

# Proračun gabionskog potpornog zida prema EC7 ispod šetnice u Rapcu

---

**Burul, Nikolina**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:157:047356>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-04-01**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Civil Engineering - FCERI Repository](#)



*image not found or type unknown*

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET U RIJECI**

**Nikolina Burul**

**Proračun gabionskog potpornog zida prema EC7  
ispod šetnice u Rapcu**

**Završni rad**

**Rijeka, 2019.**

**SVEUČILIŠTE U RIJECI  
GRAĐEVINSKI FAKULTET U RIJECI**

**Preddiplomski stručni studij Građevinarstvo  
Geotehničko Inženjerstvo**

**Nikolina Burul  
JMBAG: 0114023371**

**Proračun gabionskog potpornog zida prema EC7  
ispod šetnice u Rapcu**

**Završni rad**

**Rijeka, srpanj 2019.**

## **IZJAVA**

Završni rad izradila sam samostalno, u suradnji s mentoricom i uz poštivanje pozitivnih građevinskih propisa i znanstvenih dostignuća iz područja građevinarstva. Građevinski fakultet u Rijeci je nositelj prava intelektualnog vlasništva u odnosu na ovaj rad.

---

Nikolina Burul

U Rijeci, 28.06.2019.

## **ZAHVALA**

Zahvaljujem se mentorici Doc.dr.sc. Martini Vivoda Prodan na susretljivosti i pomoći pri izradi završnog rada.

## **Sažetak**

Tema ovog završnog rada je proračun gabionskog potpornog zida prema EC7 ispod šetnice u Rapcu. Rad sadrži osvrt na provedene istraživačke radove, opisuje geološku građu i seizmičnost šireg područja te geološke značajke lokacije na kojoj se nalazi građevina.

Proračun se provodio sukladno s normom HRN EN 1997-1:2012, prema projektnom pristupu 3 čija se primjena objašnjava u ovom završnom radu. Provedena je provjera stabilnosti na prevrtanje i klizanje te kontrola naprezanja na tlo.

U sklopu rada izrađen je i tehnički opis i troškovnik radova, te su ukratko opisane funkcije i prednosti gabionskih zidova.

**Ključne riječi:** gabionski zid, potporni zid, Eurokod 7, analiza stabilnosti, provjera naprezanja na tlo

## **Abstract**

The topic of this thesis is the calculation of the gabion retaining wall according to EC7 below the promenade in Rabac. The thesis contains a review of the conducted research work, describes the geological structure and seismicity of the wider area and the geological features of the site where the building is located.

The calculation was carried out in accordance with HRN EN 1997-1: 2012, with the use of project approach 3, the application of which is explained in this thesis. Analysis of stability against overturning and sliding as well as control of soil stresses were carried out.

As part of the thesis, technical description and an estimate of the building costs were made and the functions and advantages of the gabion walls were briefly described.

**Keywords:** gabion wall, retaining wall, Eurocode 7, stability analysis, soil stress control

## SADRŽAJ

POPIS TABLICA.....	2
POPIS SLIKA .....	3
1. UVOD .....	4
2. OPĆENITO O GABIONSKIM ZIDOVIMA .....	5
3. OPĆENITO O PRORAČUNU POTPORNIH ZIDOVA PREMA EC7 .....	7
3.1 Granična stanja nosivosti .....	7
3.2 Projektni pristupi.....	9
4. ISTRAŽIVAČKI RADOVI NA ŠIREM PODRUČJU.....	12
5. GEOLOŠKA GRAĐA I SEIZMIČNOST ŠIREG PODRUČJA .....	15
5.1 Geološka građa šireg područja.....	15
5.2 Seizmičnost šireg područja .....	16
6. GEOTEHNIČKE ZNAČAJKE LOKACIJE .....	17
7. PRORAČUN GABIONSKOG POTPORNOG ZIDA .....	18
8. TEHNIČKI OPIS .....	34
9. TROŠKOVNIK RADOVA.....	36
10. ZAKLJUČAK .....	38
LITERATURA .....	39
GRAFIČKI PRILOZI .....	40

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Provjera stabilnosti za pet graničnih stanja nosivosti [3] .....	8
Tablica 2. Tri projektna pristupa za granična stanja STR i GEO: kombinacije skupina za projektne pristupe [3].....	9
Tablica 3. Parcijalni faktori po skupinama za granična stanja STR i GEO [3].....	10
Tablica 4. Tri projektna pristupa za granična stanja STR i GEO: djelovanja i otpornosti [3] .....	10
Tablica 5. Geomehanička klasifikacija (RMR89) za stanje diskontinuiteta [5].....	17
Tablica 6. Geomehanička klasifikacija (RMR89) za osnovnu stijenu [5].....	17



## POPIS SLIKA

Slika 1. Gabionski zid uz prometnicu [2] .....	5
Slika 2. Gabionski koš [1] .....	5
Slika 3. Granična stanja nosivosti (EQU,STR,GEO,UPL) [4] .....	8
Slika 4. Granično stanje nosivosti (HYD) [4] .....	8
Slika 5. Projektni pristup 3 za granični slučaj nosivosti tla ispod temelja potpornog zida [3] .....	11
Slika 6. Georadarski profil 5G-5G' [5] .....	12
Slika 7. Geoelektrični profili 1E-1E' i 2E-2E' [5] .....	13
Slika 8. Seizmički profil 1s-1s' [5].....	14
Slika 9. Jezgra bušotine B-1 [5] .....	14
Slika 10. Isječak Osnovne geološke karte Hrvatske [7,8] .....	15
Slika 11. Isječak karta potresnih područja Republike Hrvatske za povratni period od a) 95 godina i b) 475 godina [6] .....	16
Slika 12. Položaj šetnice sa izdancima stijenske mase vidljivim na terenu [5].....	17
Slika 13. Geometrija gabionskog potpornog zida .....	19
Slika 14. Prikaz djelovanja potiska od utjecaja tla u presjeku 1-1 .....	21
Slika 15. Prikaz djelovanja potiska od utjecaja tla u presjeku 2-2 .....	25
Slika 16. Prikaz djelovanja potiska od utjecaja tla u presjeku 3-3 .....	28
Slika 17. Prikaz djelovanja potiska od utjecaja tla u presjeku 4-4 .....	31
Slika 18. Prikaz sastavljanja gabionskog zida [2] .....	35
Slika 19. Spojnice za povezivanje gabionskih koševa [2].....	35

## 1. UVOD

Predviđena je izvedba gabionskog potpornog zida uz šetnicu na području Rapca na nadmorskoj visini od približno 10 m.n.m. Lokacija se nalazi na području koje nije seizmički aktivno i kojeg izgrađuju dobro uslojeni vapnenci gornje krede.

Potporni zid je duljine 60 m te se izvodi sa skokovima u temeljima. Najveća visina potpornog zida iznosi 4 m. Temeljenje se vrši na betonskoj ploči debljine 40 cm na temeljnom tlu izgrađenom od vapnenačke stijenske mase. Proračunska nosivost temeljnog tla iznosi 650 kPa. Prostor iza gabionskog potpornog zida zatrpava se kamenim nasipnim materijalom do visine gornjeg reda gabionskog zida.

Proračun je izvršen za maksimalnu visinu gabionskog zida od 4 m, i to za sve četiri razine zida. Provedena je provjera stabilnosti na prevrtanje i klizanje te kontrola naprezanja na tlo. Proračun se provodio sukladno s normom HRN EN 1997-1:2012, prema projektnom pristupu 3. Prilikom proračuna u obzir su uzeta stalna opterećenja šetnice i ograde na gabionski potporni zid.

Za gabionski potporni zid izrađen je i tehnički opis izvođenja radova te je dan i troškovnik radova.

Osnovni cilj ovoga rada je proračunom odrediti adekvatne dimenzije gabionskog potpornog zida koje zadovoljavaju uvjete stabilnosti te na temelju dobivenih dimenzija izraditi grafičke priloge.

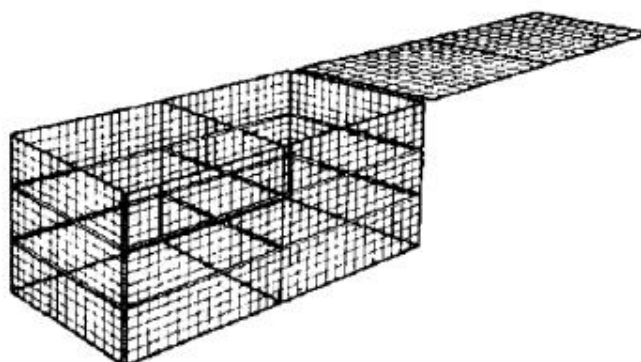
## 2. OPĆENITO O GABIONSKIM ZIDOVIMA

Zidovi od gabiona spadaju u gravitacijske potporne zidove te se primjenjuju uglavnom u niskogradnji prilikom izgradnje prometnica (Slika 1.), u svrhu zaštite od buke, za stabilizaciju obala rijeka i slično. [1]



Slika 1. Gabionski zid uz prometnicu [2]

Izvode se od gabionskih koševa (Slika 2.) pravokutnog oblika koji se slažu u jedan ili više redova, ovisno o potrebnoj visini zida. Koševi mogu biti raznih dimenzija, a izrađeni su od dvostruko pletene pocinčane heksagonalne mreže te ispunjene od lomljenog kamena što ih čini otpornim na koroziju. Gabioni se mogu položiti direktno na tlo, koje se prethodno mora poravnati, ali mogu imati i temelje. [1]



Slika 2. Gabionski koš [1]

Funkcije gabionskog zida: [2]

- stvaranje barijere koja sprječava eroziju tla kod stabilizacije obala i nasipa
- sprječavanje klizanja ili ispiranja tla
- zaštita od buke
- smanjenje brzine vode radi sprječavanja erozije tla kod vodenih tokova

Prednosti gabionskog zida: [2]

- Estetika – korištenjem prirodnih materijala za ispunu gabionskih koševa te svojstvom gabiona da se nakon određenog vremena zazelene gabionski zid se stapa s okolinom
- Ekonomičnost – mogućnost korištenja materijala nastalog iskopom na gradilištu za punjenje gabionskih koševa
- Vodopropusnost – zahvaljujući ispuni od lomljenog kamena gabioni imaju svojstvo propuštanja vode a da se pritom ne oštećuju
- Fleksibilnost i mogućnost prilagodbe
- Dugotrajnost
- Jednostavna izvedba
- Mogućnost rastavljanja i ponovnog korištenja

### **3. OPĆENITO O PRORAČUNU POTPORNIH ZIDOVA PREMA EC7**

Prilikom proračuna geotehničke građevine potrebno je definirati sva granična stanja koja bi mogla utjecati na građevinu kako ne bi došlo do prekoračenja istih.

#### **3.1 Granična stanja nosivosti**

Norma EN 1997-1 razlikuje pet graničnih stanja nosivosti: [3]

EQU - gubitak ravnoteže konstrukcije razmatrane kao kruto tijelo pri čemu čvrstoća konstruktivnog materijala značajno ne doprinosi otpornosti (Slika 3.)

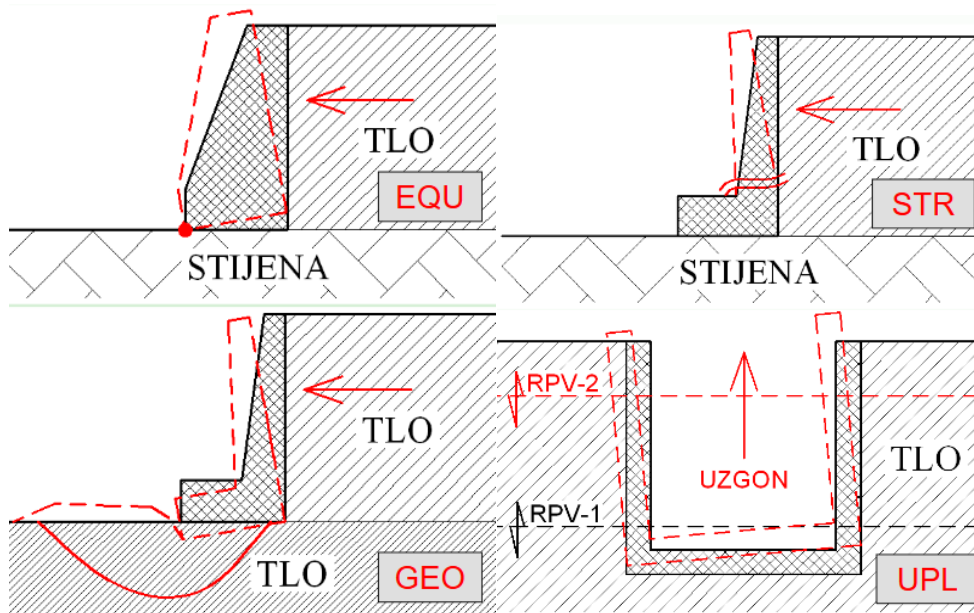
STR - slom ili velika deformacija konstrukcije ili njenog elementa pri čemu čvrstoća konstruktivnog materijala bitno pridonosi otpornosti (Slika 3.)

