ni znakov erozije in plazovitosti. Teren je oblikovan v blagem naklonu, do 5° in praktično v celoti poraščen z vegetacijo.
- Območje iztoka meteorne kanalizacije, ki je v zaraščeni erozijski grapi, oddaljeno cca 25 m od morja. Teren je na tem mestu oblikovan v naklonu do 40°. Iz severne strani grape doteka manjši občasni vodotok.



Slika 5: erozijsko ogrožena območja (vir ARSO atlas okolja)

Glede na opisane geološke in hidrogeološke značilnosti lokacije lahko ugotovimo da plato z vinogradom ne ustreza pojmom »**erozijsko območje**«, iz 87. člena zakona o vodah:

- Na celotnem območju ni lokacij ki bi bila erozijska žarišča, saj leži na izravnem terenu, z blagim naklonom do 5°. Na območju načrtovanih gradbenih posegov ni površinskih vodotokov, ali razkritih površin, ki bi jih lahko izpirale meteorne vode.
- Območje ni pod vplivom hudournih voda.
- Obravnavano območje gradijo v osnovi flišne kamnine, ki jih prekriva do 1,2 m debela plast deluvialnih glin in zaglinjenih gruščev. Teren prekriva vegetacijski pokrov. Zaradi tega gline in melji niso podvrženi preperevanju.
- Zaledne vode s ceste so zajeta z obcestnim jarkom.

Zadnjih 20 m kanalizacije, od jaška M2 do jaška M1, po zelo strmem terenu, oblikovanem v naklonu do 40°. Območje je gosto poraščeno z vegetacijo. V neposredni bližini trase kanalizacije, približno 3 m do 5 m južno, poteka pešpot iz Jadranske ceste do obale. Približno 8 m severno od trase poteka druga pešpot od objektov Jadranska cesta 61 a in 61 b do obale.

Celotno območje dimenzij približno 40 m x 40 m predstavlja erozijsko zajedo v klifu. V grapo priteka iz severne strni občasni vodotok. Celotna grapa je sicer gosto poraščena z grmovnicami. Kljub temu jo lahko smatramo za **erozijsko žarišče**, saj se na to območje nekontrolirano stekajo meteorne vode iz višje ležečih parcel. Na dnu grape opazamo luže, oz. območja zastajanja vode. Opažamo tudi različno velike bloke peščenjaka, ki so se odkrušili od stranskih brežin grape. Dno grape je tudi divje smetišče.

Splošno znano dejstvo je, da so izpostavljene flišne kamnine podvržene preperevanju in eroziji. Pri tem moramo poudariti, da je hitrost preperevanja odvisna predvsem od vsebnosti karbonatne komponente (kalcijevega karbonata) v laporjih, glinavcih in meljehcih. Materiali z majhno vsebnostjo karbonatnega



veziv hitreje preperevajo in se spreminjajo v melj in glino. V nekaterih primerih lahko opazamo sezonsko spreminjanje kamnine v glino.

Po javno dostopnih podatkih je hitrost preperevanja flišev v Sredozemlju med 0,4 mm/leto do 30 mm/leto. Hitrost je odvisna od mineralne zgradbe laporjev, glinavcev in meljevce, ter lege in izpostavljenosti pobočja.

Po podatkih študije »Umikanje skalnih pobočij na erozijskih žariščih v slovenski Istri« (M. Zorn, M. Mikoš; GEOLOGIJA 51/1, 107-118, Ljubljana 2008) je povprečno letno sproščanje gradiva v Slovenski Istri, 20.000 do 50.000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/leto, kar ustreza hitrosti 20 do 50 mm/leto.

## 9.0 KARAKTERISTIČNE VREDNOSTI TRDNOSTNIH IN ELASTIČNIH LASTNOSTI MATERIALOV

Na osnovi terenskih preiskav in analogije s podobnimi materiali v okolici smo določili naslednje karakteristične vrednosti osnovnih geomehanskih parametrov:

material	Naravna prostor. teža	Enosna tlačna trdnost	Strižni kot	kohezija	Modul stisljivosti
	$\gamma$	$q_u$	$\varphi$	$c$	$M_v$
	[kN/m <sup>3</sup> ]	[kPa]	[°]	[kPa]	[MPa]
Umetni nasip – cestno telo	19		34 - 38	0	25
Deluvialne gline in melji [CL – ML]	19	30	-	-	4,40
Deluvialni zameljeni gruščji [GM]	18	-	34	0	20 – 40
Preperele flišne kamnine	24	800 – 2.000	25 - 30	7 - 12	80 – 150

## 10.0 POGOJI GRADNJE OBJEKTA

Za kategorizacijo izkopov uporabljamo »Dopolnila splošnih tehničnih pogojev IV knjiga; Ljubljana 2001 (DDC)«.

