

investitor:

OBČINA BOVEC
Trg golobarskih žrtev 8,
5230 Bovec

naziv gradnje:

Dom za starejše občane
Jezerca Bovec

vrsta projektne dokumentacije:

PZI - dokumentacija za
izvedbo gradnje

naziv načrta:

2/3 – Načrt opornih zidov

št. projekta: **11826**

št. načrta: **11826_2-3**

datum: **december 2021**

PROJEKT

podjetje za inženiring , geodezijo, urbanizem in projektiranje
Kidričeva ulica 9a, 5000 Nova Gorica, Slovenija

tel.: +386 (0)5 338 0000 fax: +386 (0)5 302 3360
e-mail: info@projekt.si

PRILOGA 1B

NASLOVNA STRAN NAČRTA


2 Načrt s področja gradbeništva

2/3 Načrt opornih zidov

OSNOVNI PODATKI O GRADNJI

naziv gradnje	Dom za starejše občane Jezerca Bovec
kratak opis gradnje	Predviden objekt DSO se bo izvajal na nepozidanem zemljišču, v bližini obstoječega zdravstvenega doma in lekarne. Objekt je zasnovan iz dveh podolgovatih pravokotnih traktov, ki sta medsebojno povezana z osrednjim delom v pritličju in 1.nadstropju. Zahodni trakt je etažnosti P+1, vzhodni trakt je etažnosti P+2, povezovalni del etažnosti P+1, na strehi so umeščene klimatske naprave, ki tvorijo tehnično etažo. Predvidi se ustrezne nove priključke na GJI, obstoječ priključek na lokalno cesto se ustrezno prilagodi oz razširi. Vzдолž severnega roba območja se predvidi podporni zid.
VRSTE GRADNJE	NOVOGRADNJA - NOVOZGRAJEN OBJEKT

DOKUMENTACIJA

vrsta dokumentacije	PZI (projektna dokumentacija za izvedbo gradnje)
	 sprememba dokumentacije
številka projekta	11826

PODATKI O NAČRTU

strokovno področje načrta	2 Načrt s področja gradbeništva
številka in naziv načrta	2/3 Načrt opornih zidov
številka načrta	11826_2-3
datum izdelave	december 2021

PODATKI O IZDELOVALCU NAČRTA

ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja ali druge osebe	Vilko Šuligoj, univ. dipl. inž. grad.
identifikacijska številka	IZS G-0711
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja ali druge osebe	

ime in priimek pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja ali druge osebe	dr. Peter Kante, univ. dipl. inž. grad.
identifikacijska številka	IZS G-2404
podpis pooblaščenega arhitekta, pooblaščenega inženirja ali druge osebe	

PODATKI O PROJEKTANTU

projektant (naziv družbe)	PROJEKT d.d. Nova Gorica
sedež družbe	Kidričeva 9a, 5000 Nova Gorica
vodja projekta	Teja Savelli, univ.dipl.inž.arh.
identifikacijska številka	ZAPS-1389

podpis vodje projekta

odgovorna oseba projektanta	Vladimir Durcik, univ.dipl.inž.grad.
podpis odgovorne osebe projektanta	

SEZNAM SODELAVCEV

- Aljaž Petrič, mag. inž. stavb.
- Matteo Humar, dott. mag. ing.
- Matej Jan, univ. dipl. inž. grad.
- Sandi Stanič, univ. dipl. inž. grad.
- Ingrid Kante, grad. teh.
- Vanja Marš, univ. dipl. inž. grad.

2.2 KAZALO VSEBINE NAČRTA

Priloga 1B Naslovna stran načrta

Seznam sodelavcev

2.2 Kazalo vsebine načrta

2.3 Tehnično poročilo

2.4 Statični izračun

2.5 Tehnični prikazi

2.3 TEHNIČNO POROČILO

Kazalo tehničnega poročila:

1.	UVOD	5
1.1.	<i>Splošno</i>	5
1.2.	<i>Zunanja ureditev.....</i>	5
1.3.	<i>Podloge za projektiranje.....</i>	5
1.4.	<i>Predpisi in standardi.....</i>	6
1.5.	<i>Geološko-geotehnični pogoji.....</i>	6
1.5.1.	<i>Geološko-geomehanski model.....</i>	6
1.5.2.	<i>Hidrogeološke razmere</i>	7
1.5.3.	<i>Seizmičnost terena.....</i>	8
1.5.4.	<i>Zaključki GG poročila</i>	8
2.	KONSTRUKCIJSKA ZASNOVA OBJEKTOV IN OKOLICE.....	9
2.1.	<i>Temeljenje.....</i>	9
2.2.	<i>Oporni zid 1.....</i>	9
2.3.	<i>Oporni zid 2.....</i>	10
2.4.	<i>Hidroizolacija.....</i>	10
2.5.	<i>Zasipi.....</i>	10
2.6.	<i>Rege in dilatacije.....</i>	10
2.7.	<i>Opaži, obdelave in obloge vidnih betonskih elementov</i>	11
3.	OPREMA OBJEKTOV	12
3.1.	<i>Odvodnjavanje in kanaliziranje.....</i>	12
3.2.	<i>Ograje.....</i>	12
4.	OPTEŽBA IN STATIČNI IZRAČUN.....	13
5.	MATERIALI.....	14
6.	POGOJI ZA IZVEDBO	15
6.1.	<i>Zagotavljanje in kontrola kvalitete</i>	15
6.2.	<i>Armiranobetonski elementi konstrukcije.....</i>	15
7.	TEHNOLOGIJA GRADNJE.....	16
8.	ZAKLJUČNE OPOMBE.....	16

1. UVOD

1.1. Splošno

Predviden objekt doma starejših občanov se bo gradil na zemljiščih s parc. št. 954, 955, 956, 957/1, 982, 983/2 in 991/4, vse k.o Bovec, na lokaciji imenovani »Jezerca« v Bovcu.

Predvidene parcele za gradnjo stojijo na rahlo vzpenjajočem terenu na JZ delu naselja Bovec, tik ob obstoječem zdravstvenem domu in lekarni. Na severnem delu se parcele rahlo dvigujejo. Gradbena parcela je nepravilne oblike in je neformirana. Vzhodno se objekt navezuje na obstoječe parkirišče ob objektu zdravstvenega doma.

Predmet tega načrta s področja gradbeništva so samo gradbene konstrukcije dveh opornih zidov iz armiranega betona, ki sta predvidena ob parcelni meji in parkirišču v okviru zunanje ureditve ob objektu doma starejših občanov. Zato je potrebno načrt gledati kot celota skupaj z ostalimi načrti, ki so del skupnega projekta. Vrednost investicije za izvedbo opornih zidov je upoštevana v načrtu zunanje ureditve.

1.2. Zunanja ureditev

Preostalo okolico objekta tvori parkovna ureditev, deloma tudi peš utrjene in tlakovane površine. Peš poti omogočajo dostope do vseh glavnih in sekundarnih vhodov ter povezujejo predviden objekta DSO-ja z obstoječimi objekti (zdravstveni dom, lekarna) na lokaciji. Zelene površine bodo predvidoma zasajene in zatravljene, vmes bodo organizirane površine namenjene prostemu času in terapevtskim dejavnostim doma (kot npr. vrtički, drevje, piknik, ipd.).

Na severnem robu gospodarskega dvorišča in linije predvidenih parkirnih mest se, zaradi obstoječe konfiguracije terena na lokaciji in posledično velike višinske razlike, predvidi dva oporna zidova po celotni dolžini zunanje ureditve od objekta proti glavni cesti. Oporni zid 1 se prilagaja višini terena in je svetle višine do 3,75 m skupni dolžini cca 90,0 m. V nadaljevanju od ekološkega otoka naprej je predviden oporni zid 2, ki je nižji in se prav tako prilagaja višini terena s svetlo višino do 2,0 m v skupni dolžini cca 55 m. Celotna dolžina obeh opornih zidov je cca 145 m. Oba oporna zidova sta armiranobetonske izvedbe. Podrobne dimenzije so podane v nadaljevanju (glej poglavje 2).

1.3. Podloge za projektiranje

[1] Geološko-geotehnično poročilo o raziskavah za objekt »Dom starejših občanov Bovec«, št. DN 2003902, GI ZRMK d.o.o. Ljubljana, november 2010.

[2] PZI vodilni načrt arhitekture, št. 11826_0/1, PROJEKT d.d. Nova Gorica, december 2021.

1.4. Predpisi in standardi

- [1] Gradbeni zakon (GZ).
- [2] Tehnični standardi za gradbene konstrukcije SIST EN (Eurocode), in sicer SIST EN 1990, SIST EN 1991 in SIST EN 1998-1 za zunanje vplive, SIST EN 1992-1 za beton, SIST EN 1993-1 za jeklo, SIST EN 1997-1 za geomehanske vplive ter SIST EN 1998-1 za dinamične in seizmične vplive. Upoštevani so bilo tudi vsi povezani standarde, dopolnila in nacionalni dodatki.
- [3] Vsi ostali v Republiki Sloveniji veljavni zakoni, tehnični predpisi, standardi in smernice, ki obravnavajo projektiranje in izgradnjo stavb.

1.5. Geološko-geotehnični pogoji

Za potrebe izdelave projektne dokumentacije rekonstrukcije objekta je bilo v letu 2010 izdelano Geološko-geotehnično poročilo (*GI ZRMK d.o.o. Ljubljana, št. DN 2003902, november 2010*). V nadaljevanju je pripravljen povzetek z geološkim opisom temeljnih tal in geotehničnih razmerah.

1.5.1. Geološko-geomehanski model

Raziskovano območje po tolmaču geološke karte za list Beljak in Ponteba iz leta 1987 pod kvartarnimi sedimenti gradijo klastične plasti v turbiditnem (flišnem) razvoju. Skupna debelina zgomjekrednih klastičnih sedimentov Bovške kotline znaša po B. Jurkovšku (1987) 500 m. Flišne kamnine, ki smo jih prevrtali v vrtinah BOV-2 in BOV-5 tvorijo kotanjasto podlago nad katero so se odložili sprva bolj peščeni, nato pa glinasti do meljasti apnenčevi prodi, ki jih je odložila reka Soča. Najmlajše sedimente sestavljajo meljne in peščene gline, mestoma pa tudi glinast pesek. V glinah so pogosto koščki flišnih kamnin.

Geološko - geomehanski model je bil izdelan na podlagi rezultatov preiskav v vrtinah BOV-1 do BOV-5. Podatki o vrtinah so podani v prilogah GG poročila. Glede na to, da so kvartarni zasipi heterogene sestave, smo jih ločevali tudi s pomočjo podatkov iz SPT preiskav.

Območje novogradnje Doma starejših občanov Bovec smo razdelili v naslednje geomehanske plast:

1. Gline, melji in peski (CL/ML/SC). Vrhni sloj sestavljajo meljna do peščena glina, peščen melj in glinast pesek. Vsi sedimenti pogosto vsebujejo koščke flišnih kamnin. Zemljine so srednje do težko gnetne konsistence.

Vrednosti materialnih karakteristik tega sloja so sledeče:

- naravna vlaga: $W = 26$ do 41 %
- prostorninska teža: $\rho = 1,8$ do 2 Mg/m³
- strižne lastnosti: $\varphi = 34$ ° (SPT)

2. Glina (CL₁). Peščena glina s koščki flišnih kamnin poltrdne do trdne konsistence se pojavlja na območjih nad flišnimi kamninami. Sloj lahko predstavlja vrhnji del močno preprele flišne hribine.

Vrednosti materialnih karakteristik tega sloja so sledeče:

- naravna vlaga: $W = 25$ %
- prostorninska teža: $\rho = 2$ Mg/m³
- modul stisljivosti: $M_v = 7200$ kPa (pri obremenitvi 100 kPa)

3. Glina (CL₂). Meljna glina srednje do težko gnetne konsistence se pojavlja v lečah znotraj prodnega zasipa. Glina je bila prevrtana le v vrtini BOV-1, vendar se, glede na heterogenost kvartarnega zasipa, lahko pojavlja tudi v ostalih delih območja nameravane gradnje.

Vrednosti materialnih karakteristik tega sloja so sledeče:

- naravna vlaga: $W = 19 \%$
- prostorninska teža: $\rho = 2,2 \text{ Mg/m}^3$
- strižne lastnosti: $\varphi = 26^\circ$, $c = 18 \text{ kPa}$
- modul stisljivosti $M_v = 6400 \text{ kPa}$ (pri obremenitvi 100 kPa)

4. Prodni zasip (Q) - GC/GM/GP. Prodni zasip se pojavlja nad flišno podlago. Sestavlja ga pretežno glinast in peščeno meljast slabo granuliran karbonatni prod in grušč flišnih kamnin $\varnothing 5-50 \text{ mm}$ s samicami do $\varnothing 100 \text{ mm}$. Prodi so srednje gosti do gosti. V osrednjem delu (BOV-3) segajo prodi pod globino 13 m .

