GeoMežnar d.o.o.
Topolšica 198 b, 3325 Šoštanj
Tel.: 031 683 950
mail: mitja@geomeznar.si

NASLOVNA STRAN Z OSNOVNIMI PODATKI O ELABORATU

ELABORAT IN ŠTEVILČNA OZNAKA:

Geološko geomehanski elaborat – po recenziji, GP - 126/2024

NAROČNIK / INVESTITOR:

KOMUNALNO PODJETJE VELENJE d.o.o., Koroška cesta 37b, 3320 Velenje;

OBČINA ŠOŠTANJ, Trg svobode 12, 3325 Šoštanj

OBJEKT:

Izvedbeni načrt zaradi spodjedanja na LC 410 023 v Belih Vodah – ID AJDA 1446616

VRSTA PROJEKTNE DOKUMENTACIJE, ŠT. PROJEKTA:

PZI – projektna dokumentacija za izvedbo gradnje,

Sanacijska dela ter vzdrževalna dela v javno korist

Št. projekta: 002/2024-INF

GeoMežnar d.o.o.
Topolšica 198b
3325 Šoštanj

IZDELOVALEC ELABORATA:

GeoMežnar d.o.o., Topolšica 198b, 3325 Šoštanj

MITJA MEŽNAR
univ.dipl.inž.rud. in geotehnol.
IZS RG0181

POOBLAŠČENI INŽENIR:

Mitja MEŽNAR, univ. dipl. inž. rud. in geotehnol., RG-0181

VODJA PROJEKTA:

Saša MILIJAŠ, dipl. inž. grad., G-3321

KRAJ IN DATUM IZDELAVE ELABORATA:

Topolšica / Šoštanj, oktober 2024 / september 2025

Kazalo vsebine

S.1 IZJAVA ODGOVORNEGA RECENZENTA 4

S.2 ODGOVORI NA RECENZIJO 5

POROČILO O PREISKAVAH TAL 9

1 SPLOŠNO 10

1.1 Izvajalci in podizvajalci 12
1.2 Specifikacija predpisanih geotehničnih raziskav 12

2 TERENSKE PREISKAVE 12

2.1 Lokacije in število raziskav 12
2.2 Meritve nivoja podzemne vode 13
2.3 Meritve modula Evd ter pretvorba na CBR 13

3 SONDAŽNI IZKOPI 14

3.1 Sondažni izkop J1 14
3.2 Sondažni izkop J2 15
3.3 Sondažni izkop J3 16
3.4 Sondažni izkop J4 17
3.5 Sondažni izkop J5 18
3.6 Sondažni izkop J6 19

4 LABORATORIJSKE PREISKAVE 20

4.1 Fizikalne karakteristike zemljin 21
4.2 Sejalna analiza vzorcev 22

5 GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE OSNOVE 25

6 TIP TAL in SEIZMIČNOST TERENA 26

POROČILO O GEOTEHNIČNEM PROJEKTU 27

1 ZEMELJSKA DELA 28

2 OPIS POGOJEV ZA PROJEKTIRANJE – voziščna konstrukcija 29

2.1 Vrsta in uporabnost zemeljskih materialov 30
2.2 Kamnita posteljica 30
2.3 Nevezana nosilna plast 30

2.4 Vezane nosilne plasti 30
2.5 Ostalo 31
2.6 Predlog ureditev vozišče konstrukcije 31
3 OPIS POGOJEV ZA PROJEKTIRANJE – premostitveni objekti 32
3.1 Izvedba temeljenja premostitvenih objektov 32
4 OPIS POGOJEV ZA PROJEKTIRANJE – podporne / oporne konstrukcije 33
4.1 Izračun vlečne sile vodotoka v vodni strugi 34
4.2 Pogoji temeljenja podpornih konstrukcij 35
5 STABILNOSTNO STATIČNI IZRAČUN 35
5.1 Stabilno statični izračun kamnite zložbe – kamnita zložba v naklonu 1:1 37
5.2 Stabilno statični izračun kamnite zložbe – kamnita zložba v naklonu 1:1.5 43
6 RISBE 48

Kazalo slik

Slika 1: Lokacija obravnavanega območja (vir: atlas okolja) 10
Slika 2: Fotografije poškodb brežin potoka 11
Slika 3: Izvedba sondažnih izkopov 12
Slika 4: Geološka karta širšega območja (vir: geoprostor.net) 25
Slika 5: Karta projektnih pospeškov tal 26
Slika 6: Tabela kategorij izkopov 28
Slika 7: Karta informativnih globin prodiranja mraza 29
Slika 8: Tabela najmanjše potrebne debeline vozišče konstrukcije 31
Slika 9: Karakteristični prerezi podpornih konstrukcij v obliki kamnitih zložb 33
Slika 10: Stabilnostna analize stabilizacije – podporna konstrukcija naklon stranice 1:1 36
Slika 11: Stabilnostna analize stabilizacije – podporna konstrukcija višine 5.68 m 36

Kazalo risb

Risba G.1 Pregledna situacija geomehanskih meritev
Risba G.2 Pregledna situacija geomehanskih meritev
Risba G.3 Geotehnični profili

GeoMežnar d.o.o.
Topolšica 198 b, 3325 Šoštanj
Tel.: 031 683 950
mail: mitja@geomeznar.si

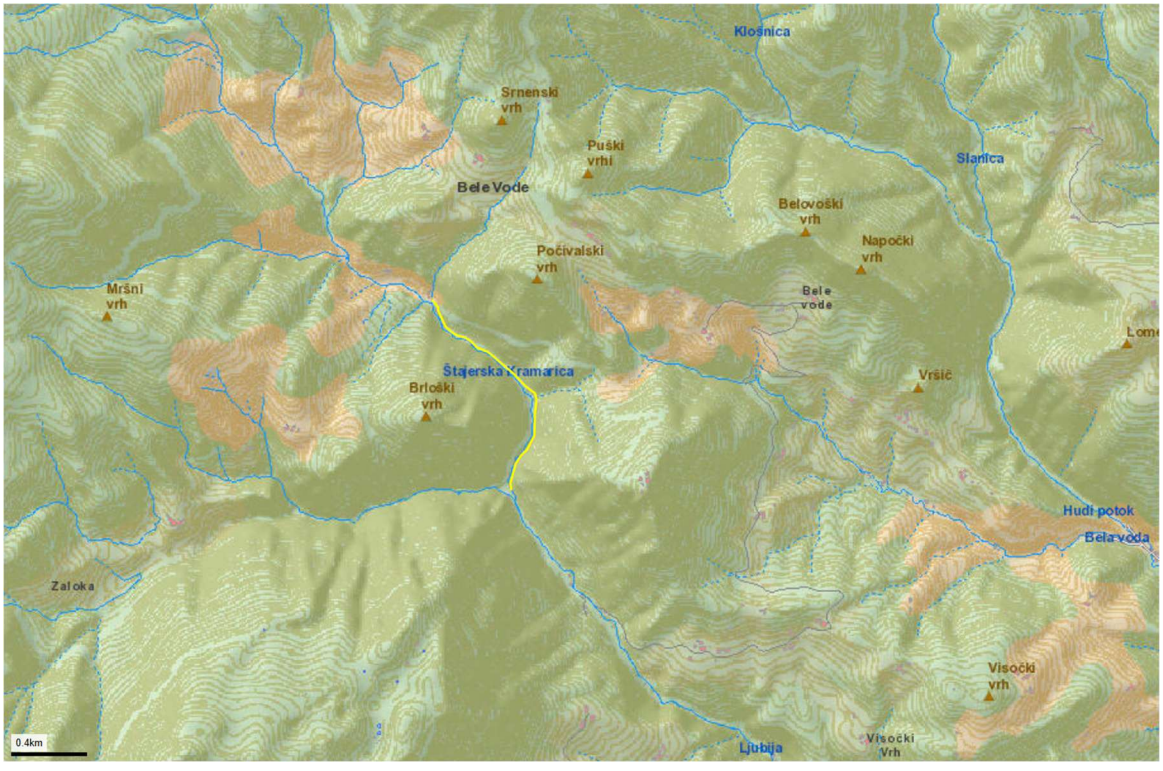
POROČILO O PREISKAVAH TAL

GeoMežnar d.o.o.
Topolšica 198 b, 3325 Šoštanj
Tel.: 031 683 950
mail: mitja@geomeznar.si

1 SPLOŠNO

Naročnik geološko geomehanski elaborat, Komunalno podjetje Velenje d.o.o., želi na območju: Izvedbenega načrta zaradi spodjedanja na LC 410 023 v Belih Vodah – ID AJDA 1446616, pridobiti osnovne značilnosti o prisotnih materialih ter mehanskih lastnostih prisotnih materialov, za sanacijo brežin potoka, izvedbo premostitvenih objektov ter rekonstrukcijo ceste. Ob ujmi 4. avgusta 2023 je hudourniški potok Kramarica povzročil razdejanje v svoji dolini in poškodoval brežine potoka ter posledično s tem ogrozil stabilnost in varnost lokalne ceste gorvodno od zajetja Ljubija. Navedena lokalna cesta potekata vzporedno s hudourniškim potokom Kramarica. Prav tako je poškodovan in nestabilen most nad zajetjem Ljubija, katerega je potrebno nadomestiti z novim.

Predvidena je sanacija brežin, prepustov, stabilizacija nivelete dna z stopenjskimi in talnimi pragovi. Na predvidenih lokacijah so se predhodno že nahajala obstoječe zavarovanja, katera je odneslo nekatera so se pa ohranila. Predvideno zavarovanje je iz kamna v betonu, zato bodo oziroma so predvidene fuge poglobljene in zatravljene. Beton ne bo viden. Vsa zavarovanja se zaključijo s kamnito betonskim rebrom, v kolikor se ta navezuje v raščeno brežino, da se prepreči nadaljnja škoda in se zavarovanja naredijo trajnostno.



Slika 1: Lokacija obravnavanega območja (vir: atlas okolja)



Slika 2: Fotografije poškodb brežin potoka

1.1 Izvajalci in podizvajalci

Vodenje geotehničnih preiskav je izvedlo podjetje GeoMežnar d.o.o.. Sondažni izkopi so bili izvedeni z bagrom podjetja Jernej Navodnik s.p.. Laboratorijske preiskave je izvedla Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo – Univerza v Mariboru.

1.2 Specifikacija predpisanih geotehničnih raziskav

Projektna naloga nam ni bila predana. Geološko geomehanski elaborat je v osnovi namenjen definiranju pogojev voziščne konstrukcije. Načrt sanacij brežin vodotoka in načrt mostu sta bila že izvedena, ker pa ni bilo izvedene geologije, se v tem elaboratu samo navajajo osnovne smernice gradnje.

2 TERENSKE PREISKAVE

Terenske preiskave za določitev geotehničnih parametrov so bile izvedene skladno s standardom EN 1997-2 in tehničnimi specifikacijami za javne ceste TSC.

2.1 Lokacije in število raziskav

Lokacije raziskav so bile zasnovane glede na predvidene lokacije objektov, komunalnih vodov, konfiguracijo terena ter dostopnost. Terenske raziskave so bile izvedene v mesecu oktobru 2024. Na obravnavanem območju je bilo izvedenih 6 sondažnih izkopov.



Slika 3: Izvedba sondažnih izkopov

2.2 Meritve nivoja podzemne vode

Med in po končanem vrtanja v sondažnih izkopih ni bilo zaznati dotokov zaledne vode. Nivo vode se pričakuje na nivoju reke Kramarica.

2.3 Meritve modula Evd ter pretvorba na CBR

Za potrebe dimenzioniranja vozišče konstrukcije je bil na podlagi dinamičnega deformacijskega modula E_{vd} ovrednoten količnik CBR. Meritve s krožno ploščo so bile izvedene na obstoječem tamponskem nasutju – kota 0.0 m obstoječe makadamske poti ter na različnih globinah do globine cca 1.0 m pod nivojem obstoječe nivelete ceste. Izkopi so bili izvedeni v vozišče obstoječe ceste. Rezultate prikazuje spodnja tabela.

