





- 7.1 Naslovna stran
- 7.2 Kazalo vsebine elaborata št.: 07/20
- 7.4 Tehnično poročilo
- 7.5 Risbe

### T.1.1 TEHNIČNO POROČILO

- T.1.1.1 SPLOŠNO
- T.1.1.2. POVZETEK PREDHODNIH RAZISKAV
- T.1.1.3 TERENSKA DELA
- T.1.1.4. GEOLOŠKO GEOTEHNIČNI OPIS
- T.1.1.5 LABORATORIJSKE PREISKAVE
- T.1.1.6 PARAMETRI ZA PROJEKTIRANJE
- T.1.1.7 POGOJI IZVEDBE VKOPOV NASIPOV in TEMELJENJA OBJEKTOV
- T.1.1.8 ZAKLJUČKI IN PREDLOGI

### R GEOTEHNIČNE RAZISKAVE IN IZRAČUNI

- R.1.1- 1.8 Profili sondažnih vrtin V-1 do V-8
- R.2 Poročilo o geofizikalnih preiskavah - Geoinženiring d.o.o.
- R.3.1 Laboratorijske preiskave - meritve enosne tlačne trdnosti
- R.3.2 Preglednica točkovnega trdnostnega indeksa
- R.4 Poročilo o deformacijskih preiskavah kamenin - M-test
- R.5.1-5.2 Hoekov in Brownov porušitveni kriterij
- R.6 Izračun temeljenja - točkovni temelj

### G. RISBE

- |       |                           |            |
|-------|---------------------------|------------|
| G.1   | Inženirsko geološka karta | M 1 : 1000 |
| G.2   | Vzdolžni prerez Y1        | M 1 : 250  |
| G.3.1 | Prečni prerez P3          | M 1 : 250  |
| G.3.2 | Prečni prerez P6          | M 1 : 250  |
| G.3.3 | Prečni prerez P7          | M 1 : 250  |
| G.4   | Fotodokumentacija         |            |



**GEOENG&CO.**

geotehnično projektiranje, raziskave, svetovanje, inženiring in druge storitve d.o.o.

***Geotehnični načrt izvedbe raziskav – PC Sežana - IDP***

## 7.3            **TEHNIČNO POROČILO**

sedež: Pot na Fužine 45, 1000 Ljubljana, Slovenija  
pisarna: Dimičeva 14, 1000 Ljubljana, Slovenija  
+386 (0)1 2809 812, d.ocepek@geoeng.si  
**Davčna št.: SI 86391364, Matična št.: 2332400,**  
**Št. TR: 10100-0044164095, Banka Intesa Sanpaolo d.d.,**  
**Pristaniška 14, 6000 Koper**



**GEOENG & CO. D.O.O.**

Mat. št.: 2332400  
Companywall d.o.o., 21.06.2019



## T.1.1 TEHNIČNO POROČILO

### T.1.1.1 SPLOŠNO

Po naročilu podjetja lastnika Log center A d.o.o. in projektanta Protim Ržišnik Perc d.o.o., smo za potrebe načrtovanja gradnje infrastrukture in objektov na območju PC Sežana izvedli geološko geotehnične preiskave. V ta namen smo območje detajlno inženirsko geološko kartirali, izvedli terenske geotehnične raziskave, geomehanske laboratorijske raziskave in predhodno so bile izvedene geofizikalne raziskave. Na osnovi analize rezultatov raziskav in podatkov predhodnih geoloških raziskav smo izdelali inženirsko geološko karto, geološko geotehnične prereze ter ovrednotili parametre za nadaljnje projektiranje

Geodetske podlage nam je posredovalo podjetje Protim Ržišnik Perc d.o.o..

### T.1.1.2 POVZETEK PREDHODNIH RAZISKAV

Pri izdelavi Geotehničnega načrta smo upoštevali podatke predhodnih geoloških raziskav:

- Splošna geološka karta v merilu  $M = 1 : 100.000$ , list Gorica, GZL 1973M;
- »Geology of the Classical Karst Region (SW Slovenia - NE Italy) v merilu  $1 : 50\,000$ ;
- »Inženirsko geološko poročilo o možnosti gradnje poslovne cone Sežana - jugozahod ob mejnem prehodu v Sežani/LN«, Geoinženiring d.o.o., oktober 2006. Št.8515d.

