NASLOVNA STRAN NAČRTA

INVESTITOR

ime in priimek ali naziv družbe	**Občina Šoštanj**
naslov ali sedež družbe	**Trg svobode 12, 3325 Šoštanj**

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje	**Plaz pri objektu Lokovica 89**
kratek opis gradnje	**Predvidena je stabilizacija brežine nad objektom s kamnito zložbo in AB gredo na zabitih jeklenih profilih in stabilizacija pod objektom z AB gredo na zabitih jeklenih profilih. Uredi se tudi odvodnjavanje območja.**
vrste gradnje	**Stabilizacija plazu**
vrsta dokumentacije	**IN (izvedbeni načrt)**
☐	**sprememba dokumentacije**
številka projekta	**282-13- 2023**

PODATKI O NAČRTU

strokovno področje načrta.	**NAČRT PODPORNIH KONSTRUKCIJ** – **GEOMEHANSKO POROČILO Z NAČRTOM STABILIZACIJE**
številka načrta	**282-13-2023**
datum izdelave	**September 2023**

PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA

ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja	**Ana KONTIČ, mag. gosp. inž.**
identifikacijska številka	**G-4700**
	podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja ali druge osebe

ANA KONTIČ
mag.gosp.inž.
IZS PI G-4700

PODATKI O PROJEKTANTU

projektant (naziv družbe)	**ANDREJC d.o.o.**
sedež družbe	**Topolšica 199b, 3325 Šoštanj**
vodja projekta	**Vesna ANDREJC, univ. dipl. inž. grad.**
identifikacijska številka	**G-2294**
	podpis vodje projekta
odgovorna oseba projektanta	**Vesna ANDREJC, univ. dipl. inž. grad.**
	podpis odgovorne osebe projektanta

VESNA ANDREJC
univ. dipl. inž. grad.
IZS G-2294

ANDREJC
Andrejc d.o.o.
Topolšica 199B, 3325 Šoštanj

S.3.2 VSEBINA NAČRTA

S. SPLOŠNI DEL

S.1 Osnovni podatki o načrtu

S.3.2 Vsebina načrta

T. TEHNIČNI DEL

T.1.1 Tehnično poročilo

T.1.2 Statični izračuni konstrukcij

T.1.3 Terenske preiskave in izračun povratne analize

T.2 Popisi del z oceno investicije

G. RISBE

G.1 Geodetski posnetek z lokacijo meritev

G.2 Geotehnični prerezi P1 – P4

G.3 Gradbena situacija

G.4 Zakoličbena situacija

G.5 Stabilizacija v P1

G.6 Stabilizacija v P2

G.7 Stabilizacija v P3

G.8 Stabilizacija v P4

G.9 Detajl AB grede 1 s HEA profili

G.10 Detajl AB grede 2 s HEA profili

G.11 Detajli kamnite zložbe

T.1.1 TEHNIČNO POROČILO

KAZALO VSEBINE TEHNIČNEGA POROČILA

KAZALO SLIK: 4
1. SPLOŠNO 5
2. OBSTOJEČE STANJE 5
3. GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE OSNOVE 8
4. TERENSKE PREISKAVE 9
5. POVRATNA ANALIZA 9
6. STABILNOSTNO STATIČNI IZRAČUN 10
6.1. Izračun jeklenih profilov in kamnite zložbe 11
7. IZVEDBA STABILIZACIJE 11
7.1. Kataster izvajanja del 11
7.2. Zemeljska dela 12
7.3. Pripravljalna dela in delovni plato 12
7.4. AB greda z zabitimi jeklenimi profili 12
7.5. AB greda 2 z zabitimi jeklenimi profili 13
7.6. Kamnita zložba 13
7.7. Odvodnjavanje 14
7.8. Zakoličevalni podatki 15
7.9. Deponije in stranski odvzemi 15
7.10. Opozorila 15

KAZALO SLIK:

Slika 1: Lokacija obravnavanega območja 5
Slika 2: Slika odlomnega robu na mestu predvidene kamnite zložbe 6
Slika 3: Slika odlomnega robu (območje meritve DPM 4-6) 6
Slika 4: Slika odlomnega robu predvidenega za stabilizacijo z AB gredo na zabitih jeklenih profilih 7
Slika 5: Slika plazu (pogled proti meritvi DPM 7) 7
Slika 6: Geološka karta območja (vir: PISO) 8
Slika 7: Detajl kamnitege iztoka 15

1. SPLOŠNO

Obravnavano območje se nahaja na območju objekta Lokovica 89 v občini Šoštanj.

Naročnik želi pridobiti informacije o prisotnih materialih obstoječega terena in predlog za možnost stabilizacije plazu.



Slika 1: Lokacija obravnavanega območja

Na obravnavanem območju je predvidena je predvidena stabilizacija brežine nad objektom s kamnito zložbo in AB gredo na zabitih jeklenih profilih. Na spodnji strani objekta se za stabilizacijo dovozne poti in samega objekta izvede AB greda na zabitih jeklenih profilih.

2. OBSTOJEČE STANJE

Na območju objekta se je na zaledni strani objekta na travniški površini sprožilo več plazov. Na celotni površini je vidnih več odlomnih robov, ki segajo vse do objekta, ter še naprej. Na profilu P2 je mogoče zaznati tri odlomne robove, ki segajo od vrha, kjer je tudi dovozna pot na travnik ter potekajo prečno čez celotno območje. Glede na pridobljene podatke se na delu

travnika že nahaja podporna konstrukcija od katere pa nimamo točnih podatkov. Glede na rezultate povratne analize se globina plazenja pojavlja na globini do cca. 3,0 – 5,0 m oz. do sloja nepodajne podlage tufa. Celotno območje je pričelo na novo plazeti po avgustovskem neurju. Od takrat se je na območju pojavilo več večjih razpok in odlomnih robov.



Slika 2: Slika odlomnega robu na mestu predvidene kamnite zložbe



Slika 3: Slika odlomnega robu (območje meritve DPM 4-6)



Slika 4: Slika odlomnega robu predvidenega za stabilizacijo z AB gredo na zabitih jeklenih profilih



Slika 5: Slika plazu (pogled proti meritvi DPM 7)

3. GEOLOŠKE IN HIDROGEOLOŠKE OSNOVE

Obravnavano območje pripada obrobju geotektonske enote imenovane Velenjska kotlina. Kotlina je nastala v poznem kenozoiku in sicer v poznem terciarju - pliocenu. Takrat so se zaradi epirogeneze začele pojavljati prelomnice, ki so navpično dvigovale in spuščale površje. Površje se je nagubalo, dno se je začelo ugrezati, med peskom in ilovico pa so začeli nastajati ligniti. To je rjavi premog, ki predstavlja veliko večino rudnega bogastva na tem območju. Velenjska kotlina je poleg Ljubljanskega barja tektonsko najmlajša v Sloveniji. Skozi Šaleško kotlino teče Reka Paka, ki je skozi različna zgodovinska obdobja v neposredni bližini vzdolž struge nanašala plasti proda in peska, ki se začnejo z višino in oddaljenostjo izgubljati.

Na območju Lokovice se nahajajo sivi peščeni laporji, andezitski tufi ter tufiti. Na posameznih manjših območjih lahko zasledimo tudi dacit. Na območjih proti jugu začnejo nato laporji prehajati v dolomit.

Lapor je siv, do temnosiv, sljudnat, peščen, ponekod kaže rahel vonj po bitumnu. V spodnjem delu vsebuje odtise ostrakodov, ki kažejo na sedimentacijsko okolje. Tuf je bledozelenkast do rumenozelenkast, pogosto preparel. Struktura je klasična, debelo do drobnozrnata. Pogosti so prehodi od vulkanskih breč, prek tufov do pelitskih tufov.

V hidrogeološkem smislu je mogoče obravnavati aluvijalne sedimente kamnine kot dobro prepustne, laporje, tufe, kot praktično neprepustne ali zelo omejeno prepustne zemljine, dolomite in apnence pa za vodo povsem neprepustne.



Slika 6: Geološka karta območja (vir: PISO)

4. TERENSKE PREISKAVE

Geološko sestavo in mehanske lastnosti smo ugotavljali z meritvami z dinamičnim penetrometrom DPM.

Izvedba penetracijskega sondiranja terena nam omogoča pridobiti informacije o trdnostnih karakteristikah materialov in globini trdne podlage, ki predstavlja drsno ploskev. Penetracijsko sondiranje smo na izbranih lokacijah ponavljali do globine trdne podlage. Interpretacija plasti v in rezultati meritev so podani za vsako posamezno meritev.

Rezultati meritev in interpretacija merjenih rezultatov so prikazani v poglavju T.1.3.

5. POVRATNA ANALIZA

Povratno analizo smo pričeli obravnavati s karakteristikami zemljin iz geotehničnih raziskav in izbranim nivojem podzemne vode. Nato smo karakteristike zemljin in nivoje podzemne vode tekom povratne analize prilagajali tako dolgo, da smo dobili drsino v bližini faktorja varnosti F=1.0 in da se računska drsina sklada z dejansko drsino. V času meritev (obdobje brez dežja) nivo vode ni bilo mogoče razbrati – palice so bile rahlo omočene, v izračunu smo jo obravnavali na globini cca. 0.5 m.

Karakteristike zemljin in nivo talne vode smo tekom povratne analize prilagajali tako dolgo, da smo dobili drsino v bližini faktorja varnosti F=1,0.

Za izdelavo povratne analize je bil uporabljen Mohr-Coulomb-ov kriterij za porušitev materialov ter Bishop metoda za izračun drsin.

Geotehnični profil PR.1:

Pri izračunu so upoštevane naslednje karakteristike slojev:

Sloj	Kohezija (kPa)	Strižni kot (º)	Prostorninska teža (kN/m3)
Glinena zemljina	2	22	18,0
Preperina kamnine	8	33	20
Lapor	50	35	23

Rezultati:

Pri povratni analizi v profilu PR.1 je dosežen faktor varnosti F=0.99 ki je v bližini faktorja varnosti F=1.00.

Vhodni podatki in rezultati analize so priloženi v poglavju T.1.3.

Geotehnični profil PR.4:

Pri izračunu so upoštevane naslednje karakteristike slojev:

Sloj	Kohezija (kPa)	Strižni kot (º)	Prostorninska teža (kN/m3)
Glinena zemljina	2	20	18,0
Lapor	50	35	23
Kamnito nasutje	1	38	20

Upoštevali smo tudi obtežbo ceste 9 kN/m^2 in obtežbo objekta 50 kN/m^2, ter obstoječo podporno konstrukcijo na zaledni strani objekta.

Rezultati:

Pri povratni analizi v profilu PR.4 je dosežen faktor varnosti F=0.97 ki je v bližini faktorja varnosti F=1.00.

6. STABILNOSTNO STATIČNI IZRAČUN

Osnova za dimenzioniranje podpornih 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.

6.1. Izračun jeklenih profilov in kamnite zložbe

Za stabilnostno-statični izračun podpornih/opornih konstrukcij smo uporabili programsko opremo GEO5. Kot rezultat analize smo dobili vrednosti mejnih stanj ter notranjih statičnih količin, ki so osnova za dimenzioniranje (PP2).

Karakteristike zemeljskih slojev

Mehanske in fizikalne karakteristike slojev smo povzeli po povratni analizi.

Pri obtežnem primeru so upoštevane geotehnične lastnosti materiala, globine posameznih slojev zemljin, geometrija terena, nivo talne vode.

7. IZVEDBA STABILIZACIJE

Na obravnavanem območju je predvidena izvedba kamnite zložbe v dolžini 50 m. Južno od predvidene kamnite zložbe se na območju kjer čez travnik poteka odlomni rob izvede AB greda na zabitih HEA profilih v skupni dolžini 50,50 m. Prav tako se pod objektom izvede stabilizacija dovozne poti ter samega objekta z AB gredo na zabitih HEA profilih v dolžini 25,0 m. Greda se izvede cca 0,30 m pod obstoječo koto terena. Ker je na dovozni cesti do objekta vidnih več posedkov makadamske pot, se prav tako tudi ta uredi. Uredi se tudi odvodnjavanje celotnega območja.

7.1. Kataster izvajanja del

Zap. št.	Šif. K.O.	Katastrska občina	Parcela	Povr. parc. [m^2]	Povr. posega [m^2]	Odstotek posega
1	963	Lokovica	1051/2	2763	170	6.15%
2	963	Lokovica	1050/1	3634	1025	28.21%
3	963	Lokovica	1050/3	1272	220	17.30%
4	963	Lokovica	1047/7	730	300	41.10%
5	963	Lokovica	1047/4	1746	250	14.32%
6	963	Lokovica	1047/3	1861	150	8.06%
7	963	Lokovica	1039/16	42188	130	0.31%

7.2. Zemeljska dela

Glavnina izkopov bo opravljenih v zemljini III. kategorije (glineno meljna zemljinain preperina kamnine), v globljih conah pa pričakujem kamnino IV.-V. kategorije (nepodajna podlaga –tuf).