Mesto meritve	Globina (m)	E_{vd} (MPa)	CBR ≈ (%)	Material
J1	0.00	57.6	≥ 15	Tamponsko nasutje vozišča
	0.50	27.8	≈ 9	Prodno gruščnati teren
J2	0.00	51.4	≥ 15	Tamponsko nasutje vozišča
	1.20	28.9	≈ 9	Prodno gruščnati teren
J3	0.00	68.2	≥ 15	Tamponsko nasutje vozišča
	0.40	38.4	≥ 15	Prodno gruščnati teren
J4	0.00	48.3	≥ 15	Tamponsko nasutje vozišča
	0.40	33.9	≈ 12	Prodno gruščnati teren
J5	0.00	52.6	≥ 15	Tamponsko nasutje vozišča
	0.40	31.4	≈ 11	Prodno gruščnati teren
J6	0.00	58.3	≥ 15	Tamponsko nasutje vozišča
	0.50	39.4	≥ 15	Prodno gruščnati teren

GeoMežnar d.o.o.
Topolšica 198 b, 3325 Šoštanj
Tel.: 031 683 950
mail: mitja@geomeznar.si

3 SONDAŽNI IZKOPI

3.1 Sondažni izkop J1

- POPIS SONDAŽNEGA JAŠKA

Globina (m)	**Material**
0.00 – 0.10	Tamponski nasip
0.10 – 1.30	Prod z gruščem, mestoma lahko zameljen ali glinen, kosi do 40 cm
0.00 0.50	Evd = 57.6 MPa Evd = 27.8 MPa
	Odvzet vzorec tampona

- FOTOGRAFIJE SONDAŽNEGA JAŠKA





3.2 Sondažni izkop J2

- POPIS SONDAŽNEGA JAŠKA

Globina (m)	**Material**
0.00 – 0.10	Tamponski nasip
0.10 – 1.20	Prod z gruščem, mestoma lahko zameljen ali glinen, kosi do 40 cm
0.00 1.20	Evd = 51.4 MPa Evd = 28.9 MPa
	Odvzet vzorec temeljnih tal – prod in grušč manjših dimenzij

- FOTOGRAFIJE SONDAŽNEGA JAŠKA





3.3 Sondažni izkop J3

- POPIS SONDAŽNEGA JAŠKA

Globina (m)	**Material**
0.00 – 0.10	Tamponski nasip
0.10 – 1.20	Prod z gruščem, mestoma lahko zameljen ali glinen, kosi do 40 cm
0.00 0.40	Evd = 68.2 MPa Evd = 38.4 MPa
	Odvzet vzorec temeljnih tal – prod in grušč manjših dimenzij

- FOTOGRAFIJE SONDAŽNEGA JAŠKA





GeoMežnar d.o.o.
Topolšica 198 b, 3325 Šoštanj
Tel.: 031 683 950
mail: mitja@geomeznar.si

3.4 Sondažni izkop J4

- POPIS SONDAŽNEGA JAŠKA

Globina (m)	**Material**
0.00 – 0.10	Tamponski nasip
0.10 – 1.50	Prod z gruščem, mestoma lahko zameljen ali glinen, kosi do 40 cm
0.00 0.40	Evd = 48.3 MPa Evd = 33.9 MPa

- FOTOGRAFIJE SONDAŽNEGA JAŠKA





GeoMežnar d.o.o.
Topolšica 198 b, 3325 Šoštanj
Tel.: 031 683 950
mail: mitja@geomeznar.si

3.5 Sondažni izkop J5

- POPIS SONDAŽNEGA JAŠKA

Globina (m)	Material
0.00 – 0.15	Tamponski nasip
0.15 – 1.40	Prod z gruščem, mestoma lahko zameljen ali glinen, kosi do 40 cm
0.00 0.40	Evd = 52.6 MPa Evd = 31.4 MPa

- FOTOGRAFIJE SONDAŽNEGA JAŠKA





GeoMežnar d.o.o.
Topolšica 198 b, 3325 Šoštanj
Tel.: 031 683 950
mail: mitja@geomeznar.si

3.6 Sondažni izkop J6

- POPIS SONDAŽNEGA JAŠKA

Globina (m)	**Material**
0.00 – 0.15	Tamponski nasip
0.15 – 1.40	Prod z gruščem, mestoma lahko zameljen ali glinen, kosi do 40 cm
0.00 0.40	Evd = 58.3 MPa Evd = 39.4 MPa

- FOTOGRAFIJE SONDAŽNEGA JAŠKA





4 LABORATORIJSKE PREISKAVE

Laboratorijske preiskave za določitev geotehničnih parametrov so bile izvedene skladno s standardom EN 1997-2.

Za potrebe laboratorijskih raziskav je bilo odvzetih več vzorcev – trije vzorci. Za potrebe določitve obstoječih kamnitih nasutij – tamponskega nasutja kot nasutja posteljice oziroma nasutja pod tamponom so se na vzorcih izvedle sejalne analize.

Sejalna analiza vzetih tampona – granulacije D32, iz sondaže J1 dosega delež finih delcev 13.19 %.

Sejalna analiza odvzetih materialov pod tamponskim nasutjem iz sondaž J2 in J3 dosega delež finih delcev od 6.77 – 7.02 %

GeoMežnar d.o.o.
Topolšica 198 b, 3325 Šoštanj
Tel.: 031 683 950
mail: mitja@geomeznar.si

4.1 Fizikalne karakteristike zemljin

Univerza v Mariboru
Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo

Objekt: LC LJUBIJA - LUKA

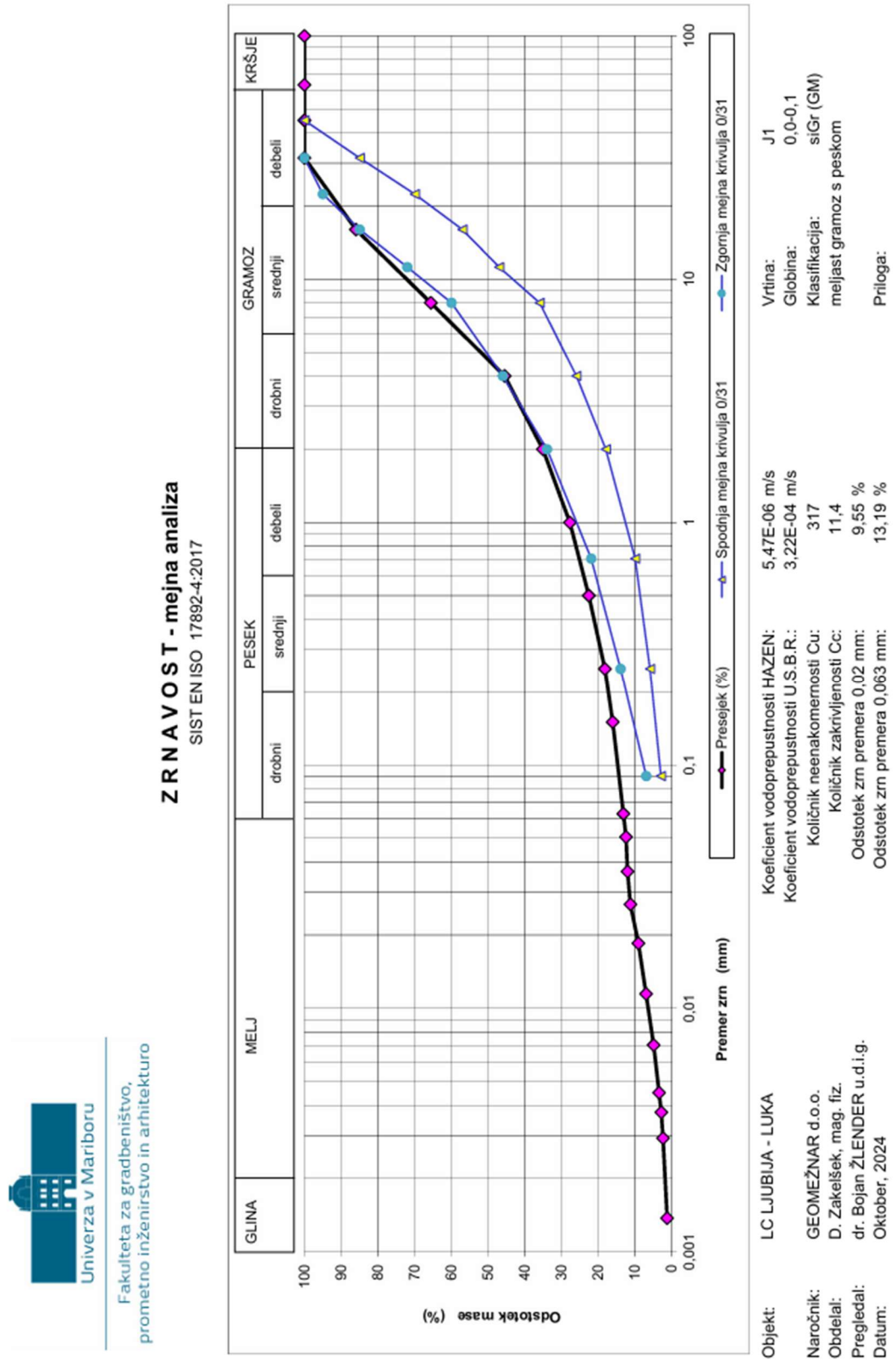
Naročnik: GEOMEŽNAR d.o.o.

