GEOKON
WWW.GEOKON.HR

Projektantski ured:	**Geokon-Zagreb d.d.** ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB 61600467614
Investitor:	**Hrvatske vode** ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB 28921383001
Građevina:	**Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini**
Projektirani dio građevine:	**Pregrada Brodarci (Etapa 5)**
Lokacija:	**Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Donje Pokupje, k.o. Velika Jelsa**
Naziv mape:	**Pregrada Brodarci– Geotehnički projekt**
Razina razrade:	**Glavni projekt**
Strukovna odrednica:	**Građevinski projekt**
Zajednička oznaka projekta (ZOP):	**089.05**
Oznaka mape:	**G3-089.05.01-G04.0**
R. br. mape	**2**

Glavni projektant:

Nenad Heček, dipl. ing. građ.
br. upisa G 2995

Projektant:

Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.
br. upisa G 3785

Predsjednik uprave:

Renato Lisica, dipl. ing. rud.

Revizija / izdanje: **0**

Mjesto, datum: **Zagreb, 30.09.2025.**

GEOKON
WWW.GEOKON.HR

OVJERA PROJEKTA OD STRANE OVLAŠTENIH REVIDENATA

Investitor :	**Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220**
Projektantski ured :	**Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a**
Građevina :	**Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini**
Projektirani dio građevine:	**Pregrada Brodarci (Etapa 5)**
Lokacija :	**Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Donje Pokupje, k.o. Velika Jelsa**
ZOP :	**089.05**
Oznaka mape :	**G3-089.05.01-G04.0**

PREGLEDNA STRANICA

Investitor:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220, OIB 28921383001		
Projektantski ured:	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a, OIB 61600467614		
Građevina:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini		
Projektirani dio građevine:	Pregrada Brodarci (Etapa 5)		
Lokacija:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Donje Pokupje, k.o. Velika Jelsa		
Naziv mape:	Pregrada Brodarci– Geotehnički projekt		
Razina razrade:	Glavni projekt	**Strukovna odrednica:**	Građevinski projekt
Zajednička oznaka projekta (ZOP):	089.05	**Oznaka mape:**	G3-089.05.01-G04.0
R. br. mape	2		
Oznaka Geokon-Zagreb:	E-103-22-04	**Oznaka ugovora:**	U-103-22-01
Glavni projektant:	Nenad Heček, dipl. ing. građ. br. upisa G 2995		
Projektant:	Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ. br. upisa G 3785		
Suradnici:	Marko Kaić mag.ing.aedif. Fran Miljković, struc.spec.ing.aedif. Mario Sudžuka, ing. građ. Silvija Miloš mag.ing.aedif. Tomica Tomčić		
Pregledao:	Goran Grget, dipl. ing. građ.		
Predsjednik uprave:	Renato Lisica, dipl. ing. rud.		
Revizija / izdanje:	0		
Mjesto i datum:	Zagreb, 30.09.2025.		

POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA

Investitor:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220
Građevina:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini
Glavni projektant :	Nenad Heček, dipl. ing. građ.
ZOP:	089.05

r.br. mape	Oznaka mape	Naziv mape	Projektanti	Tvrtka Projektanta
1	G3-O89.05.01-G01.0	Pregrada Brodarci – Opći dio	Nenad Heček, dipl. ing. građ.	Elektroprojekt d.d.
2	**G3-O89.05.01-G04.0**	**Pregrada Brodarci – Geotehnički projekt**	**Ivan Milhaljević dipl.ing.građ**	**Geokon-Zagreb d.d.**
3	G3-O89.05.01-G02.0	Pregrada Brodarci – Hidrograđevinski projekt	Nenad Heček, dipl. ing. građ.	Elektroprojekt d.d.
4	G3-O89.05.01-G03.0	Pregrada Brodarci – Projekt Konstrukcije	dr.sc. Marin Franetović, mag.ing.aedif.	Elektroprojekt d.d.
5	A3-O89.05.01-G04.0	Pregrada Brodarci – Arhitektonski projekt	Jerko Ćorluka, dipl.ing.arh.	Elektroprojekt d.d.
6	S3-O89.05.01-S01.0	Pregrada Brodarci – Strojarski projekt	Zlatko Kuntić, dipl.ing.stroj.	Elektroprojekt d.d.
7	E3-O89.05.01-E01.0	Pregrada Brodarci – Elektrotehnički projekt	Marko Grčić, struč.spec.ing.el.	Elektroprojekt d.d.

SADRŽAJ MAPE:

Stranica broj:

OPĆI DIO I

OVJERA PROJEKTA OD STRANE OVLAŠTENIH REVIDENATA II

PREGLEDNA STRANICA III

POPIS MAPA GLAVNOG PROJEKTA IV

SADRŽAJ MAPE: V

IZJAVA PROJEKTANTA O SUKLADNOSTI PROJEKTA VIII

TEHNIČKI DIO 1-1

1 UVOD 1-2

2 POPIS KORIŠTENIH PODLOGA 2-1

2.1 Tehničke podloge 2-1

2.2 Osvrt na geotehničke elaborate 2-1

2.2.1 Lokacija 2-1

2.2.2 Istražni radovi 2-3

2.2.3 Geotehnička kategorizacija 2-4

2.2.4 Seizmološki podaci 2-5

2.2.5 Sastav i svojstva materijala tla 2-9

2.2.6 Zaključno o istražnim radovima 2-17

3 TEHNIČKI OPIS – KONCEPCIJA RJEŠENJA 3-1

3.1 Uvod 3-1

3.2 Opis namjene građevina 3-1

3.3 Postojeće stanje 3-1

3.4 Tehnički opis građevine 3-2

3.4.1 Općenito 3-2

3.4.2 Pregrađivanje rijeke Kupe 3-2

3.4.3 Zaštita građevne jame 3-3

3.4.4 Temeljenje pregrade Brodarci 3-5

3.4.5 Elementi građevine 3-5

3.5 Opis načina priključenja na prometnu površinu 3-6

3.6 Tijek izvedbe 3-6

3.6.1 Tijek izvedbe zaštite građevne jame po fazama 3-6

3.6.2 Tijek izvedbe zaštite iskopa UZ_D2 3-7

3.7 Projektirani vijek uporabe 3-8

3.8 Uvjeti za održavanje građevine 3-8

3.9 Zaštita okoliša 3-8
4 DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA 4-1
4.1 Uvod 4-1
4.2 Parametri materijala 4-2
4.3 Naponsko - deformacijska analiza 4-4
4.3.1 Uvod 4-4
4.3.2 Određivanje krutosti potporne konstrukcije 4-5
4.3.3 Djelovanje na zaštitnu konstrukciju 4-5
4.3.4 Računski modeli 4-5
4.3.5 Projektne situacije 4-7
4.3.6 Rezultati naponsko - deformacijske analize RM1 GSU 4-7
4.3.7 Rezultati naponsko - deformacijske analize RM1 GSN 4-11
4.3.8 Zaključak naponsko deformacijske analize 4-12
4.4 Proračun štapnih sidra 4-13
4.4.1 Proračun otpornosti na kontaktu sidrišnog tijela i tla 4-13
4.4.2 Proračun otpornosti na kontaktu sidrišnog tijela i tetive 4-14
4.4.3 Proračun otpornosti tetive sidra 4-14
4.5 Analiza stabilnosti 4-15
4.5.1 Građevna jama 4-16
4.5.2 Iskop za uzvodne zidove desne strane 4-28
4.6 Proračun nosivosti temeljnog tla 4-35
4.6.1 Uvod 4-35
4.6.2 Nosivost temeljnog tla Pregrade Brodarci 4-35
4.6.3 Nosivost temeljnog tla krilnih zidova 4-42
4.7 Analiza slijeganja 4-52
4.7.1 Analiza slijeganja pregrade Brodarci 4-52
4.7.2 Analiza slijeganja krilnih zidova ustave 4-59
4.8 Dimenzioniranje mlazno injektiranih stupnjaka 4-74
4.8.1 Odabir tehnologije 4-74
4.8.2 Sadržaj cementa i vode u injekcijskoj smjesi 4-75
4.8.3 Analiza sastava injekcijske smjese za stupanjak ∅80cm 4-76
5 PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE 5-1
5.1 Općenito 5-1
5.2 Mjere osiguranja kvalitete projektiranja 5-1
5.2.1 Organizacijske mjere osiguranja kvalitete projektiranja 5-1
5.2.2 Tehničke mjere osiguranja kvalitete projektiranja 5-1

5.3 Mjere osiguranja kvalitete izvedbe 5-1
5.3.1 Pripremne radnje 5-2
5.3.2 Izvođač 5-2
5.3.3 Projektantski nadzor 5-2
5.3.4 Geotehnički nadzor 5-2
5.3.5 Pripremni radovi 5-3
5.3.6 Zemljani radovi 5-8
5.3.7 Geotehnički radovi 5-26
5.3.8 Elementi za zaštitu pokosa 5-32
5.3.9 Sanacija okoliša gradilišta 5-37
5.4 Opće mjere zaštite na radu 5-37
5.4.1 Zemljani radovi 5-37
5.4.2 Tesarski radovi 5-37
5.4.3 Radovi na betoniranju 5-37
5.4.4 Gradilište 5-38
5.4.5 Odgovornost za provedbu tehničkih mjera zaštite na radu za vrijeme izvedbe objekta 5-39
6 PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE 6-1
7 GRAFIČKI I DRUGI PRILOZI 7-1

IZJAVA PROJEKTANTA O SUKLADNOSTI PROJEKTA

Sukladno odredbi čl. 70, Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19),

dajem:	**IZJAVA PROJEKTANTA DA JE GLAVNI PROJEKT IZRAĐEN U SKLADU S LOKACIJSKOM DOZVOLOM I DRUGIM PROPISIMA U SKLADU S KOJIMA MORA BITI IZRAĐEN**
građevina :	PREGRADA BRODARCI S VODNIM GRAĐEVINAMA NA KANALU KUPA-KUPA, RIJEKAMA KUPI I DOBRI I RETENCIJI KUPČINI
projektirani dio :	**Pregrada Brodarci (Etapa 5)**
faza / etapa :	Etapa 5
naziv mape :	**Pregrada Brodarci– Geotehnički projekt**
razina razrade :	**Glavni projekt**
strukovana odrednica :	**Građevinski projekt**
ZOP :	**089.05**
oznaka mape :	G3-089.05.01-G04.0
Investitor :	**Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220**
projektant:	**Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.** Upisan u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva pod rednim brojem 3785, od 13.07.2006. godine, a što se utvrđuje uvidom u Rješenje o upisu u Imenik ovlaštenih inženjera građevinarstva, Hrvatske komore inženjera građevinarstva: klasa: UP/I-360-01/06-01/3785, ur. broj 314-02-06-1 od 18.07.2006. godine.

Glavni projekt je izrađen u skladu s:

- Lokacijskom dozvolom KLASA: UP/I-350-05/21-01/000024, URBROJ: 531-06-02-02/01-22-0014, izdanom od strane Ministarstva prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine, Uprave za prostorno uređenje i dozvole državnog značaja, Sektora lokacijskih dozvola i investicija od 7.3.2022. godine, koja je postala pravomoćna dana 20.04.2022. godine,

  Rješenjem o produženju važenja lokacijske dozvole Klasa: UP/I-350-05/24-01/000039, Urbroj: 531-08-2-1-1-24-0005 izdanim od Ministarstva prostornog uređenja, graditeljstva i državne imovine, Uprave za prostorno uređenje i dozvole državnog značaja, Sektor lokacijskih dozvola i investicija od 28.5.2024,

  i lokacijskim uvjetima određenima tom dozvolom,
- Rješenjem o prihvatljivosti sustava zaštite od poplava karlovačko-sisačkog područja, I. faza – karlovačko područje za okoliš i ekološku mrežu izdanim od Ministarstva zaštite okoliša i energetike Klasa: UP/I-351-03/18-02/49, Urbroj: 517-03-1-2-19-35 od 6.8.2019.
- Zakonima i propisima navedenim u popisu ove izjave
- Drugim propisima, uvjetima i pravilima iz članka 68. stavka 2. Zakona o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24).

Popis propisa u skladu s kojima je izrađen glavni projekt:

Zakon o gradnji (NN 153/13, 20/17, 39/19, 125/19, 145/24)

Zakon o prostornom uređenju (NN 153/13, 65/17, 114/18, 39/19, 98/19, 67/23)

Zakon o poljoprivrednom zemljištu (NN 20/18, 115/18, 98/19, 57/22)

Zakon o komasaciji poljoprivrednog zemljišta (NN 46/22)

Zakon o preuzimanju Zakona o standardizaciji (NN 53/91, 44/95, 25/96)

Zakon o normizaciji (NN 80/13)

Zakon o mjeriteljstvu (NN 74/14, 111/18, 114/22)

Zakon o obveznim odnosima (NN 35/05, 41/08, 78/15, 29/18, 126/21, 114/22, 156/22, 155/23)

Zakon o obavljanju geodetske djelatnosti (NN 25/18)

Zakon o državnoj izmjeri i katastru nekretnina (NN 112/18, 39/22, 152/24)

Zakon o izvlaštenju i određivanju naknade (NN 74/14, 69/17, 98/19)

Zakon o cestama (NN 84/11, 22/13, 54/13, 148/13, 92/14, 110/19, 144/21, 114/22, 4/23, 133/23)

Zakon o energetskoj učinkovitosti (NN 127/14, 116/18, 25/20, 41/21)

Zakon o komunalnom gospodarstvu (NN 68/18, 110/18, 32/20)

Zakon o poslovima i djelatnostima prostornog uređenja i gradnje (NN 78/15, 118/18, 110/19)

Zakon o financiranju vodnoga gospodarstva (NN 153/09, 56/13, 119/15, 120/16, 127/17, 66/19)

Zakon o vodama (NN 66/19, 84/21, 47/23)

Pravilnik o obaveznom sadržaju i opremanju projekta građevina (NN 118/19, 65/20)

Pravilnik o obračunu i naplati vodnoga doprinosa (NN 107/14)

Pravilnik o katastru infrastrukture (NN 77/21)

Pravilnik o katastru zemljišta (NN 84/07, 148/09)

Pravilnik o geodetskim elaboratima (NN 59/18)

Pravilnik o osnovnim uvjetima kojima javne ceste izvan naselja i njihovi elementi moraju udovoljavati sa stajališta sigurnosti prometa (NN 110/01, 90/22)

Pravilnik o načinu utvrđivanja obujma i površine građevina u svrhu obračuna komunalnog doprinosa (NN 15/19)

Pravilnik o načinu izračuna građevinske (bruto) površine zgrade (NN 93/17)

Pravilnik o uvjetima za projektiranje i izgradnju priključaka i prilaza na javnu cestu (NN 95/14)

Pravilnik o održavanju cesta (NN 90/14, 3/21)

Pravilnik o izdavanju vodopravnih akata (NN 9/20, 39/22)

Pravilnik o prometnim znakovima, signalizaciji i opremi na cestama (NN 92/19)

Pravilnik o korištenju cestovnog zemljišta i obavljanju pratećih djelatnosti na javnoj cesti (NN 78/14, 43/20)

Zakon o zaštiti okoliša (NN 80/13, 78/15, 12/18, 118/18)

Zakon o zaštiti prirode (NN 80/13, 15/18, 14/19, 127/19, 155/23)

Zakon o gospodarenju otpadom (NN 84/21, 142/23)

Zakon o šumama (NN 68/18, 115/18, 98/19, 32/20, 145/20, 101/23, 36/24)

Pravilnik o gospodarenju otpadom (NN 81/20106/22)

Pravilnik o načinima i uvjetima odlaganja otpada, kategorijama i uvjetima rada za odlagališta otpada (NN 4/23)

Zakon o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 94/18, 96/18)

Zakon o zaštiti od buke (NN 30/09, 55/13, 153/13, 41/16, 114/18, 14/21)

Pravilnik o zaštiti na radu za mjesta rada (NN 105/20)

Pravilnik o ispitivanju radnog okoliša (NN 16/16, 120/22)

Pravilnik o pregledu i ispitivanju radne opreme (NN 16/16, 120/22)

Zakon o zaštiti od požara (NN 92/10, 114/22)

Zakon o vatrogastvu (NN 125/19, 114/22)

Zakon o eksplozivnim tvarima te proizvodnji i prometu oružja (NN 70/17, 141/20, 114/22)

Zakon o zapaljivim tekućinama i plinovima (NN 108/95, 56/10, 114/22)

Zakon o prijevozu opasnih tvari (NN 79/07)

Pravilnik o uvjetima za vatrogasne pristupe (NN 35/94, 55/94, 142/03)

Pravilnik o temeljnim zahtjevima za zaštitu od požara elektroenergetskih postrojenja i uređaja (NN 146/05)

te ostali važeći zakonski i podzakonski propisi i dokumenti na koje upućuju navedeni propisi ili su na temelju njih doneseni.

Zagreb, 30.09.2025.

Projektant:

Ivan Mihaljavić, dipl.ing.građ.

GEOKON
WWW.GEOKON.HR

Projektantski ured:	**Geokon-Zagreb d.d.** ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB 61600467614
Investitor:	**Hrvatske vode** ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB 28921383001
Razina razrade:	**Glavni projekt**
Strukovna odrednica:	Građevinski projekt
ZOP:	089.05
Oznaka mape:	G3-089.05.01-G04.0

TEHNIČKI DIO

Građevina:	**Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini**
Projektirani dio:	**Pregrada Brodarci (Etapa 5)**
Projektant:	Ivan Mihaljavić, dipl.ing.građ.
Mjesto, datum:	Zagreb, 30.09.2025.

1 UVOD

Temeljem ugovora U-103-22-01, zaključenog između Hrvatske vode, kao Investitora i zajednice ponuditelja, tvrtki Elektroprojekt d.d, Vodoprivredno-projektni biro d.d. , Institut IGH d.d. i Geokon-Zagreb d.d., izvršene su usluge na izradi mape „**Pregrada Brodarci– Geotehnički projekt**“ građevinskog projekta „Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini “.

Predmetni glavni projekt se odnosi na građevinu „Pregrada Brodarci (Etapa 5)“ a prema važećoj lokacijskoj dozvoli od 07.03.2022., zahvat dijeli na etape s fazama prikazane u tablici:

Tablica 1-1

ETAPA	FAZA:	Naziv
ETAPA 1		Usporni nasip uz Kupu i Dobru uzvodno od Brodaraca
	FAZA 1	Nasipi 1 i 2 na lijevoj obali rijeke Kupe
	FAZA 2	Nasip na desnoj obali rijeke Kupe
	FAZA 3	Nasip oko sela Trg na desnoj obali rijeke Kupe
	FAZA 4	Nasip na lijevoj obali rijeke Dobre
ETAPA 2		Nasipi za zaštitu ribnjaka Crna Mlaka
ETAPA 3		Radovi na kanalu Kupa-Kupa i istočnom nasipu
		- Rušenje lijevog nasipa kanala Kupa-Kupa
		- Istočni nasip retencije Kupčina
		- Nadvišenje desnog nasipa kanala Kupa-Kupa
ETAPA 4		Ustava Šišljavić
ETAPA 5		**Pregrada Brodarci**

Ova MAPA G3-O89.05.01-G04.0 „Pregrada Brodarci– Geotehnički projekt„ glavnog projekta prikazuje tehničko rješenje ovog glavnog projekta.

Temeljna podloga ovom glavnom projektu je idejni projekt "Idejni projekt za ishođenje lokacijske dozvole" za projekt Pregrada Brodarci s vodenim građevinama na kanalu Kupa Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina (oznaka idejnog projekta Y2-089.00.01-G01.0; Elektroprojekt d.d., Zagreb, siječanj 2019.).

Poglavlje 2 ovog projekta pruža pregled podloga korištenih u ovom projektu te osvrt na provedene geotehničke istražne radove. U poglavlju 3 ovog projekta dan je tehnički opis sa razrađenim fazama rada.

U poglavlju 4 prikazane su analize i proračuni o ispunjavanju temeljnih i drugih zahtjeva koje građevina mora ispuniti.

U poglavlju 5 daje se program kontrole i osiguranja kvalitete projektnog rješenja sa tehničkim uvjetima za bitne elemente konstrukcije i izvedbe. U poglavlju 6 dana je procjena troškova projektiranih radova. Grafički i drugi prilozi su dani u poglavlju 7.

U izradi projekta sudjelovao je Koordinator zaštite na radu I te je osigurana primjena načela Zaštite na radu u projektu.

Projektant :	Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.

2 POPIS KORIŠTENIH PODLOGA

2.1 TEHNIČKE PODLOGE

Slijedeća dokumentacija je korištena kao podloga pri izradi projekta:

r.br.	vrsta podloge	naziv; (oznaka); mjesto; datum; izvođač	naručitelj	napomena
1.	Idejni projekt	Obrana od poplave grada Karlovca; Idejno rješenje; VPB d.d. Zagreb, 2004. god.	HRVATSKE VODE, Zagreb, Ul. Grada Vukovara 220	
2.	Geotehnički elaborat	Pregrada Brodarci, Geotehnički istražni radovi za Idejni projekt pregrade Brodarci, Geotehnički elaborat; E-141-18-03 v 1.0, Geokon d.d. Zagreb, kolovoz 2019. godina	HRVATSKE VODE, Zagreb, Ul. Grada Vukovara 220	

Prostorni planovi:

r.br.	prostorni plan	naziv i broj glasnika
1.	Prostorni plan Karlovačke županije	Glasnik Karlovačke županije broj 26/01, 33/01-ispravak, 36/08-pročišćeni tekst
2.	Prostorni plan uređenja Grada Karlovca	Glasnik Grada Karlovca broj 01/02, 13/03, 04/04, 05/10

2.2 OSVRT NA GEOTEHNIČKE ELABORATE

Za potrebe izrade Glavnog projekta „Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina“ napravljena su geotehnička istraživanja iz 2019. godine (Elaborat E-141-18-03 v 1.0, Geokon-Zagreb d.d) koja su se izvodila za potrebu izrade Idejnog projekta neposredno uz lokaciju gdje će se graditi predmetna pregrada Brodarci. Istraživanje je obuhvatilo izvođenje istražnog bušenja uz geotehnički nadzor, uzorkovanje uzoraka tla, ispitivanje standardnog penetracijskog testa u bušotini - SPT, laboratorijska ispitivanja uzoraka i izrade izvještaja o ispitivanju temeljnog tla te inženjerkogeološko i hidrogeološko kartiranje terena.

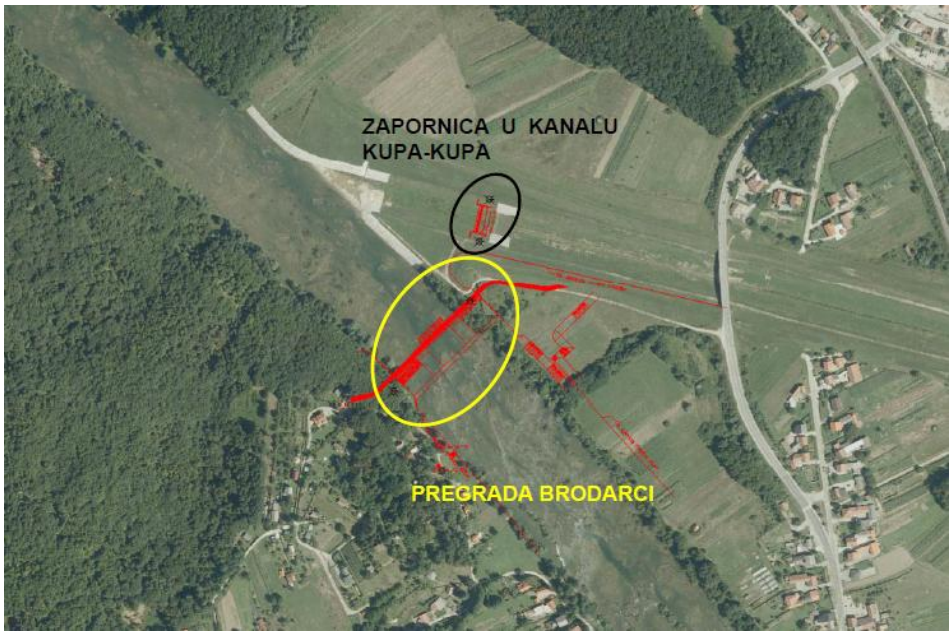
2.2.1 LOKACIJA

Lokacija istraživanja nalazi se kod ulijeva kanala Kupa - Kupa u km. 145 rijeke Kupe, cca 10 km uzvodno od centra Karlovca. Planirana pregrada Brodarci je dio funkcionalne cjeline obrane od poplava grada Karlovca na kojoj će se vršiti distribucija velikih voda Kupe djelom kroz Karlovac, a ostatak kanalom Kupa-Kupa.

Pregrada Brodarci predviđena je na rijeci Kupi na stacionaži r.km 146+195 neposredno nizvodno od početka kanala Kupa – Kupa. Ukupna duljina pregrade iznosi oko 160,0 m od spoja na desni nasip kanala Kupa – Kupa do kraja platoa na desnoj obali rijeke Kupe. Visina brane definirana je na koti 119,10 m n.m., što je 2,6 m iznad kote 100-godišnjeg poplavnog vala na 116,50 m n.m.

Izgradnjom pregrade značajno se povećava iskorištenost kanala Kupa-Kupa pri velikim vodama, te se pri nailasku 100-god. V.V. kanalom propušta oko 900 m3/s, a kod 1000-god. VV oko 990 m3/s.

Na slijedećim slikama prikazan je položaj pregrade Brodarci:



2.2.2 ISTRAŽNI RADOVI

Istražni radovi su izvedeni u svrhu utvrđivanja uslojenosti te fizikalnih i mehaničkih svojstava tla.U sklopu tih radova izvedeno je ukupno 4 istražnih bušotina. Sve 4 bušotine se nalaze na lokaciji buduće pregrade Brodarc. U okviru geotehničkih istraživanja provedena su inženjerskogeološka istraživanja.

Program terenskih i laboratorijskih istražnih radova definiran je projektnim zadatkom.

Terenski istražni radovi sastojali su se od slijedećih segmenata:

- Istražno bušenje uz geotehnički nadzor, identifikaciju i klasifikaciju jezgre bušenja
- Uzorkovanje poremećenih i neporemećenih uzoraka
- Ispitivanje standardnog penetracijskog testa u bušotini (SPT)
- Terensko ispitivanje džepnim penetrometrom i džepnom krilnom sondom na jezgri bušenja

Laboratorijskim ispitivanjima su obuhvaćeni pokusi za određivanje općih i mehaničkih karakteristika reprezentativnih NU i PU:

Vrsta ispitivanja	Oznaka	Jedinica	Norma
Razredbena ispitivanja, raspoznavanje i opis tla			
Određivanje sadržaja prirodne vode (vlažnosti)	w_o	%	HRN U.B1.012:1979
Određivanje ukupne gustoće mase (zapreminska težina)	γ i γ_d	kN/m^3	HRN U.B1.016:1968
Određivanje gustoće mase čestica (specifična težina)	γ_s	kN/m^3	HRN U.B1.014:1968
Određivanje granica konzistentnih stanja (Atterbergove granice)	w_L i w_P	%	HRN U.B1.020:1980
Granulometrijska analiza	--	%	ASTM D 422-63(2007)
Kemijsko ispitivanje tla i podzemne vode			
Ispitivanje čvrstoće tla			
Jednoosno tlačno ispitivanje s praćenjem deformacija - pritisna čvrstoća - relativna deformacija	q_u ε	kPa %	ASTM D2166/D2166M-16
Konsolidirano ispitivanje izravnim posmikom - kohezija - kut unutrašnjeg trenja	c φ	kPa °	HRN U.B1.028:1969
Ispitivanje stišljivosti i deformiranja tla			
Edometarsko ispitivanje stišljivosti	Ms	MPa	HRN U.B1.032:1969
Ispitivanje propusnosti tla			
Određivanje koeficijenta propusnosti (hidrauličke provodljivosti) uz promjenjiv hidraulički gradijent u edometru	k	cm/s	HRN U.B1.034:1969

Cilj istražnih radova bio je dobiti podatke o sastavu i karakteristikama materijala temeljnog tla na lokaciji gradnje i na potencijalnim lokacijama nalazišta materijala te dati preporuke za projektiranje i izvođenje predmetnog zahvata.

2.2.3 GEOTEHNIČKA KATEGORIZACIJA

Da bi se olakšalo utvrđivanje geotehničke složenosti projekta, Eurokod 7 je uveo tri geotehničke kategorije s naglaskom da je kategorija viša što je projekt složeniji (ili njegov dio). Razlika u kategorijama leži u prirodi i opsegu geotehničkih istraživačkih radova i proračuna, a sukladno tome i stupnju stručnosti projektanta. Primjena kategorizacije nije obvezna, ali može poslužiti projektantu kao smjernica i pomoć pri projektiranju.

Geotehnička kategorija 1 odnosi se na jednostavnije konstrukcije (npr. temelji jednokatnica, niski zidovi i nasipi i sl.) gdje istraživački radovi mogu obuhvaćati jednostavnije radnje (pregled terena, primjena iskustva sa susjednih objekata i sl.), a dokazi stabilnosti se mogu zamijeniti usporedivim iskustvom.

Geotehnička kategorija 2 obuhvaća najčešće zastupljene geotehničke zahvate kao što su plitki i duboki temelji, potporni zidovi, nasipi, niske nasute brane, jednostavnije građevne jame, stabilnost jednostavnijih kosina i sl.

U geotehničku kategoriju 3 spadaju vrlo složeni geotehnički zahvati i zahvati velikog rizika (temeljenje na mekom tlu, složene građevne jame u blizini postojećih objekata, klizišta, tuneli, visoke nasute brane, nuklearne elektrane i sl.).

Obzirom na značajke građevine i lokacije predmetni zahvat se po svojim karakteristikama može svrstati u geotehničku kategoriju 2 prema sljedećem:

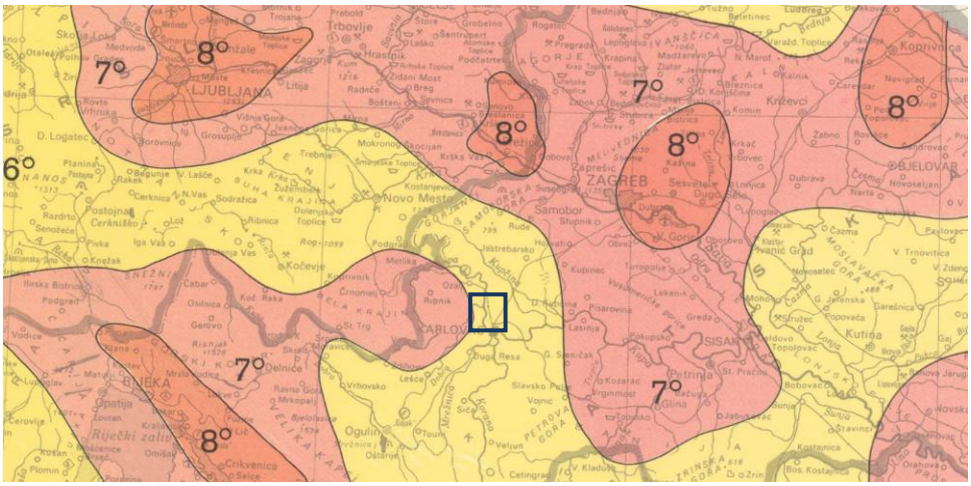
geotehnička kategorija	2.
općenito	Uobičajena vrste konstrukcija i temelja, koja ne uključuju pretjerane opasnosti, neobične ili izuzetno teške uvjete u temeljnom tlu ili uvjete opterećenja, te je moguće uz kvantificirane geotehničke podatke i analize rutinskim postupcima provesti projektiranje i gradnju temelja sa zanemarivim opasnostima za vlasništvo i živote.
geotehnički hazard	Srednji.
uvjeti u tlu	Uvjeti u tlu mogu se odrediti iz istražnih radova.
podzemna voda	Podzemna voda u bušotinama je registrirana na dubinama od 3,1 do 4,05 m tj. 109,4 m n.m. do 109,6 m .n.m.
istražni radovi	Potrebni su kvantitativni geotehnički podaci dobiveni rutinskim terenskim istražnim radovima i laboratorijskim ispitivanjima.
regionalna seizmičnost	*Maks.intenzitet potresa prema MCS skali* - I_{max} = 6° MCS za PP od 100 godina - I_{max} = 7° MCS za PP od 500 godina *Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A* - a_{gR} = 0,091 g za PP od 95 godina - a_{gR} = 0,187 g za PP od 475 godina *Lokalno temeljno tlo prema EC8* - tip tla A
utjecaj okoliša	Rješava se rutinskim postupcima dimenzioniranja.
osjetljivost konstrukcije	Nema podataka. Pretpostavlja se srednja osjetljivost.
veličina konstrukcije	Armirano betonska građevina dimenzija 197,0 X 102,0 m
geotehnički rizik	Srednji.
projektni postupci	Geotehničke analize stabilnosti, slijeganja i nosivosti, po potrebi i složene analize.

2.2.4 SEIZMOLOŠKI PODACI

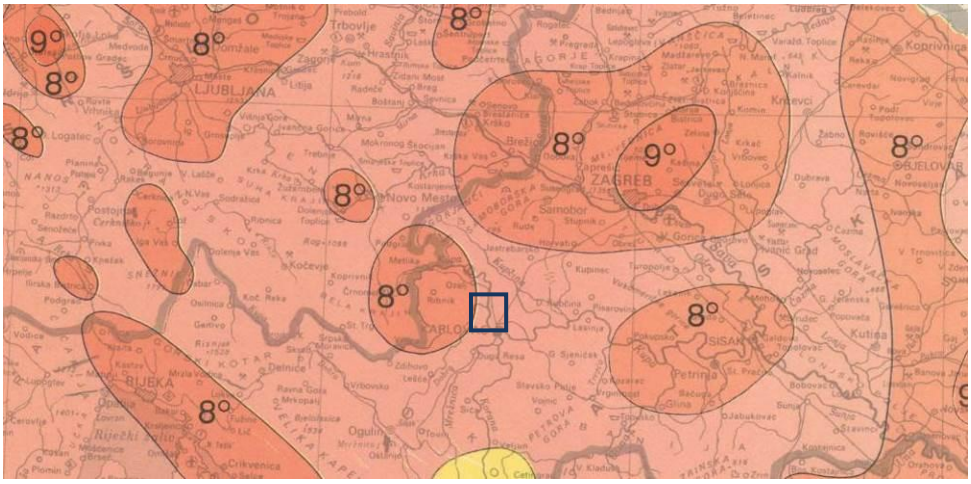
MAKSIMALNI INTENZITET POTRESA I_{max}

Na sljedećim slikama prikazani su isječci iz seizmoloških karata[1] sa označenom lokacijom istraživanja na kojima su prikazani stupnjevi maksimalnih intenziteta očekivanih potresa prema MCS skali.

ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 100 GODINA



ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 500 GODINA



LEGENDA UZ KARTE

Očitani maksimalni intenziteti očekivanih potresa na lokaciji istraživanja prema MCS skali prikazani su u sljedećoj tablici.

Maksimalni intenzitet potresa	
Povratni period	**I_{max} (°) ljestvice MCS**
100 godina	6°
500 godina	7°

[1] V. Kuk (1987): Seizmološka karta - SR Hrvatska, M 1:1.000.000, Geofizički zavod PMF-a – Zagreb

POREDBENA VRŠNA UBRZANJA a_{gR}

Na temelju karata potresnih područja Republike Hrvatske određuju se potresom prouzočena horizontalna poredbena vršna ubrzanja (a_{gR}) površine temeljnog tla tipa A čiji se premašaj tijekom bilo kojih t = 50 godina godina očekuje s vjerojatnošću od p = 10 %. Vjerojatnosti premašaja (p) i poredbena razdoblja (t) s povratnim su razdobljem (T) povezana izrazom

$$p = 100\left[1-\left(1-\frac{1}{T}\right)^{t}\right]$$

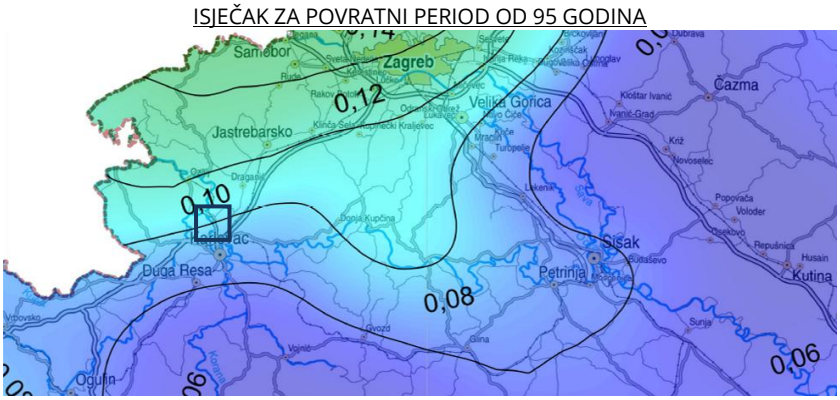
pa vrijednosti prikazane na karti odgovaraju ubrzanjima koja se u prosjeku premašuju svakih T = *95 i* T= 475 godina. Ubrzanja su izražena u jedinicama gravitacijskog ubrzanja g (1 g = 9,81 m/s^2).

Iznosi poredbenih vršnih ubrzanja na karti prikazani su izolinijama s rezolucijom od 0,02 g. Numerički navedene vrijednosti na karti odnose se na prostor između dvije susjedne izolinije. U slučaju dvojbe valja uzeti prvu susjednu veću vrijednost.

Karte sa tumačem su sastavni dio Nacionalnog dodatka za niz normi HRN EN 1998-1:2011/NA:2011, Eurokod 8: Projektiranje potresne otpornosti konstrukcija – 1. dio – Opća pravila, potresna djelovanja i pravila za zgrade. Na sljedećim slikama prikazani su isječci karata potresnih područja Republike Hrvatske[2] za lokaciju istraživanja na kojoj su prikazana vršna ubrzanja tla tipa A.

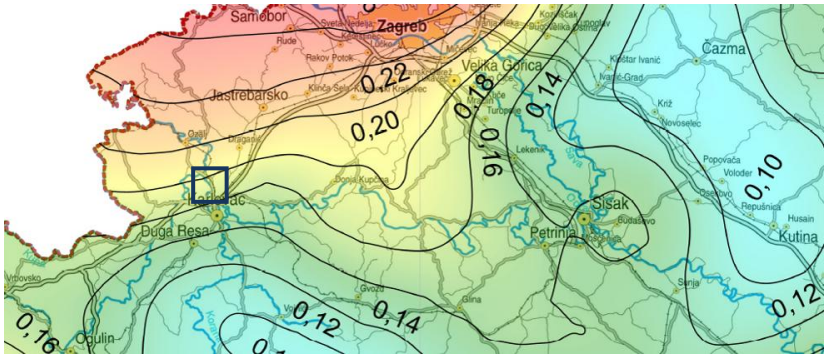
Očitane vrijednosti poredbenih vršnih ubrzanja tla tipa A prikazane su u sljedećoj tablici.

ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 95 GODINA



Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A (a_{gR}), s vjerojatnosti premašaja 10 % u 10 godina, za poredbeno povratnorazdoblje potresa T_{DLR} **= 95 godina,** izraženo u jedinicama gravitacijskog ubrzanja (g)

ISJEČAK ZA POVRATNI PERIOD OD 475 GODINA



Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A (a_{gR}), s vjerojatnosti premašaja 10 % u 50 godina, za poredbeno povratno razdoblje potresa T_{NCR} **= 475 godina,** izraženo u jedinicama gravitacijskog ubrzanja (g)
T_{DLR} – DLR = **D**amage **L**imitation **R**equirement; T_{NCR} - NCR = **N**o-**C**ollapse **R**equirement

[2] M.Herak (2011): Karta potresnih područja Republike Hrvatske, M 1:800.000, Geofizički odsjek PMF-a – Zagreb

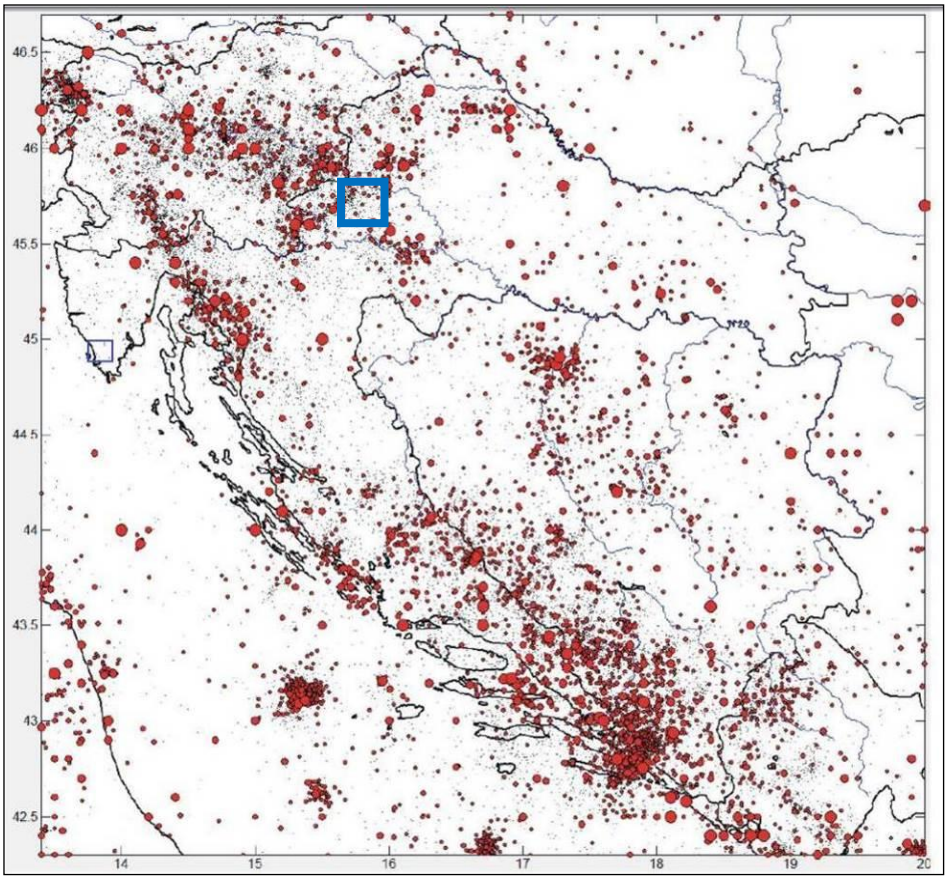
Poredbeno vršno ubrzanje tla tipa A	
Povratni period	**a_{gR} (g)**
95 godina	0,091
475 godina	0,187

Napomena: za očitanje poredbenog vršnog ubrzanja predmetne lokacije može se koristiti i web poveznica http://seizkarta.gfz.hr/karta.php Geofizičkog zavoda PMF-a. Sukladno uputi, očitanja na navedenoj poveznici su samo orijentacijska i nužno ih je potvrditi uvidom u karte potresnih područja.

Karte potresnih područja karte su seizmičkog hazarda ili potresne opasnosti koja se procjenjuje na temelju opažene seizmičnosti tijekom što je moguće duljeg razdoblja. Za Hrvatsku osnovna je baza podataka sadržana u Hrvatskom katalogu potresa (Herak et al., 1996) koji održava Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu. Trenutno sadrži osnovne podatke o više od 40 000 potresa koji su se dogodili na teritoriju Republike Hrvatske i susjednim područjima, a redovito se dopunjuje podacima o novim potresima.

Današnja mreža seizmografa u Hrvatskoj omogućuje da se godišnje prosječno locira i u katalog uvrsti više od 3 500 potresa.

Sljedeća slika prikazuje Kartu epicentara potresa Republike Hrvatske na kojoj je označena šira lokacija istraživanja.



Epicentri potresa iz Hrvatskog kataloga potresa (Geofizički odsjek PMF-a, 2011)

Na osnovu tipova geotehničkih sredina propisanih Eurokodom 8, a koji se koriste za projektiranje objekata u dinamičkim uvjetima, predmetna lokacija se nakon usvojenih klasifikacijskih parametara može svrstati u **geotehničku sredinu B i C** sukladno sljedećoj tablici.

Geotehnička sredina	Opis geotehničke sredine	v_{s30} (m/s)	N_{SPT} (n/30cm)	c_u (kPa)
A	Stijena ili neka druga geološka formacija slična stijeni koja uključuje najviše 5 m slabijeg materijala na površini.	>800	-	-
B	**Nanosi vrlo zbijenoga pijeska, šljunka ili polučvrste i čvrste gline debljine najmanje nekoliko desetaka metara koje karakterizira postupno poboljšanje mehaničkih svojstava s dubinom.**	**360 - 800**	**>50**	**>250**
C	**Nanosi zbijenog ili srednje zbijenoga pijeska, šljunka ili krutoplastične gline debljine od nekoliko desetaka do više stotina metara.**	**180 - 360**	**15-50**	**70 - 250**
D	Nanosi rastresitih do srednje zbijenih nekoherentnih tala (sa ili bez mekoplastičnih do srednjeplastičnih koherentnih slojeva) ili nanosi s dominantno mekoplastičnim do	<180	<15	<70
E	Površinski aluvijalni pokrivač koji karakterizira brzina v_{s30} geotehničkih sredina C i D i debljina od 5 m do 20 m, a ispod kojeg je krući materijal s brzinom V_{s30} većom od 800 m/s.	-	-	-
S1	Tla koja sadrže sloj debljine najmanje 10 m mekoplastične ili srednjeplastične gline/praha s indeksima plastičnosti većim od 40 i velikim sadržajem vode.	<100	-	10-20
S2	Tla podložna likvefakciji, tla izgrađena od osjetljivih glina ili bilo koja druga geotehnička sredina koja nije navedena od A do E ili pod S1	-	-	

LEGENDA:

$v_{s,30}$ - srednja vrijednost brzine poprečnih površinskih valova

N_{SPT} - standardni penetracijski test (broj udaraca/30cm)

C_u - posmična čvrstoća tla

2.2.5 SASTAV I SVOJSTVA MATERIJALA TLA

2.2.5.1 Grupe materijala na lokaciji pregrade Brodarci

Temeljem provedenih istražnih radova je utvrđeno kako se tlo na predmetnoj lokaciji sastoji od sljedećih grupa materijala razvrstanih prema značajkama i dubini pojavljivanja:

Grupa materijala	Vrsta materijala	Oznaka materijala	Opis materijala
POKRIVAČ			
(1)	HUMUS	-	Humus je površinski sloj tla debljine 10-20 cm.
(2)	NASIP	N	Nasip predstavlja površinski sloj tla koji je iskopavan, premještan te nasipavan prilikom uređenja obale izgradnje kanala i nasipa. Sastoji se od sitnog do srednje krupnog prahovitog šljunka, gline kruto plastične konzistencije, odlomaka šejla pomiješanih sa glinom meko plastične konzistencije te gline i šljunka u različitim omjerima. Uglavnom je smeđe boje. Često sadrži korijenje biljaka te nešto humusa. Valutice su zaobljene do oštrobridne različitog litološkog sastava, a prevladavaju odlomci šejla, zrna kvarca te valutice siltita. Registriran je ispod u bušotinama S-141-18-55, S-141-18-57 i S-141-18-58, a debljina mu iznosi od do 0,6 m do 1,1 m. Nasip je umjerene do dobre vodopropusnosti s koeficijentom hidrauličke vodljivosti od $2x10^{-4}$ do 2.6 cm/sek
(3)	GLINA VISOKE, SREDNJE I NISKE PLASTIČNOSTI	CH, CI, CL, CI-CH	Pripovršinskom sloju prirodnog pokrivača pripadaju gline visoke, srednje i niske plastičnosti koje su pretežito kruto plastične konzistencije, a rjeđe srednje do meko plastične konzistencije. Smeđe su i sivo-smeđe boje. Često sadrže manji udio sitnog pijeska ili šljunka te konkrecije željeznih i manganovih oksida. Gline su registrirane u bušotinama S-141-18-55, S-141-18-56 i S-141-18-58. Debljina sloja gline se kreće od 1,3 do 3,6 m, a nabušena je najpliće od 0,2 m i najdublje do 3,8 m u bušotini S-141-18-56. Gline su slabe i vrlo slabe vodopropusnosti s koeficijentom hidrauličke vodljivosti veličine 10^{-6} – 10^{-7} cm/sek.
(4)	GLINOVITI PIJESAK	SC/GC SC/CL	Glinoviti pijesak je sitan do srednje krupan, sivo smeđe i smeđe boje, i rastresit. Mjestimično sadrži valutice šljunka veličine do 21 mm oblog do poluzaobljenog zrna. Registriran je u bušotinama S-141-18-56, S-141-18-57 i S-141-18-58 na dubinama od minimalno 1,8 m do maksimalno 4,1 m, a debljina sloja je između 0,3 i 0,9 m. Pijesak je slabe do umjerene vodopropusnosti s koeficijentom hidrauličke vodljivosti od $1x10^{-6}$ do $3x10^{-4}$ cm/sek.
(5)	ŠLJUNAK	GW GP-GC	Šljunak je dobro do slabo graduiran sa pijeskom i mjestimično glinovit, najčešće je sitan do srednje veličine zrna, a ponegdje i krupnozrnat. Prema broju udaraca SPT-a (13-19) spada u srednje zbijene do zbijene materijale. Sivo-smeđe je i smeđe boje. Zrna su zaobljena do poluzaobljena, a rijetko oštrobridna. Šljunak je nabušen u bušotinama S-141-18-55, S-141-18-56 i S-141-18-57, te predstavlja prijelazni član između gornjih dijelova glinovito pjeskovitog pokrivača i stijene u podlozi. Debljine je od 0,4 m do 1,5 m, a rasprostire se između 1,1 i 4,7 metara dubine. Koeficijent hidrauličke vodljivosti za šljunke iznosi $1x10^{-2}$ do 1,65 cm/sek te su stoga oni dobro do vrlo dobro propusni materijali.

Grupa materijala	Vrsta materijala	Oznaka materijala	Opis materijala
STIJENA PODLOGE			
(6)	ŠEJL	Sh	Šejl predstavlja stijenu podloge (osnovnu stijenu) na promatranoj lokaciji. Izrazito je tankoslojevite strukture, tamnosive do mjestimično crne boje. Ispresjecan je kvarcnim žilama bijele boje i debljine do 2 mm. Generalno gledajući stijenska masa je umjereno trošna do trošna W3-W4 (ISRM,1981), dodatno bušenjem zdrobljena na fragmente od veličine pijeska do nekoliko cm u promjeru. Mjestimično se unutar šejla javljaju tanki proslojci dolomita i tinjčastog siltita. Pretpostavljena vrijednost koeficijenta hidrauličke vodljivosti za šejl je manja od 10^{-5} cm/s te on spada u slabo vodopropusne materijale Prosječna vrijednost tlačne čvrstoće okomito na slojevitost iznosi 100,41 MPa, a paralelno sa slojevitošću 5,60 MPa.

Kategorija trošnosti	Opis stijenske mase	Simbol
Svježa stijenska masa	Nema vidljivih znakova trošenja, moguća neznatna promjena boje na površinama glavnih diskontinuiteta.	W1
Neznatno trošna stijenska masa	Promjena boje indicira trošenje materijala stijene i površine diskontinuiteta. Cijeli volumen materijala stijene može promijeniti boju uzrokovano trošenjem i može imati manju čvrstoću nego u svježem stanju.	W2
Umjereno trošna stijenska masa	Manje od polovice materijala stijene je dezintegrirano u tlo. Svježa stijenska masa ili stijenska masa koja je promijenila boju je prisutna sa vidljivim strukturnim sklopom ili u blokovima.	W3
Jako trošna stijenska masa	Više od polovice materijala stijene je dezintegrirano u tlo. Svježa stijenska masa ili stijenska masa koja je promijenila boju je prisutna sa vidljivim strukturnim sklopom ili u blokovima.	W4
Potpuno trošna stijenska masa	Cijeli volumen stijenske mase je dezintegriran u tlo, ali originalna tekstura stijenske mase je još uvijek jasno prepoznatljiva.	W5

2.2.5.1 Prikaz i obrada rezultata istraživanja

Laboratorijska ispitivanja uzoraka tla provedena su u geomehaničkom laboratoriju tvrtke Geokon-Zagreb d.d., koji je akreditiran za laboratorijska ispitivanja prema normi HRN EN ISO/IEC 17025:2008. Na reprezentativnim poremećenim i neporemećenim uzorcima tla izvršena su sljedeća ispitivanja:

Vrsta ispitivanja	Oznaka	Jed.	Norma
Razredbena ispitivanja, raspoznavanje i opis tla			
Određivanje sadržaja prirodne vode (vlažnosti)	w_o	%	HRN U. B1. 012
Određivanje ukupne gustoće mase (zapreminska težina)	γ i γ_d	kN/m^3	HRN U. B1. 016
Određivanje gustoće mase čestica (specifična težina)	γ_s	kN/m^3	HRN U. B1. 014
Određivanje granica konzistentnih stanja (Atterbergove granice)	w_L i w_P	%	HRN U. B1. 020
Granulometrijska analiza	--	%	ASTM D-422
Ispitivanje čvrstoće tla			
Jednoosno tlačno ispitivanje s praćenjem deformacija - pritisna čvrstoća - relativna deformacija	q_u ε	kPa %	ASTM D2166
Konsolidirano ispitivanje izravnim posmikom - kohezija - kut unutrašnjeg trenja	c φ	kPa °	HRN U. B1. 028
Ispitivanje stišljivosti i deformiranja tla			
Edometarsko ispitivanje stišljivosti	M_s	MPa	HRN U. B1. 032
Ispitivanje propusnosti tla			
Određivanje koeficijenta propusnosti (hidrauličke provodljivosti) uz promjenjiv hidraulički gradijent u edometru	k	(cm/s)	HRN U. B1. 034

Ispitivanja su provedena u skladu s važećim propisima i normama.

U sljedećim tablicama je dan sumarni prikaz rezultata terenskih i laboratorijskih ispitivanja po pojedinim grupama materijala sa minimalnim i maksimalnim te prosječnim vrijednostima rezultata (za tri i više ispitivanja).

GRUPA MATERIJALA 2: NASIP

- LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Fizikalna svojstva

OZNAKA UZORKA	DUBINA	GRANULOMETRIJSKI SASTAV						SIMBOL
	m	G [%]	S [%]	M [%]	C [%]	M + C [%]	VDP USBR k [cm/s]	
S-141-18-55-01	0,30-0,50	55,10	26,40	14,40	4,10	18,50	7,94E-04	N
S-141-18-57-01	0,60-0,70	83,40	15,70			0,90	2,59E+00	N
S-141-18-58-02	0,50-0,60	32,50	40,50	22,00	5,00	27,00	2,17E-04	N
	MIN	**32,50**	**15,70**	**14,40**	**4,10**	**0,90**	**2,17E-04**	
	MAKS	**83,40**	**40,50**	**22,00**	**5,00**	**27,00**	**2,59E+00**	
	PROSJEK	**57,00**	**27,53**	**18,20**	**4,55**	**15,47**	**8,63E-01**	

GRUPA MATERIJALA 3: GLINA VISOKE, SREDNJE I NISKE PLASTIČNOSTI

- TERENSKA ISPITIVANJA

Džepni penetrometar i džepna krilna sonda

		DUBINA ISPITIVANJA					
BUŠOTINA	**KOTA UŠĆA (m n.m.)**	**m**	**m n.m.**	**q_u (kPa)**	**c_u (kPa)**	**c_{ur} (kPa)**	**MATERIJAL**
S-141-18-55	113,45	0,65	112,80	250	75,0	25,0	CI
S-141-18-55	113,45	1,8	111,65	250	100,0	40,0	CI
S-141-18-55	113,45	2,15	111,30	130	40,0	13,0	CI
S-141-18-56	113,53	1,6	111,93	220	130,0	18,0	CI-CH
S-141-18-56	113,53	2,6	110,93	130	75,0	20,0	CI-CH
S-141-18-56	113,53	3,65	109,88	50	41,0	16,0	CL
S-141-18-56	113,53	2,15	111,38	280	143,0	15,0	CI-CH
S-141-18-58	112,75	1,25	111,50	280	108,0	20,0	CH
			MIN	**50,0**	**40,0**	**13,0**	
			MAKS	**280,0**	**143,0**	**40,0**	
			PROSJEK	**198,8**	**89,0**	**20,9**	

- LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Fizikalna svojstva

OZNAKA UZORKA	DUBINA	PRIRODNA VLAGA	GUSTOĆA MASE ČVRSTIH ČESTICA	GUSTOĆA MASE (SUHA I UKUPNA)		GRANICE PLASTIČNOSTI		INDEKS PLASTIČNOSTI	INDEKS KONZISTENCIJE	SIMBOL
	m	w [%]	ρ_s [g/cm^3]	ρ_d [g/cm^3]	ρ [g/cm^3]	wL [%]	wP [%]	IP [%]	Ic	
S-141-18-55-02	1,30-1,40	23,61				40,23	21,80	18,43	0,90	CI
S-141-18-55-03	2,00-2,30	22,60	2,71	1,63	2,00	43,91	20,35	23,56		CI
S-141-18-55-04	2,70-2,80	15,52				42,46	19,05	23,41		CI
S-141-18-56-01	0,50-0,60	25,04				38,36	20,88	17,48		CI
S-141-18-56-02	1,70-1,80	28,49				48,33	21,84	26,49	0,75	CI
S-141-18-56-03	2,00-2,30	25,99	2,72	1,51	1,90	52,18	22,16	30,02	0,87	CH
S-141-18-56-04	3,30-3,40	23,39				34,52	20,82	13,70		CL
S-141-18-58-03	1,10-1,40	23,59	2,72	1,55	1,92	50,91	22,07	28,84	0,95	CH
S-141-18-58-04	2,00-2,10	27,39				45,78	22,29	23,49	0,78	CI
	MIN	**15,52**	**2,71**	**1,51**	**1,90**	**34,52**	**19,05**	**13,70**	**0,75**	
	MAKS	**28,49**	**2,72**	**1,63**	**2,00**	**52,18**	**22,29**	**30,02**	**0,95**	
	PROSJEK	**23,96**	**2,72**	**1,56**	**1,94**	**44,08**	**21,25**	**22,82**	**0,85**	

Mehanička svojstva

OZNAKA UZORKA	DUBINA	DIREKTNO SMICANJE		PRITISNA ČVRSTOĆA		STIŠLJIVOSTI TLA				VDP IZ STIŠLJIVOSTI			SIMBOL
		STANDARDNO				σ_{50}	σ_{100}	σ_{200}	σ_{400}	σ_{100}	σ_{200}	σ_{400}	
	m	c [kPa]	ϕ [°]	qu [kPa]	ε [%]	Ms [MPa]				k [cm/s]			
S-141-18-55-03	2,00-2,30	8,20	16,10	76,00	11,19	4,4	5,7	7,1	8,2	4,5E-07	1,2E-07	1E-07	CI
S-141-18-56-03	2,00-2,30	12,60	25,70	197,00	6,83	11,8	3,4	7,7	10	1E-06	5,6E-07	1,2E-07	CH
S-141-18-58-03	1,10-1,40	39,30	22,10	175,00	5,99	9,30	8,80	8,80	10,80	5,15E-07	1,47E-08	1,41E-08	CH
	MIN	**8,20**	**16,10**	**76,00**	**5,99**	**4,40**	**3,40**	**7,10**	**8,20**	**4,46E-07**	**1,47E-08**	**1,41E-08**	
	MAKS	**39,30**	**25,70**	**197,00**	**11,19**	**11,80**	**8,80**	**8,80**	**10,80**	**1,03E-06**	**5,59E-07**	**1,23E-07**	
	PROSJEK	**20,03**	**21,30**	**149,33**	**8,00**	**8,50**	**5,97**	**7,87**	**9,67**	**6,64E-07**	**2,31E-07**	**7,97E-08**	

GRUPA MATERIJALA 4: GLINOVITI PIJESAK

- TERENSKA ISPITIVANJA

Standardni penetracijski test (SPT)

		INTERVAL ISPITIVANJA			BROJ UDARACA					
BUŠOTINA	KOTA UŠĆA (m n.m.)	OD (m)	DO (m)	DUBINA ISPITIVANJA (m n.m.)	N1 (0-15cm)	N2 (15-30cm)	N3 (30-45cm)	N=N2+N3	PRIBOR NOŽ/ŠILJAK	MATERIJAL
S-141-18-58	112,75	3,00	3,45	109,30	6	7	7	11	ŠILJAK	SC/GC

- LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Fizikalna svojstva

OZNAKA UZORKA	DUBINA	PRIRODNA VLAGA	GRANULOMETRIJSKI SASTAV						GRANICE PLASTIČNOSTI		INDEKS PLASTIČNOSTI	SIMBOL
	m	w [%]	G [%]	S [%]	M [%]	C [%]	M + C [%]	VDP USBR k [cm/s]	w L [%]	w P [%]	IP [%]	
S-141-18-56-05	3,80-4,00	24,94	0,20	52,10	34,30	13,40	47,70	1,02E-06	31,20	19,69	11,51	SC/CL
S-141-18-57-03	1,90-2,00		6,20	72,10	14,70	7,00	21,70	8,75E-05				SC/CL
S-141-18-58-05	2,50-2,60		32,60	45,90	16,90	4,60	21,50	3,49E-04				SC/GC
	MIN		**0,20**	**45,90**	**14,70**	**4,60**	**21,50**	**1,02E-06**				
	MAKS		**32,60**	**72,10**	**34,30**	**13,40**	**47,70**	**3,49E-04**				
	PROSJEK		**13,00**	**56,70**	**21,97**	**8,33**	**30,30**	**1,46E-04**				

GRUPA MATERIJALA 5: ŠLJUNAK

- TERENSKA ISPITIVANJA

Standardni penetracijski test (SPT)

		INTERVAL ISPITIVANJA			BROJ UDARACA					
BUŠOTINA	KOTA UŠĆA (m n.m.)	OD (m)	DO (m)	DUBINA ISPITIVANJA (m n.m.)	N1 (0-15cm)	N2 (15-30cm)	N3 (30-45cm)	N=N2+N3	PRIBOR NOŽ/ŠILJAK	MATERIJAL
S-141-18-56	113,53	4,00	4,45	109,08	1	7	12	19	NOŽ	GP-GC
S-141-18-57	112,56	1,00	1,45	111,11	4	12	13	19	ŠILJAK	GP-GC
S-141-18-57	112,56	3,00	3,45	109,11	7	6	11	13	ŠILJAK	GW
							MIN	**13**		
							MAKS	**19**		
							PROSJEK	**17**		

- LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Fizikalna svojstva

OZNAKA UZORKA	DUBINA	GRANULOMETRIJSKI SASTAV						SIMBOL
	m	G [%]	S [%]	M [%]	C [%]	M + C [%]	VDP USBR k [cm/s]	
S-141-18-55-05	3,20-3,40	69,20	29,90			0,90	2,28E-01	GW
S-141-18-56-06	4,30-4,50	54,20	34,30	8,00	3,50	11,50	9,49E-03	GP-GC
S-141-18-57-04	2,90-3,00	79,60	19,40			1,00	1,65E+00	GW
	MIN	**54,20**	**19,40**			**0,90**	**9,49E-03**	
	MAKS	**79,60**	**34,30**			**11,50**	**1,65E+00**	
	PROSJEK	**67,67**	**27,87**			**4,47**	**6,29E-01**	

GRUPA MATERIJALA 6: ŠEJL

- TERENSKA ISPITIVANJA

Standardni penetracijski test (SPT)

		INTERVAL ISPITIVANJA			BROJ UDARACA					
BUŠOTINA	KOTA UŠĆA (m n.m.)	OD (m)	DO (m)	DUBINA ISPITIVANJA (m n.m.)	N1 (0-15cm)	N2 (15-30cm)	N3 (30-45cm)	N=N2+N3	PRIBOR NOŽ/ŠILJAK	MATERIJAL
S-141-18-55	113,45	4,00	4,15	109,30	51	-	-	>50	ŠILJAK	Sh
S-141-18-55	113,45	8,00	8,03	105,42	30	-	-	>50	ŠILJAK	Sh
S-141-18-55	113,45	12,00	12,04	101,41	35	-	-	>50	ŠILJAK	Sh
S-141-18-55	113,45	16,00	16,04	97,41	20	-	-	>50	ŠILJAK	Sh
S-141-18-55	113,45	20,00	20,04	93,41	-	-	-	>50	ŠILJAK	Sh
S-141-18-55	113,45	25,00	25,04	88,41	-	-	-	>50	ŠILJAK	Sh
S-141-18-56	113,53	6,00	6,10	107,43	-	-	-	>50	ŠILJAK	Sh
S-141-18-56	113,53	10,00	10,05	103,48	20	-	-	>50	ŠILJAK	Sh
S-141-18-56	113,53	14,00	14,07	99,46	52	-	-	>50	ŠILJAK	Sh
S-141-18-56	113,53	18,00	18,06	95,47	52	-	-	>50	ŠILJAK	Sh
S-141-18-56	113,53	20,00	20,04	93,49	13	-	-	>50	ŠILJAK	Sh
S-141-18-56	113,53	22,50	22,52	91,01	16	-	-	>50	ŠILJAK	Sh
S-141-18-57	112,56	5,00	5,12	107,44	51	-	-	>50	ŠILJAK	Sh
S-141-18-57	112,56	9,00	9,04	103,52	51	-	-	>50	ŠILJAK	Sh
S-141-18-57	112,56	12,5	12,55	100,01	51	-	-	>50	ŠILJAK	Sh
S-141-18-57	112,56	15,00	15,00	97,56	-	-	-	>50	ŠILJAK	Sh
S-141-18-58	112,75	5,00	5,45	107,30	14	15	32	35	ŠILJAK	Sh
S-141-18-58	112,75	8,00	8,16	104,59	32	18	-	>50	ŠILJAK	Sh
S-141-18-58	112,75	10,50	10,63	102,12	36	-	-	>50	ŠILJAK	Sh
S-141-18-58	112,75	12,50	12,54	100,21	35	-	-	>50	ŠILJAK	Sh
S-141-18-58	112,75	15,00	15,02	97,73	25	-	-	>50	ŠILJAK	Sh

- odskakanje SPT pribora

- LABORATORIJSKA ISPITIVANJA

Mehanička svojstva - PLT:

OZNAKA BUŠOTINE	DUBINA BUŠOTINE (m)	DUBINA UZORKA (m)	REDNI BROJ UZORKA	TIP POKUSA	LITOLOGIJA / STRATIGRAFIJA	PROSJEČNA VRIJEDNOST KORIGIRANE ČVRSTOĆE UZORKA σ_u (MPa)
S-141-18-55	25,0	9,81-10,0	S-141-18-55-06	N	šejl / Pz_2	73,60
		10,0-10,26	S-141-18-55-07	N		53,05
		11,0-11,5	S-141-18-55-08	N		78,07
		13,34-13,45	S-141-18-55-09	N		61,28
		13,93-14,0	S-141-18-55-10	N		72,12
		14,92-15,0	S-141-18-55-11	N		59,49
		19,43-19,6	S-141-18-55-12	N		71,02
		20,27-20,51	S-141-18-55-13	N		30,51
S-141-18-56	25,5	10,79-10,92	S-141-18-56-07	N	šejl / Pz_2	68,95
		11,74-11,81	S-141-18-56-09	N		104,28
		12,31-12,37	S-141-18-56-10	N		35,42
		12,80-12,88	S-141-18-56-11	N		23,14
		24,72-24,91	S-141-18-56-13	N		120,02
S-141-18-57	15,0	10,53-10,83	S-141-18-57-05	A	šejl / Pz_2	5,60
		13,47-13,65	S-141-18-57-07	N		107,62
		14,79-15,0	S-141-18-57-08	N		163,11

2.2.5.2 Parametri tla

Obradom poremećenih i neporemećenih reprezentativnih uzoraka tla dobivaju se podaci o klasifikaciji materijala, fizičkim i mehaničkim svojstvima koja se zatim pripisuju definiranim slojevima tla.