### T.1.1.3 TERENSKÉ RAZISKAVE

Podrobne terenske preiskave so obsegale pregled terena - IG kartiranje in izvedbo osmih sondažnih vrtin z »in situ« meritvami - SPT« ter odvzemom vzorcev za laboratorijske preiskave. Izvedene so bile tudi geofizikalne raziskave.

#### T.1.1.3.1 Geofizikalne raziskave

Geofizikalne raziskave je v novembru 2019 izvedlo podjetje Geoinženiring d.o.o. Potek in rezultati raziskav so podani v poročilu »Geofizikalne preiskave na območju Poslovne cone Sežana«, št GF-1441 (priloga R.2)



### **T.1.1.3.2 Inženirsko geološko kartiranje**

Teren smo detajlno inženirsko geološko kartirali. Geodetski posnetek s prečnimi profili je izdelalo podjetje Protim Ržišnik Perc d.o.o.

Pri kartiranju smo določili meje nastopajočih IG enot, registrirali smo vse nastopajoče inženirsko geološke elemente in pojave, pregledali smo vrtače.

V izdankih kamnin, pretežno na robu vrtač smo merili prostorsko lego in kvalitativne ter kvantitativne lastnosti nastopajočih diskontinuitet, kot tudi vpade plasti.

Teren grade zgornje kredne plasti ( $K_2^A$ ), na površini je mestoma odložen sloj deluvialne preperine (de). Deluvialna preperina je tudi v dnu večjih vrtač.

Vse ugotovitve so bile upoštevane pri izdelavi IG karte z ustrezno legendo.

Vsi podatki inženirsko geološkega kartiranja so upoštevani pri izdelavi vzdolžnega in prečnih prereзов v M 1 : 250 (priloge G.2 in G.3.1-3.3), na katerih je prostorska lega plastovitih apnencev prikazana z navideznimi vpadi glede na lego karakterističnih prereзов.

### **T.1.1.3.3 Sondažno vrtanje in raziskave v vrtinah**

Sondažno vrtanje smo izvajali med 17.12.2019 do 10.01.2020, izvedeno je bilo osem (8) sondažnih vrtin V-1 do V-8, globine 6 do 12 m.

Izvajalec vrtalnih del je bilo podjetje Geotrans d.o.o. Vrtanje se je izvajalo z vrtalno garnituro Comachio 205, suho rotacijsko, s 100 % jedrovanjem do globine preperine, v kompaktni kamenini pa z diamantnimi kronami in vodnim hlajenjem, z dvojno stenskim jedrnikom.

Vrtanje je bilo inženirsko geološko - geomehansko spremljano s podrobnimi meritvami razpok in določitvijo geološkega trdnostnega indeksa (GSI) ter koeficienta hrapavosti (JRC). V območju zemljin in preperile hribine je bilo jedro popisano in klasificirano po AC klasifikaciji. Ob popisu so bili odvzeti vzorci zemljin za laboratorijske preiskave.

Med vrtanjem so se izvajali standardni penetracijski testi SPT za določitev gostote preperinskega sloja.

Med vrtanjem so bile vse vrtine suhe.

Ustja vrtin so bila posneta z GPS, koordinate vrtin so podane na geotehničnih prerezih vrtin in IG karti.



Profili vrtin v merilu  $M = 1 : 50$  so podani na prilogah Geotehnične preiskave in izračuni: R.1.1 do R.1.8, lokacije vrtin pa na IG karti v  $M = 1 : 1000$  (Priloga G.1). Vrtine smo tudi fotografirali (priloga G.4).

#### **T.1.1.3.4 Standardni penetracijski preizkusi (SPT)**

Med vrtnjem so se izvajali standardni dinamični penetracijski testi. Testi so se izvajali v preperini. Izvedenih je bilo 9 preizkusov, s konusom. Rezultat testa je število udarcev  $N$ , potrebnih za penetracijo standardiziranega konusa za 30 cm.

Izmerjeno vrednost  $N$  so podane na profilih sondažnih vrtin (priloge R.1).