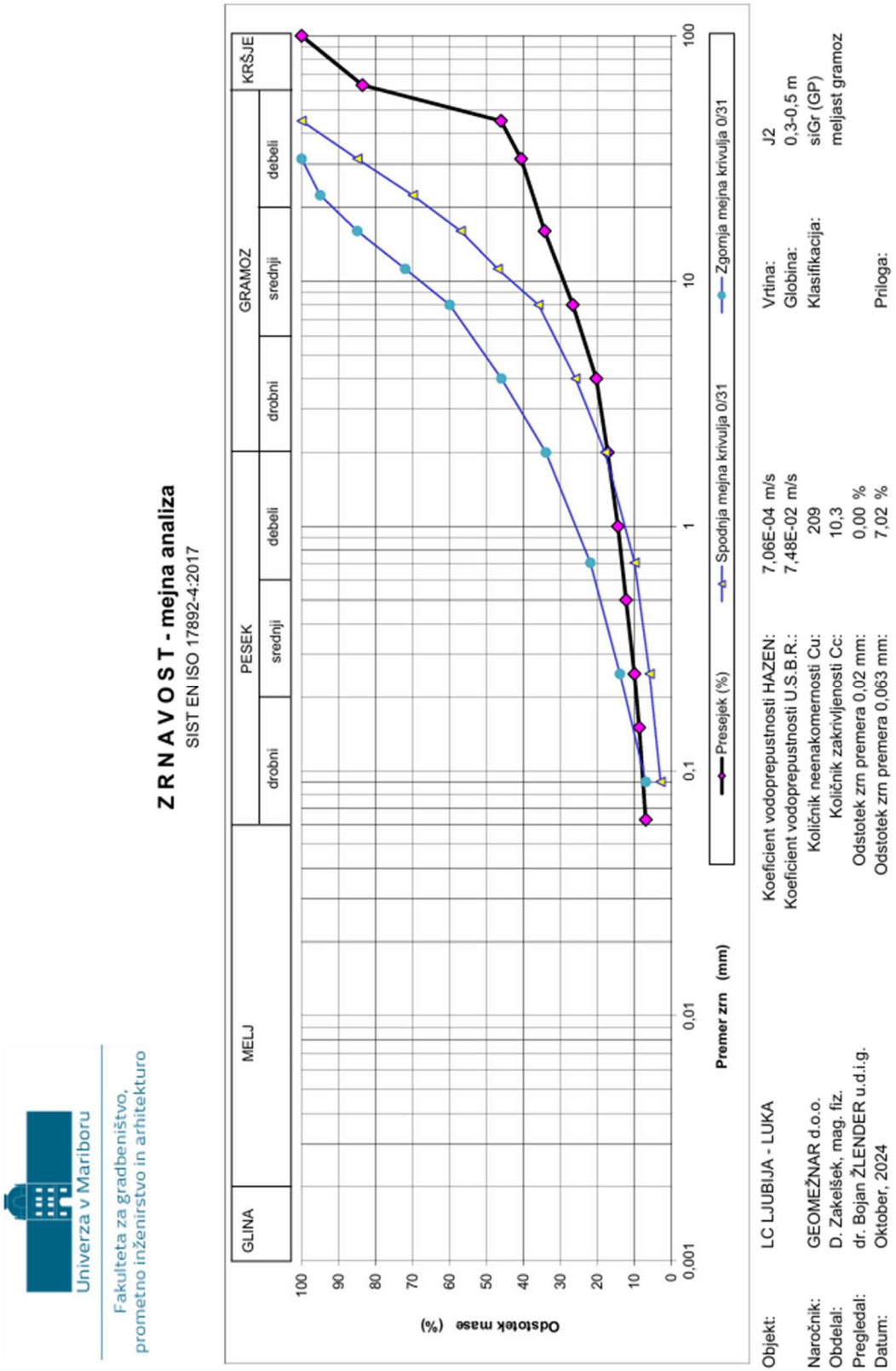
FIZIKALNE KARAKTERISTIKE ZEMLJIN

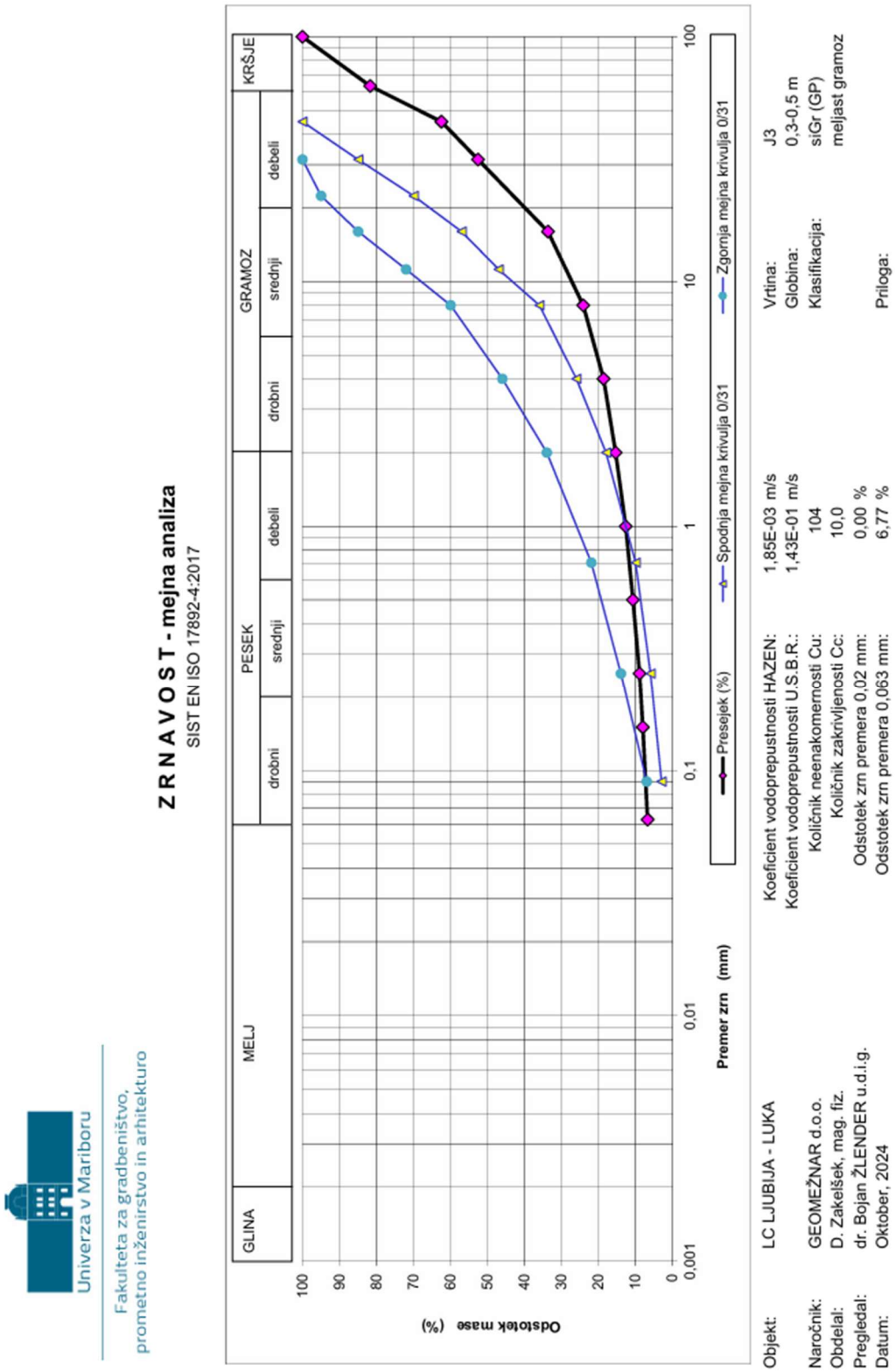
Vzorec		Naravna vlaga	Lezni meji		Indeks plastič-nosti	Indeks kons.	Gostota			Trdnost zemljin			Koeficient vodoprepustnosti k		Odstotek zrn premera 0,02 in 0,063 mm			Klasifikacija vzorca
vrtina	globina		židkosti	plastič-nosti			naravna	suha	zrnja	enoosna	direkt. strižna		Hazen	USBR	0,02 mm	0,063 mm		
	m	w %	w_L %	w_P %	I_P %	I_c	ρ Mg/m³	ρ_d Mg/m³	ρ_s Mg/m³	q_u kPa	c kPa	φ °	m/sek	m/sek	%	%		
J1	0,0-0,1												5,47E-06	3,22E-04	9,55	13,19	siGr (GM) meljast gramoz s peskom	
J2	0,3-0,5												7,06E-04	7,48E-02	0	7,02	siGr (GP) meljast gramoz	
J3	0,3-0,5												1,85E-03	1,43E-01	0	6,77	siGr (GP) meljast gramoz	

GeoMežnar d.o.o.
Topolšica 198 b, 3325 Šoštanj
Tel.: 031 683 950
mail: mitja@geomeznar.si

4.2 Sejalna analiza vzorcev




Univerza v Mariboru
Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo
ZRNAVOST - mejna analiza
SIST EN ISO 17892-4:2017
GLINA
MELJ
PESEK
drobni
srednji
debeli
GRAMOZ
drobni
srednji
debeli
KRŠJE
Odstotek mase (%)
Premer zrn (mm)
Presejek (%)
Spodnja mejna krivulja 0/31
Zgornja mejna krivulja 0/31
Objekt: LC LJUBIJA - LUKA
Naročnik: GEOMEŽNAR d.o.o.
Obdelal: D. Zakelšek, mag. fiz.
Pregledal: dr. Bojan ŽLENDER u.d.i.g.
Datum: Oktober, 2024
Koeficient vodoprepustnosti HAZEN: 7,06E-04 m/s
Koeficient vodoprepustnosti U.S.B.R.: 7,48E-02 m/s
Količnik neenakomernosti Cu: 209
Količnik zakrivljenosti Cc: 10,3
Odstotek zrn premera 0,02 mm: 0,00 %
Odstotek zrn premera 0,063 mm: 7,02 %
Vrtina: J2
Globina: 0,3-0,5 m
Klasifikacija: siGr (GP)
meljast gramoz
Priloga:

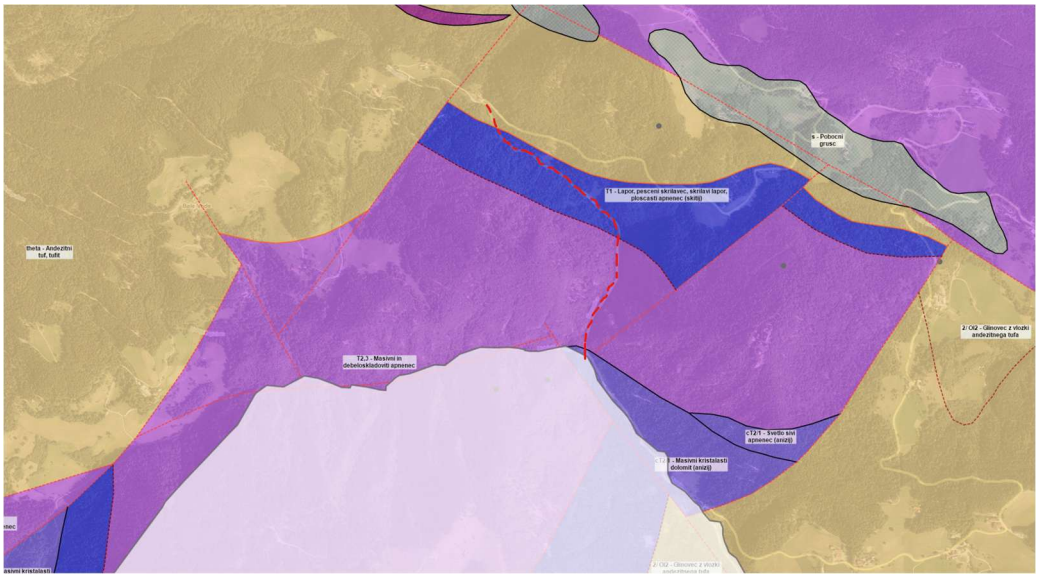

Univerza v Mariboru
Fakulteta za gradbeništvo, prometno inženirstvo in arhitekturo
Z R N A V O S T - mejna analiza
SIST EN ISO 17892-4:2017
GLINA
MELJ
PESEK
drobni
srednji
debeli
GRAMOZ
drobni
srednji
debeli
KRŠJE
Odstotek mase (%)
Premer zrn (mm)
Presejek (%)
Spodnja mejna krivulja 0/31
Zgornja mejna krivulja 0/31
Objekt: LC LJUBIJA - LUKA
Naročnik: GEOMEŽNAR d.o.o.
Obdelal: D. Zakelšek, mag. fiz.
Pregledal: dr. Bojan ŽLENDER u.d.i.g.
Datum: Oktober, 2024
Koeficient vodoprepustnosti HAZEN: 1,85E-03 m/s
Koeficient vodoprepustnosti U.S.B.R.: 1,43E-01 m/s
Količnik neenakomernosti Cu: 104
Količnik zakrivljenosti Cc: 10,0
Odstotek zrn premera 0,02 mm: 0,00 %
Odstotek zrn premera 0,063 mm: 6,77 %
Vrtina: J3
Globina: 0,3-0,5 m
Klasifikacija: siGr (GP)
meljast gramoz
Priloga:

5 GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE OSNOVE

Geotektonsko se obravnavano območje nahaja v Južnih Alpah. V Južnih Alpah izdanjajo kamnine slovenskega bazena mezozojske starosti in zgornjetriasne kamnine Julijske karbonatne platforme. Južno od Periadriatskega preloma, v Karnijskih Alpah in Južnih Karavankah, izdanjajo tudi paleozojske kamnine. Največji prelom, ki poteka tukaj je Šoštanjski, ki se razteza na severu v smeri severozahod – jugovzhod.

Lokacija leži na tromeji treh različnih kaminskih enot, ki se med seboj stikajo v prelomih. Najstarejši so zgornjepermski sivi apnenci in dolomiti. Dolomit je svetlosiv do sivorjavkast in ima značilno luknjičavo strukturo v spodnjem delu, navzgor postaja bolj kompakten in prehaja verjetno v skitijske plasti. Nato je na ožjem delu zaslediti srednjetriasni masivni in debeloskladoviti apnenci z lečami dolomita. Sledijo še plasti skitskega peščenjaka, skrilavci in ploščati apnenci. Navzgor nastopa rdečkasto rjavkasti, vijoličasti in zelenkasto sivkasti glinasti ter delno peščeni skrilavec. Nad temi plastmi leži zgornji horizont, ki sestoji iz tenkoploščastega apnenca, lapornatega apnenca z manj ali več pogostimi polami trdega laporja ali lapornatega skrilavca. V širši okolici se pojavljajo še oligocenski glinovci z vložki andezitnega tufa. Glinovec je sivkasto zelen, pri preperevanju rumenkasto rjav.

V hidrogeološkem smislu je mogoče obravnavati kvartarne sedimente (prodi, peski,...) kot dobro prepustne, gline kot slabo prepustne, medtem, ko tufe, dolomite, apnence, laporje, glinovce... kot praktično neprepustne ali zelo omejeno prepustne kamnine.



Slika 4: Geološka karta širšega območja (vir: geoprostor.net)

GeoMežnar d.o.o.
Topolšica 198 b, 3325 Šoštanj
Tel.: 031 683 950
mail: mitja@geomeznar.si

6 TIP TAL in SEIZMIČNOST TERENA

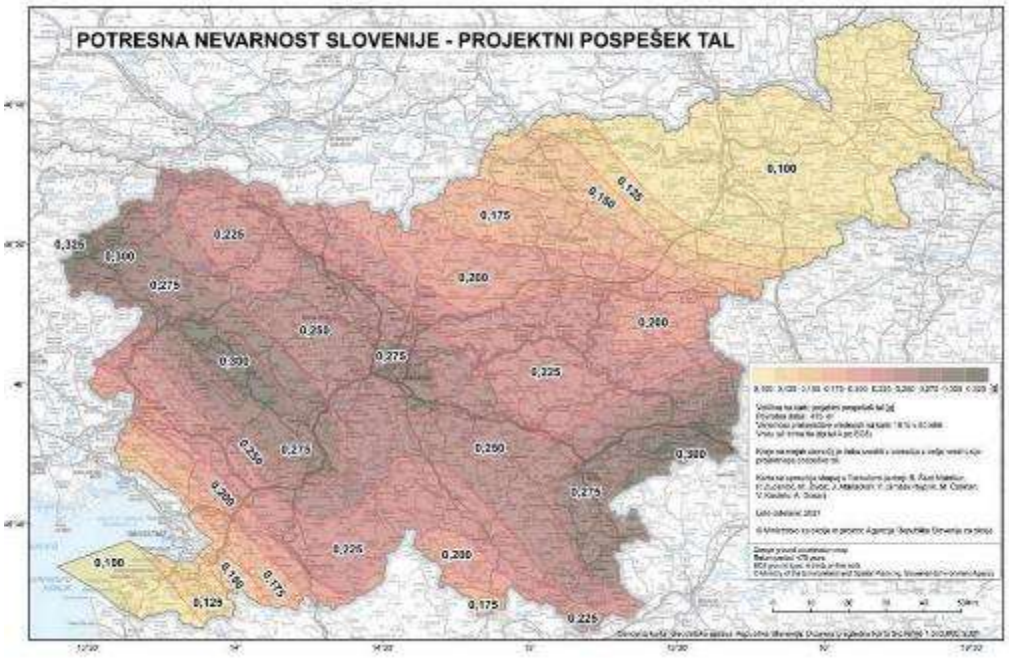
Tip tal je določen po standardu Evrokod 8 (SIST EN 1998-1) – preglednica 3.1: Tipi tal.

Tip tal	Opis stratigrafskega profila
A	Skala ali druga skali podobna geološka formacija, na kateri je največ 5 m slabšega površinskega materiala.

Projektni pospešek tal je določen na podlagi karte potresne nevarnosti Slovenije (Agencija RS za okolje, 2021) za povratno dobo potresov 475 let, ki je izdelana v skladu evropskega standarda Eurocode 8 (EC 8):

Projektni pospešek tal PGA:	0.175g

Obravnavano področje se uvršča v 4. stopnjo seizmične intenzitete po Evrokod 8: Projektiranje potresno odpornih konstrukcij – 1. del: Splošna pravila, potresni vplivi in pravila za stavbe – Nacionalni dodatek.



Slika 5: Karta projektnih pospeškov tal

GeoMežnar d.o.o.
Topolšica 198 b, 3325 Šoštanj
Tel.: 031 683 950
mail: mitja@geomeznar.si

POROČILO O GEOTEHNIČNEM PROJEKTU

GeoMežnar d.o.o.
Topolšica 198 b, 3325 Šoštanj
Tel.: 031 683 950
mail: mitja@geomeznar.si

1 ZEMELJSKA DELA

Izkope je mogoče opraviti strojno v zemljini do III. kategorije (kamnito nasutje, prod, gruščč), globlje v pa v kamnini IV. in V. kategorije (apnenci in dolomiti).