U skladu s provedenim istražnim radovima, iskustva određeni su sljedeći parametri tla:

grupa, vrsta i oznaka materijala	zapreminska težina γ (kN/m^3)	kohezija c (kPa)	kut trenja ϕ (°)	modul stišljivosti M_s (MPa
POKRIVAČ				
(1) HUMUS, (2) NASIP	--	--	--	--
(3) GLINA NISKE DO VISOKE PLASTIČNOSTI - CH, CI, CL, CI-CH	19,0	c = 10,0 - 25,0 cu = 40 - 60	17,0 – 24,0	5 - 8
(4) GLINOVITI PIJESAK - SC/GC, SC/CL	19,5	c = 2,0 - 5,0 cu = 0 – 20,0	20,0 – 28,0	9 - 11
(5) ŠLJUNAK - GW, GP-GC	20,0	c = 0,0 cu = 0,0	35,0	15,0
PODLOGA				
(6) ŠEJL - Sh	23,0	c = 528,0 - 812,0	17,1 – 18,0	500 - 700
Zapreminska težina materijala ispod razine podzemne vode umanjuje se za težinu vode ($\gamma'=\gamma$-10 kN/m^3)				

2.2.5.3 Podzemna voda

Tijekom provođenja terenskih istražnih radova praćena je pojava (PPV) i razina (RPV) podzemne vode. Opažanja su vršena od ušća bušotine, a podaci o registriranim razinama prikazani su u sljedećoj tablici:

BUŠOTINA	DUBINA BUŠOTINE (m)	DATUM IZVOĐENJA	POJAVA PODZEMNE VODE PPV (m)	RAZINA PODZEMNE VODE RPV (m / m n.m.)
S-141-18-55	25,0	23.04.-08.05.2019.	3,3	3,2 / 110,25
S-141-18-56	25,5	10.-17.04.2019.	4,2	4,05 / 109,48
S-141-18-57	15,0	01.-18.04.2019.	3,2	3,2 / 109,36
S-141-18-58	15,0	08.-09.05.2019	3,2	3,1 / 109,65

Izmjerene razine su trenutne jer se odnose na period provođenja istražnih radova, a mjerene su u otvorenim bušotinama po završetku bušenja.

Generalno se može zaključiti kako razina podzemne vode na lokaciji ovisi o hidrološkim uvjetima, tj. o razini vode u rijeci Kupi te kanalu Kupa-Kupa. Točniji podaci o razini podzemne vode na lokaciji dobili bi se praćenjem RPV-a putem piezometara kroz cijelu hidrološku sezonu.

2.2.6 ZAKLJUČNO O ISTRAŽNIM RADOVIMA

Prema podacima iz geotehničog istraživanja na lokaciji pregrade i na nalazištima su izdvojeni sljedeći materijali temeljnog tla koji su grupirani prema svojstvima i dubini pojavljivanja.

Grupa materijala	Vrsta materijala	Oznaka materijala
POKRIVAČ		
(1)	HUMUS	-
(2)	NASIP	N
(3)	GLINA VISOKE SREDNJE I NISKE PLASTIČNOSTI	CH, CI, CL, CI-CH
(4)	GLINOVITI PIJESAK	SC/GC, SC/CL
(5)	ŠLJUNAK	GW, GP-GC
STIJENA PODLOGE		
(6)	ŠEJL	Sh

Detaljniji opis nabušenih materijala, kao i podaci o registriranim razinama podzemne vode tijekom provedbe istraživanja prikazani su u poglavlju 2.2.5.

Provedeni geotehnični istražni radovi na predmetnoj lokaciji dostatni su za potrebe projektiranja glavnog projekta ''Pregrada Brodarci'''.

Projektant :	Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.

3 TEHNIČKI OPIS – KONCEPCIJA RJEŠENJA

3.1 UVOD

Predmet projekta „Pregrada Brodarci“ je pregrada na rijeci Kupi u stacionaži r. km 146+195 neposredno nizvodno od početka kanala Kupa – Kupa s funkcijom stvaranja uspora na uzvodnom dijelu rijeke i preusmjeravanja dijela vodnog vala u kanal Kupa – Kupa.

Geotehnički projekt „Pregrada Brodarci“ je dio građevine „Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina“ kao 5. etapa.

Građevina „Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčina“ je dio „Projekta zaštite od poplava grada Karlovca“ te kao takav strateški investicijski projekt Republike Hrvatske prema odluci Vlade Republike Hrvatske (NN 111/2018).

3.2 OPIS NAMJENE GRAĐEVINA

Namjena planiranog zahvata je zaštita od poplava na slivu rijeke Kupe a ujedno i grada Karlovca. Predviđeno tehničko rješenje definirano je kao jedno od mjera optimalnog rješenja prema Projektu zaštite od poplava na slivu Kupe (2015. godina).

Namjena pregrade Brodarci je stvaranje uspora na rijeci Kupi kontroliranjem protočnog profila rijeke u svrhu korištenja potpunog kapaciteta kanala Kupa – Kupa i preusmjeravanja dijela vodnog vala prema kanalu i time zaštita grada Karlovca od velikih voda.

3.3 POSTOJEĆE STANJE

Na lokaciji pregrade Brodarci, u koritu rijeke Kupe (stac. 146+195). Teren na budućoj lokaciji pregrade Brodarci generalno je ravničarski. Lokacija građevine je u koritu rijeke Kupe. Postojećih građevina na lokaciji nema, osim samih nasipa rijeke Kupe.

3.4 TEHNIČKI OPIS GRAĐEVINE

3.4.1 OPĆENITO

Pregrada Brodarci predviđena je na rijeci Kupi u stacionaži r. km 146+195 neposredno nizvodno od početka kanala Kupa – Kupa. Funkcija pregrade Brodarci je kontroliranje nizvodnog protoka u Kupi s funkcijom stvaranja uspora na uzvodnom dijelu i time preusmjeravanje dijela vodnog vala u kanal Kupa – Kupa i dalje u retenciju Kupčina.

Ukupna širina pregrade iznosi 150,00 m od spoja na desni nasip kanala Kupa – Kupa do kraja platoa na desnoj obali rijeke Kupe. Visina pregrade definirana je na koti 119,00 m n.m., što je 2,6 m iznad kote 1000-godišnjeg poplavnog vala na koti 116,50 m n.m.

Pregrada Brodarci planirana je s 5 protočnih polja na kojima će se ugraditi segmentne zapornice. Spoj pregrade Brodarci od kraja protočnih polja do obale rijeke Kupe planiran je izvedbom hidraulički oblikovanih potpornih zidova koji se isklinjavaju na obali rijeke. Na obje strane pregrade predviđeni su platoi.

Pristup na pregradu Brodarci predviđen je sa državne ceste D228 neposredno južno od prijelaza kanala Kupa – Kupa.

U ovoj mapi glavnog projekta obrađeni su radovi:

- Pregrađivanja rijeke Kupe
- Iskop građevne jame za temeljnu ploču pregrade
- Zaštita pokosa iskopa za uzvodni krilni zid (UZ_D2)

3.4.2 PREGRAĐIVANJE RIJEKE KUPE

Privremena zaštita građevne jame i građenje u suhom se osigurava izgradnjom zagata u samom koritu Kupe.

Ovaj projekt uzima u obzir mjere zaštite građevne jame samo kao privremene. Konstrukcija buduće građevine mora biti u stanju preuzeti sva opterećenja od okolnog tla (za stalnu i potresnu proračunsku situaciju) tijekom eksploatacije objekta, jer je u ovom geotehničkom projektu analizirano samo stanje osiguranja privremene građevne jame. Sva mjerodavna trajna opterećenja su definirana prema projektantu konstrukcije objekta koji bi ista trebao uzeti u obzir prilikom dimenzioniranja konstrukcije objekta za trajnu statičku proračunsku situaciju.

Temeljenje pregrade Brodarci izvodit će se u 3 faze kako bi se omogućio protok vode kroz korito Kupe za vrijeme gradnje pregrade, tako će se zaštita građevne jame provoditi u 3 faze.

Građevna jama će se štititi zagatom s krunom na koti 113,30 m n.m., zagat je širine 10,0 m visine 6,0 m, a širina krune 4,0 m. Potporna zona zagata izvedena je od gabiona kako bi se smanjila širina zagata. Prilikom vodnog vala većeg od 113 m n.m. građevna jama se ne štiti, odnosno plavi, sve do prolaska vodnog vala. Nakon što se vodostaj rijeke spusti ispod 113 m n.m. voda iz građevne jame se crpi.

Potrebno je izvesti podlogu od kamenog materijala granulacije 0-64 mm kako bi se postigla ravnost dna korita, kamena podloga je debljine 20 cm. Na podlogu se postavljaju gabioni i nasipava kameni materijal za izradu zagata.

Gabioni se pune krupnim kamenom veličine 10 – 20 cm. Na poleđinu potpornih zona izvedenih od gabiona postavlja se geotekstil kako bi se spriječilo ispiranje sitnih čestica jezgrenog kamenog materijala za izradu zagata. Prekidi geotekstila se moraju izvesti preklopom geotekstila, a preklopi moraju biti širine 1,0 m. Na geotekstil se polaže PEHD geomembrana debljine 2 mm. Koja spriječava ulazak vode i ispiranje injekcijske smjese prilikom izvođenja mlazno injektiranih stupnjaka.

Zagati se izvode od kamenog materijala (središnji jezgreni dio zagata) granulacije 0 – 64 mm te se pokosi oblažu krupnim kamenom (rip-rap) veličine 10 – 30 cm nagibi pokosa su 1:1. Sloj krupnog kamena je debljine 1,0 m. U nožicu zagata postavljaju se gabioni 1 x 1 x 2 m u 5 redova. 3 gabiona u prva dva reda, 2 gabiona u trećem i četvrtom redu te 1 gabion u 5 redu. Vodonepropusnost zagata osiguravati će se vodonepropusnom zavjesom od mlazno injektiranih stupnjaka ϕ80 cm na osnom razmaku od 60 cm. Zavjesa se izvodi po osi zagata.

Prva faza

Prva faza zaštite građevne jame izvodit će se na desnoj obali rijeke Kupe. Zagat je dužine 234,0 m mjereno po osi, početak i kraj zagata biti će spojeni na desnu obalu kako bi zagat i desna obala konstruirali zatvoren prostor u koji ne utječe voda. Za vrijeme prve faze izvest će se temeljna ploča od desne obale pa do zagata, desni bočni zid pregrade, dva pregradna zida zapornica sa desne strane pregrade te preostali prateći elementi pregrade koje je potrebno izvesti na desnoj obali.

Druga faza

Druga faza zaštite građevne jame izvodit će se na lijevoj obali rijeke Kupe. Zagat je ukupne dužine 230,0 m mjereno po osi, središnji dio zagata iz prve faze koristi se u drugoj fazi, a preostala dva segmenta izvode tako da, početak i kraj zagata biti će spojeni na lijevu obalu kako bi zagat i lijeva strana obale konstruirali zatvoren prostor u koji ne utječe voda. Za vrijeme 2. faze izvest će se temeljna ploča od lijeve obale, bočni zid na lijevoj strani i preostala dva pregradna zida zapornice sa lijeve strane pregrade te preostali prateći elementi pregrade koje je potrebno izvesti na lijevoj obali.

Treća faza

Treća faza zaštite građevne jame izvodit će se na središnjem dijelu pregrade između drugog i trećeg Pregradnog zida zapornice. Zagati ukupne dužine 96,0 m mjereno po osi, u dva segmenta. Uzvodni zagat biti će spojen svojim krajevima na drugi i treći pregradni zid zapornice sa uzvodne strane pregrade, a nizvodni zagat biti će spojen svojim krajevima na drugi i treći pregradni zid zapornice sa nizvodne strane pregrade te će tako konstruirati zatvoren prostor u koji ne utječe voda. Za vrijeme 3. faze izvest će se temeljna ploča između drugog i trećeg pera te preostali prateći elementi pregrade koje je potrebno izvesti.

3.4.3 ZAŠTITA GRAĐEVNE JAME

Prilikom svakog iskopa u šejlu potrebno je što prije ga „konzervirati“ prekriti slojem mlaznog betona ili podložnog betona, cijelom površinom iskopa. Iz razloga jer šejl djelovanjem atmosferilija gubi mehanička svojstva.

Adheziona štapna sidra injektirana po cijeloj duljini izrađuju se od rebrastog čelika B-500B, profila Ø 32 mm, s navojem M30 i podložnom pločicom uobičajenih dimenzija 200x200 mm i debljine 10 mm. Duljina sidra je 10, 8, 6 m. Dijelovi sidra koji nisu zaštićeni mlaznim betonom moraju biti pocinčani (jednostruko pocinčanje 240-290 g/m2.)

Prednost adhezionih štapna sidara je da djeluju cjelokupnom duljinom te lokalna proklizavanja ili slom glave sidra ne izazivaju gubitak nosivosti preostalog dijela sidra.

Uloga pojedinačnog sidrenja je da sanira lokalne pojave nestabilnosti. Uloga sistematskog sidrenja je povećavanje ili održavanje čvrstoće stijenske mase i ravnomjerna raspodjela opterećenja iskopa.

Adheziona štapna sidra nakon ugradnje tj. stvrdnjavanja injekcijske smjese zatežu se moment ključem do sile od 20kN.

Mlazni beton predviđen za primjenu je C25/30 klase izloženosti XC1 debljine sloja 10 cm. U slojevima debljine <5 cm mlazni beton ima ulogu zatvaranja profila čime sprječava površinsku degradaciju stijenske mase i otpadanje manjih komada stijenskog materijala. Također sprječava inicijalni pomak blokova i time održava inicijalnu čvrstoću pukotina.

Izvoditelj treba osigurati da vrijeme nanošenja prvog i drugog sloja mlaznog betona bude što kraće kako bi se postigla što kvalitetnija prionjivost slojeva. Prije nanošenja drugog sloja potrebno je površinu prvog sloja mlaznog betona "ispuhati" komprimiranim zrakom ili poprskati vodom.

Prvim slojem mlaznog betona treba izravnati površinu iskopa. Drugim slojem mlaznog betona potrebno je potpunosti prekriti Q-188 mrežu i sidra tako da se ostvari što bolji kontakt čelične mreže i podloge.

Glave adhezionih štapnih sidara treba tijekom ugradnje mlaznog betona zaštititi adekvatnim poklopcima. Nakon ispitivanja sidra i zatezanja moment ključem do 20kN, glavu sidra treba prekriti slojem mlaznog betona.

Čelične zavarane mreže Q-188 od čelika B-500B upotrebljavaju se u kombinaciji s mlaznim betonom debljine 10 cm.

Armaturne mreže tipa Q primjenjuju se radi prostornog djelovanja zaštite, polažu se na prvi sloj mlaznog betona debljine 5 cm, a pričvršćuju prema tehnologiji izvoditelja. Zaštitni sloj mlaznog betona je minimalno 3 cm.

3.4.3.1.1 Iskop i zaštita pokosa iskopa štapnim sidrima, mlaznim betonom (torkretom) i čeličnim mrežama za temeljnu ploču pregrade

Iskop za temeljnu ploču dubine je 1,5 – 6 m ovisno o mjestu gradnje. Prva faza iskopa je dubine do 3 m. Iskope je potrebno izvoditi u kampadama od 10 m. Iskop se izvodi u šejlu, a nakon svakog iskopa važno je je napraviti geološko kartiranje pokosa iskopa kako bi se kartiranjem potvrdilo i ustanovilo rasprostiranje i nagib diskontinuiteta šejla čija orijentacija značajno utječe na mehanička svojstva, odnosno ponašanje u stvarnim uvjetima. Za svako odstupanje od pretpostavki tj. nepovoljan nagib diskontinuiteta stijene potrebno je obavijestiti projektanta.

Radi eliminacije eventualnog hidrostatskog pritiska u zaleđu mlaznog betona je predviđen kompozitni materijal drenažne čepaste trake i razdjelnog geotekstila. Kompozit se montira po pokosu iskopa, na pozicijama gdje su procjednice u širini od 50 cm kontinuirano od vrha pokosa do dna.

Mlazni beton bi mogao oštetiti trake ukoliko je površina zasjeka nakon ublažavanja pokosa izrazito nepravilna. U takovim slučajevima drenažne trake se ugrađuju između prvog i drugog sloja mlaznog betona. Prethodno se izvedu bušotine kroz sloj prvog sloja kako bi se oslobodio protok vode.

Prije ugradnje mlaznog betona potrebno je postaviti cijevi za procjednice prema nacrtima u prilozima na rasteru 2 x 2 m, DN 100 mm, dužine 50cm.

Zbog nagiba, visine iskopa i opterećenja uz iskop koji je izvedeni bez bermi, te radi povećane sigurnosti konstrukcije te sprječavanja ispadanja blokova primjenjuje se zaštita mlaznim betonom armiranim čeličnim zavarenim mrežama i štapnim sidrima.

Za zaštitu pokosa iskopa koriste se štapna sidra Ø 32 mm, duljine 8 m, mlazni beton razreda čvrstoće C25/30, prvi sloj mlaznog betona debljine 5 cm, postavljanje armaturne mreže Q-188 (čelik B-500B), ugrađivanje sidra, drugi sloj 5 cm kojim se prekiva mreža i glava sidra.

3.4.3.1.2 Iskop i zaštita pokosa iskopa štapnim sidrima, mlaznim betonom (torkretom) i čeličnim mrežama za uzvodni desni krilni zid

Iskop za uzvodni desni krilni zid (UZ_D2) pregrade Brodarci visine je 12,6 m sa nagibom 2:1. Pokos iskopa je potrebno štitit sa mlaznim (torkret) betonom, čeličnom mrežom Q188 i štapnim sidrima. Prva faza iskopa je visine je 4,5 m. Zatim se izvodi prvi red sidara na razmaku od 2,0 m. Druga faza iskopa je visine je 4,5 m te se izvodi drugi red sidara red sidara na razmaku od 2,0 m. Zadnja faza iskopa izvodi se do kote 108,8 m n.m. te se izvodi posljednji red sidara na razmaku 2,0 m.

Za zaštitu pokosa iskopa koriste se štapna sidra Ø 32 mm, prvi red sidara dugačak je 10,0 m, drugi 8,0 m, a treći 6,0 m. Koristi se mlazni beton razreda čvrstoće C25/30, prvi sloj mlaznog betona debljine 5 cm, postavljanje armaturne mreže Q-188 (čelik B-500B), ugrađivanje sidra, drugi sloj 5 cm kojim se prekiva mreža i glava sidra.

3.4.4 TEMELJENJE PREGRADE BRODARCI

Pregrada Brodarci temelji se na temeljnoj ploči debljine 1,5 do 3 m sa dubinama temeljenja od 1,5 do 6 m. Zbog toga što se temeljno tlo se sastoji od šejla dno iskopa građevne jame potrebno je u što kraćem vremenskom roku „konzervirati“ obložiti podložnim betonom C16/20 debljine 15 cm kako bi se spriječila promjena mehaničkih svojstva šejla djelovanjem atmsoferilija. Provjere nosivosti i slijeganja temeljnog tla su u zadovoljavajućim granicama stoga nije bilo potrebe za poboljšanjem temeljnog tla i dodatnim zahvatima u temeljnom tlu s obzirom na temeljenje.

3.4.5 ELEMENTI GRAĐEVINE

3.4.5.1 Mlazno injektiranje

Stupnjaci, koji osiguravaju vodonepropusnost građevne jame, izvode se s kote krune privremenog zagata 113,3 m n.m. Zagat je izveden od šljuka ili drobljenog kamenog materijala te mlazni stupnjaci tvore injekcijsku zavjesu koja osigurava vodonepropusnost zagata za vrijeme trajanja radova na temeljenju i gradnji pregrade. Projektom je predviđena uporaba monofluidnog sustava mlaznog injektiranja, a što će se potvrditi na probnom polju. Monofluidni sustav obuhvaća postupak mlaznog injektiranja u kojem se razastiranje i cementacija tla provodi energijom jednog fluida (cementna injekcijska smjesa). Pregrađivanje, zagat i mlazno injektiranje zavjese provoditi će se u fazama izvođenja te se nakon izvedbe pregrade uklanjaju iskopom, uz zbrinjavanje materijala.

Brzina izdizanja pribora tj. količina utroška cementa potrebna da mlazno injektirani stupnjaci odgovaraju projektnim pretpostavkama će se definirati na probnom polju. Parametri koji se trebaju kontrolirati prilikom izvedbe mlazno injektiranih stupnjaka: tlak pumpanja, broj i promjer mlaznica, vrijeme trajanja injektiranja po jedinici duljine injektiranog tijela, v/c faktor, postotak bentonita i brzina rotiranja pribora. Predviđeno je izvođenje injekcijske zavjese u osi privremenog zagata, izvedbom sa krune, uz ulazak oko 1m u podlogu (šejl). Stupnjaci se izvode na osnom razmaku od 60 cm, kako bi se usijecali jedni u druge i tvorili vodotijesnu zavjesu.

Izvođač je dužan prilagoditi tehnologiju izvođenja kako bi se postigla vodotijesnost injekcijske zavjese. Količina ugrađenog cementa direktno utječe na kakvoću injektiranog stupnjaka. Sve eventualne količine cementa koje se izgube treba izuzeti kod analize utroška cementa. Izgubljene količine cementa mogu biti: cement utrošen na podešavanje parametara izvedbe na početku rada i gubitak nastao iz nekih razloga na tlačnim cijevima ili ostaloj opremi.

Kontrola vertikalnosti injektiranih tijela je važan element kakvoće izvedbe. Ovisi o kvaliteti bušaće opreme. Kvalitetna bušaća oprema osigurava vertikalnost s približnim odstupanjem od 2,5 do 3,0 cm.

3.5 OPIS NAČINA PRIKLJUČENJA NA PROMETNU POVRŠINU

Pristup na pregradu Brodarci predviđen je sa državne ceste D228 neposredno južno od prijelaza kanala Kupa – Kupa. Pristupna cesta je duljine oko 320 m, poprečni presjek je 2 x 3,0 m i bankine s obje strane 0,5 m. Spoj na državnu cestu izvest će se prema posebnim uvjetima nadležnog javnopravnog tijela.

Predviđene pristupne ceste predviđene su za uporabu od strane ovlaštenih osoba u svrhu korištenja pregrade Brodarci i njenog održavanja. Svaka druga neovlaštena uporaba je na vlastitu odgovornost.

Priključenje na komunalnu infrastrukturu nije predviđeno. U vrijeme kad će na pregradi Brodarci biti posade, odvođenje fekalnih otpadnih voda sa sanitarnog čvora upravljačke kućice predviđeno je izgradnjom bio jame. Vodoopskrba kućice sanitarnom vodom osigurat će se skupljanjem kišnice s krova u spremnik sanitarne vode s ugrađenim filterom koji će biti smješten u prostor sanitarnog čvora. Za upravljanje pregradom Brodarci predviđen je priključak na elektorenergetsku mrežu.

3.6 TIJEK IZVEDBE

Radovi etape 5 se dijele na radove:

- Zaštita građevne jame na desnoj obali (1. faza),
- Zaštita građevne jame na lijevoj obali (2. faza),
- Zaštita građevne jame na središnjem djelu pregrade (3. faza).
- Zaštita iskopa uzvodnog krilnog zida UZ_D2

3.6.1 TIJEK IZVEDBE ZAŠTITE GRAĐEVNE JAME PO FAZAMA

Radove na zaštiti građevne jame pregrade Brodarci izvode se prvi po redu na projektu etape 5, radove je potrebno izvoditi prema redoslijedu:

Korak	Naziv rada	Opis
1.	**Pripremni radovi**	Organizacija gradilišta i strojeva, pristupnih puteva, gradilišnih deponija, geodetsko iskolčenje pozicija zagata.
2.	**Priprema podloge**	Uređenje dna korita nasipavanjem kamenog materijala granulacije 0-64 mm u punoj širini zagata
3.	**Izrada gabionskih koševa**	Izrada gabinskih koševa 1,0 x 2,0 m.
4.	**Postavljanje 1. i 2. reda gabiona**	Postavljanje prva dva reda gabionskih koševa, postavljaju prema nacrtu na prethodno iskolčene pozicije.
5.	**Postavljanje geotekstila**	Polaganje geotekstila na vertikalnu poleđinu gabiona i horizntalno na podlogu za sprječavanje ispiranja sitnih čestica jezgrenog marerijala.
6.	**Nasipavanje kamenog materijala 0-64 mm**	Nasipavanje kamenog materijala granulacije 0-64 mm između gabiona vrha gabiona
7.	**Postavljanje 3. i 4. reda gabiona**	Postavljanje 3 i 4 reda gabionskih koševa, postavljaju prema nacrtu na prethodno iskolčene pozicije.
8.	**Postavljanje geotekstila**	Polaganje geotekstila na vertikalnu poleđinu gabiona za sprječavanje ispiranja sitnih čestica jezgrenog marerijala.
9.	**Nasipavanje kamenog materijala 0-64 mm**	Nasipavanje kamenog materijala granulacije 8-64 mm između gabiona do predviđene kote od 113,0 m n.m.
10.	**Postavljanje 5. reda gabiona**	Postavljanje 3 i 4 reda gabionskih koševa, postavljaju prema nacrtu na prethodno iskolčene pozicije.

Korak	Naziv rada	Opis
11.	**Postavljanje geotekstila**	Polaganje geotekstila na vertikalnu poleđinu gabiona za sprječavanje ispiranja sitnih čestica jezgrenog marerijala.
12.	**Nasipavanje kamenog materijala 0-64 mm**	Nasipavanje kamenog materijala granulacije 8-64 mm između gabiona do kote 113,30 m n.m.
13.	**Izvedba pokosa zagata krupnim kamenom**	Izrada pokosa zagata krupnim kamenom veličine 10 – 30 cm nagiba 1:1 do kote 113,30 m n.m.
14.	**Izvedba vodonepropusne zavjese L = 7,0 m**	Izvedba mlazno injektiranih stupnjaka ϕ80 cm na osnom razmaku od 60 cm kao vodonepropusne zavjese sa krune zagata, od kote 113,30 m n.m. do kote 106,00 m. n.m.
15.	**Iskop za temeljnu ploču**	Iskop građevne jame za temelju ploču. Dubine iskopa se kreću od 1,5 do 6 m od 105,8 m n.m. do 101,3 m n.m.. Iskope je potrebno izvoditi u taktovima maksimalno do 3 metra dubine i u kampadama po 10 m u svakom taktu potrebno je izvesti zaštitu pokosa iz koraka od 16. do 20.
16.	**Kartiranje iskopa**	Pokose građevne jame potrebno je kartirati, kako bi se ustanovilo rasprostiranje i nagib diskontinuiteta šejla.
17.	**Konzerviranje iskopa**	Pokose i dno iskopa potrebno je u što kraćem vremenskom roku „konzervirati“ obložiti mlaznim betonom C25/30 debljine 5 cm i podložnim betonom C16/20 debljine 15 cm (na krajnjoj koti dna iskopa) kako bi se spriječila promjena mehaničkih svojstva šejla djelovanjem atmsoferilija.
18.	**Polaganje mreže**	Polaganje i učvršćenje armaturnih mreža Q-188
19.	**Izvedba štapnih sidara**	Izvedba štapnih sidra Ø32 mm, L=8 m prema pozicijama definiranim u projektu. Na podložne pločice ugraditi zaštitne poklopce koji se skidaju nakon ugradnje drugog sloja mlaznog betona
20.	**Ugradnja mlaznog betona**	Ugradnja mlaznog betona C25/30 debljine 5 cm kako bi se prekrila mreža i glave sidara
21.	**Izvedba dijela pregrade**	Izvedba temeljne ploče i ostalih elemenata pregrade koji nisu predmet ove mape koje je moguće izvesti u ovoj fazi.
22.	**Preseljenje zagata na iduću fazu zaštite građevne jame**	Iskop kamenog materijala, preseljenje gabiona i rušenje mlazno injektiranih stupnjaka iz postojećeg zagata za iduću fazu izvođenja građevne jame iduće faze.

3.6.2 TIJEK IZVEDBE ZAŠTITE ISKOPA UZ_D2

Radove na zaštiti iskopa uzvodnog krilnog zida na desnoj strani (UZ_D2) potrebno je izvoditi prema redoslijedu:

Korak	Naziv rada	Opis
1.	**Pripremni radovi**	Organizacija gradilišta i strojeva, pristupnih puteva, gradilišnih deponija, geodetsko iskolčenje.
2.	**Iskopi za prvi red sidara**	Iskop visine 4,5 m za prvi red sidara
3.	**Ugradnja mlaznog betona**	Pokose je potrebno u što kraćem vremenskom roku obložiti mlaznim betonom C25/30 debljine 5 cm.
4.	**Polaganje mreže**	Polaganje i učvršćenje armaturnih mreža Q-188
5.	**Izvedba štapnih sidara**	Izvedba štapnih sidra Ø32 mm, L=10 m prema pozicijama definiranim u projektu. Na podložne pločice ugraditi zaštitne poklopce koji se skidaju nakon ugradnje drugog sloja mlaznog betona

Korak	Naziv rada	Opis
6.	**Ugradnja mlaznog betona**	Ugradnja mlaznog betona C25/30 debljine 5 cm kako bi se prekrila mreža i glave sidara
7.	**Iskopi za drugi red sidara**	Iskop visine 4,5 m za drugi red sidara
8.	**Ugradnja mlaznog betona**	Pokose je potrebno u što kraćem vremenskom roku obložiti mlaznim betonom C25/30 debljine 5 cm.
9.	**Polaganje mreže**	Polaganje i učvršćenje armaturnih mreža Q-188
10.	**Izvedba štapnih sidara**	Izvedba štapnih sidra Ø32 mm, L=8 m prema pozicijama definiranim u projektu. Na podložne pločice ugraditi zaštitne poklopce koji se skidaju nakon ugradnje drugog sloja mlaznog betona
11.	**Ugradnja mlaznog betona**	Ugradnja mlaznog betona C25/30 debljine 5 cm kako bi se prekrila mreža i glave sidara
12.	**Iskopi za treći red sidara**	Iskop do kote 108,8 m n.m. za treći red sidara
13.	**Ugradnja mlaznog betona**	Pokose je potrebno u što kraćem vremenskom roku obložiti mlaznim betonom C25/30 debljine 5 cm.
14.	**Polaganje mreže**	Polaganje i učvršćenje armaturnih mreža Q-188
15.	**Izvedba štapnih sidara**	Izvedba štapnih sidra Ø32 mm, L=6 m prema pozicijama definiranim u projektu. Na podložne pločice ugraditi zaštitne poklopce koji se skidaju nakon ugradnje drugog sloja mlaznog betona
16.	**Ugradnja mlaznog betona**	Ugradnja mlaznog betona C25/30 debljine 5 cm kako bi se prekrila mreža i glave sidara
17.	**Ugradnja podložnog betona**	Dno iskopa potrebno je u što kraćem vremenskom roku „konzervirati“ podložnim betonom C16/20 debljine 15 cm kako bi se spriječila promjena mehaničkih svojstva šejla djelovanjem atmsoferilija.

3.7 PROJEKTIRANI VIJEK UPORABE

Projektirana konstrukcija zaštite građevinske jame je privremena konstrukcija za potrebe izvođenja radova te se ruši po završetku svake faze. Vijek trajanja privremene konstrukcije zaštite građevne jame je maksimalno do 1 godine.

Navedeni vijek trajanja za konstrukcije iz ovog projekta može se očekivati samo ukoliko se svi radovi izvedu bez ikakvih odstupanja od ovog projekta, a u cijelosti u skladu sa poglavljem 5. Program kontrole i osiguranja kvalitete.

Projektirani vijek trajanja temeljenja pojedinih građevina je 50 godina.

3.8 UVJETI ZA ODRŽAVANJE GRAĐEVINE

Uvjeti za održavanje građevine obuhvaćeni su u projektu Pregrada Brodarci mapa 1. Opći dio.

Za održavanje građevine odgovoran je Investitor / Korisnik, sukladno važećim zakonima i propisima.

3.9 ZAŠTITA OKOLIŠA

Opće mjere

1. Građevinski materijal i druge materijale štetne za okoliš (pogonska goriva, maziva, PVC materijale i dr.) privremeno skladištiti na nepropusnoj podlozi definiranoj projektom organizacije gradilišta.
2. Na samom gradilištu zabranjeno je servisiranje vozila, te skladištenje goriva, maziva i sl. kao bi se izbjeglo eventualno onečišćenje okoliša štetnim tvarima.
3. Onemogućiti odnosno spriječiti onečišćenje rijeke Kupe, te predvidjeti i prevenirati izvanredne te nepredviđene situacije (izlijevanje goriva, maziva, ulja, kemikalija i sl.)
4. Ne odlagati otpad i građevinski materijal unutar inundacijskog područja kako pri višem vodostaju ne bi došlo do ispiranja ili otplavljivanja nizvodno.

Projektant :	Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.

4 DOKAZI O ISPUNJAVANJU TEMELJNIH I DRUGIH ZAHTJEVA

4.1 UVOD

Geostatičkim proračunima dokazuje se da će građevinska konstrukcija koja je predmetom ovog projekta tijekom gradnje te korištenja ispunjavati temeljni zahtjev mehaničke otpornosti, stabilnosti i hidrauličke stabilnosti u dijelu u kojem temeljno tlo i voda utječu na tu građevinsku konstrukciju. Geotehničkim proračunima obuhvaćeno je i dokazivanje ispunjavanja temeljnih zahtjeva mehaničke otpornosti i stabilnosti građevinskih konstrukcija.

Geotehničko projektiranje provodi se temeljem *geotehničkih podataka* koji su skupina izabranih i utvrđenih podataka o veličini i prostornoj raspodjeli mehaničkih svojstava temeljnog tla i podzemne vode, za koje su provedeni odgovarajući geotehnički istražni radovi.

Proračuni su provedeni na odabranim modelima za koje je potrebno napraviti analize kako bi smo dobili zadovoljavajuće veličine nosivosti, slijeganja i dimenzija elemenata koji predstavljaju poprečne presjeke zaštite građevne jame, temeljnog tla i druge, a uvažavajući uslojenost tla iz geotehničkog presjeka tla.

Svi neophodni proračuni za potrebe dimenzioniranja provedeni su u programima:

GEOSTUDIO 2021:

SLOPE/W

modul programa GEOSTUDIO 2020 (GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada) koji jednom od odabranih metoda granične ravnoteže (Fellenius, Janbu, Bishop, Spencer, Morgenstern-Price, Corp of Engineers, Lowe-Karafiath itd.) omogućava neograničen broj računskih analiza stabilnosti po pretpostavljenim cilindričnim ili cilindrično-poligonalnim plohama posmičnog sloma.

SEEP/W

modul programa GEOSTUDIO 2021 (GEO-SLOPE International Ltd., Calgary, Alberta, Canada) koji problem (ne)stacionarnog tečenja rješava metodom konačnih elemenata.

GGU-Footing: program koji omogućava analize nosivosti prema DIN 4017 i slijeganja prema DIN 4019. Proračuni se mogu vršiti prema DIN 1054 sa globalnim faktorom sigurnosti te prema 1054 sa parcijalnim faktorima sigurnosti a sve usklađeno s Eurokodom 7.

Microsoft-Excel 2010 program za računalnu obradu podataka.

Plaxis 2D-v2021 proračun i analiza naponsko deformacijskih stanja potporne konstrukcije metodom konačnih elemenata. Proračun je proveden 2D ravninskim modelom. Ovim geostatičkim proračunima analiziraju se različite projektne situacije kroz proračun:

Za potrebe dimenzioniranja zahvata izvršeni su slijedeći proračuni i analize:

- Analiza stabilnosti zagata
- Analize procjeđivanja
- Analiza nosivosti temeljnog tla
- Analiza slijeganja

Hidrološki proračuni nisu rađeni nego su kao relevantni preuzeti podaci iz podloga.

Proračuni su provedeni prema hrvatskim normama Eurokod 7 i Eurokod 8 :

- norma HRN EN 1997-1:2012 i HRN EN 1997-1:2012/NA:2012 i
- norma HRN EN 1998-5:2011 i HRN EN 1998-5:2011/NA:2011.

4.2 PARAMETRI MATERIJALA

Parametri materijala odabrani su na temelju provedenih istražnih radova te iskustveno pri čemu je izvršena grupacija materijala. Materijali su grupirani u ovisnosti o fizičkim karakteristikama materijala, dubini pojavljivanja te ispitivanja provedenih na terenu (SPT).

U sljedećoj tablici dane su odabrane karakteristične vrijednosti parametara materijala po grupama materijala koje se koriste u numeričkim modelima.

Tablica karakterističnih vrijednosti parametara materijala:

SLOJ / MATERIJAL	Debljina sloja (m)	Zaprem. težina (kN/m^3)	Kohezija c' (kN/m^2)	Kut unut. trenja φ (°)	Nedren. posm. čvrstoća (kN/m^2)	Youngov modul elastičnosti E' (MN/m^2)	Poissonov koeficijent ν ( )
(3) CI/CH	0,3 – 3,6	19,0	19,0	21,0	50	6,0	0,33
(4) SC/CL	0,0 – 0,9	19,5	3,0	25,0	0	9,0	0,30
(5) GW	0,6 – 1,5	20,0	0,0	35,0	0	15,0	0,27
(6) ŠEJL	> 20,0	23,0	44,0	42,0	-	800	0,22
GABIONI	-	19,0	19,0	40,0	0	-	0,27
GW_INJEKTIRANI (ZAGAT)	-	20,5	5,0	42,0	0	15,0	0,27
GW (ZAGAT)	-	20,5	0	42,0	0	15,0	0,27
KRUPNI KAMEN	-	18,0	0	45,0	0	17,0	0,27

Tablica računskih vrijednosti parametara materijala:

SLOJ / MATERIJAL	Debljina sloja (m)	Zaprem. težina (kN/m³)	Kohezija c' (kN/m²)	Kut unut. trenja φ (°)	Nedren. posm. čvrstoća (kN/m²)	Youngov modul elastičnosti E' (MN/m²)	Poissonov koeficijent ν ( )
(3) CL/CH	0,3 – 3,6	19,0	14,4	16,8	35,7	5,0	0,33
(4) SC/CL	0,0 – 0,9	19,5	2,4	20,0	0	9,0	0,30
(5) GW	0,6 – 1,5	20,0	0,0	28,0	0	15,0	0,27
(6) ŠEJL	> 20,0	23,0	35,2	33,6	-	800	0,22
GABIONI	-	17,5	13,6	32,0	0	-	0,27
GW_INJEKTIRANI (ZAGAT)	-	20,5	4,0	33,6	0	15,0	0,27
GW (ZAGAT)	-	20,5	0	33,6	0	15,0	0,27
KRUPNI KAMEN	-	18,0	0	38,4	0	17,0	0,27

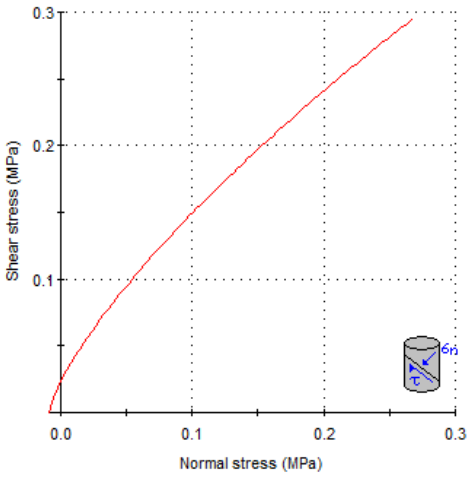
Na slici ispod prikazan je proračun parametara stijene (šejl) u RocLab programu:

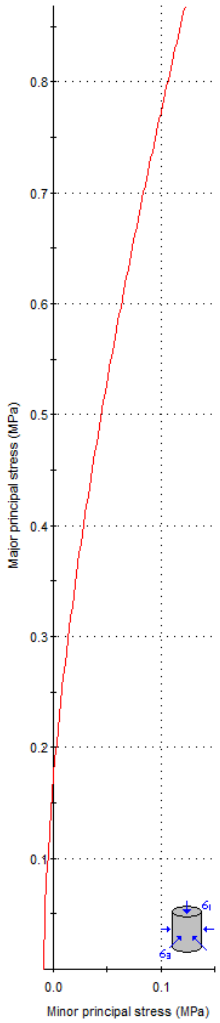
Hoek-Brown Classification
intact uniaxial compressive strength = 25 MPa
GSI = 18 mi = 6 Disturbance factor = 0

Hoek-Brown Criterion
mb = 0.321 s = 0.0001 a = 0.550

Mohr-Coulomb Fit
cohesion = 0.044 MPa friction angle = 44.70 deg

Rock Mass Parameters
tensile strength = -0.009 MPa
uniaxial compressive strength = 0.167 MPa
global strength = 1.429 MPa
modulus of deformation = 792.45 MPa





4.3 NAPONSKO - DEFORMACIJSKA ANALIZA

4.3.1 UVOD

Naponsko – deformacijska analiza zaštite građevinske jame ustave Brodarci provedena je metodom konačnih elemenata pri čemu su izračunate sile u štapnim sidrima. Proračun je proveden 2D ravninskim modelom u računalnom programu Plaxis za granično stanje uporabljivosti s nefaktoriziranim stalnim djelovanjem na temeljno tlo i s karakterističnim parametrima tla te sa faktoriziranim parametrima i djelovanjem. Proračun je računat sa parcijalnim faktorom za geotehničko djelovanje koji iznosi 1,30. Na taj su način određeni pomaci i sile u sidrima. Parametri materijala:

Tablica vrijednosti parametara materijala za proračun u programu Plaxis:

		(1) Šejl_računski	(1) Šejl_karakteristični
Material model		**Hardening Soil**	**Hardening Soil**
Material type		**Drained**	**Drained**
γ_{unsat}	[kN/m^3]	23,0	23,0
γ_{sat}	[kN/m^3]	23,0	23,0
E_{50}^{ref}	[kN/m^2]	800.000	800.000
E_{oed}^{ref}	[kN/m^2]	800.000	800.000
E_{ur}^{ref}	[kN/m^2]	2.400.000	2.400.000
c_{ref}	[kN/m^2]	35,2	44
φ	[°]	33,6	42
ψ	[°]	0	0
ν (nu)	[-]	0,22	0,22
$\nu_{ur}^{(nu)}$	[-]	--	--
p^{ref}	[kN/m^2]	--	--
power (m)	[-]	0,5	0,5
K_{io}^{nc}		--	--
$c_{increment}$	[kN/m^2]	0	0
y_{ref}	[m]	0	0
R_f	[-]	--	--
$T_{strength}$	[kN/m^2]	0	0
R_{inter}	[-]	1,00	1,00
δ_{inter}	[m]	0	0

4.3.2 ODREĐIVANJE KRUTOSTI POTPORNE KONSTRUKCIJE

4.3.2.1 Sidro

Štapno sidro je čelična šipka poput RA32 B500B, vrijednosti korištene u proračunu prikazane su u sljedećoj tablici:

	A_S [m²]	E_s [kN/m²]	A_sE_s	Max osna otpornost po plaštu T_{max} [kN]	Razmak sidra r_s [m]	E_rA_r [kN/m']
SIdro	0,0804	20,0E+06	1,6E+06	3181	2	8,04E+05

4.3.3 DJELOVANJE NA ZAŠTITNU KONSTRUKCIJU

U modelu uzeta su moguća dijelovanja vode na koti od 113,00 m n.m. odnosno 6m visine i težina zagata te zajedničko djelovanje zagata i vode.

Djelovanje koja se pojavljuju u RM1 uz rub iskopa su:

- V.V. 113,0 m n.m. q_1 = 60 kN/m
- Težina zagata q_2 = 100 kN/m
- V.V. 113,0 m n.m. i težina zagata F = 160,00 kN/m

4.3.4 RAČUNSKI MODELI

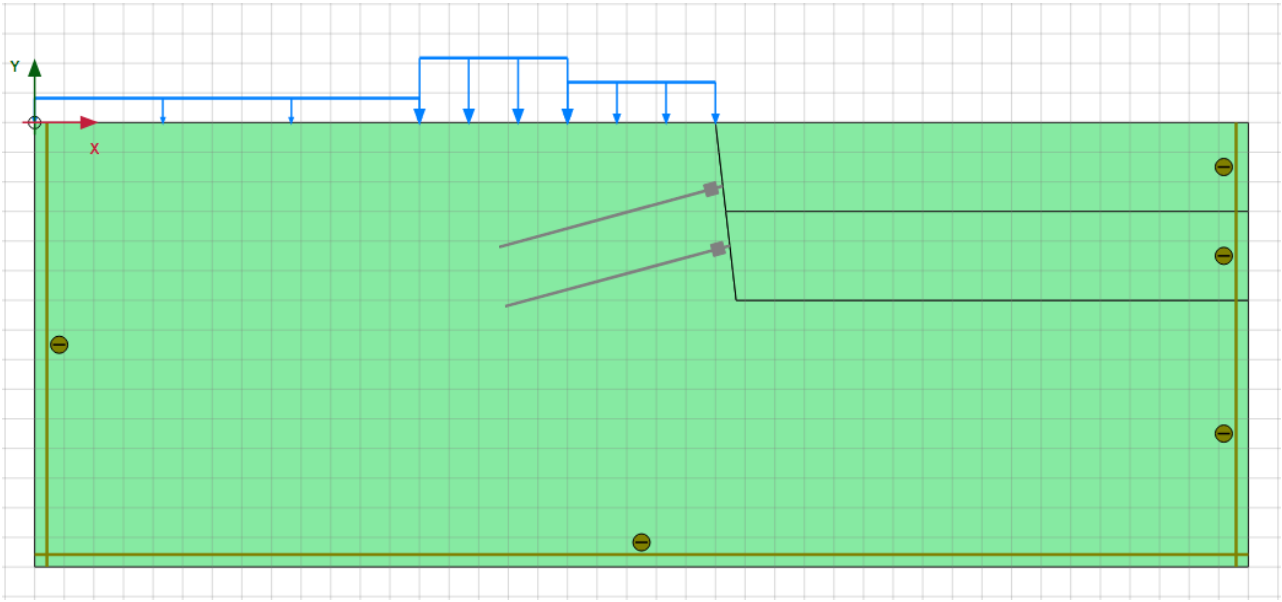
Naponsko deformacijska analiza provedena je na jednom računskom modelu koji predstavlja zaštitu građevne jame za vrijem V.V. na koti 113,0 m n.m. te zagat na rubu iskopa kojim se sprječava procjeđivanje vode u građevnu jamu.

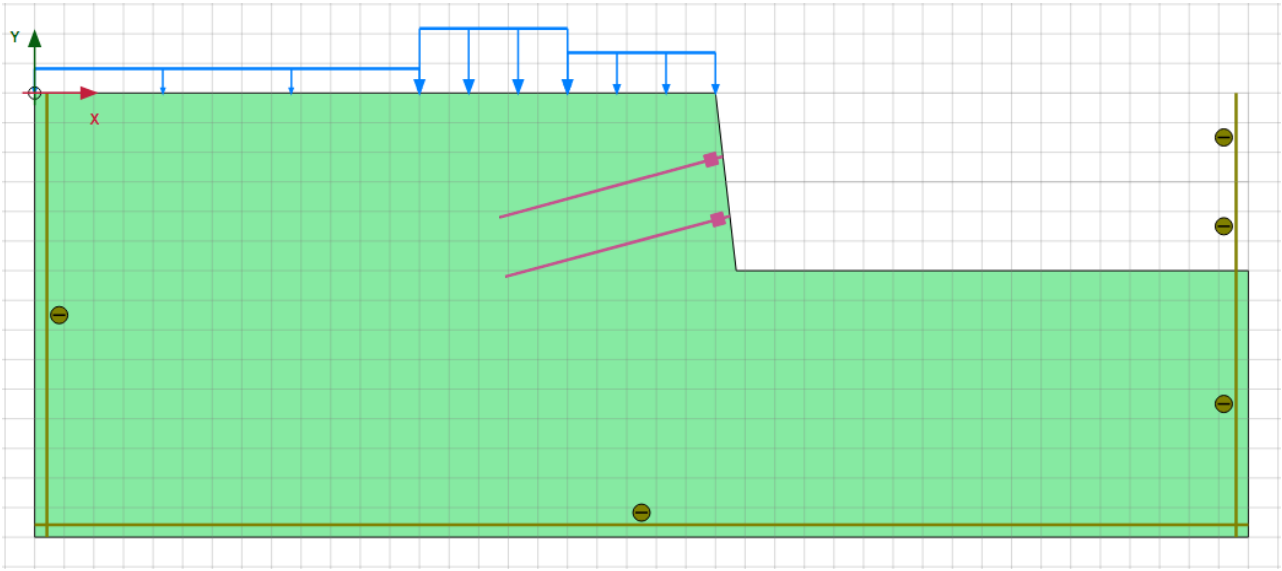
Računski model RM1

Zahvat u koritu rijeke Kupe Predviđa se izgradnja zagata sa 5 redova gabiona od kamenog materijala, kamene ispune između gabiona i izvođenje vodonepropusne zavjese sa krune zagata mlazno injektiranim stupnjacima promjera 80 cm na osnom razmaku 60 cm.

Iskop građevne jame (pokosi i dno iskopa) se štiti torkret betonom, čeličnim mrežama i dva reda štapnih sidara tipa RA32 B500B na razmaku od 2,0 m.

RM1



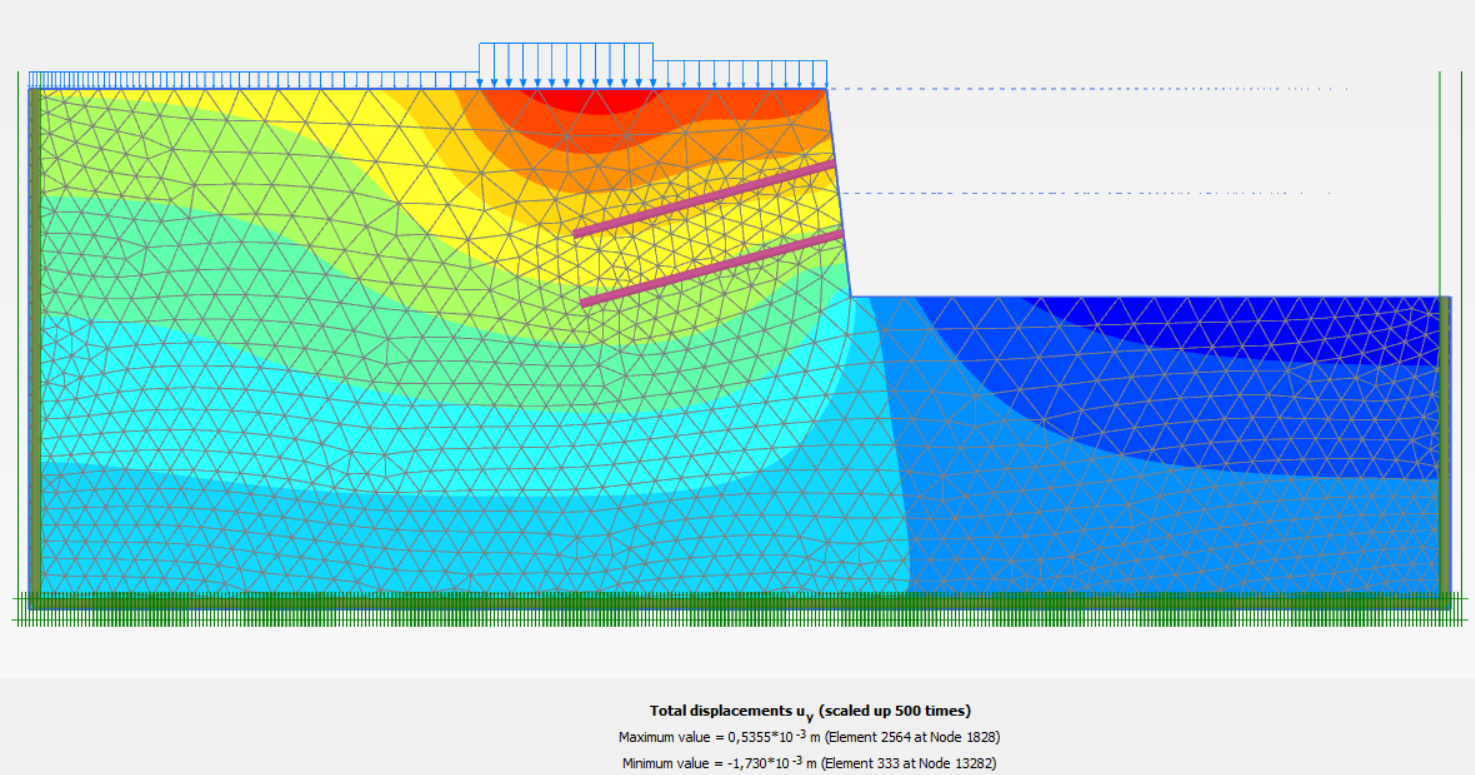


4.3.5 PROJEKTNE SITUACIJE

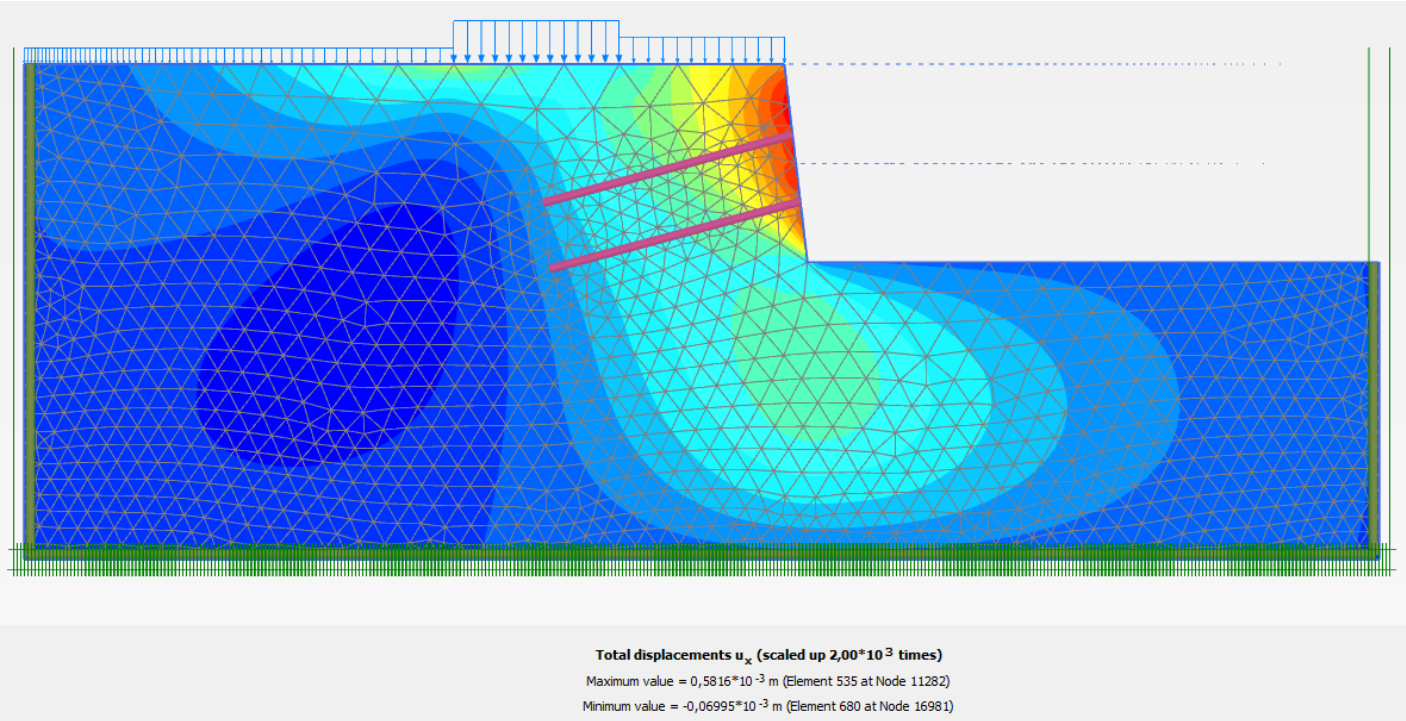
Oznaka	Projektna situacija
S1	**GSU** Promatra se iznos pomaka tla i pomaka sidara te sile koje se pojavljuju u sidrima za najnepovoljniju situaciju iskopa od 6 m za slučaj razine visoke vode 113,0 m n.m. Proračunom je provedena drenirana analiza.
S2	**GSN** Promatra se iznos sile koje se pojavljuju u sidrima za najnepovoljniju situaciju iskopa od 6 m za slučaj razine visoke vode 113,0 m n.m. Proračunom je provedena drenirana analiza.