Začasne izkope v zemljinah je potrebno izvajati v naklonu **največ 1:1** kot je prikazano na risbah, v nasprotnem primeru je **potrebno bolj strme izkope varovati**. Izkopi v kamninah se lahko izvajajo pod večjimi nakloni, vendar jih je potrebno ustrezno zaščititi pred vplivi erozije. Pri gradnji kamnite zložbe je predviden kontaktni izkop z gradnjo po kampadah 6,0 m, kjer je potrebno takoj po izkopi pričeti z gradnjo zložbe.

7.3. Pripravljalna dela in delovni plato

Pripravljalna dela

Pred izvedbo del je potrebno:

- zakoličiti podane zakoličbene točke in podati referenčno višino,
- postaviti gradbiščno ograjo in gradbiščne table

Dostopna cesta, delovni plato

Dostopna pot je potrebna le do kamnite zložbe in AB grede na travniku. AB greda pod objektom se izvede iz dostopne poti do objekta.

7.4. AB greda z zabitimi jeklenimi profili

Jekleni profili HEA 200 se zabijejo na medsebojni razdalji 0,6 – 1,0 m v vzdolžni smeri in v prečni smeri na razmaku 0,5 m. Profili so dolžine 3,0 – 7,0 m in kvalitete S235. Skupno število profilov znaša 68. Na skrajni zahodni strani AB grede oz. gledano s profila P1 so profili dolžine 7,0 m in se zabijajo v vzdolžne rastru 0,6 m. Število profilov dolžine 7,0 m znaša 17. Glede na nivo podlage se dolžina profilov in raster v vzdolžni smeri prilagaja. Profile je potrebno vgraditi min. 0,8 m do 0,9 m v AB gredo

Za izdelavo AB grede se izdela podlaga iz podložnega betona v debelini 0,1-0,15 m. AB greda je širine 90 cm in višine 100 cm. Za AB gredo bomo uporabili armaturne palice premera 14 mm in povezali s stremensko armaturo Φ12 na razdalji 20 cm. Zaščitni sloj betona v gredi je 5 cm. Vsa vgrajena armatura je kvalitete B500 B. Beton je kvalitete C30/37 XF3 PV-II D32 S3.

Celotna dolžina AB grede znaša 50,50 m. AB greda se dilatira na 4 kampade (2 x 12,0 m in 2 x 13,25). Dilatacija se izvede po detajlu iz risbe G.9. Na mestu dilatacije se v sredino prereza vstavi dilatacijski moznik iz gladkega jekla Φ20/30 (risba G.9), ki mora omogočati na eni strani osni premik.

Pri izvedbi grede je potrebno vidne robove ustrezno pobrati s trikotnimi letvami 2/2 cm.

Na vrhu zidu je potrebno montirati žično panelno ograjo v višini min. 120 cm.

7.5. AB greda 2 z zabitimi jeklenimi profili

Jekleni profili HEA 200 se zabijejo na medsebojni razdalji 0,8 m v vzdolžni smeri in v prečni smeri na razmaku 0,5 m. Profili so dolžine 5,0 m in kvalitete S235. Skupno število profilov znaša 31. Profile je potrebno vgraditi min. 0,8 m do 0,9 m v AB gredo. Končna višina AB grede je izvedena cca. 0,30 m pod obstoječo koto terena.

Za izdelavo AB grede se izdela podlaga iz podložnega betona v debelini 0,1-0,15 m. AB greda je širine 90 cm in višine 100 cm. Za AB gredo bomo uporabili armaturne palice premera 14 mm in povezali s stremensko armaturo Φ12 na razdalji 20 cm. Zaščitni sloj betona v gredi je 5 cm. Vsa vgrajena armatura je kvalitete B500 B. Beton je kvalitete C30/37 XF3 PV-II D32 S3. Celotna dolžina AB grede znaša 25 m. AB greda se dilatira na 2 kampade (2 x 12,5 m). Dilatacija se izvede po detajlu iz risbe G.10. Na mestu dilatacije se v sredino prereza vstavi dilatacijski moznik iz gladkega jekla Φ20/30 (risba G.10), ki mora omogočati na eni strani osni premik.

Pri izvedbi grede je potrebno vidne robove ustrezno pobrati s trikotnimi letvami 2/2 cm.

7.6. Kamnita zložba

Temeljno podlago kamnite zložbe predstavlja tuf.

Na ustrezno izravnano in očiščeno temeljno podlago se izdela betonski temelj iz betona C25/30, XC2, D32, S2 v debelini min. 50 cm, v katerega se nato začne vgrajevati kamniti lomljenec.

Pri izvedbi kamnite zložbe se uporabi beton C25/30 XC2, D16, S2 ter kamniti lomljenec velikosti 30-70 cm v razmerju 30:70, pri tem je potrebno fuge na vidnem delu zaradi sonaravnega izgleda poglobiti.

Na kamniti zložbi se izvede AB venec 0.60 m x 0.25 m iz betona C30/37 XF3, PV-II, D16, S3 na katerega se pritrdi žična panelna ograja. Zaščitni sloj armature v AB znaša 5 cm. Pri izvedbi venca je potrebno zgornje robove ustrezno pobrati s trikotnimi letvami 2/2 cm. AB venec se dilatira na 6-10 m po detajlu dilatacije. Na vzhodnem delu kamnite zložbe se dimenzije prilagodijo terenu. Detajli so prikazani v risbi G.11.

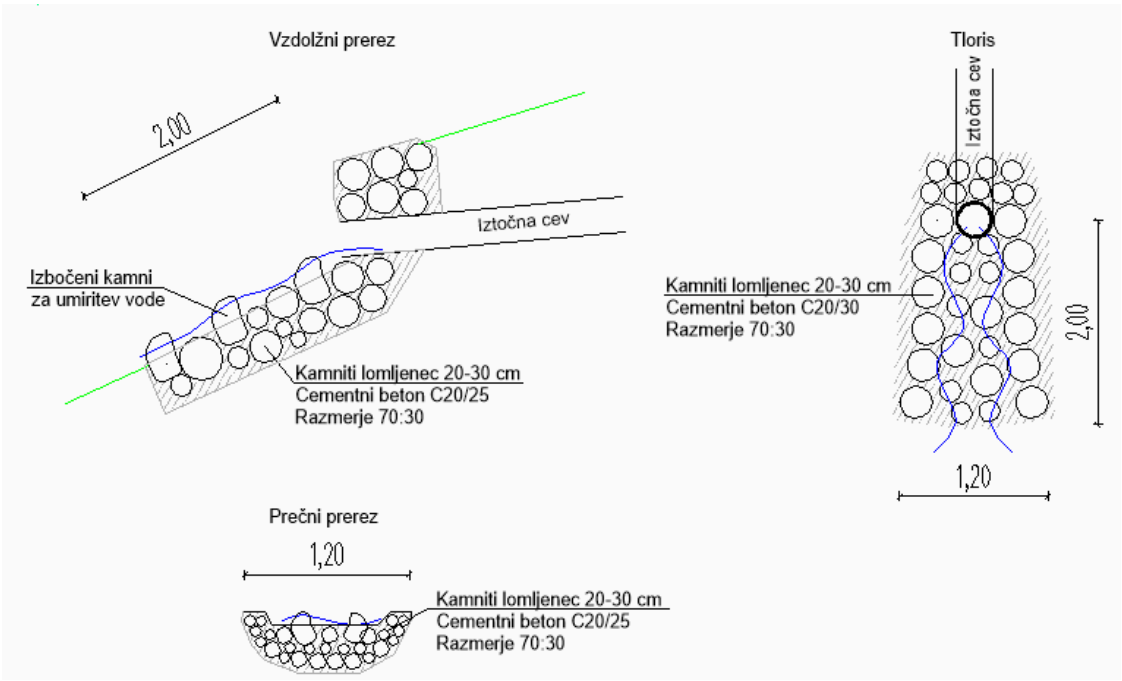
Dimenzije kamnite zložbe so: Višina 3,5 m (+ venec 0.25 m), dolžina 50 m (os venca).
Za kamnito zložbo se izdela drenažni zasip po celotni višini, širine 0,3 – 0,5 m, za izpust vode pa vgradimo na dnu zasipa drenažno cev.

7.7. Odvodnjavanje

Na zaledni strani kamnite zložbe se izdela drenažni zasip D16/32. Na dnu zasipa se na betonsko posteljico širine 30 cm vgradi drenažna PE DN 200. Drenažna cev se izvede pod naklonom min. 1 % proti jašku J2. Na vrhu kamnite zložbe se do mesta , kjer se prične kamnita zložba prilagajati terenu (vzhodni del) položijo betonske kanalete, ki so speljane v v peskolovni jašek J1 DN600, višine h= 1,0 m. Z jaška J1 se vode speljejo v glavni jašek J2 DN 800, višine h= 4,0 m. Jašek se po vgradnji za dodatno stabilizacijo pozida s kamnom in betonom. Z jaška J2 se vode speljejo po cevi PE DN 250, SN8 dolžine L= 25,0 m v betonski umirjevalni jašek J3, višine h= 1,5 m. Z jaška J3 se izvede cev PE DN 250, SN8 dolžine L= 40,0 m, ki se na koncu uredi s kamnitim iztokom. Za AB gredo locirano pod predvideno kamnito zložbo, se na dnu drenažnega zasipa D16/32 na posteljico širine 30 cm vgradi drenažna PE DN 200, ki se spelje v jašek J4 DN800. Od tod se izvede cev PE DN250, SN8 dolžine 45 m, ki se na koncu uredi s kamnitim iztokom.

Kamniti iztok

Kamniti iztok se izvede iz kamnitega lomljenca 20-30 cm v betonu C20/25 v razmerju 30:70.



Slika 7: Detajl kamnitege iztoka

7.8. Zakoličevalni podatki

Za zakoličbo so podane koordinate detaljnih točk v risbi G.4. Višinski potek je podan v priloženih pogledih, vzdolžnih in prečnih profilih.

7.9. Deponije in stranski odvzemi

Za potrebe izkopov je predvideno, da se izkopani material odpelje na stalno ali začasno deponijo. Hkrati je potrebno upoštevati še dovoz materiala iz stranskega odvzema, ki se ga po potrebi deponira na začasno deponijo na gradbišču.

Ker v fazi projektiranja ne poznamo razmer glede stranskih odvzemov oz. stalnih deponij, smo v predračunskem delu projekta razdalje do stalnih deponij oz. stranskih odvzemov ocenili.

7.10. Opozorila

Pri izvedbi del je potreben projektantski nadzor.

V primeru, da se v fazi izvajanja del pojavijo materiali ali ostale stvari, ki v projektu niso bile predvidene, o možnih spremembah odloča pooblaščeni inženir.

Zaledno brežino podporne konstrukcije na katero se nato postavi voziščna konstrukcija, je potrebno med zasipanjem ves čas utrjevati.

T.1.2 STATIČNI PRERAČUNI

T.1.2.1 KAMNITA ZLOŽBA H=3,5 m

Gravity wall analysis

Input data (Stage of construction 1)

Date : 24. 07. 2024

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

1

[GEO5 - Gravity Wall (64 bit) | version 5.2024.115.0 | hardware key 12695 / 1 | LAM BIRO | Copyright © 2024 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Cylinder compressive strength f_{ck} = 25,00 MPa
Tensile strength f_{ctm} = 2,60 MPa

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

Geometry of structure

No.	Coordinate X [m]	Depth Z [m]
1	0,00	0,00
2	-0,35	3,67
3	-2,10	3,50
4	-0,70	0,00

The origin [0,0] is located at the most upper right point of the wall.
Wall section area = 4,47 m2.

Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m3]	γ_{su} [kN/m3]	δ [°]
1	Glineno meljna zemljina		22,00	2,00	18,00	9,00	15,00
2	Preperina kamnine		33,00	8,00	19,00	10,00	22,00
3	Nepodajna podlaga - tuf		35,00	50,00	23,00	13,00	23,00

Soil parameters to compute pressure at rest

No.	Name	Pattern	Type calculation	φ_{ef} [°]	v [–]	OCR [–]	K_r [–]
1	Glineno meljna zemljina		cohesive	-	0,30	-	-
2	Preperina kamnine		cohesive	-	0,30	-	-
3	Nepodajna podlaga - tuf		cohesive	-	0,25	-	-

Foundation

Type of foundation : soil from geological profile

Water influence

Ground water table is located below the structure.

