



INVESTITOR: MESTNA OBČINA KRANJ, Slovenski trg 1, 4000 Kranj

**ELABORAT GEOTEHNIČNIH RAZISKAV ZA
OPORNI ZID DOLŽINE 102M MED PROFILI 22 in 27
PLOČNIK GORIČE – GOLNIK NA CESTI R2 – 410
ODSEK 1134 TRŽIČ – KOKRICA OD KM 6+000 DO KM 6+950**

DN: 1 – 17/2014

Mnenje izdelala:
Andreja KOVAČIČ, univ. dipl. inž. grad., G 0987

Prokuristka:
Andreja KOVAČIČ, univ. dipl. inž. grad.

DATUM: 28. 1. 2015

GEOMEHANSKE RAZISKAVE, PROJEKTIRANJE IN NADZOR GEOTEHNIČNIH DEL
CENITVE NEPREMIČNIN IN IZVEDENIŠKA MNENJA

VSEBINA

TEKST:

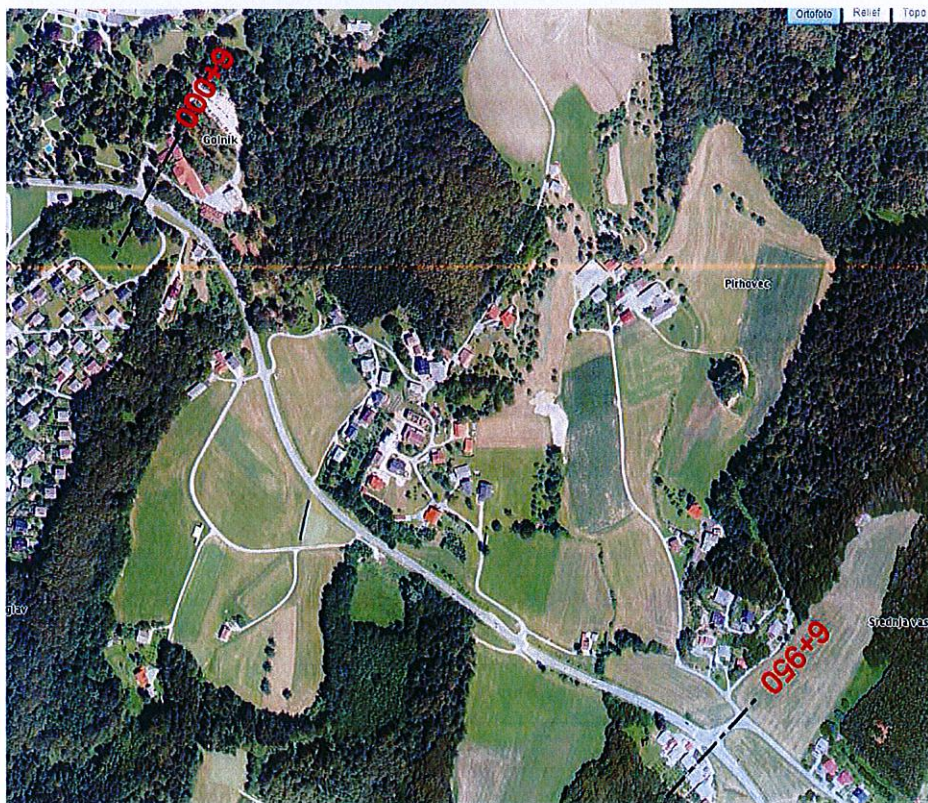
1. OPIS NALOGE
2. GEOLOŠKO GEOMEHANSKE LASTNOSTI TAL
 - 2.1 Morfologija terena
 - 2.2 Sestava tal
 - 2.3 Ocena geotehničnih karakteristik tal
3. TEMELJENJE OPORNEGA ZIDU
 - 3.1 Podrobna navodila za temeljenje opornega zidu

PRILOGE:

Situacija raziskovalnih vrtin	1
Prerez P-P	2
Geotehnični profili vrtin	3
Fotodokumentacija raziskovalnih vrtin	4
Vrednotenje rezultatov SPT	5
Laboratorijske preiskave	6
Stabilnostna analiza težnostnega zidu	7

1. OPIS NALOGE

Investitor Občina Kranj namerava ob cesti R2-410, odsek 1134 Tržič-Kokrica, od km 6+000 do km 6+950 zgraditi hodnik za pešce (slika 1). Kilometer 6+000 (profil 2) se nahaja v bližini službenega uvoza za zaposlene v Bolnišnici Golnik, kilometer 6+950 (sredina med profiloma 49 in 50) pa pri obojestranskih odcepih s ceste za dostop do objektov v naselju Goriče.