Vrednosti materialnih karakteristik tega sloja so sledeče:

- strižne lastnosti: $\varphi = 35^\circ-37^\circ$ (SPT)
- koeficient prepustnosti: $k = 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$ (ocena)

5. Kredni fliš - lapor, peščenjak. Flišne plasti sestavlja menjavanje laporja in peščenjaka. Lapornate plasti so srednje do visoko penetrabilne, medtem ko so plasti peščenjalca nizko penetrabilne. Enoosne tlačne trdnosti na peščenjaku lahko ocenimo na $q_u = 100 \text{ MPa}$ (točkovna trdnost)

Ker so plasti heterogene, priporočamo, da se za izračune privzamejo najnižje vrednosti materialnih karakteristik.

Kategorije izkopa

Glede na razvrstitev zemljin in kamnin uvrščamo kvartarne zasipe (glina srednje gnetne do trdne konsistence, glinasti, meljasti in peščeni prodi in grušči) v 3. kategorijo (vezljiva in nevezljiva zrnata zemljina). Flišne plasti uvrščamo v 4. kategorijo (mehka kamnina). Način izkopa predvideva uporabo bagra s konico. (povzeto po knjigi IV - Dopolnila splošnih in tehničnih pogojev, Ljubljana 2001). Izkop bo potekal pretežno v glinenih in prodnatih zemljinah.

1.5.2. Hidrogeološke razmere

Na območju nameravane novogradnje je bila ena od vrtin predvidena kot piezometrična vrtina. Glede na to, da so bili prodi, ki sestavljajo temeljna tla pod globino 2 m le vlažni in da pojav talne vode nismo zasledili v nobeni vrtini, piezometer ni bil izveden. Glede na to, da je bil na območju nameravane izgradnje Večnamenskega objekta v Bovcu že izveden črpalni poizkus v podobnih kamninah, lahko v primeru pojavljanja talne vode ocenimo prepustnost meljasto peščenega in glinastega proda in grušča na $k = 1 \times 10^{-6} \text{ m/s}$. Večji problem predstavljajo na obravnavanem območju meteorne vode, ki zaradi kotanjastega terena in površinskih zelo slabo prepustnih glinenih plasti zastajajo in le počasi odtekajo. Občasno se na travniku po močnih deževjih pojavlja stoječa voda. Zato bo potrebna izvedba drenažnega sistema, ki bo odvajal površinsko vodo v obstoječo kanalizacijo oziroma ponikovalnico. Glede na to, da je za objekt predvidena podkletitev, se tudi tu izvede drenaža na koti temeljenja. Izvedba drenaže bo podana, ko bodo znani podatki o objektu.

1.5.3. Seizmičnost terena

Območje lokacije Doma starejših občanov Bovec lahko glede na Seizmološko karto, ki jo je pripravila skupnost za seizmologijo SFRJ, Beograd 1987 in ki upošteva povratno dobo potresov 500 let, uvrstimo v 8. stopnjo seizmične intenzitete.

Na podlagi karte potresne nevarnosti Slovenije (MOP, uprava RS za geofiziko, l. 2001) velja za to območje projektni pospešek tal $a_g = 0,225 g$, ki se nanaša na trdna tla (A po EC8).

Glede na slovenski standard SIST EN 1998-1 :2006 lahko uvrstimo glinasto prodnata tla v **tip tal E**.

1.5.4. Zaključki GG poročila

Na območju nameravane novogradnje za Dom starejših občanov Bovec je bilo izvrtanih pet vrtin v skupni dolžini 60 m.

Geomehanske in terenske raziskave so potrdile slabšo nosilnost vrhnjih glineno meljastih plasti, debeline 2 do 6 m, in dobro nosilnost pretežno glinastih ter peščeno meljastih prodov, ki jih je odložila Soča. Debelina slednjih, med katerimi se pojavljajo tudi leče glin in melja, znaša v osrednjem delu najmanj 11 m.

Za podkleten objekt se predvideva izkop temeljnih tal približno 3,5 do 4 m pod koto sedanjega terena. S tem bi bili odstranjeni glineni sedimenti v osrednjem delu raziskovanega območja, manjše debeline poltrdne glin in morebiti preperelega fliša pa bi ostale na robovih.

Predlagamo, da se na tem delu izvede zamenjava materiala z drobljencem 0/32 mm, po potrebi pa tudi tanjšo gruščnato blazino vzdolž celotnih temeljnih tal. S tem bi preprečili nastajanje diferenčnih posedkov. Debelino nasipa se izvede na podlagi izmerjenega deformacijskega modula.

Na koti temeljenja se izvede meritve nosilnosti tal z dinamično obremenjeno krožno ploščo. Doseženi deformacijski modul naj znaša (izmerjen s krožno ploščo, na gruščnati blazini) $E_{vd} = 50 \text{ MPa}$, oziroma $E_{v2} = 100 \text{ MPa}$. Na temeljna tla se izvede plast podložnega betona. Temeljenje naj se izvede v sušnem razdobju.

Vzdolž temeljev objekta se izvede drenaža na način, ki preprečuje njeno zapolnjenje z drobnimi delci.

Pri izkopu temeljnih tal je nujna prisotnost geomehanika, ki bo podal ob pregledu temeljnih tal morebitna dodatna navodila za izvedbo temeljenja objekta.

2. KONSTRUKCIJSKA ZASNOVA OBJEKTOV IN OKOLICE

V okviru zunanje ureditve ob stavbi doma starejših občanov sta predvidena dva oporna zidova na severnem robu dvorišča. V nadaljevanju podajamo opise predvidenih konstrukcij objektov in opreme objektov.

2.1. Temeljenje

Temeljenje armiranobetonskih težnostnih L zidov se izvede s pomočjo armiranobetonske temeljne pete zidu na ustrezni globini pod koto zunanje ureditve na spodnji strani L zidu (globina: 80-100 cm; izven cone zmrzovanja). Temeljna tla je potrebno ustrezno utrditi in pod peto L zidu izvesti gramozno nasutje (tamponsko gredo) v debelini vsaj 60 cm. Tamponska greda mora biti ustrezno utrjena ($E_{vd} = 50$ MPa, oziroma $E_{v2} = 100$ MPa). Na tamponsko gredo se izvede plast podložnega betona.

Glede na dostopne podatke smo predpostavili, da se bosta oporna zidova temeljila v vrhnjem sloju temeljnih tal, ki je v GG poročilu opisan kot »gline, melji in peski« (CL/ML/SC) oz. »gline« (CL₁) in je v primeru vrtine BOV-2 (najbližja vrtina) pričakovane debeline 4-6 m pod koto terena izvedene vrtine (absolutna višinska kota 447,6). Predpostavljene karakteristike tal za izračune opornih zidov so bile sledeče: $\rho_{tal} = 2000$ kg/m³, $\varphi = 24^\circ$ in $c = 18$ kPa, modul stisljivosti $E_{oed} (M_v) = 8$ MPa.

Pred začetkom izvedbe temeljev oz. pri izkopu temeljnih tal je na gradbišču nujna prisotnost geomehanika, ki bo ob pregledu temeljnih tal podal morebitna dodatna navodila za izvedbo temeljenja objektov.

2.2. Oporni zid 1

Splošni podatki

Dolžina podpornega zidu:	90 m
Višina podpornega zidu:	od 2,60 m do 3,75 m (svetla višina)
Vrsta podporne konstrukcije:	armiranobetonski težnosti L zid

Opis konstrukcije zidu:

Izvede se nov podporni AB težnostni zid s temeljno peto oblikovano delno proti sprednjem delu in večinoma proti zaledju zidu. Svetla višina novega zidu je od 2,60 m do 3,75 m. Skupna višina zidu vključno s temeljno peto je od 3,75 m do 4,75 m. Debelina stene zidu je konstantna po celotni dolžini in znaša 50 cm. Oporni zid s skupno dolžino cca 90 m je višinsko razdeljen na tri različne skupne višine, in sicer na začetku je skupna višina 3,75 m (v dolžini cca 49 m), vmesni del (v dolžini cca 18,6 m) je visok 4,25 m in zadnji del do ekološkega otoka pa je visok 4,75 m (v dolžini cca 22,1 m). Temeljna peta nižjega dela zidu na začetku (do skupne višine 4,25 m) ima skupno širino 2,25 m, temeljna peta višjega dela zidu pa ima skupno širino 3,0 m. Debelina temeljne pete je od 70-75 cm. Oporni zid je po celi dolžini temeljen na isti višinski koti. Zgornji rob opornega zidu je mestoma stopničen (na delovnih stikih oz. dilatacijah).

2.3. Oporni zid 2

Splošni podatki

Dolžina podpornega zidu:	55 m
Višina podpornega zidu:	od 1,0 m do 2,0 m (svetla višina)
Vrsta podporne konstrukcije:	armiranobetonski težnosti L zid

Opis konstrukcije zidu:

Izvede se nov podporni AB težnostni zid s temeljno peto oblikovano delno proti sprednjem delu in večinoma proti zaledju zidu. Svetla višina novega zidu je od 1,0 m do 2,0 m. Skupna višina zidu vključno s temeljno peto je od 2,20 m do 3,25 m. Debelina stene zidu je konstantna po celotni dolžini in znaša 30 cm. Oporni zid s skupno dolžino cca 55 m je višinsko razdeljen na več različnih skupnih višin s prilagajanjem na zunanjo ureditev. Temeljna peta opornega zidu ima skupno širino 1,8 m. Debelina temeljne pete je od 35-40 cm. Oporni zid je pod dolžini temeljen na različnih višinskih kotah (stopničenje temelja). Zgornji rob opornega zidu je mestoma tudi stopničen (na delovnih stikih oz. dilatacijah). Poleg tega je prehodni del zidu med opornim zidom 1 in opornim zidom 2 v nadaljevanju (v dolžini cca 5 m) izveden stopnično z višinskim korakom 50 cm na dolžini 1,0 m (štiri stopnice).

2.4. Hidroizolacija

Hidroizolacija v obliki črnih bitumenskih trakov se na opornih zidovih ne izvaja, saj so predvidene delovne in dilatacijske rege po sistemu »bele kadi«. Kvaliteta vgrajenega betona mora biti takšna, da je zahteva glede vodotesnosti vsaj PV-II.

2.5. Zasipi

Zasip za steno opornega zidu se izvede z gramoznim nasutjem (prepustni material). Zasipanje in utrjevanje se izvaja po plasteh v debelini cca 30 cm z lažjim komprimacijskim sredstvom.

2.6. Rege in dilatacije

Delavni stiki oz. rege na opornih zidovih se izvedejo za lažjo in kvalitetnejšo izvedbo konstrukcije na vsakih 6-7 m. Z njimi razdelimo celotno konstrukcijo na manjše delavne enote, ki se jih opaži in betonira v različnih fazah. Delavne rege so vidni strani zaključene s posnetimi robovi (vstavljena trikotna letvica 3/3 cm v opaž). Delavne rege se izvedejo po detajlu pri izvedbi »belih kadi« skladno s TSC 07.116.

Postopek izvedbe delavnih reg:

Na predhodno otrdelo betonsko površino, na katero se betonira naslednja faza, je potrebno očistiti z izpiranjem pod visokim pritiskom tako, da se s površine odstrani drobnozrnata mešanica agregata in cementnega kamna. Izprana površina mora biti ustrezno nahrapavljena (vidna groba zrna). V očiščeni in

navlaženi ravnini se nato izvede delavno rego oz. stik. Delavni stiki na obravnavani konstrukciji morajo biti v skladu z zahtevami konstrukcijskih reg (TSC 07.116).

Dilatacijske rege na opornih zidovih se izvedejo na cca 25 m. Dilatacijske rege za oporna zidova se izvedejo po detajlu pri izvedbi »belih kadi« skladno s TSC 07.116.

2.7. Opaži, obdelave in obloge vidnih betonskih elementov

Vse vidne betonske površine morajo ustrezati visokim oblikovnim razmeram. Vse vidne betonske površine morajo ustrezati visokim oblikovnim razmeram. Predpisan je razred vidnih betonov VB 3 za nezasute površine sten opornega zidu. Za vse ostale elemente (temelji, zasuta stran stene opornega zidu) je predpisan osnovni razred vidnih betonov VB 0. Vsi detajli in postopki, ki se nanašajo na izvedbo se izvajajo v skladu s TSC 07.111.

3. OPREMA OBJEKTOV

3.1. Odvodnjavanje in kanaliziranje

Odvodnjavanje zaledne vode na območju opornih zidov se izvede s pomočjo ene vzdolžne horizontalne drenažne cevi $\Phi 200$ mm, ki je položena za zidom v območju ureditve terena na prednji strani oziroma na stiku z neprepustno podlago.

Izcedne cevi $\Phi 100$ mm skozi zidove (barbakane) se izvede na vseh opornih zidovih na medsebojnem razmiku 2,0 m nad koto zasutja na spodnji strani zidu (cca 50 cm nad spodnjo ureditvijo terena).

Vsa ostala odhodnjo površinske meteorne vode ob opornih zidovih je rešena v načrtu zunanje ureditve.

3.2. Ograje

Na obeh opornem zidu 2 je predvidena kovinska varnostna ograja za pešce z naknadnim sidranjem v armiran beton, ki je obdelana v sklopu načrta arhitekture.

4. OPTEŽBA IN STATIČNI IZRAČUN

Pri projektiranju so bili upoštevani vplivi na konstrukcije kot jih določajo standardi SIST EN 1991, SIST EN 1992, SIST EN 1997 in SIST EN 1998 ob upoštevanju delnih faktorjev obtežbe v skladu s standardom SIST EN 1990.