Resistance on front face of the structure

Resistance on front face of the structure: not considered
Soil on front face of the structure - Glineno meljna zemljina
Soil thickness in front of structure h = 1,00 m
Soil slope in front of structure β = -14,00 °

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

[GEO5 - Gravity Wall (64 bit) | version 5.2024.115.0 | hardware key 12695 / 1 | LAM BIRO | Copyright © 2024 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Verification No. 1 (Stage of construction 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	-1,45	102,72	1,25	1,000	1,000	1,350
Active pressure	25,13	-1,32	4,99	1,88	1,350	1,350	1,350

Verification of complete wall

Check for overturning stability

Resisting moment M_{res} = 100,85 kNm/m
Overturning moment M_{ovr} = 44,62 kNm/m

Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force H_{res} = 78,77 kN/m
Active horizontal force H_{act} = 23,18 kN/m

Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Maximum stress in footing bottom : 84,18 kPa

Bearing capacity of foundation soil (Stage of construction 1)

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	-11,44	148,01	19,45	0,000	84,18
2	2,09	112,23	22,91	0,011	65,21

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	-8,47	109,64	14,41

Verification of foundation soil

Stress in the footing bottom : trapezoid

Eccentricity verification

Max. eccentricity of normal force e = 0,011
Maximum allowable eccentricity e_{alw} = 0,333

Eccentricity of the normal force is SATISFACTORY

Verification of bearing capacity

Ultimate bearing capacity of found. soil R = 450,00 kPa
Partial factor on bearing capacity γ_{Rv} = 1,40
Max. stress at footing bottom σ = 84,58 kPa
Allowable bearing capacity of foundation soil R_d = 321,43 kPa

Bearing capacity of foundation soil is SATISFACTORY

Overall verification - bearing capacity of found. soil is SATISFACTORY

[GEO5 - Gravity Wall (64 bit) | version 5.2024.115.0 | hardware key 12695 / 1 | LAM BIRO | Copyright © 2024 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Dimensioning No. 1 (Stage of construction 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	-0,05	1,62	0,38	1,000	1,000	1,000
Active pressure	0,00	-0,10	0,00	0,74	1,000	1,000	1,000

Wall check at the construction joint 0,10 m from the wall crest

Cross-section depth h = 0,73 m
Ultimate compressive force N_{Rd} = 9085,55 kN/m > 1,62 kN/m = N_{Ed}
Ultimate moment M_{Rd} = -0,59 kNm/m > -0,04 kNm/m = M_{Ed}

Cross-section bearing capacity is SATISFACTORY

Verification No. 1 (Stage of construction 2)

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	-1,58	92,77	1,28	1,000	1,000	1,350
Earthq.- constr.	0,18	-1,45	-0,09	1,25	1,000	1,000	1,000
Active pressure	21,54	-1,45	4,05	1,89	1,350	1,350	1,350
Water pressure	11,70	-0,45	-1,12	1,81	1,350	1,350	1,350
Uplift pressure	0,00	-3,50	0,00	2,10	1,000	1,000	1,350
Earthq.- act.pressure	0,13	-2,23	0,02	1,97	1,000	1,000	1,000
Dyn. water pressure at the front	0,00	-0,10	0,00	2,10	1,000	1,000	1,000

Verification of complete wall

Check for overturning stability
Resisting moment M_{res} = 90,25 kNm/m
Overturning moment M_{ovr} = 49,78 kNm/m

Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip
Resisting horizontal force H_{res} = 70,45 kN/m
Active horizontal force H_{act} = 35,63 kN/m

Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Maximum stress in footing bottom : 75,58 kPa

Bearing capacity of foundation soil (Stage of construction 2)

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	-1,33	132,89	32,13	0,000	75,58
2	11,84	100,57	35,25	0,067	66,05

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	-0,83	98,43	23,88

[GEO5 - Gravity Wall (64 bit) | version 5.2024.115.0 | hardware key 12695 / 1 | LAM BIRO | Copyright © 2024 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Verification of foundation soil

Stress in the footing bottom : trapezoid

Eccentricity verification

Max. eccentricity of normal force $e = 0,067$
Maximum allowable eccentricity $e_{alw} = 0,333$

Eccentricity of the normal force is SATISFACTORY

Verification of bearing capacity

Ultimate bearing capacity of found. soil $R = 450,00$ kPa
Partial factor on bearing capacity $\gamma_{Rv} = 1,40$
Max. stress at footing bottom $\sigma = 80,67$ kPa
Allowable bearing capacity of foundation soil $R_d = 321,43$ kPa

Bearing capacity of foundation soil is SATISFACTORY

Overall verification - bearing capacity of found. soil is SATISFACTORY

Dimensioning No. 1 (Stage of construction 2)

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	-0,05	1,62	0,38	1,000	1,000	1,000
Earthq.- constr.	0,00	-0,05	0,00	0,38	1,000	1,000	1,000
Active pressure	0,00	-0,10	0,00	0,74	1,000	1,000	1,000
Water pressure	0,00	-0,10	0,00	0,74	1,000	1,000	1,000
Earthq.- act.pressure	0,00	-0,10	0,00	0,74	1,000	1,000	1,000

Wall check at the construction joint 0,10 m from the wall crest

Cross-section depth h = 0,73 m
Ultimate shear force $V_{Rd} = 472,99$ kN/m $> 0,00$ kN/m $= V_{Ed}$
Ultimate compressive force $N_{Rd} = 9085,55$ kN/m $> 1,62$ kN/m $= N_{Ed}$
Ultimate moment $M_{Rd} = -0,59$ kNm/m $> -0,04$ kNm/m $= M_{Ed}$

Cross-section bearing capacity is SATISFACTORY

[GEO5 - Gravity Wall (64 bit) | version 5.2024.115.0 | hardware key 12695 / 1 | LAM BIRO | Copyright © 2024 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

T.1.2.2 AB GREDA 1 NA ZABITIH HEA PROFILIH

Analysis of anti-slide pile

Input data

Date : 13. 08. 2024

Settings

Slovenia - EN 1997

Materials and standards

Concrete structures :	EN 1992-1-1 (EC2)
Coefficients EN 1992-1-1 :	standard
Circle pile shear :	simplified method
Steel structures :	EN 1993-1-1 (EC3)
Partial factor on bearing capacity of steel cross section :	γ_{M0} = 1,00

Pressure analysis

Verification methodology :	according to EN 1997
Active earth pressure calculation :	Coulomb
Passive earth pressure calculation :	Caquot-Kerisel
Earthquake analysis :	Mononobe-Okabe
Modulus of subsoil reaction :	standard

Consider reduction of the modulus of subsoil reaction for a braced sheeting

Pressures below the slip surface :	standard
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 earth resistance :	γ_{Re} =	1,40 [–]

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 [–]

Geometry of structure

Overall structure length = 7,00 m

I-section : HE 200 A, a = 1,20 m

Cross-section name : I-section : HE 200 A, a = 1,20 m
Computed coefficient of pressure reduction below the ditch = 0,67

Area of cross-section	A	=	4,49E-03 m^2/m
Moment of inertia	I	=	3,08E-05 m^4/m
Sectional modulus	W	=	3,239E-04 m^3/m
Plastic sectional modulus	W_{pl}	=	3,579E-04 m^3/m

I-section : HE 200 A, a = 1,20 m

[GEO5 - Anti-Slide Pile (64 bit) | version 5.2024.116.0 | hardware key 12695 / 1 | LAM BIRO | Copyright © 2024 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Cross-section name : I-section : HE 200 A, a = 1,20 m
Computed coefficient of pressure reduction below the ditch = 0,67
Area of cross-section A = 4,49E-03 m^2/m
Moment of inertia I = 3,08E-05 m^4/m
Sectional modulus W = 3,239E-04 m^3/m
Plastic sectional modulus W_{pl} = 3,579E-04 m^3/m

I-section : HE 200 A, a = 1,20 m

Cross-section name : I-section : HE 200 A, a = 1,20 m
Computed coefficient of pressure reduction below the ditch = 0,67
Area of cross-section A = 4,49E-03 m^2/m
Moment of inertia I = 3,08E-05 m^4/m
Sectional modulus W = 3,239E-04 m^3/m
Plastic sectional modulus W_{pl} = 3,579E-04 m^3/m

Forces above the slip surface

Depth of slip surface h_{s1} = 3,50 m
Input of active horizontal force : active pressure
Input of passive horizontal force : springs

Coeff. of increase of active pressure = 1,00

Material of structure

Structural steel: S 235
Yield strength f_y = 235,00 MPa
Elasticity modulus E = 210000,00 MPa
Shear modulus G = 81000,00 MPa

Modulus of reaction

Modulus of subsoil reaction is computed by method Schmitt.

Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m³]	γ_{su} [kN/m³]	δ [°]
1	Glineno meljna zemljina		22,00	2,00	18,00	9,00	15,00
2	Preperina kamnine		33,00	8,00	20,00	11,00	22,00
3	Nepodajna podlaga - tuf		35,00	50,00	23,00	13,00	15,00

Soil parameters to compute pressure at rest

No.	Name	Pattern	Type calculation	φ_{ef} [°]	v [–]	OCR [–]	K_r [–]
1	Glineno meljna zemljina		cohesive	-	0,30	-	-
2	Preperina kamnine		cohesive	-	0,30	-	-
3	Nepodajna podlaga - tuf		cohesive	-	0,25	-	-

Parameters of soils to compute modulus of subsoil reaction (Schmitt)

No.	Name	Pattern	v [–]	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]
1	Glineno meljna zemljina		0,30	-	8,00

[GEO5 - Anti-Slide Pile (64 bit) | version 5.2024.116.0 | hardware key 12695 / 1 | LAM BIRO | Copyright © 2024 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Name	Pattern	ν [–]	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]
2	Preperina kamnine		0,30	-	20,00
3	Nepodajna podlaga - tuf		0,25	-	80,00

Pile fixed into the rock

Length of wall in the rock l = 2,60 m
Bearing capacity of rock R = 450,00 kPa

Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	4,40	0,00 .. 4,40	Glineno meljna zemljina	
2	3,40	4,40 .. 7,80	Preperina kamnine	
3	-	7,80 .. ∞	Nepodajna podlaga - tuf	

Excavation

Soil in front of wall is excavated to a depth of 3,00 m.
Soil slope in front of structure β = -20,00 °

Terrain profile

Terrain behind construction has the slope 1: 4,33 (slope angle is 13,00 °).

Water influence

GWT behind the structure lies at a depth of 2,30 m
GWT in front of the structure lies at a depth of 3,50 m
Subgrade at the heel is not permeable.

Global settings

Number of FEs to discretize wall = 100
Analysis of depending pressures : reduce according to analysis settings
Minimum pressure is considered as $\sigma_{a,min} = 0{,}20\sigma_z$

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Analysis results

Maximum values of internal forces acting on the structure

Maximum shear force = 57,31 kN/m
Maximum moment = 57,49 kNm/m
Maximum displacement = 50,5 mm
Displacement in the depth of slip surface = 17,2 mm

Connecting beam

Normal force N = -6,68 kN/m
Shear force Q = 104,68 kN/m
Bending moment M = 32,54 kNm/m

Reactions

Reaction of front pile R_f = 104,68 kN/m
Reaction of back pile R_b = -104,68 kN/m

Verification of rock bearing capacity

[GEO5 - Anti-Slide Pile (64 bit) | version 5.2024.116.0 | hardware key 12695 / 1 | LAM BIRO | Copyright © 2024 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Bearing capacity of rock	R	=	450,00 kPa
Partial factor on rock bearing capacity	γ_{Rr}	=	1,40
Max. stress	σ	=	39,61 kPa
Design bearing capacity of rock	R_d	=	321,43 kPa

Bearing capacity of rock is SATISFACTORY

Dimensioning No. 1

Maximum values of internal forces

Maximum displacement	=	-50,5	mm
Minimum displacement	=	1,2	mm
Maximum bending moment	=	57,49	kNm/m
Minimum bending moment	=	-26,92	kNm/m
Maximum shear force	=	57,31	kN/m

Verification of steel section according to EN 1993-1-1

All construction stages are taken into the analysis.
Partial factor on load = 1,00

Internal forces per I-section

M_{max} = 68,99 kNm; Q = 1,30 kN; N = 125,62 kN
Q_{max} = 68,78 kN; M = 51,12 kNm; N = 125,62 kN

Verification of max. moment M_{max} + Q + N:

Verification of pressure and bending:

$M_{max}/M_{c,Rd} + N/N_{c,Rd} = 0,855 \leq 1$ **Is satisfactory**

Verification of shear:

$Q/V_{c,Rd} = 0,009 \leq 1$ **Is satisfactory**

Verification of plane state of stress:

Normal stress $\sigma_{x,Ed}$ = 182,17 MPa
Shear stress τ_{Ed} = 0,97 MPa

Verification: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,601 \leq 1$ **Is satisfactory**