GEO - slom ili velika deformacija tla pri kojoj čvrstoća tla ili stijene bitno pridonosi otpornosti (Slika 3.)

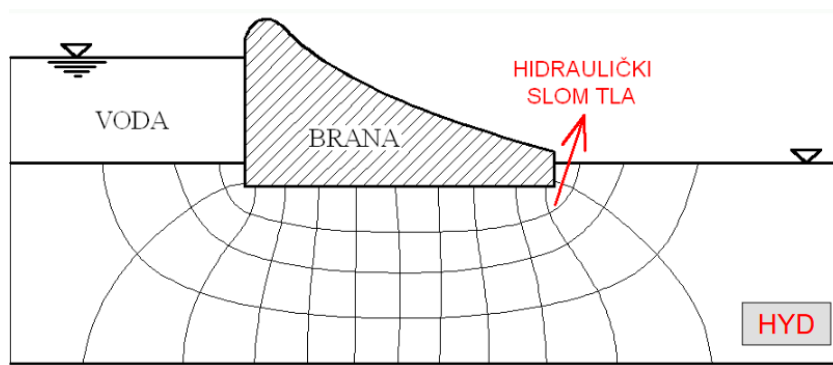
UPL - gubitak ravnoteže konstrukcije ili tla uslijed uzgona vode ili drugih vertikalnih sila (Slika 3.)

HYD - hidrauličko izdizanje (Slika 4.)

Uvjeti stabilnosti za granična stanja nosivosti prikazani su u Tablici 1. gdje oznaka  $F$  predstavlja djelovanja na konstrukciju, oznaka  $x$  svojstva materijala, a oznaka  $a$  geometrijske podatke.



Slika 3. Granična stanja nosivosti (EQU,STR,GEO,UPL) [4]



Slika 4. Granično stanje nosivosti (HYD) [4]

Tablica 1. Provjera stabilnosti za pet graničnih stanja nosivosti [3]

Granično stanje	Provjera stabilnosti	Napomene
EQU	$E_{\text{dat};d} \leq E_{\text{stb};d} + T_d$	$E_{\text{dat};d} = E(\gamma_F F_{\text{rep}}; X_k / \gamma_M; a_d)_{\text{dat}}$ je destabilizirajući, a $E_{\text{stb};d} = E(\gamma_F F_{\text{rep}}; X_k / \gamma_M; a_d)_{\text{stb}}$ stabilizirajući učinak djelovanja; $T_d$ mogući posmični otpor;
STR/GEO	$E_d \leq R_d$	$E_d$ je učinak djelovanja, a $R_d$ otpornost na taj učinak u nekom razmatranom presjeku konstrukcije ili tla (vidi i tablicu 1);
UPL	$V_{\text{dat};d} \leq G_{\text{stb};d} + R_d$	$V_{\text{dat};d} = G_{\text{dat};d} + Q_{\text{dat};d}$ je kombinacija trajnog ( $G$ ) i promjenjivog ( $Q$ ) destabilizirajućeg vertikalnog djelovanja, a $G_{\text{stb};d}$ je stabilizirajuće vertikalno trajno djelovanje; $R_d$ je mogući dodatni projektni otpor izdizanju;
HYD	$u_{\text{dat};d} \leq \sigma_{\text{stb};d}$ ili $S_{\text{dat};d} \leq G'_{\text{stb};d}$	$u_{\text{dat};d}$ odnosno $S_{\text{dat};d}$ su projektne destabilizirajući tlak pome vode na dnu stupca tla odnosno strujna sila u stupcu tla, a $\sigma_{\text{stb};d}$ odnosno $G'_{\text{stb};d}$ su ukupno vertikalno naprezanje na dnu stupca odnosno efektivna težina stupca tla

### 3.2 Projektni pristupi

Norma EN 1997-1 uvodi tri projektna pristupa za granična stanja nosivosti STR i GEO dok za ostala granična stanja vrijedi jedinstveni projektni pristup. Projektni pristupi se razlikuju po fazi proračuna u kojoj će se primijeniti parcijalni faktori. Faktori se mogu primijeniti na ulazne podatke (djelovanja i svojstva materijala) ili na rezultate proračuna (učinke djelovanja i otpornosti). Oni pobliže definiraju varijante proračuna projektnog djelovanja ( $E_d$ ) i projektne otpornosti ( $R_d$ ) te daju prijedloge odgovarajućih parcijalnih koeficijenata. Parcijalni koeficijenti podijeljeni su za svaki projektni pristup u skupine A za djelovanja, M za svojstva materijala i R za otpornosti. Kombinacije pojedinih skupina za svaki od projektnih pristupa prikazani su u Tablici 2, dok su parcijalni faktori po skupinama vidljivi u Tablici 3. Učinci projektnog djelovanja i otpornosti definiraju se prema Tablici 4.

U projektnom pristupu 3, koji je korišten prilikom proračuna gabionskog potpornog zida, svi parcijalni faktori se unose na ulazu u proračun. Primjer uporabe projektnog pristupa 3 za granični slučaj nosivosti tla ispod temelja potpornog zida prikazan je na Slici 5. [3]

Tablica 2. Tri projektna pristupa za granična stanja STR i GEO: kombinacije skupina za projektne pristupe [3]

Projektni pristup 1	Projektni pristup 2	Projektni pristup 3
osno opterećeni piloti i sidra: K1 <sup>a</sup> : A1 + M1 + R1 K2 <sup>a</sup> : A2 + (M1 <sup>b</sup> ili M2 <sup>c</sup> ) + R4	A1 + M1 + R2	(A1 <sup>d</sup> ili A2 <sup>e</sup> ) + M2 + R3
sve ostale konstrukcije K1 <sup>a</sup> : A1 + M1 + R1 K2 <sup>a</sup> : A2 + M2 + R1		
<sup>a</sup> odvojeni proračuni za K1 i K2 <sup>b</sup> za pilote i sidra <sup>c</sup> za nepovoljno djelovanje od negativnog trenja ili bočnog opterećenja pilota		<sup>d</sup> za sile od konstrukcije <sup>e</sup> za geotehničke sile (sile od tla i sl.)

Tablica 3. Parcijalni faktori po skupinama za granična stanja STR i GEO [3]

(1) Parcijalni faktori djelovanja ( $\gamma_F$ ) i učinka djelovanja ( $\gamma_E$ )						
Djelovanja		simbol	A1	A2		
trajna	nepovoljna	$\gamma_G$	1.35	1.0		
	povoljna	$\gamma_G$	1.0	1.0		
promjenjiva	nepovoljna	$\gamma_Q$	1.5	1.3		
	povoljna	$\gamma_Q$	0	0		
(2) Parcijalni faktori svojstva materijala (tlo, stijena) ( $\gamma_M$ )						
Svojstvo		simbol	M1	M2		
tangens efektivnog kuta trenja		$\gamma_{\phi'}$	1.0	1.25		
efektivna kohezija		$\gamma_{c'}$	1.0	1.25		
nedrenirana i jednoosna čvrstoća		$\gamma_{\sigma_u}$ ili $\gamma_{\sigma_u}$	1.0	1.4		
težinska gustoća		$\gamma_\gamma$	1.0	1.0		
(3) Parcijalni faktori otpora ( $\gamma_R$ ):						
Otpornost <sup>†</sup>		simbol	R1	R2	R3	R4
<u>Plitki temelji</u>	nosivost	$R_{\gamma}$	1.0	1.4	1.0	-
	klizanje	$R_h$	1.0	1.1	1.0	-
<u>Zabijeni piloti</u>	stopa	$\gamma_b$	1.0	1.1	1.0	1.3
	plašt (tlak)	$\gamma_a$	1.0	1.1	1.0	1.3
	stopa+plašt (tlak)	$\gamma_t$	1.0	1.1	1.0	1.3
	plašt (vlak)	$\gamma_{a;t}$	1.25	1.15	1.1	1.6
<u>Bušeni piloti</u>	stopa	$\gamma_b$	1.25	1.1	1.0	1.6
	plašt (tlak)	$\gamma_a$	1.0	1.1	1.0	1.3
	stopa+plašt (tlak)	$\gamma_t$	1.15	1.1	1.0	1.5
	plašt (vlak)	$\gamma_{a;t}$	1.25	1.15	1.1	1.6
<u>Prednapeta sidra</u>	privremena	$\gamma_{a;t}$	1.1	1.1	1.0	1.1
	trajna	$\gamma_{a;p}$	1.1	1.1	1.0	1.1
<u>Potporne konstrukcije</u>	nosivost	$\gamma_{R;v}$	1.0	1.4	1.0	-
	klizanje	$\gamma_{R;h}$	1.0	1.1	1.0	-
	otpor tla	$\gamma_{R;e}$	1.0	1.4	1.0	-
<u>Kosine i opća stabilnost</u>	otpor tla	$\gamma_{R;e}$	1.0	1.1	1.0	-

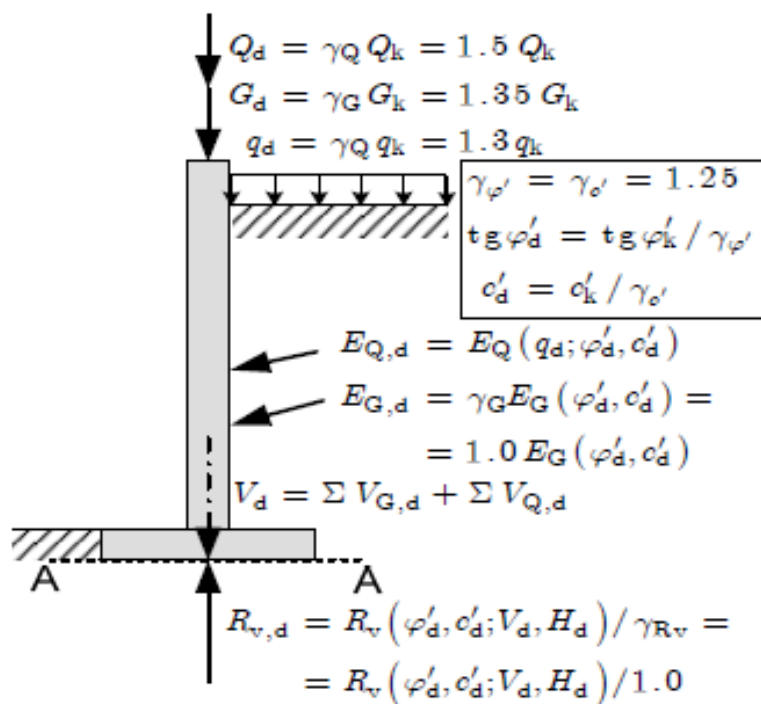
<sup>†</sup> EN 1997-1 još navodi posebne parcijalne faktore za uvrtnane pilote koji su ovdje izostavljeni

Tablica 4. Tri projektna pristupa za granična stanja STR i GEO: djelovanja i otpornosti [3]

	učinak djelovanja	otpornost
Projektni pristup 1 (osim osno opterećenih pilota i sidra za što vidi tablicu 3)		
Kombinacija 1	$E_d = E(\gamma_{A1} F_{k,i}; X_{k,j}, a_d)$	$R_d = R(X_{k,i}; \gamma_{F;A1} F_{k,j}, a_d)$
Kombinacija 2	$E_d = E(\gamma_{A2} F_{k,i}; X_{k,j} / \gamma_{M2}, a_d)$	$R_d = R(X_{k,i} / \gamma_{M2}; \gamma_{A2} F_{k,j}, a_d)$
Projektni pristup 2	$E_d = E(\gamma_{A1} F_{k,i}; X_{k,j}, a_d)$	$R_d = R(X_{k,i}; \gamma_{F;A1} F_{k,j}, a_d) / \gamma_{R2}$
Projektni pristup 2*	$E_d = \sum_i \gamma_{A1;i} E(F_{k,i}; X_{k,j}, a_d)$	$R_d = R(X_{k,i}; \gamma_{F;A1} F_{k,j}, a_d) / \gamma_{R2}$
Projektni pristup 3	$E_d = E(\gamma_{A1/A2} F_{k,i}; X_{k,j} / \gamma_{M2}, a_d)$ <sup>†</sup>	$R_d = R(X_{k,i} / \gamma_{M2}; \gamma_{A1/A2} F_{k,j}, a_d)$ <sup>†</sup>