Pri izračunu opornih zidov so bile upoštevane materialne karakteristike zasipnih zemljin in temeljnih tal skladno z geomehanskim poročilom. Dodatna koristna obtežba na zaledju opornih zidov ni bila upoštevana, saj v času projektiranja ni bilo podatkov o posebni koristi obtežbi.

Statična analiza zidov je priložena za tehničnem poročilom.

5. MATERIALI

Izbrani materiali v objektu zagotavljajo uporabnost, nosilnost in trajnost za projektirano življenjsko dobo.

Preglednica 1: Tabela vgrajenih materialov za nosilne betonske elemente

Element	Kvaliteta betona	Razred izpostavljenosti	Dmax [mm]	Krovni sloj [mm]	Kvaliteta armature	Razred vidnega betona
Podložni beton	C 16/20	XC0	32	/	/	VB 0
Temelji zidov	C 25/30	XC2, PV-II	32	50	B 500B	VB 0
Stene zidov	C 30/37	XD3, XF4, PV-II	32	50	B 500B	VB 3*

Opomba: * Zahteva »VB 3« velja za nezasute površine sten opornih zidov. Zasute površine so lahko VB 0.

6. POGOJI ZA IZVEDBO

6.1. Zagotavljanje in kontrola kvalitete

Zahteva se stalen strokovni nadzor. Izvajalec je pred pričetkom del dolžan pripraviti program tekoče kontrole izdelave, ki mora predpisati vrsto in pogostost preiskav. Program potrdi tehnična služba investitorja ali nadzora.

6.2. Armiranobetonski elementi konstrukcije

- 1) Armiranobetonska konstrukcija se mora izvajati v skladu s standardom SIST EN 13670, medtem ko mora biti betonska mešanica v skladu s SIST EN 206-1 in SIST 1026.
- 2) Pred pričetkom del na objektu je treba pripraviti projekt betona, ki mora upoštevati veljavne standarde in tehnične normative. Vsebovati mora vsaj naslednje:
 - sestavo betonskih mešanic, vključno s količinami in tehničnimi zahtevami za projektirane kakovostne razrede betona,
 - podatke o dodatkih k betonom, če so potrebni,
 - posebne zahteve (za vidne betonske površine, glede vodotesnosti ipd.),
 - načrt betoniranja in organizacije gradbišča ter podatke o potrebni opreми,
 - podatke o načinu transporta in vgrajevanja betonske mešanice,
 - navodila glede negovanja vgrajenega betona,
 - program kontrolnih preiskav sestavin betona,
 - program kontrole kvalitete betona, odvzemanja vzorcev in preiskav betonske mešanice ter betona po partijah,
 - načrt montaže elementov ter projekt odrov in podpornih stolpov.

7. TEHNOLOGIJA GRADNJE

Gradnja objektov in okolice mora potekati v smislu ohranjanja narave, varstva okolja in naravnih dobrin ter varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami. Smiselno je, da poteka gradnja objekta v času sušnega obdobja, da je čim manj težav v višjim vodostajem vodotokov oz. podtalnice.

AB oporne zidove se izvaja kampadno, da se prepreči lokalno rušenje zaledne zemljine. Izkop se opravi v čim večjem naklonu, tako da se zagotovi ustrezno delavno širino. Dolžino kampade in dodatne varovalne ukrepe določi geomehanik z vpisom v gradbeni dnevnik.

Gradnja opornih L zidov se začne z izvedbo temeljev in nadaljuje z izvedbo stene. V stene opornih zidov se vgradijo izcedne cevi (barbakane) $\Phi 100\text{mm}$, za konstrukcijo pa se izvede vzdolžna drenaža z izpusti in navezavo na kanalizacijo zunanje ureditve. Ko se konstrukcija opornih zidov izvede do končne višine se izvede še ograja. Konstrukcije se zasuje s kvalitetnim materialom po plasteh.

Za vse AB elemente se izdelata opaž, postavi armatura in vse skupaj zalije z betonom. Posebno pozornost je potrebno posvetiti zagotovitvi projektirane zaščitne plasti armature (ustrezni distančniki - atestirani in varni proti prevrnitvi). Betoniranje se izvaja s črpalkami za beton, kvalitetno polnjenje pa zagotovimo z iglastimi pervibratorji. Po končanem betoniranju je potrebno beton ustrezno negovati. Celotno betonsko konstrukcijo prekrijemo z zaščitno tkanino (npr. filc), ki jo namakamo z vodnimi curki. Po doseženi zadostni trdnosti betona se opaž lahko odstrani. Vsa zasipna dela se izvedejo z zbijanjem po plasteh in navodilih geomehanika.

8. ZAKLJUČNE OPOMBE

V primeru kakršnih koli odstopanj, ki so navedene v tem projektu, se je potrebno predhodno posvetovati s pooblaščenim inženirjem s področja gradbeništva - statikom.

Pred začetkom izvedbe temeljev oz. pri izkopu temeljnih tal je na gradbišču nujna prisotnost geomehanika, ki bo ob pregledu temeljnih tal podal morebitna dodatna navodila za izvedbo temeljenja objektov.

V Novi Gorici, december 2021

Pooblaščen inženirja s področja gradbeništva - statika:

Vilko Šuligoj, univ. dipl. inž. grad.

dr. Peter Kante, univ. dipl. inž. grad.

2.4 STATIČNI IZRAČUN

Cantilever wall analysis

Input data

Project

Task : Oporni zid
 Part : Prerez 1
 Date : 16. 12. 2021
 Project ID : DSO Bovec
 Project number : 11826

Settings

Slovenia - EN 1997

Materials and standards

Concrete structures : EN 1992-1-1 (EC2)
 Coefficients EN 1992-1-1 : standard

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
 Base key : The base key is considered as inclined footing bottom
 Allowable eccentricity : 0,333
 Design approach : 2 - reduction of actions and resistances

Partial factors on actions (A)					
Permanent design situation					
		Unfavourable		Favourable	
Permanent actions :	$Y_G =$	1,35	[-]	1,00	[-]
Variable actions :	$Y_Q =$	1,50	[-]	0,00	[-]
Water load :	$Y_w =$	1,35	[-]		

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

Partial factors for variable actions			
Permanent design situation			
Factor for combination value :	$\psi_0 =$	0,70	[-]
Factor for frequent value :	$\psi_1 =$	0,50	[-]
Factor for quasi-permanent value :	$\psi_2 =$	0,30	[-]

Material of structure

Unit weight $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

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

Concrete: C 20/25

Cylinder compressive strength $f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$

Tensile strength $f_{ctm} = 2,20$ MPa

Longitudinal steel: **B500B**

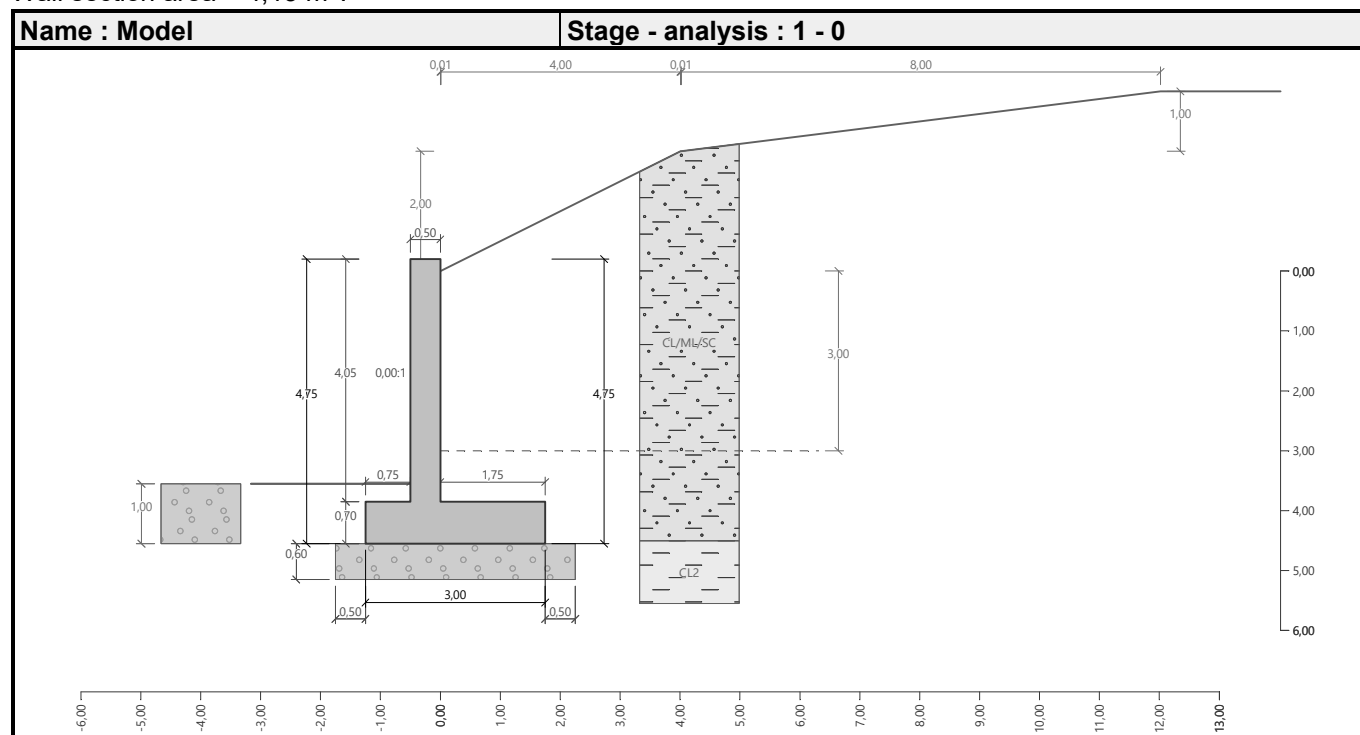
Yield strength $f_{yk} = 500,00$ MPa

Geometry of structure

No.	Coordinate X [m]	Depth Z [m]
1	0,00	-0,20
2	0,00	3,85
3	1,75	3,85
4	1,75	4,55
5	-1,25	4,55
6	-1,25	3,85
7	-0,50	3,85
8	-0,50	-0,20

The origin [0,0] is located at the most upper right point of the wall.

Wall section area = 4,13 m².



Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	Φ_{ef} [°]	C_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	CL/ML/SC		30,00	1,00	20,00	12,00	15,00
2	Gramoz/Nasutje		30,00	1,00	20,00	12,00	20,00
3	CL2		24,00	18,00	22,00	13,00	15,00

All soils are considered as cohesionless for at rest pressure analysis.

Soil parameters**CL/ML/SC**

Unit weight : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 1,00 \text{ kPa}$
 Angle of friction struc.-soil : $\delta = 15,00^\circ$
 Soil : cohesionless
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

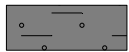

Gramoz/Nasutje

Unit weight : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 1,00 \text{ kPa}$
 Angle of friction struc.-soil : $\delta = 20,00^\circ$
 Soil : cohesionless
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

CL2

Unit weight : $\gamma = 22,00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 24,00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 18,00 \text{ kPa}$
 Angle of friction struc.-soil : $\delta = 15,00^\circ$
 Soil : cohesionless
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	4,50	0,00 .. 4,50	CL/ML/SC	
2	-	4,50 .. ∞	CL2	

Foundation

Type of foundation : strip foundation

Soil of foundation - Gramoz/Nasutje

Geometry

Foundation thickness $h = 0,60 \text{ m}$

Offset left $b_l = 0,50 \text{ m}$

Offset right $b_p = 0,50 \text{ m}$

Terrain profile

Depth of terrain below the top of wall $h = 0,20 \text{ m}$.

No.	Coordinates x [m]	Depth z [m]
1	0,00	0,00
2	0,01	0,00
3	4,01	-2,00

No.	Coordinates	Depth
	x [m]	z [m]
4	4,02	-2,00
5	12,02	-3,00
6	13,02	-3,00

Origin [0,0] is located in upper right edge of construction.

Positive coordinate +z has downward direction.

Water influence

GWT behind the structure lies at a depth of 3,00 m

Uplift in foot. bottom due to different pressures is not considered.

Resistance on front face of the structure

Resistance on front face of the structure: passive

Soil on front face of the structure - Gramoz/Nasutje

Angle of friction struc.-soil $\delta = 0,00^\circ$

Soil thickness in front of structure $h = 1,00$ m

Terrain in front of structure is flat.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

The wall is free to move. Active earth pressure is therefore assumed.