Verification of max. shear force Q_{max} + M + N:

Verification of pressure and bending:

$M/M_{c,Rd} + N/N_{c,Rd} = 0,659 \leq 1$ **Is satisfactory**

Verification of shear:

$Q_{max}/V_{c,Rd} = 0,454 \leq 1$ **Is satisfactory**

Verification of plane state of stress:

Normal stress $\sigma_{x,Ed}$ = 141,04 MPa
Shear stress τ_{Ed} = 51,59 MPa

Verification: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,505 \leq 1$ **Is satisfactory**

Cross section is SATISFACTORY

IGEO5 - Anti-Slide Pile (64 bit) | version 5.2024.116.0 | hardware key 12695 / 1 | LAM BIRO | Copyright © 2024 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu

T.1.2.3 AB GREDA 2 NA ZABITIH HEA PROFILIH

Analysis of anti-slide pile

Input data (Stage of construction 1)

Date : 15. 08. 2024

Settings

Slovenia - EN 1997

Materials and standards

Concrete structures :	EN 1992-1-1 (EC2)
Coefficients EN 1992-1-1 :	standard
Circle pile shear :	simplified method
Steel structures :	EN 1993-1-1 (EC3)
Partial factor on bearing capacity of steel cross section :	γ_{M0} = 1,00

Pressure analysis

Verification methodology :	according to EN 1997
Active earth pressure calculation :	Coulomb
Passive earth pressure calculation :	Caquot-Kerisel
Earthquake analysis :	Mononobe-Okabe
Modulus of subsoil reaction :	standard

Consider reduction of the modulus of subsoil reaction for a braced sheeting

Pressures below the slip surface :	standard
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 earth resistance :	γ_{Re} =	1,40	[–]

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	[–]

Geometry of structure

Overall structure length = 5,00 m

I-section : HE 200 A, a = 1,60 m

Cross-section name : I-section : HE 200 A, a = 1,60 m
Computed coefficient of pressure reduction below the ditch = 0,50

Area of cross-section	A	=	3,36E-03 m^2/m
Moment of inertia	I	=	2,31E-05 m^4/m
Sectional modulus	W	=	2,429E-04 m^3/m
Plastic sectional modulus	W_{pl}	=	2,684E-04 m^3/m

RC rectangular wall h = 0,90 m

[GEO5 - Anti-Slide Pile (64 bit) | version 5.2024.116.0 | hardware key 12695 / 1 | LAM BIRO | Copyright © 2024 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Cross-section name : RC rectangular wall h = 0,90 m
Area of cross-section A = 9,00E-01 m^2/m
Moment of inertia I = 6,08E-02 m^4/m

I-section : HE 200 A, a = 1,60 m
Cross-section name : I-section : HE 200 A, a = 1,60 m
Computed coefficient of pressure reduction below the ditch = 0,50
Area of cross-section A = 3,36E-03 m^2/m
Moment of inertia I = 2,31E-05 m^4/m
Sectional modulus W = 2,429E-04 m^3/m
Plastic sectional modulus W_{pl} = 2,684E-04 m^3/m

Forces above the slip surface

Depth of slip surface h_{s1} = 3,10 m
Input of active horizontal force : active pressure
Input of passive horizontal force : springs

Coeff. of increase of active pressure = 1,00

Material of structure

Analysis of concrete structures carried out according to the standard EN 1992-1-1 (EC2).

Concrete: C 30/37
Cylinder compressive strength f_{ck} = 30,00 MPa
Tensile strength f_{ctm} = 2,90 MPa
Elasticity modulus E_{cm} = 33000,00 MPa
Shear modulus G = 13750,00 MPa

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

Transverse reinforcement: B500B
Yield strength f_{yk} = 500,00 MPa

Structural steel: S 235
Yield strength f_y = 235,00 MPa
Elasticity modulus E = 210000,00 MPa
Shear modulus G = 81000,00 MPa

Modulus of reaction

Modulus of subsoil reaction is computed by method Schmitt.

Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m3]	γ_{su} [kN/m3]	δ [°]
1	Glineno meljna zemljina		20,00	2,00	18,00	9,00	14,00
2	Nepodajna podlaga - tuf		35,00	50,00	23,00	13,00	24,00
3	Kamnito nasutje		38,00	1,00	20,00	11,00	25,00

Soil parameters to compute pressure at rest

No.	Name	Pattern	Type calculation	φ_{ef} [°]	ν [–]	OCR [–]	K_r [–]
1	Glineno meljna zemljina		cohesive	-	0,30	-	-
2	Nepodajna podlaga - tuf		cohesive	-	0,25	-	-

[GEO5 - Anti-Slide Pile (64 bit) | version 5.2024.116.0 | hardware key 12695 / 1 | LAM BIRO | Copyright © 2024 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

No.	Name	Pattern	Type calculation	φ_{ef} [°]	v [–]	OCR [–]	K_r [–]
3	Kamnito nasutje		cohesive	-	0,30	-	-

Parameters of soils to compute modulus of subsoil reaction (Schmitt)

No.	Name	Pattern	v [–]	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]
1	Glineno meljna zemljina		0,30	-	8,00
2	Nepodajna podlaga - tuf		0,25	-	80,00
3	Kamnito nasutje		0,30	-	20,00

Pile fixed into the rock

Length of wall in the rock l = 1,20 m
Bearing capacity of rock R = 1500,00 kPa

Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	3,80	0,00 .. 3,80	Glineno meljna zemljina	
2	-	3,80 .. ∞	Nepodajna podlaga - tuf	

Excavation

Soil in front of wall is excavated to a depth of 3,10 m.
Soil slope in front of structure β = -19,00 °

Terrain profile

Terrain behind construction has the slope 1: 19,08 (slope angle is 3,00 °).

Water influence

Ground water table is located below the structure.

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	9,00		0,30	3,69	on terrain

No.	Name
1	Dovozna pot

Global settings

Number of FEs to discretize wall = 100
Analysis of depending pressures : reduce according to analysis settings
Minimum pressure is considered as $\sigma_{a,min} = 0{,}20\sigma_z$

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

Analysis results (Stage of construction 1)

Maximum values of internal forces acting on the structure

Maximum shear force = 61,98 kN/m
Maximum moment = 40,15 kNm/m

[GEO5 - Anti-Slide Pile (64 bit) | version 5.2024.116.0 | hardware key 12695 / 1 | LAM BIRO | Copyright © 2024 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Maximum displacement = 32,9 mm
Displacement in the depth of slip surface = 9,0 mm

Connecting beam

Normal force N = -1,56 kN/m
Shear force Q = 81,11 kN/m
Bending moment M = 21,60 kNm/m

Reactions

Reaction of front pile R_f = 81,11 kN/m
Reaction of back pile R_b = -81,11 kN/m

Verification of rock bearing capacity

Bearing capacity of rock R = 1500,00 kPa
Partial factor on rock bearing capacity γ_{Rr} = 1,40
Max. stress σ = 273,98 kPa
Design bearing capacity of rock R_d = 1071,43 kPa

Bearing capacity of rock is SATISFACTORY

Analysis results (Stage of construction 2)

Maximum values of internal forces acting on the structure

Maximum shear force = 66,65 kN/m
Maximum moment = 43,11 kNm/m
Maximum displacement = 35,0 mm
Displacement in the depth of slip surface = 9,7 mm

Connecting beam

Normal force N = -0,57 kN/m
Shear force Q = 85,22 kN/m
Bending moment M = 21,68 kNm/m

Reactions

Reaction of front pile R_f = 85,22 kN/m
Reaction of back pile R_b = -85,22 kN/m

Verification of rock bearing capacity

Bearing capacity of rock R = 1500,00 kPa
Partial factor on rock bearing capacity γ_{Rr} = 1,40
Max. stress σ = 299,19 kPa
Design bearing capacity of rock R_d = 1071,43 kPa

Bearing capacity of rock is SATISFACTORY

Dimensioning No. 1

Verification of steel section according to EN 1993-1-1

All construction stages are taken into the analysis.
Partial factor on load = 1,00

Internal forces per I-section

M_{max} = 68,98 kNm; Q = 2,28 kN; N = 136,35 kN
Q_{max} = 106,64 kN; M = 47,94 kNm; N = 136,35 kN

Verification of max. moment M_{max} + Q + N:

Verification of pressure and bending:

$M_{max}/M_{c,Rd} + N/N_{c,Rd} = 0,863 \leq 1$ **Is satisfactory**

Verification of shear:

$Q/V_{c,Rd} = 0,015 \leq 1$ **Is satisfactory**

Verification of plane state of stress:

[GEO5 - Anti-Slide Pile (64 bit) | version 5.2024.116.0 | hardware key 12695 / 1 | LAM BIRO | Copyright © 2024 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

Normal stress $\sigma_{x,Ed}$ = 184,14 MPa
Shear stress τ_{Ed} = 1,71 MPa

Verification: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,614 \leq 1$ **Is satisfactory**

Verification of max. shear force Q_{max} + M + N:

Verification of pressure and bending:

$M/M_{c,Rd} + N/N_{c,Rd} = 0,633 \leq 1$ **Is satisfactory**

Verification of shear:

$Q_{max}/V_{c,Rd} = 0,703 \leq 1$ **Is satisfactory**

Verification of plane state of stress:

Normal stress $\sigma_{x,Ed}$ = 135,70 MPa
Shear stress τ_{Ed} = 79,98 MPa

Verification: $(\sigma_{x,Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 + 3*(\tau_{Ed}/(f_y/\gamma_{M0}))^2 = 0,681 \leq 1$ **Is satisfactory**

Cross section is SATISFACTORY

[GEO5 - Anti-Slide Pile (64 bit) | version 5.2024.116.0 | hardware key 12695 / 1 | LAM BIRO | Copyright © 2024 Fine spol. s r.o. All Rights Reserved | www.finesoftware.eu]

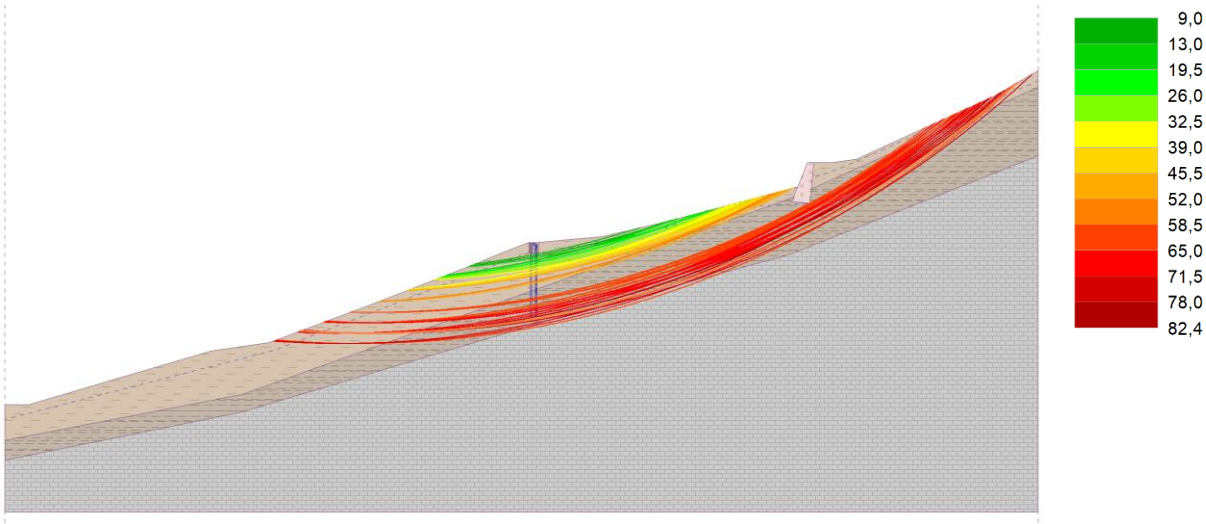
T.1.2.4 GLOBALNA STABILNOST SANIRANEGA STANJA V PROFILU P1 IN P4

Preverili smo še globalno stabilnosti po izvedbi stabilizacijski ukrepov. Izračun stabilnosti smo obdelali na profilu P1 in P4. V profilu P1 smo upoštevali dodano podporno konstrukcijo – kamnito zložbo in AB gredo na zabitih profilih HEA 200. V profilu P4 pa obstoječo podporno konstrukcijo ter AB gredo na zabitih profilih HEA 200. Upoštevali smo tudi obtežbo objekta in prometno obremenitev.