<sup>†</sup> koristi se parcijalni faktor djelovanja  $\gamma_{A1}$  za „konstrukcijsku“ silu, a  $\gamma_{A2}$  za „geotehničku silu“





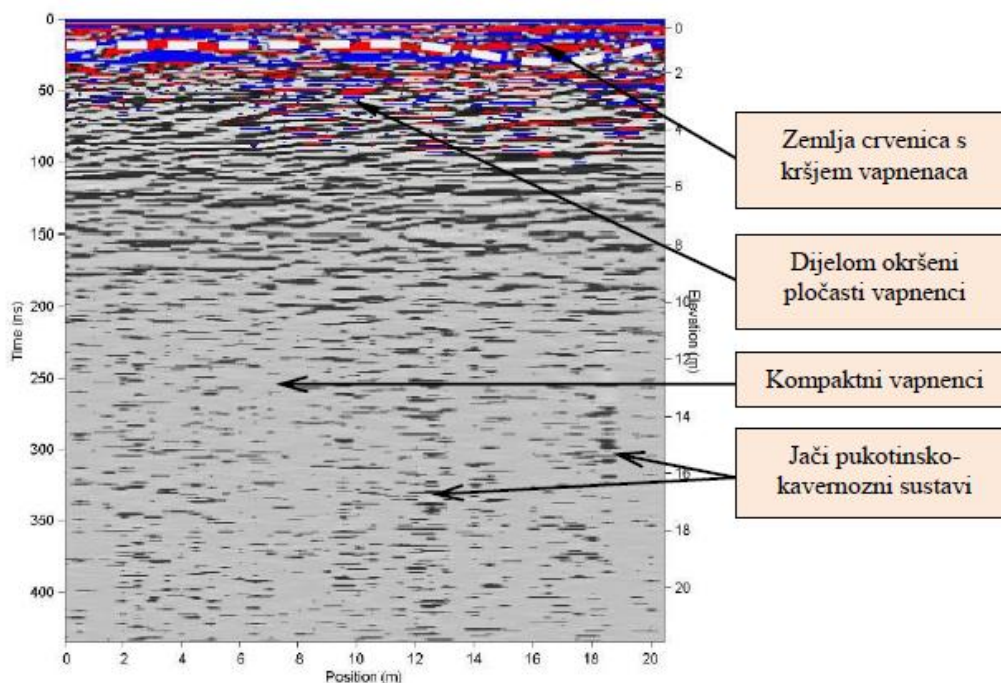
Slika 5. Projektni pristup 3 za granični slučaj nosivosti tla ispod temelja potpornog zida [3]

#### 4. ISTRAŽIVAČKI RADOVI NA ŠIREM PODRUČJU

U blizini predmetne građevine provedeni su istraživački radovi od strane tvrtke Geos d.o.o, Rovinj u svrhu određivanja geološke građe temeljnog tla. Istražni radovi obuhvaćali su :

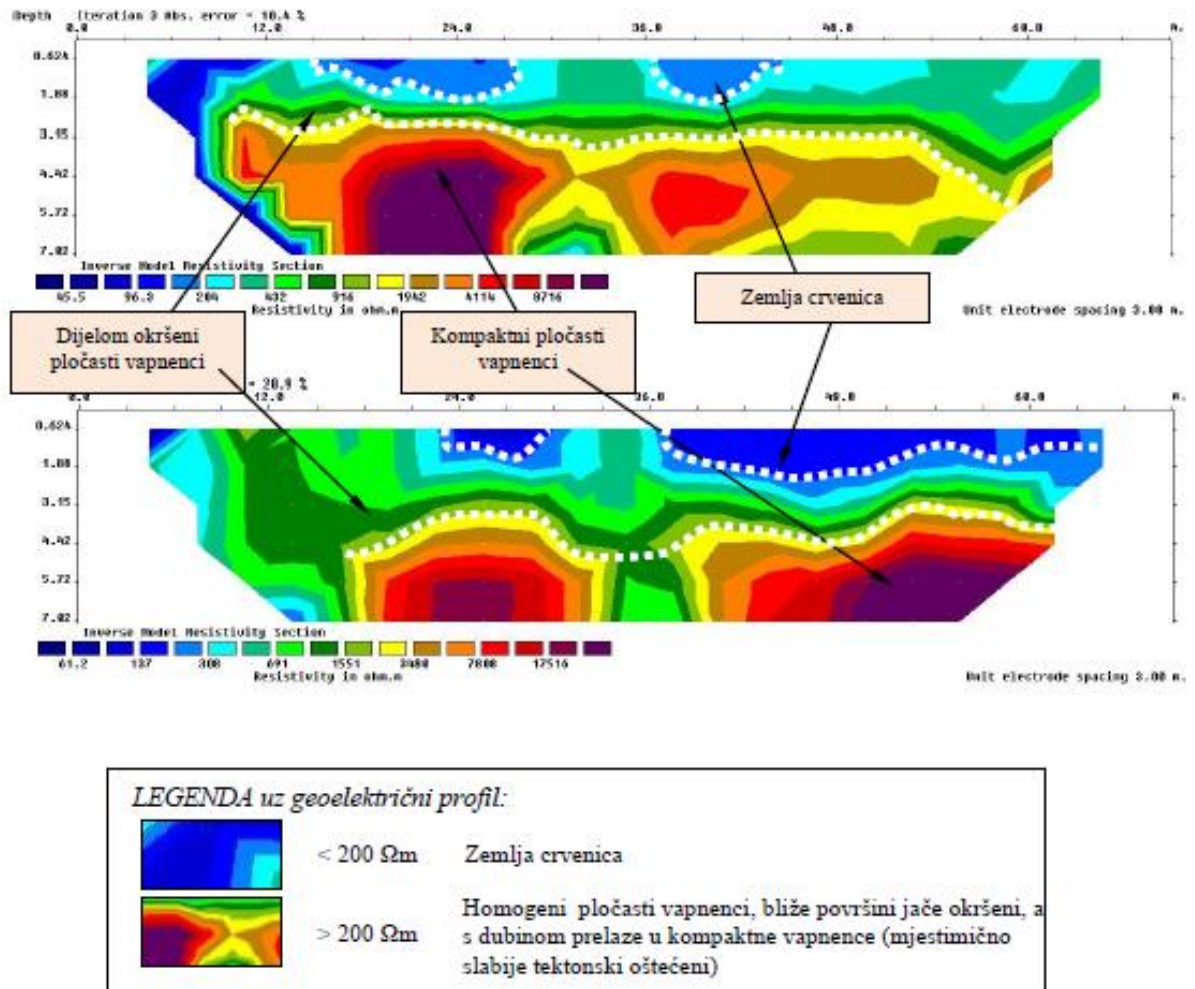
- georadarsko, geoelektrično i seizmičko snimanje,
- istražno bušenje te
- prospekcijski pregled i detaljno geološko kartiranje.

Georadarsko snimanje obavljano je georadarskim instrumentom pulseEKKO PRO u svrhu detektiranja pukotinsko-kavernoznih sustava u podzemlju. Snimljeno je ukupno 5 georadarskih profila čije su pozicije vidljive u grafičkim priložima ( list 1 – situacija s položajem istražnih radova na širem području ). Na Slici 6. prikazan je georadarski profil 5G-5G' sa opisanom građom terena. [5]



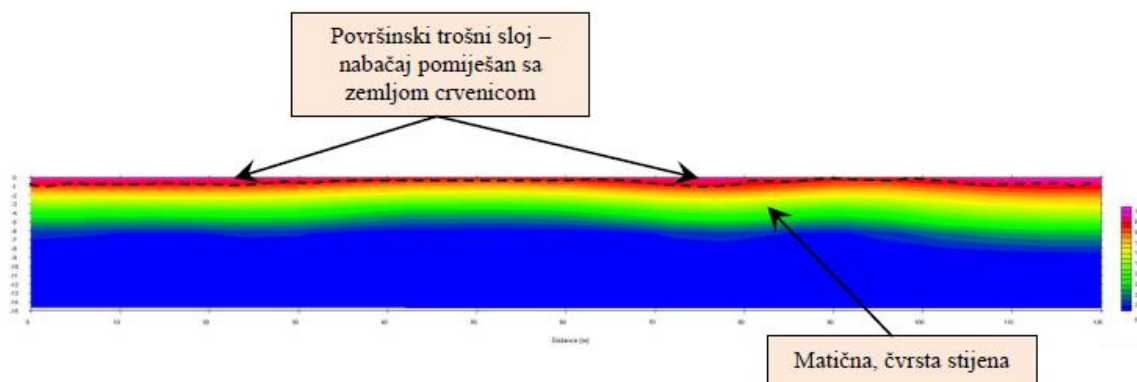
Slika 6. Georadarski profil 5G-5G' [5]

Geoelektrično snimanje obavljano je geoelektričnim instrumentom Syscal Kid Switch 24, u svrhu dobivanja podataka o specifičnoj otpornosti materijala. Snimljeno je 6 geoelektričnih profila ukupne duljine 380 m čije su pozicije vidljive u grafičkim priložima ( list 1 – situacija položajem istražnih radova na širem području ). Na Slici 7. prikazani su geoelektrični profili 1E-1E' i 2E-2E' sa opisanom građom terena. [5]



Slika 7. Geoelektrični profili 1E-1E' i 2E-2E' [5]

Seizmičko snimanje obavljano je instrumentom Geometrics Geode ES-3000 u svrhu dobivanja podataka o brzini prostiranja longitudinalnih valova kroz materijal kako bi se mogla definirati debljina pojedinog materijala. Snimanje se provodilo na način da na jednom mjestu generirao izvor vala dok se u okolini mjerilo vrijeme nailaska vala pomoću geofona. Snimljen je 1 seizmički profil ukupne duljine 120 m čija je pozicija vidljiva u grafičkim priložima ( list 1 – situacija s položajem istražnih radova na širem području ). Na Slici 8. prikazan je seizmički profil 1s-1s' sa opisanom građom terena. [5]



Slika 8. Seizmički profil 1s-1s' [5]

Istražno bušenje obavljano je bušačom garniturom GDR-150 te je izvedeno ukupno 13 bušotina dubine 6 m čije su pozicije vidljive u grafičkim priložima ( list 1 – situacija s položajem istražnih radova na širem području ). Na Slici 9. prikazana je jezgra bušotine B-1. [5]



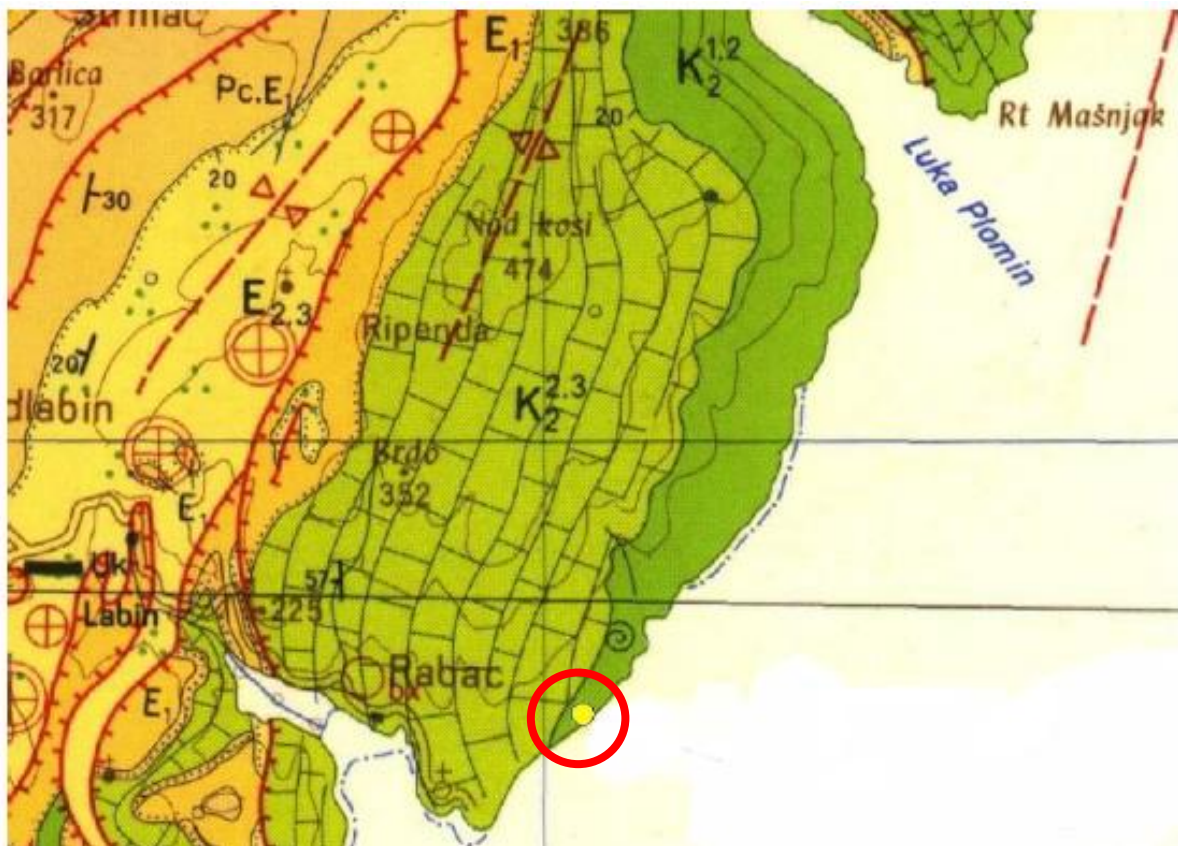
Slika 9. Jezgra bušotine B-1 [5]

## 5. GEOLOŠKA GRAĐA I SEIZMIČNOST ŠIREG PODRUČJA

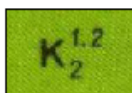
Predmetna građevina smještena je u Rapcu na istočnoj obali Istarskog poluotoka.