4.3.6 REZULTATI NAPONSKO - DEFORMACIJSKE ANALIZE RM1 GSU

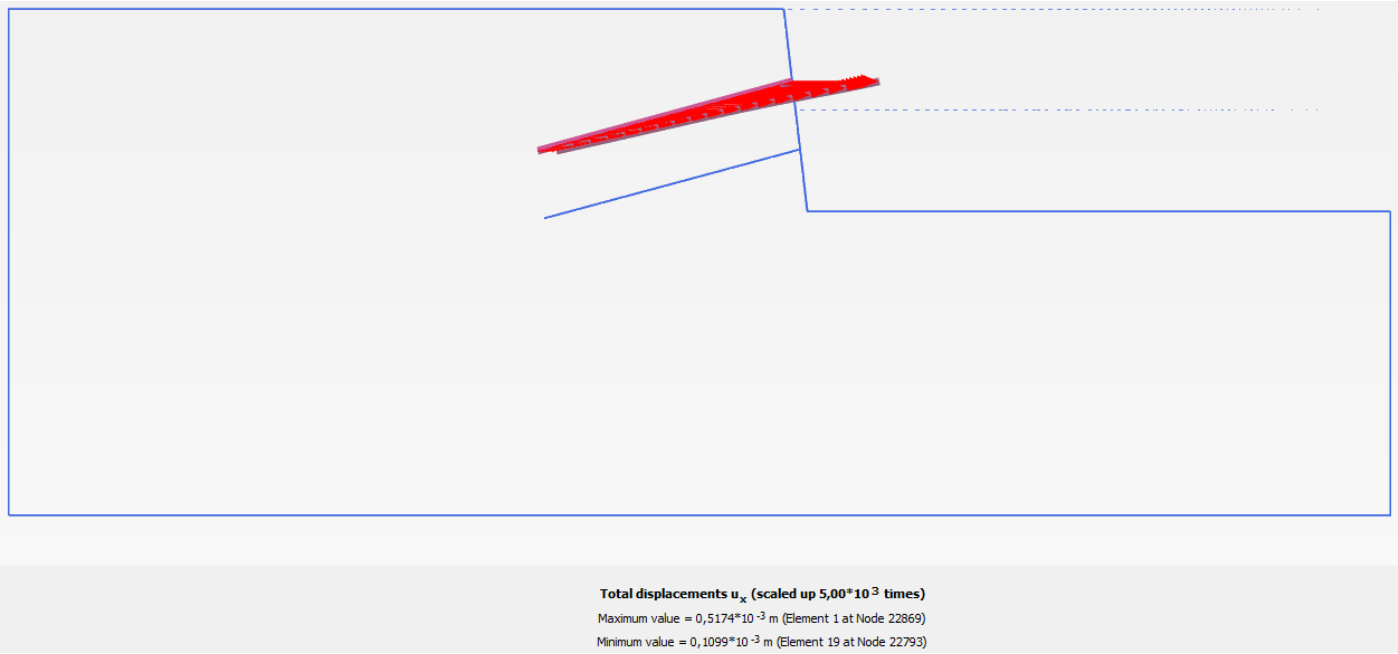
R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Napomena
1	RM1-S1	GSU	Vertikalni pomaci u tlu
Maksimalni vertikalni pomak tla za GSU iznosi **0,53 mm.**			



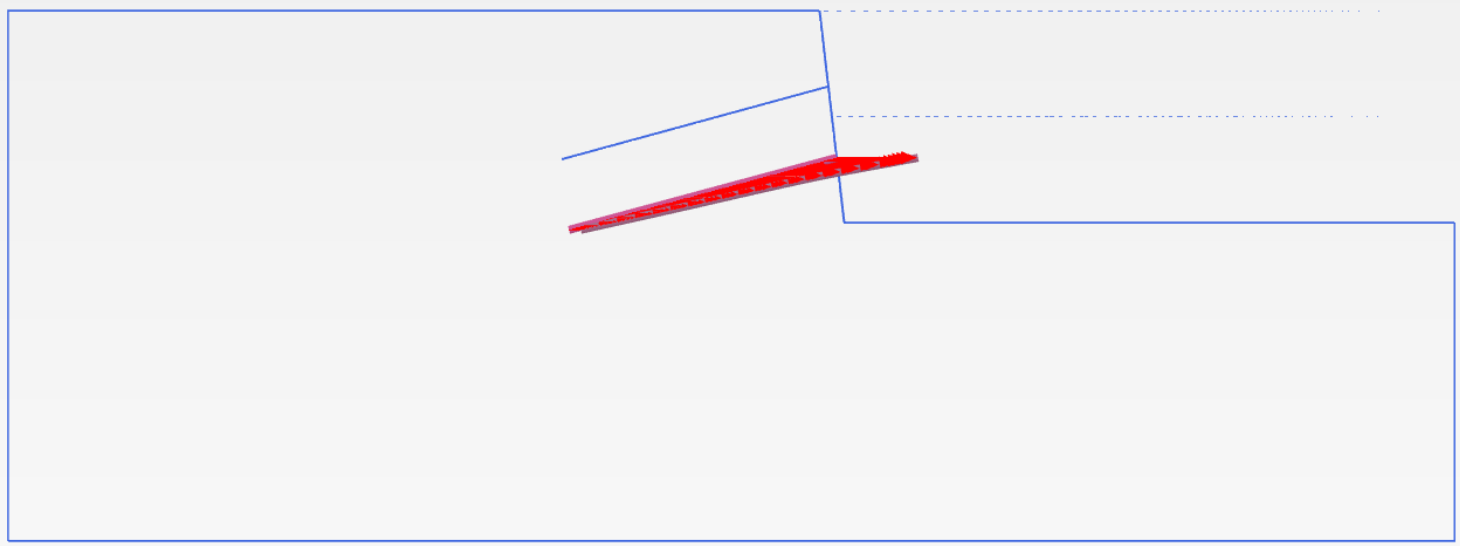
R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Napomena
1	RM1-S1	GSU	Horizontalni pomaci u tlu
Maksimalni horizontalni pomak tla za GSU u iznosi **0,58 mm.**			



R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Napomena
1	RM1-S1	GSU	Maksimalni horizontalni pomak u sidru gornjeg polja
Maksimalni horizontalni pomak za GSU u sidru gornjeg polja iznosi **0,51 mm.**			

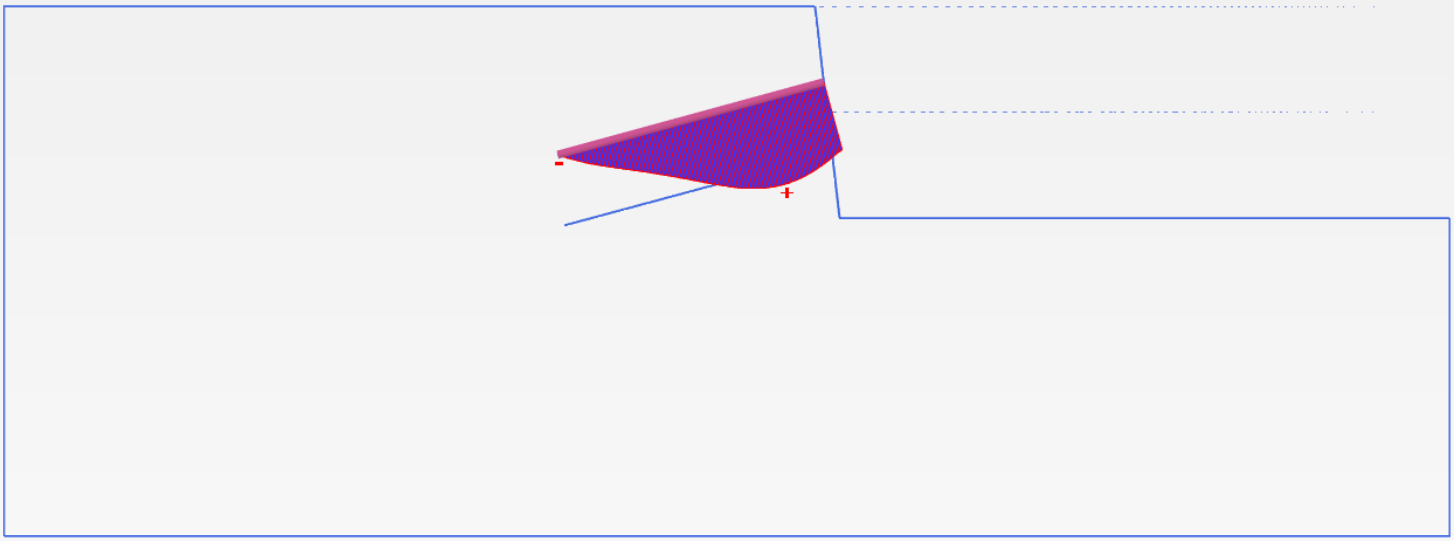


R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Napomena
1	RM1-S1	GSU	Maksimalni horizontalni pomak u sidru donjeg polja
Maksimalni horizontalni pomak za GSU u sidru gornjeg polja iznosi **0,46 mm.**			



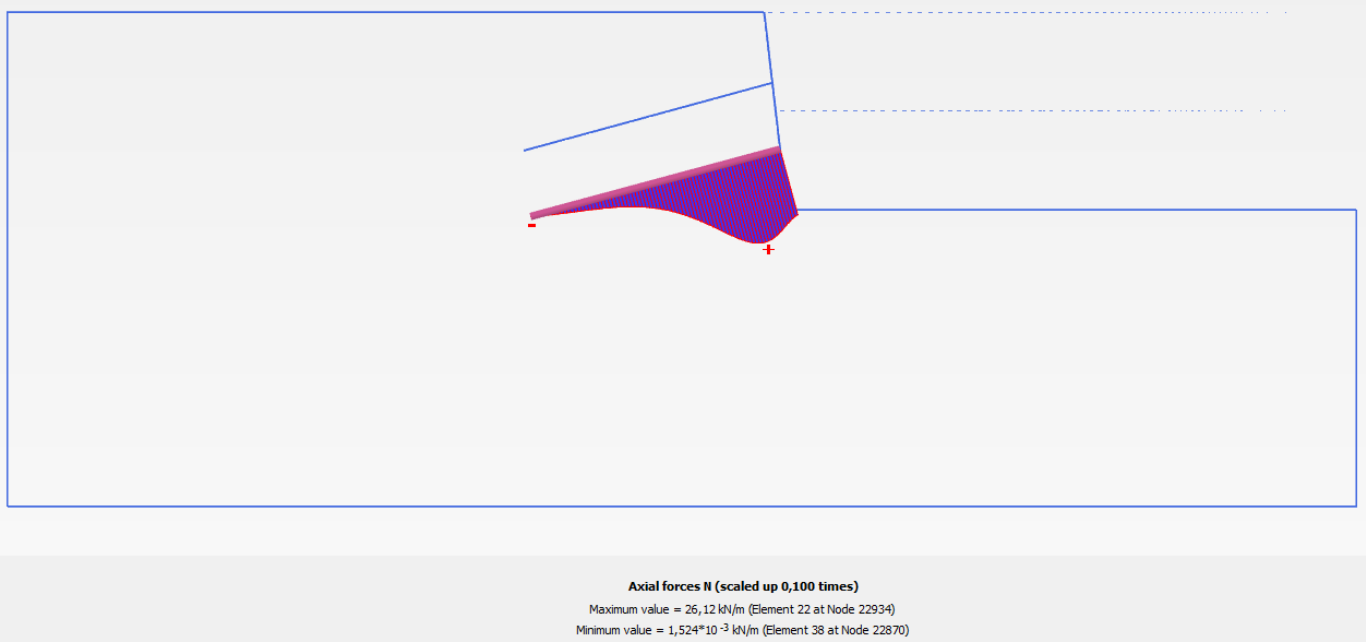
Total displacements u_x (scaled up 5,00*10^{3} times)
Maximum value = 0,4613*10^{-3} m (Element 20 at Node 22946)
Minimum value = 0,06700*10^{-3} m (Element 38 at Node 22870)

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Napomena
1	RM1-S1	GSU	Maksimalna sila u sidru gornje polje
Maksimalna uzdužna sila za GSU u sidru gornjeg polja iznosi **25,03 kN/m**			



Axial forces N (scaled up 0,100 times)
Maximum value = 25,03 kN/m (Element 5 at Node 22850)
Minimum value = 4,607*10^{-3} kN/m (Element 19 at Node 22793)

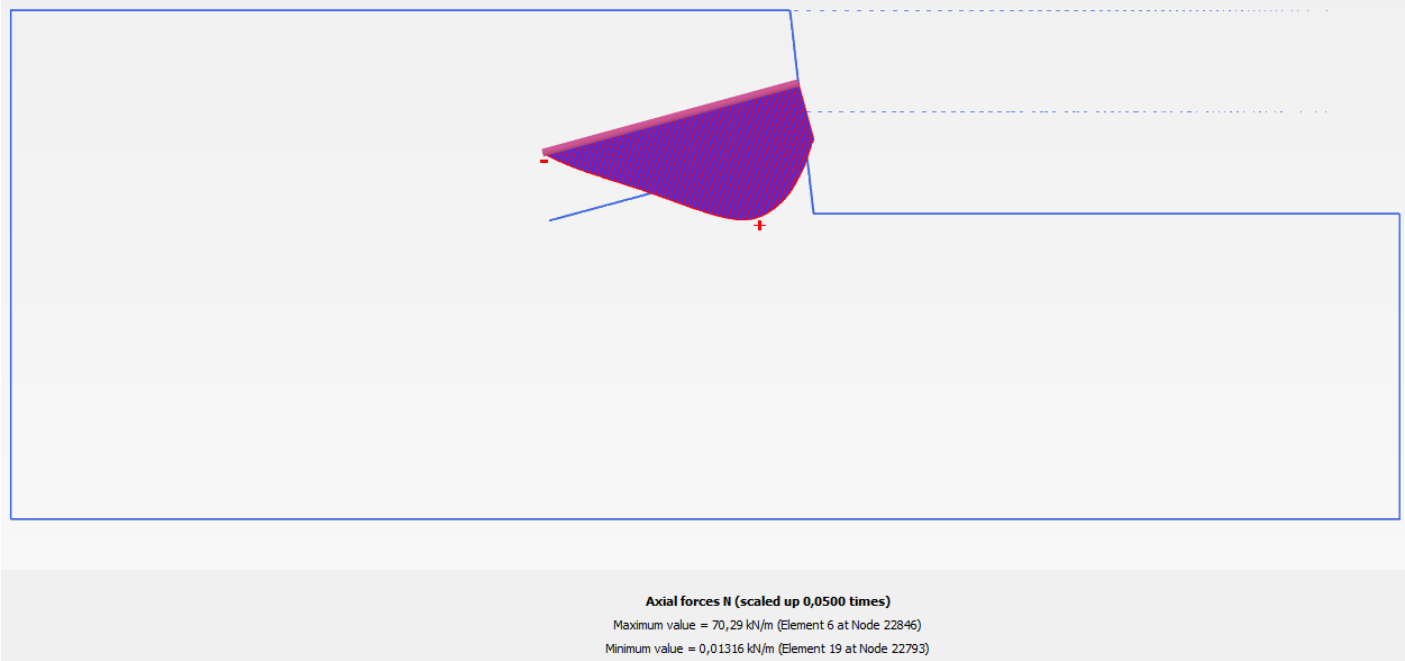
R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Napomena
1	RM1-S1	GSU	Maksimalna sila u sidru donje polje
Maksimalna uzdužna sila za GSU u sidru donjeg polja iznosi **26,12 kN/m**			



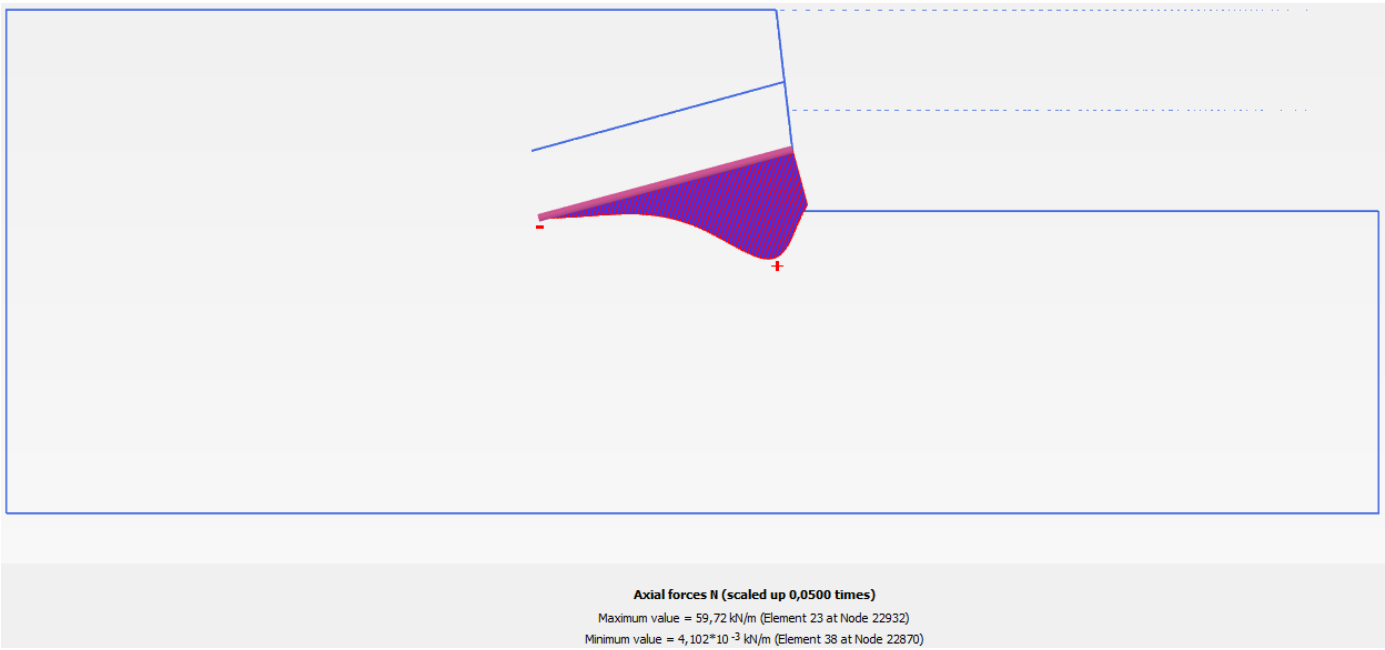
RM1-S1
Maksimalna aksijalna sila u sidru
N_{max} [kN/m']
26,12

4.3.7 REZULTATI NAPONSKO - DEFORMACIJSKE ANALIZE RM1 GSN

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Napomena
1	RM1-S2	GSN	Maksimalna sila u sidru gornje polje
Maksimalna uzdužna sila za GSN u sidru gornjeg polja iznosi **70,29 kN/m**			



R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Napomena
1	RM1-S2	GSN	Maksimalna sila u sidru donje polje
Maksimalna uzdužna sila za GSN u sidru donjeg polja iznosi **59,72 kN/m**			



RM1-S2
Maksimalna aksijalna sila u sidru
N_{max} [kN/m']
70,29

4.3.8 ZAKLJUČAK NAPONSKO DEFORMACIJSKE ANALIZE

Naponsko deforacijskom analizom iskopa građevne jame dubine 6 m. Na rubu iskopa građevne jame simulirano je opterećenje zagata od 100 kN/m, opterećenje vode na koti od 113 m n.m. od 60 kN/m te zajedničko djelovanje vode i zagata od 160 kN/m. Iskop se štiti sa dva reda sidra na razmaku od 2 m.

Promatrani su vertikalni i horizontali pomaci u tlu čiji su iznosi vrlo mali te zadovoljavaju tražene vrijednosti. Također su promatrani pomaci sidara i sile koje se javljaju u sidrima. Najveći pomak ostvaren je na sidru gornjeg polja od 0,51 mm te u odnosu na to u sidru gornjeg polja ostvaruje i najveće naprezanje od 70,29 kN/m.

4.4 PRORAČUN ŠTAPNIH SIDRA

Za sidro određenog promjera traži se najmanja računska vrijednost unutarnjeg ili vanjskog otpora:

- Vanjski otpori su: kontakt tlo – sidrišno tijelo.
- Unutarnji otpor je: kontakt čelik - sidrišno tijelo.
- Vlačna čvrstoća šipke sidra

4.4.1 PRORAČUN OTPORNOSTI NA KONTAKTU SIDRIŠNOG TIJELA I TLA

$R_{ak} = \tau * (2 * r * \pi) * L_s$ - otpornost sidra (kontakt tlo – sidro) gdje je:

$r = 0{,}075$ m - polumjer bušotine

$L_s = 6$ m - sidrišna dionica

τ - očekivana prosječna karakteristična vrijednosti posmičnog naprezanja

Iskustvene (očekivane) prosječne vrijednosti posmičnog napretanja na kontaktu sidra i tla dalje tablica (prema PTI, 1996.):

Rock		Cohesive Soil		Cohesionless Soil	
Rock type	Average ultimate bond stress (MPa)	Anchor type	Average ultimate bond stress (MPa)	Anchor type	Average ultimate bond stress (MPa)
Granite and basalt	1.7 - 3.1	Gravity-grouted anchors (straight shaft)	0.03 - 0.07	Gravity-grouted anchors (straight shaft)	0.07 - 0.14
Dolomitic limestone	1.4 - 2.1	Pressure-grouted anchors (straight shaft)		Pressure-grouted anchors (straight shaft)	
Soft limestone	1.0 - 1.4	• Soft silty clay	0.03 - 0.07	• Fine-med. sand, med. dense – dense	0.08 - 0.38
Slates and hard shales	0.8 - 1.4	• Silty clay	0.03 - 0.07	• Med.–coarse sand (w/gravel), med. dense	0.11 - 0.66
Soft shales	0.2 - 0.8	• Stiff clay, med. to high plasticity	0.03 - 0.10	• Med.–coarse sand (w/gravel), dense - very dense	0.25 - 0.97
Sandstones	0.8 - 1.7	• Very stiff clay, med. to high plasticity	0.07 - 0.17	• Silty sands	0.17 - 0.41
Weathered Sandstones	0.7 - 0.8	• Stiff clay, med. plasticity	0.10 - 0.25	• Dense glacial till	0.30 - 0.52
Chalk	0.2 - 1.1	• Very stiff clay, med. plasticity	0.14 - 0.35	• Sandy gravel, med. dense-dense	0.21 - 1.38
Weathered Marl	0.15 - 0.25	• Very stiff sandy silt, med. plasticity	0.28 - 0.38	• Sandy gravel, dense-very dense	0.28 - 1.38
Concrete	1.4 - 2.8				

Note: Actual values for pressure-grouted anchors depend on the ability to develop pressures in each soil type.

Sukladno temeljnom tlu, iz tablice je odabrana vrijednost za krutu glinu srednje do visoke plastičnosti $\tau = 0{,}2$ MPa.

$R_{ak} = 200 \cdot (2 \cdot 0{,}075 \cdot \pi) \cdot 6 = 565{,}48$ kN - vanjska otpornost sidrišnog tijela

$R_{ad} = R_{ak} / \gamma_R = 565{,}48 / 1{,}35 = 418{,}87$ kN - računska vanjska otpornost sidrišnog tijela (privremeno sidro)

$P_d = 70{,}29$ kN/m'·2 m=140,58 kN - projektna sila dobivena proračunom u programu Plaxis

$P_d = P_k \cdot \gamma_Q = 140{,}58 \cdot 1{,}50 = 210{,}87$ kN - računska sila u sidru

$P_d \leq R_{ak}$ - uvjet nosivosti

210,87 kN ≤ 418,87 kN - zadovoljava

4.4.2 PRORAČUN OTPORNOSTI NA KONTAKTU SIDRIŠNOG TIJELA I TETIVE

$R_{ak} = \tau * (2 * r * \pi) * Ls$ - otpornost na kontaktu sidrišnog tijela i tetive gdje je:

r = 0,016 m - polumjer sidra (sidro Ø 32 mm),

Ls = 6 m - duljina kontakta čelik – injekcijska smjesa.

τ = 0,6 N/mm² - otpor na kontaktu čeličnog tijela i injekcijske smjese, određuje se iskustveno u rasponu 0.23-1.01 N/mm².

$R_{ak} = 0,6 * 10^3 * (2 * 0,016 * 3,14) * 6 = 361,91$ kN

$R_d' = R_d / \gamma_R = 361,91 / 1,35 = 268,08$ kN - računska otpornost na kontaktu sidrišnog tijela i tetive.

P_d=70,29 kN/m'·2 m=140,58 kN - projektna sila dobivena proračunom u programu Plaxis

$P_d=P_k \cdot \gamma_Q = 140,58 \cdot 1,50 = 210,87$ kN - računska sila u sidru

$P_d \leq R_{ak}$ - uvjet nosivosti

210,87 kN ≤ 268,08 kN - zadovoljava

4.4.3 PRORAČUN OTPORNOSTI TETIVE SIDRA

Za štapna sidra korištena u proračunima određena su dopuštena opterećenja prema normi HRN EN 1537; 2008.

Proračun se vrši za štapna sidra Ø32 mm. Karakteristike su prikazane u tablici:

Tehničke specifikacije	Mjerna jedinica	Ø32
Efektivni vanjski promjer	mm	32
Prosječni unutarnji promjer	mm	-
Prosječna površina poprečnog presjeka	mm²	804
Vlačna čvrstoća pri pucanju	kN	440
Granica popuštanja	kN	400
Prosječna vlačna čvrstoća	N/mm²	550
Prosječna granica popuštanja	N/mm²	500

$P_{p0,1k}$=400 kN - karakteristična otpornost tetive (čvrstoća popuštanja)

$R_{k,i} = P_{p0,1k}/\gamma_R$ =400/1,15 = 347 kN - računska otpornost tetive

P_d=86,0 kN/m'·1,20 m=103,00 kN - projektna sila dobivena proračunom u programu Plaxis

$P_d=P_k \cdot \gamma_Q$ = 103,00·1,50=155,00 kN - računska sila u sidru

$P_d \leq R_{k,i}$ - uvjet nosivosti

210,87 kN ≤ 347,40 kN - zadovoljava

4.5 ANALIZA STABILNOSTI

Proračuni se provode prema Eurokodu 7 – (norma HRN EN 1997-1 i NA 1997-2012). Provedene su analize za krajnje granično stanje tipa GEO. Analize stabilnosti za projektirano stanje rađene su prema projektnom pristupu 3 (PP3) sukladno EC7. Proračunski pristup 3 ima sljedeću kombinaciju grupa parcijalnih koeficijenata: A1+M2+R3.

Parcijalni koeficijenti za djelovanje (γ_F) i učinke djelovanja (γ_E)		
Djelovanja	**A1**	**A2**
Djelovanja trajna nepovoljna-γ_G	1,35	1
Povoljna-γ_G	1	1
Djelovanja prolazna (povremena) nepovoljna-γ_Q	1,5	1,3
Povoljna-γ_G	0	0
Parcijalni koeficijenti za parametre tla (γ_M)		
Djelovanja	**M1**	**M2**
Tangens efektivnog kuta trenja-$\gamma_{\phi'}$	1	1,25
Efektivna kohezija-$\gamma_{c'}$	1	1,25
Nedrenirana kohezija-γ_{cu}	1	1,40

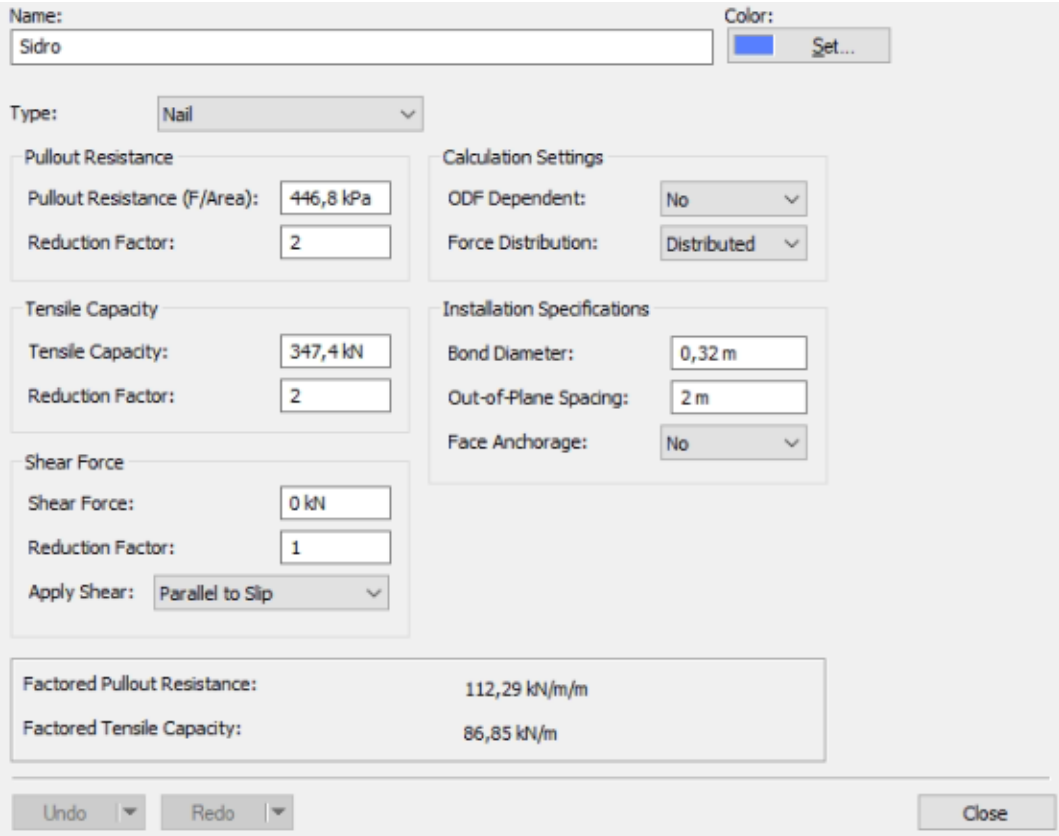
R - Parcijalni koeficijenti otpornosti (γ_R)					
		R1	R2	R3	R4
Potporna konstrukcija	**nosivost - $\gamma_{R,v}$**	1,0	1,4	1,0	--
	klizanje - $\gamma_{R,h}$	1,0	1,1	1,0	--
	otpor tla - $\gamma_{R,e}$	1,0	1,4	1,0	--

Proračun analize stabilnosti provodio se na zagatu za zaštitu građevne jame koji zadržava V.V. na koti 113 m n.m. te omogućava građenje u suhom. Zagat je građen od 5 redova gabiona sa obje strane u prva dva reda se postavljaju 3 gabiona, druga dva reda 2 gabiona i u prtom redu 1 gabion. Tijelo zagata izvedeno je od kamenog materijala, a pokosi krune zagata od kamenog nabačaja (rip-rap). Vodopropusnost se osigurava mlazno injektiranim stupnjacima promjera 80 cm na razmaku od 60 cm.

4.5.1 GRAĐEVNA JAMA

4.5.1.1 Geotehničko sidro

Geotehnička sidra su u analizama stabilnosti definirana kao element „Nail“ kako je prikazano na sljedećoj slici:



Pullout resistance odnosi se na vrijednost posmičnog naprezanja na kontaktu sidra i injekcijske smjese. Iz proračuna štapnih sidara je preuzeta minimalna otpornost na čupanje između šipke sidra i injekcijske smjese koja iznosi 268,08 kN te je podjeljena sa površinom kojom šipka prijanja na injekcijsku smjesu koja iznosi 0,6 m^2

Tensile capacity odnosi se na vlačnu čvrstoću čeličnog presjeka, koja je definirana u poglavlju 4.4.3 vlačna čvrstoća iznosi 347,40 kN.

Duljina sidrišne dionice iznosi 6,0 m, a razmak između geotehničkih sidara je r=2,0 m.

Za sidro se koristi RA32 B500B.

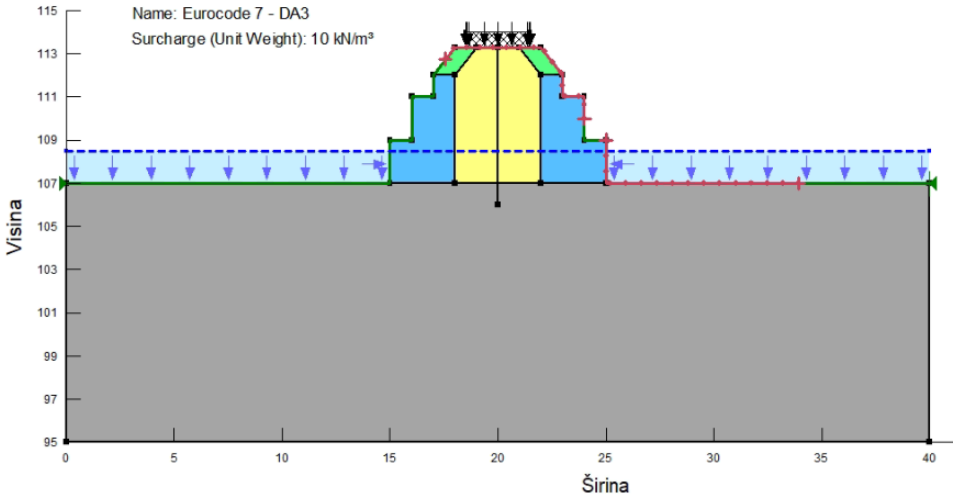
4.5.1.2 Računski modeli

Za potrebe provedbe analize stabilnosti formirani su računski modeli RM1, RM2, RM3.

RM1 predstavlja geometriju karakterističnog poprečnog presjeka zagata u vrijeme građenja zagata sa vodostajem od 108,5 m n.m. Postavljeno je kontinuirano opterećenje od 10 kN/m^2 koji simulira opterećenje stroja tijekom izvođenja vodonepropusne zavjese.

Računski model RM1

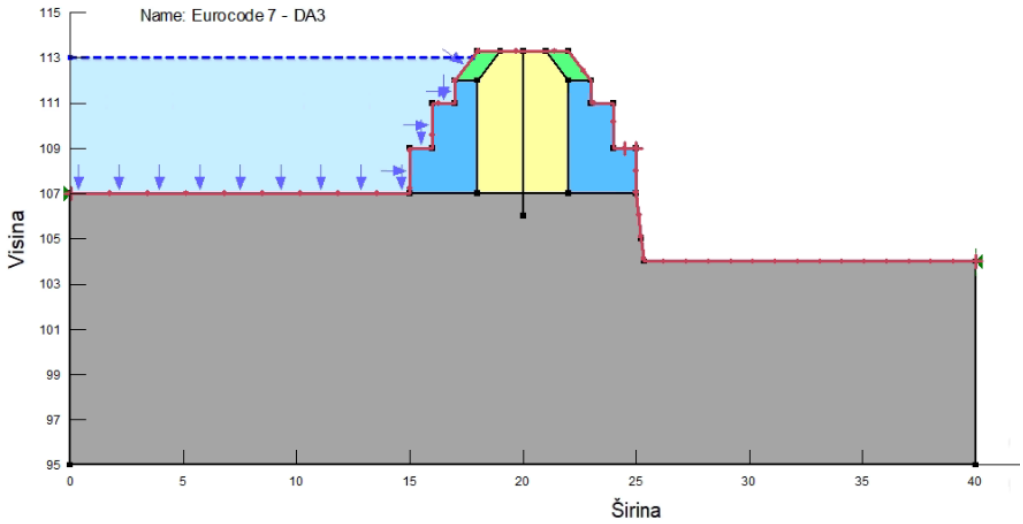
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight	Effective Cohesion	Effective Friction Angle
	Gabioni	Mohr-Coulomb	19	19	40
	GW	Mohr-Coulomb	20,5	0	42
	Kameni nabačaj	Mohr-Coulomb	18	0	45
	Šejl_nepropusno	Mohr-Coulomb	23	44	42



RM2 predstavlja geometriju karakterističnog poprečnog presjeka zagata u vrijeme iskopa građevne jame na dubinu od 3 m sa vodostajem od 113,0 m n.m. Izvedena je mlazno injektirana zavjesa te je poboljšan jezgreni šljunak.

Računski model RM2

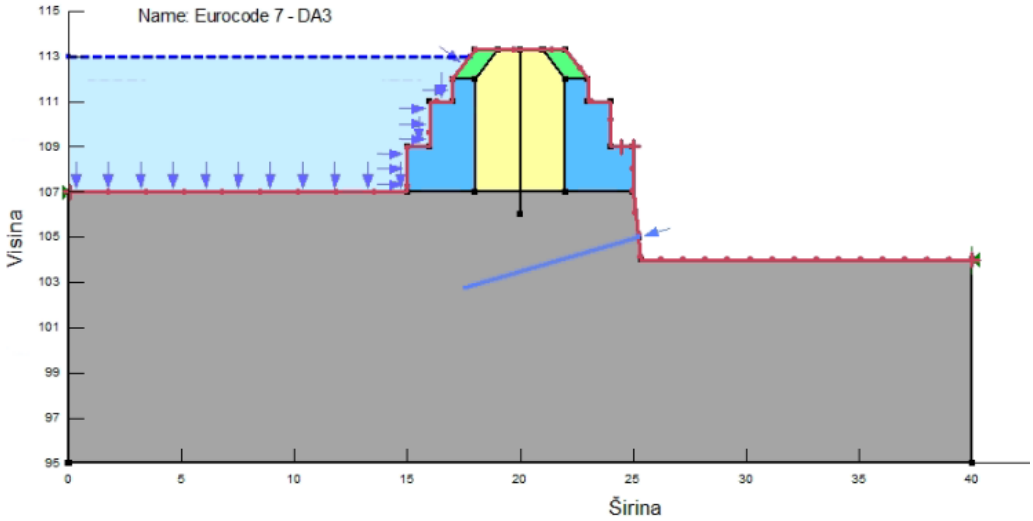
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight	Effective Cohesion	Effective Friction Angle
	Gabioni	Mohr-Coulomb	19	19	40
	GW_injektirani	Mohr-Coulomb	20,5	5	42
	Kameni nabačaj	Mohr-Coulomb	18	0	45
	Šejl_nepropusno	Mohr-Coulomb	23	44	42



RM3 predstavlja geometriju karakterističnog poprečnog presjeka zagata u vrijeme iskopa građevne jame na dubinu od 6 m sa vodostajem od 113,0 m n.m. Izvedena je mlazno injektirana zavjesa te je poboljšan jezgreni šljunak. Izvedena je mlazno injektirana zavjesa te je poboljšan jezgreni šljunak. Ugrađen je samo jedan red sidara duljine 8,0 m

Računski model RM3

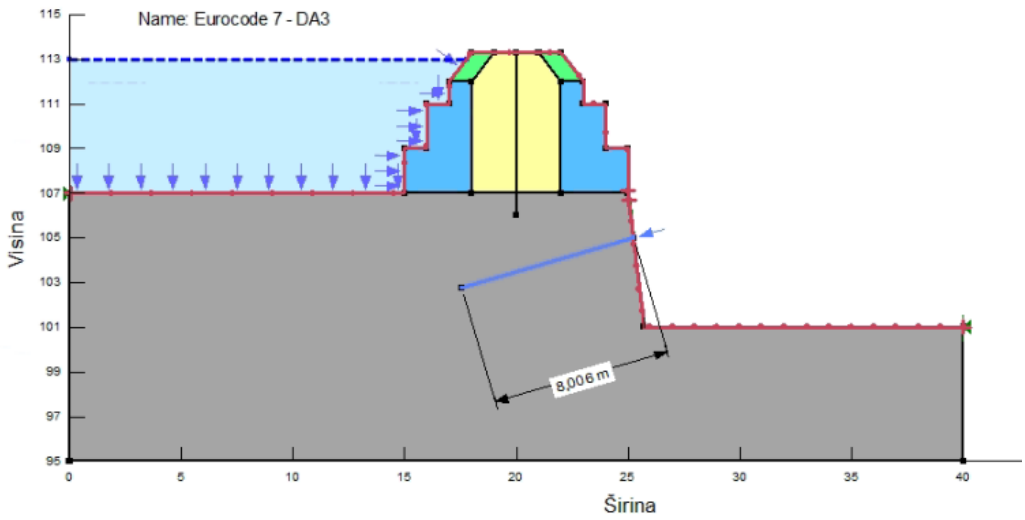
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight	Effective Cohesion	Effective Friction Angle
	Gabioni	Mohr-Coulomb	19	19	40
	GW_injektirani	Mohr-Coulomb	20,5	5	42
	Kameni nabačaj	Mohr-Coulomb	18	0	45
	Šejl_nepropusno	Mohr-Coulomb	23	44	42



RM4 predstavlja geometriju karakterističnog poprečnog presjeka zagata u vrijeme iskopa građevne jame na dubinu od 6 m sa vodostajem od 113,0 m n.m. Izvedena je mlazno injektirana zavjesa te je poboljšan jezgreni šljunak. Ugrađen je samo jedan red sidara duljine 8,0 m

Računski model RM4

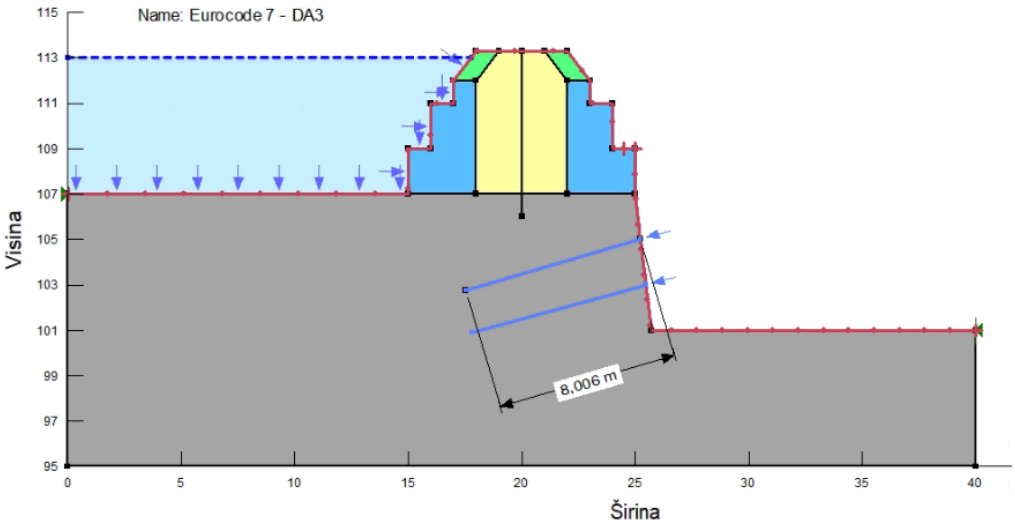
Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight	Effective Cohesion	Effective Friction Angle
	Gabioni	Mohr-Coulomb	19	19	40
	GW_injektirani	Mohr-Coulomb	20,5	5	42
	Kameni nabačaj	Mohr-Coulomb	18	0	45
	Šejl_nepropusno	Mohr-Coulomb	23	44	42



RM5 predstavlja geometriju karakterističnog poprečnog presjeka zagata u vrijeme iskopa građevne jame na dubinu od 6 m sa vodostajem od 113,0 m n.m. Izvedena je mlazno injektirana zavjesa te je poboljšan jezgreni šljunak. Izvedena je mlazno injektirana zavjesa te je poboljšan jezgreni šljunak. Ugrađena su oba reda sidara duljine 8,0 m

Računski model RM5

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight	Effective Cohesion	Effective Friction Angle
	Gabioni	Mohr-Coulomb	19	19	40
	GW_injektirani	Mohr-Coulomb	20,5	5	42
	Kameni nabačaj	Mohr-Coulomb	18	0	45
	Šejl_nepropusno	Mohr-Coulomb	23	44	42



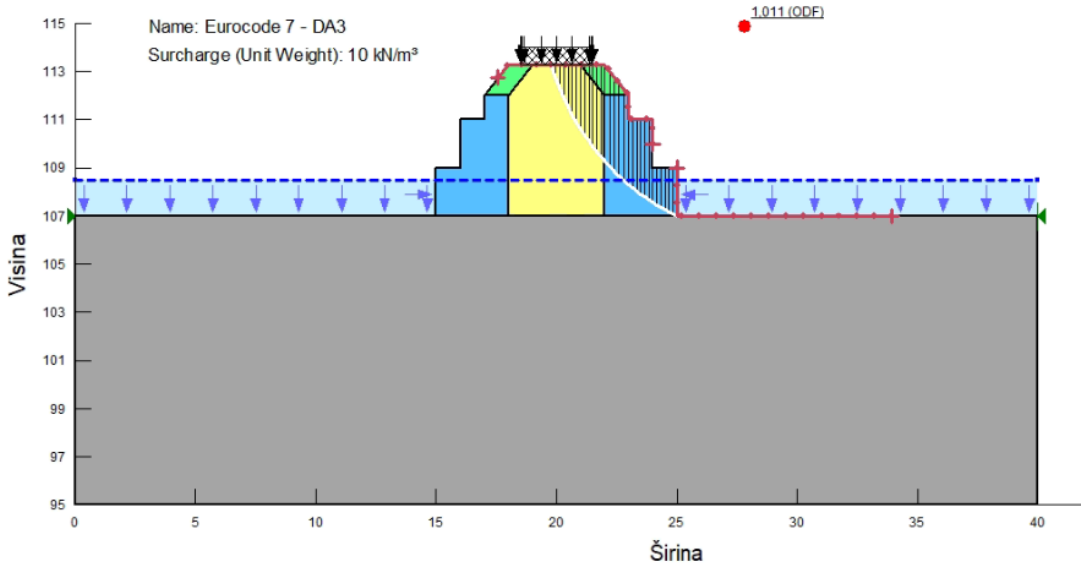
4.5.1.3 Rezultati proračuna

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	F_{smin}	F_s	Napomena
1	RM1	Izvođenje zagata	1,00	1,011	Razina vode 108,5 m n.m. , drenirani proračunski parametri (PP3), geotehničko sidro L=8,0 m, na razmaku r=2,0 m
2	RM2	Iskop građevne jame	1,00	1,027	Razina vode 113,0 m n.m. bez sidra , drenirani proračunski parametri (PP3), geotehničko sidro L=8,0 m, na razmaku r=2,0 m
3	RM3	Iskop građevne jame	1,00	1,073	Razina vode 113,0 m n.m. sa jednim redom sidra , drenirani proračunski parametri (PP3), geotehničko sidro L=8,0 m, na razmaku r=2,0 m
4	RM4	Iskop građevne jame	1,00	1,085	Razina vode 113,0 m n.m. sa jednim redom sidra , drenirani proračunski parametri (PP3), geotehničko sidro L=8,0 m, na razmaku r=2,0 m
5	RM5	Iskop građevne jame	1,00	1,101	Razina vode 113,0 m n.m. sa dva reda sidra , drenirani proračunski parametri (PP3), geotehničko sidro L=8,0 m, na razmaku r=2,0 m

4.5.1.4 Pojedinačni prikaz rezultata proračuna stabilnosti

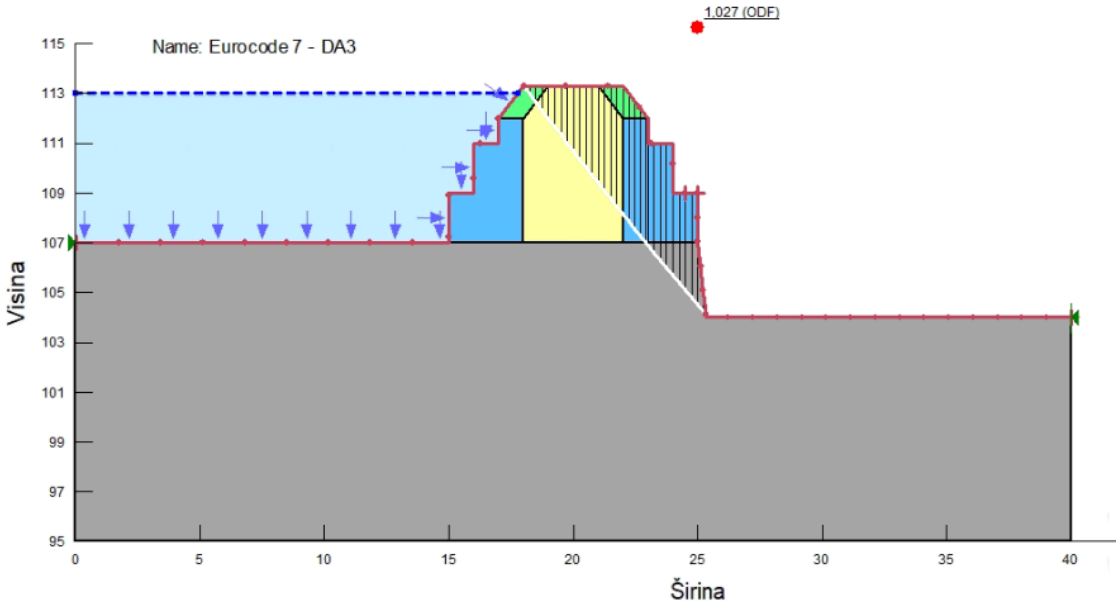
R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	F_{smin}	F_s	Napomena
1	RM1	Izvođenje zagata	1,00	1,011	Razina vode 108,5 m n.m, drenirani proračunski parametri (PP3), geotehničko sidro L=8,0 m, na razmaku r=2,0 m, opterećenje 10 kN/m^2

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight	Effective Cohesion	Effective Friction Angle
	Gabioni	Mohr-Coulomb	19	19	40
	GW	Mohr-Coulomb	20,5	0	42
	Kameni nabačaj	Mohr-Coulomb	18	0	45
	Šejl_nepropusno	Mohr-Coulomb	23	44	42



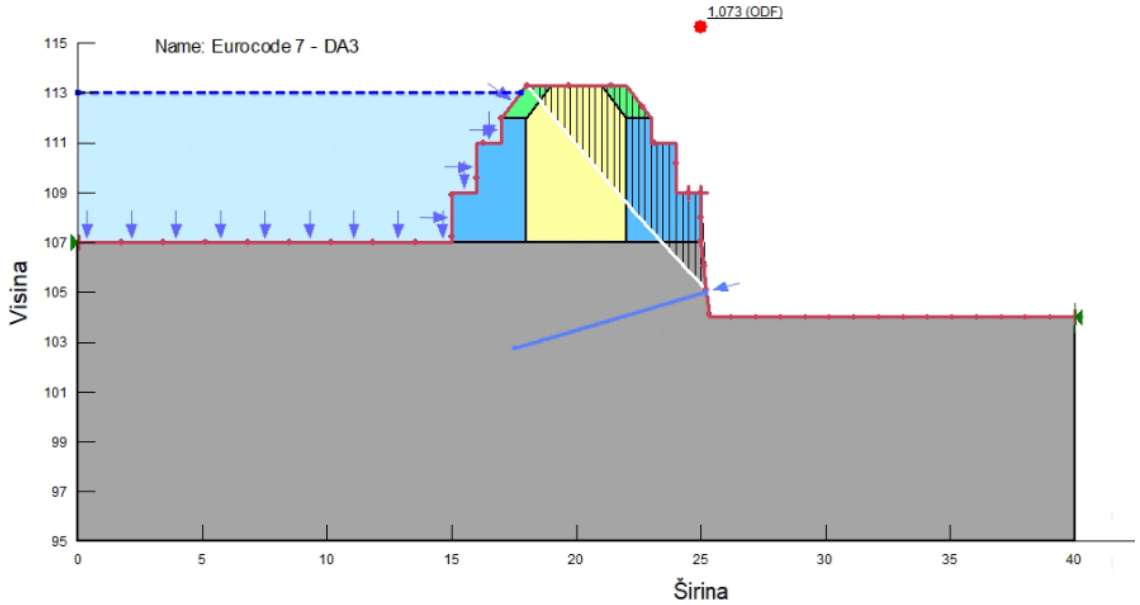
R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	F_{smin}	F_s	Napomena
2	RM2	Iskop građevne jame	1,00	1,027	Razina vode 113,0 m n.m. bez sidra , drenirani proračunski parametri (PP3), geotehničko sidro L=8,0 m, na razmaku r=2,0 m

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight	Effective Cohesion	Effective Friction Angle
	Gabioni	Mohr-Coulomb	19	19	40
	GW_injektirani	Mohr-Coulomb	20,5	5	40
	Kameni nabačaj	Mohr-Coulomb	18	0	45
	Šejl_nepropusno	Mohr-Coulomb	23	44	42



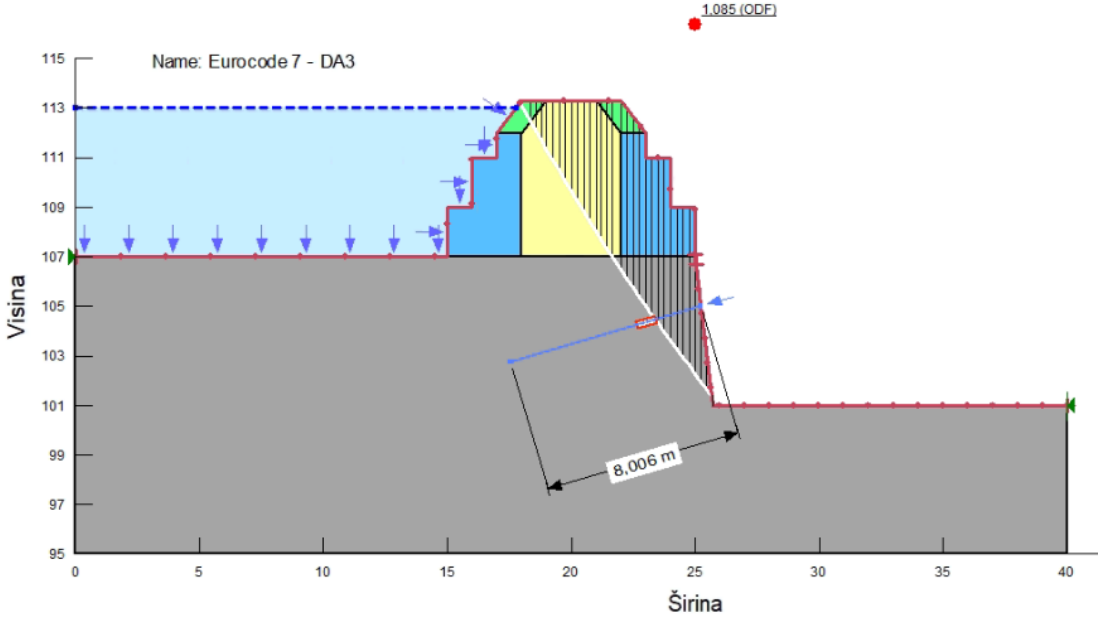
R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	F_{smin}	F_s	Napomena
3	RM3	Iskop građevne jame	1,00	1,073	Razina vode 113,0 m n.m. sa jednim redom sidra , drenirani proračunski parametri (PP3), geotehničko sidro L=8,0 m, na razmaku r=2,0 m

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight	Effective Cohesion	Effective Friction Angle
	Gabioni	Mohr-Coulomb	19	19	40
	GW_injektirani	Mohr-Coulomb	20,5	5	40
	Kameni nabačaj	Mohr-Coulomb	18	0	45
	Šejl_nepropusno	Mohr-Coulomb	23	44	42

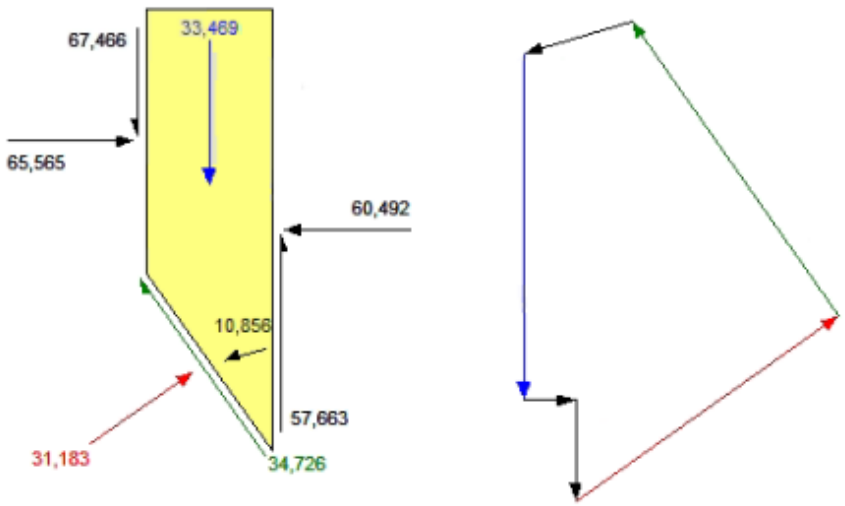


R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Fsmin	Fs	Napomena
4	RM4	Iskop građevne jame	1,00	1,085	Razina vode 113,0 m n.m. sa jednim redom sidra , drenirani proračunski parametri (PP3), geotehničko sidro L=8,0 m, na razmaku r=2,0 m

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight	Effective Cohesion	Effective Friction Angle
	Gabioni	Mohr-Coulomb	19	19	40
	GW_injektirani	Mohr-Coulomb	20,5	5	42
	Kameni nabačaj	Mohr-Coulomb	18	0	45
	Šejl_nepropusno	Mohr-Coulomb	23	44	42



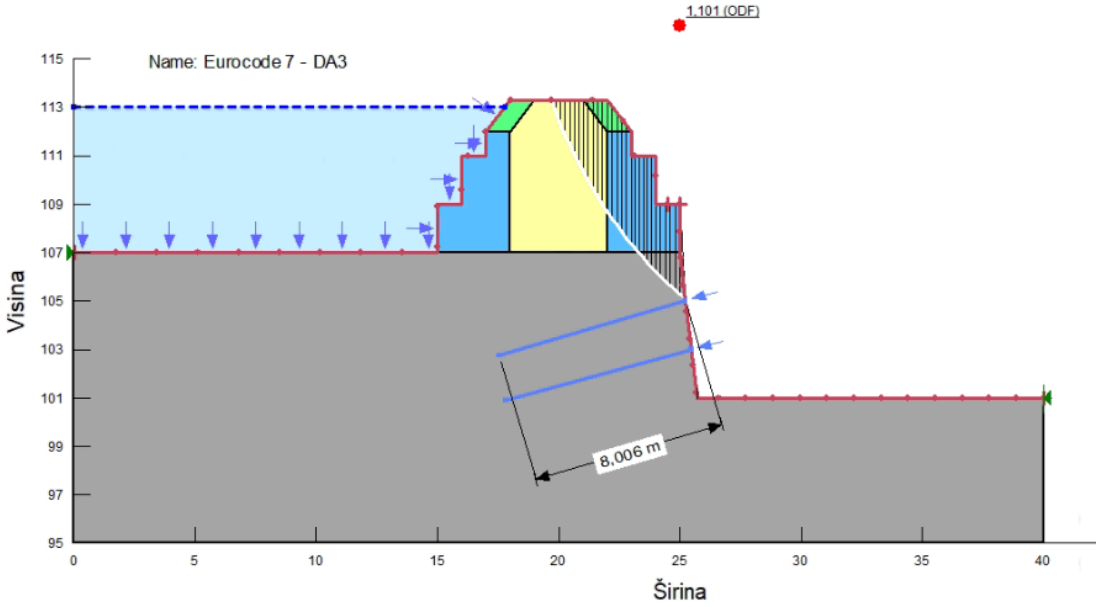
Prikaz sila u lameli koja sječe sidro



Sila koja se ostvaruje u sidru iznosi **10,856 kN**

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Fsmin	Fs	Napomena
5	RM5	Iskop građevne jame	1,00	1,101	Razina vode 113,0 m n.m. sa dva reda sidra , drenirani proračunski parametri (PP3), geotehničko sidro L=8,0 m, na razmaku r=2,0 m

Color	Name	Slope Stability Material Model	Unit Weight	Effective Cohesion	Effective Friction Angle
	Gabioni	Mohr-Coulomb	19	19	40
	GW_injektirani	Mohr-Coulomb	20,5	5	42
	Kameni nabačaj	Mohr-Coulomb	18	0	45
	Šejl_nepropusno	Mohr-Coulomb	23	44	42



4.5.1.5 Zaključak uz analize stabilnosti

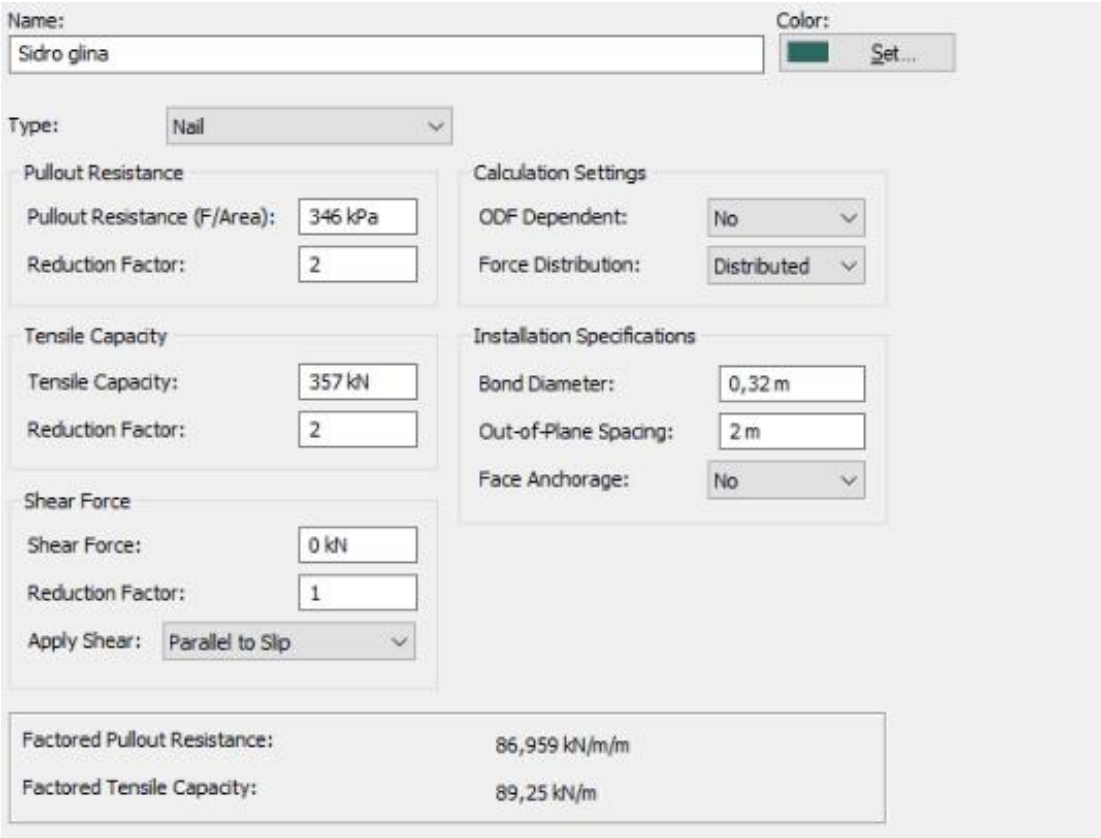
Provedena je analiza globalne stabilnosti na odabranom karakterističnom presjeku zagata za situacije izgradnje zagata sa vodostajem od 108,5 m n.m te situacije sa visokom vodom na koti 113 m n.m. u slučajevima iskopa bez sidara i sa ugrađenim sidrima. Zagati su privremena građevina koji omogućuju faznu gradnju pregrade Brodarci u suhom za vrijeme visokih vodostaj rijeke Kupe do 113,0 m n.m. Zagati se izvode u tri faze kako bi bio omogućen protok vode djelom korita rijeke Kupe za vrijeme radova.