Slika 1: Orto foto prikaz ceste R2-410, odsek 1134 Tržič Kokrica od km 6.000 do km 6.950
(vir: <http://www.geopedia.si>)

V avgustu 2015 smo izdelali geotehnično mnenje k Idejnim rešitvam ureditve pločnika, ki jih je izdelal projektant Gorenjska gradbena družba d.d..

V vseh dosedanjih idejnih zasnovah, od katerih investitor izbranega poteka pločnika še ni potrdil, je med profili P22 in P27 predvidena izvedba hodnika za pešce ob levem voznem pasu. Zaradi širitve obcestnega prostora bo potreben vkop v pobočje, ki se nad cesto dviga proti severovzhodu, in gradnja opornega zidu pribl. dolžine 102m. Na zgornjem delu pobočja se nahajajo stanovanjske hiše vzhodnega dela naselja Golnik.

Z namenom ugotovitve geološke zgradbe pobočja in določitve načina izvedbe zidu smo po naročilu investitorja MO Kranj izvršili geotehnične raziskave v km. 6.4+94,50, oz. 4,5m pred profilom P27.

Geotehnične raziskave so obsegale:

- dve vrtni skupne dolžine 16,0m, izdelane med 27. 11. in 28. 11. 2014,
- standardne penetracijske preizkuse (SPT) v vsaki vrtni,
- pregled in popis jeder vrtin po veljavni AC klasifikaciji in
- laboratorijske preiskave odvzetih karakterističnih vzorcev.

Mesta raziskovalnih vrtin so prikazana na situaciji v prilogi 1 in na sliki 2. Pred izvedbo vrtin je investitor pridobil dovoljenje za delno zaporo državne ceste št.: 37168-968/2014-MH z dne 10. 11. 2014 Ministrstva za infrastrukturo, Direkcije RS za ceste, Sektor za vzdrževanje in varstvo cest.



Slika 2: Položaj sondažnih vrtin
(ortofoto posnetek: <http://gis.arso.gov.si/atlasokolja>)

2. GEOLOŠKO GEOMEHANSKE LASTNOSTI TAL

2.1 Morfologija terena

Na vzpetini, ki se v severni smeri dviga nad državno cesto, se nahajajo stanovanjski objekti vzhodnega dela naselja Golnik (sliki 1 in 2).

Državna cesta, ki na obravnavanem odseku pri km 6.4+94,50 poteka v smeri severozahod - jugovzhod, je na pretežnem delu odseka vkopana v vzpetino. Območje vkopa je travnato, nad vkopom pa je brežina porasla z drevesi in grmičevjem (slika 3). Jugozahodno od obravnavanega odseka je teren ravninski z zelo blagim nagibom proti jugovzhodu in prekrit s travniki ter njivami, proti jugovzhodu se položno spušča.

Nagib brežine, ki je vkopana, znaša med 30° in 40° (slika 3). Zgornji del vzpetine, nad katerim se nahajajo stanovanjske posesti, je položnejši in zaradi ureditve vrtov ob objektih tudi preoblikovan. Na prehodu zgornjega dela brežine v položnejšega so izravnave izvedene z nasipavanjem materiala iz vkopa na rob prvotnega pobočja.

Voziščna površina se nahaja na absolutni koti pribl. 457m.