Pri izračunu je upoštevan varnostni faktor 1,25 (EC-7):

Pri izračunu so upoštevane naslednje karakteristike slojev:

Globalna analiza saniranega stanja v profilu P1

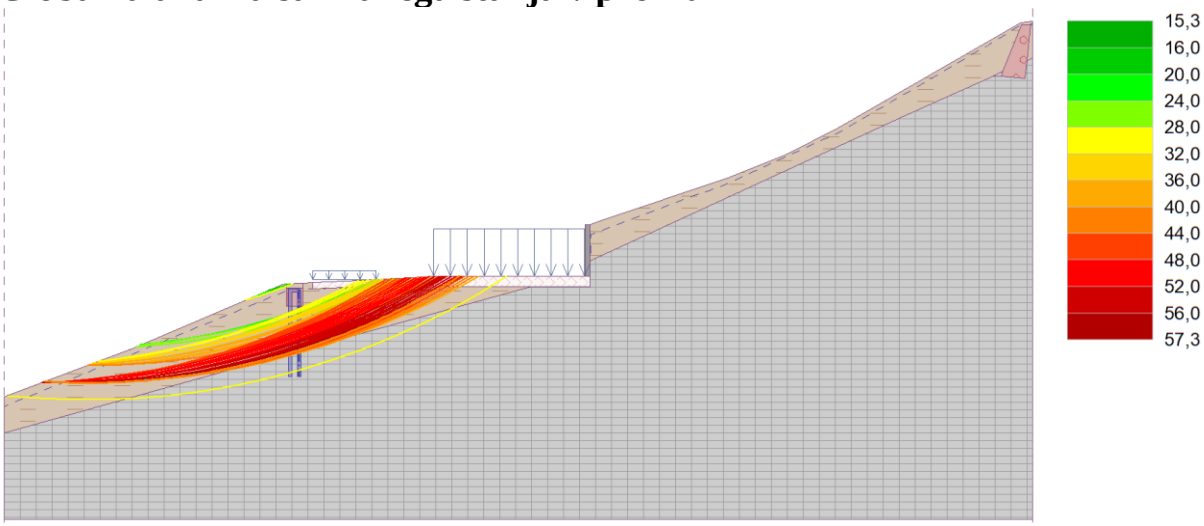


Slip surface after grid search.
Slope stability verification (Bishop)
Sum of active forces : F_a = 1783,99 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 2164,19 kN/m
Sliding moment : M_a = 165735,41 kNm/m
Resisting moment : M_p = 201056,54 kNm/m
Utilization : 82,4 %
Slope stability ACCEPTABLE

<u>Rezultati v profilu P1:</u>

Pri izračunu po izvedeni stabilizaciji s kamnito zložbo in HEA profili je dosežena stopnja izkoriščenosti cca 83 %, ki je nižja od 100 %, kar pomeni, da je profil v tem delu v stabilnem stanju. Ob upoštevanju stabilizacijskih ukrepov je globalna stabilnost zagotovljena.

Globalna analiza saniranega stanja v profilu P4



Slip surface after grid search.

Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : F_a = 320,22 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 558,65 kN/m

Sliding moment : M_a = 13148,19 kNm/m
Resisting moment : M_p = 22938,31 kNm/m
Utilization : 57,3 %

Slope stability ACCEPTABLE

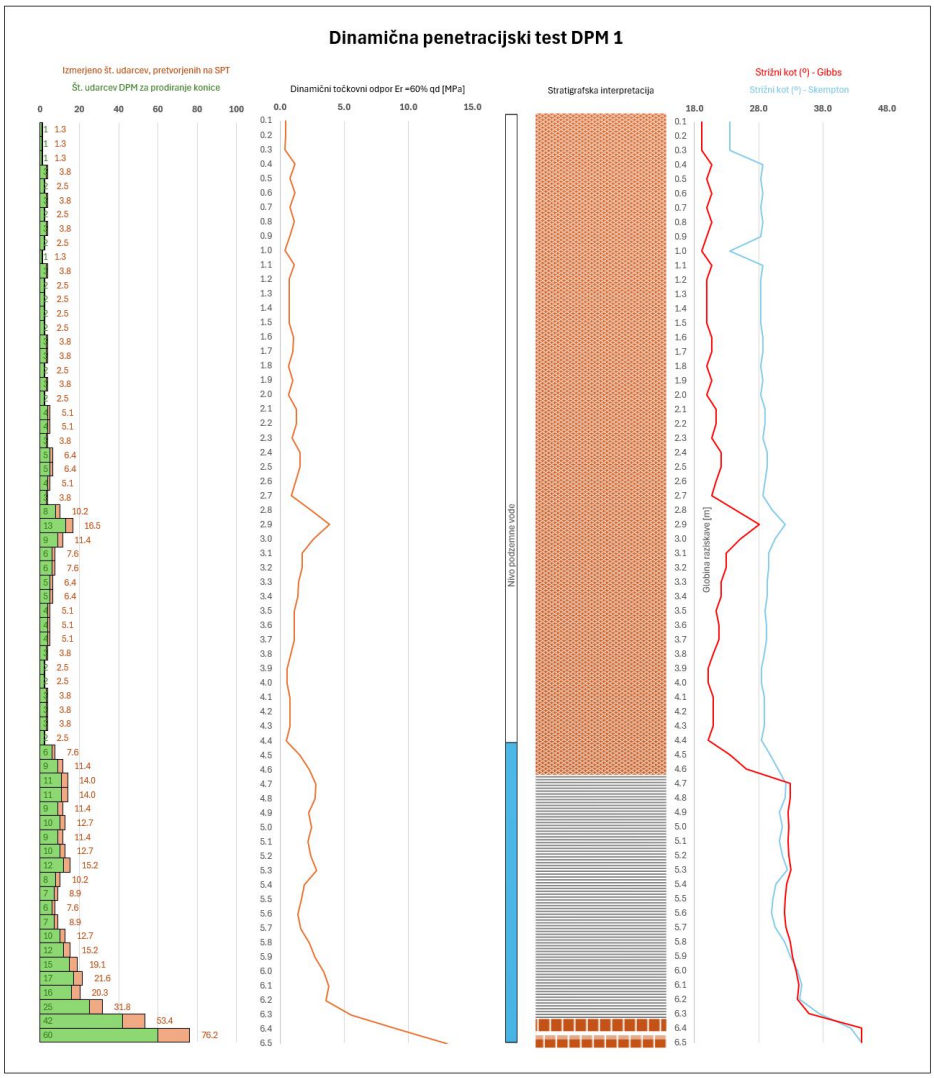
Rezultati v profilu P1:

Pri izračunu po izvedeni stabilizaciji s kamnito zložbo in HEA profili je dosežena stopnja izkoriščenosti cca 58 %, ki je nižja od 100 %, kar pomeni, da je profil v tem delu v stabilnem stanju. Ob upoštevanju stabilizacijskih ukrepov je globalna stabilnost zagotovljena.

T.1.3 TERENSKE PREISKAVE IN IZRAČUN POVRATNE ANALIZE

T.1.3.1 Sondiranje z dinamičnim penetrometrom – DPM: DPM 1

Globina meritve: 6,5 m



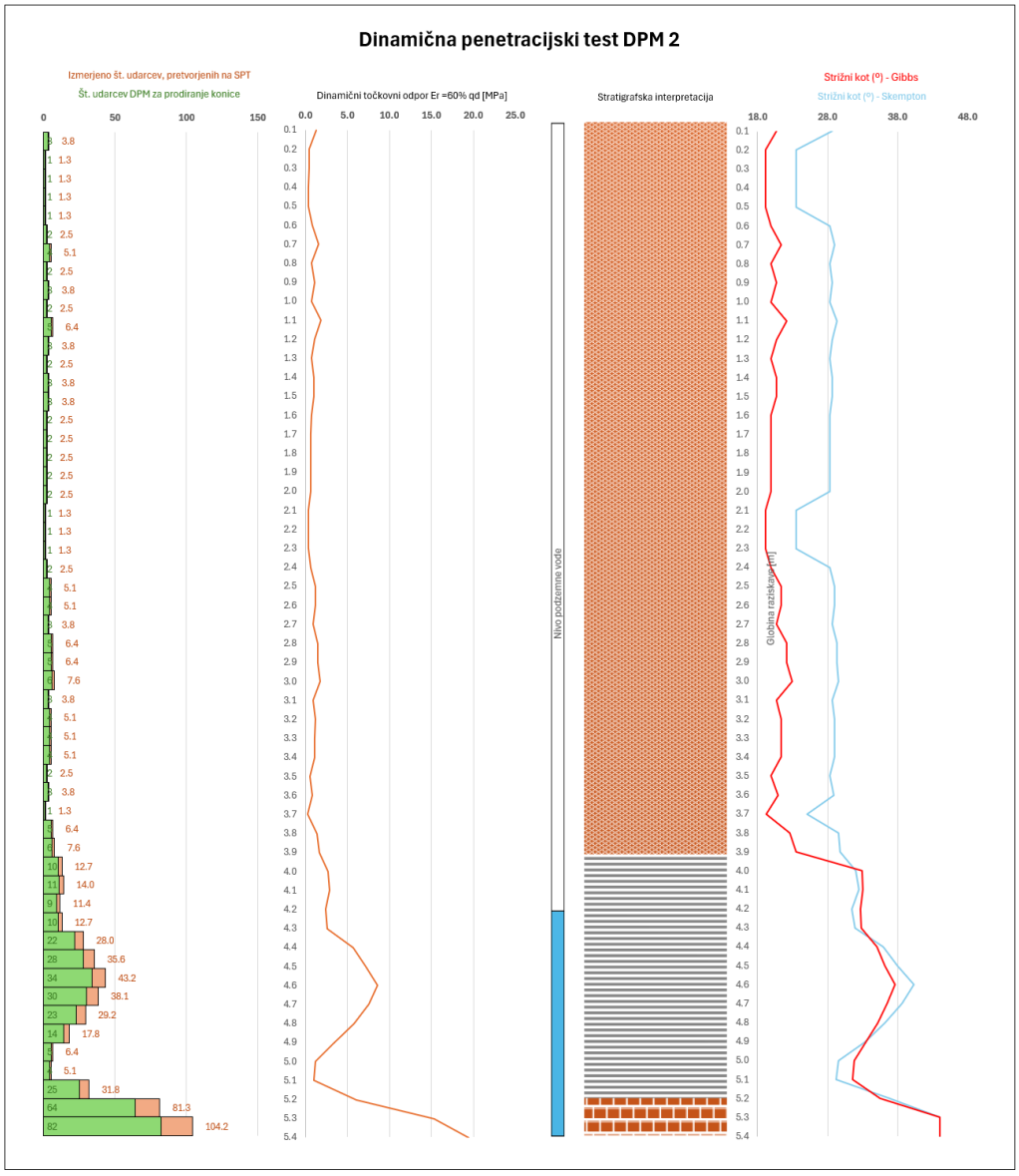
Popis tal glede na izmerjene odpornosti:

Geološko-geotehnični opis – ocenjeno	Klasifikacija SIST EN ISO 14688-2:2004 - ocenjeno	Sloj (m)	Povprečno število udarcev – pretvorba na SPT (N)
Glineno meljna zemljina	siCl	0.0 – 4,6	5
Preperina kamnine	coBo	4,6 – 6,3	15
Nepodajna podlaga – tuf	xBo	> 6,3	65

Podzemna voda je bila zaznana na globini 4,5 m.

