EL NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O ELABORATU

NAČRT IN ŠTEVILČNA OZNAKA ELABORATA

E - Geološko geotehnično poročilo s predlogom sanacije

NAROČNIK

Občina Vojnik, Keršova ulica 8, 3212 Vojnik

OBJEKT

Usad Lipa pri Frankolovem 23a

ZA GRADNJO

sanacija

ŠTEVILKA PARCELE in KATASTRSKA OBČINA:

parc. št.: 237, 238, 241/6, 318/3, 318/2, 321/2 k.o.: 1049 Lipa

IZDELOVALEC:

GHC-Projekt, projektiranje in inženiring d.o.o., Pristova 8, 3204 Dobrna

Odgovorna oseba izdelovalca:

Vid ŠTUKOVNIK, dipl. inž. grad.

ODGOVORNI IZDELOVALEC:

Vid ŠTUKOVNIK, dipl. inž. grad. IZS PI G-4619

ŠTEVILKA, KRAJ IN DATUM IZDELAVE ELABORATA:

GG 194/8/23, Dobrna 14.11.2023

S. SPLOŠNI DEL

S.1 KAZALO VSEBINE POROČILA

S. SPLOŠNI DEL 2
S.1 KAZALO VSEBINE POROČILA 3
S.2 KAZALO SLIK 3
T. TEHNIČNI DEL 4
T.1. SPLOŠNO 5
T.1.1. Lokacija in opis 5
T.2. TERENSKE PREISKAVE 7
T.2.1. Splošno 7
T.2.2. Računski parametri 7
T.3. OSNOVE ZA PROJEKTIRANJE 7
T.3.1. Geološke osnove 7
T.3.2. Hidrološke in klimatske razmere 8
T.3.3. Seizmičnost terena 8
T.3.4. Zmrzlinska cona 9
T.1. PREDLOG SANACIJE 10
T.1.1. Pilotna stena in kamnita zložba 10
T.1.2. Voziščna konstrukcija 12
T.1.3. Odvodnjavanje 14
T.2. OPOZORILA 14
R. RAČUNSKI DEL 15
R.1. REZULTATI MERITEV S KONUSNIM PENETROMETROM 16
R.1.1. CPT 1 16
R.1.2. CPT 2 17
R.2. OPREMA IN INTERPRETACIJA 18
R.2.1. PENETRACIJA S STATIČNIM KONUSNIM PENETROMETROM - CPT 18
G. GRAFIKE 20

S.2 KAZALO SLIK

Slika 1 – Lokacija parcele 5
Slika 2 – fotografija usada na cesti 6
Slika 3-fotografija večjih razpok na cesti 6
Slika 4 – izsek iz geološke karte (list Slovenj Gradec) 8
Slika 5 - Karta projektnega pospeška tal s povratno dobo 475 let 9
Slika 6 - Karta informativnih globin prodiranja mraza h_m 9
Slika 7 - predlog sanacije s pilotno steno in kamnito zložbo 11
Slika 8 - predlog sanacije s kamnito zložbo 12
Slika 9-fotografija uporabljene opreme 18

T. TEHNIČNI DEL

T.1. SPLOŠNO

Naročnik geološko geotehničnega poročila želi na območju parc. št.: 237, 238, 241/6, 318/3, 318/2, 321/2 k.o.: 1049 Lipa, pridobiti informacije o sanaciji usada pod cesto.

Osnova za izdelavo tega poročila je terenski pregled območja, predhodne raziskave na obravnavanem območju in izvedene terenske meritve ter interpretacija pridobljenih podatkov.

T.1.1. Lokacija in opis

Usad se je sprožil pod cesto (cca. 160 m od konca ceste JP 964442 Selce 21-22, na najbližjem naslovu Lipa pri Frankolovem 23a, v občini Vojnik). Obravnavana trasa poteka v vzponu. Zgornji odlomni rob plazu je širok 1,50m, odlomil je več kot polovico vozišče konstrukcije.

Obstoječa cesta je v asfaltni izvedbi povprečne širine 2,90m. Površin za pešce ali kolesarje ni. Odvodnjavanje je ceste je urejeno preko mulde v prepuste in nato prosto po terenu. Cestna razsvetljava ni urejena. Cesta je v delu usada nasuta z gramozom.

Pod in nad cesto je travnik, teren pada v smeri iz zahoda proti vzhodu in severa prozi jugu, z naklonom do 32%.