### 5.1 Geološka građa šireg područja

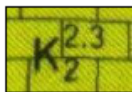
Geološka građa lokacije vidljiva je na Slici 10. Lokacija se nalazi na prostoru kojeg izgrađuju naslage gornje krede u kojima dominiraju sivi i smeđi homogeni pločasti do debelo uslojeni vapnenci s lećama bijelih jedrih vapnenaca (nor.  $K_2^{2-3}$ ) i breča s rudistima (nor.  $K_2^{1-2}$ ). Slojevi nisu tektonski poremećeni, a generalno pružanje im je sjeveroistok – jugozapad. [5]



#### LEGENDA :



Sivi i smeđi homogeni pločasti vapnenci s lećama jedrih bijelih vapnenaca i breča s rudistima (starost: gornja kreda-turon)



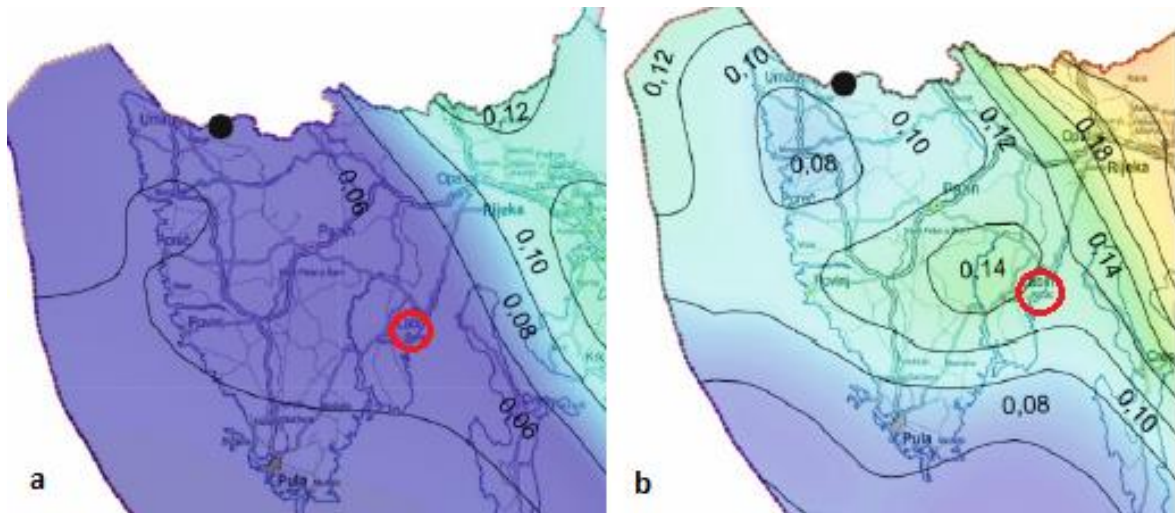
Sivi i smeđi pločasti do dobro uslojeni vapnenci s lećama bijelih jedrih vapnenaca (starost: gornja kreda-senon)

Slika 10. Isječak Osnovne geološke karte Hrvatske [7,8]

## 5.2 Seizmičnost šireg područja

Na području predmetne građevine seizmička aktivnost je slabo izražena što se vidi na kartama potresnih područja Republike Hrvatske. (Slika 11.)

Vrijednosti prikazane na karti odgovaraju horizontalnim vršnim ubrzanjima tla tipa A ( $a_{gR}$ ) za povratna razdoblja od  $T_p = 95$  i 475 godina ( $T_{NCR}$ ). Ubrzanja su izražena u jedinicama gravitacijskog ubrzanja  $g$  ( $1 g = 9,81 \text{ m/s}^2$ ). Za predmetnu lokaciju vršno ubrzanje za povratni period od 95 godina iznosi  $a_{gR}(95g) = 0,06 g$  dok za povratni period od 475 godina iznosi  $a_{gR}(475g) = 0,13 g$ .



Slika 11. Isječak karta potresnih područja Republike Hrvatske za povratni period od a) 95 godina i b) 475 godina [6]

## 6. GEOTEHNIČKE ZNAČAJKE LOKACIJE

Usporedbom podataka dobivenih istražnim radovima na širem području te vizualnim pregledom lokacije predmetne građevine (Slika 12.) utvrđeno je da temeljno tlo predmetne građevine čine dobro uslojeni vapnenci gornje krede ( $K_2^{1,2}$ ) koji prema geomehničkoj klasifikaciji  $RMR_{89}$  spadaju u kategoriju II (dobra stijena) te su svojim karakteristikama kvalitetna podloga za temeljenje. Ukupan broj bodova (74) na temelju kojeg je ustanovljena kategorija stijenskog masiva prikazan je u Tablici 5 za stanje diskontinuiteta te u Tablici 6 za osnovnu stijenu. Na temelju brojnih ispitivanja obavljenim na istim ili sličnim stijenama na području Istre usvojena je vrijednost za proračunsku nosivost vapnenca od 650 kPa. [5]

Tablica 5. Geomehnička klasifikacija ( $RMR_{89}$ ) za stanje diskontinuiteta [5]

<i>Karakteristike pukotine</i>	<i>Ulazni podaci</i>	<i>Bodovi</i>
Duljina	<1 m	6
Rastrošenost	umjereno	3
Hrapavost JRC	jeznatno	3
Zijev	>5 mm	0
Ispuna	meka >5 mm	0

Tablica 6. Geomehnička klasifikacija ( $RMR_{89}$ ) za osnovnu stijenu [5]

<i>Karakteristike pukotine</i>	<i>Ulazni podaci</i>	<i>Bodovi</i>
UCS	50 – 100 MPa	7
RQD	90 – 100 %	20
Razmak diskontinuiteta	20 – 60 mm	8
Stanje diskontinuiteta	ukupno	12
Podzemna voda	suho	15



Slika 12. Položaj šetnice sa izdancima stijenske mase vidljivim na terenu [5]

## 7. PRORAČUN GABIONSKOG POTPORNOG ZIDA

Predviđena je izvedba gabionskog potpornog zida temeljenog na betonskoj temeljnoj ploči debljine 40 cm. Temeljno tlo je vapnenačka stijenska masa.

Analize stabilnosti gabionskog potpornog zida provedene su sukladno s normom HRN EN 1997-1:2012 prema projektnom pristupu 3 te su u proračunu korišteni sljedeći parcijalni koeficijenti za :

Strukturna djelovanja :

- nepovoljno stalno djelovanje  $\gamma_G = 1,00$
- povoljno stalno djelovanje  $\gamma_{G,pov} = 1,00$

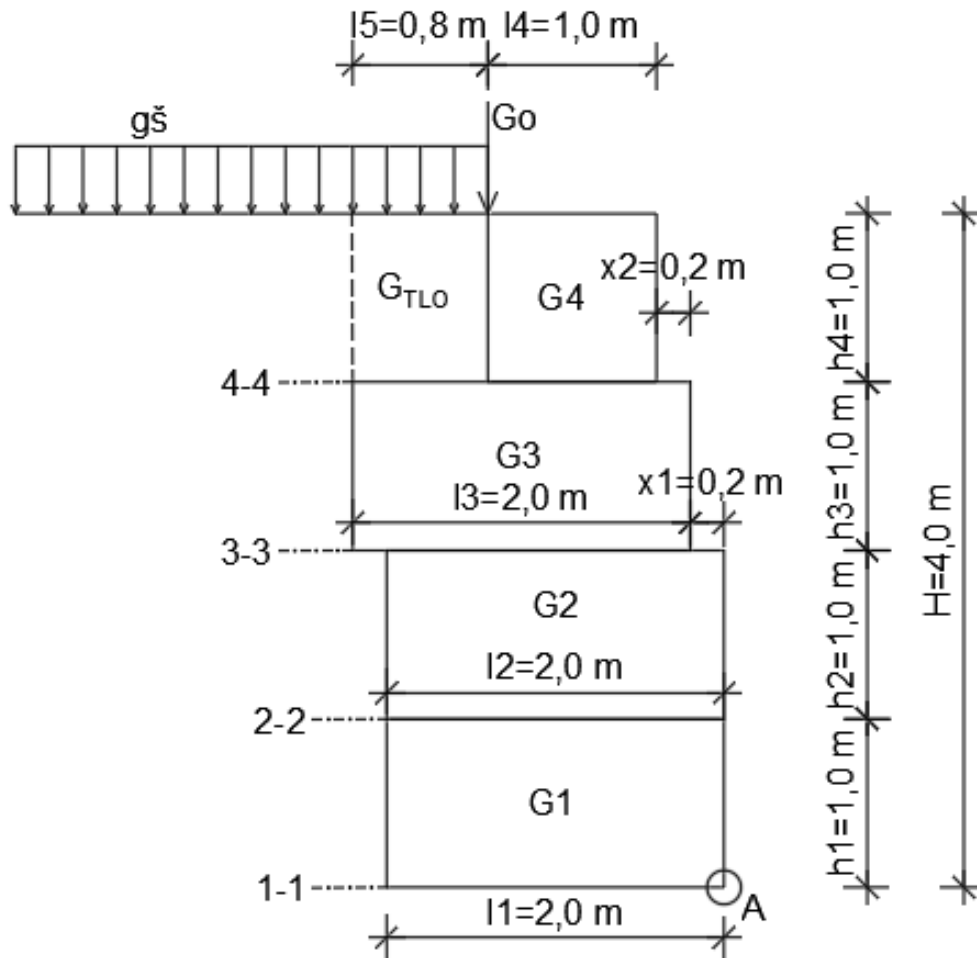
Geotehnička djelovanja :

- nepovoljno stalno geotehničko djelovanje  $\gamma_G^* = 1,00$
- povoljno stalno geotehničko djelovanje  $\gamma_{G,pov}^* = 1,00$
- kut unutarnjeg trenja  $\gamma_\varphi = 1,25$

Analize su provedene za visinu zida od 4,0 m prema geometriji na Slici 13. i za sljedeće usvojene parametre materijala:

- kut unutarnjeg trenja tla u zasipu  $\varphi_k = 40^\circ$
- kut trenja između tla i potpornog zida  $\delta_k = 20^\circ$
- kut nagiba zadnjeg lica zida  $\alpha = 90^\circ$
- kut nagiba terena  $\beta = 0^\circ$
- kohezija materijala u zasipu  $c = 0 \text{ kN/m}^2$
- zapremninska težina tla u zasipu  $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
- proračunska nosivost temeljnog tla  $q_{Rd} = 650 \text{ kPa}$





Slika 13. Geometrija gabionskog potpornog zida

Računski kut unutarnjeg trenja tla u zasipu:

$$\tan \varphi_d = \frac{\tan \varphi_k}{\gamma_\varphi} = \frac{\tan 40^\circ}{1,25} = 0,6713$$

$$\varphi_d = 33,87^\circ$$

Računski kut trenja između tla i potpornog zida:

$$\tan \delta_d = \frac{\tan \delta_k}{\gamma_\varphi} = \frac{\tan 20^\circ}{1,25} = 0,2912$$

$$\delta_d = 16,23^\circ$$

Koeficijent aktivnog potiska tla:

$$ka = \frac{\sin^2(\alpha + \varphi_d)}{\sin^2 \alpha * \sin(\alpha - \delta_d) * \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\varphi_d + \delta_d) * \sin(\varphi_d - \beta)}{\sin(\alpha - \delta_d) * \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2} = 0,258$$

Stalna opterećenja koja djeluju na gabionski potporni zid:

- Kontinuirano opterećenje od šetnice  $g_s = 4,00 \text{ kN/m}^2$
- Opterećenje od ograde  $G_o = 0,20 \text{ kN/m}'$

Koncentrirano opterećenje od šetnice :  $G_s = q_s * l_5 = 4,00 * 0,80 = 3,20 \text{ kN/m}'$

Težina gabionskog potpornog zida:

$$G_1 = h_1 * l_1 * \gamma = 1,00 * 2,00 * 19,00 = 38,00 \text{ kN}$$

$$G_2 = h_2 * l_2 * \gamma = 1,00 * 2,00 * 19,00 = 38,00 \text{ kN}$$

$$G_3 = h_3 * l_3 * \gamma = 1,00 * 2,00 * 19,00 = 38,00 \text{ kN}$$

$$G_4 = h_4 * l_4 * \gamma = 1,00 * 1,00 * 19,00 = 19,00 \text{ kN}$$

$$G_{tlo} = h_4 * l_5 * \gamma = 1,00 * 0,80 * 19,00 = 15,20 \text{ kN}$$

Analize stabilnosti provedene su za sve presjeke gabionskog zida. (1-1 do 4-4).