T.1.3.2 Sondiranje z dinamičnim penetrometrom – DPM: DPM 2

Globina meritve: 5,4 m



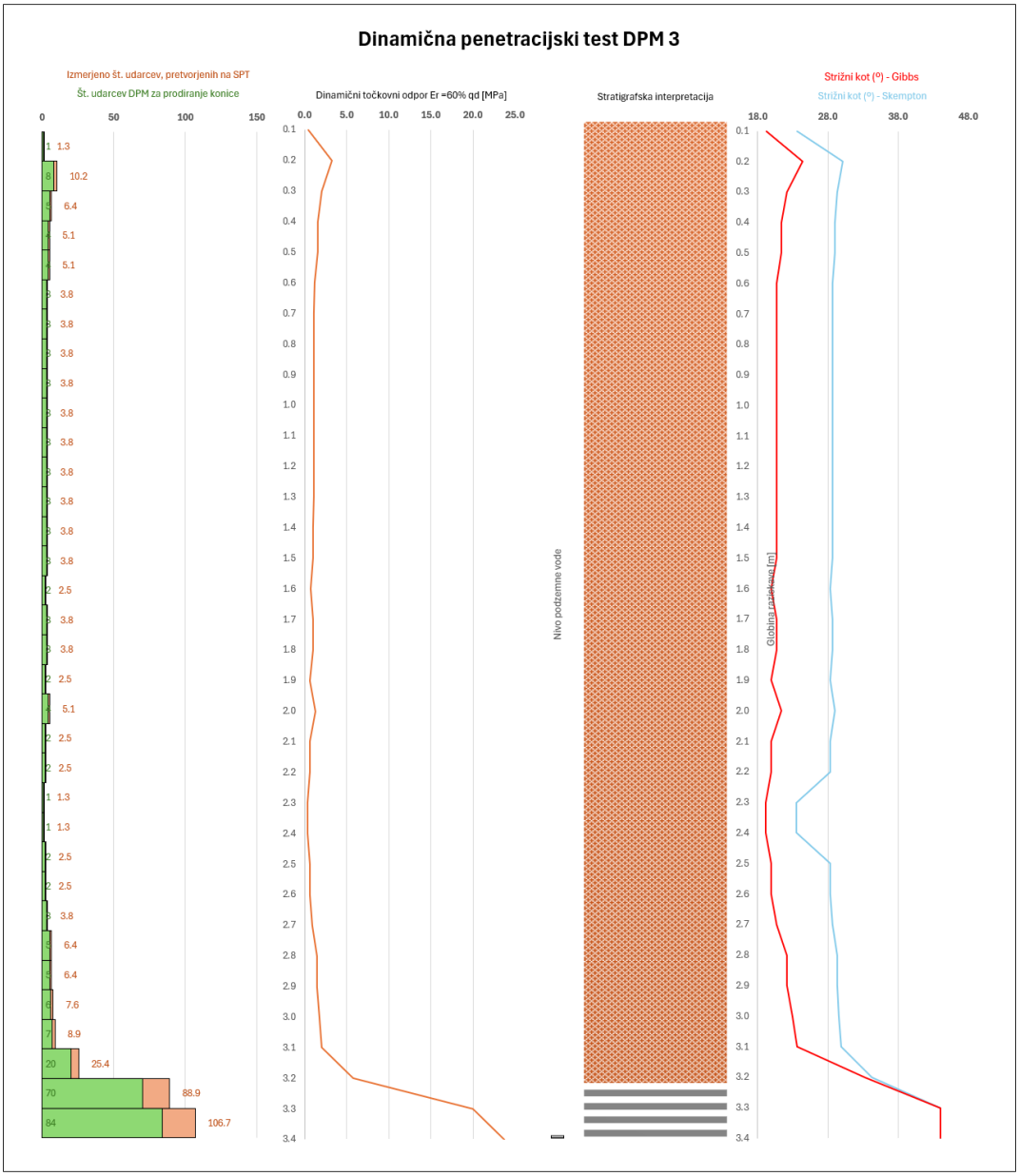
Popis tal glede na izmerjene odpornosti:

Geološko-geotehnični opis – ocenjeno	Klasifikacija SIST EN ISO 14688-2:2004 - ocenjeno	Sloj (m)	Povprečno število udarcev – pretvorba na SPT (N)
Glineno meljna zemljina	siCl	0.0 – 3,9	4
Preperina kamnine	coBo	3,9 – 5,2	22
Nepodajna podlaga – tuf	xBo	> 5,2	93

Podzemna voda je bila zaznana na globini 4,3 m.

T.1.3.3 Sondiranje z dinamičnim penetrometrom – DPM: DPM 3

Globina meritve: 3,4 m



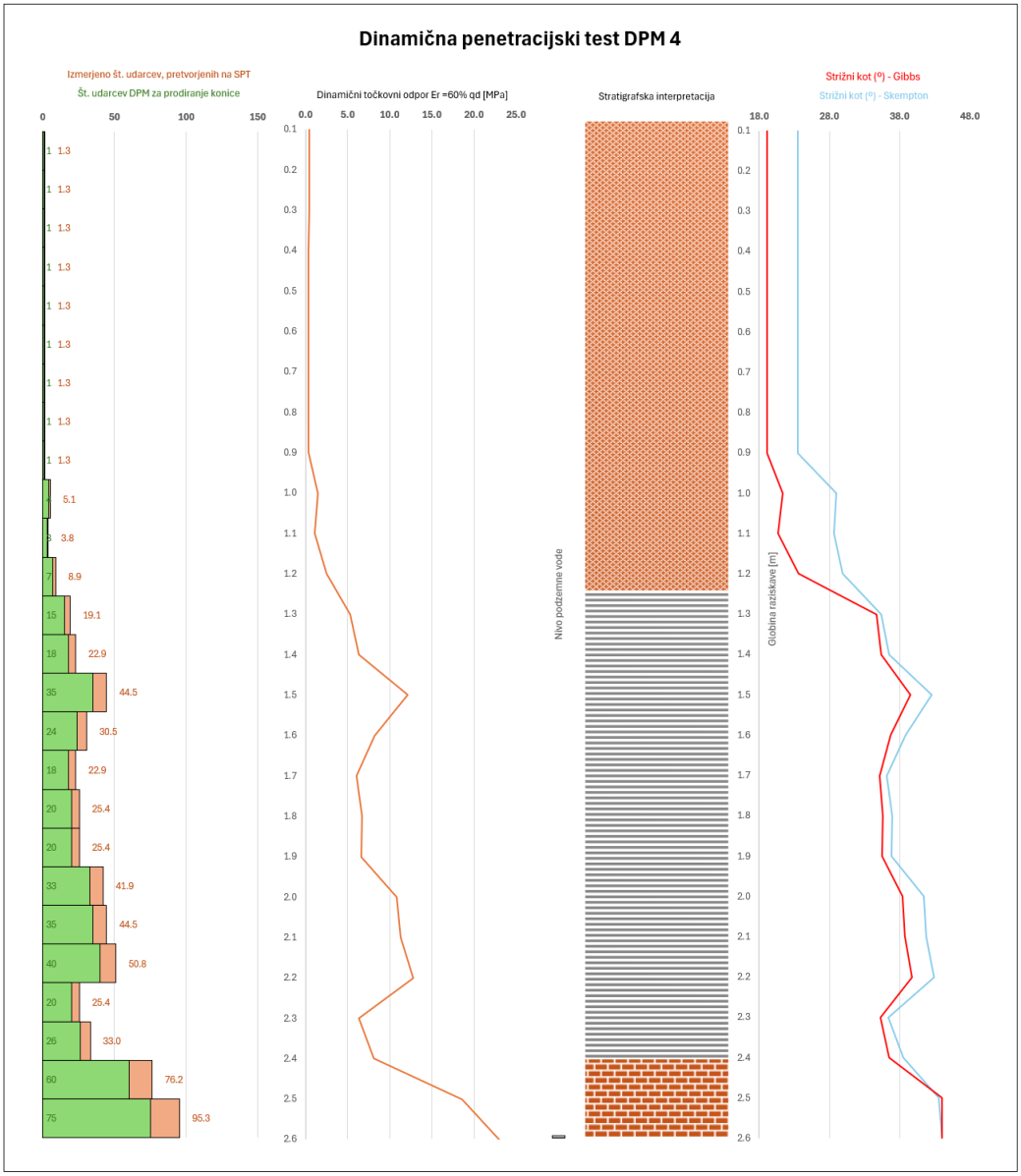
Popis tal glede na izmerjene odpornosti:

Geološko-geotehnični opis – ocenjeno	Klasifikacija SIST EN ISO 14688-2:2004 - ocenjeno	Sloj (m)	Povprečno število udarcev – pretvorba na SPT (N)
Glineno meljna zemljina	siCl	0,0 – 3,2	5
Nepodajna podlaga – tuf	xBo	> 3,2	98

Podzemna voda pri penetraciji ni bila zaznana.

T.1.3.4 Sondiranje z dinamičnim penetrometrom – DPM: DPM 4

Globina meritve: 2,6 m



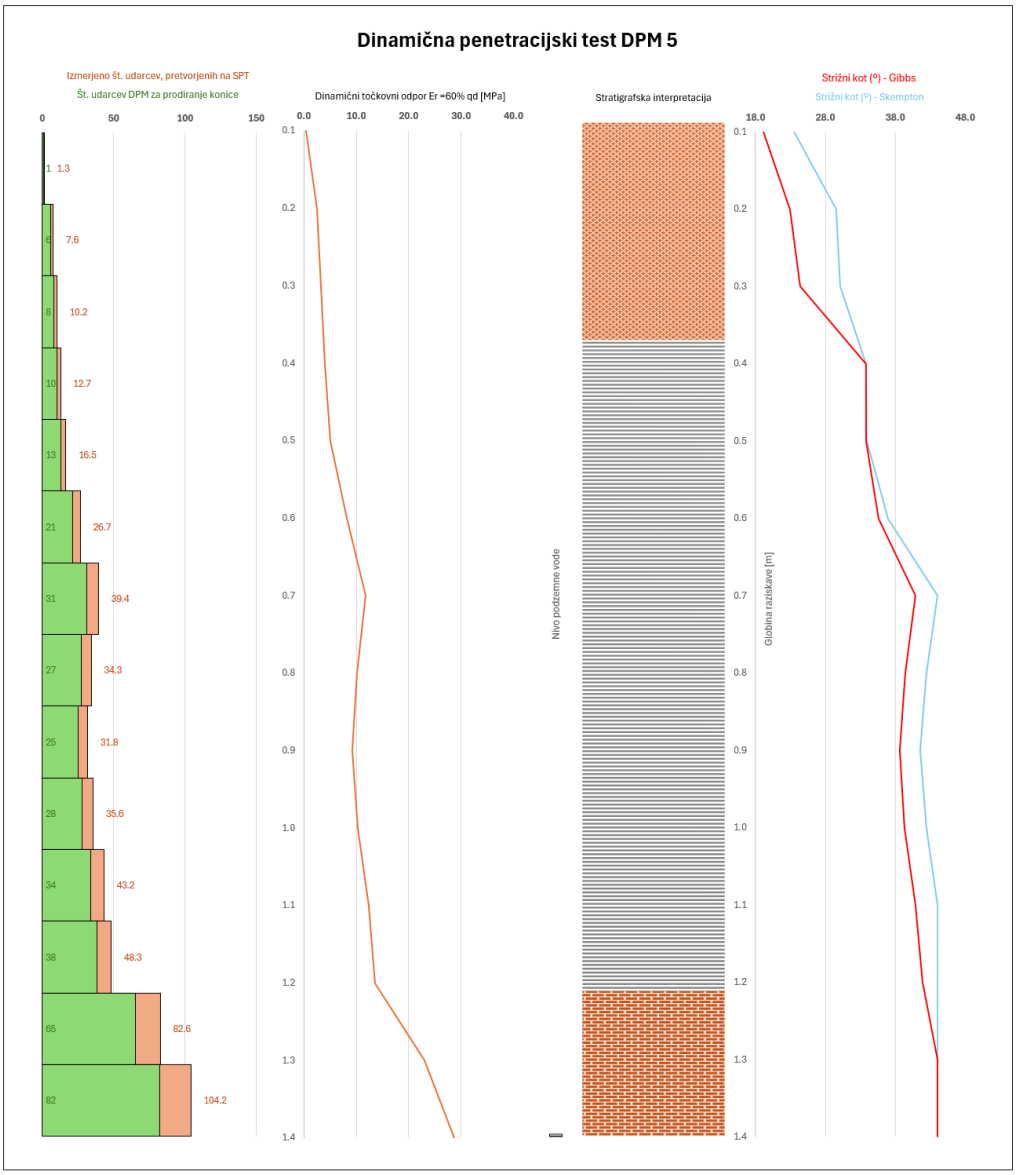
Popis tal glede na izmerjene odpornosti:

Geološko-geotehnični opis – ocenjeno	Klasifikacija SIST EN ISO 14688-2:2004 - ocenjeno	Sloj (m)	Povprečno število udarcev – pretvorba na SPT (N)
Glineno meljna zemljina	siCl	0,0 – 1,2	2
Preperina kamnine	coBo	1,2 – 2,4	32
Nepodajna podlaga – tuf	xBo	> 2,4	86

Podzemna voda pri penetraciji ni bila zaznana.