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	-1,52	94,88	1,25	1,000	1,000	1,350
FF resistance	-33,42	-0,35	0,01	-0,38	1,000	1,000	1,350
Weight - earth wedge	0,00	-2,53	81,77	1,86	1,000	1,000	1,350
Active pressure	108,69	-1,80	96,61	2,60	1,350	1,350	1,350
Water pressure	12,01	-0,52	0,00	1,79	1,350	1,350	1,350
Uplift pressure	0,00	-4,55	0,00	1,25	1,000	1,000	1,350

Verification of complete wall

Check for overturning stability

Resisting moment $M_{res} = 435,32$ kNm/m

Overturning moment $M_{ovr} = 260,23$ kNm/m

Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force $H_{res} = 163,24$ kN/m

Active horizontal force $H_{act} = 129,53$ kN/m

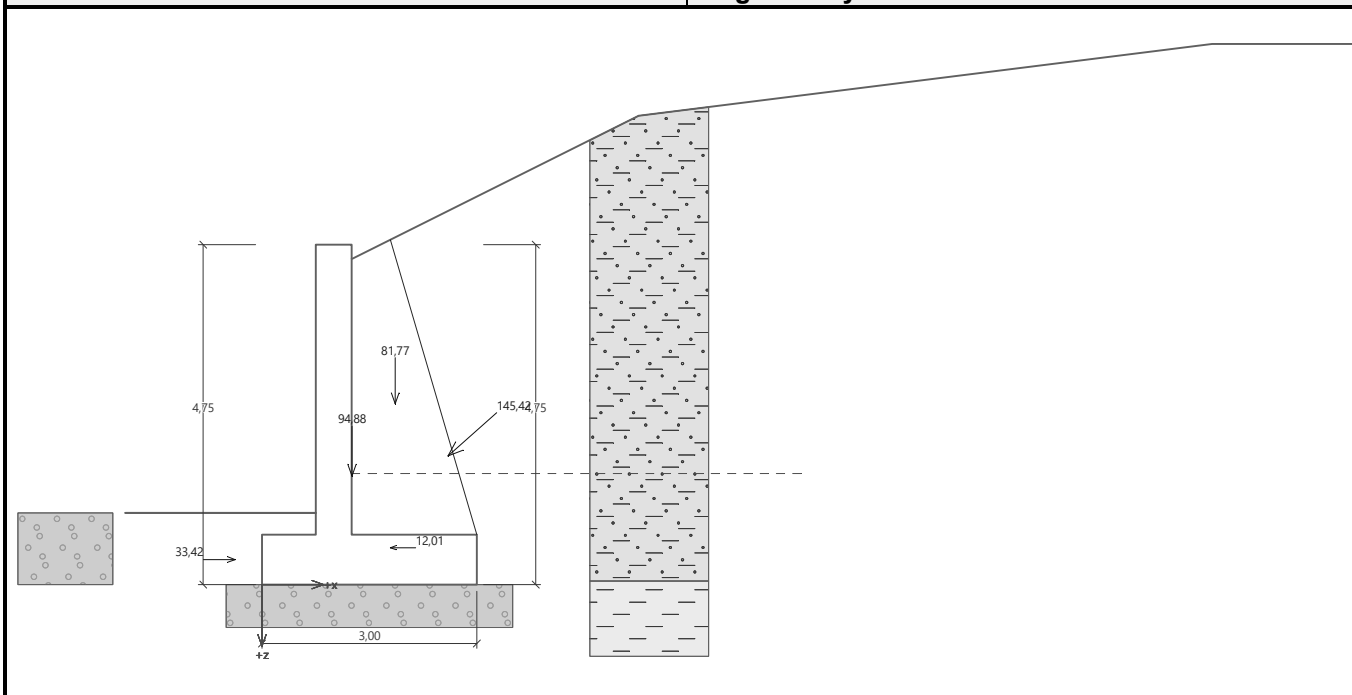
Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Maximum stress in footing bottom : 151,84 kPa

Name : Verification

Stage - analysis : 1 - 1



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	105,21	368,91	117,84	0,095	151,84
2	111,40	307,08	129,53	0,121	135,01

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	77,93	273,27	87,29

Max. overall eccentricity $e_t = 0,120 < 0,333$

Eccentricity of load is SATISFACTORY

Horizontal bearing capacity check

Most unfavorable load case No. 2. (LC 2)

Earth resistance: passive

Design magnitude of earth resistance $S_{pd} = 21,04$ kN

Horizontal bearing capacity $R_{dh} = 183,28$ kN

Extreme horizontal force $H = 129,53$ kN

Bearing capacity in the horizontal direction is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation is SATISFACTORY

Verification No. 1

Settlement and rotation of foundation - input data

Analysis carried out with automatic selection of the most unfavourable load cases.

Analysis carried out with accounting for coefficient κ_1 (influence of foundation depth).

Stress at the footing bottom considered from the finished grade.

Computed self weight of strip foundation $G = 27,30$ kN/m

Computed weight of overburden $Z = 10,44$ kN/m

Settlement of mid point of longitudinal edge = 13,2 mm

Settlement of mid point of transverse edge 1 = 25,1 mm

Settlement of mid point of transverse edge 2 = 15,9 mm

(1-max.compressed edge; 2-min.compressed edge)

Settlement and rotation of foundation - results

Foundation stiffness:

Computed weighted average modulus of deformation $E_{def} = 6,50$ MPa

Foundation in the longitudinal direction is rigid ($k=58,63$)

Foundation in the direction of width is rigid ($k=1582,88$)

Verification of load eccentricity

Max. eccentricity in direction of base length $e_x = 0,094 < 0,333$

Max. eccentricity in direction of base width $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. overall eccentricity $e_t = 0,094 < 0,333$

Eccentricity of load is SATISFACTORY

Overall settlement and rotation of foundation:

Foundation settlement = 20,2 mm

Depth of influence zone = 5,30 m

Rotation in direction of width = 3,079 (\tan^*1000); ($1,8E-01$ °)

Dimensioning No. 1

Analysis carried out with automatic selection of the most unfavourable load cases.

Verification of longitudinal reinforcement of foundation in the direction of x

6,67 prof. 14,0 mm, cover 50,0 mm

Cross-section width = 1,00 m

Cross-section depth = 0,70 m

Reinforcement ratio $\rho = 0,16$ % > 0,13 % = ρ_{min}

Position of neutral axis $x = 0,04$ m < 0,40 m = x_{max}

Ultimate moment $M_{Rd} = 279,57 \text{ kNm} > 166,61 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

Spread footing for punching shear failure check

Column normal force = 332,91 kN

Maximum resistance at the column perimeter

Force transferred into found. soil = 11,10 kN
 Force transferred by shear strength of foundation = 321,81 kN
 Considered column perimeter $u_0 = 2,00 \text{ m}$
 Shear resistance at the column perimeter $V_{Ed,max} = 0,41 \text{ MPa}$
 Resistance at the column perimeter $V_{Rd,max} = 2,94 \text{ MPa}$

Critical section without shear reinforcement

Force transferred into found. soil = 189,48 kN
 Force transferred by shear strength of foundation = 143,43 kN
 Distance of section from the column = 0,80 m
 Section perimeter $u = 2,00 \text{ m}$
 Shear stress at section $V_{Ed} = 0,12 \text{ MPa}$
 Shear resistance of section without shear reinforcement $V_{Rd,c} = 0,49 \text{ MPa}$

$V_{Ed} < V_{Rd,c} \Rightarrow$ Reinforcement is not required

Spread footing for punching shear is SATISFACTORY

Dimensioning No. 1

Wall stem check - front reinf.

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	-2,02	46,56	0,25	1,000	1,350	1,000
FF resistance	-3,71	-0,11	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
Pressure at rest	107,98	-1,30	0,00	0,50	1,350	1,000	1,350
Water pressure	3,60	-0,28	0,00	0,50	1,350	1,000	1,350
Uplift pressure	0,00	-3,85	0,00	0,50	1,000	1,000	1,000

Wall stem check - front reinf.

Front reinforcement is not required.

Wall stem check - back reinf.

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	-2,02	46,56	0,25	1,000	1,350	1,000
FF resistance	-3,71	-0,11	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
Pressure at rest	107,98	-1,30	0,00	0,50	1,350	1,000	1,350
Water pressure	3,60	-0,28	0,00	0,50	1,350	1,000	1,350
Uplift pressure	0,00	-3,85	0,00	0,50	1,000	1,000	1,000

Wall stem check - back reinf.

Wall check at the construction joint 4,05 m from the wall crest

Reinforcement and dimensions of the cross-section

6,67 prof. 20,0 mm, cover 50,0 mm

Inputted reinforcement area = 2095,4 mm²

Required reinforcement area = 1087,8 mm²
 Cross-section width = 1,00 m
 Cross-section height = 0,50 m
 Reinforcement ratio $\rho = 0,48 \% > 0,13 \% = \rho_{\min}$
 Position of neutral axis $x = 0,07 \text{ m} < 0,27 \text{ m} = x_{\max}$
 Ultimate shear force $V_{Rd} = 187,38 \text{ kN} > 146,92 \text{ kN} = V_{Ed}$
 Ultimate moment $M_{Rd} = 370,60 \text{ kNm} > 199,72 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

Wall jump check

Forces acting on construction

Name	F _{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F _{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0,00	-1,52	94,88	1,25	1,350
FF resistance	-33,42	-0,35	0,01	-0,38	1,350
Weight - earth wedge	0,00	-2,53	81,77	1,86	1,350
Active pressure	108,69	-1,80	96,61	2,60	1,350
Water pressure	12,01	-0,52	0,00	1,79	1,350
Uplift pressure	0,00	-4,55	0,00	1,25	1,350

Wall jump check

Reinforcement and dimensions of the cross-section

6,67 prof. 14,0 mm, cover 50,0 mm

Inputted reinforcement area = 1026,8 mm²

Required reinforcement area = 835,9 mm²

Cross-section width = 1,00 m

Cross-section height = 0,70 m

Reinforcement ratio $\rho = 0,16 \% > 0,13 \% = \rho_{\min}$

Position of neutral axis $x = 0,04 \text{ m} < 0,40 \text{ m} = x_{\max}$

Ultimate shear force $V_{Rd} = 195,67 \text{ kN} > 119,61 \text{ kN} = V_{Ed}$

Ultimate moment $M_{Rd} = 279,57 \text{ kNm} > 46,50 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

Wall heel check

Forces acting on construction

Name	F _{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F _{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0,00	-0,35	28,18	2,12	1,350
Weight - earth wedge	0,00	-2,53	81,77	1,86	1,350
Active pressure	108,69	-1,80	96,61	2,60	1,350
Contact stress	0,00	0,00	-164,05	2,00	1,000

Wall heel check

Reinforcement and dimensions of the cross-section

6,67 prof. 14,0 mm, cover 50,0 mm

Inputted reinforcement area = 1026,8 mm²

Required reinforcement area = 835,9 mm²

Cross-section width = 1,00 m

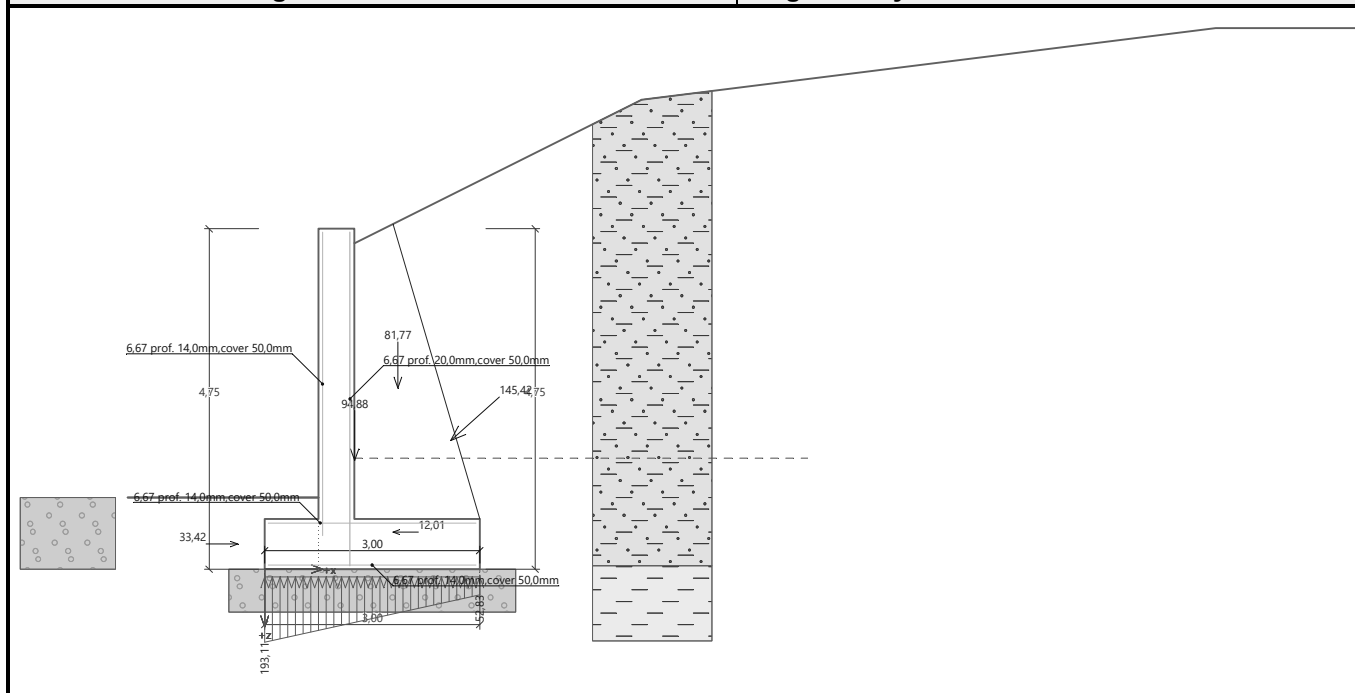
Cross-section height = 0,70 m

Reinforcement ratio $\rho = 0,16 \% > 0,13 \% = \rho_{min}$
 Position of neutral axis $x = 0,04 \text{ m} < 0,40 \text{ m} = x_{max}$
 Ultimate shear force $V_{Rd} = 195,67 \text{ kN} > 114,79 \text{ kN} = V_{Ed}$
 Ultimate moment $M_{Rd} = 279,57 \text{ kNm} > 153,22 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