Proračunima je dokazano da je predložena geometrija zagata i iskop građevne jame su geotehnički stabilni uz uvjet korektne ugradnje kamenog materijala, gabiona i sidara. Dobiveni su rezultati koji zadovoljavaju tražene faktore sigurnosti na klizanje za globalnu stabilnost pokosa.

4.5.2 ISKOP ZA UZVODNE ZIDOVE DESNE STRANE

4.5.2.1 Geotehničko sidro

Geotehnička sidra su u analizama stabilnosti definirana kao element „Nail“ kako je prikazano na sljedećoj slici:



Pullout resistance odnosi se na vrijednost posmičnog naprezanja na kontaktu sidra i injekcijske smjese. Iz proračuna štapnih sidara je preuzeta minimalna otpornost na čupanje između šipke sidra i injekcijske smjese koja iznosi 209,33 kN te je podjeljena sa površinom kojom šipka prijanja na injekcijsku smjesu koja iznosi 0,6 m^2

Tensile capacity odnosi se na vlačnu čvrstoću čeličnog presjeka, koja je definirana u poglavlju 4.4.3 vlačna čvrstoća iznosi 357,40 kN.

Duljina sidrišne dionice iznosi 8 m, 6 m, i 4 m, a razmak između geotehničkih sidara je r=2,0 m.

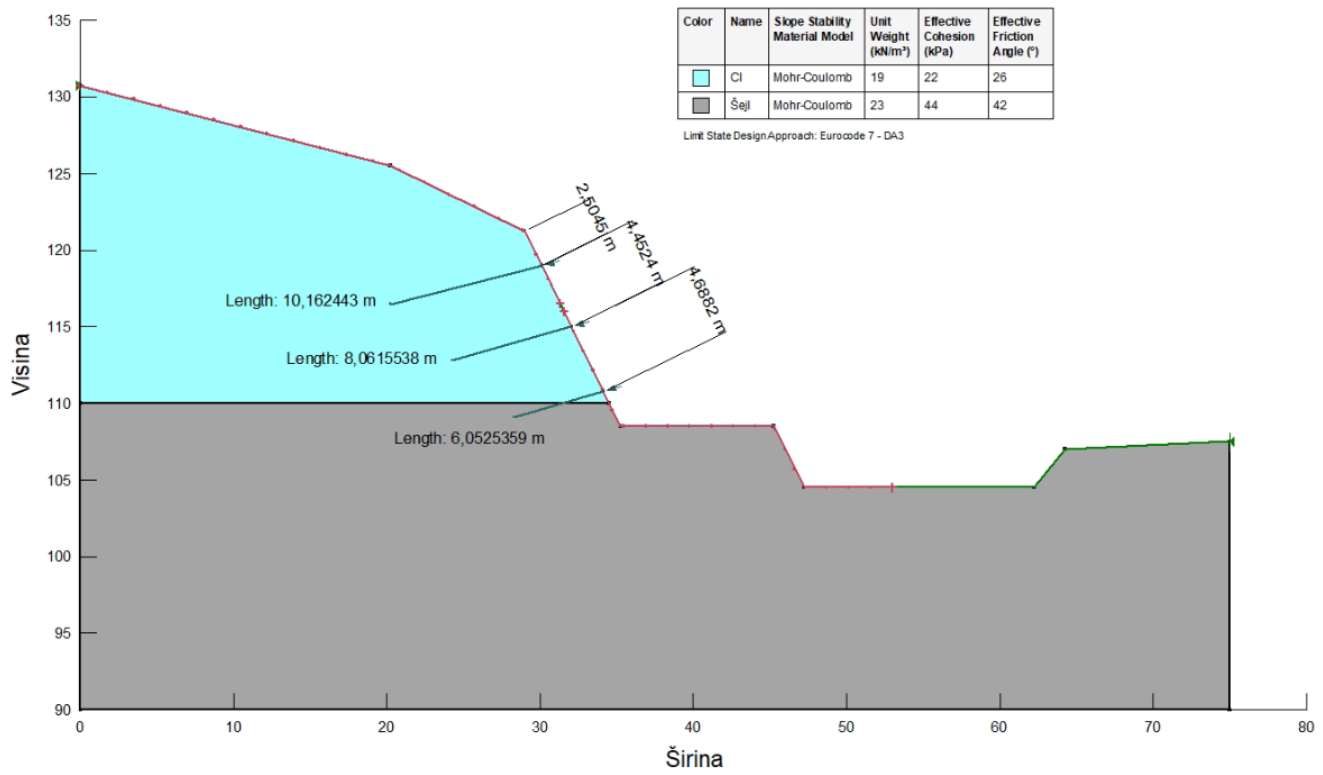
Za sidro se koristi RA32 B500B.

4.5.2.2 Računski modeli

Za potrebe provedbe analize stabilnosti formirani su računski modeli RM1, RM2.

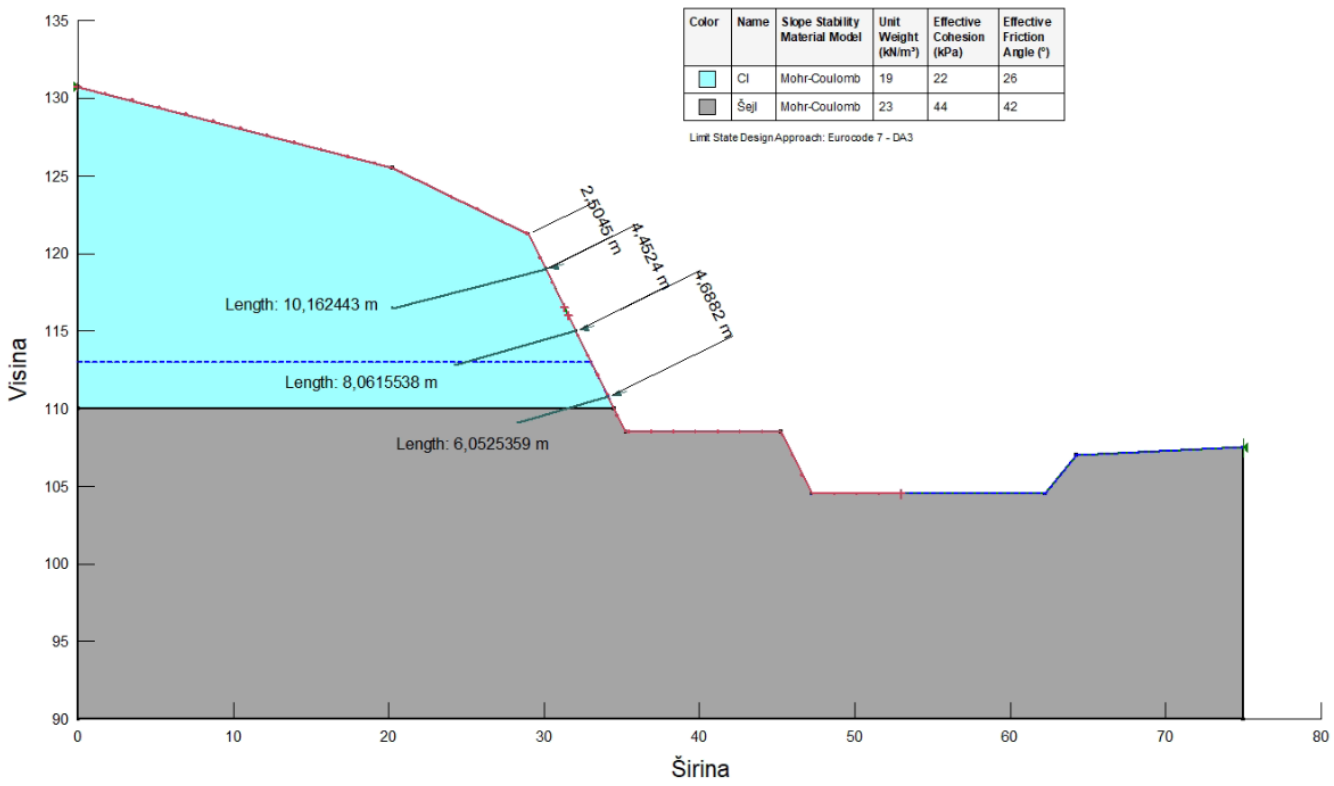
RM1 predstavlja geometriju iskopa desnih uzvodnih zidova u suhom. Postavljena su sidra na razmaku od 2m.

Računski model RM1



RM2 predstavlja geometriju iskopa desnih uzvodnih zidova za vrijem vodostaja od 113,0 m n.m.. Postavljena su sidra na razmaku od 2m.

Računski model RM2

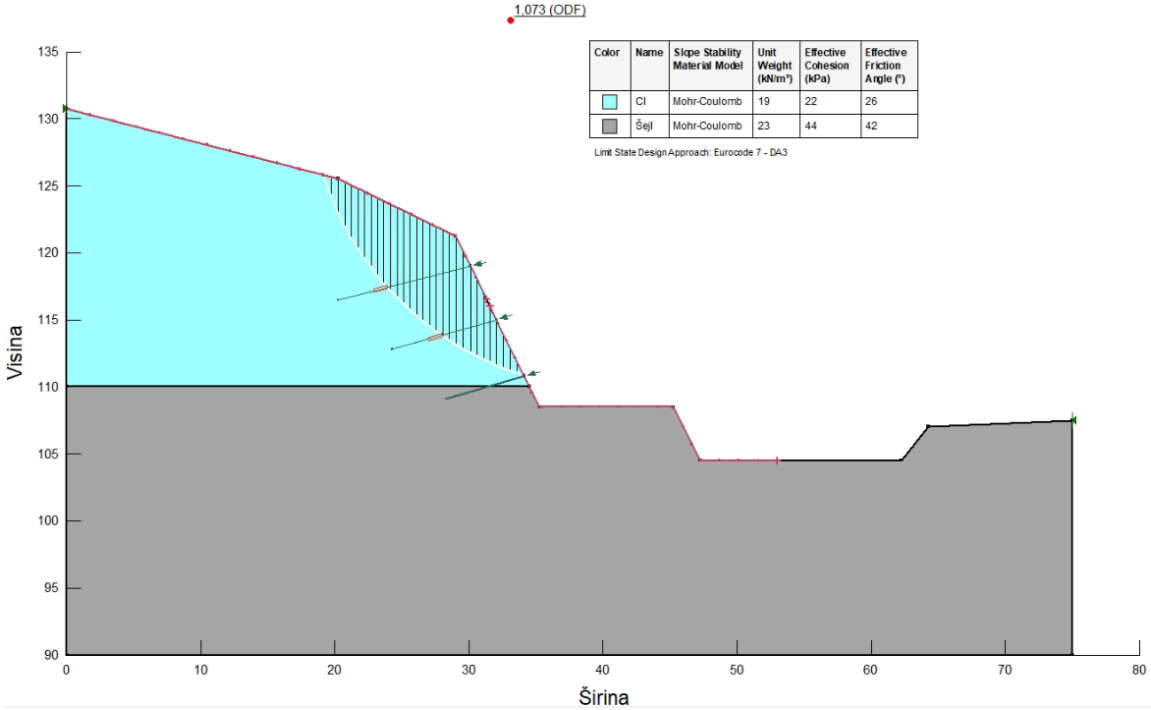


4.5.2.3 Rezultati proračuna

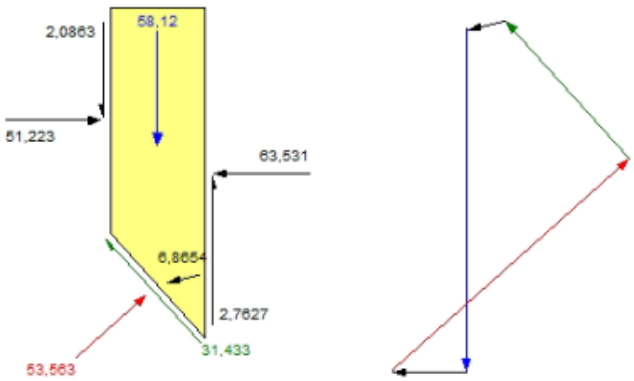
R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	F_{smin}	F_s	Napomena
1	RM1	Iskop zidova UZ_D	1,00	1,103	Vode nema, drenirani proračunski parametri (PP3), geotehničko sidro L=10, 8, 6 m, na razmaku r=2,0 m
2	RM2	Iskop zidova UZ_D	1,00	1,047	Vodostaj u koritu 113,0 m n.m, drenirani proračunski parametri (PP3), geotehničko sidro L=10, 8, 6 m, na razmaku r=2,0 m

4.5.2.4 Pojedinačni prikaz rezultata proračuna stabilnosti

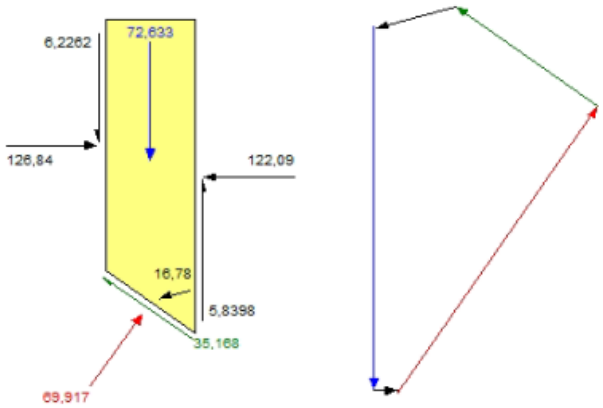
R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	F_{smin}	F_s	Napomena
1	RM1	Iskop zidova UZ_D	1,00	1,073	Vode nema, drenirani proračunski parametri (PP3), geotehničko sidro L=10, 8, 6 m, na razmaku r=2,0 m



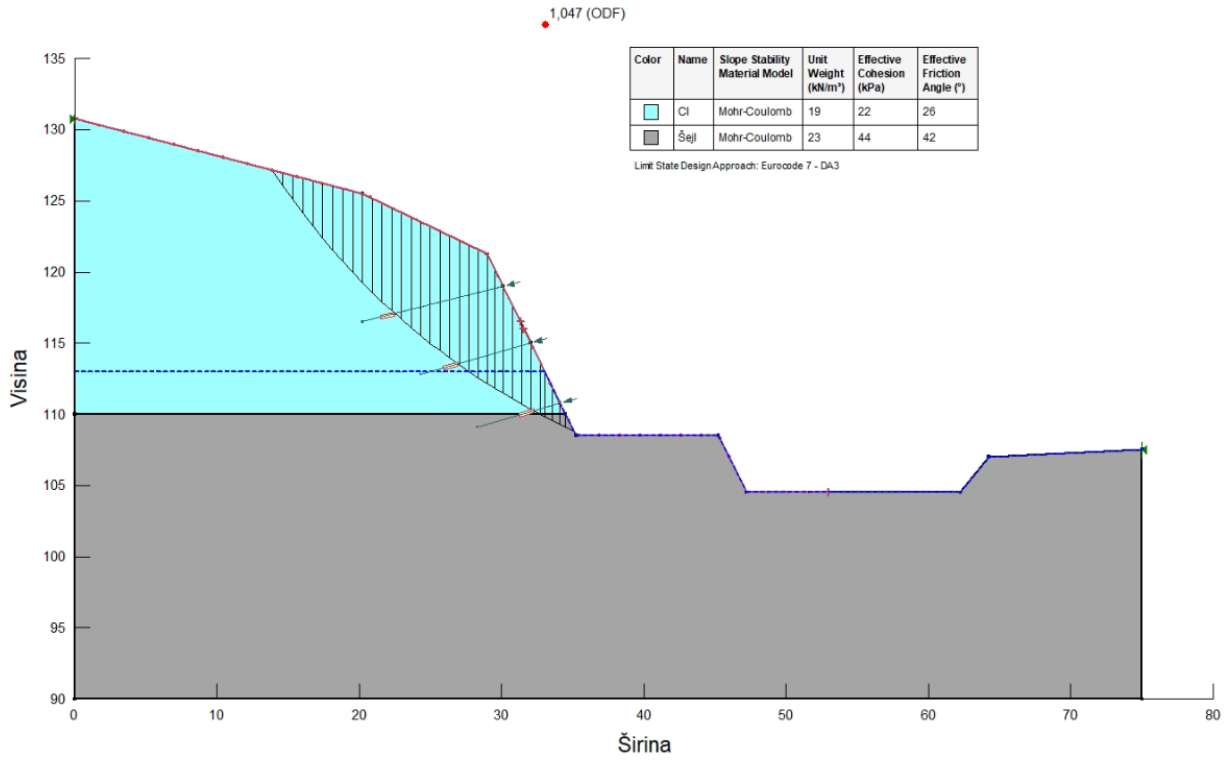
Prikaz sila u lameli koja sječe prvi red sidra, sila koja se ostvaruje u sidru iznosi **6,86 kN**



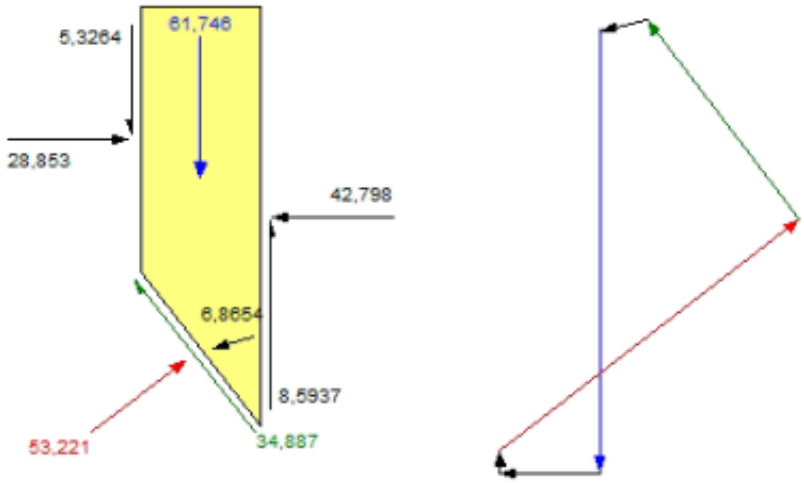
Prikaz sila u lameli koja sječe drugi red sidra, sila koja se ostvaruje u sidru iznosi **16,78 kN**



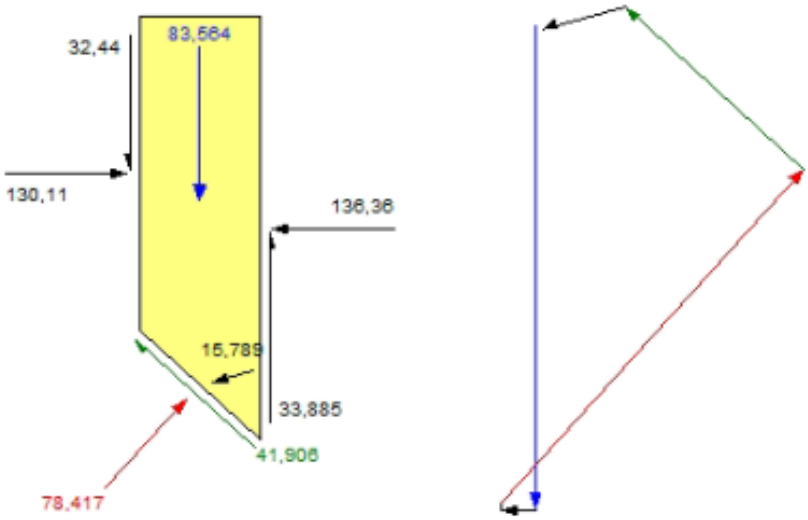
R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	F_{smin}	F_s	Napomena
2	RM2	Iskop zidova UZ_D	1,00	1,047	Vodostaj u koritu 113,0 m n.m, drenirani proračunski parametri (PP3), geotehničko sidro L=10, 8, 6 m, na razmaku r=2,0 m



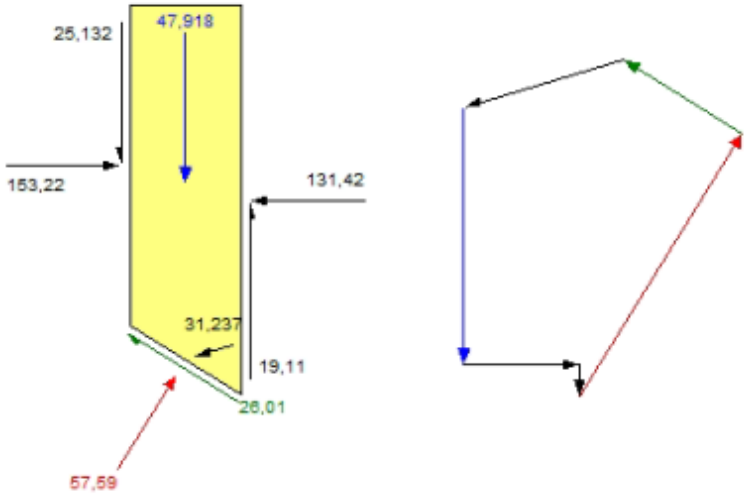
Prikaz sila u lameli koja sječe prvi red sidra, sila koja se ostvaruje u sidru iznosi **6,86 kN**



Prikaz sila u lameli koja sječe drugi red sidra, sila koja se ostvaruje u sidru iznosi **15,78 kN**



Prikaz sila u lameli koja sječe treći red sidra, sila koja se ostvaruje u sidru iznosi **31,23 kN**



4.5.2.5 Zaključak uz analize stabilnosti

Provedena je analiza globalne stabilnosti na odabranom presjeku iskopa za desne uzvodne krilne zidove za situacije bez vode i sa vodostajem u koritu od 113,00 m n.m. Iskop je denivelacije 12,6 m te je nestabilan bez adekvatne zaštite pokosa. Pokos se štiti sa 3 reda sidara na rasteru 2,0 x 4,5 m. Sidra je potrebo izvoditi kako se iskapa od gornjeg prema donjem redu.

Proračunima je dokazano da je predložena zaštita pokosa i iskop su geotehnički stabilni uz uvjet korektne ugradnje sidara. Dobiveni su rezultati koji zadovoljavaju tražene faktore sigurnosti na klizanje za globalnu stabilnost pokosa.

4.6 PRORAČUN NOSIVOSTI TEMELJNOG TLA

Proračuni nosivosti temeljnog tla provedeni su za:

- Temeljnu ploču pregrade Brodarci
- Krilne zidove pregrade Brodarci

4.6.1 UVOD

Proračuni se provode prema Eurokodu 7 – EN 1997 za granično stanje nosivosti prema proračunskom pristupu 2 (PP2) koji ima sljedeću kombinaciju grupa parcijalnih koeficijenata:

A1+M2+R2

A1 – proračunske vrijednosti djelovanja E_d

Djelovanje trajno nepovoljno + djelovanje prolazno nepovoljno – A1

1,35*G (trajno djelovanje) + 1,5*Q (prolazno djelovanje)

M2 – Proračunska vrijednost parametara čvrstoće tla dobiva se na način da se karakteristična vrijednost podijeli s parcijalnim koeficijentom za parametre tla.

$$tg\varphi'_d = tg\varphi'_k / \gamma_{\varphi'}$$

$$c'_d = c'_k / \gamma_{c'}$$

$$c_{ud} = c_{uk} / \gamma_{cu}$$

gdje je $\gamma_{\varphi'} = \gamma_{c'} = 1{,}25$ i $\gamma_{cu} = 1{,}40$.

U Republici Hrvatskoj za STR i GEO se upotrebljava proračunski pristup 3. Otpornosti R1, R2, R3 i R4 nisu mjerodavne.

R2 – Proračunska vrijednost za otpornost plitkih temelja

$$\gamma_R = 1{,}0$$

4.6.2 NOSIVOST TEMELJNOG TLA PREGRADE BRODARCI

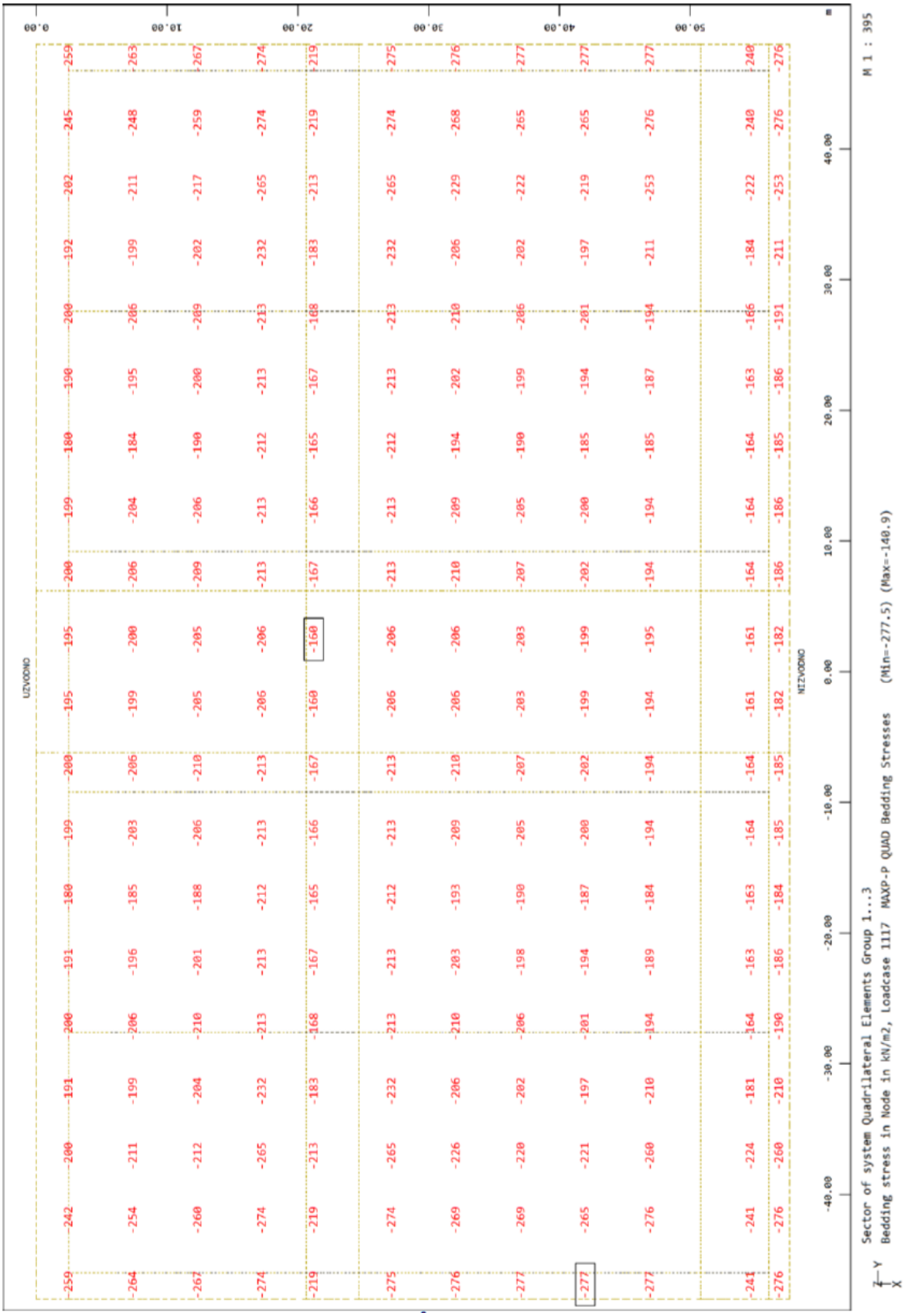
4.6.2.1 Računski modeli

Računski modeli napravljeni su za minimalna i maksimalna opterećenja na temeljno tlo:

RAČUNSKI MODEL	SITUACIJA
RM1	Minimalno opterećenje na temeljno tlo ispod pregrade
RM2	Maksimalno opterećenje na temeljno tlo ispod pregrade

4.6.2.2 Djelovanje na temeljno tlo ispod pregrade

Kontaktna naprezanja na temeljnu ploču dobivena su od statičara i prikazana na slici ispod.



Tablica prikazuje geometriju, analizu opterećenja:

	RM1	RM2
a (m)	96,0	96,0
b (m)	57,6	57,6
A (m2)	5529,6	5529,6
pmax (kN/m2)	277,0	160,0
F (kN)	1.531.699,2	884.736,0

Proračun nosivosti temeljnog tla računata je sa minimalnim i maksimalnim vrijednostima opterećenja koje djeluju na temeljno tlo. Kako bi se napravila usporedba i razlika između djelovanja.

Proračun nosivosti objekata izvršen je s faktoriziranim djelovanjem na temeljno tlo i s proračunskim parametrima tla.

Računska koncentrirana vertikalna djelovanja od vlastite težine konstrukcije na temeljno tlo za računske modele RM1 i RM2 u analizi nosivosti temeljnog tla prikazana su u tablici:

Računski model	Karakteristično koncentrirano vertikalno djelovanje na temeljno tlo (kN)	Računsko koncentrirano vertikalno djelovanje na temeljno tlo (kN)
RM1	1.531.699,2	2.067.793,9
RM2	884.736,0	1.194.393,6

4.6.2.3 Projektne situacije

Proračun je proveden za odabrane projektne situacije:

R. br.	Projektna situacija	Napomena
1	S1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje

Provedenim proračunima pokazuje se interakcija pojedinačnih temeljnih konstrukcija s tlom (opterećenje od konstrukcije – nosivost temeljnog tla do sloma).

4.6.2.4 Rezultati proračuna

Sljedeća tablica prikazuje vrijednost provedenih proračuna nosivosti temeljnog tla:

Situacija	R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (kN)
Minimalno opterećenje na temeljno tlo ispod pregrade	1	RM1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje	315.802.988,5	2.067.793,9
Maksimalno opterećenje na temeljno tlo ispod pregrade	2	RM2	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje	315.802.988,5	1.194.393,6

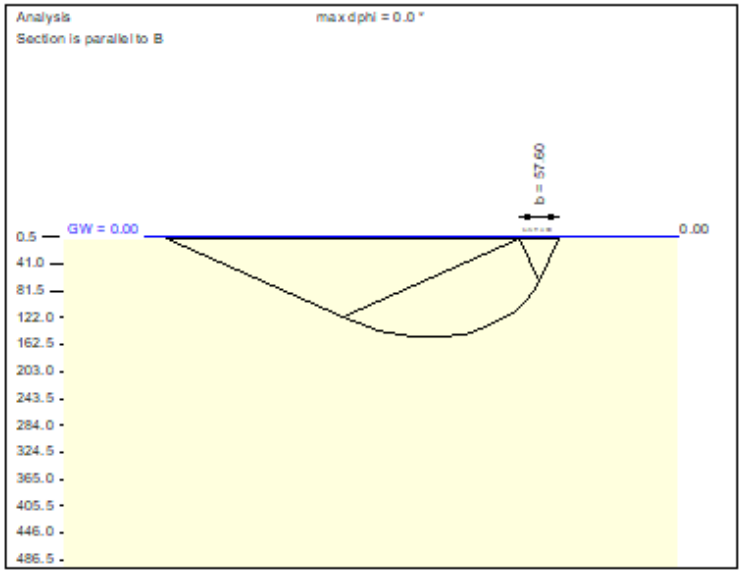
4.6.2.5 Pojedinačni prikaz rezultata proračuna

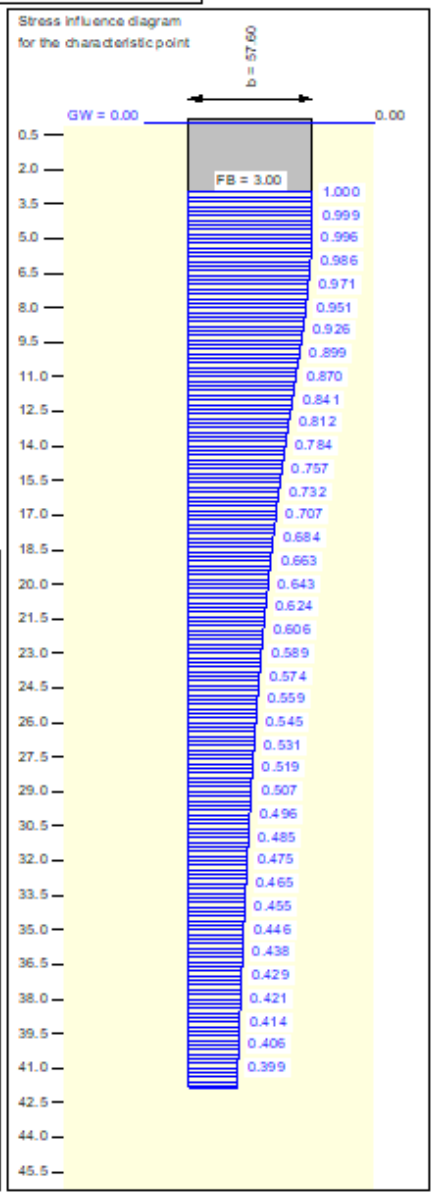
Rezultati proračuna nosivosti temeljnog tla prikazani su u nastavku:

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (kN)
1	RM1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje	315.802.988,5	2.067.793,9

Soil	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	Es [MN/m²]	ν [-]	Designation
	23.0	13.0	42.0	44.0	800.0	0.00	Šejl

Basis for calculation:
Šišljavic
Partial safety factor concept
γ (Gr) = 1.00
γ (G) = 1.35
γ (Q) = 1.50
Footing base depth = 3.00 m
Groundwater = 0.00 m
Limiting depth of p = 20.0 %





Pad footing results:
Loads = Permanent / Changeable
Vertical load $F_{v,k}$ = 1531699.20 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,x}$ = 0.00 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN
Moment $M_{k,x}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Moment $M_{k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Length L = 96.00 m
Width B = 57.60 m
Below permanent loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.000 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 96.00 m
Width B' = 57.60 m
Below total loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.000 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 96.00 m
Width B' = 57.60 m

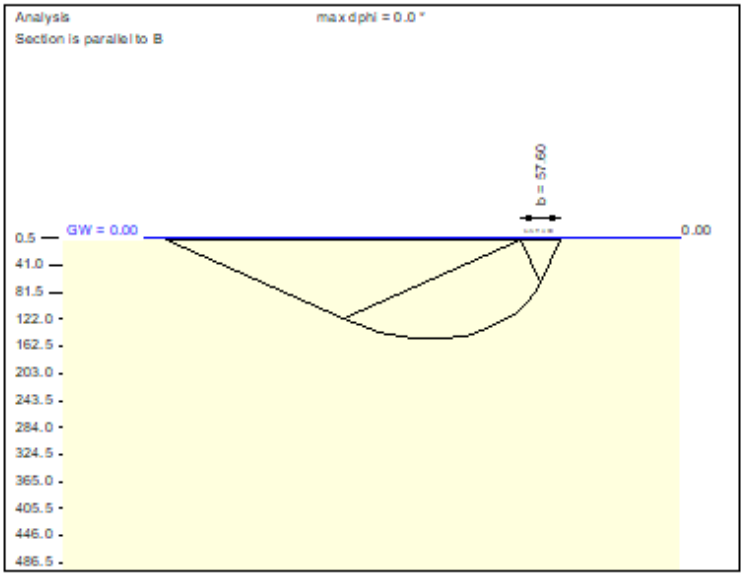
Bearing capacity:
Partial FOS (bearing capacity) γ_{Gr} = 1.00
$\sigma_{0f,k}$ / $\sigma_{0f,d}$ = 57111.4 / 57111.4 kN/m²
R_k = 315802988.5 kN

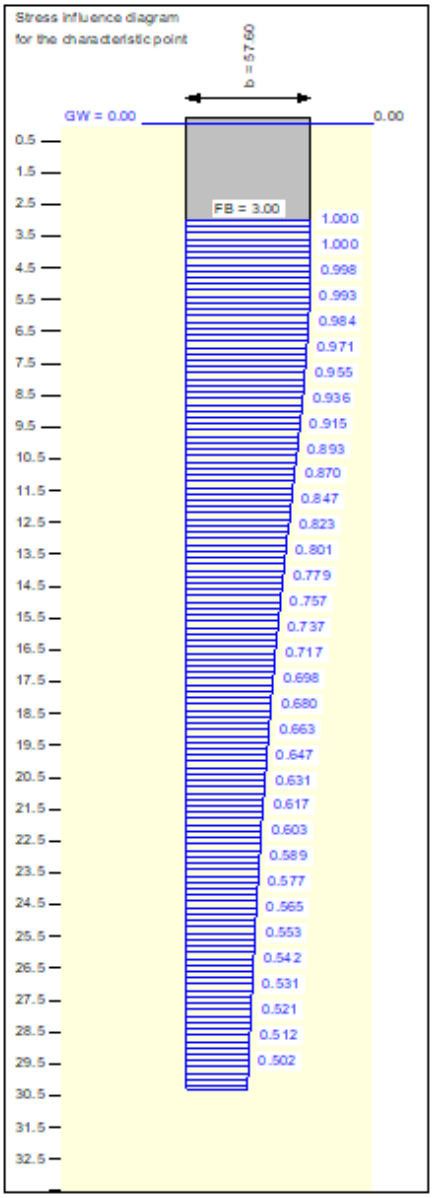
R_d = 315802988.5 kN
V_d = 1.35 * 1531699.20 + 1.50 * 0.0 kN
V_d = 2067793.9 kN
f (parallel to B) = 0.007
cal φ = 42.0 °
cal c = 44.00 kN/m²
cal γ_2 = 13.00 kN/m³
cal σ_0 = 39.00 kN/m²
Bearing capacitiy coeff. (x):
N_c = 93.7; N_d = 85.4; N_b = 76.0
Shape coeff. (x):
ν_c = 1.406; ν_d = 1.401; ν_b = 0.820

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (kN)
2	RM2	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje	315.802.988,5	1.194.393,6

Soil	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Designation
	23.0	13.0	42.0	44.0	800.0	0.00	Šejl

Basis for calculation:
Šišljavic
Partial safety factor concept
γ (Gr) = 1.00
γ (G) = 1.35
γ (Q) = 1.50
Footing base depth = 3.00 m
Groundwater = 0.00 m
Limiting depth of p = 20.0 %





Pad footing results:
Loads = Permanent / Changeable
Vertical load $F_{v,k}$ = 884736.00 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,x}$ = 0.00 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN
Moment $M_{k,x}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Moment $M_{k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Length L = 96.00 m
Width B = 57.60 m
Below permanent loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.000 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 96.00 m
Width B' = 57.60 m
Below total loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.000 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 96.00 m
Width B' = 57.60 m

Bearing capacity:
Partial FOS (bearing capacity) γ_{Gr} = 1.00
$\sigma_{ot,k}$ / $\sigma_{ot,d}$ = 57111.4 / 57111.4 kN/m²
R_k = 315802988.5 kN

R_d = 315802988.5 kN
V_d = 1.35 * 884736.00 + 1.50 * 0.0 kN
V_d = 1194393.6 kN
f (parallel to B) = 0.004
cal φ = 42.0 °
cal c = 44.00 kN/m²
cal γ_2 = 13.00 kN/m³
cal σ_0 = 39.00 kN/m²

4.6.2.6 Zaključak uz analize nosivosti

Provedeni su proračuni nosivosti temeljnog tla za temeljno tlo ispod pregrade Brodarci. Proveden je proračun nosivosti prema HRN EN 1997-1, sukladno nacionalnom dodatku uz korištenje proračunskog pristupa 2 za drenirano stanje.

Opterećenja na razini temeljnog tla provjerena je za računske vrijednosti opterećenja (sila) dobivenih iz podloga statičara. Proračunima je dokazano da temeljno tlo, u okvirima proračunskih pretpostavki, ima dostatnu nosivost te da vrijedi:

$$V_d < R_d$$

4.6.3 NOSIVOST TEMELJNOG TLA KRILNIH ZIDOVA

4.6.3.1 Računski modeli

Računski modeli predstavljaju temeljne ploče građevina kako je prikazano u tablici:

RAČUNSKI MODEL	GRAĐEVINA
RM1	UZ_L1 i D1
RM2	UZ_L2 i D2
RM3	UZ_L3
RM4	NZ_L1 i D1
RM5	NZ_L2 i D2
RM6	NZ_L3 i L3
RM7	NZ_L4 i L4

4.6.3.2 Djelovanje na temeljno tlo ispod ustave

Djelovanja na temeljnu ploču dobivena su od statičara i prikazana u tablici ispod. Za proračun nosivosti temeljnog tla ispod krilnih zidova pregrade uzeta su maksimalna opterećenja.

	RM1	RM2	RM3	RM4	RM5	RM6	RM7
M (kNm/m')	3101,00	1260,33	342,27	565,63	565,63	344,86	166,27
Fv (kN/m')	1891,62	1258,05	586,93	637,25	637,25	514,35	394,25
Fh (kN/m')	788,09	470,77	189,06	204,58	204,58	131,22	91,96
a (m)	21,05	12	6	13,7	16,5	10	11,4
b (m)	10	8	5	5,5	5,5	5	4,5
M (kNm)	**65276,05**	**15123,96**	**2053,62**	**7749,13**	**9332,90**	**3448,60**	**1895,48**
Fv (kN)	**39818,60**	**15096,60**	**3521,58**	**8730,33**	**10514,63**	**5143,50**	**4494,45**
Fh (kN)	**16589,29**	**5649,24**	**1134,36**	**2802,75**	**3375,57**	**1312,20**	**1048,34**

Proračun nosivosti objekata izvršen je s faktoriziranim djelovanjem na temeljno tlo i s proračunskim parametrima tla. Prema projektonm pristupu 3 (A1+M2+R3).

Računska koncentrirana vertikalna djelovanja od vlastite težine konstrukcije i težine tla na temeljno tlo za računske modele RM1-RM7 u analizi nosivosti temeljnog tla prikazana su u tablici:

	RM1	RM2	RM3	RM4	RM5	RM6	RM7
Fv (kN)	39818,60	15096,60	3521,58	8730,33	10514,63	5143,50	4494,45
Fvd (kN)	53755,11	20380,41	4754,13	11785,93	14194,74	6943,72	6067,50

4.6.3.3 Projektne situacije

Proračun je proveden za odabrane projektne situacije:

R. br.	Projektna situacija	Napomena
1	S1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje

Provedenim proračunima pokazuje se interakcija pojedinačnih temeljnih konstrukcija s tlom (opterećenje od konstrukcije – nosivost temeljnog tla do sloma).

4.6.3.4 Rezultati proračuna

Sljedeća tablica prikazuje vrijednost provedenih proračuna nosivosti temeljnog tla:

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (faktorizirano) (kN)
1	RM1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje	896.035,2	53.755,11
2	RM2	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje	405.412,2	20.380,41
3	RM3	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje	12.983,6	4.754,13
4	RM4	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje	329.060,6	11.785,93
5	RM5	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje	397.178,4	14.194,74
6	RM6	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje	266.335,3	6.943,72
7	RM7	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje	276.079,0	6.067,50

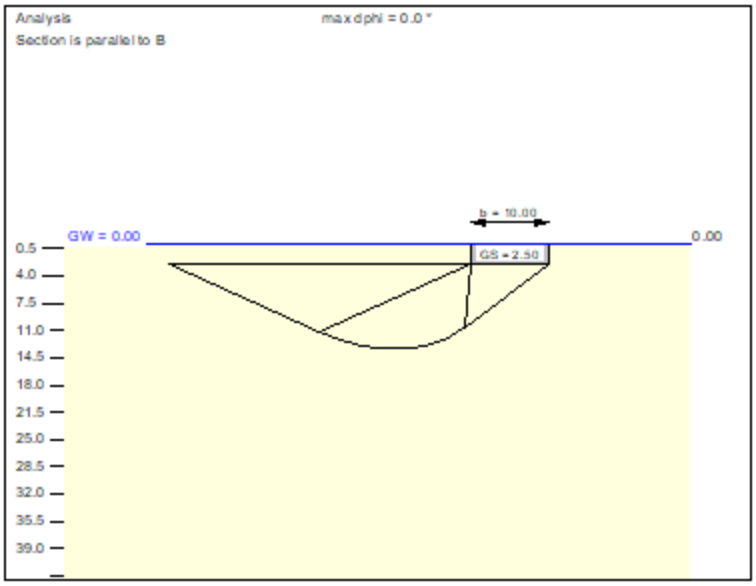
4.6.3.5 Pojedinačni prikaz rezultata proračuna

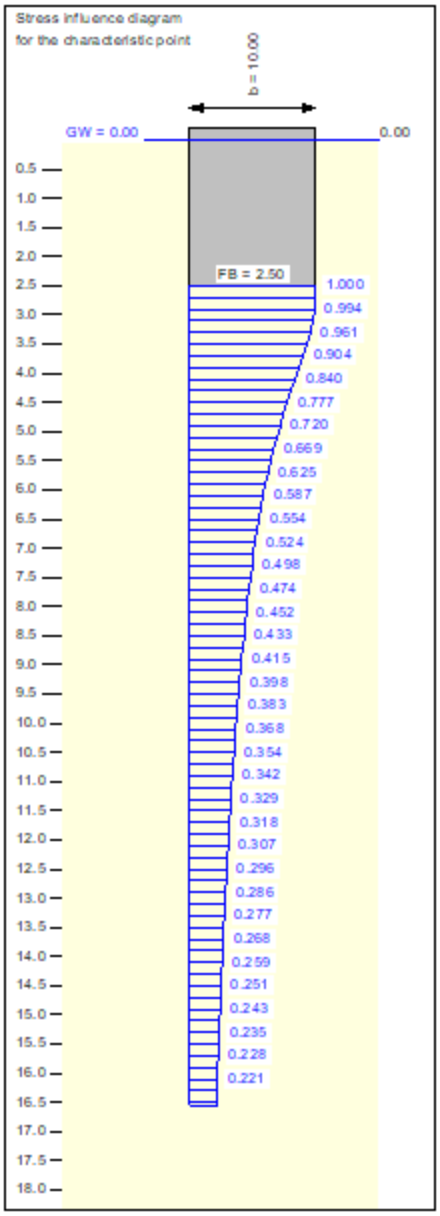
Rezultati proračuna nosivosti temeljnog tla prikazani su u nastavku:

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (kN)
1	RM1	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje	896.035,2	53.755,11

Soil	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Designation
	23.0	13.0	42.0	44.0	800.0	0.00	Šejl

Basis for calculation:
Šišljavic
Partial safety factor concept
γ (Gr) = 1.00
γ (G) = 1.35
γ (Q) = 1.50
Footing base depth = 2.50 m
Groundwater = 0.00 m
Limiting depth of p = 20.0 %





Pad footing results:
Loads = Permanent / Changeable
Vertical load $F_{v,k}$ = 39818.60 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,x}$ = 16589.30 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN
Moment $M_{k,x}$ = 65276.10 / 0.00 kN * m
Moment $M_{k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Length L = 21.05 m
Width B = 10.00 m
Below permanent loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -1.639 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 17.77 m
Width B' = 10.00 m
Below total loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -1.639 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 17.77 m
Width B' = 10.00 m

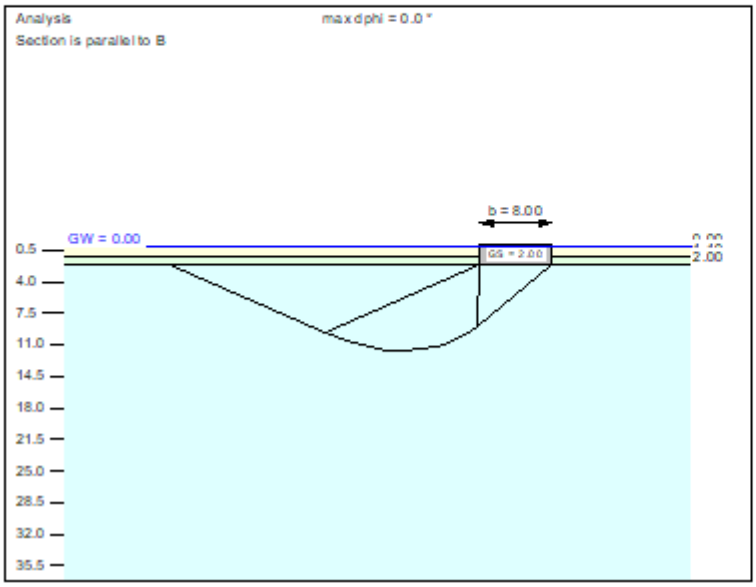
Bearing capacity:
Partial FOS (bearing capacity) γ_{Gr} = 1.00
$\sigma_{ot,k}$ / $\sigma_{ot,d}$ = 5042.0 / 5042.0 kN/m²
R_k = 896035.2 kN

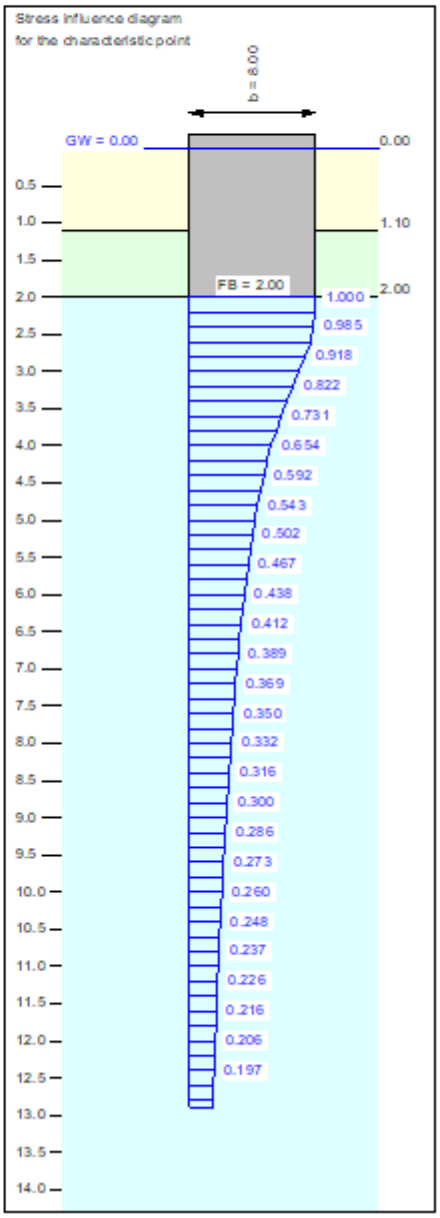
R_d = 896035.2 kN
V_d = 1.35 * 39818.60 + 1.50 * 0.0 kN
V_d = 53755.1 kN
f (parallel to B) = 0.060
cal φ = 42.0 °
cal c = 44.00 kN/m²
cal γ_2 = 13.00 kN/m³
cal σ_0 = 32.50 kN/m²

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (kN)
2	RM2	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje	405.412,2	20.380,41

Soil	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Designation
	19.5	9.5	25.0	3.0	9.0	0.00	SC/CL
	20.0	10.0	35.0	0.0	15.0	0.00	GC
	23.0	13.0	42.0	44.0	800.0	0.00	Šejl

Basis for calculation:
Šišljavic
Partial safety factor concept
γ (Gr) = 1.00
γ (G) = 1.35
γ (Q) = 1.50
Footing base depth = 2.00 m
Groundwater = 0.00 m
Limiting depth of p = 20.0 %





Pad footing results:
Loads = Permanent / Changeable
Vertical load $F_{v,k}$ = 15096.60 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,x}$ = 5649.20 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN
Moment $M_{k,x}$ = 15124.00 / 0.00 kN * m
Moment $M_{k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Length L = 12.00 m
Width B = 8.00 m
Below permanent loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -1.002 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 10.00 m
Width B' = 8.00 m
Below total loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -1.002 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 10.00 m
Width B' = 8.00 m

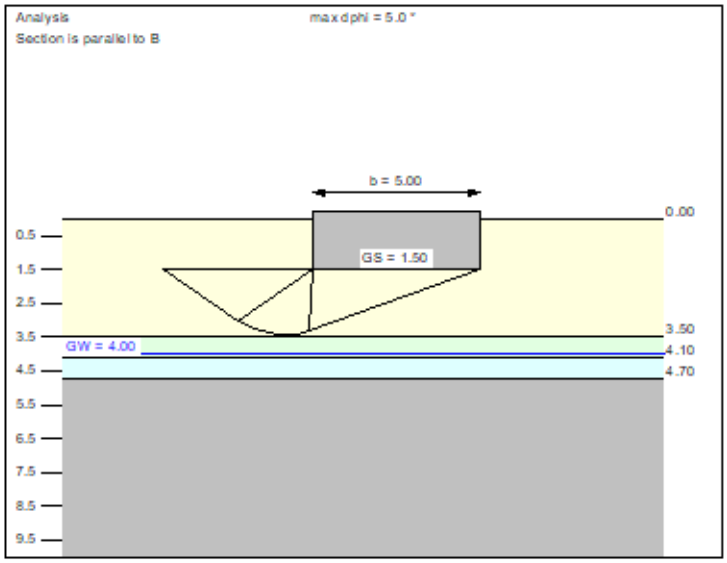
Bearing capacity:
Partial FOS (bearing capacity) γ_{Gr} = 1.00
$\sigma_{0f,k}$ / $\sigma_{0f,d}$ = 5069.5 / 5069.5 kN/m²
R_k = 405412.2 kN

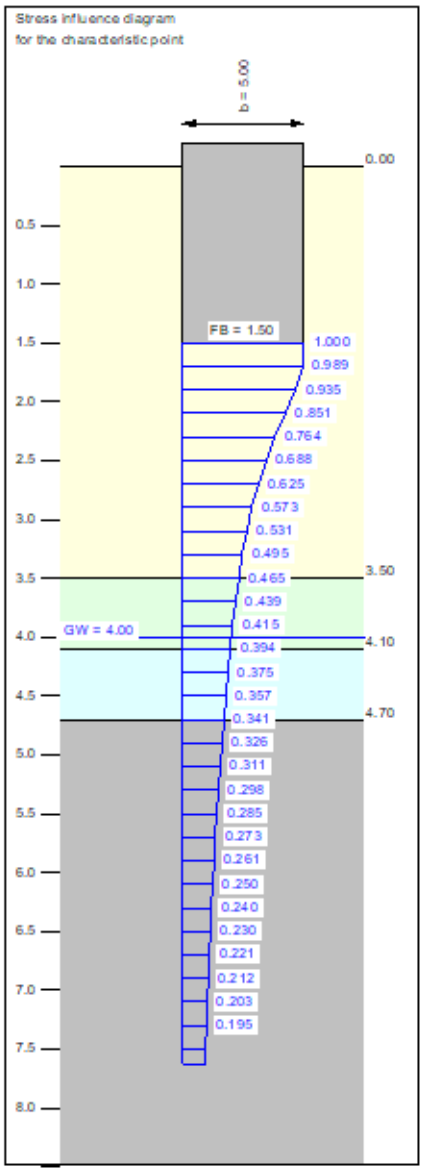
R_d = 405412.2 kN
V_d = 1.35 * 15096.60 + 1.50 * 0.0 kN
V_d = 20380.4 kN
f (parallel to B) = 0.050
cal φ = 42.0 °
cal c = 44.00 kN/m²
cal γ_2 = 13.00 kN/m³
cal σ_0 = 19.45 kN/m²

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (kN)
3	RM3	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje	12.983,6	4.754,13

Soil	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Designation
	19.0	9.0	22.0	19.0	6.0	0.00	CI/CH
	19.5	9.5	25.0	3.0	9.0	0.00	SC/CL
	20.0	10.0	35.0	0.0	15.0	0.00	GC
	23.0	13.0	42.0	44.0	800.0	0.00	Šejl

Basis for calculation:
Šišljavic
Partial safety factor concept
γ (Gr) = 1.00
γ (G) = 1.35
γ (Q) = 1.50
Footing base depth = 1.50 m
Groundwater = 4.00 m
Limiting depth of p = 20.0 %





Pad footing results:
Loads = Permanent / Changeable
Vertical load $F_{v,k}$ = 3521.58 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,x}$ = 1134.36 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN
Moment $M_{k,x}$ = 2053.62 / 0.00 kN * m
Moment $M_{k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Length L = 6.00 m
Width B = 5.00 m
Below permanent loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.583 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 4.83 m
Width B' = 5.00 m
Below total loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.583 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 4.83 m
Width B' = 5.00 m

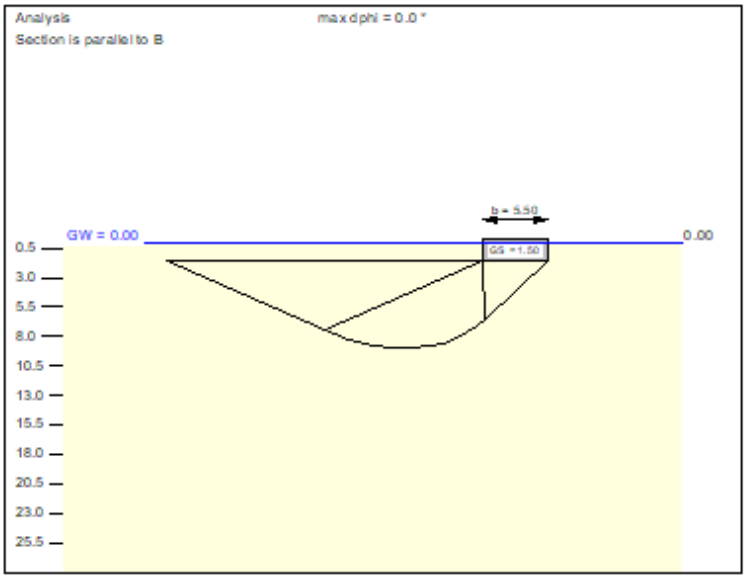
Bearing capacity:
Partial FOS (bearing capacity) γ_{Gr} = 1.00
$\sigma_{Rd,k}$ / $\sigma_{Rd,d}$ = 537.2 / 537.2 kN/m²
R_k = 12983.6 kN

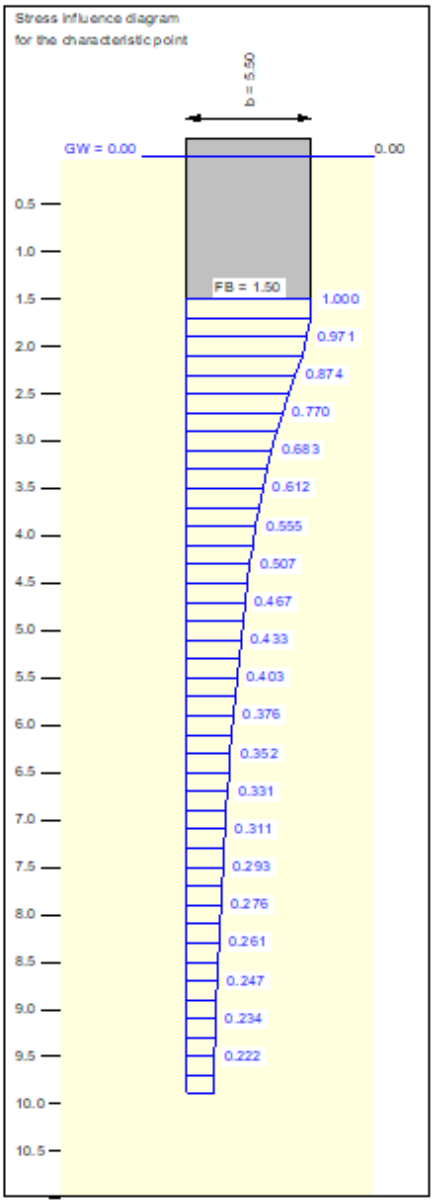
R_d = 12983.6 kN
V_d = 1.35 * 3521.58 + 1.50 * 0.0 kN
V_d = 4754.1 kN
f (parallel to B) = 0.366
cal φ = 22.0 °
cal c = 19.00 kN/m²
cal γ_2 = 19.00 kN/m³
cal σ_0 = 28.50 kN/m²

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (kN)
4	RM4	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje	329.060,6	11.785,93

Soil	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Designation
	23.0	13.0	42.0	44.0	800.0	0.00	Šejl

Basis for calculation:
Šišljavic
Partial safety factor concept
γ (Gr) = 1.00
γ (G) = 1.35
γ (Q) = 1.50
Footing base depth = 1.50 m
Groundwater = 0.00 m
Limiting depth of p = 20.0 %





Pad footing results:
Loads = Permanent / Changeable
Vertical load $F_{v,k}$ = 8730.33 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,x}$ = 2802.75 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN
Moment $M_{k,x}$ = 7749.13 / 0.00 kN * m
Moment $M_{k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Length L = 13.70 m
Width B = 5.50 m
Below permanent loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.888 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 11.92 m
Width B' = 5.50 m
Below total loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.888 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 11.92 m
Width B' = 5.50 m

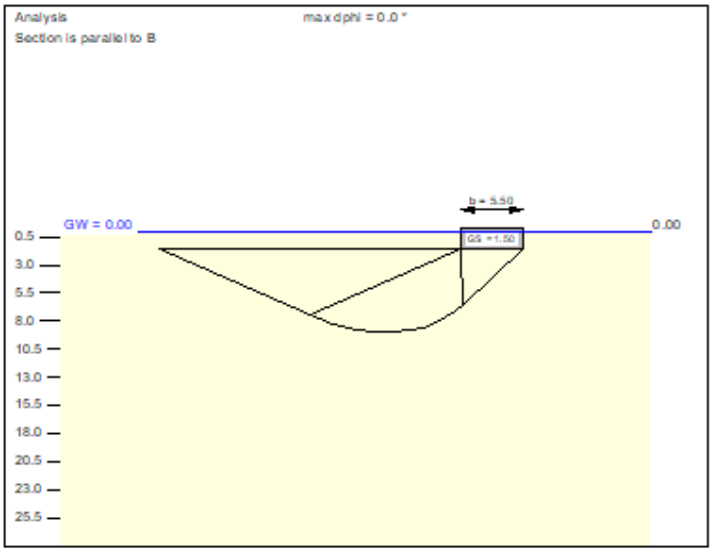
Bearing capacity:
Partial FOS (bearing capacity) γ_{Gr} = 1.00
$\sigma_{Df,k}$ / $\sigma_{Df,d}$ = 5017.2 / 5017.2 kN/m²
R_k = 329060.6 kN

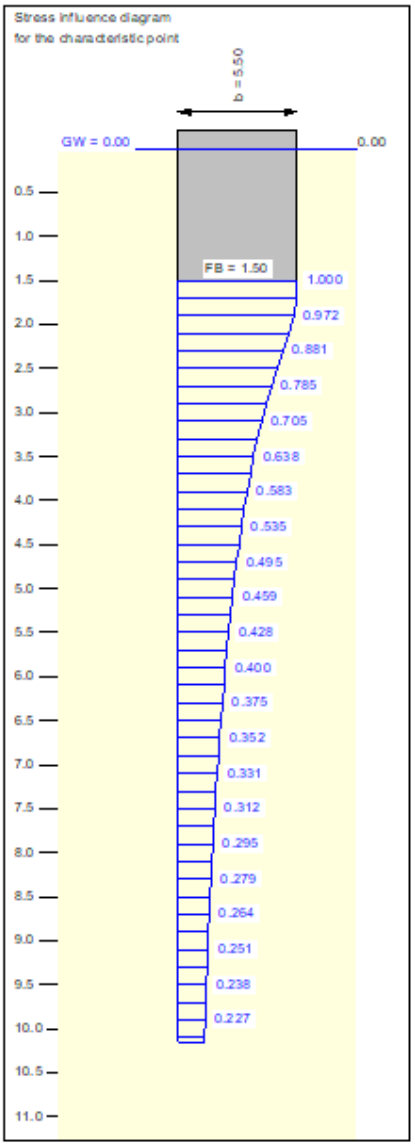
R_d = 329060.6 kN
V_d = 1.35 * 8730.33 + 1.50 * 0.0 kN
V_d = 11785.9 kN
f (parallel to B) = 0.036
cal φ = 42.0 °
cal c = 44.00 kN/m²
cal γ_2 = 13.00 kN/m³
cal σ_0 = 19.50 kN/m²