Slika 1 – Lokacija parcele

Slika 2 – fotografija usada na cesti

Slika 3-fotografija večjih razpok na cesti

Slika 3 – fotografija večjih razpok pod cesto

T.2. TERENSKE PREISKAVE

T.2.1. Splošno

Geološko sestavo in mehanske lastnosti smo ugotavljali z meritvami s statičnim konusnim penetrometrom - CPT, ki je skladen s standardi SIST EN 1997-2:2007 ter EN ISO 22476- 1:2005 in dinamičnim penetrometrom super heavy (DPSH – IN EN ISO 22476-2). Izvedba penetracijskega sondiranja nam omogoča pridobiti informacije o geotehničnih karakteristikah zemljine kakor o globinah posameznih slojev.

T.2.2. Računski parametri

Iz preiskav in izkustveno smo določili računske parametre, ki jih predlagamo, da se uporabljajo pri analizah.

sloj	kohezija [kPa]	strižni kot [^{o}]	Modul stisljivosti [MPa]	gostota [kN/m^3]
zameljena glina	2	20	4	17
nepodajna podlaga	20	35	50	22

T.3. OSNOVE ZA PROJEKTIRANJE

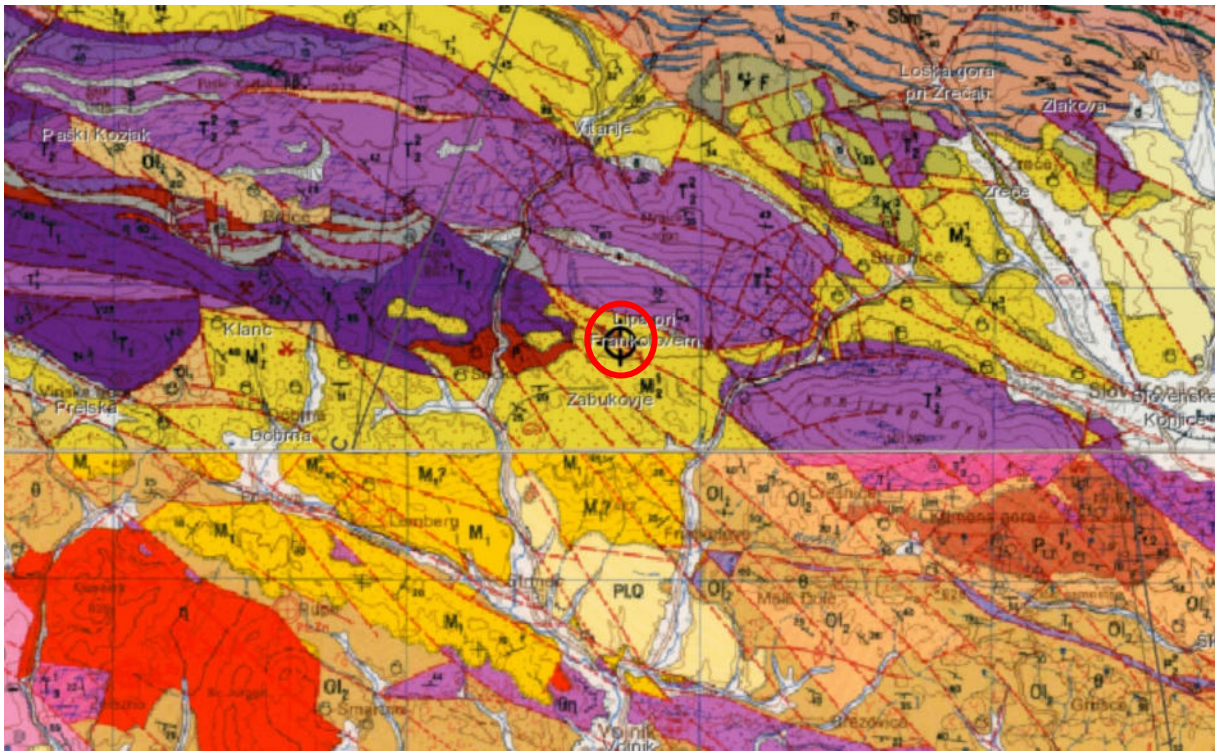
T.3.1. Geološke osnove

Na obravnavani lokaciji je bila izvedena terenska prospekcija, z geodetskim posnetkom ter oceno hribinske sestave in njenih lastnosti. Geološko geotehnične razmere so povzete po pregledu Geološke karte obravnavanega območja in iz znanih podatkov za širše območje obravnavane lokacije.