#### **T.1.1.3.5 Nalivalni preizkusi**

V času vrtnja sta bila v vrtinah V-4 in V -7 po celotni globini vrtine izvedena nalivalna preizkusa. Rezultati preizkusa so naslednji:

- V - 4:  $k = 3,31 \times 10^{-7}$  m/s.
- V -7:  $k = 1,08 \times 10^{-7}$  m/s.

Voda odteka večinoma po razpokah in kavernah v kamenini:

Povprečni koeficient prepustnosti zmerno preperelega do kompaktnega razpokanega krednegaapšnenca:

- $K_{povp.} = 2,2 \times 10^{-7}$  m/s.

#### **T.1.1.3.6 Geološki trdnostni indeks GSI**

Pri podrobnem inženirsko geološkem popisu vrtin smo hribini po tabeli za razpokane hribinske mase določili naslednje vrednosti geološkega trdnostnega indeksa:

- Kompaktne kredne plasti:

GSI = 65 - 80,

- Zmerno preperele in razpokane kredne plasti:

GSI = 45 - 55,

- močno preperela, razpokane in tektonsko pretrete kredne plasti:

GSI = 20 - 30.

Rezultati GSI so podani na profilih sondažnih vrtin (priloge R.1).



#### **T.1.1.4 GEOLOŠKO GEOTEHNIČNI OPIS**

Geološki in inženirsko geološki podatki so pridobljeni na podlagi predhodnih geoloških preiskav in detajlnega inženirsko geološkega kartiranja ter vseh izvedenih sondažnih in laboratorijskih preiskav.

##### **T.1.1.4.1 Splošna geološka zgradba**

Preko pobočja poteka prelom v dinarski smeri (Divaški prelom) in nekaj manjših prelomov, prečno do pravokotno na njih.

##### **T.1.1.4.2 Inženirsko geološki pregled**

###### **Zgornje kredne plasti ( $K_2^A$ ) - sežanska formacija**

Apnenci te formacije so temno sivi do sivi, močno zakraseli, na površini razpokani. Nastopajo redke strižne in pogoste natezne razpoke.

Plasti vpadajo zaradi izrazite tektonike (rahla nagubanost in manjši prelomi) v različnih smereh.

Po posameznih razpokah so izločeni kalcitni kristali, večinoma pa so razpoke odprte, zakrasele in tudi zapolnjene ponekod s kraško jerino (rdečkasto rjava mastna glina CH). Razpoke so večinoma rahlo hrapave do gladke in zmerno valovite.

**Pogostost pojavljanja nateznih razpok** je od 0,3 m do 1,2 m, v povprečju na 0,7 m. Naklon nateznih razpok, ki so pretežno pravokotne na plastovitost je od 75° do 85°.

Na dnu nekaterih vrtač so odloženi sloji zaglinjenega grušča.

**Posamezne vrtače so povezane z brezni in razpredenimi kavernami** (območje V-1 in V-2).

Inženirsko geološka zgradba je podrobno prikazana na IG karti (priloga G.1).in IGG prečnih prerezih (prilogi G.2.1 in G.2.2).

##### **T.1.1.5 LABORATORIJSKE PREISKAVE**

Na vzorcih hribine iz vrtin smo določil koeficient hrapavosti razpok - JRC (Joint Roughness Coefficient).



V laboratoriju podjetja Geoinženiring d.o.o. pa je bil na izbranih vzorcih določen točkovni trdnostni indeks, ki je služil za določitev povprečne enoosne tlačne trdnosti preperele hribine.

Posebej so bili odvzeti vzorci iz vrtin, ki so bili predhodno ustrezno odrezani za preiskave enoosne tlačne trdnosti in deformacijske preiskave, ki jih je izvedel M-test s.p.

Rezultati laboratorijskih preiskav so podani na prilogah R.3 (enoosna tlačna trdnost in točkovni trdnostni indeks).

Poročilo o deformacijskih preiskavah vzorcev kamnin odvzetih v PC Sežana, M - Test, pa je na prilogi R.4.

#### **T.1.1.5.1 Koeficient hrapavosti razpok - JRC**

Na **vzorcih kamnine** smo določili koeficiente hrapavosti strižnih ploskev razpok - JRC. Vrednosti JRC so znašale od vse do 7-18. Aritmetična sredina vseh koeficientov odvzetih vzorcev iz vrtin: **JRC = 11,8**.