Name : Dimensioning

Stage - analysis : 1 - 1



Cantilever wall analysis

Input data

Project

Task : Oporni zid
 Part : Prerez 2
 Date : 16. 12. 2021
 Project ID : DSO Bovec
 Project number : 11826

Settings

Slovenia - EN 1997

Materials and standards

Concrete structures : EN 1992-1-1 (EC2)
 Coefficients EN 1992-1-1 : standard

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
 Base key : The base key is considered as inclined footing bottom
 Allowable eccentricity : 0,333
 Design approach : 2 - reduction of actions and resistances

Partial factors on actions (A)					
Permanent design situation					
		Unfavourable		Favourable	
Permanent actions :	$Y_G =$	1,35	[-]	1,00	[-]
Variable actions :	$Y_Q =$	1,50	[-]	0,00	[-]
Water load :	$Y_w =$	1,35	[-]		

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

Partial factors for variable actions					
Permanent design situation					
Factor for combination value :	$\psi_0 =$	0,70	[-]		
Factor for frequent value :	$\psi_1 =$	0,50	[-]		
Factor for quasi-permanent value :	$\psi_2 =$	0,30	[-]		

Material of structure

Unit weight $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

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

Concrete: C 20/25

Cylinder compressive strength $f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$

Tensile strength $f_{ctm} = 2,20$ MPa

Longitudinal steel: **B500B**

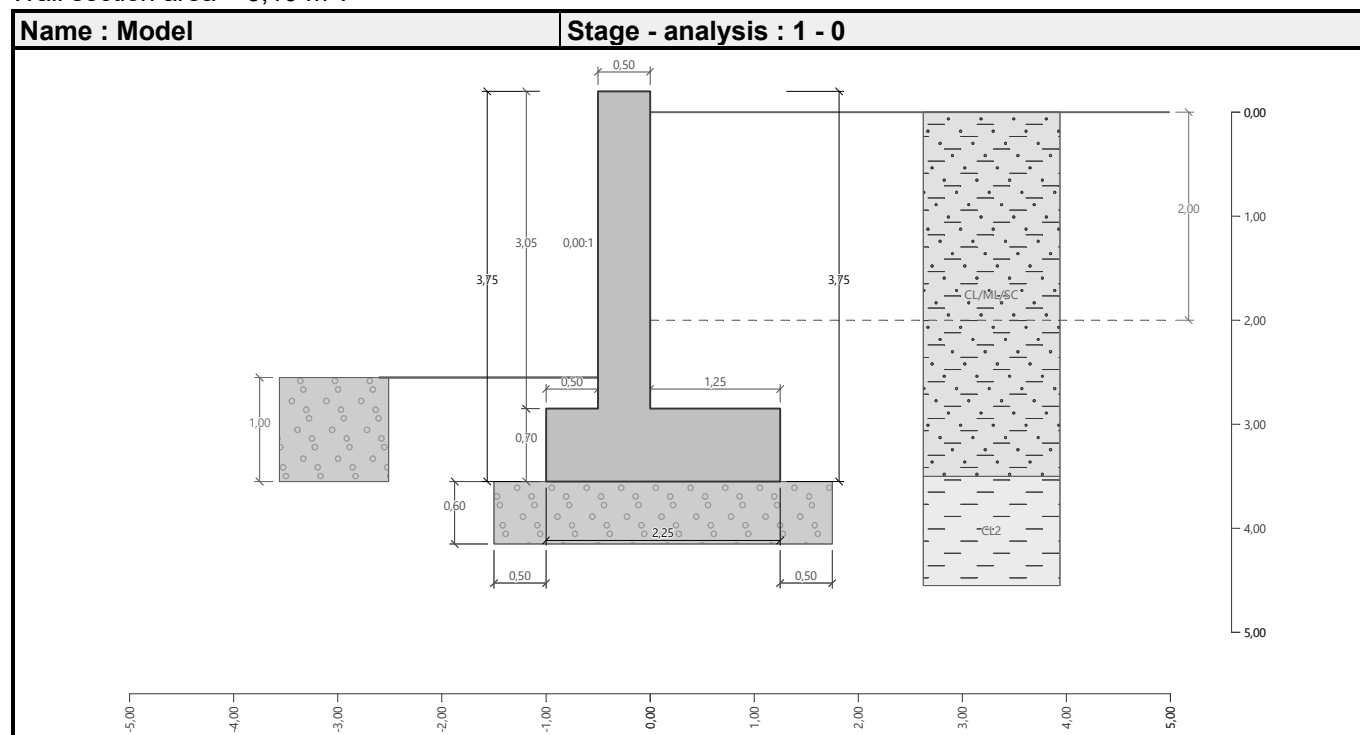
Yield strength $f_{yk} = 500,00$ MPa

Geometry of structure

No.	Coordinate X [m]	Depth Z [m]
1	0,00	-0,20
2	0,00	2,85
3	1,25	2,85
4	1,25	3,55
5	-1,00	3,55
6	-1,00	2,85
7	-0,50	2,85
8	-0,50	-0,20

The origin [0,0] is located at the most upper right point of the wall.

Wall section area = 3,10 m².



Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	Φ_{ef} [°]	C_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	CL/ML/SC		30,00	1,00	20,00	12,00	15,00
2	Gramoz/Nasutje		30,00	1,00	20,00	12,00	20,00
3	CL2		24,00	18,00	22,00	13,00	15,00

All soils are considered as cohesionless for at rest pressure analysis.

Soil parameters**CL/ML/SC**

Unit weight : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 1,00 \text{ kPa}$
 Angle of friction struc.-soil : $\delta = 15,00^\circ$
 Soil : cohesionless
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

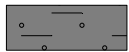

Gramoz/Nasutje

Unit weight : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 1,00 \text{ kPa}$
 Angle of friction struc.-soil : $\delta = 20,00^\circ$
 Soil : cohesionless
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

CL2

Unit weight : $\gamma = 22,00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 24,00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 18,00 \text{ kPa}$
 Angle of friction struc.-soil : $\delta = 15,00^\circ$
 Soil : cohesionless
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	3,50	0,00 .. 3,50	CL/ML/SC	
2	-	3,50 .. ∞	CL2	

Foundation

Type of foundation : strip foundation

Soil of foundation - Gramoz/Nasutje

Geometry

Foundation thickness $h = 0,60 \text{ m}$

Offset left $b_l = 0,50 \text{ m}$

Offset right $b_p = 0,50 \text{ m}$

Terrain profile

Terrain behind the structure is flat.

Depth of terrain below the top of wall $h = 0,20 \text{ m}$.

Water influence

GWT behind the structure lies at a depth of 2,00 m

Uplift in foot. bottom due to different pressures is not considered.

Resistance on front face of the structure

Resistance on front face of the structure: passive
 Soil on front face of the structure - Gramoz/Nasutje
 Angle of friction struc.-soil $\delta = 0,00^\circ$
 Soil thickness in front of structure $h = 1,00$ m

Terrain in front of structure is flat.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

The wall is free to move. Active earth pressure is therefore assumed.

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	-1,27	71,30	0,94	1,000	1,000	1,350
FF resistance	-33,42	-0,35	0,01	-0,25	1,000	1,000	1,350
Weight - earth wedge	0,00	-1,53	20,23	1,38	1,000	1,000	1,350
Active pressure	34,07	-1,26	43,70	1,77	1,350	1,350	1,350
Water pressure	12,01	-0,52	0,00	1,00	1,350	1,350	1,350
Uplift pressure	0,00	-3,55	0,00	1,00	1,000	1,000	1,350

Verification of complete wall

Check for overturning stability

Resisting moment $M_{res} = 142,51$ kNm/m

Overturning moment $M_{Ovr} = 54,86$ kNm/m

Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force $H_{res} = 80,76$ kN/m

Active horizontal force $H_{act} = 28,80$ kN/m

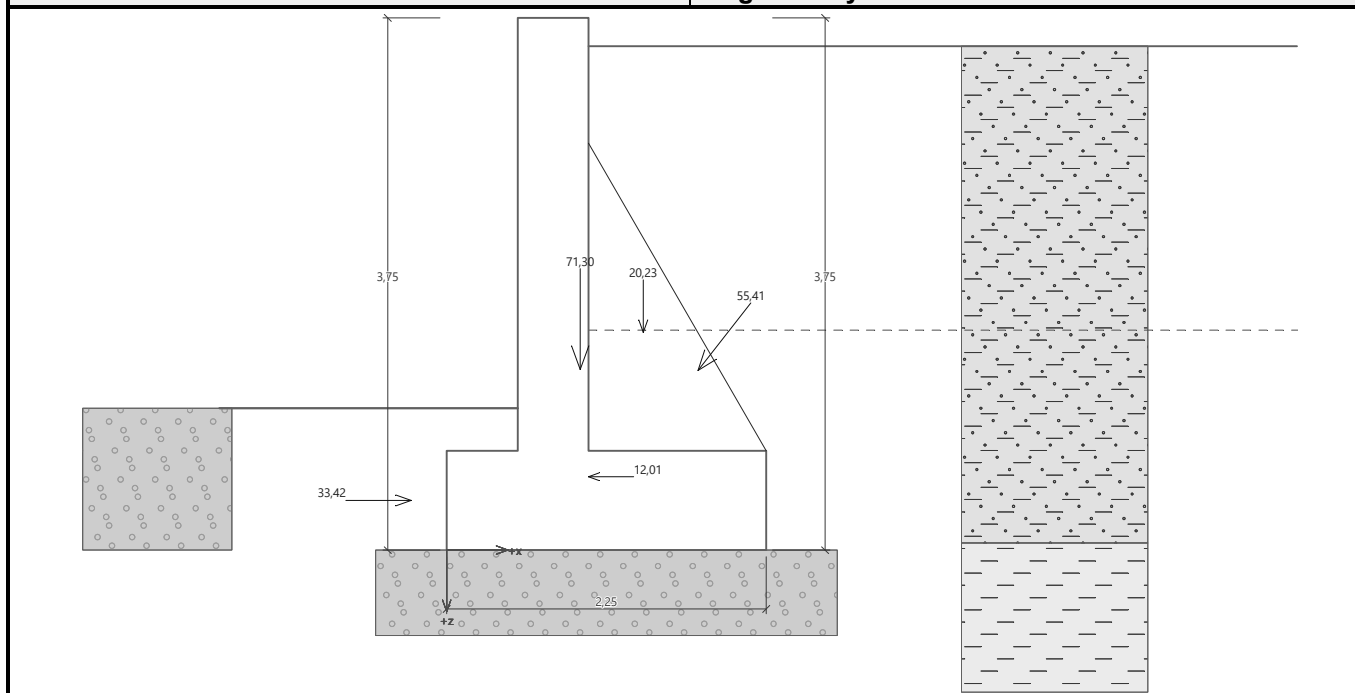
Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Maximum stress in footing bottom : 91,57 kPa

Name : Verification

Stage - analysis : 1 - 1



Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

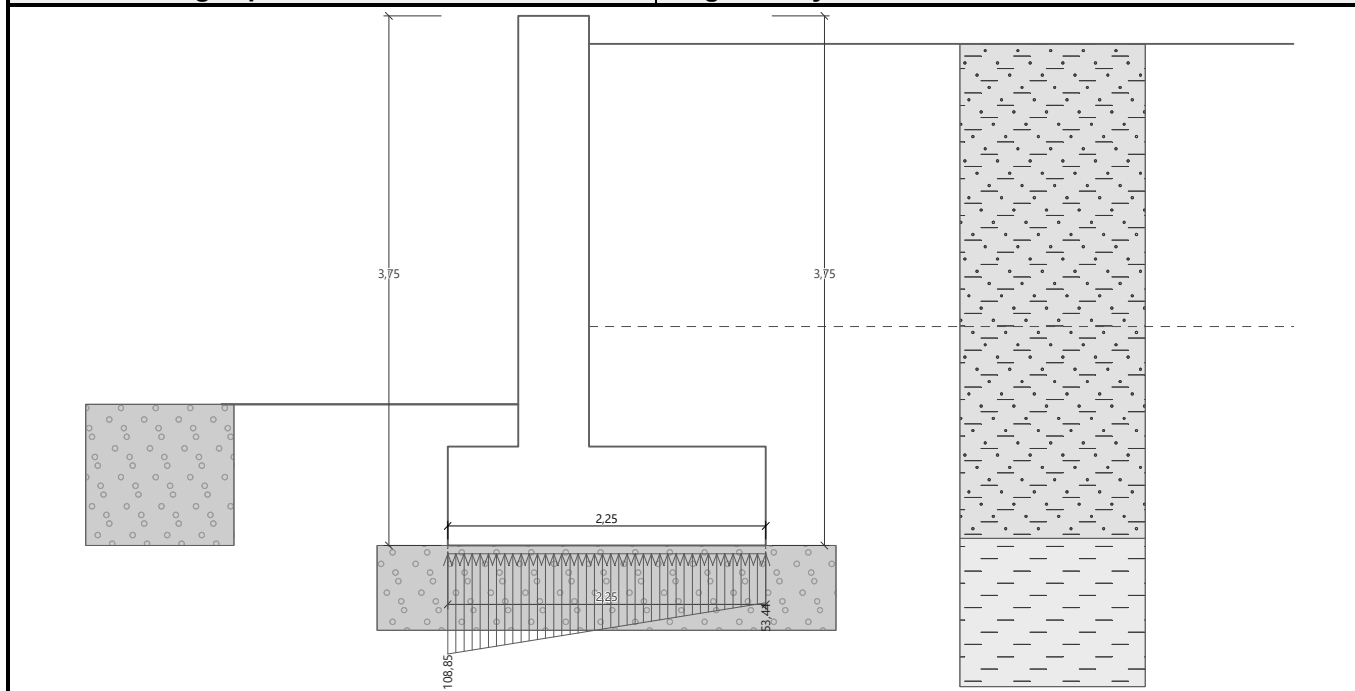
No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	23,38	182,58	17,10	0,057	91,57
2	24,70	150,54	28,80	0,073	78,33

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	17,32	135,24	12,67

Name : Bearing cap.