Na načrtovani lokaciji so bile izvedene geotehnične preiskave. Izvedena so bila naslednja terenska dela in geomehanske preiskave:

- terenska prospekcija
- izvedba penetracijskega sondiranja (dinamični penetrometer)
- izvedba penetracijskega sondiranja (statični penetrometer)

Zastopan je peščenjak, peščen lapor (helvet). Helvetski sedimenti, ki so na južnem delu lista, so podobni ivniškim plastem, vendar vsebujejo znatno manj konglomerata. V spodnjem delu je sljudnat peščenjak, v zgornjem delu pa je več peščenega laporja. Spodnji del pkasti je fluvio-limičnega značaja, v zgornjem delu pa je že bila morska sedimentacija. Debelina teh sedimentov doseže okrog 750 metrov.



Slika 4 – izsek iz geološke karte (list Slovenj Gradec)

T.3.2. Hidrološke in klimatske razmere

Nadmorska višina terena je cca 590 m.n.v..

Področje je osrednja Slovenija z oznako A2 za sneg, v vetrni coni 1 s hitrostjo vetra 20m/s. Potresno področje s pospeškom tal a=0,175g.

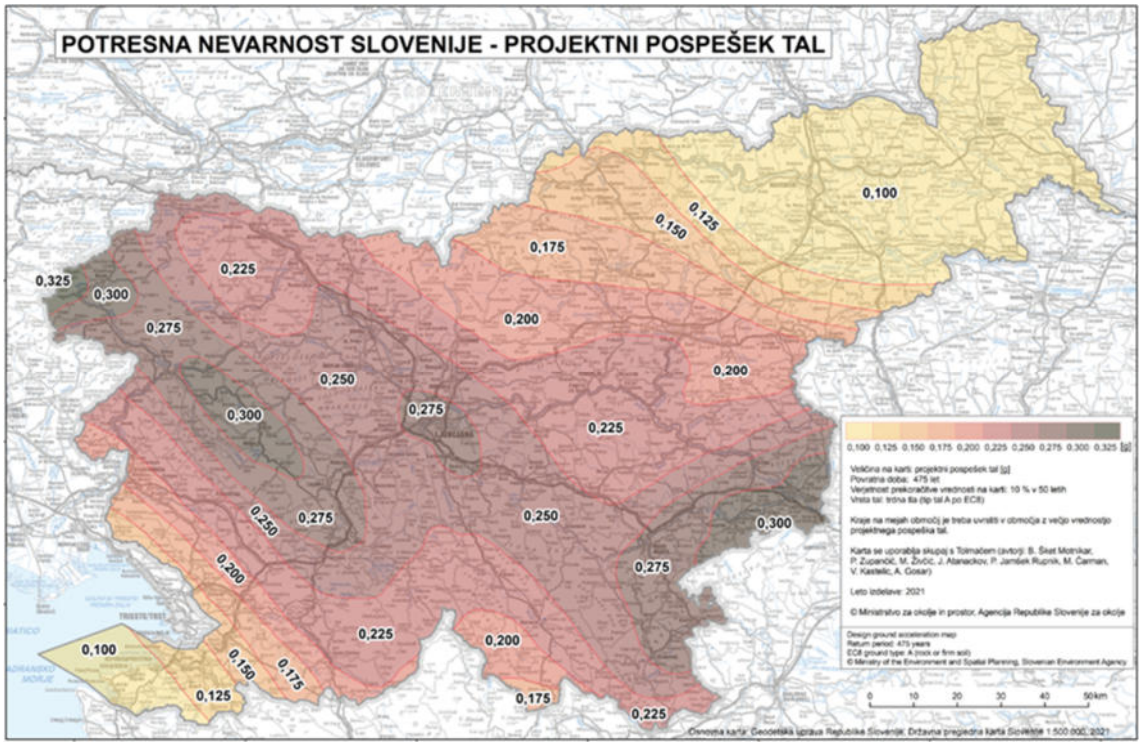
Globina zmrzovanje je po TSC 06.512:2003 do globine prodiranja mraza hm = 80 cm, ki jo upoštevamo pri dimenzioniranju voziščnih konstrukcij in temeljenju.

T.3.3. Seizmičnost terena

Podatke o seizmičnosti terena smo povzeli po karti »POTRESNA NEVARNOST SLOVENIJE – PROJEKTNI POSPEŠEK TAL« za povratno dobo 475 let.

Projektni pospešek tal: 0,175 g

A – Skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala.