T.1.3.5 Sondiranje z dinamičnim penetrometrom – DPM: DPM 5

Globina meritve: 1,4 m



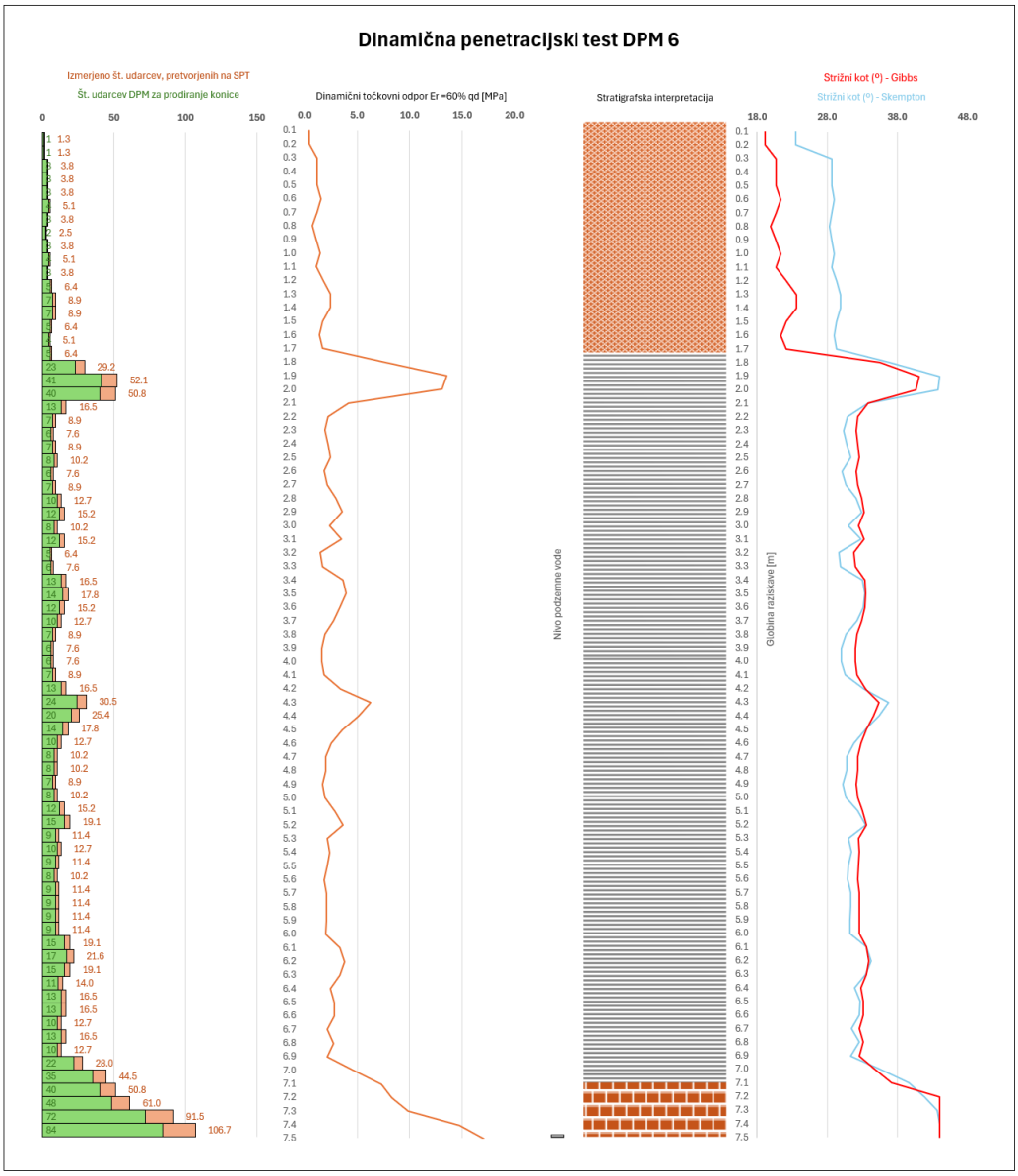
Popis tal glede na izmerjene odpornosti:

Geološko-geotehnični opis – ocenjeno	Klasifikacija SIST EN ISO 14688-2:2004 - ocenjeno	Sloj (m)	Povprečno število udarcev – pretvorba na SPT (N)
Glineno meljna zemljina	siCl	0,0 – 0,3	6
Preperina kamnine	coBo	0,3 – 1,2	32
Nepodajna podlaga – tuf	xBo	> 1,2	93

Podzemna voda pri penetraciji ni bila zaznana.

T.1.3.6 Sondiranje z dinamičnim penetrometrom – DPM: DPM 6

Globina meritve: 7,5 m



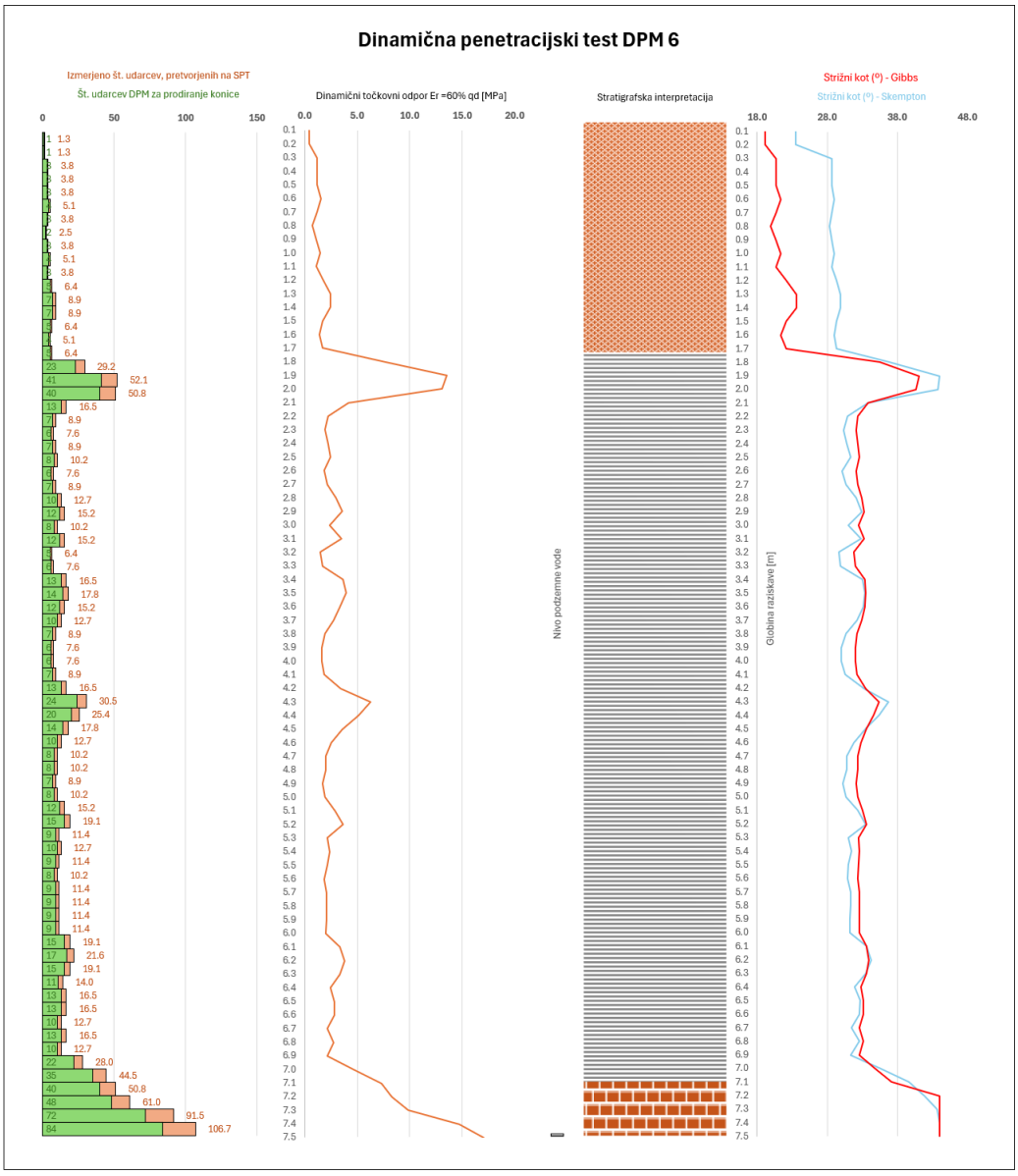
Popis tal glede na izmerjene odpornosti:

Geološko-geotehnični opis – ocenjeno	Klasifikacija SIST EN ISO 14688-2:2004 - ocenjeno	Sloj (m)	Povprečno število udarcev – pretvorba na SPT (N)
Glineno meljna zemljina	siCl	0,0 – 1,7	5
Preperina kamnine	coBo	1,7 – 7,1	16
Nepodajna podlaga – tuf	xBo	> 7,1	78

Podzemna voda pri penetraciji ni bila zaznana.

T.1.3.6 Sondiranje z dinamičnim penetrometrom – DPM: DPM 6

Globina meritve: 7,5 m



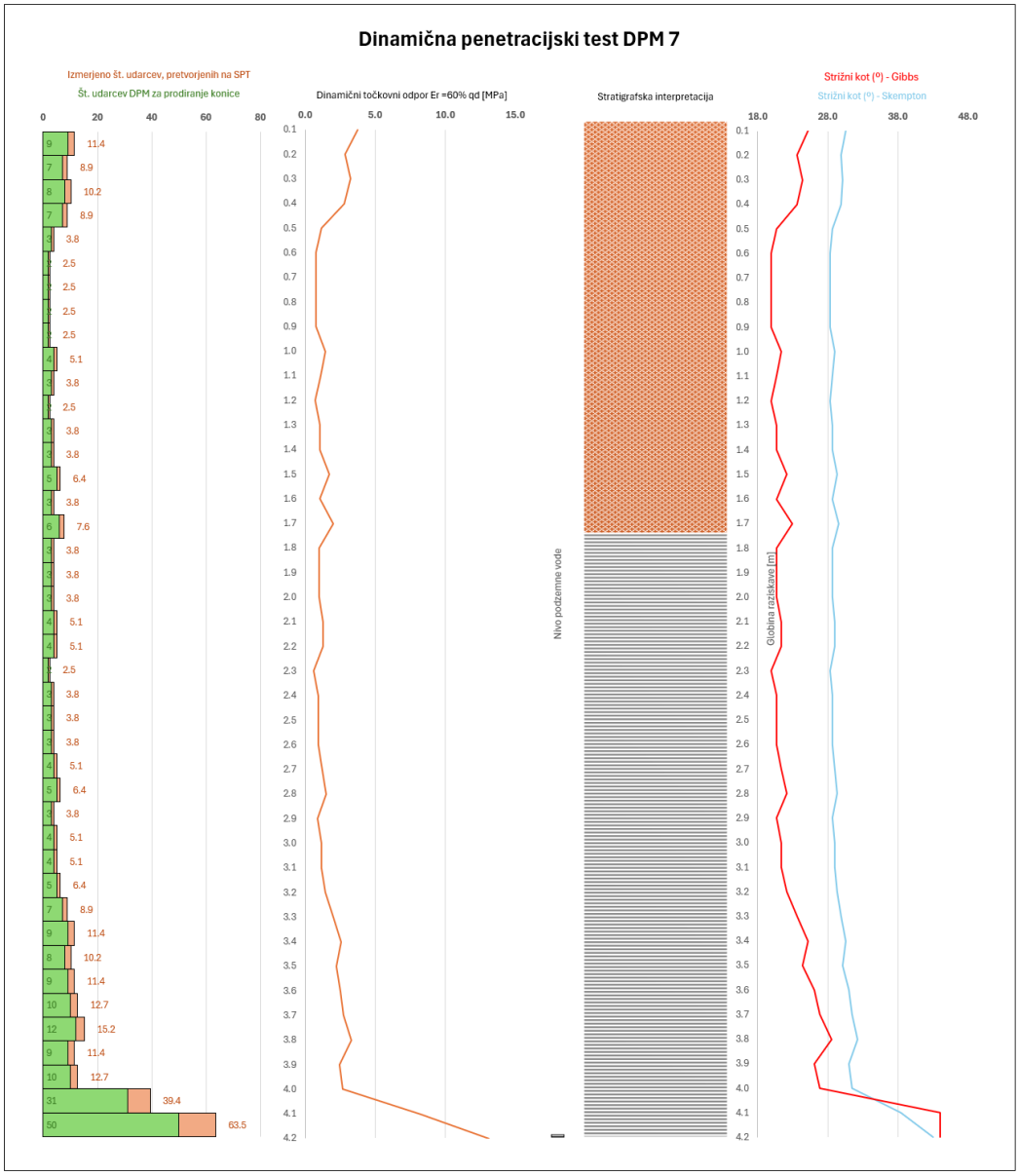
Popis tal glede na izmerjene odpornosti:

Geološko-geotehnični opis – ocenjeno	Klasifikacija SIST EN ISO 14688-2:2004 - ocenjeno	Sloj (m)	Povprečno število udarcev – pretvorba na SPT (N)
Glineno meljna zemljina	siCl	0,0 – 1,7	5
Preperina kamnine	coBo	1,7 – 7,1	16
Nepodajna podlaga – tuf	xBo	> 7,1	78

Podzemna voda pri penetraciji ni bila zaznan

T.1.3.7 Sondiranje z dinamičnim penetrometrom – DPM: DPM 7

Globina meritve: 4,2 m



Popis tal glede na izmerjene odpornosti:

Geološko-geotehnični opis – ocenjeno	Klasifikacija SIST EN ISO 14688-2:2004 - ocenjeno	Sloj (m)	Povprečno število udarcev – pretvorba na SPT (N)
Glineno meljna zemljina	siCl	0,0 – 4,0	6
Nepodajna podlaga – tuf	xBo	> 4,0	51