Rezultati JRC so podani na profilih sondažnih vrtin (priloge R.1), vzorce meritev pa smo tudi fotografirali (prilog G.4.1).

#### **T.1.1.5.2 Enoosna tlačna trdnost kamenin**

**Srednja vrednost enoosne tlačne trdnosti vzorcev preperele kamnine:**

-  $\sigma_{\text{cpovp.}} = 61,5 \text{ MPa}$

**Srednja vrednost enoosne tlačne trdnosti vzorcev zmerno preperele kamnine:**

-  $\sigma_{\text{cpovp.}} = 63,3 \text{ MPa}$

Vsi rezultati preiskav so podani v »Poročilo o deformacijskih preiskavah vzorcev kamnin odvzetih v PC Sežana«, M-TEST (priloga R.4).





## T.1.1.6 PARAMETRI ZA PROJEKTIRANJE

### T.1.1.6.1 Posplošen Hoekov in Brownov porušitveni kriterij

Posplošen Hoekov in Brownov porušitveni kriterij (Hoek, Carranza - Torres in Corkum, 2002 in Hoek, Diederisch, 2006) smo uporabili za določitev trdnostno deformacijskih parametrov razpokanega krednega apnenca za izračun izkopa hribinske mase delno z miniranjem (časovno proženje) in nato mehanski izkop. Pri tem smo uporabili računalniški program Rocklab 1.031, ki upošteva tudi faktor poškodovanosti hribine, bodisi zaradi miniranja, bodisi zaradi strojnega izkopa. Pri določitvi smo upoštevali izračun za brežine višine  $H =$  do 6,0 m z upoštevanjem faktorja poškodovanosti pri miniranju in strojnem izkopu ( $D = 0,7$ ).

Na podlagi podrobnega inženirsko geološkega kartiranja in meritev razpok v vrčinah smo hribinski masi po tabeli za **preperelo do zmerno preperelo razpokano hribinsko maso določili povprečni geološki trdnostni indeks  $GSI_{povp} = 29,7$**  in za **zmerno preperelo do kompaktno razpokano hribinsko maso določili povprečni geološki trdnostni indeks  $GSI_{povp} = 53,5$** .

Na podlagi tabele za določitev vrste in teksture hribine smo hribini določili konstanto  $m_i = 9$  za mikritni apnenec.

Za enoosno tlačno trdnost zmerno preperelo do kompaktne hribinske mase smo upoštevali **povprečne vrednosti enoosnih preiskav odvzetih intaktnih vzorcev z meritvami deformacij za preperelo hribinsko maso pa povprečno vrednost enoosnih tlačnih trdnosti na podlagi točkovnega trdnostnega indeksa.**

Za **modul intaktne preperelo razpokane kamenine** smo določili povprečje med izmerjenimi vrednostmi vzorcev  $E_{50\%} = 44499$  MPa in za **modul intaktne zmerno preperelo do kompaktne razpokane kamenine** smo določili povprečje med izmerjenimi vrednostmi vzorcev  $E_2 = 46316$  MPa.

Na podlagi prileganja Mohr - Coulombove premice k nelinearni krivulji s sekanto smo nato ugotovili trdnostno deformacijske parametre razpokane hribinske mase. Na podlagi empirične enačbe (Hoek in Diederisch, 2006) smo določili tudi modul elastičnosti hribinske mase pri deformacijskem popuščanju hribine.

#### 1. preperel do zmerno preperel apnenec:

##### - trdnostno deformacijski parametri hribine

- strižni kot:  $\varphi = 48,05^\circ$  in kohezija  $c = 69$  kPa,
- modul elastičnosti hribine je:  $E_i = 44.499$  MPa,

##### - modul elastičnosti hribinske mase pri deformacijskem popuščanju hribine je:

$$E_d = 1581,7 \text{ MPa.}$$



## 2. zmerno preperel do kompakten apnenec:

### - trdnostno deformacijski parametri hribine

- strižni kot:  $\varphi = 46,5^\circ$  in kohezija  $c = 295$  kPa,
- modul elastičnosti hribine je:  $E_i = 46.316$  MPa,

### - modul elastičnosti hribinske mase pri deformacijskem popuščanju hribine je:

$$E_d = 6217,16 \text{ MPa.}$$

Rezultate analize prikazujemo na prilogah v Geotehničnih raziskavah in izračunih R.5.1 in R.5.2.