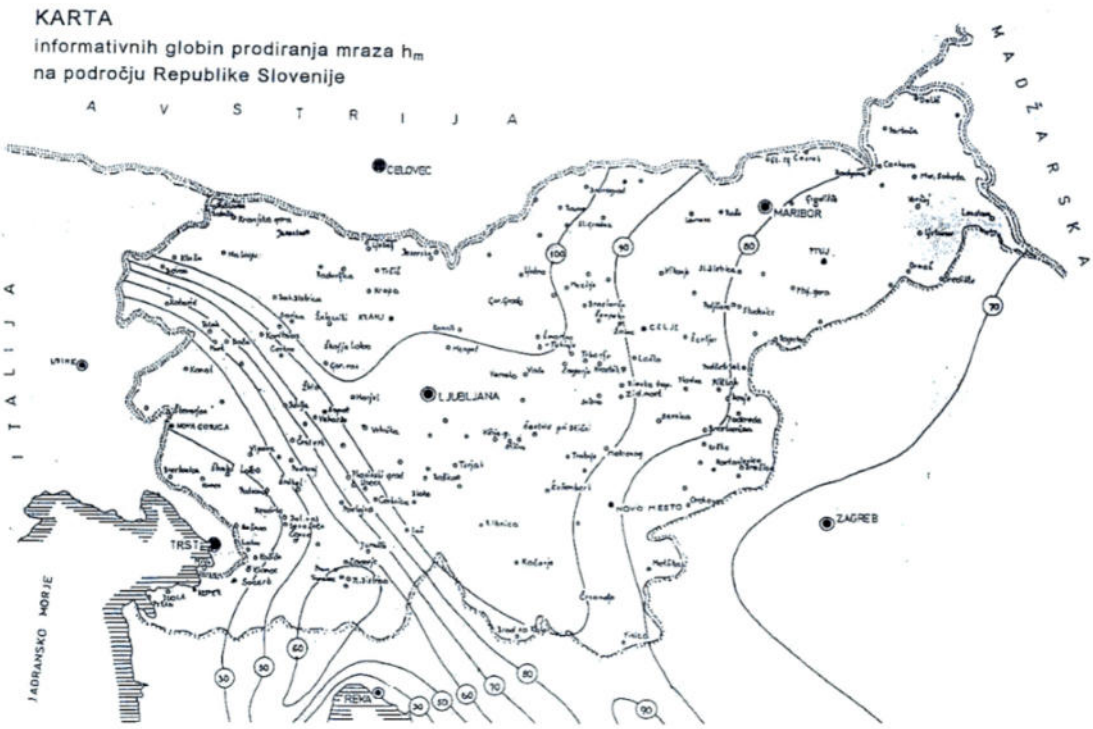


Slika 5 - Karta projektnega pospeška tal s povratno dobo 475 let

T.3.4. Zmrzlinska cona

Podatke o zmrzlinskih conah smo povzeli po TSC 6.512:2003 iz priloge 1: Karta informativnih globin prodiranja mraza h_m na področju Republike Slovenije.

Globina prodiranja mraza h_m = 80 cm.



Slika 6 - Karta informativnih globin prodiranja mraza h_m

T.1. PREDLOG SANACIJE

Predvideva se vgradnja sestavljene podporne konstrukcije.

T.1.1. Pilotna stena in kamnita zložba

Piloti s kamnito zložbo

Predlagamo sanacijo ceste s pilotno steno s kamnito zložbo ob spodnjem robu ceste. Predlagamo izvedbo 127,40m dolge pilotne stene z uvrtanimi AB piloti premera minimalno 0,8 m, globokih 6 m (25kos), 8 m (17 kos), 10 m (29 kos) in 12 m (16 kos) iz betona C25/30, XC2, PV-1, Dmax32. Kvaliteto vgrajenih materialov se dokaže z ustreznimi atesti. Sestava tal v pilotih se beleži v vrtalne dnevnike. Dno pilotov sega minimalno 2,80 m v hribinsko osnovo. Na pilotni steni je postavljena še kamnita zložba višine cca 2m.