Glede na izvedene raziskave se predvideni izkopi za konstrukcije izvedejo kontaktno - v naklonu vkopne / zaledne stene konstrukcije. Izkope je potrebno izvajati v dolžinskih odsekih največ 5-6 m.

V primeru da se izkopi izkažejo za nestabilne, pa se izvede začasni podporni ukrep z zabitimi jeklenimi profili (na primer HEA 140 ali železniški tiri) ali pa se izkopi izvedejo pod položnejšimi nakloni. Začasni izkopi v kompaktnih kamninah niso kritični.

Materiale pri izvajanju zemeljskih del lahko v grobem razdelimo v naslednje skupine:
Zameljen prod, gruščč in pesek: To so večji in manjši prodniki / grušči z vezivom ter peskom. Vezivo sestavlja pretežno peščeno meljna zemljina, ki je slabo gnetna Pričakovana kategorija izkopa: III. (vezljiva in nevezljiva zrnata zemljina)

Dolomit / apnenec: Je amorfna sedimentna kamnina, ki jo sestavlja kalcijev magnezijev karbonat. Apnenec je sedimentna kamnina, ki jo sestavljata kalcijev karbonat v obliki minerala kalcita in aragonita. Pričakovana kategorija izkopa: IV in V., (trdna kamnina)

Št	Naziv kategorije	Opis materiala	Oznaka	$I_{s(50)}$ (MPa)	Podrobnejši opis materiala	Predlagana mehanizacija za učinkovit izkop	Ocena uporabnosti
1	Plodna zemljina – lahek izkop	Površinska plast tal z znatnim deležem organske snovi.	Plodna zemljina		Površinska plast tal z znatnim deležem organske snovi, vključno s travno rušo, lahko tudi s predhodno mletimi drevesnimi panji.	bager, buldozer	Humuziranje brežin, za ureditev in izboljšavo kmetijskih površin skladno s pogoji pedološke stroke.
2	Zemljine predvidene za trajno deponiranje – lahek izkop	Vse izkopne zemljine, ki bodo trajno deponirane.	Ostale zemljine		Glina, melj, pesek in gramoz, šota (ter vse kombinacije naštetih zemljin), s posameznimi kosi kamnine velikosti zrn < 630 mm, oziroma volumen < 0,3 m³.	bager, buldozer	Trajno deponiranje.
3	Zemljine predvidene za vgradnjo ali predelavo - lahek izkop	Vse izkopne zemljine, ki se bodo vgradile v nasipe ali zasipe.			Glina, melj, pesek in gramoz (ter vse kombinacije naštetih zemljin), s posameznimi zrni kamnine velikosti < 630 mm, oziroma volumen < 0,3 m³.	bager, buldozer	Primerno za nasipe in zasipe, v projektu definirati pogoje vgradnje ter predvideti morebitne ukrepe za zagotovitev ustrezne zrnavosti in vgradljivosti.
4	Kamnine - srednje zahteven izkop	Mehke kamnine.	REW - RW	0,05 - 0,4	Laporovec, glinavec, skrilavec, tuf, slabo vezan konglomerat in breča, fliš.	bager, buldozer	Primerno za nasipe in zasipe, v projektu definirati pogoje vgradnje ter predvideti morebitne ukrepe za zagotovitev ustrezne zrnavosti in vgradljivosti.
		Kamnine tektonsko poškodovane ali razpadle ali strižno deformirane, zelo slaba do zmerna kakovost površine ploskev razpok.	RW-RS	0,4-3	Priloga 2		
			RS - RES	>3	Priloga 3		
5A	Kamnine - zahteven izkop	Kamnine razpokane v bloke ali tektonsko poškodovane ali razpadle, zelo slabe do zelo dobre kakovosti površine ploskev razpok.	RW-RS	0,4-3	Priloga 2	lažje hidravlično kladivo do 1800 kg, rijač/riper	Primerno za nasipe in zasipe. Predvideti je treba morebitne ukrepe za zagotovitev ustrezne zrnavosti in vgradljivosti. Praviloma primerno tudi za predelavo v gradbene proizvode, če so izpolnjeni pogoji za rabo.
			RS - RES	>3	Priloga 3		
5B	Kamnine - zelo zahteven izkop	Kamnine razpokane v bloke ali tektonsko poškodovane ali razpadle, zmerne do zelo dobre kakovosti površine ploskev razpok.	RW-RS	0,4-3	Priloga 2	težko hidravlično kladivo nad 1800 kg	
			RS - RES	>3	Priloga 3		
6	Kamnine - izjemno zahteven izkop	Intaktne ali kamnine razpokane v bloke, zmerne do zelo dobre kakovosti površine ploskev razpok.	RW-RS	0,4-3	Priloga 2	težko hidravlično kladivo nad 1800 kg, miniranje	
			RS - RES	>3	Priloga 3		

Slika 6: Tabela kategorij izkopov

GeoMežnar d.o.o.
Topolšica 198 b, 3325 Šoštanj
Tel.: 031 683 950
mail: mitja@geomeznar.si

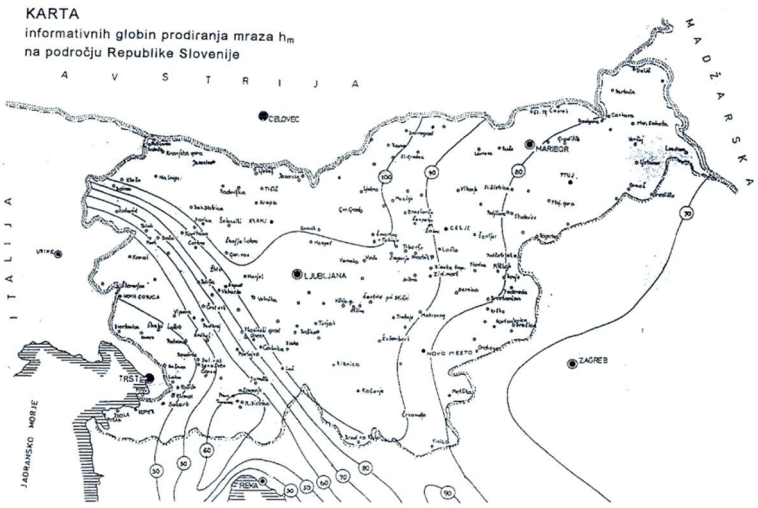
2 OPIS POGOJEV ZA PROJEKTIRANJE – vozišča konstrukcija

Za potrebe dimenzioniranja vozišče konstrukcije je bil na podlagi dinamičnega deformacijskega modula E_{vd} ovrednoten količnik CBR. Pri dimenzioniranju vozišče konstrukcije in zunanje ureditve naj se upoštevajo naslednje vrednosti CBR:

Tamponsko nasutje: CBR ≈ ≥ 15.0 %

Prodno gruščnati teren: CBR ≈ 9.0 %

Pri dimenzioniranju vozišče konstrukcije se po karti informativnih globin prodiranja mraza na obravnavanem območju upošteva h_m = 95 cm.



Slika 7: Karta informativnih globin prodiranja mraza

Glede na izvedene raziskave je obstoječe vozišče sestavljeno iz tamponskega nasutja – kamniti drobljenec TD 32 in prodno gruščnatega raščenega terena – prodniki do 40 cm velikosti.

Sejalna analiza vzetih tampona – granulacije D32, iz sondaže J1 dosega delež finih delcev 13.19 %.

Sejalna analiza raščenega terena pod tamponskim nasutjem iz sondaž J2 in J3 dosega delež finih delcev od 6.77 – 7.02 %

Pri dimenzioniranju vozišča se uporabijo neugodni hidrološki pogoji – temperaturna nihanja obravnavanega območja ter poplavno območje ob ekstremnih vodah. Temeljna tla – prodno gruščnati material, so odporna proti učinkom zmrzovanja in odtajanja.

2.1 Vrsta in uporabnost zemeljskih materialov

Za nasipanje pod temelji ali VK lahko uporabimo nekoherentne zemljine kot so dobro granulirani materiali proda, kamnitega drobljenca,… (največ 5-8% finih delcev do 0,063 mm). To so materiali, ki so odporni na zmrzovanje.

Za nasipanje voziščne konstrukcije ne moremo uporabiti koherentnih oziroma drobnozrnatih zemljin kot so gline, melji,... To so materiali, ki niso odporni na zmrzovanje.

Pri odvzemu vzorcev na terenu prihaja do t.i. terenske napake – segregacija materiala ter neenakomerni odvzem kamnitih zrn. Glede na videno na terenu ter izvedene laboratorijske raziskave menimo, da je obstoječe tamponsko nasutje in spodnji prodno gruščnati material v večji meri ustrezno – materiali v večji meri ustrezajo kriteriju vgrajenega materiala, da ne presegajo več kot 8 % finih delcev. Odstopanje zasledimo pri tamponu odvzetega v sondažnem jašku J1 (13 % - finih delcev).

2.2 Kamnita posteljica

Za kamnito posteljico se vgradi kamniti drobljenec D125. V kamnito posteljico se lahko vgradi kamniti material (peščen prod, drobljenec) iz stranskega odvzema. Zgoščenost v kamnito posteljico vgrajene zmesi zrn mora znašati v povprečju najmanj 98% glede na največjo gostoto zmesi zrn po modificiranem postopku po Proctorju. Spodnja mejna vrednost zgoščenosti lahko od povprečja odstopa največ 3%. Na planumu kamnite posteljice mora biti zagotovljena nosilnost E_{vd} > 40 MPa, E_{v2} > 80 MPa.

V primeru, da se namesto drobljenca v kamnito posteljico vgradi prod se debelina kamnite posteljice v voziščni konstrukciji poveča za faktor 1.27 oziroma razmerje 0.14/0.11.

2.3 Nevezana nosilna plast

Za nevezano nosilno plast se vgradi kamniti drobljenec D32. Zgoščenost v nevezano nosilno plast vgrajene zmesi zrn mora znašati v povprečju najmanj 98% glede na največjo gostoto zmesi zrn po modificiranem postopku po Proctorju. Spodnja mejna vrednost zgoščenosti lahko od povprečja odstopa največ 3%. Na planumu nevezane nosilne plasti mora biti zagotovljena nosilnost E_{vd} > 45 MPa, E_{v2} > 100 MPa.

2.4 Vezane nosilne plasti

Kvaliteta vgrajenih asfaltnih slojev naj ustreza standardu TSC 06.300 / 06.410 : 2009.

2.5 Ostalo

Pri izvedbi kamnite posteljice in nevezane nosilne plasti je obvezna prisotnost geotehničnega (ali gradbenega) nadzora in tekoča izvedba kontrolnih meritev zbitosti (dinamični deformacijski modul Evd). Poleg kontrole zbitosti se na terenu preverijo tudi deponirani (začasna deponija na terenu) ter vgrajeni kamniti agregati. Delež finih delcev (zrn do 0.063 mm) pri vgrajenih kamnitih materialih ne sme presegati 8 %.

2.6 Predlog ureditev vozišče konstrukcije

Za novogradnjo se predvidi 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 67 cm (95 cm x 0.7 = 66.5 cm) .
- 40 cm zmrzlinsko odpornega kamnitega materiala (posteljica) TD125
- 20 cm tamponskega drobljenca TD32
- 6 cm bituminiziranega drobljenca AC 22 base B70/100, A4
- 4 cm bitumenskega betona AC 11 surf B70/100, A4

Odpornost materiala pod vozišče konstrukcijo proti učinkom zmrzovanja in odtajevanja	Hidrološki pogoji	Debelina vozišče konstrukcije h_{min}
odporen	ugodni neugodni	$\geq 0{,}6\ h_m$ $\geq 0{,}7\ h_m$
neodporen	ugodni neugodni	$\geq 0{,}7\ h_m$ $\geq 0{,}8\ h_m$

Slika 8: Tabela najmanjše potrebne debeline vozišče konstrukcije

V kolikor upoštevamo ekonomski faktor izvedbe vozišča in predpostavko, da so v večji meri obstoječi nasipi do globine raziskovanje obstojni, razen nekaj odstopanj, predlagam naslednje:

- obstoječi nasipi se ohranijo, vozišče se zaradi ureditve nivelete pred asfaltiranjem samo nadgradi s tamponskim drobljencem TD 32 v debelino do 30 cm. V popis del se za morebitne sanacije obstoječega cestišča upošteva tudi količina kamnitega drobljenca TD 125, na cca 1/3 celotne trase.

3 OPIS POGOJEV ZA PROJEKTIRANJE – premostitveni objekti

Pri globini temeljenja premostitvenih objektov sta merodajna 2 pogoja:

1: Dno temeljev ali tamponskega nasutja je potrebno na območju, kjer je možnost zmrzovanja zemljine pod njimi, izvesti na globini minimalno 95 cm, merjeno z nivoja terena, kolikor na tem področju znaša globina zmrzovanja.

2: Dno temeljev oziroma temeljno podlago je potrebno izvesti na takšni globini, da se doseže zadostna nosilnost temeljnih tal in posledično stabilnost objekta.

3.1 Izvedba temeljenja premostitvenih objektov

Glede na obstoječe stanje premostitvenih objektov, je v stacionaži v km 0+102.00 predviden novi premostitveni objekt.

- PREMOSTITVENI OBJEKT V STACIONAŽI km 0+102.00

Glede na konfiguracijo terena – dimenzije mostu nam niso znane, se ocenjuje, da bo most temeljen na sloj kompaktnega apnenca in dolomita. Na obravnavani lokaciji je bil v bližini izveden sondažni izkop J6, v strugi potoka pa nepodajna podlaga mestoma izdanja.