Slika 3: Obstoječi vkop, s preходом v prvotno pobočje; v ozadju vrtanje sondažne vrtine V-1; pogled proti jugovzhodu

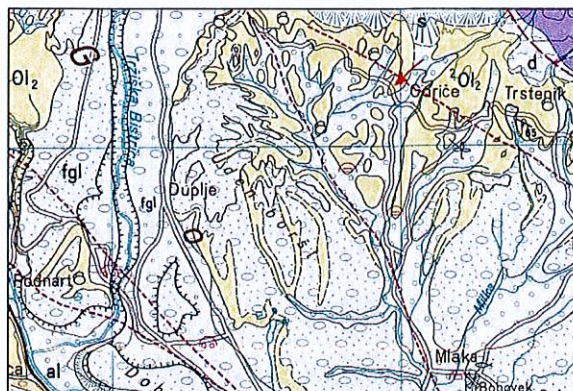
2.2 Sestava tal

Splošno o geološki zgradbi

Po Osnovni geološki karti (OGK) SFRJ M 1 : 100.000, List Kranj, nastopajo na obravnavanem območju

srednje oligocenske kamnine ($^{2}Ol_2$): peščena in laporna glina, lapor in peščenjak (Grad & Ferjančič, 1974) .

Na širšem območju obravnavane lokacije nastopajo tudi aluvialni nanosi rek in potokov (al) in melišča (s). Del navedene Osnovne geološke karte, na katerem smo označili obravnavano zemljišče, je povzet na sliki 4.



Slika 4: Širše območje preučevane lokacije na delu Osnovne geološke karte - List Kranj (Grad & Ferjančič, 1974)

Raziskovalno vrtanje

Na osnovi sondažnega vrtanja povzemamo naslednje:

- V vrtini V-1 nastopa pod tanko plastjo humusa, debeline 0,1m, do globine 0,5m svetlo rjav, srednje gost grušč do slabo zaobljen prod, mestoma s primesjo meljastega peska. Navzdol sledi do globine 0,7m svetlo rjava peščena glina v srednje do težko gnetnem konsistenčnem stanju, nato pa do globine 0,9m ponovno svetlo rjav, srednje gost grušč do slabo zaobljen prod. V globini 0,9m se pojavi hribinska osnova – siva, trda peščena glina (sivica), ki je površinsko nekoliko preperela. Na globinskem odseku 1,6m do 1,8m je siva glina izrazito vlažna; v tej globini je bil registriran tudi blag dotok podzemne vode, globlje pa je bilo med vrtanjem jedro vrtine zopet suho.
- V vrtini V-2 pa je bil pod tanko plastjo humusa, debeline 0,1m, do globine 1,9m ugotovljen umetni nasip, sestojč iz peščene gline/melja z drobci različnih kamnin in nalegajoč na prvotni humus, debeline 0,2m (do globine 2,1m). Navzdol sledi do globine 2,9 m sivo zelena, srednje do težko gnetna peščena glina, nato pa do globine 3,6m svetlo rjava do svetlo siva, pretežno trda glina, ki nalega na hribinsko osnovo. Hribinska osnova sestoji, podobno kot v območju vrtine V-1 iz sive, trde peščene gline (sivica). Med vrtanjem kakor tudi po vrtanju ni bilo registriranih dotokov podzemne vode.

Podrobni popisi sestave tal so razvidni v geotehničnih profilih vrtin na prilogi 3 in v prerezu tal P-P na prilogi 2. Popisi jeder vrtin so v dobrem soglasju s prognozo na osnovi OGK, po kateri nastopa na obravnavanem območju srednje oligocenska peščena in laporna glina.

Podzemna voda

V prvi vrtini, globine 6m, je bil registriran blag dotok podzemne vode na globinskem odseku med 1,6m in 1,8m, vrtina pa je bila po končanem vrtanju suha. V drugi vrtini, globine 10m podzemne vode ni bilo opaziti niti med niti po končanem vrtanju.

Opozarjamo na možnost občasnega zadrževanja vode, infiltrirane pod površje terena v obdobju intenzivnih padavin in/ali taljenja snega.

Inženirsko geološke razmere

Na območju predvidenih posegov v brežino ni znakov morebitne globalne nestabilnosti. Opaziti je le lokalne plitve podpovršinske zdrse, ki prevladujejo v zgornjem delu brežine in so po vsej verjetnosti predvsem posledica odlaganja nasipa na robu brežine. Na delu brežine, ki je vkopana v prvotno pobočje, je na več

mestih nakazana začetna površinska erozija, ki pa se s preraščanjem travnate vegetacije umirja (slika 3).