Kamnita zložba

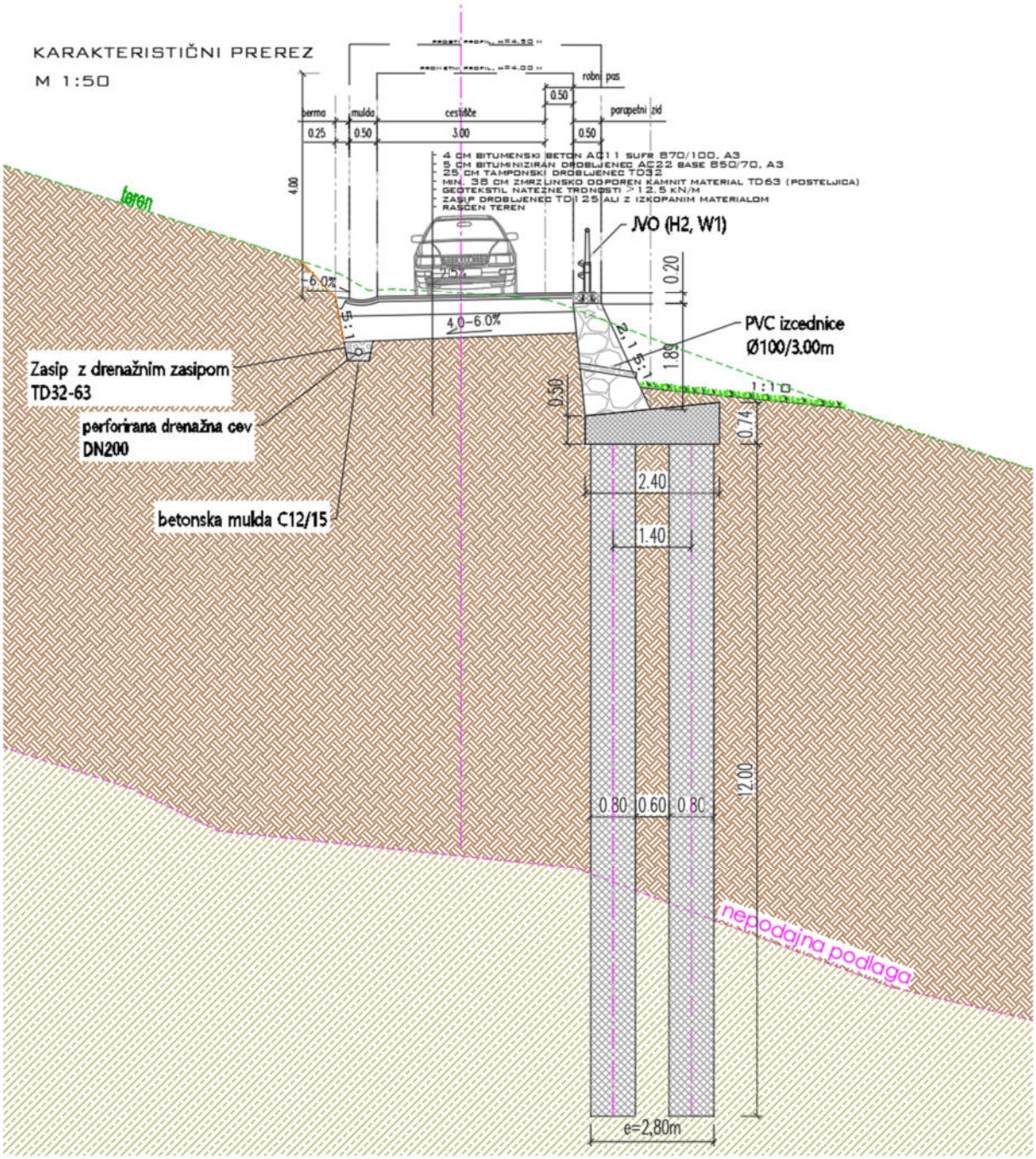
Na mestu kjer trša podlaga višje je predvidena kamnita zložba skupne dolžine 38,47 m, konstantnega prereza, in sicer višine 3,91m, širine 2,21 m na spodnjem delu, in širine 0,50 m na zgornjem delu. Objekt mora biti temeljen v nepodajni podlagi, ki je na območju sanacije na cca >4,00 m. Na geomehansko prevzet planum temeljnih tal se prične vgradnja 15 cm podložnega betona C12/15. Sklon temelja je cca 10% proti zaledni drenaži. Ob zlaganju kamenja je potreben sproten zasip na notranji strani zložbe. Izvede se zasip z zrnato kamnino D125, do višine cca 0,70 m pod predvideno koto terena, obvit v geosintetik natezne trdnosti min. 15 kN/m. Zložba se izvede iz skal premera 50-100 cm. Kamni morajo biti čisti in po vgradnji je potrebno kamnito zložbo vlažiti, da ne bo »izgorel« beton. Stične ploskve med kamni morajo imeti vsaj 8-10% proti zaledju. Kamnita zložba se izvede iz zmrzlinsko odpornega kamna v razmerju 30 % beton C20/25 in 70 % kamen. Ob zidu je potrebo izvest drenažni zasip z vgradnjo drenaž DN200 na betonskih muldah. Celoten zasip je potrebno zbijati in dokazovati zbitost Evd>45Mpa. Vgrajevanje slojev mora imeti min. prečni sklon 4% proti drenažnem zasipu in se vgrajuje v maksimalnem sloju 40cm. Pri obdelavi fug je potrebno upoštevati, da je sprednja stran vidna. Nad slojem geosintetika se vgradi humus v debelini cca 0,70 m. Prav tako se splanirajo, humusirajo in zatravijo vse prizadete površine zaradi plazu in same gradnje. Zemeljska dela oziroma globoki izkopi se izvajajo kampadno.