## PRESJEK 1-1

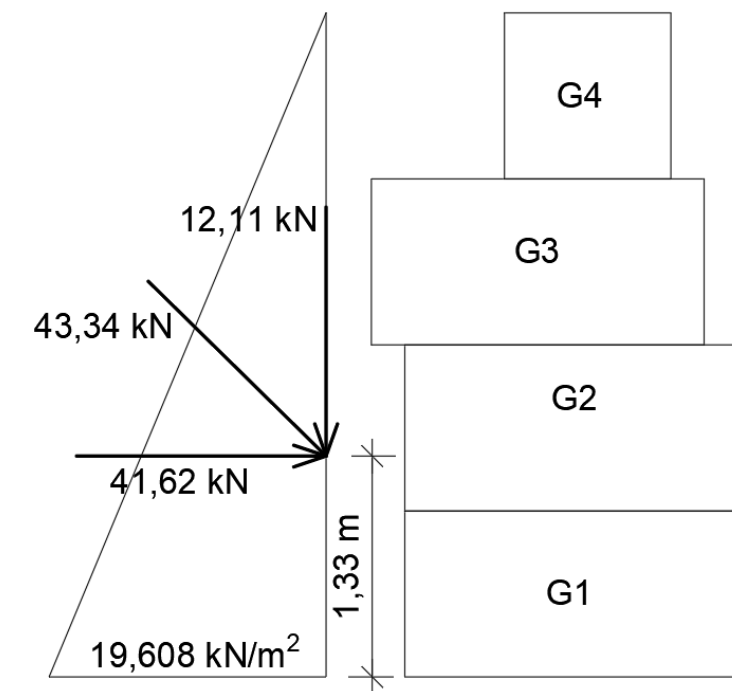
Sile aktivnog potiska tla:

$$\begin{aligned}
 P_{a,d} &= (\gamma * H^2 * ka * 0,5) + (g_s * H * ka) \\
 &= (19,00 * 4,00^2 * 0,258 * 0,5) + (4,00 * 4,00 * 0,258) \\
 &= 39,216 + 4,128 = 43,34 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$P_{ah,d} = P_{a,d} * \cos \delta_d = 43,34 * \cos 16,23 = 41,62 \text{ kN}$$

$$P_{av,d} = P_{a,d} * \sin \delta_d = 43,34 * \sin 16,23 = 12,11 \text{ kN}$$

Potisak od utjecaja tla, sila aktivnog potiska tla te njezina horizontalna i vertikalna komponenta prikazani su na Slici 14.



Slika 14. Prikaz djelovanja potiska od utjecaja tla u presjeku 1-1

Kontrole stabilnosti:

1) Kontrola na prevrtanje (oko točke A)

Računski moment stabilnosti:

$$\begin{aligned}
 M_{st,d} &= \left[ G_1 * \frac{l_1}{2} + G_2 * \frac{l_2}{2} + G_3 * \left( \frac{l_3}{2} + x_1 \right) + G_4 * \left( \frac{l_4}{2} + x_1 + x_2 \right) + G_{tlo} \right. \\
 &\quad * \left( \frac{l_5}{2} + l_4 + x_1 + x_2 \right) + G_s * \left( \frac{l_5}{2} + l_4 + x_1 + x_2 \right) + G_o \\
 &\quad \left. * (l_4 + x_1 + x_2) \right] * \gamma_{G,pov} \\
 &= \left[ 38,00 * \frac{2,00}{2} + 38,00 * \frac{2,00}{2} + 38,00 * \left( \frac{2,00}{2} + 0,20 \right) + 19,00 \right. \\
 &\quad * \left( \frac{1,00}{2} + 0,20 + 0,20 \right) + 15,20 \\
 &\quad * \left( \frac{0,80}{2} + 1,00 + 0,20 + 0,20 \right) + 3,20 \\
 &\quad * \left( \frac{0,80}{2} + 1,00 + 0,20 + 0,20 \right) + 0,20 \\
 &\quad \left. * (1,00 + 0,20 + 0,20) \right] * 1,0 \\
 &= 38,00 + 38,00 + 45,60 + 17,10 + 27,36 + 5,76 + 0,28 = 172,10 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Računski moment prevrtanja:

$$\begin{aligned}
 M_{pr,d} &= \left[ P_{ah,d} * \frac{H}{3} - P_{av,d} * (l_3 + x_1) \right] * \gamma_G^* \\
 &= \left[ 41,62 * \frac{4,00}{3} - 12,11 * (2,00 + 0,20) \right] * 1,0 = 55,49 - 26,64 \\
 &= 28,85 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Faktor iskorištenosti na prevrtanje:

$$\Lambda_{GEO,PR} = \frac{M_{pr,d}}{M_{st,d}} = \frac{28,85}{172,10} = 0,17 < 1$$

2) Kontrola na klizanje

Suma vertikalnih djelovanja:

$$\begin{aligned}\Sigma V_d &= (G_1 + G_2 + G_3 + G_4 + G_{tlo} + G_o) * \gamma_{G,pov} + P_{av,d} * \gamma_{G,pov}^* \\ &= (38,00 + 38,00 + 38,00 + 19,00 + 15,20 + 0,20) * 1,0 + 12,11 * 1,0 \\ &= 160,51 \text{ kN}\end{aligned}$$

Horizontalna djelovanja:

$$H_{Ed} = \Sigma H_d = P_{ah,d} * \gamma_G^* = 41,62 * 1,0 = 41,62 \text{ kN}$$

Parcijalni faktor otpora na klizanje:  $\gamma_{R,h} = 1,0$

Otpornost na klizanje:

$$H_{Rd} = \frac{\Sigma V_d * \tan \rho_d}{\gamma_{R,h}} = \frac{160,51 * 0,6713}{1,0} = 107,75 \text{ kN}$$

Faktor iskorištenosti na klizanje:

$$\Lambda_{GEO,KL} = \frac{H_{Ed}}{H_{Rd}} = \frac{41,62}{107,75} = 0,39 < 1$$

Kontrola naprezanja na tlo:

Suma momenata:

$$\Sigma M = M_{st,d} - M_{pr,d} = 172,10 - 28,85 = 143,25 \text{ kNm}$$

Ekscentricitet sile  $\Sigma V_d$  :

$$e' = \frac{\Sigma M}{\Sigma V_d} = \frac{143,25}{160,51} = 0,8925 \text{ m}$$

$$e = \frac{l_1}{2} - e' = \frac{2,00}{2} - 0,8925 = 0,1075 \text{ m} < \frac{l_1}{6} = \frac{2,00}{6} = 0,3333 \text{ m}$$

0,1075m < 0,3333 m → sila unutar jezgre presjeka

$$L' = l_1 - 2 * e = 2,00 - 2 * 0,1075 = 1,785 \text{ m}$$

$$B' = b = 1,00 \text{ m} \text{ gdje je } b \text{ duljina gabiona}$$

Reducirana površina:

$$A' = L' * B' = 1,785 * 1,00 = 1,785 \text{ m}^2$$

Računska otpornost:

$$\sigma_{Ed} = \frac{\Sigma V_d}{A'} = \frac{160,51}{1,785} = 89,92 \text{ kN/m}^2 < \sigma_{Rd} = 650 \text{ kN/m}^2$$

## PRESJEK 2-2

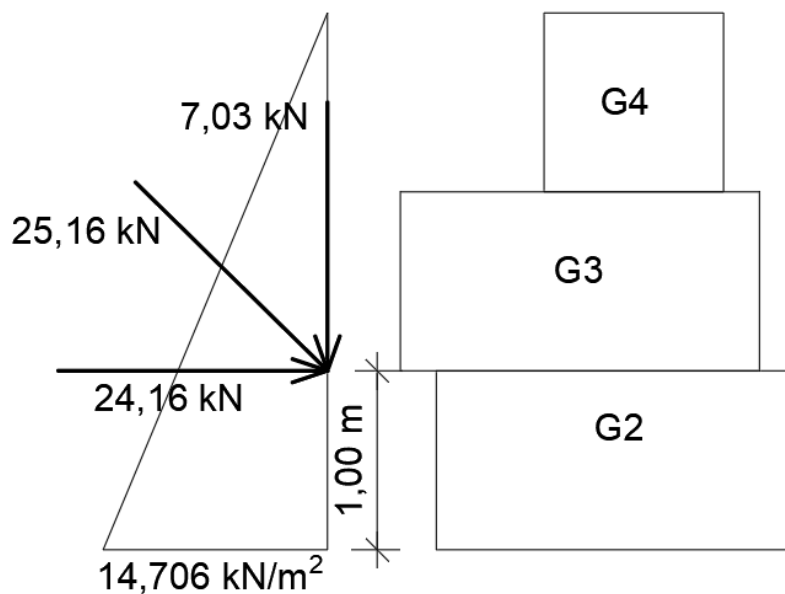
Sile aktivnog potiska tla:

$$\begin{aligned}
 P_{a,d} &= (\gamma * (h_2 + h_3 + h_4)^2 * ka * 0,5) + (g_s * (h_2 + h_3 + h_4) * ka) \\
 &= (19,00 * 3,00^2 * 0,258 * 0,5) + (4,00 * 3,00 * 0,258) \\
 &= 22,059 + 3,096 = 25,16 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$P_{ah,d} = P_{a,d} * \cos \delta_d = 25,16 * \cos 16,23 = 24,16 \text{ kN}$$

$$P_{av,d} = P_{a,d} * \sin \delta_d = 25,16 * \sin 16,23 = 7,03 \text{ kN}$$

Potisak od utjecaja tla, sila aktivnog potiska tla te njezina horizontalna i vertikalna komponenta prikazani su na Slici 15.