## T.1.1.7 POGOJI IZVEDBE VKOPOV NASIPOV in TEMELJENJA OBJEKTOV

Za potrebe izvedbe izravnave planuma za potrebe temeljenja bodo potrebni izkopi v globino  $z =$  do 5,5 m, ki jih je možno izvajati v začasnem naklonu  $1 : n = 5 : 1$ .

Izkop bo potekal do 40 % v 4. kategoriji in 60 % v 5 kategoriji.

Priporočamo izvedbo izkopov s predhodnim predvrtavanjem in časovno proženim miniranjem v vrtnah izvedenih do globine ca 6,0 m v naklonu najpogostejših nateznih razpok to je  $80^\circ$ . V tem primeru ocenjujemo kasnejši mehanski izkop do 70 % v 4. kategoriji in 30 % v 5 kategoriji.

Na planumu izkopa se izvede izravnava s tamponom in podložnim betonom, razen v primeru pojava glinastih leč, ali kavern. Kaverne se po potrebi zapolni z drobljencem iz izkopa mešanem s pustim betonom. Glinaste leče se odstrani in izvede izravnavo s tamponom.

Nasipe se izvede v plasteh z nasipavanjem izkopnega drobirja po plasteh v višini do 0,5 m. Prek zgornjega sloja se na koncu izvede tampon, granulacije  $\varnothing 0-31$  mm z utrditvijo po plasteh v višini 10 - 15 cm,  $E_{vd} \geq 50$  MPa.

**Temeljenje** objektov - hal je možno izvesti točkovno na AB plošči, ali na pasovnih temeljih, ustrezne širine in višine in vsaj na podložnem betonu  $d = 0,7$  cm.

Izračunana nosilnost tal (SIST - EN 7, 2005) ob upoštevanju obremenitve objekta (ocenjeno izkustveno) - ocenjena obremenitev - 2100 kN, pod plitvimi točkovnimi temelji ( $B = L = 1,0$  m), globina  $z = 0,7$  m v preperelom do zmerno preperelom krednem apnencu (Priloga R.6):

$$- q_f = 2762 \text{ kN/m}^2,$$



**GEOENG&CO.**

geotehnično projektiranje, raziskave, svetovanje, inženiring in druge storitve, d.o.o.

**Geotehnični načrt izvedbe raziskav – PC Sežana - IDP**

Pri tem ocenjujemo, da bo dosežen vertikalni modul podajnosti:

-  $k_v \geq 150.000 \text{ kN/m}^3$ .

Nasipe se izvede iz izkopnega materiala apnenca granulacije  $\emptyset$  0-63 mm, Evd  $\geq 25$  MPa.

#### T.1.1.9 ZAKLJUČKI IN PREDLOGI


Na osnovi vseh izvedenih terenskih in laboratorijskih raziskav ter geostatičnih analiz podajamo oceno izvedbe izravnave zemljišča, vkopavanja in nasipavanja ter temeljenja objektov.

Za izvedbo izkopov priporočamo predhodno vrtanje in časovno proženje z miniranjem (rudarski projekt).

Pri izvedbi pridobivanja materiala s pomočjo miniranja je potrebno dela izvajati v suhih obdobjih ter izvajati meritve seizmičnih učinkov.

Po izvedenih izkopih priporočamo pregled z georadarskimi meritvami pred izvedbo izravnave za temeljenje objektov.

Za potrebe podrobnih pogojev temeljenja objektov je potrebno izdelati Geotehnični načrt za fazo PZI.

  
dr. DRAGOTIN OCEPEK  
univ. dipl. inž. geol.  
IZS RG0085

Pooblaščen inženir: Dr. Dragotin Ocepek, univ.dipl.inž.geol.

  
Sodelavka: Jasna Jerman, univ.dipl.inž.geol.

Ljubljana, 27. 02. 2020.