Opozarjamo, da je siva peščena glina, kakršna nastopa v vkopni brežini nad cesto, izrazito neodporna na atmosferske vplive in mora biti za doseganje erozijske odpornosti in stabilnosti ustrezno površinsko zaščitena.

Ocena rezultatov standardnih penetracijskih preizkusov (SPT)

Izvedeni so bili skupno štiri (4) standardni penetracijski preizkusi (SPT). Zaradi visokega odpora tal ni bilo možno izvesti preizkusa, ki bi rezultiral v obliki števila udarcev, potrebnih za predpisani ugrez standardizirane konice, pač pa globino ugreza pri izvedenih 60 udarcih. Rezultati so bili v skladu s priporočili Eurocode 7 korigirani in so podani v naslednji preglednici ter v prilogi 5:

Vrtina	Globina (m)	Sestava tal	Korigirani SPT (cm/60 udarcev)	Ocena penetrabilnosti
V-1	2	peščena glina, siva, trda (sivica)	12	visoka
	6	peščena glina, siva, trda (sivica)	8	srednja
V-2	3	peščena glina do melj, sv.rjava, pretežno trda	21	zelo visoka
	6	peščena glina, siva, trda (sivica)	6	srednja

Rezultati meritev kažejo, da je hribinska osnova (sivica) na mestih izvajanja meritev srednje do visoko penetrabilna in razmeroma dobrih trdnostnih karakteristik.

Rezultati penetrabilnosti so v soglasju z ocenami terenskih popisov jeder vrtin.

Ocena rezultatov laboratorijskih preiskav

Z namenom identifikacije in osnovnih trdnostnih parametrov koherentne zemljine nad hribinsko osnovo so bili odvzeti in laboratorijsko preiskani trije vzorci. Iz rezultatov, podanih v prilogi 6, povzemamo naslednje:

- Klasificiranje posameznih vzorcev tal na osnovi laboratorijskih preiskav je v dobrem soglasju s terenskim popisom jeder vrtin. Pripominjamo, da izkazuje vzorca koherentne zemljine (V-1, globina 0,5-0,7m in V2, globina 2,6-2,8m) mejo židkosti 50,4% oz 49,3% kar pomeni, da sodita v mejno območje CL/CH.
- Oba zgoraj navedena vzorca izkazuje razmeroma neugodne parametre nedrenirane strižne trdnosti.

2.3 Ocena geotehničnih karakteristik tal

Ocenjeni geotehnični parametri ugotovljenih plasti so:

Peščena glina, sivozelena:

- AC Klasifikacija: CH/CL, srednje do težko gnetna, svetlorjav
- prostorninska teža $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$
- indeks konsistence $I_c: 0,5 \div 0,8$
- nedrenirana strižna trdnost $c_u = 40 \text{ kPa}$
- drenirana strižna trdnost: $\phi' = 13^\circ \div 15^\circ$; $c' = 2 \text{ kPa}$
- koeficient vertikalne podajnosti $k_v \approx 1 \text{ MN/m}^3$

Visokoplastična glina, rjava do siva:

- AC klasifikacija: CH/CL, težko gnetna do trda
- prostorninska teža $\gamma = 19 \div 21 \text{ kN/m}^3$
- indeks konsistence $I_c: 0,5 \div 1,0$
- nedrenirana strižna trdnost $c_u = 120 \text{ kPa}$
- drenirana strižna trdnost: $\phi' = 18^\circ \div 22^\circ$; $c' = 5 \div 10 \text{ kPa}$
- koeficient vertikalne podajnosti $k_v \approx 3 \text{ MN/m}^3$

Peščena glina – sivica, trda, siva:

- prostorninska teža $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3 \div 24 \text{ kN/m}^3$
- nedrenirana strižna trdnost $c_u = 200 \text{ kPa} \div 300 \text{ kPa}$
- drenirana strižna trdnost: $\varphi' = 22^\circ \div 26^\circ$; $c' = 10 \text{ kPa} \div 15 \text{ kPa}$
- koeficient vertikalne podajnosti $k_v \approx 15 \text{ MN/m}^3 \div 20 \text{ MN/m}^3$