Slika 15. Prikaz djelovanja potiska od utjecaja tla u presjeku 2-2

Kontrole stabilnosti:

1) Kontrola na prevrtanje (oko točke A)

Računski moment stabilnosti:

$$\begin{aligned}
 M_{st,d} &= \left[ G_2 * \frac{l_2}{2} + G_3 * \left( \frac{l_3}{2} + x_1 \right) + G_4 * \left( \frac{l_4}{2} + x_1 + x_2 \right) + G_{tlo} \right. \\
 &\quad * \left( \frac{l_5}{2} + l_4 + x_1 + x_2 \right) + G_s * \left( \frac{l_5}{2} + l_4 + x_1 + x_2 \right) + G_o \\
 &\quad \left. * (l_4 + x_1 + x_2) \right] * \gamma_{G,pov} \\
 &= \left[ 38,00 * \frac{2,00}{2} + 38,00 * \left( \frac{2,00}{2} + 0,20 \right) + 19,00 * \left( \frac{1,00}{2} + 0,20 + 0,20 \right) \right. \\
 &\quad + 15,20 * \left( \frac{0,80}{2} + 1,00 + 0,20 + 0,20 \right) + 3,20 \\
 &\quad * \left( \frac{0,80}{2} + 1,00 + 0,20 + 0,20 \right) + 0,20 \\
 &\quad \left. * (1,00 + 0,20 + 0,20) \right] * 1,0 \\
 &= 38,00 + 45,60 + 17,10 + 27,36 + 5,76 + 0,28 = 134,10 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Računski moment prevrtanja:

$$\begin{aligned}
 M_{pr,d} &= \left[ P_{ah,d} * \frac{(h_2 + h_3 + h_4)}{3} - P_{av,d} * (l_3 + x_1) \right] * \gamma_G^* \\
 &= \left[ 24,16 * \frac{3,00}{3} - 7,03 * (2,00 + 0,20) \right] * 1,0 = 24,16 - 15,47 \\
 &= 8,69 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Faktor iskorištenosti na prevrtanje:

$$\Lambda_{GEO,PR} = \frac{M_{pr,d}}{M_{st,d}} = \frac{8,69}{134,10} = 0,06 < 1$$



2) Kontrola na klizanje

Suma vertikalnih djelovanja:

$$\begin{aligned}\Sigma V_d &= (G_2 + G_3 + G_4 + G_{tlo} + G_o) * \gamma_{G,pov} + P_{av,d} * \gamma_{G,pov}^* \\ &= (38,00 + 38,00 + 19,00 + 15,20 + 0,20) * 1,0 + 7,03 * 1,0 = 117,43 \text{ kN}\end{aligned}$$

Horizontalna djelovanja:

$$H_{Ed} = \Sigma H_d = P_{ah,d} * \gamma_G^* = 24,16 * 1,0 = 24,16 \text{ kN}$$

Parcijalni faktor otpora na klizanje:  $\gamma_{R,h} = 1,0$

Otpornost na klizanje:

$$H_{Rd} = \frac{\Sigma V_d * \tan \rho_d}{\gamma_{R,h}} = \frac{117,43 * 0,6713}{1,0} = 78,83 \text{ kN}$$

Faktor iskorištenosti na klizanje:

$$\Lambda_{GEO,KL} = \frac{H_{Ed}}{H_{Rd}} = \frac{24,16}{78,83} = 0,31 < 1$$

## PRESJEK 3-3

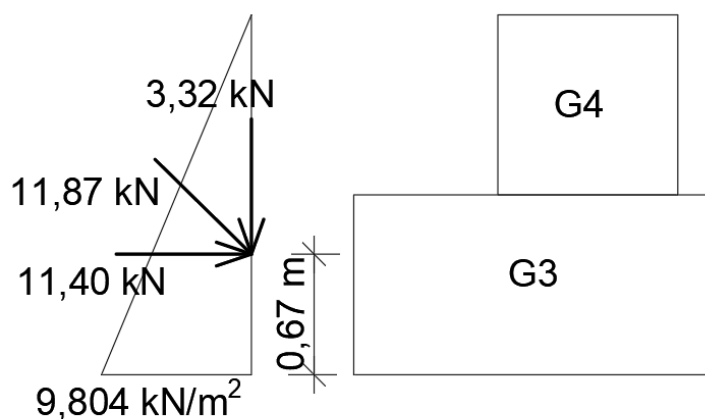
Sile aktivnog potiska tla:

$$\begin{aligned}
 P_{a,d} &= (\gamma * (h_3 + h_4)^2 * ka * 0,5) + (g_s * (h_3 + h_4) * ka) \\
 &= (19,00 * 2,00^2 * 0,258 * 0,5) + (4,00 * 2,00 * 0,258) \\
 &= 9,804 + 2,064 = 11,87 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$P_{ah,d} = P_{a,d} * \cos \delta_d = 11,87 * \cos 16,23 = 11,40 \text{ kN}$$

$$P_{av,d} = P_{a,d} * \sin \delta_d = 11,87 * \sin 16,23 = 3,32 \text{ kN}$$

Potisak od utjecaja tla, sila aktivnog potiska tla te njezina horizontalna i vertikalna komponenta prikazani su na Slici 16.



Slika 16. Prikaz djelovanja potiska od utjecaja tla u presjeku 3-3

Kontrole stabilnosti:

1) Kontrola na prevrtanje (oko točke A)

Računski moment stabilnosti:

$$\begin{aligned}
 M_{st,d} &= \left[ G_3 * \frac{l_3}{2} + G_4 * \left( \frac{l_4}{2} + x_2 \right) + G_{tlo} * \left( \frac{l_5}{2} + l_4 + x_2 \right) + G_{\xi} * \left( \frac{l_5}{2} + l_4 + x_2 \right) \right. \\
 &\quad \left. + G_o * (l_4 + x_2) \right] * \gamma_{G,pov} \\
 &= \left[ 38,00 * \frac{2,00}{2} + 19,00 * \left( \frac{1,00}{2} + 0,20 \right) + 15,20 * \left( \frac{0,80}{2} + 1,00 + 0,20 \right) \right. \\
 &\quad \left. + 3,20 * \left( \frac{0,80}{2} + 1,00 + 0,20 \right) + 0,20 * (1,00 + 0,20) \right] \\
 &\quad * 1,0 \\
 &= 38,00 + 13,30 + 24,32 + 5,12 + 0,24 = 80,98 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Računski moment prevrtanja:

$$\begin{aligned}
 M_{pr,d} &= \left[ P_{ah,d} * \frac{(h_3 + h_4)}{3} - P_{av,d} * l_3 \right] * \gamma_G^* \\
 &= \left[ 11,40 * \frac{2,00}{3} - 3,32 * 2,00 \right] * 1,0 = 7,60 - 6,64 = 0,96 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Faktor iskorištenosti na prevrtanje:

$$\Lambda_{GEO,PR} = \frac{M_{pr,d}}{M_{st,d}} = \frac{0,96}{80,98} = 0,01 < 1$$

2) Kontrola na klizanje

Suma vertikalnih djelovanja:

$$\begin{aligned}
 \Sigma V_d &= (G_3 + G_4 + G_{tlo} + G_o) * \gamma_{G,pov} + P_{av,d} * \gamma_{G,pov}^* \\
 &= (38,00 + 19,00 + 15,20 + 0,20) * 1,0 + 3,32 * 1,0 = 75,72 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Horizontalna djelovanja:

$$H_{Ed} = \Sigma H_d = P_{ah,d} * \gamma_G^* = 11,40 * 1,0 = 11,40 \text{ kN}$$

Parcijalni faktor otpora na klizanje:  $\gamma_{R,h} = 1,0$

Otpornost na klizanje:

$$H_{Rd} = \frac{\Sigma V_d * \tan \rho_d}{\gamma_{R,h}} = \frac{75,72 * 0,6713}{1,0} = 50,83 \text{ kN}$$

Faktor iskorištenosti na klizanje:

$$\Lambda_{GEO,KL} = \frac{H_{Ed}}{H_{Rd}} = \frac{11,40}{50,83} = 0,22 < 1$$

PRESJEK 4-4

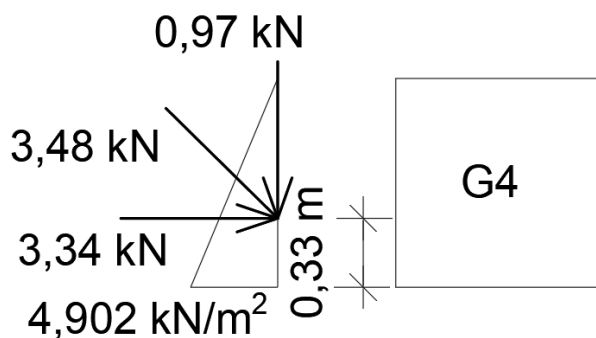
Sile aktivnog potiska tla:

$$\begin{aligned}
 P_{a,d} &= (\gamma * (h_4)^2 * ka * 0,5) + (g_s * h_4 * ka) \\
 &= (19,00 * 1,00^2 * 0,258 * 0,5) + (4,00 * 1,00 * 0,258) \\
 &= 2,451 + 1,032 = 3,48 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$P_{ah,d} = P_{a,d} * \cos \delta_d = 3,48 * \cos 16,23 = 3,34 \text{ kN}$$

$$P_{av,d} = P_{a,d} * \sin \delta_d = 3,48 * \sin 16,23 = 0,97 \text{ kN}$$

Potisak od utjecaja tla, sila aktivnog potiska tla te njezina horizontalna i vertikalna komponenta prikazani su na Slici 17.



Slika 17. Prikaz djelovanja potiska od utjecaja tla u presjeku 4-4

Kontrole stabilnosti:

1) Kontrola na prevrtanje (oko točke A)

Računski moment stabilnosti:

$$\begin{aligned}
 M_{st,d} &= \left[ G_4 * \frac{l_4}{2} + G_{tlo} * \left( \frac{l_5}{2} + l_4 \right) + G_s * \left( \frac{l_5}{2} + l_4 \right) + G_o * l_4 \right] * \gamma_{G,pov} \\
 &= \left[ 19,00 * \frac{1,00}{2} + 15,20 * \left( \frac{0,80}{2} + 1,00 \right) + 3,20 * \left( \frac{0,80}{2} + 1,00 \right) + 0,20 \right. \\
 &\quad \left. * 1,00 \right] * 1,0 \\
 &= 9,5 + 21,28 + 4,48 + 0,20 = 35,46 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Računski moment prevrtanja:

$$\begin{aligned}
 M_{pr,d} &= \left( P_{ah,d} * \frac{h_4}{3} - P_{av,d} * l_4 \right) * \gamma_G * \\
 &= \left( 3,34 * \frac{1,00}{3} - 0,97 * 1,00 \right) * 1,0 = 1,11 - 0,97 = 0,14 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Faktor iskorištenosti na prevrtanje:

$$\Lambda_{GEO,PR} = \frac{M_{pr,d}}{M_{st,d}} = \frac{0,14}{35,46} = 0,004 < 1$$

2) Kontrola na klizanje

Suma vertikalnih djelovanja:

$$\begin{aligned}
 \Sigma V_d &= (G_4 + G_{tlo} + G_o) * \gamma_{G,pov} + P_{av,d} * \gamma_{G,pov} * \\
 &= (19,00 + 15,20 + 0,20) * 1,0 + 0,97 * 1,0 = 35,37 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Horizontalna djelovanja:

$$H_{Ed} = \Sigma H_d = P_{ah,d} * \gamma_G * = 3,34 * 1,0 = 3,34 \text{ kN}$$

Parcijalni faktor otpora na klizanje:  $\gamma_{R,h} = 1,0$

Otpornost na klizanje:

$$H_{Rd} = \frac{\Sigma V_d * \tan \rho_d}{\gamma_{R,h}} = \frac{35,37 * 0,6713}{1,0} = 23,74 \text{ kN}$$

Faktor iskorištenosti na klizanje:

$$\Lambda_{GEO,KL} = \frac{H_{Ed}}{H_{Rd}} = \frac{3,34}{23,74} = 0,14 < 1$$

## 8. TEHNIČKI OPIS

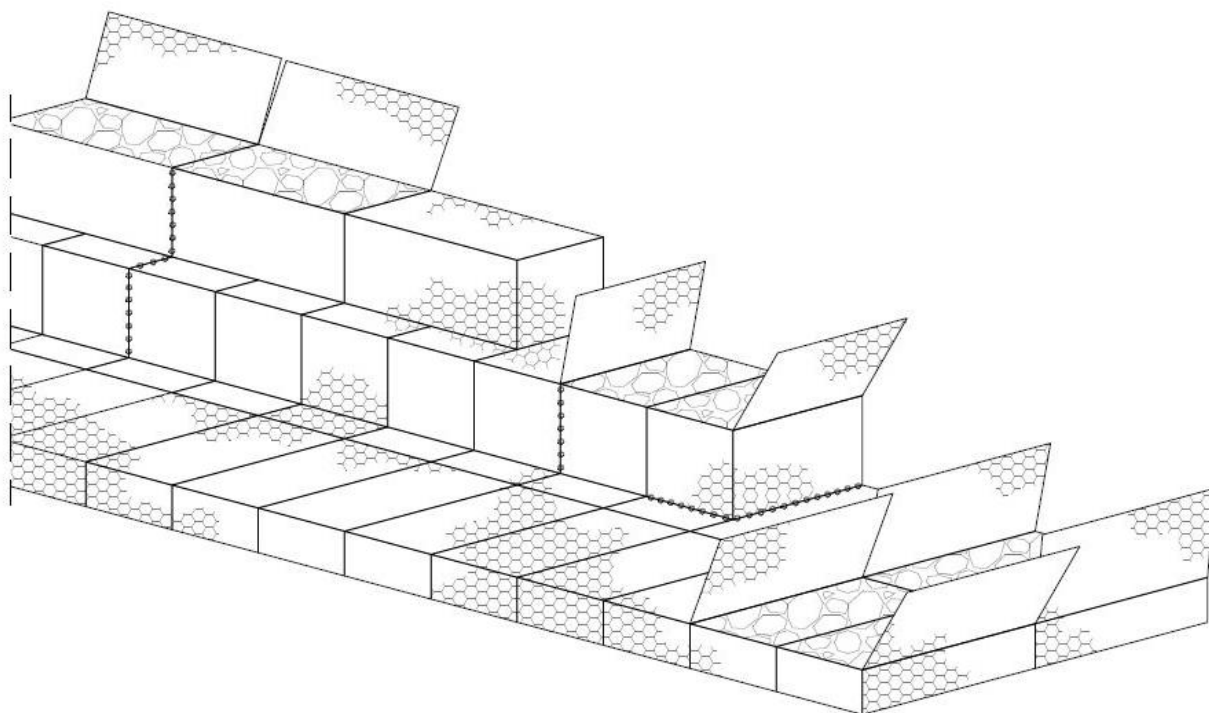
Radovi na predmetnoj lokaciji započinju odstranjivanjem viška vapnenca kako bi se mogli izvesti armiranobetonski temelji. Temelji se izvode od betona razreda tlačne čvrstoće C25/30. Armiranje temelja vrši se šipkama  $\phi 16$  mm i poprečnom armaturom u obliku spona  $\Phi 10/25$  cm sa zaštitnim slojem od 5 cm. Predviđa se izvedba temelja u skokovima u svrhu odstranjivanja čim manje količine temeljnog tla kao što je vidljivo u grafičkim priložima (list 3 - pogled na potporni zid). Temelji se izvode u debljini od 0,40 m, širini od 2,30 m te duljini od 60,00 m.