Stage - analysis : 1 - -1



Spread footing verification

Verification No. 1

Load case verification

Name	Self w. in favor	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Utilization [%]	Is satisfactory
LC 1	Yes	-0,13	0,00	92,13	368,01	25,03	Yes
LC 1	No	-0,13	0,00	92,13	368,01	25,03	Yes
LC 2	Yes	-0,16	0,00	78,89	314,68	25,07	Yes
LC 2	No	-0,16	0,00	78,89	314,68	25,07	Yes

Analysis carried out with automatic selection of the most unfavourable load cases.

Computed self weight of strip foundation $G = 20,48$ kN/m

Computed weight of overburden $Z = 7,74$ kN/m

Vertical bearing capacity check

Shape of contact stress : rectangle

Most unfavorable load case No. 2. (LC 2)

Parameters of slip surface below foundation:

Depth of slip surface $z_{sp} = 2,97$ m

Length of slip surface $l_{sp} = 8,23$ m

Design bearing capacity of found.soil $R_d = 314,68$ kPa

Extreme contact stress $\sigma = 78,89$ kPa

Bearing capacity in the vertical direction is SATISFACTORY

Verification of load eccentricity

Max. eccentricity in direction of base length $e_x = 0,072 < 0,333$

Max. eccentricity in direction of base width $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. overall eccentricity $e_t = 0,072 < 0,333$

Eccentricity of load is SATISFACTORY

Horizontal bearing capacity check

Most unfavorable load case No. 2. (LC 2)

Earth resistance: passive

Design magnitude of earth resistance $S_{pd} = 21,04$ kN

Horizontal bearing capacity $R_{dh} = 100,56$ kN

Extreme horizontal force $H = 28,80$ kN

Bearing capacity in the horizontal direction is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation is SATISFACTORY

Verification No. 1

Settlement and rotation of foundation - input data

Analysis carried out with automatic selection of the most unfavourable load cases.

Analysis carried out with accounting for coefficient κ_1 (influence of foundation depth).

Stress at the footing bottom considered from the finished grade.

Computed self weight of strip foundation $G = 20,48$ kN/m

Computed weight of overburden $Z = 7,74$ kN/m

Settlement of mid point of longitudinal edge = 5,2 mm

Settlement of mid point of transverse edge 1 = 10,3 mm

Settlement of mid point of transverse edge 2 = 7,8 mm

(1-max.compressed edge; 2-min.compressed edge)

Settlement and rotation of foundation - results

Foundation stiffness:

Computed weighted average modulus of deformation $E_{def} = 6,70$ MPa

Foundation in the longitudinal direction is rigid ($k=134,85$)

Foundation in the direction of width is rigid ($k=1536,04$)

Verification of load eccentricity

Max. eccentricity in direction of base length $e_x = 0,056 < 0,333$

Max. eccentricity in direction of base width $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. overall eccentricity $e_t = 0,056 < 0,333$

Eccentricity of load is SATISFACTORY

Overall settlement and rotation of foundation:

Foundation settlement = 8,8 mm

Depth of influence zone = 3,58 m

Rotation in direction of width = 1,119 (\tan^*1000); ($6,4E-02$ °)

Dimensioning No. 1

Analysis carried out with automatic selection of the most unfavourable load cases.

Verification of longitudinal reinforcement of foundation in the direction of x

6,67 prof. 14,0 mm, cover 50,0 mm

Cross-section width = 1,00 m

Cross-section depth = 0,70 m

Reinforcement ratio $\rho = 0,16$ % > 0,13 % = ρ_{min}

Position of neutral axis $x = 0,04$ m < 0,40 m = x_{max}

Ultimate moment $M_{Rd} = 279,57 \text{ kNm} > 51,65 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

Spread footing for punching shear failure check

Column normal force = 155,65 kN

Maximum resistance at the column perimeter

Force transferred into found. soil = 6,92 kN
 Force transferred by shear strength of foundation = 148,73 kN
 Considered column perimeter $u_0 = 2,00 \text{ m}$
 Shear resistance at the column perimeter $V_{Ed,max} = 0,20 \text{ MPa}$
 Resistance at the column perimeter $V_{Rd,max} = 2,94 \text{ MPa}$

Critical section without shear reinforcement

Force transferred into found. soil = 73,64 kN
 Force transferred by shear strength of foundation = 82,01 kN
 Distance of section from the column = 0,48 m
 Section perimeter $u = 2,00 \text{ m}$
 Shear stress at section $V_{Ed} = 0,07 \text{ MPa}$
 Shear resistance of section without shear reinforcement $V_{Rd,c} = 0,81 \text{ MPa}$

$V_{Ed} < V_{Rd,c} \Rightarrow$ Reinforcement is not required

Spread footing for punching shear is SATISFACTORY

Dimensioning No. 1

Wall stem check - front reinf.

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	-1,52	35,06	0,25	1,000	1,350	1,000
FF resistance	-3,71	-0,11	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
Pressure at rest	39,14	-0,97	0,00	0,50	1,350	1,000	1,350
Water pressure	3,60	-0,28	0,00	0,50	1,350	1,000	1,350
Uplift pressure	0,00	-2,85	0,00	0,50	1,000	1,000	1,000

Wall stem check - front reinf.

Front reinforcement is not required.

Wall stem check - back reinf.

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	-1,52	35,06	0,25	1,000	1,350	1,000
FF resistance	-3,71	-0,11	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
Pressure at rest	39,14	-0,97	0,00	0,50	1,350	1,000	1,350
Water pressure	3,60	-0,28	0,00	0,50	1,350	1,000	1,350
Uplift pressure	0,00	-2,85	0,00	0,50	1,000	1,000	1,000

Wall stem check - back reinf.

Wall check at the construction joint 3,05 m from the wall crest

Reinforcement and dimensions of the cross-section

6,67 prof. 14,0 mm, cover 50,0 mm

Inputted reinforcement area = 1026,8 mm²

Required reinforcement area = 575,9 mm²
 Cross-section width = 1,00 m
 Cross-section height = 0,50 m
 Reinforcement ratio ρ = 0,23 % > 0,13 % = ρ_{min}
 Position of neutral axis x = 0,05 m < 0,27 m = x_{max}
 Ultimate shear force V_{Rd} = 149,90 kN > 53,99 kN = V_{Ed}
 Ultimate moment M_{Rd} = 192,14 kNm > 52,42 kNm = M_{Ed}

Cross-section is SATISFACTORY.

Wall jump check

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0,00	-1,27	71,30	0,94	1,350
FF resistance	-33,42	-0,35	0,01	-0,25	1,350
Weight - earth wedge	0,00	-1,53	20,23	1,38	1,350
Active pressure	34,07	-1,26	43,70	1,77	1,350
Water pressure	12,01	-0,52	0,00	1,00	1,350
Uplift pressure	0,00	-3,55	0,00	1,00	1,350

Wall jump check

Reinforcement and dimensions of the cross-section

6,67 prof. 14,0 mm, cover 50,0 mm

Inputted reinforcement area = 1026,8 mm²

Required reinforcement area = 835,9 mm²

Cross-section width = 1,00 m

Cross-section height = 0,70 m

Reinforcement ratio ρ = 0,16 % > 0,13 % = ρ_{min}

Position of neutral axis x = 0,04 m < 0,40 m = x_{max}

Ultimate shear force V_{Rd} = 195,67 kN > 43,30 kN = V_{Ed}

Ultimate moment M_{Rd} = 279,57 kNm > 16,96 kNm = M_{Ed}

Cross-section is SATISFACTORY.

Wall heel check

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0,00	-0,35	20,13	1,62	1,350
Weight - earth wedge	0,00	-1,53	20,23	1,38	1,350
Active pressure	34,07	-1,26	43,70	1,77	1,350
Contact stress	0,00	0,00	-86,04	1,58	1,000

Wall heel check

Reinforcement and dimensions of the cross-section

6,67 prof. 14,0 mm, cover 50,0 mm

Inputted reinforcement area = 1026,8 mm²

Required reinforcement area = 835,9 mm²

Cross-section width = 1,00 m

Cross-section height = 0,70 m

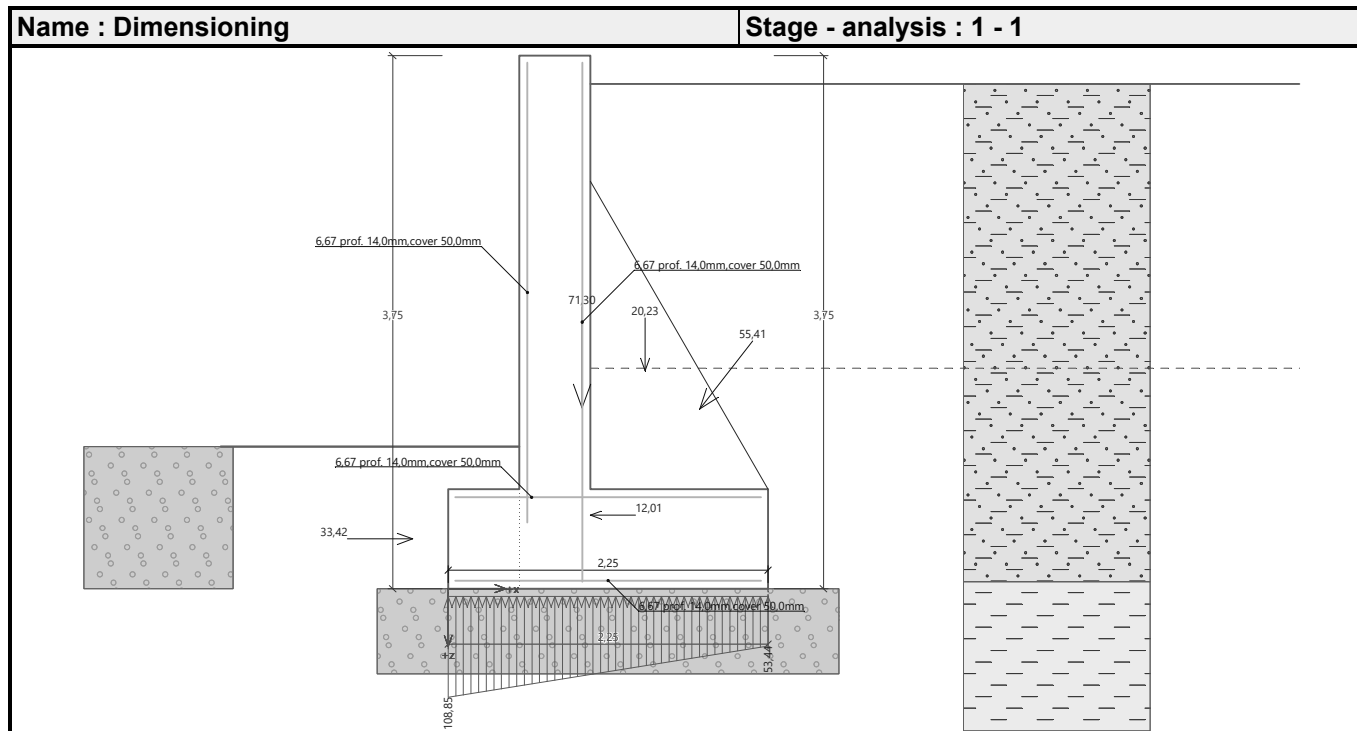
Reinforcement ratio $\rho = 0,16 \% > 0,13 \% = \rho_{min}$

Position of neutral axis $x = 0,04 \text{ m} < 0,40 \text{ m} = x_{max}$

Ultimate shear force $V_{Rd} = 195,67 \text{ kN} > 27,43 \text{ kN} = V_{Ed}$

Ultimate moment $M_{Rd} = 279,57 \text{ kNm} > 35,46 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.