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (kN)
5	RM5	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje	397.178,4	14.194,74

Soil	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Designation
	23.0	13.0	42.0	44.0	800.0	0.00	Šejl

Basis for calculation:
Šišljavic
Partial safety factor concept
γ (Gr) = 1.00
γ (G) = 1.35
γ (Q) = 1.50
Footing base depth = 1.50 m
Groundwater = 0.00 m
Limiting depth of p = 20.0 %





Pad footing results:
Loads = Permanent / Changeable
Vertical load $F_{v,k}$ = 10514.60 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,x}$ = 3375.57 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN
Moment $M_{k,x}$ = 9332.90 / 0.00 kN * m
Moment $M_{k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Length L = 16.50 m
Width B = 5.50 m
Below permanent loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.888 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 14.72 m
Width B' = 5.50 m
Below total loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.888 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 14.72 m
Width B' = 5.50 m

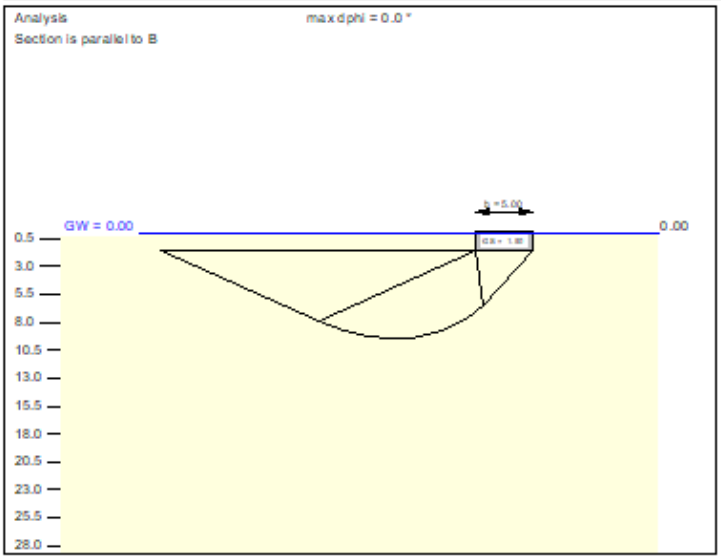
Bearing capacity:
Partial FOS (bearing capacity) γ_{Gr} = 1.00
$\sigma_{ot,k}$ / $\sigma_{ot,d}$ = 4904.3 / 4904.3 kN/m²
R_k = 397178.4 kN

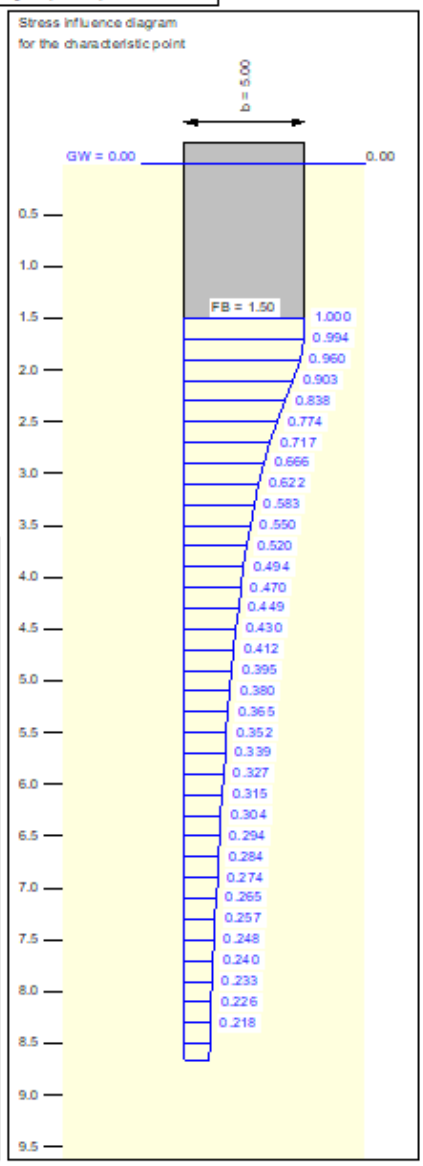
R_d = 397178.4 kN
V_d = 1.35 * 10514.60 + 1.50 * 0.0 kN
V_d = 14194.7 kN
f (parallel to B) = 0.036
cal φ = 42.0 °
cal c = 44.00 kN/m²
cal γ_2 = 13.00 kN/m³
cal σ_0 = 19.50 kN/m²

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (kN)
6	RM6	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje	266.335,3	6.943,72

Basis for calculation:
Šišljavic
Partial safety factor concept
γ (Gr) = 1.00
γ (G) = 1.35
γ (Q) = 1.50
Footing base depth = 1.50 m
Groundwater = 0.00 m
Limiting depth of p = 20.0 %

Soil	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Designation
	23.0	13.0	42.0	44.0	800.0	0.00	Šejl





Pad footing results:
Loads = Permanent / Changeable
Vertical load $F_{v,k}$ = 5143.50 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,x}$ = 1312.20 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN
Moment $M_{k,x}$ = 3448.60 / 0.00 kN * m
Moment $M_{k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Length L = 10.00 m
Width B = 5.00 m
Below permanent loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.670 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 8.66 m
Width B' = 5.00 m
Below total loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.670 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 8.66 m
Width B' = 5.00 m

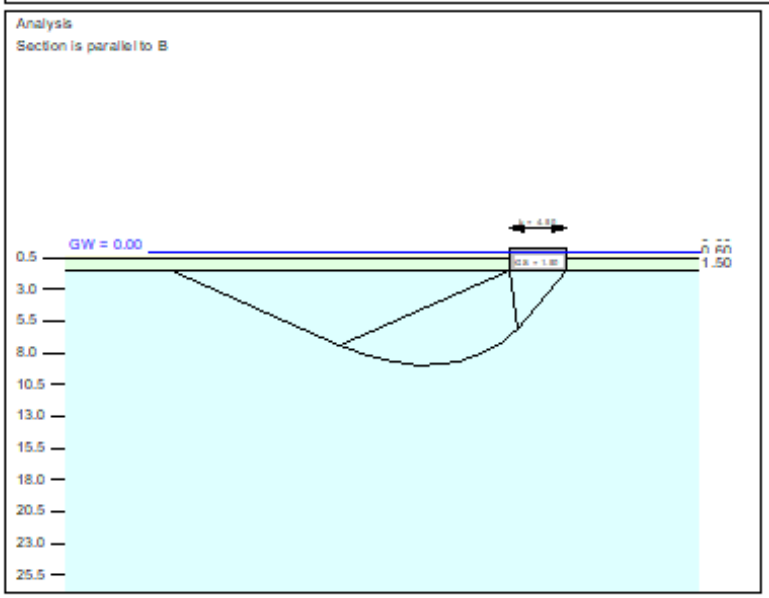
Bearing capacity:
Partial FOS (bearing capacity) γ_{Gr} = 1.00
$\sigma_{Gf,k}$ / $\sigma_{Gf,d}$ = 6151.6 / 6151.6 kN/m²
R_k = 266335.3 kN

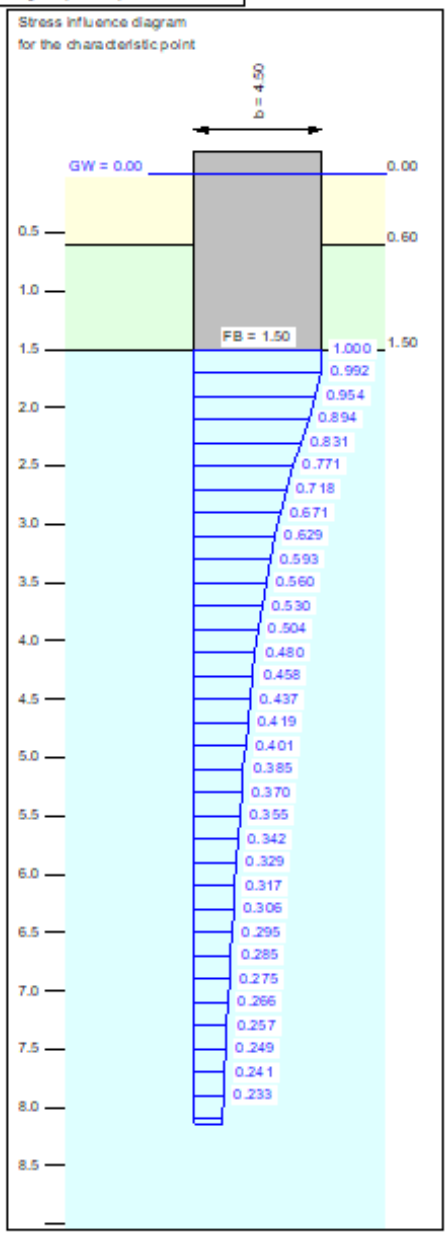
R_d = 266335.3 kN
V_d = 1.35 * 5143.50 + 1.50 * 0.0 kN
V_d = 6943.7 kN
f (parallel to B) = 0.026
cal φ = 42.0 °
cal c = 44.00 kN/m²
cal γ_2 = 13.00 kN/m³
cal σ_0 = 19.50 kN/m²

R. br.	Oznaka proj. sit.	Projektna situacija	Nosivost (kN)	Računsko opterećenje (kN)
7	RM7	Nosivost temeljnog tla - drenirano stanje	276.079,0	6.067,50

Soil	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Designation
	19.5	9.5	25.0	3.0	9.0	0.00	SC/CL
	20.0	10.0	35.0	0.0	15.0	0.00	GC
	23.0	13.0	42.0	44.0	800.0	0.00	Šejl

Basis for calculation:
Šišljavic
Partial safety factor concept
γ (Gr) = 1.00
γ (G) = 1.35
γ (Q) = 1.50
Footing base depth = 1.50 m
Groundwater = 0.00 m
Limiting depth of p = 20.0 %





Pad footing results:
Loads = Permanent / Changeable
Vertical load $F_{v,k}$ = 4494.45 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,x}$ = 1048.34 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN
Moment $M_{k,x}$ = 1895.48 / 0.00 kN * m
Moment $M_{k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Length L = 11.40 m
Width B = 4.50 m
Below permanent loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.422 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 10.56 m
Width B' = 4.50 m
Below total loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.422 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 10.56 m
Width B' = 4.50 m

Bearing capacity:
Partial FOS (bearing capacity) γ_{Gr} = 1.00
$\sigma_{ot,k}$ / $\sigma_{ot,d}$ = 5811.7 / 5811.7 kN/m²
R_k = 276079.0 kN

R_d = 276079.0 kN
V_d = 1.35 * 4494.45 + 1.50 * 0.0 kN
V_d = 6067.5 kN
f (parallel to B) = 0.022
cal φ = 42.0 °
cal c = 44.00 kN/m²
cal γ_2 = 13.00 kN/m³
cal σ_0 = 14.70 kN/m²

4.6.3.6 Zaključak uz analize nosivosti

Provedeni su proračuni nosivosti temeljnog tla ispod krilnih zidova pregrade Brodarci. Proveden je proračun nosivosti prema HRN EN 1997-1, sukladno nacionalnom dodatku uz korištenje proračunskog pristupa 3 za drenirano stanje.

Opterećenja na razini temeljnog tla provjerena je za računske vrijednosti opterećenja (sila) dobivenih iz podloga statičara. Proračunima je dokazano da temeljno tlo, u okvirima proračunskih pretpostavki, ima dostatnu nosivost te da vrijedi:

$$V_d < R_d$$

Projektant :	Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.

4.7 ANALIZA SLIJEGANJA

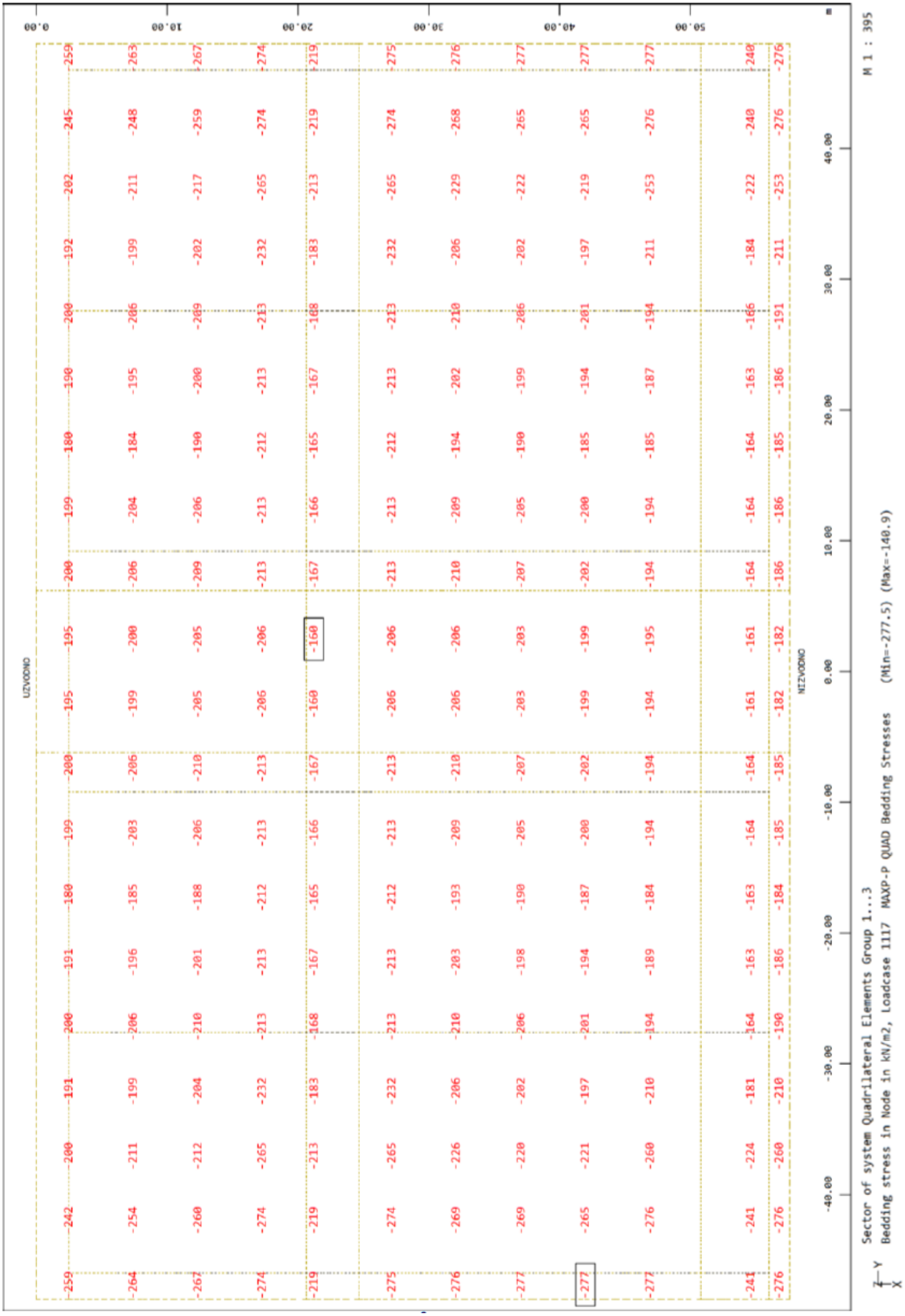
Proračun slijeganja objekata izvršen je s nefaktoriziranim djelovanjem na temeljno tlo i s karakterističnim parametrima tla.

Analize slijeganja provedene su za:

- Pregrade Brodarci,
- Krilne zidove pregrade

4.7.1 ANALIZA SLIJEGANJA PREGRADE BRODARCI

Kontaktna naprezanja na temeljnu ploču dobivena su od statičara i prikazana na slijedećoj slici.


UZVODNO
NIZVODNO
M 1 : 395
Sector of system Quadrilateral Elements Group 1...3
Bedding stress in Node in kN/m2, Loadcase 1117 MAXP-P QUAD Bedding Stresses (Min=-277.5) (Max=-140.9)

Tablica prikazuje geometriju, analizu opterećenja:

	RM1	RM2
a (m)	96,0	96,0
b (m)	57,6	57,6
A (m2)	5529,6	5529,6
pmax (kN/m2)	277,0	160,0
F (kN)	1.531.699,2	884.736,0

Proračun nosivosti temeljnog tla računata je sa minimalnim i maksimalnim vrijednostima opterećenja koje djeluju na temeljno tlo. Kako bi se napravila usporedba i razlika između djelovanja.

4.7.1.1 Računski model RM1

Naponsko – deformacijska analiza izvršena na računskom modelu RM1 opisuje temeljnu ploču pregrade Brodarci.

Projektne situacije

RAČUNSKI MODEL	SITUACIJA
S1	Minimalno opterećenje na temeljno tlo ispod pregrade
S2	Maksimalno opterećenje na temeljno tlo ispod pregrade

Rezultati - projektna situacija S1

Prikazani su rezultati naponsko – deformacijske analize za projektnu situaciju S1 " minimalno opterećenje" na računskom modelu RM1.

RM1-S1	Minimalno opterećenje na temeljno tlo ispod pregrade	Slijeganje = 0,40 cm

Soil	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Designation
	23.0	13.0	42.0	44.0	800.0	0.00	Šejl

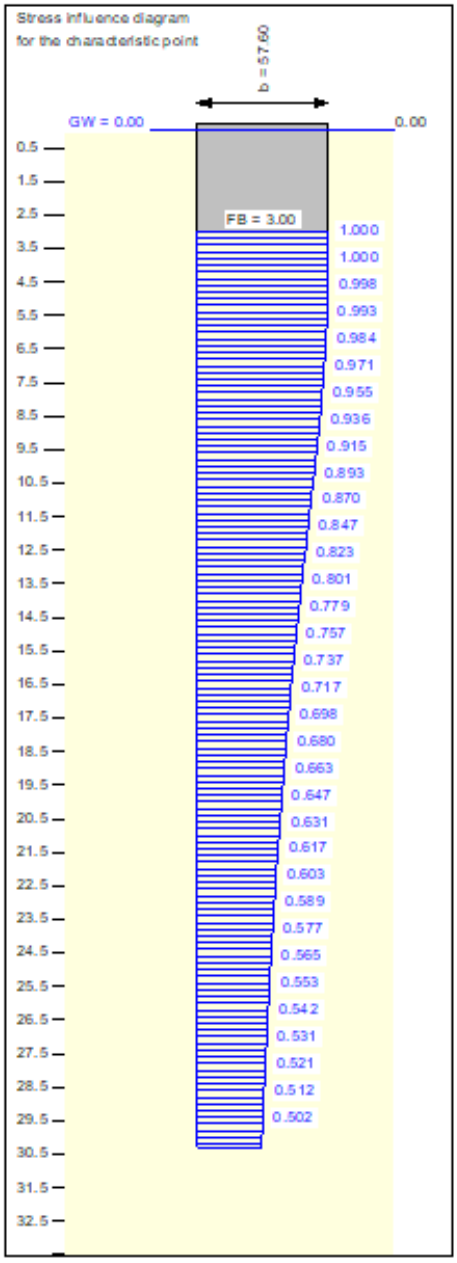
Pad footing results:
Loads = Permanent / Changeable
Vertical load $F_{v,k}$ = 884736.00 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,x}$ = 0.00 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN
Moment $M_{k,x}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Moment $M_{k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Length L = 96.00 m
Width B = 57.60 m
Below permanent loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.000 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 96.00 m
Width B' = 57.60 m
Below total loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.000 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 96.00 m
Width B' = 57.60 m

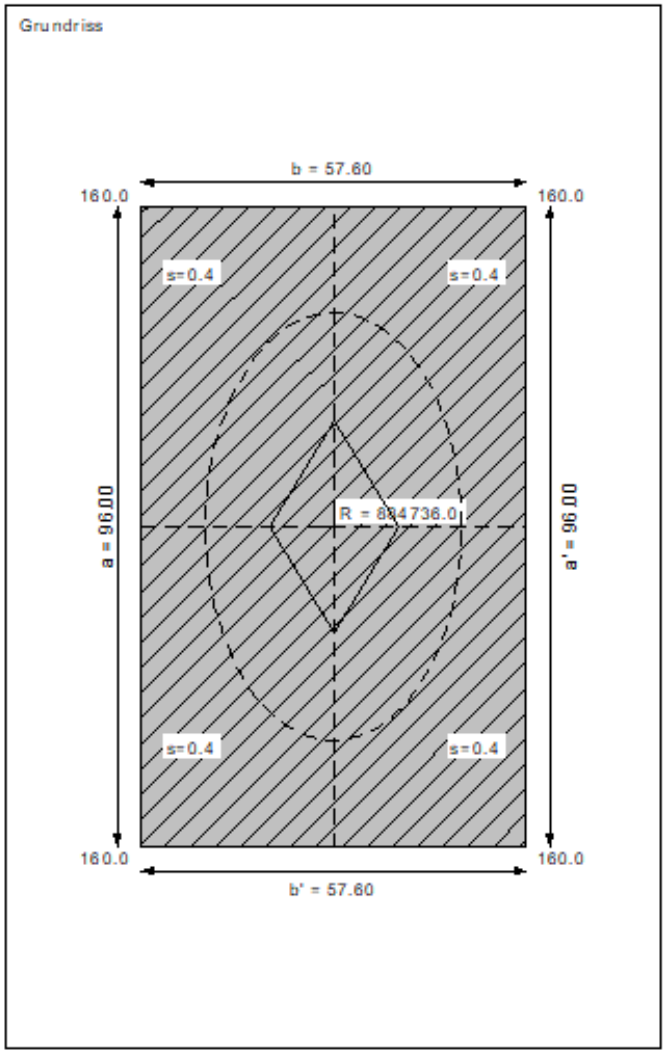
Bearing capacity:
Partial FOS (bearing capacity) γ_{Gr} = 1.00
$\sigma_{ot,k}$ / $\sigma_{ot,d}$ = 57111.4 / 57111.4 kN/m²
R_k = 315802988.5 kN

R_d = 315802988.5 kN
V_d = 1.35 * 884736.00 + 1.50 * 0.0 kN
V_d = 1194393.6 kN
f (parallel to B) = 0.004
cal φ = 42.0 °
cal c = 44.00 kN/m²
cal γ_2 = 13.00 kN/m³
cal σ_0 = 39.00 kN/m²
Base of log. spiral = 151.10 m u. GOK
Length log. spiral = 691.26 m
Area of log. spiral = 55392.76 m²
Bearing capacitiy coeff. (x):
N_c = 93.7; N_d = 85.4; N_b = 76.0
Shape coeff. (x):
ν_c = 1.406; ν_d = 1.401; ν_b = 0.820

Settlement from total loads:
Limiting depth t_g = 30.30 m b. GL
Settlement (mean of CP's) = 0.40 cm
Settlement of CPs:
top left = 0.40 cm
top right = 0.40 cm
bottom left = 0.40 cm
bottom right = 0.40 cm
Torsion (x) (CP) = 0.0
Torsion (y) (CP) = 0.0

Basis for calculation:
Šišljavic
Partial safety factor concept
γ (Gr) = 1.00
γ (G) = 1.35
γ (Q) = 1.50
Footing base depth = 3.00 m
Groundwater = 0.00 m
Limiting depth of p = 20.0 %


Stress influence diagram
for the characteristic point
b = 57.60
GW = 0.00
0.00
FB = 3.00
1.000
1.000
0.998
0.993
0.984
0.971
0.955
0.936
0.915
0.893
0.870
0.847
0.823
0.801
0.779
0.757
0.737
0.717
0.698
0.680
0.663
0.647
0.631
0.617
0.603
0.589
0.577
0.565
0.553
0.542
0.531
0.521
0.512
0.502


Grundriss
b = 57.60
160.0
160.0
s=0.4
s=0.4
a = 96.00
R = 884736.0
a' = 96.00
s=0.4
s=0.4
160.0
160.0
b' = 57.60

Rezultati - projektna situacija S2

Prikazani su rezultati naponsko – deformacijske analize za projektnu situaciju S2 " maksimalno opterećenje" na računskom modelu RM1.

RM1-S2	Maksimalno opterećenje na temeljno tlo ispod pregrade	Slijeganje = 0,87 cm

Soil	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Designation
	23.0	13.0	42.0	44.0	800.0	0.00	Šejl

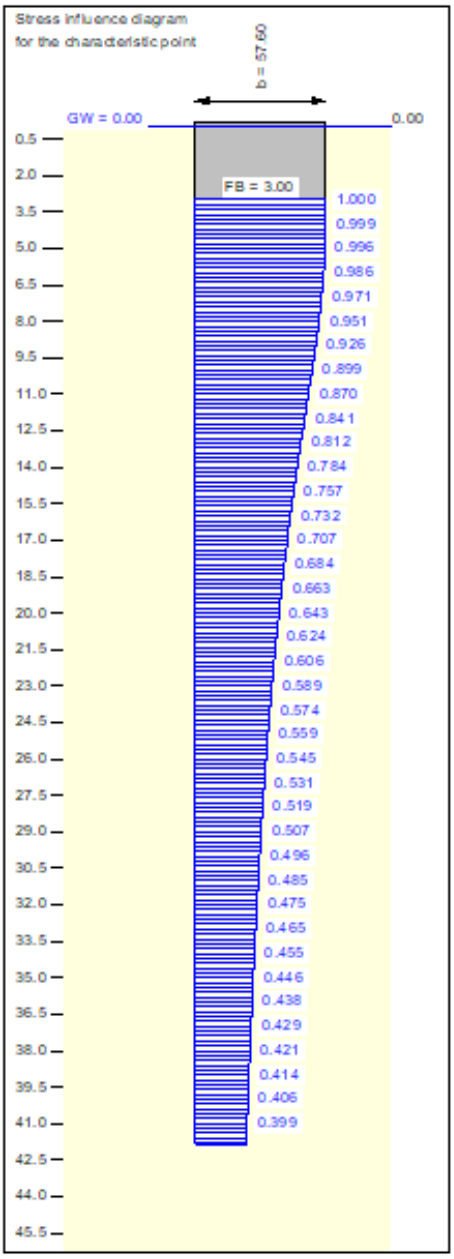
Pad footing results:
Loads = Permanent / Changeable
Vertical load $F_{v,k}$ = 1531699.20 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,x}$ = 0.00 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN
Moment $M_{k,x}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Moment $M_{k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Length L = 96.00 m
Width B = 57.60 m
Below permanent loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.000 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 96.00 m
Width B' = 57.60 m
Below total loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.000 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 96.00 m
Width B' = 57.60 m

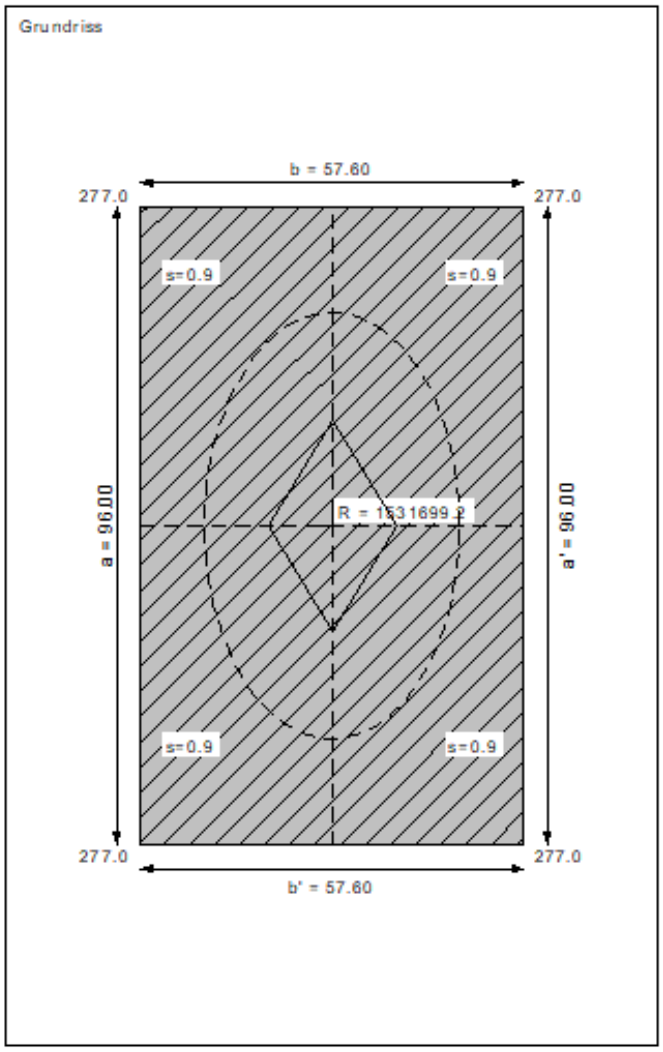
Bearing capacity:
Partial FOS (bearing capacity) γ_{Gr} = 1.00
$\sigma_{0t,k}$ / $\sigma_{0t,d}$ = 57111.4 / 57111.4 kN/m²
R_k = 315802988.5 kN

R_d = 315802988.5 kN
V_d = 1.00 * 1531699.20 + 1.00 * 0.0 kN
V_d = 1531699.2 kN
f (parallel to B) = 0.005
cal φ = 42.0 °
cal c = 44.00 kN/m²
cal γ_2 = 13.00 kN/m³
cal σ_0 = 39.00 kN/m²
Bearing capacitiy coeff. (x):
N_c = 93.7; N_d = 85.4; N_b = 76.0
Shape coeff. (x):
ν_c = 1.406; ν_d = 1.401; ν_b = 0.820

Settlement from total loads:
Limiting depth t_g = 41.85 m b. GL
Settlement (mean of CP's) = 0.87 cm
Settlement of CPs:
top left = 0.87 cm
top right = 0.87 cm
bottom left = 0.87 cm
bottom right = 0.87 cm

Basis for calculation:
Šišljavic
Partial safety factor concept
γ (Gr) = 1.00
γ (G) = 1.00
γ (Q) = 1.00
Footing base depth = 3.00 m
Groundwater = 0.00 m
Limiting depth of p = 20.0 %





4.7.1.2 Zaključak naponsko - deformacijske analize ustave

Izvršene su naponsko deformacijske analize za temeljnu ploču pregrade Brodarci na odabranim proračunskim modelima. Analizirano je slijeganje temeljnog tla as minimalni i maksimalnim opterećenjima na temeljnoj ploči uvjetima za konačno stanje izgradnje.

Očekivane vrijednosti slijeganja tla ispod pregrade Brodarci kreću se od 0,4 do 0,87 cm.

4.7.2 ANALIZA SLIJEGANJA KRILNIH ZIDOVA USTAVE

4.7.2.1 Računski modeli

Računski modeli predstavljaju temeljne ploče građevina kako je prikazano u tablici:

RAČUNSKI MODEL	GRAĐEVINA
RM1	UZ_L1 i D1
RM2	UZ_L2 i D2
RM3	UZ_L3
RM4	NZ_L1 i D1
RM5	NZ_L2 i D2
RM6	NZ_L3 i L3
RM7	NZ_L4 i L4

4.7.2.2 Djelovanje na temeljno tlo ispod ustave

Djelovanja na temeljnu ploču dobivena su od statičara i prikazana u tablici ispod. Za proračun nosivosti temeljnog tla ispod krilnih zidova pregrade uzeta su maksimalna opterećenja.

	RM1	RM2	RM3	RM4	RM5	RM6	RM7
M (kNm/m')	3101,00	1260,33	342,27	565,63	565,63	344,86	166,27
Fv (kN/m')	1891,62	1258,05	586,93	637,25	637,25	514,35	394,25
Fh (kN/m')	788,09	470,77	189,06	204,58	204,58	131,22	91,96
a (m)	21,05	12	6	13,7	16,5	10	11,4
b (m)	10	8	5	5,5	5,5	5	4,5
M (kNm)	**65276,05**	**15123,96**	**2053,62**	**7749,13**	**9332,90**	**3448,60**	**1895,48**
Fv (kN)	**39818,60**	**15096,60**	**3521,58**	**8730,33**	**10514,63**	**5143,50**	**4494,45**
Fh (kN)	**16589,29**	**5649,24**	**1134,36**	**2802,75**	**3375,57**	**1312,20**	**1048,34**

4.7.2.3 Računski model RM1

Naponsko – deformacijska analiza izvršena na računskom modelu RM1 opisuje uzvodni zidovi UZ L1 i D1.

RM1	Uzvodni zidovi L1 i D1	Slijeganje prednja strana = 0,12 cm Slijeganje stražnja strana = 0,21 cm

Soil	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Designation
	23.0	13.0	42.0	44.0	800.0	0.00	Šejl

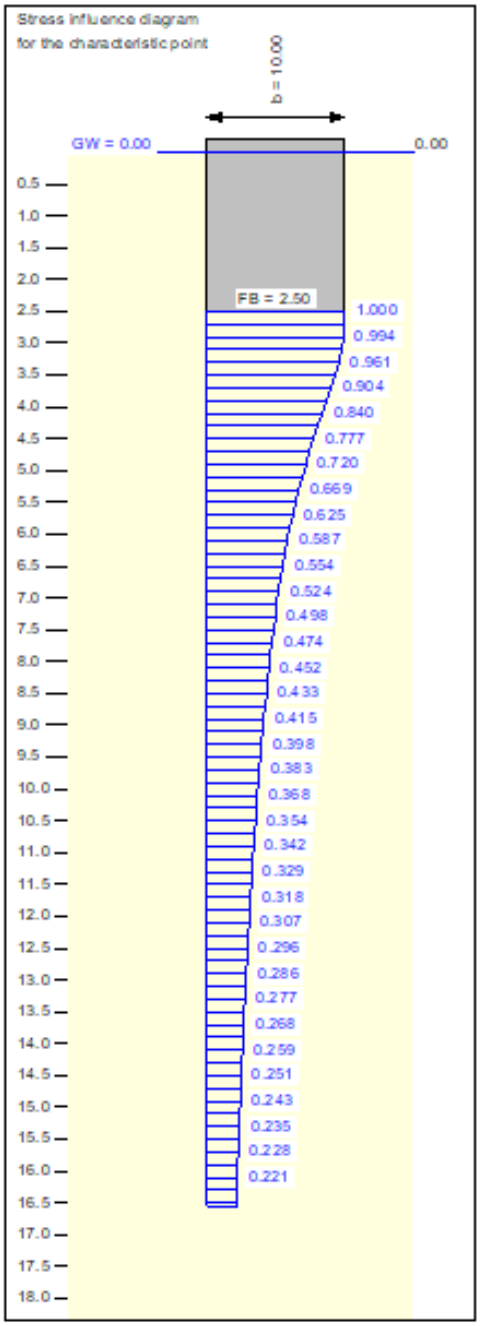
Basis for calculation:
Šišljavic
Partial safety factor concept
γ (Gr) = 1.00
γ (G) = 1.00
γ (Q) = 1.00
Footing base depth = 2.50 m
Groundwater = 0.00 m
Limiting depth of p = 20.0 %

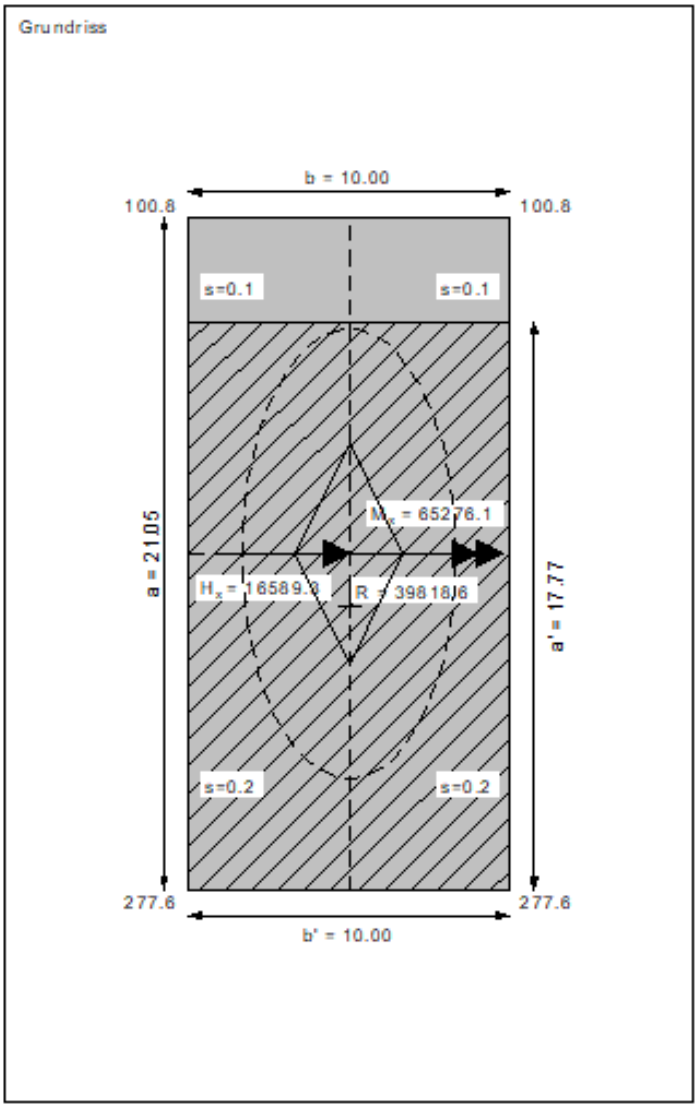
Pad footing results:
Loads = Permanent / Changeable
Vertical load $F_{v,k}$ = 39818.60 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,x}$ = 16589.30 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN
Moment $M_{k,x}$ = 65276.10 / 0.00 kN * m
Moment $M_{k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Length L = 21.05 m
Width B = 10.00 m
Below permanent loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -1.639 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 17.77 m
Width B' = 10.00 m
Below total loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -1.639 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 17.77 m
Width B' = 10.00 m

Bearing capacity:
Partial FOS (bearing capacity) γ_{Gr} = 1.00
$\sigma_{Gf,k}$ / $\sigma_{Gf,d}$ = 5042.0 / 5042.0 kN/m²
R_k = 896035.2 kN

R_d = 896035.2 kN
V_d = 1.00 * 39818.60 + 1.00 * 0.0 kN
V_d = 39818.6 kN
f (parallel to B) = 0.044
cal φ = 42.0 °
cal c = 44.00 kN/m²
cal γ_2 = 13.00 kN/m³
cal σ_0 = 32.50 kN/m²
Base of log. spiral = 13.33 m u. GOK
Length log. spiral = 54.25 m
Area of log. spiral = 314.83 m²
Bearing capacitiy coeff. (x):
N_c = 93.7; N_d = 85.4; N_b = 76.0
Shape coeff. (x):
ν_c = 1.381; ν_d = 1.377; ν_b = 0.831
Gradient coeff. (x):
κ_c = 0.352; κ_d = 0.360; κ_b = 0.203

Settlement from total loads:
Limiting depth t_g = 16.55 m b. GL
Settlement (mean of CP's) = 0.16 cm
Settlement of CPs:
top left = 0.12 cm
top right = 0.12 cm
bottom left = 0.21 cm
bottom right = 0.21 cm


Stress influence diagram
for the characteristic point
b = 10.00
GW = 0.00
0.00
FB = 2.50
1.000
0.994
0.961
0.904
0.840
0.777
0.720
0.669
0.625
0.587
0.554
0.524
0.498
0.474
0.452
0.433
0.415
0.398
0.383
0.368
0.354
0.342
0.329
0.318
0.307
0.296
0.286
0.277
0.268
0.259
0.251
0.243
0.235
0.228
0.221


Grundriss
b = 10.00
100.8
100.8
s=0.1
s=0.1
a = 21.05
a' = 17.77
M_x = 65276.1
H_x = 16589.3
R = 398186
s=0.2
s=0.2
277.6
277.6
b' = 10.00

4.7.2.4 Računski model RM2

Naponsko – deformacijska analiza izvršena na računskom modelu RM2 opisuje uzvodni zidovi UZ L2 i D2.

RM2	Uzvodni zidovi L2 i D2	Slijeganje prednja strana = 0,07 cm Slijeganje stražnja strana = 0,13 cm

Soil	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Designation
	19.5	9.5	25.0	3.0	9.0	0.00	SC/CL
	20.0	10.0	35.0	0.0	15.0	0.00	GC
	23.0	13.0	42.0	44.0	800.0	0.00	Šejl

Basis for calculation:
Šišljavic
Partial safety factor concept
γ (Gr) = 1.00
γ (G) = 1.00
γ (Q) = 1.00
Footing base depth = 2.00 m
Groundwater = 0.00 m
Limiting depth of p = 20.0 %

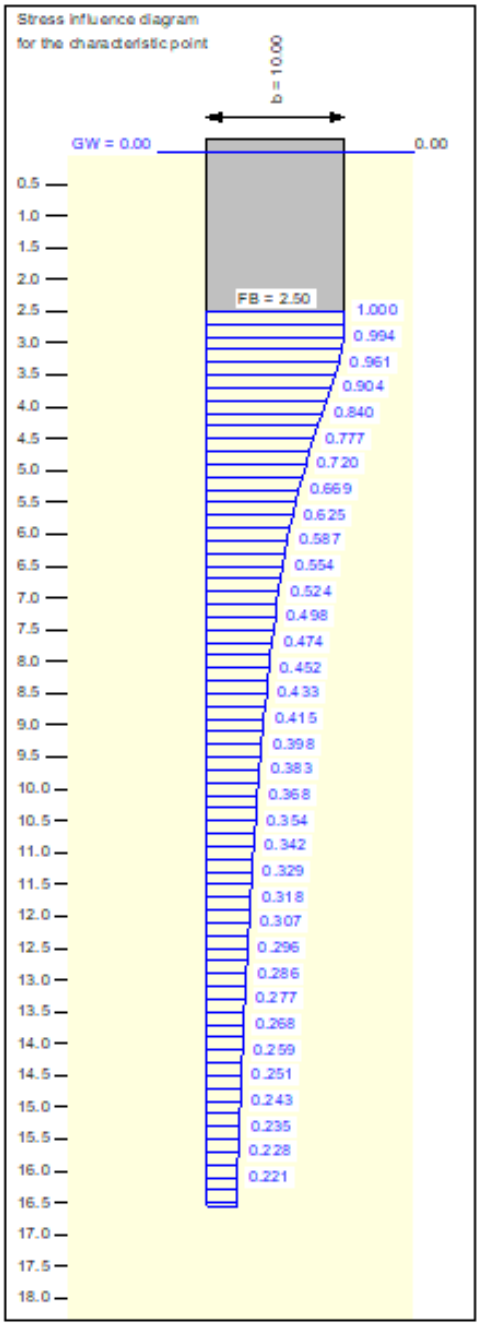
Pad footing results:
Loads = Permanent / Changeable
Vertical load $F_{v,k}$ = 15096.60 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,x}$ = 5649.20 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN
Moment $M_{k,x}$ = 15124.00 / 0.00 kN * m
Moment $M_{k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Length L = 12.00 m
Width B = 8.00 m
Below permanent loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -1.002 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 10.00 m
Width B' = 8.00 m
Below total loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -1.002 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 10.00 m
Width B' = 8.00 m

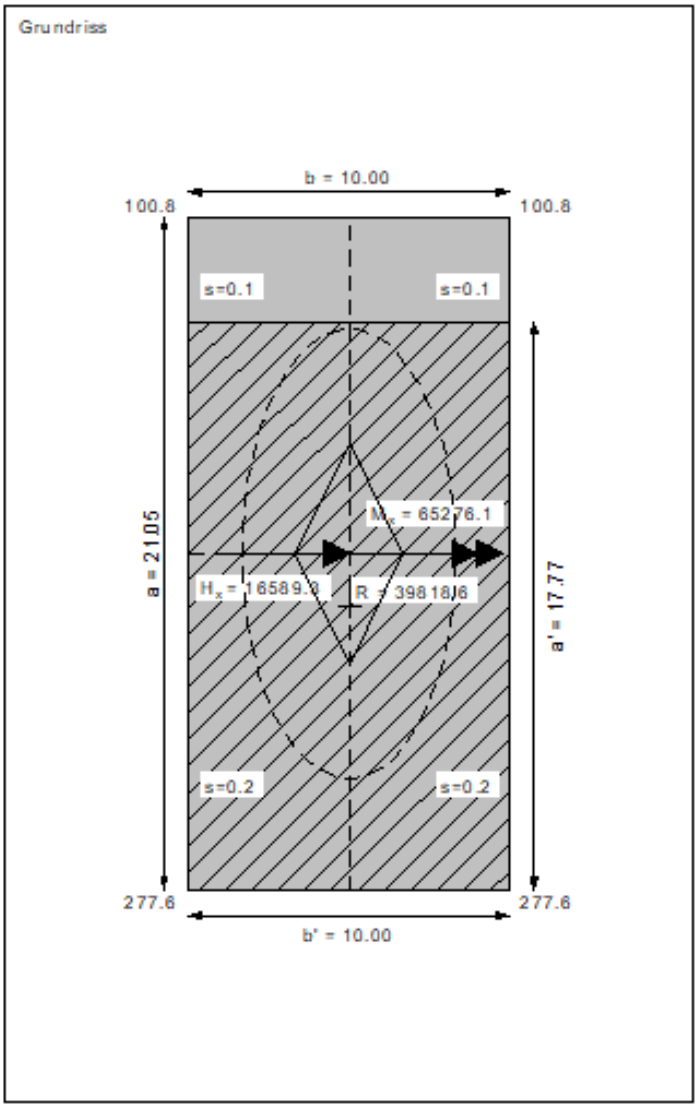
Bearing capacity:
Partial FOS (bearing capacity) γ_{Gr} = 1.00
$\sigma_{Gf,k}$ / $\sigma_{Gf,d}$ = 5069.5 / 5069.5 kN/m²
R_k = 405412.2 kN

R_d = 405412.2 kN
V_d = 1.00 * 15096.60 + 1.00 * 0.0 kN
V_d = 15096.6 kN
f (parallel to B) = 0.037
cal φ = 42.0 °
cal c = 44.00 kN/m²
cal γ_2 = 13.00 kN/m³
cal σ_0 = 19.45 kN/m²
Base of log. spiral = 11.62 m u. GOK
Length log. spiral = 47.53 m
Area of log. spiral = 245.59 m²
Bearing capacitiy coeff. (x):
N_c = 93.7; N_d = 85.4; N_b = 76.0
Shape coeff. (x):
ν_c = 1.542; ν_d = 1.535; ν_b = 0.760
Gradient coeff. (x):
κ_c = 0.399; κ_d = 0.406; κ_b = 0.249

Settlement from total loads:
Limiting depth t_g = 12.89 m b. GL
Settlement (mean of CP's) = 0.10 cm
Settlement of CPs:
top left = 0.07 cm
top right = 0.07 cm
bottom left = 0.13 cm
bottom right = 0.13 cm

Torsion (x) (CP) = 1 : 16334.7
Torsion (y) (CP) = 0.0


Stress influence diagram
for the characteristic point
b = 10.00
GW = 0.00
0.00
FB = 2.50
1.000
0.994
0.961
0.904
0.840
0.777
0.720
0.669
0.625
0.587
0.554
0.524
0.498
0.474
0.452
0.433
0.415
0.398
0.383
0.368
0.354
0.342
0.329
0.318
0.307
0.296
0.286
0.277
0.268
0.259
0.251
0.243
0.235
0.228
0.221


Grundriss
b = 10.00
100.8
100.8
s=0.1
s=0.1
a = 21.05
a' = 17.77
M = 65276.1
H = 16589.3
R = 398186
s=0.2
s=0.2
277.6
277.6
b' = 10.00

4.7.2.5 Računski model RM3

Naponsko – deformacijska analiza izvršena na računskom modelu RM3 opisuje uzvodni zid UZ L3.

RM3	Uzvodni zid L3	Slijeganje prednja strana = 2,16 cm Slijeganje stražnja strana = 4,78 cm

Soil	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Designation
	19.0	9.0	22.0	19.0	6.0	0.00	CI/CH
	19.5	9.5	25.0	3.0	9.0	0.00	SC/CL
	20.0	10.0	35.0	0.0	15.0	0.00	GC
	23.0	13.0	42.0	44.0	800.0	0.00	Šejl

Basis for calculation:
Šišljavic
Partial safety factor concept
γ (Gr) = 1.00
γ (G) = 1.00
γ (Q) = 1.00
Footing base depth = 1.50 m
Groundwater = 4.00 m
Limiting depth of p = 20.0 %

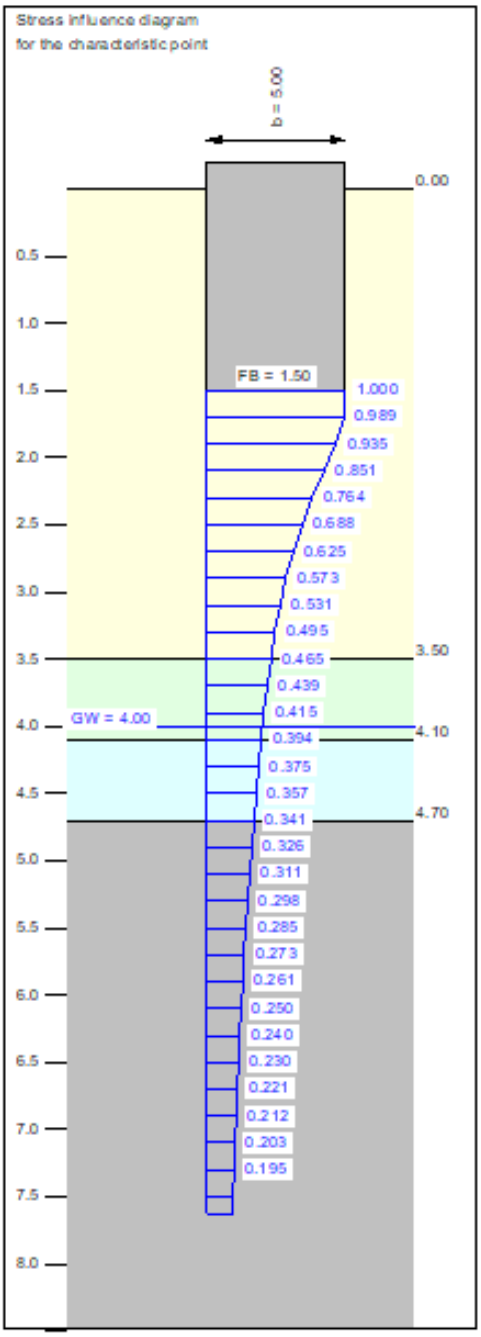
Pad footing results:
Loads = Permanent / Changeable
Vertical load $F_{v,k}$ = 3521.58 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,x}$ = 1134.36 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN
Moment $M_{k,x}$ = 2053.62 / 0.00 kN * m
Moment $M_{k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Length L = 6.00 m
Width B = 5.00 m
Below permanent loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.583 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 4.83 m
Width B' = 5.00 m
Below total loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.583 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 4.83 m
Width B' = 5.00 m

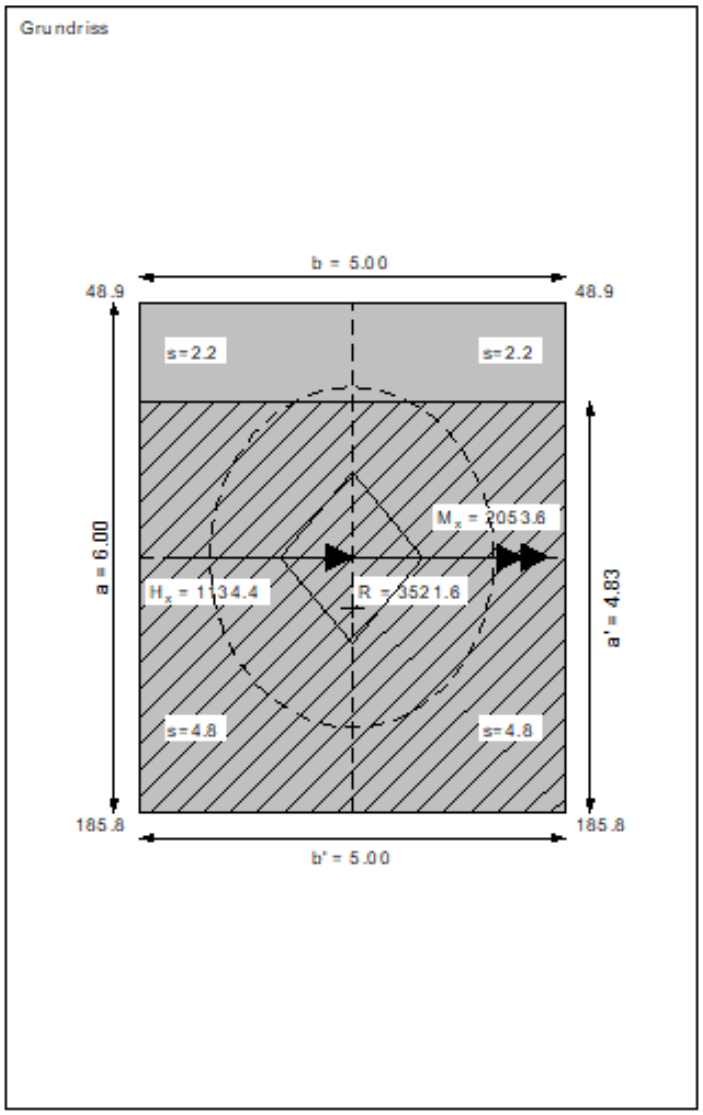
Bearing capacity:
Partial FOS (bearing capacity) γ_{Gr} = 1.00
$\sigma_{Gr,k}$ / $\sigma_{Gr,d}$ = 537.2 / 537.2 kN/m²
R_k = 12983.6 kN

R_d = 12983.6 kN
V_d = 1.00 * 3521.58 + 1.00 * 0.0 kN
V_d = 3521.6 kN
f (parallel to B) = 0.271
cal φ = 22.0 °
cal c = 19.00 kN/m²
cal γ_2 = 19.00 kN/m³
cal σ_0 = 28.50 kN/m²
Base of log. spiral = 3.44 m u. GOK
Length log. spiral = 10.30 m
Area of log. spiral = 10.18 m²
Bearing capacitiy coeff. (x):
N_c = 16.9; N_d = 7.8; N_b = 2.8
Shape coeff. (x):
ν_c = 1.415; ν_d = 1.362; ν_b = 0.710
Gradient coeff. (x):
κ_c = 0.424; κ_d = 0.704; κ_b = 0.704

Settlement from total loads:
Limiting depth t_g = 7.63 m b. GL
Settlement (mean of CP's) = 3.47 cm
Settlement of CPs:
top left = 2.16 cm
top right = 2.16 cm
bottom left = 4.78 cm
bottom right = 4.78 cm

Torsion (x) (CP) = 1 : 169.8
Torsion (y) (CP) = 0.0


Stress influence diagram
for the characteristic point
b = 5.00
0.00
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
5.0
5.5
6.0
6.5
7.0
7.5
8.0
FB = 1.50
1.000
0.989
0.935
0.851
0.764
0.688
0.625
0.573
0.531
0.495
0.465
0.439
0.415
0.394
0.375
0.357
0.341
0.326
0.311
0.298
0.285
0.273
0.261
0.250
0.240
0.230
0.221
0.212
0.203
0.195
3.50
GW = 4.00
4.10
4.70


Grundriss
b = 5.00
48.9
48.9
s=2.2
s=2.2
a = 6.00
a' = 4.83
M_x = 2053.6
H_x = 1134.4
R = 3521.6
s=4.8
s=4.8
185.8
185.8
b' = 5.00

4.7.2.6 Računski model RM4

Naponsko – deformacijska analiza izvršena na računskom modelu RM4 opisuje nizvodni zidovi NZ L1 i D1.

RM4	Nizvodni zidovi L1 i D1	Slijeganje prednja strana = 0,04 cm Slijeganje stražnja strana = 0,07 cm

Soil	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Designation
	23.0	13.0	42.0	44.0	800.0	0.00	Šejl

Basis for calculation:
Šišljavic
Partial safety factor concept
γ (Gr) = 1.00
γ (G) = 1.00
γ (Q) = 1.00
Footing base depth = 1.50 m
Groundwater = 0.00 m
Limiting depth of p = 20.0 %

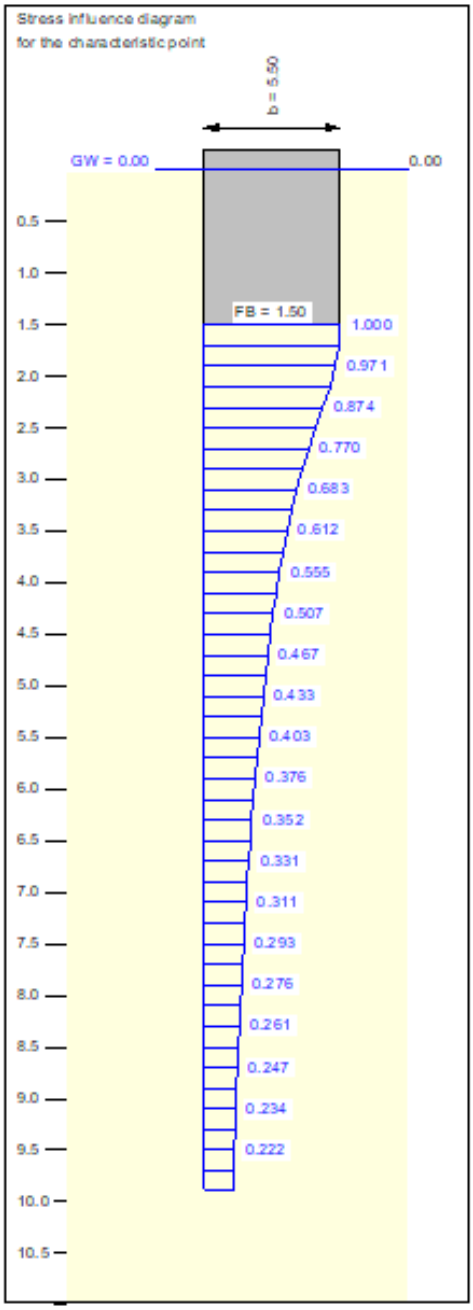
Pad footing results:
Loads = Permanent / Changeable
Vertical load $F_{v,k}$ = 8730.33 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,x}$ = 2802.75 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN
Moment $M_{k,x}$ = 7749.13 / 0.00 kN * m
Moment $M_{k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Length L = 13.70 m
Width B = 5.50 m
Below permanent loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.888 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 11.92 m
Width B' = 5.50 m
Below total loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.888 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 11.92 m
Width B' = 5.50 m

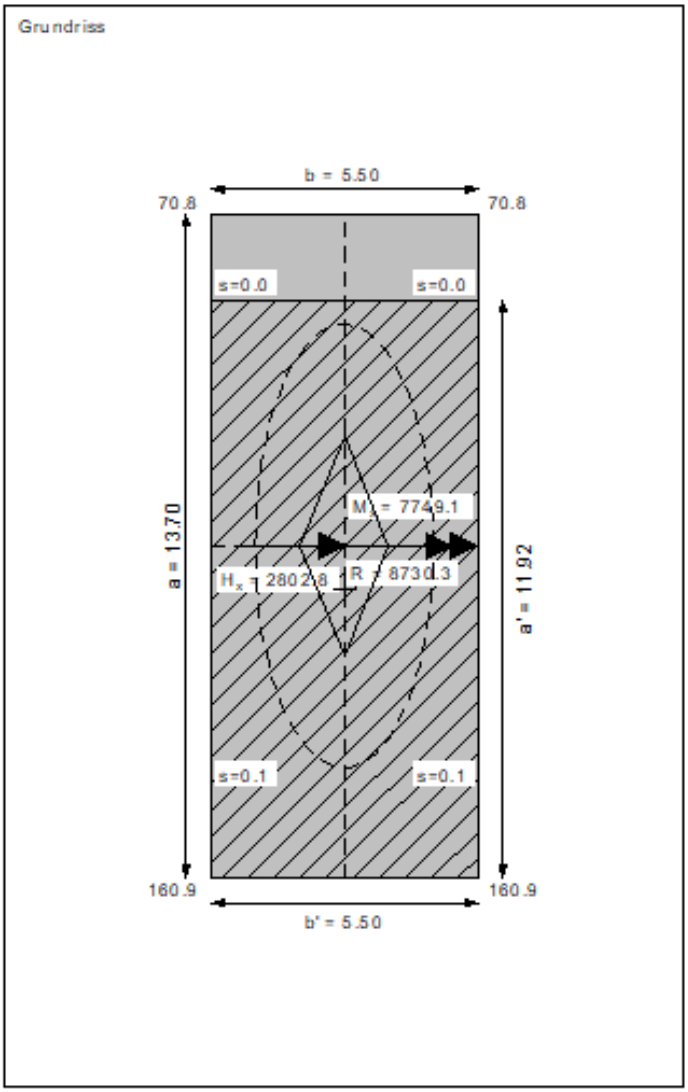
Bearing capacity:
Partial FOS (bearing capacity) γ_{Gr} = 1.00
$\sigma_{Ef,k}$ / $\sigma_{Ef,d}$ = 5017.2 / 5017.2 kN/m²
R_k = 329060.6 kN

R_d = 329060.6 kN
V_d = 1.00 * 8730.33 + 1.00 * 0.0 kN
V_d = 8730.3 kN
f (parallel to B) = 0.027
cal φ = 42.0 °
cal c = 44.00 kN/m²
cal γ_2 = 13.00 kN/m³
cal σ_0 = 19.50 kN/m²
Base of log. spiral = 8.99 m u. GOK
Length log. spiral = 36.50 m
Area of log. spiral = 147.30 m²
Bearing capacitiy coeff. (x):
N_c = 93.7; N_d = 85.4; N_b = 76.0
Shape coeff. (x):
ν_c = 1.312; ν_d = 1.309; ν_b = 0.862
Gradient coeff. (x):
κ_c = 0.464; κ_d = 0.470; κ_b = 0.317

Settlement from total loads:
Limiting depth t_g = 9.88 m b. GL
Settlement (mean of CP's) = 0.06 cm
Settlement of CPs:
top left = 0.04 cm
top right = 0.04 cm
bottom left = 0.07 cm
bottom right = 0.07 cm

Torsion (x) (CP) = 1 : 35905.9
Torsion (y) (CP) = 0.0


Stress influence diagram
for the characteristic point
b = 5.50
GW = 0.00
0.00
FB = 1.50
1.000
0.971
0.874
0.770
0.683
0.612
0.555
0.507
0.467
0.433
0.403
0.376
0.352
0.331
0.311
0.293
0.276
0.261
0.247
0.234
0.222
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
5.0
5.5
6.0
6.5
7.0
7.5
8.0
8.5
9.0
9.5
10.0
10.5


Grundriss
b = 5.50
70.8
70.8
s=0.0
s=0.0
M = 7749.1
H = 2802.8
R = 8730.3
a = 13.70
a' = 11.92
s=0.1
s=0.1
160.9
160.9
b' = 5.50

4.7.2.7 Računski model RM5

Naponsko – deformacijska analiza izvršena na računskom modelu RM5 opisuje nizvodni zidovi NZ L2 i D2.