Nakon izvedbe temelja postavljaju se gabionski koševi maksimalne visine 4,00 m. Gabionski koševi se dopremaju na gradilište složeni te se na licu mjesta rastavljaju i ponovno sastavljaju. Ispunjavanje koševa vrši se kamenim materijalom, pri čemu se mora voditi računa o veličini kamenog materijala koji ne smije biti veći od veličine otvora mreže. Dimenzije gabionskih koševa su 2,0 x 1,0 x 1,0 i 1,0 x 1,0 x 1,0 m. Kao materijal ispunje gabionskih koševa upotrijebit će se dijelom višak vapnenca iz iskopa, a dijelom lokalni kameni materijal. Materijal se raspoređuje rukom ili priručnim alatom na način da se šupljine što više popune.

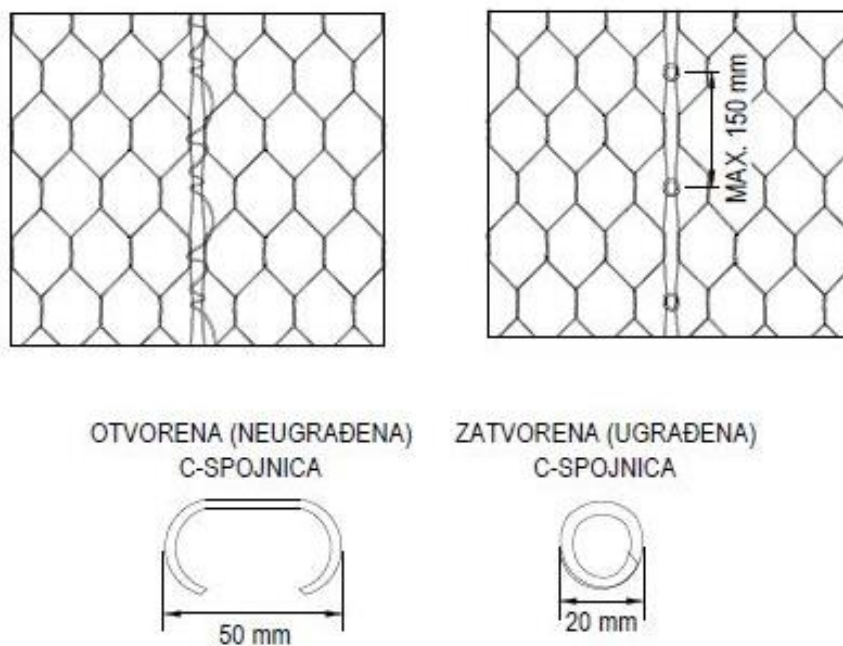
Nakon popunjavanja koševi se zatvaraju te povezuju pocinčanim čeličnim spojnicama kao što je prikazano na Slikama 18 i 19. Koševi se zatim polažu jedan do drugoga i jedan na drugoga dok se ne dobije potrebna širina i visina gabionskog zida. Susjedni koševi se međusobno povezuju pocinčanim spojnicama, kako ne bi došlo do deformacije pod težinom gornjih redova gabionskog zida.

Nakon što su gabionski koševi posloženi u odgovarajućoj visini i širini na zadnje lice gabionskog zida se polaže geotekstil koji sprječava prodiranje čestica tla u ispunu gabionskih koševa. Potom se prostor iza gabionskog zida ispunjava kamenim nasipnim materijalom do visine gornjeg reda gabiona. [2]





Slika 18. Prikaz sastavljanja gabionskog zida [2]



OTVORENA (NEUGRAĐENA)  
C-SPOJNICA

ZATVORENA (UGRAĐENA)  
C-SPOJNICA

Slika 19. Spojnice za povezivanje gabionskih koševa [2]

## 9. TROŠKOVNIK RADOVA

Izvedba gabionskog potpornog zida duljine 60,00 m:

- a. Strojni iskop viška materijala kategorije A na mjestu budućeg potpornog zida. Stavka uključuje i uklanjanje vegetacije, grmlja i drveća na mjestu zahvata, utovar u transportno sredstvo te odvoz na deponiju.

U stavku su uključena sva potrebna sredstva, materijal i rad. Obračun po m<sup>3</sup> iskopanog, utovarenog i odvezenog materijala.

90,00 m<sup>3</sup>

- b. Izvedba armiranobetonskih temelja za gabionski potporni zid u širini od 2,30 m i visini od 0,40 m sa skokovima u temelju. U stavku je uključena nabava i doprema betona klase C25/30 s certificirane betonare, dobava, doprema, savijanje i ugradnja potrebne armature u temelj te sva potrebna oplata.

U stavku su uključena sva potrebna sredstva, materijal i rad. Obračun po m<sup>3</sup> ugrađenog betona.

59,00 m<sup>3</sup>

- c. Dobava koševa od pocinčane čelične žice dimenzija 2,0x1,0x1,0 i 1,0x1,0x1,0 zajedno sa spojnicama potrebnim za povezivanje koševa. Stavka obuhvaća i dopremu na gradilište te ugradnju elemenata prema projektu.

U stavku su uključena sva potrebna sredstva, materijal i rad. Obračun po m<sup>3</sup>.

348,00 m<sup>3</sup>

- d. Dobava lomljenog kamena u svrhu ispunjavanja gabionskih koševa. Stavka obuhvaća i dopremu na gradilište te ugradnju lomljenog kamena u koševe. U stavku su uključena sva potrebna sredstva, materijal i rad. Obračun po m<sup>3</sup> izvedenog gabionskog zida.

348,00 m<sup>3</sup>

- e. Dobava, doprema i polaganje geotekstila Sika 300g/m<sup>2</sup>. Geotekstil se polaže na kontaktu zadnjeg lica gabionskog zida i nasipa iza njega u svrhu odvajanja pojedinih slojeva materijala. U stavku su uključena sva potrebna sredstva, materijal i rad. Obračun po m<sup>2</sup> izvedenog sloja geotekstila.

204,00 m<sup>2</sup>

- f. Dobava, doprema i ugradnja kamenog nasipnog materijala u svrhu zasipavanja prostora iza gabionskog zida. U stavku su uključena sva potrebna sredstva, materijal i rad. Obračun po m<sup>3</sup> ugrađenog nasipnog materijala.

350,00 m<sup>3</sup>

## **10.ZAKLJUČAK**

U ovom radu bilo je potrebno dimenzionirati gabionski potporni zid ispod šetnice na području naselja Rapca, u okolici grada Labina u Istri. Na navedenoj lokaciji izvršeni su istraživački radovi u svrhu određivanja geološke građe temeljnog tla te je provjerena seizmička aktivnost šireg područja.

Proračun gabionskog potpornog zida proveden je u skladu s normom EN 1997-1 prema projektnom pristupu 3 čija se primjena objašnjava u ovom završnom radu. Provjere stabilnosti obuhvatile su provjeru na prevrtanje, klizanje i kontrolu naprezanja na temeljno tlo potpornog zida. Navedenim provjerama ustanovljeno je da projektirano stanje građevine zadovoljava kriterije stabilnosti.

U sklopu završnog rada napravljen je i tehnički opis u kojem je detaljno objašnjena izvedba gabionskog potpornog zida te je dan i troškovnik radova.

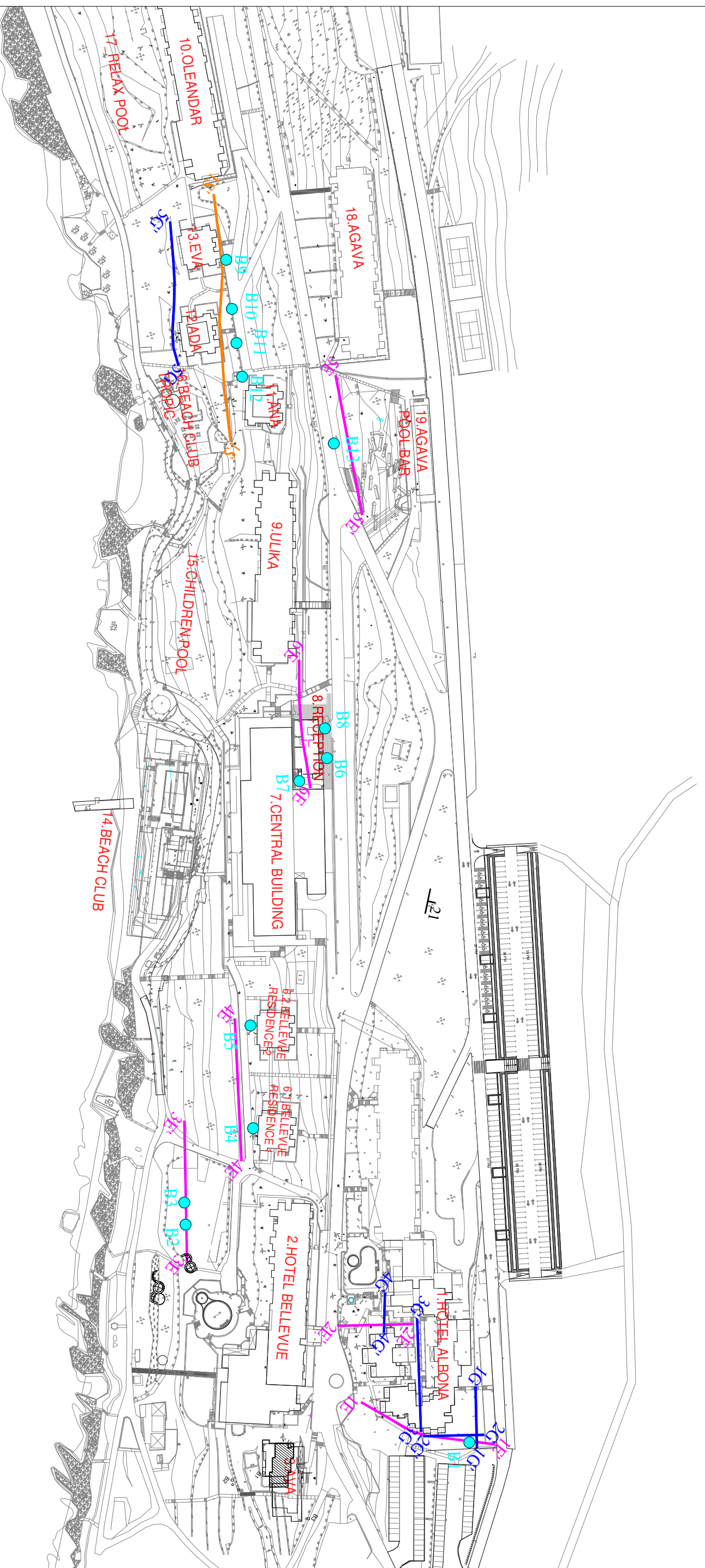
Temeljem proračunom određenih dimenzija gabionskog potpornog zida izrađeni su grafički prilozi te je time omogućena daljnja izvedba zida što je u konačnici i bio cilj ovog završnog rada.