Drenaža

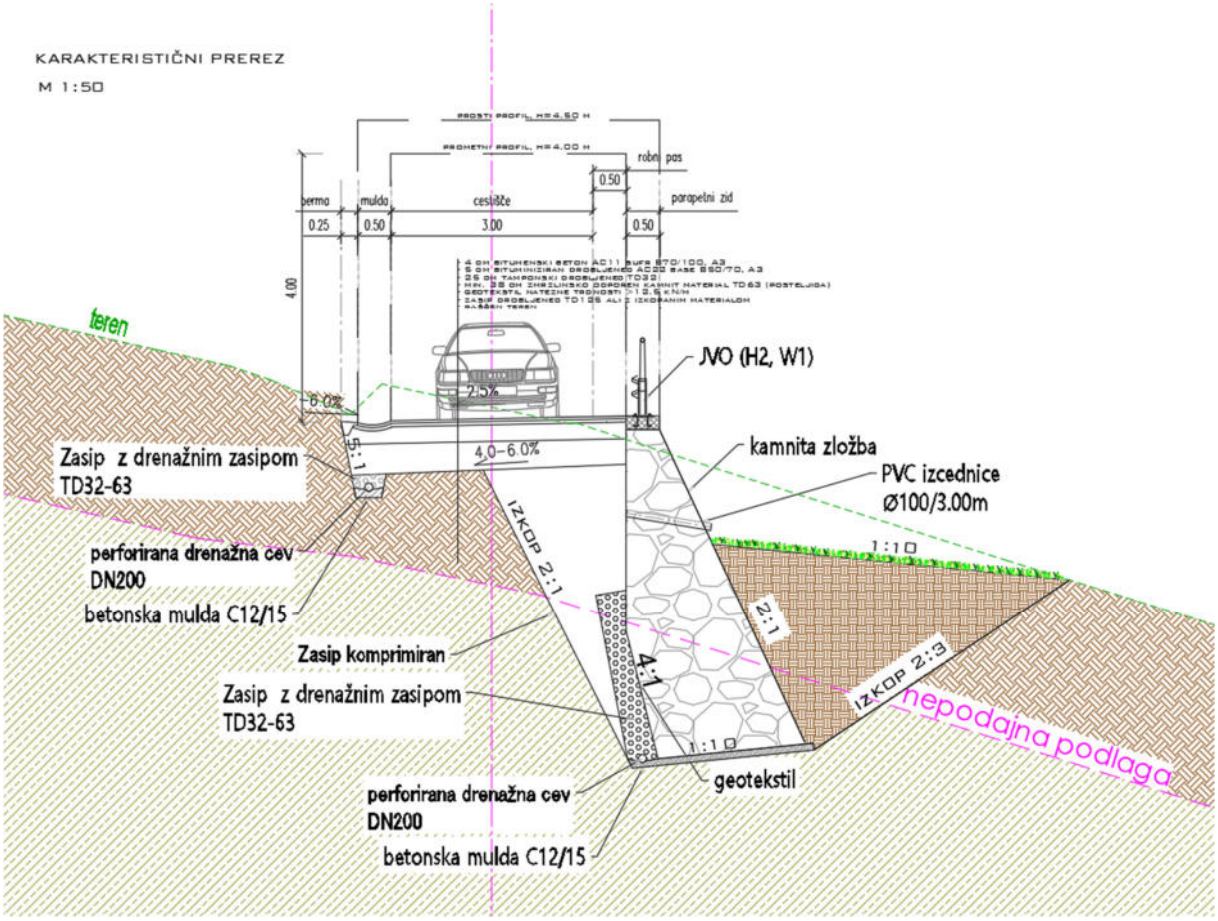
Podtalne vode nad brežino in za kamnito zložbo se bodo odvodnjavale preko perforiranih drenažnih cevi DN200, z iztokom po terenu z iztočno glavo. Nakloni in globine drenažnih cevi nad podporno konstrukcijo se prilagodijo glede na nivo podtalne podlage. Iztočna glava se izvede kot zavarovanje brežin iz kamna v betonu (po detajlu). Zemeljska dela oziroma globoki izkopi se izvajajo kampadno.