Glede na sestavo tal ter globino temeljenja – vsaj 1.50 m pod nivo struge, se tla po izvedenem izkopu utrdijo ter izravnajo s podložnim betonom v debelini do 10 cm. Na tako pripravljena tla se prične z izvedbo s temeljem mostu. V primeru da se nepodajna podlaga nahaja globje, se izkop poglobi, material pa nadomesti s pustim betonom vse do nivoja temeljev mostu.

Na podlagi karakteristik materiala v temeljnih tleh (apnenec / dolomit), geometrija temelja (≈ 6 x 1.5 m) in globine temeljev (≈ 1.5 m) je izveden informativni izračun nosilnosti pod plitvimi temelji za nepotopljeno stanje (EC 7, dodatek D). Projektna odpornost tal: $\sigma_d \approx 15$ MPa

V primeru temeljenja objekta s predvidenim temeljem na sloj apnenca / dolomita, lahko pričakujemo nične oziroma minimalne pomike – rang 1 mm. Zaradi temeljenja v kompaktno podlago pri izračunu ni potrebno upoštevati vzgona.

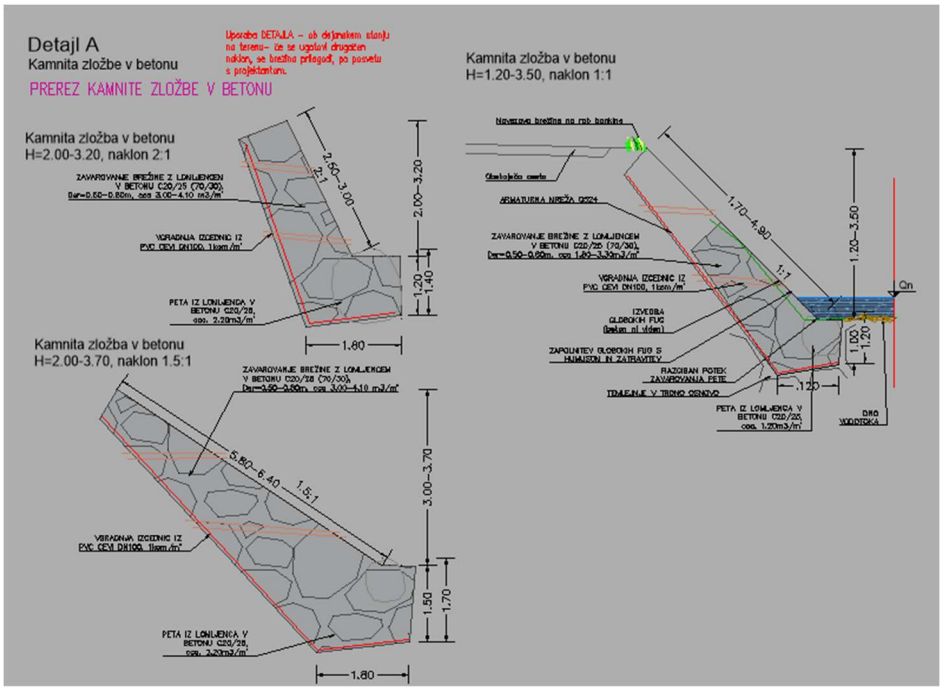
Izvedba začasne ter plitve gradbene jame se lahko v zemljinah izvede s položnimi vkopi z brežinami v naklonu 1:1.5, oziroma 34º. V tem primeru je potrebno izkopane brežine zaščititi pred atmosferskimi vplivi za preprečevanje erozije izkopanega materiala. V primeru, da izkope brežin gradbene jame ni mogoče izvesti v predpisanem naklonu, je potrebno izdelati načrt varovanja gradbene jame. Prav tako je potrebno ves čas zagotavljati suho gradbeno jamo.

GeoMežnar d.o.o.
Topolšica 198 b, 3325 Šoštanj
Tel.: 031 683 950
mail: mitja@geomeznar.si

4 OPIS POGOJEV ZA PROJEKTIRANJE – podporne / oporne konstrukcije

Na območju lokacij podpornih konstrukcij – skupno 8, so bile poškodovane brežini potoka, kjer je voda zajedala in ogrožala lokalno cesto. Potok je dejansko s svojo močjo dolvodno odnesel lokalno cesto. Brežine ceste oziroma vodotoka je potrebno zaščititi s kamnitimi zložbami. S tem se prepreči ponovna škoda na vodotoku in gospodarski infrastrukturi. Lokacije predvidenih podpornih konstrukcij glede na stacionažo:

- Lokacija 1 (od km 0+090 do km 0+120)
- Lokacija 2 (od km 0+140 do km 0+230)
- Lokacija 3 (od km 0+250 do km 0+510)
- Lokacija 4 (od km 0+550 do km 0+600)
- Lokacija 5 (od km 0+670 do km 0+830)
- Lokacija 6 (od km 0+860 do km 0+950)
- Lokacija 7 (od km 1+000 do km 1+180)
- Lokacija 8 (od km 1+220 do km 1+330)



Slika 9: Karakteristični prerezi podpornih konstrukcij v obliki kamnitih zložb

Na obravnavanem območju podpornih / opornih konstrukcij nimamo opravka s »tipičnim plazom / usadom«, saj je na obravnavanem območju prišlo ob velikih vodah do spodjedanja dotrajanih konstrukcij oziroma vozišča, zato povratne analize stabilnosti, kjer bi iskali geomehanske karakteristične karakteristike zemljin, nismo izvedli.

Pri dimenzioniranju konstrukcije se upoštevajo geomehanske karakteristike, ki smo jih pridobili na terenu s SPT meritvam – geološko geomehansko poročilo vodotoka Ljubija. SPT meritve prevzamemo za nekoherentne materiale, kot so kamniti nasip, zameljeni prodi in peski, gruščnata preperina podlage, za hribine so geomehanske karakteristike izkustveno prevzete.

Sloj	Kohezija (kPa)	Strižni kot (°)	Prostorninska teža (kN/m3)
Zameljen mestoma glinen grušč in prod	0	30 - 38	19
Preperina / grušč	0	38	20
Apnenec / dolomit / tuf	100	35	23

4.1 Izračun vlečne sile vodotoka v vodni strugi

Pri izračunu izvedbe podpornih zidov se upoštevana tudi vlečna sila vodotoka v vodni strugi. Vlečna sila ali potisna sila se izrazi s pomočjo strižnih napetosti, pri čemer upoštevamo, da so nihanja strižne napetosti na dnu zanemarljivo majhna. Strižna napetost ne narašča konstantno z naraščajočo globino, temveč doseže pri 77% globine svojo maksimalno vrednost. Vlečna oz. potisna sila je bila izračunana po naslednji enačbi:

$$\tau_{max} = 0{,}77 * \rho * g * h_{max} * I$$

Kjer je:

τ_{max} Maksimalna strižna oz. potisna napetost na brežini

ρ Gostota vode

g Zemeljski pospešek

h_{max} Maksimalna pretočna globina potoka

I Vzdolžni padec potoka

Povzeto po: MIKOŠ M.: Urejanje vodotokov – skripta: FGG Univerza v Ljubljani, 2000. Računske vrednosti so bile vzete: $\rho = 1000\,\frac{kg}{m^3}$, g=9,807$\frac{m}{s^2}$, h_{max}=3.5 m, I=8.0%

Izračunana τ_{max} =21.4 $\frac{kN}{m^2}$

Prijemališče vlečne sile je na 23% višine stoletnih voda (višino stoletne vode smo predvideli na zgornji koti konstrukcije), oz. 77% višine merjeno od zgornje kote stoletnih voda. Izračunana vlečna sila je upoštevana kot vhodni podatek pri statičnem izračunu sanacije podpornega zidu tako, da je zagotovljena odpornost zidu proti vlečni sili.

4.2 Pogoji temeljenja podpornih konstrukcij

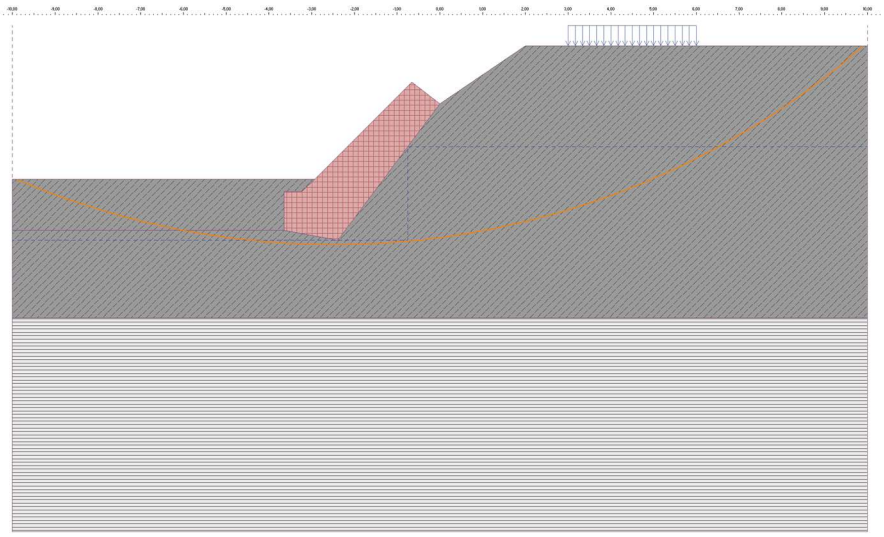
Podporne konstrukcije bodo izvedene s kamnito zložbo. Glede na pregled terena se pričakuje, da bodo konstrukcije temeljene na sloj gostega proda in grušča – varna stran – mestoma tudi v sloju apnenca / dolomita. Temeljenje zidu se izvede na izvedeno izravnavo izkopa s podložnim betonom oziroma z betonskim temeljem konstrukcije, v primeru pojavljanja slabših temeljnih tal, se dno izkopa poglobi do nivoja nasilnejšega terena, material pa se nadomesti z pustim / podložnim betonom C 12/15 ali s kamnom v betonu. Za odvod zalednih vod se v konstrukcijo vgradijo izcednice na vsaki tekoči meter konstrukcije, v dveh nivojih.

Za temelje konstrukcij je preračunana nosilnost pod plitvimi temelji za drenirano in potopleno stanje temeljeno na sloju proda in grušča: **R/A'≈ 460 kPa,** glede na obtežbo temelja in lastnosti temeljnih tal pa je pričakovan posedek temelja konstrukcije: **s = 1.5 – 2.0 cm**

5 STABILNOSTNO STATIČNI IZRAČUN

Osnova za dimenzioniranje konstrukcij so ovrednotene notranje statične količine (MSN), deformacije (MSU) ter ostale stabilnostne analize. Pri mejnem stanju nosilnosti smo uporabili ustrezne projektne pristope, pri mejnem stanju uporabnosti pa smo upoštevali varnostni faktor F=1.0. Vsi izračuni in dimenzioniranja so bili izvedeni v skladu s smernicami Evrokod in smernicami za ceste TSC. Za stabilno statični izračun smo uporabili programsko opremo GEO5 - izvedli smo dva karakteristična prereza podpornih konstrukcij, ki se pojavljajo v večji meri po celotne odseku trase. Pri izračunu so upoštevane najmanj ugodne karakteristike slojev, pri katerih se pojavi posamezna konstrukcija:

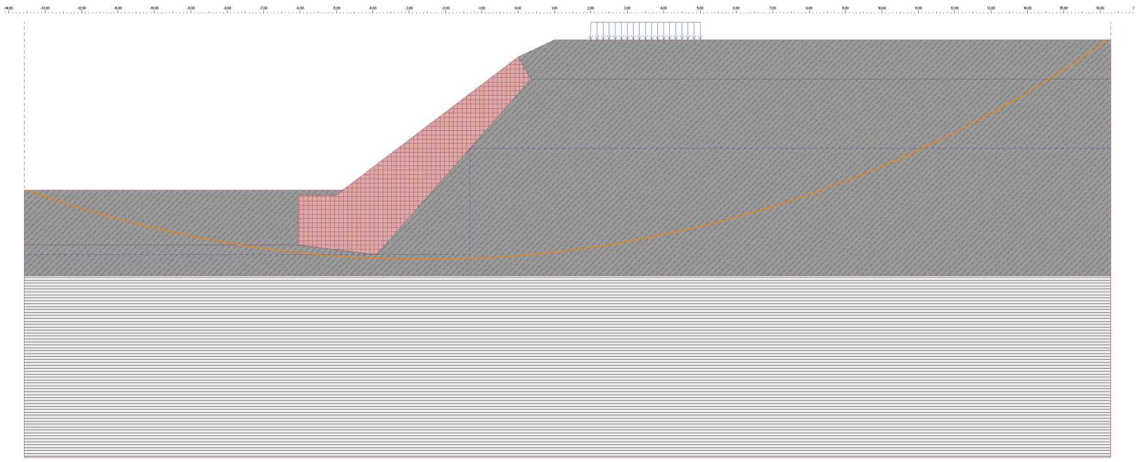
Sloj	Kohezija (kPa)	Strižni kot (°)	Prostorninska teža (kN/m3)
Zameljen mestoma glinen grušč in prod – gosto stanje	0	34	19
Apnenec / dolomit / tuf	100	35	23



Slope stability verification (all methods)