## LITERATURA

- [1] Roje-Bonacci, T.: Potporne građevine i građevinske jame, Građevinsko-arhitektonski fakultet Sveučilišta u Splitu, Split, 2005.
- [2] <https://www.geotech.hr/gabionski-zid/>, pristup 20.05.2019.
- [3] Szavits-Nossan, A., Ivšić, T.: Novi Eurokod 7: geotehničko projektiranje, [https://bib.irb.hr/datoteka/274040.Szavits-Nossan\\_EC7.pdf](https://bib.irb.hr/datoteka/274040.Szavits-Nossan_EC7.pdf), pristup 26.05.2019.
- [4] Sokolić, I.: Geotehničko inženjerstvo, Separati s vježbi, Zagreb 2012.
- [5] Izvještaj o rezultatima inženjersko-geološko-geotehničkih istraživanja na k.č. 539, 553, 554, 557, 558, 559, 560, 561 i druge k.o. Rabac (izgradnja i dogradnja hotelsko-apartmanskog naselja Valamar Riviera Rabac), Rovinj, ožujak-travanj 2016.
- [6] Karte potresnih područja RH, <http://www.i-gis.hr/index.php/9-vanjski/17-karte-potresnih-podrucja-rh>
- [7] Šikić, D., Polšak, A. & Magaš, N., Osnovna geološka karta 1:100.000, list Labin, Institut za geološka istraživanja, Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd, 1696.
- [8] Šikić, D., Polšak, A., Osnovna geološka karta 1:100.000, list Labin, Institut za geološka istraživanja, Zagreb, Savezni geološki zavod, Beograd, 1973.

## **GRAFIČKI PRILOZI**

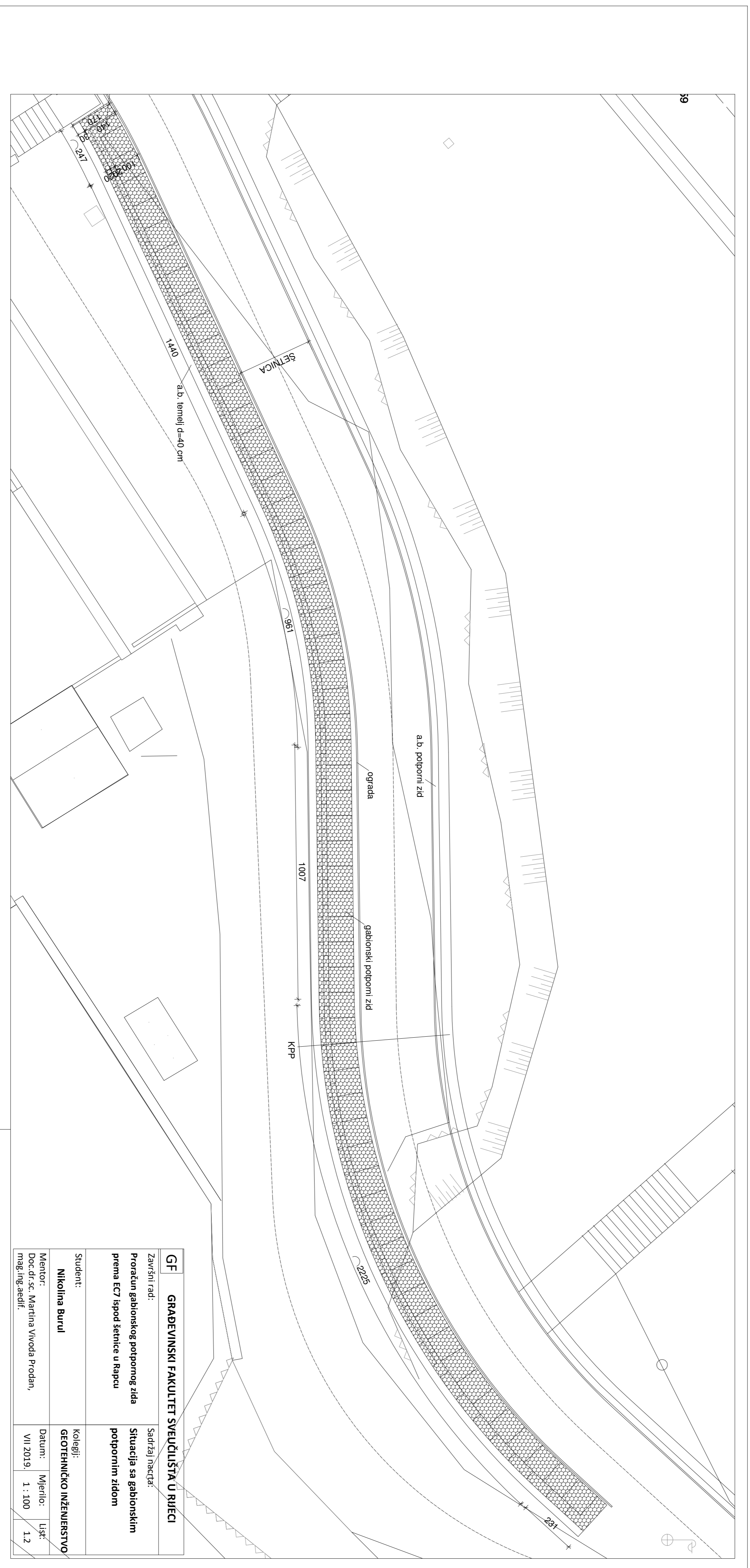
1.1. Situacija s položajem istražnih radova na širem području	M 1 :200
1.2. Situacija sa gabionskim potpornim zidom	M 1 :100
2. Pogled na gabionski potporni zid	M 1 :100
3. Karakteristični poprečni presjek gabionskog potpornog zida	M 1 :50



**LEGENDA:**

<span style="color: blue;">—</span> 1G'	Položaji i oznaka georadarskog profila
<span style="color: magenta;">—</span> 1E'	Položaji i oznaka geoelektričnog profila
<span style="color: orange;">—</span> 1S'	Položaji i oznaka seizmičkog profila
<span style="color: cyan;">●</span> B4	Oznaka istražne bušotine

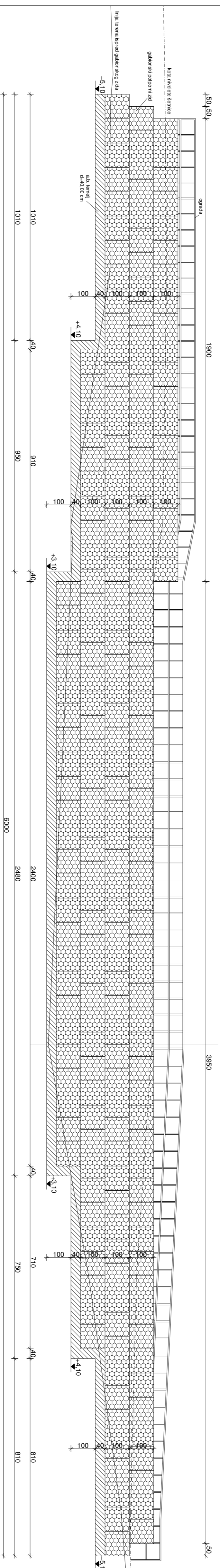
<b>GF</b>	<b>GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI</b>		
Završni rad:	Sadržaj nacrta:		
Proračun gabionskog potpornog zida prema EC7 ispod šetnice u Rapcu	Situacija s položajem istražnih radova na širem području		
Student:	Kolegij:		
<b>Nikolina Burul</b>	<b>GEOTEHNIČKO INŽENJERSTVO</b>		
Mentor:	Datum:	Mjerilo:	List:
Doc.dr.sc. Martina Vivoda Prodan, mag.ing.aedif.	VII 2019.	1 : 200	1.1



<b>GF</b>	<b>GRABEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI</b>	Sadržaj nacrtā:
Završni rad:	Projekat gabionskog potpornog zida prema EC7 ispod šehnice u Rapcu	Situacija sa gabionskim potpornim zidom
Student:	<b>Nikolina Burul</b>	Kolegij:
Mentor:	Doc.dr.sc. Martina Vlodav Prodan,	Datum:
mag.ing.aedif.		Mjerilo:
		1 : 100
		1.2

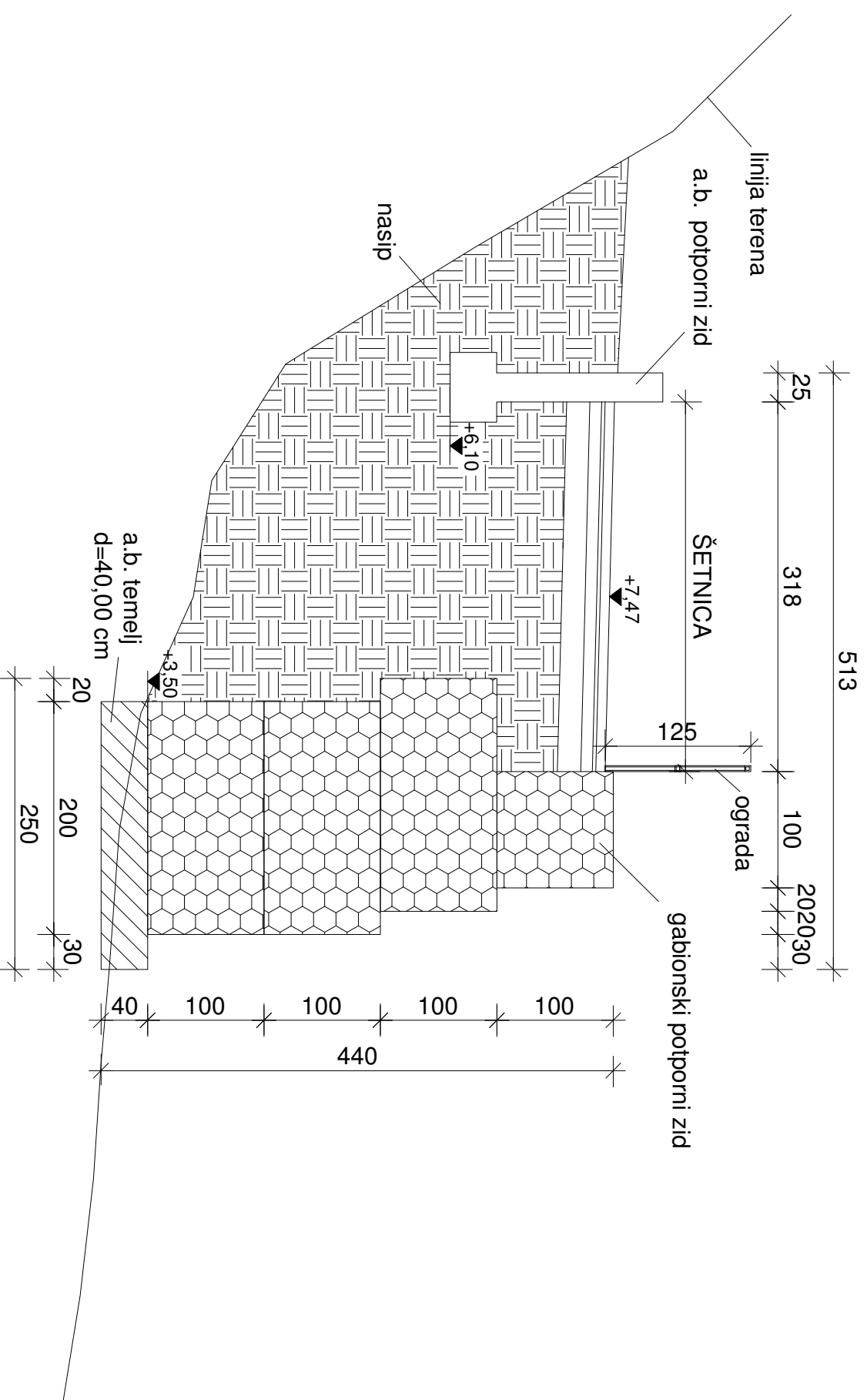


POGLED NA POTPORNI ZID



GF	<b>GRAĐEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI</b>	Sadržaj radova:
Završni rad:	Projekt gabionskog potpornog zida prema EC7 ispod željezne u Rapsu	Pogled na gabionski potporni zid
Student:	<b>Nikolina Burul</b>	Kolegiji:
Mentor:	Doc.dr.sc. Martina Vivoda Predan,	Datum:
mag.ing.aedif.		Mjerno:
		1 : 100
		List:
		2

# KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK



**GF** GRADEVINSKI FAKULTET SVEUČILIŠTA U RIJECI

Završni rad:

Sadržaj nacrtā:

Proračun gabionskog potpornog zida  
prema EC7 ispod šetnice u Rapcu

Karakteristični poprečni  
presjek gabionskog  
potpornog zida

Student:

Kolegij:

**Nikolina Burul**

**GEOTEHNIČKO INŽENJERSTVO**

Mentor:

Datum:

Doc.dr.sc. Martina Vivoda Prodan,  
mag.ing.aedif.

VII 2019.

Mjerilo:

1 : 50

List:

3