Na osnovi razpoložljive projektne dokumentacije ocenjujemo da bodo zemeljska dela potekava v naslednjih izkopnih kategorijah:

- 3. izkopna kategorija 70 %
- 4. izkopna kategorija 15 %
- 5. izkopna kategorija 15 %

Začasne izkopne brežine v deluvialnih glinah in gruščih, višine do 3 m, se lahko izvede v naklonu največ 1,5: 1 (56°). Končne brežine jarka so lahko oblikovane v naklonu največ 1: 1.

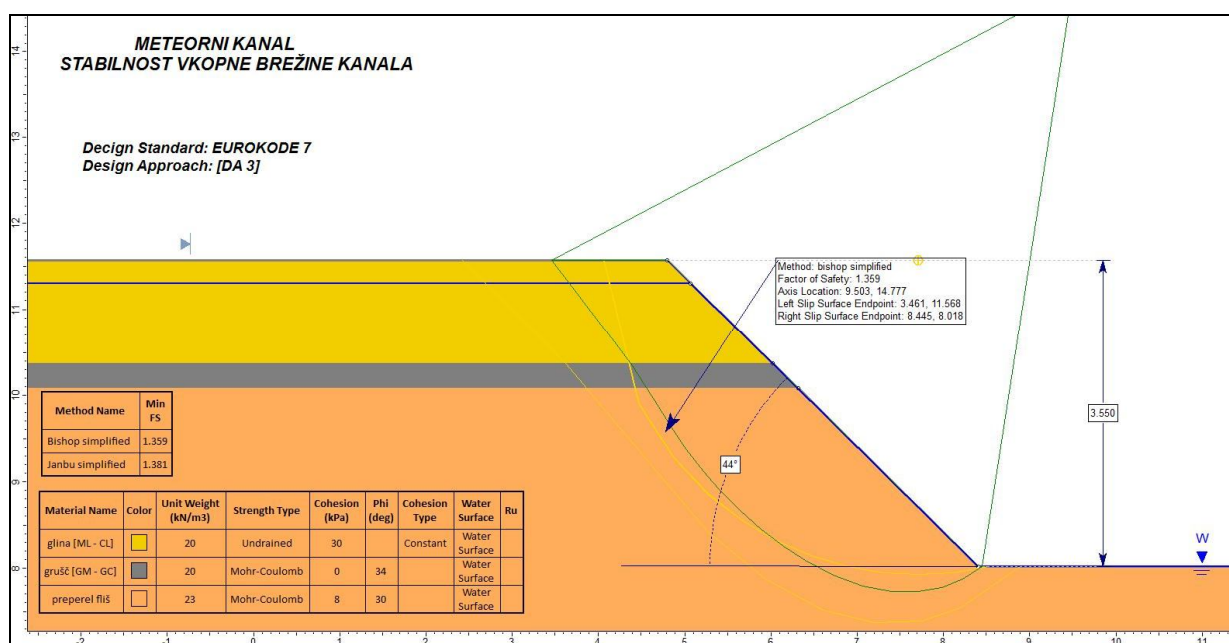
Preverimo še stabilnost vkopnih brežin jarka in pobočja klifa na mestu iztoka meteornega kanala. Račun stabilnosti izvedemo skladno z določili Evrokod 7. V računu smo uporabili projektne pristopa 3 [DA3]:

**(A1 ali A2 + M2 + R3)**

Pri tem so posamezni varnostni količniki:

• Stalni neugodni vplivi	$\gamma_{G, dst}$	1,35
• Stalni ugodni vplivi	$\gamma_{G, stb}$	1,00
• Strižni kot	$\gamma_{\phi'}$	1,25
• Kohezija	$\gamma_{c'}$	1,25
• Nedrenirana strižna trdnost	$\gamma_{cu}$	1,40
• Nosilnostni odpor	$\gamma_{Rv}$	1,40