RM5	Nizvodni zidovi L2 i D2	Slijeganje prednja strana = 0,05 cm Slijeganje stražnja strana = 0,07 cm

Soil	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Designation
	23.0	13.0	42.0	44.0	800.0	0.00	Šejl

Basis for calculation:
Šišljavic
Partial safety factor concept
γ (Gr) = 1.00
γ (G) = 1.00
γ (Q) = 1.00
Footing base depth = 1.50 m
Groundwater = 0.00 m
Limiting depth of p = 20.0 %

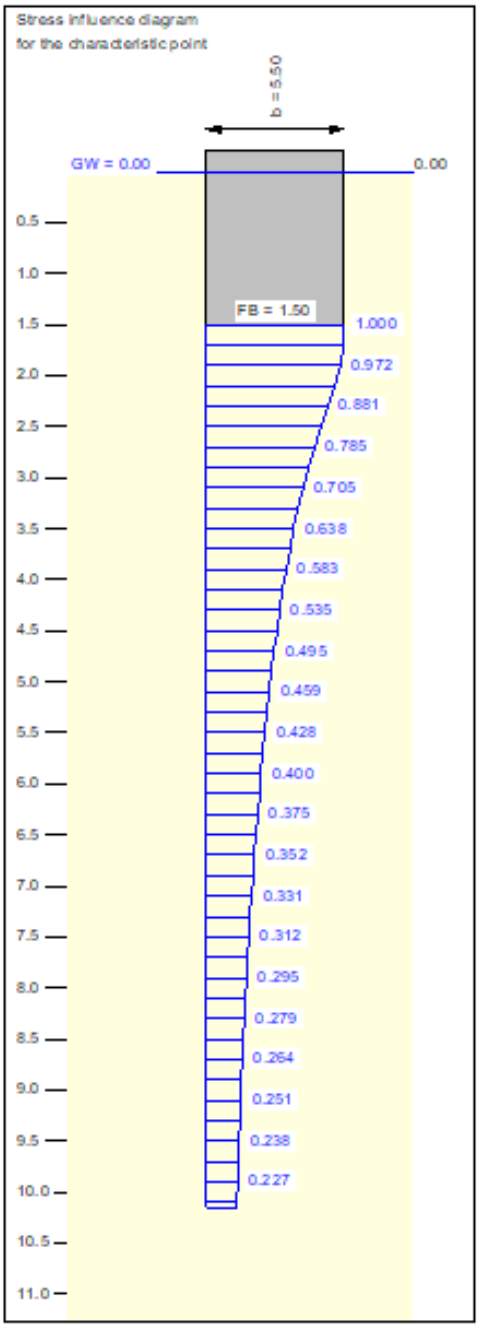
Pad footing results:
Loads = Permanent / Changeable
Vertical load $F_{v,k}$ = 10514.60 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,x}$ = 3375.57 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN
Moment $M_{k,x}$ = 9332.90 / 0.00 kN * m
Moment $M_{k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Length L = 16.50 m
Width B = 5.50 m
Below permanent loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.888 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 14.72 m
Width B' = 5.50 m
Below total loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.888 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 14.72 m
Width B' = 5.50 m

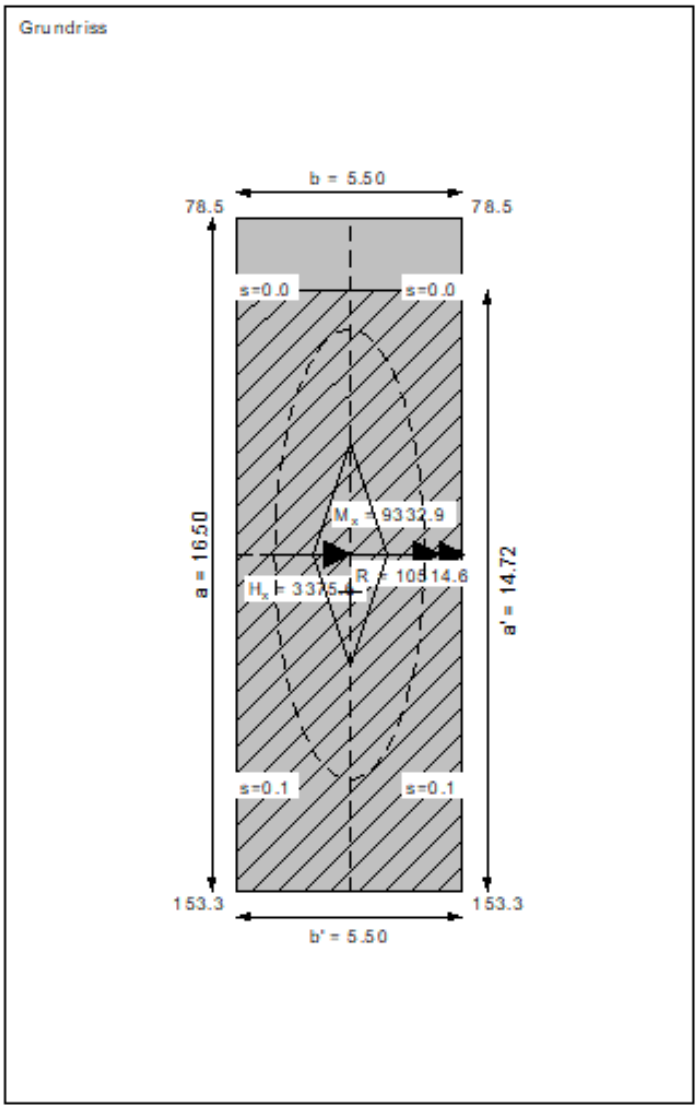
Bearing capacity:
Partial FOS (bearing capacity) γ_{Gr} = 1.00
$\sigma_{Df,k}$ / $\sigma_{Df,d}$ = 4904.3 / 4904.3 kN/m²
R_k = 397178.4 kN

R_d = 397178.4 kN
V_d = 1.00 * 10514.60 + 1.00 * 0.0 kN
V_d = 10514.6 kN
f (parallel to B) = 0.026
cal φ = 42.0 °
cal c = 44.00 kN/m²
cal γ_2 = 13.00 kN/m³
cal σ_0 = 19.50 kN/m²
Base of log. spiral = 8.99 m u. GOK
Length log. spiral = 36.50 m
Area of log. spiral = 147.29 m²
Bearing capacitiy coeff. (x):
N_c = 93.7; N_d = 85.4; N_b = 76.0
Shape coeff. (x):
ν_c = 1.253; ν_d = 1.250; ν_b = 0.888
Gradient coeff. (x):
κ_c = 0.464; κ_d = 0.470; κ_b = 0.317

Settlement from total loads:
Limiting depth t_g = 10.16 m b. GL
Settlement (mean of CP's) = 0.06 cm
Settlement of CPs:
top left = 0.05 cm
top right = 0.05 cm
bottom left = 0.07 cm
bottom right = 0.07 cm

Torsion (x) (CP) = 1 : 47855.4
Torsion (y) (CP) = 0.0


Stress influence diagram
for the characteristic point
b = 5.50
GW = 0.00
0.00
FB = 1.50
1.000
0.972
0.881
0.785
0.705
0.638
0.583
0.535
0.495
0.459
0.428
0.400
0.375
0.352
0.331
0.312
0.295
0.279
0.264
0.251
0.238
0.227
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
5.0
5.5
6.0
6.5
7.0
7.5
8.0
8.5
9.0
9.5
10.0
10.5
11.0


Grundriss
b = 5.50
78.5
78.5
s=0.0
s=0.0
a = 16.50
a' = 14.72
M_x = 19332.9
H_x = 3375.4
R_z = 10514.6
s=0.1
s=0.1
153.3
153.3
b' = 5.50

4.7.2.8 Računski model RM6

Naponsko – deformacijska analiza izvršena na računskom modelu RM6 opisuje nizvodni zidovi NZ L3 i D3.

RM6	Nizvodni zidovi L3 i D3	Slijeganje prednja strana = 0,03 cm Slijeganje stražnja strana = 0,05 cm

Soil	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Designation
	23.0	13.0	42.0	44.0	800.0	0.00	Šejl

Basis for calculation:
Šišljavic
Partial safety factor concept
γ (Gr) = 1.00
γ (G) = 1.00
γ (Q) = 1.00
Footing base depth = 1.50 m
Groundwater = 0.00 m
Limiting depth of p = 20.0 %

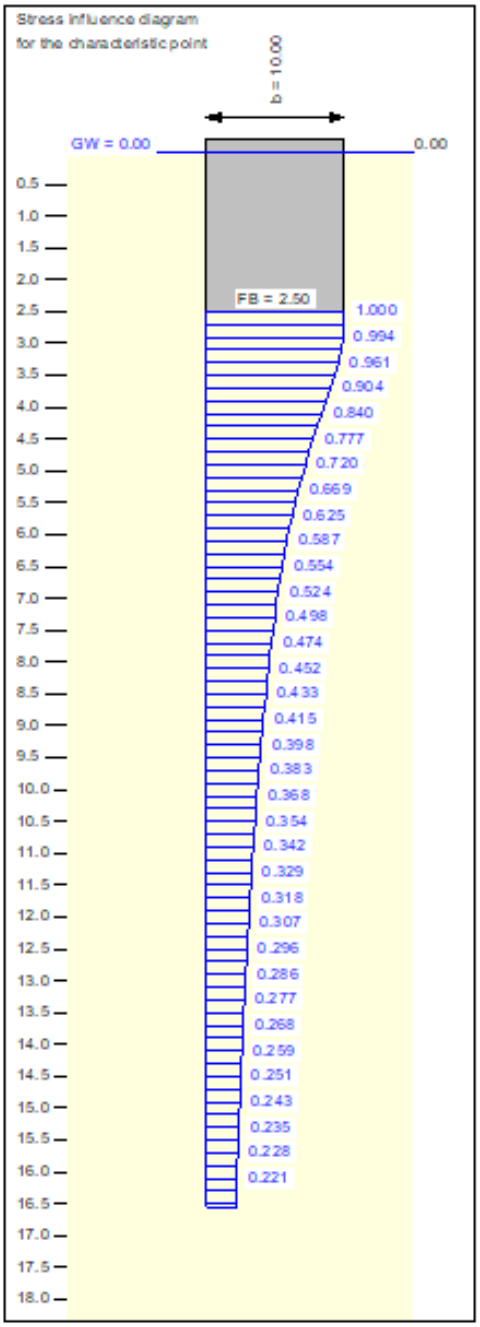
Pad footing results:
Loads = Permanent / Changeable
Vertical load $F_{v,k}$ = 5143.50 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,x}$ = 1312.20 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN
Moment $M_{k,x}$ = 3448.60 / 0.00 kN * m
Moment $M_{k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Length L = 10.00 m
Width B = 5.00 m
Below permanent loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.670 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 8.66 m
Width B' = 5.00 m
Below total loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.670 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 8.66 m
Width B' = 5.00 m

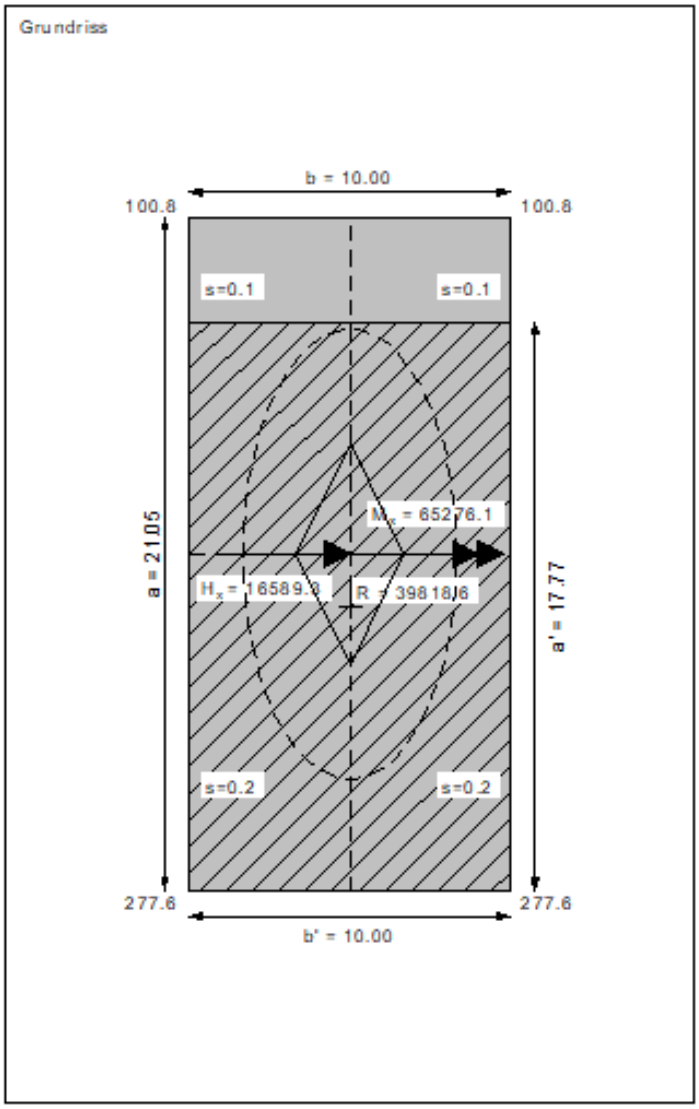
Bearing capacity:
Partial FOS (bearing capacity) γ_{Gr} = 1.00
$\sigma_{Gf,k}$ / $\sigma_{Gf,d}$ = 6151.6 / 6151.6 kN/m²
R_k = 266335.3 kN

R_d = 266335.3 kN
V_d = 1.00 * 5143.50 + 1.00 * 0.0 kN
V_d = 5143.5 kN
f (parallel to B) = 0.019
cal φ = 42.0 °
cal c = 44.00 kN/m²
cal γ_2 = 13.00 kN/m³
cal σ_G = 19.50 kN/m²
Base of log. spiral = 9.39 m u. GOK
Length log. spiral = 37.88 m
Area of log. spiral = 161.27 m²
Bearing capacitiy coeff. (x):
N_c = 93.7; N_d = 85.4; N_b = 76.0
Shape coeff. (x):
ν_c = 1.391; ν_d = 1.386; ν_b = 0.827
Gradient coeff. (x):
κ_c = 0.552; κ_d = 0.557; κ_b = 0.417

Settlement from total loads:
Limiting depth t_g = 8.66 m b. GL
Settlement (mean of CP's) = 0.04 cm
Settlement of CPs:
top left = 0.03 cm
top right = 0.03 cm
bottom left = 0.05 cm
bottom right = 0.05 cm

Torsion (x) (CP) = 1 : 35254.3
Torsion (y) (CP) = 0.0


Stress influence diagram
for the characteristic point
b = 10.00
GW = 0.00
0.00
FB = 2.50
1.000
0.994
0.961
0.904
0.840
0.777
0.720
0.669
0.625
0.587
0.554
0.524
0.498
0.474
0.452
0.433
0.415
0.398
0.383
0.368
0.354
0.342
0.329
0.318
0.307
0.296
0.286
0.277
0.268
0.259
0.251
0.243
0.235
0.228
0.221


Grundriss
b = 10.00
100.8
100.8
s=0.1
s=0.1
a = 21.05
a' = 17.77
M_x = 65276.1
H_x = 16589.3
R = 39818.6
s=0.2
s=0.2
277.6
277.6
b' = 10.00

4.7.2.9 Računski model RM7

Naponsko – deformacijska analiza izvršena na računskom modelu RM7 opisuje nizvodni zidovi NZ L4 i D4.

RM7	Nizvodni zidovi L4 i D4	Slijeganje prednja strana = 0,03 cm Slijeganje stražnja strana = 0,04 cm

Soil	γ [kN/m³]	γ' [kN/m³]	φ [°]	c [kN/m²]	E_s [MN/m²]	ν [-]	Designation
	19.5	9.5	25.0	3.0	9.0	0.00	SC/CL
	20.0	10.0	35.0	0.0	15.0	0.00	GC
	23.0	13.0	42.0	44.0	800.0	0.00	Šejl

Basis for calculation:
Šišljavic
Partial safety factor concept
γ (Gr) = 1.00
γ (G) = 1.00
γ (Q) = 1.00
Footing base depth = 1.50 m
Groundwater = 0.00 m
Limiting depth of p = 20.0 %

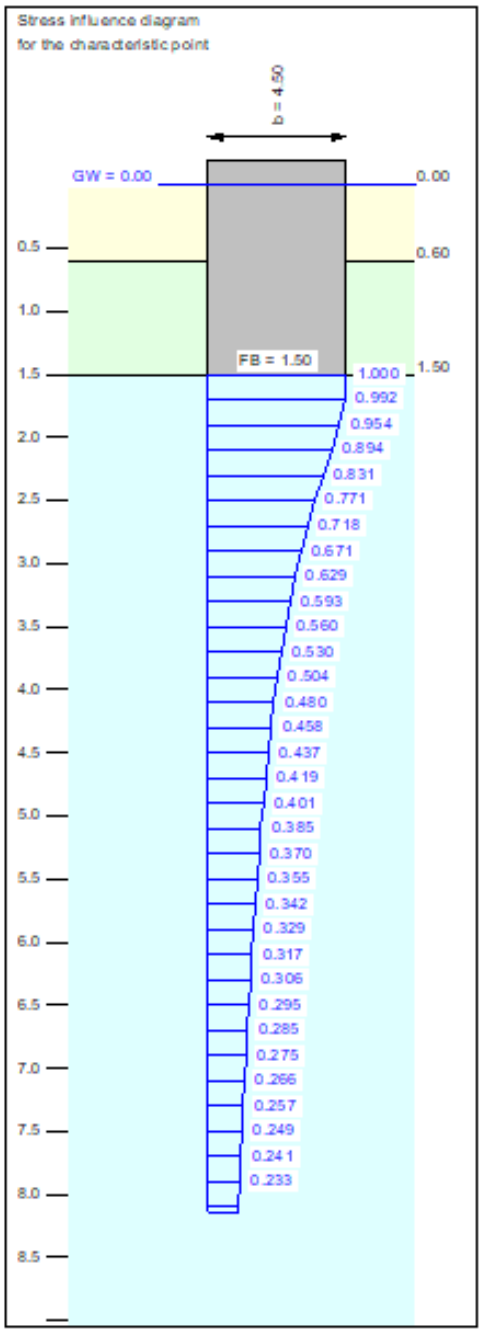
Pad footing results:
Loads = Permanent / Changeable
Vertical load $F_{v,k}$ = 4494.45 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,x}$ = 1048.34 / 0.00 kN
Horizontal force $F_{h,k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN
Moment $M_{k,x}$ = 1895.48 / 0.00 kN * m
Moment $M_{k,y}$ = 0.00 / 0.00 kN * m
Length L = 11.40 m
Width B = 4.50 m
Below permanent loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.422 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 10.56 m
Width B' = 4.50 m
Below total loads:
Eccentricity e_x = 0.000 m
Eccentricity e_y = -0.422 m
Resultant is in 1st core dimen.
Length L' = 10.56 m
Width B' = 4.50 m

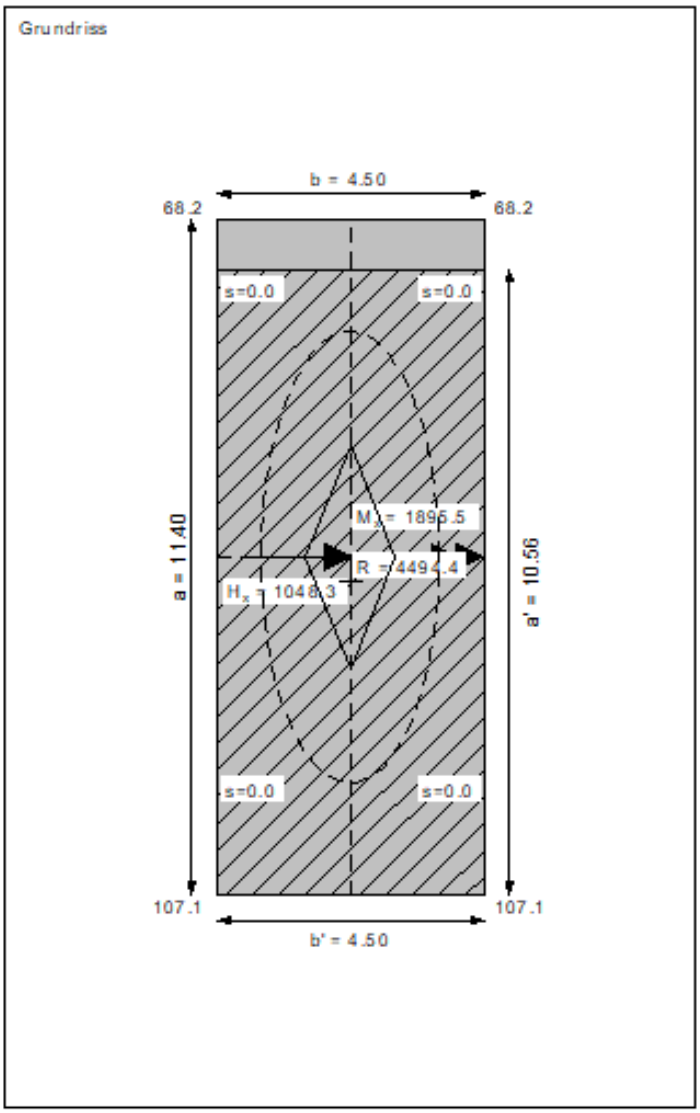
Bearing capacity:
Partial FOS (bearing capacity) γ_{Gr} = 1.00
$\sigma_{Gf,k}$ / $\sigma_{Gf,d}$ = 5811.7 / 5811.7 kN/m²
R_k = 276079.0 kN

R_d = 276079.0 kN
V_d = 1.00 * 4494.45 + 1.00 * 0.0 kN
V_d = 4494.4 kN
f (parallel to B) = 0.016
cal φ = 42.0 °
cal c = 44.00 kN/m²
cal γ_2 = 13.00 kN/m³
cal σ_0 = 14.70 kN/m²
Base of log. spiral = 8.94 m u. GOK
Length log. spiral = 35.59 m
Area of log. spiral = 142.94 m²
Bearing capacitiy coeff. (x):
N_c = 93.7; N_d = 85.4; N_b = 76.0
Shape coeff. (x):
ν_c = 1.289; ν_d = 1.285; ν_b = 0.872
Gradient coeff. (x):
κ_c = 0.584; κ_d = 0.589; κ_b = 0.454

Settlement from total loads:
Limiting depth t_g = 8.14 m b. GL
Settlement (mean of CP's) = 0.04 cm
Settlement of CPs:
top left = 0.03 cm
top right = 0.03 cm
bottom left = 0.04 cm
bottom right = 0.04 cm

Torsion (x) (CP) = 1 : 84730.3
Torsion (y) (CP) = 0.0


Stress influence diagram
for the characteristic point
b = 4.50
GW = 0.00
0.00
0.60
1.50
FB = 1.50
1.000
0.992
0.954
0.894
0.831
0.771
0.718
0.671
0.629
0.593
0.560
0.530
0.504
0.480
0.458
0.437
0.419
0.401
0.385
0.370
0.355
0.342
0.329
0.317
0.306
0.295
0.285
0.275
0.266
0.257
0.249
0.241
0.233
0.5
1.0
1.5
2.0
2.5
3.0
3.5
4.0
4.5
5.0
5.5
6.0
6.5
7.0
7.5
8.0
8.5


Grundriss
b = 4.50
68.2
68.2
s=0.0
s=0.0
s=0.0
s=0.0
a = 11.40
a' = 10.56
107.1
107.1
b' = 4.50

4.7.2.10 Zaključak naponsko - deformacijske analize krilnih zidova

Izvršene su analize slijeganja za krilne zidove pregrade Brodarci na odabranim proračunskim modelima. Analizirano je slijeganje temeljnog tla za maksimalna opterećenja na temeljnoj ploči uvjetima za konačno stanje izgradnje.

Razlika slijeganja na temeljnim pločama događa se zbog horizontalnih sila i momenata koji djeluju na zidove. Očekivane vrijednosti slijeganja tla ispod krilnih zidova su u granicama zadovoljavaju granično stanje.

4.8 DIMENZIONIRANJE MLAZNO INJEKTIRANIH STUPNJAKA

4.8.1 ODABIR TEHNOLOGIJE

Tablica: Odnos vrste tla i mogućih promjera injekcijskih tijela (Čorko,1997.)

Vrsta tla	Promjer (cm)
Šljunak	**80-120**
S malo pijeska	Do 100
S puno pijeska	80-90
Pijesak	**55-80**
Vrlo zbijen	55-60
Srednje zbijen	70-75
Glina	**45-100**
Žitka	Do 100
meka	Do 75
kruta	55-60
Polučvrsta do čvrsta	45-50
Organsko tlo i nasip	Vrlo promjenjivo (**do 100**)

Prema geotehničkom elaboratu stupnjak prolazi kroz šljunak te je odabran promjer stupnjaka 80 cm. S obzirom na vrstu tla (nevezano) i na potreban promjer kao tehnologiju izvođenja odabran je stroj sa jednim fluidom (injektirana smjesa).

Parametri:

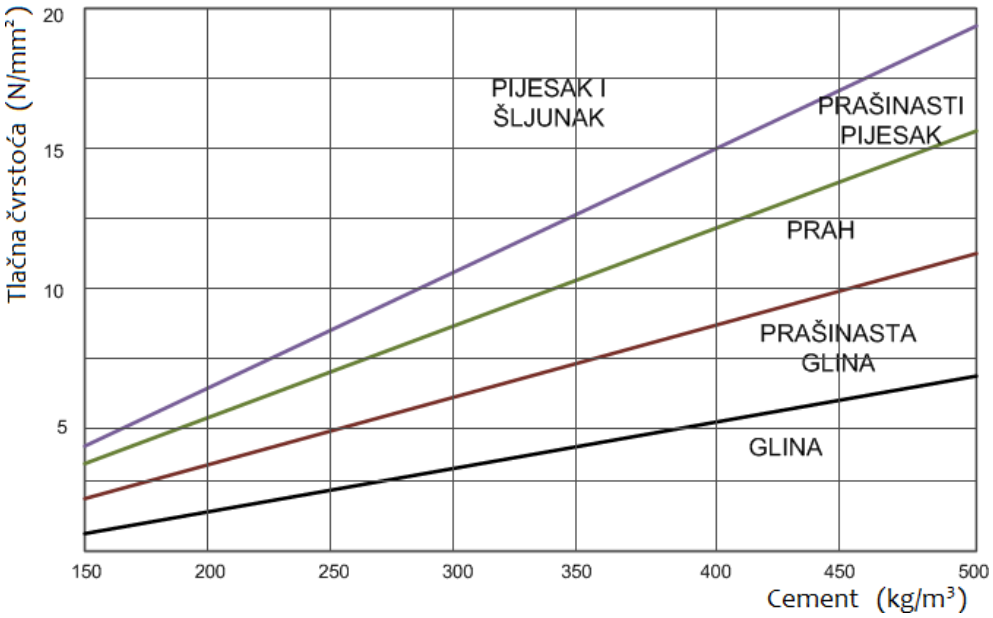
Tlak injektiranja: 500 bara

Broj mlaznica: 2

Promjer mlaznica: 2 mm

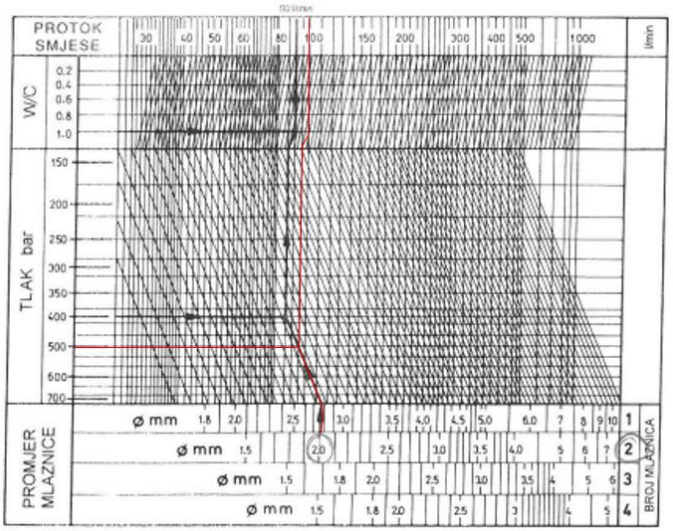
Vodocementni faktor: W/C=1.0

→CASAGRANDE DIJAGRAM →za tlačnu čvrstoću od 15 N/mm2 potrebno je oko 400 kg/m3 cementa.



Odnos čvrstoće i količine cementa ugrađenog u odgovarajući volumen tla (Casagrande)

→CASAGRANDE NOMOGRAM→ za 2 mlaznice promjera φ=2mm i tlak od 500 bara(min) i za W/C=1.0, protok smjese je Q=100 l/s.



Nomogram za određivanje protoka injekcijske smjese (Casagrande)

4.8.2 SADRŽAJ CEMENTA I VODE U INJEKCIJSKOJ SMJESI

W/C=1.0

Gustoća injekcijske smjese: $\rho_{is} = \frac{2}{3.0+\frac{W}{C}+1.0} + 1 = 1.5\ t/m^3$

Količina vode: $W = \frac{3000 \cdot \frac{W}{C}}{3 \cdot \frac{W}{C}+1} = \frac{3000 \cdot 1}{3 \cdot 1 \cdot 1} = 750\ kg$

Količina cementa: $C = 1500 \cdot (\rho_{is} - 1.0) = 1500 \cdot (1.5 - 1.0) = 750\ kg$

4.8.3 ANALIZA SASTAVA INJEKCIJSKE SMJESE ZA STUPANJAK ∅80CM

Kod mlaznog injektiranja najčešće se koriste injekcijske smjese na bazi cementa i vode s dodacima- najčešće bentonit. Udjel bentonita je cca 3%.

Ako je W/C=1, a postotak bentonita 3% proizlazi:

Bentonit	30 kg
Cement	1000 kg
Voda	1000 kg

Količina injekcijske smjese (pretpostavka da cement i bentonit imaju istu gustoću (ρ=3t/m^3):

Masa veznog sredstva: m=1000+30=1030 kg

Volumen veznog sredstva: V_1=1.03/3=0.343 m^3 →340 l

Ukupni volumen injekcijske smjese (vezivo + voda): V_2=1000+340=1340 l

Proizlazi da volumen injekcijske smjese odgovara približno volumenu vode V_w·1.3 Promjer valjka: 0.8 m

Volumen dužnog tijela valjka: $V` = \frac{0.8^2 \cdot \pi}{4} \cdot 1.0 = 0.503\ m^3/m`$

Treba ugraditi 400 kg/m3cementa: C''=400·0.503=201.2 kg/m'

→gubitak od 20% C'=1.20·201.2 =241.4 kg/m'

Potrebni volumen injekcijske smjese za m': V_{is}=241.4·1.3=313 l/m'

Ova količina se može ugraditi u vremenu: $t = \frac{V_{is}}{Q} = \frac{313}{100} = 3.13\ \ min \rightarrow 188\ s$

Podizanje pribora u inkrementima od 7 cm: N=100/7=14.3 Injektiranje na nekom horizontu od 10 s: t'=14.3·10=143 s ≈141 s

Prema tome uz ovakvu kombinaciju parametara izvedbe mogli bismo ugraditi traženu količinu injekcijske smjese u zadani volumen.

Projektant :	Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.

5 PROGRAM KONTROLE I OSIGURANJA KVALITETE

5.1 OPĆENITO

Ovaj prikaz mjera osiguranja kvalitete u procesu projektiranja se odnosi na mjere provedene tijekom projektiranja u svrhu postizanja zadovoljavajuće kvalitete projekta.

Sustav kontrole i osiguranja kvalitete u projektiranju zasniva se na sljedećim mjerama:

1. Mjere osiguranja kvalitete projektiranja
2. Mjere osiguranja kvalitete izvedbe
3. Opće mjere zaštite na radu

5.2 MJERE OSIGURANJA KVALITETE PROJEKTIRANJA

5.2.1 ORGANIZACIJSKE MJERE OSIGURANJA KVALITETE PROJEKTIRANJA

U svrhu osiguranja kvalitete projektiranja provedene su sljedeće organizacijske mjere:

1) potpisom odgovornih osoba na naslovnoj stranici potvrđuje se da su provedene organizacijske mjere osiguranja kvalitete;
2) sva poglavlja i nacrti pregledani su i potpisani od strane projektanta.

5.2.2 TEHNIČKE MJERE OSIGURANJA KVALITETE PROJEKTIRANJA

Tijekom projektiranja provedene su sljedeće opće tehničke mjere osiguranja kvalitete:

1) obilazak lokacije,
2) analiza rezultata izvedenih geotehničkih terenskih i laboratorijskih istražnih radovi,
3) određene su funkcije pojedinih dijelova zahvata i opisane mjere za njihovo uspostavljanje,
4) provedeni su potrebni geotehnički proračuni koji dokazuju ispravnost tehničkih rješenja,
5) primijenjena je razina sigurnosti u skladu sa značenjem zahvata i uobičajenom inženjerskom praksom.

5.3 MJERE OSIGURANJA KVALITETE IZVEDBE

Opći tehnički uvjeti na koje se poziva poglavlje program kontrole i osiguranja kvalitete mogu se naći na stranicama Hrvatskih voda.

Tijekom građenja potrebno je provoditi kontrolu u cilju osiguranja projektiranih svojstava i kvalitete gotove građevine, dok se OTU provodi u dijelu koji nije u suprotnosti s tehničkim propisom za građevinske konstrukcije, tehničkim propisom za građevne proizvode, i drugim važećim propisima i normama za to područje.

Smatra se da su tehničke specifikacije formulirane sukladno članku 209. ZJN 2016, što podrazumijeva da je upućivanje na norme popraćeno izrazom „ili jednakovrijedno“ te su ponuditelji slobodni nuditi jednakovrijedna rješenja, a kod dokazivanja Naručitelj će u cijelosti primjenjivati odredbe članka 211. ZJN 2016.. Nadalje, sukladno članku 210. ZJN 2016, tehničke specifikacije ne upućuju na određenu marku ili izvor ili određeni proces s obilježjima proizvoda koje pruža određeni gospodarski subjekt, odnosno smatra se da su iste popraćene izrazom „ili jednakovrijedno“. Za tražena testiranja od strane tijela za ocjenu sukladnosti ili potvrde koje izdaju takva tijela primjenjuje se članak 213. ZJN 2016. Smatra se da su norme osiguranja kvalitete i norme upravljanja okolišem u cijelosti formulirane na način da se članci 270. i 271. ZJN 2016 u cijelosti primjenjuju.

5.3.1 PRIPREMNE RADNJE

Pripremni radovi obuhvaćaju izradu plana rada i plana organizacije gradilišta. Plan rada treba sadržavati organizaciju i opremu gradilišta, dinamiku izvođenja, te popis mehanizacije i tehničkih karakteristika opreme. Planom organizacije gradilišta uređuje se organizacija transporta i deponiranja materijala potrebnog za rad. Plan rada i organizacije gradilišta daje se na uvid Nadzornom inženjeru koji može tražiti njegovu izmjenu uz pismeno obrazloženje. Da bi se upoznali uvjeti na terenu, Izvođač radova treba obići lokaciju objekta. Pitanju pristupa lokaciji, uređenju gradilišta, kao i kretanju po samom gradilištu treba posvetiti posebnu pažnju.

5.3.2 IZVOĐAČ

Izvođač radova mora posjedovati ateste za materijale koji se ugrađuju te ih zajedno sa nalazima ostalih kontrola treba dostavljati nadzornom inženjeru radi praćenja kvalitete i sigurnosti radova. Nadzorni inženjer nadalje prema dogovoru i potrebi dobivene podatke dostavlja projektantu.

5.3.3 PROJEKTANTSKI NADZOR

Projektantski nadzor obavlja projektant. Nakon uvida u Projekt organizacije i tehnologije građenja odredit će se dinamika projektantskog nadzora. U sklopu projektantskog nadzora će se rješavati detalji izvedbe koji ovise o tehnologiji pojedinog izvođača a nisu u potpunosti riješeni projektom.

5.3.4 GEOTEHNIČKI NADZOR

Geotehnički nadzor se obavlja od pripremnih radnji prije početaka izvedbe pa do kraja geotehničkih elemenata zahvata. U sklopu geotehničkog nadzora obavlja se:

- obilazak gradilišta i vizualni pregled cjelokupnog područja zahvata,
- kontrola i registriranje izvedbe geotehničkih elemenata zahvata,
- ocjena podudarnosti sastava i svojstava tla u odnosu na model tla primijenjen u projektu,
- tumačenje geotehničkih elemenata projekta u dogovoru sa projektantom.

Osnovni ciljevi geotehničkog nadzora su :

- evidentiranje promjena u temeljnom tlu u odnosu na provedene istražne radove (fotodokumentiranjem),

- u slučaju nepredviđenih događaja pokretanje aktivnosti na otklanjanju štetnih utjecaja, (npr. ako se pregledom ustanovi da je grubo narušena sigurnost građevine, određuju se interventne mjere, sastavlja se izvještaj i obavještavaju projektant i glavni nadzornim inženjer).

Redovni vizualni pregledi obavljaju se u skladu sa dinamikom radova. Izvanredni vizualni pregledi obavljaju se prema potrebi (npr. nakon velikih kiša, promjena stanja u okolini i sl.).

Osnovni podaci o obavljenom geotehničkom nadzoru unose se u Građevinski dnevnik.

Opis rada

Rad obuhvaća površinski iskop humusa raznih debljina i njegovo prebacivanje na privremena ili stalna odlagališta. Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, planom osiguranja kvalitete, zahtjevima nadzornog inženjera i ovim uvjetima.

5.3.5 PRIPREMNI RADOVI

5.3.5.1 Sječa i krčenje drveća i raslinja u zoni zahvata

Prije početka radova i tijekom radova nadzorni inženjer preuzima svaku fazu radova posebno, o čemu vodi evidenciju. Nakon završetka radova nadzorni inženjer vrši detaljan pregled i izmjeru izvedenih radova. Vizualno se ocjenjuje kvaliteta radova, ravnost i usklađenost s projektom. U cijenu su uključeni i svi troškovi odvoza korisnog drveta na udaljenost do 20 km prema nalogu investitora.

Svi radovi na čišćenju terena se izvode u skladu sa projektom, propisima, ovim programom kontrole i osiguranja kakvoće (PKOK), projektom organizacije građenja (POG), zahtjevima nadzornog inženjera i poglavljem 13-03 OTU-a za radove u vodnom gospodarstvu.

Sječenje i skupljanje šiblja do Ø 10 cm

Sječenje raslinja obavlja se sječenjem istog što bliže tlu i ručnim izvlačenjem na udaljenost do 50 m.

Kontrola se obavlja vizualno nakon izvlačenja raslinja i odvoza sa gradilišta.

Obračun se vrši prema m^2 iskrčene površine mjerenjem na terenu.

Strojno sječenje raslinja do promjera Ø 10 cm

Strojno sječenje raslinja do Ø 10 cm motornim pilama obavlja se sječenjem istog što bliže tlu, kresanjem sitnih grana i ručnim izvlačenjem van mjesta rada na udaljenost do 50 m. Krupnije raslinje se reže na 1 m dužine i slaže kao drvo za ogrjev ili u druge svrhe, a sitnije grane privremeno deponiraju.

Ručno sječenje raslinja do promjera Ø 10 cm

Ručno sječenje raslinja do Ø 10 cm sjekirama izvodi se udarcima što bliže tlu, najčešće na nepristupačnom terenu gdje nije moguć rad motornim pilama. Porušeno raslinje se izvlači van mjesta rada, krešu se sitne grane, deponiraju u privremene deponije na udaljenosti do 50 m i uklanjaju. Krupne grane i stabla se režu na dužinu 1 m, slažu i odvoze sa gradilišta.

Sječenje stabala motornom pilom Ø 10 – 90 cm i veća

Stabla Ø 10 – 90 cm i veća, se sijeku motornim pilama što bliže tlu. Nakon rušenja stabla sitne grane se krešu ručno te izvlače van mjesta rada na udaljenost do 20 m i uklanjaju. Debla i krupne grane se režu na dužinu od 1 m, izvlače na udaljenost 50 m van mjesta rada i slažu u pravilne hrpe i odvoze sa gradilišta (odvoz korisnog drveta na udaljenost do 20 km prema nalogu investitora).

Tijekom radova motornom pilom radnici su dužni:

poznavati i pridržavati se obveznih sigurnosnih propisa za rad motornom pilom;

- rabiti osobnu zaštitnu opremu;
- održavati motor, lanac i vodilicu motorne pile na odgovarajući način;
- poznavati radnu tehniku sječe i rušenja stabala;
- poznavati osnove prve pomoći u slučaju ozljeđivanja suradnika.

Kada se debla prevoze na veće udaljenosti, tada se režu na dužinu 4-6 m. Tada ih je potrebno kamionskim dizalicama tovariti u kamione i odvesti sa gradilišta.

Stabla Ø 10 – 90 cm i veća treba posjeći što bliže tlu. Kontrola izvođenja se obavlja vizualno nakon sječenja i uklanjanja sa gradilišta.

Obračun se vrši prema komadu posječenih stabala brojanjem na terenu prije same sječe.

5.3.5.2 Strojno vađenje panjeva

Strojno vađenje panjeva

Rad predviđa strojno vađenje panjeva promjera Ø 10-90 cm i većih, otkopavanjem bagerima ili vađenjem dozerom sa riperima te njihovim sakupljanjem van mjesta rada na udaljenosti do 30 m.

Panjevi Ø 10-90 cm i veći mogu se vaditi otkopavanjem bagerima. Otkopava se zemlja oko panja sve dok nije moguće potezanjem bagerske lopate ili posebnog alata iščupati panj iz zemlje.

Panjevi se mogu vaditi i potezanjem riperima ili nožem dozera.

Strojno vađenje panjeva Ø 10-90 cm i većih treba izvesti tako da se uz panjeve izvadi i veći dio žilja. Prije početka rada panjeve koji se vade treba vidno označiti. Deponiranje je potrebno obaviti sa što manje zemljanog materijala na panju. Kontrola se obavlja vizualno tijekom rada i nakon završetka vađenja.

Rad obuhvaća i zatrpavanje udubljenja od izvađenih panjeva koja nisu pokrivena stavkom uređenje temeljnog tla.

Obračun se vrši po komadu izvađenog panja brojanjem i označavanjem na terenu prije vađenja.

Deponiranje / kontroliranje zbrinjavanje panjeva i nekorisne drvne mase od posječenih stabala

Rad obuhvaća čišćenje i uklanjanje sveg nepotrebnog materijala zaostalog nakon izvedenih radova uklanjanja grmlja, sječe stabala i vađenja panjeva. Stavka obuhvaća utovar i prijevoz nekorisne drvene mase i panjeva do nalazišta materijala na udaljenosti do 15 km i sve troškove deponiranja u nalazištu materijala. Panjeve strojno zakapati u nalazište materijala s minimalnim nadslojem od 60 cm.

Obračun radova se vrši po m³ deponirane drvne mase.

5.3.5.3 Iskolčenje i osiguranje iskolčenja

Za cijelo vrijeme građenja izvoditelj mora trajno kontrolirati ispravnost prethodno izvršenog iskolčenja. Kontrolira se ispravnost iskolčenih osi građevine, osiguranje svih točaka, postavljenih poprečnih profila, repera i poligonskih točaka.

Izvoditelj je u potpunosti odgovoran za očuvanje i za zaštitu svih geodetskih iskolčenja, oznaka i osiguranja na području izvođenja radova. Dođe li do oštećenja ili do uništenja pojedinih točaka, njihovih osiguranja, repera, pokosnih letava, obveza je izvoditelja da odmah o tom obavijesti nadzornog inženjera. U najkraćem roku izvoditelj mora o svom trošku obaviti popravak nastalih oštećenja ili obnovu. Nadzorni će inženjer provjeriti svaki takav popravak ili obnovu. U posebnim slučajevima nadzorni inženjer ima pravo ponovno postavljanje uništenih točaka povjeriti i drugom poduzeću, i to na trošak izvoditelja.

Pri građenju nasipa, nasutih brana i sličnih zemljanih konstrukcija, iskolčenja osi treba u načelu obnavljati na svaki 1,0-1,5 m izvedene visine. Za velike nasute brane i nasipe visine veće od 10 m, osim

obnavljanja iskolčenja osi, izvoditelj mora u spomenutim visinskim intervalima iskolčiti i granice različitih materijala.

Svaku moguću promjenu projekta mora izvoditelj provesti na terenu. U skladu s tim izvoditelj će izvršiti sva potrebna iskolčenja, provesti osiguranja osi građevina i drugih točaka te na postavljenim poprečnim profilima. Sve promjene izvoditelj će ucrtati u nacrte osiguranja osi građevina. Izvoditelj je obvezan dati nadzornom inženjeru na uvid sve podatke o iskolčenima zbog promjena u projektu.

Opis radova

Iskolčenje osi trase ili građevina obuhvaća sva geodetska mjerenja kojima se podaci iz projekta prenose na teren. Ovi radovi uključuju:

- iskolčenje osi trase ili građevina;
- iskolčenje projektiranih poprečnih profila;
- osiguranje iskolčenih točaka za vrijeme gradnje.

Iskolčenja točaka trase ili građevina obavlja se s referentnih geodetskih točaka klasičnim, terestričkim metodama, a tamo gdje to uvjeti dozvoljavaju, iskolčenja se mogu obavljati i satelitskim GNSS metodama te CROPOS-om.

Materijali

Za stabilizaciju osnovnih mreža i operativnih poligona koriste se betonski stupići s označenim središtem, plastične oznake s klinovima od bronce ili nehrđajućeg čelika te mesingana ili čelična sidra. Za obilježavanje detaljnih točaka građevina koriste se drveni kolčići, čelična ili mesingana sidra, čavli te različite boje. Način stabilizacije i održavanja referentnih geodetskih točaka određeni su pravilnicima Državne geodetske uprave.

Opis izvođenja radova

Nadzorni inženjer kroz elaborat iskolčenja predaje izvođaču geodetskih radova podatke o točkama geodetske osnovne mreže i operativnog poligona koje su primjereno stabilizirane u skladu s terenom na kojemu se radovi izvode. Sve navedene geodetske točke ili mreže trebaju biti određene u važećem državnom koordinatnom sustavu, a sve u skladu s važećim geodetskim pravilnicima.

Nadzorni inženjer predaje izvođaču geodetskih radova i podatke o visinskim točkama (reperima) postavljenim duž trase, kao i određeni broj repera koji je uspostavljen kod svakog većeg objekta. Reperi moraju biti stabilizirani na čvrstom tlu, u stijeni ili u nekom drugom stabilnom objektu te označeni jasno vidljivom vodootpornom bojom i određeni u važećem državnom visinskom sustavu.

Nadzorni inženjer treba biti posebno upoznat s geodetskim radovima koji se izvode pri gradnji navedenih građevina. Izvođač geodetskih radova iskolčava os trase prema numeričkim podatcima iz projekta u razmacima koji ovise o topografskim obilježjima (reljefu) terena, ali koji nisu veći od 50 m.

Iskolčenje projektiranih poprečnih profila treba obaviti prema potrebama izvođača građevinskih radova. Na zahtjev izvođača radova mogu se iskolčiti i dodati poprečni profili (međuprofili).

Obveza je izvođača geodetskih radova obaviti iskolčenja svih građevina prema projektu i podatcima iskolčenja. Prije toga izvođač geodetskih radova treba nadzornom inženjeru dati na uvid i odobrenje nacrte i podatke iskolčenja točaka u položajnom i visinskom smislu te plan osiguranja iskolčenih točaka.

Nadzorni inženjer će u roku od tri dana upisom u građevinski dnevnik potvrditi da odobrava navedenu dokumentaciju. Tek nakon tog upisa u građevinski dnevnik izvođač geodetskih radova može započeti iskolčenje građevina.

U slučaju da nadzorni inženjer ima primjedbe na dokumentaciju za iskolčenje, tada će iznijeti zahtjeve koje izvođač geodetskih radova mora ispuniti prije nego što započne s iskolčenjima građevina. Izvođač geodetskih radova dužan je iskolčavati trasu ili točke objekta, poprečne profile, obavljati osiguranje za vrijeme građenja na način primjeren uvjetima rada na gradilištu.

Poslije svakog iskolčenja izvođač geodetskih radova mora izvijestiti nadzornog inženjera o izvedenim radovima radi potrebne kontrole. To je od posebne važnosti za građevine ili njihove dijelove koji se zatrpavaju. Izvođač geodetskih radova je odgovoran za svaki propust koji je, namjerno ili nenamjerno, učinio.

Kod primopredaje trase investitor predaje izvođaču nacrte trase, i to:

- situaciju u mjerilu 1:1000 (1:2000 ili drugom) s ucrtanom osi te naznakom elemenata trase. U situaciji su, također, ucrtane referentne geodetske točke potrebne za iskolčenje;
- račun glavnih i detaljnih točaka osi trase ili objekta i profila
- popis koordinata osnovnih točaka i točaka operativnog poligona s položajnim opisima;
- popis repera s položajnim opisima;
- skicu položaja svih referentnih točaka;
- uzdužni profil trase objekta s niveletom, stacionažama i kotama najmanje na položaj svakoga poprečnog profila trase određenog u projektu.

Nakon preuzimanja iskolčenja osi ili trase građevine, izvođač geodetskih radova dužan je sve preuzete točke osigurati na način da se tijekom građenja ili po njegovom završetku navedene točke mogu obnoviti s istom kvalitetom podataka. Osim detaljnih točaka trase, odnosno drugih građevina izvođač je dužan osigurati i sve referentne točke uzduž trase vodovoda i kanalizacije ili pojedinačnih građevina.

Osiguranje točaka mora biti izvedeno na dovoljnoj udaljenosti od ruba građevine, odnosno područja radova. Osiguranje točaka se provodi kolčićima koji su istih mjera kao i kolčići za označavanje osi građevine. Osiguranje posebnih točaka trase ili građevina obavlja se letvicama poprečnog presjeka 3 x 5 cm postavljenih u obliku trokuta iznad osiguravane točke. O postupku osiguranja točaka izvođač geodetskih radova vodi zapisnik i skicu, odnosno nacrt osiguranja. Jedan primjerak nacrta osiguranja izvođač geodetskih radova predaje nadzornom inženjeru.

Način preuzimanja radova

Investitor putem izvoditelja radova predaje izvođaču geodetskih radova glavni i izvedbeni projekt u analognom i digitalnom obliku te podatke o referentnim geodetskim točkama. Nadzorni inženjer i izvođač geodetskih radova trebaju utvrditi stvarno stanje referentnih geodetskih točaka na terenu. U slučaju uništenja uspostavljenih točaka dogovorit će njihovu obnovu na teret investitora.

O svim promjenama projekta investitor, odnosno nadzorni inženjer dužni su pravovremeno informirati izvođača geodetskih radova. U slučaju da izvođač geodetskih radova nije pravovremeno informiran o promjeni projekta, troškove za dodatna geodetska mjerenja snosi investitor.

Zahtjevi kvalitete

Točnost i pouzdanost referentnih geodetskih točaka mora biti u skladu s geodetskim Pravilnicima i normama za pojedine vrste mjerenja te u skladu sa zahtjevima za točnost izvođenja pojedinih radova, prema ovim ili Posebnim tehničkim uvjetima te zahtjevima projekta. Ukoliko nadzorni inženjer iskaže sumnju u pouzdanost izvođenja nekih radova utvrđenih projektom, može radove obustaviti. Tada je izvođač geodetskih radova, po nalogu nadzornog inženjera, dužan ponoviti mjerenja. Geodetska kontrola, u položajnom i visinskom smislu, provodi se za čitavo vrijeme građenja. Ako nadzorni inženjer nije zadovoljan kvalitetom geodetskih podataka, ima pravo sva mjerenja povjeriti drugoj stručnoj osobi, odnosno tvrtki.

Obračun radova

Rad na iskolčenju linijskih građevina obračunava se po m duljine, a iskolčenja svih drugih građevina prema m².

5.3.5.4 Izmjera stvarnog (izvedenog) stanja gotovih građevina

Opis radova

Po završetku svih radova na linijskim i drugim objektima, a prije tehničkog prijama, izvođač je dužan po izvođaču geodetskih radova, na zahtjev investitora, obnoviti os trase, odnosno točaka objekta te svih referentnih geodetskih točaka. Napravljeni elaborat predaje se, uz zapisnik, investitoru.

I nadzorni inženjer, prije tehničkog prijama, ima pravo tražiti od izvođača radova dodatna geodetska mjerenja izgrađenog objekta.

Investitor je dužan, najkasnije na dan tehničkog pregleda dati na uvid Povjerenstvu za tehnički pregled, uz ostalu dokumentaciju propisanu Zakonom o prostornom uređenju i gradnji, na uvid i:

- elaborat iskolčenja ovjeren od strane ovlaštenog inženjera geodezije,
- geodetski situacijski nacrt izvedenog stanja (situacija) za izgrađenu građevinu kao dio geodetskog elaborata za evidentiranje građevina koji je ovjerilo tijelo državne uprave nadležno za poslove katastra, izradila fizička ili pravna osoba registrirana za obavljanje te djelatnosti po posebnom propisu.

Sastavni dijelovi geodetskog elaborata su:

- naslovna stranica;
- geodetski situacijski nacrt stvarnog stanja (situacija) za izgrađenu građevinu sa prikazom granica građevinske (katastarske) čestice prema pravilima za prikazivanje katastarskih čestica na katastarskome planu;
- popis koordinata lomnih točaka građevine čestice, odnosno obuhvata zahvata u prostoru te jedne ili više građevine na toj čestici, odnosno tom obuhvatu predan i izrađen u GML formatu
- tehničko izvješće o elaboratu.

Detaljni sadržaj geodetskog elaborata, ovisno u koju je svrhu izrađen, dan je u Pravilniku o parcelacijskim i drugim elaboratima.

Snimak izvedenog stanja investitor naručuje u svrhu izdavanja uporabne dozvole.

Potvrđivanje elaborata za evidentiranje građevine provodi se u katastarskom operatoru nakon ishođenja uporabne dozvole pod uvjetom da je u katastarskom operatoru formirana građevinska (katastarska) čestica za građevinu koja se evidentira.

Zemljišnoj knjizi dostavlja se prijavni list i pravomoćno rješenje doneseno u upravnom postupku po službenoj dužnosti od strane katastarskog ureda.

Nadležni sud će izgrađenu građevinu upisati u zemljišne knjige ako je za tu građevinu izdana uporabna dozvola.

Investitor podnosi zahtjev za upis novoizgrađenog objekta u katastar i zemljišnu knjigu i tako legalizira izgrađeni objekt, tj. dužan je ishoditi uporabnu dozvolu.

Uporabnu dozvolu izdaje ured koji je izdao i prethodne dozvole. Izdavanju uporabne dozvole prethodi tehnički pregled građevine.

Kontrola kvalitete radova

Kvaliteta, točnost i pouzdanost mjerenja mora biti u skladu s pravilnicima i normama za pojedine vrste geodetskih radova ili prema Posebnim tehničkim uvjetima.

Ovjerom elaborata od tijela državne uprave nadležnog za poslove katastra potvrđuje se da je elaborat u skladu sa svim geodetskim pravilima i normama.

Obračun radova

Uobičajeno je obračun geodetskih radova iskazivati po m², odnosno hektaru (ha), a kod linijskih građevina obračun može biti po m'.

5.3.6 ZEMLJANI RADOVI

5.3.6.1 Uklanjanje humusa

Ispod svake građevine otklanja se humusni sloj zemlje. Očekivana dubina skidanja humusa ja cca 20 cm što dakako uvelike ovisi o strukturi tla gdje se humus skida (priloženo u tablicama obračuna količina). Skinuti sloj humusa i ostali dio iskopane zemlje treba deponirati na samom gradilištu. Višak zemlje odvozi se na trajnu deponiju. Lokalno deponiranu zemlju kasnije koristimo za humusiranje i zatravljenje terena.

Izrada

Zbog svojih svojstava humus pod opterećenjem znatno mijenja obujam, a pri promjenama količine vode osjetno mu se smanjuje nosivost, tako da nije pogodan kao građevni materijal i mora ga se odstraniti.

Humusno tlo iskopava se s površina na trasi nasipa kao i s površina pozajmišta. Humus se iskopava isključivo strojno, a ručno jedino tamo gdje to strojevi ne bi mogli obaviti na zadovoljavajući način. Šiblje se mjestimično može odstraniti zajedno s humusom, ali se od njega mora odvojiti prije upotrebe humusa pri humusiranju kosina nasipa ili usjeka.

Odguravanje humusa u odlagalište mora se obavljati tako da ne dođe do miješanja s ne humusnim materijalom. Ako postoji višak humusa, potrebno je prethodno predvidjeti lokaciju i oblik odlagališta za njegovo odlaganje.

Prilikom iskopa humusa ne smije se dopustiti duže zadržavanje vode na tlu jer bi ga ona prekomjerno razvlažila. Stoga tijekom iskopa treba voditi računa o tome da je omogućena stalna poprečna i uzdužna odvodnja. Vodu treba odvesti izvan nasipa priključkom na neki odvodni jarak, potok ili prirodnu depresiju.

Površine na kojima je nakon iskopa humusa predviđena izrada nasipa potrebno je odmah urediti i zbiti.

Identifikacija humusnog sloja obavlja se na osnovi mirisa, boje, sastojaka biljnih i životinjskih ostataka koji podliježu procesima razlaganja kao i količine ukupnih organskih tvari. Ako humusni, nije moguće jasno odijeliti vizualnim načinom, debljina humusnog sloja određuje se na osnovi laboratorijskog ispitivanja organskih tvari (HRN U.B1.024 ili jednakovrijedna norma). Ako nije drukčije određeno, humusnim slojem smatra se površinski sloj sraslog tla u kojem je količina organskih tvari veća od 10 mas. %.

Obračun rada

Rad se mjeri u kubnim metrima (m^3) volumena stvarno iskopanog humusa, a plaća po ugovorenim jediničnim cijenama koje uključuju iskop humusa, svi utovari istovari, odvozom na deponiju s razastiranjem i planiranjem te plaćanjem naknade za korištenje deponije kao i sve ostalo prema opisu u ovom poglavlju.

5.3.6.2 Široki iskop

Opis rada

Ovaj rad obuhvaća široke iskope koji su predviđeni projektom, planom osiguranja kvalitete ili zahtjevom nadzornog inženjera, a to su: iskopi usjeka, zasjeka, pozajmišta, iskopi radi korekcija vodotoka i regulacija rijeka, iskopi kod devijacije prilaznih putova, kao i široki iskopi pri gradnji ispusta. Rad uključuje i utovar iskopanog materijala u prijevozna sredstva, prijevoz i istovar na deponiju te plaćanje naknade za njeno korištenje, uređenje i sanaciju deponije. Iskop se obavlja prema visinskim kotama iz projekta, te propisanim nagibima kosina, a uzimajući u obzir geomehanička svojstva tla i zahtijevana svojstva za

namjensku upotrebu iskopanog materijala, u skladu s ovim uvjetima.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, planom osiguranja kvalitete, zahtjevima nadzornog inženjera i ovim uvjetima.

Izrada

Izbor tehnologije rada kod širokog iskopa ovisi o:

- predviđenim objektima
- vrsti tla,
- mogućnostima primjene određene mehanizacije za iskop i prijevoz,
- visini i dužini zahtijevanog iskopa,
- količini tla koje treba iskopati,
- prijevoznim dužinama,
- rokovima završetka iskopa, odnosno rokovima dovršetka građevine,
- važnosti pojedinog iskopa za dinamiku rada na građevini,
- ekonomičnosti iskopa.

Koristeći se navedenim elementima, kao i drugim okolnostima koje mogu utjecati na izbor tehnologije rada, izvođač će, držeći se odgovarajućih važećih propisa i normi, izabrati optimalnu tehnologiju za iskop.

Iskop se može izvesti na jedan od ovih načina ili njihovom kombinacijom:

- iskop u punom profilu s čela,
- iskop usjeka (zasjeka) sa strane,
- iskop u uzdužnim slojevima,
- iskop s uzdužnim prosjekom.

Sve iskope treba obaviti prema predviđenim visinskim kotama i propisanim nagibima po projektu, odnosno po zahtjevima nadzornog inženjera. Pri izradi iskopa treba provesti sve mjere sigurnosti pri radu i sva potrebna osiguranja postojećih objekata, infrastrukturnih vodova i potrebnih komunikacija.

Pri radu na iskopu treba paziti da ne dođe do potkopavanja ili oštećenja projektom predviđenih pokosa uslijed čega bi moglo doći do klizanja i odrona. Izvođač je dužan svaki mogući slučaj potkopavanja ili oštećenja pokosa odmah sanirati prema uputama nadzornog inženjera i za to nema pravo tražiti odštetu ili naknadu za višak rada ili nepredviđeni rad. Široki iskop treba obavljati prema odabranoj tehnologiji upotrebom odgovarajuće mehanizacije i drugih sredstava, a ručni rad ograničiti na nužni minimum. Ručni iskop se predviđa u području infrastrukturnih vodova.

Iskop u materijalu kategorije "C"

Pod materijalom kategorije “C” podrazumijevaju se svi materijali koje nije potrebno minirati, nego se mogu kopati izravno, upotrebom pogodnih strojeva - buldožerom, bagerom, ili skrejperom. U ovu kategoriju spadala bi:

- sitnozrnata vezana (koherentna) tla kao što su gline, prašine, prašinaste gline
- (ilovače), pjeskovite prašine i les,
- krupnozrnata nevezana (nekoherentna) tla kao što su pijesak, šljunak odnosno
- njihove mješavine, prirodne kamene drobine - siparišni ili slični materijali,
- mješovita tla koja su mješavina krupnozrnatih nevezanih i sitnozrnatih vezanih materijala.