Vezna greda

Vezna greda nesimetričnega prereza 70-90/240 cm je iz betona C30/37, XD3, XF4 (z dodatkom za odpornost na mraz in soli), dolžine 165,87m. Armatura grede se polaga na odsekan beton pilotov in na podložni beton C12/15 (debeline 10 cm) med piloti. Pred betoniranjem grede se vstavijo opaži cevi in spiralna armatura na lokacijah predvidenih sider in rezervnih sidrišč. Konstrukcija ni dilatirana. Zasip v zaledju grede se izvede iz drobljenega kamnitega materiala granulacije 0-60 mm, ki se komprimira v plasteh debeline max. 0,30 m. Zbitost komprimiranega zasipa mora ustrezati 92 % zahtevi zbitosti po standardnem Proctorjevim preizkusu in deformacijskemu modulu Ev2 > 60 MPa.



Slika 7 - predlog sanacije s pilotno steno in kamnito zložbo



Slika 8 - predlog sanacije s kamnito zložbo

T.1.2. Voziščna konstrukcija

Planum temeljenja ceste ima CBR < 4%.

Maksimalna globina prodiranja mraza h_m na tem območju smo ocenili na 90 cm (povzeto po karti globin prodiranja mraza na področju Republike Slovenije TSC 06.512: 2003 Projektiranje, Klimatski in hidrološki pogoji).

Temeljna tla sestavljajo materiali, katere uvrščamo v razred neodpornih proti učinkom zmrzovanja in odtajevanja. Hidrološki pogoji po ureditvi ceste zaradi prisotnosti zalednih vod upoštevamo kot neugodni. Potrebna debelina vozišče konstrukcije h_{min} je 80 % globine prodiranja mraza h_m, kar znaša 73 cm.

$h_{min} = 0{,}8 \cdot h_m = 0{,}8 \cdot 90$ cm = 73 cm.

Za omenjeno traso je bila bila izkustveno določena **zelo lahko do lahka** prometna obremenitev. Zaradi zagotovitve zmrzlinske odpornosti vozišče konstrukcije se izvede plast zmrzlinsko odpornega kamnitega materiala. Z vgradnjo te plasti ocenjujemo da se vrednost CBR dvigne na 10 % (po diagramu »Zahtevane debeline dodatne plasti kamnitega materiala za povečanje nosilnosti posteljice)

ter zadostimo pogoju globine zmrzovanja. V kolikor se ob izvedbi ne doseže predvidene nosilnosti na planumu temeljnih tal, se debelina kamnite posteljice ustrezno poveča (določiti z geotehničnim nadzorom).

Na osnovi izračunane prometne obremenitve in predvidene nosilnosti na planumu posteljice je potrebna vozišča konstrukcija iz plasti:

- dk= 10 cm plasti bituminiziranih zmesi
- dsn= 38 cm plasti nevezane nosilne plasti kamnitih zrn.

Debelinski indeks takšne vozišče konstrukcije znaša:

$$D_{pot} = 10 \cdot 0{,}38 + 25 \cdot 0{,}14 = 7{,}3$$

Dimenzioniranje vozišče konstrukcije je izvedeno po TSC 06.520 : 2009, na podlagi prometne obremenitve in nosilnosti temeljnih tal..

Sloj	***d (cm)***	a_i	$a_i \cdot d_i$
Bitumenski beton AC 11 surf B70/100, A4	4	0,42	1,68
Bituminizirani drobljenec AC 22 base B50/70, A4	6	0,35	2,1
Tamponski drobljenec TD32	25	0,14	3,50
Zmrzlinsko odporna kamnita posteljica TD63	Min. 38	0,11	4,18
Skupaj:	**73**		**11,46**

D_{dej} = 11,4 ≥ D_{pot} =8,7 pogoj je izpolnjen

h = 73 cm ≥ h_{min}= 72 cm pogoj je izpolnjen

Za novogradnjo oz. asfaltiranje je predvidena vgradnja sledečih plasti na temeljna tla:

- Obstoječo konstrukcijo in temeljna tla je treba odstraniti do kote, ki bo usklajena s predvideno niveleto nove vozišče konstrukcije. Skupna debelina nove vozišče konstrukcije z zmrzlinsko odpornim materialom mora znašati najmanj 73,0 cm. Planum izkopa mora biti nagnjen minimalno 4% in ustrezno odvodnjavan.
- Vgradi se posteljica, ki mora znašati min. 38 cm zmrzlinsko odpornega kamnitega materiala (posteljica) TD63 in zadoščati CBR>min.10%
- 25 cm tamponskega drobljenca TD32
- 6 cm nosilna asfaltna plast AC 22 base B50/70, A4
- 4 cm obrabna asfaltna plast AC 11 surf B70/100, A4

T.1.3. Odvodnjavanje

Sistem odvodnjavanja oz. predlagani ukrepi za odvodnjavanje

Odvod padavinske vode z vozišča se omogoči z ustreznimi prečnimi in vzdolžnimi skloni, padavinska voda se odvaja preko mulde (50 cm) v obstoječ revizijski jašek.