Bishop :	Utilization = 40,8 %	ACCEPTABLE
Fellenius / Petterson :	Utilization = 43,2 %	ACCEPTABLE
Spencer :	Utilization = 40,7 %	ACCEPTABLE
Janbu :	Utilization = 40,7 %	ACCEPTABLE
Morgenstern-Price :	Utilization = 40,7 %	ACCEPTABLE

Slika 10: Stabilnostna analize stabilizacije – podporna konstrukcija naklon stranice 1:1



Slope stability verification (all methods)

Bishop :	Utilization = 30,7 %	ACCEPTABLE
Fellenius / Petterson :	Utilization = 31,9 %	ACCEPTABLE
Spencer :	Utilization = 30,7 %	ACCEPTABLE
Janbu :	Utilization = 30,6 %	ACCEPTABLE
Morgenstern-Price :	Utilization = 30,7 %	ACCEPTABLE

Slika 11: Stabilnostna analize stabilizacije – podporna konstrukcija višine 5.68 m

GeoMežnar d.o.o.
Topolšica 198 b, 3325 Šoštanj
Tel.: 031 683 950
mail: mitja@geomeznar.si

5.1 Stabilno statični izračun kamnite zložbe – kamnita zložba v naklonu 1:1

Gravity wall analysis

Input data

Settings

Slovenia - EN 1997

Materials and standards

Concrete structures : EN 1992-1-1 (EC2)
Coefficients EN 1992-1-1 : standard
Masonry (stone) wall : EN 1996-1-1 (EC6)

Wall analysis

Verification methodology : according to EN 1997
Active earth pressure calculation : Coulomb
Passive earth pressure calculation : Caquot-Kerisel
Earthquake analysis : Mononobe-Okabe
Shape of earth wedge : Calculate as skew
Allowable eccentricity : 0,333
Design approach : 2 - reduction of actions and resistances

Partial factors on actions (A)			
Permanent design situation			
		Unfavourable	Favourable
Permanent actions :	γ_G =	1,35 [–]	1,00 [–]
Variable actions :	γ_Q =	1,50 [–]	0,00 [–]
Water load :	γ_w =	1,35 [–]	

Partial factors for resistances (R)		
Permanent design situation		
Partial factor on overturning :	γ_{Rv} =	1,40 [–]
Partial factor on sliding resistance :	γ_{Rh} =	1,10 [–]
Partial factor on bearing capacity :	γ_{Re} =	1,40 [–]

Partial factors for variable actions		
Permanent design situation		
Factor for combination value :	ψ_0 =	0,70 [–]
Factor for frequent value :	ψ_1 =	0,50 [–]
Factor for quasi-permanent value :	ψ_2 =	0,30 [–]

Anchors

Verification methodology : Limit states (LSD)

Reduction coefficients		
Reduction. coeff of steel strength :	γ_s =	1,35 [–]
Reduction coefficient of pull out resistance (soil) :	γ_e =	1,35 [–]
Reduction coefficient of pull out resistance (grouting) :	γ_c =	1,35 [–]

Material of structure

Unit weight γ = 23,00 kN/m^3
Analysis of concrete structures carried out according to the standard EN 1992-1-1 (EC2).

Concrete: C 25/30
Cylinder compressive strength f_{ck} = 25,00 MPa
Tensile strength f_{ctm} = 2,60 MPa

1

Longitudinal steel: B500B
Yield strength f_{yk} = 500,00 MPa

Geometry of structure

No.	Coordinate X [m]	Depth Z [m]
1	0,00	0,00
2	-2,39	3,19
3	-3,64	2,96
4	-3,72	2,05
5	-3,22	2,05
6	-0,65	-0,51

The origin [0,0] is located at the most upper right point of the wall.
Wall section area = 5,02 m^2.

Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m^3]	γ_{su} [kN/m^3]	δ [°]
1	Zameljen mestoma glinen grušč in prod – gosto stanje		34,00	0,00	19,00	10,00	24,00
2	Apnenec		35,00	100,00	23,00	14,00	25,00

Soil parameters to compute pressure at rest

No.	Name	Pattern	Type calculation	φ_{ef} [°]	v [–]	OCR [–]	K_r [–]
1	Zameljen mestoma glinen grušč in prod – gosto stanje		cohesionless	34,00	-	-	-
2	Apnenec		cohesive	-	0,20	-	-

Soil parameters

Zameljen mestoma glinen grušč in prod – gosto stanje
Unit weight : γ = 19,00 kN/m^3
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 34,00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 0,00 kPa
Angle of friction struc.-soil : δ = 24,00 °
Soil : cohesionless
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20,00 kN/m^3

Apnenec
Unit weight : γ = 23,00 kN/m^3
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 35,00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 100,00 kPa
Angle of friction struc.-soil : δ = 25,00 °
Soil : cohesive
Poisson's ratio : v = 0,20
Saturated unit weight : γ_{sat} = 24,00 kN/m^3

Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	5,00	0,00 .. 5,00	Zameljen mestoma glinen grušč in prod – gosto stanje	
2	-	5,00 .. ∞	Apnenec	

Foundation

Type of foundation : soil from geological profile

Terrain profile

Terrain behind construction has the slope 1: 1,48 (slope angle is 34,00 °).
Embankment height is 1,35 m, embankment length is 2,00 m.

Water influence

GWT behind the structure lies at a depth of 1,00 m
Uplift in foot. bottom due to different pressures is not considered.

Input surface surcharges

No.	Surcharge new	Surcharge change	Action	Mag.1 [kN/m²]	Mag.2 [kN/m²]	Ord.x x [m]	Length l [m]	Depth z [m]
1	Yes		variable	14,00		3,00	3,00	on terrain

Resistance on front face of the structure

Resistance on front face of the structure: 1/3 pass., 2/3 at rest
Soil on front face of the structure - Zameljen mestoma glinen grušč in prod – gosto stanje
Angle of friction struc.-soil δ = 20,00 °
Soil thickness in front of structure h = 1,20 m

Terrain in front of structure is flat.

Applied forces acting on the structure

No.	Force new	Force edit	Name	Action	F_x [kN/m]	F_z [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	z [m]
1	Yes		Force No. 1	permanent	-21,40	0,00	0,00	-2,80	1,00

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent
The wall is free to move. Active earth pressure is therefore assumed.
Reduction of soil/soil friction angle : do not reduce

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Coeff. overtur.	Coeff. sliding	Coeff. stress
Weight - wall	0,00	-1,43	115,42	1,72	1,000	1,000	1,350
FF resistance	-37,08	-0,38	-14,47	-0,77	1,000	1,000	1,350
Active pressure	7,90	-1,07	-1,80	2,22	1,350	1,350	1,000
Water pressure	23,98	-0,50	-17,97	1,80	1,350	1,350	1,000
Uplift pressure	0,00	-2,96	0,00	3,64	1,000	1,000	1,350
Surch.1 - strip	5,38	-1,16	-1,23	2,29	1,500	1,500	0,000
Force No. 1	21,40	-1,96	0,00	0,84	1,350	1,350	1,350

Verification of complete wall

Check for overturning stability
Resisting moment M_{res} = 111,55 kNm/m
Overturning moment M_{ovr} = 79,61 kNm/m

Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip
Resisting horizontal force H_{res} = 48,43 kN/m
Active horizontal force H_{act} = 29,11 kN/m

Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Maximum stress in footing bottom : 91,68 kPa

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [–]	Stress [kPa]
1	-114,07	116,52	-10,54	0,000	91,68
2	-26,36	78,99	27,92	0,000	62,15

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	-72,04	82,77	0,96
2	-63,16	82,53	6,30

Verification of foundation soil

Stress in the footing bottom : trapezoid

Eccentricity verification
Max. eccentricity of normal force e = 0,000
Maximum allowable eccentricity e_{alw} = 0,333

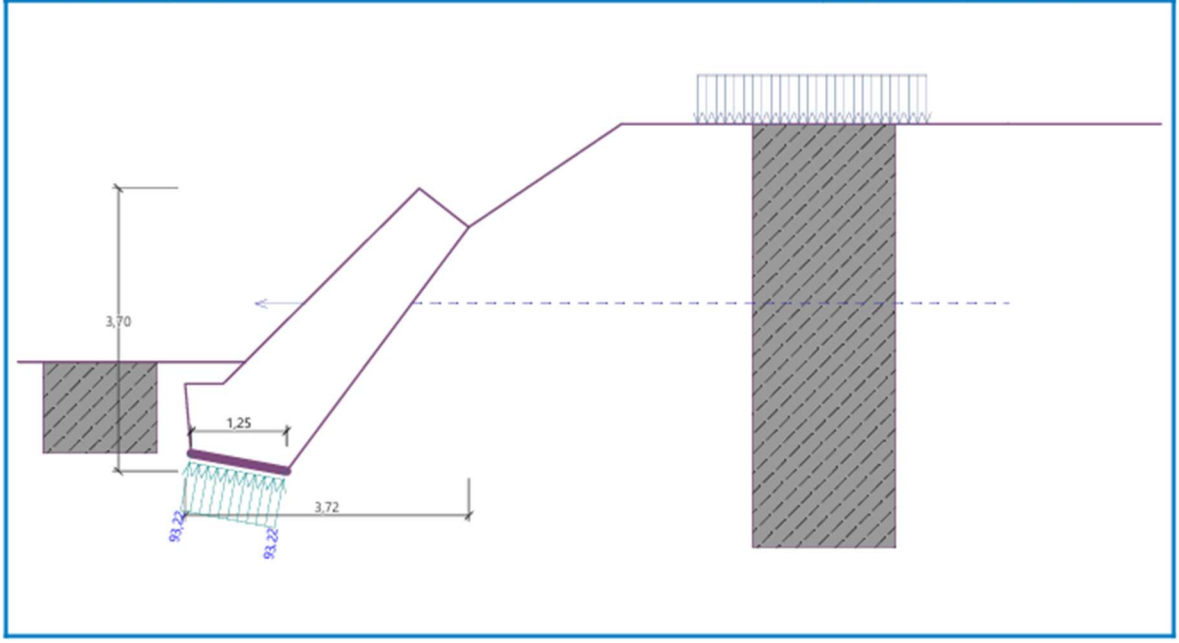
Eccentricity of the normal force is SATISFACTORY

Verification of bearing capacity
Bearing capacity of foundation soil R = 460,00 kPa
Partial factor on bearing capacity γ_{Rv} = 1,40
Max. stress at footing bottom σ = 93,22 kPa
Bearing capacity of foundation soil R_d = 328,57 kPa

Bearing capacity of foundation soil is SATISFACTORY

Overall verification - bearing capacity of found. soil is SATISFACTORY

Name : Bearing cap.	Stage - analysis : 1 - -1



Dimensioning No. 1

Pressure at rest distribution on front face of the structure

Layer No.	Start [m] End [m]	σ_z [kPa]	σ_w [kPa]	Pressure [kPa]	Hor. comp. [kPa]	Vert. comp. [kPa]
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	0,29	5,51	0,00	4,26	1,71	3,90
2	0,29	5,51	0,00	5,44	0,42	5,43
	0,29	5,54	0,00	5,47	0,42	5,45
3	0,29	5,54	0,00	2,44	2,44	0,00
	1,00	19,00	0,00	8,38	8,38	0,00
4	1,00	19,00	0,00	8,38	8,38	0,00
	1,20	22,75	0,00	10,03	10,03	0,00

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Coeff. moment	Coeff. norm.force	Coeff. shear for.
Weight - wall	0,00	-1,48	111,57	1,75	1,000	1,000	1,000
FF resistance	-36,92	-0,38	-14,41	-0,77	1,000	1,000	1,000
Active pressure	7,09	-1,20	-1,62	2,32	1,350	1,350	1,350
Water pressure	19,16	-0,65	-14,35	1,91	1,350	1,350	1,350
Uplift pressure	0,00	-2,96	0,00	3,64	1,000	1,000	1,000
Surch.1 - strip	5,02	-1,24	-1,14	2,36	1,500	1,500	1,500
Force No. 1	21,40	-1,96	0,00	0,84	1,350	1,350	1,350

Wall check at the construction joint 2,96 m from the wall crest

Cross-section depth h = 1,42 m
Ultimate shear force V_{Rd} = 788,41 kN/m > 34,95 kN/m = V_{Ed}
Ultimate compressive force N_{Rd} = 9372,29 kN/m > 73,89 kN/m = N_{Ed}

Ultimate moment M_{Rd} = -52,42 kNm/m > -26,65 kNm/m = M_{Ed}

Cross-section bearing capacity is SATISFACTORY

6

GeoMežnar d.o.o.
Topolšica 198 b, 3325 Šoštanj
Tel.: 031 683 950
mail: mitja@geomeznar.si

5.2 Stabilno statični izračun kamnite zložbe – kamnita zložba v naklonu 1:1.5

Gravity wall analysis

Input data

Settings

Slovenia - EN 1997

Materials and standards

Concrete structures : EN 1992-1-1 (EC2)
Coefficients EN 1992-1-1 : standard
Masonry (stone) wall : EN 1996-1-1 (EC6)

Wall analysis

Verification methodology : according to EN 1997
Active earth pressure calculation : Coulomb
Passive earth pressure calculation : Caquot-Kerisel
Earthquake analysis : Mononobe-Okabe
Shape of earth wedge : Calculate as skew
Allowable eccentricity : 0,333
Design approach : 2 - reduction of actions and resistances

Partial factors on actions (A)					
Permanent design situation					
		Unfavourable		Favourable	
Permanent actions :	γ_G =	1,35	[–]	1,00	[–]
Variable actions :	γ_Q =	1,50	[–]	0,00	[–]
Water load :	γ_w =	1,35	[–]		

Partial factors for resistances (R)			
Permanent design situation			
Partial factor on overturning :	γ_{Rv} =	1,40	[–]
Partial factor on sliding resistance :	γ_{Rh} =	1,10	[–]
Partial factor on bearing capacity :	γ_{Re} =	1,40	[–]

Partial factors for variable actions			
Permanent design situation			
Factor for combination value :	ψ_0 =	0,70	[–]
Factor for frequent value :	ψ_1 =	0,50	[–]
Factor for quasi-permanent value :	ψ_2 =	0,30	[–]

Anchors

Verification methodology : Limit states (LSD)

Reduction coefficients			
Reduction. coeff of steel strength :	γ_s =	1,35	[–]
Reduction coefficient of pull out resistance (soil) :	γ_e =	1,35	[–]
Reduction coefficient of pull out resistance (grouting) :	γ_c =	1,35	[–]

Material of structure

Unit weight γ = 23,00 kN/m^3
Analysis of concrete structures carried out according to the standard EN 1992-1-1 (EC2).