Cantilever wall analysis

Input data

Project

Task : Oporni zid
 Part : Prerez 3
 Date : 16. 12. 2021
 Project ID : DSO Bovec
 Project number : 11826

Settings

Slovenia - EN 1997

Materials and standards

Concrete structures : EN 1992-1-1 (EC2)
 Coefficients EN 1992-1-1 : standard

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
 Base key : The base key is considered as inclined footing bottom
 Allowable eccentricity : 0,333
 Design approach : 2 - reduction of actions and resistances

Partial factors on actions (A)					
Permanent design situation					
		Unfavourable		Favourable	
Permanent actions :	$Y_G =$	1,35	[-]	1,00	[-]
Variable actions :	$Y_Q =$	1,50	[-]	0,00	[-]
Water load :	$Y_w =$	1,35	[-]		

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

Partial factors for variable actions			
Permanent design situation			
Factor for combination value :	$\psi_0 =$	0,70	[-]
Factor for frequent value :	$\psi_1 =$	0,50	[-]
Factor for quasi-permanent value :	$\psi_2 =$	0,30	[-]

Material of structure

Unit weight $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

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

Concrete: C 20/25

Cylinder compressive strength $f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$

Tensile strength $f_{ctm} = 2,20 \text{ MPa}$

Longitudinal steel: **B500B**

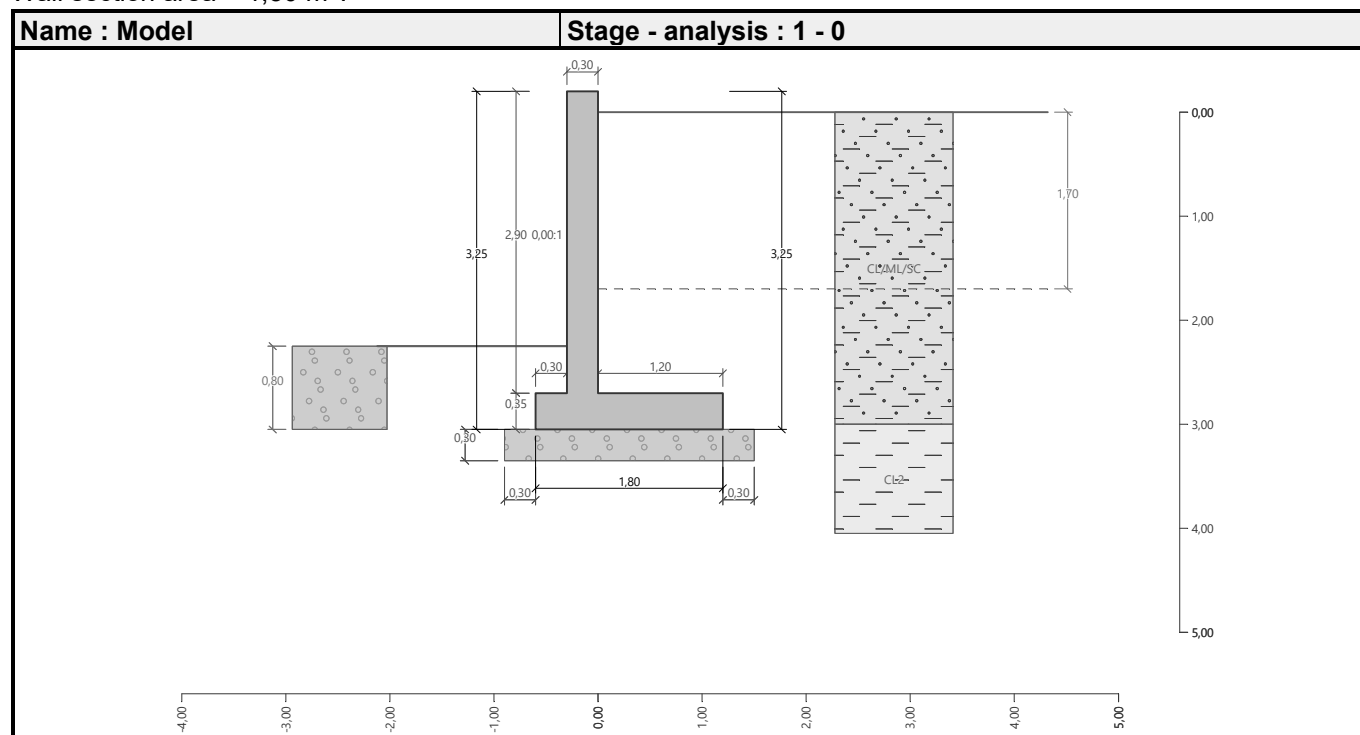
Yield strength $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Geometry of structure

No.	Coordinate X [m]	Depth Z [m]
1	0,00	-0,20
2	0,00	2,70
3	1,20	2,70
4	1,20	3,05
5	-0,60	3,05
6	-0,60	2,70
7	-0,30	2,70
8	-0,30	-0,20

The origin [0,0] is located at the most upper right point of the wall.

Wall section area = $1,50 \text{ m}^2$.



Basic soil parameters

No.	Name	Pattern	Φ_{ef} [°]	C_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	CL/ML/SC		30,00	1,00	20,00	12,00	15,00
2	Gramoz/Nasutje		30,00	1,00	20,00	12,00	20,00
3	CL2		24,00	18,00	22,00	13,00	15,00

All soils are considered as cohesionless for at rest pressure analysis.

Soil parameters**CL/ML/SC**

Unit weight : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 1,00 \text{ kPa}$
 Angle of friction struc.-soil : $\delta = 15,00^\circ$
 Soil : cohesionless
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

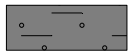

Gramoz/Nasutje

Unit weight : $\gamma = 20,00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 1,00 \text{ kPa}$
 Angle of friction struc.-soil : $\delta = 20,00^\circ$
 Soil : cohesionless
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 22,00 \text{ kN/m}^3$

CL2

Unit weight : $\gamma = 22,00 \text{ kN/m}^3$
 Stress-state : effective
 Angle of internal friction : $\varphi_{ef} = 24,00^\circ$
 Cohesion of soil : $c_{ef} = 18,00 \text{ kPa}$
 Angle of friction struc.-soil : $\delta = 15,00^\circ$
 Soil : cohesionless
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Geological profile and assigned soils

No.	Thickness of layer t [m]	Depth z [m]	Assigned soil	Pattern
1	3,00	0,00 .. 3,00	CL/ML/SC	
2	-	3,00 .. ∞	CL2	

Foundation

Type of foundation : strip foundation

Soil of foundation - Gramoz/Nasutje

Geometry

Foundation thickness $h = 0,30 \text{ m}$

Offset left $b_l = 0,30 \text{ m}$

Offset right $b_p = 0,30 \text{ m}$

Terrain profile

Terrain behind the structure is flat.

Depth of terrain below the top of wall $h = 0,20 \text{ m}$.

Water influence

GWT behind the structure lies at a depth of 1,70 m

Uplift in foot. bottom due to different pressures is not considered.

Resistance on front face of the structure

Resistance on front face of the structure: passive
 Soil on front face of the structure - Gramoz/Nasutje
 Angle of friction struc.-soil $\delta = 0,00^\circ$
 Soil thickness in front of structure $h = 0,80$ m

Terrain in front of structure is flat.

Settings of the stage of construction

Design situation : permanent

The wall is free to move. Active earth pressure is therefore assumed.

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	-1,12	34,50	0,64	1,000	1,000	1,350
FF resistance	-21,92	-0,28	0,02	-0,15	1,000	1,000	1,350
Weight - earth wedge	0,00	-1,14	17,65	0,97	1,000	1,000	1,350
Active pressure	25,26	-1,07	37,19	1,32	1,350	1,350	1,350
Water pressure	9,11	-0,45	0,00	0,60	1,350	1,350	1,350
Uplift pressure	0,00	-3,05	0,00	0,60	1,000	1,000	1,350

Verification of complete wall

Check for overturning stability

Resisting moment $M_{res} = 75,43$ kNm/m

Overturning moment $M_{ovr} = 35,95$ kNm/m

Wall for overturning is SATISFACTORY

Check for slip

Resisting horizontal force $H_{res} = 54,97$ kN/m

Active horizontal force $H_{act} = 24,48$ kN/m

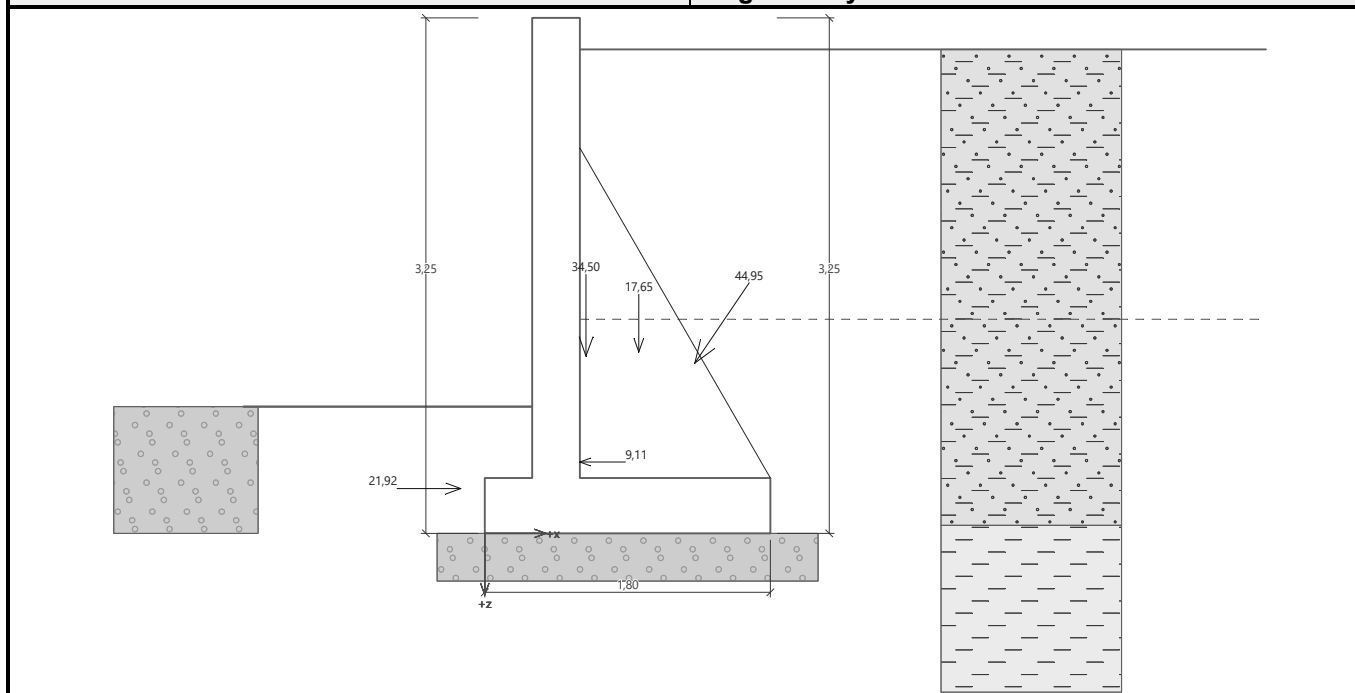
Wall for slip is SATISFACTORY

Overall check - WALL is SATISFACTORY

Maximum stress in footing bottom : 85,07 kPa

Name : Verification

Stage - analysis : 1 - 1



Bearing capacity of foundation soil

Design load acting at the center of footing bottom

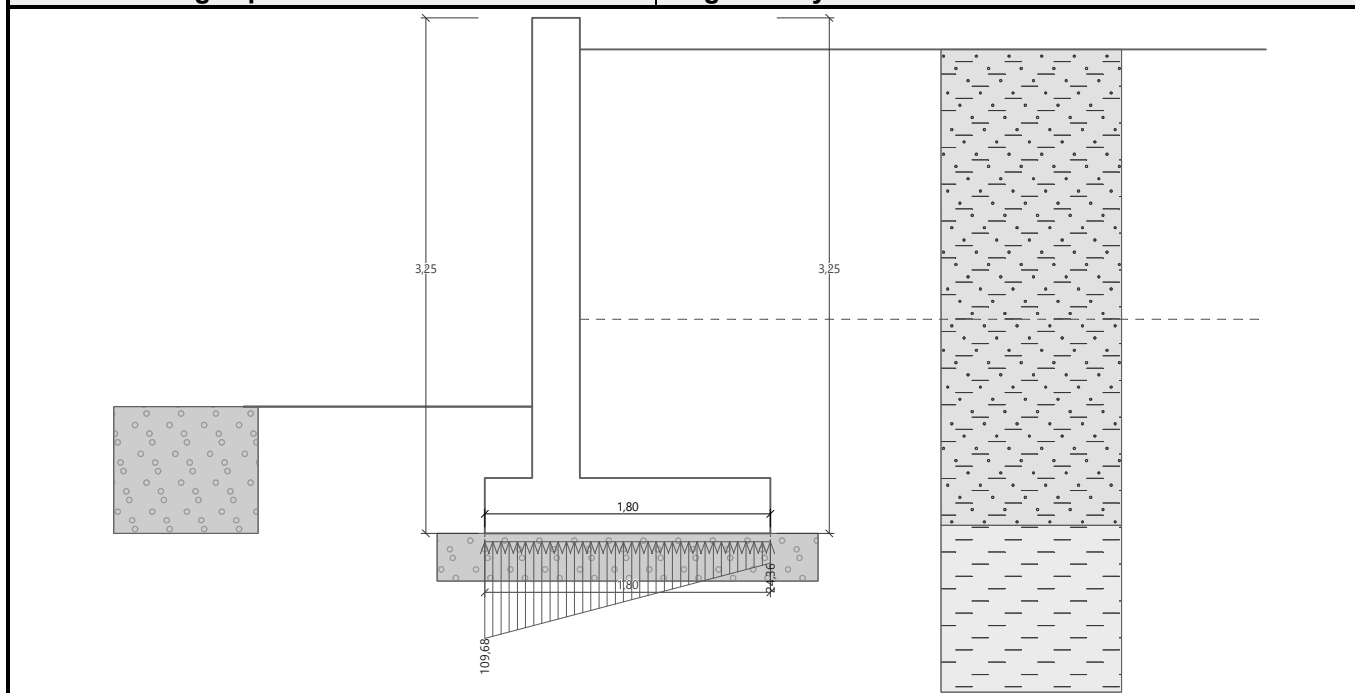
No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]	Eccentricity [-]	Stress [kPa]
1	23,04	120,63	16,81	0,106	85,07
2	22,49	102,37	24,48	0,122	75,24

Service load acting at the center of footing bottom

No.	Moment [kNm/m]	Norm. force [kN/m]	Shear Force [kN/m]
1	17,06	89,36	12,45

Name : Bearing cap.