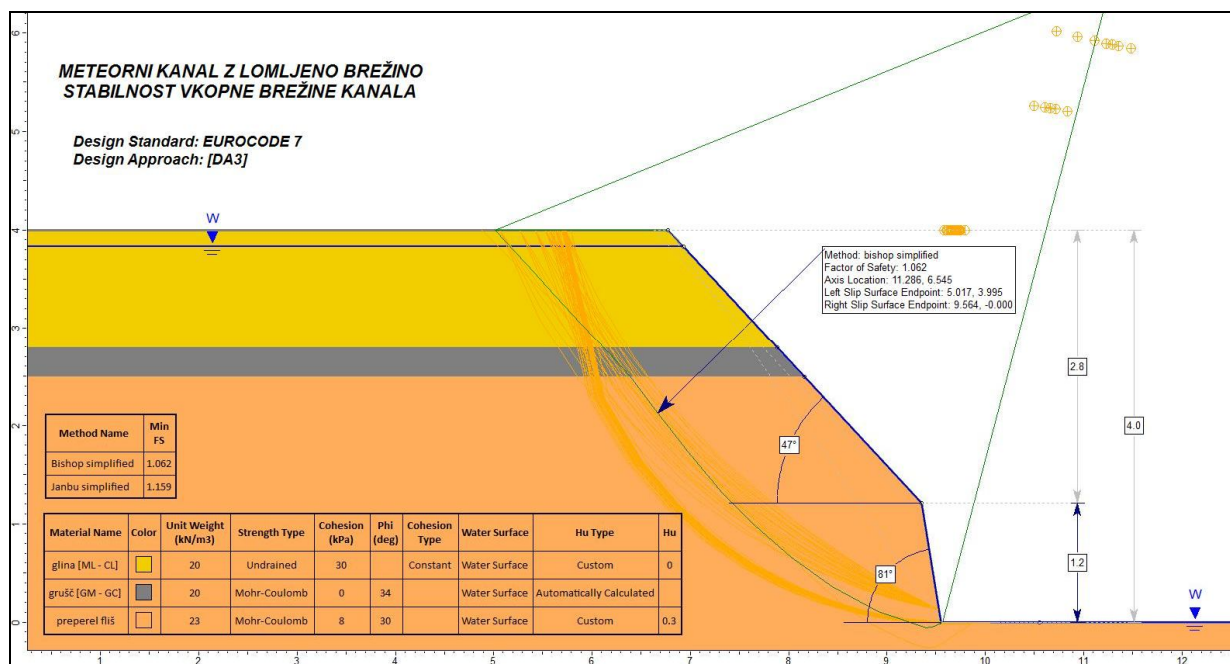
Reakcije [R3] za odpor proti zdrs, pri projektnem pristopu 3, niso obremenjene z varnostnim količnikom ( $R_h = 1,0$ ). Stabilnost brežine je zagotovljena z varnostnim količnikom  $F_{min} > 1,00$ .



Slika 6: Stabilnostna analiza brežine jarka za odvodnjo padavinskih voda

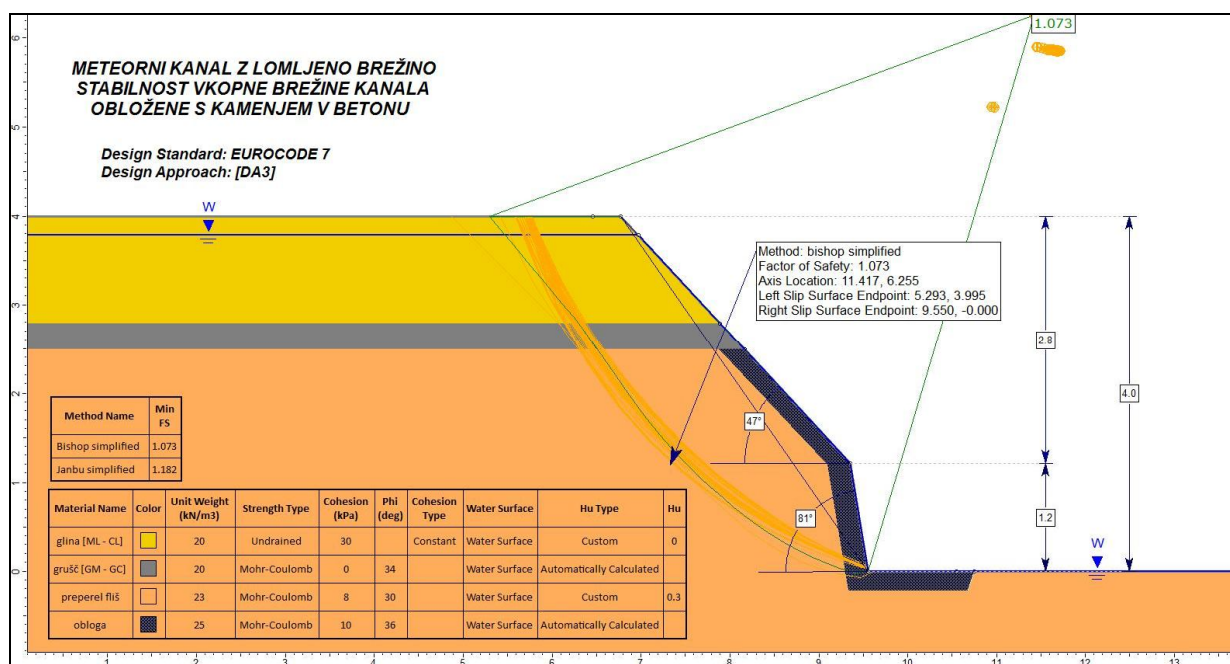
Brežine kanala, oblikovane v naklonu do 1: 1 so stabilne, z varnostnim količnikom  $F_{min} = 1,359$ . Predlagamo da se dno kanala in brežine, do višine Q100, tlakuje s kamnitimi bloki (peščenjak), s čimer bi zmanjšali hitrost vode in erozijo dna jarka.