U materijalima ove kategorije iskop se obavlja izravno strojevima. Ako je iskopani materijal osjetljiv na atmosferske utjecaje mora se odmah utovariti, prevesti i ugraditi u nasip ili odvesti na deponiju. Svi iskopi moraju se izvesti prema profilima, kotama i nagibima iz projekta, vodeći računa o svojstvima i upotrebljivosti iskopanog materijala u određene svrhe.

Materijali iz širokog iskopa mogu biti različitog sastava, pa poprečna i uzdužna odvodnja mora biti u svim fazama rada besprijekorno riješena. Sva voda mora se odvesti izvan trupa nasipa u pogodne recipijente. Otežani rad kao i zamjena vodom prezasićenog miješanog materijala, čiji su uzroci nepravilan rad i loša odvodnja, neće se posebno plaćati. Za vrijeme rada na iskopu pa do završetka svih radova na projektu, izvođač je dužan brinuti se o tome da zbog moguće nepravilne odvodnje ne dođe do oštećenja izrađenih pokosa i da se ne ugrozi njihova stabilnost prije ozelenjivanja i predaje objekta na upotrebu. Nagib radnih pokosa pri iskopu je u granicama 1:1 za nevezana krupnozrnata tla do 2:1 za sitnozrnata vezana koherentna tla. Kako materijale dobivamo iskopom u plitkim zemljanim usjecima ili zasjecima, količina vlage obično im je visoka, a mogu sadržavati i veliku količinu organskih tvari, potrebno je provesti ispitivanja pogodnosti materijala prije ugradnje. Ako se ispitivanjima utvrdi da materijali nisu za ugradnju, nadzorni će inženjer odrediti mjesto odlaganja tog materijala. Takvi materijali se najčešće upotrebljavaju za zatrpavanje kanala i depresija, izvan područja konstrukcije.

Ako se iskopaju veće količine materijala od projektiranih ili odobrenih od nadzornog inženjera, tj. nastale pogreškom izvođača, ne plaćaju se.

ŠIROKI ISKOP U MATERIJALU KATEGORIJE "B"

Pod materijalom kategorije “B” podrazumijevaju se polučvrsta kamenita tla gdje je potrebno djelomično miniranje, odnosno uporaba strojeva s hidrauličkim čekićem, a ostali se dio iskopa obavlja izravnim strojnim radom. Toj skupini materijala pripadaju: flišni materijali, uključujući i rastresiti materijal, homogeni lapori, trošni pješčenjaci i mješavine lapora i pješčenjaka, većina dolomita (osim vrlo kompaktnih), raspadnute stijene na površini u debljim slojevima s miješanim raspadnutim zonama, jako zdrobljeni vapnenac, sve vrste škriljaca, neki konglomerati i slični materijali.

Za ovu kategoriju materijala uz rad strojeva potrebno je i određeno miniranje. Međutim, bez obzira na to što je pri iskopu takvog materijala opseg miniranja mali, izvođač mora u svemu primjenjivati tehnologiju i sigurnosne mjere kao pri miniranju u čistom kamenom materijalu (materijalu kategorije “A”). Pri iskopu materijala osjetljivih na atmosferske utjecaje treba istovremeno osigurati utovar materijala, prijevoz do mjesta stalnog odlagališta ili do mjesta ugradnje u nasip, istovar i ugradnju.

Projekt miniranja, koji uključuje i „glatko miniranje“, prije početka radova mora najprije odobriti ovlašteni revident za minerske radove, a potom nadzorni inženjer. Sve izmjene i dopune tijekom rada mora najprije odobriti ovlašteni revident za minerske radove, a potom nadzorni inženjer (sve vezano za djelomično miniranje). Materijali iz širokog iskopa mogu biti različitog sastava pa poprečna i uzdužna odvodnja mora biti u svim fazama rada besprijekorno riješena. Sva voda mora se odvesti izvan trupa nasipa u pogodne recipijente. Otežani rad kao i zamjena vodom prezasićenog miješanog materijala, čiji su uzroci nepravilan rad i loša odvodnja, neće se posebno plaćati. Za vrijeme rada na iskopu pa do završetka svih radova na projektu, izvođač je dužan brinuti se o tome da zbog moguće nepravilne odvodnje ne dođe do oštećenja izrađenih pokosa i da se ne ugrozi njihova stabilnost prije ozelenjivanja i predaje objekta na uporabu. Nagibe pokosa u usjeku i zasjeku treba izraditi po projektu. Nagibi mogu biti vrlo različiti jer ova grupa materijala obuhvaća širok raspon stijenskih masa prema njihovim fizičkomehaničkim svojstvima.

Nagib pokosa ovisit će:

- kod pješčara i konglomerata o vrsti veziva i stupnju povezanosti;
- kod uslojenih stijena o nagibu slojeva (prema osi nasipa ili brdu);
- stupnju raspucanosti i svojstvima tla.

Tijekom rada, na zahtjev izvođača radova, moguće promjene nagiba pokosa odredit će nadzorni inženjer uz prethodno mišljenje projektanta, a u skladu sa svojstvima miješanog materijala, geološkim nalazima, povećanom potrebom za odgovarajućim materijalom i pojavama u iskopima i sl. Ovakvi materijali mogu se primijeniti za izradu nasipa prema uvjetima iz projekta. Ponekad se materijali te grupe mogu koristiti za izradu nosivih slojeva pristupnih i drugih lokalnih cesta, što treba dokazati odgovarajućim ispitivanjima na probnim dionicama. Projekt miniranja mora biti tako napravljen da minerski radovi izazivaju minimalno oštećenje stjenovite mase u pokosu. Projekt tehnologije iskopa mora biti tako napravljen da se

radovima iskopa ne ugrozi stabilnost iskopa u bilo kojoj fazi rada kao i da se osigura da se pri radovima na iskopima na minimum svedu utjecaji koji bi prouzročili ometanje prometa, ljudi i okoliša . U takvim slučajevima, projektom tehnologije iskopa treba predvidjeti , umjesto miniranja, iskope strojevima s pneumatskim čekićima odgovarajućeg učinka.

Obračun rada

Rad se mjeri u kubnim metrima (m^3) stvarno iskopanog materijala u sraslom stanju. U jediničnu cijenu uračunani su svi radovi na iskopu materijala s utovarom u prijevozna sredstva, odvozom i istovarom viška materijala na deponiju, troškovi privremenog i trajnog deponiranja te radovi na uređenju i čišćenju pokosa od labilnih blokova i rastresitog materijala, planiranje iskopanih i susjednih površina, te izvođač nema pravo zahtijevati bilo kakvu dodatnu naknadu za taj rad.

5.3.6.3 Iskopi za temelje i građevne jame

Opis rada

Rad obuhvaća iskope za građevne jame za objekte šire od 2 m, raznih dubina, u zemljanom materijalu. Iskopi se rade točno po mjerama i profilima te visinskim kotama iz projekta.

Sav rad na iskopu mora biti obavljen u skladu s posebnim geotehničkim projektom, propisima, planom osiguranja kvalitete, planom izvođenja radova, zahtjevima nadzornog inženjera i ovim uvjetima.

U rad na iskopu se ubrajaju i dodatni poslovi na sabiranju i crpljenju oborinskih, podzemnih ili izvorskih voda, vertikalni prijenos iskopanog materijala potrebnog za nasipavanje oko gotovog temelja i odvoz na odlagalište viška iskopanog materijala.

Radovi na izradi zaštite građevinske jame (talpe, žmurje, piloti, itd.) nisu predmet ovog poglavlja. Obrađeni su u geotehničkim radovima.

Opis izvođenja radova

Metode iskopa građevne jame definirane su ovisno o sljedećim okolnostima:

- vrsta materijala u kojem se izvodi iskop,
- položaj dna iskopa u odnosu na razinu vode,
- ukupna dubina iskopa od površine terena,
- položaj susjednih građevina.

Pri iskopu treba provesti sve mjere zaštite na radu i sva potrebna osiguranja postojećih objekata i komunikacija. Posebno treba paziti da prilikom iskopa ne dođe do potkopavanja ili oštećenja projektom predviđenih pokosa kako ne bi došlo do klizanja pokosa ili odrona. Izvoditelj je dužan svaki slučaj potkopavanja ili oštećenja pokosa odmah sanirati prema uputama nadzornog inženjera ili za složenije slučajeve prema projektu sanacije.

Iskop se obavlja strojno upotrebom odgovarajuće mehanizacije i drugih sredstava prema odabranoj tehnologiji, a iznimno manji dio rada se može obavljati ručno tamo gdje se ne može raditi strojevima.

Iskopani materijal treba odbacivati od stjenki i ruba iskopa na potrebnu sigurnu udaljenost zbog opasnosti od urušavanja, te ga razvrstati po upotrebljivosti za nasipavanje oko temelja, za ugradnju u nasipe ili za prijevoz na odlagalište.

Ako je dno građevne jame u nevezanom materijalu treba ga neposredno prije izrade temelja ili objekta urediti nabijanjem. Ako je dno temeljne jame u vezanom (koherentnom) materijalu i ako je došlo do raskvašenja ili oštećenja dna potrebno je neposredno prije izrade temelja ili objekta napraviti zamjenu materijalu ili na drugi odgovarajući način urediti oštećeni dio tla.

Ako je krivnjom izvoditelja došlo do prekopa dna građevne jame izvoditelj je dužan zamijeniti

nedostajući materijal prema odredbama nadzornog inženjera odnosno u skladu s projektnim zahtjevima.

Iskope za temelje treba obavljati prema izvedbenim nacrtima projekta temeljenja.

Ako nije drukčije predviđeno geotehničkim elaboratom ili projektom, iskope za temelje treba pregledati specijalist - geomehaničar (po potrebi i geolog) i/ili nadzorni inženjer te utvrditi da li materijali u iskopu odgovaraju predviđenima u geotehničkom elaboratu (projektu) i upisom u građevni dnevnik odobriti daljnju izgradnju.

Građevne jame treba oblikovati prema projektu. Ako je projektom predviđeno podgrađivanje, a tijekom rada nastanu okolnosti koje iziskuju promjenu načina razupiranja, izvođač o tome treba obavijestiti nadzornog inženjera.

Ako se pri iskopu pojavljuju prepreke kao što su kabeli, kanali, drenaže, ostaci objekata, izvođač je dužan o tome obavijestiti nadzornog inženjera koji odlučuje na koji će način izvođač odstraniti ili osigurati takve prepreke, poštujući sve propise i upute vezane za njihovo djelovanje i upravljanje.

Ako se prilikom iskopa obavlja i crpljenje vode, onda se to treba raditi tako da se ne smanji zbijenost tla ili da se ne odnose sitnije čestice. Radi smanjenja brzine i količine dotoka vode, izrađuje se žmurje od dasaka, betonskih ili čeličnih talpi sa žljebovima.

Pri iskopu treba primijeniti sigurnosne mjere radi zaštite pokosa, što je dužnost izvođača.

Način preuzimanja izvedenih radova

Prije početka radova potrebno je izraditi prethodnu geodetsku snimku. Nakon izvedenih radova potrebno je izraditi završnu geodetsku snimku.

Prije početka radova i tokom radova nadzorni inženjer kontrolira radove o čemu vodi evidenciju. Nakon završetka radova nadzorni inženjer vrši detaljan pregled i izmjeru izvedenih radova, te usklađenost s projektom.

Obračun radova

Rad se obračunava kubnim metrima (m^3) po stvarno obavljenom iskopu u sraslom stanju prema mjerama iz projekta ili odredbama nadzornog inženjera. Mjeri se od gornjeg ruba do dna iskopa, pri čemu se uzimaju u obzir i kategorije tla.

Dubine se mjere od prosječne kote terena na obodu građevne jame koja se smatra ishodišnom razinom za određivanje dubine iskopa. Mjeri se i iskop za potrebni radni prostor. Ako projektom nije drukčije određeno, kada se građevna jama za temelj podgrađuje, izvoditelju se priznaje iskop za radni prostor širine 50 cm koji se računa kao svijetli razmak između oplate građevne jame i oplate temelja.

U jediničnoj cijeni sadržan je sav rad potreban za izradu iskopa temelja građevnih jama, tj. iskopi, potrebna razupiranja, oplate, sva odvodnja, vertikalni prijenos i privremeno odlaganje iskopanog materijala, njegov utovar u prijevozna sredstva, prijevoz na određena mjesta i istovar, kao i uređenje i čišćenje terena poslije završetka ovih poslova, a sve prema opisu iz ovog poglavlja, pa izvoditelj nema pravo zahtijevati bilo kakve dodatne naknade. U cijenu je uključen i odvoz i istovar viška materijala na deponiju te troškovi privremenog i trajnog deponiranja. Ako nije drukčije ugovoreno pregledi iskopa s upisom u građevni dnevnik trošak su izvoditelja.

5.3.6.4 Uređenje tla polaganjem geotekstila

Opis radova

Rad obuhvaća sve aktivnosti potrebne za uređenje podloge za nasipavanje kamenog materijala zagata primjenom geotekstila u cilju filtersko sloja.

Uređenje tla loših karakteristika sastoji se u njegovoj pripremi, polaganju geotekstila i izradi sloja od zrnatog kamenog materijala debljine prema projektu.

Polaganjem geotekstila dolazi do odvajanja slojeva materijala bitno različitih karakteristika (granulometrijskog sastava kao i svojstava koja proizlaze iz toga) pri čemu se osigurava minimalna vodopropusnost kao i mehanizam filtriranja kojim se ograničava ispiranje sitnozrnatog materijala pri prolazuvode.

Dijelovi trase na kojima se ovim načinom uređuje temeljno tlo određeni su projektom. Izvođač može kada to uvjeti tla zahtijevaju predložiti primjenu geotekstila za uređenje temeljnog tla i na dijelovima trase gdje to nije predviđeno projektom. U tom slučaju mora dobiti suglasnost nadzornog inženjera.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK), Projektom organizacije građenja (POG) i zahtjevima nadzornog inženjera.

Materijali

Pri uređenju podloge zagata primjenom netkanih tekstila njegova je osnovna zadaća odvajanje dvaju materijala bitno različitog granulometrijskog sastava i svojstava u cilju funkcije odvajanja geosintetski materijal ima i dodatnu funkciju filtriranja radi ograničavanja ispiranja sitnog materijala prilikom prolaza vode iz sitnozrnatog u krupnozrnato tlo uz osiguranje protoka vode po mogućosti bez pojave pornog tlaka.

Geotekstil se koristi kao element za odvajanje i ne preuzima statički dokazanu funkciju armiranja. Ukoliko geotekstil kao sastavni dio građevine ima funkciju armiranja na njega se postavljaju dodatni zahtjevi.

Svaki geotekstil mora bez obzira na svoju funkciju izdržati uvjete ugradnje. Pri ugradnji pojavljuju se dinamička i statička naprezanja na proboj, pucanje i razvlačenje.

Za predmetni geotekstil odabrana je klasa slijedećih karakteristika:

Površinska masa (g/m2)	EN ISO 9864	≥ 200 g/m2
Vlačna čvrstoća u uzdužnom smjeru	EN ISO 10319	≥ 20,0 kN/m
Vlačna čvrstoća u poprečnom smjeru		≥20,0 kN/m
Izduženje uzdužni smjer	EN ISO 10319	50%
Izduženje poprečni smjer		50%
Debljina	EN ISO 10319	1,2 mm
Otpornost na CBR proboj	EN ISO 12236	3500 N
minimalno vrijeme otpornosti na izloženost UV	EN ISO 20432	15 dana

Rukovanje geotekstilom i ugradnja

<u>Skladištenje</u>

Geotekstil se uobičajeno isporučuje u rolama sa i bez zaštitnih omotača.

Ukoliko se geotekstil skladišti na gradilištu potrebno je razlikovati:

- kratkotrajno skladištenje do mjesec dana i

- dugotrajno skladištenje od preko mjesec dana pa do nekoliko mjeseci.

U slučaju kratkotrajnog skladištenja ne postoje posebni propisi. Međutim, preporučuje se prekriti otvorene role geotekstila, kako bi ih se zaštitila od djelovanja UV-zraka i vlage.

Kod dugotrajnog skladištenja geotekstil je potrebno zaštititi od UV-zračenja i vlage.

Smrzavica nema bitan utjecaj na svojstva geotekstila. Problemi se mogu javiti kod ugradnje zaleđenog geotekstila, jer prilikom postavljanja uslijed savijanje ili smicanja može doći do pucanja vlakana.

Transport geotekstila

Kako bi se kod polaganja geotekstila na gradilištu postigla visoka učinkovitost te kako bi bilo što manje preklapanja, pogodnije je koristiti role veće širine. Radi pažljivijeg transporta, potrebno je koristiti stabilne traverze primjerice montirane na viličar ili bager, a koje se mogu umetnuti u rolu. Oni trebaju podupirati rolu po cijeloj dužini, te na taj način spriječiti savijanje i omogućiti jednostavno odmotavanje.

Uporaba hvataljki bagera, lanaca, sajla ili drugih neodgovarajućih pomoćnih sredstava za istovar rola geotekstila i njegovo podizanje na mjesto uporabe ili za namještanje i odmotavanje nije dozvoljena jer geotekstil može pretrpjeti znatna oštećenja koja se, prije svega, odnose na vanjske slojeve, a savijanjem role također i na unutarnje slojeve.

Oštećenja u transportu i polaganju potrebno je spriječiti odgovarajućim postupanjem na gradilištu i korištenjem odgovarajućih pomoćnih sredstava (transportne traverze i traverze za odmotavanje).

Kod svakog pretovara i istovara treba paziti da se vanjski slojevi role mehanički ne oštete (rupe, ogrebotine itd.).

Polaganje geotekstila

Geotekstil treba polagati pažljivo i na što ravniju površinu. U svakom slučaju, geotekstil treba navući do vanjskog ruba gabiona.

Geotekstil treba pažljivo polagati i dobro zategnuti tako da se ne stvaraju nabori. Površina na koju se polaže treba biti po mogućnosti sasvim ravna. Na mjestima gdje postoje neravnine ili uglovi potrebno je postaviti geotkstila tako da prijanja uz podlogu.

Ukoliko je role geotekstila građevinskim strojevima moguće transportirati na mjesto polaganja, kod primjene na velikim površinama moguće je direktno, ručno odmotavanje rola.

Kod malih površina i loše pristupačnosti preporučuje se prethodno rezanje na potrebnu veličinu polaganja.

Strojno polaganje je praktički ograničeno na velika gradilišta gdje se isplati preinaka građevinskih strojeva za ovu svrhu (naprava za odmotavanje).

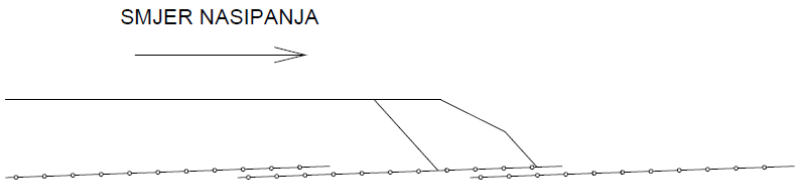
Minimalna vlačna čvrstoća geotekstila u slučaju strojnog polaganje mora iznositi u uzdužnom i poprečnom smjeru Fmin = 20,0 kN/m.

Prilikom postavljanja geotekstila ispod vode potrebno je geotekstip rastegnuti na površinu na koju se predviđa polagati te ga potapati nasipavanjem kamena (granulcije 0-64 mm) na geotekstil. Potrebno je posebnu pozornost staviti na mjesta gdje postoje neravnosti, uglovi i slično.

Spojevi

Širina traka geotekstila je ograničena. Uobičajene širine kreću se od 3 do 5 m. Stoga je u praksi često potrebno međusobno spajanje traka. Pri tome treba razlikovati da li je potreban rastavljivi ili nerastavljivi spoj.

U pravilu se trake geotekstila ugrađuju s preklapanjem u smjeru nasipanja (slijedeća slika). Kada se geotekstil postavlja ispod vode smjer preklapanja geotekstila mora biti u smjeru toka vode. Za posebne namjene se trake geotekstila također mogu i šivati, lijepiti ili zavarivati.



Rastavljivi spojevi kod primjene geotekstila s funkcijom razdvajanja, filtriranja i dreniranja rade se s preklopom pri čemu razlikujemo dva slučaja:

- **Slučaj 1:** dobra, ravna površina polaganja kod srednje nosivosti tla (npr. gradnja prometnica, nasipa), jednostavna kontrola postavljanja - preklapanje najmanje 0,5 m,
- **Slučaj 2:** loša, nepravilna površina polaganja kod vrlo loše nosivosti tla, kontrola polaganja ograničena (opasnost od većih deformacija), na primjer odvodnjavanja, hidrogradnja - preklapanje najmanje 0,5 m.

Kada se geotekstil za razdvajanje polaže ispod vode, širina preklapanja mora biti minimalno 1,0 m.

Kod poprečnih spojeva je dovoljan preklop od 0,3 m. Kod spojeva u uzdužnom smjeru trase, trebalo bi se pridržavati širine preklopa od 0,5 m.

Da se spriječi klizanje geotekstila na mjestu preklapanja pri nasipanju, preklapanje se izvodi u smjeru nasipanja materijala.

Zahtjevi kakvoće

Osiguranje kakvoće za geotekstile provodi se prema zahtjevima iz projekta.

Način preuzimanja izvedenih radova

Prije početka radova i tokom radova nadzorni inženjer kontrolira radove o čemu vodi evidenciju. Nakon završetka radova nadzorni inženjer vrši detaljan pregled i izmjeru izvedenih radova, te usklađenost s projektom.

Prije početka radova i tokom radova nadzorni inženjer preuzima svaku fazu radova posebno, o čemu vodi evidenciju. Nakon završetka radova nadzorni inženjer vrši detaljan pregled i izmjeru izvedenih radova. Vizualno se ocjenjuje kvaliteta radova, ravnost i usklađenost s projektom, a rezultatima ispitivanja kakvoća upotrijebljenog materijala i građevnih proizvoda.

Obračun radova

Rad na postavljanju geotekstilu obračunava se u kvadratnim metrima (m^2). Plaća se po jediničnoj cijeni iz ugovora, a u cijenu ulazi sav materijal, prijevoz i rad na postavljanju geotekstila kao i sve ostalo potrebno za polaganje geotekstila.

5.3.6.5 Oblaganje poleđine zagata geomembranama

Svojstva geomembrane uvelike ovise o materijalu od kojeg se proizvodi, a koji je smjesa polimera i dodataka kao što su plastifikatori, antioksidansi, punila, itd. Geomembrane se proizvode kao folije različite debljine (od 0,5 mm do 3,0 mm, ispitivanjem prema normi HRN EN ISO 9863-1) postupkom izvlačenja, valjanja ili slojevitog nanošenja. Najčešće se proizvode postupkom izvlačenja geomembrane od polietilena visoke gustoće (HDPE), polietilena niske gustoće (LLPDE) i elastičnog polipropilena (PP).

Geomembrane mogu biti glatke ili hrapave, gdje su potonje pogodnije s aspekta ostvarenja veće čvrstoće kontakta, a time i stabilnosti građevine. Za postizanje hrapavosti geomembrana razvijene su četiri metode, i to metoda posebnog izvlačenja, špricanja, uslojavanja i utiskivanja. S obzirom na funkciju u hidrotehničkim građevinama, geomembrana mora zadovoljiti zahtjeve na mjerodavna mehanička, hidraulička i termalna svojstva te osigurati postojanost tih svojstava za vrijeme životnog vijeka građevine. Mjerodavna svojstva geomembrane za primjenu u vodnom gospodarstvu su obuhvaćena normama HRN EN 13361 (Geosintetičke barijere – Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji akumulacijskih jezera i brana) i HRN EN 13362 (Geosintetičke barijere - Zahtijevana svojstva za uporabu pri izgradnji kanala), te će se detaljnije dati u nastavku.

Geomembrana treba biti nearmirana i proizvedena što je moguće šira kako bi bila minimalna potreba za spajanjem na terenu. Geomembrane moraju biti jednake po boji i debljini. Plohe ne smiju sadržavati i moraju biti otporne na nastanak gljivica ili bakterija i ne smiju na sebi imati rupe, rezove, bilo kakve prljavštine ili plikove, te ne smiju biti nagrižene ili s bilo kakvim drugim nedostacima i nepravilnostima. Geomembrana mora odgovarati zahtjevima prikazanim u slijedećoj tablici za kontrolu kvalitete pri proizvodnji.

Karakteristike glatke HDPE geomembrane:

HDPE geomembrana 2,00 mm, obostrano glatka		
Debljina	mm	2,00 (±0,2)
Vlačna čvrstoća MD/CMD:	N/mm²	30/30 (-2/-2)
Izduženje MD/CMD:	%	800/800 (-40/-40)
Otpornost na proboj (CBR)	kN	5,5 (-0,5)
Vodopropusnost	m³/(m².d)	U=1,75E-06 D=1,66E-06

Hidraulička svojstva

S obzirom na osnovnu ulogu geomembrane, najvažnije hidrauličko svojstvo je njezina vodopropusnost.

Koeficijent propusnosti proizvoda geomembrane kreće se od 10-10 do 10-14 m/s, a određivanje vodopropusnosti se vrši u skladu s normom HRN EN 14150.

Ostala hidraulička svojstva, navedena za GCL-u, nisu relevantna za polimerne geomembrane.

Mehanička svojstva

Vlačna čvrstoća i izduženje pri vlačnoj čvrstoći

Vlačna čvrstoća i izduženje pri vlačnoj čvrstoći za geomembrane se određuje prema danom u tablici.

	Vlačna čvrstoća geomembrane	Izduženje geomemrane
PEHD	HRN EN ISO 527-3, uzorak tip 5	HRN EN ISO 527-3, uzorak tip 5

Pri tome je:

PEHD: polietilen visoke gustoće

Otpornost na proboj geomembrane se određuje sukladno normi HRN EN ISO 12236, i to najmanja otpornost na statičko probijanje FCBR [N], a prema istoj normi se određuje i pomak pri statičkom probijanju [mm].

Određivanje čvrstoće prsnuća i izduženja u svemu prema HRN EN 14151 i to u slučajevima kada se očekuje višeoosna deformacija nastala kao rezultat slijeganja u projektnim ili slučajnim situacijama.

Određivanje čvrstoće na paranje prema ASTM D1004, i to u slučajevima kada se geomembrana postavlja na nagnutu površinu ili kada je izložena mehaničkim naprezanjima.

Potrebno je ispitati i ponašanje zavarenog spoja pri pokusu posmikom sukladno normi HRN EN 12317, kao i otpornost spoja na razdvajanje sukladno HRN EN 12316.

Termalna svojstva

S obzirom na polimernu prirodu geomembrana, važno je istaknuti termalna svojstva koja se moraju kontrolirati prilikom primjene navedenih proizvoda u vodnom gospodarstvu.

Pri tome se ispituje pregibljivost geomembrane pri niskoj temperaturi sukladno normi HRN EN 495-5, kao i termalna ekspanzija sukladno normi ASTM D696 kojom se određuje koeficijent linearnog termalnog širenja plastike između -30°C i 30°C dilatometrom od staklastog silicijevog dioksida.

Postojanost

Otpornost na vremenske utjecaje

Otpornost na vremenske utjecaje ispituje se prema HRN EN 12224, a ispitivanje je potrebno provesti ukoliko se pretpostavlja da će materijal nekoliko tjedana biti izložen izravnim vremenskim utjecajima.

Mikroorganizmi

Geomembrana od uobičajenih sintetskih sirovina u pravilu je biološki otporna i neće biti oštećena ili uništena djelovanjem mikroorganizama. Ako je potrebno, mikrobiološka otpornost ispituje se prema HRN EN 12225 postupkom zakapanja u tlo.

Oksidacija

Otpornost na oksidaciju geomembrane se određuje sukladno normi HRN EN 14575.

Pojava pukotina uslijed naprezanja zbog uvjeta okoline

Pojava pukotina glatke geomembrane, nastalih uslijed naprezanja zbog uvjeta okoline se određuje sukladno normi HRN EN 14576.

Kemijska otpornost

Iako je ovo svojstvo većinom relevantno kod primjene geomembrana u odlagalištima otpada, ako je potrebno, ispitivanje kemijske otpornosti se vrši sukladno normi HRN EN 14414.

Otpornost prema izluživanju

Otpornost prema izluživanju geomembrane se određuje sukladno normi HRN EN 14415.

Prodiranje korijenja

Eventualno, ovisno o projektnim zahtjevima, geomembranu je potrebno ispitati i prema otpornosti na prodiranje korijenja i to prema normi HRS CEN/TS 14416.

Način preuzimanja izvedenih radova

Položenu geomembranu ocjenjuje i preuzima nadzorni inženjer na temelju rezultata provedenih tekućih i kontrolnih ispitivanja.

Sve ustanovljene manjkavosti prema navedenim zahtjevima izvođač je dužan otkloniti.

Svi troškovi otklanjanja ustanovljenih manjkavosti terete izvođača, uključujući i sva dodatna ispitivanja i mjerenja koje je potrebno provesti da se ustanovi kvaliteta sanacije.

Za sve radove koji ne zadovoljavaju propisane zahtjeve kvalitete, a izvođač ih nije sanirao po zahtjevu nadzornog inženjera, izvođač nema pravo tražiti nikakvo plaćanje.

Obračun radova

Dobava, polaganje i spajanje geomembrane, uključujući vruće varenje ili neki drugi način spajanja (geomembrane) te svi preklopi, kao i sav potreban rad i materijal te sva kontrolna ispitivanja, obračunavaju se po kvadratnom metru (m^2) ugrađene geomembrane. Osnovica za proračun je projekt ili izmjera na terenu.

Količina za obračun određuje se iz dokumenata izvedenog stanja koje kontrolira i ovjerava nadzorni inženjer. Nadzorni inženjer kontrolira i ovjerava geodetsku izmjeru podloge na koju se postavlja geosintetik prije njegovog polaganja, što se upisuje u dokumente izvedenog stanja.

5.3.6.6 Uređenje temeljnog tla mehaničkim zbijanjem

Ovaj rad obuhvaća sve radove na mehaničkom zbijanju, koji se moraju obaviti kako bi se sraslo tlo osposobilo da bez štetnih posljedica preuzme opterećenje od nasipa , zaštitnog sloja, gornjeg ustroja pruge i prometno opterećenje.

Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, planom osiguranja kvalitete, zahtjevima nadzornog inženjera i ovim uvjetima.

Izrada

Kod vezanih tala temeljno se tlo uređuje tek pošto je uklonjen sav humus prema projektu, odnosno odredbi nadzornog inženjera. Temeljno to se uređuje i poravnava prema projektiranim kotama, uzdužnim i poprečnim nagibima. Tlo s kojeg je skinut humus treba prije svega dovesti u stanje vlažnosti koje omogućuje optimalni utrošak energije zbijanja. To se postiže vlaženjem ili rahljenjem i sušenjem tla. Tek kada materijal postigne optimalnu vlažnost po standardnom Proctorovu postupku (HRN U.B1.038 ili jednakovrijedna norma), pristupa se zbijanju.

Kod materijala osjetljivih na vodu, veliku pažnju treba posvetiti očuvanju temeljnog tla od prekomjernog vlaženja. Tehnologiju i dinamiku rada treba podesiti tako da se, ako vlažnost dopusti, temeljno tlo zbije odmah nakon skidanja humusa. Za vrijeme građenja mora biti osigurana odvodnja temeljnog tla.

Zbijanje temeljnog tla obavlja se prema odabranoj tehnologiji, odgovarajućim sredstvima za zbijanje, ovisno o vrsti vezanog tla.

Kontrola kakvoće

Propisi na osnovi kojih se kontrolira kakvoća materijala u temeljnom tlu:

- HRN U.B1.010/79 (ili jednakovrijedna norma) Uzimanje uzoraka tla

- HRN U.B1.012/79 (ili jednakovrijedna norma) Određivanje vlažnosti uzoraka tla
- HRN U.B1.014/68 (ili jednakovrijedna norma) Određivanje specifične težine tla
- HRN U.B1.016/68 (ili jednakovrijedna norma) Određivanje zapreminske težine tla
- HRN U.B1.018/80 (ili jednakovrijedna norma) Određivanje granulometrijskog sastava
- HRN U.B1.020/80 (ili jednakovrijedna norma) Određivanje granica konzistencije tla.
- HRN U.B1.024/68 (ili jednakovrijedna norma) Određivanje sadržaja sagorljivih i organskih materija tla
- HRN U.B1.038/68 (ili jednakovrijedna norma) Određivanje optimalnog sadržaja vode

Tekuća ispitivanja

Ova ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (D_{pr}) ili određivanje modula stišljivosti (Ms) kružnom pločom Ø30 cm (ovisno o vrsti materijala). Radi se najmanje jedno ispitivanje na svakih 500 m^2 uređenog temeljnog tla.

Posebnim tehničkim uvjetima, kao sastavnim dijelom projekta, projektant može odrediti i veću gustoću ispitivanja od navedenih.

Kontrolna ispitivanja

Vrste ovih ispitivanja iste su kao kod tekućih ispitivanja, a njihov broj ovisi o materijalima, stanju vlažnosti tla i slično. Minimalni je broj ovih ispitivanja jedno ispitivanje na svakih 2000 m^2 uređenog temeljnog tla.

Obračun radova

Rad se mjeri i obračunava po kvadratnom metru stvarno uređenog temeljnog tla.

Plaća se po ugovorenim jediničnim cijenama u koje je uračunano čišćenje, planiranje, eventualno rijanje tla radi sušenja, vlaženja i zbijanje, tj. potpuno uređenje temeljnog tla.

5.3.6.7 Izgradnja nasipa

Opis radova

Ovaj rad obuhvaća nasipanje, razastiranje, prema potrebi vlaženje ili sušenje te planiranje i zbijanje materijala u nasipu prema dimenzijama i nagibima danim u projektu. Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kakvoće (PKOK), projektom organizacije građenja (POG), zahtjevima nadzornog inženjera.

Izrada

Svaki sloj nasipnog materijala mora biti razastrt vodoravno u uzdužnom smjeru ili nagibu koji je najviše jednak projektiranom uzdužnom nagibu nivelete. Od toga se može odstupiti jedino pri izradi silaznih rampi za dublje udoline, kada slojevi nasipa mogu biti i u većem nagibu. U poprečnom smjeru nasip mora uvijek imati minimalni poprečni pad u svim fazama izrade.

Svaki nasuti sloj mora se zbijati u punoj širini odgovarajućim sredstvima za zbijanje. Zbijati treba od nižega ruba prema višemu.

Materijal treba navoziti po već djelomično zbijenom nasipu, po mogućnosti uvijek po novom tragu, tako da se i navoženjem omogući određeno i jednolično zbijanje slojeva nasipa. S nasipanjem novog sloja nasipa može se otpočeti tek kada je prethodni sloj dovoljno zbijen i kada je tražena zbijenost dokazana ispitivanjem.

Visina svakog pojedinog razgrnutog sloja nasipnog materijala mora biti u skladu s vrstom nasipnog materijala i dubinskim učinkom strojeva za zbijanje.

Ako ne postoje provjerena iskustva o mogućnosti zbijanja s određenim nasipnim materijalom i strojevima, debljina nasipnog sloja određuje se na pokusnoj dionici.

Ispitivanje se obavlja na pokusnoj dionici površine 500 m²kako slijedi:

- Naveze se sloj nasipnog materijala pogodne vlažnosti i debljine za koju se pretpostavlja da se može u cijelosti zbiti predviđenim sredstvima za zbijanje.
- Sloj se, zatim, zbija raznim brojem prijelaza strojeva za zbijanje i nakon određenog broja prijelaza ispituje zbijenost.
- Zbijenost se ispituje na najmanje četiri mjesta od kojih najmanje na dva mjesta u donjoj polovici sloja. Ispitivanje i ocjena obavljaju se prema metodama i zahtjevima iz projekta.

Na osnovi dobivenih rezultata nadzorni inženjer daje odobrenje za pogodan način rada upisom u građevinski dnevnik. Svi troškovi u vezi s pokusnom dionicom padaju na teret izvođača, a tako izrađena dionica, ako se nalazi na trasi i ako je zbijenost zadovoljavajuća, priznaje se kao izrađeni nasip.

Nasipni materijal nanosi se na uređeno temeljno tlo ili na već izrađeni sloj nasipa tek nakon što nadzorni inženjer preuzme temeljno tlo ili sloj već izrađenog nasipa. Po završetku nasipa dotjeruju se i planiraju njegovi pokosi.

Kontrola kakvoće

Dimenzije nasipa moraju se tijekom rada kontrolirati tako da ih se uspoređuje s dimenzijama iz projekta. Detaljna kontrola obavlja se pri preuzimanju završnog sloja nasipa (posteljice) mjerenjem od osiguranih iskolčenih točaka osi po horizontalnoj i vertikalnoj projekciji.

Ako se ustanovi da je nagib pokosa nasipa veći od projektiranog, nadzorni inženjer može zahtijevati ispravku prema projektiranom nagibu. Nagib pokosa mora se ispraviti pomoću stepenica, primjenom iste kakvoće materijala, te istim strojevima za zbijanje, do postizanja tražene zbijenosti. Nije dopušteno smanjenje nagiba pokosa nasipa "naljepljivanjem" sloja materijala bez zbijanja i bez prethodne izrade stepenica.

Propisi na osnovi kojih se obavlja kontrola kakvoće materijala za izradu i pri izradi nasipa:

- HRN U.B1.010/79 (ili jednakovrijedna norma) Uzimanje uzoraka tla
- HRN U.B1.012/79 (ili jednakovrijedna norma) Određivanje vlažnosti uzoraka tla ili CEN ISO/TS 17892-1 Određivanje vlažnosti
- HRN U.B1.016/68 (ili jednakovrijedna norma) Određivanje zapreminske težine tla ili CEN ISO/TS 17892 2 Određivanje gustoće sitnozrnoga tla
- HRN U.B1.014/68 (ili jednakovrijedna norma) Određivanje specifične težine tla ili CEN ISO/TS 17892 3 Određivanje gustoće čvrstih čestica -- Metoda piknometra
- HRN U.B1.018/80 (ili jednakovrijedna norma) ili CEN ISO/TS 17892 4 Određivanje granulometrijskog sastava
- HRN U.B1.020/80 (ili jednakovrijedna norma) Određivanje granica konzistencije tla. Atterbergove granice ili CEN ISO/TS 17892 12 Određivanje Atterbergovih granica
- HRN U.B1.024/68 (ili jednakovrijedna) Određivanje sadržaja sagorljivih i organskih materija tla
- HRN U.B1.038/68 (ili jednakovrijedna norma) Određivanje optimalnog sadržaja vode
- HRN U.E1.010/81 (ili jednakovrijedna norma) Zemljani radovi na izgradnji putova
- HRN U.E8.010/81(ili jednakovrijedna norma) Nosivost i ravnost na nivou posteljice
- Propisi na osnovi kojih se obavljaju tekuća i kontrolna ispitivanja:
- HRN U.B1.010/79(ili jednakovrijedna norma) Uzimanje uzoraka tla
- HRN U.B1.012/79 (ili jednakovrijedna norma) Određivanje vlažnosti uzoraka tla ili CEN ISO/TS 17892-1 Određivanje vlažnosti
- HRN U.B1.016/68 (ili jednakovrijedna norma) Određivanje zapreminske težine tla ili CEN ISO/TS 17892 2 Određivanje gustoće sitnozrnoga tla
- HRN U.B1.046/68 (ili jednakovrijedna norma) Određivanje modula stišljivosti metodom kružne ploče

- DIN 18125-2 (ili jednakovrijedna norma) Određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov

Tekuća ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (Sz) ili određivanje Modula stišljivosti (Ms) kružnom pločom Ø30 cm (ovisno o vrsti materijala) najmanje na svakih 1000 m² svakog sloja nasipa, te ispitivanje granulometrijskog sastava nasipnog materijala najmanje na svakih 4000 m³ izvedenog nasipa.

Kontrolna ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (Sz) ili određivanje modula stišljivosti (Ms) kružnom pločom Ø 30 cm (ovisno o vrsti materijala) najmanje na svakih 2000 m² svakog sloja nasipa, te ispitivanje granulometrijskog sastava nasipnog materijala najmanje na svakih 8000 m³ izvedenog nasipa.

Način preuzimanja izvedenih radova

Prije početka radova i tokom radova nadzorni inženjer preuzima svaku fazu radova posebno, o čemu vodi evidenciju. Nakon završetka radova nadzorni inženjer vrši detaljan pregled i izmjeru izvedenih radova. Vizualno se ocjenjuje kvaliteta radova, ravnost i usklađenost s projektom, a rezultatima ispitivanja kakvoća upotrijebljenog materijala i građevnih proizvoda.

Prije početka radova potrebno je izraditi prethodnu geodetsku snimku zemljišta predviđenog za izvođenje radova. Nakon izvedenih radova potrebno je izraditi završnu geodetsku snimku.

Obračun radova

Rad na izradi nasipa od zemljanih miješanih i kamenih materijala obračunava se mjerenjem u kubičnim metrima (m³) ugrađenog i zbijenog nasipa.

Plaća se po jediničnoj cijeni u koju su uključeni svi radovi potrebni za izradu nasipa dobava materijala, dovoz, razastiranje, vlaženje ili sušenje, zbijanje slojeva nasipa, planiranje pokosa nasipa, te čišćenje okoline nasipa.

5.3.6.8 Izrada krune nasipa

Opis radova

Ovaj rad obuhvaća uređenje krune nasipa tj. grubo i fino planiranje materijala i nabijanje do tražene zbijenosti. Krunu nasipa treba izraditi prema kotama iz projekta. Rad mora biti obavljen u skladu s projektom, propisima, programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK), zahtjevima nadzornog inženjera i ovim OTU.

Kruna nasipa je završni sloj nasipa ujednačene nosivosti, debljine do 50 cm, ovisno o vrsti materijala i namjeni (promet).

Zahtjevi kakvoće

Tekuća ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov postupak (Sz) i/ili određivanje modula stišljivosti (Ms) kružnom pločom Ø30 cm uređene površine krune nasipa.

Minimalna tekuća ispitivanja jesu:

- jedno određivanje stupnja zbijenosti na 1.000 m², i/ili
- jedno određivanje modula stišljivosti na 1.000 m²
- jedno određivanje granulometrijskog sastava materijala na 6.000 m².

Kote krune nasipa mogu odstupati od projektiranih najviše za ± 3 cm. Poprečni i uzdužni nagibi krune nasipa moraju biti prema projektu. Ravnost se mjeri uzdužno, poprečno i dijagonalno.

Kontrolna ispitivanja obuhvaćaju određivanje stupnja zbijenosti u odnosu na standardni Proctorov

postupak (Sz) najmanje na svakih 2.000 m² i određivanje modula stišljivosti (Ms) kružnom pločom Ø30 cm najmanje na svakih 2000 m² uređene površine. Pri kontroli kvalitete izrade krune nasipa, ispitivanja se obavljaju u serijama pri čemu je najmanji broj pokusa u jednoj seriji 5.

Granulometrijski sastav materijala iz posteljice ispituje se najmanje na svakih 10.000 m².

Način preuzimanja izvedenih radova

Prije početka radova i tokom radova nadzorni inženjer preuzima svaku fazu radova posebno, o čemu vodi evidenciju. Nakon završetka radova nadzorni inženjer vrši detaljan pregled i izmjeru izvedenih radova. Vizualno se ocjenjuje kvaliteta radova, ravnost i usklađenost s projektom, a rezultatima ispitivanja kakvoća upotrijebljenog materijala i građevnih proizvoda.

Prije početka radova potrebno je izraditi prethodnu geodetsku snimku, a nakon izvedenih radova potrebno je izraditi završnu geodetsku snimku.

Obračun radova

Radovi na izradi krune nasipa od zemljanih, miješanih i kamenih materijala obračunavaju se mjerenjem u kvadratnim metrima (m²) uređene i zbijene posteljice.

Plaća se po ugovorenim jediničnim cijenama u kojima su obuhvaćeni svi radovi potrebni za uređenje krune nasipa, ovisno o vrsti materijala i ako je posebno iskazan u ugovornom troškovniku, u protivnom je uključen u cijenu rada na izradi slojeva nasipa.

5.3.6.9 Izrada servisnog puta

Servisni put nije predviđen za javni promet nego služi za potrebe održavanja nasipa i provođenje mjera za obranu od poplava.

Nosivi sloj od nevezanih mješavina

Nosivi sloj od nevezanih mješavina jeste nosivi sloj u kolničkoj konstrukciji servisnog puta koji ima osobine gradilišne prometnice. Izrađuje se od mješavine kamenog materijala do najveće nominalne veličine zrna 63 mm. Nosivi sloj se ugrađuje, u pravilu kao završni sloj putne mreže, bez kolničkog zastora (asfalta) u skladu s projektom, programom kontrole i osiguranja kvalitete (PKOK), zahtjevima nadzornog inženjera i ovim OTU ili jednakovrijednim normama.

Tehnička svojstva građevnih proizvoda

Tehnička svojstva agregata za nosive slojeve od nevezanih mješavina specificirana su prema normi HRN EN 13242 (ili jednakovrijedna norma).

Granulometrijska krivulja zrnatog kamenog materijala mora se nalaziti unutar granica koje su definirane normom HRN EN 13285 (ili jednakovrijedna norma) (točka 4.4.1, tablica 6) i to razreda Ga, Gb ili Gc. Isporučitelj se osim odabranog razreda graničnih krivulja mora pridržavati i dodatnih graničnih krivulja definiranih u HRN EN 13285 (točka 4.4.1, tablica 6) (ili jednakovrijedna norma).

Zrnati materijal ne smije sadržavati više od 2% organskih tvari i lakih čestica, kao što su drveni ostaci, korijenje, čestice ugljena i sl.

Tehnička svojstva izvedenog sloja

Na ugrađenom sloju od zrnatog kamenog materijala ispituju se, nakon geodetskog prijama u pogledu visina i položaja, sljedeća svojstva:

- modul stišljivosti metodom kružne ploče prema HRN U.B1.046 (ili jednakovrijedna norma), i
- stupanj zbijenosti ispitivanjem prostorne mase prema normi HRN U.B1.016 (ili jednakovrijedna norma).

Modul stišljivosti i stupanj zbijenosti nosivog sloja bez veziva, moraju zadovoljavati zahtjeve iz projekta.

Moguće je i drugim metodama dokazati da je sloj pravilno ugrađen i da su postignuti zahtjevi za ugrađeni sloj. Druge metode (dinamička ploča, suvremena sredstva za zbijanje slojeva cesta) je moguće koristiti samo ako se dokažu zadovoljavajuće korelacije sa standardiziranim metodama (HRN U.B1.046 i HRN U.B1.016 (ili jednakovrijedne norme)) za svaku pojedinu vrstu materijala. Navedene korelacije dokazuje izvoditelj radova kroz tekuću kontrolu, a odobravaju nadzorni inženjer i projektant.

Način preuzimanja izvedenih radova

Prije početka radova i tokom radova nadzorni inženjer preuzima svaku fazu radova posebno, o čemu vodi evidenciju. Nakon završetka radova nadzorni inženjer vrši detaljan pregled i izmjeru izvedenih radova. Vizualno se ocjenjuje kvaliteta radova, ravnost i usklađenost s projektom, a rezultatima ispitivanja kakvoća upotrijebljenog materijala i građevnih proizvoda.

Prije početka radova potrebno je izraditi prethodnu geodetsku snimku, a nakon izvedenih radova potrebno je izraditi završnu geodetsku snimku.

Obračun radova

Ovaj rad mjeri se i obračunava u kubičnim metrima ugrađenog materijala u zbijenom stanju. Za obračun se uzimaju obično dimenzije iz projekta, ako odredbom nadzornog inženjera nije došlo do nekih izmjena.

Plaća se po ugovorenoj jediničnoj cijeni za kubični metar ugrađenog sloja u zbijenom stanju, u koju su uračunani svi troškovi nabave materijala, njegova prijevoza, ugradnje i svega što je potrebno za potpuno dovršenje rada.

5.3.6.10 Zaštita dna i pokosa oblaganjem lomljenim kamenom

Opis radova

Ovaj rad obuhvaća zaštitu dna i pokosa vodotoka, kanala i drugih vodnih građevina oblaganjem lomljenim kamenom na površinama predviđenim projektom ili prema zahtjevu nadzornog inženjera uz suglasnost projektanta.

Materijal

Za ovu vrstu zaštite primjenjuje se lomljeni kamen krupnoće i kakvoće koja je predviđena projektom, a u ovisnosti o veličini erozijske sile toka vode u kanalu. Materijal mora imati odgovarajući mineraloško-petrografski sastav, mora biti zdrav i odgovarajuće veličine. Kvaliteta prirodnog kamenog materijala korištenog u svrhu oblaganja kanala treba biti u skladu sa projektom, sljedećim normama HRN EN 1341, HRN EN 1926, HRN EN 1936, HRN EN 12370, HRN EN 12371, HRN EN 13755 i ovim OTU-ima ili jednakovrijednim normama.

Opis izvođenja radova

Kamen se postavljaja na prethodno postavljeni sloj geotekstila.

Prije izrade podloge za kamene elemente, nadzorni inženjer mora preuzeti uređenu površinu, nakon čega se može izvoditi podloga za kamenu oblogu.

Rad obuhvaća grubu neznatnu obradu lomljenog kamena nepravilnog, poligonalnog oblika. Ako se korišteni kamen lomi po plohi slojevitosti ili škriljavosti, kamen je na lomu s dvije strane približno ravan i paralelan. Kod ugradnje se jedna od tih ploha koristi kao vidljiva ploha (dno i pokosi jarka).

Oblik pojedine stranice takvog kamena moguć je i kao poligonalan, samo s ravnom grubo obrađenom vidljivom plohom, dok su spojevi sa susjednim kamenom i ploha u sloju pijeska neobrađeni.

Kamena obloga je po dužini učvršćena kamenim ili betonskim pragovima na mjestima promjene pada dna kanala ili na svakih 25-50 m dužine izvedenog kanala, ili kako je to projektom zadano. Pragovi moraju biti izvedeni po projektiranoj niveleti uz dozvoljeno odstupanje (± 1 cm).

Reške između postavljenih kamenih elemenata ispunjavaju se: kamenom, drobljenom sitneži, rjeđe cementnom mortom ili drugim materijalom koji je definiran projektom. Za izvedbu ove obloge potrebno je osigurati uvjete rada u suhom.

Zahtjevi kakvoće

Lomljeni kamen granulacije 10-30 cm koji se koristi za oblaganje pokosa kanala, treba imati određenu tlačnu čvrstoću, biti otporan na kristalizaciju soli, drobljenje i habanje, otporan na smrzavanje i upijanje vode u skladu s važećim zakonima, propisima i normama.

Treba koristiti kamen prema fizičko mehaničkim svojstvima kako slijedi:

Tlačna čvrstoća	HRN B.B8.012	
	u suhom stanju	140 MN/m²
	u vodom zasićenom stanju	120 MN/m²
	poslije smrzavanja (50 ciklusa)	120 MN/m²
Otpornost na habanje po Böhme-u	HRN B.B8.015	max As=18,0 cm3/50cm2
Upijanje vode	HRN B.B8.010	max U =0,40 mas.%
Postojanost na mraz	HRN B.B8.001	postojan
Prostorna masa	HRN B.B8.032	ρm=2,65 t/m3

Kamen mora zadovoljiti osnovne zadane uvjete (prema navedenim ili jednakovrijednim normama), a doprema se iz najbližeg kamenoloma koji ima zadovoljavajuće ateste odnosno certifikate.

Kameni materijal za izradu obloge te drugi primijenjeni materijali trebaju zadovoljiti zahtjeve iz projekta, odredbe iz ovih OTU-a predviđene za te materijale te važeće norme i propise. Za oblaganje kanala kamenom upotrebljava se zdrav (jedar) kamen, postojan na atmosferske utjecaje, dimenzija određenih projektom.

Veličina lomljenog kamena je u tlocrtu manja od širine dna projektiranog kanala, a debljine ne veće od 20 cm.

Niveleta dna kanala treba biti izvedena s točnosti maksimalnog odstupanja (± 1 cm) mjerena na svakom projektnom profilu, a po potrebi i gušće. Pokosi kanala obilježavaju se profilnim letvama kako bi se mogli izraditi pravilni nagibi i ravne plohe obloge.

Obloga po obliku i nagibu mora odgovarati zahtjevima projekta, a odstupanje može biti u granicama tolerancije.

Način preuzimanja izvedenih radova

Prije početka radova i tijekom radova nadzorni inženjer preuzima svaku fazu radova posebno, o čemu vodi evidenciju. Nakon završetka radova nadzorni inženjer vrši detaljan pregled i izmjeru izvedenih radova. Vizualno se ocjenjuje kvaliteta radova, ravnost površine i usklađenost s projektom, a rezultatima ispitivanja kakvoća upotrijebljenog materijala i građevnih proizvoda.

Uvjeti i metode ispitivanja kvalitete prirodnog kamena koji se koristi za oblaganje provode se prema važećim hrvatskim ili europskim normama te ovim OTU-ima.

Obračun radova

Oblaganje dna i pokosa vodotoka, kanala i drugih vodnih građevina, uključujući i izradu podloge obračunava se u metrima kvadratnim stvarno obložene površine mjereno prema razvijenoj površini kamene obloge mjerene po vanjskoj plohi obloge, a plaća po ugovorenim jediničnim cijenama.

U jediničnoj cijeni sadržani su iskop za temelj obloge, zatim odabir, dobava i obrada kamena, prijevoz i postavljanje kamena u oblogu te sav materijal, potreban pribor i alat te rad potreban za potpuno dovršenje obloge, opisan u ovom potpoglavlju kao i čišćenje jarka nakon završnih građevinskih radova.

Eventualni višak radova, koji bi nastao uslijed nepridržavanja zahtjeva, projekta i ovih OTU-a ne priznaje se kao višak ili kao dopunski rad.

5.3.7 GEOTEHNIČKI RADOVI

5.3.7.1 Izrada privremenih zagata

Opis radova

Rad se sastoji od izrade privremenih zagata u koritu rijeke Kupe za potrebe zaštite građevne jame. Zagat se izvodi od kamenog materijala, gabiona i mlazno injektiranih stupnjaka.

Materijal za kameni zagat se ugrađuje u slojevima uz zbijanje. Ovaj rad obuhvaća uređenje temeljnog tla, nabavu, dopremu, ugradnju, razastiranje, zbijanje i sve ostale radove potrebne dovršenje prema dimenzijama i nagibima danim u projektu. Rad također uključuje premještanje materijala i ugradnju istog za svaku fazu, uklanjanje, utovar i odvoz materijala ugrađenog u privremene zagate po završetku svih radova.

Stavka se obračunava m^3 izvedenog zagata.

Materijali

Za izradu zagata koristi se kameni materijal granulacije 0 - 64 mm za jezgru zagata te za pokose 10 - 30 cm.

Opis izvođenja radova

Po završenim prethodnim radovima na osnovi ugovorom utvrđenih uvjeta početka rada započinje rad na izgradnji privremenog zagata. Prve aktivnosti su iskolčenje položaja zagata i osiguranje pristupa do gradilišta. Prije početka iskopa izvoditelj treba dati nadzornom inženjeru na uvid i odobrenje tehnologiju rada koju namjerava primijeniti te oprema s kojom kani raditi. Iskopi se provode strojno, a tek u izuzetnim slučajevima ručno.

Obračun radova

Privremeni zagat se obračunava m^3 izvedenog zagata kamenog. U cijenu je uključeno premještanje i uklanjanje zagata po završetku radova na temeljenju.

5.3.7.2 Mlazno injektiranje stupnjaka - vodonepropusna zavjesa

Radovi na izvedbi mlaznog injektiranja sastoje se od:

- pripremnih radova i pripreme krune zagata kao radnog platoa,
- probno polje
- iskolčenja položaja pojedinih stupnjaka,
- izvedbe mlaznog injektiranja monofluidnom rotacijskom tehnikom,
- kontrole kvalitete ugrađenih materijala i kvalitete izvedenih radova.

Pripremni radovi za izvedbu mlaznog injektiranja

Pripremni radovi uključuju mobilizaciju potrebne opreme, potrebne među transporte opreme duž dionice i uređenje zagata za izvedbu stupnjaka.

Tehnički uvjeti za izvedbu mlaznog injektiranja

Mlazno injektirani stupnjaci izvode se s radnog platoa krune zagata. Karakteristike uređenog radnog platoa trebaju biti takve da omoguće nesmetano kretanje mehanizacije za izvođenje mlaznog injektiranja.

Ovi radovi obuhvaćaju slijedeće aktivnosti:

- predradnje,

- mlazno injektiranje stupnjaka

Mlazno injektiranje

Mlazno injektiranje je postupak koji se sastoji od dvije faze. U prvoj se fazi izvodi bušenje do konačne dubine zahvata. U drugoj se fazi u tlo ubrizgava injekcijska smjesa pod visokim pritiskom uz pomoć drugog fluida u obliku zračnog plašta.

Mlaznim injektiranjem se u tlo pod vrlo visokim pritiskom priborom koji rotira ubrizgava injekcijska smjesa. Pri tom dolazi do razaranja strukture tla i miješanja čestica tla s injekcijskom smjesom. Injektiranje se vrši od dna izvedene bušotine prema gore.

Brzinom podizanja pribora i kontrolom pritiska postiže se jednoliko radijalno penetriranje injekcijske smjese u tlo. Time se u tlu formiraju valjkasta tijela znatno boljih mehaničkih karakteristika od tretiranog tla.

Veličina, odnosno promjer prodiranja u tlo ovisi prvenstveno o geotehničkim karakteristikama tla i primijenjenim pritiscima. Očekivani promjer mlazno injektiranih stupnjaka koji prvenstveno ovisi o geotehničkim karakteristikama tla iznosi d = 80 cm.

Stupnjaci se izvode jednoosno na razmaku 60 cm. Redoslijed izvođenja stupnjaka je napreskokce radi ostvarenja bolje vodoprživosti. U prvom prolazu izvodi se svaki 4. stupnjak (0, 4, 8,...), u drugom prolazu se pomiče za 2 mjesta (2, 6, 10,...), a u trećem prolazu popunjava ostatak stupnjaka (1, 3, 5, 7, 9,...). Između dva prolaza injektiranja mora proći 24 sata.

Tijekom izvođenja radova potrebno je za projektne parametre mlaznog injektiranja mjeriti i bilježiti potrošnju injekcijske smjese. Projektni parametri dani su na osnovi podataka o sastavu i karakteristikama tla i prema potrebnoj kvaliteti stupnjaka, pri čemu su korišteni iskustveni računski obrasci (dijagrami) za ovakvu vrstu rada.

Početni parametri mlaznog injektiranja su:

tlak injektiranja injekcijske smjese	maksimalno 400 bara
utrošak suhe tvari (cementa) injekcijske smjese po m' stupnjaka promjera Ø 80 cm	260 kg/m' + 3%bentonita*
vrsta cementa	aktivnosti minimalno 450 (CEM II/B-M 42,5)
vodocementni faktor	1:1
broj mlaznica	2

* probnim poljem će se potvrditi potrebna količina cementa i postotak bentonita

Visinu podizanja pribora odnosno brzine podizanja (kad se radi sa kontinuiranim dizanjem, a ne u inkrementima), kao i vremena trajanja injektiranja na nekom nivou treba odrediti ovisno o opremi koja se koristi za provedbu mlaznog injektiranja (broj mlaznica, kapacitet opreme-pumpe i dr.). U slučaju da se koristi oprema koja radi po principu podizanja pribora u inkrementima uvjet rada je da imamo najmanje dva puna okreta pribora na svakom horizontu.

- Iskolčenje osi i položaja bušotina s točnošću od cca ± 5 cm.
- Lociranje bušaćeg pribora u centar budućeg injektiranog stupa te bušenje kroz slojeve tla do predviđene dubine. Prilikom bušenja treba konstatirati kroz koje materijale se prolazi.
- Po dosizanju konačne dubine počinje se mlaznim injektiranjem pri čemu će se formirati mlazno injektirano tijelo u tlu koje nazivamo stupnjak.
- Pri dnu bušaćeg pribora nalaze se dvije mlaznice koje imaju otvore okomito na os bušaćeg pribora. Pribor se rotira uz istovremeno injektiranje cementnom suspenzijom pod pritiskom od predvidivo 400 bara. Nakon injektiranja od minimalno dva puna okretaja mlaznica pribor se podiže za 7 cm, a postupak se ponavlja sve dok se ne izvede stup u predviđenoj visini.
- Osnovni kriterij kod mlaznog injektiranja je uvjet da se po m' stupnjaka ugradi cca 260 kg cementa (cca 340 l injekcijske mase).

Očekivana jednoosna tlačna čvrstoća injekcijskog tijela je 2,0 – 5,0 N/mm^2. Očekivani koeficijent vodopropusnosti mlazno injektiranog tla je od 10^{-7} do 10^{-9} m/s. Očekivani modul elastičnosti injekcijskog tijela je cca 500 – 2000,0 MN/m^2.

Injekcijska smjesa

Mlazno injektiranje izvest će se smjesom na bazi cementa. Predviđa se koristiti cement aktivnosti minimalno 450 (injekcijskih smjesa na bazi cementa CEM II/B-M 42,5). Predviđeni vodocementni faktor (w/c) je 1,0. Postotak bentonita u smjesi iznosi 1-3%.

Injekcijska smjesa je slijedećeg sastava:

- cement 1000 kg
- voda 1000 l
- bentonit 10-30 kg

U toku rada, a ovisno o uvjetima, moguće su manje korekcije o čemu će odluku donijeti voditelj tehničkog nadzora ili projektant.

Kontrola kvalitete

Kontrolu kvalitete materijala treba provesti u skladu s važećim propisima i normama. Izvođač radova treba posjedovati ateste o kvaliteti svih ugrađenih materijala. Kontrola kvalitete provodi se kako za komponentne materijale tako i za odgovarajuće smjese.

Radovi na kontroli kvalitete uključeni su u jediničnu cijenu mlaznog injektiranja.

Laboratorijska ispitivanja injekcijske smjese obuhvaćaju:

- prethodna ispitivanja,
- kontrolna ispitivanja.

Prethodna ispitivanja služe za određivanje recepture smjese pri čemu je potrebno provjeriti:

- fizikalna i mehanička svojstva cementa,
- protočnost,
- izdvajanje vode,
- vrijeme vezivanja,
- promjena zapremnine,
- tlačnu čvrstoću nakon 7 i 28 dana.

Kontrolna ispitivanja obuhvaćaju ispitivanje kvalitete smjese za injektiranje (određivanje tlačne čvrstoće odabranih uzoraka nakon 7 i 28 dana). Uzorke smjese za injektiranje treba uzimati jednom tjedno. Tlačna čvrstoća uzoraka nakon 28 dana treba biti najmanje 3 MN/m².