Concrete: C 25/30
Cylinder compressive strength f_{ck} = 25,00 MPa
Tensile strength f_{ctm} = 2,60 MPa

1

Longitudinal steel: B500B
Yield strength f_{yk} = 500,00 MPa

Geometry of structure

No.	Coordinate X [m]	Depth Z [m]
1	0,00	0,00
2	-2,39	3,19
3	-3,64	2,96
4	-3,72	2,05
5	-3,22	2,05
6	-0,65	-0,51

The origin [0,0] is located at the most upper right point of the wall.
Wall section area = 5,02 m^2.

Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m^3]	γ_{su} [kN/m^3]	δ [°]
1	Zameljen mestoma glinen grušč in prod – gosto stanje		34,00	0,00	19,00	10,00	24,00
2	Apnenec		35,00	100,00	23,00	14,00	25,00

Soil parameters to compute pressure at rest

No.	Name	Pattern	Type calculation	φ_{ef} [°]	v [–]	OCR [–]	K_r [–]
1	Zameljen mestoma glinen grušč in prod – gosto stanje		cohesionless	34,00	-	-	-
2	Apnenec		cohesive	-	0,20	-	-

Soil parameters

Zameljen mestoma glinen grušč in prod – gosto stanje
Unit weight : γ = 19,00 kN/m^3
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 34,00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 0,00 kPa
Angle of friction struc.-soil : δ = 24,00 °
Soil : cohesionless
Saturated unit weight : γ_{sat} = 20,00 kN/m^3

Apnenec
Unit weight : γ = 23,00 kN/m^3
Stress-state : effective
Angle of internal friction : φ_{ef} = 35,00 °
Cohesion of soil : c_{ef} = 100,00 kPa
Angle of friction struc.-soil : δ = 25,00 °
Soil : cohesive
Poisson's ratio : v = 0,20
Saturated unit weight : γ_{sat} = 24,00 kN/m^3

Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	6,00	0,00 .. 6,00	Zameljen mestoma glinen grušč in prod – gosto stanje	
2	-	6,00 .. ∞	Apnenec	

Foundation

Type of foundation : soil from geological profile

Terrain profile

Terrain behind construction has the slope 1: 2,14 (slope angle is 25,00 °).
Embankment height is 0,47 m, embankment length is 1,00 m.

Water influence

GWT behind the structure lies at a depth of 2,50 m
Uplift in foot. bottom due to different pressures is not considered.

Input surface surcharges

No.	Surcharge new	Surcharge change	Action	Mag.1 [kN/m²]	Mag.2 [kN/m²]	Ord.x x [m]	Length l [m]	Depth z [m]
1	Yes		permanent	14,00		2,00	3,00	on terrain

Resistance on front face of the structure

Resistance on front face of the structure: passive
Soil on front face of the structure - Zameljen mestoma glinen grušč in prod – gosto stanje
Angle of friction struc.-soil δ = 20,00 °
Soil thickness in front of structure h = 1,50 m

Terrain in front of structure is flat.

Applied forces acting on the structure

No.	Force new	Force edit	Name	Action	F_x [kN/m]	F_z [kN/m]	M [kNm/m]	x [m]	z [m]
1	Yes		Force No. 1	permanent	-21,40	0,00	0,00	-4,10	2,30

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent
The wall is free to move. Active earth pressure is therefore assumed.
Reduction of soil/soil friction angle : do not reduce

Verification No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Coeff. overtur.	Coeff. sliding	Coeff. stress
Weight - wall	0,00	-1,96	243,87	2,95	1,000	1,000	1,350
FF resistance	-189,28	-0,49	-68,40	-1,24	1,000	1,000	1,350
Active pressure	6,77	-2,45	0,95	10,33	1,350	1,350	1,350
Water pressure	42,92	-0,71	-37,77	3,01	1,350	1,350	1,000
Uplift pressure	0,00	-5,16	0,00	6,05	1,000	1,000	1,350
Surch.1 - strip	3,81	-2,41	-1,19	4,51	1,350	1,350	1,000
Force No. 1	21,40	-2,86	0,00	1,95	1,350	1,350	1,350

Verification of complete wall

Check for overturning stability
Resisting moment M_{res} = 469,25 kNm/m
Overturning moment M_{ovr} = 64,85 kNm/m

Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip
Resisting horizontal force H_{res} = 79,69 kN/m
Active horizontal force H_{act} = -102,93 kN/m

Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Maximum stress in footing bottom : 81,40 kPa

Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [–]	Stress [kPa]
1	-747,72	176,38	-191,40	0,000	81,40
2	-458,63	112,20	-101,44	0,000	51,78

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	-523,62	122,14	-128,69

Verification of foundation soil

Stress in the footing bottom : trapezoid

Eccentricity verification
Max. eccentricity of normal force e = 0,000
Maximum allowable eccentricity e_{alw} = 0,333

Eccentricity of the normal force is SATISFACTORY

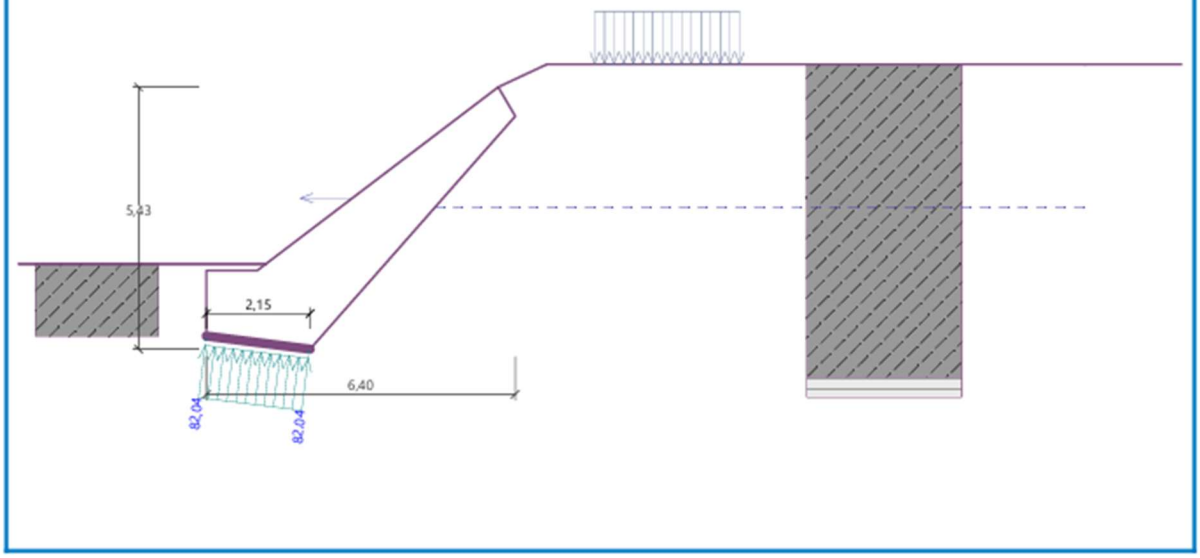
Verification of bearing capacity
Bearing capacity of foundation soil R = 460,00 kPa
Partial factor on bearing capacity γ_{Rv} = 1,40
Max. stress at footing bottom σ = 82,04 kPa
Bearing capacity of foundation soil R_d = 328,57 kPa

Bearing capacity of foundation soil is SATISFACTORY

Overall verification - bearing capacity of found. soil is SATISFACTORY

GeoMežnar d.o.o.
Topolšica 198 b, 3325 Šoštanj
Tel.: 031 683 950
mail: mitja@geomeznar.si

Name : Bearing cap.	Stage - analysis : 1 - -1



Dimensioning No. 1

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Coeff. moment	Coeff. norm.force	Coeff. shear for.
Weight - wall	0,00	-1,18	97,51	2,36	1,000	1,000	1,000
Active pressure	3,44	-1,78	1,99	4,42	1,000	1,000	1,350
Water pressure	1,05	-0,15	-0,92	2,30	1,350	1,350	1,350
Uplift pressure	0,00	-2,96	0,00	3,89	1,000	1,000	1,000
Surch.1 - strip	2,24	-0,98	-0,70	3,03	1,350	1,350	1,350
Force No. 1	21,40	-0,66	0,00	-0,21	1,350	1,350	1,350

Wall check at the construction joint 2,96 m from the wall crest

Cross-section depth h = 2,17 m

Ultimate shear force	V_{Rd}	=	979,70 kN/m	>	37,96 kN/m	=	V_{Ed}
Ultimate compressive force	N_{Rd}	=	1512,89 kN/m	>	97,31 kN/m	=	N_{Ed}
Ultimate moment	M_{Rd}	=	-105,09 kNm/m	>	-99,92 kNm/m	=	M_{Ed}

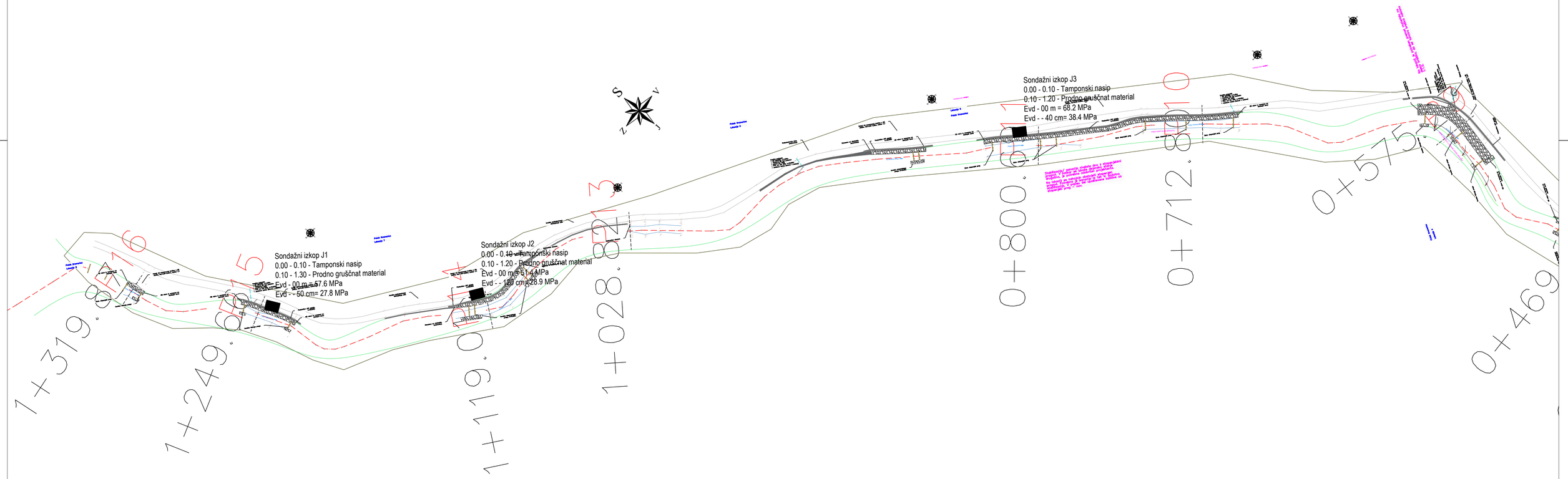
Cross-section bearing capacity is SATISFACTORY