Glede na to, da varnostni količnik izkazuje zelo visok varnost, preverimo še stabilnost lomljene brežine jarka. Brežina spodnjega dela jarka, višine do 1,2 m, bi bila oblikovana v naklonu do 6: 1 ( $81^\circ$ ). Zgornji del, višine do 3,5 m pa bi bil oblikovan v naklonu približno 1: 1 ( $47^\circ$ ). Stabilnostna analiza kaže, da bi takšna brežina bila stabilna z varnostnim količnikom  $F_{min} = 1,062$ .



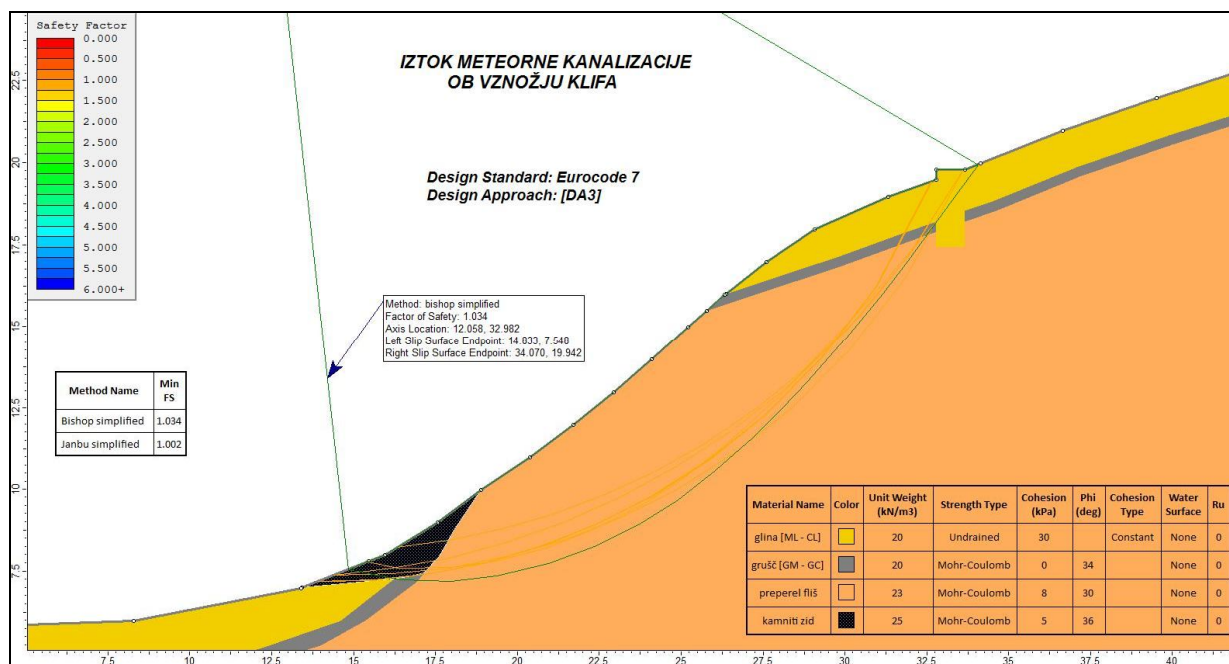
Slika 7: Stabilnostna analiza brežine jarka, oblikovane v lomljenem profilu

Menimo, da bi takšen kanal bilo nujno obložiti z oblogo iz kamena v betonu, do višine stoletnih voda (Q100). Stabilnost »obloženih« brežin se malo izboljša,  $F_{min}=1,073$ . Namen obloge je preprečitev erozije.



Slika 8: Stabilnostna analiza brežine jarka, oblikovane v lomljenem profilu, zaščitene s kamenjem v betonu

Nazadnje preverimo še stabilnost meteorne kanalizacije na območju klifa.



Slika 7: Stabilnost klifa na mestu iztoka meteorne kanalizacije

Brežina klifa je globalno stabilna. Predlagamo, da se iztok meteorne kanalizacije zavaruje s kamnitimi bloki (peščenjak). Poleg tega bo potrebno utrditi zasip kanalizacijske cevi. Predlagamo utrjevanje z vrečami peska. V nasprotnem primeru lahko pride do izpiranja zasipnega materiala.

Ljubljana 22.04.2018

Pripravil:  
Marko Kočevar, univ.dipl.inž.geol.

# PRILOGE