Kao kontrolu izvedene mlazno injektirane zavjese predviđa se izvesti jednu kontrolnu bušotinu u prvih 100 m izvedene zavjese te još tri kontrolne bušotine na svakih cca 600 m dionice. Bušotine promjera min 100 mm i duljine 5 m se izvode kroz tijelo stupnjaka. Tijekom bušenja se uzimaju uzorci za provjeru tlačne čvrstoće. Bušotina se ispuni vodom te se prati promjena razine vode tijekom 24 sata. Na kraju se bušotina ispunjava injekcijskom smjesom, bez pritiska.

Probno polje

Prije početka radova na izvedbi injekcijske zavjese, izvodi se probno polje od tri stupnjaka za stupnjake promjera 80 cm, dubine 8,0 m, kako bi se utvrdila kvaliteta injekcijske smjese te dobiveni promjer stupnjaka.

U probnom polju izvest će se:

- jedan stupnjak sa injekcijskom smjesom s 220kg cementa/m', bez bentonita,
- jedan stupnjak sa injekcijskom smjesom s 240kg cementa/m' i 1% bentonita u smjesi,
- jedan stupnjak sa injekcijskom smjesom s 260kg cementa/m' i 3% bentonita u smjesi

Probno injektirani stupnjaci će se otkopati minimalno 3,0 m od površine sedam dana po injektiranju kako bi se izmjerili dobiveni promjeri injektiranog tijela i utvrdila kompaktnost zavjese. Lokaciju probnog polja osigurava izvođač uz odobrenje nadzora, projektanta i investitora.

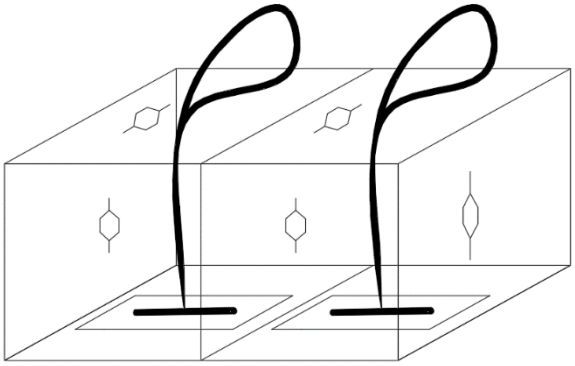
Također se uzimaju uzorci dobivenog materijala injektiranjem (mješavina čestica tla i cementne suspenzije) za ispitivanje postignute tlačne čvrstoće. Uzorci se uzimaju rotacijskom tehnikom bušenja sa dijamantnom krunom na svakom m stupnjaka. Ispituje se tlačna čvrstoća nakon 7 i nakon 28 dana.

Za sva prethodna ispitivanja potrebno je izraditi izvještaj u formi elaborata i dostaviti ih Nadzornom inženjeru i Projektantu, prije početka radova.

5.3.7.3 Potporna konstrukcija od gabiona

Gabioni su sklopovi izrađeni od dvostruko upredene čelične šesterokutne mreže tipa 8x10 (EN 10223-3, Tablica 2), promjera žice 3,40/4,40 mm. Metalna žica obložena ZnAl5% mora biti zaštićena polimernim premazom visoke otpornosti na abraziju, nominalne debljine od 0,5 mm.

Gabioni moraju biti podijeljeni u jednoliko podijeljene ćelije unutarnjim dijafragmama. Biti napunjeni prije postavljanja i opremljeni sa ručkama za podizanje.



Prema projektu gabionski koševi koji će se ugrađivati trebaju ispunjavati sljedeća svojstva:

KARAKTERISTIKE MATERIJALA		
	Vrijednost*	**Norma**
Mrežasti gabionski koševi / prednja ili bočna strana	8x10; 3,40 mm / 4,40 mm	EN 10223-3 (ili jednako vrijedna)
Vlačna čvrstoća mrežnog gabionskog koša / prednja ili bočna strana	80 kN/m	EN 10223-3 (ili jednako vrijedna)
Vlačna čvrstoća žice / produljenje	350-550 MPa / >8%	EN 10223-3:2013 (ili jednako vrijedna)
Zaštita žice od korozije	Zn-Al+5%, Klasa A + polimerni premaz	EN 10244-2; EN 10245 (ili jednako vrijedna)
Otpornost mreže na koroziju prirodnog slanog spreja koja pokazuje manje od 5% crvene hrđe	min. 6000 h	EN ISO 9227 (ili jednako vrijedna)
Smanjenje vlačne čvrstoće i istezanja polimernog premaznog materijala nakon izlaganja 2500 Q-UVA	max. 25 %	EN ISO 4892-3 (ili jednako vrijedna)
Otpornost polimerne prevlake na abraziju pri 20 N	min. 100 000 ciklusa	EN 60229 (ili jednako vrijedna)

Vezanje

Vezanje se može izvesti pomoću žice za vezivanje ili alternativno čeličnim prstenastim zatvaračima, uz korištenje maksimalnog razmaka od 100 mm. Umjesto žice za vezivanje mogu se koristiti prstenovi od nehrđajućeg čelika sljedećih specifikacija:

- Promjer: 3,00 mm
- Vlačna čvrstoća: >1550 MPa
- Otporna čvrstoća: >2,0 kN

Prethodno napunjeni gabionski koševi

Svaki gabionski koš potrebno je prethodno napuniti na vibracijskom stolu kako bi se postigla zbijenost tako da je minimalna zapreminska težina 18 kN/m3. Kamena ispuna ne smije biti osjetljiva na vlaženje.

Donja strana gabiona mora biti ojačana sa na način da može podnijet vlastitu težinu gabiona te prijenos gabiona od deponije do pozicije na kojoj se mora nalaziti.

Postavljanje

Kamena ispuna gabiona mora biti tvrda, oštro bridna do okrugla, izdržljiva i takva da se neće raspasti kada je izložena vodom tijekom predviđenog vijeka trajanja konstrukcije. Preporučene dimenzije za punjenje gabiona su 100-200 mm. Raspon veličina može omogućiti odstupanje od 5% veće ili manje kamena, pod uvjetom da se ne stavlja na izloženu površinu gabiona. U svakom slučaju, veći kamen ne smije biti veći od 250 mm, a manji kamen ne smije biti manji od 50 mm.

Kamen se postavlja u slojevima visine 300 mm za gabione visine 1 m i 250 mm za gabione visine 0,5 m. Sloj punjenja nikada ne smije biti viši od 300 mm od bilo koje susjedne ćelije.

Nakon što se sloj kamena postavi u ćeliju, potrebno je izvršiti dovoljno ručne manipulacije kamenom kako bi se smanjili prazni prostori i postigla maksimalna gustoća kamena u gabionu. Ojačanja se postavljaju okomito na prednje i stražnje površine te bočne površine na trećim vertikalnim točkama za gabion visine 1 m, dok se ćelija puni.

Obračun radova

Gabionski koševi se obračunavaju prema komadu montiranog i pozicioniranog koša, a kamena ispuna prema m3 ugrađenog kamene. U cijenu je uključeno premještanje i uklanjanje gabiona po završetku radova na iskopu građevne jame.

5.3.8 ELEMENTI ZA ZAŠTITU POKOSA

5.3.8.1 Priprema podloge

Priprema podloge izvodi se u skladu sa HRN EN 1504-10:2003 (ili jednako vrijedna) Primjena sustava i proizvoda na gradilištu i kontrola kvalitete.

Visokotlačno pranje izvodi se sukladno praksi i odredbama HRN EN 1504-9:1997 (ili jednako vrijedna), u rasponu pritiska 50-60 MPa (180-600 bara) po mogućnosti rotacionim mlaznicama radi postizanja uniformne površine.

5.3.8.2 Sidrenje štapnim sidrima

Potporne konstrukcije za zaštitu građevinskih jama, sidre se pasivnim, štapnim sidrima, gdje je to predviđeno projektom. Štapna sidra izvode se kao privremena, s životnim vijekom 1 godine.

Radovi na sidrenju izvode se u skladu s normom HRN EN 14490 (ili jednako vrijedna) Specijalni geotehnički radovi – Čavlano tlo.

Sidra sudjeluju u statičkom uravnoteženju sila kod zaštite iskopa te je stoga izvedba i funkcionalnost sidara najdelikatnija faza ovog projekta. Kao takvima treba im posvetiti posebnu pažnju i izvršiti sva predviđena prethodna i kontrolna ispitivanja.

Radovi na izradi sidara sastoje se od:

- pripreme ugradbenih materijala, pripreme injekcijske smjese i sistema za injektiranje,
- bušenja za sidra,
- ugradnje sidara i injektiranja sidrišne dionice,
- postupka aktiviranja i kontrolnog ispitivanja.

Projektant daje preporuke pomoću kojih se statička funkcionalnost može ostvariti. Izvođač može izvedbenim ili tehnološkim projektom definirati svoju tehnologiju izvedbe, ali uz potpuno ispunjenje statičkih zahtjeva projekta. Prvo se izvodi ispitivanje probnih sidara, radi konačnog definiranja sistema sidrenja, a zatim se pristupa izradi projektnih sidara.

Sidra se međusobno povezuju sidrenom gredom, kako bi se osiguralo njihovo zajedničko djelovanje u potpornoj konstrukciji te osigurao ležaj za glavu sidra.

Materijali

Štapni element sidra zadovoljit će uvjete za privremenu konstrukciju, prema sljedećim karakteristikama:

Svojstvo	Tražena vrijednost
Tip čelika	S 400
Vlačna nosivost pri slomu [kN]	440
Sila pri granici popuštanja [kN]	400
Kut ugradnje [°]	15
Duljina sidra [m]	10, 8 ,6
Međuosni razmak sidra [m]	2,0

Elementi sidra (pričvrsni pribor, spojnice, sidrene pločice, navoj), odgovarat će karakteristikama i tipu sidra za postizanje projektom zadanih vrijednosti sidra.

Karakteristike injekcijske smjese za sidra odgovarat će sljedećim zahtjevima:

- cement CEM I, klase 45,
- dodatak za bubrenje (IKATON 0.3% ili INTRAPLAST 1% u odnosu na količinu cementa),
- dodatak za obradivost,
- dodatak za ubrzano vezanje,
- omjer suha tvar : voda V/C = 1 : 0,35 – 0,5.

Sastav smjese određuje se prethodnim laboratorijskim ispitivanjem prije ugradnje. Injekcijska smjesa izvodi se sukladno normi HRN EN 447.

Izvođenje

Postupak bušenja

Bušenje se izvodi po točno propisanom redoslijedu definiranim u projektu tehnologije izvođenja sidara. Promjer glave bušače krunice za bušenje je min. 110 mm. Bušotine se izvode pod zadanim kutom i rasporedom, duljine barem 30 cm većeg od projektne duljine sidra. Tehniku bušenja potrebno je prilagoditi sastavu i karakteristikama tla. Za vrijeme bušenja treba voditi zapisnik o napredovanju, materijalu i ostalim pojavnostima, kako bi se u slučaju eventualnog podbacivanja nosivosti sidra mogle dokazati i odobriti projektne promjene.

Postupak ugradnje i injektiranja

Pritisak injekcijske smjese pri bušenju kod sidrišne zone mora biti minimalno 10 bara, a pri injektiranju 20 bara. Injektor mora imati mogućnost neprekidnog rada sa minimalnim kapacitetom od 20 l/min kod pritiska od 2000 kPa. Isto tako, injektor mora biti sposoban ubrizgavati smjesu sa pijeskom frakcije 0.4 mm. Na injektoru mora biti montiran samo registrirajući manometar koji treba automatski bilježiti čitav proces injektiranja bez prekida.

Postupak zatezanja sidra

Prednapinjanju sidra može se pristupiti najmanje 10 dana nakon provedenog injektiranja sidrišne dionice. Injekcijska smjesa u to vrijeme trebala bi imati tlačnu čvrstoću 30 MPa. Kontrolnim ispitivanjem smjese ovaj se rok može skratiti, ali ne smije biti manji od 7 dana.

Zatezanje sidra izvodi se u dvije faze. Prvo se sidro zateže na nominalno opterećenje NS. Ovo se smatra kao kontrolno (primopredajno) ispitivanje nosivosti sidra i izvodi po navedenom programu. Nakon toga, sila u sidru se nanosi na opterećenje prednaprezanja PS i sa tim opterećenjem sila se zaklinjuje u zaštitnu konstrukciju.

Kontrola kvalitete

Svako sidro će se prilikom zatezanje na radnu silu, ispitati na primopredajnu silu NS.

Određeno je probno ispitivanje sidara na silu veću od radne za ukupno 2 sidra u konstrukciji.

Program ispitivanja probnih (kontrolnih) sidara nosivosti 400kN:

Program ispitivanja probnih sidara			
FAZA	Sila u sidru	Vrijeme postizanja sile	Vrijeme zadržavanja sile
	[kN]	[min.]	[min.]
1	40	2	5
2	160	3	10
3	300	3	10

4	360	5	30
5	40	3	5
6	N_p (290)	3	10
Ukupno trajanje		89 min.	

Maksimalna sila u testnom sidru $N_{max.}$= 360 kN

Program primopredajnog ispitivanja sidara:

Program primopredajnog ispitivanja sidara			
FAZA	Sila u sidru	Vrijeme postizanja sile	Vrijeme zadržavanja sile
	[kN]	[min.]	[min.]
1	40	1	3
2	160	2	5
3	290	2	10
4	20	2	3
5	N_p (290)	2	10
Ukupno trajanje		35 min.	

Sila zaklinjenja sidra N_p=290 kN

Obračun radova

Izvedba sidrenja pasivnim, štapnim sidrima obračunava se po m' ugrađenih štapnih sidara.

Izvedba sidrene grede obračunava se po kg ugrađene čelične konstrukcije sidrene grede, bez spojnog pribora.

Jedinične cijene obuhvaćaju pripremu i raspremanje gradilišta, transport opreme, pribora i ljudstva, izradu izvedbenog ili projekta tehnologije izvođenja, izradu radnog platoa za bušenje sidara, bušenje, injektiranje, postavljenje glave sidra, ispitivanje i zatezanje, kao i demontažu glave sidra za privremene konstrukcije.

5.3.8.3 Armaturni čelik

Čelik koji će se ugrađivati mora u pogledu karakteristika ispunjavati uvjete prema propisima iz područja betona i armiranog betona. Koristiti će se čelik oznake i vrste B500B u skladu s normama HRN EN 10080-1 do 6 za čelik za armiranje. Čelik se treba označavati prema HRN EN 1027-1 i 2 i HRN CR 10260. Svaka pošiljka čelika mora imati Potvrdu o sukladnosti.

Armaturna mreža ugraditi će se tako da što je moguće bolje prati nepravilnosti površine iskopa ili prethodnih slojeva mlaznog betona. Ista će biti postavljena tako da pri ugradbi mlaznog betona ne dođe do njenog pomicanja ili vibracija. Armaturna mreža postavljat će se u najvećim mogućim duljinama. Preklop za armaturnu mrežu koji se primjenjuje kod obloga od mlaznog betona bit će najmanje dvostruko veći od udaljenosti razmaka žica u obodnom smjeru i jednak razmaku žica u uzdužnom smjeru. Armaturna mreža ugrađuje se tako da bude osiguran zaštitni sloj mlaznog betonom debljine najmanje 3 cm. Ugradnju armaturne mreže odobrava nadzorni inženjer.

5.3.8.4 Mlazni beton

Izvoditelj je dužan izraditi projekt mlaznog betona kao sastavni dio programa kontrole kvalitete u skladu s hrvatskom normama za mlazni beton HRN EN 14487-1, 2 te HRN EN 14488-1 do 7: 2005-07.

Osiguranje tunela zahtjevi – mlazni beton					
Konstruktivni element	**Razred tlačne čvrstoče**	**Razred izloženosti**	**Dmax**	**Razred sadržaj klorida**	**VDP (prodor vode srednja vrijednost) HRN EN 12390-8**
Vodonepropusni mlazni beton	C25/30	XC1	16	Cl 0,40	50

Za sanaciju predusjeka tunela upotrebljava se mlazni beton ugrađen „mokrim postupkom“ razreda čvrstoće C25/30 debljine 10 cm, prema potrebi armiran sa armaturnom mrežom Q-188. Na portalima ugrađuju se drenažne procjednice Ø 65 mm.

Materijali

Kameni agregat - za spravljanje mlaznog betona koristiti će se drobljeni i separirani kameni agregat. Korišteni agregat mora biti atestiran. Uvjet kvalitete prema normi HRN EN 12620

Koriste će se slijedeće frakcije:

- F1 0-4 mm,
- F2 4-8 mm,
- F3 8-16 mm

Cement – Ugrađivat će se oznake PC-30z-45s portland cement opće namjene oznake CEM I ili CEM II/A-S. Uvjet kvalitete prema normi HRN EN 197-1:2003 (ili jednako vrijedna)

Voda – za pripremu smjese treba biti čista bez štetnih sastojaka što se potvrđuje certifikatom o kakvoći a sve u skladu s normom HRN EN 1008:2002. Ukoliko se upotrebljava voda za piće nije potreban dokaz da kakvoća odgovara propisanim uvjetima.

Dodaci betonu – tehnička svojstva kemijskih dodataka betonu moraju ispunjavati opće i posebne zahtjeve prema normama HRN EN 934-2:2010; i HRN EN 934-5:2008 (ili jednako vrijedna). Uvjet kvalitete HRN EN 934-2, HRN EN 934-5 i HRN EN 934-6 (ili jednako vrijedna). Skladištenje i primjenu kemijskih dodataka treba provoditi prema uputama proizvođača.

Ugradnja mlaznog betona

Ugradnja mlaznog betona mora biti u skladu s HRN EN 14487-1 i -2 (ili jednako vrijedna)

Prije početka nanošenja mlaznog betona napraviti će se pripremni radovi za podgradu stijene:

- slaba i nevezana stijena treba se ukloniti s površine;

Za prskanje će se poduzeti slijedeće:

- potrebno je površinu nanošenja prethodno navlažiti,
- velike šupljine bit će pažljivo zapunjene prije glavnog nanošenja armaturnom mrežom Q-188 (''jastuci'') i mlaznim betonom,
- prskanje će započeti od dna i nastaviti se prema gore da se izbjegne prskanje po odskoku,
- smjer mlaznice općenito će se održavati okomito prema površini,
- brzina i udaljenost prskanja bit će optimalna za maksimalno prianjanje i nabijanje mlaznog betona.

Optimalna udaljenost između mlaznice i površine ugradbe je 1,0 do 1,3 metra. Mlaznica se postavlja pod pravim kutem na površinu. Uobičajeno se koriste najmanje dvije mlaznice.

Armaturna mreža ubetonira se u mlazni beton kako je prikazano na nacrtima u projektu. Armaturne mreže i šipke moraju biti s unutrašnje strane prekrivene sa minimalno 3 cm mlaznog betona.

U zdravoj stijeni, sloj mlaznog betona prati površinu stijene sa odgovarajućim zaobljenjem. Kod stršenja zdrave stijene stvarna debljina mlaznog betona može se lokalno smanjiti na dvije trećine specificirane debljine. Ovo se primjenjuje samo za dobre kategorije stijenske mase.

Otpadni mlazni beton će se ukloniti odmah po završetku svake ugradnje mlaznog betona. Ni u kom slučaju se otpadni materijal ne vraća u izvedbu. Rad se neprekidno mora odvijati tako da ima što manje otpadnog materijala.

Otpadni materijal se prema programu plana zbrinjavanja otpada odvozi i deponira na najbližu legalnu deponiju.

Određivanje debljine mlaznog betona može se izvoditi pomoću vizualnih markera/vodilica postavljenih prije ugradnje mlaznog betona ili rupama ubušenim nakon završetka ugradnje mlaznog betona.

Njega mlaznog betona

Izvedene površine mlaznog betona treba štiti od evaporacije vlage kao i obični beton.

Sredstva za njegu koja slabe vezu neće se koristiti gdje se treba nanijeti daljnji sloj mlaznog betona. Testovi na terenu o vezi između slojeva bit će izvršeni prije početka radova ako se koristi bilo koja druga vrsta sredstva za njegu.

Po potrebi, sredstvo za njegu će se ukloniti mlazom vode, pjeskarenjem ili sličnim postupkom, prije nanošenja narednog sloja. Zaštita od mraza potrebna je dok mlazni beton ne razvije tlačnu čvrstoću od najmanje 5 MPa.

Betoniranje kod temperature ispod +50C i iznad +300C moguće je samo uz pridržavanje posebnih mjera.

Kontrola proizvodnje betona

Prije početka radova potrebno je obaviti prethodna ispitivanja za potrebe izrade projekta betona kao sastavni dio Projekta kontrole kvalitete u skladu s HRN EN 14487-1 i HRN EN 14488:2005-07-1 do 7 (ili jednako vrijedna). Nakon usvojene recepture i tehnologije izrade mlaznog betona, tijekom izvedbe sanacije tunela potrebno je osigurati kontrolu proizvodnje i kontrolna ispitivanja prema programu.

Osim gore navedenih ispitivanja nadzorni inženjer je dužan osigurati kontrolu debljine ugrađenog mlaznog betona u svemu prema projektu.

Program ispitivanja

Prethodna ispitivanja vrše se prije izvođenja radova, potrebno je provesti testove sa raspoloživim opremom i materijalima kako bi se odredio odgovarajući proračun smjese kojom se postiže specificirana čvrstoća i odgovarajuća ugradljivost zajedno sa korištenom opremom.

Kontrolna ispitivanja tlačne čvrstoće, potrebno je uzimati barem 1 seriju uzoraka za svakih 250 m3 ili 1/ proizvodni tjedan.

5.3.9 SANACIJA OKOLIŠA GRADILIŠTA

Pod završnim radovima podrazumijeva se uređenje okoline gradilišta tako da se, što je moguće bolje, dovede sve u prvobitno stanje. Eventualno preostali materijal iz privremene deponije treba odvesti na trajnu legalnu deponiju. Privremene objekte gradilišta treba ukloniti tako da ne ostanu vidni tragovi.

5.4 OPĆE MJERE ZAŠTITE NA RADU

5.4.1 ZEMLJANI RADOVI

5.4.1.1 Ručni iskop

Kada se pri građenju objekta ručno iskopava zemlja, moraju se primijeniti slijedeće zaštitne mjere:

- pri izvođenju zemljanih radova na dubini većoj od 1,0 m moraju se poduzeti zaštitne mjere protiv rušenja zemljanih naslaga s bočnih strana i protiv obrušavanja iskopanog materijala,
- ručno otkopavanje zemlje mora se izvoditi odozgo naniže, a svako potkopavanje je zabranjeno.

5.4.1.2 Iskop građevinskim strojevima i mehaniziranim alatom

Kada se pri građenju objekta iskapa zemlja građevinskim strojevima i mehaniziranim alatom rukovanje strojevima smije se povjeriti samo radniku koji je stručno osposobljen za taj posao i upoznat s opasnostima koje prijete pri tom radu.

Ispravnost građevinskih strojevi i uređaja mora biti pregledana prije postavljanju na mjesto rada i samog rada.

Mehanizirani alat koji se koristi (pneumatski čekići i drugo) moraju biti oblika i težine pogodnih za lako prenošenje i rukovanje i pod otežanim uvjetima rada.

Kod širokog iskopa potrebno je voditi računa o nagibu bočnih strana kako ne bi došlo do urušavanja. Razupiranje stranica iskopa nije potrebno ako su bočne stranice iskopa uređene pod kutom unutarnjeg trenja tla u kojem se iskop vrši, niti pri etažnom kopanju do dubine manje od 2,0 m.

5.4.2 TESARSKI RADOVI

Oštra sječiva tesarskog alata (sjekira, pile, dlijeta i slično) moraju pri prijenosu biti na pogodan način pokrivena. Rukovanje strojevima za obradu drveta na gradilištu smije se povjeriti samo kvalificiranim ili obučenim radnicima. Građa poslije svakog korištenja na gradilištu, mora se pregledati, očistiti od čavala, ostataka okova i dr., i složiti. Ljestve i radni podovi moraju svojim dimenzijama odgovarati propisima. Sva radna mjesta na visini većoj od 1,0 m moraju biti ograđena zaštitnom ogradom visine ne manje od 100 cm.

5.4.3 RADOVI NA BETONIRANJU

Prije početka betoniranja svi oštri vrhovi ili rubovi koji vire iz oplate za betoniranje moraju se podviti ili pokriti.

S radovima na betoniranju smije se početi tek po provjeri od strane određene stručne osobe na gradilištu jesu li izvršeni svi prethodni potrebni radovi. Nasilno skidanje (čupanje) oplate pomoću dizalice i drugih uređaja nije dopušteno.

5.4.4 GRADILIŠTE

Radovi se obavljaju na otvorenom. Postrojenja i površine namijenjene za rad na otvorenom prostora moraju biti tako locirane da omogućuju sigurno kretanje osoba i prometnih sredstava bez opasnosti za život i zdravlje radnika,

Prostorije namijenjene za obavljanje administrativnih poslova trebaju biti smještene u posebnim objektima.

5.4.4.1 Smanjenje buke

Prilikom izvođenja radova utjecaj buke od radova na ljude koji se nalaze unutar ili u neposrednoj blizini ne smije ugroziti zdravlje.

Tijekom dnevnog razdoblja dopuštena ekvivalentna razina buke iznosi 65 dB(A). U razdoblju od 08.00 do 18.00 sati dopušta se prekoračenje ekvivalentne razine buke od dodatnih 5 dB(A) sukladno s člankom 17. Pravilnika o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN, broj 145/04) i drugim člancima ovog Pravilnika te ih se potrebno pridržavati. Svi strojevi i oprema moraju imati ateste u skladu s hrvatskim i međunarodnim normama i specifikacijama.

5.4.4.2 Zaštita od požara

Osnovna mjera zaštite od požara je pravilno uskladištenje zapaljivog materijala, čišćenje i održavanje prostora, pravilno održavanje električnih instalacija i osposobljenost radnika za preventivno gašenje požara.

Sve radove i usluge treba obavljati uz primjenu odgovarajućih mjera zaštite od požara. Na radilištu se mora nalaziti odgovarajući broj S9 ili P9 aparata. Sva vozila i strojevi trebaju biti opremljena sa aparatom za početno gašenje požara.

Pušenje je zabranjeno u svim zatvorenim prostorijama, te na otvorenim prostorima osim na onim mjestima koja su označena i opremljena.

5.4.4.3 Odstranjivanje štetnih otpadaka

Štetni otpaci koji se pojavljuju na gradilištu (ulja, maziva, goriva i dr.), moraju se odstraniti na mjesta uređena da se izbjegne zagađenja zemljišta, podzemnih voda i čovjekove okoline. Sva ta mjesta moraju biti ograđena i osigurana od pristupa neovlaštenih osoba.

5.4.4.4 Prometnice

Pomoćni putovi za transport tereta i putovi za kretanje osoba trebaju biti projektirani i izvedeni tako da se što manje presijecaju i poklapaju.

5.4.4.5 Radni prostor

Radni prostor je na otvorenom, pa stoga izvođač posebnu pažnju mora posvetiti uređenju gradilišta, što uključuje:

- osiguranje granica gradilišta prema okolini
- određivanje mjesta, prostora i načina razmještaja i uskladištenja građevnog materijala
- način obilježavanja, odnosno osiguranja, opasnih mjesta i ugroženih prostora na gradilištu
- način rada na mjestima gdje se pojavljuju štetni plinovi, prašina, para, odnosno gdje može nastati vatra i drugo
- određivanje vrste i smještaja građevinskih strojeva i postrojenja i odgovarajuća osiguranja s obzirom na lokaciju gradilišta.

5.4.4.6 Pomoćne prostorije

Radovi se izvode na otvorenom i potrebno je osigurati pomoćne prostorije kao što su: garderoba, kupaonica, nužnici, prostorije za uzimanje obroka hrane, prostorije za povremeno zagrijavanje radnika i drugo.

Garderobe se moraju predvidjeti za siguran smještaj civilne i radne odjeće i obuće i dragih osobnih predmeta. Kupaonice moraju biti tako izvedene da imaju osiguranu toplu i hladnu vodu, da u hladnom vremenskom razdoblju budu grijane. Nužnici moraju biti tako smješteni da udaljenost do najudaljenijih mjesta rada ne bude veća od 200 m. Po jedan nužnik mora se predvidjeti na najviše 30 radnika. Odgovornost za provedbu tehničkih mjera zaštite na radu za vrijeme izvedbe objekta

5.4.5 ODGOVORNOST ZA PROVEDBU TEHNIČKIH MJERA ZAŠTITE NA RADU ZA VRIJEME IZVEDBE OBJEKTA

U skladu s odredbama Pravilnik o osposobljavanju i usavršavanju iz zaštite na radu te polaganju stručnog ispita (NN 142/21) Investitor je obavezan imenovati koordinatora II. Dužnosti koordinatora II tijekom izvođenja radova propisane su odredbama Zakona o zaštiti na radu (NN 71/14, 118/14, 154/14, 94/18, 96/18.) i Pravilnika o zaštiti na radu na privremenim gradilištima (NN 48/18.). Oprema gradilišta, osiguranje pojedinih uređaja i strojeva na njemu te radnika, mora u cijelosti odgovarati HTZ propisima. Provedbu ovih zaštitnih mjera provodi glavni inženjer gradilišta, nadzorni organ te ovlašteni organ Republike Hrvatske.

Projektant :	Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.

6 PROCJENA TROŠKOVA GRADNJE

Na temelju provedenih analiza, procjena troškova gradnje za mapu G3-O89.05.01-G04.0 „Pregrada Brodarci – Geotehnički projekt, procjenjuje se vrijednost radova u iznosu **3.271.000,00 €** (s PDV-om).

Projektant :	Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.

7 GRAFIČKI I DRUGI PRILOZI

Popis priloga pruža slijedeća tablica:

R.br:	Oznaka priloga	Naziv priloga	Napomena uz prilog
01	1201	SITUACIJA ZAŠTITE GRAĐEVINSKE JAME, PRIVREMENI ZAGAT, FAZA 1	MJ 1:1000
02	1202	SITUACIJA ZAŠTITE GRAĐEVINSKE JAME, PRIVREMENI ZAGAT, FAZA 2	MJ 1:1000
03	1203	SITUACIJA ZAŠTITE GRAĐEVINSKE JAME, PRIVREMENI ZAGAT, FAZA 3	MJ 1:1000
04	2001	UZDUŽNI PRESJEK KROZ OS PREGRADE BRODARCI, ZAŠTITA GRAĐEVINSKE JAME, FAZA 1 I FAZA 2	MJ 1:200
05	3001	KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK ZAGATA KROZ OS I SLAPIŠTE PREGRADE BRODARCI	MJ 1:100
06	4001	POPREČNI PRESJEK KROZ SLAPIŠTE PREGRADE BRODARCI, FAZA 1	MJ 1:200
07	4002	POPREČNI PRESJEK KROZ SLAPIŠTE PREGRADE BRODARCI, FAZA 2	MJ 1:200
08	4003	POPREČNI PRESJEK KROZ SLAPIŠTE PREGRADE BRODARCI, FAZA 3	MJ 1:200
09	1301	SITUACIJA ZAŠTITE GRAĐEVINSKE JAME ZIDA UZ_D2 PREGRADE BRODARCI	MJ 1:100
10	4002	PRESJEK 1-1 ZAŠTITE GRAĐEVINSKE JAME ZIDA UZ_D2 PREGRADE BRODARCI	MJ 1:100

Projektant :	Ivan Mihaljević, dipl.ing.građ.

LOMNE TOČKE OSI ZAGATA		
TOČKA	X	Y
Z1	424239.97	5045438.49
Z2	424302.26	5045455.87
Z3	424363.58	5045394.62
Z4	424347.28	5045309.54

BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:

GEOKON
WWW.GEOKON.HR

INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614
GRAĐEVINA:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Donje Pokuplje, k.o. Velika Jelsa
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Pregrada Brodarci (Etapa 5)
NAZIV MAPE:	Pregrada Brodarci - Geotehnički dio

RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA:
Glavni projekt	Geotehnički projekt

PROJEKTANT:
Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. građ.
G 3785

SADRŽAJ PRILOGA:

SITUACIJA ZAŠTITE GRAĐEVINSKE JAME
PRIVREMENI ZAGAT
FAZA 1

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):		OZNAKA MAPE:
O89.05		G3-O89.05.01-G04.0
REVIZIJA:	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.	MJERILO:
0	E-103-22-07	1:1000
MJESTO I DATUM:	OZNAKA PRILOGA:	REDNI BR. PRILOGA:
Zagreb, lipanj, 2023.	1201	01

LOMNE TOČKE OSI ZAGATA		
TOČKA	X	Y
Z2	424302.26	5045455.87
Z3	424363.58	5045394.62
Z5	424322.11	5045526.90
Z6	424435.87	5045408.46

BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:

GEOKON
WWW.GEOKON.HR

INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614
GRAĐEVINA:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Donje Pokuplje, k.o. Velika Jelsa
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Pregrada Brodarci (Etapa 5)
NAZIV MAPE:	Pregrada Brodarci - Geotehnički dio

RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA:
Glavni projekt	Geotehnički projekt

PROJEKTANT:
Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. građ.
G 3785

SADRŽAJ PRILOGA:

SITUACIJA ZAŠTITE GRAĐEVINSKE JAME
PRIVREMENI ZAGAT
FAZA 2

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):		OZNAKA MAPE:
O89.05		G3-O89.05.01-G04.0
REVIZIJA:	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.	MJERILO:
0	E-103-22-07	1:1000
MJESTO I DATUM:	OZNAKA PRILOGA:	REDNI BR. PRILOGA:
Zagreb, lipanj, 2023.	1202	02

LOMNE TOČKE OSI ZAGATA		
TOČKA	X	Y
Z7	424297.24	5045443.70
Z8	424314.50	5045460.95
Z9	424369.37	5045406.08
Z10	424352.12	5045388.82

BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:

GEOKON
WWW.GEOKON.HR

INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614
GRAĐEVINA:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Donje Pokuplje, k.o. Velika Jelsa
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Pregrada Brodarci (Etapa 5)
NAZIV MAPE:	Pregrada Brodarci - Geotehnički dio

RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA:
Glavni projekt	Geotehnički projekt

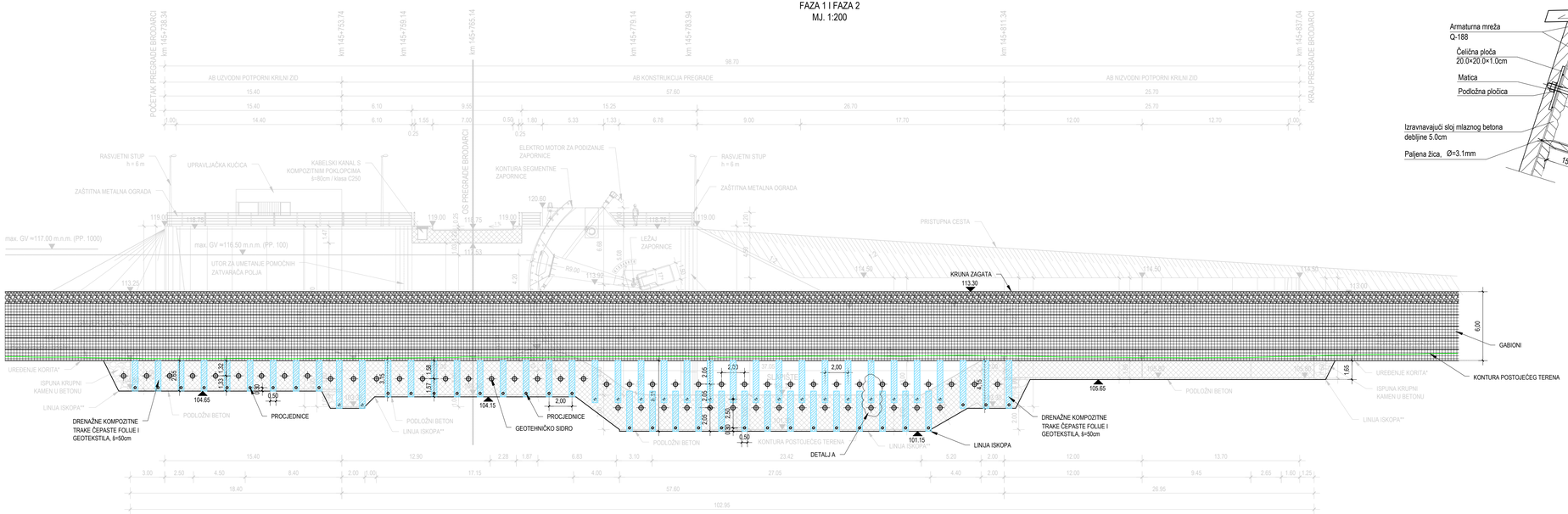
PROJEKTANT:
Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. građ.
G 3785

SADRŽAJ PRILOGA:

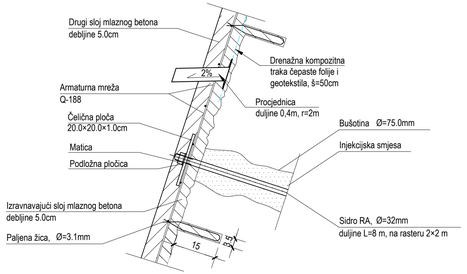
SITUACIJA ZAŠTITE GRAĐEVINSKE JAME
PRIVREMENI ZAGAT
FAZA 3

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):		OZNAKA MAPE:
O89.05		G3-O89.05.01-G04.0
REVIZIJA:	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.	MJERILO:
0	E-103-22-07	1:1000
MJESTO I DATUM:	OZNAKA PRILOGA:	REDNI BR. PRILOGA:
Zagreb, lipanj, 2023.	1203	03

UZDUŽNI PRESJEK KROZ OS PREGRADE BRODARCI
FAZA 1 I FAZA 2
MJ. 1:200



DETALJ A
MJ 1:10



BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:

GEOKON
WWW.GEOKON.HR

INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614
GRAĐEVINA:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Donje Pokupље, k.o. Velika Jelsa
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Pregrada Brodarci (Etapa 5)
NAZIV MAPE:	Pregrada Brodarci - Geotehnički dio

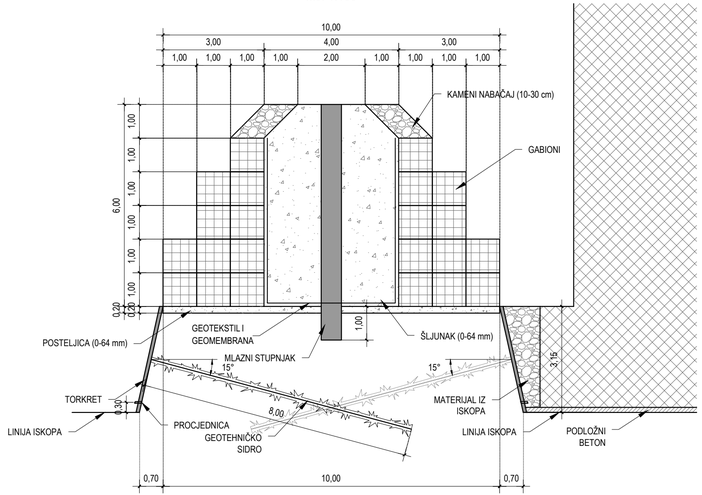
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA:
Glavni projekt	Geotehnički projekt

PROJEKTANT:
Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad.
G 3785

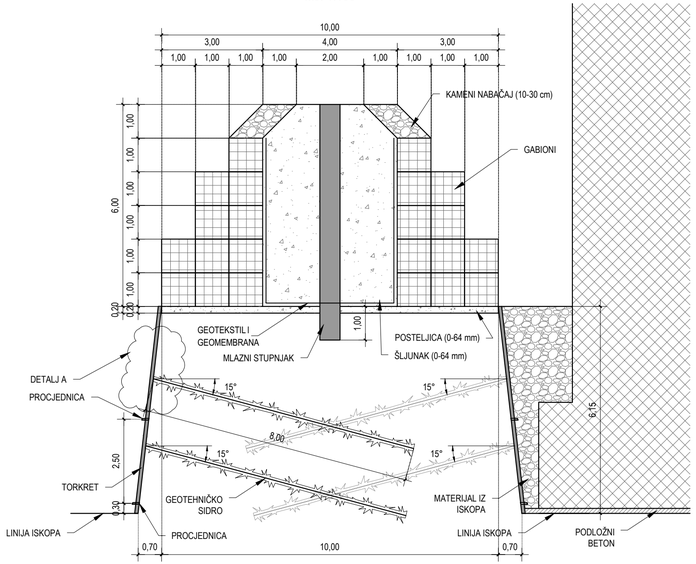
SADRŽAJ PRILOGA:
UZDUŽNI PRESJEK KROZ OS PREGRADE BRODARCI
ZAŠTITA GRAĐEVINSKE JAME
FAZA 1 I FAZA 2

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):		OZNAKA MAPE:
OB9.05		G3-OB9.05.01-G04.0
REVIZIJA:	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.	MJERILO:
0	E-103-22-07	1:200
MJESTO I DATUM:	OZNAKA PRILOGA:	REDNI BR. PRILOGA:
Zagreb, lipanj, 2023.	2001	04

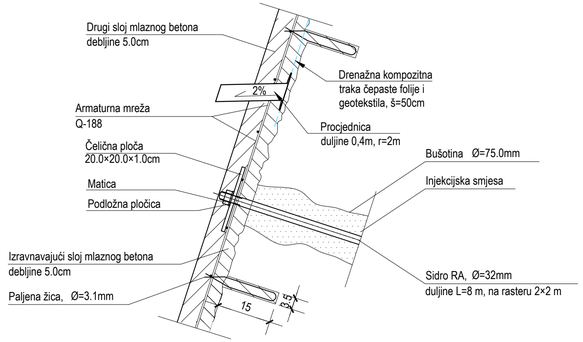
KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK
ZAGATA KROZ OS PREGRADE
MJ. 1:100



KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK
ZAGATA KROZ SLAPIŠTE PREGRADE
MJ. 1:100



DETALJ A
MJ 1:10



BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:

GEOKON
WWW.GEOKON.HR

INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614
GRAĐEVINA:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Donje Pokuplje, k.o. Velika Jelsa
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Pregrada Brodarci (Etapa 5)
NAZIV MAPE:	Pregrada Brodarci - Geotehnički dio

RAZINA RAZRADE: Glavni projekt	STRUKOVNA ODREDNICA: Geotehnički projekt

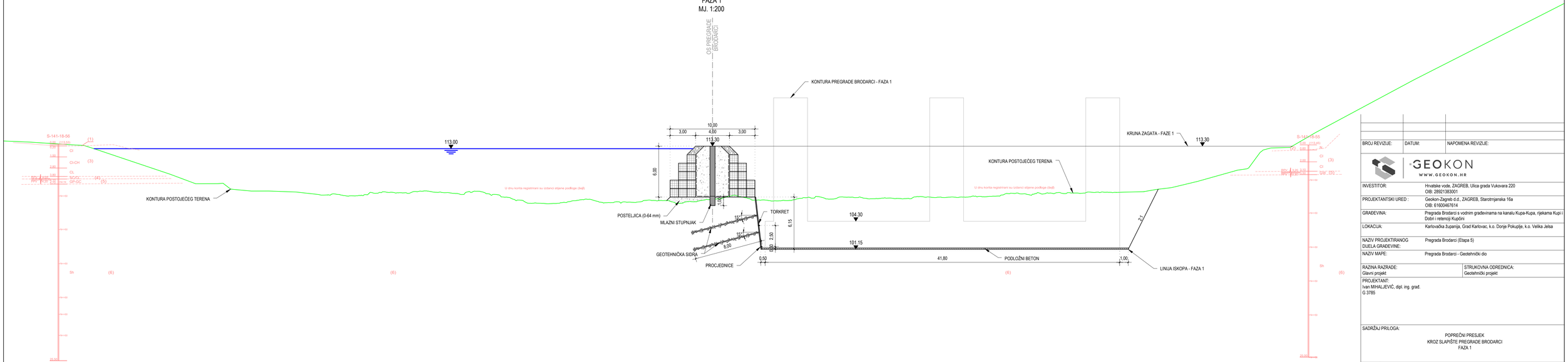
PROJEKTANT:
Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. građ.
G 3785

SADRŽAJ PRILOGA:

KARAKTERISTIČNI POPREČNI PRESJEK ZAGATA
KROZ OS I SLAPIŠTE PREGRADE BRODARCI

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): O89.05		OZNAKA MAPE: G3-O89.05.01-G04.0
REVIZIJA: 0	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-103-22-07	MJERILO: 1:100
MJESTO I DATUM: Zagreb, lipanj, 2023.	OZNAKA PRILOGA: 3001	REDNI BR. PRILOGA: 05

POPREČNI PRESJEK KROZ SLAPIŠTE PREGRADE BRODARCI
FAZA 1
MJ. 1:200



BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:

GEOKON
WWW.GEOKON.HR

INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614
GRAĐEVINA:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Donje Pokupље, k.o. Velika Jelsa
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Pregrada Brodarci (Etapa 5)
NAZIV MAPE:	Pregrada Brodarci - Geotehnički dio

RAZINA RAZRADE: Glavni projekt	STRUKOVNA ODREDNICA: Geotehnički projekt

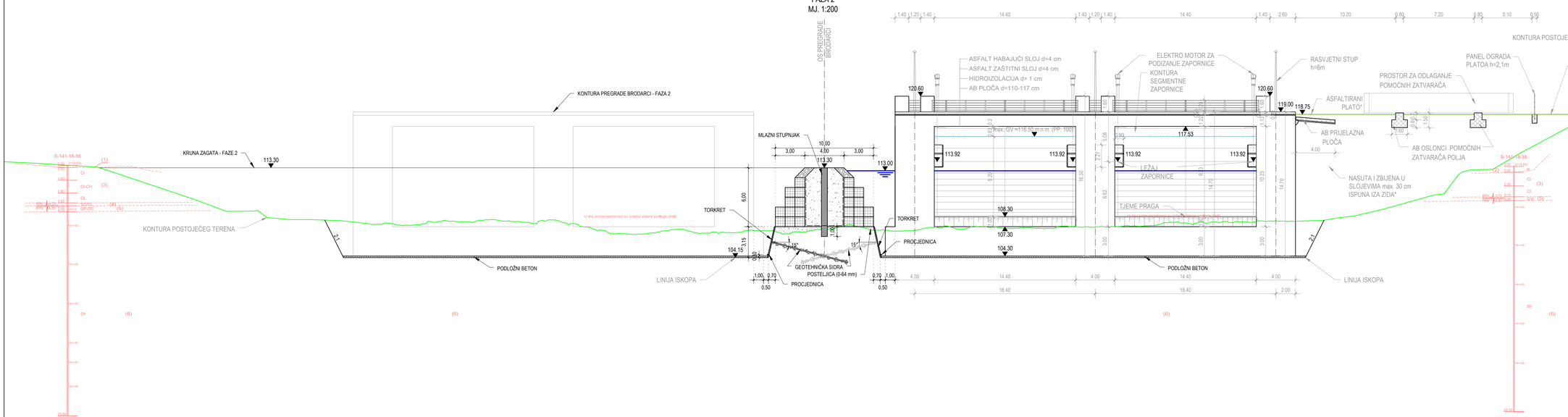
PROJEKTANT:
Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad.
G 3785

SADRŽAJ PRILOGA:

POPREČNI PRESJEK
KROZ SLAPIŠTE PREGRADE BRODARCI
FAZA 1

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): OB9.05		OZNAKA MAPE: G3-OB9.05.01-G04.0
REVIZIJA: 0	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-103-22-07	MJERILO: 1:200
MJESTO I DATUM: Zagreb, lipanj, 2023.	OZNAKA PRILOGA: 4001	REDNI BR. PRILOGA: 06

POPREČNI PRESJEK KROZ OS PREGRADE BRODARCI
FAZA 2
MJ. 1:200



BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:

GEOKON
WWW.GEOKON.HR

INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614
GRAĐEVINA:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Donje Pokupље, k.o. Velika Jelsa
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Pregrada Brodarci (Etapa 5)
NAZIV MAPE:	Pregrada Brodarci - Geotehnički dio

RAZINA RAZRADE: Glavni projekt	STRUKOVNA ODREDNICA: Geotehnički projekt

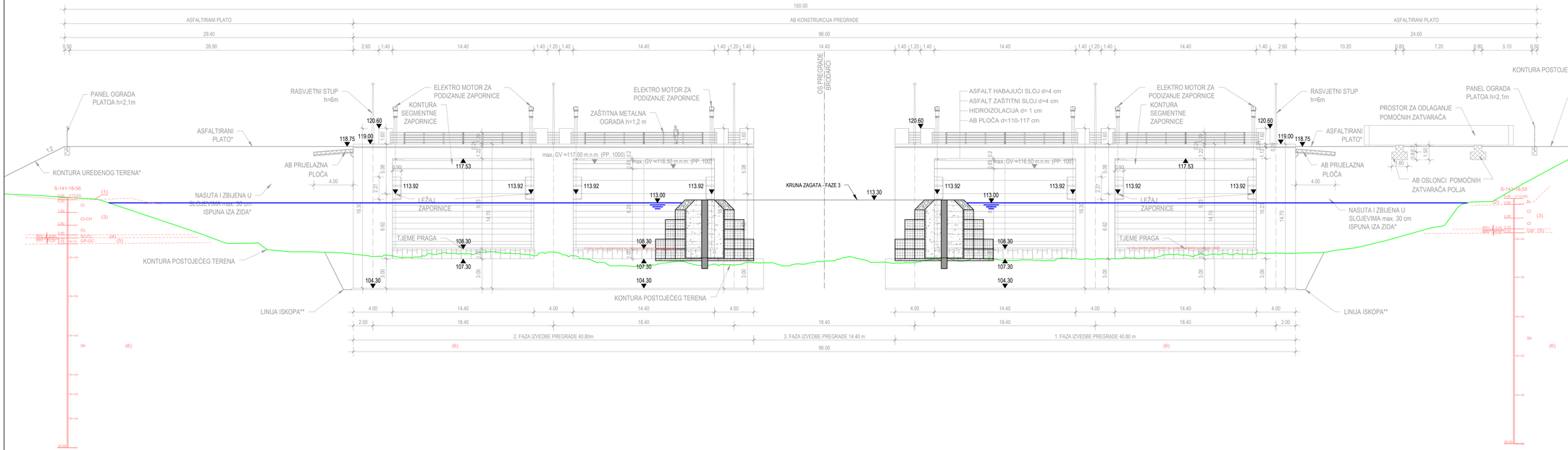
PROJEKTANT:
Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad.
G 3785

SADRŽAJ PRILOGA:

POPREČNI PRESJEK
KROZ SLAPIŠTE PREGRADE BRODARCI
FAZA 2

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): OB9.05		OZNAKA MAPE: G3-OB9.05.01-G04.0
REVIZIJA: 0	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-103-22-07	M.JERILO: 1:200
MJESTO I DATUM: Zagreb, lipanj, 2023.	OZNAKA PRILOGA: 4002	REDNI BR. PRILOGA: 07.

POPREČNI PRESJEK KROZ OS PREGRADE BRODARCI
FAZA 3
MJ. 1:200



BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:

GEOKON
WWW.GEOKON.HR

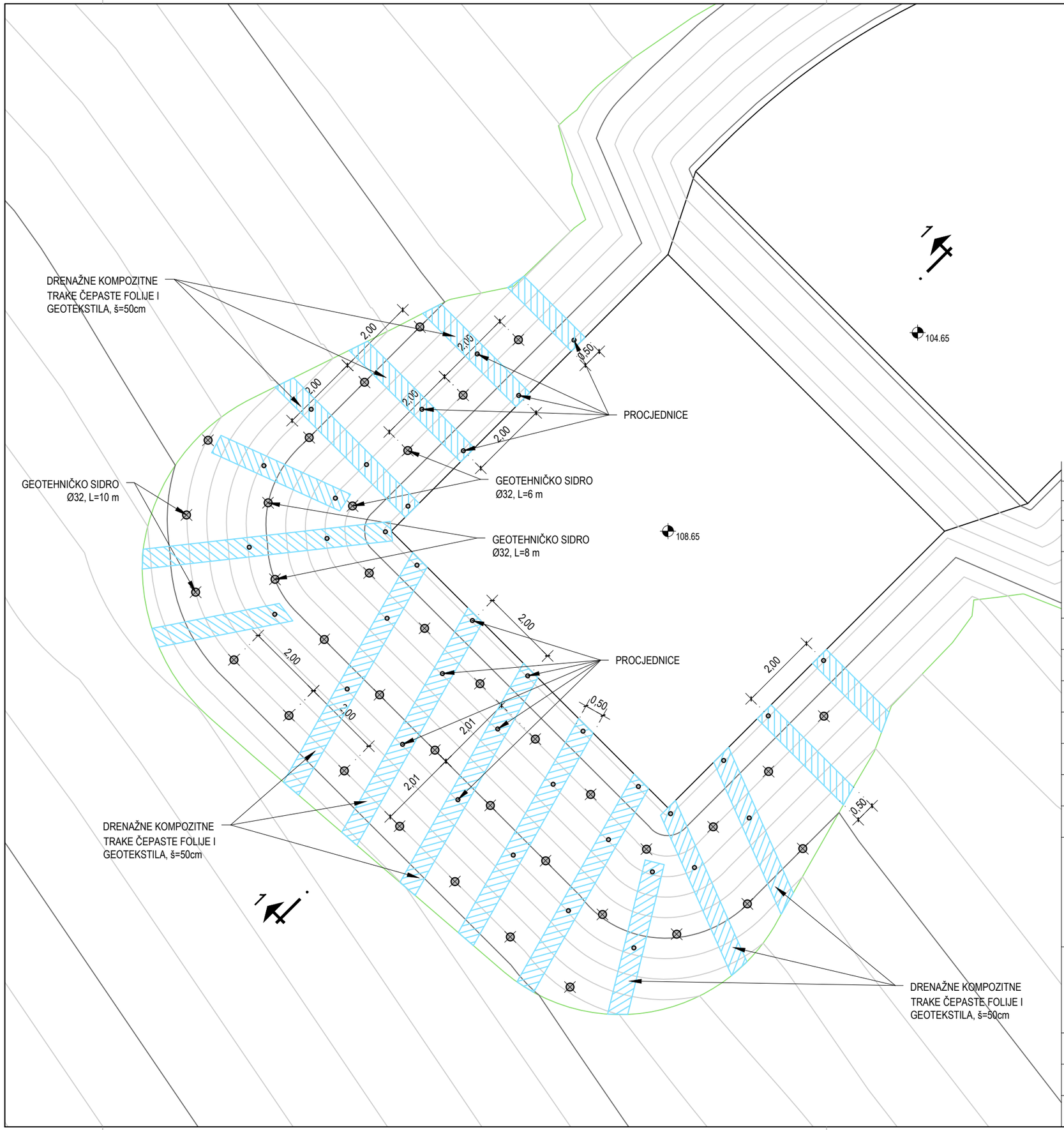
INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614
GRAĐEVINA:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Donje Pokupље, k.o. Velika Jelsa
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Pregrada Brodarci (Etapa 5)
NAZIV MAPE:	Pregrada Brodarci - Geotehnički dio

RAZINA RAZRADE: Glavni projekt	STRUKOVNA ODREDNICA: Geotehnički projekt

PROJEKTANT:
Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. grad.
G 3785

SADRŽAJ PRILOGA:
POPREČNI PRESJEK
KROZ SLAPIŠTE PREGRADE BRODARCI
FAZA 3

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): OB9.05		OZNAKA MAPE: G3-OB9.05.01-G04.0
REVIZIJA: 0	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-103-22-07	MJERILO: 1:200
MJESTO I DATUM: Zagreb, lipanj, 2023.	OZNAKA PRILOGA: 4003	REDNI BR. PRILOGA: 08



BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:

GEOKON
WWW.GEOKON.HR

INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614
GRAĐEVINA:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Donje Pokuplje, k.o. Velika Jelsa
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Pregrada Brodarci (Etapa 5)
NAZIV MAPE:	Pregrada Brodarci - Geotehnički dio

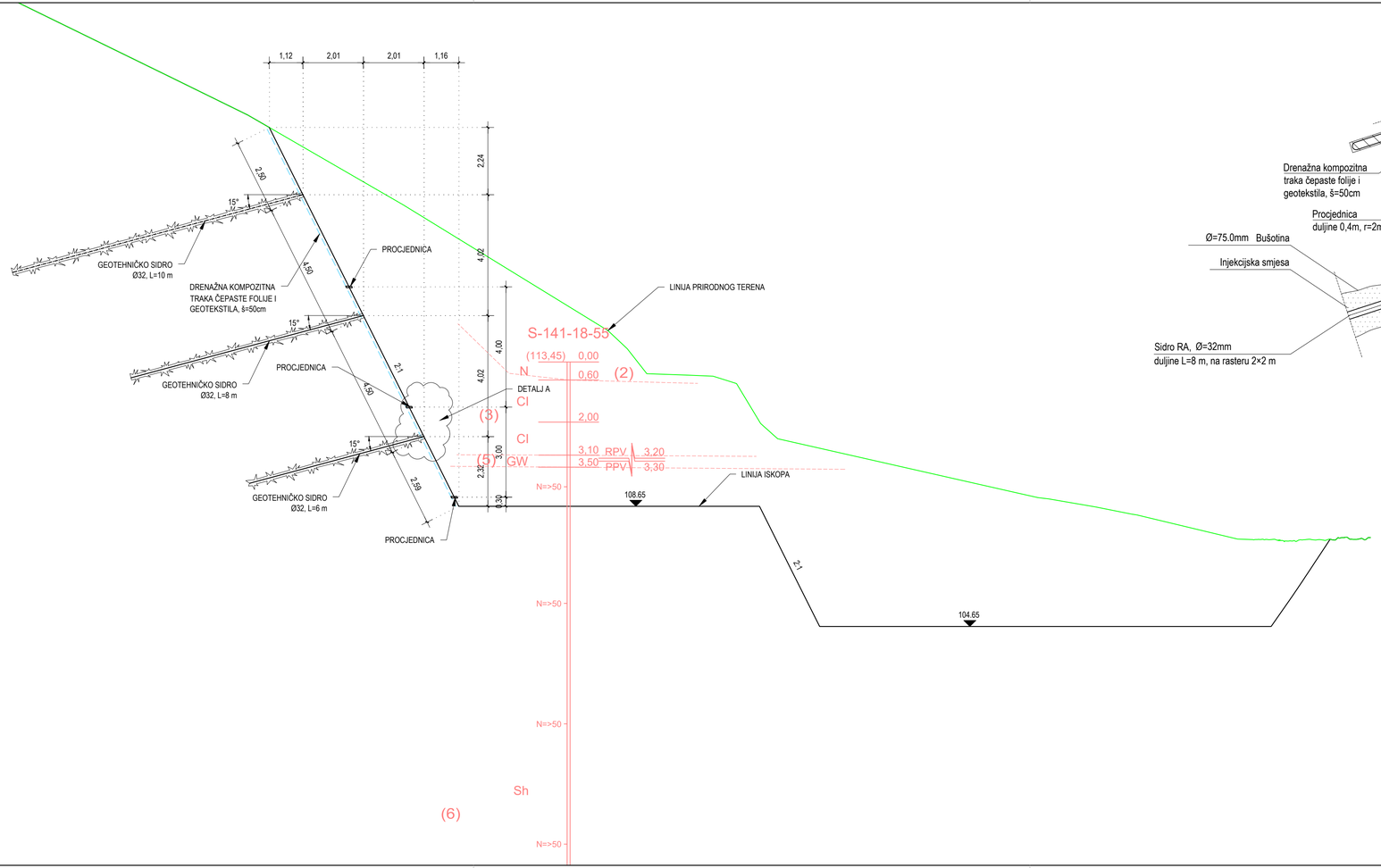
RAZINA RAZRADE:	STRUKOVNA ODREDNICA:
Glavni projekt	Geotehnički projekt

PROJEKTANT:
Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. građ.
G 3785

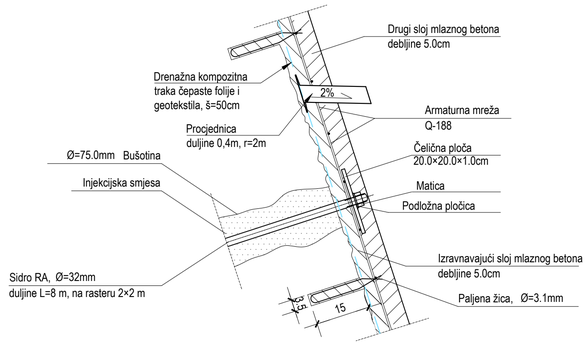
SADRŽAJ PRILOGA:

SITUACIJA ZAŠTITE GRAĐEVINSKE JAME
ZIDA UZ_D2
PREGRADE BRODARCI

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP):		OZNAKA MAPE:
O89.05		G3-O89.05.01-G04.0
REVIZIJA:	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d.	MJERILO:
0	E-103-22-07	1:100
MJESTO I DATUM:	OZNAKA PRILOGA:	REDNI BR. PRILOGA:
Zagreb, lipanj, 2023.	1301	09



DETALJ A
MJ 1:10



BROJ REVIZIJE:	DATUM:	NAPOMENA REVIZIJE:

GEOKON
WWW.GEOKON.HR

INVESTITOR:	Hrvatske vode, ZAGREB, Ulica grada Vukovara 220 OIB: 28921383001
PROJEKTANTSKI URED :	Geokon-Zagreb d.d., ZAGREB, Starotrnjanska 16a OIB: 61600467614
GRAĐEVINA:	Pregrada Brodarci s vodnim građevinama na kanalu Kupa-Kupa, rijekama Kupi i Dobri i retenciji Kupčini
LOKACIJA:	Karlovačka županija, Grad Karlovac, k.o. Donje Pokuplje, k.o. Velika Jelsa
NAZIV PROJEKTIRANOG DIJELA GRAĐEVINE:	Pregrada Brodarci (Etapa 5)
NAZIV MAPE:	Pregrada Brodarci - Geotehnički dio

RAZINA RAZRADE: Glavni projekt	STRUKOVNA ODREDNICA: Geotehnički projekt

PROJEKTANT:
Ivan MIHALJEVIĆ, dipl. ing. građ.
G 3785

SADRŽAJ PRILOGA:

PRESJEK 1-1
ZAŠTITE GRAĐEVINSKE JAME
ZIDA UZ_D2
PREGRADE BRODARCI

ZAJEDNIČKA OZNAKA PROJEKTA (ZOP): O89.05		OZNAKA MAPE: G3-O89.05.01-G04.0
REVIZIJA: 0	OZNAKA Geokon-Zagreb d.d. E-103-22-07	MJERILO: 1:100
MJESTO I DATUM: Zagreb, lipanj, 2023.	OZNAKA PRILOGA: 4002	REDNI BR. PRILOGA: 10