Podzemna voda pri penetraciji ni bila zazn

T.1.3.8 Interpretacija

Strižne karakteristike so določene po Skempton-u glede na relativno gostoto:

gostota	zelo rahlo	rahlo		srednje		gosto	zelo gosto
$(N_1)_{60}$	0	3	8	15	25	42	58
D_r (%)	0	15	35	50	65	85	100
φ (°)		28	30	33	36	41	44

$$N_{60} = N \cdot k_{60} \cdot \kappa \cdot \lambda \cdot C_N$$

$$(N_1)_{60} = N \cdot k_{60} \cdot \kappa \cdot \lambda$$

$$D_r^2 = (N_1)_{60} / 60$$

Kjer so:

N – število udarcev (DPL pretvorjen na SPT)

k_{60} – količnik prenosa energije (DPL 1.0)

κ – korekcijski faktor pri uporabi konice (1.00)

λ – korekcija zaradi dolžine drogovja (do 4 m 0.75, do 6 m 0.85, do 10 m 0.95, nad 10 m 1.00)

C_N – korekcija zaradi efektivnega tlaka (odvisna od globine)

N_{60} – število udarcev, korigirano na 60% teoretične energije

$(N_1)_{60}$ – število udarcev, korigirano na 60% teoretične energije in na efektivni vertikalni tlak σ'_v=100 kPa

D_r – relativna gostota

φ ali ϕ – strižni kot

OKVIRNE VRENOSTI PARAMETROV:

KOHERENTNE ZEMLJINE (gline, melji,...)		
N	**Konsistenčno stanje**	**Modul stisljivosti Mv (kPa)**
2	židko	500
2 - 4	lahko gnetno	500 - 2000
4 - 8	srednje gnetno	2000 - 5000
8 - 15	težko gnetno	5000 - 10000
15 - 30	poltrdno	10000 - 20000
> 30	trdno	> 20000

NEKOHERENTNE ZEMLJINE (peski, prodi,...)			
N	**Gostotno stanje**	**Modul stisljivosti Mv (kPa) drobni in srednji pesek**	**Modul stisljivosti Mv (kPa) debeli peski in prodi, gramoz**
< 4	zelo rahlo		
4 - 10	rahlo	< 7500	< 15000
10 - 30	srednje gosto	7500 - 15000	15000 - 40000
30 - 50	gosto	15000 - 30000	40000 - 65000
> 50	zelo gosto	> 30000	> 65000

Rezultati

SIST EN ISO 22476-2:2005

DPM:	**Geolab**
Konica:	**15 cm^2 / 90°**
Teža uteži	**30 kg**
Teža nakovala	**6 kg**
Višina padanja uteži	**50 cm**
Drogovje:	**ϕ32 mm, 6 kg/'m**
Energijski faktor E$_r$:	**60% (C_N=Er/60=1.00 oziroma k_{60}=1.00)**
Specif. delo/udarec En:	**kJ/m^2**

	Sloj	
k60	1.00	
κ	1.00	Melji, gline..
κ	1.00	Prodi, gruščі..

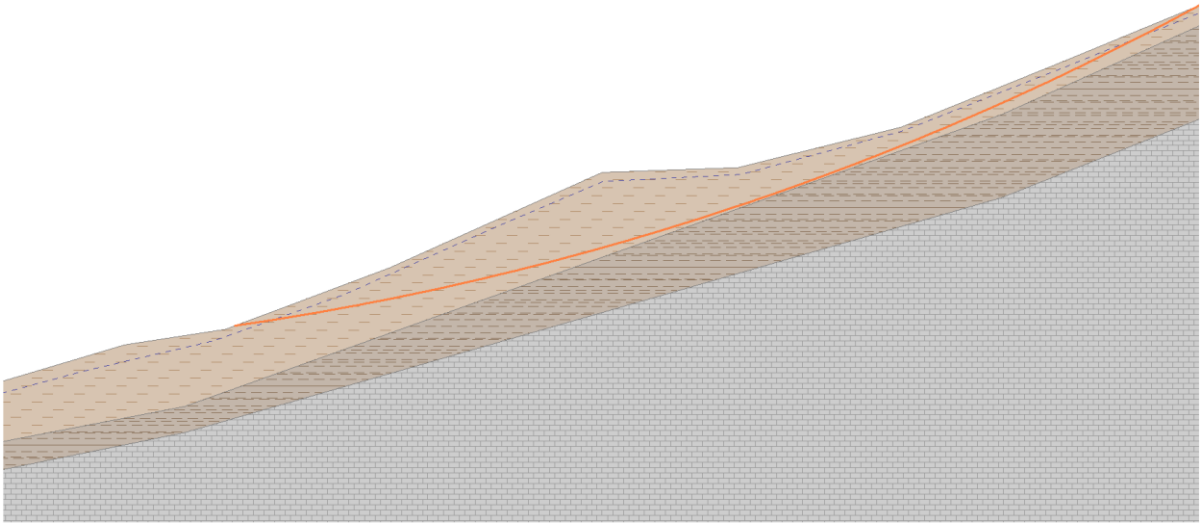
DPM	Debelina sloja [m]	Povprečna globina [m]	SPT N/30 cm	Nivo podtalnice [m]	Prostor. teža Y [kN/m3]	Normalni tlak σ_v'(kPa)/100	λ	N_{60}	$(N_1)_{60}$	Dr (%)	Gostotno stanje (Skempton)	Konsistenčno stanje (tabela)	ϕ (°) Skempton	ϕ (°) Gibbs	qu (kPa) N<16	Eoed - suha [Mpa]	Eoed - voda [Mpa]
DPM 1	0 - 4.6	2.3	5	4.5	18.0	0.63	0.75	3.5	/	24.1	rahlo	lahko gnetno	28.9	21.2	44	1.4	0.7
	4.6 - 6.3	5.5	15	4.5	19.0	0.94	0.85	12.4	12.8	46.1	srednje gosto	težko gnetno	32.2	33.0	/	17.9	15.3
	6.3 - 6.5	6.4	65	4.5	23.0	1.28	0.95	61.6	/	101.3	zelo gosto	trdno	>44	66.5	/	/	/
DPM 2	0 - 3.9	2.0	4	/	18.0	0.35	0.75	2.7	/	21.2	rahlo	lahko gnetno	28.6	20.5	34	1.1	0.5
	3.9 - 5.2	4.6	22	4.3	19.0	0.84	0.85	18.7	19.7	57.4	srednje gosto	poltrdno	34.5	34.1	/	27.6	23.7
	5.2 - 5.4	5.3	93	4.3	23.0	1.12	0.85	78.8	/	114.6	zelo gosto	trdno	>44	79.9	/	/	/
DPM 3	0 - 3.2	1.6	5	/	18.0	0.29	0.75	3.6	/	24.6	rahlo	lahko gnetno	29.0	21.3	45	1.5	0.7
	3.2 - 3.4	3.3	98	/	23.0	0.76	0.75	73.4	/	110.6	zelo gosto	trdno	>44	75.7	/	/	/
DPM 4	0 - 1.2	0.6	2	/	18.0	0.11	0.75	1.8	/	17.4	rahlo	židko	28.2	19.9	23	0.7	0.4
	1.2 - 2.4	1.8	32	/	19.0	0.34	0.75	24.1	30.9	71.8	gosto	poltrdno	37.7	36.0	/	43.3	37.1
	2.4 - 2.6	2.5	86	/	23.0	0.58	0.75	64.3	/	103.5	zelo gosto	trdno	>44	68.6	/	/	/
DPM 5	0 - 0.3	0.2	6	/	18.0	0.03	0.75	4.8	/	28.2	rahlo	srednje gnetno	29.3	22.2	60	1.9	1.0
	0.3 - 1.2	0.8	32	/	19.0	0.14	0.75	24.0	48.5	89.9	zelo gosto	poltrdno	42.0	38.9	/	67.9	58.2
	1.2 - 1.4	1.3	93	/	23.0	0.30	0.75	70.0	/	108.0	zelo gosto	trdno	>44	73.1	/	/	/
DPM 6	0 - 1.7	0.9	5	/	18.0	0.15	0.75	3.5	/	24.3	rahlo	lahko gnetno	28.9	21.2	44	1.4	0.7
	1.7 - 7.1	4.4	16	/	19.0	0.84	0.85	13.4	14.6	49.4	srednje gosto	težko gnetno	32.9	33.3	/	20.5	17.5
	7.1 - 7.5	7.3	78	/	23.0	1.68	0.95	73.6	/	110.8	zelo gosto	trdno	>44	75.9	/	/	/
DPM7	0 - 4	2.0	6	/		0.00	0.75	4.7	/	28.0	rahlo	srednje gnetno	29.3	22.1	59	1.9	0.9
	4 - 4.2	4.1	51	/		0.00	0.85	43.7	/	85.4	zelo gosto	trdno	41.1	52.6	/	/	/

T.1.3.9 Povratna analiza

Profil P.1:

Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m^3]
1	Glineno meljna zemljina		22,00	2,00	18,00
2	Preperina kamnine		33,00	8,00	20,00
3	Nepodajna podlaga - tuf		35,00	50,00	23,00



Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : F_a = 686,47 kN/m
Sum of passive forces : F_p = 681,17 kN/m

Sliding moment : M_a = 128850,07 kNm/m
Resisting moment : M_p = 127854,90 kNm/m
Factor of safety = 0,99 < 1,00
Slope stability NOT ACCEPTABLE

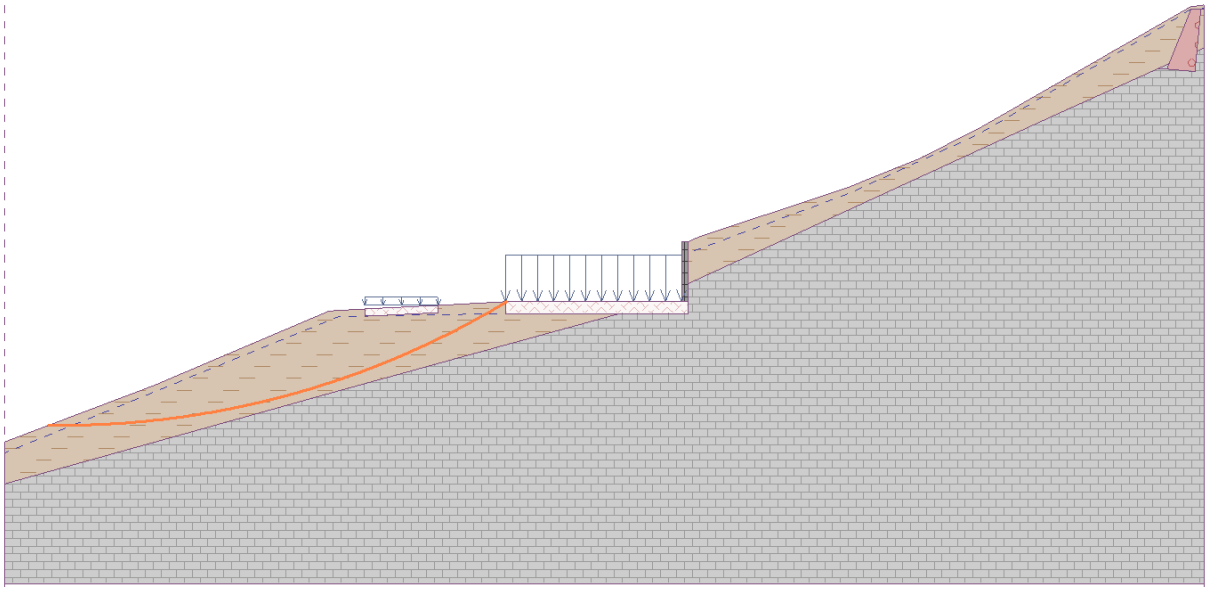
Profil P.4:

Soil parameters - effective stress state

No.	Name	Pattern	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m³]
1	Glineno meljna zemljina		20,00	2,00	18,00
2	Preperina kamnine		33,00	8,00	20,00
3	Nepodajna podlaga - tuf		35,00	50,00	23,00
4	Kamnito nasutje		38,00	1,00	20,00

Rigid Bodies

No.	Name	Sample	γ [kN/m³]
1	AB zid		25,00
2	Obstoječ podporni zid		23,00



Slope stability verification (Bishop)

Sum of active forces : F_a = 252,38 kN/m

Sum of passive forces : F_p = 245,49 kN/m

Sliding moment : M_a = 10867,98 kNm/m

Resisting moment : M_p = 10571,43 kNm/m

Factor of safety = 0,97 < 1,00

Slope stability NOT ACCEPTABLE

T.2 POPIS DEL Z OCENO INVESTICIJE

G. RISBE