Vzdolž vkopne brežine se izvedejo drenaže za odtok podzemne zaledne vode. Drenaže se izvedejo iz trdostenskih perforiranih plastičnih cevi prereza 200 mm na betonski podlagi.

Voda iz obstoječih jaškov je preko prepusta BC 300 speljana po terenu. Obstoječa prepusta se podaljšata in izdela se iztočna glava (kamen v betonu) in nato je voda speljana preko betonskih koritnic v vodotok, ki teče pod hribom. Iztočna glava se izvede iz kamna v betonu C25/30. Za oblogo brežine se uporabi kamen Dsr=0,20 m. Na spodnjem delu se v beton vgradi peta iz lomljenca Dsr=0,30 m. Fuge med lomljencem se humusirajo in zatravijo.

Naklon se prilagodi glede na obstoječ teren.

T.2. OPOZORILA

Drugačne razmere pri izvedbi izkopov, ki opisu v tem poročilu ne bi bile ustrezne, je potrebno ponovno pregledati, ugotoviti stanje in nosilnost temeljnih tal v delu, kjer jih predstavlja drugačen material od predvidenega. V primeru globljih in nenosilnih con pa je potreben ponoven ogled in odločitev o pripravi temeljnih tal, oziroma preračunu temeljenja.

Dobrna, november 2023

Sestavila:

Bojana Žibret

Pregledal:

PI Vid Štukovnik, dipl.inž.grad.

R. RAČUNSKI DEL

R.1. REZULTATI MERITEV S KONUSNIM PENETROMETROM

R.1.1. CPT 1

R.1.2. CPT 2

R.2. OPREMA IN INTERPRETACIJA

R.2.1. PENETRACIJA S STATIČNIM KONUSNIM PENETROMETROM - CPT

OPREMA IN POSTOPEK MERITEV

Preiskave s statičnim konusnim penetrometrom so bile izvedene z opremo, ki je skladna s standardi SIST EN 1997-2:2007 ter EN ISO 22476- 1:2005.

Za preiskavo smo uporabili stroj za vtiskanje (penetrometer) GD 150KN. Drogovje je opremljeno s merilno konico površine 10 cm^2. Merilno konico se vtiska v tla s povprečno hitrostjo 2,0 ± 0,5 cm/s.

Slika 9-fotografija uporabljene opreme

MERJENE VREDNOSTI

S statičnim konusnim penetrometrom smo na terenu pridobili izmerjene vrednosti prikazane v spodnji tabeli 1.

ID	parameter	oznaka	enota
1	Odpor na konico	Qc	MPa
2	Trenje po plašču drogovja	fs	KPa/MPa

NORMALIZIRANI ODPOR NA KONICO qt

Vrednosti odpora pod konico smo korigirali zaradi vpliva dinamienih pornih tlakov. Korigirana oziroma normalizirana vrednost odpora na konico tako znasa :

$$q_t = q_c + u_2 \cdot (1 - a)$$

$$q_{tn} = \frac{(q_t - \sigma)}{\sigma_{ef}}$$

Qt – totalni odpor na konico (MPa)

Qtn – normaliizrani odpor na konico (kPa) glede na težo zemljine

u2 - dinamicni (merjeni) porni tlak

σ – primarna napetost v tleh

a – razmerje med površino konice na katero deluje sila odpora zemljine ter efektivnim merskim prerezom (0,58 v našem primeru)

NORMALIZIRANO TRENJE PO PLAŠČU – Fr

Trenje po plašču smo prav tako normalizirali zaradi vplivov dinamičnih pornih tlakov. Tako je normalizirano trenje po plašču drogovja.

$$F_r = \left(\frac{f_s}{q_t}\right) \cdot 100$$

kjer je:

fr - normalizirano trenje po plašču drogovja

fs – merjeno trenje po plašču drogovja

qt- normaliziran odpor na konici

SBTn diagram – NORMALIZIRAN DIAGRAM TIPA OBNAŠANJA ZEMLJIN

SBTn diagram (Lunne et al.,1997) je diagram tipa obnašanja zemljin glede na izmerjene parametre. Na podlagi tega diagrama se klasificira zemljine, kar je eden glavnih prednosti preiskave s statičnim konusnim penetrometrom. Tako razvrščanje zemljin na podlagi SBTn diagramov je zgolj orientacijsko in služi kot opora za nekatere nadaljnje izračune, saj nekateri od njih temeljijo na predpostavki ali zemljini predpišemo koherentne oziroma nekoherentne lastnosti.

G. GRAFIKE