3. TEMELJENJE OPORNEGA ZIDU

Z geotehničnimi raziskavami smo ugotovili, da pobočje sestavlja trda peščena glina sivica in da je globalno stabilno. Na spodnjem delu je bila s sedanjim vkopom preperinska plast pretežno odstranjena. Na zgornjem delu je prvotno pobočje ohranjeno, zato je preperinska plast izrazitejša, nanjo pa je lokalno odložen tudi glinen nasip, pridobljen pri izravnavah ob stanovanjskih objektih. Plitvi podpovršinski zdrsi opozarjajo na erozijsko občutljivost in nujno površinsko zaščito brežine.

Pri načrtovanju širitve državne ceste s hodnikom za pešce povečanje naklona sedanjega vkopa ni dopustno, zato bo potrebna izvedba opornega zidu.

Pri ugotovljenem plitvem pojavljanju hribinske podlage, temeljenje opornega zidu ne bo problematično, pri določitvi krone zidu pa je upoštevati, da naklon brežine nad zidom ne sme presežati naklona 1:1,5.

3.1 Podrobna navodila za izvedbo opornega zidu

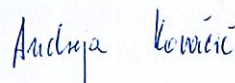
Pri projektiranju in izvedbi opornega zidu je upoštevati:

- Stabilnostna analiza je izkazala, da je možna težnostna ali armirano betonska oporna konstrukcija. Dno temelja mora segati pribl. 1,0m po koto pločnika, obenem pa v celoti v trdo peščeno glino – sivico. V kolikor se v dnu temelja še pojavlja preperina v obliki srednje do težko gnetne gline, je le-to odstraniti in nadomestiti z nearmiranim betonom C15/20.
- V statičnem računu je za določitev zalednih pritiskov upoštevati:
prostorninska teža: $\gamma = 19 \text{ kN/m}^3$
strižni kot: $\varphi = 20^\circ$; $c = 7 \text{ kPa}$
kontaktna napetost v temeljni ploskvi: $\sigma_{\text{povpr.}} = 350 \text{ kPa}$ (nefaktorirana obtežba);
koeficient vertikalne podajnosti: $k_v \approx 15 \text{ MN/m}^3 \div 20 \text{ MN/m}^3$
- Ob zaledni steni zidu je vgraditi drenažni zasip ali drenažno folijo, vzdolž temelja zidu pa drenažo, z gravitacijskim odtokom vode v obstoječi sistem odvodnjavanja, ki se nahaja vzhodno na ravninskem delu. Količine drenažne vode bodo minimalne.
- Podložni beton pod temeljem zidu naj se vgradi kontakno na hribinsko podlago. Vgradnja gramozne plasti bi delovala kot zbiralnik zaledne vode, kar bi poslabšalo nosilnost trde peščene gline.
- Ob kroni zidu je predvideti muldo za odvod površinske vode.
- Brežina nad opornim zidom mora biti protierozijsko zaščitena. Predlagamo vegetacijsko protierozijsko zaščito in sicer zatravitev v kombinaciji z mrežo (npr: žična, kokosova, iz jute,...). Alternativno možnost predstavlja protierozijski geotekstil iz naravnih ali umetnih vlaken. Lokalno je možna tudi zasaditev s prekrivnimi grmovnicami, živi vrbovi popleti itd.

Pri temeljenju opornega zidu mora biti vključen geotehnični nadzor, ki bo pregledal upoštevanje podanih določil v projektni dokumentaciji in glede na dejansko ugotovljeno sestavo tal v dnu izkopov potrdil ali ustrezno korigiral podana navodila.

Elaborat sestavila:

Andreja Kovačič, univ. dipl. inž. grad.



Uporabljeni viri:

Grad, K., Ferjančič, L., 1974: Osnovna geološka karta SFRJ, 1 : 100 000, list Kranj s tolmačem, Zvezni geološki zavod, Beograd.