6 RISBE

Risba G.1 Pregledna situacija geomehanskih meritev

Risba G.2 Pregledna situacija geomehanskih meritev

Risba G.3 Geotehnični profili

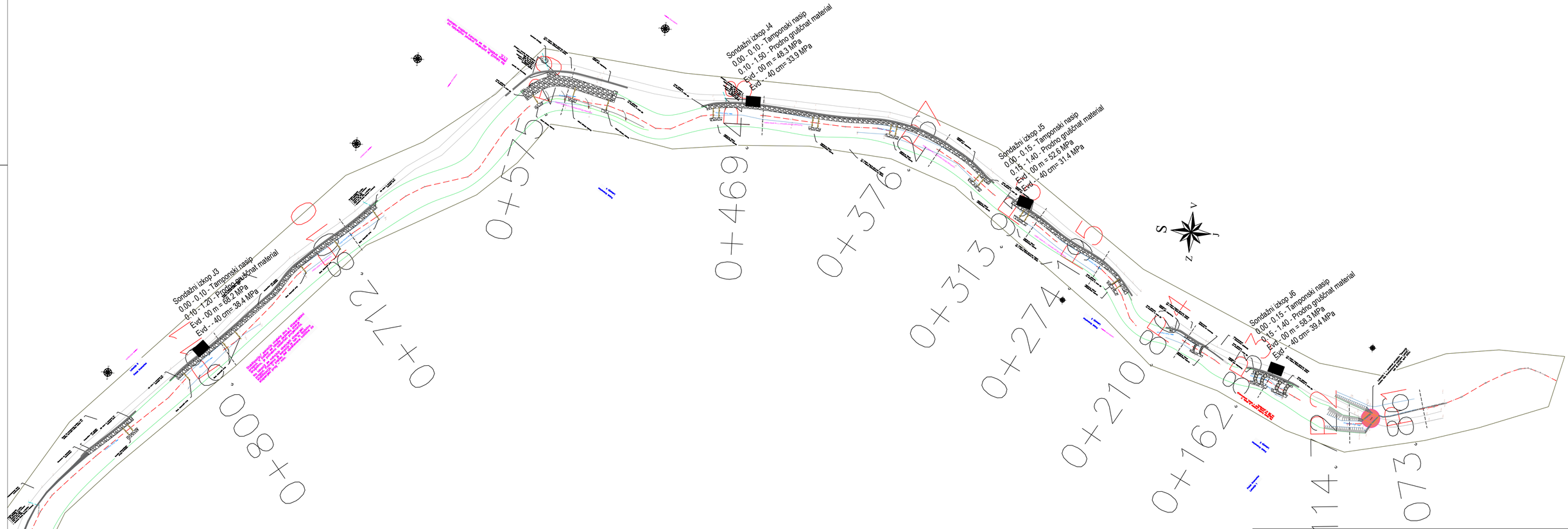


Projektant:	NAZIV	IME IN PRIIMEK	IDENT.ŠT. IZS	PODPIS
GeoMežnar d.o.o. Topolšica 198b 3325 Šoštanj	Vodja projekta:	Saša MILIJAŠ	G 3321	
	Pooblaščeni inženir:	Mitja MEŽNAR	RG 0181	
	Izdelal:	Mitja MEŽNAR	RG 0181	

Naziv ter vrsta gradnje:	Izvedbeni načrt zaradi spodjedanja na LC 410 023 v Belih Vodah Sanacijska dela ter vzdrževalna dela v javno korist			Št.proj.:	002/2024-INF
				Št.načrta:	GP - 126/2024
				Šifra CC:	
faza:	PZI	merilo:	1 : 1000	datum:	Oktober 2024
opis risbe:	Pregledna situacija geomehanskih meritev	del risbe:	vrsta načrta: Geološko geomehanski elaborat		

št. odseka:	arhivska št.:	faza/objekt:	šifra risbe:
		004.0301	G.101.1

št. risbe:	G.1	avtor risbe:	GeoMežnar d.o.o.
		ident.št.risbe:	



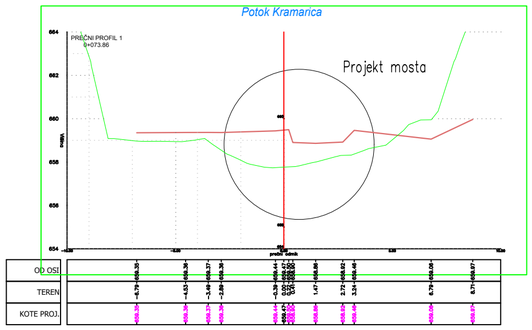
Projektant:	NAZIV	IME IN PRIIMEK	IDENT.ŠT. IZS	PODPIS
GeoMežnar d.o.o. Topolšica 198b 3325 Šoštanj	Vodja projekta:	Saša MILIJAŠ	G 3321	
	Pooblaščeni inženir:	Mitja MEŽNAR	RG 0181	
	Izdelal:	Mitja MEŽNAR	RG 0181	

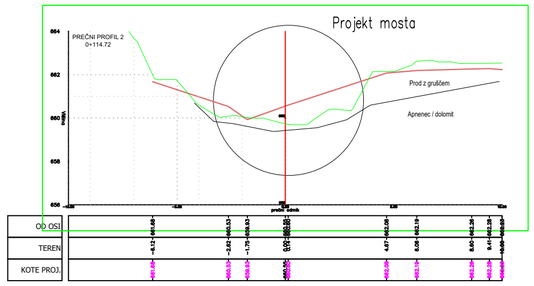
Naziv ter vrsta gradnje:	Izvedbeni načrt zaradi spodjedanja na LC 410 023 v Belih Vodah Sanacijska dela ter vzdrževalna dela v javno korist	Št.proj.:	002/2024-INF
		Št.načrta:	GP - 126/2024
		Šifra CC:	
faza:	PZI	merilo: 1 : 1000	datum: Oktober 2024
opis risbe:	Pregledna situacija geomehanskih meritev	del risbe:	vrsta načrta: Geološko geomehanski elaborat

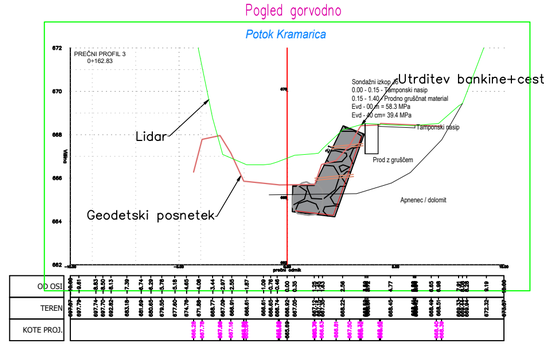
št. odseka:	arhivska št.:	faza/objekt:	šifra risbe:	
		004.0301	G.101.2	
št. risbe:	G.2	avtor risbe:	GeoMežnar d.o.o.	
		ident.št.risbe:		

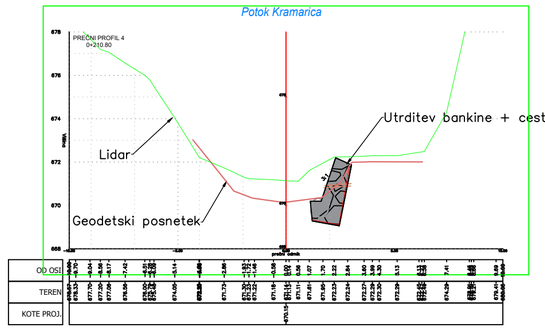
Pogled gorvodno

Potok Kramarica



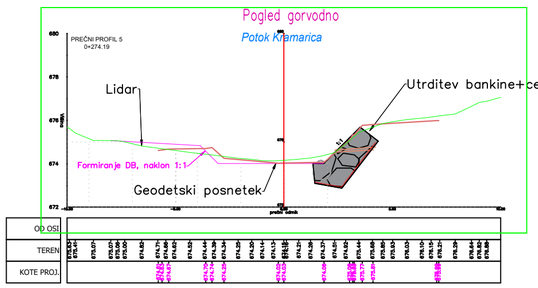


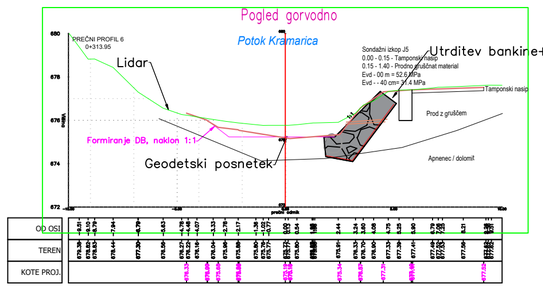


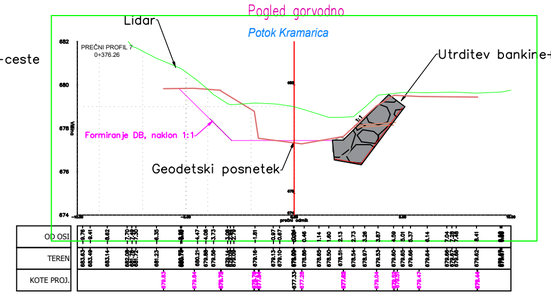


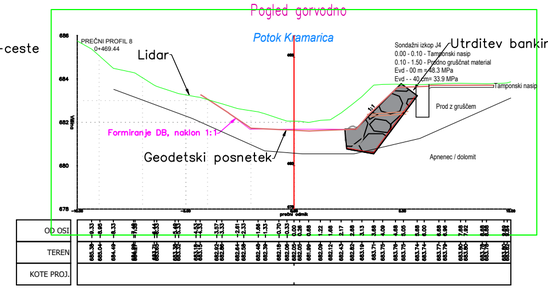
Pogled gorvodno

Potok Kramarica



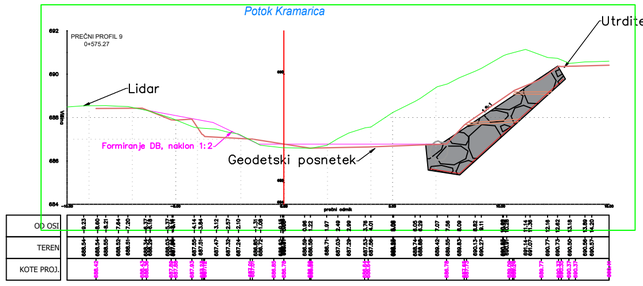


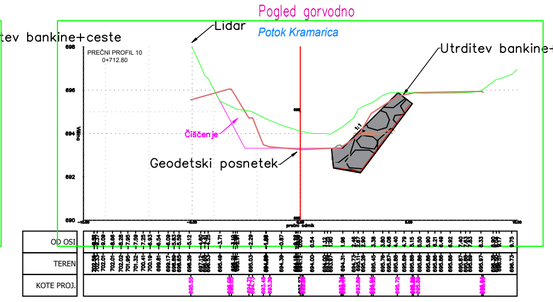


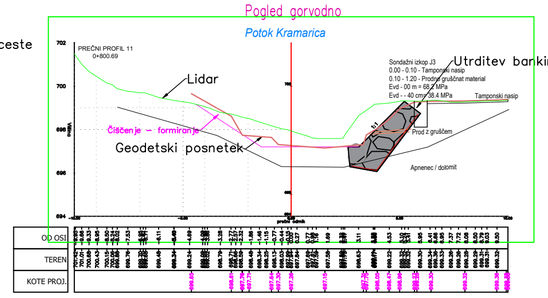


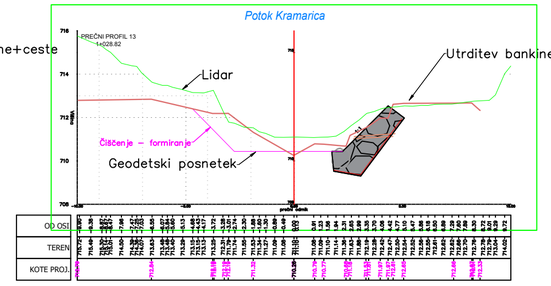
Pogled gorvodno

Potok Kramarica



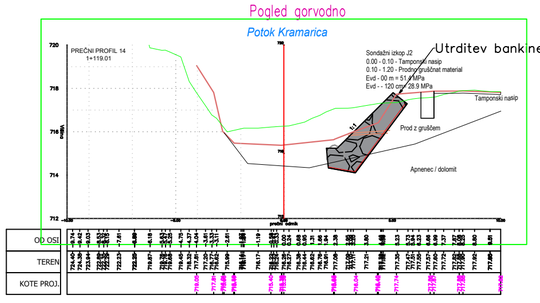


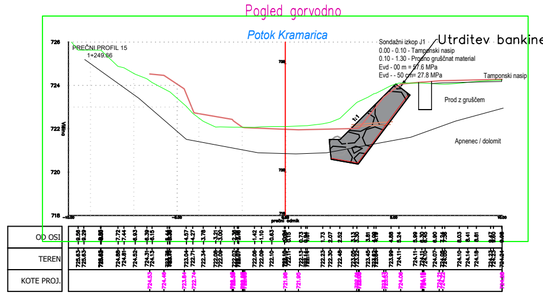


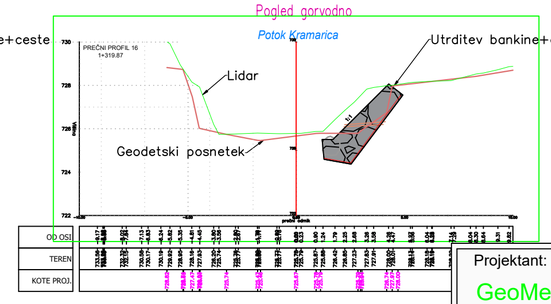


Pogled gorvodno

Potok Kramarica







Projektant: GeoMežnar d.o.o. Topolšica 198b 3325 Šoštanj	NAZIV	IME IN PRIIMEK	IDENT.ŠT. IZS	PODPIS
	Vodja projekta:	Saša MILIJAŠ	G 3321	
	Pooblaščeni inženir:	Mitja MEŽNAR	RG 0181	
	Izdelal:	Mitja MEŽNAR	RG 0181	

Naziv ter vrsta gradnje:	Izvedbeni načrt zaradi spodjedanja na LC 410 023 v Belih Vodah Sanacijska dela ter vzdrževalna dela v javno korist			Št.proj.:	002/2024-INF
				Št.načrta:	GP - 126/2024
				Šifra CC:	
faza:	PZI	merilo:	1 : 200	datum:	September 2025
opis risbe:	Geotehnični profili	del risbe:	vrsta načrta: Geološko geomehanski elaborat		

št. odseka:	arhivska št.:	faza/objekt:	šifra risbe:	
		004.0301	G.132	
št. risbe:	G.3	avtor risbe:	GeoMežnar d.o.o.	
		ident.št.risbe:		