Stage - analysis : 1 - -1



Spread footing verification

Verification No. 1

Load case verification

Name	Self w. in favor	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Utilization [%]	Is satisfactory
LC 1	Yes	-0,19	0,00	85,86	307,18	27,95	Yes
LC 1	No	-0,19	0,00	85,86	307,18	27,95	Yes
LC 2	Yes	-0,22	0,00	76,00	261,56	29,06	Yes
LC 2	No	-0,22	0,00	76,00	261,56	29,06	Yes

Analysis carried out with automatic selection of the most unfavourable load cases.

Computed self weight of strip foundation $G = 8,19$ kN/m

Computed weight of overburden $Z = 9,18$ kN/m

Vertical bearing capacity check

Shape of contact stress : rectangle

Most unfavorable load case No. 2. (LC 2)

Parameters of slip surface below foundation:

Depth of slip surface $z_{sp} = 2,37$ m

Length of slip surface $l_{sp} = 6,55$ m

Design bearing capacity of found.soil $R_d = 261,56$ kPa

Extreme contact stress $\sigma = 76,00$ kPa

Bearing capacity in the vertical direction is SATISFACTORY

Verification of load eccentricity

Max. eccentricity in direction of base length $e_x = 0,120 < 0,333$

Max. eccentricity in direction of base width $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. overall eccentricity $e_t = 0,120 < 0,333$

Eccentricity of load is SATISFACTORY

Horizontal bearing capacity check

Most unfavorable load case No. 2. (LC 2)

Earth resistance: passive

Design magnitude of earth resistance $S_{pd} = 11,40$ kN

Horizontal bearing capacity $R_{dh} = 66,14$ kN

Extreme horizontal force $H = 24,48$ kN

Bearing capacity in the horizontal direction is SATISFACTORY

Bearing capacity of foundation is SATISFACTORY

Verification No. 1

Settlement and rotation of foundation - input data

Analysis carried out with automatic selection of the most unfavourable load cases.

Analysis carried out with accounting for coefficient κ_1 (influence of foundation depth).

Stress at the footing bottom considered from the finished grade.

Computed self weight of strip foundation $G = 8,19$ kN/m

Computed weight of overburden $Z = 9,18$ kN/m

Settlement of mid point of longitudinal edge = 3,6 mm

Settlement of mid point of transverse edge 1 = 8,0 mm

Settlement of mid point of transverse edge 2 = 4,9 mm

(1-max.compressed edge; 2-min.compressed edge)

Settlement and rotation of foundation - results

Foundation stiffness:

Computed weighted average modulus of deformation $E_{def} = 6,40$ MPa

Foundation in the longitudinal direction is rigid ($k=34,45$)

Foundation in the direction of width is rigid ($k=200,92$)

Verification of load eccentricity

Max. eccentricity in direction of base length $e_x = 0,104 < 0,333$

Max. eccentricity in direction of base width $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. overall eccentricity $e_t = 0,104 < 0,333$

Eccentricity of load is SATISFACTORY

Overall settlement and rotation of foundation:

Foundation settlement = 6,4 mm

Depth of influence zone = 3,03 m

Rotation in direction of width = 1,732 (\tan^*1000); ($9,9E-02$ °)

Dimensioning No. 1

Analysis carried out with automatic selection of the most unfavourable load cases.

Verification of longitudinal reinforcement of foundation in the direction of x

6,67 prof. 12,0 mm, cover 50,0 mm

Cross-section width = 1,00 m

Cross-section depth = 0,35 m

Reinforcement ratio $\rho = 0,26$ % > 0,13 % = ρ_{min}

Position of neutral axis $x = 0,03$ m < 0,18 m = x_{max}

Ultimate moment $M_{Rd} = 92,39 \text{ kNm} > 32,73 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

Spread footing for punching shear failure check

Column normal force = 104,79 kN

Maximum resistance at the column perimeter

Force transferred into found. soil = 5,82 kN
 Force transferred by shear strength of foundation = 98,97 kN
 Considered column perimeter $u_0 = 2,00 \text{ m}$
 Shear resistance at the column perimeter $V_{Ed,max} = 0,43 \text{ MPa}$
 Resistance at the column perimeter $V_{Rd,max} = 2,94 \text{ MPa}$

Critical section without shear reinforcement

Force transferred into found. soil = 57,17 kN
 Force transferred by shear strength of foundation = 47,62 kN
 Distance of section from the column = 0,44 m
 Section perimeter $u = 2,00 \text{ m}$
 Shear stress at section $V_{Ed} = 0,11 \text{ MPa}$
 Shear resistance of section without shear reinforcement $V_{Rd,c} = 0,51 \text{ MPa}$

$V_{Ed} < V_{Rd,c} \Rightarrow$ Reinforcement is not required

Spread footing for punching shear is SATISFACTORY

Dimensioning No. 1

Wall stem check - front reinf.

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	-1,45	20,00	0,15	1,000	1,350	1,000
FF resistance	-7,59	-0,16	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
Pressure at rest	34,42	-0,93	0,00	0,30	1,350	1,000	1,350
Water pressure	4,99	-0,33	0,00	0,30	1,350	1,000	1,350
Uplift pressure	0,00	-2,70	0,00	0,30	1,000	1,000	1,000

Wall stem check - front reinf.

Front reinforcement is not required.

Wall stem check - back reinf.

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	-1,45	20,00	0,15	1,000	1,350	1,000
FF resistance	-7,59	-0,16	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
Pressure at rest	34,42	-0,93	0,00	0,30	1,350	1,000	1,350
Water pressure	4,99	-0,33	0,00	0,30	1,350	1,000	1,350
Uplift pressure	0,00	-2,70	0,00	0,30	1,000	1,000	1,000

Wall stem check - back reinf.

Wall check at the construction joint 2,90 m from the wall crest

Reinforcement and dimensions of the cross-section

6,67 prof. 12,0 mm, cover 50,0 mm

Inputted reinforcement area = 754,4 mm²

Required reinforcement area = 430,1 mm²
 Cross-section width = 1,00 m
 Cross-section height = 0,30 m
 Reinforcement ratio ρ = 0,31 % > 0,13 % = ρ_{min}
 Position of neutral axis x = 0,04 m < 0,15 m = x_{max}
 Ultimate shear force V_{Rd} = 102,40 kN > 45,61 kN = V_{Ed}
 Ultimate moment M_{Rd} = 79,71 kNm > 44,32 kNm = M_{Ed}

Cross-section is SATISFACTORY.

Wall jump check

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0,00	-1,12	34,50	0,64	1,350
FF resistance	-21,92	-0,28	0,02	-0,15	1,350
Weight - earth wedge	0,00	-1,14	17,65	0,97	1,350
Active pressure	25,26	-1,07	37,19	1,32	1,350
Water pressure	9,11	-0,45	0,00	0,60	1,350
Uplift pressure	0,00	-3,05	0,00	0,60	1,350

Wall jump check

Reinforcement and dimensions of the cross-section

6,67 prof. 12,0 mm, cover 50,0 mm

Inputted reinforcement area = 754,4 mm²

Required reinforcement area = 382,2 mm²

Cross-section width = 1,00 m

Cross-section height = 0,35 m

Reinforcement ratio ρ = 0,26 % > 0,13 % = ρ_{min}

Position of neutral axis x = 0,03 m < 0,18 m = x_{max}

Ultimate shear force V_{Rd} = 113,44 kN > 28,36 kN = V_{Ed}

Ultimate moment M_{Rd} = 92,39 kNm > 7,40 kNm = M_{Ed}

Cross-section is SATISFACTORY.

Wall heel check

Forces acting on construction

Name	F_{hor} [kN/m]	App.Pt. z [m]	F_{vert} [kN/m]	App.Pt. x [m]	Design coefficient
Weight - wall	0,00	-0,17	9,66	1,20	1,350
Weight - earth wedge	0,00	-1,14	17,65	0,97	1,350
Active pressure	25,26	-1,07	37,19	1,32	1,350
Contact stress	0,00	0,00	-63,36	1,09	1,000

Wall heel check

Reinforcement and dimensions of the cross-section

6,67 prof. 12,0 mm, cover 50,0 mm

Inputted reinforcement area = 754,4 mm²

Required reinforcement area = 382,2 mm²

Cross-section width = 1,00 m

Cross-section height = 0,35 m

Reinforcement ratio $\rho = 0,26 \% > 0,13 \% = \rho_{min}$

Position of neutral axis $x = 0,03 \text{ m} < 0,18 \text{ m} = x_{max}$

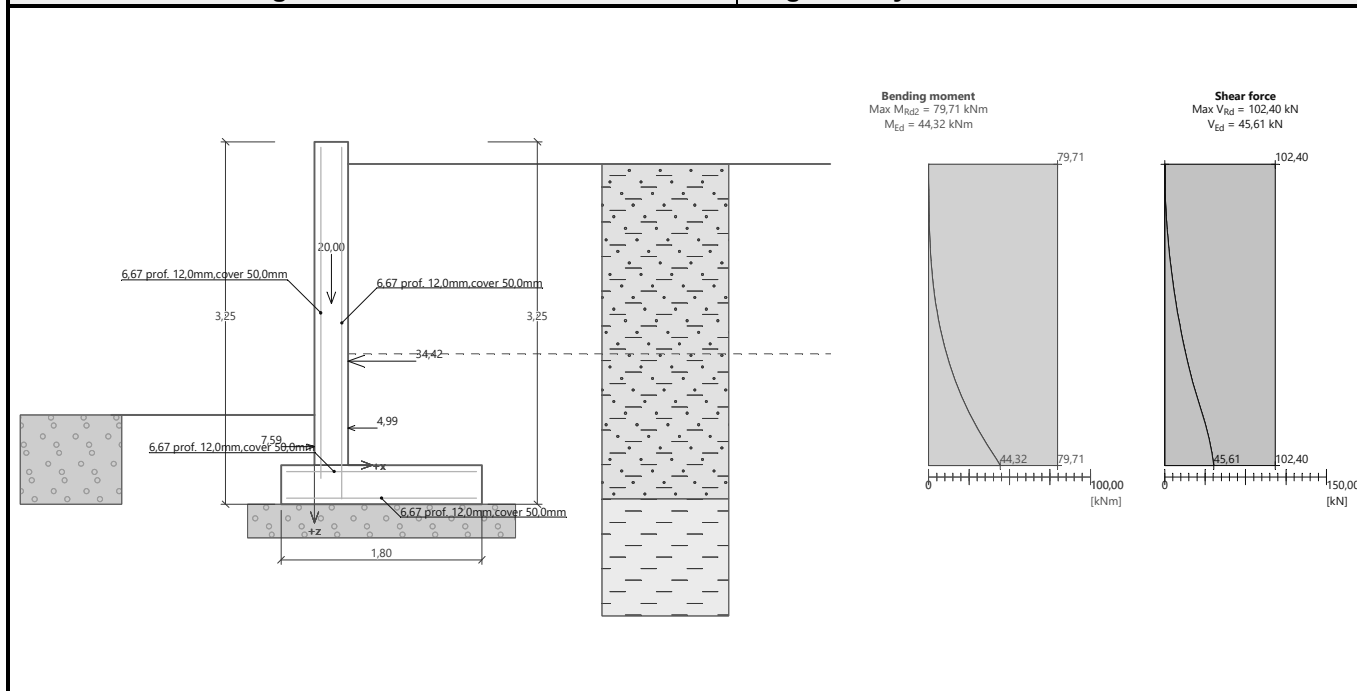
Ultimate shear force $V_{Rd} = 113,44 \text{ kN} > 23,72 \text{ kN} = V_{Ed}$

Ultimate moment $M_{Rd} = 92,39 \text{ kNm} > 36,92 \text{ kNm} = M_{Ed}$

Cross-section is SATISFACTORY.

Name : Dimensioning

Stage - analysis : 1 - 1



2.5 TEHNIČNI PRIKAZI

List	Opis	Merilo
2.5.1	Gradbena in zakoličbena situacija opornega zidu 1	1:100
2.5.2	Gradbena in zakoličbena situacija opornega zidu 2	1:100
2.5.3	Dispozicija opornih zidov	1:100, 50
2.5.4	Armaturni načrt opornih zidov	1:50
	Izvečki armature	
